



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Ilmastonmuutos ja tavaraliikenne

Selvitys ilmastonmuutoksen ja sen hillintä-  
toimien vaikutuksista tavaraliikenteeseen

## LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖN

### **Toiminta-ajatus**

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää yhteiskunnan toimivuutta ja väestön hyvinvointia huolehtimalla siitä, että kansalaisten ja elinkeinoelämän käytössä on laadukkaat, turvalliset ja edulliset liikenne- ja viestintäyhteydet sekä alan yrityksillä kilpailukykyiset toimintamahdollisuudet.

### **Visio**

Suomi on eturivin maa liikenteen ja viestinnän laadussa, tehokkuudessa ja kansainvälisessä osaamisessa.

### **Arvot**

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Julkaisun nimi

**Ilmastonmuutos ja tavaraliikenne**

Tekijät

Sito –yhtiöt: Ilkka Salanne (projektipäällikkö), Bianca Byring (sihteeri), Raisa Valli, Marko Tikkanen ja Petri Peltonen  
Ilmatieteen laitos: Jari Haapala, Kirsti Jylhä, Outi Tolonen-Kivimäki ja Heikki Tuomenvirta

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 22.4.2009.

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisu 15/2010**

ISSN 1795-4045

ISBN 978-952-243-159-2 (verkkajulkaisu)

Asiasanat

ilmastonmuutos, ilmastonmuutoksen hillintä, tavaraliikenne, kuljetuskysyntä

Yhteyshenkilö

Jari Gröhn

Tiivistelmä

Tutkimuksessa kartoitettiin ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden vaikutuksia tavaraliikenteeseen. Tutkimus perustuu vuosille 2030 ja 2050 laadittuun ilmastonmuutoskennärioon, kansainväliseen kirjallisuuskatsaukseen, kuljetusalan yrityksille, asiakkaille ja viranomaisille lähetettyyn ilmastonmuutoskyselyyn sekä asiantuntijatyöpajaan.

Keskimäärin Suomen ilmasto muuttunee lämpimämmäksi ja sateisemmäksi. Rankkasateet yleistyvät ja voimistuvat ympäri vuoden. Nollakelit lisääntyvät aluksi koko maassa, mutta saattavat vähetä vuosisadan puolivälistä Etelä-Suomessa. Itämeren jääpeite vähenee ja Suomenlahdella keskiveden korkeus nousee.

Suomessa eri kuljetusmuotoihin ja teollisuuden kilpailukykyyn tulevat vaikuttamaan erityisesti ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet ja se miten tasapuolisesti ne maailmanlaajuisesti ja erityisesti EU:n sisällä toteutetaan. Jos maailmanlaajuisista vähennystavoitteista ei sovita, voivat EU-maiden ja Suomen kilpailukyky ja tuotanto muuttua EU:n yksipuolisten toimien seurauksena.

Mikäli tavoitteeksi asetetaan hiilidioksidivapaa tai 80 % päästövähennys, Suomen kuljetusala ja teollisuus ovat radikaalien muutosten edessä. Tämä saattaisi muuttaa teollisuuden globaalin sijoittumisen lisäksi raaka-aineiden ja komponenttien hankintasuuntia, ulkomaankaupan suuntia, kuljetusvirtoja, kuljetusjärjestelmiä ja kokonaisia toimitusverkostoja.

Ilmastonmuutos vaikuttanee metsä- ja elintarviketeollisuuden toimitusketjuihin. Muilla teollisuuden aloilla hillintätoimenpiteillä on selvästi suurempi merkitys kuin ilmaston keskimääräisellä muuttumisella. Toisaalta globaalien ääri-ilmiöiden keskittyminen määrättyille alueille voi vaikuttaa tuotannon sijoittumiseen, hankinta-alueisiin ja kansainvälisten kuljetusketjujen reittiin myös pysyvämmin.

Ilmaston muuttuminen voi heikentää erityisesti tiekuljetusten liikenneturvallisuutta. Kelirikon esiintymisajankohdat ja painorajoitusten ajankohdat muuttuvat ja kokonaisuutena voi pidentyä. Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitusastetta.



Publiceringsdatum  
30.4.2010

Publikation

## Klimatförändring och godstransporter

Författare

Sito: Iikka Salanne (projektledare), Bianca Byring (sekreterare), Raisa Valli, Marko Tikkanen och Petri Peltonen

Meteorologiska institutet: Jari Haapala, Kirsti Jylhä, Outi Tolonen-Kivimäki och Heikki Tuomenvirta

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet 22.4.2009

Publikationsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 15/2010**

ISSN 1795-4045

ISBN 978-952-243-159-2 (webbpublikation)

Ämnesord

klimatförändring, klimatåtgärder, godstransporter, transportefterfrågan

Kontaktperson

Jari Gröhn

Sammandrag

Målet med den här studien var att skapa en helhetsbild av de effekter som klimatförändringen och åtgärder för att begränsa klimatförändringen (klimatåtgärder) har på godstransporter. Studien baserar sig på ett klimatförändringsscenario för åren 2030 och 2050, på en kartläggning av internationell litteratur, på en enkät till transportföretag, transportkunder och myndigheter samt på en workshop för experter.

I genomsnitt kommer Finlands klimat att bli varmare och fuktigare. Störtregn blir vanligare och häftigare, alla tider av året. Till en början blir det vanligare med nollföre i hela landet, men kan börja minska i mitten av århundradet i södra Finland. Östersjöns istäcke minskar och det genomsnittliga vattenståndet stiger.

Särskilt klimatåtgärdena samt det hur jämnt de fördelas på global och särskilt på EU-nivå, kommer att påverka de olika transportslagen och industrins konkurrenskraft. Om ett globalt-avtal inte kan nås, kan EU-ländernas och Finlands konkurrenskraft och produktion förändras få grund av EU:s ensidiga åtgärder.

Ifall skyldigheterna för utsläppsfrihet eller 80 % minskade utsläpp blir verklighet, förändras Finlands transportsektor och industri radikalt. Detta skulle kunna förändra industrins globala lokaliseringmönster samt flöden av råvaror och komponenter, utlandshandel, transportflöden, transportsystem samt hela leveranskedjor.

Klimatförändringen kan ha en viss effekt på materialkedjor i skog- och livsmedelsindustrin. Inom andra industrisektorer har klimatåtgärdena klart större betydelse än en förändring av det genomsnittliga klimatet. Å andra sidan, ifall extrema väderfenomen ökar särskilt i vissa delar av världen, så kan detta ha även långvariga effekter på var produktion lokaliseras, var råvaror och produkter köps samt vilka ruttor som väljs för internationella transportkedjor.

Klimatförändringarna kan försämra trafiksäkerheten särskilt för vägtransporter, men även för järnvägstransporter. Tiden för tjälskott på vägarna och för viktbegränsningar förändras och den totala tiden kan förlängas. Översvämningar orsakade av regn och även andra översvämningar kan överskrida dräneringskonstruktionernas dimensioneringsnivå.

Date  
30 April 2010

Title of publication

**Climate change and freight transport**

Author(s)

Sito group: Ilkka Salanne (project leader), Bianca Byring (secretary), Raisa Valli, Marko Tikkanen and Petri Peltonen

Finnish Meteorological Institute: Jari Haapala, Kirsti Jylhä, Outi Tolonen-Kivimäki and Heikki Tuomenvirta

Commissioned by, date

Ministry on Transport and Communications 22.4.2009

Publication series and number

**Publications of the Ministry of  
Transport and Communications  
15/2010**

ISSN 1795-4045

ISBN 978-952-243-159-2 (online)

Keywords

climate change, climate change mitigation, freight transport, transport demand

Contact person

Jari Gröhn

Abstract

The objective of this study was to give a comprehensive picture of the effects on freight transports of climate change and its mitigation. The study is based on a climate change scenario for the years 2030 and 2050, on a survey of international publications on the subject, on a questionnaire addressed to transport companies, transport buyers and authorities as well as on a workshop with experts.

On average, the climate of Finland will become warmer and rainier. All times of the year, torrential rain falls will become more frequent and increase in strength. The slippery road conditions with temperature around 0°C will initially become more frequent in the whole country. The ice covers of the Baltic Sea will decrease and the average water level will rise.

The different transport modes and the competitiveness will be influenced the most by the mitigation measures and by how equally these measures are allocated globally and especially on the EU-level. If a global agreement cannot be reached, the competitiveness and production of EU-countries and Finland may change because of the EU's one-sided measures.

If commitments of zero emissions or emissions decreased by 80 % will become reality, the Finnish transport business and industry will radically change. This could change the global location pattern of industry as well as the flows of raw materials and components, foreign trade, transports, transport systems and delivery chains as a whole.

The climate change may alter the supply chains in forest and food industries. Within other industries, the climate change mitigation measures will be much more significant than the changes in average climate. However, if extreme weather phenomena increase especially in certain parts of the world, this might have even long term effects on localization of production on global level, on the purchase patterns of raw materials and products as well as on the choices of routes for international transport chains.

Climate change may decrease traffic safety in road transports especially, but also in railway transports. The timing of road damages because of melting frost as well as the timing of consequent weight limitations will change and the total time of road damages can increase.

Flooding caused by rainfall and also other flooding may overrun the dimensioning of drainage.

## Esipuhe

Tavaraliikenne on toistaiseksi jäänyt melko vähälle huomiolle ilmastonmuutoksen vaikutustarkasteluissa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden vaikutuksista tavaraliikenteeseen sekä tavaraliikenteen kysyntään ja infrastruktuuriin Suomessa.

Tutkimuksessa Ilmatieteen laitos on laatinut ilmastonmuutosskenaariot, työssä on kerätty kirjallisuudesta tietoa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista, tehty kuljetusalan toimijoille ja asiakkaille ilmastonmuutuskysely ja järjestetty Helsingissä helmikuun 2010 alussa asiantuntijatyöpaja. Tavaraliikenteen kannalta tärkeille ilmastonmuutosparametreille laadittiin arvio tulevasta kehityksestä (keskilämpötila, sademäärä jne.) vuoteen 2030 ja vuoteen 2050. Ilmastonmuutuskyselyyn vastasi yhteensä 95 eri organisaatioiden edustajaa (kuljetusala, alan viranomaiset ja järjestöt, teollisuus ja kauppa).

Tutkimus toteutettiin huhtikuun 2009 ja huhtikuun 2010 välisenä aikana.

Ohjausryhmän jäseninä toimivat Jari Gröhn (pj, liikenne- ja viestintäministeriö), Taneli Antikainen (Liikennevirasto), Sakari Backlund (Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry), Ari Herrala (Liikenteen Turvallisuusvirasto), Arto Hovi (Liikennevirasto), Pekka Hurtola (Finavia), Juhani Intosalmi (Liikenteen Turvallisuusvirasto), Jarmo Joutsensaari (Liikennevirasto), Jorma Kämäräinen (Liikenteen Turvallisuusvirasto), Otto Lehtipuu (VR-Yhtymä Oy), Mikko Melasniemi (Suomen osto- ja logistiikkayhdistys), Raija Merivirta (Liikennevirasto), Pasi Moisio (Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry), Suoma Sihto (Helsingin Seudun Liikenne), Raimo Siivonen (VR-Yhtymä Oy), Vesa Stenvall (VR-Yhtymä Oy), Mikko Viinikainen (Finavia), Johanna Vilkuna (Helsingin Seudun Liikenne), Jouko Vuoristo (Liikennevirasto) ja Timo Välke (Liikennevirasto).

Hankkeen rahoituksesta vastasivat Finavia, Helsingin Seudun Liikenne (HSL), liikenne- ja viestintäministeriö (LVM), Liikennevirasto (LiVi), Liikenteen turvallisuusvirasto (TraFi) ja VR-Yhtymä Oy.

Tutkimuksen toteuttivat yhteistyössä Sito-yhtiöt ja Ilmatieteen laitos. Siton työryhmässä toimivat Iikka Salanne (projektipäällikkö), Bianca Byring (sihteeri), Raisa Valli, Marko Tikkanen ja Petri Peltonen. Ilmatieteen laitoksesta työhön osallistuivat Jari Haapala, Kirsti Jylhä, Outi Tolonen-Kivimäki ja Heikki Tuomenvirta.

Kiitämme lämpimästi kaikkia kyselyyn ja työpajaan osallistuneita yrityksiä ja organisaatioita.

Helsingissä huhtikuussa 2010

yli-insinööri



Jari Gröhn

## Sisällysluettelo

YHTEENVETO.....	2
SAMMANFATTNING.....	3
SUMMARY .....	4
1. Tutkimuksen toteuttaminen .....	6
2. Toimintaympäristö ja Suomen kauppa-alueet .....	8
2.1 Tavaraliikenteen toimintaympäristö.....	8
2.2 Suomen tärkeimmät kauppavirrat ja kilpailijamaat .....	9
3. Ilmastonmuutosskenaariot 2030- ja 2050-luvuille .....	12
3.1 Lämpötila .....	13
3.2 Sade, lumipeite ja sumu .....	14
3.3 Tuulisuus.....	16
3.4 Jääpeite ja vedenkorkeus.....	16
4. Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet.....	17
4.1 Tausta .....	17
4.2 Hillintätoimien vaikutus eri toimialoihin.....	21
4.3 Liikenteen päästöjen kehitys ja hillintätoimet.....	24
4.4 Kaupunkiseutujen jakelukuljetuksia koskevat paikalliset ilmastonmuutoksen hillintätoimet.....	27
5. Ilmastonmuutoksen ja hillinnän vaikutuksia tavaraliikenteeseen.....	31
5.1 Vaikutukset kuljetuskysyntään .....	31
5.2 Vaikutukset kuljetuksiin ja liikenneinfrastruktuuriin .....	36
6. Internet -kyselyn tulokset.....	48
6.1 Vastaajien taustatiedot.....	48
6.2 Vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista .....	50
6.2.1 Teollisuus ja kauppa.....	50
6.2.2 Kuljetusala ja infrastruktuuri .....	56
7. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	70
7.1 Toimintaympäristö.....	70
7.2 Hillintätoimenpiteet.....	71
7.3 Vaikutukset teollisuuteen, kauppaan ja kuljetuskysyntään .....	72
7.4 Vaikutukset kuljetusalaan, kuljetuksiin ja infrastruktuuriin.....	76
7.5 Keskeiset päätelmät ja tulokset .....	89
Lähdeluettelo.....	96

Liite 1: Internet -kyselyn tuloksia

Liite 2: Internet -kyselyn kyselylomake

## YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden vaikutuksista tavaraliikenteeseen. Tutkimus perustuu vuosille 2030 ja 2050 laadittuun ilmastonmuutoskenaarioon, kansainväliseen kirjallisuuskatsaukseen, kuljetusalan yrityksille, asiakkaille ja viranomaisille lähetettyyn ilmastonmuutoskyselyyn sekä asiantuntijatyöpajaan.

Keskimäärin Suomen ilmasto muuttunee lämpimämmäksi ja sateisemmäksi. Rankkasateet yleistyvät ja voimistuvat ympäri vuoden. Nollakelit lisääntyvät aluksi koko maassa, mutta saattavat vähetä vuosisadan puolivälistä Etelä-Suomessa. Itämeren jääpeite vähenee ja Suomenlahdella keskiveden korkeus nousee.

Suomessa eri kuljetusmuotoihin ja teollisuuden kilpailukykyyn tulevat vaikuttamaan erityisesti ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet ja se miten tasapuolisesti ne maailmanlaajuisesti ja erityisesti EU:n sisällä toteutetaan. Vuoden 2012 jälkeiselle ajalle ei ole olemassa sovittuja maailmanlaajuisia vähennystavoitteita ilmastopimuksen muodossa. Jos sellainen sopimus syntyy, EU-maiden ja Suomen kilpailukyky ja tuotanto voi muuttua suhteellisen vähän. Jos riittävää sopimusta ei synny, voi kilpailukyky ja tuotanto muuttua EU-maiden yksipuolisten toimien seurauksena. Mikäli hiilidioksidivapaa tai 80 % päästövähennysvelvoite toteutuu Suomen kuljetusala ja teollisuus ovat radikaalien muutosten edessä. Tämä saattaisi muuttaa teollisuuden globaalin sijoittumisen lisäksi raaka-aineiden ja komponenttien hankintasuuntia, ulkomaankaupan suuntia, kuljetusvirtoja, kuljetusjärjestelmiä ja kokonaisia toimitusverkostoja.

Keskilämpötilan noustessa ja sademäärän kasvaessa puulajien kasvu paranee kokonaisuutena ja lisää kotimaan puunhankintaa ja kuljetuksia. Bioenergian tuotanto lisääntyy. Tämä aiheuttaa pientiestön, ratojen, varastojen, varastointiolosuhteiden, lastauspaikkojen ja terminaalien kehittämistarpeita. Kotimaan tuotanto voi kasvaa hedelmien, vihannesten ja viljan viljelyssä, mikä lisää elintarviketeollisuuden kotimaan raaka-ainehankintaa, kuljetuksia sekä kuljetus- ja käsittelyketjujen kehittämistarpeita. Muilla teollisuuden aloilla hillintätoimenpiteillä on selvästi suurempi merkitys kuin ilmaston keskimääräisellä muuttumisella.

Keskimääräiset ilmastonmuutokset vaativat perustoiminnan pysyvää muuttamista. Ääri-ilmiöiden lisääntyminen ei sinänsä vaadi perustoiminnan muuttamista, vaan parempaa varautumista poikkeustilanteisiin. Toisaalta globaalien ääri-ilmiöiden keskittyminen määrättyille alueille voi vaikuttaa tuotannon sijoittumiseen, hankinta-alueisiin ja kansainvälisten kuljetusketjujen reitityksiin myös pysyvämmiin. Kuljetusketjujen häiriötilanteet voivat lisääntyä. Häiriötilanteissa tiedonhallinnan merkitys korostuu.

Ilmaston muuttuminen voi heikentää erityisesti tiekuljetusten liikenneturvallisuutta. Vaikutuksia voi olla myös rautatiekuljetuksiin. Vähentyneen roudan aiheuttama puiden kaatumisen lisääntyminen haittaa rautatie- ja tiekuljetuksia. Kelirikon esiintymisajankohdat ja painorajoitusten ajankohdat muuttuvat ja kokonaisaika voi pidentyä. Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitustason. Kunnossapidon ajoituksia ja kohdentamisia voidaan joutua tarkistamaan. Ilmakuljetuksille ilmastonmuutoksesta ei lentokorkeuden ja jo nykyisen toiminnallisen varautumisen vuoksi aiheudu suuria haittoja. Työturvallisuus voi heiketä erityisesti tiekuljetuksissa, jakelukuljetuksissa, satamissa ja suurilla ratapihoilla.

Merikuljetusten jääolojen helpottuminen voi lisätä alemman jääluokan alusten kauttakululiikennettä Suomen satamissa. Ympärivuotinen yhteys Koillisväylällä voi avautua, mikä voi suunnata kuljetuksia Suomen kautta Eurooppaan. Sisävesiliikenteessä säännöstely-



käytäntöjä, kuljetusten vuosijärjestelyjä ja käytettävää aluskalustoa saatetaan joutua muuttamaan. Sisävesien liikennöintikauden piteneminen voi mahdollistaa entistä pidemmät kuljetussopimukset ja investoinnit aluskalustoon.

Tulevaisuudessa tavaraliikenteen hiilidioksidijalanjälkeä ja muita ympäristövaikutuksia tullaan arvioimaan entistäkin kokonaisvaltaisemmin. Teollisuus näkee ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän lisäävän tuotannon ja toiminnan kustannuksia. Kustannuksia lisää energian, polttoaineiden ja raaka-aineiden hinnannousu ja saatavuuden vaikeutuminen sekä vaadittavat investoinnit uusiin polttoaineisiin, hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen ja hiilidioksidivapaan tuotannon lisäämiseen. Kuljetusalan mukaan kuljetusketjujen ja kuljetuselinkeinojen kustannukset tulevat niin ikään nousemaan ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän seurauksena polttoaineiden hinnannousun, päästökaupan laajenemisen sekä erilaisten tavaraliikenteeltä perittävien ympäristömaksujen myötä. Todennäköisesti ilmastonmuutoksen hillintä tulee korottamaan kuluttajahintoja sekä teollisen toiminnan ja sen raaka-ainehankinnan että toimitus- ja kuljetusketjujen kustannusten nousun myötä.

## **SAMMANFATTNING**

Målet med den här studien var att skapa en helhetsbild av de effekter som klimatförändringen och åtgärder för att begränsa klimatförändringen (klimatåtgärder) har på gods-transporter. Studien baserar sig på ett klimatförändringsscenario för åren 2030 och 2050, på en kartläggning av internationell litteratur, på en enkät till transportföretag, transportkunder och myndigheter samt på en workshop för experter.

I genomsnitt kommer Finlands klimat att bli varmare och fuktigare. Störtregn blir vanligare och häftigare, alla tider av året. Till en början blir nollföre mer vanligt i hela landet, men kan börja minska i mitten av århundradet i södra Finland. Östersjöns istäcke minskar och genomsnittliga vattenståndet stiger.

Särskilt klimatåtgärderna samt det hur jämnt de fördelas på global och särskilt på EU-nivå, kommer att påverka de olika transportslagen och industrins konkurrenskraft. För tiden efter år 2012 finns det inte överenskomna globala utsläppsminskningmål i form av ett klimatavtal. Ifall ett sådant avtal tas fram, kan det innebära att EU-ländernas och Finlands konkurrenskraft och produktion minskar relativt lite. Om ett avtal inte kan nås, kan konkurrenskraften och produktionen förändras få grund av EU:s ensidiga åtgärder. Ifall skyldigheterna för utsläppsfrihet eller 80 % minskade utsläpp blir verklighet, förändras Finlands transportsektor och industri radikalt. Detta skulle kunna förändra industrins globala lokaliseringmönster samt flöden av råvaror och komponenter, utlandshandel, transportflöden, transportsystem samt hela leveranskedjor.

När medeltemperaturen stiger och regnmängderna ökar, ökar träslagets tillväxt som helhet, vilket ökar inrikes trähandel och timmertransporter. Produktion av bioenergi ökar. Detta ökar behovet av att utveckla små vägar, banor, lager och lagringsförhållanden, lastplatser och terminaler. Inrikes produktion av frukt, grönsaker och säd kan öka. Detta ökar inrikes inköp av råvaror till livsmedelsindustrin, transporter och utvecklingsbehov av transport- och förädlingskedjor. Inom andra industrisektorer har klimatåtgärderna klart större betydelse än en förändring av det genomsnittliga klimatet.

Förändringar av genomsnittligt klimat kräver en permanent förändring av den dagliga verksamheten. Ökade extrema väderfenomen kräver i och för sig inte en ändring av den dagliga verksamheten, men större beredskap för exceptionella förhållanden. Å andra sidan, ifall extrema väderfenomen ökar särskilt i vissa delar av världen, så kan detta ha även långvariga effekter på var produktion lokaliseras, var råvaror och produkter köps

samt vilka rutter som väljs för internationella transportkedjor. Störningar i transportkedjorna kan öka, varvid behovet av informationshantering ökar.

Klimatförändringarna kan försämra trafiksäkerheten särskilt för vägtransporter, men även för järnvägstransporter. Minskad tjäle leder till att fler träd faller under vintern, vilket stör både järnvägs- och vägtransporter. Tidpunkterna för menföre och för tyngdbegränsningar förändras och den totala menförestiden kan förlängas. Översvämningar orsakade av regn och även andra översvämningar kan överskrida dräneringsdimensioneringen. Tidpunkter och tyngdpunkter för underhåll kan behöva ses över. På grund av god beredskap i verksamheten samt den höga flyghöjden orsakar klimatförändringen inte stora olägenheter för flygtransporter. Arbetssäkerheten kan försämrars särskilt i vägtransporter, i distribution, i hamnar och på stora bangårdar.

Transit-transporter med fartyg av lägre isklass via finska hamnar kan öka en del, då isförhållandena blir lättare. Nordostpassagen kan bli öppen året runt, varvid nya transporter kan riktas via Finland till Europa. I insjötrafiken kan det behövas förändringar i vattenreglering, organisering av transporter under olika tider av året samt nya fartyg. Då insjötrafikens trafikeringstid förlängs kan det förlänga rederiernas transportavtal och möjliggöra nya investeringar i fartyg.

I framtiden kommer godstransporternas koldioxid-fotavtryck och andra miljöeffekter att bedömas allt mer övergripande. Industrins uppfattning är att klimatförändringen och klimatåtgärderna ökar produktionens och verksamhetens kostnader. Kostnaderna ökar på grund av prishöjningar av energi, bränsle och råvaror samt på grund av att tillgången minskar. Även investeringar i nya bränslen, i åtgärder för att minska koldioxidutsläpp samt i koldioxidfri produktion kommer att öka kostnaderna. Enligt transportsektorn kommer även transportkedjornas och transportbranschens kostnader att öka på grund av klimatförändringen och bekämpningsåtgärder, i och med prishöjningar av bränsle, utökad utsläppshandel och olika miljöavgifter som införs för godstransporter. Troligtvis kommer klimatåtgärderna att öka konsumentpriserna på grund av kostnadshöjningar i både industriell produktion och råvaruförsörjning, och i leverans- och transportkedjor

## **SUMMARY**

The objective of this study was to give a comprehensive picture of the effects on freight transports of climate change and its mitigation. The study is based on a climate change scenario for the years 2030 and 2050, on a survey of international publications on the subject, on a questionnaire addressed to transport companies, transport buyers and authorities as well as on a workshop with experts.

On average, the climate of Finland will become warmer and rainier. All times of the year, torrential rain falls will become more frequent and increase in strength. The slippery road conditions with temperature around zero degrees Celsius will initially become more frequent in the whole country. In the middle of the century the slippery road conditions might become less frequent in southern Finland. The ice covers of the Baltic Sea will decrease and the average water level will rise.

The different transport modes and the competitiveness will be influenced the most by the mitigation measures and by how equally these measures are allocated globally and especially on the EU-level. There is no climate agreement with global emission reduction goals for the time after 2012. In case such an agreement is reached, the competitiveness and the production of EU-countries and Finland may decrease relatively little. If an agreement cannot be reached, the competitiveness and production may change because of the EU's

one-sided measures. If commitments of no emissions or emissions decreased by 80 % will become reality, the Finnish transport business and industry will radically change. This could change the global location pattern of industry as well as the flows of raw materials and components, foreign trade, transports, transport systems and delivery chains as a whole.

When the average temperature and the rain falls increase, the growth of different sorts of wood will increase as a whole. This will increase domestic trade with wood and the transports of wood. Production of bio energy will increase. This increases the need to develop small roads, railways, warehouses and warehousing circumstances, loading platforms and terminals. Domestic production of fruits, vegetables and grains may increase. This increases domestic purchase of raw materials to food industry, transports and development needs of transport and delivery chains. Within other industries, the climate change mitigation measures will be much more significant than the changes in average climate.

Changes in average climate demand a permanent change of the basic operation. Extreme weather phenomena becoming more common will not, in itself, demand changes in the basic operation, but in preparedness for exceptional conditions. However, if extreme weather phenomena increase especially in certain parts of the World, this might have even long term effects on localization of production on global level, on the purchase patterns of raw materials and products as well as on the choices of routes for international transport chains. Disturbances in transport chains may increase, which leads to increased need of data management.

Climate change may decrease traffic safety in road transports especially, but also in railway transports. A decrease of frost increases the number of trees that fall during winter. This disturbs both road and railway transports. The timing of road damages because of melting frost as well as the timing of consequent weight limitations will change and the total time of road damages can increase. Flooding caused by rainfall and also other flooding may overrun the dimensioning of drainage. Timing and allocation of maintenance may have to be adjusted. Climate change will not, due to good preparedness and high flying altitude, cause great problems for air transport. Safety at work may weaken especially in road transports, distribution, in ports and on large railway yards.

Transit transports through Finnish ports, using vessels of low ice class, may increase slightly due to relieved ice conditions. The North-East Passage may be open all year. This may direct some transports to Europe through Finland. Inland waterway traffic may demand changes in water regulation, in the organization of transports different times of the year and changes in the fleet. When the operating period in inland waterway traffic is lengthened, the shipping companies may come by longer transport contracts. This would enable new investments in the fleet.

In the future, the carbon footprints of freight transports will be assessed more comprehensively than at the present state. The view of the industry is that climate change and its mitigation will increase the costs of production and operation. The costs increase because of price increases of energy, fuel and raw materials and because of weaker availability. Also investments in new fuels, in measures to decrease carbon dioxide emissions and in emission free production will increase the costs. According to the transport industry, the costs of transport chains and costs in the whole business will increase because of climate change and because of mitigation measures. The reason is price increases of fuel, expanded emission trade and different introduced environmental fees for freight transports. Likely, climate change mitigation will increase consumer prices because of price increases in both industrial production and raw material purchases, as well as in delivery and transport chains.

## 1. Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa kokonaiskuva ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden suorista ja epäsuorista vaikutuksista tavaraliikenteeseen. Tutkimuksessa tuodaan esiin tekijät, joihin ilmastonmuutos ja sen hillintä eniten vaikuttavat.

Suoralla vaikutuksella tarkoitetaan esimerkiksi myrskyisyyden lisääntymisen suoraa vaikutusta kuljetusketjun toimintaan tai vaikkapa metsäteollisuuden toimintaan.

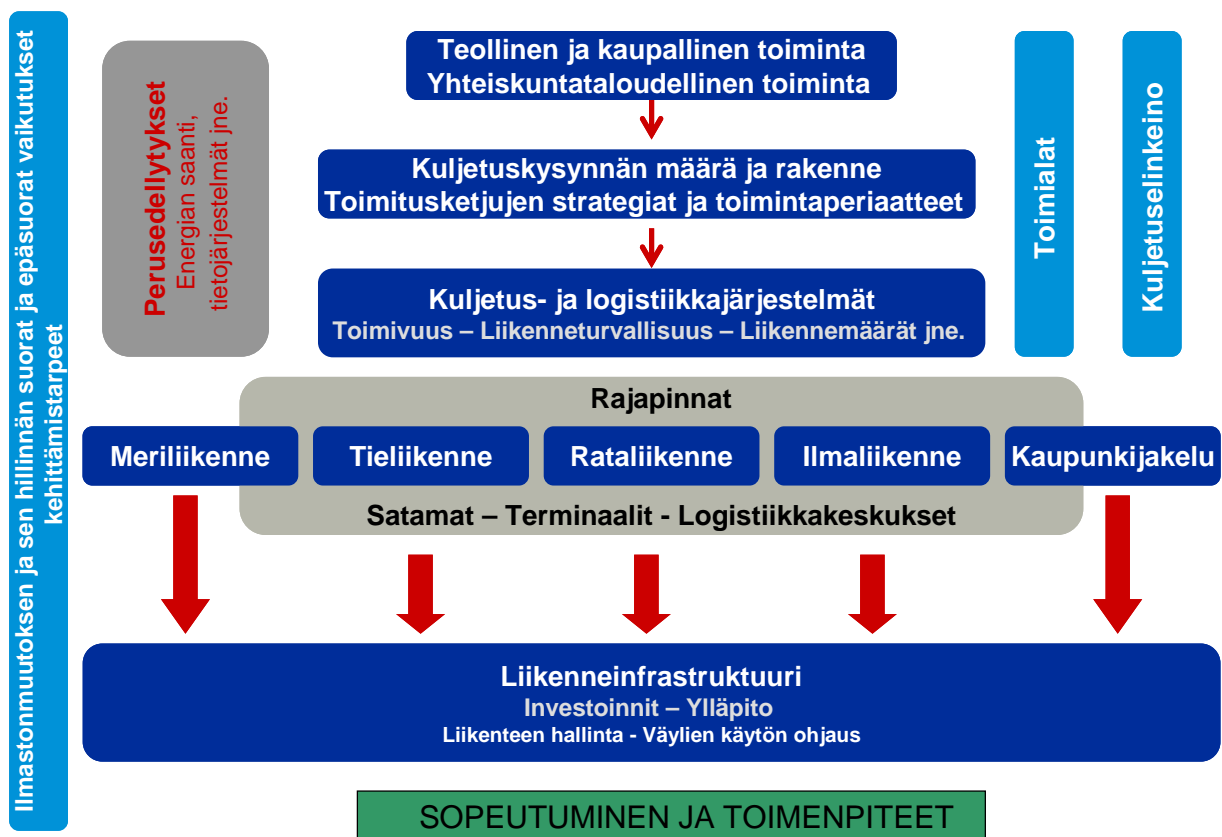
Epäsuoralla vaikutuksella tarkoitetaan ilmastonmuutoksen tai hillintätoimenpiteen vaikutusta johonkin muuhun tekijään, joka vaikuttaa kuljetuksiin tai kuljetuskysyntään: esimerkiksi jonkin Suomelle tärkeän teollisuudenalan globaaliin raaka-ainehankintaan.

Tutkimuksessa tarkastellaan vaikutuksia:

- kuljetusten kysyntään ja sen rakenteeseen
- kuljetusketjujen ja eri kuljetusmuotojen toimintaan
- liikenneinfrastruktuurin ylläpitoon ja kehittämiseen
- kuljetusalaan yleisesti

Tutkimuksessa on lisäksi pohdittu mahdollisia vaikutuksia ilmaston muuttuessa ennustetusti tai hillintätoimenpiteen toteutuessa. Tutkimustulosten rajoissa esitetään mahdollisia sopeutumisen- tai toimenpidevaihtoehtoja.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tutkimuksessa käytetty ilmastonmuutoksen vaikutusten arvioinnin viitekehys.



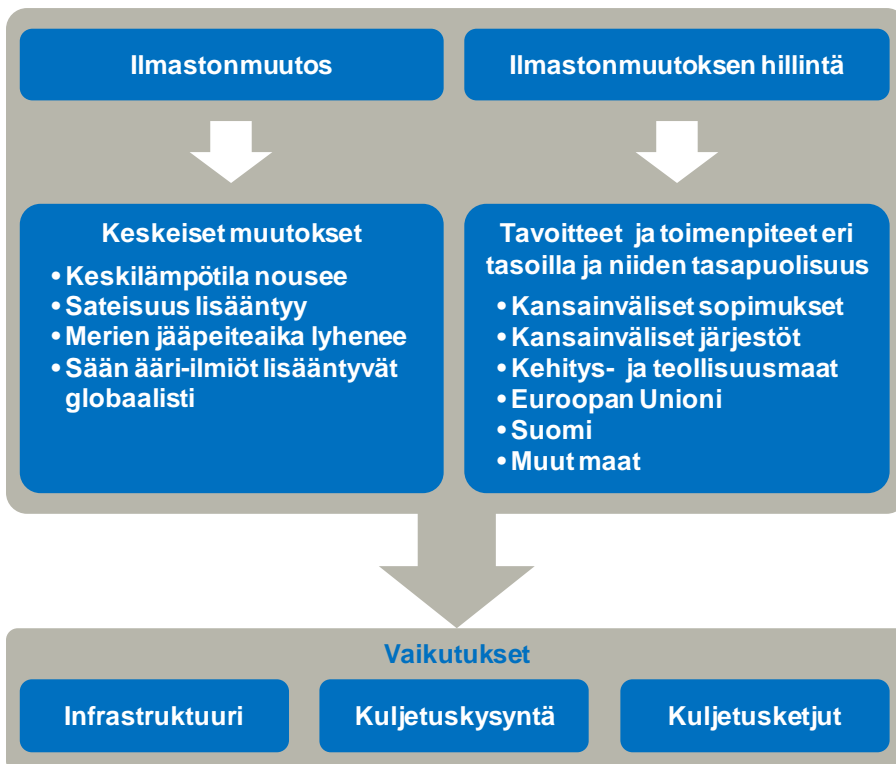
Kuva 1. Vaikutusten arvioinnin viitekehys.

Tutkimus eteni seuraavissa vaiheissa:

1. Ilmastonmuutoksen ja hillintätoimenpiteiden vaikutuksia aiemmin käsiteltyjen tutkimusten tarkastelu
2. Tavaraliikenteen kannalta merkittävien ilmastonmuutosparametrien määrittäminen
3. Ilmastonmuutosskenaarioiden laatiminen keskeisille parametreille vuoteen 2030 ja osin vuoteen 2050
4. Asiantuntija-arvioiden kerääminen ilmastonmuutosskenaarioiden vaikutuksista tavaraliikenteeseen ja kuljetuskysyntään
5. Välitulosten tuottaminen ja esittely ohjausryhmälle marraskuussa 2009 (diasarja)
6. Ilmastonmuutostutkimuksen laatiminen ja toteuttaminen
7. Ilmastonmuutostyöpajan järjestäminen kuljetusalan toimijoille ja teollisuudelle vaikutusarvioiden täydentämiseksi
8. Aineistojen yhteisanalyysin tekeminen ja raportointi

Kirjallisuusselvityksessä on tarkasteltu myös kansainvälisiä aineistoja ja vaikutuksia muissa maissa. Ilmastonmuutostutkimus kohdennettiin kuljetusalan toimijoille ja niiden asiakkaille. Kyselyn sisältö laadittiin ilmastonmuutosskenaarioiden ja alustavien vaikutusarvioiden perusteella. Kyselyn toteuttamista on kuvattu tarkemmin luvussa 6. Ilmastonmuutostyöpaja järjestettiin Helsingissä 4.2.2010. Sen tuloksista tuotettiin erillinen muistio.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tiivistetysti tässä tutkimuksessa tarkasteltavat asiat. (Kuva 2)



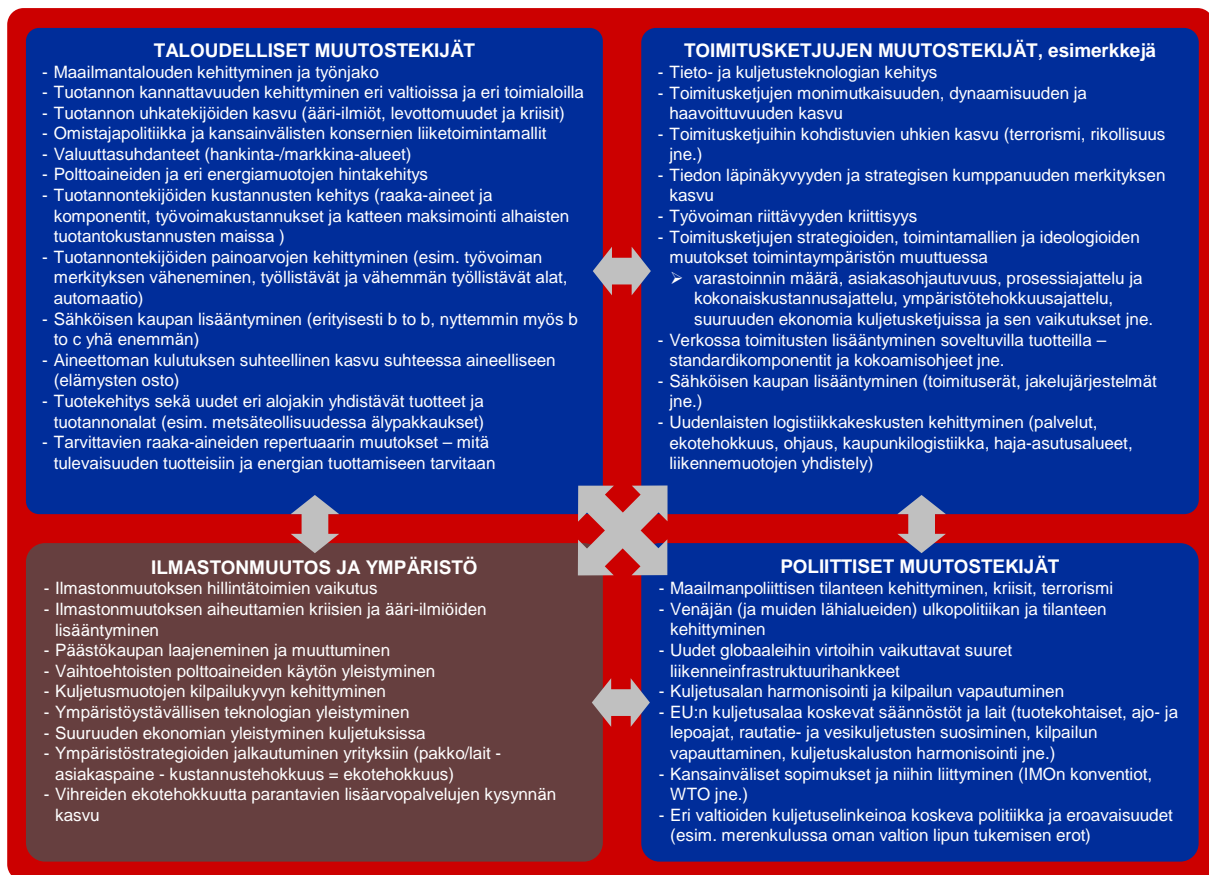
Kuva 2. Tutkimuksen keskeiset osa-alueet.

## 2. Toimintaympäristö ja Suomen kauppa-alueet

### 2.1 Tavaraliikenteen toimintaympäristö

Arvioitaessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia tavaraliikenteeseen on huomioitava muut sen rinnalla vaikuttavat toimintaympäristön muutostekijät.

Seuraavassa kuviossa toimintaympäristön muutostekijät on ryhmitelty neljään kategori-  
aan: taloudelliset, toimitusketjujen, poliittiset ja ilmastonmuutoksen muutostekijät. Eri  
ryhmissä saattaa esiintyä osin samojakin muutostekijöitä. Mm. sähköisen kaupan lisään-  
tyminen vaikuttaa sekä yritystalouteen, että toimitusketjuihin. Vihreiden lisäarvopalvelu-  
jen kysyntä voisi olla ryhmiteltynä myös ”toimitusketjujen muutostekijät” -ryhmään.  
(Kuva 3)



Kuva 3. Tavaraliikenteeseen vaikuttavat toimintaympäristötekijät.

Muutostekijät vaikuttavat tavaraliikenteeseen joko suoraan tai epäsuorasti muiden muutostekijöiden kautta. Jokin muu toimintaympäristön muutostekijä voi vahvistaa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta tai päinvastoin.

Esimerkiksi ilmastonmuutos voi hillitä tai nopeuttaa perinteisen metsäteollisuuden vähenemistä Suomessa. Ilmastonmuutos voi edistää muiden toimintaympäristötekijöiden kanssa siirtymistä entistä suurempiin aluskokoihin valtameriliikenteessä. Kuljetusalan harmonisointiin liittyvät toimenpiteet voivat aiheuttaa ajateltua tiukempia hillintätoimia, jos ne lisäävät kuljetusten määrää ja vaikuttavat ”toiseen suuntaan” kuin hillintätoimet. Hillintätoimet voivat vaatia toimitusketjujen hidastamista varastointia lisäämällä, kun taas asiakasvaatimukset edellyttävät toimitusketjujen nopeuttamista.

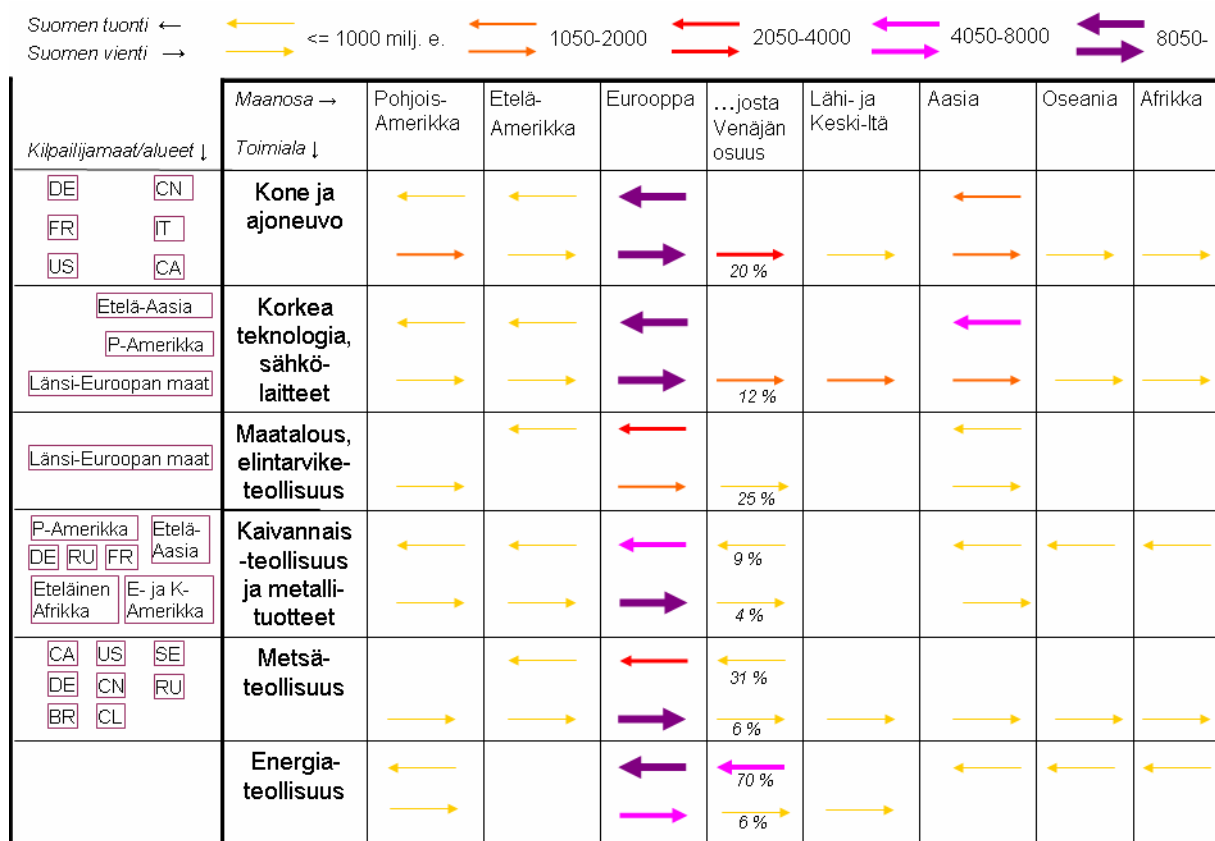
Eri tekijöiden yhteisvaikutus vaihtelee lisäksi riippuen toimialasta, esimerkiksi siitä kuinka suuri merkitys logistiikkakustannuksilla on toimialan kokonaisliikevaihdossa. Yhteisvaikutus riippuu myös tarkasteltavasta valtiosta tai valtioryhmästä (sitoutuminen taloudellisiin, poliittisiin, kuljetusalan ja ilmaston muutoksen hillinnän sopimuksiin). Toimintaympäristön muuttuminen tuo uusia liiketoimintamahdollisuuksia niin teollisuuteen kuin kuljetusalalle. Ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän on ajateltu luovan suuria mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle nimenomaan kehittyneissä maissa, joista perinteistä teollisuutta on globalisoitunut kehittyviin talouksiin.

## 2.2 Suomen tärkeimmät kauppavirrat ja kilpailijamaat

Suomen kauppavirrat ja eri toimialojen kilpailutilanne vaikuttavat siihen, miten ilmastonmuutos ja sen hillintä vaikuttavat muiden maiden kautta Suomen kuljetuskysyntään ja kuljetuksiin. Seuraavassa käsitellään Suomen kuljetuksille ja taloudelle tärkeimpien toimialojen vientiä ja tuontia Suomeen yksikkönä tilastollinen arvo euroissa.

Lähteenä on käytetty Tullin vuoden 2008 tilastoja (Ulkomaankauppätietojen jakelujärjestelmä Uljas), joissa käytetyn luokituksen pohjalta jaettiin toimialat seuraavasti: Energia-teollisuus, Korkea teknologia, sähkölaitteet ym., Kone- ja ajoneuvoteollisuus, Kaivannais-teollisuus, Maatalous ja elintarviketeollisuus, Metsäteollisuus ja metsätalous.

Kuvaan 3 on tiivistetty tiedot Suomen tärkeimmistä vienti- ja tuontialueista eri toimialoilta sekä tärkeimmät kilpailijamaat tai -alueet kyseisellä toimialalla.



Kuva 4. Suomen vienti- ja tuontivirrat eri toimialoilla suhteessa eri maanosiin sekä toimialojen tärkeimpiä kilpailijamaita.

Suomen viennin ja tuonnin kannalta tärkeimmät maat sijaitsevat Euroopassa. Aasian maat ovat jo nyt joillakin toimialoilla merkittäviä tuojia ja viejiä, ja niiden merkitys kasvanee tulevaisuudessa. Myös Lähi-idän ja Pohjois-Amerikan tuonti ja vienti on parilla toimialalla merkittävää.

Ainoat Euroopan ulkopuoliset maat yhdeksän tärkeimmän Suomen tuonti- ja vientimaan joukossa ovat Yhdysvallat ja Kiina.

Eniten tuontia on "Korkea teknologia ja sähkölaitteet" sekä "Kone ja ajoneuvo" toimialoilla (molemmilla noin 12 000 miljoonaa euroa tuontia). Näillä toimialoilla tärkeimmät tuontimaanosat ovat Eurooppa ja Aasia. Energiateollisuuden tuonti on suurta ja painottuu Eurooppaan, erityisesti Venäjään (noin 10 000 miljoonaa euroa vuodessa, Venäjän osuus noin 70 %).

Ylivoimaisesti eniten vientiä on "Korkea teknologia ja sähkölaitteet" toimialalla (noin 16 000 miljoonaa euroa) ja seuraavina "Kone ja ajoneuvo" toimialalla (noin 14 000 miljoonaa euroa) sekä metsäteollisuudessa (noin 11 200 miljoonaa euroa) ja kaivannaisteollisuudessa (noin 8 600 miljoonaa euroa). Näillä toimialoilla tärkein vientimaanosa on Eurooppa.

### Metsäteollisuus

Suomen metsäteollisuuden vientituotteista merkittävimmät ovat paperia ja paperituotteita (sisältää mm. sellun ja kartongin). Noin 9/10 paperin ja kartongin tuotannosta menee vientiin. Eurooppa on ylivoimainen kohdealue (6 700 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus on noin 8 %). Muita tärkeitä vientialueita ovat "Muu Aasia" (esim. Japani) ja Pohjois-Amerikka. Muita merkittäviä paperin ja kartongin viejämaita maailmassa ovat Kanada, Saksa, USA ja Ruotsi. Vähemmän merkityksellisiä paperin ja kartongin viejämaita ovat Kiina (7 miljoonaa tonnia), Ranska, Itävalta ja Indonesia.

Paperin ja kartongin maailmanlaajuisesti tärkeimmäksi markkina-alueeksi on muodostunut Aasia ja siellä erityisesti Kiina. Aasian osuus maailman kulutuksesta on jo lähes 40 %. Euroopan ja Pohjois-Amerikan osuus kulutuksesta on vajaa kolmannes.

Sahateollisuudessa Suomen kansainvälinen merkitys viejämaana on vähäisempi kuin paperi- ja kartonkiteollisuudessa. Suomen sahateollisuudelle vienti on kuitenkin tärkeää, noin 60 % tuotannosta menee vientiin. Suomen puutavara-, puu- ja korkkituoteviennissä (sisältää mm. vanerin) Eurooppa on ylivoimainen kohdealue (1 700 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus noin 6 %).

Maailmanlaajuisesti ylivoimainen havusahatuotteiden viejämaa on Kanada (33 miljoonaa m<sup>3</sup>), muita ovat Venäjä (17 miljoonaa m<sup>3</sup>) ja Ruotsi (12 miljoonaa m<sup>3</sup>), Suomi on 6. sijalla 7 miljoonalla m<sup>3</sup>. Suomi on menettänyt markkina-asemaa erityisesti Saksan, itäisen Euroopan sekä Venäjän tuotannon kasvaessa.

Suomessa tuotetaan integroidun tuotannon vuoksi tonnimääräisesti lähes saman verran sellua kuin paperia. Suurimmat sellun viejämaat maailmassa ovat Kanada (noin 85 miljoonaa tonnia), Brasilia (noin 6,5 miljoonaa tonnia), USA, Chile, Ruotsi (noin 2,8 miljoonaa tonnia), Suomi (noin 2,4 miljoonaa tonnia), Indonesia, Venäjä (noin 1,8 miljoonaa tonnia), Espanja ja Portugal.

Suomessa tuotetaan noin 1,3 miljoonaa kuutiota vaneria, josta 85 % menee vientiin. Vaneria viedään ennen kaikkea Kiinasta (8 miljoonaa m<sup>3</sup>) ja Malesiasta (5 miljoonaa m<sup>3</sup>), Indonesiasta, Brasiliasta ja Venäjältä. Suomi on 6. sijalla 1,2 miljoonalla m<sup>3</sup> (Metsäteollisuuden tietopalvelu).



Raakapuun tuonnista 60 % tulee Venäjältä, pienempiä määriä tulee mm. Ruotsista, Latviasta ja Virosta tai muista maista. Tuontipuu on ennen kaikkea koivukuitupuuta (37 %), 21 % haketta ja purua, 14 % mäntykuitua ja 12 % kuusikuitua. Puolet Venäjältä tuodusta puusta on koivukuitua (Metsäteollisuuden tietopalvelu).

### Kone- ja ajoneuvoteollisuus

Kone- ja ajoneuvoteollisuuden toimiala sisältää teollisuuden sekä maa- ja metsätalouden koneiden, niiden metalliosien ja ajoneuvojen valmistuksen.

Koneiden ja laitteiden vienti on paljon suurempaa kuin tuonti. Erityisen tärkeitä vientialueita ovat Eurooppa (5 700 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus on noin 22 %) ja Aasia (1 800 miljoonaa euroa). Valtaosa alan yrityksistä on pieniä ja keskisuuria. Paperikoneiden osalta kilpailijamaita ovat Itävalta, Saksa ja Kiina, työstökoneiden osalta Saksa, Italia, Espanja ja Etelä-Korea, kaivosteollisuuden koneiden osalta Ruotsi, maatalous- ja metsätalouuskoneiden osalta Saksa, Yhdysvallat, Kanada ja Etelä-Korea.

Ajoneuvoteollisuuden tuonnissa ja viennissä korostuvat moottoriajoneuvot, perävaunut ja vastaavat (ei sisällä esimerkiksi työkoneita). Suomen vienti on noin 3 100 miljoonaa euroa, valtaosin Eurooppaan, josta 52 % Venäjälle. Vuonna 2008 telakkateollisuuden vienti oli pientä. Telakkateollisuus on kuitenkin tärkeä Suomelle. Tärkeimpiä kilpailijamaita ovat Italia, Saksa ja Ranska. Suomi on 4. suurin ja erikoistunut vaativiin risteily- ja matkustaja-aluksiin. Täällä valmistetaan myös jonkin verran rahtilaivoja, huviveneitä, lauttoja ja moottoreita. Kilpailijamaat ovat tukeneet telakkateollisuutta enemmän kuin Suomi, jonka vuoksi Suomen telakkateollisuus on menettänyt markkinaosuuksia.

Koneiden ja laitteiden tuontia on pääosin Euroopasta (4 800 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus häviävän pieni) ja yhteensä alle 1 000 miljoonan euron volyyymi muusta Aasiasta ja Pohjois-Amerikasta.

Ajoneuvoteollisuudessa merkittävin tuontialue on Eurooppa (noin 5 300 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus häviävän pieni) ja yhteensä alle 2 000 miljoonan euron volyyymi muusta Aasiasta, Pohjois-Amerikasta sekä Väli- ja Etelä-Amerikasta.

### Maatalous ja elintarviketeollisuus

Maataloudessa Suomen kilpailijamaat ovat pääosin eurooppalaisia. Eurooppaan kohdistuvat myös Suomen elintarviketeollisuuden viennin lisäämisen tavoitteet. Tuonti on selvästi suurempaa kuin vienti. Suomeen tuodaan erityisesti alkoholijuomia, hedelmiä, vihanneksia, juustoa ja raakakahvia. Viennissä erottuvat tärkeimpinä juusto, alkoholijuomat, sianliha ja voi. Näitä menee vientiin valtaosin Eurooppaan, mutta vain noin 1 000 miljoonan euron arvosta. 25 % viennistä menee Venäjälle. Tuontia, joka pääosin tulee Euroopasta, on 3 000 miljoonan euron arvosta, josta Venäjän osuus on häviävän pieni. Myös jonkin verran ei-jalostettuja tuotteita menee vientiin ja tuodaan näiden lisäksi (Elintarviketeollisuuden vienni- ja tuontitilastot, Tullihallitus).

### Kaivannaisteollisuus ja metallituotteet

Kaivannaisteollisuudessa perusmetallien vienti on suurempaa kuin tuonti (vienti noin 7 000, tuonti noin 4 000 miljoonaa euroa). Ylivoimaisesti tärkein vientialue on Eurooppa, josta Venäjän osuus on noin 5 %.

Suomessa tärkeimmät perusmetallit ovat nikkeli, kromi, kupari, kulta ja sinkki. Näiden osalta kilpailijamaat vaihtelevat metalleittain ja tärkeitä tuotantomaita ovat mm. Venäjä, Etelä-Afrikka, muutamat Etelä-Amerikan maat, Pohjois-Amerikka ja Kiina.

Metallituotteita (ei sisällä koneita ja laitteita) menee vientiin ylivoimaisesti eniten Eurooppaan (1 100 miljoonaa euroa) ja tuodaan pääosin Euroopasta (1 350 miljoonaa euroa). Terästuotteet ovat Suomelle tärkeimpiä metallivientituotteita. Suurimpia teräksen nettoviejälalueita ovat IVY-maat, Japani ja Latinalainen Amerikka.

Muitakin kaivostoiminnasta saatuja tuotteita, esim. luonnonkiveä, jalokiviä ja puolijalokiviä, soraa ja hiekkaa tuodaan (erityisesti Euroopasta, 150 miljoonaa euroa) ja menee vientiin (erityisesti Eurooppaan esim. Belgiaan, Alankomaihin, Saksaan, 100 miljoonaa euroa) jonkin verran.

Metallimalmeja puolestaan tuodaan monesta maanosasta, mutta niitä ei käytännössä viedä lainkaan.

#### Korkea teknologia, elektroniikka jne.

Tällä toimialalla Suomen vienti on suurta ja jakautuu monille maanosille (esimerkiksi Eurooppaan, 7 450 miljoonaa euroa, josta Venäjän osuus noin 15 %). Viennin ja tuotannon kasvu tapahtuu suomalaisissa yrityksissä erityisesti niiden ulkomailla laajenevissa yksiköissä Länsi-Euroopassa, Kiinassa ja Etelä-Aasiassa. Aasia (Kiina, Japani jne.) on tärkeä kilpailija-alue. Suomeen tuoduista tietokoneista, elektronisista ja optisista tuotteista valtaosa on tältä alueelta. Pohjois-Amerikka ja Eurooppa ovat myös merkittäviä kilpailija-alueita.

Lääkkeet ovat Suomelle pieni vientituoteryhmä (noin 850 miljoonaa euroa). Eniten viedään ja tuodaan Eurooppaan/Euroopasta. Viennistä Eurooppaan noin puolet menee venäjälle, tuonnissa Venäjän osuus on häviävän pieni. Euroopasta löytyvät myös Suomen kannalta merkittävimmät kilpailijat.

#### Energiateollisuus

Energiateollisuuden tuotteita menee vientiin Suomesta hyvin vähän ja vain murto-osa siitä, mitä tuodaan. Koksia ja jalostettuja öljytuotteita menee vientiin Eurooppaan noin 3 300 miljoonan euron arvosta, josta Venäjän osuus noin 7 %, ja Pohjois-Amerikkaan 950 miljoonan arvosta. Tuonti on merkittävää ja koostuu erityisesti raakaöljystä ja maa-kaasusta sekä koksista ja jalostetuista öljytuotteista. Näitä tuodaan yhteensä 9 240 miljoonan euron arvosta Euroopasta (josta Venäjän osuus 78 %), muista maanosista noin 1 000 miljoonan euron arvosta.

### **3. Ilmastonmuutosskenaariot 2030- ja 2050-luvuille**

#### Tausta

Ilmastonmuutoksen tavaraliikenteelle aiheuttamien vaikutusten selvittämiseksi hanketta varten on tarkasteltu ilmastonmuutoksen vaikutuksia liikennöinnin tai liikenneverkkojen kannalta keskeisiin ilmastosuureisiin Suomessa ja sen merialueilla. Arviot on esitetty muutoksina ajanjaksosta 1971-2000 jaksoihin 2020-2049 ja 2040-2069 eli on tarkasteltu 2030-lukua ja 2050-lukua. ACCLIM-hankkeessa (Jylhä ym. 2009, [www.fmi.fi/acclim](http://www.fmi.fi/acclim)) saatuja tuloksia on käytetty ensisijaisena tietolähteenä. Lisäksi tiettyjen suureiden muutostarvioita on tulkittu aiemmista tutkimuksista tai kansainvälisen kirjallisuuden perusteella. Muutamien suureiden mahdollisia muutoksia on hahmoteltu ilman varsinaista tutkimusta asiantuntija-arvioina ja näihin tulisi suhtautua hyvin kriittisesti.

Lyhyissä teksteissä pyritään kuvaamaan muutoksen suunta ja antamaan suuruusluokka arvioita muutoksesta. Joidenkin suureiden kohdalla annetaan epävarmuusarvioita ja käsitellään erikseen maan etelä- ja pohjoisosia. Teksteissä ei kuvata sään ja ilmaston luontaista vaihtelua, joka voi olla erittäin merkittävää arvioidun muutoksen suuruuteen nähden. Luontainen ilmaston vaihtelu ei ole ennustettavissa ja se voidaan nähdä satunnaisena tekijänä joka lisätään teksteissä kuvattuun muutokseen. Joidenkin suureiden osalta on olemassa todennäköisyyksinä ilmaistuja arvioita esim. tietyn keskilämpötilan tai sademäärän esiintymisestä (kts. [www.fmi.fi/acclim](http://www.fmi.fi/acclim)), mutta niitä ei lyhyessä tekstissä voi tämän laajemmin käsitellä.

