



NASTA-tutkimusohjelma 2011-2013

TALVI RENGAS- SKENAARIOIDEN VAI- KUTUSTARKASTELU

Anne Vehmas ja Jukka Räsänen

TALVI RENGAS-SKENAARIOIDEN VAIKUTUSTARKASTELU

Päivämäärä 27.2.2013

Kirjoittajat Anne Vehmas ja
Jukka Räsänen (osin luvut 4.4–4.5)
Ramboll Finland Oy

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
	1.1 Selvityksen tavoite	1
	1.2 Tutkimusmenetelmät	1
2	Kehitysskenaariot	2
3	Tarkastellut vaikutukset	4
4	Vaikutukset eri skenaarioissa	5
	4.1 Kuljettajan toiminta	5
	4.2 Ajokulttuuri	10
	4.3 Tie ja liikenneolot	13
	4.4 Liikenneturvallisuus	15
	4.5 Kustannukset	19
5	Vaikutusvertailu	22
	LÄHTEET	25
	Liite 1	27

1 JOHDANTO

1.1 Selvityksen tavoite

Talvirengasskenaarioiden vaikutustarkastelu liittyy NASTA-tutkimusohjelman liikenneturvallisuus ja liikenteen sujuvuus -teemaan. Työssä selvitettiin kitkarenkaiden käytön lisääntymisen tärkeimpiä vaikutuksia liikenneturvallisuuden, liikenne- ja tietekniikan sekä yhteiskunnallisesta ja kulttuurisesta näkökulmasta. Vaikutuksia tarkasteltiin eri käyttäjäryhmien kannalta kolmessa eri kehitysskenaariossa, jotka eroavat sen suhteen, miten paljon nastarenkaiden käyttö vähenee. Tarkasteluja voidaan hyödyntää tehtäessä päätöksiä mahdollisista ohjaustoimista talvirenkaiden käytössä.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Käytettävät aineistot

Vaikutuksia analysoitiin saatavilla olevan aineiston pohjalta asiantuntija-arvioina. Vaikutusanalyysissa hyödynnettiin erityisesti muiden NASTA-tutkimusohjelman osaprojektien keräämiä aineistoja sekä aiempia tutkimuksia ja tilastoaineistoja erityisesti Helsingin seudulta (mm. henkilöliikennetutkimuksen tai Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman tulokset). Mm. liikenneturvallisuusvaikutuksiin sekä asenteisiin ja ajokulttuuriin liittyviä aineistoja hyödynnettiin seuraavista NASTA-osaprojekteista:

- Valmixa OY:n laatima riskikartoitus ja tarvittavat kolaririskin vähentämistoimet siirryttäessä nastattomiin talvirenkaisiin (Mikkonen 2012)
- Turun yliopiston liikennepsykologian tutkijat selvittivät nast- ja kitkarengaskuljettajien ajotapoja ja kolaririskiä autoilijoille suunnatulla kyselytutkimuksella. Kitkarenkaiden talvenaikaisen käytön lisääntymisen vaikutukset kolaririskiin ja sen vähentämisen mahdollisuudet (Katila, Laapotti, Peräaho & Hernetkoski 2012)
- Sito Oy keräsi autoilijoiden kokemuksia kitkarenkaiden käytöstä Internetin keskustelupalstojen ja ryhmähaastattelujen avulla (Aarnikko, Härkönen & Luodemäki 2012)
- Innomikko Oy tarkasteli Helsingin kantakaupungin alueella tapahtuvan nastarenkaiden rajoittamisen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen kirjallisuusselvityksen sekä erityisesti Norjan ja Ruotsin kokemusten pohjalta (Malmivuo 2012).

Tässä työssä ei tarkastella terveyteen, elinoloihin ja ekologiaan liittyviä vaikutuksia, joita on selvitetty muissa NASTA-tutkimusohjelman projekteissa.

Vaikutusten arvioinnilla ja luokitteluilla ei tavoitella täsmällisiä tulevaisuuden ennusteita, vaan haarukoidaan kehityksen suuntaa. Kyseessä on koko ajan ns. laadullinen tutkimusote, jossa numeerisia luokitteluja käytetään lähinnä välineenä vertailujen ja suuruusluokkien hahmottamiseen.

Asiantuntijakysely

Analyysissa käytettiin mahdollisuuksien mukaan empiirisiä tutkimustuloksia, mutta niitä ei kaikilta osin löytynyt vaikutustarkasteluun tarvittavassa muodossa. Muun muassa onnettomuusriskiä arvioitiin asiantuntijapaneelin avulla. Asiantuntijapanelisteina käytettiin tekijöiden lisäksi NASTA-tutkimusohjelman liikenneturvallisuus- ja käytösosion projektien asiantuntijoita; Sirkku Laapotti, Turun yliopisto, Liikennepsykologia; Valde Mikkonen, Valmixa Oy; Merja Penttinen, Juha Luoma, Veli-Pekka Kahlberg, Riikka Rajamäki, VTT.

2 KEHITYSSKENAARIOT

Nastarenkaiden käyttö yleistyi 1960-luvulla. Käytön kasvaessa huomattiin myös nastojen aiheuttamat haitat, kuten päällysteiden kuluminen, rengasmelun lisääntyminen ja terveysongelmia aiheuttavien hiukkasten irtoaminen tien pinnasta. Haittojen vähentämiseksi nastarenkaille on asetettu teknisiä hyväksyntävaatimuksia ja niiden käytölle rajoituksia.

Kitkarenkaiden käyttö alkoi yleistyä Suomessa 1990-luvulla, jolloin niiden osuus kasvoi vuosikymmenen alun viidestä vuosikymmenen lopun kymmeniseen prosenttiin (Prittinen 2011). Nastarenkaiden osuus on kuitenkin pysynyt hallitsevana myös Uudella maalla ja Helsingissä, jossa on vähemmän nastarenkaita ja enemmän kitkarenkaita kuin muualla Suomessa. Prittisen tutkimuksessa Helsingin kantakaupungissa henkilöautoissa oli vuonna 2011 nastarenkaita 76 % ja kitkarenkaita 24 %.

Työssä analysoitiin seuraavanlaisten Helsingissä käytettävien talvirenkaiden kehitysskenaarioiden vaikutuksia tulevaisuudessa:

1. Nykytila (kitkarenkaita 24 %)
2. Nastojen vähentämiskampanjat (kitkarenkaita 50 %)
3. Nastojen käyttörajoitukset (kitkarenkaita 75–85 %)

Ensimmäinen kuvaa vaihtoehtovertailuissa käytettävää ns. 0-vaihtoehtoa, jossa ei tehdä mitään. Lähtökohtana on talvirenkaiden käytön nykytilanne ja sen omaehtoinen kehittyminen Helsingin seudulla. Toisessa kehitysskenaariossa kampanjoitaisiin näkyvästi nastarenkaiden vähentämisen ja kitkarenkaiden käyttämisen puolesta. Vaikutusanalyysi tehdään skenaariolle, että kitkarenkaiden osuus on noin puolet käytettävistä talvirenkaista. Kolmas kehitysskenaario tarkastelee tilannetta, jossa käytetään voimakkaita ohjauskeinoja, esim. nastarenkaiden käytön rajoituksia tai maksuja. Tässä skenaariossa kitkarenkaiden osuus olisi noin 75 %.

Skenaariot määrittää siis näiden kahden tekijän suhteen: vapaaehtoisuuteen tai pakoon perustuva muutos ja renkaiden osuudet Helsingissä (taulukko 1). Työssä ei tarkemmin määritetty, millaisilla kampanjoilla tai rajoituksilla päästäisiin mainittuihin talvirengasosuuksiin, vaan tarkasteltiin kyseisten kitkarengasosuuksien vaikutuksia.

Taulukko 1. Kehitysskenaariot ja turvallisuustoimet

	1 Nykytila	2 Nastojen vähentämiskampanjat	3 Nastojen käyttörajoitukset
Kitkarenkaiden osuus Helsingissä	Kitkoja n. 24 %	Kitkoja n. 50 %	Kitkoja n. 75 %
Muutos		Suositus kitkojen käytöstä Helsingissä	Nastojen käyttörajoitus Helsingin kantakaupungin alueella (nastamaksu)
Turvallisuustoimet	Ennallaan	Tehostettu liukkaudentorjunta Talvinopeusrajoitukset, vaihtuvat nopeusrajoitukset Kelivaroitukset (reaaliaikaiset) Tiedotusta renkaista ja ennakoivasta ajosta (media, kadunvarret) Turvallisuustapahtumia (kaupunki, työpaikat) Ennakoinnin ja liukkaan kelin kursseja	Tehostettu liukkaudentorjunta Talvinopeusrajoitukset, vaihtuvat nopeusrajoitukset Kelivaroitukset (reaaliaikaiset) Tiedotusta renkaista ja ennakoivasta ajosta (media, kadunvarret) Turvallisuustapahtumia (kaupunki, työpaikat) Ennakoinnin ja liukkaan kelin kursseja

Liikenneturvallisuustoimet

Jos nastarenkaiden käyttöosuus vähenee nopeasti kampanjoiden tai käyttörajoitusten myötä, tämä voi potentiaalisesti heikentää liikenneturvallisuutta, jollei samanaikaisesti tehosteta liikenneturvallisuustoimia (Mikkonen 2012, Katila ym. 2012). Sekä kampanjat nastarenkaiden vaihtamiseksi kitkarenkaksiin että nastarenkaiden käyttörajoitukset edellyttäisivät siis samanaikaisia turvallisuustoimia (taulukko 1). Näitä voisivat olla esimerkiksi Mikkosen ja Turun tutkimusryhmän mainitsemat toimet:

- Nykyistä tehokkaampi liukkauden torjunta ja lumen poisto
- Talvinopeusrajoitukset taajamassa tai kelin mukaan vaihtuvat nopeusrajoitukset
- Kelivaroitussjärjestelmä, reaaliaikaiset varoitukset ja turva-autot liikenteessä
 - Etätyö kelivaroituspäivinä
- Liikenneturvallisuuskampanjat ja koulutustuki
 - Ennakoivan ja liukkaalla ajon kurssit
- Ajoneuvojen turvallisuutta tukeva tekniikka (lukkiutumattomat jarrut, ajovakauden- ja liukkaudenestojärjestelmä sekä kuljettajaa varoittavat järjestelmät)
- Älyliikenne ja älyrenkaat.

Talvirengastyypit

Talvirenkaat voidaan jaotella karkeasti nasta- ja kitkarenkaksiin. Kaikki nastattomat talvirenkaat eivät kuitenkaan ole kitkarenkaita, sillä talvirenkaina on käytetty myös nastarenkaita, joissa ei ole nastoja. Lisäksi kitkarenkaita on suunniteltu Pohjoismaiden ja Keski-Euroopan olosuhteisiin. Keski-Euroopan olosuhteisiin suunnitellut kitkarenkaat eivät välttämättä sovellu suomalaisiin tieolosuhteisiin. VTT:n tekemän selvityksen (Luoma 2011) mukaan Keski-Eurooppaan suunniteltujen kitkarenkaiden osuudeksi arvioitiin 17,6 % kaikista Suomen kitkarenkaista. Osuus on niin suuri, että asialla voi olla merkitystä liikenneturvallisuuteen. Talvirengaskampanjoissa ja liikenneturvallisuustiedotuksessa pitäisi tuoda selvästi esille Pohjoismaisiin ja Keski-Euroopan olosuhteisiin suunniteltujen renkaiden eroavuudet.

Skenaariotarkastelun yksinkertaistamiseksi tässä työssä tarkastellaan Pohjoismaiden olosuhteisiin suunniteltuja kitkarenkaita ja nastarenkaita. Tässä työssä kitkarenkailla tarkoitetaan siis Pohjoismaiden olosuhteisiin suunniteltuja talvirenkaita, jollei toisin mainita.

3 TARKASTELLUT VAIKUTUKSET

Työssä selvitettiin ja arvioitiin eri kehitysskenaarioiden vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ja liikenteeseen sekä laajempia yhteiskunnallisia ja kulttuurisia vaikutuksia, joilla on merkitystä elämänlaadulle ja hyvinvoinnille. Seuraavassa on ryhmitelty selvitettäviä vaikutusteemoja ja asioita, joista ne koostuvat. Useimmilla teemoilla on ainakin välillisiä vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Kuljettajan toiminta, talviajokulttuuri sekä tie- ja liikenneolot selittävät onnettomuusriskiä. Kustannukset kertyvät sitten eri tahojen päätösten ja toimien pohjalta.

