

Helsinki

# Nastarenkaiden käytön rajoittam- nen

Rajoitusalueiden määrittämisen periaatteet  
ja liikenteellisten vaikutusten tarkastelu



# Sisällys

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Kirjallisuuskatsaus</b> .....	<b>6</b>
Liikenneturvallisuus .....	6
Melu ja ilmanlaatu .....	11
Meluvaikutukset .....	14
Päälysteen kuluminen.....	15
Nastarengasjakauma.....	16
Kitkarenkaiden käytön edistäminen.....	18
<b>3. Vaikutusten arviointi</b> .....	<b>22</b>
Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat .....	24
Vaihtoehto 1) Mannerheimintie .....	25
Vaihtoehto 2) Runeberginkatu ja Helsinginkatu .....	29
Vaihtoehto 3) Mannerheimintie, Runeberginkatu ja Helsinginkatu .....	33
Yhteenveto vaikutuksista .....	35
<b>4. Kriteeristö</b> .....	<b>37</b>
<b>5. Johtopäätökset ja seuranta</b> .....	<b>40</b>
Seurantamittarit .....	41
Jatkotoimenpiteet .....	42
<b>Lähdeluettelo</b> .....	<b>43</b>

# Esipuhe

Helsingissä ilmanlaatu on pääsääntöisesti hyvä, mutta vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla ilman hiukkaspitoisuudet ovat paikoin korkeita liikenteen aiheuttamien pakokaasupäästöjen ja katupölyn vuoksi. Kitkarenkaiden osuuden kasvattaminen on tehokas keino vähentää katupölyn määrää ja sen aiheuttamia terveyshaittoja sekä parantaa ilmanlaatua Helsingissä. Helsingin kaupungin tavoitteena on kitkarenkaiden käytön lisääminen niin, että vuonna 2030 kitkarenkaiden osuus talviliikenteessä olisi Helsingissä 70 % nykyisen noin 30 % sijaan.

Tässä selvityksessä määriteltiin periaatteet, joiden perusteella nastarenkaiden käyttöä rajoittava, läpiajon kieltävä liikennemerkki, voidaan ottaa käyttöön sekä tutkittiin liikennemallinnuksen avulla, millainen vaikutus kielloilla olisi liikennejärjestelmään, kun nastarenkaiden läpiajokiello on käytössä tietyillä kaduilla. Kirjallisuuskatsauksella selvitettiin, millaisia vaikutuksia kitkarenkaiden käytön lisäämisellä voisi olla mm. liikenneturvallisuuteen, meluun ja ilmanlaatuun.

Työn aikana haastateltiin ulkomaisia asiantuntijoita Oslost, Tukholmasta ja Islannista. Lisäksi kirjallisuuskatsaukseen pyydettiin kommentteja suomalaisilta nastarenkaisiin liittyvää tutkimusta tehneiltä asiantuntijoilta. Työn aikana järjestettiin myös sidosryhmätyöpaja, johon osallistui tutkijoita sekä edustajia mm. rengas- ja nastavalmistajilta, kuljetusyrityksistä, järjestöistä ja viranomaistahoista. Asukkaille tarjottiin mahdollisuus vaikuttaa työhön järjestämällä kerro kantasi - kysely samanaikaisesti tämän selvityksen laadinnan kanssa. Kysely oli avoinna 5.–25.8.2020 ja vastauksia siihen saatiin yli 2000 kappaletta.

Tämä työ on jatkoselvitys Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamisen mahdollisuuksista – selvitykselle (2019). Ympäristövyöhykkeen kehittämis- ja laajentamismahdollisuuksien ja niiden käyttöönoton selvittäminen sisältyy toimenpiteinä sekä Helsingin kaupungin ilmansuojelusuunnitelmaan 2017–2024 että Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelmaan.

Työn on tilannut Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimiala, josta työn projektipäällikkönä on toiminut Jari Rantsi. Työtä on ohjannut ohjausryhmä, johon kuuluivat Helsingin kaupungilta Reetta Putkonen, Heikki Hälvä, Laura Yrjänä, Eeva Pitkänen, Kirsikka Pynnönen, Tarja Myller ja Anne-Mari Leppänen sekä HSY:ltä Maria Myllynen ja Jarkko Niemi.