### Yleiskuvaus

Seuraavan neljänkymmenen vuoden aikana koko maapallon ilmastojärjestelmän kokema kasvihuonekaasujen lisäyksestä johtuva pakote kasvaa tasaisesti, mutta ilmastojärjestelmän vaste pakotteelle ei tule olemaan tasainen varsinkaan, kun tarkastellaan pienetä aluetta kuten Suomi. Ilmastollemme tyypillinen vaihtelevuus säilyy ja se voi vahvistaa tai peittää suuremman mittakaavan ilmastomuutoksen signaalia. Keskimäärin Suomen ilmasto muuttunee lämpimämmäksi ja sateisemmaksi siten, että muutokset ovat suurempia talvisin kuin kesäisin. Vaikutuksiltaan merkittäviä arvioidaan olevan talvien lämpenemisestä aiheutuvat muutokset korkeiden ja alhaisten lämpötilojen esiintymistodennäköisyyksissä ja mahdollisesti ympäri vuotta tapahtuva rankkasateiden yleistyminen ja voimistuminen. Kesäpuolella vuotta havaittavien pienialaisten, mutta vahinkoa aiheuttavien sääilmiöiden kuten rakeiden, salamoinnin ja voimakkaiden tuulien esiintymisen muutoksia ei pystytä luotettavasti arvioimaan. Itämerellä merkittäviä muutoksia ovat ainakin jääpeitteen väheneminen ja Suomenlahdella maankohoamisen jääminen yhtä suureksi tai jopa pienemmäksi kuin keskiveden korkeuden lisäys.

### 3.1 Lämpötila

#### Keskilämpötila

Suomessa ilmasto lämpenee nopeammin kuin maapallolla keskimäärin. Toisaalta ilmastomme suuren luontaisen vaihtelun takia on odotettavissa, että lämpötila poukkoilee vuodesta toiseen varsin paljon. Parhaan arvion mukaan maamme vuotuinen keskilämpötila kohoaa vuosisadan alkupuolella 0,4-0,5°C vuosikymmenessä. Lämpeneminen painottuu talvikuukausiin. 2030-luvulle mennessä jouluihelmikuun keskilämpötilan muutos jaksoon 1971–2000 verrattuna on Etelä-Suomessa 2,0°C ja Pohjois-Suomessa 2,4°C. Kesäelokuulle vastaavat todennäköisimmät skenaariot ovat 1,0°C ja 1,1°C. Kevään ja syksyn lämpenemisen määrä jää talven ja kesän väliin. Epävarmuutta aiheutuu ennen kaikkea ilmaston luonnollisesta vaihtelusta. Niinpä on pieni mahdollisuus, että talven lämpeneminen jäisi alle asteen tai ylittäisi etelässä 3,0°C ja pohjoisessa 3,7°C.

Vuosisadan puoliväliin mennessä lämpenemisen suuruudessa alkaa jo näkyä päästöjen rajoittamistoimien tehokkuus: muutos on sitä pienempi, mitä enemmän päästöjä saadaan rajoitettua. Etelä-Suomessa talven keskilämpötila nousee 2050-luvulle mennessä päästöistä riippuen 3,2-4,3 °C, Pohjois-Suomessa 3,8-5,0°C, joskin mallien erot huomioiva haarukka on vielä hieman leveämpi.

#### Vuorokauden ylin ja alin lämpötila

Lämpötilan kohotessa koko jakauma siirtyy kohti korkeampia lämpötiloja. Ilmastomallikokeiden mukaan jakautuman siirtyminen ei tapahdu tasaisesti, vaan Suomessa jakauma kaventuisi jonkin verran. Kylmimmät lämpötilat nousevat enemmän kuin keskiarvo ja ylimmät lämpötilat vähemmän kuin keskilämpötilat. Sama ilmiö näkyy myös vuodenajoin siten, että talven alimpien lämpötilojen nousun arvioidaan oleva voimakkainta ja kesän korkeimpien lämpötilojen nousun vähäisintä.

### Helteet

Hellepäiviä (vuorokauden ylin lämpötila  $>25^{\circ}\text{C}$ ) esiintyy eteläisimmässä Suomessa, pois lukien rannikot, keskimäärin noin 15 kertaa kesässä ja Lapissa viitisen kertaa. 2050-luvulle tapahtuva noin kahden asteen kesäkuukausien keskimääräinen lämpeneminen suunnilleen kaksin- tai kolminkertaistaisi hellepäivien esiintymisen.

### Pakkaset

Ilmaston lämmitessä ja talven alimpien lämpötilojen kohotessa harvenevat sellaiset päivät, joina minimilämpötila jää pakkasen puolelle. Nykyilmastossa pakkaspäiviä on keskimäärin Lounais-Suomen rannikolla reilut sata, Keski-Suomessa lähes kaksisataa ja Lapissa 210-230. Talvien välinen luontainen vaihtelu on suurta. Vuosisadan puolivälissä pakkaspäiviä olisi keskimäärin noin 20-40 vähemmän kuin vertailujaksolla 1971-2000. Lapissa lämpötilan nousu ei vähennä pakkaspäiviä yhtä paljon kuin muualla maassa.

### Nollakelin esiintyminen

Vuorokausia, jolloin maksimilämpötila on nollan yläpuolella ja minimilämpötila jää nollan alle (nollapistepäiviä) pidetään usein hankalina liukkauden vuoksi. Niitä esiintyy nykyilmastossa tyypillisesti 70-120 kpl vuodessa. Nollapistepäiviä esiintyy etelässä pitkin talvea ja pohjoisessa lähinnä alku- ja loppupalvella. Asteen parin lämpenemisen arvioidaan lisäävän nollakelin esiintymistä koko maassa. Itä- ja Keski-Suomessa, sekä osittain Lapissaakin, tapahtuu myös muutos ajankohdassa, sillä nollakelien esiintyminen sydäntalvella yleisty. Kaikkein voimakkaimmissa lämpenemisen skenaarioissa nollakelit saattaisivat alkaa jo vähetä vuosisadan puolivälissä Etelä-Suomessa.

## 3.2 Sade, lumipeite ja sumu

### Sademäärä

Vuotuinen sademäärä kasvaa Suomessa, keskimääräisen muutoksen ollessa 1-2 % vuosikymmenessä. Koska sademäärät vaihtelevat luontaisesti enemmän kuin vuosikeskilämpötilat, niiden muutokset erottuvat satunnaisesta vaihtelusta myöhemmin kuin lämpötilan nousu. Todennäköisimmän skenaarion mukaan talven sademäärä on 2030-luvulla Etelä-Suomessa 6 % ja Pohjois-Suomessa 8 % suurempi kuin keskimäärin jakson 1971–2000 talvina. Kesällä vastaavat muutokset ovat 3 % ja 5 %. Kevään ja syksyn sademäärien lisäys jää talven ja kesän väliin.

2050-luvulle mennessä muutos on Etelä-Suomessa runsaiden päästöjen tapauksessa mallien antaman parhaan arvion mukaan talvella 14 % ja kesällä 7 %. Jos päästöjä saadaan rajoitettua, vastaavat arviot ovat 11 % ja 4 %. Pohjois-Suomessa sateet voimistuvat hieman enemmän: muutokset ovat vuodenajasta riippuen 2-4 % suurempia kuin etelässä.

### Rankkasateet

Voimakkaiden sateiden arvioidaan yleistyvän ja voimistuvan. Muutoksen suuruutta ei osata tarkasti arvioida. Vuosisadan puoliväliin mennessä lisäys talven suurimmassa vuorokausisademäärässä voisi olla keskimäärin 10-20 % ja kesällä 5-10 %. Talvella myös sadepäivien lukumäärä lisääntyy. Vesisateen osuus keskimäärin kasvaa ja tämä pätee myös suurimpiin sateisiin. Kevään ja syksyn sademäärien lisäys jää talven ja kesän väliin. Useiden mallitulosten mukaan kaikkein harvinaisimmat ja kovimmat rankkasateet yleistyisivät suhteessa eniten.

### Lumipeitepäivät

Etelä-Suomeen ensilumi sataa tavallisesti marraskuun puoliväliin mennessä ja Lapin tunturien huipuille jo elo-syyskuussa. Pohjois-Suomeen pysyvä lumipeite muodostuu keskimäärin lokakuun loppupuolella, etelään vasta joululomien aikaan. Lounaisaari-  
stossa lumipeitepäiviä on keskimäärin vajaa sata, pohjoisessa reilut 200 vrk, pois lukien tunturien lakialueet. Sekä lämpeneminen, että sademäärän lisäys vaikuttavat lumipeitteeseen. Samaten molempien suureiden epävarmuudet tuntuvat lumipeitteen arvioissa. Keskiarvion mukaan Etelä-Suomessa 2030-luvulla lumipeitteinen aika olisi noin 20-30 vuorokautta ja pohjoisessa hieman vähemmän vertailujaksoa 1971-2000 lyhyempi. Vuosisadan puoliväliin mennessä lumipeitepäivät vähenisivät Suomessa 30-60 vrk.

### Lumipeitteen määrä

Lumipeite on yleensä paksuimmillaan maaliskuussa (Lounais-Suomessa 10–25 cm, Itä- ja Pohjois-Suomessa 50–75 cm), Lapissa usein vasta huhtikuun alkupuolella. Ilmastomalleista on mahdollista saada jonkinlaisia arvioida lumen muutoksista. Lumen tiheyden arvellaan kasvavan. Aiempaa korkeammat lämpötilat muuttavat myös lumikerroksen rakennetta. Jaksolla marraskuusta maaliskuuhun lumen määrän arvioidaan vähenevän Keski-Suomessa 15-30 % 2030-luvulle ja 25-45 % 2050-luvulle siirryttäessä. Vähemmän on pienimmillään sydäntalvella. Pohjois-Suomessa vastaavat luvut ovat pienempiä, 5-15 % ja 10-30 %. Talven maksimi lumimäärä pienenee vähemmän kuin keskimääräinen lumipeite.

### Sumu

Suomessa maa-alueilla sumua (näkyvyys < 1 km) esiintyy keskimäärin 30-70 vuorokauden aikana vuodessa. Ilmastomalleissa ei pinnan läheisiä sumuja käsitellä eikä ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sumuihin Suomessa ole tutkimusta. Tässä aihetta pohdiskellaan ylimalkaisesti klimatologian perusteella. Merellä sumua syntyy mm. lämpimän ilman virratessa kylmän meriveden ylle. Jos jääpeiteaika lyhenee, edellä kuvatunlaiset sumutilanteet voisivat yleistyä. Maalla sumuja esiintyy keskimäärin useammin Etelä- kuin Pohjois-Suomessa, joten lämpeneminen saattaisi lisätä sumujen esiintymistä. Sumujen esiintymiseen vaikuttavat myös paikalliset tekijät kuten vesistöjen läheisyys tai maaston muodot. Sumuja muodostuu erilaisissa säätilanteissa ja niiden syntyyn vaikuttavat useat tekijät, joiden muutoksia tulisi systemaattisesti arvioida luotettavan arvion saamiseksi.

### Rakeet

Suuria rakeita (halkaisija > 2 cm) esiintyy Suomessa toukokuun ja syyskuun puolivälin välisellä ajanjaksolla maksimin osuessa kesäkuun lopun ja elokuun alun väliin. Suurimmat rakeet ovat tyypillisesti halkaisijaltaan kolmisen senttiä, mutta suurimmat Suomessa tavatut rakeet ovat olleet tennispallon kokoisia. Viime vuosina suuria rakeita (halkaisija > 2 cm) on tyypillisesti Suomessa havaittu noin kymmenen tapausta viitenä vuorokautena kesässä. Rakeita esiintyy Lapissa selvästi harvemmin kuin muualla Suomessa. Ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia rakeiden esiintymiseen on tutkittu hyvin vähän. Keski-Euroopassa esiintyy Suomea tuhoisampia raetilanteita. Rakeita syntyy tietynlaisissa ilmakehän tilanteissa, mutta Suomessa ei ole tehty edes alustavia arvioita rakeiden syntyyn liittyvien säätilojen esiintymisen muutoksista.

### Routa auratuilla pinnoilla

Lumettomilla pinnoilla routaa alkaa muodostua pakkasella, kun maaperässä oleva vesi jäätyy. Maaperän ominaisuuksista riippuu kuinka hyvin "pakkasen johtuu" maaperään. Ilmaston lämpeneminen lyhentää routajaksoa ja routa ei yllä yhtä syväälle kuin aiemmin. Etelä-Suomessa roudan maksimisyvyys lumettomilla paikoilla ohentunee vertailujaksosta 1971-2000 noin 15-40 prosentilla ja Pohjois-Suomessa noin 5-20 prosentilla 2030-luvulla. Vuosisadan puolivälissä Etelä-Suomessa roudan maksimisyvyys lumettomilla paikoilla ohentunee 20-60 prosentilla ja Pohjois-Suomessa 10-30 prosentilla.

### 3.3 Tuulisuus

Ilmaston muuttuessa ilmakehän virtausjärjestelmässä tapahtuu muutoksia. Ilmastomallit antavat osittain ristiriitaisia kuvauksia siitä, millaisia ilmavirtausten muutoksia tapahtuu Pohjois-Euroopassa. Myrskyjen tyypilliset esiintymisalueet muuttunevat, mutta arviot poikkeavat toisistaan jopa tuhannen kilometrin mittakaavassa. Monissa mallikokeissa voimakkaimpien myrskyjen määrä kasvaa jossakin Atlantilla tai Luoteis-Euroopassa ja vastaavasti vähenee jossain muualla. Useimmiten mallikokeiden suurimmat muutokset eivät ulotu Suomeen asti. Itämerellä keskimääräisen tuulisuuden arvioidaan lämpenemisen myötä jonkin verran kasvavan talvisin, sillä pinnan läheinen tuulikenttä käyttäytyy erilailla jäiden peittämän kuin jäättömän meren yllä. Kesäpuolella vuotta keskimääräisen tuulen nopeuden muutos Suomessa lienee vielä vähäisempi kuin talvella. Lämpimämpi ja kosteampi ilmakehä periaatteessa mahdollistaa aiempaa voimakkaampia sääilmiöitä ja tuulia. Ei kuitenkaan ole selvää voimistuvatko säähäiriöt, sillä muiden niiden muodostumiseen vaikuttavien tekijöiden, kuten esimerkiksi ilmakehän virtausjärjestelmän, muutoksia ei tunneta.

### 3.4 Jääpeite ja vedenkorkeus

#### Jääpeitteisen ajan pituus

Jääpeitteisen ajan pituus on Perämerellä 130-200 päivää, itäisellä Suomenlahdella 60-90 päivää ja pohjoisella Itämerellä 0-60 päivää. Kolmen asteen muutos maapallon keskilämpötilassa lyhentää jääpeitteistä ajanjaksoa 40-70 vuorokaudella. Jäätalvi lyhenee molemmista päistään, mutta jäätymisen ajankohta muuttuu enemmän kuin jäiden lähtöpäivämäärä. Tämä johtuu siitä, että jäätyminen riippuu talven kylmyydestä sekä myös meren syksyn aikana kertyneestä lämpövarastosta, joten syksyjen lämpeneminen viivästyttää meren jäätymistä. Jään sulaminen riippuu jään paksuudesta, kevään lämpötiloista ja auringon säteilystä. Talvien lämpenemisen vaikutuksesta jää on ohuempaa ja sulaa siis nopeammin, mutta auringon säteilyvaikutus tulee pysymään tulevaisuudessa samana. Jääpeiteaika lyhenisi siis 2030-luvulla noin 10-30 ja 2050-luvulla noin 30-50 vuorokautta.

#### Keskimääräinen vedenkorkeus

Vedenkorkeuden pitkäaikaiseen muutokseen Itämerellä vaikuttavat pääasiassa maankohoaminen ja valtameren keskimääräinen pinnannousu. Maankohoaminen on suurinta Perämerellä (8-9 mm/a) ja pienintä Suomenlahdella (1-3 mm/a). Tällä hetkellä havaittu valtameren pinnannousu on 3,1 mm/vuodessa. Valtameren pinnannousun odotetaan jatkuvan ainakin samalla tahdilla seuraavan 30 vuoden aikana. On myös mahdollisista, että valtameren pinnannousu kiihtyy, voimakkaimmillaan jopa 10 mm/a kuluvan vuosisadan aikana. Arviot vedenkorkeuden muutoksista vuosisadan jälkipuoliskolla ovat karkeita. Suurin epävarmuus johtuu jäätiköiden sulamisen epävarmoista arvioista. Kuluvan vuosisadan puoliväliin mennessä keskimääräinen vedenkorkeus voisi Suomenlahdella säilyä suunnilleen nykyisellä tasolla tai jopa hieman nousta. Samalla aikajaksolla Perämerellä maan kohoamisesta johtuen maata edelleen paljastuu.

### Vedenkorkeuden ääriarvot

Rannikkotulvien ja vastaavien lyhytaikaisten matalan veden tilanteiden muuttumisesta tulevaisuudessa on hyvin vähän tutkimustietoa. Tilanteet syntyvät voimakkaiden tuulien vaikutuksesta, mutta myös Itämeren keskimääräinen vesimäärä vaikuttaa ääritilanteiden esiintyvyyteen. Myrskyisyyden lisääntymisestä ilmaston lämpenemisen vaikutuksesta Itämeren alueella ei ole mitään näyttöä, mutta keskimääräinen vesimäärä tulee nousemaan noin 10-30 cm vuoteen 2040 mennessä. Tämä luultavasti aiheuttaa tulvatilanteiden yleistymistä jonkin verran erityisesti Suomenlahdella.

### Jäätäminen

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta laivojen ja rakenteiden jäätämisen yleisyyteen merialueille ei ole mitään tutkimustietoa. Voimakasta jäätämistä syntyy silloin, kun meri on vielä jäätön, mutta meriveden pintalämpötila on lähes jäätymispisteessä, ilman lämpötila on pakkasen puolella ja merellä vallitsee voimakas tuuli ja/tai aallokko, jolloin pärskeet jäätyvät ja kerääntyvät rakenteisiin. Talvien leudontuminen todennäköisesti vähentää jäätämiskärsiä Itämerellä.

## **4. Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet**

### 4.1 Tausta

Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi solmittiin vuonna 1992 YK:n ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus, joka astui voimaan vuonna 1994. Sopimuksen tavoite on vakiinnuttaa ilmakehän kasvihuonekaasujen määrä ilmastonmuutoksen etenemisen suhteen vaarattomalle tasolle. Vaarattomaksi tasoksi on määritelty maapallon keskilämpötilan nousu 2°C esiteolliseen ajanjaksoon verrattuna.

Ilmastopopimus ei sisällä konkreettisia päästötavoitteita, vaan päästövähennystavoitteet teollistuneille maille on hyväksytty niin sanotussa Kioton pöytäkirjassa. Pöytäkirja velvoittaa teollisuusmaita vähentämään kuuden kasvihuonekaasun päästöjä yhteensä 5,2 % vuoden 1990 tasosta vuosien 2008–2012 aikana. Päästöjen vähentämiseen voidaan pöytäkirjan mukaan käyttää yhteistoimeenpanoa, päästökauppaa tai puhtaan kehityksen mekanismeja.

Viime vuosina on käyty neuvotteluja vuoden 2012 jälkeisestä sopimusjärjestelmästä. Keskeiset aiheet ovat olleet päästöjen vähennystavoitteet ja niiden kohdentuminen eri maille. Pyrkimyksenä oli saada vuonna 2009 Kööpenhaminassa yhteisymmärrys lähivuosikymmenten päästöjen vähennystavoitteista. Tätä yhteisymmärrystä ei saavutettu ja neuvottelut jatkuvat. Sen sijaan Euroopan Unioni jatkaa omien päästöjensä vähentämistä.

EY (Euroopan yhteisö) ja EU:n (Euroopan unionin) jäsenvaltiot ratifioivat Kioton pöytäkirjan vuonna 2002. Se velvoittaa EU:n (EU-15) vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 8 % vuoden 1990 päästötasosta vuosina 2008–2012. Vähennysvelvoite on jaettu edelleen jäsenvaltiokohtaisiksi velvoitteiksi. Suomen tavoitteeksi on asetettu päästöjen vakiinnuttaminen vuoden 1990 tasolle.

Joulukuussa 2008 EU:n päämiehet ja Euroopan parlamentti pääsivät sopuun yhteisestä ilmasto- ja energiapaketista. EU on oikeudellisesti sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 20 % vuoteen 2020 mennessä. Vertailukohtana ovat vuoden 1990 päästöt. Liikenteen päästöjen vähentämiseksi on asetettu 15 % vähennystavoite vuoteen 2020 mennessä. EU on myös asettanut tavoitteet uusiutuvan energian käytölle ja energiatehokkuuden parantamiselle.

EU on lupautunut vähentämään päästöjään 30 %, mikäli muut teollisuusmaat sitoutuvat vastaaviin päästövähennystavoitteisiin. Pidemmällä aikavälillä vuoteen 2050 mennessä on tavoitteena 60-80 % päästövähennys.

Suomessa on ilmasto- ja energiapoliittisessa tulevaisuusselonteossa tarkasteltu 80 % päästöjen vähennystä. Selontekoa varten laadittiin neljä mahdollista vähäpäästöisen Suomen tarinaa, joissa pyrittiin kuvaamaan joitakin toisistaan selvästi erottuvia tapoja vähentää päästöjä vähintään 80 %. Kaikille skenaarioille on yhteistä se, että Suomen päästöt vähenevät vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050. Kaikissa skenaarioissa teknologian oletetaan kehittyvän vähähiiliseen suuntaan. Suurin osa skenaarioista lähtee oletuksesta, että perinteinen metsäteollisuus muuttuu enemmän tai vähemmän biojalostamojen suuntaan. Lisäksi skenaarioissa on oletettu uusiutuvan energian ja ydinvoiman lisäystä ja voimakkaan teknologisen kehityksen skenaariossa myös hiilen talteenottoa.

Myös liikenteessä päästöjen pudotus on radikaali. Nykyisestä 14 miljoonasta tonnista päästöt laskevat 1,1–2,8 miljoonaan tonniin, siis viides- tai jopa alle kymmenesosaan. Monissa maissa ollaan hahmottamassa täysin nollapäästöistä tulevaisuutta. Selonteon skenaarioissa koko liikenteen päästöjen tulisi radikaalimmassa vaihtoehdossa olla korkeintaan kolmasosa kuorma-autojen nykyisistä päästöistä. Lievemmissä vaihtoehdossa liikenteen kokonaispäästöt ovat noin 10 % alemmat kuin kuorma-autojen nykyiset päästöt. Samalla kuitenkin skenaarioissa oletetaan, että kuljetussuorite säilyy joko nykytasolla, kasvaa 40 % tai peräti kaksinkertaistuu.

Skenaariot perustuvat sähköautojen tai muiden lähes nollapäästöisten tekniikoiden yleistymiseen. Vaikka kaikki henkilöautot olisivat vuonna 2050 sähkökäyttöisiä ja sähkön tuotannon päästöt ei otettaisi huomioon, tavaraliikenteen päästöjä pitäisi myös voida vähentää rajusti. Moottoritekniikalla ja käyttämällä biopolttoaineita 20 % polttoaineista arvioidaan, että vuoteen 2030 mennessä voidaan saada päästöjä vähennettyä noin 30 % olettaen, ettei suorite kasva. Suuremmat vähennykset edellyttävät uutta teknologiaa ja/tai siirtymistä uusiutuvaan energiaan. Näin selonteon liikenneskenaariot ja nollapäästötavoitteet lähestyvät toisiaan. Molemmat edellyttävät samansuuntaisia toimia. Liikenne tulee jatkossa kilpailemaan uusiutuvan energian käytössä muiden toimialojen kanssa, sillä uusiutuvan energian käytölläkin on uusiutumisenopeudesta ja teknistaloudellisuudesta määrittyvät rajansa.

#### **Euroopan Unionin hyväksymät ilmastotavoitteet ja niihin liittyvät Suomen kansalliset tavoitteet vuoteen 2020 mennessä**

Kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään vähintään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta ja 30 prosenttia, mikäli muut teollisuusmaat hyväksyvät vastaavat tavoitteet. Ei-päästökauppasektorin päästöjä vähennetään Suomessa 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta.

Uusiutuvan energian osuus nostetaan EU:ssa 20 prosenttiin ja Suomessa 38 prosenttiin.

Energiatehokkuutta lisätään keskimäärin 20 prosentilla peruskehitykseen verrattuna.

Liikenteen uusiutuvan energian osuus nostetaan 10 prosenttiin.



YK:n ilmastopoliittisjärjestelmä määrittää teollistuneita, kehitysmaita ja muita mahdollisia maaryhmiä koskevat päästötavoitteet ml. kansainvälistä liikennettä koskevat velvoitteet ja jatkossa myös nieluja koskevat velvoitteet. Lisäksi sopimusjärjestelmässä määritellään, mihin vuoteen päästöjä verrataan (perusvuosi) ja toisaalta, miltä kaudelta toimien riittävyys arvioidaan (velvoitevuodet). Nämä velvoitteet jaetaan EU:n jäsenmaiden kesken maittain ja päästökauppasektorin ja ei-päästökauppasektorin velvoitteiksi.

Liikenne on toistaiseksi kuulunut kokonaan ei-päästökauppasektoriin. Jatkossa tilanne muuttuu. Lentoliikenne liittyy EU:n yhteisön kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmään 1.1.2012 lukien siten, että päästökauppa koskee EU:n lentoasemilta lähteviä ja niille saapuvia lentoja, jollei niitä ole erityisperustein rajattu ulkopuolelle. Keskusteluja päästökaupan ulottamisesta merenkulkuun ja maaliikenteeseen on myös käyty, mutta toistaiseksi ehdotukset eivät ole konkretisoituneet. Lentoliikenteen päästökauppajärjestelmiä on tällä hetkellä EU:n lisäksi Australialla ja Uudella Seelannilla (ITF 2008). Rautatieliikenne kuuluu välillisesti päästökaupan piiriin, koska suuri osa käytetystä energiasta eli sähköntuotanto kuuluu päästökaupan piiriin.

Suurten päästövähennysten aikaansaaminen edellyttää uusien energiaa säästävien teknologioiden kehittämistä, energiankäytön tehostamista eri toiminnoissa, vähähiilisten ja uusiutuvien polttoaineiden käyttöä. Osa näistä toiminnoista pyritään toteuttamaan EU:n yhteisin toimin ja osa kansallisin ja paikallisin toimin.

Vähennysten aikaansaamiseksi käytetään ohjauskeinoja, kuten päästökauppaa, veroja ja maksuja, normeja, vapaaehtoisia sopimuksia ja toimia sekä erilaisia informaatiokeinoja. EU:n rooli ohjauksessa on viime vuosina voimistunut (Kuva 5).

### **Hillintätoimet eri tasoilla**

<i>Teollisuusmaita koskevat velvoitteet</i>	<i>Kehitysmaita koskevat velvoitteet</i>	<i>Kansainvälistä liikennettä koskevat velvoitteet</i>	<i>Nielujen huomioonotto</i>
<i>Päästöjen vähennysprosentit ja perus- ja velvoitevuodet velvoitteiden jakoa ja politiikkatoimia koskevat säännökset</i>			
<b><i>EU:n taakanjako</i></b> <i>velvoitteiden jako maittain, ei-päästökauppasektorin tavoite</i>	<b><i>Yhteiset toimet</i></b> <i>Uusiutuvan energian ja energian säästön tavoitteet, Ajoneuvojen ja polttoaineiden normit, yhteinen lainsäädäntö</i>	<b><i>Päästökauppaa koskevat säännöt</i></b> <i>Avoin /suljettu systeemi, Huutokauppa/ oikeuksien jako, eri toimialojen kohtelu, laskennan perusteet</i>	
<b><i>Velvoitteiden täyttäminen jäsenmaissa</i></b> <i>verojen, maksujen ja tukien tasot ja kohdentuminen toimialoille, investointi- ja hankintapolitiikka, suunnittelu, tutkimus &amp; kehitys, vapaaehtoiset toimet, toimijoiden yhteistyö</i>			

Kuva 5. Hillinnän toteutuksen kokonaisuus: Ilmastopoliittisjärjestelmän luomat puitteet, EU:n toimet sekä kansalliset toimet.

Taulukko 1. Hillintätoimien taso, toimenpiteiden toteutuksessa tärkeät tekijät haittavaikutusten ehkäisemiseksi, ja Suomen tavaraliikenteen kannalta merkittävät muutokset.

Hillintätoimien taso	Toimenpiteen toteutuksessa tärkeää haittavaikutusten ehkäisemiseksi	Suomen tavaraliikenteen kannalta merkittävät muutokset/uhat
Teollisuusmaita koskevat velvoitteet	Vähennysvelvoitteiden samantasoisuus eli eri maissa vaaditaan samantasoista tekniikkaa ja investointeja – hiilivuodon esto	Metsäteollisuuden ja muun energiantensiivisen teollisuuden velvoitteiden kustannusvaikutus, energiantuotannon polttoainemuutokset - vaikutus vienti- ja tuontikuljetuksiin
Kehitysmaita koskevat velvoitteet	Vähennysvelvoitteiden samantasoisuus tärkeimmissä kilpailijamaissa eli eri maissa vaaditaan samantasoista tekniikkaa ja investointeja – hiilivuodon esto	Globalisaation voimistuminen - vaikutus sekä kotimaan että ulkomaan kuljetuksiin
Kansainvälistä liikennettä koskevat velvoitteet	Toimenpiteistä sopiminen YK-tasolla yhteistyössä IMO:n (International Maritime Organisation) ja ICAO:n (International Civil Aviation Organisation) kanssa, jolloin voidaan sopia globaalit toimenpidekokonaisuudet	Ulosliputukset ja kilpailuolosuhteiden vääristyminen, mikäli edetään selvästi muuta maailmaa nopeammin
Nielujen huomioon otto	Metsien kestävän käytön turvaaminen, metsäkadon välttäminen	Raaka-aineen saatavuus ja puun käyttö
EU:n taakanjako ja päästökauppasektoria ja ei-päästökauppasektoria koskevat velvoitteet	Vähennyspotentiaalien huomioon otto, teknis-taloudelliset edellytykset	EU:n sisämarkkinoiden kilpailuolosuhteiden vääristymät, jotka vaikuttavat kuljetusmääriin
Yhteiset toimet	Päästötasoja ja energiatehokkuutta koskevat normit, uusiutuvan energian edistäminen, energiatehokkaiden liikennemuotojen käytön lisääminen	Kustannusten nousu kilpailijamaihin verrattuna - vaikutukset kuljetusten määriin ja suuntautumiseen - vaikutukset liikennemuotojen väliseen työnjakoon
Päästökauppaa koskevat säännöt	Metsä-, metalli- ja kemiateollisuuden, lentoliikenteen ja energiantuotannon oikeudenmukainen teknis-taloudelliset mahdollisuudet huomioon ottava kohtelu EU-maiden kesken päästökaupassa	Kustannusten nousu muihin EU-maihin verrattuna, teollisuuden kilpailukyvyyn heikkenemisen myötä kuljetusten väheneminen ja lentoliikenteessä kilpailukyvyyn heikkeneminen
Kotimaiset toimet (verot, maksut, muu ohjaus)	Kustannustason pitäminen kilpailijamaiden tasolla	Energianhinnan nousu ja kuljetuskustannusten kasvu

#### 4.2 Hillintätoimien vaikutus eri toimialoihin

Hillintätoimet vaikuttavat tavaraliikenteen kysyntään sekä kysynnän ja eri toimialojen kehitykseen yhdessä muiden toimintaympäristön tekijöiden kanssa. Eräs keskeisimpiä muutostekijöitä on globalisaatio. Globalisaatio perustuu eri taloudellisten alueiden erilaisuuksiin. Hillintätoimet voivat vahvistaa globalisaatiota tarjoamalla kehitykselle etua vaatimattomampien velvoitteiden ja toisaalta puhtaan kehityksen mekanismien kautta. Ilmastoneuvotteluissa onkin yksi merkittävimmistä kysymyksistä, missä vaiheessa kehittyneimmät kehitysmaat tulevat vähennysvelvoitteiden piiriin. Oletettavaa on, että näiden maiden sitoumukset tulevat olemaan aluksi energiatehokkuustavoitteita ja vasta myöhemmin varsinaisia vähennystavoitteita.

Päästöjen kehityksen kannalta on ongelmallista, että maapallon talouskasvu on voimakasta Aasiassa, Kiinassa ja Intiassa. Markkinoiden arvioidaan globalisaation kautta kasvavan seuraavan 20 vuoden aikana erityisesti Aasian (Pacific) alueella. Globalisaation myötä niiden osuus maapallon energian kulutuksesta on lisääntymässä. Taloudellisen intensiteetin myötä kasvaa niiden osuus myös liikenteen globaaleissa hiilidioksidipäästöissä. Kun vuonna 2000 Euroopan ja Pohjois-Amerikan tieliikenteen hiilidioksidipäästöjen osuus koko maailman tieliikenteen päästöistä oli 57 %, vuonna 2030 arvioidaan osuuden olevan 25 %. Samaan aikaan Kiinan ja Intian osuus kasvaa 10 %:sta 22 %:iin. Huomion arvoista on, että tavaraliikenteen osuus kasvaa 35 %:sta 50 %:iin.

Huomion arvoista on, että globalisaation ohella Pohjois-Amerikan ja Euroopan taloudellinen integraatio ovat tuoneet globalisaatiotaistelun näiden alueiden sisään. Tuotanto sijoittuu halvempien tuotantokustannusten maihin eli entisen Itä-Euroopan maihin, joiden päästöjen EU:n taakanjaossa sallitaan kasvavan. Kun Euroopassa viennistä ja tuonnista noin 2/3 on EU:n sisäistä, korostuu hillintätoimien suunnittelussa EU:n sisäisten toimien harmonisointi.

Tärkeä kysymys onkin, kuinka paljon EU:n ja kansalliset hillintätoimet lisäävät energia- ja teollisuuden siirtymistä kehitysmaihin tai Euroopan sisällä maihin, joissa päästövähennystavoitteet ja siten hillintäkustannukset ovat lievemmät. Ongelma on tunnistettu muun muassa EU:n päästökauppajärjestelmän kehittämisessä ja pyrkimyksenä onkin hiilivuodon estäminen.

Globalisaatio koskee paitsi tuotannon alueittaista työnjakoa myös työnjakoa kuljetusmuotojen kesken. Globalisaatio on perustunut ja perustuu jatkossakin erityisesti laivaliikenteeseen. Meritse kuljetettu tavaraliikenne on kaksinkertaistunut vuodesta 1985 vuoteen 2007 (Crist 2009). Laivaliikenteen kysynnän perusta on, että kolme neljäsosaa maailmankaupasta käydään sellaisten maiden kesken, joilla ei ole yhteistä rajaa. Nämä kuljetukset hoidetaan pääsääntöisesti joko meritse tai ilmaitse. EU:ssa 70 % tavarasta kuljetetaan meritse (Hummels, 2009). Maailman kaupasta valtaosa tonneista on polttoaineenkuljetuksia, joiden osuus myös kuljetusten arvosta on merkittävä. Vain koneiden ja laitteiden kuljetukset ovat polttoaineiden kuljetuksia suurempia arvoltaan. Muita merkittäviä kuljetusosuuksia on kemikaaleilla, raaka-aineilla ja elintarvikkeilla (WTO & Eurostat 2007). Koska lähivuosikymmeninä fossiilisten polttoaineiden käyttö edelleen säilyy merkittävänä ja kulutus kasvaa erityisesti Kiinan ja Intia kehityksen myötä, ei suuria muutoksia ole tältä osin tapahtumassa. Merikuljetukset ovat tonnimääräisesti dominoivia, mutta globalisoitunut tuotanto perustuu myös nopeisiin täsmäkuljetuksiin ja varastojen minimoimiseen esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa. Näissä arvokkaan tavaran kuljetuksissa lentorahdilla on merkittävä osuus, joka näkyy lentorahdin korkeassa osuudessa rahtivirtojen kokonaisarvosta.



Kuva 6. Konttiliikenteen päävirrat. Jo nyt vahva Aasian liikenteen osuus on edelleen kasvavassa globalisaation tuloksena.

Liikennekustannuksilla on strateginen rooli vienti- ja tuontiprosesseissa. On tärkeä arvioida, kuinka hillinnän myötä ja mahdollisesti muutenkin kallistuva energia vaikuttaa teollisuuden sijoittumiseen ja kuljetuksiin, sillä teollisuus ei kilpaile vain tuotteilla vaan myös jakeluajalla ja kustannuksilla.

Viime vuosikymmeninä lastin arvo on noussut ja kuljetuksen hinnan merkitys on vähentynyt. Liikennekustannuksilla onkin havaittu olevan vain hyvin vähän vaikutusta kuluttajille toimitettujen tuotteiden hintaan. Kustannuksen merkitystä vähentää edelleen liikennekustannusten väheneminen ajan ja luotettavuuden kautta enemmän kuin todellisen liikenteen hinnan kautta (ITF 2009).

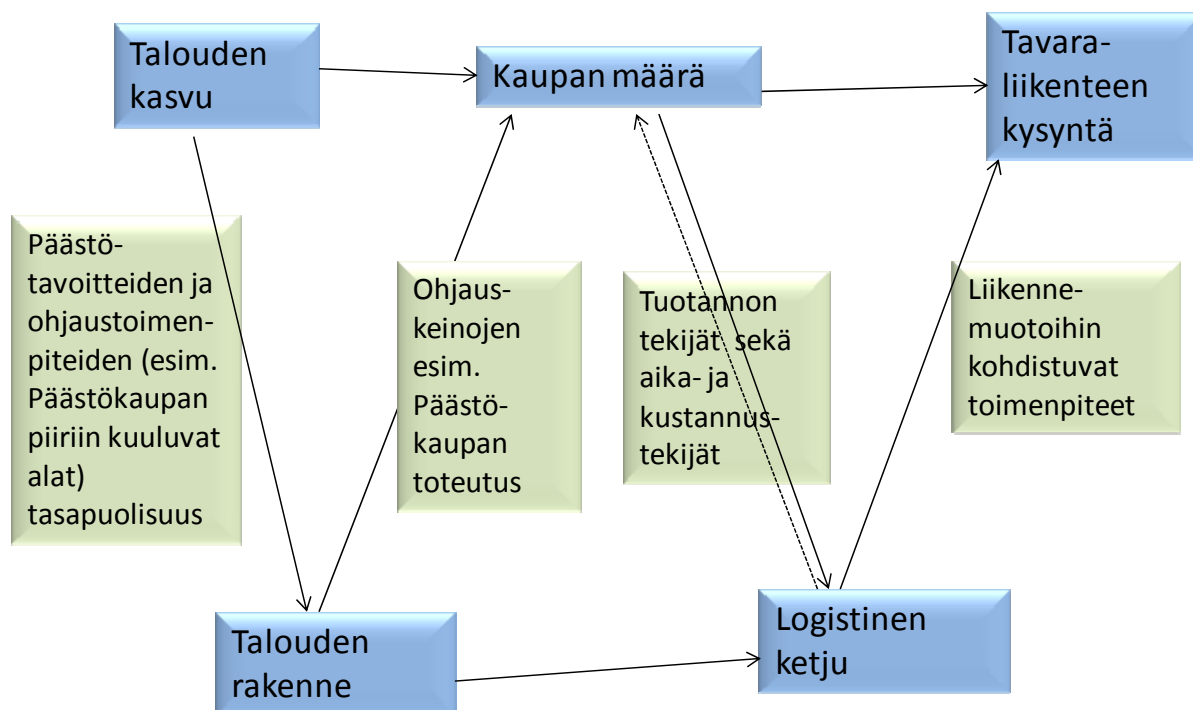
Suhteellisesti vähäisen kulutuksen vuoksi laivaliikenne ei ole liikennemuodoista herkin öljyn hinnan korotuksille (ITF 2009). Sen osuus maailmankaupasta on hallitseva, mutta sen osuus öljyn kulutuksesta on vähäinen noin 5 %. Lisäksi lyhyillä matkoilla ajalla, joka käytetään satamissa, ja satamakustannuksilla on suurin merkitys kustannusten kannalta. Pitkillä matkoilla tärkein tekijä on energiakustannus. Silloinkin ajalla on suuri merkitys. Tieliikenteessä energian hinnalla on suurempi merkitys kuin laivaliikenteessä. Sen osuus kustannuksista on 25 %. Raideliikenteessä vastaava osuus on 7,5 %.

Ajan merkitystä kuvaa, että neljän päivän aikaviive vastaa 3 % tariffin nousua (Hummel). 10 % ajan kasvu vähentää bilateraalista kauppaa 5-8 % (Nordas), 10 % lisäys liikennekustannuksissa vähentää kauppaa 20 % (Limao & Venables) ja jokainen 10 % aikalisäys vähentää vientimäärää 5-25 % (ITF 2009).

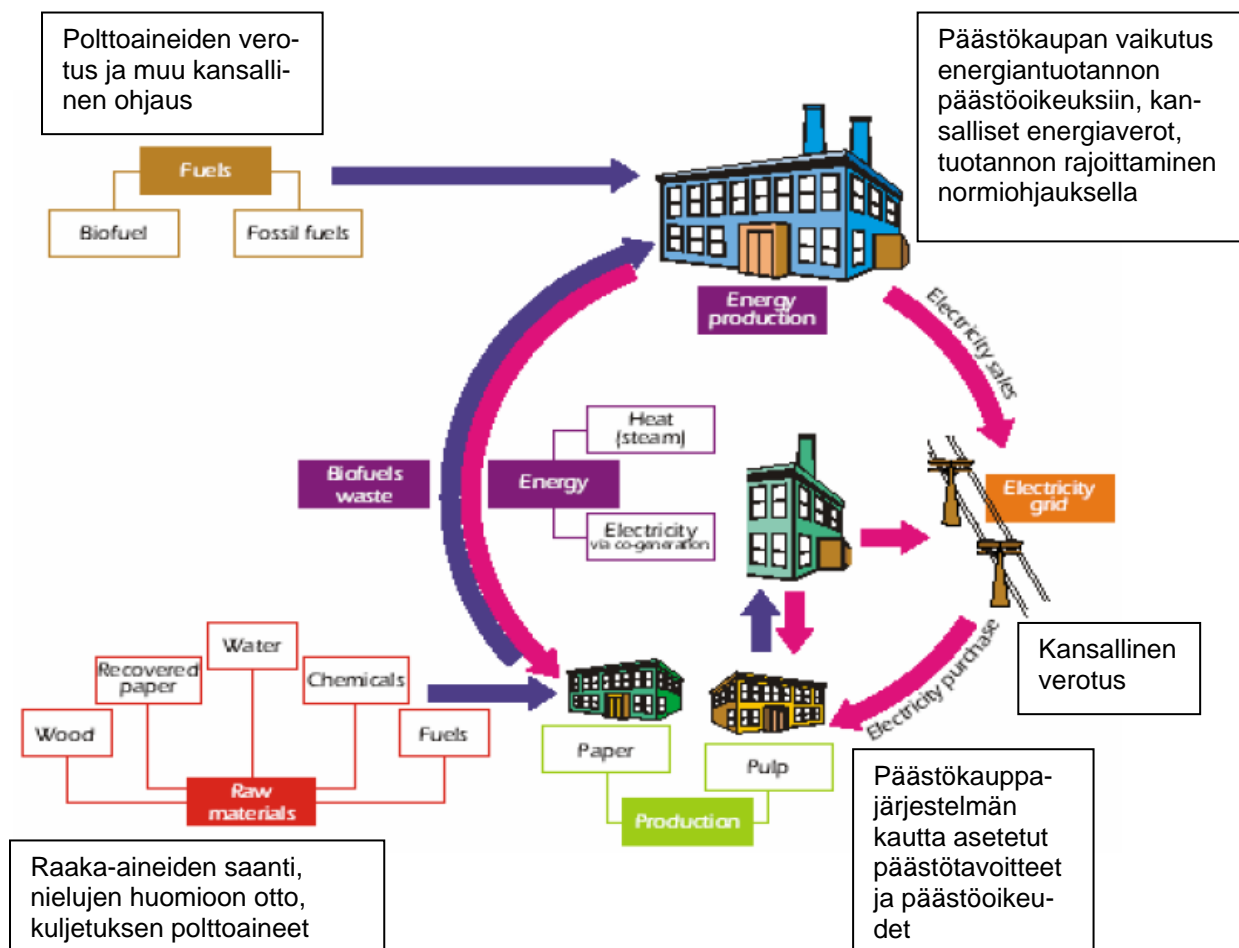
Ajan merkitys voi jatkossa muuttaa merkittävästikin kauppavirtoja, esimerkkinä Kiinan ja EU:n välinen kauppa, missä rautateitse kuljetus kestäisi arviolta 12-15 päivää ja meritse neljä viikkoa. On arvioitu, että taloudellinen yhtälö melko pian suosisi maaliikennettä. Globalisaatio siis jatkuu, vaikka öljyn hinta kallistuisikin hillintätoimien seurauksena. Muutoksia liikennemuotojen välillä voi tapahtua pikemminkin muiden tekijöiden kuin energian hinnan seurauksena. Esimerkiksi lentokuljetusta voidaan käyttää muiden energiakustannuksia suurempien säästöjen saavuttamiseksi (aikakriittiset toimitukset, arvokaiden tavaroiden kuljetukset).

Ilmastonmuutoksen hillintä liittyy olennaisesti koko toimitusketjuun vaikuttaen talouden kasvuun, kaupan määrään ja talouden rakenteeseen päästötavoitteiden ja ohjaustoimenpiteiden kautta. Nämä puolestaan vaikuttavat logistiseen ketjuun ja tavaraliikenteen kysyntään.

Ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikuttavat monessa vaiheessa eri toimialojen tuotanto- ja kuljetuskustannuksiin. Vaikutusten kannalta olennaista on, kuinka paljon toimialan suhteellinen kilpailuasema muuttuu. Kuvassa 8 on esitetty hillintätoimien liittyminen sellu- ja paperiteollisuuden tuotantoon ja kuljetuksiin.



Kuva 7. Hillintätoimenpiteiden liittyminen tuotantoon ja kuljetukseen.



Kuva 8. Hillintätoimien liittyminen sellu- ja paperiteollisuuden tuotantosykliin.

#### 4.3 Liikenteen päästöjen kehitys ja hillintätoimet

Liikenteen osuus maapallon kasvihuonekaasupäästöistä on noin neljäsosa. Tavaraliikenteen osuus liikenteen päästöistä on noin kolmasosa ja on kasvamassa vuoteen 2030 mennessä 50 %:in (ITF 2008). Vastaavat luvut Suomen osalta ovat yksi viidesosa ja 36 % (Valtioneuvoston kanslia 2009). Globalisaatio ja muut yhteiskunnalliset tekijät ovat lisäämässä tavarankuljetusta ja ihmisten liikkumista, mikä lisää liikenteen päästöjä ja siten hillintätoimien tarvetta.

Huolimatta energiatehokkuustoimenpiteistä, maailman merenkulun hiilidioksidipäästöt kasvavat 10-26 % vuoteen 2020 ja 126-218 % vuoteen 2050 mennessä. Samaan aikaan arvioidaan ilmaliikenteen päästöjen kasvavan vuoden 2006 190 Mt:sta 280-1430 Mt vuoteen 2050 (GIACC/4) eli 50-750 %. Taustalla on ennuste meri- ja ilmaliikenteen kolminkertaistumisesta vuoteen 2020 mennessä.

Kotimaan liikenteen päästöt on laskettu mukaan kansallisiin päästöihin ja siten vähennysvelvoitteet ovat koskeneet myös näitä päästöjä. Kansainväliselle liikenteelle ei ole asetettu päästövähennystavoitteita ja niiden vähennystoimia on pyritty toteuttamaan kansainvälisesti alan kansainvälisten järjestöjen ICAO:n (ilmailu) ja IMO:n (merenkulku) kautta. Eri liikennemuodot eroavatkin toisistaan hillintätoimien suunnittelun suhteen (Taulukko 2).

Taulukko 2. Eri liikennemuotojen hillintätoimet: velvoitteet, EU:n yhteiset toimet, liikennemuotojen kansainvälisten järjestöjen toimet sekä kriittiset elementit päästöjen vähentämisen kannalta.

Liikenne- muoto	Tieliikenne (kuorma-, ja pakettiautot)	Rautatie- liikenne	Meriliikenne	Sisävesi- liikenne	Kotimaan lentoliikenne	Kansainväli- nen lento- liikenne
<b>Päästöjen vähentäminen Kioton kaudella ja kuuluminen kansallisiin velvoitteisiin</b>	Kuuluu	Kuuluu dieselvedon osalta ei-päästökauppasektoriin ja sähkövedon osalta päästökauppasektoriin	Vain kotimaan liikenne sata- masta sata- maan	Kuuluu	Kuuluu	Ei kuulu
<b>EU:n yhteiset ilmastotoimet</b>	Biopolttoaineiden edistämistavoitteet, energiatehokkuustavoitteet, polttoaineiden minimiverot, säästävän ajotavan koulutus, pakettiautojen päästöraajat, kuorma-autojen energiankulutuksen mittaaminen (kehiteillä)	Ei suorilla toimia, energiatehokkuustavoitteet, ilmastopoliittisena tavoitteena rautatieliikenteen osuuden lisääminen	Ei yhteisiä, ilmastopoliittisena tavoitteena osuuden lisääminen	Ei yhteisiä ilmastopoliittisena tavoitteena osuuden lisääminen	Päästökauppa alkaa 1.1.2012	Päästökauppa EU:n sisäinen alkaa 1.1.2012
<b>Alan järjestöjen tavoitteet ja keinot</b>	Vapaaehtoisten toimien käyttö, kuljetusketjujen energiatehokkuus- vihreät kuljetusketjut	Päästöjen vähennyksen ja energiatehokkuuden tavoitteet alalla ja päästöjen vähennyskeinojen edistäminen (kalusto, ajotapa ym.), vihreät kuljetusketjut	Energiatehokkuusindeksi, taloudellisia ohjauskeinoja ja vapaaehtoisia toimenpiteitä		Päästökauppa, operatiivisen toiminnan kehittäminen, biopolttoaineet,	Biopolttoaineet, lentokoneiden ja polttoaineiden teknologia, operatiiviset toiminnot, ohjauskeinojen vaikuttavuuden selvitykset (taloudelliset ohjauskeinot)
<b>Kioton jälkeinen sopimuskausi</b>	Tavoitteet päästöjen vähentämiseksi tiukkenevat osana kansallisia velvoitteita -20 %- -30% 2020 - 60- -80 % 2050	Huomio sähköntuotannon päästöissä	Sektorikohtaiset tavoitteet muutaman vuoden kuluessa joko ilmastosopimuksen tai IMO:n kautta tai tilanne ennallaan	Osana kansallisia velvoitteita	Osana kansallisia velvoitteita	Sektorikohtaiset tavoitteet muutaman vuoden kuluessa joko ilmastosopimuksen tai ICAO:n kautta tai tilanne ennallaan, kahden-keskisiä päästökauppasopimuksia
<b>Kriittisiä elementtejä päästöjen vähentämisen kannalta</b>	Raskaassa kalustossa teknologinen potentiaali pienempi kuin henkilöautojen puolella, biopolttoaineiden merkitys vähennyksissä suuri, tilaajien kiinnostus kuljetusketjujen energiatehokkuuteen kasvaa	Sähköntuotannon päästöt, yhdistettyjen kuljetusten osuuden kasvattaminen	Sektorikohtaisen tavoitteen taso ja veloitteen kattavuus, kehitysmaiden saaminen mukaan sitoumuksiin, odottavissa oleva päästöjen kasvu liikenteen kasvun myötä, herkkyys polttoaineen hinnan korotuksille pieni	Biopolttoaineet	Päästökauppajärjestelmän kehitys	Sektorikohtaisen tavoitteen taso ja veloitteen kattavuus, odottavissa oleva päästöjen kasvu liikenteen kasvun myötä

Kulku- ja polttoaineteknologioiden kehittämisellä on kaikilla liikennemuodoilla tärkeä rooli. Nämä teknologiat ovat pitkälle toisiinsa kytkeytyneet. Niitä koskee myös pitkälle standardisoidut laatuvaatimukset etenkin tieliikenteessä. Parhaan nykyteknologian käyttämisellä saadaan aikaan jo merkittäviä säästöjä. Lisäksi kehittyvän teknologian kautta saadaan lisävähennyksiä. GIACC-työryhmä (Group on International Aviation and Climate Change) on arvioinut, että energiatehokkuus lyhyellä aikavälillä paranee vuosittain 2 %, käyttämisellä saadaan aikaan jo merkittäviä säästöjä. Lisäksi kehittyvän teknologian kautta saadaan lisävähennyksiä. GIACC-työryhmä (Group on International Aviation and Climate Change) on arvioinut, että energiatehokkuus lyhyellä aikavälillä paranee vuosittain 2 %, keskipitkällä aikavälillä (2012-2020) 2,0-2,5 % vuosittain ja pitkällä aikavälillä (2020-2050) 2-3 % vuosittain. Lentoliikenteessä on arvioitu, että vähennykset ovat 15-20 % per lentokonesukupolvi. Lyhyellä aikavälillä operationaaliset toimet ovat olennaisia päästöjen vähentämisessä. Näitä ovat muun muassa reittien suunnittelu ja ohjauksen tehostaminen sekä nopeuden vähentyminen. Vaihtoehtoiset polttoaineet voivat olla merkittäviä päästöjen vähennyksissä kaikilla liikennemuodoilla, jos ne täyttävät ympäristöstandardit ja niitä on käytettävissä riittäviä määriä (LNG-merenkulussa ja biopolttoaineet lentoliikenteessä).

Tieliikenteessä potentiaalisia toimia hillintätoimia ovat teknologia, säästävä ajotapa, logististen toimien parantaminen, kuljetusmuotomuutokset, parantuva logistiikka: jakeluketjun optimointi, edellä kävijöiden yhteistoiminta (ITF).

ITF (International Transport Forum) on tarkastellut ideaaleja politiikkastrategioita liikennesektorilla. Ideaalina politiikkastrategiana pidetään globaalia päästökauppajärjestelmää, jossa

- päästöoikeudet jaetaan per capita
- valitaan markkinoiden vähimmän kustannuksen strategiat ja
- solmitaan ilmailun ja merenkulun ja sisävesiliikenteen kansainväliset sopimukset päästöjen vähentämiseksi.

Vaihtoehtostrategiana ITF on pitänyt:

- verot, maksut, standardit, säännöt, investoinnit vaihtoehtoisin muotoihin
- vapaaehtoisten toimien tuki: hiilisertifiointit, hiiliauditoinnit sekä politiikkainstrumentit, joista käyttökelpoisia ovat
- lyhyellä aikavälillä: vapaaehtoiset sopimukset, säästävä ajotapa, liikestrategiat, jotka vähentävät energian käyttöä, best practice-ratkaisut sekä parhaiten teknologiaratkaisujen suosiminen (Top Runner)
- pitkällä aikavälillä: tienkäyttömaksut, ajoneuvoteknologiset ratkaisut.

Päästökauppa voi periaatteessa vähentää päästöjä kustannustehokkaasti, kauppajärjestelmän yksityiskohdat ratkaisevat, miten hyvin järjestelmä johtaa päästöjen vähennykseen ja onko sillä vaikutuksia markkinoiden kilpailuun. Tärkeitä ratkaisuja vaikutusten kannalta ovat muun muassa

- valitaanko avoin tai suljettu systeemi: avoin systeemi sallii kaupan käynnin koko taloudessa
- valitaanko huutokauppa tai oikeuksien jako
- onko kyseessä globaali tai alueellinen järjestelmä (ITF 2009)

Lentoliikenteen päästökauppaa on perusteltu muun muassa sillä, että EU:ssa on jo päästökauppajärjestelmä, joka kattaa 50 % päästöistä. Päästökaupan katsotaan täydentävän muita toimia, olevan halvempaa kuin perinteinen säätely ja vapauttavan poliittisesta paineista käyttäen veroja. Lisäksi sitä pidetään joustavana ja sen vaikutus lentoyhtiöiden kannattavuuteen on marginaalinen. Tärkeänä on pidetty myös sitä, että se sallii liikenteen kasvun (ICAO 2007 Calleja). Rautatieliikenne kuuluu valtaosaltaan päästökaupan piiriin välillisesti, sillä suuri osa käytetystä energiasta eli sähköntuotanto kuuluu päästökaupan piiriin.



Päästökaupan laajentamisesta koskemaan tieliikennettä ja merenkulkua on tehty selvityksiä. Tieliikenteessä päästöoikeuksien haltija voi olla 1. liikennepalvelujen käyttäjä 2. polttoaineen valmistaja tai maahantuojaja 3. kulkuneuvojen valmistaja. Keskeistä ohjauksivaikutuksen kannalta on, että syntyy motivaatio toteuttaa päästöjen vähennystoimia. Ohjauksen suunnittelussa on keskeistä, ettei synny kilpailun vääristymiä tai hiilivuotoja. Siksi kansainvälisessä ilma- ja meriliikenteessä on pyritty saamaan aikaiseksi koko maapallon kattavia ratkaisuja. Kioton pöytäkirjan mukaan osapuolet toimivat ICAO:ssa (International Civil Aviation Organisation) ja IMO:ssa (International Maritime Organisation) kansainvälisen liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Kansainvälisen liikenteen päästöjä ei ole sisällytetty pöytäkirjan osapuolten vähennystavoitteisiin vaan ne vain raportoidaan osana kansallisia raportteja. Myöskään päästöjen vähentämiselle tai ICAO:lle tai IMO:lle ei ole asetettu konkreettista vähennystavoitetta.

Ilmastoneuvotteluista käytössä olevien neuvottelutekstien (FCCC/AWGLCA/2009/inf.2/add.2) mukaan kansainvälisen liikenteen päästöjen vähentämiseksi on olemassa useita vaihtoehtoja Kioton jälkeen. Vaihtoehdot vaihtelevat seuraavien ääripäiden välillä:

1. Jatketaan kuten ennenkin eli osapuolet/teollisuusmaat sitoutuvat toimimaan IMO:n ja ICAO:n kautta, mutta toimintaa tukemaan ei aseteta päästövähennystavoitteita. Tällöin globaalien toimien aikaansaaminen on vaikeaa, mikä voi johtaa alueellisiin tai muuten rajoittuneisiin toimiin. Tuloksena on helposti, että tehokkaita vähennystoimia ei toteuteta tai jos toteutetaan, aiheutetaan helposti kilpailutilanteen vääristymiä esim. jos EU etenee selvästi nopeammin kuin muut.
2. Asetetaan globaalit päästöjen vähennystavoitteet suhteessa perusvuoteen sovittavalle tarkasteluperiodille. Osapuolet sitoutuvat toimimaan ICAO:ssa ja IMO:ssa sellaisten tehokkaiden kansainvälisten sitoumusten aikaansaamiseksi, joilla asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. Lisäksi osapuolet sitoutuvat arvioimaan työn edistymistä ja ryhtymään toimiin sen edistämiseksi.

#### 4.4 Kaupunkiseutujen jakelukuljetuksia koskevat paikalliset ilmastonmuutoksen hillintätoimet

Aiempien selvitysten mukaan kaupunkiseutujen jakelukuljetusten kestäväää kehittämistä ei ole riittävästi huomioitu kaupunkien, liikerakennusten ja logistiikan suunnittelussa. Pääpaino on ollut tavaraliikennettä koskevissa rajoituksissa ja ohjauksessa. Usein mm. erilaisten logistiikan yhteistoimintamallien ja teknologisten kehittämiskäytäntöjen mahdollisuuksia ei ole riittävästi tarkasteltu. Euroopassa on kuitenkin jo kehitetty erilaisia ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja jakeluliikenteen tehostamiseksi. Nämä hankkeet näyttävät erittäin merkittävää osaa ilmastonmuutoksen hillinnässä, koska valtaosa Euroopan tiekuljetusten kuljetussuoritteesta on lyhytmatkaista kuljettamista.

Kuvassa 9 on esitetty esimerkkejä jakeluliikenteen ongelmista ja kehittämistoimista muutamissa Euroopan maissa. Jakeluliikenteen ongelmia esiintyy niin suurissa kuin keskikokoisissakin kaupungeissa, myös Suomessa.

Kuvassa 10 on ryhmitelty erilaisia kaupunkijakelun kehittämiskeinoja. Viranomaisohjaukseen kuuluu myös valvonta, joka on usein kallista ja sen tarve tulisi suunnitteluratkaisuissa minimoida. (Lähde: Salanne, I., 2008. Kaupunkiseudun jakelukuljetusten eurooppalaiset kehittämiskäytäntöt – niiden arviointi ja suunnittelu, 2008. Espoo.)

Belgia	Englanti	Espanja	Hollanti	Italia	Ranska	Suomi
Kaupunkikeskustojen ruuhkautuminen			Toimitusten yhdistäminen		Maanalainen jakelu	
Kaupunkikeskustojen ahtaus						
Keskustan tai kiinteistön saavutettavuus			Aikaikkunoiden joustavuus		Vaihtoehtoiset kuljetusmuodot	
Ympäristövaikutukset						
Katukuormauspaikkojen puute			Jakeluliikenteen alueelliset kaluston koko- ja päästörajoitukset		Älykkäät liikenteenohjausjärjestelmät	
Jakeluautojen pysäköintipaikkojen puute						
Pysäköinti- ja ajokiellot			Sähkö- ja kaasuautot		Yöjakelu ja ruuhka-aikojen ulkopuolinen jakelu	
Pienet ja usein toistuvat toimituserät						
Tavaraliikennettä ei ole huomioitu kaupunkisuunnittelussa			Vaarallisten aineiden kuljetusreitit		Hiljaiset ja vähäpäästöiset jakeluautot	
Yhteistyön ja tiedonvaihdon puute			Jakeluajoneuvojen kuorman purku- ja pysäköintipaikat		Jakeluliikenteen vaatimusten huomioimattaminen kaupunkisuunnittelussa	
Markkinoiden vaatimukset						
Sähköisen kaupan jakelu			Tavaraliikenteen kuletusreitin määrääminen		Henkilöliikenteen rajoittaminen	

Kuva 9. Jakeluliikenteen ongelmia ja kehittämistoimia Euroopassa (kuva: CITY FREIGHT 2005).



Kuva 10. Jakeluliikenteen kehittämisen keinot ja niiden yhteydet liikenne- ja maankäyttösuunnitteluun (kuva: vertaileva raportti 2008).

Kuvassa 11 on esitetty kaupunkiseutujen jakelun kehittämistoimia eri puolilla Eurooppaa. Näiden tavoitteena on jakeluliikenteen sujuvuuden parantaminen sekä liikennemäärän ja ympäristöhaittojen vähentäminen.

Esimerkiksi yhteislastauskeskuksilla on liikenteen määrää pystytty joissakin tapauksissa vähentämään 60-80 % keskuksen vaikutuspiirissä. Kuljetusasiakkaat ja lastin vastaanottajat ovat perustaneet menestyneimmät yhteislastauskeskukset, kuten Broadmedin kauppakeskuksen logistiikkakeskus ja Heathrown lentoaseman kauppojen ja ravintoloiden yhteislastauskeskus Englannissa. Mm. Italiassa (Vicenza) ja Espanjassa (Malaga) on toteutettu ympäristöystävällisiä logistiikkakeskuksia, joiden kautta jakeluliikenne ohjataan sähkökäyttöisillä jakeluajoneuvoilla.