Helsingin kantakaupungin nastarenkaiden osuuden vähenemisen / kitkarenkaiden osuuden kasvun vaikutustarkastelussa on mukana seuraavat näkökulmat:

- Kuljettajan toiminta
 - Ennakoiva ajotapa
 - Kelin huomioon ottaminen, varovainen ajo liukkaalla
 - Koettu ajomukavuus
 - Turvallisuuden tunne
- Talviajokulttuuri
 - Liikennejärjestelmän virheiden sieto
 - Muiden ajonopeus
 - Kiire ja ylimääräiset motiivit
 - Joukkoliikenteen käyttö (yksittäisinä vaikean kelin päivinä tai talvikaudella)
 - Ajamisen välttäminen liukkaalla (matka siirtyy tai jää tekemättä)
- Tie ja liikenneolot
 - Tien pinnan urautuminen, ylläpito
 - Tien pinnan kitka
 - Liikennejärjestelmän toimivuus, katujen välityskyky
- Liikenneturvallisuus
 - Onnettomuusriski
 - Renkaiden ja ajoneuvojen ominaisuudet
- Kustannukset
 - Onnettomuus- ja matka-aikakustannukset
 - Autoilijan rengas- ja polttoainekulut
 - Talvihoito- ja ylläpitokulut

Tässä työssä ei tarkasteltu terveyteen ja elinoloihin liittyviä vaikutuksia, kuten ilmanlaatu (pöly) ja meluhaitat lähistön asukkaille ja liikkujille sekä kaupunkiympäristön viihtyisyys. Niitä on selvitetty muissa NASTA-tutkimusohjelman projekteissa ja ne on tärkeitä ottaa mukaan vaikutusten kokonaistarkasteluun.

4 VAIKUTUKSET ERI SKENAARIOISSA

4.1 Kuljettajan toiminta

Talvirenkaiden valinta

Prittisen (2011) selvityksen mukaan Helsingin kantakaupungissa liikkuvista autoista 24 % oli kitkarenkaat. Turun yliopiston talvirengaskyselyyn vastanneista pääkaupunkiseudun kuljettajista kitkarenkailla ajoi miehistä noin kolmasosa, mutta naisista vain viidennes. Kitkarenkaiden käyttäjät perustelivat rengasvalintaansa haastatteluissa omin sanoin ja kyselyssä annettuja väittämiä arvioimalla (taulukko 2). Vapaaamuotoisissa perusteluissa kerrottiin, että nastat vaihdettiin kitkoihin joko harkinnan ja oma-kohtaisten havaintojen jälkeen tai kokeilunhalusta, kun autossa oli ostettaessa kitkarenkaat. Nastarengaskuljettajien rengasvalintaan olivat vaikuttaneet enemmän passiiviset syyt, kuten tapa tai tottumus tai se, että autossa oli nastarenkaat ostettaessa. Nastarengaskuljettajat painottivat myös turvallisuuteen liittyviä tekijöitä enemmän. Kyselyssä kitkarengaskuljettajat perustelivat rengasvalintaansa alhaisella rengasmelulla ja renkaiden sopimisella heidän omaan ajotyylinsä ja ajo-olosuhteisiinsa. (Katila ym. 2012; Aarnikko ym. 2012)

Taulukko 2. Kitkarenkaiden valintaperusteet kysely- ja haastattelututkimuksissa

Kitkarenkaiden valintaperusteet, kysely (Katila ym. 2012, 19-20)	Kitkarenkaiden valintaperusteet, haastattelu, netti (Aarnikko ym. 2012, 7-8)
<ul style="list-style-type: none"> alhainen rengasmelu 	<ul style="list-style-type: none"> ajamisen hiljaisuus auton sisä- ja ulkopuolella nastat irtoilivat renkaista ja aiheuttivat melua
	<ul style="list-style-type: none"> kitkarenkaiden renkaidenvaihtoajankohdan joustavuus
<ul style="list-style-type: none"> renkaat sopivat olosuhteisiin, joissa ajan 	<ul style="list-style-type: none"> tiet hyvässä kunnossa talvellakin
<ul style="list-style-type: none"> renkaat sopivat ajotyylisiin 	<ul style="list-style-type: none"> ennakoiva ajotapa kyky sopeuttaa oma ajotyyli kelin mukaan
<ul style="list-style-type: none"> aiemmat hyvät kokemukset kitkarenkailla ajamisesta 	<ul style="list-style-type: none"> hyvät kokemukset kitkarenkailla ajamisesta ulkomailla
<ul style="list-style-type: none"> kitkat kuluttavat vähemmän tienpintaa 	<ul style="list-style-type: none"> nastojen teitä kuluttava vaikutus
<ul style="list-style-type: none"> renkaiden hyvä pito märällä ja kuivalla kelillä 	
	<ul style="list-style-type: none"> kitkarenkaat olivat autossa ostettaessa

Nettikeskusteluissa nasta- ja kitkarenkaiden käyttäjät arvioivat kitkarenkaiden ominaisuuksia (taulukko 3). Kitkarenkailla ajavat toivat nastarenkaiden käyttäjiä enemmän esille kitkojen hyviä puolia.

Nasta- ja kitkakuljettajilla näyttäisi olevan erilaiset valintaprosessit. Nastarenkaat ovat vähän kuin oletusarvo, jota ei erityisemmin edes ajatella. Sen sijaan kitkoihin on yleensä päädytty jonkinlaisen vertailu- ja valintaprosessin tuloksena. Tosin tiedossa ei ole, kuinka moni on harkinnut kitkarenkaita, mutta päätynyt sitten nastoihin. Joka tapauksessa rengasvalinta on nykytilanteessa vapaaehtoinen ratkaisu.

Myös kampanjaskenaariossa rengasvalinta olisi vapaaehtoinen, vaikkakin kampanjat herättelisivät ihmisiä miettimään asiaa. Siten nastarenkaat eivät enää olisi pelkästään tapa tai tottumus, vaan niihinkin päätymistä olisi enemmän harkittu. Kitkarenkaat taas voisivat olla osalla ikään kuin koekäytössä.

Käyttörajoitusskenaarion myötä vapaaehtoinen rengasvalinta muuttuisi osalla kuljettajista pakoksi ainakin silloin, jos haluaa edelleen ajaa Helsingin keskustaan omalla autolla.

Taulukko 3. Nasta- ja kitkarenkaiden käyttäjien näkemykset kitkarenkaiden eduista ja haitoista (Aarnikko ym. 2012)

	Nastarenkaiden käyttäjien näkemykset:	Kitkarenkaiden käyttäjien kokemukset:
	Kitkarengaat	Kitkarengaat
Edut	+ hidastavat liikennettä, koska pitää ajaa varovaisemmin	+ vähentävät paineita olla "hyvä kuski" eli ajaa nopeasti + hiljaiset auton sisä- ja ulkopuolella + vetopito ja sivuttaispito lumella on hyvä + pito hyvä normaaleissa talvioloissa + ei lennä nastat toisten tuulilaseihin + voi itse valita renkaiden vaihtoajankohdan + tien pinta ei kulu niin paljon + lailliset myös ulkomaanmatkoilla + kitkarenkaiden tekniset ominaisuudet päihittävät nykyisin nastarengaat
Haitat	- aiheuttavat turvattomuutta, onnettomuuksia ja vaikeuksia esim. mäki- lähdoissä - Hiekotus- tai suolaustarve kasvaa, mikä aiheuttaa pölyhaittoja	- pito-ominaisuudet heikommat märällä jäällä ja kiillottuneilla risteysalueilla - keräävät kiviä

Kitkarengaskuljettajien kokemukset

Turun yliopiston Nasta-tutkimuksessa (Katila ym. 2012) kitka- ja nastarengaskuljettajat eivät olleet taustatekijöiltään homogeenisia. Kitkarengaskuljettajat olivat keskimäärin hieman vanhempia ja ajaneet enemmän kuin nastarengaskuljettajat ja heissä oli huomattavasti enemmän miehiä (72 %) kuin naisia (28 %). Nykyiset kitkarengaskuljettajat ovat siis keskimäärin kokeneempia ajajia kuin nastarenkaiden käyttäjät.

Nettikeskusteluun osallistuneista moni korosti, ettei kitkarenkaisiin siirtymisellä ollut vaikutuksia ajotapaan, koska se on jo aiemmin ollut maltillinen ja ennakoiva. Ennakoivuudella tarkoitettiin ajonopeuden alentamista huonolla kelillä ja riittävän turvavälin pitämistä. (Aarnikko ym. 2012) Tämä tukee käsitystä, että nykyiset kitkarenkaiden käyttäjät olivat turvallisuushakuisia jo ennen kitkarenkaisiin siirtymistä.

Toisaalta kitkarenkaiden käyttö vahvistaa ennakoivaa ajokäyttäytymistä. Haastatellut kitkarengaskuljettajat kertoivat ajotapansa muuttuneen iän ja kitkarenkaiden myötä siten, että tienlukukyky ja kelin vaatiman oikean ajonopeuden tunnistaminen sekä ennakointi ovat kehittyneet. He kokivat kitkarenkaiden käytön lisäävän tietoisuutta ajotavan merkityksestä eri kelissä ja erilaisissa tilanteissa ja siksi lisäävän myös liikenneturvallisuutta. (Aarnikko ym. 2012) Samoin talvi ja tieliikenne -projektin tutkimuksessa nastoista kitkarenkaisiin siirtyminen muutti testiryhmän ajokäyttäytymistä varovaisemmaksi heikoiksi koetuissa olosuhteissa: nopeudet alenivat, jarrujen käyttö pehmei ja etäisyydet edellä ajaviin pitenivät. Sen sijaan hyvissä olosuhteissa kitkarengaskuljettajien ajonopeudet kohosivat selvästi. (Alppivuori, Kanner, Mäkelä & Kallberg 1995)

Nettikeskustelijoiden mukaan kitkarengailla pärjää hyvin taajama- ja moottoritieolosuhteissa. Useampi arveli, että huonosti hoidetuilla teillä tai maaseutuolosuhteissa voisi olla vaikeampaa. Koetut liukkausongelmat ovat kohdistuneet risteysalueille. (Aarnikko ym. 2012)

Ennakoiva ajotapa

Nastarengaskuljettajilla peräänajo oli tyypillisempi vaaratilanne ja liikennevahinko kuin kitkarengaskuljettajilla, jotka raportoivat käyttäneensä tapahtuneissa liikennevahingoissa alhaisempia nopeuksia kuin nastarengaskuljettajat. Peräänajoja välttääkseen kuljettajan on ajettava ennakoivasti, pidettävä riittävää etäisyyttä edellä ajavaan ja sovitettava tilannenopeutensa sekä keliin että käyttämiinsä renkaisiin. Lisäksi kitkarengaskuljettajat listasivat onnettomuuden estotoimiksi liukkauden torjunnan harvemmin kuin nastarengaskuljettajat. Liukkauteen liittyvät ongelmat eivät siis yllättäneet heitä niin usein kuin nastarengaskuljettajia. (Katila ym. 2012)

Nämä kitkarengaskuljettajien ennakoivaan ajotapaan viittaavat kyselytulokset vahvistavat kitkarengaskuljettajien haastatteluissa ja nettikeskusteluissa kertomia näkemyksiä siitä, että ikä ja kitkarengaskokemukset ovat parantaneet heidän ennakoivaa ajotapaansa ja keliolosuhteiden havainnointia, "tienlukukykyä".

Kelin huomioon ottaminen

Talvi ja tieliikenne -tutkimuksen (Alppivuori ym. 1995) mukaan autoilijat arvioivat kelin ja talvirenkaidensa kunnan paremmiksi kuin ne todellisuudessa ovat. Kun autoilijat aliarvioivat tien liukkauden, eivät he myöskään alenna nopeuttaan keliä vastaavasti. Ajonopeuden ja ajoetäisyyden vähennykset eivät ole riittävän suuria pitämään riskitasoa normaalikelin mukaisena, vaan riski kasvaa. Keli ei siis riittävästi vaikuta ajokäyttäytymiseen.

Talviliikenteen turvallisuustutkimuksessa (Suoruo 2004) havaittiin, että henkilöautojen nopeus aleni tyypillisellä polanteisella talvikelillä Ruotsissa 9–15 km/h ja Suomessa alle 7 km/h paljaaseen talvikeliin verrattuna. Näyttäisi siltä, että ruotsalainen talviajamisen kulttuuri ottaa kelimuutokset huomioon suomalaista paremmin.

Mäkisen (1994) tutkimuksessa kitkarenkaisiin siirtyneiden ajonopeudet nousivat etenkin hyvissä ajo-olosuhteissa ja moottoriteillä. Kuitenkin jyrkissä kaarteissa ja taajamisissa kitkarengaskuljettajat alensivat nopeuksia enemmän kuin nastoilla ajavat. Lisäksi kitkarenkaisiin siirtyminen muutti jarrujen käyttöä "pehmeämmäksi". Malmivuon (2012) mukaan myös Roineen tutkimuksessa 1993 nastattomat kuljettajat ajoivat yleensä hieman pienemmillä nopeuksilla kaarrekohteissa kuin nastalliset. Kitkarenkailla ajaneet kuljettajat pitivät vilkasliikenteisillä teillä jonoissa ajettaessa hieman yli 10 m pidempää välimatkaa edellä ajavaan autoon kuin nastarengaskuljettajat.