Työ on laadittu konsulttityönä Sitowise Oy:ssä, jossa projektipäällikkönä toimi Katja Lindroos. Lisäksi työstä vastasivat Laura Mansikkamäki, Jarno Kokkonen, Janne Tuominen ja Raisa Valli.

# 1. Johdanto

Tämän selvityksen tavoitteena oli määrittää periaatteet, joilla nastarenkaiden käyttöä voidaan rajoittaa kaduilla uudella tieliikennelain mukaisella liikennemerkillä sekä määrittää kadut, joilla nastarenkaiden rajoittamista olisi tarkoituksenmukaista kokeilla. Taustalla on mm. selvitys Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamismahdollisuuksista vuodelta 2019, jonka perusteella kitkarenkaiden osuuden kasvattaminen on tehokkain keino vähentää katupölyn määrää ja sen aiheuttamia terveyshaittoja sekä parantaa ilmanlaatua Helsingissä. Helsingin kaupungin tavoitteena on kitkarenkaiden käytön lisääminen niin, että vuonna 2030 kitkarenkaiden osuus talviliikenteessä olisi Helsingissä 70 %.

Helsingissä ilmanlaatu on pääsääntöisesti hyvä. Vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla ilman hiukkaspitoisuudet ovat kuitenkin paikoin korkeita liikenteen aiheuttamien pakokaasupäästöjen ja katupölyn vuoksi. Katupöly koostuu pääosin hiekoitusmateriaalista sekä päällysteestä irtoavasta aineksesta, jonka määrään käytettävillä renkailla on suuri vaikutus. Siirtymisellä nastarenkaista kitkarenkaisiin on arvioitu olevan merkittävä positiivinen vaikutus Helsingin ilmanlaatuun ja liikenteen aiheuttamaan meluun. Kitkarenkaita on kuitenkin perinteisesti pidetty huomattavasti nastarenkaita turvattomimpina, joten vaikka ilmanlaatu paranisi, voisi liikenneturvallisuuden heikkeneminen olla esteenä nastarenkaiden käyttökielloille.

Nastarenkaiden käytön rajoittamiseksi on muissa pohjoismaissa käytössä kahdentyyppisiä keinoja. Nastarenkaiden käyttöä voidaan rajoittaa vain tietyillä kaduilla tai alueilla kuten Ruotsissa. Käyttöä voidaan rajoittaa myös lupamaksujen avulla, kuten Norjan kaupungeissa, joihin asetettiin 2000-luvun vaihteessa nastarengasmaksu nastarenkaita käyttäville. Nastarengasmaksun voi maksaa koko talvikaudelle, yhdelle kuukaudelle tai vain yhdelle päivälle kerrallaan. Sekä Ruotsin että Norjan keinot on todettu toimiviksi. Helsingin kaupungin tavoittelema malli on nastarengaskiellet kaduilla.

Kirjallisuuslähteiden avulla tutkittiin olemassa olevaa tietoa kitkarenkaiden osuuden kasvattamisen mahdollisuuksista ja vaikutuksista. Tietoa koottiin useista eri lähteistä sekä kansainvälisistä että kotimaisista tutkimuksista ja selvityksistä. Tähän katsaukseen on koottu tiedoista oleellinen ja tiivistetty parhaiten Helsingin tilannetta koskevat tulokset.

Työssä selvitettiin,

- mitkä ovat todelliset erot liikenneturvallisuudessa nasta- ja kitkarenkaiden välillä,
- millaisia ilmanlaatu-, terveys- ja meluvaikutuksia nasta- ja kitkarenkailla on sekä
- miten Helsingissä käyttöön otettavat katukohtaiset nastarengaskiellet vaikuttaisivat rengasjakaumaan.

Lisäksi selvitettiin, millaisia säästöjä Helsingin kaupunki voisi saavuttaa esimerkiksi päällysteiden uusimistarpeen pienentyessä sekä millä muilla keinoin kitkarenkaiden käyttöä voitaisiin edistää nastarengaskieltojen ohella.