Espanjassa kehittämissuunnitelmiin on yhdistetty jakelun ohjausta tietojärjestelmillä, kuten ennakkotieto vapaista lastauspaikoista ja niiden varaaminen ennakkoon, ja muita lastin vastaanottajalle saakka ulottuvia toimenpiteitä.

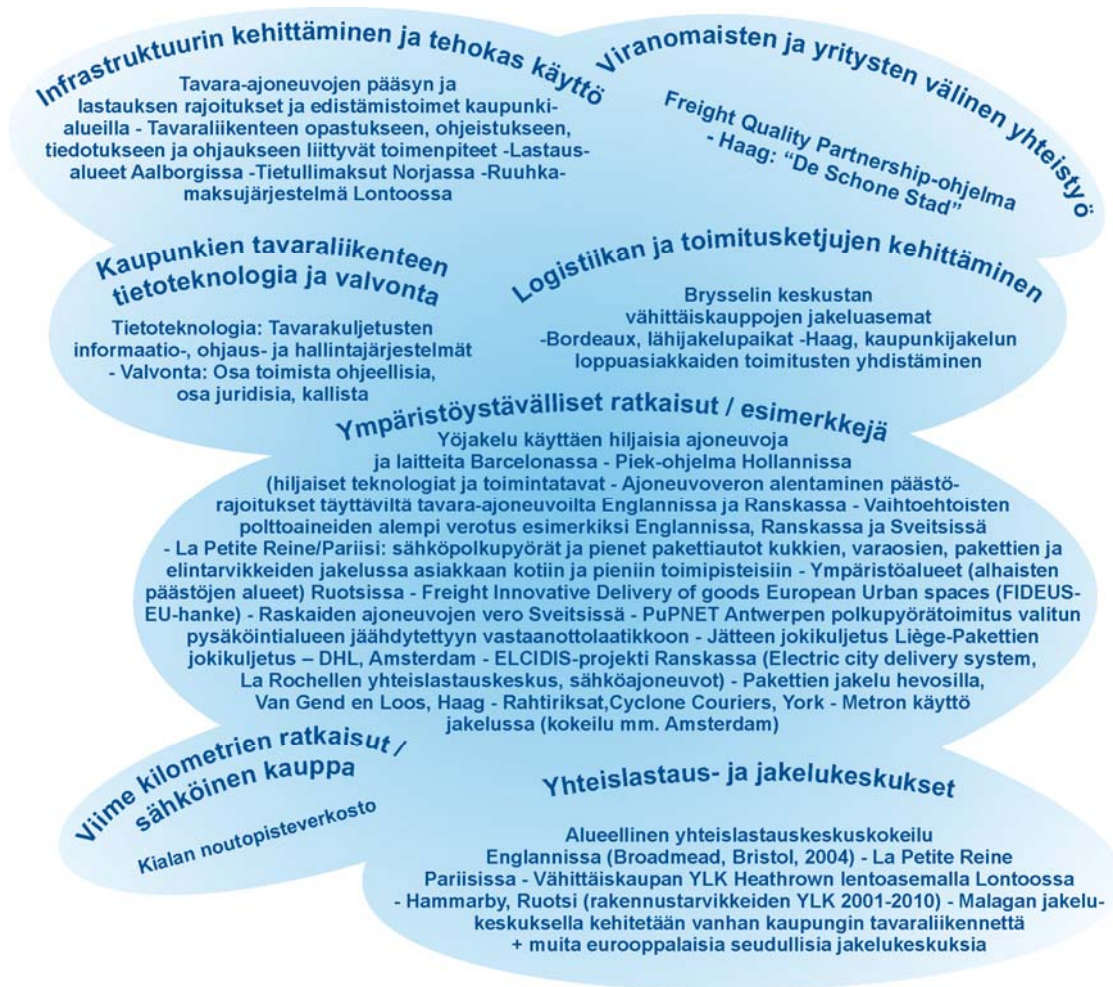
Lisäksi vapaaehtoisella logistiikkayhteistyöllä on päästy hyviin tuloksiin. Esimerkiksi kävelykatujen jakeluliikennettä on Hollannissa pystytty vähentämään tavarantoimittajien toimitusaikojen yhdistelemällä. Siellä on panostettu myös hiljaisen teknologian ja toimintatapojen kehittämiseen (PIEK, Peak Noise -ohjelma) sekä laajempaan jakeluyhteistyöhön, johon sisältyy myös sopiminen ympäristön siistinä pitämisestä (De Schone Stadt, Haag). Lisäksi erilaisilla suunnitteluratkaisuilla, kuten lastaussyvennyksillä, vaihtuvan opastuksen kehityksellä, vastaanottotilojen logistiikan kehittämisellä on parannettu liikennettä.

Esimerkiksi Ruotsissa (Hammarby) ja Englannissa (Tithebarn) on suurten rakennushankkeiden yhteydessä toteutettu ns. projektiuonteinen logistiikkakeskus, jonka kautta toimitukset on kanavoitu oikea-aikaisesti rakennustyömaalle. Näin toimitusten ja kuljetuskerrojen määrä on vähentynyt minimiin, ja toimitukset ovat perillä juuri oikean aikaan. Suuret kertatoimitukset on kuitenkin ohjattu suoraan rakennuspaikalle oikea-aikaisesti ilman varastointia keskuksessa.

Englannissa on käynnissä laaja kaupunkialueiden kuljetusten kehittämissuunnitelma (Freight Quality Partnership), jossa annetaan valtakunnan tasolla ohjeita kaupunkijakelun paikalliselle kehittämiselle. Viimeaikaisten, esim. englantilaisten tutkimusten mukaan sähköinen kauppa loppuasiakkaalle kasvaa ja se aiheuttaa uudenlaisia vaatimuksia kaupunkien liikennesuunnittelulle (vastaanottolaatikat ja jakeluliikenteen muuttuminen) ja ilmastonmuutoksen hillinnälle. Alla esitettyjen kehittämis- ja hillintätoimenpiteiden kirja on laaja ja kunkin kaupungin tulisi hakea niistä omalle alueelle soveltuvimmat.

Kuvassa 12 on esitetty asioita, jotka tulee huomioida jakelukuljetusten kehittämis- ja suunnitteluratkaisuissa. Seudullisen jakelun kehittämishankkeet vaativat aluksi usein julkisen sektorin käynnistys- ja vetoapua (mm. yhteistoiminnan organisointi), koska kaupunkijakelun kenttä on hajanainen, ja siellä on useita toimijoita, joilla voi olla vastakkaisia intressejä. Kokemusten mukaan nämä intressit ovat kuitenkin yhteen sovitettavissa.

Kehittämisessä kannattaa hyödyntää mahdollisimman paljon kokemuksia jo toteutetuista hankkeista, joiden perusteella omia hankkeita voidaan ideoida ja hienosäätää. Kehittämissuunnitelmien toteuttaminen vaatii niiden liittämistä osaksi seudullista suunnitteluprosessia ja alueilla käynnissä olevia muita kehittämissuunnitelmia ja -hankkeita (Salanne 2008).



Kuva 11. Selvityksessä kartoitettuja jakelukuljetusten kehittämiskäytäntöjä Euroopassa.



Kuva 12. Kaupunki- ja seutulogiikan kehittämishankkeiden suunnittelussa huomioitavia yleisiä asioita.

## 5. Ilmastonmuutoksen ja hillinnän vaikutuksia tavaraliikenteeseen

Tässä luvussa on kuvattu ilmaston muuttumisen mahdollisia vaikutuksia kuljetuskysyntään, kuljetuksiin ja kuljetusten infrastruktuuriin toimialoittain ja kuljetusmuodoittain. Luku perustuu tutkimuksessa tehtyyn kirjallisuuskatsaukseen, jonka tuloksia on täydennetty projektiryhmän ja ilmastonmuutostyöpajan asiantuntija-arvioilla.

### 5.1 Vaikutukset kuljetuskysyntään

#### Maatalous ja elintarviketeollisuus

Maatalous on metsäteollisuuden rinnalla elinkeino, johon Suomen ilmaston muuttuminen vaikuttaa suoraan. Maatalouden määrä, rakenne ja sijoittuminen vaikuttavat tavaraliikenteeseen ja elintarviketeollisuuteen. Maatalouden kehittyminen vaikuttaa liikenteen infrastruktuurin ylläpidon ja investointien tarpeisiin ja kohdentumiseen.

Keskilämpötilan nousun myötä kasvukausi pitenee ja joidenkin viljelykasvien talvehtiminen paranee, mikä mahdollistaa suuremmat sadot pelto- ja avomaaviljelyssä. Tämä voi edellyttää uusia olosuhteita hyödyntävien lajikkeiden osittaista käyttämistä tai kehittämistä (Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto).

Satojen kasvaessa maatalouden tuotanto kasvaa ja siihen liittyvien kuljetusten kysyntä ja rakenne muuttuvat. Keskilämpötilan nousu mahdollistaa hedelmien ja vihannesten viljelyn laajentumisen ja lasinalaistuotannon kustannusten laskun. Tämä saattaa lisätä kotimaisuusastetta Suomen hedelmä- ja vihanneskulutuksessa ja elintarviketeollisuudessa, vähentää tuontikuljetuksia meri- ja ilmaitse sekä muuttaa tuoteryhmän kotimaan kuljetusketjuja. Ruokaviljan viljely, muu avomaaviljely ja lasinalaistuotanto voivat siirtyä pohjoisemmaksi, mikä voi vaikuttaa maatalouteen liittyviin liikennevirtoihin (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto, Rikonen ja Kurppa, 2009).



Kuva 13. Satojen kasvaminen on monen osatekijän ansiota.

Tuotannon arvioidaan maailmanlaajuisella tasolla lisääntyvän korkeilla leveysasteilla olevissa kehittyneissä maissa, mutta vähenevän matalampien leveysasteiden kehityttömämmässä maissa, mikä muuttaa tuotteiden kulkusuuntaa kehittyneistä maista vähemmän kehittyneisiin ja alueellisesti etelästä pohjoisemmaksi. Muutoksen määrällisen arvioinnin globaalilla ja aluetasolla katsotaan kuitenkin olevan vaikeaa muun muassa tehtyihin ennustemalleihin liittyvistä epävarmuuksista johtuen (Rikkonen ja Kurppa, 2008). World Resources Institute ja AT Kearneyn (2008) raportin mukaan joidenkin viljelykasvien viljely on maailmanlaajuisesti hyvin keskittynyttä tietyille viljelyalueille (maissi – Yhdysvallat, soija – Brasilia ja Yhdysvallat, sokeri – Brasilia). Ilmastomuutoksesta johtuvan ääri-ilmiön tapahtuessa näillä alueilla, siitä voi koitua voimakkaita vaikutuksia koko maailmantaloudelle.

Keskilämpötilan nousulla on myös kielteisiä vaikutuksia, jotka saattavat rajoittaa kotimaan tuotannon kasvua: kuivien jaksojen yleistyminen, sulamisen ja jäätyminen vuoroteltu talvella, tähkäidäntä, tuhohyönteisten ja kasvitautien määrän lisääntyminen, uudet rikkakasvilajit. Näitä haittavaikutuksia voidaan osin torjua lajikkeita jalostamalla (Marttila ym. 2005, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Ilmatieteen laitos, Ilmastomuutos-sivusto, Rikkonen ja Kurppa, 2008).

Kotimaisuusasteen ja kotimaan kuljetusten kannalta merkittävää on ilmastomuutoksen aiheuttama maiden välisen kilpailutilanteen muutos. Vienti lisääntyy ja tuonti vähenee todennäköisesti enemmän, jos esimerkiksi Euroopan nykyisillä vihannes- ja hedelmäviljelyalueilla kilpailukyky heikkenee suhteessa Pohjoismaihin. Toisaalta Venäjän pohjoisosien ja Itä-Euroopan maatalouden kilpailukykyyn mahdollinen kasvu kiristäisi kilpailutilannetta.

Kotieläintuotantoon lämpötilamuutoksilla ei liene suuria vaikutuksia ulkolaidunnusajan pidentymistä lukuun ottamatta. Pohjoisessa ruokaviljan viljely saattaa kuitenkin kasvaa kotieläintuotannon kustannuksella, millä on vaikutuksia maatalouden kuljetusten virtoihin ja rakenteeseen (Marttila ym. 2005, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus).

Lämpötilamuutokset voivat vaikuttaa kotimaisen raaka-aineen saatavuuden kautta myös elintarviketeollisuuteen. Raaka-aineiden saatavuuteen perustuvat muutokset voivat olla nopeampia kuin metsäteollisuudessa, koska maatalouden raaka-aineet uudistuvat nopeammin (lyhyt viljelykierto) kuin metsätalouden (Marttila ym. 2005).

Kotimaiset elintarvikkeet voivat tulla hinnaltaan entistäkin kilpailukykyisemmäksi ja kattaa entistä suuremman osan kotimaisesta elintarvikkeiden kulutuksesta. Kotimaisten elintarvikkeiden vienti esimerkiksi Euroopan markkinoille saattaa myös lisääntyä samalla kun elintarvikkeiden tuonti (pääosin Euroopasta) vähenisi. Pitkällä aikavälillä elintarviketeollisuuden laitosten sijainti kotimaassa voi myös muuttua (Marttila ym. 2005).

Suomen elintarviketeollisuuden kilpailukykyyn Suomen ja kansainvälisillä markkinoilla vaikuttaa suuresti myös ilmastomuutoksen ja sen tuomien ääri-ilmiöiden vaikutus maailman tärkeillä maatalousalueilla.

Suomessa lisääntyvä sateisuus kasvattaa yhdessä kohoavan keskilämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden kanssa satoja. Toisaalta pitkät hellejaksot voivat aiheuttaa kuivuutta. Sateisuuden, rankkasateiden ja vesistötulvien lisääntymiseen liittyy kielteisiä vaikutuksia satoihin kuten lakoontuminen, seisovan veden aiheuttama hapenpuute, tähkäidäntä, torjunta-aineiden levittämisen estyminen, lisääntyneet sienitaudit, homeet ja perunarutto. Lisääntynyt haihdunta voi lieventää lisääntyneen sademäärän haittoja. Kuivuuskausien osalta taas kohonnut hiilidioksidipitoisuus tehostaa kasvien vedenkäyttöä (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Ilmatieteen laitos, Ilmastomuutos-sivusto). Nämä vaikutukset saattaisivat muuttaa elintarviketeollisuuden tuotanto- ja logistiikkajärjestelmiä.

Elintarviketeollisuus saattaisi tulevaisuudessa raaka-aineiden saannin varmuuden lisäämiseksi osallistua tärkeiden raaka-aineiden tuotantoon ja jalkauttaa logistiikkajärjestelmäänsä lähemmäksi tuottajia.

Routaantumisen muutokset lisäävät savimaiden tiivistymisen riskiä, mikä voi vaikeuttaa viljelyä sekä vähentää maanpinnan jäätyneenä olon aikaa, jolloin lannan levittäminen pelloille talvisin saattaa vaikeutua (Marttila ym. 2005, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus). Routaantumisen vähentyminen auratuilla (tie)pinnoilla lyhentää kevään sulamisaikaa ja siten helpottaa mm. maito- ja teuraskuljetuksia keväällä. Toisaalta kelirikkoa voi alkaa esiintyä entistä useammin myös talvella (Marttila ym. 2005). Raaka-aineen saatavuuden turvaamiseksi varastointia voidaan joutua kehittämään sekä raaka-aineen tuottajan, että elintarviketeollisuuden toimesta.

### Metsäteollisuus

Suomen metsäteollisuuden tuotannon määrään ja rakenteeseen vaikuttaa kysyntä ja kansainvälinen kilpailutilanne. Kotimaisen raaka-aineen saatavuudella ja hinnalla on suuri merkitys Suomen metsäteollisuuden kilpailukykyyn. Metsäteollisuudessa muutos olisi todennäköisesti huomattavasti hitaampi kuin maataloudessa, koska vaikutukset puuston kasvuun näkyvät pidemmällä aikavälillä kuin viljan kasvuun.

Metsäteollisuuden kauppavirtojen arvioidaan kasvavan merkittävästi ilmastonmuutoksen seurauksena (Easterling ym. 2007). Tuonnin arvioidaan kasvavan eteläisiltä leveysasteilta keskisille ja pohjoisille leveysasteille. Globaalisti tarkasteltuna metsien tuotannon eli hakkuiden arvioidaan yhden skenaarion mukaan kasvavan läntisessä Amerikassa (2-11 %), Uudessa Seelannissa (10-12 %) Etelä-Amerikassa (10-13 %), mutta vähenevän Kanadassa (Kirilenko ja Sedjo 2007).

Toisessa skenaariossa arvioidaan, että kasvua tapahtuu Etelä-Amerikassa ja Oseaniassa, mutta tuotanto vähenee Pohjois-Amerikassa ja Venäjällä. Ilmaston lämpenemisen on havaittu aiempien arvioiden vastaisesti vähentävän trooppisten metsien kasvua Panamassa ja Malesiassa (Feeley ym. 2007), joten arvioita puutavaran kuljetusten lisääntymisestä trooppista lauhkeammille vyöhykkeille voidaan joutua tarkistamaan.

Läntiseen Eurooppaan mallit ennustavat lisääntyvää ja itäiseen Eurooppaan vähenevää tuotantoa (Kirilenko ja Sedjo 2007). IPCC:n skenaarioihin pohjautuvassa tutkimuksessa arvioidaan puiden ja metsävarantojen kasvavan erityisesti Pohjois-Euroopassa A1f-skenaariota lukuun ottamatta ilmaston selittäessä 10-30 % muutoksesta. Yhdysvaltoihin mallit arvioivat sekä tuotannon laskua, että lisääntymistä korkealla kasvavien ja pohjoisten alueiden metsien taantuessa ja eteläisten metsien laajentuessa.

Biodiversiteetin suojelemisen, tulvien ehkäisyn ynnä muiden rinnalle ilmastonmuutos on noussut uutena syynä ehkäistä maailman metsien kutistumista. Puuntuotantoon metsäteollisuuden käyttöön sekä maataloustuotantoon voivat vaikuttaa mekanismit, joilla pyritään vähentämään metsien häviämistä mm. kehitysmaissa. Metsäsektoria nieluna ei ole otettu huomioon Kioton kauden vähennystavoitteissa. Metsien häviämistä voidaan nyt paremmin mitata (kaukokartoitus), ja uudella REDD-mekanismilla (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries mechanism) voidaan kompensoida metsänomistajia siitä, että he laskevat metsien häviämisestä aiheutuvia CO<sub>2</sub>-päästöjä tietyn viitetason alle. REDD tulee todennäköisesti sisältymään Kioton jälkeisiin sopimuksiin. Kompensaation suuruuteen vaikuttaisi päästöoikeuksien hinnat ja jos ne nousevat tarpeeksi korkeiksi, voi tulla kannattavimmaksi säästää metsiä. Tämä vaikuttaisi maa- ja metsätaloustuotteiden hintoihin (World Resources Institute ja AT Kearney 2008).

Keskilämpötilan noustessa kaikkien puulajien kasvu Suomessa paranee, Pohjois-Suomessa eniten (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto). Metsänhoitotoimenpiteillä voidaan entisestään edistää metsän kasvun lisääntymistä ja tarvittaessa vaikuttaa puulajien suhteisiin (esimerkiksi hillitä kuusen osuuden laskua) (Marttila ym. 2005).

Ilmastonmuutos todennäköisesti tulee edistämään kotimaisen puuraaka-aineen saatavuutta ja hintakilpailukykyä. Puuraaka-aineen parantunut saatavuus saattaisi lisätä metsäteollisuutta Suomessa tai ainakin jarruttaa sen siirtymistä muihin edullisempien tuotantokustannusten maihin.

Männyn, lehtipuiden ja jalojen lehtipuiden osuuden on arvioitu kasvavan ja kuusen osuuden laskevan Etelä-Suomessa. Puuraja voi siirtyä pohjoisemmaksi ja korkealaatuisen kuusitukin, männyn ja koivun saatavuus lisääntyä merkittävästi. Nämä muutokset saattavat vaikuttaa metsäteollisuuden prosessivalintoihin, tuotantorakenteeseen ja sijoittamiseen Suomessa (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto), Nykyisin paperi ja kartonki-, vaneri-, lastulevy- ja kuitulevytehtaat ovat keskittyneet Suomen eteläosiin kun taas sellutehtaat ja sahat sijaitsevat laajemmin levittäytyneenä Suomen etelä- ja keski-osissa.

Kotimaan puuraaka-aineen lisääntyminen vaikuttaisi metsäteiden investointi- parannus- ja ylläpitotarpeisiin samoin kuin vähäliikenteisten ratojen kehittämistarpeisiin. Samoin sisävesiliikenteen väyliä, laituripaikkoja ja uiton pudotuspaikkoja joudutaan mahdollisesti kehittämään. Kotimaan puunkuljetukset lisääisivät kotimaan kuljetuksia kaikilla käytetyillä kuljetusmuodoilla.



Kuva 14. Lehtipuiden osuus puustosta voi lisääntyä ilmastonmuutoksen johdosta.



Keskilämpötilan nousuun liittyvien metsän kasvun kannalta kielteisten tekijöiden yhteisvaikutusta on vaikea arvioida. Kohonnut keskilämpötila voi lisätä kuivuutta, mutta hiilidioksidipitoisuuden nousu saattaa kompensoida sen vaikutusta. Metsäpalariski lisääntyy. Hyönteisten, hirvien ja kauriiden aiheuttamat tuhot sekä sienitaudit voivat lisääntyä. Näiden vaikutus riippuu myös lieventämistoimenpiteistä (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto).

Vuotuisen sademäärän kasvu edistää keskilämpötilan nousun kanssa metsien kasvua. Yhdessä lisääntyneen hiilidioksidipitoisuuden kanssa se kompensoi lisääntyneen haihdunnan kielteisiä vaikutuksia metsän kasvuun (Marttila ym. 2005).

Lisääntyneellä sademäärällä on myös kielteisiä vaikutuksia. Sateisuuden kasvaessa syksyllä, kesäleimikot voivat vähentyä. Lisääntyvä sadanta ja kosteus lisää sienitautien riskiä, mutta riski vakavista tuhoista pääpuulajeilla arvioidaan pieneksi (Marttila ym. 2005). Keskilämpötilan noustessa ja sademäärien kasvaessa puun varastointiolosuhteita joudutaan oleellisesti parantamaan teiden ja ratojen varsilla, mikä vaikuttaa kuljetusjärjestelmien suunnitteluun.

Hirvi- ja metsäkauriskannat hyötyvät lumipeitteen vähenemisestä. Näin ollen talvilaidunalueiden tuhot vähenevät, mutta tuhot kohdistuvat laajemmalle alueelle liikkumisen helpottuessa (Marttila ym. 2005).

Vesistötulvat esimerkiksi pitkän hyvin sateisen ajanjakson jälkeen voivat vaikeuttaa puun uittoja tehtaille.

On arvioitu, että metsissä lumipeitteen vähenemisen ja lämpötilan kohoamisen yhteisvaikutuksesta metsien routaantuminen vähenee Pohjois- ja Itä-Suomessa, mutta vähenee vain lievästi muualla Suomessa (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto, Ala-Outinen ym. 2004). Tämä merkitsisi sitä, että korjuuolosuhteet paranisivat jonkin verran Etelä- ja Länsi-Suomessa, koska pakkaset välittyvät maahan paremmin ja lisäksi lumen väheneminen helpottasi liikkumista. Suuressa osassa maata korjuu- ja metsätyöolosuhteet kuitenkin vaikeutuisivat. Nykyisiä metsänkorjuu- ja metsänhoitomenetelmiä jouduttaisiin ehkä kehittämään, jotta puuston korjuuvauriot eivät lisääntyisi. Merten ja sisävesien jääolosuhteiden helpottuessa (ahtojään riskin lisääntymistä lukuun ottamatta) monien metsäteollisuudelle tärkeiden kuljetusten edellytykset paranevat. Roudattoman ajan kasvu voi lisätä nykyiselläkin tuulisuudella ja myrskyjen esiintyvyydellä laajojen metsävaurioiden riskiä (Marttila ym. 2005, Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto). Tämä aiheuttaa vaihteluita puuntarjontaan ja hintaan sekä vaatimuksia eri puulajien varastojen lisäämiselle. Tuulisuuden ja myrskyisyyden lisääntyminen nykyisestä lisäisi edelleen metsävaurioiden riskiä.

Metsäteollisuuden kilpailukykyyn ja raaka-aineen saantiin vaikuttavat ilmastonmuutos ja ääri-ilmiöt muissa metsäteollisuusmaissa.

### Muita vaikutuksia

Suomen ilmastonmuutos vaikuttanee eniten maatalouteen, metsäteollisuuteen ja elintarviketeollisuuteen. Lisäksi suuri osa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista on yleisiä ja ne voivat kohdistua useisiin teollisuuden ja kaupan aloihin ja vaikuttaa laajasti kuljetuskysyntään. Esimerkiksi ääri-ilmiöt voivat vaikeuttaa tärkeiden hankintatavaroiden ja raaka-aineiden saantia ja nostaa niiden hintoja. Kriittisten hankintatavaroiden osalta yrityksissä on yleensä laadittu strategiset vaihtoehtoiset hankintasuunnitelmat yllättäviä tilanteita varten. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat ääritilanteet lisäävät myös itse toimitusketjujen riskejä ja epävarmuuksia sekä vaikeuttavat vastuiden jakamisesta sopimista (toimitusehdot).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksista muihin toimialoihin on vain vähän olemassa olevaa tietoa. Joitakin ilmastonmuutoksen suoria toimialakohtaisia vaikutuksia on kuitenkin havaittavissa muidenkin toimialojen osalta.

Jos kotimaisuusaste nousee elintarviketeollisuuden raaka-aineissa, elintarviketeollisuus Suomessa kasvaa, elintarvikkeiden vienti kasvaa ja tuonti vähenee, tämä vaikuttaa kaupan logistiikkajärjestelmiin ostoista lähtien. Logistiikkajärjestelmän kotimaapainotteisuus voi hieman lisääntyä.

Lämmitystarpeen pieneneminen (joka on merkittävämpi kuin jäähdytystarpeen lisääntyminen) saattaa vähentää kivihiilen, öljyn ja nestekaasun tuontia Suomeen sekä tähän liittyvää Suomen sisäistä kuljettamista. Ilmastoinnin ja jäähdytyksen lisääntynyt energiankulutus kesällä voi osaltaan hieman hidastaa energiankulutuksen vähenemistä (Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto, Koetse & Rietveld 2009, Caldwell ym. 2002). Sekä sähkön, että primäärienergian kulutus kasvavat Suomessa, mutta eri primäärienergiälähteiden osuudet kokonaiskulutuksesta muuttuvat. Mm. öljyn, hiilen, sähkön tuonin ja turpeen osuuksien ennustetaan vähenevän (ilmaston muuttumisesta riippumaton arvio). Ilmastonmuutoksen merkittävimmät vaikutukset energiasektorille tulevat hillintätoimenpiteiden kautta, eivät esim. vähenevän lämmitystarpeen kautta. Energiankysynnän kausivaihtelut saattavat jossain määrin pienentyä, toisaalta tulevaisuudessakin on varauduttava kysyntähuippuihin (Marttila ym. 2005).

Veden niukkuus vaikuttaa moneen toimialaan eri osissa maailmaa. World Resources Institiuten ja AT Kearneyn (2008) mukaan teollisuus joutuu nykytilanteessakin kilpailemaan asukkaiden kanssa vesivaroista ja tämä voi ääritapauksissa johtaa teollisuusveden käytön estymiseen. Useimmissa maissa käyttöveden tuotantoa ja myyntiä tuetaan julkisin varoin niin, että veden myyntihinta on merkittävästi alempi kuin sen tuotanto- ja ulkoiset kustannukset. Monet teollisuusyritykset ovat riippuvaisia tuetun veden saannista. Veden käyttötehokkuuteen sijoittamisella voidaan lieventää veden hinnan nousun kielteisiä vaikutuksia.

Ilmastonmuutos (sademäärän kasvu, routaantumisen väheneminen) voi lisätä maaperää ja juuristoja säästävien metsänhoito- ja metsänkorjuukoneiden kysyntää. Samoin lastaus-, siirto- ja purkulaitteille voidaan tarvita lisäominaisuuksia. Erikoiskuljetusten kysyntä voi hieman kasvaa.

Sademäärän ja rankkasateiden kasvaessa avokaivosten tyhjentämistarve voi lisääntyä, mikä saattaa hieman lisätä tuotantokustannuksia. Tämä vaikutus arvioidaan kuitenkin kokonaisuuteen nähden hyvin pieneksi eikä se vaikuta kaivannaisteollisuuden tuotantomääriin ja kuljetuskysyntään. Kanadalaisen selvityksen mukaan ilmastonmuutos vaikuttaa kaivosteollisuuteen kaikissa toiminnan vaiheissa eli etsinnässä, kaivamisessa, rikastamisessa ja kaivoksen jälkihoidossa (Pearson 2003). Mm. rankkasateet voivat lisätä patorakennelmiin kohdistuvia huippukuormia ja virtaamia veden ohjaamista ja pidättämistä varten tehdyissä rakenteissa. Voimistuvat myrskyt voivat lisätä voimansiirtorakenteiden haavoittuvuutta.

## 5.2 Vaikutukset kuljetuksiin ja liikenneinfrastruktuuriin

### Yleisiä vaikutuksia

Monessa yhteydessä on esitetty, että ilmastonmuutos ja hillintätoimenpiteet aiheuttavat vain vähän sopeutumistarvetta tavaraliikenteessä verrattuna talouden rakennemuutokseen. Tämä tutkimuksen aikana on kuitenkin tullut selväksi, että mahdollisia vaikutuksia on monella eri saralla, joskaan niiden merkitystä suhteessa muihin toimintaympäristön muutostekijöihin on vaikea arvioida.

Suhteellinen merkitys riippuu ilmastonmuutoksen voimakkuudesta, hillintätoimenpiteiden laajuudesta ja voimakkuudesta kilpailijamaihin verrattuna, rakennemuutoksen nopeudesta ja muista lukuisista ilmastonmuutoksen rinnalla vaikuttavista muutostekijöistä. Huoli rahtikuljetusten kasvavista päästöistä lisänee sääntelyä, vähäpäästöisten kuljetusten kysyntää ja ilmastomyönteisen yrityskuvan merkitystä sekä investoijien kiinnostusta kuljetusyritysten ilmastoon liittyvien riskien hallintaan (Eren 2008).

Ilmaston muuttumisen myötä lisääntyvien liikennehäiriöiden vaikutukset ovat voimakkaampia niillä koko järjestelmän toimivuuden kannalta merkittävimmillä kuljetuskäytävillä, joilla jo nykytilanteessa on kapasiteettiongelmia ja joilla vaihtoehtoisia, kilpailukykyisiä reittejä on vähän. Purkamalla näitä kapasiteettiongelmia investoinnin, voidaan ehkäistä ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia. Jos ääri-ilmiöt ja sitä kautta häiriöt tavaraliikenteessä lisääntyvät, tiedonkulun sujuvuuden merkitys kuljetusketjuissa korostuu entisestään. Liikennehäiriöihin voi joissakin tapauksissa liittyä myöhästymisten lisäksi myös tuotevahingot, mm. vesivahingot tulvimisen yhteydessä ja onnettomuuksien aiheuttamat vahingot.

Tavaraliikenteen infrastruktuurin suunnittelussa on jo nykyisinkin jossain määrin huomioitu ilmaston luontainen vaihtelu ja mahdolliset ääritilanteet. Ilmastonmuutos voi kuitenkin aiheuttaa ääritilanteita ja pysyviä muutoksia ilmaston luontaiseen vaihteluun, joihin ei ole varauduttu. Työpajassa korostui, että ilmastonmuutoksen johdosta tehtävät investoinnit on kohdennettava tarkasti ja suhteutettava niistä saataviin hyötyihin.

Kaikilla kuljetusmuodoilla kuljetuksen hidastaminen luonnollisesti vähentää polttoaineen kulutusta. Suurempiin kuljetuseriin siirtyminen (suuremmat kuljetusvälineet ja täyttöasteen parantaminen kaikilla kuljetusmuodoilla) vähentää polttoaineen kulutusta kuljetettua yksikköä kohti. Kuljetus- ja logistiikkayritykset saattavat tulevaisuudessa erityyttää palveluitaan mm. kuljetuksen nopeuden perusteella. Kuljetusasiakas voi valita hitaamman, mutta halvemman kuljetusketjun, jossa esimerkiksi toimitusaika ei ole aivan täsmällisesti määriteltä. Tämän seurauksena teollisuus saattaa ennakoinnilla, toimitusketjun suunnittelun parantamisella ja varastoinnilla vähentää kiireellisten ja tarkkaan ajankohtaan sidottujen toimitusten tarvetta.

Kuljetusten yhdistelemiseen, eri ympäristötehtäviin tarvittavien resurssien lisäämiseen ja kaluston uusimiseen voi suuremmilla kuljetus- ja logistiikkayrityksillä olla keskimäärin paremmat edellytykset kuin pk-yrityksillä. Siksi hillintätoimenpiteet voivat vaikuttaa kuljetussektorin keskimääräiseen yrityskokoon Suomessa.

Australialaisen selvityksen mukaan tavarakuljetusyritysten kustannukset tulevat kasvamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sekä välillisesti, että suoraan (Eren 2008). Liikennesektorille laajentuva päästökauppa tulee nostamaan polttoaineiden ja sähkön hintoja. Ilmastonmuutos nostaa suoraan muun muassa veden ja vakuutuksien hintoja vaikuttaen siten yritysten tarvitsemiin tuotteisiin ja palveluihin. Toisaalta Australialaisessa selvityksessä, jossa arvioitiin taloudellisella mallilla päästövähennystavoitteiden vaikutusta liikennesektorille, havaittiin, että hiilelle asetettu hinta vaikuttaa suhteellisen vähän kuljetusten kustannuksiin (Garnaut 2008). Palkat, ajoneuvot ja verotus ovat suurempi kuluerä kuin polttoaine. Esimerkiksi Ranskassa on arvioitu, että polttoaineen hinnan täytyisi kahdeksankertaistua jotta kuljetuskustannukset kaksinkertaistuisivat (ITF 2008). Ongelmana rahtiliikenneyrityksille kuitenkin on polttoainekustannusten nopean nousun siirtäminen kuljetusten hintoihin, sillä sopimukset ovat yleensä pitkäkestoisia.

Euroopan unionissa on laadittu arvio ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden vaikutuksista liikennesektorin työpaikkojen kehittymiseen vuoteen 2030 mennessä. Tutkimuksessa arvioidaan, että EU:n 25:ssä jäsenvaltiossa noin 15 miljoonaa työpaikkaa liittyy suoraan tai epäsuorasti liikenteeseen (Dupressoir S ym., 2007). Työpaikkojen määrän arvioidaan kasvavan hillintätoimenpiteitä sisältävässä vaihtoehtoskenaariossa 20 % Business as usual -perusskenaarioon verrattuna.

Vähentämällä liikennemääriä 10 % ja lisäämällä rautatie- ja joukkoliikennettä voidaan työpaikkojen lukumäärä rautatie- ja joukkoliikenteessä jopa nelinkertaistaa perusskenaarioon verrattuna. Vaihtoehtoskenaariossa rahdin maantiekuljetusten työpaikkojen määrä kasvaa myös, mutta kasvu jää kuitenkin 50 % pienemmäksi kuin perusskenaariossa.

Suomessa lämmitystarpeen väheneminen sekä siirtyminen puhtaampiin energialähteisiin vähentää tarvetta tuoda kivihiiltä ja öljyä, mikä vähentäisi meriliikenteen tuontikuljetuksia, tie-, rata- ja vesiliikenteen runkokuljetuksia sekä tieliikenteen jakelukuljetuksia. Maa- ja metsätaloustuotteiden kuljetukset saattavat lisääntyä pidentyvän kasvukauden johdosta (Ilmatieteen laitos, Ilmastomuutos-sivusto, Koetse & Rietveld 2009, Caldwell ym. 2002). Elintarvikkeiden ja raakapuun tuonti voi pienentyä kotimaisen raaka-aineen lisääntyessä. Kotimaan tie-, rata- ja sisävesi-/rannikkokuljetukset lisääntyvät ja tuonti laivoilla ja lentokoneilla vähenee. Toisaalta elintarvikkeiden ja metsäteollisuustuotteiden vienti voi ilmastomuutoksen seurauksena lisääntyä. Kotimaisen energiatuotannon lisääntyminen lisää kotimaan kuljetuksia.

Kuljetusketjuissa (lastitilat, kuljetuskalusto, terminaalit, varastot) jäähdytysenergian tarve kasvaa ja lämmitysenergian tarve vähenee.

Ääri-ilmiöiden lisääntyessä kansainvälisten kuljetusketjujen riskit kasvavat. Kuljetusketjujen vastuiden ja vakuutusten sopiminen voi hankaloitua ns. Force Majeure onnettomuuksien lisääntyessä.

#### Vaikutukset kuljetusmuodon valintaan

Ilmastomuutoksen aiheuttamien infrastruktuurihäiriöiden vaikutus kuljetusmuodon valintaan on vielä epäselvä, koska tutkimuksia ei yhtä lukuun ottamatta juurikaan ole (Koetse & Rietveld, 2009). Mainitussa tutkimuksessa havaittiin, että useimmilla ilmastoskenaarioilla ei tapahtunut merkittävää muutosta kuljetusmuodossa.

Kuljetusmuotojen erilaiset kasvihuonekaasupäästöt voivat ilmastopolitiikan ohjaustoimien kautta vaikuttaa siihen, minkä tyyppisiä kuljetuksia yritykset käyttävät tulevaisuudessa.

Likkanen (2003) on laskenut tavaraliikenteen yksikköpäästötietojen avulla esimerkkejä kuljetusketjujen hiilidioksidipäästöistä. Selvityksen mukaan kotimaan sisäisessä liikenteessä voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä merkittävästi käyttämällä suorien tiekuljetusten asemesta kuljetusketjuja, joissa runkokuljetus tapahtuu joko rautateitse tai vesitse. Käytettävä maakuljetustapa on keskeinen tekijä myös kansainvälisten merikuljetusketjujen hiilidioksidipäästöissä, mutta erilaisten intermodaalisten ja multimodaalisten kuljetusjärjestelmien välillä erot hiilidioksidipäästöjen suhteutetuissa määrissä ovat yllättävän pienet.

Kågeson (2001) on arvioinut, että päästökauppa nostaisi kokonaiskuljetuskustannuksia pitkänmatkan rekkvoja käytettäessä 10-13 % (Ruotsin hintataso) Se vähentäisi kuljetuskysyntää 7,2 % Ruotsissa. Kuljetuskysyntään ja kuljetusmuodon valintaan vaikuttaa muut tekijät enemmän kuin polttoainekustannus. Päästökauppa vaikuttaisi tieliikennettä enemmän lento-, laiva- ja rautatieliikenteeseen, koska energiaverotus ei nykyään koske niitä. Jos ulkoiset kustannukset sisällytetään kaikkien kuljetusmuotojen kustannuksiin, se ei merkittävästi muuttaisi kulkumuotojakamaa, koska prosentuaaliset hinnanmuutokset olisivat lähes samansuuruisia.

Ruotsalainen tutkimusinstituutti on tehnyt vuoteen 2020 ulottuvia, kahteen makroekonomiseen globaaliin ympäristöskenaarioon ja herkkyyksianalyysiin perustuvia arvioita tavaraliikenteen muutoksista (SIKA 2005). Selvityksessä arvioidaan raskaiden raaka-aineiden kuljetusten merkityksen vähentyvän ja painoa kohti laskettuna kalliiden tuotteiden kuljetuksen merkityksen lisääntyvän. Tuonti-, vienti- ja kauttakuljetusten arvioidaan lisääntyvän enemmän kuin sisäisten kuljetusten. Herkkyyksianalyysi osoitti, että mikäli tavarajunille annetaan etuajo-oikeus henkilöjuniin nähden, liikenne siirtyy merkittävästi maanteiltä rautateille, riippuen kuitenkin rautatieverkon kapasiteetin kasvun jakautumisesta.

Australialaisessa selvityksessä on mallinnettu tulevaisuuden kuljetusjärjestelmiä päästövähennystavoitteiden näkökulmasta ja tarkasteltu muutoksia eri aluetasoilla (Garnaut 2008). Suurin osa liikennesektorin päästövähennyksistä saadaan aikaan ajoneuvoteknologian muutoksilla. Päästökaupan myötä hiillelle asetettu hinta siirtää hiukan tavarakuljetuksia teiltä rautateille. Selvityksessä tehdyn herkkyyksianalyysin mukaan korkea fossiilisten polttoaineiden hinta lisää välittömästi siirtymää tieliikenteestä muihin kuljetuksen ja jakelun muotoihin (mm. rautatiet ja putkistot).

Garnaut'n (2008) raportin mukaan paikallisten kuljetusten kuljetusmuodossa ei arvioida tapahtuvan merkittävää muutosta, mutta polttoaineiden korkea hinta todennäköisesti tulee vähentämään kuljetuskysyntää toimintojen tehostamisen myötä. Alueellisissa kuljetuksissa kuljetusmuodon muutoksissa etenkin teiltä rautateille on kasvavia mahdollisuuksia päästövähennyksiin. Tiekuljetus säilynee merkittävimpänä kuljetusmuotona ei-bulkkituotteille. Osa kaupunkien välisistä maantiekuljetuksista voi siirtyä rautateille, mikäli rautatieverkkoa laajennetaan ja intermodaalisia terminaaleja rakennetaan lisää. Kansainvälisissä kuljetuksissa laivojen ja lentokoneiden kulkuneuvoteknologian kehityksellä ja kysynnän muutoksilla arvioidaan tulevan olemaan suurin vaikutus päästövähennyksiin. Raportissa todetaan, että lyhyellä aikavälillä polttoaineen korkealla hinnalla on todennäköisesti suurempi vaikutus ilmaliikenteen kustannuksiin kuin päästöjen hinnalla, mutta vuosisadan loppupuoliskolla päästöjen hinnalla voi olla merkittävästi suurempi vaikutus ilmakuljetusten kysyntään, mikäli vähäpäästöisiä polttoaineita ei ole kehitetty.

### Tiekuljetukset

Suomessa tehdyssä esiselvityksessä ennakoidaan ilmastonmuutoksen haittoja ja etuja tieliikenteessä (Saarelainen ja Makkonen 2007). Selvityksen tulokset koskevat vaikutuksia tienpitoon ja liikenteeseen sekä varautumis- ja muutostarpeita. Ala-Outinen ym. (2004) ovat tarkastelleet ilmastonmuutoksen vaikutuksia maa- ja vesirakentamiseen, ja samassa yhteydessä vaikutuksia mm. teiden rakentamiseen ja ylläpitoon.

Sateen ja erityisesti rankkasateiden lisääntyminen voi lisätä raskaan liikenteen, kuten muunkin tieliikenteen onnettomuuksia. Tieliikenteen yleisen turvallisuuden kannalta raskaan liikenteen onnettomuudet ovat muulle liikenteelle erityisen vaarallisia. Työpajassa esitettiin, että kulkumuotojen välisissä siirtymissä erityisen arvokasta olisi erikoiskuljetusten siirtyminen pois maanteiltä.

Ilmastonmuutoksen (rankkasateet, sumu, liukkauden kasvu jne.) seurauksena onnettomuusriskit ja työtaturmat voivat lisääntyä sekä jakelukuljetuksissa, runkoliikenteessä, että terminaali- ja satama-alueilla (Saarelainen ja Makkonen 2008). Tieliikenteessä sateen onnettomuuksia lisäävä vaikutus on voimakkain pitkän poutajakson jälkeen. Sateiden lisääntyessä tieliikenne keskimäärin hidastuu ja liikenneuhkat lisääntyvät. Hitaassa liikenteessä vakavat onnettomuudet harvinaistuvat. Vähemmän vakavat onnettomuudet saattavat sen sijaan lisääntyä. Onnettomuusriskin kannalta lumisateen merkitys on kuitenkin suurempi kuin sateen (Koetse & Rietveld, 2009). Myös sumuisuuden mahdollinen lisääntyminen lisää onnettomuusriskiä. Tulevaisuudessa yhä suurempi osa sateista tulee vetenä.

Hirvikanta, valkohäntäpeurakanta ja metsäkauriskanta kasvavat lumipeitteen vähetessä ja ravinnonsaannin helpottuessa. Hirvionnettomuusriski voi kasvaa, mikäli tarvittaviin toimenpiteisiin ei ryhdytä (Marttila ym. 2005). Pysyvän lumen aika ja lumen valoa heijastava vaikutus vähenee, mikä myös osaltaan heikentää näkyvyyttä ja turvallisuutta.

Kaatuneiden puiden aiheuttamat ongelmat tieliikenteelle lisääntyvät routa-ajan lyhetessä (Saarelainen ja Makkonen 2007). Rankkasateet voivat aiheuttaa kaikille kuljetusmuodoille viivästyksiä ja väylien tilapäisiä sulkemisia. Kelirikon esiintyminen talvella edellyttää raskaan liikenteen talven painorajoituksia samalla kun painorajoitukset keväällä harvinaistuvat. Rannikolla ja vesistöjen varsilla sijaitsevien liikenneväylien tilapäiset tai pidemmät katkokset voivat lisääntyä, jos meritulvat yleistyvät.

Skotlantilaisessa tutkimuksessa on arvioitu ilmastonmuutoksen seurauksena esiintyvien korkeiden lämpötilojen aiheuttavan tiepäällysteiden pehmenemistä ja pidentyvän kasvukauden lisäävän tieympäristön hoidon tarvetta (Galbraith ym. 2005).

Etelä-Suomessa voi talviajan kunnossapito päätiestöllä helpottua lumisateen ja nollakelien harvinaistuessa (alkuvaiheessa kuitenkin lisääntyvät), mutta Keski- ja Pohjois-Suomessa nollakelien ja jäätymis-sulamisilmiöiden lisääntyminen lisää ylläpitokustannuksia. Satava lumi on entistä kosteampaa ja hankalampaa poistaa (Marttila ym. 2005, Ala-Outinen ym. 2004, Saarelainen ja Makkonen 2007). Poronhoitoalueilla ei suolan käytön lisääminen liene mahdollista vaan tarvitaan muita keinoja. Toisaalta tuulisuuden mahdollisesti lisääntyessä lumen kinostumisesta seuraava auraustarve kasvaa (Saarelainen ja Makkonen 2007).

Koko Suomen tasolla marras- joului- ja maaliskuun kustannukset pienenevät, mutta tammi- helmikuun kustannukset kohoavat (Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto, Marttila ym. 2005, Ala-Outinen ym. 2004). Toisaalta lumettomuus ja vesisateisuus rasittaa päällysteitä, tierakenteita ja tiemerkeitä lumikeliiä enemmän.



Kuva 15. Sumuisuuden ja sateisuuden lisääntyminen voi lisätä onnettomuusriskiä. Toisaalta liikenne hidastuu ja vakavat onnettomuuden vähenevät.

Sateen ja erityisesti rankkasateen lisääntyessä tierunkojen eroosio lisääntyy, mikä lisää korjaustarvetta ja on otettava huomioon suunnittelumääräyksissä. Lisääntynyt sadanta lisää alemman tieverkon kunnossapidon tarpeita (Saarelainen ja Makkonen 2007).

Kun aurattujen pintojen (teiden) routaantuminen vähenee ja routaa on lyhyemmän aikaa vuodesta (Ala-Outinen ym. 2004), tietöitä ja päällystetöitä voidaan tehdä nykyistä pidemmällä vuotuisella ajanjaksolla, jolloin kapasiteetin käyttö tasaantuu ja kustannukset voivat välillisesti laskea. Maanteiden routasuojaustarpeen väheneminen on mahdollista pitkällä aikavälillä, mutta lyhyellä aikavälillä ei ole syytä muuttaa routasuojausta (Saarelainen ja Makkonen 2007).

Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitustason, jolloin vahingot yleistyvät ja kasvavat (esimerkiksi rumpujen vauriot, siltojen ja rumpujen keilojen vauriot, luiskien sortumat, penkereen ja päällysrakenteen kulumisvauriot, veden nousu tielle ja alikulkuihin ja reikiintyminen). Pohjaveden nousu aiheuttaa kantavuuden alenemista, ja tierakenteiden vaurioriski kasvaa. (Saarelainen ja Makkonen 2007) Taajamissa viemärien tukkeutumisesta aiheutuvat tulvat kaduilla voivat lisääntyä.

Nykyisin sorateiden kelirikko on voimakasta useina viikkoina keväällä ja syksylläkin. Se katkaisee mm. puunkuljetukset useiksi viikoiksi. Jos talvella tai myöhään syksyllä esiintyy enemmän lämpimiä kelejä ja vesisadetta kuin nykyisin, aiemmin syksyllä/talvella jäänyt tien runko sulaa pinnasta, mutta vesi ei pääse imeytymään maahan jääkerroksen läpi. Tilanne paranee vasta kuivumisen tai uudelleen jäätyneen ansiosta. Tällaiset tilanteet eli talven ja syksyn kelirikko voisivat yleistyä talven keskilämpötilan nousun johdosta koko maassa (mm. Saarelainen ja Makkonen 2007).

Kevään kelirikon odotetaan kuitenkin aikaistuvan ja lyhenevän talvien lämpötilan nousun ja talvien vesisateen lisääntymisen johdosta. Aurattujen pintojen (esimerkiksi teiden) roudan syvyyden ja keston arvioidaan vähenevän koko maassa. Silloin sulaminen samoin kuin kelirikko aikaistuu ja kestää lyhyemmän aikaa kuin ennen (Ala-Outinen ym. 2004, Saarelainen ja Makkonen 2007). Tähän myötävaikuttaa myös se, että lumipeite on ohuempi ja sulaa keväällä nopeammin.

Nämä muutokset voivat merkitä kokonaisuutena sitä, että sorateiden kelirikkoa voi tulevaisuudessa ajoittain esiintyä pidemmällä ajanjaksolla (myöhäisestä syksystä aikaiseen kevääseen), mutta myöhäisemmän kevään ajo-olosuhteet paranevat verrattuna nykyiseen.

Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet EU:ssa tulevat todennäköisesti jatkossa sisältämään paljon nimenomaan tieliikenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä, jotka tulevat koskemaan sekä runko-, että jakeluliikennettä. Kuljetusten yhdistelemisen lisäksi (kuvattuyllä) toimenpiteet tulevat koskemaan mm. käytettyä energialähdettä ja ajoneuvoteknologiaa.

Tiekuljetusalan tulevaisuuskatsauksen mukaan vuonna 2020 ilmastonmuutoksen vuoksi:

- Ympäristövaikutuksista on tullut merkittävä kuljetusalan ja niiden asiakasyritysten päätöksentekoon vaikuttava tekijä.
- Ympäristöystävälliset ajoneuvot ovat yleistyneet tiekuljetuksissa, mutta samalla ne ovat nostaneet kuljetushintoja.
- Tiekuljetusalan yritykset tarjoavat kuljetuspalvelujen lisäksi yhä enemmän erilaisia "ekologisia" lisäarvopalveluja.
- Mm. näiden lisäarvopalvelujen kysynnän kasvu on lisännyt tiekuljetusalan työvoiman kysyntää.

Tiekuljetusten haasteena tulee olemaan ympäristöystävällisen teknologian edelleen kehittäminen sekä vaihtoehtoisten polttoaineiden ja energiavaihtoehtojen käytön lisääminen. Myös erilaisia toimintoja ja palveluita, kuten kierrätystä yhdistettäneen yhä enemmän tavarakuljetuksiin (Salanne ja Tikkanen 2009).

#### Kaupunkiseutujen jakelukuljetukset

Ilmastomuutoksen (rankkasateet, sumu, liukkauden kasvu jne.) seurauksena onnettomuusriskit ja työtaturmat voivat lisääntyä jakelukuljetuksissa. Jakelukuljetusten infrastruktuuria, kuten vastaanottotiloja ja opastuksen näkyvyyttä tulee kehittää jakelukuljetusten toimivuuden varmistamiseksi. Rankkasateet ja erityisesti lumisateet voivat aiheuttaa jakelukuljetuksissa viivästymisiä ja väylien tilapäisiä sulkemisia.

Jakeluliikenteen kannalta kaupunkien ruuhkamaksuilla voi olla myönteisiä vaikutuksia, sillä kuljetukset voivat nopeutua, ja työajan säästö voi korvata mahdolliset ruuhkamaksujen kustannukset. Ruuhkamaksujärjestelmän yksityiskohdat ratkaisevat sen merkityksen ja vaikutuksen jakeluliikenteelle.

Ilmastomuutoksen hillitsemisessä puhutaan yhdyskuntarakenteen tiivistämisestä ja ihmisten asiointiliikenteen vähentämisestä. Kaupan suuryksiköt vähentävät jakeluliikennettä, mutta lisäävät asiointiliikennettä. Hillintätoimenpiteet saattavat suosia lähipalveluita, mikä on tavaraliikennettä lisäävä toimenpide, mutta kokonaisliikennettä mahdollisesti vähentävä toimenpide.

Myös lähiruuan tuotannosta ja käytöstä keskustellaan liikennesuoritetta vähentävänä hillintätoimenpiteenä. Lähiruokatuotanto, siltä osin kuin se tapahtuu useissa pienissä yksiköissä, saattaa lisätä kuljetussuoritteita verrattuna suurtuotantoyksiköihin, joista ruoka kuljetetaan keskimäärin kauemmas, mutta suuremmissa erissä ja käyttäen suurille voilymeille suunniteltua terminaaliverkostoa ja jakelujärjestelmää.

#### Ratakuljetukset

Suomessa on tehty esiselvitys ilmastomuutoksen vaikutuksista radanpitoon sekä sopeutumistarpeista radanpidossa (Saarelainen ja Makkonen 2008). Siinä käsitellään ilmastomuutoksen vaikutuksia radanpitoon ja liikenteeseen sekä arvioidaan riskejä ja tarkastellaan ilmastomuutokseen varautumisen mahdollisuuksia. Sen mukaan helteistä johtuvat turvallisuusongelmat ja nopeusrajoitukset voivat lisääntyä alkukesällä sivuradoilla ja ratapihoilla. Onnettomuusriskit ja työtaturmat voivat terminaali- ja satama-alueilla. Kaatuneiden puiden aiheuttamat ongelmat lisääntyvät routa-ajan vähetessä. Myös kiskojen liukkaus ja siitä seuraavat jarrutus- ja kiihdytysongelmat voivat lisääntyä (Saarelainen ja Makkonen 2008, Eddowes ym. 2003). Rankkasateet voivat aiheuttaa viivästymisiä ja rataosuuksien tilapäisiä sulkemisia.

Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitustason, jolloin tulvien aiheuttamat vahingot ratapenkereille ja luiskille yleistyvät ja kasvavat. Sivuradoilla rankkasateet lisäävät pengerluiskien ja siltojen maatumien keulojen eroosiota. Pohjaveden nousu aiheuttaa kantavuuden alenemista ja vaurioriskin kasvamista ratarakenteille. Ratapenkereen vettäminen voi aiheuttaa painaumia ja sortumisvaaraa. Kiskojen epätasaisuutta voi syntyä, jolloin ajonopeuksia joudutaan alentamaan. Raiteen epätasaisuuden esiintyminen saattaa lisääntyä myös siellä, missä jäätymis-sulamistoistot lisääntyvät (Marttila ym. 2005, Saarelainen ja Makkonen 2008). Lisääntyneet rankkasateet ja tulviminen vaativat muutosten huomion rumpujen kunnossapidossa sekä uusien rumpujen, ojien, silta-aukkojen, alikulkujen, muiden kuivatusjärjestelyjen ja penger materiaalien suunnittelussa. Ratapenger on kapeudestaan johtuen herkempi kuin tie. Uusilla ja peruskunnostetuilla pääradoilla lisääntynyt sadanta ei aiheuta välittömiä ongelmia.



Tasoparannuksissa ja uutta rataa rakennettaessa routasuojaustarpeen väheneminen on mahdollista pitkällä aikavälillä, lyhyellä aikavälillä ei ole syytä muuttaa routasuojausta. Jos routaantuminen vähenee ja routaa on lyhyemmän aikaa vuodesta, ratatöitä voidaan ehkä tehdä nykyistä pidemmällä vuotuisella ajanjaksolla, jolloin kapasiteetin käyttö taantuu ja kustannukset voivat välillisesti laskea.

Jos jäätymispiste ylitetään jatkossa useammin (nollapistepäivät lisääntyvät), se rasittaisi entistä enemmän betonirakenteita, vaihteita ja laitureita. Eddowesin ym. (2003) mukaan lumen aiheuttamat tukokset harvenevat, ratojen, vaihteiden ja kaapelien jäätyminen vähenee. Toisaalta voidaan olettaa, että laitteiden puhtaanapidon tarve lumesta kasvaa, mikäli tuulisuus lisääntyy. Joka tapauksessa lumi häiritsee tavaraliikennettä vähemmän kuin henkilöliikennettä, sillä tavaraliikenne on toistaiseksi vähemmän automatisoitua ja siksi vähemmän häiriöherkkää. Ratojen turvalaitteet ja muut laitteet saattavat tarvita enemmän jäähtytystä ja sähkönsyöttöjohdot seurantaan lämpövenymisen ja roikkumisen varalta (Saarelainen ja Makkonen 2008).

Hillintätoimenpiteet pääosin suosivat rautatiekuljetuksia ja siirtymiä tiekuljetuksilta raide-liikenteeseen, mutta myös rautatiekuljetusten osalta on tunnistettavissa päästöjen vähentämisen keinoja: rautateiden akselipainojen nostaminen, junien pituuden kasvattaminen, täyttöasteiden lisääminen, käytetyn sähkön tuotantotavan ekologisuus (VR:ssä jo nykytilanteessa käytetään vesivoimalla tuotettua sähköä). Suomessa junien pituuden kasvattaminen ei ole todennäköinen toimenpide.

Trans-Siperian rautatien kautta kulkevat vastaavaa merikuljetusta nopeammat kuljetukset saattava kasvattaa suosiotaan, kun hillintätoimenpiteet edellyttävät vähäpäästöisyyttä, mutta asiakkaat edellyttävät nopeita kuljetuksia.

### Meri- ja sisävesikuljetukset

PIANC (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure) on selvittänyt raportissaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia meri- ja sisävesiliikenteen infrastruktuuriin ilmastonmuutostekijöittäin, vaikutustyypeittäin sekä vaikutusalueittain (satama, rannikkoalue, offshore tai alukset ja sisävesiliikenteen osalta joet, kanaalit, kanavat ja järvet; sulut, padot ja rakenteet; liikenteen ohjaus; alukset).

Ympärivuotinen yhteys Koillisväylällä voi avautua, mikä suuntaisi Suomen tuonti- ja vietikuljetuksia sekä Venäjän kauttakuljetuksia osin esimerkiksi Murmanskian sataman kautta (PIANC 2008, Koetse & Rietveld 2009). Laulajainen (2009) on arvioinut, että kun arktisia reittejä voidaan hyödyntää, laivaliikenteen matka-ajat lyhenevät 10-35 %.

Jääpeitteen ja jääpeiteajan vähetessä alhaisemman jääluokan alukset voisivat käydä suuressa osassa Suomen satamia lähes ympärivuotisesti. Alhaisen jääluokan irtotalukset pystyisivät hoitamaan kauttakulkuliikenteen kuljetuksia Suomen satamista lähes ympäri vuoden, mikä parantaisi Suomen kilpailukykyä irtotavaran kauttakulkukuljetuksissa Venäjältä.

Talvien lämpenemisen johdosta osa sisävesiväylistä voi tulevaisuudessa olla avoinna lähes ympärivuotisesti. Ympärivuotisuus tukee uusia investointeja satamarakenteisiin ja terminaaleihin sekä pitkiä kuljetussopimuksia, jotka mahdollistavat investoinnit uusiin sisävesialuksiin sekä satamien ja lastauspaikkojen infrastruktuuriin (Salanne ja Sikiö 2008, Halonen ym. 2009).

Ääri-ilmiöiden lisääntymisen aiheuttamat riskit vaikuttavat merikuljetuksiin. Ns. Force Majeure riskit ovat erityisen suuria merikuljetuksissa. Myrskyisyyden lisääntyminen Atlantilla ja Luoteis-Euroopassa saattaa vaikeuttaa myös Suomen päässä liikenteen aika-tilutusta ja ennakoitavuutta. Sen sijaan Itämeren alueella myrskyisyys ei lisääntyne.

Ilmastonmuutoksen (rankkasateet, sumu, liukkauden kasvu jne.) seurauksena onnettomuusriskit ja työtapaturmat voivat lisääntyä satama-alueilla ja alusten kansilla. Lisääntyneistä rankkasateista johtuvat lisääntyneet sisävesitulvat voivat lisätä alikulkukorkeusrajoituksia ja kanavarakenteiden vaurioita (Halonen ym. 2009). Rankkasateet, tulvatilanteet ja merisumu voivat vaikeuttaa satamien toimintaa ja pidentää ajoittain laivojen seisonta-aikoja satamissa.

Sisävesillä korkeimman ja matalimman vedenkorkeuden ajoitukset muuttuvat ja ääripäät (minimi- ja maksimivedenkorkeudet) voimistuvat. Vuoden korkein vedenkorkeus aikaisuu, mutta ajoitusmuutokset vaihtelevat vesistöjen välillä. Kevättulvat vähenevät ja talven vedenkorkeudet kasvavat. Tällaiset muutokset vaatisivat säännöstelykäytäntöjen, kuljetusten vuosijärjestelyjen ja käytettävän aluskaluston muuttamista. Lisääntyvän sademäärän ja keskilämpötilan nousun yhteisvaikutusta sisävesien vedenkorkeuteen on kuitenkin vaikea arvioida. Ääritilanteissa joidenkin väylien virtausnopeudet voivat kasvaa liian korkeiksi. Toisaalta suurempi keskimääräinen sademäärä voi lisätä keskeisen liikennekauden vedenkorkeutta ja mahdollistaa lastinottokyvyltään nykyistä suurempien sisävesialusten käytön (Ala-Outinen ym. 2004, Halonen ym. 2009, Saarelainen ja Makkonen 2007, PIANC 2008).



Kuva 16. Talvimerenkulku voi helpottua ilmastonmuutoksen ansiosta. Ahtojäät voivat kuitenkin yleistyä.