Nasta-tutkimuksessakin kitkarengaskuljettajien havaittiin ottavan kelin paremmin huomioon kuin nastarengaskuljettajat (Katila ym. 2012). Haastatellut kitkarengaskuljettajat pitivät erityisen tärkeänä kykyä sopeuttaa oma ajotyyli kelin mukaan: huonolla kelillä on ajettava maltillisemmin oli sitten alla kitkat tai nastat. He kertovat myös sopeuttavansa ajotyyliään toimintaympäristön mukaan: kaupunkialueella ajetaan varovaisemmin, koska muuta liikennettä ja jalankulkijoita on enemmän. (Aarnikko ym. 2012)

Vaikka kitkarenkailla ajavat sopeuttavatkin jonkin verran nopeuksiaan kelin ja liikennetilanteen mukaan, tämä ei välttämättä riitä kattamaan rengasominaisuuksien eroista syntyvää riskitason nousua. Riskitaso on suurimmillaan niillä, jotka eivät ole vielä totuneet kitkarenkaisiin ja keliolosuhteiden tarkkailuun ja varsinkin niillä, jotka eivät tiedä renkaiden ominaisuuseroista. Nasta-tutkimuksen (Katila ym. 2012) mukaan renkaan pito-ominaisuuksia tai muitakaan ominaisuuksia ei välttämättä oltu mietitty kovin paljoa. Pidon heikkeneminen tietyissä ajo-olosuhteissa nastattomilla renkailla ajettaessa saattaa tulla tämän vuoksi osalle kuljettajista yllätyksenä. Kitkarenkaiden suurempi onnettomuusriski liukkaalla aiheutuu kitkarenkaan heikommasta pidosta jäällä ja yllätyksellisyydestä matalalla kitkatasolla. Nastarengas ei yllätä käyttäjänsä yhtä pahasti.

Lisäksi myös onnettomuuksiin liittyy tyypillisesti yllätysmomentti, normaalista ja ennakoitavissa olevasta poikkeava tekijä. Vakavat talvikelionnettomuudet tapahtuvat usein tilanteissa, joissa onnettomuuspaikan keli on poikennut tulosuunnan kelistä (Malmivuon ym. 2000). Keli voi yllättää tottuneemmankin tarkkailijan. Muitakaan yllättäviä poikkeuksia ei kyetä karsimaan liikenteestä kokonaan pois.

Vapaaehtoisesti varovaisemmin

Nykyiset kitkarenkaiden käyttäjät ovat siis omaehtoisesti valinneet renkaansa. Osa on jo aiemmin ajanut ennakoivasti ja useimmat ovat viimeistään vapaaehtoisen rengasvalinnan myötä 'hyväksyneet' kitkarenkaiden turvallisen käytön edellytykset, kuten ennakoiva ajo, alempi ajonopeus liukkaalla ja kelin huomioon ottaminen jo aikatauluja suunniteltaessa. Kitkarenkaiden käyttö on sitten opettanut ja tukenut ennakoivaa, varovaista ajotapaa erityisesti liukkaalla.

Vapaaehtoisen rengasvalinnan antama motivaatio pätee pääosin myös kampanjaskenaariossa, mutta käyttörajoitusten vuoksi nastarenkaista luopuvilla voi olla enemmän vaikeuksia suhtautua myönteisesti ennakoivaan kelin mukaan liikkumiseen. Vasta pakon edessä nastoista luopuvissa lienee enemmän kuljettajia, joille nopeat lähdöt ja näyttävät jarrutukset ovat tärkeitä. Toisaalta heissä lienee myös niitä, jotka ovat hakeneet nastarenkailla parasta pitoa ja turvallisuutta. He ovat ajaneet nastoilla varmuuden maksimoimiseksi. Naisten ja nuorten suhteellinen osuus kitkarengaskuljettajista kasvasi nykyisestä. Kitkarenkaat lisäävät liikenneturvallisuusriskejä ja yllättäviä tilanteita erityisesti niillä, jotka ovat vaihtaneet kitkat nastarengasrajoitusten vuoksi pakon edessä, jotka ovat taipuvaisia riskinottamiseen ja jotka eivät tunne kitkarenkaiden ominaisuuksia.

Koettu ajomukavuus

Kitkarenkaiden käyttäjät perustelivat rengasvalintaansa nimenomaan mukavuudella, ajamisen hiljaisuudella. Nastojen koettiin aiheuttavan melua. Haastatellut vertasivat 90-luvulla käytössä olleilla nastarenkailla ajamista panssarivaunulla ajamiseen. Kitkarenkaita pidettiin miellyttävinä, koska ne ovat hiljaiset eikä niistä lennä nastat toisten autoilijoiden tuulilaseihin. Kitkarenkaiden vetopitoa ja sivuttaispitoa lumella pidettiin hyvänä. Normaaleissa talviolosuhteissa pidon koettiin olevan aivan yhtä hyväksi kuin nastoillakin. (Aarnikko ym. 2012)

Suomalaisen talvirengastestaajan mielestä ennakoiva, kelin ja pitotason rajoitukset ymmärtävä ajaja pärjää kitkarenkailla mainiosti koko talven ja saa kaupan päälle vielä ajomukavuutta (Malmivuo 2012).

Ajomukavuutta voidaan siis pitää kitkarenkailla pääsääntöisesti parempana kuin nastarenkailla. Poikkeuksena tästä ovat lähinnä liukkaan kelin olosuhteet, joissa kitkarenkailla joutuu ajamaan varovaisemmin kuin nastarenkailla. Tällöin erityisesti ne, jotka eivät ole vapaaehtoisesti valinneet kitkarenkaita, voivat kokea kitkojen heikentävän ajomukavuutta.

Koettu turvallisuus

Nastarenkaita käyttävien nettikeskustelijoiden mielestä kitkarenkaat aiheuttavat turvattomuutta, onnettomuuksia ja vaikeuksia esim. mäkilähdöissä (Aarnikko ym. 2012). Nastarenkaita käyttävillä turvallisuuden tunne vaikutti enemmän rengasvalintaan kuin kitkoilla ajavilla (Katila ym. 2012).

Kitkarenkaiden käyttäjät eivät pidä renkaita turvattomina, vaan korostavat ajotekniikan ratkaisevan. Osa heistä korostaa, että nastarenkaat ovat paremmat vain jäisellä kelillä, mutta eivät lumisella pinnalla. Kitkarenkaiden puolustajien mielestä nastarenkaiden pitoon luotetaan liikaa, mikä sekin aiheuttaa onnettomuuksia. Kitkarenkailla ajetaan varovaisemmin. (Aarnikko ym. 2012)

Turvallisuuden kokeminen on yksilöllistä. Samoissa olosuhteissa ja samoilla renkailla toinen voi kokea turvattomuutta ja toinen ei. Vaikka vapaaehtoisesti kitkarenkaita käyttävät eivät koekaan turvattomuutta, niin varsinkin nastojen käyttörajoitusskenaariossa monet voivat kokea kitkojen lisäävän turvattomuutta.

	Nykytila Kitkoja n. 24 %	Nastojen vähentä- miskampanjat Kitkoja n. 50 %	Nastojen käyttö- rajoitukset Kitkoja n. 75 %
<i>Kuljettajan toiminta</i>			
Renkaiden valinta	Vapaaehtoinen (pienemmällä osalla harkit- tu talvirengasvalinta)	Vapaaehtoinen (suuremmalla osalla harkit- tu talvirengasvalinta)	Osalla pakkovalintainen talvirengasvalinta
Ennakoiva ajotapa	Nykytrendi jatkuu	Ennakoiva ajo lisääntyy	Pakkovalintaisilla ja ris- kinottajilla vähemmän mo- tivaatiota ennakoida.
Varovaisuus liukkaalla	Nykytrendi jatkuu	Kitkojen ominaisuudet tie- dossa, tienlukukyky ja va- rovainen ajo liukkaalla li- sääntyy.	Osa ei tunne kitkojen omi- naisuuksia, liukas keli voi yllättää, varsinkin pakkova- lintaiset ja riskinottajat.
Koettu ajomukavuus	Nykyisellään	Ajomukavuus pääosin kasvaa. Kitkoilla parempi ajomukavuus kuin nastoil- la, paitsi liukkaalla kelillä toisinpäin.	Ajomukavuus pääosin kas- vaa. Kitkoilla on normaali- kelillä parempi ajomuka- vuus kuin nastoilla. Liukkaan kelin heikompi pi- to voi heikentää ajomuka- vuutta varsinkin pakkova- lintaisilla.
Turvallisuuden tunne	Nykyisellään	Kitkojen käyttäjät eivät yleensä koe turvattomuut- ta.	Pakkovalintaiset voivat ko- kea kitkojen lisäävän tur- vattomuutta.

Erittäin kielteinen

Kielteinen

Ei vaikutusta

Myönteinen

Erittäin myönteinen

4.2 Ajokulttuuri

Liikennejärjestelmän virheiden sieto heikkenee

Kitkarengaskuljettajan omaan toimintaan liittyvien riskien (pidon menetys) lisäksi muutoksia aiheutuu myös siitä, että puolet tai valtaosa muistakin autoilijoista ajaa kitkarenkailla. Autoilijat tekevät liikenteessä virheitä, joista muodostuu toisille tienkäyttäjille ennakoimattomia tilanteita. Tällöin kolareilta vältytään useimmiten siten, että toiset joustavat tai tinkivät oikeuksistaan. Vaikeissa olosuhteissa ja valtaenemmistön ajaessa kitkarenkailla tällainen jousto kaventuu, koska toiminnan hallittavuus heikkenee kaikilla. Tämä lisää osaltaan vaaratilanteita: samalla kun yllättävien tilanteiden riski lisääntyy kunkin autoilijan kohdalla, toisten mahdollisuudet välttää törmäyksiä pienenevät. Erityisesti uudet ja ikääntyvät kuljettajat kärsivät muun liikenteen jouston vähenemisestä. (Mikkonen 2012)

Varsinkin siirtymävaiheessa osa kitkarengaskuljettajista kompensoi pelkäämäänsä riskien lisäämistä varovaisuudella. Se näkyy arkuutena ja hidasteluna risteysajossa, kais-tanvaihdossa, liittymissä ja liikkeelle lähdöissä. Tavanomaisesta ajokulttuurista poikkeava varovaisuus ja hidastelu lisäävät ajotapojen vaihtelevuutta ja ennakoimattomuutta. Muille autoilijoille muodostuu odotusten vastaisia, yllättäviä tilanteita, mikä lisää vahinkoriskiä. (Mikkonen 2012)

Kampanjaskenaariossa kitkarenkaiden määrä kasvaisi niin, että kitkarenkaita olisi liikenteessä yhtä paljon kuin nastallisiakin. Tällöin muun liikenteen jousto kaventuisi noin puolella kuljettajista, kun rajoitusskenaariossa se vähenisi valtaosalla. Muun liikenteen kaventuneen jouston vuoksi aiemmin omaksutut tavat ennakoida tilanteita eivät toimisi yhtä hyvin.

Yleinen ajonopeus

Kelin lisäksi liikenteessä olisi tärkeää ottaa huomioon muut tienkäyttäjät ajamalla heikoimman lenkin mukaan. Suomalaisessa ajokulttuurissa kuitenkin pyritään ottamaan muut huomioon ajamalla enemmistön mukaan. Liikenteen sujuvuuden kannalta on toki rationaalista tavoitella yhteistä nopeutta kaikille, mutta tällöin tavoitenopeuden tulisi olla kaikille turvallinen. Nopeusrajoitusta on totuttu pitämään asiantuntijoiden määrittämänä turvallisena nopeutena, jota kaikkien "tulisi" noudattaa. Viime vuosien isot ketjukolarit ovat esimerkkejä siitä, että huonollakaan kelillä ei hidasteta riittävästi ajonopeutta. Toki niissä olisi tarvittu myös pidempiä turvavälejä.

Nopeusrajoituksen alittava kokee helposti häiritsevänsä muita tienkäyttäjiä ja vaikeuttavan heidän matkantekoaan. Takana tulijat myös usein viestivät tätä nopeusrajoituksen alittavalle. He saattavat hiillostaa hitaammin ajavaa roikkumalla liian lähellä perässä ja osoittaa paheksuntaansa palaamalla ohituksen jälkeen heti ohitetun eteen, jotkut jopa vauhtia hidastaen.

Normaalikelillä tienkäyttäjien enemmistö pyrkii ajamaan nopeusrajoituksen mukaan tai sen yli ns. "rikesakkorajalla". Huonolla kelillä mennään sitten vähän nopeusrajoituksen alla. Kun enemmistöllä on nastarenkaat, vauhti sovitetaan niiden pito-ominaisuuksien mukaan. Täten kitkarengaskuljettajan voi olla haastavaa noudattaa yksilöllistä alemmaa nopeutta huonollakaan kelillä; muut tienkäyttäjät painostavat ja itse kukin haluaa mieluummin "kuulua joukkoon" kuin ryhtyä "häiriköksi". Vaati tietoista päätöstä sovittaa nopeutensa ja turvavälinsä omien kelihavaintojensa ja renkaidensa mukaisesti muiden nopeutta alemmaksi. Muista välittämistä tämä toki on, sillä kukaan tuskin haluaa lähelleen hallinnan menetyksen rajamailla ajavia.