Kirjallisuuskatsausta täydennettiin verrokkikaupungeille huhti-toukokuussa 2020 toteutetulla internetkyselyllä. Kyselyyn valittiin mahdollisimman hyvin Helsingin kaupungin olosuhteita vastaavia kaupunkeja sekä painotettiin kaupunkeja, joissa on käytössä alueellisia rajoituksia nastaren-

gasmaksun sijaan. Näillä perusteilla tahoiksi valikoituivat ensisijaisesti Ruotsin kaupungit Tukholma, Uppsala ja Göteborg, joissa kaikissa on asetettu nastarengaskieltoja kaduille tai alueille 2010 -luvun aikana. Lisäksi kysely lähetettiin Norjan Osloon, johon on asetettu nastarengasmaksut jo vuonna 1999 sekä Islantiin, jossa rajoituksia ei ole voimassa, mutta niistä on keskusteltu. Toteutettujen rajoitusten vaikutuksista on tehty kattavasti seuranta erillisten ennen – jälkeen - tutkimuksien avulla sekä myöhemmin ilmanlaadun, onnettomuuskehityksen ja rengasjakauman kautta. Huolimatta useasta muistuttamisesta vastauksia saatiin ainoastaan Tukholmasta, Oslosta ja Islannista. Puutteellisen vastausmäärän vuoksi kyselyn anti jäi vajaaksi, minkä takia kirjallisuuskatsauksessa on tukeuduttu vahvasti vuosina 2011-2013 toteutettuun Nasta-tutkimusohjelmaan. Uudempia kattavia suomalaisia tutkimuksia nastarengaskieltojen vaikutuksesta ei ole tehty.

Työn loppuvaiheessa järjestettiin sidosryhmätyöpaja, johon osallistui 46 sidosryhmien ja viranomaistahojen edustajaa. Työpajaan osallistuneilla oli mahdollisuus kommentoida työssä tunnistettuja nastarengaskieltojen vaikutuksia ja vaikuttaa kriteereihin, joilla kieltokadut voitaisiin valita sekä ehdottaa ideoita rajoituksia tukeviksi toimenpiteiksi. Työpajassa esitetyt ideat ja kommentit on huomioitu osana tätä selvitystä sekä työn lopputuloksissa ja suosituksissa.

## 2. Kirjallisuuskatsaus

### Liikenneturvallisuus

Nasta- ja kitkarenkaiden välisiä turvallisuuseroja on tutkittu paljon Suomessa ja muissa pohjoismaissa etenkin 2010-luvun alkupuolella. 1990-luvulta alkaen nastarenkaat ovat muuttuneet huomattavasti matalaprofiilisemmiksi. Nastarenkaiden vaikutuksia päällysteen kulumiseen on tutkittu aiemmin nykyistä korkeaprofiilisemmilla renkailla, joten teoriassa nykyaikaisemmilla, matalaprofiilisilla renkailla nastan tiekosketus ei olisikaan alhaisissakaan nopeuksissa yhtä hiertävä kuin aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu. (Heikkinen 2012). Tällä on vaikutuksensa kaikkiin tässä ja seuraavissa luvuissa esitettyihin ominaisuuksiin (liikenneturvallisuus, terveys ja ilmanlaatu, melu ja päällysteiden kuluminen). Uudempaa tutkimustietoa ei kuitenkaan ole saatavilla.

Yleinen näkemys on ollut, että nastarenkaiden pito on kitkarenkaita parempi. Erityisesti jäällä nastarenkaat pitävät useiden testien ja tutkimusten mukaan kitkarenkaita paremmin ja jarrutusmatka niillä on lyhyempi kuin kitkarenkailla. Asia ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteinen ja turvallisuuteen vaikuttavat merkittävästi myös mm. renkaiden laatu ja kunto, ajoneuvon muut ominaisuudet sekä kuljettajan ajotapa. Tilanne myös muuttuu. Esimerkiksi renkailla tehdään jatkuvasti kehitystyötä niihin liittyvien muidenkin kuin turvallisuusominaisuuksien, kuten energiankulutuksen, melun ja kulutuskestävyyden, parantamiseksi. Seuraavissa kappaleissa on koottu tietoa renkaiden turvallisuuseroista eri lähteistä ja eri näkökulmista.