Euroopan osalta matala vedenkorkeus vaikeuttaa kuljetuksia. Esimerkiksi vilkkaasti liikennöityjen jokien kuten Mississippi ja Rein (noin 70 % EU:n sisävesikuljetuksista) pinnan korkeuden lasku aiheuttaa merkittävää kuljetuskustannusten nousua, kun proomuihin ei voida lastata täyttä kuormaa (Koetse & Rietveld, 2009). Esimerkiksi vuoden 2003 hyvin kuivan kesän arvioidaan aiheuttaneen Rein –joen kuljetuksissa jopa 69 miljoonan euron menetykset. Toisaalta Saksassa aloitetussa tutkimusohjelmassa Auswirkungen des KLImawandels auf Wasserstraßen and Schifffahrt (Ilmastonmuutoksen vaikutukset jokiin ja laivamatkoihin) tutkitaan alueellisten ilmastomallien avulla ilmastonmuutoksen, ja erityisesti sään ääri-ilmiöiden, vaikutuksia Reinin ja sen sivujokien alueella sekä Saksan rannikolla (Becker ja Heinrich 2009, Carambia ja Frings 2009). Tähänastisten tulosten mukaan vuoteen 2050 mennessä Reinin keskimääräisissä virtaamissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia, vuosina 2071–2100 virtaama lisääntyisi kesäaikana ja pienenisi talvella.

Meren lämpötilan nousu voi vaikeuttaa merenmittausta ja elektroniikka voi hellejakson aikana häiriintyä ja vikaantua. Jos tuulisuus merijään vähetessä lisääntyy, aallokot ja jäävallit voivat lisääntyä, mikä vaikeuttaa merenmittausta ja alusliikenteen avustamista. Lisäksi laitteiden häiriöt voivat lisääntyä (Halonen ym. 2009).

Suomenlahden vesimäärän kasvu (Suomenlahdella meren pinta voi maan kohoamisesta huolimatta nousta hieman) ja tuulisuuden lisääntyminen lisää tulvimistilanteiden todennäköisyyttä, ja tämä voi vaurioittaa satamalaitteita ja -rakennuksia sekä satamaan johtavia maaliikenneväyliä. Sateisuuden lisääntymisen johdosta viemäröintiä voidaan joutua parantamaan. Myös työskentelyolosuhteita satama-alueilla joudutaan kehittämään, ja katettujen tilojen ja laiturien tarve voi kasvaa.

Jos merijään keskimääräinen peittävyys ja paksuus vähenevät, sekä esiintymisjakso lyhenee, jäänmurron tarve voi jonkin verran pienentyä pitkällä aikajänteellä. Toisaalta jään sohjoisuuden lisääntyminen yhdessä voimakkaiden länsi- ja lounaistuulten kanssa lisäävät ahtojäiden ja sohjovöiden muodostumista ja sitä kautta jäänmurron tarvetta (Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutos-sivusto, Halonen ym. 2009, Marttila ym. 2005).

Tärkeiden Euroopan satamakaupunkien osalta on kiinnostavaa, että Nicholls ym. (2007) ovat arvioineet rannikkoalueiden väestön ja infrastruktuurin altistumista tulville nykyisin (vuosi 2005) ja ilmaston muuttuessa. Tutkimuksen mukaan haavoittuvimpia satamakaupunkeja Euroopassa ovat Amsterdam, Rotterdam, Lontoo ja Hampuri. Helsingissä äärimmäisten vedenkorkeuksien vahingoille alttiin omaisuuden arvon arvioidaan nousevan miljardin Yhdysvaltain dollarista 7,7 miljardiin dollariin.

Tulevaisuudessa merikuljetuksia koskevat entistä tiukemmat päästörajoitukset, jotka osittain koskevat kasvihuonekaasuja. IMO:ssa vuonna 2008 hyväksytyn merenkulun ympäristönsuojelusopimuksen (MARPOL, Marine Pollution) uudistetun ilmansuojeluliitteen tavoitteena on vähentää alusten typenoksidi- ja rikinoksidipäästöjä, mitkä eivät suoraan vaikuta ilmastonmuutokseen.

IMO käynnisti keväällä 2008 työn merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimien suunnittelemiseksi. Kööpenhaminan ilmastokonferenssia varten IMO:ssa valmisteltiin mm. merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi teknisiä ja operaatio-naalisia toimenpiteitä, kuten uusien alusten energiatehokkuussuunnitteluindeksi, laivan energiatehokkuuden hallinnan suunnittelun työkalu (sis. myös nopeuden optimoinnin) ja energiatehokkuuden operationaalisen indikaattorin kaikille laivoille.

Sinänsä kannatettavat päästörajoitushankkeet tulevat asiantuntijalausuntojen mukaan merkitsemään varustamojen polttoaine- ym. kustannusten nousua ja tätä kautta lisäkustannuksia Suomen ulkomaankaupalle. Kasvihuonepäästöjen rajaamisen hinnaksi on arvioitu noin 200 milj. euroa. Arvioitujen kokonaiskustannusten toteutumiseen vaikuttavat muun muassa liikennemäärien kasvu, päästötonnin hinta sekä merenkulun päästötavoitteiden taso tulevina vuosina (Liikenne- ja viestintävaliokunta 2009). Koska polttoainetta kuluu kuljetettua yksikköä kohti meriliikenteessä vain vähän, polttoainekustannusten nousu meriliikenteessä ei horjuttane meriliikenteen asemaa ainakaan Suomen ulkomaanliikenteessä.

Hankkeen yhteydessä järjestetyssä työpajassa epäiltiin, että kasvihuonekaasujen vähentäminen meriliikenteessä on vaikeaa sen takia, että toimenpiteiden allokoiminen monikansallisella kentällä on hyvin vaikeaa.

Meriliikenteen kehittymiseen vaikuttaa myös tavoite EU:ssa siirtää mm. maanteiden liikennettä lyhyen matkan merikuljetuksiin. Valkoinen paperi Euroopan liikenteestä 2010 korostaa lähimeriliikenteen roolia mm. kulkumuotojakauman tasapainottamisessa.

Euroopan komissio julkaisi vuonna 2003 ohjelman lähimerenkulun edistämiseksi, joka sisältää sekä lainsäädännöllisiä, teknisiä, että operatiivisia toimenpiteitä.

Suomen meriliikenteestä raakaöljy, öljytuotteet sekä kivihiili ja koksi ovat noin 35 % Suomen satamien ulkomaanliikenteen kuljetetuista tonneista (Merenkululaitos, tilasto vuodelta 2008). Raaka-öljyä kuljetetaan Kilpilahden ja Naantalin satamissa, öljytuotteita, kivihiiltä ja koksia useissa satamissa. Fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen ilmaston lämmitessä ja ennen kaikkea siirryttäessä uusiutuviin energialähteisiin, vaikuttaisi erityisesti sellaisiin satamiin, joissa fossiilisten energialähteiden osuus kuljetuksista on suuri. Toisaalta meriliikenteen kulkumuoto-osuus öljyn, öljytuotteiden, kivihiilen ja koksen kuljetuksista verrattuna muihin kuljetusmuotoihin saattaa hillintätoimenpiteiden myötä lisääntyä. Samoin muiden tavaralajien merikuljetukset tulevat ennusteiden mukaan kasvamaan.

### Ilmakuljetukset

Liukkaita aiheuttavien olosuhteiden lisääntyminen lisää lentoaseman pitäjän kustannuksia. Liukkaus ei itsessään kasva lentokentillä, koska se ehkäistään ennakoita.

Ääri-ilmiöiden lisääntyminen vaikuttaa myös lentokuljetusten riskeihin, vastuisiin ja tavarakuutuksiin.

Eurocontrol'n viimeisimmän raportin mukaan useita Euroopan päälentokenttiä sijaitsee joko rannikolla tai jokien läheisillä tasangoilla (Eurocontrol 2008). Merenpinnan nousu ja jokien voimakkaammat tulvat voivat vaikeuttaa näiden lentokenttien toimintaa, mikä voi vaikuttaa Suomesta lähtevään ja tänne tulevaan lentorahtiliikenteeseen.



Kuva 17. Myrskyisyyden ei odoteta lisääntyvän Suomessa, mutta myrskyisyyden lisääntyminen ulkomailla voi vaikuttaa Suomen ulkomaanlentojen sujuvuuteen.

Kova tuuli haittaa lentokoneiden nousuja ja laskuja ja lisäksi sade, sumu ja savu haittaavat näkyvyyttä. Sumuisuuden mahdollinen lisääntyminen aiheuttaisi ongelmia lentokuljetuksille. Lentojen perumiset, myöhästymiset ja käännetykset laskeutumislentokentältä voivat yleistyä (Koetse & Rietveld 2009). Rankkasateet voivat aiheuttaa myös viivästyksiä.

Äärimmäisen korkeiden lämpötilojen yleistyminen voi yhdessä lentokonetyypin, kiitoradan pituuden, kohdekentän sijainnin ja korkeuden yms. tekijöiden kanssa heikentää lentokoneiden moottoreiden polttoainetehokkuutta ja siten vähentää lentokoneiden rahdille käytettävissä olevaa kuljetuskapasiteettia (Mills ja Andrey 2002).

Jäänesto- ja lumenpoistotarve voi vähentyä, jos lentokoneet sulavat useammin kentällä itsestään ilman kemikaaleja. Lämmitysenergian ja lentokenttien aurauksen tarve vähennee (kenttäalueet ja kiitoradat). Toisaalta liukkaudentorjuntaa voidaan joutua lisäämään. Forster (2007) on arvioinut lentorahtiliikenteen yritystoimintaan liittyviä riskejä ilmastomuutoksen näkökulmasta. Tavarakuljetuksiin liittyvän yritystoiminnan riskit ovat suuret ja liittyvät lentoliikenteen muita kuljetusmuotoja suurempiin tonnikipometrikohtaisiin KHK-päästöihin. Säädöksiin liittyvä riski on suuri ja koskee päästöjen kansainvälisten säätelytoimien kohdentumista ja vaikutuksia tuotteiden kuljettamiseen. Oikeustoimiin liittyvä riski on mahdollisten kanteiden lisääntyminen niitä rahtiliikennetahoja vastaan, joiden ei katsota hoitavan velvollisuuttaan päästöjen vähentämisessä.

Kuluttajien toiminnasta aiheutuva riski tarkoittaa erilaisten kampanjoiden vaikutusta tuotteiden ilmastoystävällisyyteen liittyvään negatiiviseen mielikuvaan, esimerkiksi ruuan food-mile- ja eco-mile- käsitteiden syntymiseen ja sitä kautta jälleenmyyjien toimintaan hankintapaikan ja kuljetustavan valinnassa. Tuotteiden todellisten päästöjen selvittäminen ja ilmaiseminen merkintöjen avulla tulee kasvattamaan merkitystään.

Kuljetusmuodon muuttumisen riski tarkoittaa tavarankuljetusten siirtymistä pois suhteellisesti enemmän päästöjä per tonnikipometri tuottavasta ilmakuljetuksesta vähemmän päästöjä tuottavaan kuljetusmuotoon. Kuluttajien puolelta ei ole havaittu kysyntää ilmastoon liittyville toimille. Jotkut firmat pitävät ilmastomuutosta kustannustekijänä, toiset taas mahdollisuutena uusille tuotteille ja palveluille. Toisaalta ilmakuljetuksina kuljetettava lasti on jo nyt pitkälti erikoislastia (arvo- ja kiiretavaraa) ja korvaavaa kuljetustapaa voi olla vaikea löytää ainakaan ilman, että asiakastarpeet ja koko logistinen järjestelmä muuttuu.

Forsyth (2008) on selvittänyt ilmastopolitiikan vaikutuksia lentoliikenneteollisuuden kilpailutilanteeseen, hintoihin ja kannattavuuteen, mutta tavaraliikennettä ei ole tarkasteltu erikseen. Selvityksessä todettiin, että ilmastomuutoksen hillintätoimenpiteet, kuten hiilivero ja päästökauppa, tulevat lisäämään lentoyhtiöiden kustannuksia, vaikka ilmaisten päästöoikeuksien vaikutus kustannuskehitykseen onkin epäselvä. Kustannusten siirto asiakkaille ei toteutune täysimääräisenä lyhyellä aikavälillä, mutta pidemmällä aikavälillä joitakin yhtiöitä mahdollisesti poistuu reiteiltä, mikä saattaa johtaa hintojen kohoamisen.

Hankkeen yhteydessä järjestetyssä työpajassa esitettiin kuitenkin, että polttoainekustannuksilla on pieni vaikutus liikennöintikustannuksiin verrattuna muihin tekijöihin. Näin ollen polttoaineen hintaan vaikuttavilla hillintätoimenpiteillä olisi vain pieniä vaikutuksia tavarakuljetuksiin lentoliikenteessä.

## 6. Internet -kyselyn tulokset

Ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksia yritystoimintaan ja kuljetuksiin Suomessa selvitettiin internetkyselyllä loppuvuonna 2009. Kysely suunnattiin kuljetus- ja logistiikka-alan yrityksille, viranomaisille, tutkimus- ja kehitysorganisaatioille ja järjestöille sekä vähittäis- ja tukkukaupan yrityksille ja teollisuusyrityksille. Kyselylinkki lähetettiin vastaajille sähköpostitse alan liittojen ja järjestöjen kautta.

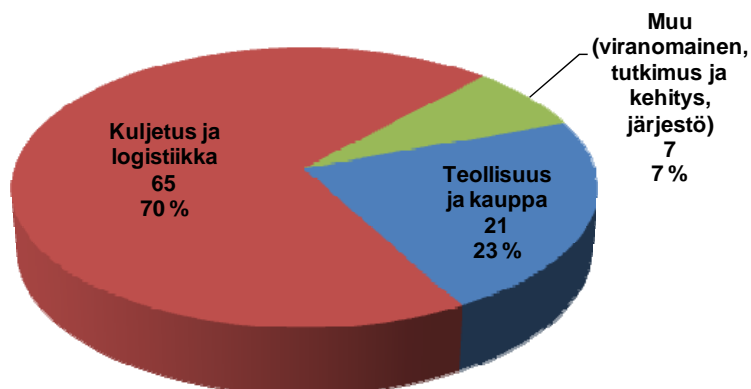
Kyselyn lähtökohtana olivat Ilmatieteen laitoksen laatimat ilmastonmuutoskenaariot, jotka tiivistettiin yhteen taulukkoon (Taulukko 3). Taulukko esitettiin kyselylomakkeessa vastaajille, jotta he saisivat yleiskuvan ilmastonmuutoksesta kysymyksiin vastaamista varten. Kyselylomake on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 3. Ilmastonmuutoksesta kyselyyn vastaajille esitetty tiivistetty kuvaus ilmastonmuutoksesta.

	Vuoteen 2030 mennessä	Vuoteen 2050 mennessä
Suomen keskilämpötila	Nousee yli 2°C	Nousee 3,5-5°C
Talvikuukaudet	Lämpenevät kuukausista eniten, pohjoinen Suomi hieman enemmän kuin Etelä-Suomi	
Pakkaspäivät	Vähenevät	
Talvien nollakelit	Yleistyvät koko maassa	
Hellepäivät	Kaksin- tai kolminkertaistuvat	
Sumut	Yleisyys maalla ja merellä lisääntynee lämpötilan kohotessa	
Routajaksot	Lyhentyvät	
Roudan paksuus	Vähenee	
Sademäärä	Kasvaa 6-8 %	Kasvaa talvikuukausina 14-18 %
	Kasvaa eniten Pohjois-Suomessa ja talvella	
Voimakkaat rankkasateet	Yleistyvät ja voimistuvat kesällä 5-10 % ja talvella 10-20 %	
Lumipeitepäivät	Vähenevät etelässä noin kuukaudella ja pohjoisessa vähemmän	Voivat vähentyä maksimissaan lähes kahdella kuukaudella
Lumipeitteen määrä	Vähenee Keski-Suomessa 15-30 %	Vähenee Keski-Suomessa 25-45 %
	Vähenee Pohjoisessa 5-30 %	
Lumen tiheys	Kasvaa	
Tulvatilanteet merellä ja sisävesillä	Voivat yleistyä	
Jään peittävyys ja paksuus merellä ja sisävesillä	Vähenee	
Itämeren jääpeiteaika	Lyhenee 10-30 vuorokautta	Lyhenee 30-50 vuorokautta
Laivojen jäätämiskahva	Pienenee	
Voimakkaimpien myrskyjen määrä	Kasvaa Atlantilla ja Luoteis-Euroopassa	
Myrskyisyys Suomessa	Ei tapahtune kovin suuria muutoksia	
Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteet	Tulevat tukeutumaan uusien ilmastositoumusten tai -pöytäkirjojen kautta. Myös kehitysmaat tai ainakin kehittyneimmät niistä tulevat vähitellen sitoumusten piiriin. Kansainvälisen lento- ja meriliikenteen päästöille tullaan asettamaan omat globaalit sitoumukset.	
Päästökauppajärjestelmä	Laajenee ja yhteisiä kriteerejä oikeuksien jakoon tullaan etsimään tai siirrytään oikeuksien huutokauppaan kaupan vääristymien ehkäisemiseksi	
Euroopan Unioni	Euroopan Unioni jatkaa edelläkävijänä kansainvälisessä ilmastopolitiikassa. Euroopan Unionissa tullaan jatkossakin sopimaan eri suuruisista jäsenmaiden vähennysvelvoitteista ja toteuttamaan jäsenmaiden yhteisiä päästöjen vähennystoimia.	

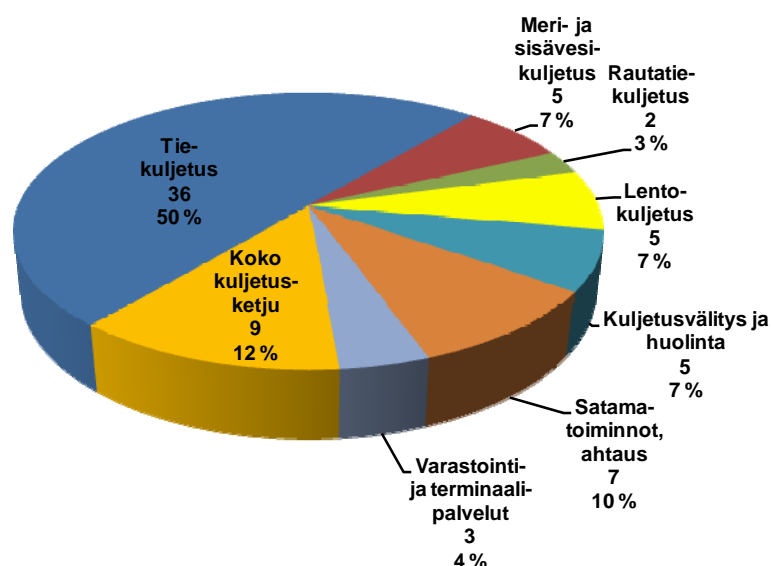
### 6.1 Vastaajien taustatiedot

Kyselyyn saatiin yhteensä 95 vastausta. Vastaajista noin 71 % toimi organisaatiossaan ylimmässä johdossa ja noin 19 % keskijohdossa. Kehitystehtävissä vastaajista toimi noin 5 % ja muissa tehtävissä noin 4 %. Suurin osa vastaajista (noin 56 %) toimi enintään 100 työntekijän organisaatioissa. Noin kolmasosa vastaajista toimi 101-500 työntekijän organisaatioissa ja viidesosa toimi yli 500 työntekijän organisaatioissa. Noin 70 % vastaajista toimi kuljetus ja logistiikka -päätoimialalla, noin 23 % teollisuuden ja kaupan päätoimialalla ja noin 8 % muulta päätoimialoilta (viranomainen, tutkimus ja kehitys sekä järjestö) (Kuva 18).



Kuva 18. Kyselyyn vastanneiden organisaatioiden päätoimialat. Kysymykseen vastasi yhteensä 93 organisaatiota.

Kuljetus ja logistiikka, viranomainen, tutkimus- ja kehitys sekä järjestö -päätoimialojen organisaatioista (72 organisaatiota) puolet toimi pääasiassa tiekuljetusalalla. Seuraavaksi suurimmat kuljetus ja logistiikka -päätoimialan organisaatioiden osa-alueet olivat koko kuljetusketju (noin 13 %) sekä satamatoiminnot ja ahtaus (noin 10 %). (Kuva 19)



Kuva 19. Kyselyyn vastanneiden kuljetus ja logistiikka, viranomainen, tutkimus- ja kehitys sekä järjestö -päätoimialojen organisaatioiden osa-alueet, joita organisaatioiden toiminta pääasiassa koskee. Kysymykseen vastasi yhteensä 72 organisaatiota.

Teollisuuden toimialalta kyselyyn saatiin yhteensä 19 vastausta. Vastauksia saatiin elintarvike-, energia-, kemia-, metalli- ja konepaja-, metsä- sekä muu teollisuus -päätoimialoilta 1-5 vastausta kultakin päätoimialalta. Kyselyssä vaihtoehtoina olleilta kaivannaisteollisuus ja elektroniikkateollisuus -päätoimialoilta ei saatu vastauksia. Vähittäis- ja tukkukaupan toimialalta saatiin kaksi vastausta.

Kuljetus ja logistiikka -päätoimialalta vastauksia kyselyyn saatiin yhteensä 65, joista 34 oli tiekuljetusalalta ja loput vastaukset meri- ja sisävesi-, rautatie- ja lentokuljetusaloilta, kuljetusvälitys- ja huolinta-alalta, satamatoimintojen ja ahtauksen alalta, varastointi- ja terminaali-palveluiden alalta sekä koko kuljetusketjun sisältävältä alalta, 2-7 vastausta kultakin alalta.

Muilta päätoimialoilta vastauksia saatiin yhteensä seitsemän, joista kolme vastausta saatiin viranomaisen -päätoimialalta, kolme tutkimus ja kehitys -päätoimialalta ja yksi järjestö -päätoimialalta.

## 6.2 Vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista

Kyselyssä osa kysymyssarjoista oli erilaisia eri päätoimialoilla sekä päätoimialojen osa-alueilla. Vastauksia saatiin osassa päätoimialoja ja päätoimialojen osa-alueita liian vähän, joten kyselyn analyysiä ei kaikilta osin voitu tehdä aivan suunnitellusti.

Vastaukset analysoitiin siten, että teollisuus -päätoimialalta saadut kaikkien teollisuusalojen yhteiset kysymykset analysoitiin yhtenä kokonaisuutena. Lisäksi analysoitiin teollisuuden ja kaupan toimialan yhteiset kysymykset yhtenä kokonaisuutena.

Metsäteollisuus ja elintarviketeollisuus -päätoimialoille oli erilliset kysymykset. Koska vastauksia saatiin metsäteollisuuden alalta vain kaksi ja elintarviketeollisuuden alalta vain neljä, vastauksista ei voi tehdä yleistäviä päätelmiä. Vastauksista on esitetty ne, joissa vastaajilla oli yhtenäinen käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista.

Kuljetus ja logistiikka, viranomainen, tutkimus ja kehitys sekä järjestö -päätoimialojen alatoimialoille oli erilliset kysymykset. Alatoimialojen kysymykset analysoitiin siten, että tiekuljetusalaa, meri- ja sisävesikuljetus- sekä satamatoimintojen ja ahtauksen aloja sekä koko kuljetusketjua koskevat kysymykset analysoitiin erikseen. Lisäksi rautatiekuljetusalan vastaukset (2 vastausta) sekä lentokuljetusalan vastaukset (4 vastausta) analysoitiin erikseen siten, että vastauksista esitettiin ne, joissa vastaajilla oli yhtenäinen käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista. Koska vastauksia saatiin rautatiekuljetusosalta ja lentokuljetusosalta vähän, ko. alojen vastauksista ei voi tehdä yleistäviä päätelmiä.

Väittämien tuloksista raporttitekstin seassa on esitetty ne tulokset, joiden väittämistä vähintään puolet vastaajista on ollut joko eri mieltä tai täysin eri mieltä tai ei samaa eikä eri mieltä tai samaa tai täysin samaa mieltä. Muiden väittämien tuloksia ei ole esitetty raporttitekstissä. Kaikkien väittämien vastaukset on esitetty raportin liitteessä 1 olevissa kuvissa, joissa näkyy myös vastausten jakaumat.

Väittämät laitettiin järjestykseen painottamalla kuljetusmuodon eri vastausvaihtoehtojen lukuarvoja vastaajien määrillä.

### 6.2.1 Teollisuus ja kauppa

#### Teollisuus

Teollisuuden toimialojen vastauksissa on mukana yhteensä 19 vastaajaa elintarvike-, metsä-, energia-, metalli- ja konepaja-, kemianteollisuuden sekä muun teollisuuden aloilta.

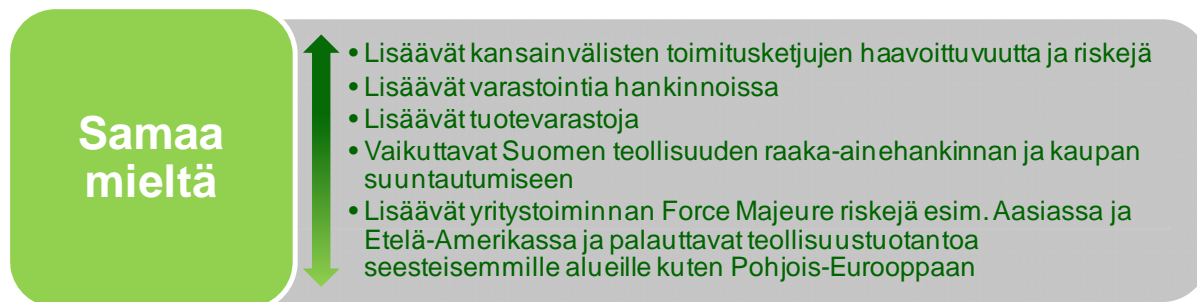
#### Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt

Teollisuuden toimialojen yritysten vastaajista selvästi suurin osa oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt lisäävät kansainvälisten toimitusketjujen haavoittuvuutta ja riskejä, varastointia hankinnoissa ja tuotevarastoja. Suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä väittämistä, että ääri-ilmiöt vaikuttavat Suomen teollisuuden raaka-ainehankintaan ja kaupan suuntautumiseen sekä lisäävät yritystoiminnan Force Majeure -riskejä ja palauttavat teollisuustuotantoa seesteisemmille alueille. (Kuva 20, Liite 1 Kuva 52)



## TEOLLISUUS

## Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt eri puolella maailmaa...



Kuva 20. Teollisuusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöiden tärkeimmistä vaikutuksista teollisuuteen. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

### Ilmastonmuutos kokonaisuutena

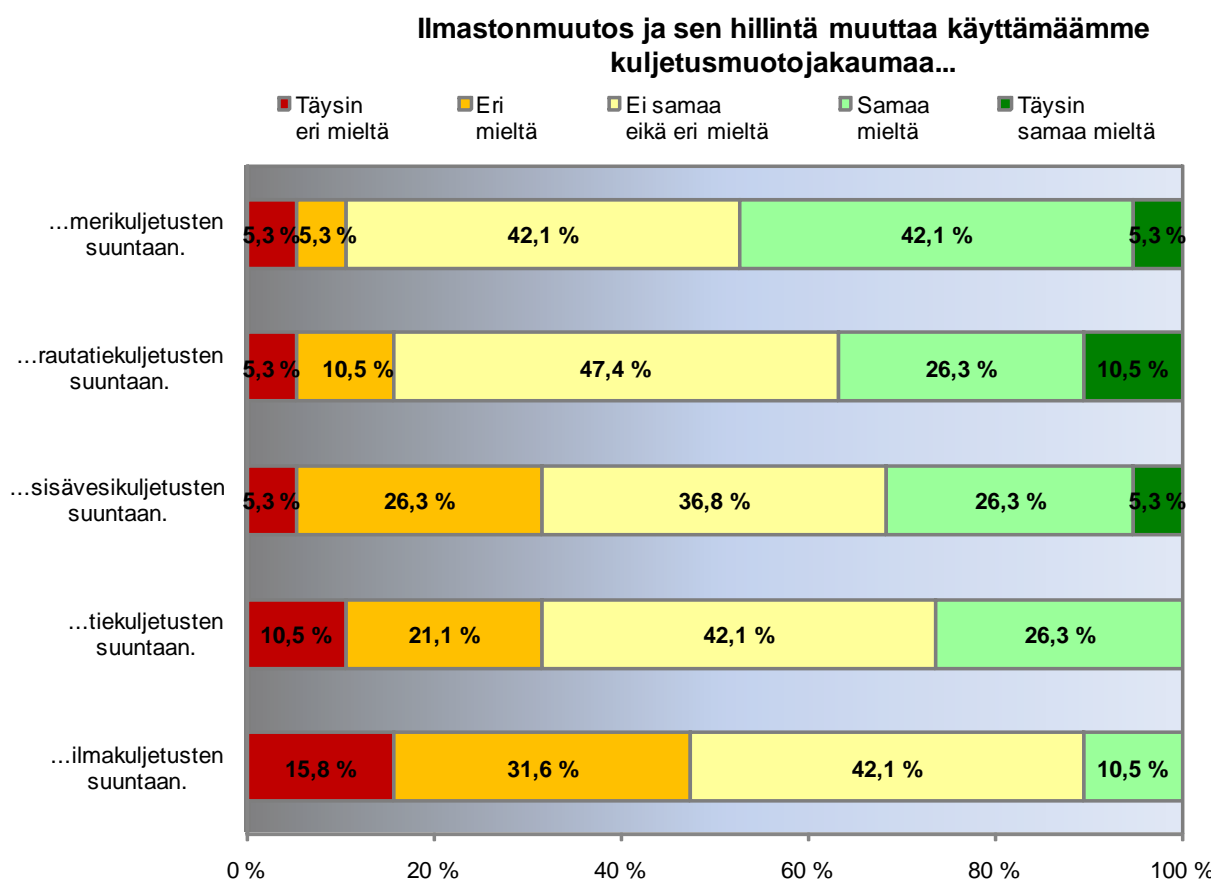
Teollisuuden toimialan vastaajat olivat toisaalta samaa tai täysin samaa mieltä väittämästä, että ilmastonmuutos kokonaisuutena parantaa teollisuusalan kansainvälistä kilpailukykyä ja lisää teollisuusalan tuotantomääriä Suomessa ja toisaalta eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämästä. Lisäksi suuri osa vastaajista ei ollut väittämistä samaa eikä eri mieltä. Vastaajien ristiriitaiset käsitykset johtunevat eri teollisuustoimialojen toiminnan luonteiden erilaisuudesta. (Liite 1 Kuva 53)

### Ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutus kuljetusmuotojakaamaan

Teollisuuden toimialan vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta kuljetusmuotojakaamaan.

Eniten teollisuuden toimialan vastaajat näkivät teollisuusyritysten kuljetusmuotojakauman muuttuvan meriliikenteen suuntaan ja seuraavaksi eniten rautatiekuljetusten suuntaan. Kuljetusmuotojakauman muuttumisesta sisävesikuljetusten suuntaan suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä, mutta toisaalta eri mieltä ja täysin eri mieltä vastanneita oli yhtä paljon. Kaikkein vähiten vastaajat näkivät kuljetusmuotojakauman muuttuvan ilmakuljetusten suuntaan. Ei samaa eikä eri mieltä vastanneiden osuus oli kuitenkin suuri kaikissa kuljetusmuotojakaumakysymyksissä. (Kuva 21)

## Teollisuus Ilmaston muuttumisen vaikutukset



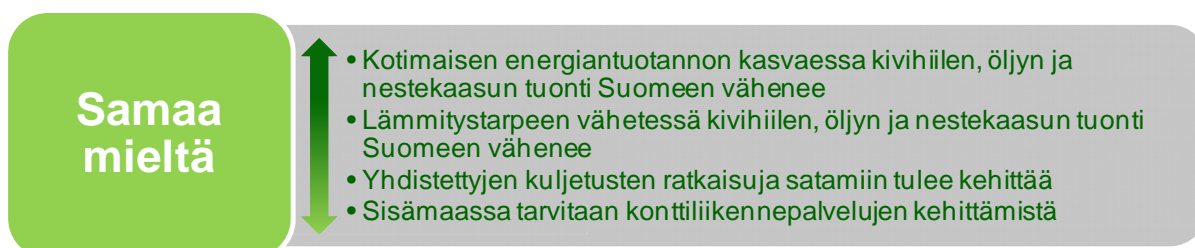
Kuva 21. Teollisuusalan vastaajien käsitys ilmastomuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista teollisuusyritysten käyttämään kuljetusmuotojakaamaan.

### Ilmastomuutoksen vaikutukset mm. energiantuotantoon ja -tarpeeseen

Teollisuuden toimialan vastaajista selvästi suurin osa näki kotimaisen energiantuotannon kasvaessa ja lämmitystarpeen vähetessä kivihiihen, öljyn ja nestekaasun tuonnin Suomeen vähenevän. Suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että yhdistettyjen kuljetusten ratkaisuja satamiin tulee ilmastomuutoksesta johtuen kehittää ja että sisämaassa tarvitaan konttiliikennepalvelujen keskittämistä. (Kuva 22, Liite 1 Kuva 54)

#### TEOLLISUUS

#### Ilmastomuutoksen vaikutukset



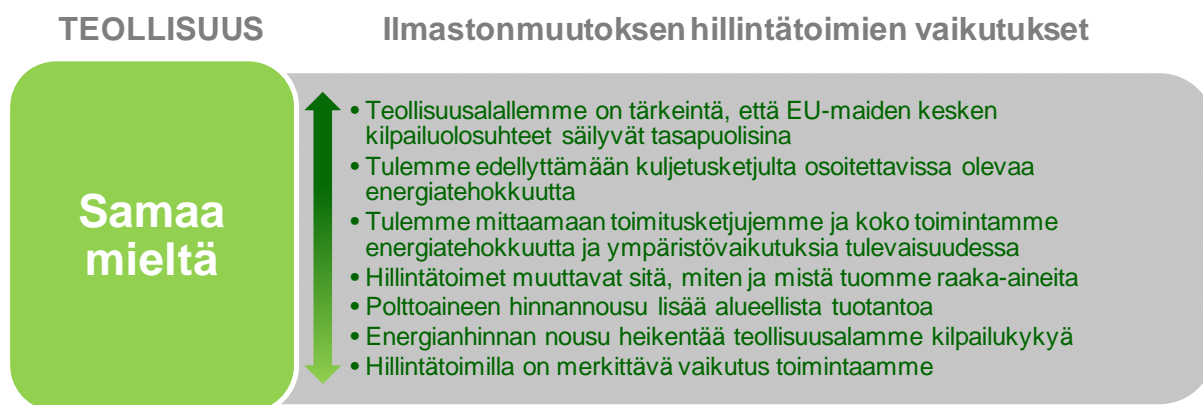
Kuva 22. Teollisuusalan vastaajien käsitys ilmastomuutoksen tärkeimmistä vaikutuksista mm. energiantuotantoon ja -tarpeeseen. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

Metsäteollisuuden erillisiin kysymyksiin vastanneet kaksi vastaajaa olivat samaa mieltä väittämistä, että ilmastonmuutoksen vaikutuksena männyn ja lehtipuiden osuus kasvaa puustossa, mikä vaikuttaa metsäteollisuuden prosessivalintoihin ja tätä kautta rakentamiseen Suomessa sekä siitä, että metsäteollisuuden logistiikka vaikeutuu ilmaston muuttuessa (talven kelirikon yleistyminen, tautien välttäminen, katetut varastot, talven hakkuiden vaikeutuminen). Vastaajat eivät olleet samaa eivätkä eri mieltä väittämistä, että puuston kasvun lisääntyminen Suomessa jarruttaa metsäteollisuuden siirtymistä muihin maihin sekä puun uitto vähentyy talvien lämmitessä, koska uitettavan talvipuun korjuu vaikeutuu.

Vastaajat olivat eri mieltä väittämästä, että puuston kasvun huomattavasta lisääntymisestä johtuen metsäteollisuutta lokalisoituu ulkomailta takaisin Suomeen.

Elintarviketeollisuuden erillisiin kysymyksiin vastanneilla neljällä vastaajalla ei ollut yhteistä käsitystä ilmastonmuutoksen vaikutuksista.

Selvästi suurin osa teollisuuden toimialan vastaajista piti teollisuusalallensa tärkeimpänä kilpailuolosuhteiden säilymistä tasapuolisina EU-maiden kesken. Samoin selvästi suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että tulevaisuudessa toiminnan energiatehokkuutta ja ympäristövaikutuksia tullaan mittaamaan ja kuljetusketjuilta edellytetään osoitettavissa olevaa energiatehokkuutta. Selvästi suurin osa vastaajista näki hillintätoimien muuttavan sitä miten ja mistä raaka-aineita tuodaan. Yli kaksi kolmasosaa vastaajista näki polttoaineen hinnannousun lisäävän alueellista tuotantoa. Energian hinnan nousun suurin osa vastaajista näki heikentävän teollisuusalojen kilpailukykyä. Yli puolet teollisuuden toimialan vastaajista näki hillintätoimilla olevan merkittävä vaikutus toimintaansa, mutta suuri osa vastaajista ei ollut väittämästä samaa eikä eri mieltä. (Kuva 23, Liite 1 Kuva 58)



Kuva 23. Vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen hillintätoimien tärkeimmistä vaikutuksista teollisuuteen. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

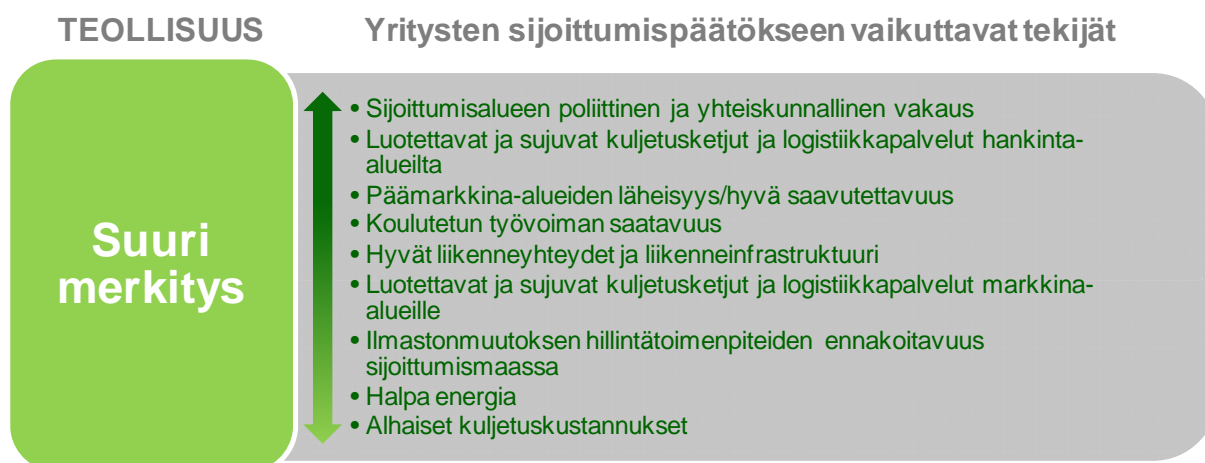
Metsäteollisuuden erillisiin kysymyksiin vastanneet kaksi vastaajaa olivat samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksesta Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden kannalta on suuri merkitys, millaisiin velvoitteisiin muut teollistuneet maat sitoutuvat. Vastaajat eivät olleet samaa eivätkä eri mieltä siitä, että päästönien huomioon ottaminen päästöjen vähennysvelvoitteissa vähentää metsäteollisuuden halukkuutta investoida kehitysmaihin eivätkä siitä, että Venäjän liittyminen teollisuusmaita koskeviin päästötavoitteisiin vähentää halukkuutta investoida sinne. Vastaajat olivat eri mieltä tai täysin eri mieltä siitä, että päästövähennystoimien kustannuksilla ei ole olennaista merkitystä kilpailukykyille.

Elintarviketeollisuuden erillisiin kysymyksiin vastanneet neljä vastaajaa olivat samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksesta energian hinnan nousulla on suuri merkitys Suomen energiateollisuuden sijoittumiseen ja samaa mieltä siitä, että nousevat kuljetuskustannukset lyhentävät raaka-aineiden hankintaketjuja.

### Yritysten sijoittuminen

Teollisuuden toimialan vastaajia pyydettiin arvioimaan eri tekijöiden merkitystä yrityksen sijoittumispäätöksen kannalta. Tekijät liittyivät ilmastonmuutokseen liittyvien asioiden lisäksi myös muihin yrityksen kannalta merkittäviin asioihin.

Vastaajien mielestä tärkein tekijä oli sijoittumisalueen poliittinen ja yhteiskunnallinen vakaus, jolla oli kaikkien vastaajien mielestä vähintään kohtalainen merkitys yrityksen sijoittumispäätösten kannalta. Tärkeysjärjestyksessä seuraavaksi tärkeimpiä tekijöitä olivat luotettavat ja sujuvat kuljetusketjut ja logistiikkapalvelut hankinta-alueilta, päämarkkina-alueiden läheisyys/hyvä saavutettavuus, koulutetun työvoiman saatavuus sekä hyvät liikenneyhteydet ja liikenneinfrastruktuuri, luotettavat ja sujuvat kuljetusketjut ja logistiikkapalvelut markkina-alueilla, ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden ennakoitavuus sijoittumismaassa, halpa energia sekä alhaiset kuljetuskustannukset. (Kuva 24, Liite 1 Kuva 59)



Kuva 24. Teollisuuden vastaajien käsitys tärkeimmistä yrityksen sijoittumispäätökseen vaikuttavista tekijöistä. Kuvassa on esitetty ne tekijät, joita vastaajista vähintään puolet piti merkitykseltään suurina tai erittäin suurina.

### Teollisuus ja kauppa

Teollisuuden ja kaupan toimialojen vastauksissa on mukana yhteensä 21 vastaajaa elintarvike-, metsä-, energia-, metalli- ja konepaja-, kemianteollisuuden ja muun teollisuuden aloilta sekä vähittäis- ja tukkukaupan alalta.

Teollisuuden ja kaupan toimialojen vastaajista selvästi suurin osa näki uuden tai uudenlaisen liiketoiminnan ja tuotannon syntymisen lisääntyvän jonkin verran tai merkittävästi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksesta. Suurin osa vastaajista näki, että ilmastonmuutoksella ja sen hillintätoimilla ei ole vaikutusta varastointiin. (Kuva 25, Liite 1 Kuva 60)

## TEOLLISUUS JA KAUPPA

### Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutukset

Lisää

- Uuden/uudenlaisen liiketoiminnan ja tuotannon syntyminen

Ei  
vaikutusta

- Varastointi

Kuva 25. Teollisuuden ja kaupan alan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksista eri tekijöihin. Vastaajista vähintään puolet arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän lisäävän jonkin verran tai merkittävästi uuden/uudenlaisen liiketoiminnan ja tuotannon syntymistä. Vastaajista vähintään puolet arvioi, että ilmastonmuutoksella ja sen hillinnällä ei ole vaikutusta varastointiin.

#### Tärkeimmät vaikutukset teollisuuteen ja kauppaan

Teollisuuden ja kaupan toimialojen vastaajilta kysyttiin avoimilla kysymyksillä järjestyksessä kolmea suurinta toimialaansa vaikuttavaa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta, perusteluja vaikutuksista ja mahdollisia varautumistoimenpiteitä. Vastaukset laitettiin lopulliseen tärkeysjärjestykseen painottamalla vastaajien mielestä tärkeimpien vastausten lukumääriä kolmella, toiseksi tärkeimpien kahdella ja kolmanneksi tärkeimpien yhdellä ja laskemalla luvut yhteen.

Vastaajat pitivät **kustannuksiin liittyviä asioita**, joita olivat kustannusten nousu, energian saatavuus ja hinta sekä polttoaineiden ja raaka-aineiden hinta, hintojen nousu ja saatavuus **tärkeimpinä** toimialaansa vaikuttavina ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksina. Vastaajat perustelivat vaikutuksia globaalilla kilpailulla, hintakilpailukyvyllä, toiminta-, hankinta- ja kuljetuskustannuksilla, tuotteiden kysynnän vähenemisellä, EU:n päästökauppadirektiivillä, energian hinnan nousulla ja raakaöljyvarantojen vähenemisellä. Varautumistoimenpiteinä vastaajat pitivät sopimuksia, sopeutumista, tehokkuutta, energian tuotannon tehostamista, vähäpäästöisen energian käyttöä, hiilivuodon ehkäisyä, tuotteiden hinnan nostamista ja investointeja raskaan polttoöljyn muuttamiseksi liikennepolttoaineeksi. (Taulukko 4)

**Toiseksi tärkeimpinä** vaikutuksena vastaajat pitivät **energiaan liittyviä asioita**, joita olivat biopolttoaineisiin tai muihin uusiin polttoaineisiin siirtyminen, biopolttoaineiden kysyntä, investoinnit hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja hiilidioksidivapaan energian tuotannon lisääminen. Vastaajat perustelivat vaikutuksia kansainvälisillä määräyksillä, fossiilisten polttoaineiden käytön kallistumisella ja siirtymisellä energiatiheydeltään pienempään kotimaiseen polttoaineeseen. Varautumistoimenpiteinä vastaajat pitivät ennakointia investointipäätöksissä, investointeja uuteen tekniikkaan, investointeja uusiutuvaan energiantuotantoon, päästörajojen määrittelyä siten, että kannuste investoinneille säilyy sekä logistiikan suunnittelua. (Taulukko 4)

**Kolmanneksi tärkeimpinä** vaikutuksena vastaajat pitivät **ilmaston lämpenemiseen liittyviä asioita**, joita olivat ilmaston lämpeneminen ja muuttuminen sekä lämmön tarpeen väheneminen. Perusteluina olivat lämmitysenergian tarpeen väheneminen, vaikutusta energian myyntiin sekä ääritilanteiden vaikutus energian kysyntään ja tuotantolaitosten toimintaan. Varautumistoimenpiteitä olivat tuotannon, jakelun ja käytön tehostaminen, investointiohjelmassa huomioiminen ja sopeutusohjelman laatiminen. (Taulukko 4)

Taulukko 4. Tärkeimmät teollisuuden ja kaupan toimialaan vaikuttavat ilmastonmuutokseen ja sen hillintätoimien vaikutukset (15 vastaajaa).

Tärkeys	Vaikutukset	Perustelut	Varautumistoimenpiteet
1 (10 mainintaa)	<b>Kustannukset</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kustannusten nousu</li> <li>• Energian saatavuus ja hinta</li> <li>• Polttoaineiden ja raaka-aineiden hinta, hintojen nousu ja saatavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globaali kilpailu</li> <li>• Hintakilpailukyky</li> <li>• Toiminta-, hankinta- ja kuljetuskustannukset</li> <li>• EU:n päästökauppadirektiivi</li> <li>• Energian hinnan nousu</li> <li>• Raakaöljyvarantojen väheneminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sopimukset</li> <li>• Sopeutuminen</li> <li>• Tehokkuus</li> <li>• Energian tuotannon tehostaminen</li> <li>• Vähäpäästöisen energian käyttäminen</li> <li>• Hiilivuodon ehkäiseminen</li> <li>• Tuotteiden hinnan nostaminen</li> <li>• Investoinnit raskaan polttoöljyn muuttamiseksi liikennepolttoaineiksi</li> </ul>
2 (6 mainintaa)	<b>Energia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siirtyminen uusiin polttoaineisiin</li> <li>• Biopolttoaineet ja niiden kysyntä</li> <li>• Investoinnit hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi</li> <li>• Hiilidioksidivapaan energian tuotannon lisääminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kansainväliset määräykset</li> <li>• Fossiilisten polttoaineiden käyttö kallistuu</li> <li>• Siirtyminen kotimaiseen polttoaineeseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennakoiminen investointipäätöksissä</li> <li>• Investoinnit uuteen tekniikkaan</li> <li>• Investoinnit uusiutuvaan energiantuotantoon</li> <li>• Päästörajoiden määrittely niin, että kannuste investoinneille säilyy</li> <li>• Logistiikan suunnittelu</li> </ul>
3 (3 mainintaa)	<b>Ilmaston lämpeneminen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilmaston lämpeneminen ja muuttuminen</li> <li>• Lämmön tarpeen väheneminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lämmitysenergian tarpeen väheneminen</li> <li>• Vaikutus energian myyntiin</li> <li>• Ääritilanteiden vaikutus energian kysyntään ja tuotantolaitosten toimintaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotannon, jakelun ja käytön tehostaminen</li> <li>• Huomioiminen investointiohjelmassa</li> <li>• Sopeutumisohjelma</li> </ul>

### 6.2.2 Kuljetusala ja infrastruktuuri

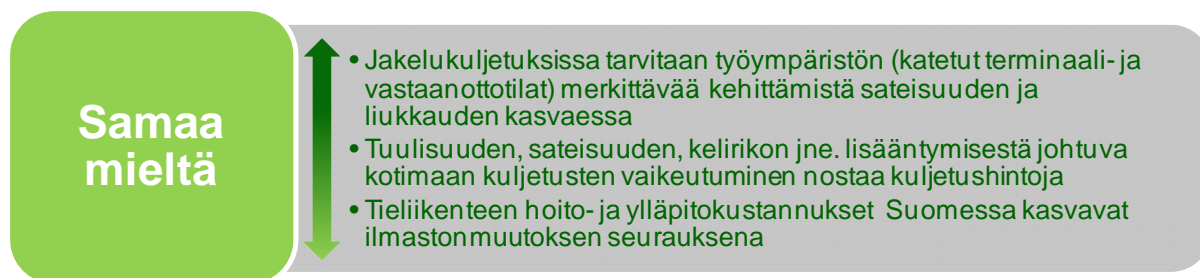
#### Tiekuljetukset

Tiekuljetuksia koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 36 tiekuljetusalan vastaajaa kuljetus ja logistiikka sekä viranomaisen -päätoimialoilta.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia tiekuljetuksiin. Tärkeimmäksi vaikutukseksi vastaajat arvioivat työympäristön merkittävän kehittämisen (katetut terminaali- ja vastaanottotilat) sateisuuden ja liukkauden kasvaessa, vastaajista vajaa kaksi kolmasosaa oli samaa tai täysin samaa mieltä väittämästä. Vastauksissa oli kuitenkin hajontaa, koska toisaalta viidesosa vastaajista oli väittämästä eri mieltä tai täysin eri mieltä. Puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että tuulisuuden, sateisuuden, kelirikon jne. lisääntymisestä johtuva kotimaan kuljetusten vaikeutuminen nostaa kuljetushintoja. Vastauksissa oli kuitenkin hajontaa, koska lähes kolmasosa vastaajista oli väittämästä eri mieltä. Puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä tieliikenteen hoito- ja ylläpitokustannusten kasvamisesta Suomessa ilmastonmuutoksen seurauksena, mutta lähes kolmasosa oli toisaalta eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämästä. (Kuva 26, Liite 1 Kuva 55)

## TIEKULJETUKSET

## Ilmastonmuutoksen vaikutukset



Kuva 26. Tiekuljetusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen tärkeimmistä vaikutuksista tiekuljetuksiin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

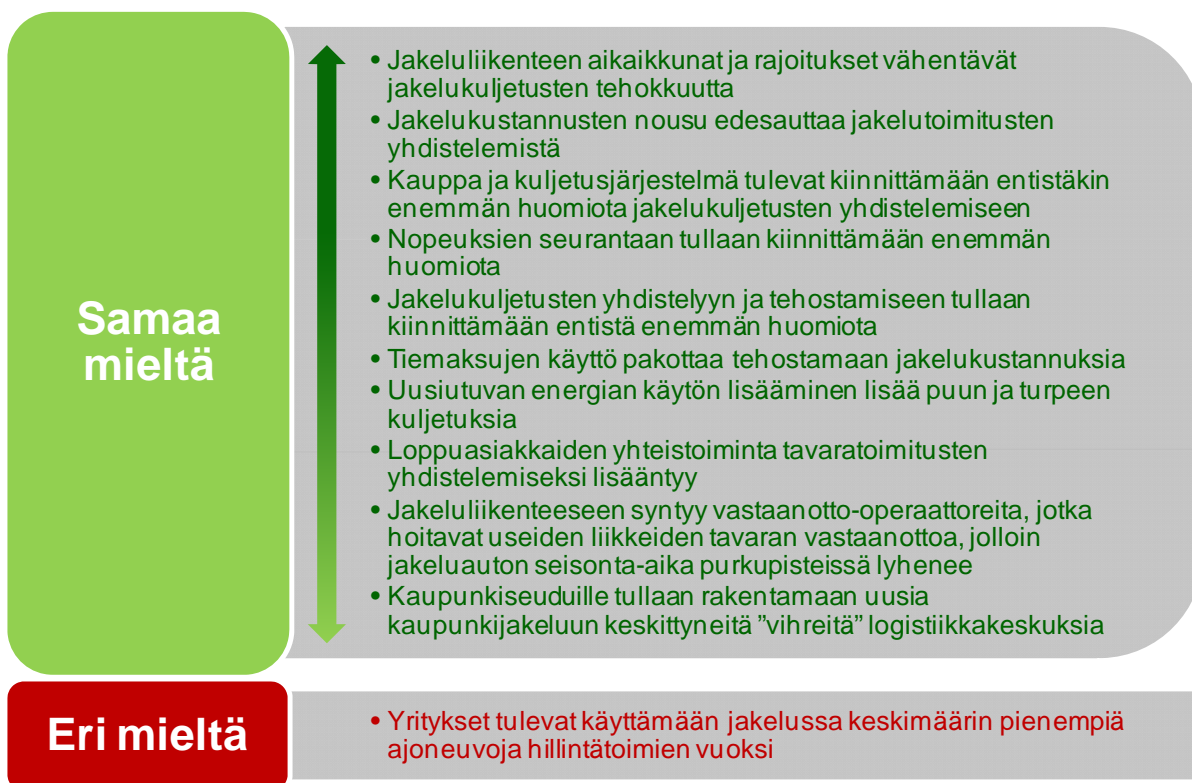
Tiekuljetusalan vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksia mm. jakelukuljetuksiin, raskaan liikenteen ajonopeuksiin ja kuljetusten yhdistelyyn.

Noin kaksi kolmasosaa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä jakelukuljetusten tehokkuuden vähenemisestä jakeluliikenteen aikaikkunoiden ja rajoitusten vuoksi. Vastaajista selvästi suurin osa näki jakelukustannusten nousun edesauttavan jakelukuljetusten yhdistelemistä sekä näki, että kauppa ja kuljetusjärjestelmä tulevat kiinnittämään jakelukuljetusten yhdistelyyn ja tehostamiseen entistä enemmän huomiota. Selvästi suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että ajonopeuksien seurantaan tullaan kiinnittämään enemmän huomiota. Lähes kolme neljäsosaa vastaajista näki tiemaksujen käytön pakottavan tehostamaan jakelukuljetuksia. Yli puolet vastaajista näki uusiutuvan energian käytön lisäämisen lisäävän puun ja turpeen kuljetuksia. Suurin osa vastaajista oli myös samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että loppuasiakkaiden yhteistoiminta tavaratoimitusten yhdistelemiseksi lisääntyy, mutta noin neljäsosa vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämästä. Puolet vastaajista näki jakeluliikenteeseen syntyvän vastaanotto-operaattoreita, jotka hoitavat useiden liikkeiden tavarantoimitusta jakeluauton seisonta-ajan lyhentämiseksi purkupisteessä. Suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että kaupunkiseuduille tullaan rakentamaan uusia kaupunkijakeluun keskittyneitä "vihreitä" logistiikkakeskuksia, toisaalta runsas viidennes vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä. (Kuva 27, Liite 1 Kuva 61)

Pienempien ajoneuvojen tuloa yritysten jakeluajoneuvoiksi suurin osa vastaajista ei uskonut tapahtuvan. (Kuva 27, Liite 1 Kuva 61)

## TIEKULJETUKSET

## Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



Kuva 27. Tiekuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksista mm. jakelukuljetuksiin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä ja väittämä, josta vähintään puolet vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä.

#### Meri- ja sisävesikuljetukset sekä satamatoiminnot ja ahtaus

Meri- ja sisävesikuljetuksia sekä satamatoimintoja ja ahtausta koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 12 tiekuljetusalan vastaajaa kuljetus ja logistiikka, tutkimus ja kehitys sekä järjestö -päätoimialoilta.

Kaikki vastaajat olivat samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että ilmastonmuutoksen vaikutuksesta merijään laajuuden, paksuuden ja esiintymisajan väheneminen parantaa meriliikenteen toimivuutta ja kilpailukykyä. Kolme neljäosaa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että koillisväylän avautuessa osa Suomen tuonti- ja vientikuljetuksista siirtyy käyttämään sitä. Noin kaksi kolmasosaa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että laivakuljetuksissa rannikkoliikenteen kilpailukyky verrattuna maakuljetusmuotoihin kasvaa jääpeiteajan lyhentyessä ja jääpeitteen vähentyessä ja kotimaan sisäiset rannikkokuljetukset lisääntyvät jääpeiteajan lyhentyessä. Myös noin kaksi kolmasosaa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että jääpeiteajan lyheneminen ja jään paksuuden väheneminen lisää Suomen kilpailukykyä erityisesti alempien jääluokkien laivoilla kuljetettavassa irtotavarassa, tapaturma- ja onnettomuusriski kasvaa satamissa sateisuuden ja nollakelin lisääntyessä, työllisyys ja investoinnit sisävesiterminalaaleissa lisääntyvät, jos talven katkosaika lyhenee ja siitä, että rankkasateiden ja liukkauden lisääntyessä satamissa tarvitaan lisää katettuja laituripaikkoja ja terminaalitiloja. Runsas puolet oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että sisävesikuljetukset kasvavat ilmastonmuutoksen seurauksena. (Kuva 28, Liite 1 Kuva 56)



Puolet vastaajista ei ollut samaa eikä eri mieltä siitä, että rankkasateiden lisääntyminen vaikeuttaa merikuljetuksia. (Kuva 28, Liite 1 Kuva 56)

Puolet vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä siitä, että tuulisuuden, sateisuuden ja merenkäynnin lisääntyminen vaikeuttaa meriliikennettä enemmän kuin jääpeiteajan lyheneminen ja jäiden oheneminen sitä helpottaa. Runsaat puolet vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä siitä, että syöttökuljetukset kotimaan satamista toisiin kotimaan satamiin Euroopan satamien sijaan yleistyvät jääpeiteajan lyhentyessä Itämerellä. (Kuva 28, Liite 1 Kuva 56)

## MERI- JA SISÄVESI- KULJETUKSET, SATAMATOIMINNOT, AHTAUS

### Ilmastonmuutoksen vaikutukset

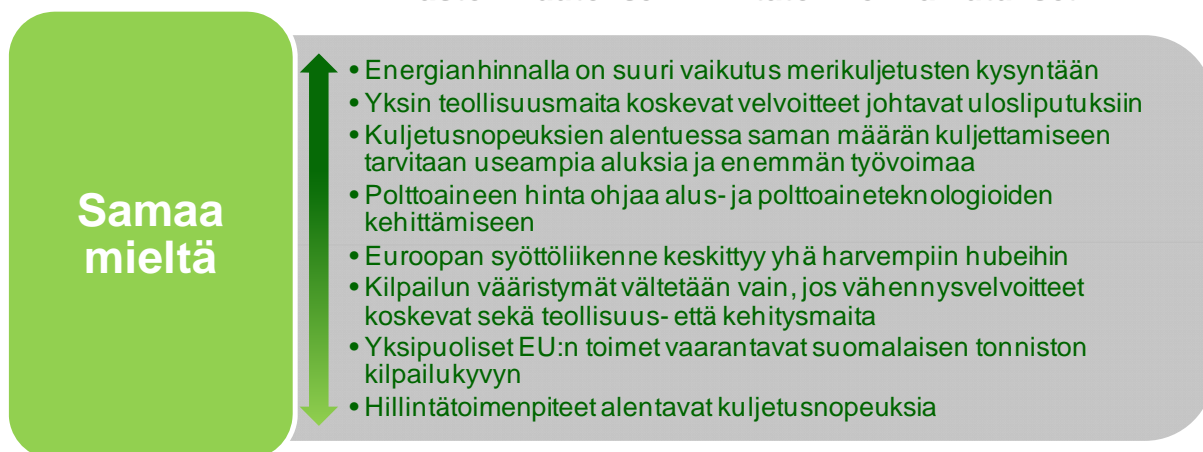


Kuva 28. Meri- ja sisävesikuljetusalojen sekä satamatoimintojen ja ahtauksen alan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen tärkeimmistä vaikutuksista meri ja sisävesikuljetuksiin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä, väittämä, josta vähintään puolet vastaajista ei ollut samaa eikä eri mieltä sekä väittämät joista vähintään puolet vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä.

Vastaajista selvästi suurin osa oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että energiahinnalla on suuri vaikutus merikuljetusten kysyntään ja että yksin teollisuusmaita koskevat velvoitteet johtavat ulosliputuksiin ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksesta. Myös selvästi suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että kuljetusnopeuksien alentuessa saman määrän kuljettamiseen tarvitaan useampia aluksia ja enemmän työvoimaa ja että polttoaineen hinta ohjaa alus- ja polttoaineteknologioiden kehittämiseen. Euroopan syöttöliikenteen keskittymisestä yhä harvempiin hubeihin myös selvästi suurin osa oli samaa tai täysin samaa mieltä. Runsaat puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että kilpailun vääristymät vältetään vain, jos vähennysvelvoitteet koskevat sekä teollisuus-, että kehitysmaita. Puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että yksipuoliset EU:n toimet vaarantavat suomalaisen tonniston kilpailukyvyä ja että hillintätoimet alentavat kuljetusnopeuksia. (Kuva 29, Liite 1 Kuva 62)

### MERI- JA SISÄVESI- KULJETUKSET, SATAMATOIMINNOT, AHTAUS

### Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



Kuva 29. Meri- ja sisävesikuljetusalojen sekä satamatoimintojen ja ahtauksen alan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden tärkeimmistä vaikutuksista meri ja sisävesikuljetuksiin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

### Lentokuljetukset ja rautatiekuljetukset

Lentokuljetusalan viisi vastaajaa olivat samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että jos lentoliikenne on päästökaupan piirissä vain EU:ssa, EU-maissa olevien lentoyhtiöiden kilpailukyky kärsii merkittävästi sekä siitä, että lentokuljetusten mahdollistamalla aikasäästöllä on suurempi merkitys kuljetuskysynnälle kuin vähäisellä hinnan nousulla. Vastaajat olivat myös samaa mieltä tai täysin samaa mieltä siitä, että koska EU:n lentoliikenteen päästökauppajärjestelmässä kotimaan ja kansainvälistä lentoliikennettä kohdellaan eri tavoin, tulisi päästökauppajärjestelmän olla kansainvälinen.