Vaikka kampanja skenaariossa noin puolella olisi kitkarenkaat, voi olla, että tienkäyttäjät hakevat yhä "yhteistä" ajonopeutta vanhalla nastarengasperiaatteella. Tapojen ja tottumusten muuttamiseen tarvittaisiin tietoista päätöstä laajalta tienkäyttäjäjoukolta. Tästä olisi tarpeen tiedottaa runsaasti kitkarengaskampanjoissa. Toisaalta jos paljon ajavat, kokeneemmat ja ennakoivimmat kuljettajat ovat ensisijaisesti siirtyneet kitkojen käyttäjäksi, voivat he paljolti määrittää yleistä ajonopeuttakin.

Nastarajoitusten myötä saataisiin kitkarengaskuljettajista enemmistö, jolloin heidän olisi helpompi muokata ajokulttuuria paremmin keliä huomioon ottavaksi. Tämä tosin edellyttäisi sitä, että kitkarengaskuljettajat olisivat ensin itse omaksuneet turvallisen

kitkarengasajon edellyttämät alemmat nopeudet liukkaalla. Tarvittaisiin siis edelleen vahvaa turvallisuuskampanjointia ja nopeusrajoituksia liukkailla tukemaan kaikille turvallisten nopeuksien valintaa.

Kiire ja ylimääräiset motiivit

Nykyinen tehokkuutta arvostava kulttuurimme sotii kelin mukaan sovitettuja, alempia ajonopeuksia vastaan. Päivän ohjelmasta tehdään tiivis, jottei aikaa tuhlaantuisi tehotomaan odottamiseen. Tiivis aikataulu merkitsee kiirettä ja aikataulun vähäininkin venyminen myöhässä olemista. Työelämän lisäksi tehokkuuden ihannoiti on laajentunut myös vapaa-ajalle. Paikasta toiseen siirtyminen halutaan tehdä nopeasti, jotta aikaa jäisi enemmän itse valituille mukaville asioille ja jotta niitä ehtisi mahdollisimman paljon. Pääosalla tienkäyttäjistä vaikuttaisi olevan jatkuva kiire. Tällöin matka-aikaa minimoidaan helpoimmin ylinopeudella.

Ajan arvostusta on tutkittu sekä *stated preference* että *revealed preference* – menetelmillä. Henkilöstä, tilanteesta ja matkan tarkoituksesta riippuen laskennallinen ajan arvo vaihtelee paljon. Käytännössä ajan arvostus näkyy kuitenkin kiireenä ja ylinopeuksina. Varsinkin suurissa ylinopeuksissa voi tosin olla kyse osittain myös muusta elämysten hausta.

Autoiluun liittyvät piilomerkitykset ovat myös osaltaan vesittämässä turvallisuustiedotusta. Tarpeettoman tuntuiset ohitukset ja kiihdytykset, pidon rajalla ajaminen ja lyhyet turvavälit kielivät siitä, että talviajokulttuurissa on paljon kehitettävää. Esimerkiksi nelivetoisten autojen yleistyminen ei ehkä näy vain parempana selviytymiskyynä, vaan myös näyttämishalun kasvuna. Osalle kitkarenkaatkin voivat edustaa tietynlaisia auton ja ajotyylin statusta.

Kiireiseen elämäntapaan ja kuljettajien ylimääräisiin motiiveihin on vaikea vaikuttaa kitkarengaskampanjoilla. Nopeuden vähentäminen vaikeilla kelillä vain lisää aikataulun kiinniajon tarvetta. Jos nastarengasrajoitusskenaariossa yleinen ajonopeus laskee pääkaupunkiseudulla kitkarengasenemmistön ansiosta, niin kaikkien tienkäyttäjien on varattava matkoihin enemmän aikaa. Osa voi oppia varaamaan matkalle myös ylimääräistä varoaikaa, mutta todennäköisesti matka-aikaa arvioidaan samalla periaatteella kuin ennenkin eikä kiire liikenteessä vähene.

Yksityisautoilun väheneminen

Nastarengasrajoitusten todettiin johtaneen Japanissa talviajan liikennesuorituksen selvään laskuun. Selityksenä pidettiin pitkälti sitä, että yksityisautoilu väheni talvella vaikeiden keliolosuhteiden aikana. Norjassa nastattomien talvirenkaiden käyttäjien havaittiin peruneen useammin matkoja talven aikana kuin nastarenkaiden käyttäjien. Elvikin mukaan kotiin jääminen tai julkisen liikenteen käyttö huonolla kelillä on nastarengasrajoitukseen liittyvä liikenneturvallisuuden kannalta myönteinen ilmiö. (Elvik ja Kaminska 2011, Malmivuo 2012,30)

Yksityisautoilun väheneminen on myös ekologiselta ja kaupungin viihtyisyyden kannalta myönteinen ilmiö. Joukkoliikenne on ympäristölle huomattavasti yksityisautoilua kestävämpi ratkaisu. Liikenneskenaariot 2025 tutkimuksessa todettiin kuitenkin, että vaikka ympäristöarvot kasvattavat suosiotaan ja ihmiset ovat asenteissaan ympäristöystävällisiä, autoilusta ei olla yleensä halukkaita luopumaan, sillä yksilöarvoja arvostetaan yhä enemmän kuin ympäristöarvoja (Kiiskilä 1999).

Pääkaupunkiseudulla julkisen liikenteen tarjonta on niin hyvä, että monet kitkarenkaiden käyttäjät voisivat hyvinkin vaihtaa joukkoliikenteeseen muutamina huonon kelin päivinä, jolloin kitkarenkaat eivät ole parhaimmillaan. Huonolla kelillä joukkoliikenteeseen ei välttämättä toimi normaalisti ja lisääntynyt käyttäjämäärä tuo ruuhkaa, joten pelkästään vaikeiden päivien kokemukset joukkoliikenteestä johtanevat harvemmin joukkoliikenteeseen siirtymiseen koko talvikaudeksi tai vuoden ympäri. Voitaneen siis ennakoita, että yksityisautoilu vähenisi kampanjaskenaariossa lähinnä vaikeiden kelin päivinä.

Mutta nastarengasrajoitukset Helsingin kantakaupungissa voisivat vähentää yksityisautoilua muulloinkin. Ne, jotka haluavat pitää autossaan nastarenkaat esim. maaseu-

tuajojen varten, voivat vaihtaa auton joukkoliikenteeseen kaupunkimatkoillaan tai ainakin osaksi kaupunkimatkaa. Kitkarengaskäyttäjät taas saattaisivat vaihtaa joukkoliikenteeseen lähinnä muutamina vaikeiden keliolosuhteiden päivinä.

Toisaalta kitkarengaskuljettajilla joukkoliikenteen käyttämisen vaihtoehtona huonon kelin päivinä voisi olla etätöihin jääminen niillä, joilla se on mahdollista. Vuonna 2003 tehdyn tutkimuksen mukaan etätö ei yleensä ole viikoittaista tai säännöllistä, vaan enemmänkin satunnaista ja osapäiväistä. Etätöitä tekevien työpaikat ovat keskustahakuisia ja etätöitä tekevien suhteellinen osuus on suurin Helsingin ja Tampereen työssäkäyntialueilla. Etätöitä tekevät ovat tyypillisesti hyvin koulutettuja ja useimmiten ylempiä toimihenkilöitä. (Helminen, Ristimäki & Oinonen 2003, 63)

Osa kitkarengaskuljettajista voi myös siirtää ainakin harrastus- ja asiointimatkojen ajankohtaa, jotta niitä ei tarvitsisi tehdä juuri vaikeiden keliolojen aikaan. Varsinkin yli 45-vuotiaat ja naiset välttävät liukkaalla ajamista (Katila ym. 2012). Ajamisen välttäminen liukkaalla voi johtaa myös siihen, että matka jää kokonaan tekemättä. Matkalle on yleensä joku yksilön tarpeisiin liittyvä syy tai hyöty, mikä jää saavuttamatta, jos matka jää tekemättä. Myös matkan ajankohdan, kulkutavan tai kohteen vaihtaminen voi merkitä sitä, että alkuperäinen tarve tyydyttyä vain osin. Tämä voi merkitä yksilön näkökulmasta hyvinvoinnin vähenemistä.

Jos matkoja jää usein tekemättä eikä korvaavia yhteyksiä tai toimintoja synny, tämä voi aiheuttaa yksinäisyyttä, toimintakyvyn heikkenemistä tai elämänhallinnan ongelmia. Riski tähän on suurempi eläkeikäisillä ja työttömällä, joilla matkat eivät ole niin pakollisia työn vuoksi. Matkojen toistuva tekemättä jääminen voi siis heikentää elämänlaatua. Käyttörajoitusskenaariossa näin voi käydä varsinkin niille, joille nastat ovat antaneet turvallisuutta ja jotka ovat vaihtaneet kitkoihin vasta nastarengasrajoitusten vuoksi.

	Nykytila Kitkoja n. 24 %	Nastojen vähentämiskampanjat Kitkoja n. 50 %	Nastojen käyttörajoitukset Kitkoja n. 75 %
<i>Talviajokulttuuri</i>			
Liikennejärjestelmän virheiden sieto	Muun liikenteen jousto ennallaan	Muun liikenteen jousto vähensisi	Muun liikenteen jousto vähensisi suurella osalla
Yleinen ajonopeus	Nykytrendi jatkuu	Yleinen ajonopeus alenisi liukkaalla kelillä	Yleinen ajonopeus alenisi liukkaalla kelillä
Kiire ja ylimääräiset motiivit	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei juurikaan vaikutusta
Joukkoliikenteen käyttö / yksityisautoilun väheneminen	Joukkoliikenteen käyttö ennallaan	Joukkoliikenteen käyttö lisääntyisi kitkarengaskäytöllä lähinnä vaikeiden keliolosuhteiden päivinä	Joukkoliikenteen käyttö lisääntyisi nastarengaskäytöllä keskustamatkoilla ja kitkarengaskäytöllä vaikeiden keliolosuhteiden päivinä
Matkan tekemättä jääminen	Nykyisellään	Epävarmoilla kuljettajilla matkoja voi jäädä tekemättä, mikä voi heikentää elämänlaatua	Epävarmoilla kuljettajilla matkoja voi jäädä tekemättä, mikä voi heikentää elämänlaatua

Erittäin kielteinen	Kielteinen	Ei vaikutusta	Myönteinen	Erittäin myönteinen
----------------------------	------------	---------------	------------	----------------------------

4.3 Tie ja liikenneolot

Tien pinnan pito-ominaisuudet

Nastarenkaat karhentavat tien pintaa. Nastojen tienpäällysteitä kuluttava vaikutus vaihtelee käytetyn ajonopeuden sekä nastan pistovoiman ja ulkoneman mukaan. Myös tienpäällystetyypin rakenteelliset ominaisuudet, päällysteen pinnan lämpötila ja ennen kaikkea kosteus vaikuttavat huomattavasti kulumisen määrään. (Heikkinen 2012, Savenius 2002)

Heikkisen (2012) tutkimuksessa empiiristen mittausten perusteella ei voitu tehdä luotettavaa kvantitatiivista arviota siitä, kuinka suuri osa eri mittauskohteiden vuosittaisesta tai elinkaaren aikaisesta kokonaisurautumisesta on peräisin nastarenkaiden aiheuttamasta kulumisesta. Kvalitatiivisesti arvioitiin, että katujen vuosittaisesta kokonaisurautumisesta noin 2/3 aiheutuisi nastarenkaista.

Nastojen aiheuttama tien pinnan urautuminen heikentää liikenneturvallisuutta ja tienkäyttäjien kokemaa väylän palvelutasoa. Nastarenkaat kuluttavat teitä ja nopeuttavat niiden kunnostamistarvetta. Urautumisen lisäksi asfaltin kulumisen on haitallista ilmanlaatua heikentävän katupölyn kannalta.

Kuluttava vaikutus ei kuitenkaan ole yksinomaan haitallista, sillä kulutus ylläpitää päällysteen kitkaominaisuuksia. Nastarenkaiden aiheuttama kestopäällysteen karhentuminen vaikuttaa pinnan märkäpito-ominaisuuksiin. Myös lumi- ja jääpolanteella nastarenkaiden karhentavasta vaikutuksesta on hyötyä. Kun nastarenkaiden osuus väheni Japanin Hokkaidossa 30–40 %:iin, tien pinnat kiillottuivat oleellisesti liukkaammiksi ja hiekoituksen sekä suolauksen määrä lisääntyi dramaattisesti. Kadunylityskohtien kiillottuminen sekä kevyen liikenteen määrän kasvu juuri vaikeissa keliolosuhteissa lisää myös kevyen liikenteen onnettomuusriskiä. (Malmivuo 2012)

Malmivuon tutkimuksessa ei löytynyt ainoatakaan lähdettä, jossa olisi erikseen arvioitu näiden seurannaisvaikutusten suuruutta suhteessa kitkarengasasteeseen.