### Renkaiden erot jääpidossa

Useiden tutkimusten mukaan kitkarenkaat ovat kiistatta jäisellä tienpinnalla nastarenkaita heikommat. Esimerkiksi norjalaisten tutkijoiden mukaan nastarenkaat vähentävät jäisellä kelillä henkilövahinko-onnettomuuksia 17 %. Rengastestien mukaan sileällä jäällä kitkarenkaan jarrutusmatka on pidempi kuin nastarenkaalla. Aalto-yliopiston tutkimuksessa on kuitenkin todettu, että rengastesteissä tehtävät toistuvat voimakkaat jarrutukset ja kiihdytykset nostavat testin aikana ns. nastaulkonemaa, mikä tarpeettomasti vahvistaa mielikuvaa nastarenkaiden ylivoimaisuudesta jäällä. Tutkimuksessa ei väitetä kitkarenkaiden olevan yhtä pitävät kuin nastarenkaat, mutta nastarenkaiden ylivoimaisuus kyseenalaistetaan. (Malmivuo 2012, Vehmas & Räsänen 2013, Tuononen & Sainio 2013).

Ajokeliä arvioidaan tienpinnan kitkakertoimen avulla. Huonon ajokelin katsotaan vallitsevan, kun kitkakerroin on alle 0,3. Erittäin huono ajokeli on, kun kitkakerroin on alle 0,15. Ilmatieteen laitoksen selvityksen mukaan talvikauden sääoloissa on merkittävää vuosittaista vaihtelua. Keskimäärin huonosta ajokelistä varoitettiin talvikausien (loka-huhtikuu) 2002-2011 aikana 65 päivänä ja huonosta tai erittäin huonosta ajokelistä 81 päivänä eli 38 % talvikauden päivistä. Liikenneviraston tekemien kitkamittausten 2008-2011 mukaan alhaista (alle 0,3) kitkaa esiintyi Uudenmaan pääteillä lauhoina talvina alle 10 % havainnoista ja lumisina talvina 25 % havainnoista. (Juga 2013).

Jäisiä kelejä on Suomessa melko harvoin. Helsingissä vuosina 2009-2018 talvikuukausien onnettomuuksista 17 % tapahtui tien pinnan ollessa jäinen. Helsingissä jääkelit ovat kohtalaisen harvinaisia eikä rengastestien kaltaisia sileän jään olosuhteita tavata kovin usein. Vuosien 1997-

2012 aikana pääkaupunkiseudulla tapahtui tutkijalautakunta-aineistojen mukaan vain yksi kitkarenkaita käyttäneen aiheuttajaosapuolen kuolemaan johtanut jääkelionnettomuus. (Malmivuo 2012, Vehmas & Räsänen 2013, Helsingin kaupunki 2020).

Sääolosuhteilla on kuitenkin merkitystä. Nastarenkaat vähentävät onnettomuuksia eri tutkimuslähteisiin perustuen keskimäärin muutamia prosentteja, mutta jääkelillä 5-10 %. VTT:n vuonna 2014 julkaiseman tutkimuksen mukaan vakavat onnettomuudet eivät pääkaupunkiseudun sisällä välttämättä lisääntyisi kovinkaan paljoa, vaikka nastarenkaiden käyttö vähentyisi. Mikäli Helsingissä nastarenkaiden käyttöä rajoitetaan, lisääntyisi kitkarenkaiden käyttö myös muualla, mikä puolestaan voisi kasvattaa onnettomuusmääriä. Tutkimuksessa on arvioitu, että 16 vuoden tarkastelujakson aikana olisi tapahtunut 9 liikennekuolemaa vuodessa enemmän, jos kaikki nastarenkailla ajaneet olisivat ajaneet kitkarenkailla. (Malmivuo 2012, Malmivuo & Luoma 2014).

Aalto-yliopiston tekemän empiirisen tutkimuksen mukaan pienilläkin lämpötilan muutoksilla on tienpinnan ja renkaan väliseen kitkaan suurempi vaikutus kuin käytettävillä renkailla. Kylmällä säällä, etenkin yli -10 asteen pakkasessa kitkarenkaan pito on hyvä ja voi jopa ylittää nastarenkaan pidon, mikä voi johtua siitä, että nasta ei tunkeudu kunnolla kylmään ja kovaan jäähän, kun taas kitkarenkaan pehmeä kumi pitää hyvin. Talvirengastesteissä jäisellä tienpinnalla jarrutusmatka on nastarenkaalla lyhyempi kuin kitkarenkaalla, mutta jäinen tienpinta ei suoraan tarkoita, että nastarengas olisi kitkarengasta parempi. (Tuononen & Sainio 2013).