Rautatiekuljetusalan kaksi vastaajaa olivat samaa mieltä väittämistä, että päästötavoitteet lisäävät rautatiekuljetuksia Euroopassa, ilmastoasioiden painoarvo lisää rautatiekuljetusten kysyntää, kaluston ja laitteiden energiatehokkuudelle tulee normeja ja että yhdistettyjen kuljetusten kilpailukyky paranee.

Rautatiekuljetusalan kaksi vastaajaa olivat eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämistä, että rankkasateiden lisääntyminen vaikeuttaa rautatiekuljetuksia merkittävästi, sumuisuuden lisääntyminen on ongelma rautatiekuljetuksille ja että ilmastonmuutos kokonaisuutena vaikeuttaa merkittävästi rautatiekuljetuksia. Vastaajat olivat eri mieltä siitä, että jos tuulisuus lisääntyisi, aiheuttaisi se rautatiekuljetuksille myöhästymisiä ja vaikeuksia. Vastaajat eivät olleet samaa eivätkä eri mieltä väittämistä, että rautateiden kunnossapitokustannukset vähenevät ilmastonmuutoksen seurauksena ja että ilmastonmuutos on rautatieliikenteen investointien ja kunnossapidon kannalta kokonaisuutena myönteinen asia.

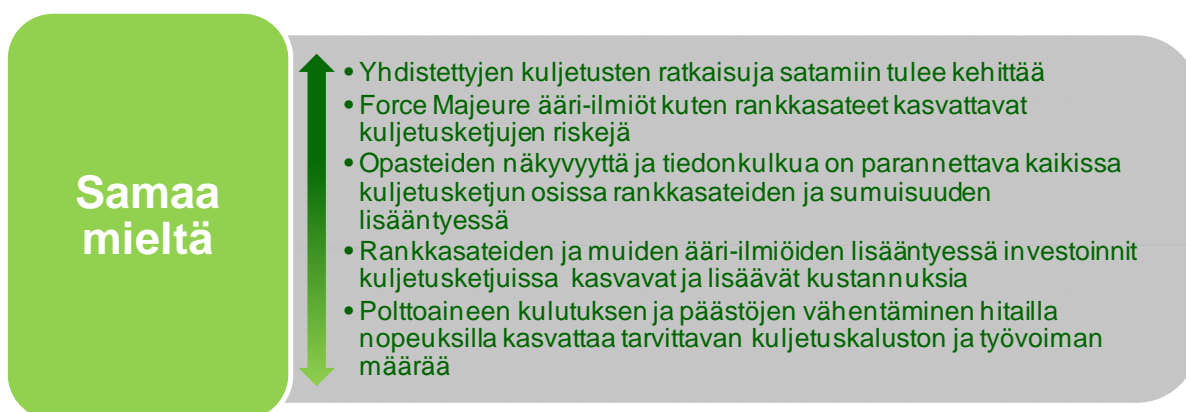
### Kuljetusketjut ja kuljetukset yleensä

Kuljetusketjuja koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 65 vastaajaa kuljetus ja logistiikka (alatoimialat: tiekuljetus, meri- ja sisävesikuljetus, rautatiekuljetus, kuljetusvälitys ja huolinta, satamatoiminnot ja ahtaus, varastointi- ja terminaalipalvelut, koko kuljetusketju), viranomainen (tiekuljetus), tutkimus- ja kehitys (meri- ja sisävesikuljetus, koko kuljetusketju) sekä järjestö (satamatoiminnot ja ahtaus) -päätoimialoilta.

Vastaajat pitivät tärkeimpänä kuljetusketjuihin liittyvinä ilmastonmuutoksen vaikutuksena yhdistettyjen kuljetusten ratkaisujen kehittämistä satamiin. Vastaajista selvästi suurin osa oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että yhdistettyjen kuljetusten ratkaisuja satamiin tulee ilmastonmuutoksesta johtuen kehittää. Vastaajista yli puolet näki force majeure -ääri-ilmiöiden (vakuutukset ei korvaa) kuljetusketjujen riskejä. Myös yli puolet vastaajista näki, että opasteiden näkyvyyttä ja tiedonkulkua on parannettava kaikissa kuljetusketjun osissa rankkasateiden ja sumuisuuden lisääntyessä ja että rankkasateiden ja muiden ääri-ilmiöiden lisääntyessä investoinnit kuljetusketjuissa kasvavat ja lisäävät kustannuksia. Suurin osa eli puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen hitailla nopeuksilla kasvattaa tarvittavan kuljetuskaluston ja työvoiman määrää, toisaalta runsas neljännes oli eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämästä. (Kuva 30, Liite 1 Kuva 57)

### KULJETUSKETJUT

### Ilmastonmuutoksen vaikutukset

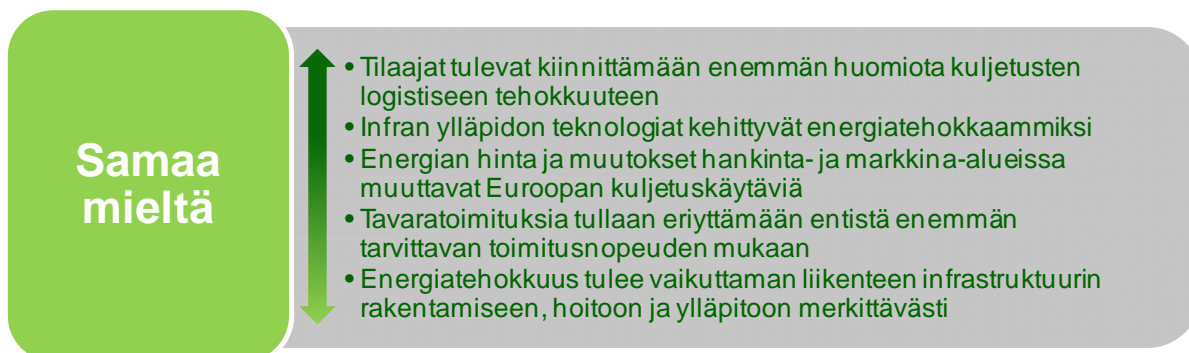


Kuva 30. Kuljetusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen tärkeimmistä vaikutuksista kuljetusketjuihin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

Selvästi suurin osa vastaajista näki, että tilaajat tulevat kiinnittämään enemmän huomiota kuljetusten logistiseen tehokkuuteen. Myös selvästi suurin osa vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä väittämästä, että infrastruktuurin ylläpidon teknologiat kehittyvät energiatehokkaammiksi. Selvästi suurin osa vastaajista oli samaa mieltä siitä, että energian hinta ja muutokset hankinta- ja markkina-alueissa muuttavat Euroopan kuljetuskäytäviä, että tavaratoimituksia tullaan eriyttämään entistä enemmän tarvittavan toimitusnopeuden mukaan ja että energiatehokkuus tulee vaikuttamaan liikenteen infrastruktuurin rakentamiseen, hoitoon ja ylläpitoon merkittävästi. (Kuva 31, Liite 1 Kuva 63)

## KULJETUSKETJUT

## Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



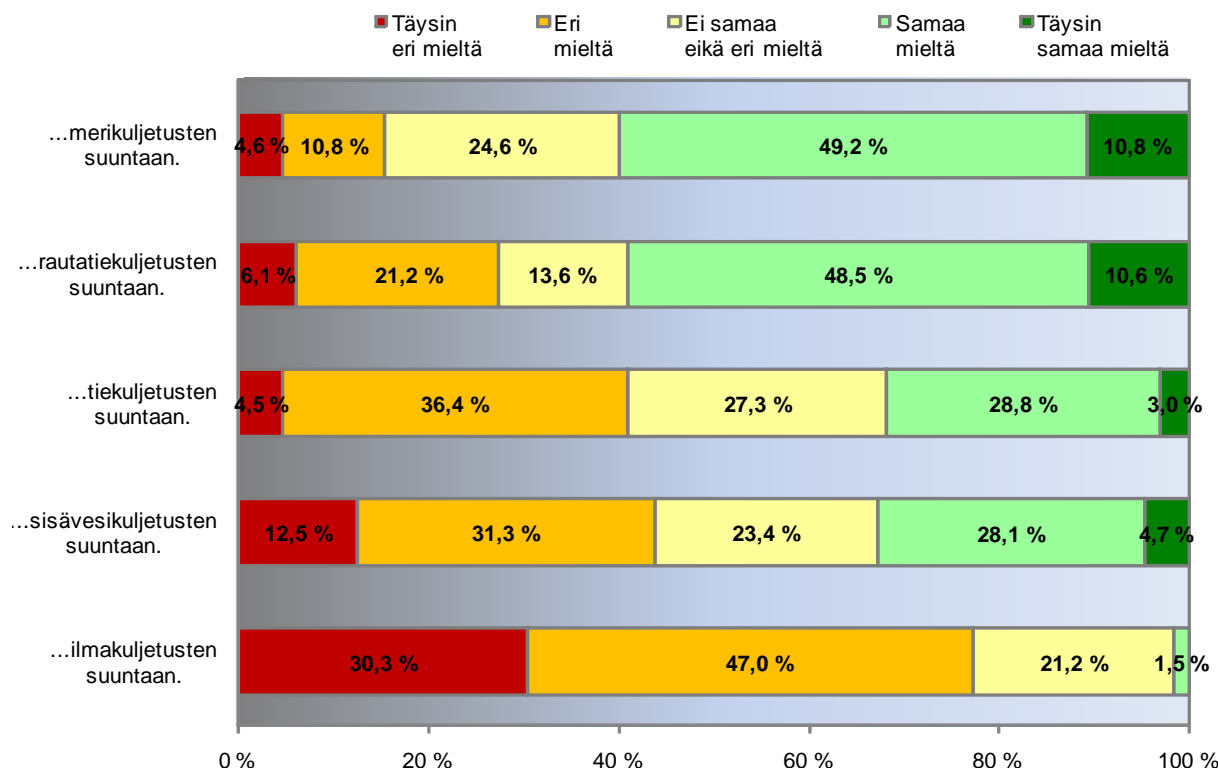
Kuva 31. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksista kuljetusketjuihin. Kuvassa on esitetty ne väittämät, joista vähintään puolet vastaajista oli samaa tai täysin samaa mieltä.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta kuljetusmuotojakaumaan.

Eniten vastaajat näkivät kuljetusmuotojakauman muuttuvan meriliikenteen suuntaan ja seuraavaksi eniten rautatiekuljetusten suuntaan. Vastaajista suurin osa oli eri mieltä tai täysin eri mieltä kuljetusmuotojakauman muutoksesta tiekuljetusten suuntaan, mutta samaa tai täysin samaa mieltä vastanneita oli toisaalta vajaa kolmasosa. Myös väittämässä kuljetusmuotojakauman muuttumisesta sisävesikuljetusten suuntaan vastaukset hajaantuvat eri vastausvaihtoehdoille, eri mieltä tai täysin eri mieltä vastanneita oli hiekan enemmän kuin samaa tai täysin samaa mieltä vastanneita. Kaikkein vähiten vastaajat näkivät kuljetusmuotojakauman muuttuvan ilmakuljetusten suuntaan, selvästi suurin osa vastaajista oli eri mieltä tai täysin eri mieltä väittämästä. (Kuva 32)

## Kuljetusala ja infrastruktuuri, kuljetusketjut

### Ilmastonmuutos ja sen hillintä muuttaa kuljetusmuotojakaumaa...



Kuva 32. Kuljetusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksesta kuljetusmuotojakaumaan.

Kuljetuksia yleisesti koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 72 vastaajaa kuljetus ja logistiikka (alatoimialat: tiekuljetus, meri- ja sisävesikuljetus, rautatiekuljetus, lentokuljetus, kuljetusvälitys ja huolinta, satamatoiminnot ja ahtaus, varastointi- ja terminaali- ja palvelut, koko kuljetusketju), viranomais- (tiekuljetus), tutkimus- ja kehitys (meri- ja sisävesikuljetus, koko kuljetusketju) sekä järjestö (satamatoiminnot ja ahtaus) -päätoimialoilta.

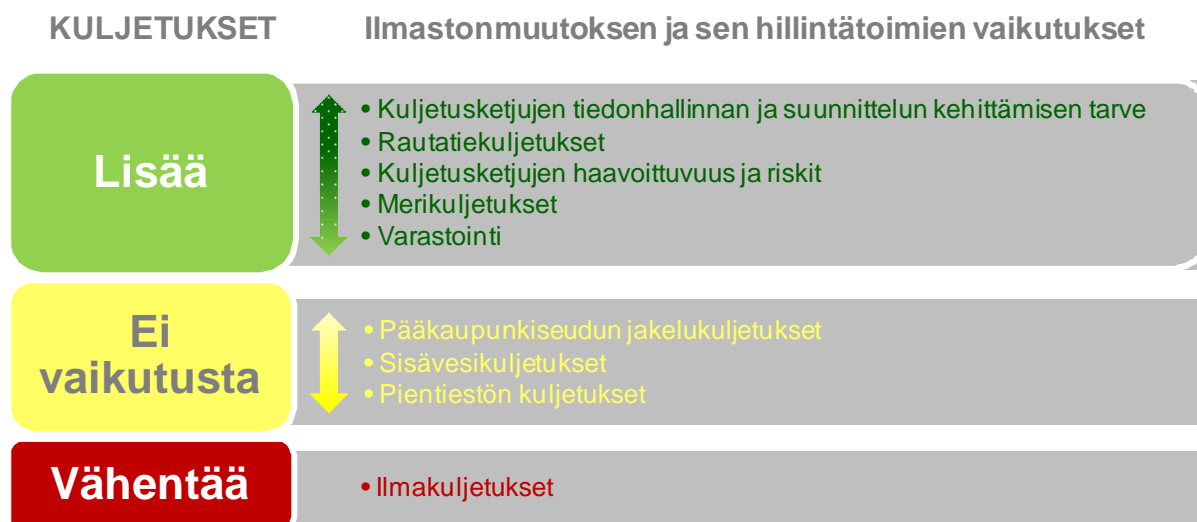
Vastaajia pyydettiin arvioimaan millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikuttavat mm. kuljetuksiin.

Eniten vastaajat arvioivat ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän kuljetusketjujen tiedonhallinnan kehittämisen tarvetta, selvästi suurin osa arvioi sen lisääntyvän jonkin verran tai merkittävästi. Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vastaajat arvioivat lisäävän eniten rautatie- ja merikuljetuksia. Myös kuljetusketjujen haavoittuvuuden ja riskien suurin osa vastaajista arvioi lisääntyvän jonkin verran tai merkittävästi. Suurin osa vastaajista arvioi varastoinninkin lisääntyvän jonkin verran tai merkittävästi, mutta osa vastaajista arvioi, että ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet eivät vaikuta varastointiin tai vähentävät varastointia jonkin verran. (Kuva 33, Liite 1 Kuva 64)

Suurin osa vastaajista arvioi, että ilmastonmuutoksella ja sen hillintätoimilla ei ole vaikutusta sisävesikuljetuksiin, pääkaupunkiseudun jakelukuljetuksiin eikä pientiestön kuljetuksiin. (Kuva 33, Liite 1 Kuva 64)

Selvästi suurin osa vastaajista arvioi pientiestön kuljetusten ja ilmakuljetusten vähenevän jonkin verran tai merkittävästi tai arvioi, että vaikutusta ei ole. (Kuva 33, Liite 1 Kuva 64)

Vastaajista suurin osa arvioi lisäksi, että ilmastonmuutos ja sen hillintä vaikeuttaa pääkaupunkiseudun jakelukuljetuksia, pientiestön kuljetuksia ja ilmakuljetuksia.



Kuva 33. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista kuljetuksiin. Kuvassa on esitetty ne kuljetukset ym., joita vähintään puolet vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi, ne kuljetukset ym. joihin vähintään puolet vastaajista arvioi, että vaikutusta ei ole sekä kuljetukset, jota vastaajista vähintään puolet arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vähentävän jonkin verran tai merkittävästi.

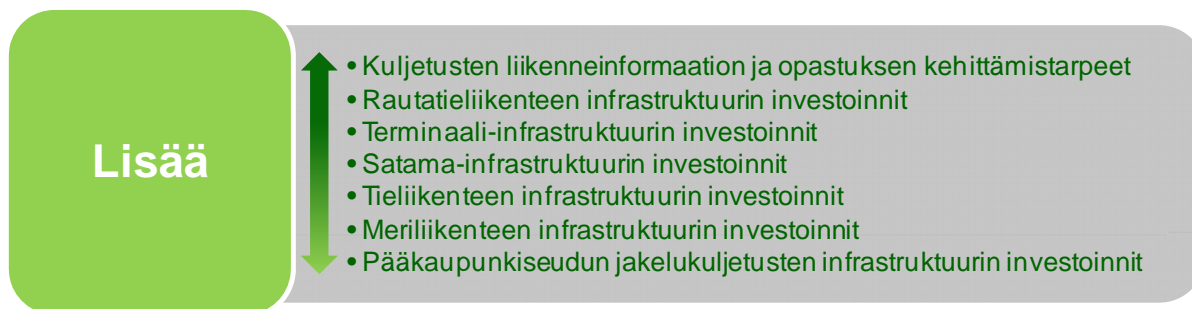
### Infrastrukturi

Infrastrukturia koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 70 vastaajaa kuljetus ja logistiikka (alatoimialat: tiekuljetus, meri- ja sisävesikuljetus, rautatiekuljetus, lentokuljetus, kuljetusvälitys ja huolinta, satamatoiminnot ja ahtaus, varastointi- ja terminaali-palvelut, koko kuljetusketju), viranomainen (tiekuljetus), tutkimus- ja kehitys (meri- ja sisävesikuljetus, koko kuljetusketju) sekä järjestö (satamatoiminnot ja ahtaus) -päätoimialoilta.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksia liikenteen infrastruktuurin investointi- ja kehittämistarpeisiin.

Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksesta vastaajat näkivät kuljetusten liikenneinformaation ja opastuksen kehittämistarpeiden lisääntyvän eniten, lähes kolme neljäsosaa vastaajista näki kehittämistarpeiden lisääntyvän jonkin verran tai merkittävästi. Liikenteen infrastruktuurin investoinneista vastaajat arvioivat ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän eniten rautatieliikenteen infrastruktuurin investointeja, seuraavaksi eniten terminaali-infrastruktuurin investointeja, sitten satama-, tieliikenteen, meriliikenteen ja pääkaupunkiseudun jakelukuljetusten infrastruktuurin investointeja. (Kuva 34, Liite 1 Kuva 65)

## INFRASTRUKTUURI Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutukset

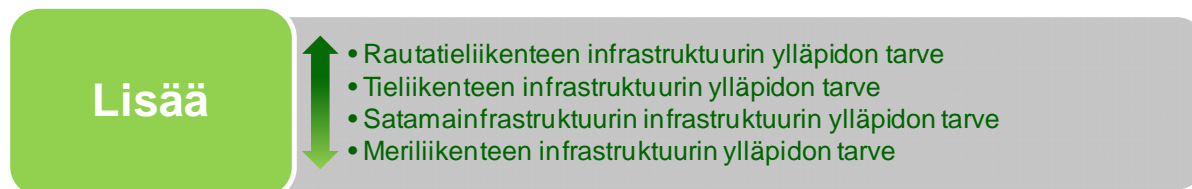


Kuva 34. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin investointeihin ja kehittämistarpeisiin. Kuvassa on esitetty ne investoinnit ja kehittämistarpeet, joita vähintään puolet vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksia liikenteen infrastruktuurin ylläpidon tarpeeseen.

Liikenteen infrastruktuurin ylläpidon tarpeesta kuljetusalan vastaajat arvioivat ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän eniten rautatie- ja tieliikenteen infrastruktuurien ylläpidon tarvetta. Satamainfrastruktuurin ylläpidon tarpeen vastaajat arvioivat lisääntyvän seuraavaksi eniten ja meriliikenteen infrastruktuurin ylläpidon tarpeen seuraavaksi eniten. (Kuva 35, Liite 1 Kuva 66)

## INFRASTRUKTUURI Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutukset

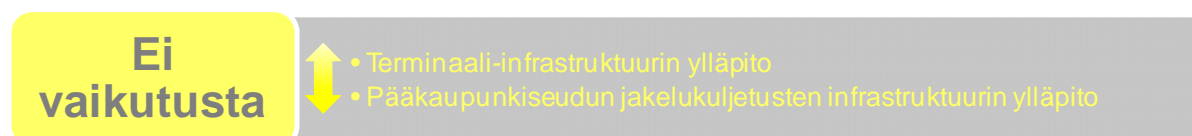


Kuva 35. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin ylläpidon tarpeisiin. Kuvassa on esitetty ne investoinnit ja kehittämistarpeet, joita vähintään puolet vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi.

Vastaajia pyydettiin myös arvioimaan millä tavalla ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikeuttavat tai parantavat liikenteen infrastruktuurin ylläpitoa.

Vastaajista yli puolet arvioi, että ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet eivät vaikeuta eivätkä paranna terminaali-infrastruktuurin eivätkä pääkaupunkiseudun jakelukuljetusten infrastruktuurin ylläpitoa. (Kuva 36, Liite 1 Kuva 67)

## INFRASTRUKTUURI Ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutukset

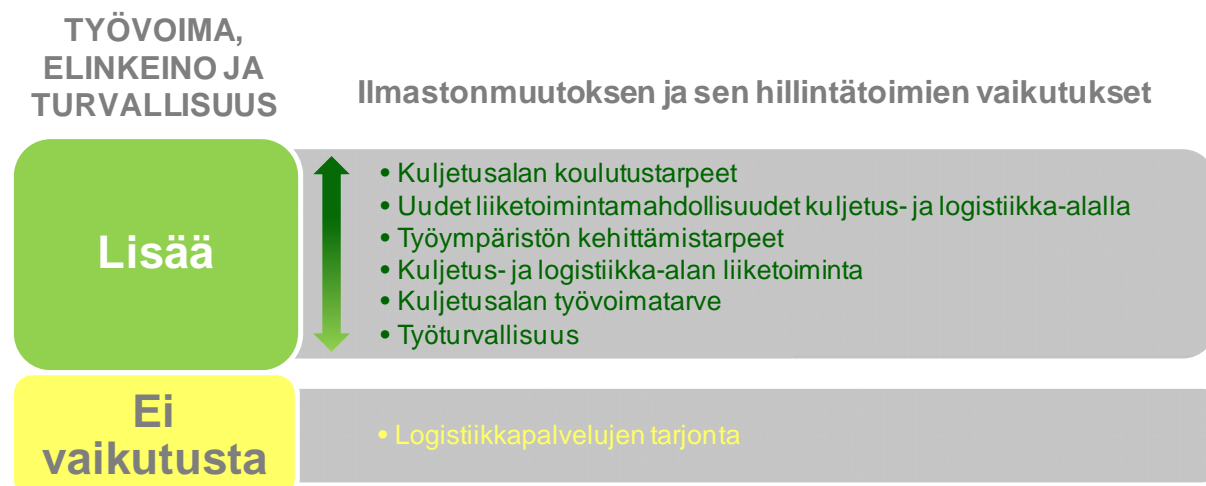


Kuva 36. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin ylläpitoon. Kuvassa on esitetty ne infrastruktuurin ylläpitoon liittyvät asiat, joista vähintään puolet vastaajista arvioi, että vaikutusta ei ole.

### Työvoima, elinkeino ja turvallisuus

Työvoimaa, elinkeinoa ja turvallisuutta koskevien kysymysten vastauksissa on mukana 70 vastaajaa kuljetus ja logistiikka (alatoimialat: tiekuljetus, meri- ja sisävesikuljetus, rautatiekuljetus, lentokuljetus, kuljetusvälitys ja huolinta, satamatoiminnot ja ahtaus, varastointi- ja terminaalipalvelut, koko kuljetusketju), viranomainen (tiekuljetus), tutkimus- ja kehitys (meri- ja sisävesikuljetus, koko kuljetusketju) sekä järjestö (satamatoiminnot ja ahtaus) -päätoimialoilta.

Vastaajat arvioivat ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän eniten kuljetusalan koulutustarpeita, kolme neljäsosaa vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän koulutustarpeita jonkin verran tai merkittävästi. Vastaajista suurin osa näki ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän kuljetus- ja logistiikka-alan liiketoimintaa ja erityisesti tuovan uusia liiketoimintamahdollisuuksia jonkin verran tai merkittävästi. Yli puolet vastaajista arvioi kuitenkin eri kysymyksessä, että logistiikkapalvelujen tarjontaan ilmastonmuutoksella ja sen hillinnällä ei ole vaikutusta. Työympäristön kehittämistarpeita suurin osa vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi, mutta suuri osa vastaajista toisaalta arvioi, että ilmastonmuutoksella ja sen hillintätoimilla ei ole vaikutusta kehittämistarpeisiin. Puolet vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi kuljetusalan työvoimatarvetta ja työturvallisuutta jonkin verran tai merkittävästi. (Kuva 37, Liite 1 Kuva 68)



Kuva 37. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista työvoimaan, elinkeinoon ja turvallisuuteen. Kuvassa on esitetty ne vaikutukset, joita vähintään puolet vastaajista arvioi ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien lisäävän jonkin verran tai merkittävästi sekä se vaikutus, johon vaikutusta ei vastaajista vähintään puolen mukaan ole.

### Tärkeimmät vaikutukset kuljetuksiin

Kuljetus ja logistiikka, viranomainen, tutkimus- ja kehitys sekä järjestö -toimialojen vastaajilta kysyttiin avoimilla kysymyksillä kolmea tärkeysjärjestyksessä suurinta toimialaansa vaikuttavaa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta, perusteluja vaikutuksista ja mahdollisia varautumistoimenpiteitä. Vastaukset laitettiin lopulliseen tärkeysjärjestykseen painottamalla vastaajien mielestä tärkeimpien vastausten lukumääriä kolmella, toiseksi tärkeimpien kahdella ja kolmanneksi tärkeimpien yhdellä ja laskemalla luvut yhteen.



Vastaajat pitivät **kustannusten nousua tärkeimpänä** toimialaansa vaikuttavana ilmastomuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksena. Kustannusten nousun vastaajat arvioivat johtuvan polttoaineiden hinnan noususta ja saatavuudesta tai säännöstelystä, päästökaupasta sekä erilaisista päästö- ja ympäristömaksuista. (Taulukko 5)

Polttoaineen hinnan noususta ja saatavuudesta tai säännöstelystä johtuvaa kustannusten nousua vastaajat perustelivat ympäristöystävällisten polttoaineiden / energioiden käytämisellä, päästöjenrajoitustoimilla, verotuksen kiristymisellä, fossiilisten polttoaineiden nousevalla hintakehityksellä ja lentoliikenteen liikennöintikustannusten nousulla. Varautumistoimenpiteinä vastaajat pitivät toiminnan tehostamista, toimijoiden yhteistyötä tai yhdistymistä, palveluhintojen nostamista, sopimuksia, ohjauksen tehostamista koko logistiikkaketjussa, uusiutuvia luonnonvarojen käyttämistä, kapasiteetin lisäämistä sekä lentoliikenteen toiminnan suunnittelua mahdollisimman kysyntäjoustavaksi ja pitkän aikavälin muutosten hallintaa ja varautumista liikennemäärien muutoksiin. (Taulukko 5)

Vastaajat arvioivat päästökaupan johtavan kustannusten nousuun mahdollisesti rajoituksiin. Päästö-, ympäristö- ym. maksuista johtuva kustannusten nousu johtuu vastaajien käsityksen mukaan maksujen ottamisesta käyttöön ohjauselementeiksi esim. liikenteen kasvun rajoittamiseksi. Varautumistoimenpiteinä vastaajat pitivät seurantaa, energiatehokkaampien kuljetusreittien käyttöönottoa, kapasiteetin lisäämistä, sopimuksia, varautumista kysynnän heikkenemiseen ja kustannustehokkuuden lisäämistä. (Taulukko 5)

**Toiseksi tärkeimpänä** vaikutuksena vastaajat pitivät **ilmaston muuttumisesta johtuvia sään muutoksia** kuten poikkeavia ja ennalta-arvaamattomia sääolosuhteita, talven lyhenemistä ja säästä johtuvaa liikenneturvallisuuden heikkenemistä ja liikenneväylien kunnossapidon tarpeen kasvamista ja muuttumista. (Taulukko 5)

Vastaajien perusteluja liikenneturvallisuuden heikkenemiselle ja liikenneväylien kunnossapidon tarpeen kasvulle ja muuttumiselle olivat liukkauden, rankkasateiden, tulvien ja nollakelien lisääntyminen, sateisuuden ja tulvien aiheuttamat toiminnalliset häiriöt sekä vahingot rakenteille, pitkät kunnossapidon vasteajat huonoilla keleillä ja merenpinnan nouseminen. Varautumistoimenpiteitä olivat tienpidon resurssien kasvattaminen, investoinnit rakenteiden parantamiseen, kunnossapidon kehittäminen, tiedonhallinta ym. varautumisjärjestelyt sekä hulevesien käsittelyyn paneutuminen. (Taulukko 5)

**Kolmanneksi tärkeimpänä** vaikutuksena vastaajat pitivät **polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentämisen sekä energian säästön tarvetta**. Vastaajat perustelivat vaikutuksia päästöjen seurannalla ja päästörajoilla, polttoaineen hinnalla, nopeusrajoituksilla sekä ympäristö- ja asiakasvaatimuksilla. Varautumistoimenpiteitä olivat vähäpäästöisen kaluston lisääminen, ajoneuvojen päästönormit, kuljettajien koulutus taloudelliseen ajotapaan, hintojen nostaminen, investointisuunnitelmat ja vaihtoehtoisten reitien suunnittelu. (Taulukko 5)

**Neljänneksi tärkeimpänä** vaikutuksena vastaajat pitivät **tiedonhallinnan kehittämisen ja kuljetusten suunnittelun tehostamistarvetta**, joita perusteltiin tehokkuusvaatimuksilla, kiristyvillä päästörajoilla sekä koko kuljetusketjun ja sen päästöjen tarkastelulla yhtenä kokonaisuutena. Varautumistoimenpiteitä olivat suunnittelun ja vaatimustason päivitys, tietokoneohjelmistot, kuormien täyttöasteen lisääminen, logistiikan kokonaisarviointi ja oman toiminnan päästöjen kartoittaminen. (Taulukko 5)

**Yhdistettyjen kuljetusten kehittämistarvetta** vastaajat **pitivät viidenneksi tärkeimpänä vaikutuksena**. Vastaajat perustelivat vaikutuksia päästöjen vähentämisellä, kapasiteetin optimoinnilla sekä lainsäädännöllä. Varautumistoimenpiteitä olivat monilämpötilakuljetukset, innovaatiot ja uudet ratkaisut, kuljetusvälineiden kehittäminen, pakkausten kehittäminen täyttöasteiden parantamiseksi, multimodaalikuljetukset sekä kaupan ja teollisuuden logistiikan sopeuttaminen. (Taulukko 5)

**Ilmapiirin ja mielikuvan heikkenemistä** vastaajat pitivät **kuudenneksi tärkeimpänä** vaikutuksena. Perusteluja olivat logistiikkayritysten kokeminen saastuttajina sekä lentoliikenteen heikko ympäristöimago. Varautumistoimenpiteitä olivat imagon kohotuskampanjat, rehellinen markkinointi, oikea informaatio, ilmakuljetusten nopeuden suhteuttaminen haittoihin sekä koko kuljetusketjun päästövaikutusten arviointi. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Tärkeimmät kuljetus ja logistiikka, viranomainen, tutkimus- ja kehitys sekä järjestö -toimialoihin vaikuttavat ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutukset. (48 vastaajaa)

Tärkeys	Vaikutukset	Perustelut	Varautumistoimenpiteet
1 (23 maininta)	<p><b>Kustannusten nousu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polttoainoiden hinnan nousu ja saatavuus tai säännöstely</li> <li>• Päästökauppa</li> <li>• Päästömaksut, tie-maksut, vinjet-maksut, käyttäjä-maksut (väylien kunto), ympäristö-maksut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ympäristöystävällisten polttoainoiden / energioiden käyttäminen</li> <li>• Päästöjenrajoitustoimet</li> <li>• Verotuksen kiristyminen</li> <li>• Fossiilisten polttoainoiden nouseva hintakehitys</li> <li>• Lentoliikenteen liikennöintikustannusten nouseminen</li> <li>• Kustannukset ja mahdolliset rajoitukset</li> <li>• Päästömaksut otetaan käyttöön ohjauselementeiksi esim. liikenteen kasvun rajoittamiseksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toiminnan tehostaminen</li> <li>• Toimijoiden yhteistyö / yhdistyminen</li> <li>• Palveluhintojen nostaminen</li> <li>• Sopimukset</li> <li>• Ohjauksen tehostaminen yhteistyöllä koko logistiikkaketjussa</li> <li>• Uusiutuvien luonnonvarojen käyttäminen</li> <li>• Kapasiteetin lisääminen</li> <li>• Lentoliikenteen toiminnan suunnitteleminen mahdollisimman kysyntäjoustavaksi, pitkän aikavälin muutosten hallinta ja varautuminen liikennemäärien muutoksiin</li> <li>• Seuranta</li> <li>• Energiatehokkaampien kuljetusreittien käyttäminen</li> <li>• Kapasiteetin lisääminen</li> <li>• Sopimukset</li> <li>• Varautuminen kysynnän heikkeneeseen</li> <li>• Kustannustehokkuuden lisääminen</li> </ul>
Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla			

Tärkeys	Vaikutukset	Perustelut	Varautumistoimenpiteet
2 (23 maininta)	<b>Sään muuttuminen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liikenneturvallisuuden heikkeneminen</li> <li>• Liikenneväylien kunnossapidon tarve kasvaa ja muuttuu</li> <li>• Poikkeavat ja ennalta-arvaamattomat sääolosuhteet</li> <li>• Talven lyheneminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liukkauden, rankkasateiden, tulvien ja nollakelien lisääntyminen</li> <li>• Sateisuuden ja tulvien aiheuttamat toiminnalliset häiriöt sekä vahingot rakenteille</li> <li>• Pitkät kunnossapidon vasteajat huonoilla keleillä</li> <li>• Merenpinnan nouseminen</li> <li>• Työolosuhteiden huononeminen</li> <li>• Kuljetuskaluston huoltotarpeen kasvaminen</li> <li>• Lumityöt vähenevät</li> <li>• Kustannukset alenevat</li> <li>• Vesiliikenteessä liikennekausi jatkuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienpidon resurssien kasvattaminen</li> <li>• Investoinnit rakenteiden parantamiseen (esim. väylien korotus / pengertäminen alavilla alueilla)</li> <li>• Kunnossapidon kehittäminen (kunnossapitomenetelmät, järjestelmät, kalusto, organisaatio, moniosaajatyöntekijät)</li> <li>• Tiedonhallinta ym. varautumisjärjestelyt (esim. tien lämpötilan mittaus ja varoitusjärjestelmä)</li> <li>• Hulevesien käsittelyyn paneutuminen</li> <li>• Kuljetusaikojen piteneminen</li> <li>• Tiedottaminen</li> <li>• Varastointipalvelun kehittäminen ja tuotteistaminen</li> <li>• Katettujen tilojen lisääminen</li> <li>• Jäänmurtokaluston tarpeen vähentyminen</li> </ul>
3 (17 maininta)	<b>Polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen, energian säästö</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästöjen seuranta ja päästöraajat (esim. laivaliikenteen polttoaineen rikkipitoisuuden pieneneminen, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen)</li> <li>• Polttoaineen hinta</li> <li>• Nopeusrajoitukset</li> <li>• Ympäristö- ja asiakasvaatimukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vähäpäästöisen kaluston lisääminen</li> <li>• Ajoneuvojen päästönormit</li> <li>• Kuljettajien koulutus taloudelliseen ajotapaan</li> <li>• Hintojen nostaminen</li> <li>• Investointisuunnitelmat</li> <li>• Vaihtoehtoisten reittien suunnittelu</li> </ul>
4 (8 maininta)	<b>Tiedonhallinnan kehittäminen ja kuljetusten suunnittelun tehostaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehokkuusvaatimukset (aikataulut, kuormien täyttöaste)</li> <li>• Päästörajojen kiristyminen</li> <li>• Koko kuljetusketjun ja sen päästöjen tarkasteleminen yhtenä kokonaisuutena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelun ja vaatimustason päivitys (esim. liian tiukoista aikatauluista luopuminen)</li> <li>• Tietokoneohjelmistot</li> <li>• Kuormien täyttöasteen lisääminen</li> <li>• Logistiikan kokonaisarviointi</li> <li>• Oman toiminnan päästöjen kartoittaminen</li> </ul>
5 (6 maininta)	<b>Yhdistettyjen kuljetusten kehittäminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästöjen vähentäminen</li> <li>• Kapasiteetin optimointi (reitti, kuorma, kuljetusaika)</li> <li>• Lainsäädäntö</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monilämpötilakuljetukset</li> <li>• Innovaatiot ja uudet ratkaisut</li> <li>• Kuljetusvälineiden kehittäminen</li> <li>• Pakkausten kehittäminen täyttöasteiden parantamiseksi</li> <li>• Multimodaalikuljetukset</li> <li>• Kaupan- ja teollisuuden logistiikan sopeuttaminen</li> </ul>
6 (5 maininta)	<b>Ilmapiirin ja mielikuvan heikkeneminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistiikkayritykset koetaan saastuttajina</li> <li>• Lentoliikenteen heikko ympäristöimago</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagon kohotuskampanjat</li> <li>• Rehellinen markkinointi</li> <li>• Oikea informaatio (esim. tiedotus ja tutkimus lentoliikenteen todellisista vaikutuksista, päästöistä ja kustannuksista)</li> <li>• Ilmakuljetusten nopeuden suhteuttaminen haittoihin</li> <li>• Koko kuljetusketjun päästövaikutusten arviointi</li> </ul>

## 7. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden vaikutuksista tavaraliikenteeseen sekä tavaraliikenteen kysyntään ja infrastruktuuriin Suomessa. Tutkimus perustuu Ilmatieteen laitoksen laatimaan ilmastonmuutosskenaarioon, kirjallisuuskatsaukseen, kuljetusalan toimijoille ja asiakkaille lähetettyyn ilmastonmuutostutkimukseen sekä Helsingissä helmikuun 2010 alussa järjestettyyn asiantuntijatyöpajaan. Ilmastonmuutosskenaario laadittiin tavaraliikenteen kannalta tärkeille ilmastonmuutosparametreille (keskilämpötila, sademäärä jne.). Ilmastonmuutostutkimukseen vastasi yhteensä 95 eri organisaatioiden edustajaa (kuljetusala, alan viranomaiset ja järjestöt sekä teollisuus ja kauppa).

Selvityksen aikana tulivat ilmeisiksi kaikki ne epävarmuudet, jotka vaikuttavat arvioihin ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimenpiteiden vaikutuksista tavaraliikenteeseen. Ilmaston muuttumisen voimakkuudesta ja laadusta, niiden todennäköisyydestä, muutosten nopeudesta ja muutosten ekologisista vaikutuksista on epävarmuutta. Toteutettavista hillintätoimenpiteistä kansainvälisellä, EU- ja kansallisella tasolla on edelleen epävarmuutta. Kioton pöytäkirjan voimassaoloajan jälkeistä aikaa koskevista toimenpiteistä neuvotellaan vielä pitkään, sillä Kööpenhaminan kokous joulukuussa 2009 ei johtanut uuteen ilmastopöytäkirjaan. Riippumatta siitä, mitä ilmaston muuttumisen ja hillintätoimenpiteiden osalta tapahtuu, on epävarmaa, mikä merkitys näillä muutoksilla on suhteessa muihin toimintaympäristömuutoksiin. Maailmantalouden muutokset vaikuttavat siihen mitä tuotteita Suomessa tuotetaan, mitä tänne tuodaan ja mitä täältä menee vientiin, ja samalla siihen mitä Suomen sisällä kuljetetaan.

ITARA -hanketta varten on laadittu lyhyitä kuvauksia (ilmastonmuutosskenaariot 2030 ja 2050) ilmastonmuutoksen vaikutuksista tavaraliikenteen kannalta keskeisiin ilmastosuureisiin Suomessa ja sen merialueilla. Keskimäärin Suomen ilmasto muuttuneeksi lämpimämmäksi ja sateisemmäksi siten, että muutokset ovat suurempia talvisin kuin kesäisin. Vaikutuksiltaan merkittäviä arvioidaan olevan talvien lämpenemisestä aiheutuvat muutokset korkeiden ja alhaisten lämpötilojen esiintymistodennäköisyyksissä ja mahdollisesti ympäri vuotta tapahtuva rankkasateiden yleistyminen ja voimistuminen. Kesäaikaan havaittavien pienialaisten, mutta vahinkoa aiheuttavien sääilmiöiden kuten rakeiden, salamoinnin ja voimakkaiden tuulien esiintymisen muutoksia ei pystytä luotettavasti arvioimaan. Itämerellä merkittäviä muutoksia ovat ainakin jääpeitteen väheneminen ja Suomenlahdella maankohoamisen jääminen yhtä suureksi tai jopa pienemmäksi kuin keskiveden korkeuden lisäys.

Tämän luvun kuvien 35-47 valkoisissa laatikoissa on esitetty ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutukset, vaaleansinisissä laatikoissa ilmastonmuutoksesta ja sen hillinnästä suoraan johtuvat seuraukset sekä tummansinisissä laatikoissa ilmastonmuutoksesta ja sen hillinnästä joko suoraan tai välillisesti johtuvat vaikutukset. Osassa kuvia on johtopäätös esitetty punaisessa laatikossa.

### 7.1 Toimintaympäristö

Arvioitaessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia tavaraliikenteeseen on huomioitava muut sen rinnalla vaikuttavat toimintaympäristön muutostekijät koska on merkittävää, miten suuri merkitys ilmastonmuutoksella ja sen hillinnällä on suhteessa muihin muutoksiin. Lisäksi muut toimintaympäristömuutokset voivat vaikuttaa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän kehittymiseen tai vahvistaa tai heikentää ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta. Toimintaympäristön muutostekijät voidaan ryhmitellä seuraavasti: taloudelliset, toimitusketjujen, poliittiset ja ilmastonmuutoksen muutostekijät.

Taloudellisiin toimintaympäristötekijöihin kuuluu Suomen nykyiset kauppavirrat, eri toimialojen kilpailutilanne ja näiden asioiden kehittyminen. Kauppavirrat ja kilpailutilanne vaikuttavat siihen, miten ilmastonmuutos ja sen hillintä vaikuttavat muiden maiden kautta Suomen kuljetuskysyntään ja kuljetuksiin. Suomen tärkeimmät vienti- ja tuontimaat sijaitsevat Euroopassa. Aasian maat ovat jo nyt joillakin toimialoilla merkittäviä tuojia ja viejiä, ja niiden merkitys kasvaa tulevaisuudessa. Myös Lähi-idän ja Pohjois-Amerikan tuonti ja vienti on parilla toimialalla merkittävää.

Ilmastonmuutos ja hillintätoimenpiteet voivat muiden tekijöiden rinnalla vaikuttaa tuotannon sijoittumiseen, tuotantokustannuksiin, raaka-aineiden ja komponenttien hankinta-alueisiin ja tuotteiden kysyntään eri tavalla eri puolilla maailmaa. Tällaisia vaikutuksia voi heijastua voimakkaana myös Suomeen ja ne voivat muuttaa mm. jonkin teollisuuden alan toimintaedellytyksiä Suomessa. Ne vaikuttavat myös kansainvälisiin ja kotimaan kuljetuksiin, niiden rakenteeseen ja suuntautumiseen. Ääri-ilmiöt voivat kohdistua esimerkiksi Suomen teollisuudelle tärkeisiin raaka-aineiden ja komponenttien tuottajiin eri puolilla maailmaa. Suomeen voi kohdistua ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutuksia joko suoraan Euroopan maista tai välillisesti niiden kauppakumppanien kautta.

Kyselyssä teollisuuden edustajat pitivät sijoittumisalueen kannalta toimintaympäristötekijöistä tärkeimpinä poliittista ja yhteiskunnallista vakautta. Tärkeysjärjestyksessä seuraavia olivat luotettavat ja sujuvat kuljetusketjut ja logistiikkapalvelut hankinta-alueilta, päämarkkina-alueiden läheisyys ja hyvä saavutettavuus, koulutetun työvoiman saataavuus sekä hyvät liikenneyhteydet ja liikenneinfrastruktuuri, luotettavat ja sujuvat kuljetusketjut ja logistiikkapalvelut markkina-alueilla, ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden ennakoitavuus sijoittumismaassa, halpa energia sekä alhaiset kuljetuskustannukset. Vaikka ilmastonmuutoksen ja hillintätoimenpiteiden ennakoitavuus ei ollut vielä korkealla tärkeysjärjestyksessä, ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän suorat tai epäsuorat vaikutukset voivat tulevaisuudessa vaikuttaa yhä enemmän teollisuuden sijoittumis päätöksiin.

## 7.2 Hillintätoimenpiteet

YK:n ilmastonmuutosta koskeva niin sanottu ilmastopöytäkirja ja sen vuonna 2005 voimaan astunut Kioton pöytäkirja velvoittaa teollisuusmaita vähentämään kuuden kasvihuonekaasun päästöjä yhteensä 5,2 % vuoden 1990 tasosta vuosien 2008-2012 aikana. Vuoden 2012 jälkeiselle ajalle ei ole olemassa sovittuja maailmanlaajuisia vähennystavoitteita.

EU on oikeudellisesti sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 20 % vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoteen 1990. Tavoitteita on myös uusiutuvan energian käytölle ja energiatehokkuuden parantamiselle. Vuoteen 2050 mennessä tavoitteena on 60-80 % päästövähennys. Osa toimista tavoitteiden saavuttamiseksi EU-maiden yhteisiä, osa on kansallisia ja paikallisia toimia.

Teollisuusmaiden kesken vähennysvelvoitteiden samantasoisuus on merkittävää, mikäli halutaan säilyttää likimäärin nykyinen kilpailuasetelma ja tuotannon työjako. Suomelle ja muille EU-maille merkittävintä on harmonisointi EU:n sisällä koska EU:n sisäinen kauppa näyttää tärkeää roolia maiden ulkomaan kaupassa. Tämän lisäksi on tärkeää, ettei kustannustaso nouse kilpailijoihin verrattuna verojen, maksujen tai muiden ohjauskeinojen seurauksena.

Kehitysmaita koskevat vähennysvelvoitteet ovat vielä lähitulevaisuudessa teollisuusmaiden velvoitteita lievempiä. Velvoitteiden ero vaikuttaa tuotannon sijoittumiseen sekä Suomen kotimaan ja ulkomaan kuljetuksiin. Se voi osaltaan lisätä teollisuuden globalisaatiota kehitysmaihin.

EU:n sisäinen taakanjako sekä päästökauppasektoria ja ei-päästökauppasektoria koskevat velvoitteet ovat tärkeitä Suomen teollisuuden kilpailukyvyille. On tärkeää huolehtia, että EU:n sisäiset kilpailuolosuhteet eivät vääristy ja että alojen teknis-taloudelliset vähennyspotentiaalit huomioidaan. Päästökauppajärjestelmän yksityiskohdat ratkaisevat, miten hyvin järjestelmä johtaa päästöjen vähennyksiin ja onko sillä vaikutuksia markkinoiden kilpailuun. Myös kotimaiset toimet saattavat muuttaa kustannustasoa suhteessa kilpailijamaihin EU:ssa ja muualla sekä vaikuttaa liikenteeseen.

EU:n yhteiset toimet saattavat heikentää EU:n maiden kansainvälistä kilpailukykyä, mikä vaikuttaisi kuljetusten määriin ja suuntautumiseen sekä liikennemuotojen väliseen työnjakoon.

Jos kansainvälistä liikennettä koskevat globaalit toimenpidekokonaisuudet eivät onnistu tai ole riittäviä, voi syntyä paineita EU:n sisällä jatkaa toimia alueellisella tasolla. Tällöin vaarana on, että Suomen merikuljetusalalle ja lentoteollisuudelle tapahtuu ulosliputuksia ja kilpailuolosuhteiden vääristymistä.

Hillintätoimenpiteet vaikuttavat eri toimialojen ja kuljetusmuotojen kehitykseen yhdessä muiden toimintaympäristötekijöiden kanssa. Kansainväliset hillintätoimenpiteet eivät vaikuta voimakkaasti kansainvälisen kaupan ja liikenteen määrään, sillä se perustuu suurelta osin meriliikenteeseen. Meriliikenne ei ole herkkää öljyn hinnan nousulle ja kauppa ja liikenne todennäköisesti kasvavat. Lentoliikenteen osalta saavutettavat aikasäästöt ovat helposti kustannusten nousua merkittävämpi tekijä.

Kasvavien meriliikenteen päästöjen hillitsemisen kannalta öljyn hinnan muutosta tehokkaampia ovat muut keinot kuten vaihtoehtoiset polttoaineet, liikenteen hidastaminen ja alusteknologian kehittäminen.

Valtaosa Euroopan tiekuljetusten kuljetussuoritteesta on lyhytmatkaista kuljettamista. Sähköisen kaupan lisääntyminen aiheuttaa uusia tarpeita kaupunkien jakelussa. Tulevaisuudessa jakeluliikenne ja sen päästöjen minimoiminen tullaan huomioimaan paremmin kaupunkisuunnittelussa hallinnollisten rajoitusten ja ohjauksen lisäksi. Toimenpiteistä on esimerkkejä eri puolilta Eurooppaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja jakeluliikenteen tehostamiseksi.

### 7.3 Vaikutukset teollisuuteen, kauppaan ja kuljetuskysyntään

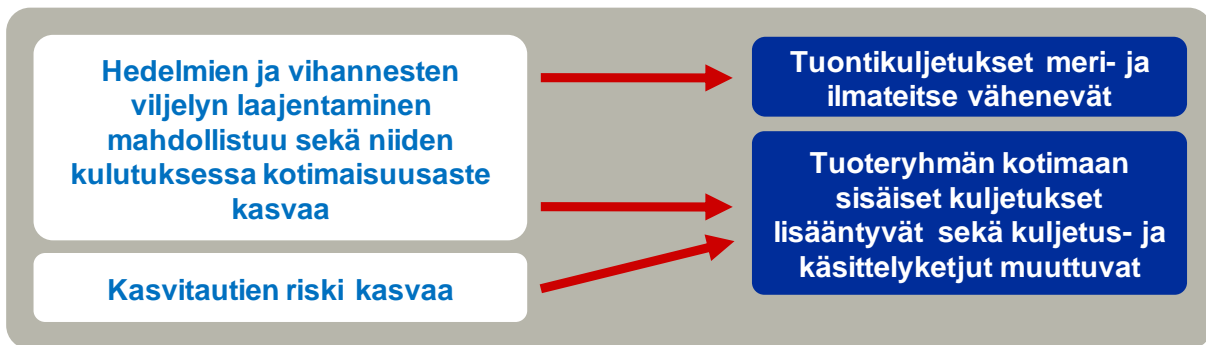
Ilmastonmuutoksen suorat vaikutukset kohdistuvat muodossa tai toisessa kaikkiin toimialoihin. Erityisiä vaikutuksia kotimaassa ilmastonmuutoksesta kohdistuu maatalous- ja elintarviketeollisuuteen sekä pidemmällä aikavälillä metsätalouteen ja -teollisuuteen.

Maataloudessa ilmaston muuttuminen voi lisätä satoja ja monipuolistaa tuotantoa suhteellisen nopeasti, jos lajikkeita onnistutaan kehittämään potentiaalin hyödyntämiseksi. Monipuolistunut ja suurempi tuotanto sekä kuluttajien asennemuutokset saattavat vaikuttaa kotimaisen ruuan ja elintarviketeollisuuden raaka-aineiden kysynnän lisääntymiseen. Ilmaston muuttumisen vaikutukset maataloudessa ja elintarviketeollisuudessa tulevat hieman vähentämään tuontikuljetuksia ja hieman lisäämään kotimaan sekä vientikuljetuksia. (Kuva 38)

Muut toimintaympäristömuutokset, esimerkiksi EU:n maatalouspolitiikka, vaikuttavat tuotantoedellytyksiin lähitulevaisuudessa selvästi ilmastonmuutosta enemmän. Jos maataloustuet vähenevät tai niiden rakenne muuttuu, maatalouden tuotantoedellytykset huononevat. Seurauksena saattaa olla maatalouden väheneminen, mikä vaikuttaa myös mahdollisuuksiin hyödyntää satojen kasvattamisen ja lähiruuan suosion kasvattamisen potentiaaleja, kun ilmastonmuutos lähivuosisikymmeninä etenee.

Kyselyssä monilla toimialoilla arvioidaan ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän aiheuttavan kustannusten nousua, energian saatavuuden ja hinnan muuttumista sekä polttoaineiden ja raaka-aineiden hintojen nousua ja saatavuuden muuttumista. Energiaan liittyvät vaikutukset arvioitiin myös tärkeiksi. Näitä olivat siirtyminen uusiin polttoaineisiin, biopolttoaineet ja niiden kysyntä, investoinnit hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi sekä hiilidioksidivapaan tuotannon lisääminen. Ilmaston lämpenemistä ja muuttumista sekä lämpöenergian tarpeen vähenemistä pidettiin tärkeinä.

Kyselyssä ilmastonmuutoksen nähtiin tuovan uutta liiketoimintaa Suomeen. Kilpailuolosuhteiden säilyminen ilmastonmuutoksen hillinnässä tasapuolisina EU-maiden kesken arvioitiin tärkeimmäksi teollisuuden toimintaan Suomessa vaikuttavaksi tekijäksi. Vastajat arvioivat että tulevaisuudessa toiminnan energiatehokkuutta ja ympäristövaikutuksia tullaan mittaamaan yrityksen koko toiminnan ja toimitusverkostojen osalta.

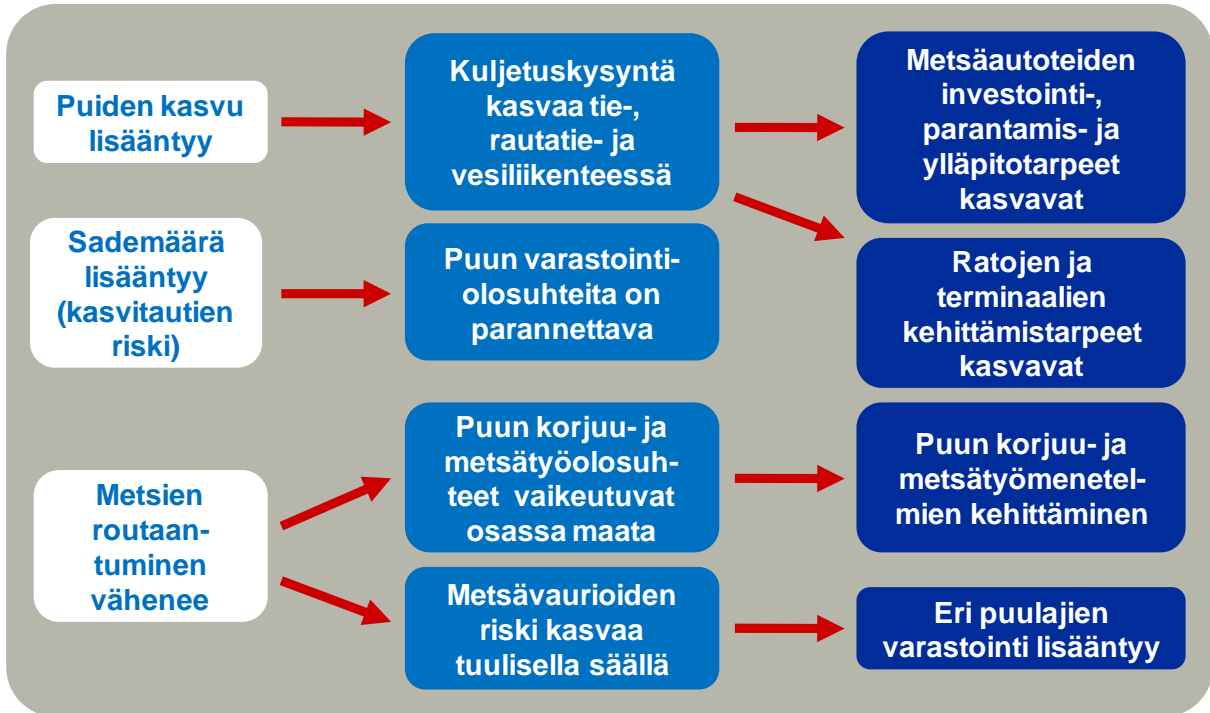


Kuva 38. Ilmastonmuutoksen vaikutukset maatalouden ja elintarviketeollisuuden kuljetuskysyntään.

Ilmastonmuutoksen suora vaikutus metsätalouteen ja -teollisuuteen ja näiden kuljetuskysyntään ei liene lähitulevaisuudessa merkittävä. Lähivuosikymmeninä Suomen talouden rakennemuutos ja maailmantalous vaikuttanevat metsäteollisuuden kehittymiseen ilmastonmuutosta selvästi voimakkaammin. Toisaalta puun korjaus- ja kuljetusolosuhteiden huononeminen on nopeampaa kuin ilmastonmuutoksen aiheuttama puun kasvun lisääntyminen. Lyhyellä aikavälillä tarvitaan siis puun varastoinnin, terminaaliverkkojen ja kuljetusjärjestelmien kehittämistä. Toisaalta kehittäminen on suhteutettava alan tuotannon vähenemiseen Suomessa.

Metsätalouden osalta kaikkien puulajien kasvu Suomessa paranee, eniten Pohjois-Suomessa. Männy, lehtipuiden ja jalojen lehtipuiden osuuden on arvioitu kasvavan ja kuusen osuuden laskevan, eniten Etelä-Suomessa. Lisääntyneet kotimaan puunkuljetukset lisääisivät liikennettä kaikilla kuljetusmuodoilla. Teiden investointi-, parannus- ja ylläpitotarpeet kasvavat, kuten myös ratojen ja terminaalien kehittämistarpeet. Lisääntyneellä sademäärällä on kielteisiä vaikutuksia, mm. puun varastointiolosuhteita joudutaan oleellisesti parantamaan. Metsien routaantuminen vähenee ja korjuu- ja metsätyöolosuhteet vaikeutuvat muualla paitsi Etelä- ja Länsi-Suomessa. Metsänkorjuu- ja metsänhoidon menetelmiä joudutaan kehittämään. (Kuva 39)

Roudattoman ajan kasvu voi nykyiselläkin tuulisuudella ja myrskyjen esiintyvyydellä lisätä metsävaurioita, mikä aiheuttaisi vaihteluita puuntarjontaan ja edellyttäisi eri puulajien varastojen lisäämistä. Lämpenemisen ja sateisuuden kautta parantunut puuraaka-aineen saatavuus saattaisi lisätä metsäteollisuutta Suomessa tai ainakin hieman jarruttaa sen siirtymistä edullisempien tuotantokustannusten maihin. Ainakaan puun saatavuus ei muodostu teollisuutta rajoittavaksi tekijäksi. Kotimaan raakapuun ja sahatavaran kuljetukset voivat siten lisääntyä sekä vähentää tuontia ja siihen liittyviä kotimaan jatkokuljetuksia. (Kuva 39)



Kuva 39. Ilmastonmuutoksen vaikutukset metsäteollisuuden toimitusketjuihin.

Lähivuosikymmenen teollisuus- ja kuljetuskysyntävaikutusten osalta on keskeistä, saadaanko aikaan riittävä maailmanlaajuinen ilmastopimus ennen kuin EU:n vuosien 2013–2020 uusi päästökauppajärjestelmä ja muut ohjaustoimet päästöjen vähentämiseksi otetaan käyttöön. Jos ei saada, kasvaa riski, että EU:n ja Suomen kilpailukyky heikkenee ja tuotantorakenne muuttuu.

Päästökaupan vaikutuksia lieventää Suomen energiaintensiivisimmän teollisuuden määrittely hiilivuodolle alttiiksi ja tästä johtuva poikkeava kohtelu. Energiateollisuus ei kuulu hiilivuodolle alttiiksi määriteltyihin toimialoihin ja hillintätoimenpiteiden johdosta sähkö- ja lämpötuotantotavat voivat muuttua.

Ilmastonmuutoksen merkittävimmät vaikutukset energiasektorille tulevat hillintätoimenpiteiden kautta, ei esim. vähenevän lämmitystarpeen kautta. Mm. öljyn, hiilen, sähkön tuonin ja turpeen osuuksien ennustetaan vähenevän. Vähentynyt fossiilisen energian tuonti vähentää tuontikuljetuksia ja tähän liittyvää Suomen sisäistä runkukuljettamista. Bioenergian tuotannon lisääntyminen ja kaivos Hankkeet kasvattavat kuitenkin tie-, rata- ja vesikuljetusten kysyntää.