Liikennejärjestelmän toimivuus

Japanissa nastattoman talviliikenteen vaikutuksesta taajama-alueet ja erityisesti risteysalueet kiillottuivat erityisen liukkaiksi varsinkin nollakelillä, jolloin liikenteen sujuvuus kärsi, kun liikenne eteni korostetun varovaisesti ja hitaasti. Erityisesti bussien kiertonopeudet olivat merkittävästi hitaampia ja niiden myöhästymiset seitsemänkertaisuivat. (Savenius 2002)

Renkaiden ja tienpinnan välisen kitkan muutokset vaikuttavat varsinkin liikkeelle lähdöissä, pysähtymisissä, suunnanmuutoksissa ja mäkisissä olosuhteissa. Hankalimmista tilanteista jäisellä tai kiillottuneella pinnalla nastarenkaat antavat noin 50 % lisää pitoa (TRAC 2002), jolloin esimerkiksi risteyksissä voidaan laskennallisesti menettää jopa 10 % välityskyvystä pelkän kiihtyvyyden huononemisen seurauksena, ja vielä enemmän suurempien turvavälien tarpeena. Tyypillisissä ruuhkatilanteissa pienikin kapasiteetin väheneminen riittää ruuhkauttamaan laajan osan liikenneverkosta. Tällaisia päiviä on Etelä-Suomessa muutamia joka talvi.

Käytännössä kaikki pääkatujen väliset liittymät Helsingissä toimivat aamuin illoin kapasiteettinsa rajoilla. 10–20 % kapasiteetin menetys näissä solmupisteissä merkitsee koko keskustan liikenteen ruuhkautumista. Jos jo 50 % kitkarengasosuuksien johtaa tienpintojen kiillottumiseen niin sekä vähentämiskampanjat että pakoteskenaariot vaativat erityistä panostamista talvihoitoon ja ennakoivaa liukkaudentorjuntaa kriittisissä kohteissa. Matka-aika voi kasvaa hieman, mutta matka-ajan ennustettavuus pysyy pääosin ennallaan.

Alustavia arvioita vaikutusten suuruudesta voitaisiin tehdä mallintamalla muutamia kuormitettuja liittymiä erilaisilla kiihtyvyyden-, hidastuvuuden- ja aikaväliparametreilla (mikrosimulointi) ja siirtämällä näin lasketut alentuneet kapasiteetit liikenneverkkomalliin (esimerkiksi Emme).

	Nykytila Kitkoja n. 24 %	Nastojen vähentä- miskampanjat Kitkoja n. 50 %	Nastojen käyttöra- joitukset Kitkoja n. 75 %
<i>Tie- ja liikenneolot</i>			
Tien pinnan urautuminen	Nykytrendi jatkuu	Vähenee vähän	Vähenee enemmän
Tien pinnan kitka	Nykyisellään	Kiillottumista vähän	Kiillottumista enemmän
Katujen välityskyky	Nykytrendi jatkuu	Heikkenee vähän	Heikkenee enemmän

Erittäin kielteinen	Kielteinen	Ei vaikutusta	Myönteinen	Erittäin myönteinen
----------------------------	------------	---------------	------------	----------------------------

4.4 Liikenneturvallisuus

Onnettomuusriski

Eri tutkimusten arviot kitkarenkaiden vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen vaihtelevat huomattavasti (taulukko 4). Toisessa ääripäässä kitkojen ei katsota lisäävän onnettomuusriskiä, vaan ehkä vähentävänkin sitä, ja toisessa niiden arvellaan lisäävän onnettomuusriskiä jopa 42 %. Arvioiden erilaisuutta selittää mm. se, onko niissä otettu huomioon eri keliolosuhteita, pohjoismaisten ja keskieurooppalaisten renkaiden eroa, renkaiden kuntoa tai kitkarenkaiden viime vuosien teknistä kehitystä. Kitkarenkaiden pito on heikoin jäällä. Pohjoismaisella ja keskieurooppalaisella kitkarenkaidella on VTI:n mukaan jopa suurempi turvallisuusero (20 %) kuin pohjoismaisella kitkarenkaidella ja nastarenkaidella (13 %) (Malmivuo 2012).

Taulukko 4. Eri tutkimusten arvioita kitkarenkaiden vaikutuksesta onnettomuusmääriin Elvikin ja Kaminskan (2011), COWIn (2012) sekä Malmivuon (2012) mukaan

Kitkarenkaiden henkilövahinkoonnettomuusriski nastarenkaisiin verrattuna	Nykytrendi jatkuu Kitkoja n. 30 %	Nastojen vähentämiskampanjat Kitkoja n. 50 %	Nastojen käyttörajoitukset Kitkoja n. 75 %
Hokkaido, Japani Hvoslef 1997 Elvik 1999			+ 6 % + 3 %
Roine 1999, Suomi		nastattomien renkaiden onnettomuusriski + 40 % nastallisiin verrattuna	
Fridström 2000 Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger			Kitkoja 65 % + 2-5 %
Öberg & Möller 2009, Ruotsi	maantieliikenteessä kaikilla talvikeleillä pohjoismaiset kitkarenkaidet lisäävät onnettomuusriskiä + 5 % Keski-Eurooppalaiset kitkarenkaidet +21 %	Pohjoism. kitkoja 50 % lumi -2,2 % jää -0,3 % Kitkoista puolet keskieurooppalaisia lumi +3,0 % jää +4,3 %	Pohjoism. kitkoja 80 %. lumi -0,7 % jää +3,4 Kitkoista puolet keskieurooppalaisia lumi +7,5 jää +10,9
Norjan liikenneturvallisuuden käsikirja 2009, Elvik ym.		Paljas (kuiva / märkä)+2 % Lumi tai jää +5 % Kaikki kelit +4 %	
Strandroth & muut 2011, Ruotsi		nastattomat renkaat lisäävät lumi-/jääkelillä kuolonkolareita jopa + 42 % nastoihin verrattuna	
Elvik & Kaminska 2011 Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Drammen		Nastattomia alle 80 % + 3,2 %	Nastattomia yli 80 % + 5 %
COWI 2012, Ruotsi			kitkat eivät lisää onnettomuusriskiä
Malmivuo 2012 kelimalli		paljas, lumi, sohjo + 2 % jää + 17 %	

Norjassa henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on vähentynyt 30 % vuosina 2003–2011, jolloin nastarengasrajoitukset ovat olleet käytössä. Syy-yhteydet pienentyneelle onnettomuusmäärälle todetaan monimutkaisiksi, mutta varmuudella voidaan tutkijoiden mielestä sanoa, ettei kitkarenkaiden osuuden kasvu noin 85 % ainakaan lisännyt onnettomuusriskiä. (COWI 2012)

Malmivuon (2012) mukaan useimmat tutkijat arvioivat kitkarenkaiden käytön lisääntymisen kasvattavan onnettomuusriskiä pari prosenttia tavallisella talvikelillä ja viitisen prosenttia jäisellä kelillä. Suomessa on kuitenkin verraten harvoin sellaisia jäisiä kelejä, joissa kitka- ja nastarenkaiden suorituskykyero on suuri. Joka tapauksessa kitkarengaat ovat yksiselitteisesti turvallisempia kuin kesärenkaat loka- ja huhtikuun liukkailla silloin, kun nastarenkaita ei voi vielä tai enää käyttää.

Suomalaisen talvirengastestaajan mukaan kitkarengailla ajavan onnettomuusriski on suurempi kuin nastarenkaita käyttävän. Toisaalta hän pitää nykyisiä kitkarenkaita hämmästyttävän hyvinä myös liukkaammilla keleillä. Ennakoiva, kelin ja pitotason rajoitukset ymmärtävä ajaja pärjää kitkarengailla mainiosti koko talven ja saa kaupan päälle vielä ajomukavuutta. (Malmivuo 2012, 19)

Liikenneonnettomuudet

Tutkijalautakunta-aineiston mukaan renkaat olivat yhtenä riskitekijänä joka seitsemännessä (15 %) henkilö- tai pakettiauton aiheuttamassa kuolonkolarissa 2000-luvulla (Lahti 2008). Kitkarengailla aiheutettiin 12,6 % (73/589 kpl) ja nastarengailla 79,5 % (462/589) talvikelillä (lumi/jää/sohjo) sattuneista kuolonkolareista 2000–2011 (VALT 2013). Kitkarenkaiden osuus ei siis ole onnettomuuksissa ainakaan yliedustettuna, kun verrataan niiden esiintymiseen liikenteessä.

Tutkijalautakunta oli arvioinut renkaat riskitekijäksi jopa 76 prosentissa kitkarengailla aiheutetuissa talvikelionnettomuuksissa, kun nastarengailla vastaava osuus oli vain 28 prosenttia. Nastarenkaiden rengasriskeistä lähes 60 prosenttia liittyi renkaiden huonokuntoisuuteen, kun taas kitkarenkaiden riskitekijäksi oli yleisimmin (60 %) arvioitu renkaiden sopimattomuus keliin. Yhteisenä piirteenä kaikissa kitkarengasonnettomuuksissa oli kuitenkin liian suuri tilannenopeus olosuhteisiin ja renkaiden tyyppiin/kuluneisuuteen/ikään nähden. Joka kolmannen onnettomuuden taustalta löytyi vakavaa piittaamattomuutta liikenneturvallisuutta kohtaan. Muutamassa tapauksessa kuljettaja oli ollut varsin kokematon ja talvikelieihin tottumaton. (Lahti 2008)

Nasta-tutkimuksessa (Katila ym. 2012) kuljettajien raportoimien liikenneerikkomusten ja -onnettomuuksien määrissä ei ollut eroa nasta- ja kitkaryhmien välillä. Kitkarengaskuljettajat raportoivat kuitenkin käyttäneensä vahinkotilanteissa alhaisempia nopeuksia kuin nastarengaskuljettajat. Mieskuljettajien vahinkotilanteiden ajonopeuksien keskiarvo oli kitkarengailla ajaneilla 26 km/h ja nastarengailla ajaneilla 33 km/h.

Mikkonen (2012) ennakoii, että kitkarengailla ajavilla olisi suurempi riski erityisesti peräänajoihin (ketjukolarit), risteysalueiden kolareihin ja luisumiseen mäkisillä kaatuosuuksilla sekä pidon menetykseen kaarteissa. Nasta-tutkimuksessa (Katila ym. 2012) vahvistui, että kitkarengailla ajavilla oli useammin risteysvahinkoon johtavia vaaratilanteita. Sen sijaan peräänajo oli nastarengaskuljettajilla tyypillisempi vaaratilanne kuin kitkarengaskuljettajilla. Myös liikennevahinkojen osalta tulos oli samansuuntainen, joskaan ei tilastollisesti merkitsevä. Kitkarengailla ajavat osasivat siis ennakoida renkaan ”heikompa” pitoa, joskaan eivät onnettomuustilanteissa riittävästi.

Renkaiden ja ajoneuvon ominaisuudet

Suuressa osassa talvikelien kuolemaan johtaneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia 1991–1999 ajoneuvojen renkaissa oli vakavia puutteita mm. rengaspaineissa tai urasyvytydessä. Muutamissa oli jopa kesärenkaat. (Malmivuo, Kärki & Mäkinen 2000) Renkaiden kunto vaikuttaa talviliikenteen turvallisuuteen enemmän kuin se, käytetäänkö nasta- vai kitkarengasta.

Talvirenkaiden kuntotutkimuksissa (Malmivuo & Luoma 2010, Malmivuo & Mäkinen 2001) havaittiin, että talvirenkaiden kunto Suomessa on parantunut. Kun talvella 2001

löytyi 14,5 % autoista vaihtokuntoinen (alle 5,5 mm) rengas, talvella 2010 vastaavanlainen eturengas löytyi vain 4,0 % autoista. Vuoden 2001 tutkimuksessa ilmeni, että autoilijoilla on erittäin huono käsitys talvirenkaidensa kunnosta. Lähes puolet (46 %) autoilijoista piti renkaidensa kuntoa parempana kuin mitä ne todellisuudessa olivat. Talvirenkaidensa kunnan aliarvioi vain 5 % autoilijoista. Kuljettajien omat arviot renkaiden kunnosta olivat vuonna 2010 samalla tasolla kuin talven 2001 tutkimuksessa. Kun talvella 2001 renkaiden kunto arvioitiin usein todellisuutta paremmaksi, oli talvella 2010 renkaiden todellisen kunnan parannuttua yliarviointien määrä huomattavasti pienempi.