## Renkaiden kunnan ja laadun merkitys

Pohjoismaisten kitkarenkaiden ominaisuudet ovat hyvät. Ruotsalaisten tutkijoiden mukaan nastarenkaat vähentävät onnettomuuksia jäisellä kelillä pohjoismaiseen kitkarenkaaseen verrattuna -13 % ja Keski-Eurooppalaiseen kitkarenkaaseen verrattuna -33 %. Joidenkin tutkimusten mukaan on jopa suurempi ero sillä, käytetäänkö pohjoismaista vai keskieurooppalaista kitkarengasta kuin sillä, käytetäänkö nasta- vai kitkarengasta. (Malmivuo 2012). Toisen ruotsalaisen, vuonna 2015 tehdyn tutkimuksen mukaan jäisellä tienpinnalla uusilla pohjoismaisilla kitkarenkailla jarrutusmatka oli noin 31 % pidempi kuin uusilla nastarenkailla. Lumisella tienpinnalla sen sijaan pohjoismaiset kitkarenkaat olivat uutena nastarenkaita paremmat. Keskieurooppalaiset kitkarenkaat eivät pärjänneet vertailussa lumisella eikä jäisellä tienpinnalla. (Lahti et. al. 2017). Keski-Euroopan olosuhteisiin tarkoitettuja kitkarenkaita on VTT:n tutkimuksen mukaan noin 5 % Suomessa käytettävistä kitkarenkaista (Lehtonen et. al. 2020).

Renkaat ovat vain harvoin liikenneonnettomuuksien tärkein syy. Vuosina 2000-2015 Suomessa tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa 38 %:lla aiheuttajista todettiin jokin renkasiin liittyvä riskitekijä. Vaativissa ajo-olosuhteissa renkasiin liittyvä riski kasvaa, mutta tällöinkin riski liittyy tavallisimmin renkaiden kuntoon tai esim. vääriin rengaspaineisiin. Renkaiden kunto korostuu nastarenkaissa, sillä nastarenkaat vaikuttavat tutkimusten mukaan menettävän kuluessaan suorituskykyä suhteellisesti enemmän kuin kitkarenkaat. (Katila et. al. 2012, Lahti et. al. 2017). Erään toisen tutkimuksen mukaan vuosien 1997-2012 tutkijalautakunta-aineistojen perusteella onnettomuuksien aiheuttaja-ajoneuvojen renkaiden urasyvyyksissä oli kitka- ja nastarenkaiden välillä. Talvikeleillä yli 5,5 mm urasyvyyttä havaittiin enemmän nastarenkaissa kuin kitkarenkaissa. Kitkarenkailla saatetaan ajaa ympäri vuoden, jolloin rengaskunto ja -paineet jäävät keskimääräistä useammin tarkistamatta. (Malmivuo & Luoma 2014).

Suomessa vuosina 2012-2016 talvikuukausina tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa nastarenkaita oli 95 %:ssa (merkittävimmin onnettomuuden syntyyn vaikuttaneet henkilöautot). Tarkasteltaessa ainoastaan onnettomuuksia talvisissa keliolosuhteissa, oli nasta-

renkaiden osuus samansuuntainen (96,5 %). Nastarenkaiden osuudeksi arvioitiin kyseisessä tutkimuksessa 88 %, joten nastarenkaiden osuus onnettomuuksissa oli suurempi kuin liikenteessä. (Kuisma et. all. 2018).

Myös ajoneuvon muut ominaisuudet vaikuttavat renkaiden pitoon. ABS-jarruilla varustetuissa autoissa nasta- ja kitkarenkaan välinen ero jarrutuspidossa jäällä ei ole kovin suuri (nastarengas erään testin mukaan vain noin 10 % kitkarengasta parempi). (Tuononen & Sainio 2013). ABS-jarrut ovat olleet pakollinen varuste uusissa henkilöautoissa vuodesta 2005 lähtien. Myös ESC-ajonvakautusjärjestelmä on ollut pakollinen uusissa autoissa vuodesta 2014 lähtien. Vakavien onnettomuuksien riski on erityisen suuri vanhemmissa autoissa, joissa ei ole ABS-jarruja tai ESC-järjestelmää. Vuonna 2014 ESC-järjestelmä oli vakiovarusteena 40-46 %:ssa henkilöautoista. (Luoma & Peltola 2016, Vikström 2013).