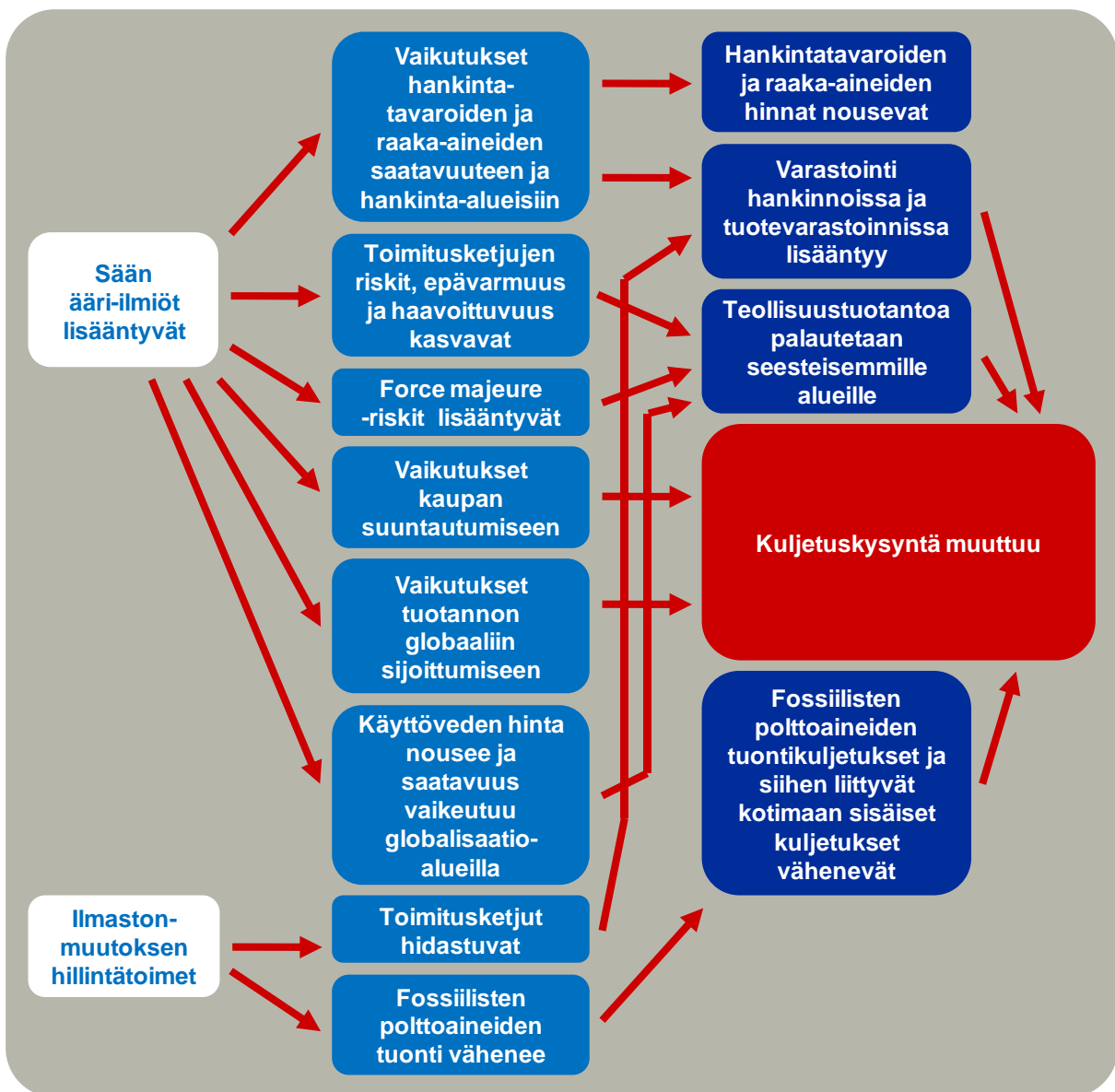
Teollisuusyritykset näkevät ilmeisenä fossiilisten polttoaineiden kulutuksen vähenemisen Suomessa ilmaston lämpenemisestä, hillintätoimenpiteistä ja kotimaisen uusiutuvan energian tuotannon kasvamisesta johtuen. (Kuva 40)

Kyselyn perusteella näyttäisi siltä, että ilmastonmuutokseen ja sen hillintään liittyvät tekijät eivät vielä ole aivan ensisijaisia teollisuusyritysten tehdessä sijoittumispäätöstä. Yritykset pitävät kuitenkin tärkeänä sijoittumispäätökseen vaikuttavana tekijänä ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden ennakoitavuutta sijoittumismaassa. Teollisuusyritykset saattavat tulevaisuudessa varautua eri puolella maailmaa tapahtuviin ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöihin ottamalla huomioon kansainvälisten toimitusketjujen ja tuotannon häiriöt ennakoinnilla, varastoinnin lisäämisellä ja suuntaamalla tuotantoa, raaka-ainehankintaa ja kauppaa vähemmän ääri-ilmiöistä kärsiville alueille.



Ääri-ilmiöt voivat mm. vaikeuttaa tärkeiden hankintatavaroiden ja raaka-aineiden saantia ja nostaa niiden hintoja. Ilmastonmuutos ja sen hillintä muuttavat siis sitä miten ja mistä raaka-aineita tuodaan. (Kuva 40) Myös teollisuuden käyttöveden hinnoitteluperusteet voivat muuttua, se voi kallistua ja sen saanti vaikeutua erityisesti teollisuuden nykyisillä globalisaatioalueilla. Suomen kilpailuasema (edullisen veden hyvä saatavuus) voi tästä johtuen hieman pitkällä aikavälillä parantua.

Teollisuuden ja kaupan yritykset pitävät toimintakustannusten nousua, energian tuotannon muutosta ja lämmityksen tarpeen vähenemistä tärkeinä muutoksina. Ilmastonmuutos kasvattanee yritysten toiminta- ja investointikustannuksia (uusien energiavaihtoehtojen edellyttämät investoinnit), mihin yritykset tulevat varautumaan sopimusten avulla ja toiminnan tehokkuuden nostamisella. Lienee kuitenkin todennäköistä, että ilmastonmuutoksen aiheuttamat toimenpiteet siirtyvät suurelta osin tuotteiden hintoihin, koska toiminnan tehostamisella ei voida kattaa kaikkia kustannuksia.



Kuva 40. Ilmastonmuutoksen yleisiä vaikutuksia kaupan ja teollisuuden toimintaan ja kuljetuskysyntään.

#### 7.4 Vaikutukset kuljetusalaan, kuljetuksiin ja infrastruktuuriin

Ilmaston muuttumisen suurimmat ja päivittäiseen toimintaan liittyvät vaikutukset näyttäisivät kohdistuvan tiekuljetuksiin (nollakelit, näkyvyys, liikenneturvallisuus, lumen väheneminen jne.). Juna-, lento- ja laivaliikenteessä käytetään automaattista suunnistamista ja keskitettyä ohjausta, mikä vähentää vaikutuksia.

Kaatuneiden puiden aiheuttamat ongelmat tieliikenteelle lisääntyvät routa-ajan lyhetyssä. Kelirikon esiintymisajankohdat ja painorajoitusten ajankohdat muuttuvat ja kokonaisaika voi pidentyä. Sen sijaan painorajoitukset keväällä harvinaistuvat. Aluksi nollakelien esiintyminen lisääntyy koko Suomessa. Etelä-Suomessa nollakelien määrä voi kääntyä laskuun tämän vuosisadan puolestavälistä, jolloin talviajan kunnossapito päätiestöllä pitkällä tähtäimellä voi helpottua lumisateen ja nollakelien harvinaistuesssa Etelä-Suomessa. Keski- ja Pohjois-Suomessa nollakelien ja jäätymis-sulamisilmiöiden myötä kunnossapito vaikeutuu ja kallistuu. Keskeistä on lämpötilan vaihtelun lisääntyminen nollan molemmin puolin, ei niinkään yhtenäiset jaksot. Tieliikenteen hoito- ja ylläpitokustannusten arvioidaan Suomessa kasvavan. (Kuva 41) Haasteena on väylänpidon palvelujen rakenteen muuttaminen, niiden oikea-aikaisuus ja tiedonhallinta.

Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitustason ja tien kantavuus voi pienentyä, jolloin vahingot yleistyvät ja kasvavat ja mitoituksia on muutettava. Rakenteiden mitoituksessa huomioidaan muutenkin ilmaston luontainen vaihtelu. Ongelmia syntyy, jos vaihteluväli kasvaa ja mitoitusta ei ole sopeutettu siihen. Monilta ilmaston muuttumisen vaikutuksilta voidaan välttyä riittävillä investoinneilla, mutta investoinnit on suhteutettava niistä saatuihin hyötyihin. Tuulisuuden, sateisuuden, kelirikon jne. lisääntymisestä johtuva kotimaan kuljetusten vaikeutuminen voi nostaa kuljetushintoja. (Kuva 41)

Suurimmat vaikutukset kohdistuvat jo nyt ylikuormitettuihin liikenneverkon osiin, joille on tarjolla vain vähän taloudellisesti järkeviä vaihtoehtoisia kuljetusreittejä. Biopolttoainoiden käytön lisääntyminen edellyttäne termiinaliverkkojen ja kuljetusjärjestelmien suunnittelua sekä investointeja mm. pientiestöön.

Kyselyn perusteella kuljetusten liikenneinformaation ja opastuksen kehittämisen tarve lisääntyy. Tiedonhallinnan merkitys korostuu lisääntyvien poikkeustilanteiden vuoksi entisestään. Toimitusketjun osapuolten tulisi ottaa käyttöön yhteisiä tavaratoimituksiin liittyviä tietojärjestelmiä. Eri osapuolten tarvitsemien tietoelementtien määrittely ja luottamus osapuolten kesken on keskeistä yhteistä tietojärjestelmää suunniteltaessa. Kuljetusasiakkaita tullaan ehkä palkitsemaan alhaisemmilla kuljetushinnoilla hyvästä ennakkoinnista ja hitaampien kuljetusketjujen käytöstä. Tiekuljetusten infrastruktuurin investointitarpeiden arvioidaan lisääntyvän. Infrastruktuurin ylläpidon teknologioiden arvioitiin kehittyvän energiatehokkaammiksi. (Kuva 41)

Onnettomuusriskien ja työtapaturmien arvioitiin kyselyssä ilmastonmuutoksesta johtuen lisääntyvän. Toisaalta tieliikenne huonoilla keleillä keskimäärin hidastuu ja vakavat onnettomuudet harvinaistuvat. (Kuva 41)



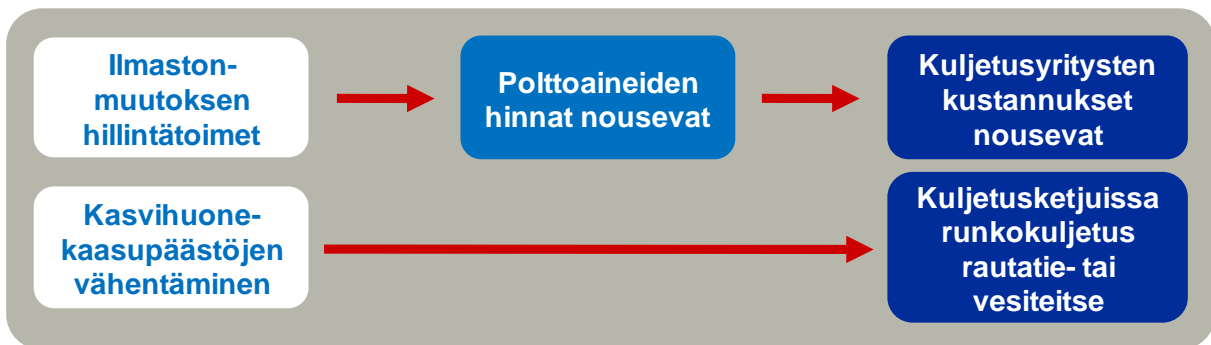
Kuva 41. Ilmastomuutoksen vaikutukset tieliikenteen infrastruktuuriin.

Kasvihuonekaasupäästöt voivat ilmastopolitiikan ohjaustoimien kautta vaikuttaa yritysten kuljetusmuodon valintaan. Hiilidioksidipäästöjä on mahdollista vähentää käyttämällä kuljetusketjuja, joissa runkokuljetus on joko rauta- tai vesiteitse. Runkokuljetuksissa on Suomessa pieniä mahdollisuuksia lisätä rautatiekuljetusten määrää. Maakuljetusosuuden kuljetustapa vaikuttaa keskeisesti kuljetusketjun kokonaispäästöihin. Päästöjen ja ruuhkautumisen vähentämiseksi EU:ssa on tavoitteena siirtää maanteiden liikennettä lyhyen matkan merikuljetuksiin. (Kuva 42)

Teollisuusyritykset ja kuljetusala arvioivat kyselyssä kuljetusmuotojakauman pysyvän likimain ennallaan. Kuljetusmuotojakauman arvioitiin kuitenkin muuttuvan hieman merikuljetusten ja rautatiekuljetusten suuntaan. Kaikkein epätodennäköisintä lienee, että kuljetusmuotojakauma muuttuu ilmakuljetusten suuntaan. Todennäköistä on, että yhdistetyt kuljetusratkaisut lisääntyvät. Niissä samaa lastiyksikköä siirretään kuljetusvälineestä toiseen ja usein runkokuljetus hoidetaan vesi- tai ratakuljetuksena ja syöttö- ja jakelukuljetus tiekuljetuksena. (Kuva 42)

Tavarakuljetusyritysten kustannusten arvioidaan kasvavan polttoaineiden, sähkön ja vakuutuksien hintojen noustessa. Toisaalta hiilelle asetettu hinta vaikuttaa suhteellisen vähän kuljetusten kustannuksiin, koska palkat, ajoneuvot ja verotus ovat suurempi kuluerä kuin polttoaine. Kustannusten nousua pidettiin kuitenkin kyselyssä tärkeimpänä kuljetusalaan vaikuttavana tekijänä. Huoli rahtikuljetusten kasvavista päästöistä lisänee ilmastomyönteisen yrityskuvan merkitystä sekä investoijien kiinnostusta ilmastoon liittyvien riskien hallintaan. Viime kädessä kuljetuskustannusten nousu siirtynee kuljetettavien lopputuotteiden hintaan. (Kuva 42)

Ilmastonmuutoksesta johtuen nähtiin kyselyssä kuljetusalan koulutuksen, työturvallisuuden ja työympäristön kehittämistarpeiden kasvavan sekä liiketoiminnan kasvavan ja kehittyvän.



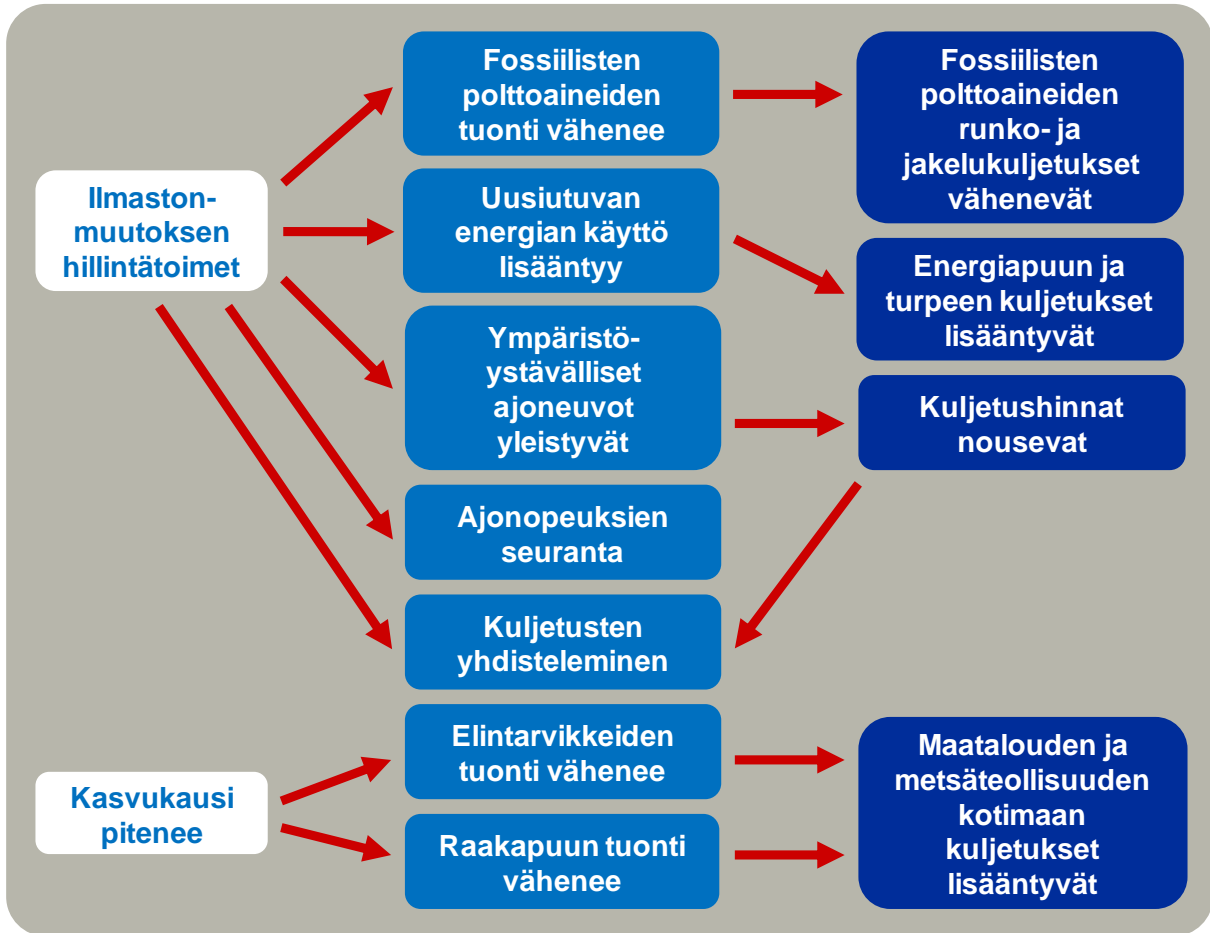
Kuva 42. Ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutukset kuljetusmuodon valintaan.

Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet EU:ssa tulevat todennäköisesti jatkossa sisältämään paljon nimenomaan tieliikenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä, jotka tulevat koskemaan sekä runko-, että jakeluliikennettä. Kuljetusten yhdistelemisen lisäksi toimenpiteet tulevat koskemaan mm. käytettyä energialähdettä ja ajoneuvoteknologiaa. (Kuva 43)

Ympäristöystävälliset ajoneuvot ovat yleistyvät edelleen tiekuljetuksissa, mutta samalla ne nostavat kuljetushintoja. Energian kulutuksen vähentämiseksi ajoneuvojen seurantaan tullaan kiinnittämään enemmän huomiota.

Tiekuljetukset jatkanevat nykyisen taloudellisen taantuman jälkeen absoluuttista kasvuun. Syynä ovat Suomen erityispiirteet, kuljetuskysynnän hajanaisuus, uudet palvelutarpeet, uusien alojen kuljetuskysyntä, tiekuljetusten joustavuus ja nopeus, asiakastarpeet, toimitusketjujen kysyntäohjautuvuus jne. Toisaalta kuljetusintensiivisten alojen (metsäteollisuus) väheneminen Suomessa vähentää osaltaan myös tiekuljetusten kysyntää.

Fossiilisten polttoaineiden kuljetukset vähenevät, mutta biopolttoaineiden kotimaankuljetukset lisääntyvät. Niiden syöttökuljetus on yleensä aina hoidettava tiekuljetuksena ja usein myös runkokuljetus.



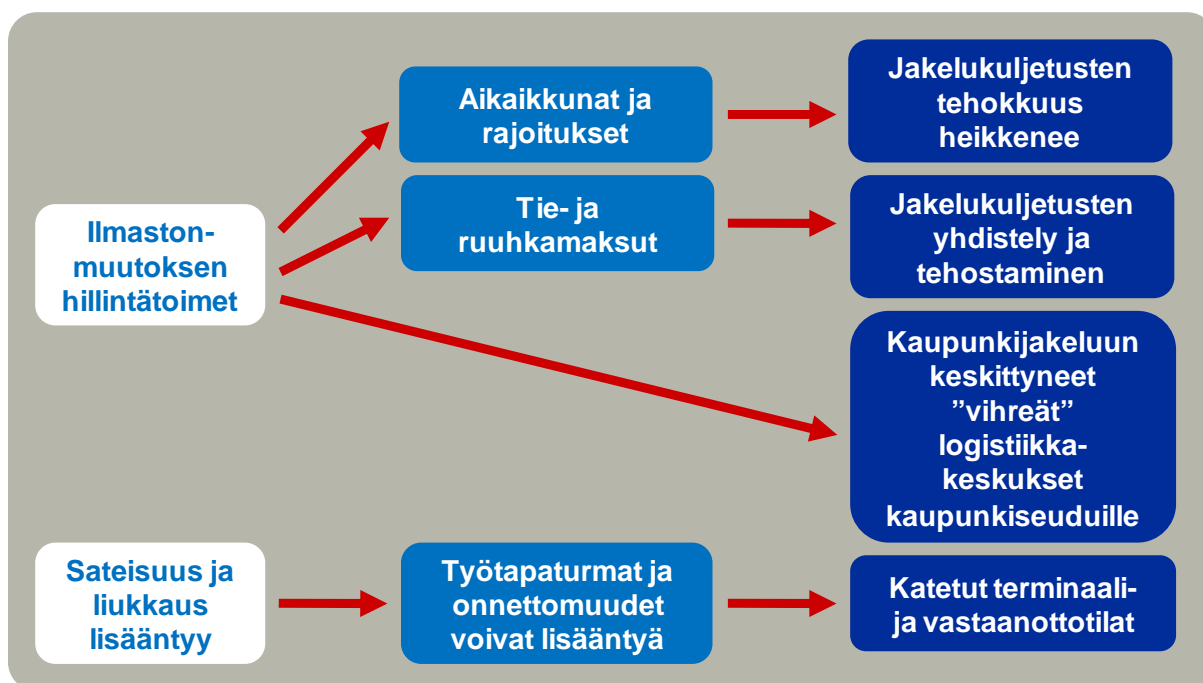
Kuva 43. Ilmastonmuutoksen vaikutukset tiekuljetuksiin.

Jakelukuljetukset edustavat suurta osaa tavaraliikenteestä ja niiden ympäristöystävällisellä kehittämisellä on suuri vaikutus päästötavoitteiden saavuttamiseen.

Jakelussa ilmastonmuutoksesta ja sen hillintätoimista aiheutuva kustannusten nousu lisää jakelukuljetusten ja -toimitusten yhdistelemistä. Tie- ja ruuhkamaksujen käyttö pakottaa myös tehostamaan jakelukuljetuksia. Kaupunkien ruuhkamaksuilla voi olla myönteisiä vaikutuksia, sillä kuljetukset voivat nopeutua ja työajan säästö korvata mahdolliset ruuhkamaksujen kustannukset. Euroopassa käytettyjen jakelukuljetusten menestyksellisten ratkaisujen toteuttamismahdollisuuksia Suomen kaupunkiseuduilla tulisi selvittää. Jakelukuljetusten tehokkuuden arvioidaan toisaalta vähenevän jakeluliikenteen aikaikkunoiden ja muiden rajoitusten vuoksi. Internet-kaupan lisääntyminen voi lisätä tavarakuljetuksia, mutta samalla vähentää yksityisautoilua. Hillintätoimenpiteet saattavat suosia lähipalveluita, mikä lisää tavaraliikennettä, mutta vähentää mahdollisesti kokonaisliikennettä. Pienten alueellisten tuotantoyksiköiden yleistyminen saattaa lisätä kuljetussuoritteita verrattuna suurtuotantoyksiköihin, joista ruoka kuljetetaan kauemmas, mutta suuremmissa erissä hyödyntäen logistiikassa mittakaavaetuja. (Kuva 44)

Investointien tarve kasvaa koko kuljetusketjussa. Erityisesti katettujen tilojen tarve kasvaa jakelukuljetuksissa, lentokentillä, satamissa ja terminaali-alueilla. Kauppa ja kuljetusjärjestelmä tulevat kiinnittämään entistä enemmän huomiota kuljetusten yhdistelyyn ja täyttöasteeseen.

Kyselyyn vastanneet arvioivat, että kaupunkiseuduille tullaan rakentamaan uusia kaupunkijakeluun keskittyneitä "vihreitä" logistiikkakeskuksia. Loppuasiakkaidenkin yhteistoiminta tavaratoimitusten yhdistelemiseksi voi lisääntyä. Jakeluliikenteeseen perustetaan vastaanotto-operaattoreita, jotka hoitavat useiden liikkeiden tavarantoimitusta vastaanottoa jakeluauton seisonta-ajan lyhentämiseksi purkupisteessä. (Kuva 44)



Kuva 44. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kaupunkiseutujen jakelukuljetuksiin ja niiden infrastruktuuriin.

Rautatieliikenteessä lumella on vähemmän merkitystä ylläpidon ja turvallisuuden kannalta tavarankuljetuksissa kuin henkilöliikenteessä, ja näkyvyydelläkin on pienempi merkitys kuin tiekuljetuksissa. Rautatiekuljetuksissa tärkeitä ovat vaikutukset infrastruktuuriin.

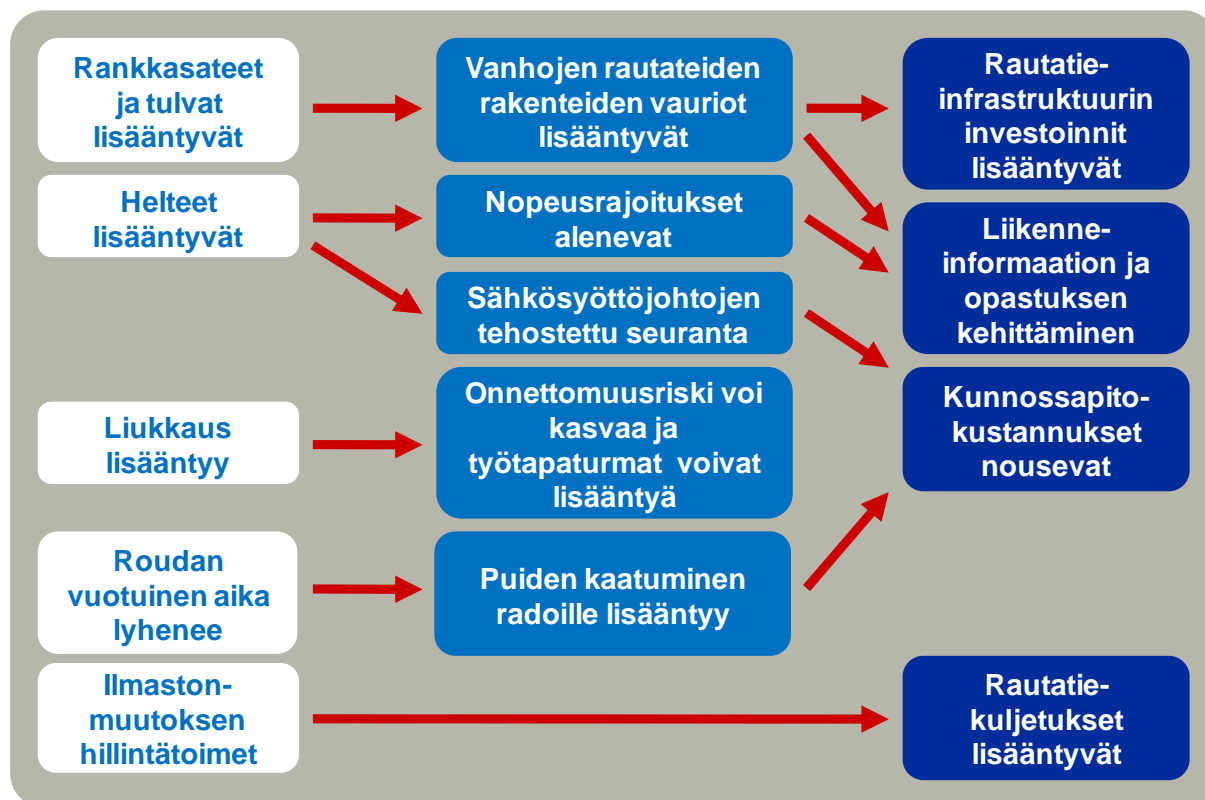
Rakenteiden mitoituksessa huomioidaan nykytilanteessakin ilmaston luontainen vaihtelu. Ongelmia syntyy, jos vaihteluväli kasvaa ja mitoitus ei ole sopeutettu siihen. Uusilla ja peruskunnostetuilla pääradoilla lisääntynyt sadanta ei aiheuta välittömiä ongelmia. Muilla radoilla rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen sekä pohjaveden nousu voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitusastan, jolloin vahingot vanhemmille rakenteille sekä häiriöt yleistyvät. (Kuva 45)

Lumen aiheuttamat tukokset harvenevat ja haitallinen jäätyminen vähenee. Toisaalta voidaan olettaa, että laitteiden puhtaanapidon tarve lumesta kasvaa, mikäli tuulisuus lisääntyy. Joka tapauksessa lumi häiritsee tavaraliikennettä vähemmän kuin henkilöliikennettä, sillä tavaraliikenne on toistaiseksi vähemmän automatisoitua ja häiriöherkkää.

Rankkasateiden ja nollakelien (liukkaus, huono näkyvyys ym.) lisääntyessä onnettomuusriskit ja työtapaturmat voivat lisääntyä rautatiekuljetuksissa. Työtapaturmien kasvava riski vaikuttaa erityisesti suurimmilla Tampereen ja Kouvolan ratapihoilla. Nollakelien esiintymisen vähentyessä vuosisadan puolestävälisestä Etelä-Suomessa työtapaturmien riski voi näillä ratapihoilla kääntyä laskuun. Helteistä johtuvat turvallisuusongelmat ja nopeusrajoitukset voivat lisääntyä. Sähkönsyöttöjohdot vaativat tehostettua seuranta- ja lämpölaajenemisen ja roikkumisen varalta. (Kuva 45)

Raideliikenteen päästöjä voidaan vähentää rautateiden akselipainoja nostamalla, junien pituutta kasvattamalla, täyttöasteita lisäämällä sekä käytetyn sähkön tuotantotavan valinnalla (VR:ssä jo nykytilanteessa käytetään vesivoimalla tuotettua sähköä). (Kuva 45)

Kuljetusten liikenneinformaation ja opastuksen kehittämisen tarpeen arvioidaan kyselyssä lisääntyvän. Poikkeustilanteiden vaikutuksia pyritään vähentämään tiedonhallintaa kehittämällä. Ratainfrastruktuurin investointitarpeiden arvioidaan kasvavan. Infrastruktuurin ylläpidon teknologioiden arvioidaan rataverkolla kehittyvän energiatehokkaammiksi. Rautatiekuljetusten arvioidaan ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän johdosta lisääntyvän. (Kuva 45)



Kuva 45. Ilmastonmuutoksen vaikutukset rautatiekuljetuksiin ja niiden infrastruktuuriin.

Kansainvälisten kuljetusketjujen riskit ja haavoittuvuus kasvavat. Ääri-ilmiöiden lisääntymisen aiheuttamat riskit vaikuttavat erityisesti merikuljetuksiin. Ns. Force Majeure riskit ovat erityisen suuria merikuljetuksissa (kertamenetyks suuri). Esimerkiksi myrskyisyyden lisääntyminen Atlantilla ja Luoteis-Euroopassa saattaa vaikeuttaa myös Suomen päässä liikenteen aikataulutusta ja ennakoitavuutta. Itämeren alueella myrskyisyys ei kuitenkaan lisääntyne. Ääri-ilmiöiden esiintymisen todennäköisyys eri reiteillä voi tulevaisuudessa vaikuttaa eri kansainvälisten kuljetusreittien hinnoitteluun. Poikkeustilanteissa tiedonkulun merkitys korostuu.

Suomen meriliikenteelle Itämeren alueella on tärkeää erityisesti, miten jääolosuhteet muuttuvat. Pääasiallisesti jääolosuhteet helpottavat. Jos tuulisuus lisääntyy, voivat ahtojäätilanteet yleistyä. Suorat kulutushyödykkeiden kuljetukset Pohjois-Suomen satamiin Helsingin kauttakuljetusten sijaan voivat ehkä kasvaa asiakkaiden valitessa hitaampia ja ympäristöystävällisempiä kuljetusketjuja.

Kun merijää vähenee, alhaisemman jääluokan alukset voivat käydä suuressa osassa Suomen satamia lähes ympärivuotisesti. Merijään laajuuden, paksuuden ja esiintymisaian väheneminen parantaa myös meriliikenteen toimivuutta ja kilpailukykyä. Osa sisävesiväylistä on tulevaisuudessa avoinna lähes ympärivuotisesti. Laivakuljetuksissa rannikkoliikenteen kilpailukyky verrattuna maakuljetusmuotoihin arvioitiin kyselyssä kasvavan. Jääpeiteajan lyhenemisen ja jään paksuuden vähenemisen arvioitiin lisäävän Suomen kilpailukykyä erityisesti alempien jääluokkien laivoilla kuljetettavassa irtotavarrassa. Syöttökuljetusten kotimaan satamista toisiin kotimaan satamiin Euroopan satamiin sijaan ei nähty yleistyvän jääpeiteajan lyhentyessä Itämerellä. (Kuva 46)

Jäänmurron tarve pienentyy jonkin verran pitkällä aikajänteellä. Toisaalta jään sohjoisuuden lisääntyminen yhdessä voimakkaiden länsi- ja lounaistuulten kanssa lisää osaltaan jäänmurron tarvetta. (Kuva 46)

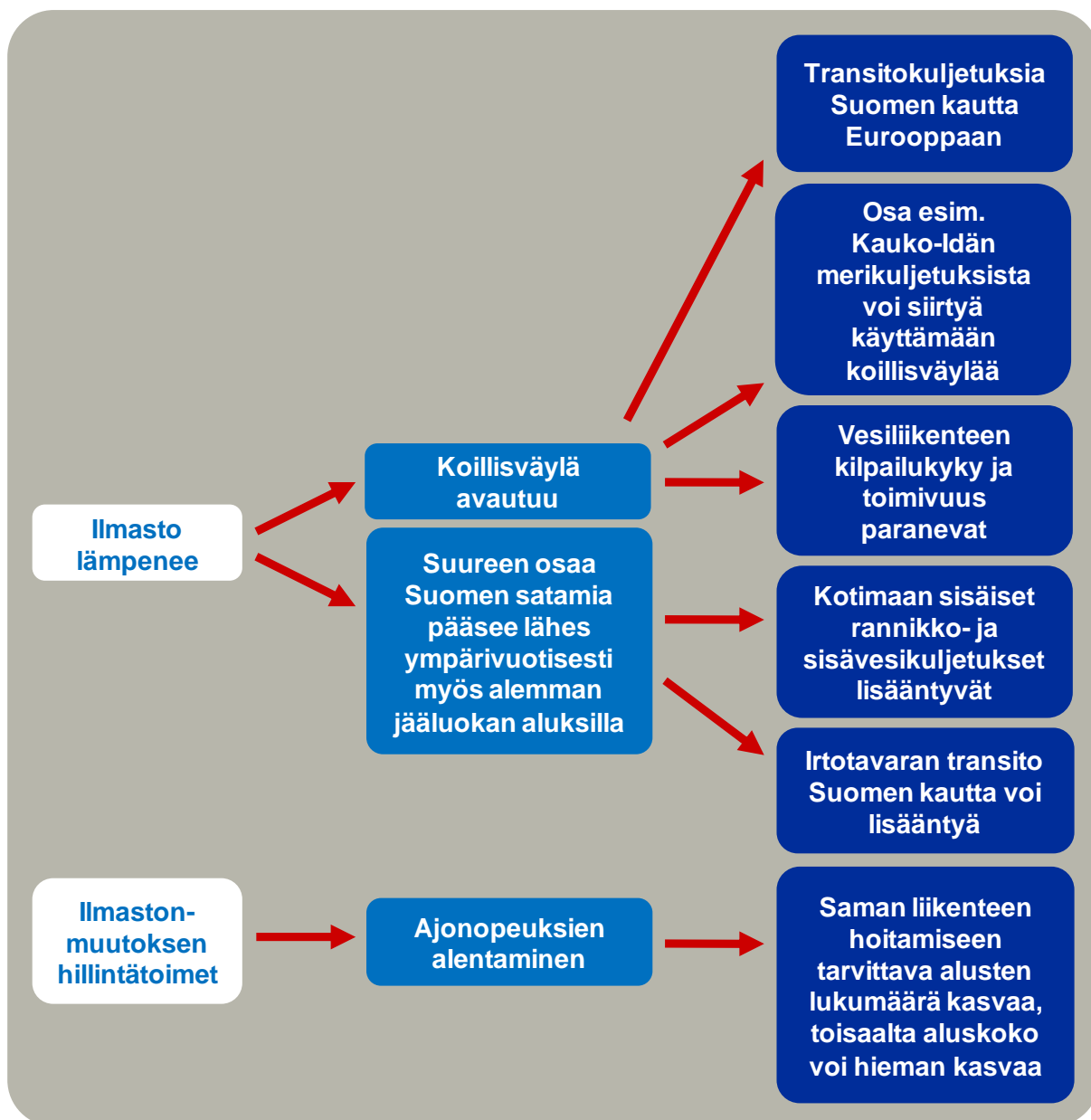
Jos tuulisuus lisääntyy, aallokot ja jäävallit voivat lisääntyä, mikä vaikeuttaa merenmittausta ja avustamista. Myös meren lämpötilan nousu voi vaikeuttaa merenmittausta. Tuulisuuden, sateisuuden ja merenkäynnin lisääntyminen ovat meriliikenteen kannalta vähämerkityksellisempiä kuin jääpeiteajan lyheneminen ja jäiden oheneminen. (Kuva 46)

Ilmastonmuutoksikyselyssä meri- ja sisävesikuljetusala sekä satamatoimintojen ja ahtauksen ala arvioi kotimaan sisäisten rannikkokuljetusten lisääntyvän jääpeiteajan lyhentyessä sekä arvioi sisävesikuljetusten kasvavan. (Kuva 46)

Ympärivuotinen yhteys Koillisväylällä voi avautua, mikä suuntaisi esim. Suomen ja Kauko-Idän välisiä tuonti- ja vientikuljetuksia sekä Venäjän kauttakulkukuljetuksia osin Murmanskin sataman kautta. Kauttakulkukuljetukset esimerkiksi Kauko-Idästä Suomen kautta Eurooppaan voivat lisääntyä. Suomen tärkeimmät kauppakumppanit ovat Euroopassa, joten Koillisväylällä ei liene suurta vaikutusta Suomen tuontiin ja vientiin ulkomaankaupan nykyrakenteella. Toisaalta tuonin ja viennin suuntautumisessa voi tapahtua muutoksia esimerkiksi Aasian maiden talouksien kasvaessa. (Kuva 46)

Ilmastonmuutoksen (rankkasateet, sumu, liukkauden kasvu jne.) seurauksena onnettomuusriskit ja työtapaturmat voivat lisääntyä satama-alueilla ja alusten kansilla.





Kuva 46. Ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutukset meri- ja sisävesikuljetuksiin.

Lisääntyneet sisävesitulvat voivat lisätä alikulkukorkeusrajoituksia ja kanavarakenteiden vaurioita. Korkeimman ja matalimman vedenkorkeuden ajoitukset muuttunevat ja ääripäät voimistunevat. Nämä muutokset vaativat säännöstelykäytäntöjen, kuljetusten vuosijärjestelyjen ja käytettävän aluscaluston tarkistamista. (Kuva 47)

Suomenlahden vesimäärän kasvu ja tuulisuuden lisääntyminen lisää tulvimistilanteiden todennäköisyyttä. Merenpinnan voimakas nousu voi aiheuttaa veden tulvimisen satamissa, joissa laiturien korkeus on matala. Nykyisen laiturikorkeuden standardin mukaan tulvimista ei kuitenkaan tapahtune. (Kuva 47)

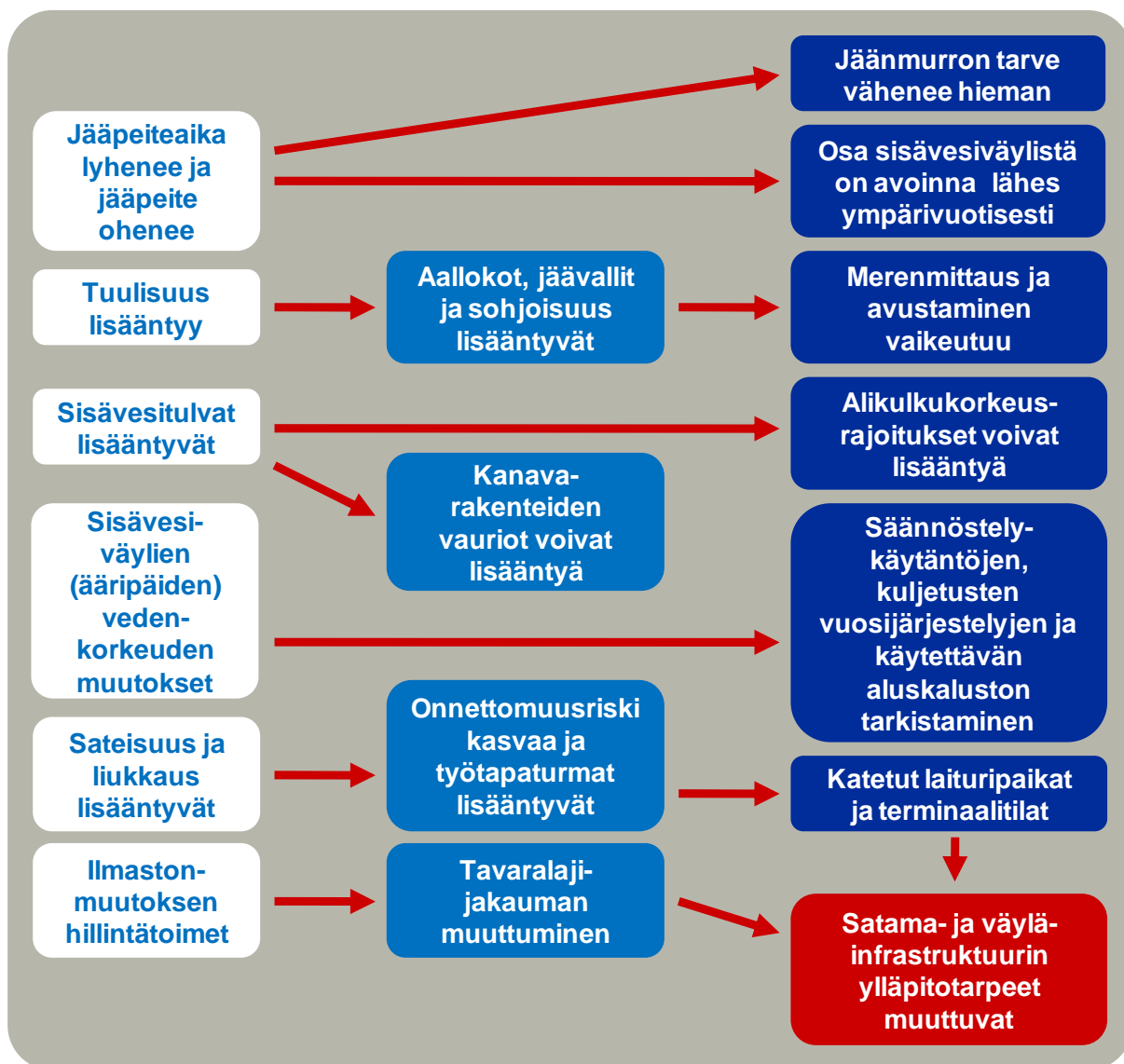
Merikuljetusten liikenneinfrastruktuurin investointitarpeet kasvavat. Tämä koskee niin satama- kuin väyläinfrastruktuuria. Myös väylä- ja satamainfrastruktuurin ylläpidon tarpeiden arvioitiin lisääntyvän. Infrastruktuurin ylläpidon teknologioiden arvioitiin kehittyvän energiatehokkaammiksi. (Kuva 47)

Ilmastonmuutos näyttäisi kokonaisuutena lisäävän kotimaan sisäisten rannikkokuljetusten ja sisävesikuljetusten kilpailukykyä ja määrää sekä kauttakulkuliikenteen määrää.

Työllisyyden ja investointien sisävesiterminaaleissa arvioidaan lisääntyvän, jos talven katkosaika lyhenee. Rankkasateiden ja liukkauden lisääntyessä satamissa tarvitaan lisää katettuja laituripaikkoja ja terminaalitiloja. Sisävesien liikennöintikauden piteneminen voi osaltaan mahdollistaa entistä pidemmät kuljetussopimukset, jotka puolestaan voivat lisätä toiminnan jatkuvuusnäkyvien kautta investointeja uuteen ympäristöystävälliseen aluscalustoon.

Kasvihuonekaasujen vähentämistoimenpiteiden päättäminen monikansallisella kentällä on hyvin vaikeaa. Siitä huolimatta on tärkeää, että sitovat vähennykset päätetään kansainvälisellä tasolla ja samantasoisina eri valtioiden välillä kilpailuvääristymien estämiseksi. Erityisen tärkeää kansainväliset sopimukset ovat tärkeitä aloilla, jotka ovat globaaleja luonteeltaan, kuten meri- ja ilmaliikenne. Ilmastonuutoksen hillintätoimet eivät kuitenkaan muuttane Suomen ulkomaan kuljetusten kulkumuotojakaumaa, vaan se pysyy meriliikennevaltaisena riippumatta siitä, millaisiin sitoumuksiin päädytään. Meriliikenne on energiankulutuksen ja kustannusrakenteen vuoksi kilpailukykyinen myös jatkossa. Hillintätoimet vaikuttavat vähitellen fossiilisten polttoaineiden kulutukseen. Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen ja ennen kaikkea siirtyminen uusiutuviin energialähteisiin, vaikuttaisi erityisesti sellaisiin satamiin, joissa fossiilisten energialähteiden osuus kuljetuksista on suuri. (Kuva 47)

Kyselyssä pidettiin hillintätoimenpiteitä Suomen meriliikenteelle ilmaston muuttumisen suoria vaikutuksia merkittävämpiä. Energiahinnalla arvioitiin olevan suuri vaikutus merikuljetusten kysyntään. Arvioitiin, että yksin teollisuusmaita tai EU-maita koskevat velvoitteet johtavat ulosliputuksiin. Polttoaineen hinnan nousun ja ilmastonmuutoksen hillinnän vaikutuksesta varustamot saattavat laskea laivojen keskimääräistä matkanopeutta. Tämän vuoksi saman tavaramäärän kuljettamiseen tarvittaisiin enemmän laivoja ja enemmän työvoimaa. Työvoiman tarpeen lisääminen näkyisi myös satamissa ja mahdollisesti myös maakuljetusketjuissa. Polttoaineen hinnan arvioitiin ohjaavan alus- ja polttoaineteknologioiden kehittämiseen. Euroopan syöttöliikenteen arvioitiin keskittyvän yhä harvempiin hubeihin (suuriin syöttösatamiin). Kilpailun vääristymiltä arvioitiin välttävän vain, jos vähennysvelvoitteet koskevat sekä teollisuus-, että kehitysmaita. Suomen merikuljetusten arvioitiin kokonaisuutena lisääntyvän. (Kuva 47)



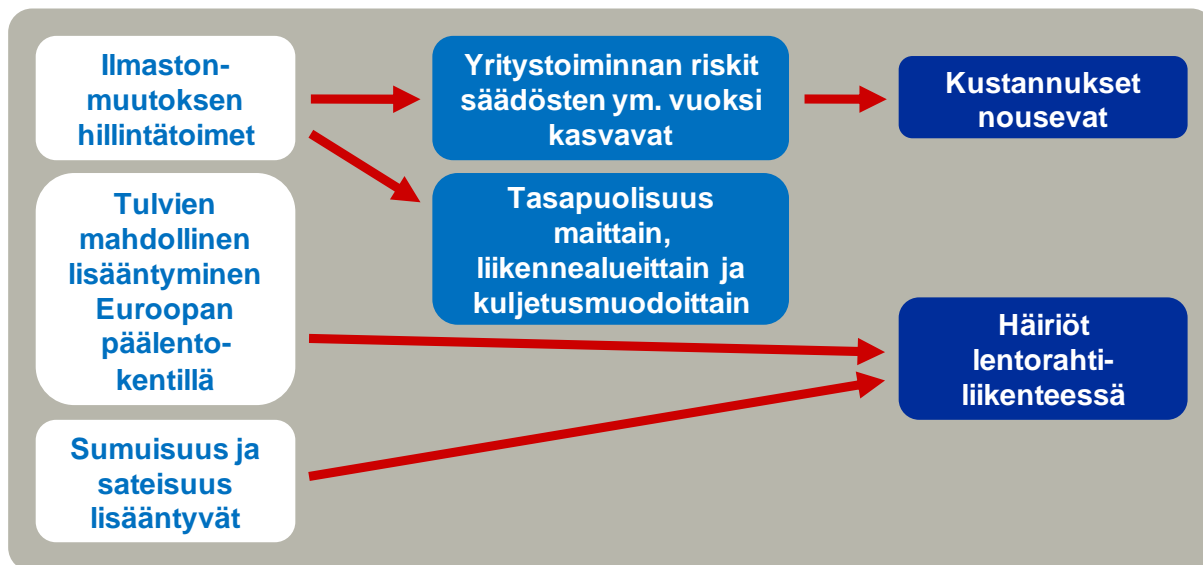
Kuva 47. Ilmastonmuutoksen vaikutukset meri- ja sisävesikuljetusten infrastruktuuriin.

Lentoliikenteeseen kohdistuvat hillintätoimenpiteet lisäävät lentoliikenteen yritystoiminnan kustannuksia ja riskejä. Ne vaikuttavat asiakkaiden kuljetusmuodon ja tavarankantapaikan valintaan sekä kuljetusten reitityksiin. (Kuva 48) Kustannusten siirto asiakkaille ei toteutune ennen kuin yhtiöiden poistuminen ja kilpailun väheneminen mahdollistaa hintojen kohoamisen. Toisaalta polttoainekustannuksilla on pieni vaikutus liikennöintikustannuksiin verrattuna muihin tekijöihin. Lentoliikenteellä saavutettavaa kuljetuksen nopeutta ei voida saavuttaa muilla liikennemuodoilla. Näin ollen polttoaineen hintaan vaikuttavilla hillintätoimenpiteillä olisi vain pieniä vaikutuksia tavarakuljetuksiin lentoliikenteessä.

Ääri-ilmiöiden lisääntyminen vaikuttaa lentokuljetusten riskeihin, vastuisiin ja tavaravaikutuksiin. Useita Euroopan päälentokenttiä sijaitsee rannikolla ja jokien läheisillä tasangoilla, tulvien sattuessa voi vaikuttaa Suomesta lähtevään ja tänne tulevaan lentorahtiliikenteeseen. Sumuisuus ja rankkasateet lisäävät myös ongelmia lentokuljetuksissa. (Kuva 48) Ääri-ilmiöt eivät juuri vaikuta lentoliikenteen onnettomuusriskiin, sillä ne eivät lisäänty radikaalisti sillä korkeudella, jossa lentokoneet liikkuvat.

Maan pinnan läheisyydessä ilmeneviin ääri-ilmiöihin lentoliikenteessä on jo varauduttu esim. varalentokentillä, joille lentokoneet voivat laskeutua varsinaisen lentokentän sijasta. Tiedonkulun merkitys kuljetusketjujen lisääntyvissä poikkeustilanteissa korostuu.

Tonnimääräisesti ilmakuljetukset saattavat ehkä myös kasvaa. Teollisuuden rakenteen muuttuminen korkeamman teknologian ja jalostusasteen suuntaan sekä hillintätoimenpiteiden vaatima uusi tekniikka voi lisätä lentokuljetuksia, koska näissä tuotteissa kuljetuksen nopeus on hintaa tärkeämpi. Lisäksi ilmakuljetuksina kuljetettava lasti on jo nyt pitkälti erikoislastia (arvo- ja kiiretavaraa) ja korvaavaa kuljetustapaa voi olla vaikea löytää ainakaan ilman, että asiakastarpeet ja koko logistinen järjestelmä muuttuvat. (Kuva 48)



Kuva 48. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ilmakuljetuksiin.

Ilmaston muuttumisen myötä lisääntyvien liikennehäiriöiden vaikutukset ovat voimakkaimpia sellaisissa koko järjestelmän toimivuuden kannalta merkittävimmissä kuljetuskäytävissä, missä kapasiteettiongelmat haittaavat jo nykyisinkin kuljetuksia ja vaihtoehtojen kustannuksiltaan, ja nopeudeltaan kilpailukykyisten reittien löytäminen on vaikeaa. Liikennehäiriöihin voi joissakin tapauksissa liittyä myöhästymisten lisäksi myös tuotevahingot, mm. vesivahingot tulvimisen yhteydessä ja onnettomuuksien aiheuttamat vahingot. (Kuva 49)

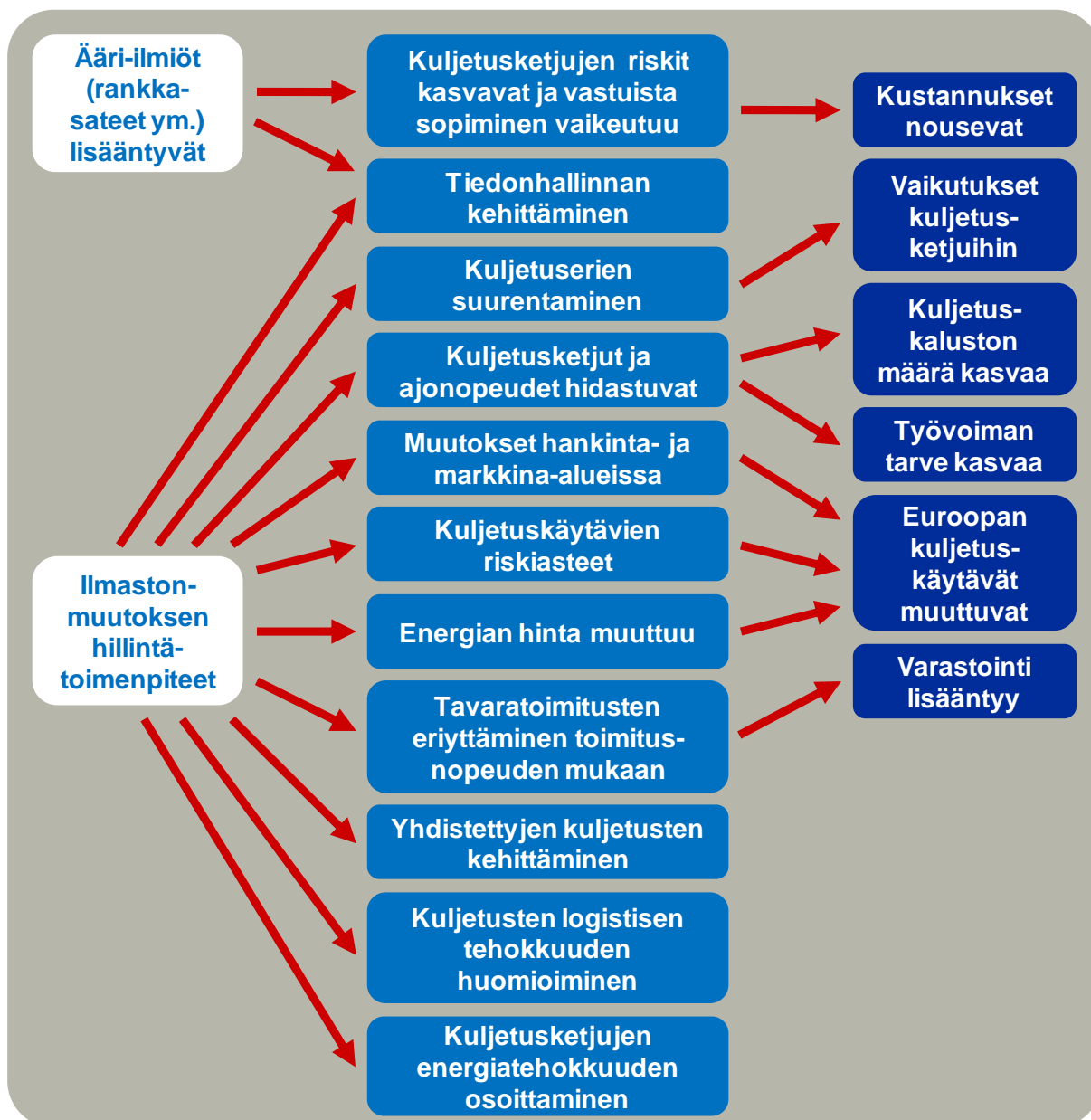
Toimitusketjujen riskit ja epävarmuudet kasvavat ja kuljetusketjun vastuiden jakamisesta sopiminen vaikeutuu. Tämä koskee erityisesti ns. luonnonilmiöistä aiheutuvia Force Majeure onnettomuuksia, mitä vakuutukset eivät korvaa. Varastointi hankinnoissa ja tuotteiden toimituksissa lisääntyy. Tämä johtuu riskien kasvamisesta. Varmuusvarastoja pidetään ensinnäkin siksi, että varmistetaan tuotannolle kriittisten hankintatavaroiden ja raaka-aineiden saatavuus ja toisaalta siksi, että varmistetaan tuotteiden toimitukset yrityksen toiminnan kannalta keskeisille avainasiakkaille. Varastointitarpeen lisääntyminen näkyy koko toimitusketjussa, koska varastoinnin tarve lisääntyy sekä teollisuudessa, että terminaaleissa ja satamissa. (Kuva 49) Ääri-ilmiöt voivat vaikuttaa myös erilaisten kansainvälisten kuljetusreittien käyttöasteisiin. Voi olla, että tulevaisuudessa määritellään entistä enemmän riskiasteita eri kuljetusreiteille, mikä vaikuttaa kuljetuksen hintaan eri reiteillä (nopea ja riskialtis reitti tai kuljetustapa kallein).

Energian hinnan nousu ja hankinta- ja markkina-alueissa tapahtuvat muutokset voivat muuttaa Euroopan kuljetuskäytäviä ja eriyttää tavaratoimituksia entistä enemmän tarvittavan toimitusnopeuden mukaan. Logistiikkayritysten palvelut saattavat entistä enemmän eriytyä kuljetuksen nopeuden, perille tulon ajankohdan tarkkuuden ja hinnan perusteella ja näitä palveluita hyödyntääkseen teollisuus saattaa ennakoinnilla ja varastoinnilla vähentää kiireellisten ja tarkkaan ajankohtaan sidottujen toimitusten määrää. Suurempiin kuljetuseriin ja kuljetusvälineisiin siirtyminen sekä kuljetusvälineiden täyttöasteen parantaminen (kaikilla kuljetusmuodoilla) vähentää luonnollisesti polttoaineen kulutusta ja päästöjä kuljetettua yksikköä kohti. (Kuva 49)

Kuljetusala ja teollisuus näkevät tarpeellisenä kehittää edelleen yhdistettyjen kuljetusten ratkaisuja satamiin. (Kuva 49) Tämä vaatii hyvin suunniteltua valtakunnallista yhdistettyjen kuljetusten terminaalien verkkoa sekä mahdollisesti myös konttiliikenteen koordinoitua sisämaan konttiliikennekeskuksen avulla. Optimaalisen terminaaliverkon ja syöttökuljetusjärjestelmän avulla kuljetukset voivat tulla kannattaviksi myös pienemmiltä talousalueilta. Ilmastonmuutoskyselyssä erityisesti teollisuusala arvioi, että sisämaassa tarvitaan konttiliikennepalvelujen keskittämistä. (Kuva 49)

Kuljetusketjujen tiedonhallinnan kehittämisen tarpeen arvioitiin lisääntyvän poikkeustilanteiden mahdollisesti kasvaessa. Polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen hitailla nopeuksilla arvioitiin kasvattavan tarvittavan kuljetuskaluston ja työvoiman määrää koko kuljetusketjussa ja niiden logistiikkatoiminnoissa. Tilaajien arvioitiin tulevan kiinnittämään enemmän huomiota kuljetusten logistiseen tehokkuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Kuljetusasiakkaat tulevat edellyttämään kuljetusketjuilta osoitettavissa olevaa energiatehokkuutta. (Kuva 49) Tämä johtunee hillintätoimenpiteiden vaikutuksesta. Kuljetusasiakkaiden on mitattava koko toimintansa ympäristövaikutuksia ja kasvihuonepäästöjä. Tämä kattaa hankintaverkostot, tuotannon ja toimitukset sekä niiden osana kuljetusketjut.

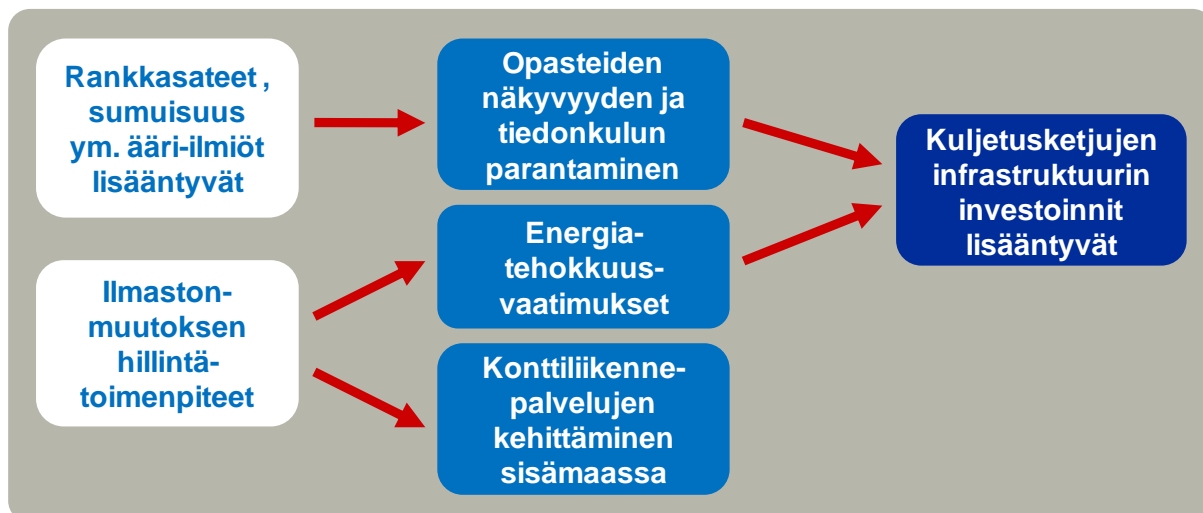
Kuljetusalalla arvioidaan ilmastonmuutoksen lisäävän tarvetta kehittää alaa työvoimaa kouluttamalla ja kehittämällä työympäristöä. Kuljetusten yhdistelemiseen, eri ympäristötehtäviin tarvittavaan resurssien lisäämiseen ja kaluston uusimiseen voi suuremmilla kuljetus- ja logistiikkayrityksillä olla keskimäärin paremmat edellytykset kuin pk-yrityksillä. Siksi hillintätoimenpiteet voivat vaikuttaa kuljetus- ja logistiikkasektorin yritysraakenteeseen Suomessa.



Kuva 49. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kuljetusketjuihin.

Kuljetusalalla nähdään tarpeellisenä suunnata investointeja kuljetusten liikenneinformaation ja opastuksen kehittämiseen sekä liikenteen infrastruktuuriin. Kuljetusketjujen investoinnit nähdään tarpeellisenä erityisesti ilmastonmuutoksesta johtuvien riskien hallitsemiseksi. Rankkasateiden ja muiden ääri-ilmiöiden lisääntyessä investointitarpeet kuljetusketjuissa (poikkeustilanteisiin varautuminen ja ennakointi) ja niiden infrastruktuurissa kasvavat ja lisäävät kustannuksia. Mm. opasteiden näkyvyyttä ja tiedonkulkua pitää ehkä parantaa kaikissa kuljetusketjun osissa rankkasateiden ja sumuisuuden lisääntyessä. (Kuva 50)

Energiatehokkuuden arvioitiin vaikuttavan merkittävästi liikenteen infrastruktuurin rakentamiseen, hoitoon ja ylläpitoon. (Kuva 50) Tämä edellyttää ylläpidon ja hoidon menetelmien kehittämistä ja kokonaisvaltaista ekotehokkuuden ja hiilidioksidijalanjäljen arvioimista.