Talvirengastestien asiantuntijoiden mukaan lukkiutumattomat jarrut (ABS) lyhensivät suhteellisesti enemmän kitkarenkaiden kuin nastarenkaiden jarrutusmatkoja liukkaissa olosuhteissa. Myös nykyiset ajonvakautusjärjestelmät (ESC) parantavat merkittävästi autojen hallittavuutta niin jarrutuksessa, väistöissä kuin kaarreaajossakin. Ruotsin Trafikverketin mukaan ESC:llä varustetuissa autoissa turvallisuustilanne on jo niin hyvä, että nastarenkaiden ympäristöhaitat painavat enemmän kuin niiden turvallisuushyödyt. Trafikverket suosittelee kitkarenkaiden käyttöä ajoneuvoissa, joissa on ESC. (Malmivuo 2012)

Nasta-tutkimuksen (Katila ym. 2012) mukaan nykyisten kitkarengaskuljettajien autot olivat uudempia ja niissä oli useammin ajovakauden ja liukkauden hallintajärjestelmiä kuin nastarengaskuljettajilla. Kitkarenkaiden yleistymisen myötä kitkarengaskuljettajien valikoituneisuus kuitenkin vähenee ja kitka- ja nastarengasryhmien kuljettajien taustat ja ajoneuvot muuttuvat samankaltaisemmiksi. Uusilla kitkarenkaiden käyttäjillä olisi keskimäärin vanhempia ajoneuvoja kuin nykyisillä kitkarenkaiden käyttäjillä ja niistä puuttuisi useammin kuljettajaa erityisesti vaikeissa ajo-olosuhteissa tukeva tekniikka, ajovakauden ja liukkauden hallintajärjestelmät. Toisaalta autokanta uudistuu koko ajan molemmilla rengasryhmillä ja ajonvakautusjärjestelmiä alkaa olla useammissa autoissa, mikä parantaa kitkarenkailla selviämistä.

Ajamista helpottavien järjestelmien hyöty voidaan ulosmitata ajamalla entistä riskialttiimmin. Jos kiire ja ylimääräiset motiivit johtavat pidon rajalla ajamiseen, ei ajonvakautusjärjestelmistä ole apua. Paraskaan apulaite ei toimi, jos renkaan ja tien välillä ei ole pitoa. Tärkeintä on siis ennakoiva ajo ja kelin mukaan sovitettu ajonopeus.

Skenaarioiden onnettomuusriski

Taulukon 4 onnettomuusriskiarvioista ei yleensä ilmene koskevatko luvut taajama- vai maantieajoa vai molempia. Molemmissa skenaarioissa kitkarenkailla ajettaisiin eniten taajamassa, jossa nopeudet ovat alhaisia ja mahdolliset onnettomuudet enemmän peltikolareita kuin kuolemaan johtavia henkilövahinkoja. Mutta kuinka paljon skenaariot aiheuttaisivat kitkarenkaiden käytön lisääntymistä Helsingin keskustan ulkopuolella ja muualla Suomessa? Malmivuon (2012) liikennevirtamallin mukaan nastarengassäännösten vaikutus muun Suomen kitkarengasasteeseen jää melko vähäiseksi, jos kitkarenkaisiin vaihdetaan vain siksi, että tarve päästä omalla autolla kantakaupunkiin on suuri. Ns. Norjan mallin mukaisessa tarkastelussa kitkarengasasteen nosto kantakaupungissa 24 prosenttiyksiköllä nostaisi muualla Uudenmaalla kitkarengasastetta noin 17 % ja muualla Suomessa noin 10 %. Mallien perusteella todettiin, että Norjassa kitkarenkaiden käyttö perustuu todennäköisesti enemmän yleiseen asennemuutokseen kuin tarpeeseen autoilla kaupungissa, jossa kitkarenkaiden käyttöä on rajoitettu.

Onnettomuusriski todettiin suuremmaksi jäisellä tiellä, jolla kitkarenkaan pito-ominaisuudet ovat yleensä heikommat. Kuinka usein tien pinta on nykyisin jäinen pääkaupunkiseudulla? Kuinka paljon liukkaudentorjuntaa pitäisi lisätä, jotta jäisiä teitä ei olisi ollenkaan? Auttaisiko liukkaudentorjunnan kohdentaminen potentiaalisiin ongelmakohtiin? Toisaalta liukkaan kelin yllättävyys on sitä suurempi mitä harvinaisempia liukkaat kelit ovat. Siksi liukkaudentorjunnan tehostaminen ei paranna turvallisuutta liukkailla keleillä suoraan suhteessa liukkaan kelin osuuden vähenemiseen.

Onnettomuusriski on suurimmillaan uusilla kitkarenkaiden käyttäjillä ja kun uusien käyttäjien osuus on suuri. Toisaalta muutoksen alussa ihmiset ovat varovaisempia, kunnes uuteen asiaan totutaan. Siirtymäkaudella tarvittaisiin asiasta muistuttavia kampanjoita kunnes uuteen ajotapaan opitaan.

Onnettomuusriskin kannalta oleellista on myös se, miten turvallisuustoimet toteutetaan. Muualla saadut hyvät tulokset ovat perustuneet siihen, että esimerkiksi liukkaudentorjuntaa on tehostettu samanaikaisesti.

Tutkimusten tulokset kitkarenkaiden vaikutuksista vaihtelevat niin suuresti, että on vaikea arvioida onnettomuusriskiä eri skenaarioissa. Tämän vuoksi työssä käytettiin asiantuntijapaneelia. Muita Nasta-projektin liikenneturvallisuustutkijoita pyydettiin arvioimaan onnettomuusriskiä kampanja- ja rajoitusskenaarioissa sekä nykyisin että tehostetuin turvallisuustoimin. Tehostetuiksi turvallisuustoimiksi kerrottiin tehostettu liukkaudentorjunta ja lumen poisto, talvinopeusrajoitukset taajamassa (kelin mukaan vaihtuvat nopeusrajoitukset), kelivaroitukset (reaaliaikaiset) sekä liikenneturvallisuuskampanjat ja koulutustuki (mm. ennakoivan ja liukkaan kelin kurssit, tiedotus renkaista ja ennakoivasta ajosta, turvallisuustapahtumat).

Asiantuntijapaneelin arvioihin tuotti hajontaa mm. se, kuinka tehokkaita turvallisuustoimia oli ajateltu toteutettavaksi ja kuinka paljon kitkarengasosuuden kasvun Helsingin keskustassa on ajateltu heijastuvan lähialueille ja maanteille muualla Suomessa (liite 1). Hajonnan vähentämiseksi asiantuntijapaneelin arvioista jätettiin pois ääripäät keskiarvoja laskettaessa. VTT:n asiantuntijat tuottivat valmiiksi yhteisarviot, joita painotettiin yksittäisten asiantuntija-arvioiden rinnalla keskiarvoissa. Asiantuntijoille lähetettiin nähtäväksi arvioiden nimetön yhteenvetotaulukko, mutta kukaan ei halunnut enää korjata arvioitaan. Seuraavassa on esitetty asiantuntijoiden onnettomuusriskiarvioiden keskiarvot vahinkotyypeittäin nykyisin ja tehostetuin turvallisuustoimin.

Onnettomuusriskin muutos	Nykytila	Nastojen vähentämiskampanjat	Nastojen käyttörajoitukset
	Kitkoja n. 24 %	Kitkoja n. 50 %	Kitkoja n. 75 %
<i>Liikenneturvallisuus</i>			
<u>Nykyiset turvallisuustoimet</u>			
Omaisuusvahingot	0	+ 2	+ 4,6
Henkilövahingot	0	+ 2,6	+ 4,2
Kuolemaan johtavat onnettomuudet	0	+ 1,8	+ 2,8
Onnettomuusriski kokonaisuutena (heva)	0	Onnettomuusriski kasvaa + 2,6	Onnettomuusriski kasvaa + 4,6

Onnettomuusriskin muutos	Nykytila	Nastojen vähentämiskampanjat	Nastojen käyttörajoitukset
	Kitkoja n. 24 %	Kitkoja n. 50 %	Kitkoja n. 75 %
<i>Liikenneturvallisuus</i>			
<u>Tehostetut turvallisuustoimet</u>			
Omaisuusvahingot	0	0	+ 1,5
Henkilövahingot	0	+ 0,7	+ 2,1
Kuolemaan johtavat onnettomuudet	0	+ 0,3	+ 1,7
Onnettomuusriski kokonaisuutena (heva)	0	Onnettomuusriski kasvaa + 0,7	Onnettomuusriski kasvaa + 2,4

Erittäin kielteinen

Kielteinen

Ei vaikutusta

Myönteinen

Erittäin myönteinen

4.5 Kustannukset

Norjan kustannuslaskelma

Liikenneturvallisuuden käsikirjassa Elvik esittää Oslosta vuoden 2000 tutkimustietoihin pohjautuvan suppean nastarengasrajoitusten hyötykustannuslaskelman (taulukko 5). Sen pohjalta Elvik katsoo, että nastarengasrajoitusten hyödyt ovat huomattavasti haittoja suuremmat. Laskelmissa ei ole mukana tehostetun talvihoidon kustannuksia eikä toisaalta teiden päällystystarpeen vähenemisestä aiheutuvia kustannussäästöjä. (Malmivuo 2012) Valitettavasti käytettävissä ei ole Norjan nastarengasrajoitusten toteutuneita kustannustietoja.

Taulukko 5. Elvikin esittämä Oslon nastarengasrajoitusten hyötykustannuslaskelma (Malmivuo 2012)

Oslon nastarengasrajoitusten vaikutus	NOK / vuosi
Henkilövahinko-onnettomuudet lisääntyvät 8-9 %	20 miljoonaa
Matka-ajat kasvavat 1 %	33 miljoonaa
Terveysmenot laskevat ilman laadun paranemisen vuoksi	235–658 miljoonaa

Onnettomuuskustannukset

Onnettomuuskustannusten määrä riippuu siitä, kuinka paljon onnettomuusmäärät muuttuisivat ja millaiset onnettomuustyyppit lisääntyisivät eniten. Mikkonen (2012) ennakoii, että kitkarenkaiden käytön yleistymisen myötä lisääntyisivät erityisesti peräänajot (ketjukolarit), risteysalueiden kolarit ja luisut mäkisillä katuosuuksilla sekä pidon menetys kaarteissa ja siitä seuraavat kolarit. Eniten onnettomuuskustannuksia lisääisivät maantieajonopeuksilla ajatut onnettomuudet. Kaupungissa lisääntyisivät eniten peltikolarit ja vähiten vakavat henkilövahingot, joiden kustannukset ovat selvästi suurempia kuin aineellisten vahinkojen.

Onnettomuuskustannuksien laskennassa käytettiin lähtötietoina asiantuntijapaneelin arvioimia onnettomuusriskin muutoksia, joista laskettiin arvioidut onnettomuusmäärämuutokset. Onnettomuuskustannusten laskelmat perustuvat seuraaviin oletuksiin:

- Skenaarioiden oletettiin koskevan noin 400 000 autoilijaa. Heistä pääosa asuu Helsingissä ja merkittävä osuus muualla pääkaupunkiseudulla sekä vähäisemmässä määrin muualla Uudellamaalla. Vaikutus muun Suomen autoilijoihin oletettiin vähäiseksi.
- Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusasteeksi oletettiin kaupunkiliikenteessä (40 %) 35 heva/100 milj.km ja maantieliikenteessä (60 %) 10 heva/100 milj.km (Liikennevirasto 2011).
- Yhden henkilövahinko-onnettomuuden vertailuhintana käytettiin 493 000 euroa (Liikennevirasto 2010).

	Nykytila	Nastojen vähentämiskampanjat	Nastojen käyttörajoitukset
Onnettomuusmäärän ja -kustannusten muutos	Kitkoja n. 24 %, n. 96 000	Kitkoja n. 50 % n. 200 000	Kitkoja n. 75 % n. 300 000
<u>Nykyiset turvallisuustoimet</u>			
Onnettomuusmäärä	Nykyisellään	+15,6 heva onn/v	+27,6 heva onn/v
Onnettomuuskustannukset	Nykyisellään	+7,7 M€/v	+13,6 M€/v
<u>Tehostetut turvallisuustoimet</u>			
Onnettomuusmäärä	Nykyisellään	+4,2 heva onn/v	+14,4 heva onn/v
Onnettomuuskustannukset	Nykyisellään	+2,1 M€/v	+7,1 M€/v

Matka-ajan kustannukset

Aikakustannusten arviointia hankaloittaa se, että kitkarenkailla ajetaan hyvissä keleissä kovempaa kuin nastarenkailla ja huonoilla keleillä hitaammin. Huonoja kelejä on suhteellisen harvoin, mutta katuverkolla hitaasti ajavat määräävät pitkälti muidenkin saavuttaman matkanopeuden. Jos nopeusvaikutuksesta saataisiin tietoja, niin aikakustannukset voitaisiin laskea käyttäen hankearviointiohjeiden mukaisia tuntihintoja.

Matka-ajan kustannuksiin liittyvät tarkastelut sisältävät paljon epävarmoja ja eri suuntiin vaikuttavia tekijöitä, eikä niitä käytettävissä olevilla lähtötiedoilla katsottu mahdolliseksi laskea. Samaa koskee yleisemmän hyvinvointivaikutuksen arvottamista rahaksi.