## Rengasvalinta kuljettajan käyttäytymisen taustalla

Rengasvalinnalla on tutkitusti vaikutusta kuljettajan liikennekäyttäytymiseen. Siitä, miten valinta vaikuttaa, on eri tutkimuksissa ristiriitaisia havaintoja. Joidenkin tutkimusten mukaan kitkarenkailla ajetaan jopa kovempaa kuin nastarenkailla (Malmivuo & Luoma 2014). Joidenkin tutkimusten mukaan kitkarenkailla on vaikutusta ajokäyttäytymiseen vain ensimmäisenä vuonna (uudet kitkarenkaan käyttäjät) ja joissain tutkimuksissa on päätelty, että kitkarenkailla ajetaan kaarteissa varovaisemmin kuin nastarenkailla. (Malmivuo 2012). On myös huomattava, että kitkarenkaan valitsevat kuljettajat saattavat olla myös yleisesti liikennekäyttäytymiseltään varovaisempia kuljettajia kuin nastarenkaan valitsevat (Katila et. al. 2012). Ennakoiva, kelin ja kitkarenkaiden ominaisuudet huomioiva ajotapa voi usean tutkimuksen mukaan riittää takamaan turvallisen ajamisen kitkarenkailla (Vehmas & Räsänen 2012).

Tutkijalautakunta-aineistoihin (seurauksiltaan vakavat onnettomuudet) perustuvan tutkimuksen mukaan kitkarenkailla ei aiheutettu nastarenkaita suurempaa onnettomuusmäärää suhteutettuna renkaiden osuuksiin. Nasta-tutkimuksessa huomattiin, että kitkarenkailla peräänajot olivat epätyypillisempiä kuin nastarenkailla ajettaessa. Tästä voitiin päätellä, että kitkarenkailla ajavat ennakoivat renkaidensa mahdollisesti heikomman pidon. (Vehmas & Räsänen 2012).

Helsingin seudulla tehdyn kyselytutkimuksen mukaan kitkarengaskuljettajat ovat nastarengaskuljettajiin verrattuna keskimäärin hieman vanhempia. Heistä enemmistö (83%) on miehiä. Heidän autonsa ovat keskimäärin uudempia ja paremmin varusteltuja. Lisäksi he olivat tietoisesti valinneet kitkarenkaat pohtien renkaiden sopivuutta omaan ajotyylinsä ja ajo-olosuhteisiinsa. (Katila et. al. 2012).

Nastarengaskuljettajat kertoivat kyselyssä liukkauden yllättäneen heidät useammin kuin kitkarengaskuljettajat. Liikennevahingoissa huomattiin eroa nasta- ja kitkarengaskuljettajien välillä; nastarenkailla ajettiin useammin peräänajoja ja kitkarenkailla puolestaan suistumiset olivat yleisempiä. Nastarenkailla ajettujen peräänajojen suhteellinen osuus viittaa puutteisiin kuljettajien ennakkoinnissa. Tätä päätelmää tukee myös se, että kitkarenkailla ajavat kuljettajat ajoivat vahinkotilanteessa alhaisempaa nopeutta kuin nastarengaskuljettajat. Tutkimuksen perusteella arvioitiin, että mikäli ennakointi ja varovaisuus eivät parane kuljettajan siirtyessä kitkarenkaksiin eikä onnettomuuksien ehkäisemiseksi tehdä turvallisuutta parantavia toimenpiteitä (esim. lisätä talvikunnossapitoa), kasvaisivat peräänajot huomattavasti nykyisestä. (Katila et. al. 2012).