Kuva 50. Ilmastonmuutokset vaikutukset kuljetusketjujen infrastruktuuriin.

Kyselyssä kustannusten nousua pidettiin yleisesti suurimpana ilmastonmuutoksen vaikutuksena kuljetusalaan. Seuraavina olivat sään muuttuminen, polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen sekä energian säästö, tiedonhallinnan kehittäminen ja kuljetusten suunnittelun tehostaminen, yhdistettyjen kuljetusten kehittäminen sekä kuljetusalan ilmapiirin ja mielikuvan heikkeneminen. Kustannusten nousuun kuljetusala varautuu sopimuksilla ja erilaisilla tehostamistoimenpiteillä. Sään muuttumiseen kuljetusala arvioi varautumistoimenpiteinä liikenneinfrastruktuurin investointien lisäämisen ja kunnossapidon kehittämisen, yleensä resurssien kasvattamisen sekä kuljetusketjujen ja liikenteen tiedonhallinnan kehittämisen. Kuljetusala vähentää polttoaineen kulutusta ja päästöjä lisäämällä vähäpäästöistä kalustoa, kouluttamalla kuljettajia ja suunnittelemalla vaihtoehtoisia reittejä. Tiedonhallinnan kehittämiseen ja kuljetusten suunnittelun tehostamiseen kuljetusala varautuu päivittämällä osaamistaan. Yhdistettyjen kuljetusten kehittämiseksi varautumistoimenpiteinä ovat kuljetusvälineiden ja pakkausten kehittäminen sopiviksi ja tehokkaiksi yhdistettyihin kuljetuksiin. Ilmapiirin ja mielikuvan kehittämiseksi kuljetusala varautuu koko kuljetusalaan ja toimitusketjua koskevalla imagon kohotuskampanjalla.

## 7.5 Keskeiset päätelmät ja tulokset

Kuvassa 51 on esitetty yhteenveto tämän tutkimuksen keskeisimmistä tuloksista.

Keskimääräiset ilmastonmuutokset edellyttävät muutoksia useilla toimialoilla. Ääri-ilmiöiden lisääntyminen ei sinänsä vaadi muutoksia perustoiminnassa, mutta parempaa varautumista poikkeustilanteisiin. Toisaalta globaalien ääri-ilmiöiden keskittyminen määrättyille alueille voi vaikuttaa tuotannon sijoittumiseen, hankinta-alueisiin ja kansainvälisten kuljetusketjujen reitityksiin myös pysyvämmän.

Rankkasateiden ennustetaan lisääntyvän, mutta varsinaisten myrskyjen ei ennusteta lisääntyvän. Ääri-ilmiöt ovat selkeästi voimakkaampia muualla kuin Suomessa, mutta heijastavat vaikutuksensa Suomeen globaalin yritystoiminnan ja kansainvälisten toimitusketjujen kautta. Todennäköisiä alueita ääri-ilmiöille ja luonnonkatastrofeille ovat mm. vahvimmin kasvavat taloudet kuten Kiina ja Intia.

Erityisesti kansainvälisten kuljetusketjujen häiriötilanteet voivat lisääntyä. Esim. rankkasateet voivat kuitenkin lisätä häiriötilanteita kotimaassakin. Häiriötilanteissa tiedonhallinnan merkitys korostuu.

Keskilämpötilan noustessa ja sademäärän kasvaessa puulajien kasvu paranee kokonaisuutena ja lisää kotimaan puunhankintaa ja kuljetuksia. Tämä vaikuttaa metsäteiden investointi-, parannus- ja ylläpitotarpeisiin ja vähäliikenteisten ratojen kehittämistarpeisiin. Puun varastointiolosuhteita joudutaan oleellisesti parantamaan teiden ja ratojen varilla, mikä vaikuttaa kuljetusjärjestelmien suunnitteluun. Puun korjuuolosuhteet huononevat.

Biopolttoaineiden osuuden kasvattaminen energiantuotannossa edellyttää niin ikään pientiestön, vähäliikenteisten ratojen sekä kuljetusjärjestelmän kehittämistä. Sekä bioenergian tuotantoa että kotimaan raaka-ainehankinnan lisääntymistä varten on kehitettävä terminaaliverkostoja ja lastauspaikkoja: rautatiekuljetuksille, tiekuljetuksille sekä sisävesikuljetuksille ja uitolle (pudotuspaikat). Kivihiilen osuus energiantuotannosta vähenee, mikä vähentää kivihiilen tuontikuljetuksia Suomeen. Kuljetuksiin tulee vaikuttaman suuresti se, mikä on ydinvoiman osuus energiantuotannosta tulevaisuudessa.

Kotimaan tuotanto voi kasvaa hedelmien, vihannesten ja viljan viljelyssä, mikä lisää elintarviketeollisuuden kotimaan raaka-ainehankintaa. Tämä aiheuttaa muutoksia logistiikka- ja käsittelyketjuun sekä vaatimuksia pientiestölle. Metsä- ja maataloudessa kasvitautien riski kasvaa, mikä edellyttää osaltaan myös varastoinnin ja käsittely-/kuljetusketjujen kehittämistä. Muilla teollisuuden aloilla hillintätoimenpiteillä on selvästi suurempi merkitys kuin ilmaston keskimääräisellä muuttumisella.

Tulevaisuudessa tavaraliikenteen hiilidioksidijalanjälkeä ja muita myös ympäristövaikutuksia tullaan todennäköisesti arvioimaan entistäkin kokonaisvaltaisemmin mukaan luki-en toimitus- ja kuljetusketjut ja verkostot (ml. rajapinnat), infrastruktuurin rakentaminen ja kunnossapito, sähköntuotantotavat, yrityksen työmatkaliikenne jne.

Teollisuus näkee ilmastomuutoksen ja sen hillinnän lisäävän tuotannon ja toiminnan kustannuksia. Kustannuksia lisää energian, polttoaineiden ja raaka-aineiden hinnannousu ja saatavuuden vaikeutuminen. Siirtyminen uusiin polttoaineisiin, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja hiilidioksidivapaan tuotannon lisääminen vaativat investointeja. Yleisesti teollisuus pyrkii tehostamaan toimintamallejaan niin, että vaikutus kuluttajahintoihin pysyisi mahdollisimman pienenä.

Kuljetusalan mukaan kuljetusketjujen ja kuljetuselinkeinon kustannukset tulevat niin ikään nousemaan ilmastomuutoksen ja sen hillinnän seurauksena polttoaineiden hinnannousun, päästökaupan laajenemisen sekä erilaisten tavaraliikenteeltä perittävien erimuotoisten ympäristömaksujen myötä (ruuhkamaksut, tullit, käyttäjämaksut, jne.).

Todennäköisesti ilmastomuutoksen hillintä tulee korottamaan kuluttajahintoja sekä teollisen toiminnan ja sen raaka-ainehankinnan että toimitus- ja kuljetusketjujen kustannusten nousun myötä. Kohonneet kuljetuskustannukset siirtyvät kuljetusasiakkaiden maksettavaksi ja sitä kautta loppuasiakkaalle.

Ilmastomuutos voi vaikuttaa myös logistiikka-alan imagoon kielteisesti: Logistiikka-ala nähdään saastuttajana. Tätä kautta se voi entisestään lisätä mm. tiekuljetusalan työvoimaa.

Sään muuttuminen (nollakelien määrä, sateisuus, sumu, rankkasateet) heikentää erityisesti tiekuljetusten liikenneturvallisuutta. Vakavat onnettomuudet vähenevät ajonopeuksien laskiessa, mutta pienet onnettomuudet lisääntyvät. Vaikutuksia voi olla myös rautatiekuljetuksiin. Nämä vaikutukset ilmenevät pääsääntöisesti viivästyksinä, mutta liukkaus, rankkasateet ja kaatuneet puut lisäävät myös onnettomuusriskiä. Nollakelien lisääntymisen aiheuttama puiden kaatumisen lisääntyminen haittaa rautatie- ja tiekuljetuksia. Ilmakuljetuksille ilmastomuutoksesta ei lentokorkeuden ja jo nykyisen toiminnallisen varautumisen vuoksi aiheudu suuria haittoja.



Työturvallisuus voi heiketä erityisesti tiekuljetuksissa, jakelukuljetuksissa, satamissa ja suurilla ratapihoilla. Työturvallisuuden heikkenemiseen vaikuttaa sateisuus ja liukkauden lisääntyminen nollakelien määrän lisääntyessä.

Nollakelien on ennustettu kääntyvän laskuun Etelä-Suomessa vuosisadan puolivälissä, joten liikenne- ja työturvallisuus paranee tämän jälkeen.

Liikenneväylien kunnossapidon tarve kasvaa ja tarpeiden kohdentuminen muuttuu. Kunnossapidon (sis. hoito ja ylläpito) kohdentamista ja tietohallintaa sekä infrastruktuurin suunnittelu- ja mitoitusohjeita joudutaan osin kehittämään ainakin pitkällä aikavälillä ilmastonmuutoksen edistyessä. Mm. pohjoisen ja eteläisen Suomen tarpeet kunnossapidolle eriytyvät entisestään. Tämä koskee erityisesti tie- ja rautatiekuljetuksia, mutta myös meri- ja sisävesikuljetuksia, joiden ympärivuotisuus lisääntyy ja vaatimukset vedenkorkeuden sääntelylle kasvavat. Rannikko- ja sisävesikuljetusten osuus voi kasvaa ja kauttakulkuliikenne lisääntyä mm. Koillisväylän avautumisen ja jääolosuhteiden helpotumisen myötä. Koillisväylän avautumien ei vaikuttane nykyisellä ulkomaankaupan rakenteella Suomen omien vientikuljetusten satamiin. Sisävesiliikenteessä säännöstelykäytäntöjä, kuljetusten vuosijärjestelyjä ja käytettävää aluskalustoa saatetaan joutua muuttamaan. Sisävesien liikennöintikauden piteneminen voi osaltaan mahdollistaa entistä pidemmät kuljetussopimukset, jotka puolestaan voivat lisätä investointeja uuteen ympäristöystävälliseen aluskalustoon.

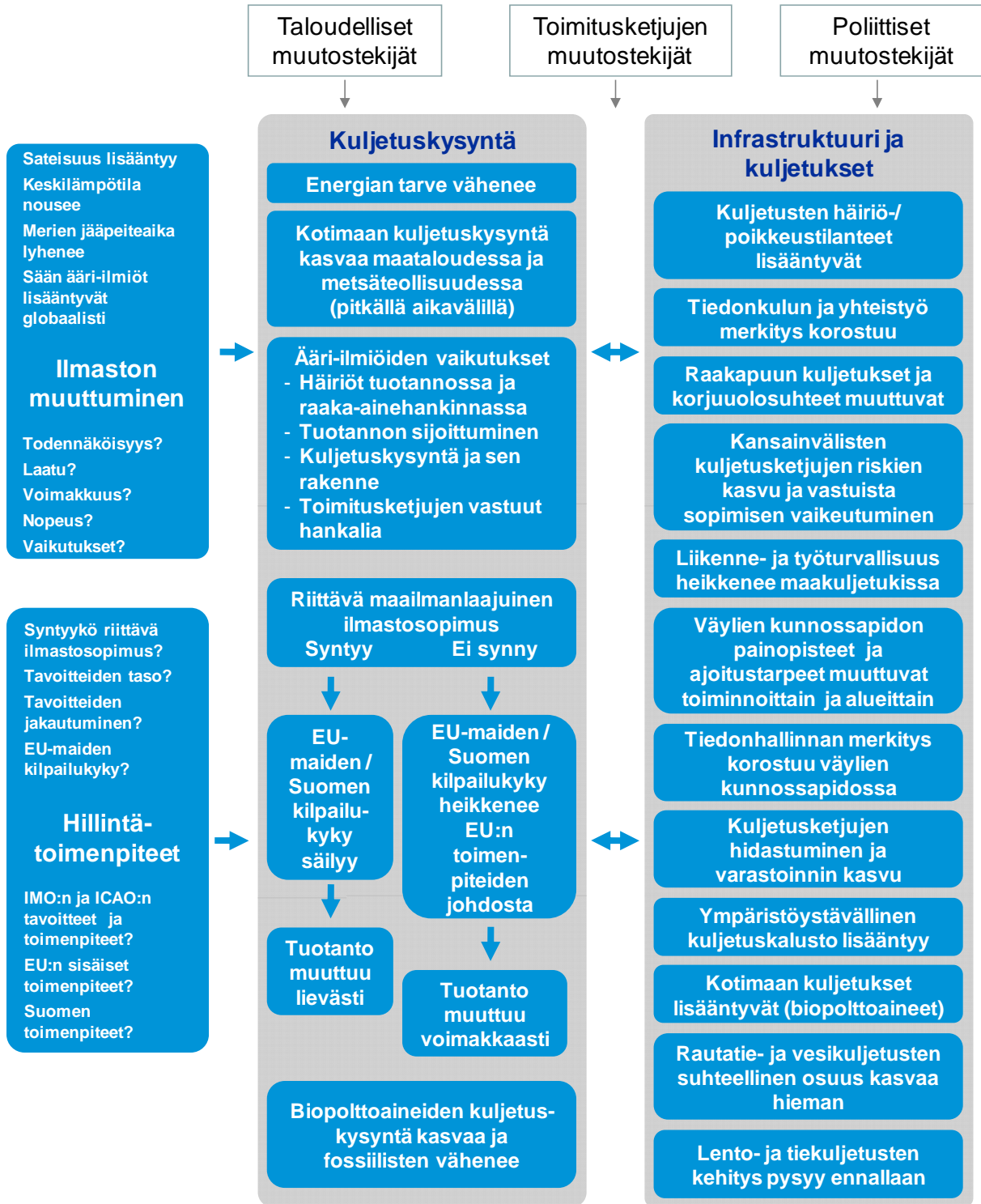
Suomessa eri kuljetusmuotoihin ja teollisuuden kilpailukykyyn tulevat vaikuttamaan erityisesti ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteet ja se miten tasapuolisesti ne maailmanlaajuisesti ja erityisesti EU:n sisällä toteutetaan. Mikäli hiilidioksidivapaa tai 80 % päästövähennysvelvoite toteutuu Suomen teollisuus, energiantuotanto ja kuljetusala ovat radikaalien muutosten edessä. Velvoitteiden toteutuessa vain EU:ssa paineet energiainensiivisen teollisuuden siirtymiseen pois EU:sta kasvavat. Velvoitteet muuttavat teollisuuden globaalin sijoittumisen lisäksi raaka-aineiden ja komponenttien hankintasuuntia, ulkomaankaupan suuntia, kuljetusvirtoja, kuljetusjärjestelmiä ja kokonaisia toimitusverkostoja. Vaikutukset kuljetusmuotojen työnjakoon tulevatkin erityisesti kysyntätekijöiden kautta. Sen sijaan kilpailutilanteeseen kansainvälisillä kuljetusmarkkinoilla vaikuttaa, miten kattavat sopimukset saadaan aikaan.

Kuljetusten hiilijalanjälkeä voidaan saada pienemmäksi mm. seuraavilla tavoilla:

- vähähiilisten polttoaineiden, energiatehokkaiden kuljetusvälineiden ja käsittelykaluston käytön lisääminen
- energian säästö ja polttoaineen kulutuksen vähentäminen (palkkiot, polttoainetta säästävä ajotapa jne.)
- yhteistoiminnan, toimintamallien ja tiedonhallinnan kehittäminen kuljetusketjun ja kuljetusasiakkaiden välillä (esim. kuljetusasiakkaan palkitseminen ajoissa tullessa kuljetustilauksesta, jotta resurssit ja täyttöasteet ehditään suunnitella maksimaalisiksi)
- yhdistettyjen kuljetusten lisääminen Suomessa (juna-/autokuljetukset)
- kaupunkiseutujen jakelukuljetusten yhdistely ja monipuolinen kehittäminen (liikenteen tietojärjestelmät, yhteisjakelukeskukset, opastus rakennuksissa ja rakennuksiin, lastauspaikat, yhteistyö, ruuhkamaksut, aikaikkunat, tavaransa vastaanottajien toiminnan kehittäminen jne.)
- logistiikkatoimintojen ja niitä tukevien tuki- ja huoltotoimintojen alueellinen keskittäminen (maankäytön suunnittelu, aluelogiikan kehitys eri seuduilla)
- Suomen kuljetusjärjestelmän kehittäminen makrotasolla (esim. konttikuljetusten palvelujen kehittäminen, koordinointi ja keskittäminen, tyhjiä konttien kuljetukset)
- erilaisten tavarakuljetusten yhdisteleminen yhteistoimintaa, toimintamalleja ja kuljetusyksiköitä kehittämällä (haja-asutusalueet, monilämpötilakuljetukset, täyttöasteen lisääminen, monikäyttöiset alukset, jne.)
- liikenneinfrastruktuurin kunnossapidon kehittäminen
- liikenteen sujuvuuden ympärivuorokautinen ylläpito runkoväylillä
- hitaampien polttoainetta säästävien kuljetusketjujen tarjoaminen kuljetusasiakkaille halvemmalla

Kehittämistoimenpiteet vaativat investointeja, jotka on kustannustehokkainta toteuttaa kuljetus- ja käsittelykaluston luonnollisen kierron puitteissa. Kehittämistoimenpiteiden vaikutusten seuranta edellyttää hiilijalanjäljen kokonaisvaltaista mittaamista ja yhteismittalisten menetelmien kehittämistä (mm. toimitusketjun päästöt).

Seuraavaan kuvaan (Kuva 51) on koottu tämän joitakin tämän tutkimuksen keskeisiä tuloksia ja päätelmiä.



Kuva 51. Ilmastonmuutoksen tärkeimmät vaikutukset tavaraliikenteeseen.

Tavaraliikenteen kehittymiseen vaikuttavat lukuisat toimintaympäristön muutostekijät ilmastonmuutoksen rinnalla. Näiden eri tekijöiden yhteisvaikutusta tavaraliikenteeseen on lähes mahdotonta ennustaa. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty joitakin havaittuja tavaraliikenteen toimintaympäristön muutostekijöitä ja arvioitu miten ne vaikuttavat kuljetuskysyntään. Tavaraliikenteen kokonaisvolyymi todennäköisesti pienenee enemmän kuin suurenee lähitulevaisuudessa. Tämä johtuu teollisuuden rakenteen muuttumisesta mm. metsä- ja metalliteollisuuden vähenemisestä. Kaivosteollisuuden ja bioenergian kuljetukset kuitenkin lisääntyvät. Pitkällä tähtäimellä ääri-ilmiöt ja veden puute voivat palauttaa tuotantoa Suomeen ja lisätä kuljetuksia. Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteillä tulee olemaan suuri vaikutus kuljetuskysyntään. Vaikutukset riippuvat ilmastopöytäkirjojen ja päästörajoitusten tasapuolisuudesta.

Myös muiden päästöjen kuin hiilidioksidin rajoitukset voivat vaikuttaa Suomen kuljetuksiin. Esimerkiksi Itämeren laivaliikenteelle kaavailtu 0,1 % rikkidioksidin päästöraja aiheuttaisi Suomen varustamoille noin miljardin euron lisäkustannuksen, joka koituisi loppujen lopuksi kuljetusasiakkaiden kautta loppuasiakkaiden maksettavaksi.



## Lähdeluettelo

- Ala-Outinen T, Harmaaajärvi I, Kivikoski H, Kouhia I, Makkonen L, Saarelainen S, Tuhola M ja Törnqvist J 2004. Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, VTT tiedotteita 2227, 95 s.
- Caldwell H, Quinn KH, Meunier J, Suhrbier J, Grenzeback L, 2002. Potential Impacts of Climate Change on Freight Transport. Teoksessa: The Potential Impacts of Climate Change on Transportation: Workshop Summary and Proceedings. U.S. Department of Transportation, Center for Climate Change, 14 s.
- Carambia M, Frings R 2009. Abflussszenarien für den Rhein des 21. Jahrhunderts. KLI-WAS - Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland - 1. Statuskonferenz, 18.-19.3.2009, Bonn, Saksa.
- Doll C, Fiorello E, Pastori E, Reynaud C, Klaus P, Lckmann P, Kochsiek J, Hesse K 2008. Long-term climate impacts of the introduction of mega-trucks. Study to the Community of European Railways and infrastructure Companies (CER), Brussels. Fraunhofer ISI (tutkimuksen koordinaattori, Karlsruhe), TRT (Milan), NESTEAR (Gentilly), Fraunhofer-ATL (Nuremberg), Fraunhofer-IML (Dortmund), 144 s.
- Dupressoir S, Sanchez AB, Patrick Nussbaumer P ym, 2007. Climate change and employment - Impact on employment in the European Union-25 of climate change and CO2 emission reduction measures by 2030. European Trade Union Confederation (ETUC), 206 s.
- Easterling WE, Aggarwal PK, Batima P ym. 2007: Food, fibre and forest products. Teoksessa: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (toim.) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313.
- Eddowes MJ, Waller D, Taylor P, Briggs B, Meade T, Ferguson I 2003. Railway Safety Implications of Weather, Climate and Climate Change. Final report, Issue 2.
- Eren C 2008. Freight transport and climate change – Exposures and opportunities. Total Environment Centre Inc, 20 s.
- Eurocontrol 2008. Challenges of Growth 2008, Final Report.  
<http://www.eurocontrol.int/statfor/gallery/content/public/documents/Challenges%20of%20Growth%202008%20Summary%20Report%20v1.pdf>
- Feeley KJ, Wright SJ, Supardi MNN, Kassim AR, Davies SJ 2007. Decelerating growth in tropical forest trees. Ecology Letters, 10, 461-469.
- Forster PW 2007. International air freight and global climate change. ISOM Research Reports. Raporttiluonnos, 28 s. <http://hdl.handle.net/1783.1/3487>
- Forsyth P 2008. The impact of climate change policy on competition in the air transport industry. OECD/ITF, Joint transport research centre, Discussion paper no. 2008-18, 34 s.
- Galbraith RM, Price DJ, Shackman L 2005. Scottish Road Network Climate Change Study. <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2005/07/08131510/15117>
- Garnaut R, 2008. The Garnaut Climate Change Review, Transforming transport. Cambridge University Press, p. 504-529.

Grehow H, Jylhä K, Laine M, Mäkelä A, Niinimäki N, Seitola T, Tuomenvirta H, Tuomi T ja Venäläinen A 2008. Vaaraa aiheuttavista sääilmiöistä Suomen muuttuvassa ilmastossa. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2008:3, 108 s.

Ilmatieteen laitos. Ilmastonmuutos-sivusto.  
<http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos>

ITF 2008. Oil dependence: Is transport running out of affordable fuel? OECD/ITF, 33 s.  
 Canziani O, Hanson C, Linden van der P, Palutikof J, ja Parry M 2007. Climate Change 2007-Impacts, Adaption and Vulnerability. IPCC, 841 s.

Jylhä, K, Ruosteenoja, K, Räisänen, J, Venäläinen, A, Tuomenvirta, H, Ruokolainen, L, Saku, S ja Seitola, T, 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. (The changing climate in Finland: estimates for adaptation studies. ACCLIM project report 2009.) Ilmatieteen laitos, Raportteja 2009:4, 102 s.

Halonen M, Nikula J ja Raivio T 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutukset Merenkululaitoksen toimintaan ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen edellyttämät toimenpiteet. Merenkululaitos, Merenkululaitoksen sisäisiä julkaisuja 3/2009, 51 s.

Kirilenko AP, Sedjo RA 2007. Climate change impacts on forestry. Proceedings of The National Academy of Sciences, 104, 19697-19702.

Koetse MJ, Rietveld P 2009. The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. Transportation Research Part D, 14, 205-221.

Kågeson P 2001. The impact of CO2 emissions trading on the European transport sector. VINNOVA Report VR 2001:17, 57 s.

Laulajainen R 2009. The Arctic Sea Route. Int. J. Shipping and Transport Logistics, Vol 1, No 1, 55-73.

Liikenne- ja viestintävaliokunta. Liikenne- ja viestintävaliokunnan lausunto 23/2009 vp.

Liikkanen P 2003. Kuljetusten toimintaympäristön muutokset. Tiehallinnon selvityksiä 9/2003, 80 s.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viljelijä ja ilmastonmuutos-Mitä voin tehdä omalla tilallani. Painoprisma Oy, Turku, 15 s.

Marttila V, Granholm H, Laanikari J ym. 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö, MMM:n julkaisuja 1/2005, 272 s.

Metsäteollisuus ry. Metsäteollisuuden tietopalvelu.  
[www.metsateollisuus.fi/tilastopalvelu/sivut/default.aspx](http://www.metsateollisuus.fi/tilastopalvelu/sivut/default.aspx)

Mills B, Andrey J 2002. Climate Change and Transportation: Potential Interactions and Impacts. Teoksessa: The Potential Impacts of Climate Change on Transportation: Workshop Summary and Proceedings. U.S. Department of Transportation, Center for Climate Change, 11 s.

Nicholls RJ, Hanson S, Herweijer S, Patmore N, Hallegatte S, Corfee-Morlot J, Château J, Muir-Wood R 2007. Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes: Exposure Estimates. Environment Working Paper No. 1, OECD.

Pearson D 2003. The potential impacts of climate change on the mining industry in Canada. Mining & the Environment III Conference: Sudbury 2003 - Mining and the Environment, Sudbury, Ontario, Canada, May 26-28, 2003, 1 s.  
<http://www.techtransfer.osmre.gov/NTTMainSite/Library/proceed/sudbury2003/sudbury03/121.pdf>

PIANC 2008. Waterborne transport, ports and waterways: A review of climate change drivers, impacts, responses and mitigation. Report of PIANC EnviCom Task Group 3: Climate change and navigation,  
<http://www.pianc.org/downloads/publications/reports/envicom-free-tg3.pdf>

Rikkonen P, Kurppa S, 2008. Maataloustuotannon haasteet tulevaisuudessa. Teoksessa: Kirveenummi A, Saarimaa R, Mäkelä J. Syödään leväpullia pimeässä. Tähtikartastoja suomalaisten ruoan kulutukseen vuonna 2030. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen julkaisuja, 82 s.

Rudolf B, Becker P, Heinrich H 2009. Klimaszenarien für Schifffahrt und Wasserstraßen, KLIWAS - Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland. 1. Statuskonferenz, 18.-19.3.2009, Bonn, Saksa.

Saarelainen S, & Makkonen L 2007. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tienpidossa; Esiselvitys. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 4/2007, 53 s.

Saarelainen S, Makkonen L 2008. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen radanpidossa, Esiselvitys. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A16 /2008, Helsinki.

Salanne I, Tikkanen M 2009. Tiekuljetusalan tulevaisuuskatsaus. Ajoneuvohallintokeskus, Tutkimuksia ja selvityksiä Nro 14/2009. Helsinki.

SIKA, Swedish Institute for Transport and Communications Analysis, 2006. The development of Swedish transport through to 2020. SIKA Report 2005:6, Summary, 5 s.

Salanne I ja Sikiö T 2008. Saimaan sisävesiliikenteen kehittämisseelvitys. Merenkulkulaitos, Merenkulkulaitoksen julkaisuja 6/2008, 46 s.

SOU (Statens offentliga utredningar) 2007. Sweden facing climate change – threats and opportunities. SOU, Swedish Government Official Report, 2007: 60. <http://www.regeringen.se/sb/d/574/a/96002>.

World Resources Institute ja AT Kearney 2008, Rating supply chains – The Effect of Environmental Trends on Input Costs for the Fast-Moving Consumer Goods Industry, 42 s.

Yevdokimov Y 2005. Natural Resources Canada research project A-800, Modelling Potential Changes in Demand for Freight Transportation in Atlantic Canada due to Climate Change Impacts, Final Report. 87 s.

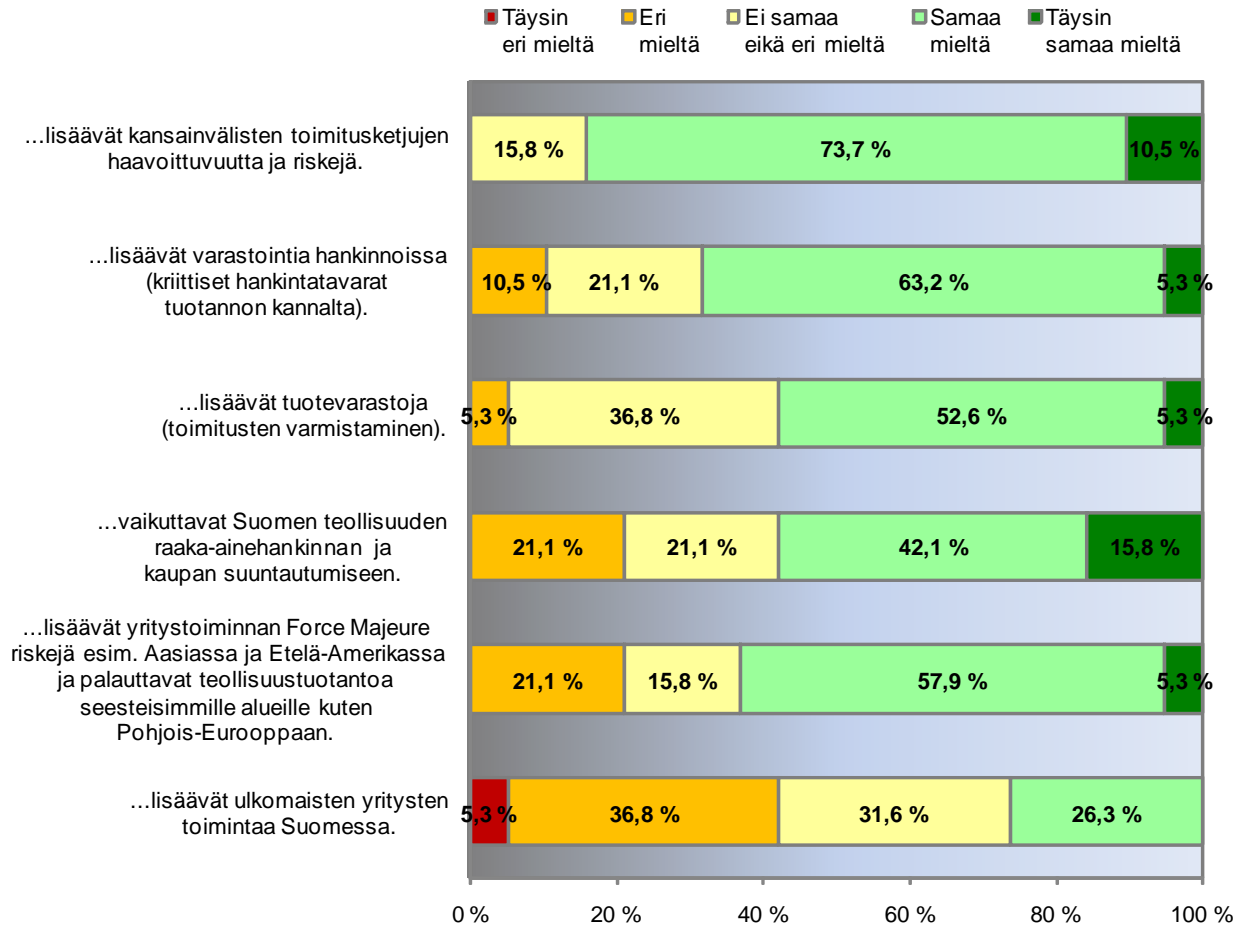
Muistiot:

Työpajamuistiinpanot Ilmatieteen laitoksella 4.2.2010 pidetystä työpajasta.



## Teollisuus Ilmaston muuttumisen vaikutukset

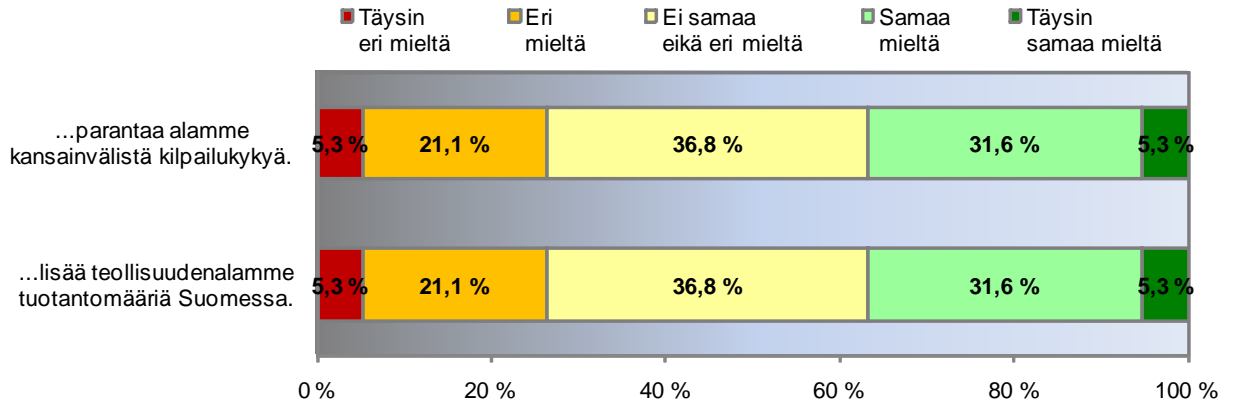
### Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt eri puolella maailmaa...



Kuva 52. Teollisuus -päätoimialan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöiden vaikutuksista (19 vastaajaa).

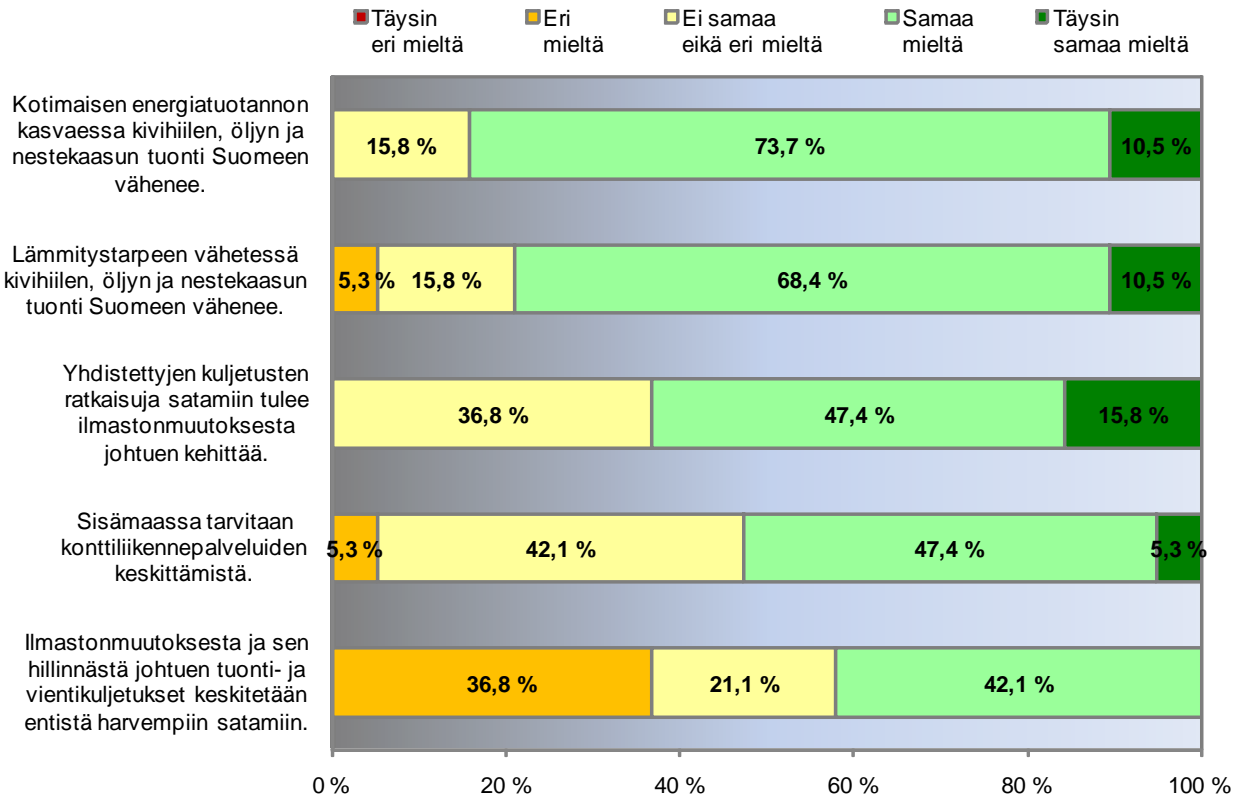
## Teollisuus Ilmaston muuttumisen vaikutukset

Ilmastonmuutos kokonaisuutena (keskilämpötilan, sademäärän, tuulisuuden ja ääri-ilmiöiden kasvu)...



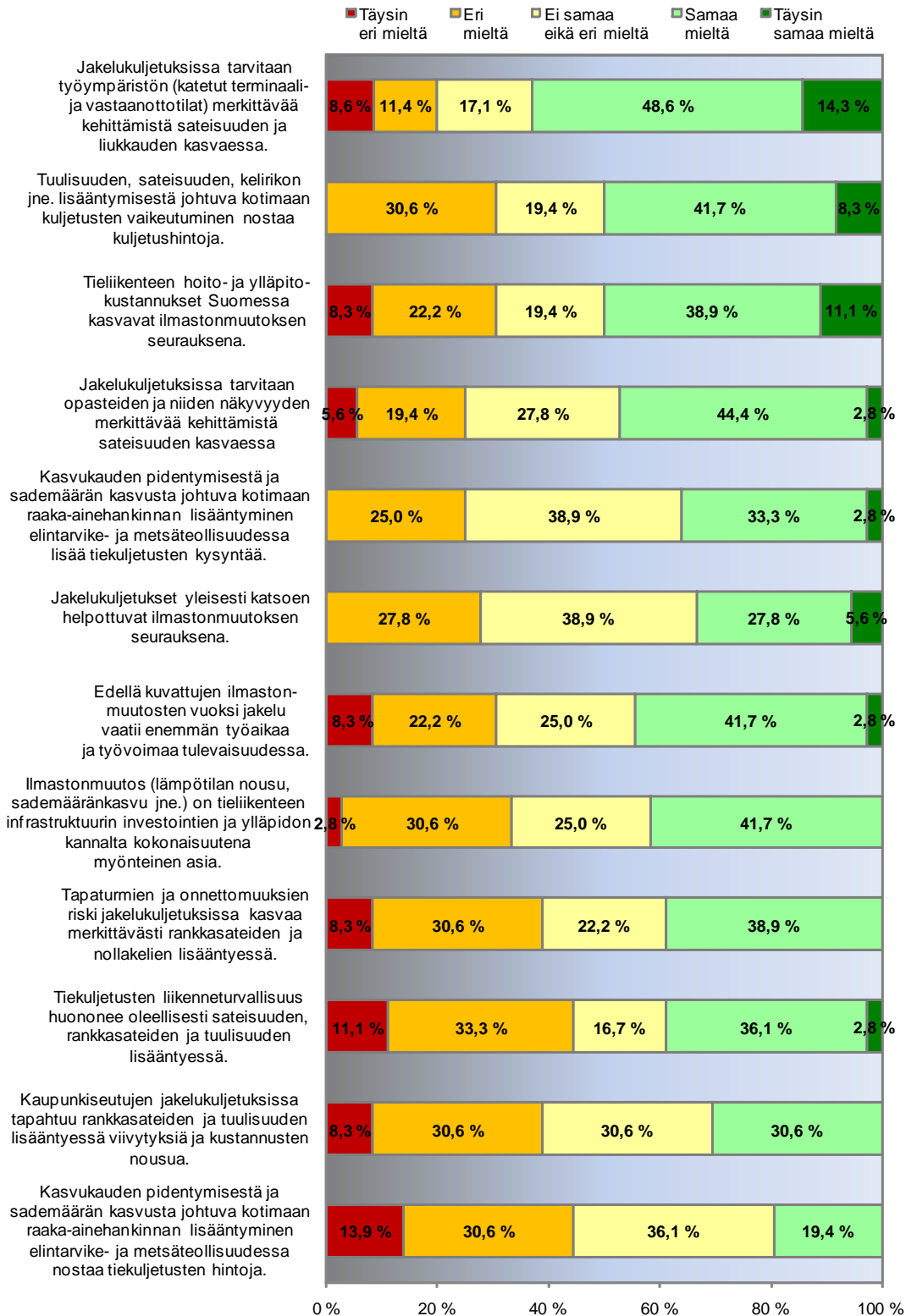
Kuva 53. Teollisuus -päätoimialan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksesta kokonaisuutena (19 vastaajaa).

## Teollisuus Ilmaston muuttumisen vaikutukset



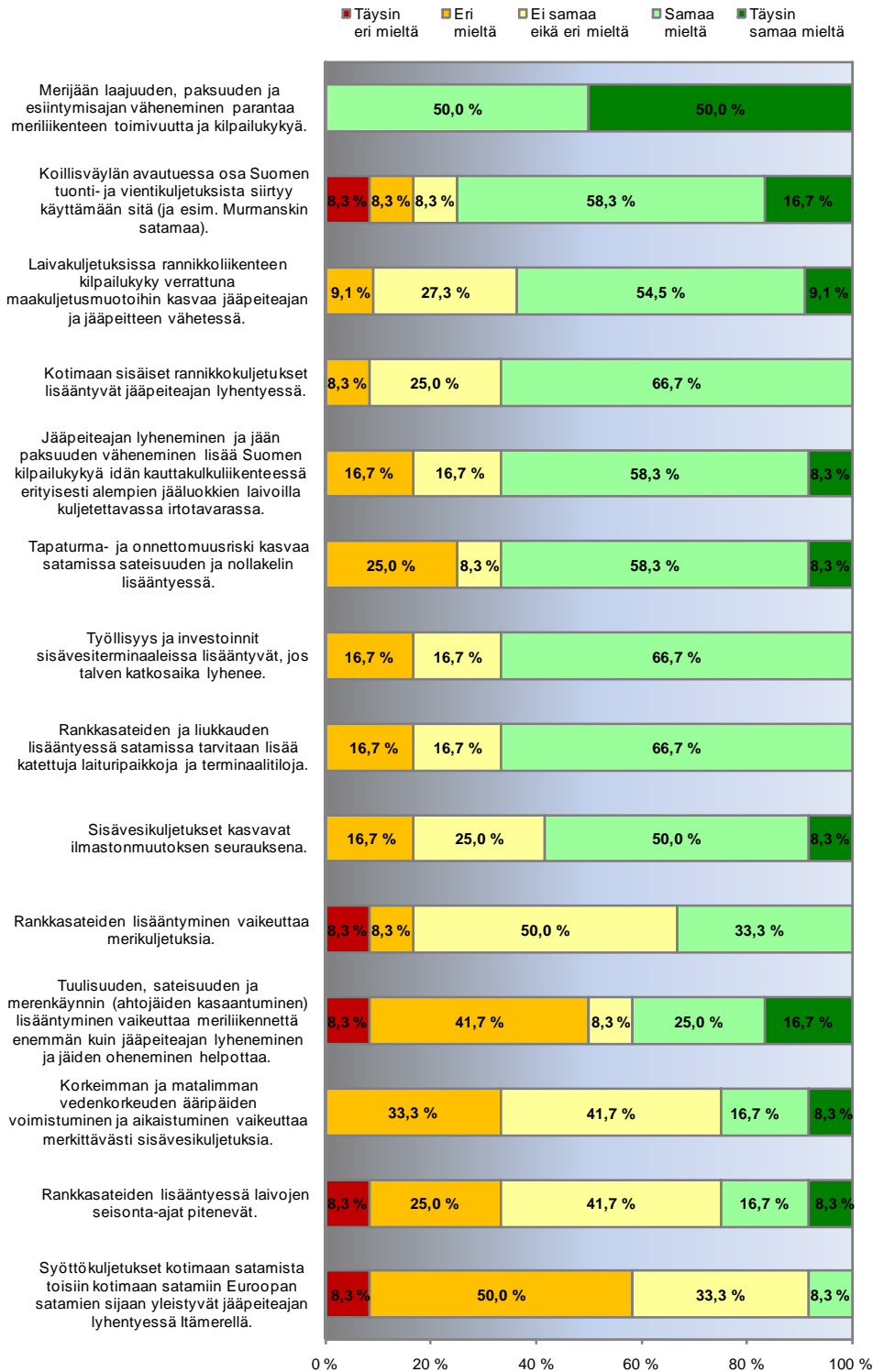
Kuva 54. Teollisuus -päätoimialan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen vaikutuksista mm. energiantuotantoon ja -tarpeeseen (19 vastaajaa).

### Kuljetusala ja infrastruktuuri, tiekuljetukset Ilmaston muuttumisen vaikutukset



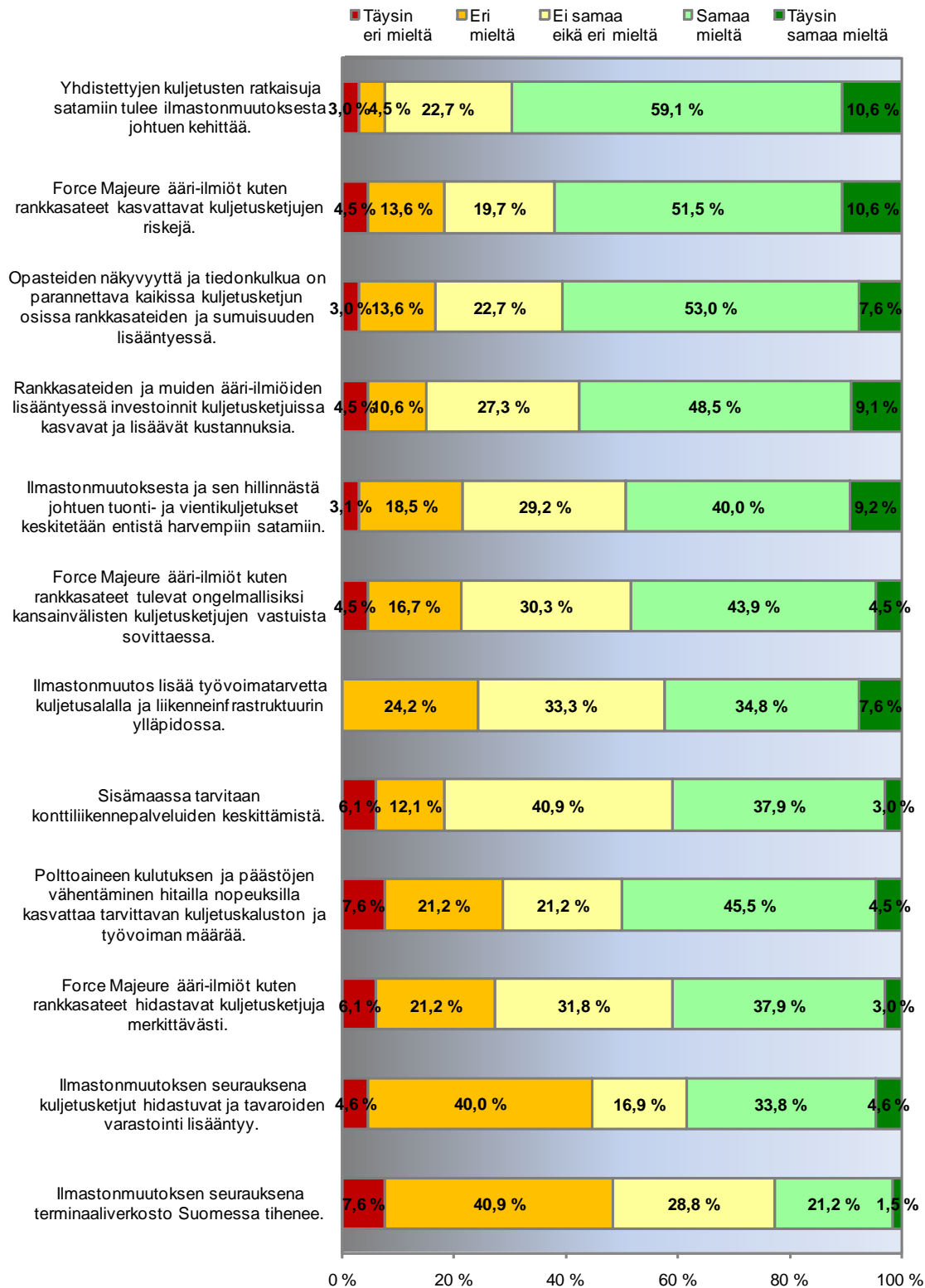
Kuva 55. Tiekuljetusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen vaikutuksista jakelukuljetuksiin, tieliikenteen infrastruktuurin ylläpitoon ja hoitoon, kuljetusten hintoihin ja kysyntään (36 vastaajaa).

**Kuljetusala ja infrastruktuuri, meri- ja sisävesikuljetukset, satamatoiminnot ja ahtaus Ilmaston muuttumisen vaikutukset**



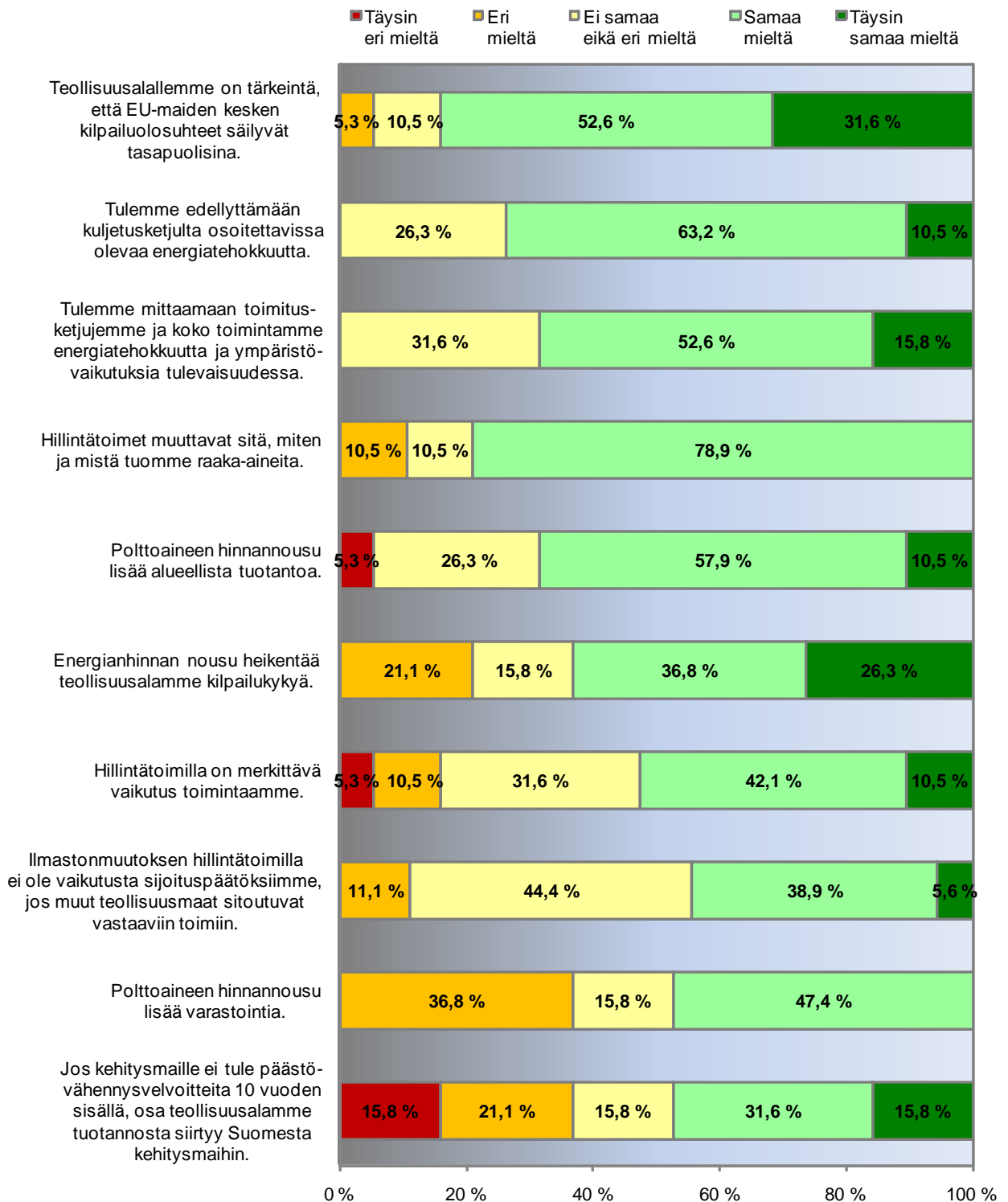
Kuva 56. Meri- ja sisävesikuljetusalan sekä satamatoimintojen ja ahtauksen alojen vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen vaikutuksista meri- ja sisävesikuljetuksiin (12 vastaajaa).

### Kuljetusala ja infrastruktuuri, kuljetusketjut Ilmaston muuttumisen vaikutukset



Kuva 57. Kuljetusalan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen tärkeimmistä vaikutuksista kuljetusketjuihin (66 vastaajaa).

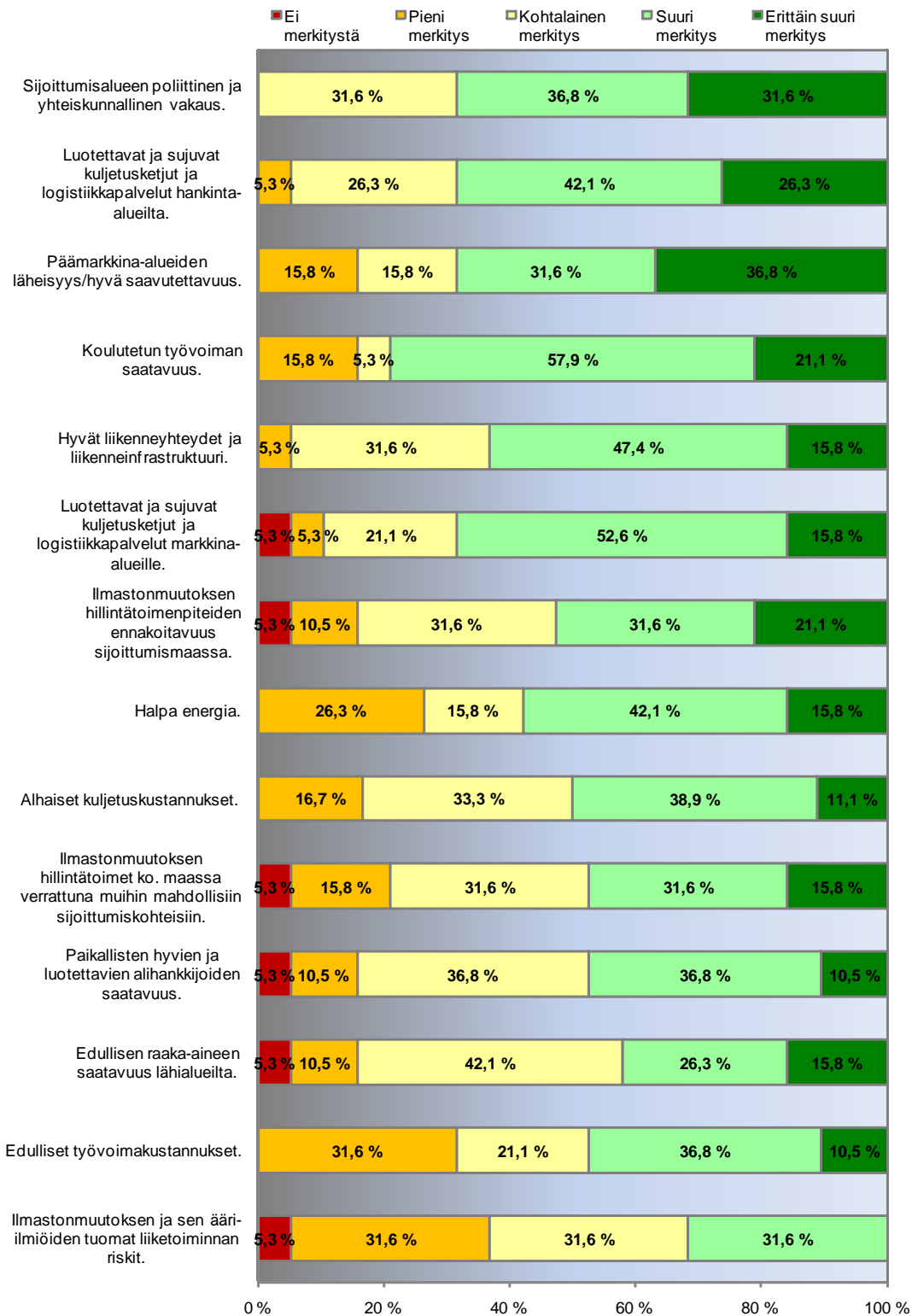
## Teollisuus Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



Kuva 58. Vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen hillintätoimien tärkeimmistä vaikutuksista teollisuuteen (19 vastaajaa).

## Teollisuus

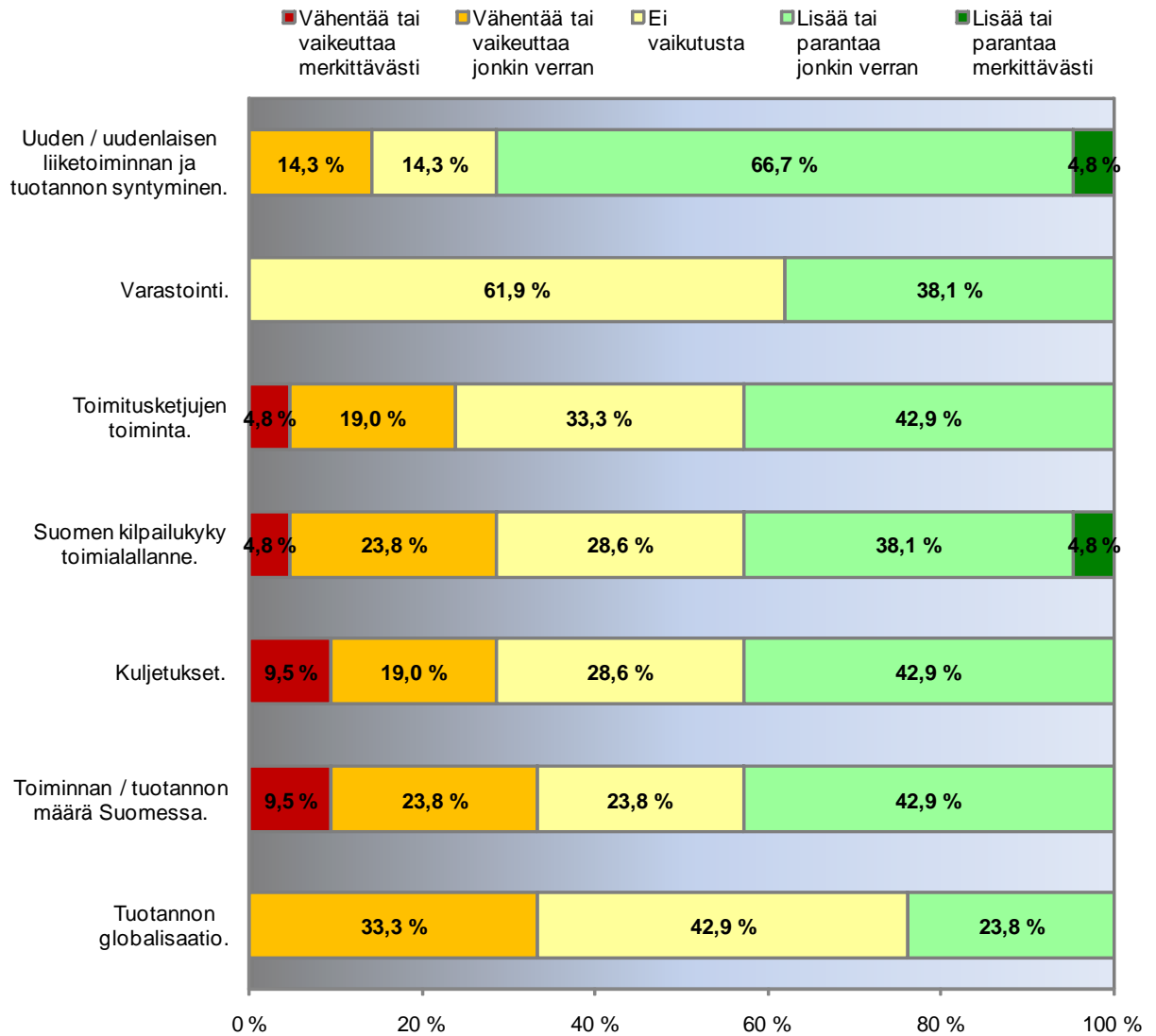
### Arviokaa seuraavien tekijöiden tärkeyttä yrityksenne sijoittumispäätösten kannalta



Kuva 59. Teollisuuden vastaajien käsitys tärkeimmistä yrityksen sijoittumispäätökseen vaikuttavista tekijöistä. Tärkein tekijä on kuvassa ylimpänä (19 vastaajaa).