Autoilijan rengas- ja polttoainekulut

Talvirengassarjojen hintaeroja arvioitiin autolehden (TM 17/2012) rengastestin perusteella. Uusien kitkarengassarjojen keskihinta oli noin 40 euroa korkeampi kuin uusien nastarengassarjojen. Jos hintavertailu tehtiin saman valmistajan rengassarjojen välillä, hintaero oli noin 10 euroa/sarja. Käytännössä halvempia renkaita löytyi kumpaankin ryhmään, esimerkiksi pinnoitetut nastarenkaat ja nettimyynnistä saatavat kitkarenkaat.

Eri rengastyypin vaikutuksista ajoneuvokustannuksiin on niukasti tietoa. Renkaiden kuluminen ajokilometrien myötä ja renkaan vanheneminen ajan funktiona tulisi suhteuttaa rengassarjan hintaan, joka on kitkarenkailla usein hieman vastaavia nastarenkaita alempi.

Polttoainekulutuseroja on selvitetty tutkimalla renkaiden vierintävastusta. Kitkarenkaissa käytettävä tiheä lamellointi pienentää merkittävästi vierintävastusta. Vaikka nastarenkaissa käytetään myös lamellointia, aiheuttavat nastat ja kovemmat kumiseokset lisävastuksia. Kitkarenkaat ovat olleet testeissä keskimäärin 2 % polttoainetaloudellisempia kuin nastarenkaat, mutta merkkikohtaisia eroja on kuitenkin melko paljon. (Sairanen 2011) Lisäksi kitkarenkaiden turvallisessa käytössä tarpeellinen enakoiva ajotapa on myös taloudellinen ja antaa mahdollisuuksia polttoainesäästöihin.

Rengas- ja polttoainekustannusten laskelmat perustuvat seuraaviin oletuksiin:

- Kitkarengassarjan oletettiin olevan keskimäärin 20 euroa kalliimpi kuin vastaava nastarengassarja.
- Talvirengassarjan käyttöikäksi oletettiin 35 000 km tai 4 vuotta.
- Auton keskimääräiseksi vuotuseksi ajomääräksi oletettiin 18 000 km, josta talvirenkailla ajettaisiin 7 500 km.
- Polttoainekulutuksena käytettiin 8,4 l/100 km ja polttoaineen keskihintana 1,60 e/l.

Ylläpito- ja hoitokulut

Talvihoidon kustannukset riippuvat liikenneympäristöstä ja vaatimustasosta. Helsingin kaupungissa talvihoitoon kuluu noin 21,6 miljoonaa euroa vuodessa (Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Toimintasuunnitelma 2012).

Kolehmainen (2010) on selvittänyt haastatteluin talvihoidon keskimääräisiä neliöhintoja Helsingissä (taulukko 6). Keskusta-alueiden talvihoidosta aiheutuvat neliökustannukset ovat lähes kaksinkertaiset verrattuina esikaupunkialueen neliökustannuksiin. Keskusta-alueilla hoidon hintaa nostavat pysäköidyt ajoneuvot, liikennemäärä sekä ylempi hoitoluokka, jolloin katuja hoidetaan useammin ja vilkkaan liikenteen vuoksi yleensä öisin. Taulukon neliöhinnat on laskettu niin, että esikaupunkialueella lumen poistoa ei tarvitse toteuttaa, mutta kantakaupungissa lumi vaatii poiskuljetuksen.

Taulukko 6. Talvihoidon neliöhinnat vuonna 2009 (Kolehmainen 2010)

Talvihoito	Keskusta	Esikaupunkialue
Ajoradat	1,16 €/m ²	0,63 €/m ²
Jalkakäytävä	3,52 €/m ²	1,73 €/m ²

Karkeasti arvioiden hankalien katujen talvihoito vaatii kaksin- tai kolminkertaisen työajan (Kolehmainen 2010). Jos liittymäalue joudutaan auraamaan ja hiekoittamaan normaalia useammin, lisäkustannukset voivat olla 1000–3000 euroa/vuosi. Käytettävissä olleilla tiedoilla ei pystytty arvioimaan liittymäalueiden tai mäkien kiillottumisesta seuraavia kustannusvaikutuksia eri skenaarioissa.

Talvi ja tieliikenne -tutkimuksessa päädyttiin siihen, että nastakiellolla päästäisiin maanteilla noin 15 % alenemaan ylläpitokustannuksissa. Tämä ei kuitenkaan ole sellaisenaan siirrettävissä kaupunkiolosuhteisiin, joissa alemmat ajonopeudet vähentävät nastojen päällystettä kuluttavaa vaikutusta. (Alppivuori ym. 1995)

	Nykytila Kitkoja n. 24 %	Nastojen vähentä- miskampanjat Kitkoja n. 50 %	Nastojen käyttöra- joitukset Kitkoja n. 75 %
<i>Kustannukset</i>		Tehostetut turvallisuustoimet	
Onnettomuusmäärä	Nykyisellään	+4,2 heva onn/v	+14,4 heva onn/v
Onnettomuuskustannukset	Nykytrendi jatkuu	Kustannukset kasvavat (+2,1 M€/v)	Kustannukset kasvavat (+7,1 M€/v)
Matka-aikakulut	Nykytrendi jatkuu	Matka-aikakulut vähenevät vähän	Matka-aikakulut vähenevät vähän
Autoilijan rengaskulut	Nykytrendi jatkuu	Kitkarengassarja 20 € kalliimpi (+0,4 M€/v)	Kitkarengassarja 20 € kalliimpi (+0,9 M€/v)
Autoilijan polttoainekulut	Nykytrendi jatkuu	Kitkarenkaat 2 % taloudel- lisempia (-2,1 M€/v)	Kitkarenkaat 2 % taloudel- lisempia (-4,1 M€/v)
Rengas- ja polttoainekulut yhteensä	Nykytrendi jatkuu	laskevat -1,7 M€/v	laskevat -3,2 M€/v
Talvihoitokulut	Nykytrendi jatkuu	Talvihoitokulut kasvavat	Talvihoitokulut kasvavat
Ylläpitokulut	Nykytrendi jatkuu	Ylläpitokulut vähenevät	Ylläpitokulut vähenevät

Erittäin kielteinen

Kielteinen

Ei vaikutusta

Myönteinen

Erittäin myönteinen

5 VAIKUTUSVERTAILU

Skenaarioiden vaikutuksia on tarkasteltu edellä yksittäin. Yhteistarkastelua varten seuraaviin skenaarioiden vaikutusarvioihin lisättiin asiantuntijapaneelin arvio kunkin asian merkityksestä kokonaisuuden kannalta.

		Nykytila	Nastojen vähentämiskampanjat	Nastojen käyttörajoitukset
Muutos		Kitkoja n. 24 %	Kitkoja n. 50 %	Kitkoja n. 75 %
	*** Erittäin tärkeä ** Jonkin verran tärkeä * Ei kovin tärkeä		Suositus kitkojen käytöstä Helsingissä	Nastojen käyttörajoitus Helsingin kantakaupungin alueella (nastamaksu)
Kuljettajan toiminta				
	Tärkeys			
Renkaiden valinta	**	Vapaaehtoinen (pienellä osalla harkittu)	Vapaaehtoinen (suuremmalla osalla harkittu talvirengasvalinta)	Osalla pakkovalintainen talvirengasvalinta
Ennakoiva ajotapa	***	Nykytrendi jatkuu	Ennakoiva ajo lisääntyy	Pakkovalintaisilla ja riskinottajilla vähemmän motivaatiota ennakoita.
Varovaisuus liukkaalla	***	Nykytrendi jatkuu	Kitkojen ominaisuudet tiedossa, tienlukukyky ja varovainen ajo liukkaalla lisääntyy.	Osa ei tunne kitkojen ominaisuuksia, liukas keli voi yllättää, varsinkin pakkovalintaiset ja riskinottajat.
Koettu ajomukavuus	*	Nykyisellään	Ajomukavuus pääosin kasvaa. Kitkoilla parempi ajomukavuus kuin nastoilla, paitsi liukkaalla kelillä toisinpäin.	Ajomukavuus pääosin kasvaa. Kitkoilla on normaali- kelillä parempi ajomukavuus kuin nastoilla. Liukkaan kelin heikompi pito voi heikentää ajomukavuutta varsinkin pakkovalintaisilla.
Turvallisuuden tunne	*	Nykyisellään	Kitkojen käyttäjät eivät yleensä koe turvattomuutta.	Pakkovalintaiset voivat kokea kitkojen lisäävän turvattomuutta.
Talviajokulttuuri				
Liikennejärjestelmän virheiden sieto	***	Muun liikenteen jousto ennallaan	Muun liikenteen jousto vähenisi	Muun liikenteen jousto vähenisi valtaosalla
Yleinen ajonopeus	***	Nykytrendi jatkuu	Yleinen ajonopeus alenisi liukkaalla kelillä	Yleinen ajonopeus alenisi liukkaalla kelillä
Kiire ja ylimääräiset motiivit	**	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Joukkoliikenteen käyttö / yksityisautoilun väheneminen	***	Joukkoliikenteen käyttö ennallaan	Joukkoliikenteen käyttö lisääntyisi kitkarenkaisilla lähinnä vaikeiden kelien päivinä	Joukkoliikenteen käyttö lisääntyisi nastarenkaisilla keskustamatkoilla ja kitkarenkaisilla vaikeiden kelien päivinä
Matkan tekemättä jääminen	*	Nykyisellään	Epävarmoilla kuljettajilla matkoja voi jäädä tekemättä, mikä voi heikentää elämänlaatua	Epävarmoilla kuljettajilla matkoja voi jäädä tekemättä, mikä voi heikentää elämänlaatua

	Nykytila	Nastojen vähentämiskampanjat	Nastojen käyttörajoitukset
Muutos	Kitkoja n. 24 %	Kitkoja n. 50 %	Kitkoja n. 75 %
	*** Erittäin tärkeä ** Jonkin verran tärkeä * Ei kovin tärkeä	Suositus kitkojen käytöstä Helsingissä	Nastojen käyttörajoitus Helsingin kantakaupungin alueella (nastamaksu)
Tehostetut turvallisuustoimet	Ennallaan	Tehostettu liukkaudentorjunta Talvinopeusrajoitukset, vaihtuvat nopeusrajoitukset Kelivaroitukset (reaaliaikaiset) Tiedotusta renkaista ja ennakoivasta ajosta (media, kadunvarret) Turvallisuustapahtumia (kaupunki, työpaikat) Ennakoinnin ja liukkaan kelin kursseja	Tehostettu liukkaudentorjunta Talvinopeusrajoitukset, vaihtuvat nopeusrajoitukset Kelivaroitukset (reaaliaikaiset) Tiedotusta renkaista ja ennakoivasta ajosta (media, kadunvarret) Turvallisuustapahtumia (kaupunki, työpaikat) Ennakoinnin ja liukkaan kelin kursseja
	Tärkeys		

Tie ja liikenneolot		Tehostetut turvallisuustoimet		
Tien pinnan urautuminen	**	Nykytrendi jatkuu	Vähenee vähän	Vähenee enemmän
Tien pinnan kitka	***	Nykyisellään	Kiillottuminen vähän	Kiillottuminen enemmän
Katujen välityskyky	**	Nykytrendi jatkuu	Heikkenee vähän	Heikkenee enemmän
Liikenneturvallisuus		Tehostetut turvallisuustoimet		
Onnettomuusrisikin muutos (heva)	***	Ennallaan 0	Onnettomuusrisi kasvaa + 0,7	Onnettomuusrisi kasvaa + 2,4
Kustannukset		Tehostetut turvallisuustoimet		
Onnettomuuskustannukset	**	Nykytrendi jatkuu	Kustannukset kasvavat (+2,1 M€/v)	Kustannukset kasvavat (+7,1 M€/v)
Matka-aika	*	Nykytrendi jatkuu	Matka-aikakulut vähenevät vähän	Matka-aikakulut vähenevät vähän
Autoilijan rengaskulut	*	Nykytrendi jatkuu	Kitkarengassarja 20 € kalliimpi (+0,4 M€/v)	Kitkarengassarja 20 € kalliimpi (+0,9 M€/v)
Autoilijan polttoainekulut	*	Nykytrendi jatkuu	Kitkarenkaat 2 % taloudellisempia (-2,1 M€/v)	Kitkarenkaat 2 % taloudellisempia (-4,1 M€/v)
Talvihoitokulut	**	Nykytrendi jatkuu	Talvihoitokulut kasvavat	Talvihoitokulut kasvavat
Ylläpitokulut	**	Nykytrendi jatkuu	Ylläpitokulut vähenevät	Ylläpitokulut vähenevät

Erittäin kielteinen --	Kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Myönteinen +	Erittäin myönteinen ++
---------------------------	-----------------	--------------------	-----------------	---------------------------

Skenaarioiden vaikutukset kuljettajan ajotapaan, talviajokulttuuriin sekä tie- ja liikenneoloihin selittävät osaltaan onnettomuusrisikin muutosta. Asiantuntijoiden mielestä tärkeimpiä kitkarengaskuljettajille turvallisuutta tuovia tekijöitä ovat ennakoiva ajo, varovaisuus liukkaalla, liikennejärjestelmän virheiden sieto, kelin mukaan alennettu ajonopeus, joukkoliikenteen käyttö sekä tien pinnan kitkan ylläpito talvihoiton avulla.

Yksittäiset tienkäyttäjät voivat vaikuttaa parhaiten omaan ajotapaansa ja osaltaan talviajokulttuuriin. Tie- ja liikenneoloista taas vastaavat yhteiskunnalliset päättäjät. Kustannukset kertyvät sitten näiden eri tahojen päätösten ja toimien pohjalta.

Nykyiset kitkarengaskuljettajat ovat keskimäärin kokeneempia ajajia kuin nastarenkaiden käyttäjät. Kokeneemmat siis valitsevat helpommin kitkarenkaat, mutta toisaalta he kokevat myös, että kitkarengaskokemukset ovat parantaneet heidän ennakoivaa ajotapaansa ja keliolosuhteiden havainnointia, "tienlukukykä". Tähän oppimisprosessiin lienee enemmän motivaatiota kampanjaskenaariossa kitkat vapaaehtoisesti valinneilla kuin rajoitusskenaarion osin ehkä pakotetuksi koetussa rengasvalinnassa.

Samalla kampanjaskenaariossa muun liikenteen virheiden sietokyky säilyy parempana, kun vain neljännes tienkäyttäjistä on uusia kitkojen käyttäjiä. Rajoitusskenaariossa uusia kitkarengaskuljettajia on puolet autoilijoista, joten sekä muun liikenteen jousto että tien pinnan kitka vähenee enemmän kuin kampanjaskenaariossa. Tosin tehostettu liukkaudentorjunta olisi molemmissa skenaariossa yhtä hyvää, mutta rajoitusskenaariossa sitä voidaan tarvita vielä vähän enemmän kiillottumisen estämiseksi.

Turvallisuuden kannalta myönteistä olisi, että yleinen ajonopeus alenisi liukkaalla ja/tai joukkoliikenteen käyttö lisääntyisi ainakin vaikeiden kelien päivinä. Molempia tapahtuisi todennäköisesti enemmän rajoitusskenaariossa kuin kampanjaskenaariossa.

Kampanjaskenaariossa tien pinnan urautuminen vähenisi, kiillottuminen lisääntyisi ja matka-aika kasvaisi vähemmän kuin rajoitusskenaariossa.

Molemmissa skenaarioissa kitkarenkailla ajettaisiin eniten kantakaupungissa, jossa nopeudet ovat alhaisia ja mahdolliset onnettomuudet enemmän peltikolareita kuin kuolemaan johtavia henkilövahinkoja. Mutta kitkarenkaiden käyttö laajenisi jonkin verran muuallekin Suomeen, jossa liukkaudentorjunta ei olisi niin tehokasta kuin kaupungilla. Yleistyisivätkö kitkarenkaat Suomessa laajemminkin kuten Norjassa?

Onnettomuusriskiarvioiden taustalla on siis monenlaisia eri suuntiin vaikuttavia tekijöitä. Liikenneturvallisuusasiantuntijat korostivat turvallisuuteen liittyvien asioiden tärkeyttä. Riskihän syntyy juuri heikoimman kelin yllättävästä tilanteesta, vaikka pääsääntöisesti asiat sujuisivat nykyisellään tai osin paremminkin. Asiantuntijapaneeli päätyi onnettomuusriskiarvioissa siihen, että tehostettujen turvallisuustoimien kera henkilövahinkojen onnettomuusriski kasvaisi kampanjaskenaariossa 0,7 % ja rajoitusskenaariossa 2,4 %.

Molemmissa skenaarioissa kasvaisivat onnettomuus-, rengas- ja talvihoitokulut sekä vähenisivät matka-aika-, polttoaine- ja teiden ylläpitokulut. Rajoitusskenaariossa kustannukset ja säästöt olisivat vähän suuremmat kuin kampanjaskenaariossa.

Tästä vaikutustarkastelusta puuttuvat kokonaisvaikutusten kannalta oleelliset ympäristö- ja terveysvaikutukset, joita on selvitetty muissa NASTA-tutkimusohjelman projekteissa.

Arvioiden epävarmuustekijät

Työssä käytettiin lähtöaineistona aiemmin tehtyjä tutkimuksia ja selvityksiä. Niitä ei kuitenkaan ollut kaikilta osin saatavissa skenaarioiden vaikutusten arvioimiseksi. Varsinkin yksityiskohtaisempaa kitkarengasasteeseen suhteutettua tietoa puuttui ja osin tulokset olivat ristiriitaisia. Niinpä taulukoissa esitetyt vaikutusarviot perustuvat monin paikoin asiantuntijoiden suuntaa-antaviin kvalitatiivisiin arvioihin, jotka ovat osin subjektiivisia. Arvioiden perusteita on pyritty avaamaan tekstissä kerrottujen asiaan vaikuttavien tekijöiden avulla.

Asiantuntijapaneelin osallistujat saivat kommentoitavakseen raporttiluonnoksen ennen onnettomuusriskiarvioitaan. He esittivät arvioinnista myös tarkentavia kysymyksiä. Asiantuntija-arvioiden välinen hajonta oli suurta. Tämä kuvastanee sitä, että asiantuntijoilla on arvioita tehdessään ollut erilaiset ajatukset turvallisuustoimien tehokkuudesta ja kitkarenkaiden käytön heijastumisesta Helsingin ulkopuolelle.

LÄHTEET

- Aarnikko Heljä, Härkönen Mirka & Luodemäki Sanna (2012) Autoilijoiden kokemukset kitkarenkaiden käytöstä. Sito Oy. NASTA-tutkimusohjelman osaprojekti, www.nasta.fi.
- Alppivuori Kari, Kanner Heikki, Mäkelä Kari & Kallberg Veli-Pekka (1995) Nastarenkaiden käytön ja talvikunnossapidon yhteiskunnallinen optimointi. Talvi ja tieliikenne –projekti, Liikenteen palvelukeskus, Helsinki. Tielaitoksen tutkimuksia 4/1995.
- COWI (2012) Erfarenheter från dubbdäcksavgifter i Oslo. Rapport. Finnmap Infra 11/2012.
- Elvik Rune & Kaminska Joanna (2011) Effects on accidents of reduced use of studded tyres in Norwegian cities. Analyses based on data for 2002-2009. TØI report 1145/2011.
- Helminen Ville, Ristimäki Mika & Oinonen Kari (2003) Etätyö ja työmatkat Suomessa. Suomen ympäristö 611. www.ymparisto.fi > Palvelut ja tuotteet > Julkaisut > Suomen ympäristö > Suomen ympäristö -sarja 2003 > SY611 Etätyö ja työmatkat Suomessa
- Helsinki. Mikkonen Valde (2012). Kolaririskin vähentäminen siirryttäessä nastattomiin talvirenkaisiin. Valmixa Oy. NASTA-tutkimusohjelman osaprojekti, www.nasta.fi.
- Katila Ari, Laapotti Sirkku, Peräaho Martti & Hernetkoski Kati (2012) Kitkarenkaiden talvenaikaisen käytön lisääntymisen vaikutukset kolaririskiin. Kolaririskin vähentämisen mahdollisuudet. Turun yliopisto, Liikennepsykologia. NASTA-tutkimusohjelman osaprojekti. www.nasta.fi
- Kiiskilä Kati (1999) Liikenneskenaariot 2025. Yksilön arvot, asenteet ja matkustuskäytättyminen tulevaisuudessa. LIIKE 49/1999. Liikenneministeriö, Helsinki.
- Kolehmainen Linda (2010) Katujen ylläpitokustannuksia lisäävät suunnitteluratkaisut. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2010:9 / katu- ja puisto-osasto.
- Lahti Jouko (2008) Rengasriskit 2000-luvun talvikeleillä. Onnettomuustilastoihin ja yksittäisiin kuolonkolareihin perustuva riskianalyysi. TIKKA Spikes Oy, J Lahti Interaction, 30.5.2008.
- Liikennevirasto (2010) Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010. Liikenneviraston ohjeita 21/2010.
- Liikennevirasto (2011), Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2010. Liikenneviraston tilastoja 7(2011).
- Luoma Juha (2011) Keski-Euroopan olosuhteisiin suunniteltujen kitkarenkaiden yleisyys Suomessa. VTT tiedotteita 2600.
- Malmivuo Mikko & Luoma Juha (2010) Talvirenkaiden kunnon kehittyminen vuosina 2001–2010. VTT tiedotteita 2554.
- Malmivuo Mikko & Mäkinen Tapani (2001) Talvirengastutkimus 2000–2001. Tiehallinnon selvityksiä 34/2001.
- Malmivuo Mikko (2012) Nastarenkaiden vähentämisen liikenneturvallisuusvaikutukset. NASTA-tutkimusohjelman osaprojekti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 4/2012
- Malmivuo Mikko, Kärki Otto & Mäkinen Tapani (2000) Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen. Tielaitos, Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. Tielaitoksen selvityksiä 57/2000.
- Mikkonen Valde (2012) Kolaririskin vähentäminen siirryttäessä nastattomiin talvirenkaisiin. Valmixa Oy, NASTA-tutkimusohjelman osaprojekti, www.nasta.fi.

- Mäkinen Tapani (1994) Nastarenkaiden vaikutus matkoihin ja kuljettajan riskinottoon. Talvi ja tieliikenne -projekti, Liikenteen palvelukeskus, Helsinki. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 1/1994.
- Prittinen, Paula (2011) Nastarenkaiden käyttö Helsingin kantakaupungissa. Aalto-yliopisto, tekniikan kandidaatintyö.
- Sairanen Henri (2011) Nasta- ja kitkarenkaiden vertailu. Opinnäytetyö, Auto- ja kuljetustekniikka, Mikkelin ammattikorkeakoulu.
- Savenius Jarkko (2002) Selvitys nastarenkaan vaikutuksista. Diplomityö, MOBILE2. Teknillinen korkeakoulu, Autolaboratorio, Helsinki.
http://virtual.vtt.fi/virtual/mobile/vuosikirja2001/23_k0133.pdf
- Suoruo-ohjausryhmä, Sarjamo Seppo & Malmivuo Mikko (2004) Talviliikenteen turvallisuus Suomessa ja Ruotsissa. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma LINTU-julkaisuja 5A/2004. Helsinki.
- TM (17/2012) TM vertailu: Talvirenkaat 2012. Tekniikan maailma -lehti 17 /2012
- TRAC (2002) An overview of studded and studless tire traction and safety
- VALT (2013) Rengastyypit talvikelionnettomuuden aiheuttaneilla henkilö- ja pakettiautojen kuljettajilla liukkaalla kelillä vuosina 2000–2011, mukana sekä moottorajoneuvo- että kevyen liikenteen onnettomuudet. Liikennevakuutuskeskuksesta saatu tieto 11.2.2013.
- Öberg & Möller (2009). Hur påverkas trafiksäkerheten om restriktioner ac dubbeldäck-sandvändning införs?

LIITE 1

Asiantuntijapaneelin arviot skenaarioiden onnettomuusriskistä

A) Nykyiset turvallisuustoimet

Onnettomuusrisin muutos	Nykytrendi jatkuu	Nastojen vähentämiskampanjat	min/max pois Keskiarvo	Nastojen käyttörajoitukset	min/max pois Keskiarvo
Omaisuu vahinkoja	0	4 5 0 0 0 4 2	2	8 20 1 1 1 8 5	4,6
Henkilö vahinkoja	0	3 3 2 2 2 3 3	2,6	4 10 3 3 3 4 7	4,2
Kuolemaan johtavia onnettomuuksia	0	1 2 2 2 2 1 2	1,8	2 5 3 3 3 2 3	2,8
Onnettomuusriski	0	3 5 2 2 2 3 3	2,6	5 20 4 4 4 5 5	4,6

B) Parannetut turvallisuustoimet (alla)

Onnettomuusrisin muutos	Nykytrendi jatkuu	Nastojen vähentämiskampanjat	min/max pois Keskiarvo	Nastojen käyttörajoitukset	min/max pois Keskiarvo
Omaisuu vahinkoja	0	-1 0 0 0 0 0 2	0	0 5 1 1 1 2 3	1,48
Henkilö vahinkoja	0	-8 0 2 2 2 -1 2	0,7	-6 3 3 3 3 0 4	2,1
Kuolemaan johtavia onnettomuuksia	0	-10 0 2 2 2 -3 2	0,3	-8 2 3 3 3 -1 3	1,7
Onnettomuusriski	0	-6 0 2 2 2 -1 2	0,7	-4 5 3 3 3 0 3	2,4

Turvallisuustoimet

- Tehostettu liukkaudentorjunta ja lumen poisto
- Talvinopeusrajoitukset taajamassa (osin kelin mukaan vaihtuvat nopeusrajoitukset)
- Kelivaroitukset (reaaliaikaiset)
- Liikenneturvallisuuskampanjatjakoulutustuki
 - Ennakoivan ja liukkaan kelin kursseja
 - Tiedotusta renkaista ja ennakoivasta ajosta (media, kadunvarret)
 - Turvallisuustapahtumia (kaupunki, työpaikat)