## Teollisuus ja kauppa

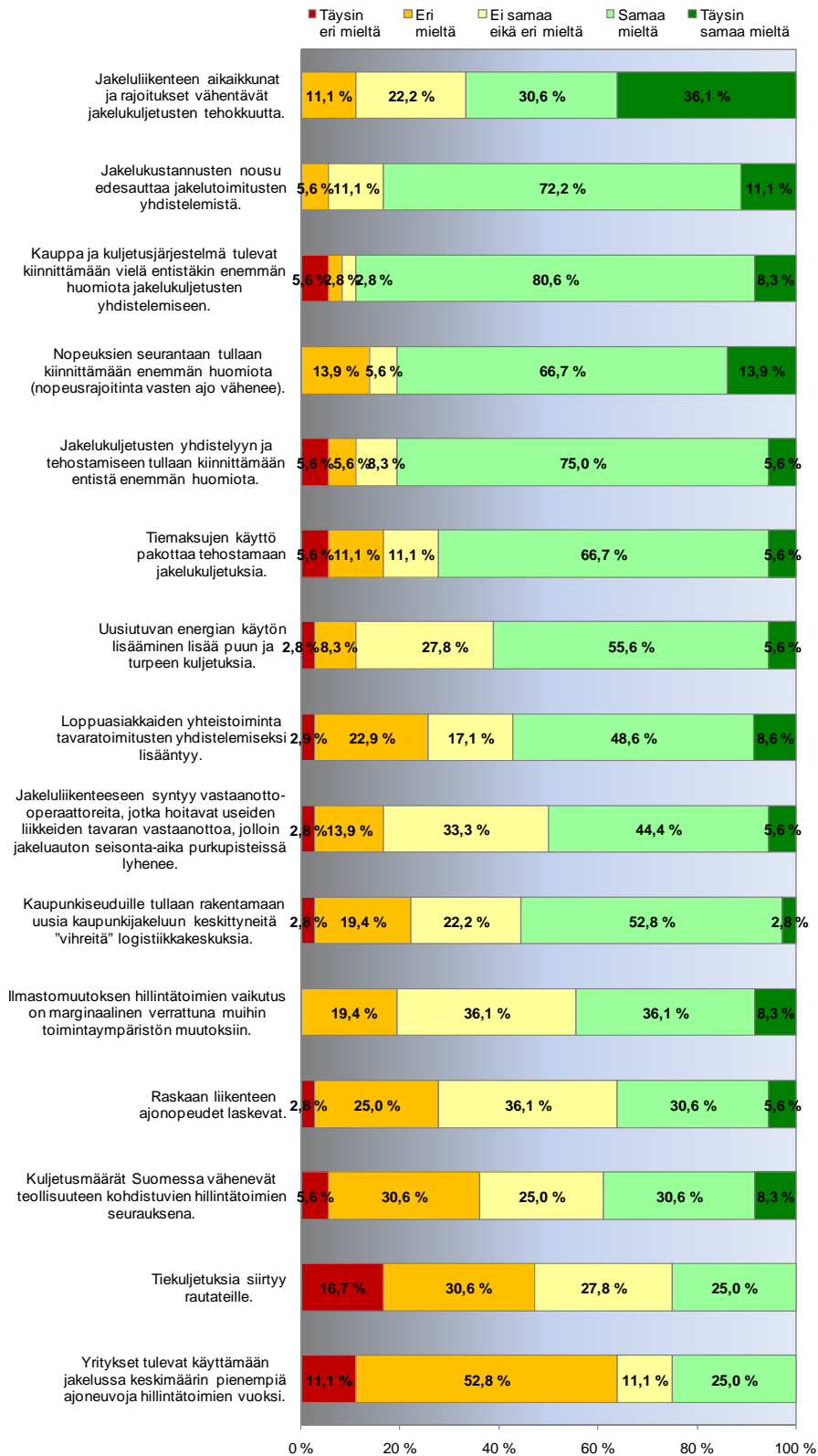
Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikuttavat seuraaviin asioihin?



Kuva 60. Teollisuuden ja kaupan alan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista eri tekijöihin (21 vastaajaa).

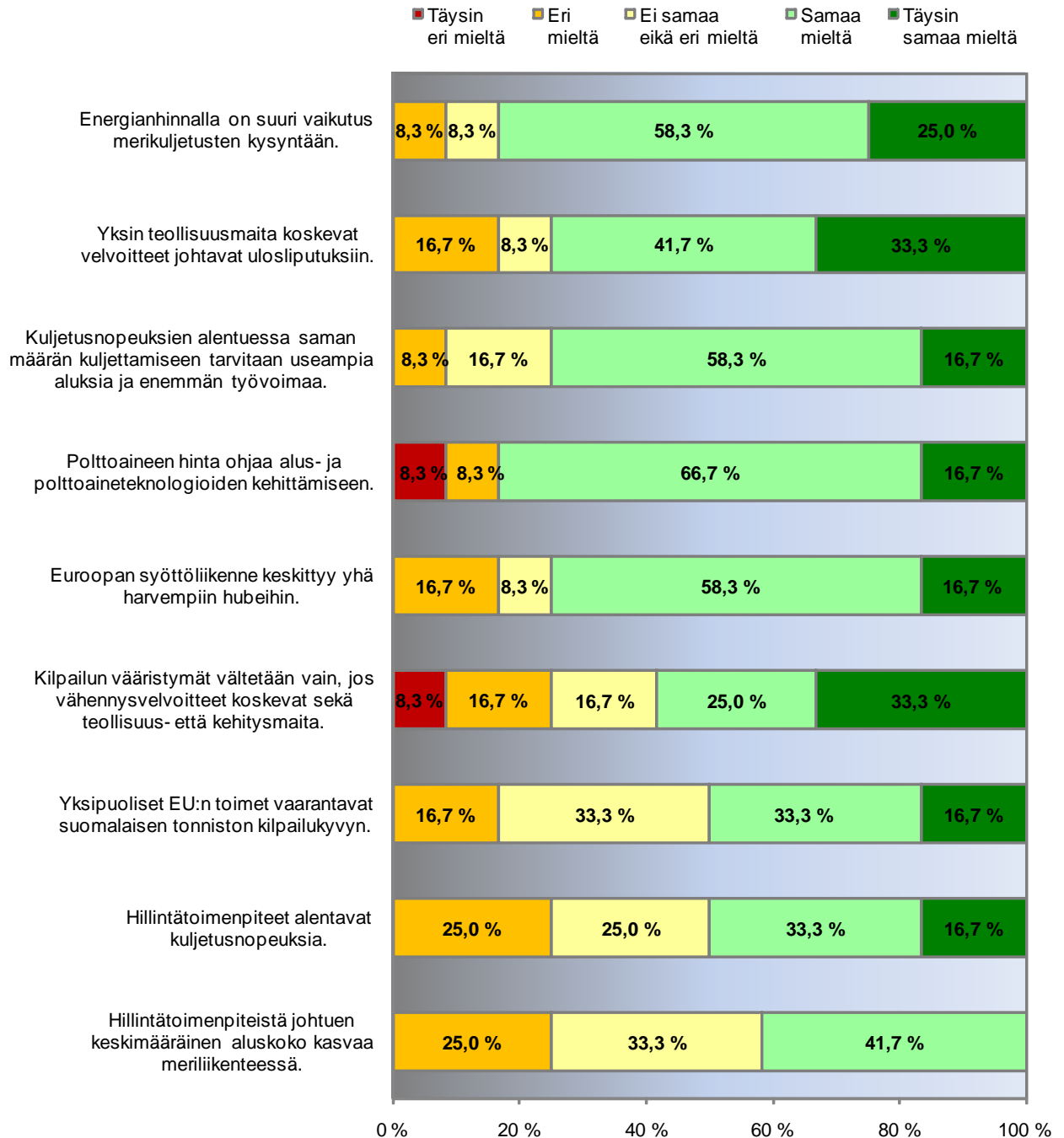


### Kuljetusala ja infrastruktuuri, tiekuljetukset Ilmastomuutoksen hillintätoimien vaikutukset



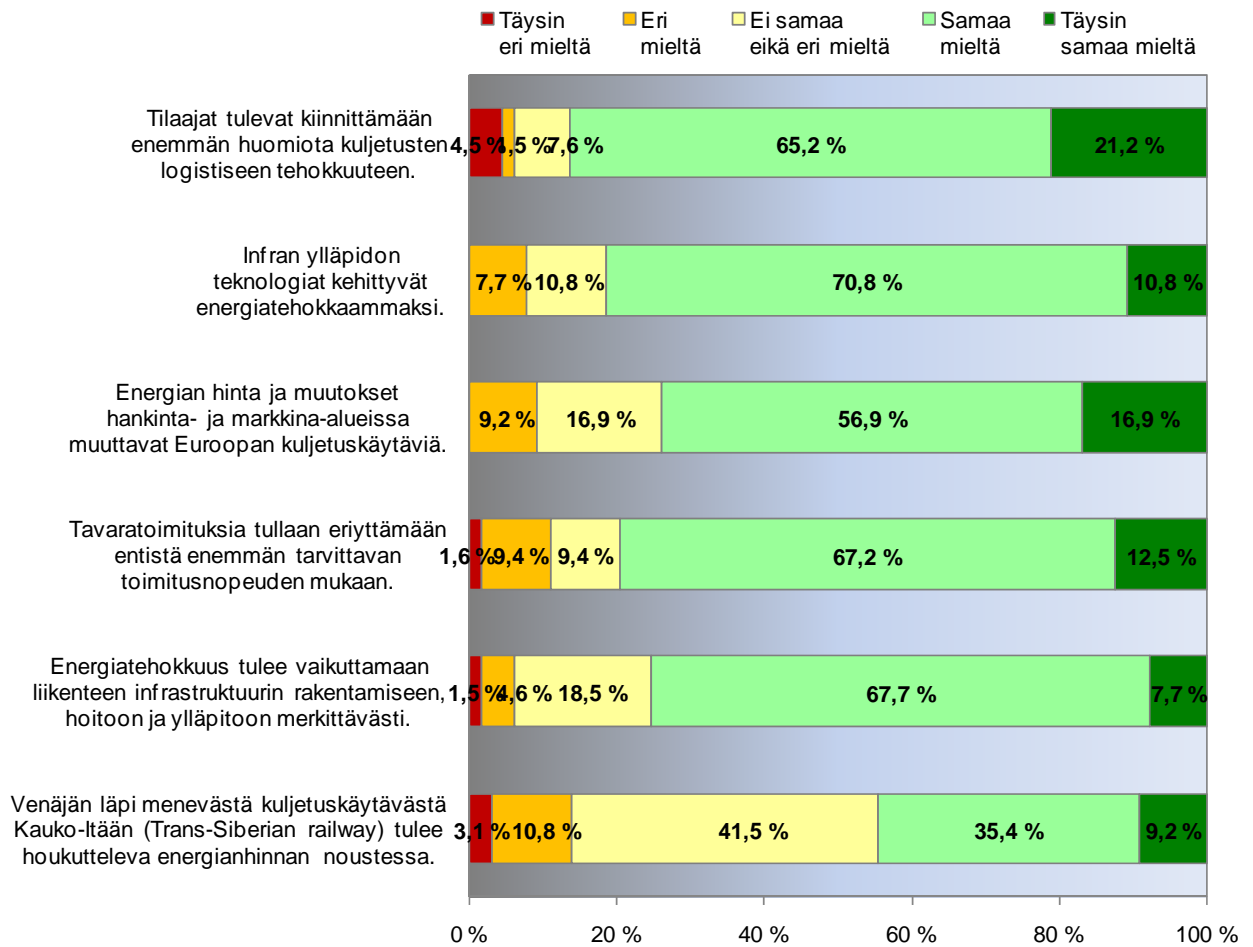
Kuva 61. Tiekuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastomuutoksen hillintätoimien vaikutuksista mm. jakelukuljetuksiin (36 vastaajaa).

### Kuljetusala ja infrastruktuuri, meri- ja sisävesikuljetukset, satamatoiminnot ja ahtaus Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



Kuva 62. Meri- ja sisävesikuljetusalojen sekä satamatoimintojen ja ahtauksen alan vastaajien käsitys ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden tärkeimmistä vaikutuksista meri ja sisävesikuljetuksiin (12 vastaajaa).

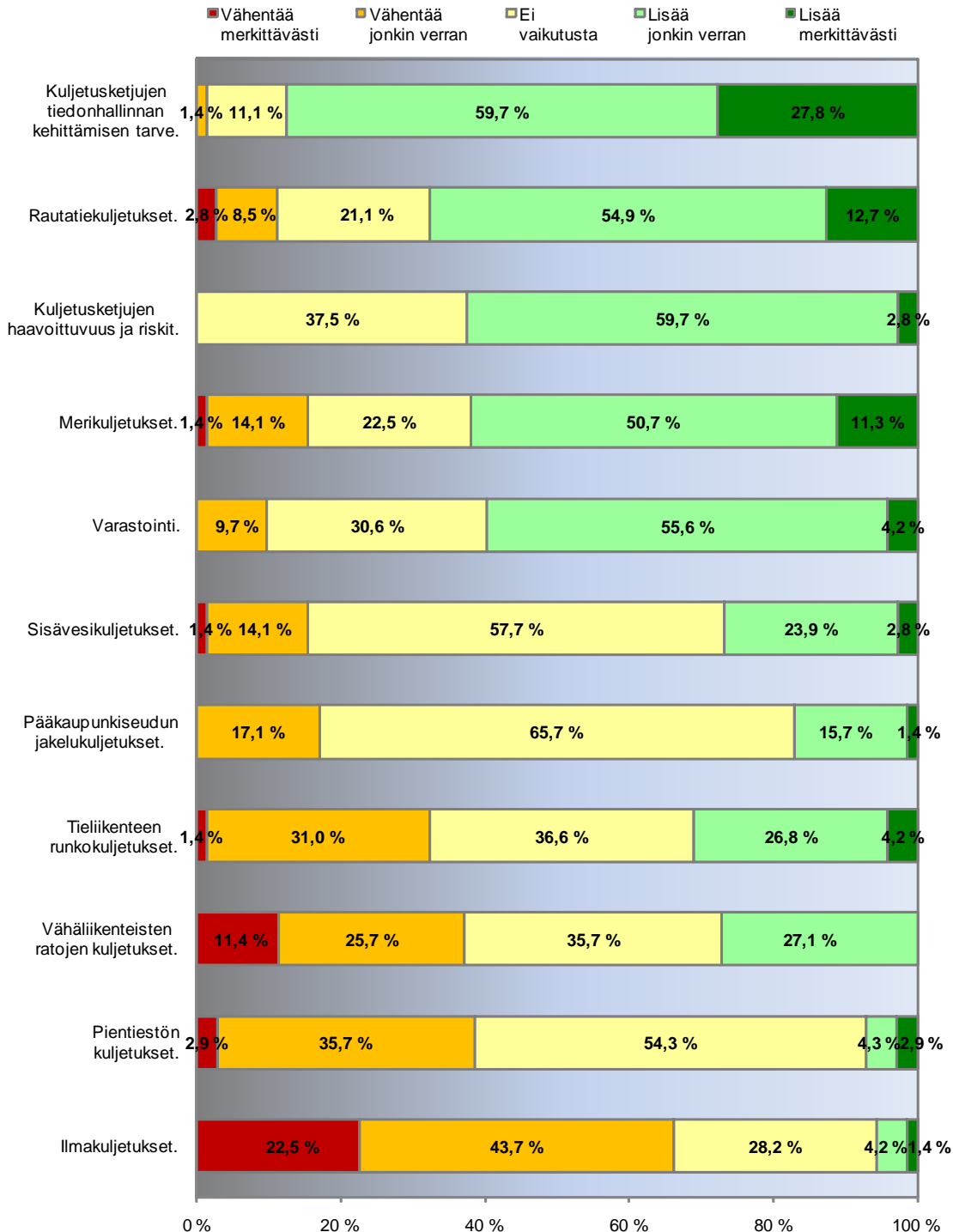
### Kuljetusala ja infrastruktuuri, kuljetusketjut Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset



Kuva 63. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutuksista kuljetusketjuihin (66 vastaajaa).

### Kuljetusala ja infrastruktuuri, kuljetukset

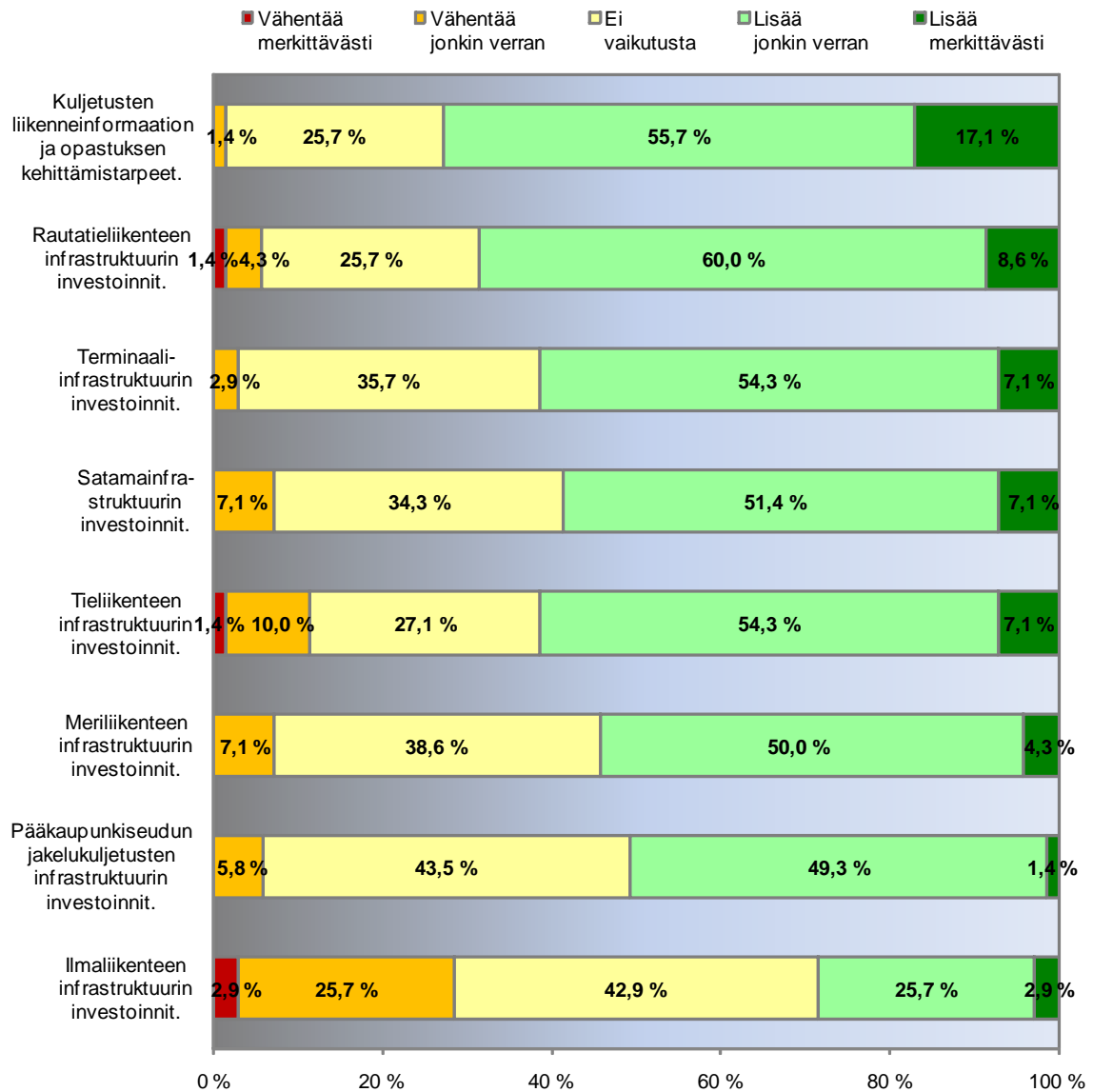
Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vähentävät tai lisäävät seuraavia:



Kuva 64. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista kuljetuksiin (72 vastaajaa).

### Kuljetusala ja infrastruktuuri, infrastruktuuri

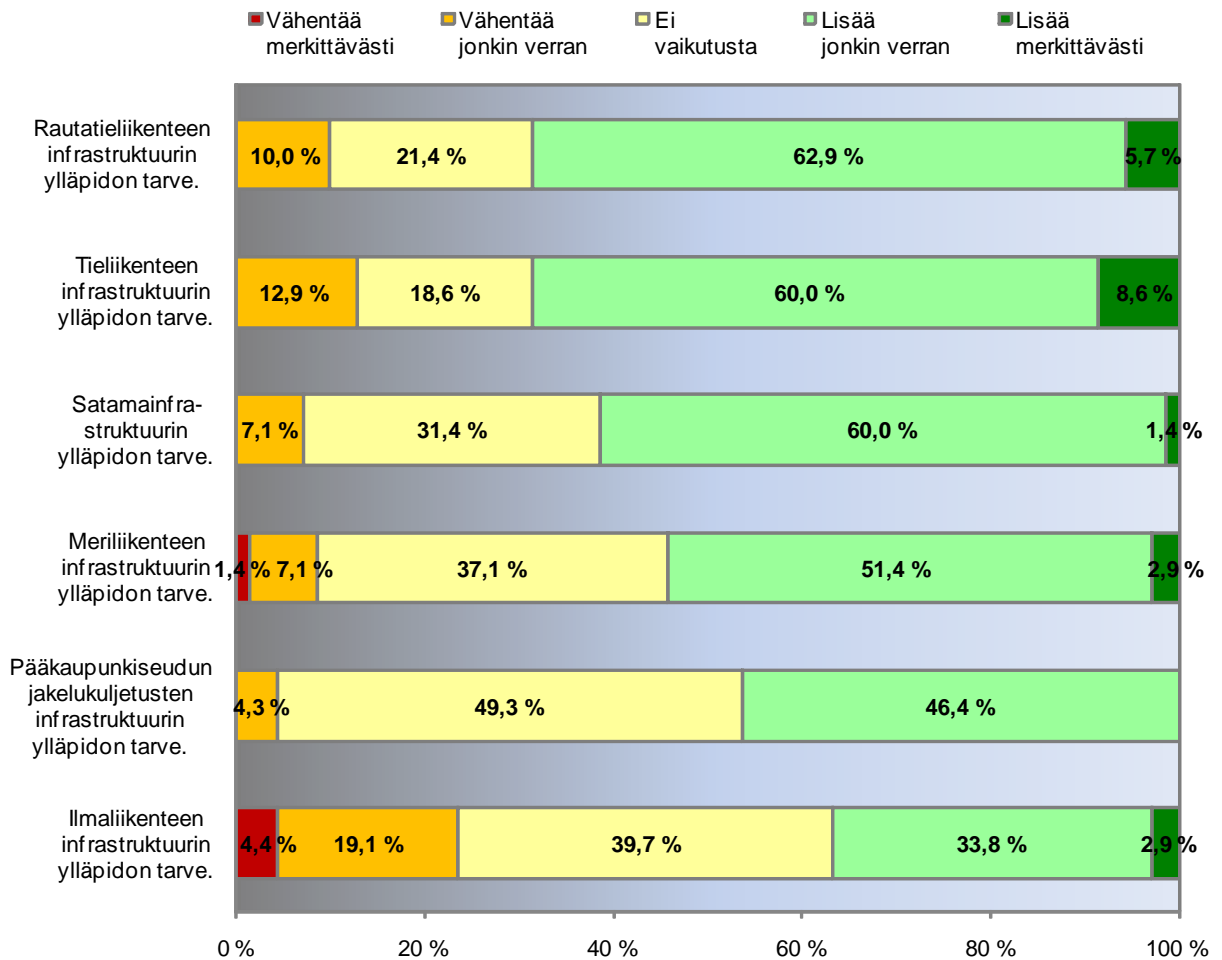
Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vähentävät tai lisäävät seuraavia:



Kuva 65. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin investointeihin ja kehittämistarpeisiin (70 vastaajaa).

## Kuljetusala ja infrastruktuuri, infrastruktuuri

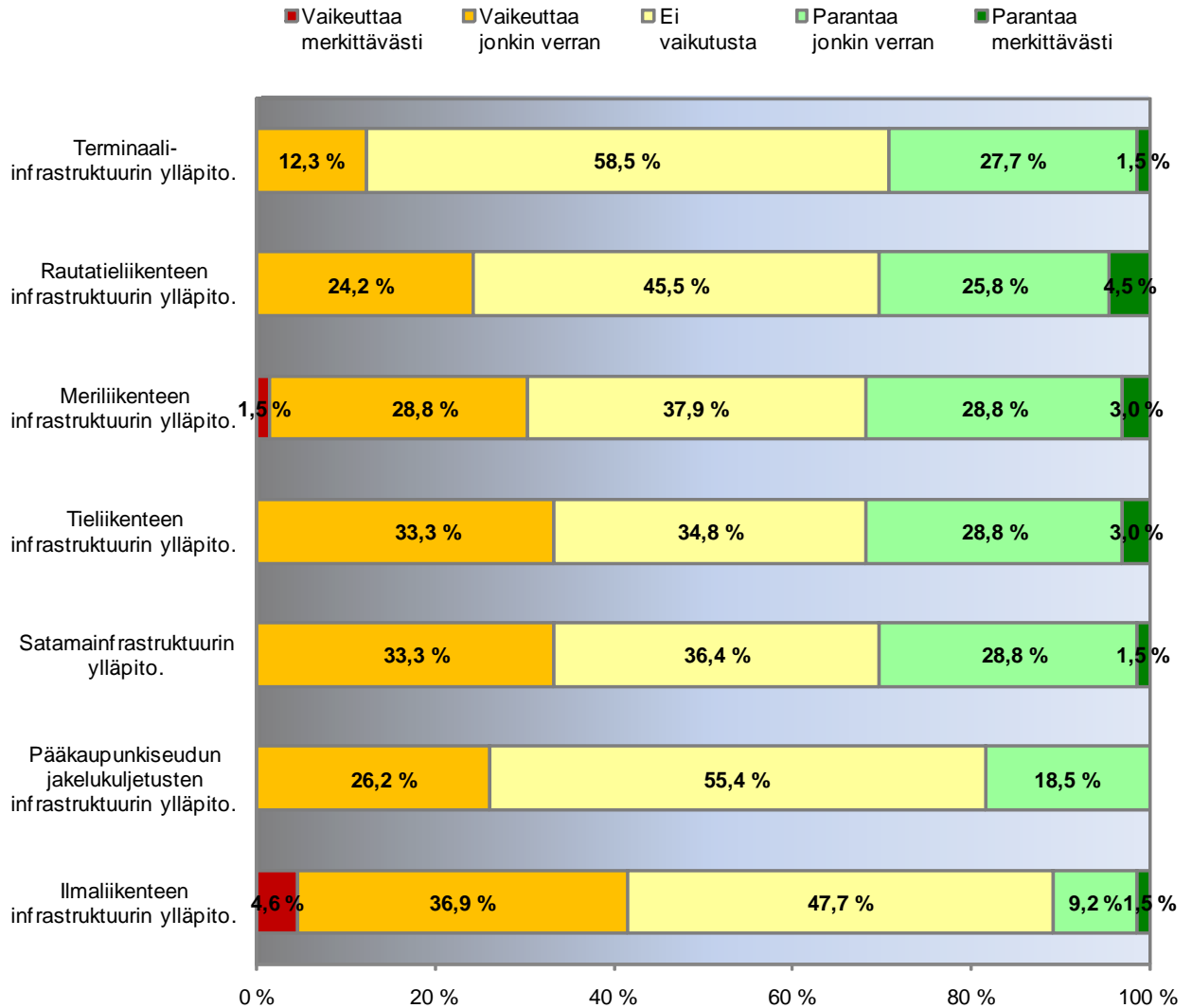
Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vähentävät tai lisäävät seuraavia:



Kuva 66. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin ylläpidon tarpeisiin (70 vastaajaa).

## Kuljetusala ja infrastruktuuri

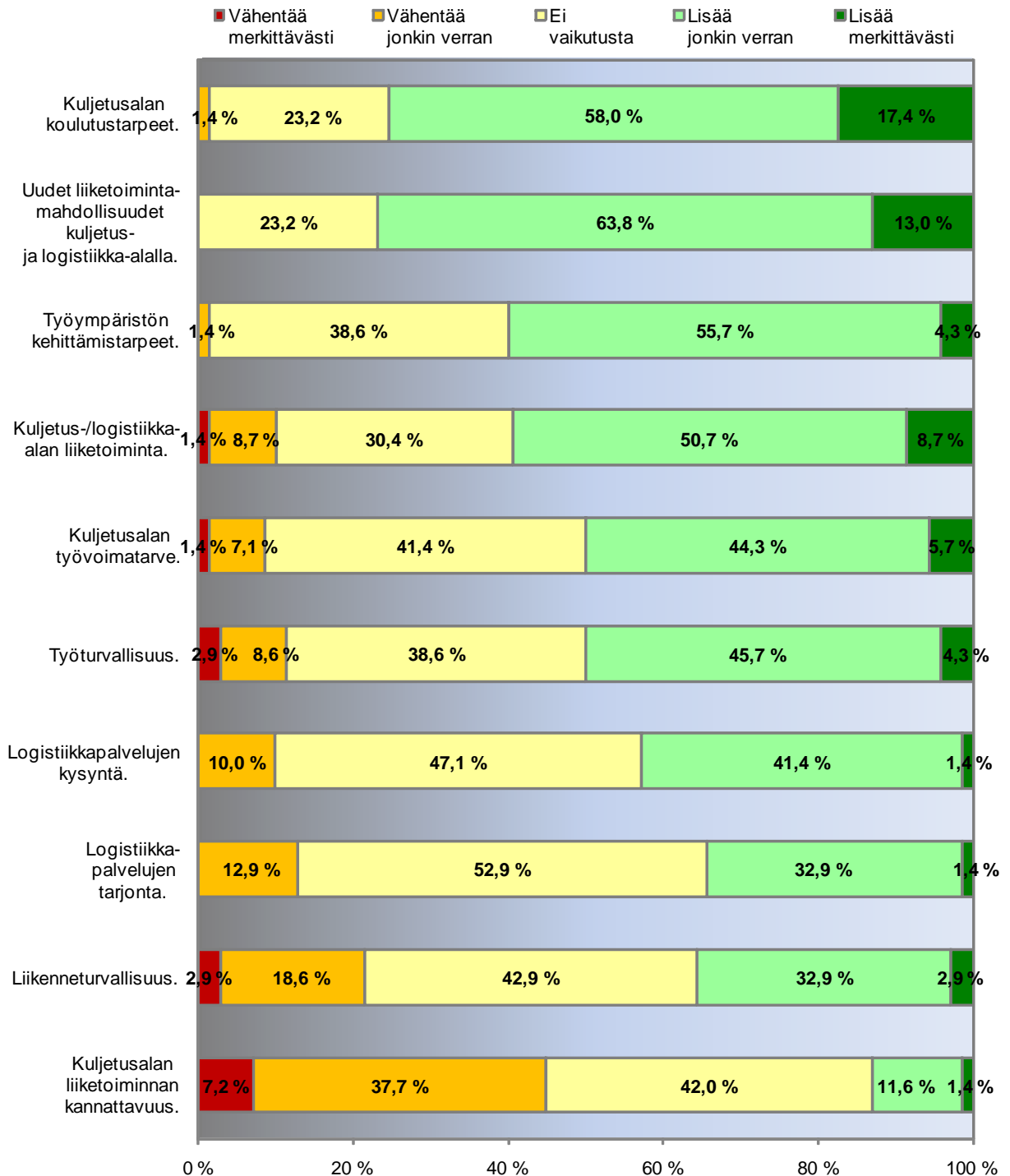
Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikeuttavat tai parantavat seuraavia:



Kuva 67. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista infrastruktuurin ylläpitoon (68 vastaajaa).

## Kuljetusala ja infrastruktuuri, työvoima, elinkeino ja turvallisuus

Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vähentävät tai lisäävät seuraavia:

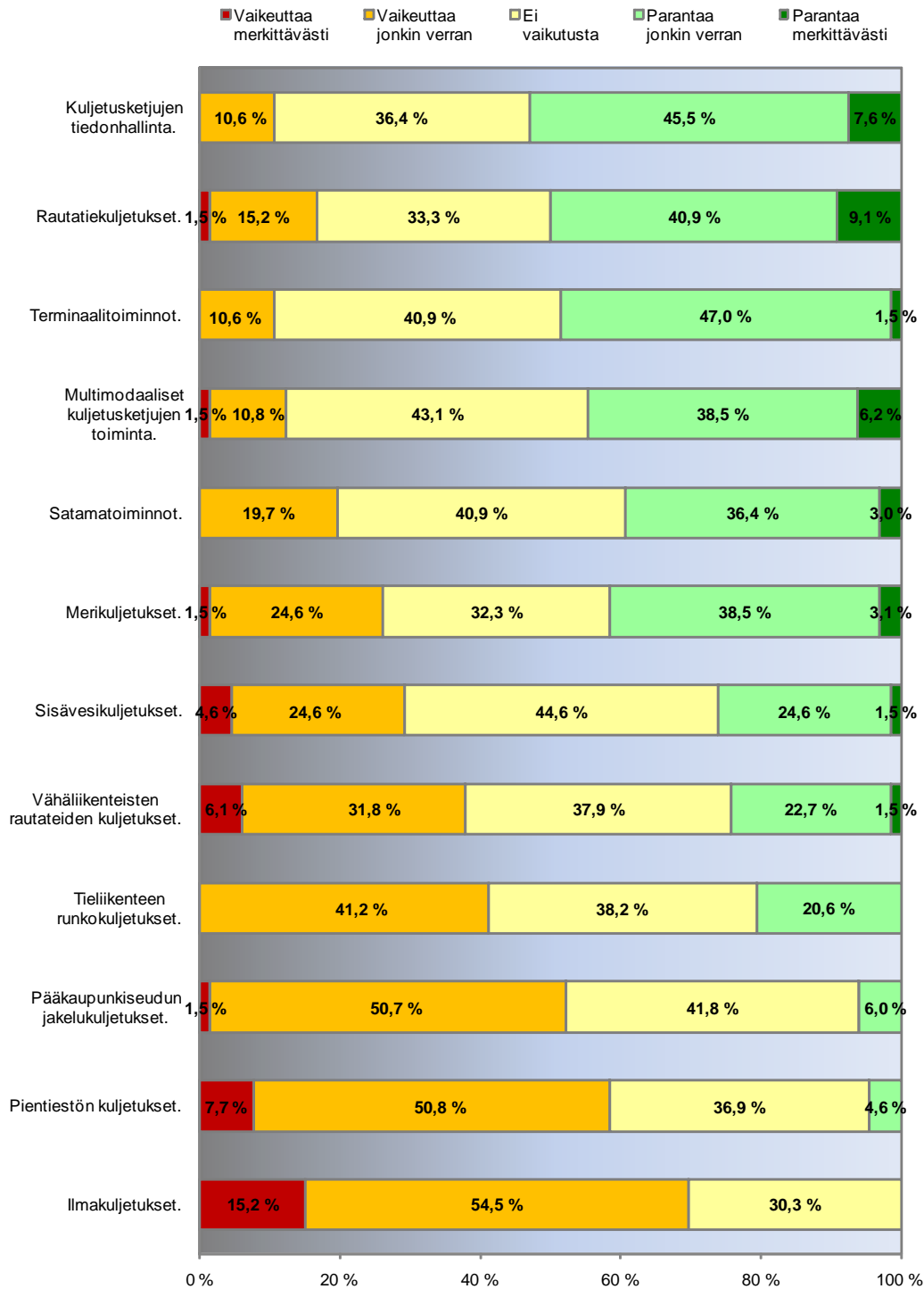


Kuva 68. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista työvoimaan, elinkeinoon ja turvallisuuteen (70 vastaajaa).



### Kuljetusala ja infrastruktuuri

Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikeuttavat tai parantavat seuraavia:



Kuva 69. Kuljetusalan vastaajien käsitys tärkeimmistä ilmastonmuutoksen ja sen hillintätoimien vaikutuksista kuljetuksiin ym. (68 vastaajaa).

**Taustatiedot****Vastaajan asema organisaatiossa**

- Ylin johto  
 Keskijohto  
 Kehitys  
 Muu, mikä?

**Henkilöstön määrä organisaatiossa**Valitse **Päätoimiala**Valitse päätoimiala **Osa-alue, jota organisaationne toiminta pääasiassa koskee**Valitse osa-alue 

Olkaa hyvä ja luekaa alla oleva kuvaus ilmastonmuutoksesta Suomen kannalta ja edetkää sen jälkeen kysymyksiin.

	<b>Vuoteen 2030 mennessä</b>	<b>Vuoteen 2050 mennessä</b>
Suomen keskilämpötila	Nousee yli 2°C	Nousee 3,5-5°C
Talvikuukaudet	Lämpenevät kuukausista eniten, pohjoinen Suomi hieman enemmän kuin Etelä-Suomi	
Pakkaspäivät	Vähenevät	
Talvien nollakelit	Yleistyvät koko maassa	
Hellepäivät	Kaksin- tai kolminkertaistuvat	
Sumut	Yleisyys maalla ja merellä lisääntynee lämpötilan kohotessa	
Routajaksot	Lyhentyvät	
Roudan paksuus	Vähenee	
Sademäärä	Kasvaa 6-8 %	Kasvaa talvikuukausina 14-18 %
Voimakkaat rankkasateet	Yleistyvät ja voimistuvat kesällä 5-10 % ja talvella 10-20 %	
Lumipeitepäivät	Vähenevät etelässä noin kuukaudella ja pohjoisessa vähemmän	Voivat vähentyä maksimissaan lähes kahdella kuukaudella
Lumipeitteen määrä	Vähenee Keski-Suomessa 15-30 %	Vähenee Keski-Suomessa 25-45 %
Lumen tiheys	Vähenee Pohjoisessa 5-30 %	
Tulvatilanteet merellä ja sisävesillä	Kasvaa	
Jään peittävyys ja paksuus merellä ja sisävesillä	Voivat yleistyä	
Itämeren jääpeiteaika	Vähenee 10-30 vuorokautta	Vähenee 30-50 vuorokautta
Laivojen jäätämiskahva	Pienenee	
Voimakkaimpien myrskyjen määrä	Kasvaa Atlantilla ja Luoteis-Euroopassa	
Myrskyisyys Suomessa	Ei tapahtune kovin suuria muutoksia	
Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteet	Tulevat tiukkenemaan uusien ilmastositoumusten tai -pöytäkirjojen kautta. Myös kehitysmaat tai ainakin kehittyneimmät niistä tulevat vähitellen sitoumusten piiriin. Kansainvälisen lento- ja meriliikenteen päästöille tullaan asettamaan omat globaalit sitoumukset.	
Päästökauppajärjestelmä	Laajenee ja yhteisiä kriteerejä oikeuksien jakoon tullaan etsimään tai siirrytään oikeuksien huutokauppaan kaupan vääristymien ehkäisemiseksi	
Euroopan Unioni	Euroopan Unioni jatkaa edelläkävijänä kansainvälisessä ilmastopolitiikassa. Euroopan Unionissa tullaan jatkossakin sopimaan eri suuruisista jäsenmaiden vähennysvelvoitteista ja toteuttamaan jäsenmaiden yhteisiä päästöjen vähennystoimia.	

**Metsäteollisuus****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Puuston kasvun merkittävä lisääntyminen Suomessa lisää kotimaisen puuraaka-aineen käyttöä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puuston kasvun merkittävä lisääntyminen Suomessa lisää metsäteollisuuden tuotantomääriä Suomessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Männyn ja lehtipuiden osuus puustosta lisääntyy ja kuusen osuus laskee, mikä vaikuttaa metsäteollisuuden prosessivalintoihin/rakenteeseen Suomessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kotimaan puuraaka-aineen saatavuuden parantuessa metsäteollisuuden hankintalogistiikka muuttuu oleellisesti kotimaapainotteiseksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puuston kasvun lisääntyminen Suomessa jarruttaa metsäteollisuuden siirtymistä muihin maihin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puuston kasvun huomattavasta lisääntymisestä johtuen metsäteollisuutta lokalisoituu ulkomailta takaisin Suomeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keskilämpötilojen ja sademäärän kasvaessa puun varastointiolosuhteita joudutaan oleellisesti parantamaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Metsäteollisuudessa logistiikka vaikeutuu ilmaston muuttuessa (talven kelirikon yleistyminen, tautien välttäminen, katetut varastot, talven hakkuiden vaikeutuminen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puun uitto vähentyy talvien lämmitessä, koska uittettavan talvipuun korjuu vaikeutuu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sisävesikuljetusten käyttö metsäteollisuudessa lisääntyy jääpeiteajan lyhetyksessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Ilmastositoumuksen päästösitoumukset nopeuttavat metsäteollisuudessa käynnissä olevaa rakennemuutosta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teollistuneiden maiden ja kehitysmaiden erilaiset päästöjen vähennysvelvoitteet vahvistavat olennaisesti Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden kannalta on suuri merkitys, millaisiin velvoitteisiin muut teollistuneet maat sitoutuvat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Päästövähennystoimien kustannuksilla Suomessa ei ole olennaista merkitystä kilpailukyvyille, sillä vaikutus on vähäinen verrattuna globaalien markkinoiden kehitykseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden kannalta on olennaista, että EU:n talousalueella metsäteollisuutta kohdellaan yhtäläisesti.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nykyinen energiaverotus heikentää olennaisesti Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Päästönielujen (eli esim. metsäalueiden säilymisen) huomioon ottaminen päästöjen vähennysvelvoitteissa vähentää metsäteollisuuden halukkuutta investoida kehitysmaihin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venäjän liittyminen teollisuusmaita koskeviin päästötavoitteisiin vähentää halukkuutta investoida sinne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimet lisäävät puun energiakäyttöä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 vuoden sisällä Suomessa puuta käytetään enemmän energiantuotantoon kuin metsäteollisuuteen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Elintarviketeollisuus****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kotimaisen raaka-aineen lisääntyessä tuonti vähenee ja vienti kasvaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen (sademäärän kasvu ja lämpötilan nousu) seurauksena logistiikan ohjaus jalkautuu lähemmäksi tuottajia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos maidon ja lihan kuljetukset pientiestöllä vaikeutuvat ja muuttuvat epävarmemmiksi, elintarviketeollisuuden varastointitarpeet ja tuotantokustannukset kasvavat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen seurauksena elintarviketeollisuus alkaa myös itse harjoittamaan maataloutta suurissa erikoistuneissa yksiköissä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ääri-ilmiöiden kasvaessa muualla ulkomaiset toimijat hankkivat viljelysmaata Suomesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Teollistuneiden maiden ja kehitysmaiden erilaiset päästövähennystavoitteet muuttavat elintarviketeollisuuden sijoittumista maailmassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energian hinnan nousulla on suuri merkitys Suomen elintarviketeollisuuden sijoittumiseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elintarvikkeiden päätuotantoalueet maailmalla säilyvät jokseenkin samoina.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elintarvikkeita tuodaan tällä hetkellä niin monipuolisesti eri osista maapalloa, ettei hillintätoimien eroilla ole juurikaan vaikutusta tuontiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nousevat kuljetuskustannukset lyhentävät raaka-aineiden hankintaketjuja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elintarviketeollisuuden kannattavuus Suomessa paranee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuljetuskustannusten kasvu lisää paikallisten tuotantoyksiköiden määrää elintarviketeollisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Teollisuus****Ilmaston muuttumisen vaikutukset****Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt eri puolilla maailmaa...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...lisäävät kansainvälisten toimitusketjujen haavoittuvuutta ja riskejä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...vaikuttavat Suomen teollisuuden raaka-ainehankinnan ja kaupan suuntautumiseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät yritystoiminnan Force Majeure riskejä esim. Aasiassa ja Etelä-Amerikassa ja palauttavat teollisuustuotantoa seesteisimmille alueille kuten Pohjois-Eurooppaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät varastointia hankinnoissa (kriittiset hankintatavarat tuotannon kannalta).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät tuotevarastoja (toimitusten varmistaminen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät ulkomaisten yritysten toimintaa Suomessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutos kokonaisuutena (keskilämpötilan, sademäärän, tuulisuuden ja ääri-ilmiöiden kasvu)...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...lisää teollisuudenalamme tuotantomääriä Suomessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...parantaa alamme kansainvälistä kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutos ja sen hillintä muuttaa käyttämämme kuljetusmuotojakaamaa...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...tiekuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...rautatiekuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...ilmakuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...merikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...sisävesikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Lämmitystarpeen vähetessä kivihiilen, öljyn ja nestekaasun tuonti Suomeen vähenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kotimaisen energiatuotannon kasvaessa kivihiilen, öljyn ja nestekaasun tuonti Suomeen vähenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksesta ja sen hillinnästä johtuen tuonti- ja vientikuljetukset keskitetään entistä harvempiin satamiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sisämaassa tarvitaan konttiliikennepalveluiden keskittämistä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhdistettyjen kuljetusten ratkaisuja satamiin tulee ilmastonmuutoksesta johtuen kehittää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Polttoaineen hinnannousu lisää varastointia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttoaineen hinnannousu lisää alueellista tuotantoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen hillintätoimilla ei ole vaikutusta sijoituspäätöksiimme, jos muut teollisuusmaat sitoutuvat vastaaviin toimiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimet muuttavat sitä, miten ja mistä tuomme raaka-aineita.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimilla on merkittävä vaikutus toimintaamme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teollisuusalallemme on tärkeintä, että EU-maiden kesken kilpailuolosuhteet säilyvät tasapuolisina.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos kehitysmaille ei tule päästövähennysvelvoitteita 10 vuoden sisällä, osa teollisuusalamme tuotannosta siirtyy Suomesta kehitysmaihiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energianhinnan nousu heikentää teollisuusalamme kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulemme edellyttämään kuljetusketjulta osoitettavissa olevaa energiatehokkuutta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulemme mittaamaan toimitusketjujemme ja koko toimintamme energiatehokkuutta ja ympäristövaikutuksia tulevaisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



**Kuljetusala ja infrastruktuuri****Tiekuljetukset****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kasvukauden pidentymisestä ja sademäärän kasvusta johtuva kotimaan raaka- ainehankinnan lisääntyminen elintarvike- ja metsäteollisuudessa lisää tiekuljetusten kysyntää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kasvukauden pidentymisestä ja sademäärän kasvusta johtuva kotimaan raaka- ainehankinnan lisääntyminen elintarvike- ja metsäteollisuudessa nostaa tiekuljetusten hintoja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuulisuuden, sateisuuden, kelirikon jne. lisääntymisestä johtuva kotimaan kuljetusten vaikeutuminen nostaa kuljetushintoja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiekuljetusten liikenneturvallisuus huononee oleellisesti sateisuuden, rankkasateiden ja tuulisuuden lisääntyessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tieliikenteen hoito- ja ylläpitokustannukset Suomessa kasvavat ilmastonmuutoksen seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos (lämpötilan nousu, sademäärän kasvu jne.) on tieliikenteen infrastruktuurin investointien ja ylläpidon kannalta kokonaisuutena myönteinen asia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaupunkiseutujen jakelukuljetuksissa tapahtuu rankkasateiden ja tuulisuuden lisääntyessä viivytyksiä ja kustannusten nousua.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukuljetukset yleisesti katsoen helpottuvat ilmastonmuutoksen seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tapaturmien ja onnettomuuksien riski jakelukuljetuksissa kasvaa merkittävästi rankkasateiden ja nollakelien lisääntyessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukuljetuksissa tarvitaan opasteiden ja niiden näkyvyyden merkittävää kehittämistä sateisuuden kasvaessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukuljetuksissa tarvitaan työympäristön (katetut terminaali- ja vastaanottotilat) merkittävää kehittämistä sateisuuden ja liukkauden kasvaessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edellä kuvattujen ilmastonmuutosten vuoksi jakelu vaatii enemmän työaikaa ja työvoimaa tulevaisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



**Ilmastomuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kuljetusmäärät Suomessa vähenevät teollisuuden kohdistuvien hillintätoimien seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uusiutuvan energian käytön lisääminen lisää puun ja turpeen kuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiekuljetuksia siirtyy rautateille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yritykset tulevat käyttämään jakelussa keskimäärin pienempiä ajoneuvoja hillintätoimien vuoksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nopeuksien seurantaan tullaan kiinnittämään enemmän huomiota (nopeusrajoitinta vasten ajo vähenee).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastomuutoksen hillintätoimien vaikutus on marginaalinen verrattuna muihin toimintaympäristön muutoksiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukuljetusten yhdistelyyn ja tehostamiseen tullaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaupunkiseuduille tullaan rakentamaan uusia kaupunkijakeluun keskittyneitä "vihreitä" logistiikkakeskuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kauppa ja kuljetusjärjestelmä tulevat kiinnittämään vielä entistäkin enemmän huomiota jakelukuljetusten yhdistelemiseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loppuasiakkaiden yhteistoiminta tavaratoimitusten yhdistelemiseksi lisääntyy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukustannusten nousu edesauttaa jakelutoimitusten yhdistelemistä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiemaksujen käyttö pakottaa tehostamaan jakelukuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakeluliikenteen aikaikkunat ja rajoitukset vähentävät jakelukuljetusten tehokkuutta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakeluliikenteeseen syntyy vastaanotto-operaattoreita, jotka hoitavat useiden liikkeiden tavaran vastaanottoa, jolloin jakeluauton seisonta-aika purkupisteissä lyhenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Raskaan liikenteen ajonopeudet laskevat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Lentokuljetukset****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Rankkasateiden lisääntyminen aiheuttaa kehittämistarpeita lentokenttien ja kiitoratojen infrastruktuurissa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rankkasateiden lisääntyminen aiheuttaa kehittämistarpeita lentokenttien ja kiitoratojen opasteissa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kovien rankkasateiden lisääntyminen vaikeuttaa ilmaliikennettä merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen aiheuttamat ääri-ilmiöt vaikeuttavat kansainvälisiä lentokuljetuksia merkittävästi ja heikentävät niiden kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos (tuulisuus, sumuisuus, tulvat alavilla lentokentillä, ääri-ilmiöt) vaikuttaa lentokenttäverkostoon muualla maailmassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lumisateiden lisääntyminen lisää Suomen kiitoratojen ja lentokenttien ylläpitokustannuksia tulevaisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lämpötilan vaihtelujen lisääntyminen nollan molemmin puolin lisää lentoliikenteen ylläpitokustannuksia (esim. kiitoradan liukkaus, koneen jäänesto).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutos ja sen hillintä muuttaa kuljetusmuotojakaamaa...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...tielikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...rautatiekuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...ilmakuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...merikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...sisävesikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Lentoliikenteen päästökauppajärjestelmä laajenee globaaliksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lentoliikenteessä olisi pyrittävä sektorikohtaiseen päästöjen vähennyssopimukseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lentoliikenteen päästövähennykset toteutetaan päästökaupan avulla muilla sektoreilla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos lentoliikenne on päästökaupan piirissä vain EU:ssa, EU-maissa olevien lentoyhtiöiden kilpailukyky kärsii merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimilla on vaikutusta tavara- ja henkilöliikenteen kysyntään.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lentokuljetusten mahdollistamalla aikasäästöllä on suurempi merkitys kuljetuskysynnälle kuin vähäisellä hinnan nousulla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kansainvälisissä ilmakuljetuksissa keskimääräinen konekoko tulee kasvamaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Liite 2 Internet -kyselyn kyselylomake  
10

EU:n lentoliikenteen päästökauppajärjestelmässä kotimaan ja kansainvälistä kohtellaan eri tavoin. Siksi...

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...päästökauppajärjestelmän tulisi olla kansainvälinen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...EU:n tulisi laajentaa järjestelmää kansainvälisiin lentoihin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...kotimaan lentoliikenteen asemaa on parannettava järjestelmää kehittämällä tai muin keinoin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Rautatiekuljetukset****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Rankkasateiden lisääntyminen vaikeuttaa rautatiekuljetuksia merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keskilämpötilan nousu helpottaa rautatiekuljetuksia merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos tuulisuus lisääntyisi, aiheuttaisi se rautatiekuljetuksille myöhästymisiä ja vaikeuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sumuisuuden lisääntyminen on ongelma rautatiekuljetuksille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos lisää kokonaisuutena työvoimatarvetta rautatiekuljetuksissa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos kokonaisuutena vaikeuttaa merkittävästi rautatiekuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rankkasateet voivat aiheuttaa suuria vahinkoja sivu- ja teollisuusratojen lisäksi myös pääradoilla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lisääntyneet nollakelit vaikeuttavat rautatieliikennettä tai ratojen ylläpitoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Runsaat sulamiset ja jäätymiset voivat haitata laitteiden toimintaa rautateillä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lyhyempi roudan aika pidentää rautatietyökautta ja tasaa kustannuksia ja kapasiteetin käyttöä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rautatieliikenteen infrastruktuurin investointikustannukset Suomessa kasvavat ilmastonmuutoksen seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rautateiden ylläpitokustannukset vähenevät ilmastonmuutoksen seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos (lämpötilan nousu, sademäärän kasvu jne.) on rautatieliikenteen infrastruktuurin investointien ja ylläpidon kannalta kokonaisuutena myönteinen asia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Päästötavoitteet lisäävät rautatiekuljetuksia Euroopassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastoasioden painoarvo lisää rautatiekuljetusten kysyntää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaluston ja laitteiden energiatehokkuudelle tulee normeja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomen ja Venäjän väliseen kauppaan liittyvät kuljetukset sekä transitokuljetukset Suomen läpi siirtyvät merkittävässä määrin raiteille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhdistettyjen kuljetusten kilpailukyky paranee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sähkön hinta laskee hillintätoimien seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Metsäteollisuuden rakennemuutos siirtää puukuljetuksia rautateille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puuenergian lisääntyvä käyttö lisää kuljetuksia erityisesti maanteille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Liite 2 Internet -kyselyn kyselylomake  
12

**Meri- ja sisävesikuljetukset**

**Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Rankkasateiden lisääntyminen vaikeuttaa merikuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Merijään laajuuden, paksuuden ja esiintymisajan väheneminen parantaa meriliikenteen toimivuutta ja kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jääpeiteajan lyheneminen ja jään paksuuden väheneminen lisää Suomen kilpailukykyä idän kauttakulkuliikenteessä erityisesti alempien jääluokkien laivoilla kuljetettavassa irtotavarassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuulisuuden, sateisuuden ja merenkäynnin (ahtojäiden kasaantuminen) lisääntyminen vaikeuttaa meriliikennettä enemmän kuin jääpeiteajan lyheneminen ja jäiden oheneminen helpottaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kotimaan sisäiset rannikkukuljetukset lisääntyvät jääpeiteajan lyhentyessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Syöttökuljetukset kotimaan satamista toisiin kotimaan satamiin Euroopan satamien sijaan yleistyvät jääpeiteajan lyhentyessä Itämerellä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koillisväylän avautuessa osa Suomen tuonti- ja vientikuljetuksista siirtyy käyttämään sitä (ja esim. Murmanskin satamaa).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rankkasateiden lisääntyessä laivojen seisonta-ajat pitenevät.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rankkasateiden ja liukkauden lisääntyessä satamissa tarvitaan lisää katettuja laituripaikkoja ja terminaalitiloja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tapaturma- ja onnettomuusriski kasvaa satamissa sateisuuden ja nollakelin lisääntyessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laivukuljetuksissa rannikkoliikenteen kilpailukyky verrattuna maakuljetusmuotoihin kasvaa jääpeiteajan ja jääpeitteen vähetessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Korkeimman ja matalimman vedenkorkeuden ääripäiden voimistuminen ja aikaistuminen vaikeuttaa merkittävästi sisävesikuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työllisyys ja investoinnit sisävesiterminalleissa lisääntyvät, jos talven katkosaika lyhenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sisävesikuljetukset kasvavat ilmastonmuutoksen seurauksena.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kilpailun vääristymät vältetään vain, jos vähennysvelvoitteet koskevat sekä teollisuus- että kehitysmaita.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksin teollisuusmaita koskevat velvoitteet johtavat ulosliputuksiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksipuoliset EU:n toimet vaarantavat suomalaisen tonniston kilpailukyvyyn.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energiahinnalla on suuri vaikutus merikuljetusten kysyntään.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttoaineen hinta ohjaa alus- ja polttoaineteknologioiden kehittämiseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimenpiteet alentavat kuljetusnopeuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuljetusnopeuksien alentuessa saman määrän kuljettamiseen tarvitaan useampia aluksia ja enemmän työvoimaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimenpiteistä johtuen keskimääräinen aluskoko kasvaa meriliikenteessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Euroopan syöttöliikenne keskittyy yhä harvempiin hubeihin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Kuljetusketjut****Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Force Majeure ääri-ilmiöt kuten rankkasateet kasvattavat kuljetusketjujen riskejä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Force Majeure ääri-ilmiöt kuten rankkasateet hidastavat kuljetusketjuja merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Force Majeure ääri-ilmiöt kuten rankkasateet tulevat ongelmallisiksi kansainvälisten kuljetusketjujen vastuista sovittaessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opasteiden näkyvyyttä ja tiedonkulkua on parannettava kaikissa kuljetusketjun osissa rankkasateiden ja sumuisuuden lisääntyessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rankkasateiden ja muiden ääri-ilmiöiden lisääntyessä investoinnit kuljetusketjuissa kasvavat ja lisäävät kustannuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen hitailla nopeuksilla kasvattaa tarvittavan kuljetuskaluston ja työvoiman määrää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutos lisää työvoimatarvetta kuljetusalalla ja liikenneinfrastruktuurin ylläpidossa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen seurauksena terminaaliverkosto Suomessa tihenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen seurauksena kuljetusketjut hidastuvat ja tavaroiden varastointi lisääntyy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksesta ja sen hillinnästä johtuen tuonti- ja vientikuljetukset keskitetään entistä harvempiin satamiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sisämaassa tarvitaan konttiliikennepalveluiden keskittämistä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhdistettyjen kuljetusten ratkaisuja satamiin tulee ilmastonmuutoksesta johtuen kehittää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutos ja sen hillintä muuttaa kuljetusmuotojakaumaa...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...tiekuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...rautatiekuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...ilmakuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...merikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...sisävesikuljetusten suuntaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Tilaaajat tulevat kiinnittämään enemmän huomiota kuljetusten logistiseen tehokkuuteen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tavaratoimituksia tullaan eriyttämään entistä enemmän tarvittavan toimitusnopeuden mukaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energian hinta ja muutokset hankinta- ja markkina-alueissa muuttavat Euroopan kuljetuskäytäviä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venäjän läpi menevästä kuljetuskäytävästä Kauko-Itään (Trans-Siberian railway) tulee houkutteleva energianhinnan noustessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energiatehokkuus tulee vaikuttamaan liikenteen infrastruktuurin rakentamiseen, hoitoon ja ylläpitoon merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infran ylläpidon teknologiat kehittyvät energiatehokkaammaksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Vähittäis- ja tukkukauppa**

**Ilmaston muuttumisen vaikutukset**

**Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöt eri puolilla maailmaa...**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
...lisäävät kansainvälisten toimitusketjujen haavoittuvuutta ja riskejä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...vaikuttavat Suomen kaupankäynnin suuntautumiseen päivittäistavaroissa ja kestokulutushyödykkeissä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät yritystoiminnan Force Majeure riskejä esim. Aasiassa ja Etelä-Amerikassa ja vähentävät toiminnan siirtymistä näille alueille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...lisäävät elintarvikkeiden ja muiden päivittäistavaroiden tuotantoa Suomessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...kasvattavat kuljetusketjujen riskejä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...hidastavat kuljetusketjuja merkittävästi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...tulevat ongelmallisiksi kansainvälisten kuljetusketjujen vastuista sovittaessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Liite 2 Internet -kyselyn kyselylomake

16

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Rankkasateiden ja muiden ääri-ilmiöiden lisääntyessä investoinnit kuljetusketjuissa kasvavat (katetut tilat) ja lisäävät kustannuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentäminen hitailla nopeuksilla kasvattaa tarvittavan kuljetuskaluston ja työvoiman määrää.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutukset**

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Polttoaineen hinnannousu hidastaa kuljetusketjuja ja lisää paikallista tuotantoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen seurauksena terminaaliverkosto Suomessa tihenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen (mm. polttoainekustannukset) seurauksena aluevarastointi lisääntyy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen hillintätoimilla ei ole vaikutusta sijoituspäätöksimme, jos muut teollisuusmaat sitoutuvat vastaaviin toimiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimet muuttavat sitä mistä tuomme vähittäis- ja tukkutavaraa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hillintätoimilla ei ole merkittävää vaikutusta toimintaamme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaupan alalla on tärkeintä, että EU-maiden kesken kilpailuolosuhteet säilyvät tasapuolisina.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energianhinnan nousu heikentää kaupan kilpailukykyä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulemme edellyttämään kuljetusketjulta osoitettavissa olevaa energiatehokkuutta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulemme mittaamaan toimitusketujemme ja koko toimintamme energiatehokkuutta ja ympäristövaikutuksia tulevaisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiekuljetuksia siirtyy rautateille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikutus on marginaalinen verrattuna muihin toimintaympäristön muutoksiin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakelukuljetusten yhdistelyyn ja tehostamiseen tullaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaupunkiseuduille tullaan rakentamaan uusia kaupunkijakeluun keskittyneitä "vihreitä" logistiikkakeskuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loppuasiakkaiden yhteistoiminta tavaratoimitusten yhdistelemiseksi lisääntyy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiemaksujen käyttö pakottaa tehostamaan jakelukuljetuksia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jakeluliikenteeseen syntyy vastaanotto-operaattoreita, jotka hoitavat useiden liikkeiden tavarantoimitusta, jolloin jakeluauton seisonta-aika purkupisteissä lyhenee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tilaaajat tulevat kiinnittämään enemmän huomiota kuljetuksen logistiseen tehokkuuteen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tavaratoimituksia tullaan eriyttämään entistä enemmän tarvittavan toimitusnopeuden mukaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energian hinta ja muutokset hankinta- ja markkina-alueissa muuttavat Euroopan kuljetuskäytäviä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venäjän läpi kulkevasta kuljetuskäytävästä Kauko-Itään (Trans-Siberian railway) tulee houkutteleva energianhinnan noustessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tavaraliikenteen sujuvuuteen tullaan kiinnittämään enemmän huomiota.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>





**Kuljetusala ja infrastruktuuri**

**Millä tavoin ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikeuttavat tai parantavat seuraavia:**

	Vaikeuttaa merkittävästi	Vaikeuttaa jonkin verran	Ei vaikutusta	Parantaa jonkin verran	Parantaa merkittävästi	Kommentteja
Tieliikenteen runkokuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Pääkaupunkiseudun jakelukuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Pientiestön kuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Vähäliikenteisten rautateiden kuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Ilmakuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Merikuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Rautatiekuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Sisävesikuljetukset.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Multimodaaliset kuljetusketjujen toiminta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Satamatoiminnot.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Terminaalitoiminnot.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Kuljetusketjujen tiedonhallinta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Tieliikenteen infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Rautatieliikenteen infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Meriliikenteen infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Ilmaliikenteen infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Pääkaupunkiseudun jakelukuljetusten infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Satamainfrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Terminaali-infrastruktuurin ylläpito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Muu, mikä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Muu, mikä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>

**Mitkä ovat tärkeysjärjestyksessä kolme suurinta toimialaanne vaikuttavaa ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän vaikutusta? Perustelkaa ja määriteltäkää mahdollisia varautumistoimenpiteitä.**

Tärkein vaikutus	Perustelu	Varautumistoimenpiteet
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. tärkein vaikutus	Perustelu	Varautumistoimenpiteet
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3. tärkein vaikutus	Perustelu	Varautumistoimenpiteet
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>