Tutkimuksissa on yllä kuvatun perusteella viitteitä siihen, että kitkarengaskuljettajat kykenisivät kompensoimaan renkaidensa heikompaan pitoon ajamalla varovaisemmin. Tästä on kuitenkin hyö-



tyä vain silloin, kun kuljettaja pystyy ennakoimaan huonot keliolosuhteet. Vuosien 1997-2012 tutkijalautakunta-aineistoihin perustuvassa VTT:n tutkimuksessa huomattiin (ei-merkitseviä) viitteitä siihen, että kitkarenkailla varustetut ajoneuvot olivat onnettomuuksissa useammin aiheuttajana silloin, kun ajokeli poikkesi tulosuunnan kelistä kuin silloin, kun keli pysyi muuttumattomana. (Malmivuo & Luoma 2014).

## Nastarenkaat karhentavat tien pintaa

Nastarenkaiden käytöllä on vaikutusta kitkarenkaiden pitoon, sillä nastarenkaat karhentavat tien pintaa (päällystettä ja jäistä tienpintaa). Erityisesti märällä kelillä karhea päällyste parantaa pitoa, sillä karhea tienpinta sitoo kosteutta. Nastarenkaat karhentavat päällysteen lisäksi jäistä tienpintaa erityisesti nollan asteen tuntumassa ja muutamalla pakkasasteella, vaikutuksen vähentyessä kovemmilla pakkasilla. Jään karhentuminen lisää renkaan ja tien välistä kitkakerrointa. Nastarengas estää siten tien pinnan kiillottumisen liukkaaksi, mikä tapahtuisi, jos tiellä ajettaisiin ainoastaan nastattomilla renkailla. Kitkarenkaiden käyttö lisää tienpinnan kiillottumista erityisesti liitymissä ja mäissä. Nastarenkaiden selkein hyöty on kitkarengasta parempi pito jäisellä tienpinnalla. (Tuononen & Sainio 2013, Helsingin kaupunki 2013).

Aalto-yliopiston suorittaman tutkimuksen mukaan nastarengasosuuden putoaminen 50 prosenttiin ei johtaisi jään kiillottumiseen, mutta nastarenkaiden osuuden putoaminen alle 25 prosenttiin voisi jo heikentää hieman liikenneturvallisuutta. (Tuononen & Sainio 2013). Myös toinen selvitys tukee näitä johtopäätöksiä. Liian vähäisellä (alle 20%) nastarengasosuudella menetetään nastojen aiheuttaman jäisen tienpinnan karhentuminen, mikä johtaa erittäin kiillottuneisiin ja liukkaisiin tienpintoihin (Katila et al. 2012). Mikäli nastarenkailla ei jollakin kadulla tai alueella ajettaisi lainkaan, tulisi kyseisen alueen talvihoitoa tehostaa ja jäisten polanteiden karhennus tehdä koneellisesti.

Myös Norjassa on tehty vastaavia havaintoja onnettomuusmäärien perusteella. Nastarenkaallisten autojen osuuden väheneminen 50 prosenttiin ei empiirisen tutkimuksen mukaan johda jäisen tienpinnan kiillottumiseen tai kitkan alenemiseen. Nastarenkaallisten autojen osuuden pudotessa 25 prosenttiin kitka pienenee 12 %. (Tuononen & Sainio 2013, Helsingin kaupunki 2013).

Nastarenkaiden osuuden putoaminen alle 25 prosenttiin voisi heikentää tienpinnan kitkaa ja siten liikenneturvallisuutta erityisesti liitymissä ja suojateilla, ellei tienpintaa karhenneta koneellisesti tai muutoin paranneta talvihoitoa merkittävästi. Lumi- ja jääpolanteiden karhentaminen voitaisiin täsmäkohdistaa esimerkiksi liitymiin, mäkiin, bussipysäkeille ja suojateille. (Helsingin kaupunki 2013).

VTT:n vuonna 2016 suorittaman tutkimuksen mukaan aiemmissä tutkimuksissa on saatu liian optimisia tuloksia siitä, kuinka pieneksi nastarenkaiden osuus voi laskea ilman tienpinnan kiillottumista. Tutkimuksen mukaan lumi- ja jääpolanteiden pito oli selvästi heikompi testitilanteissa, joissa nastarengasliikennettä oli 25 % tai 0 % kuin suuremmilla nastarengasosuuksilla. Nastarengasosuuksilla 100 %, 75 % ja 50 % pito oli varsin samansuuruinen. Tämän perusteella pääteltiin, että 25 % nastarengasosuus ei riitä tyydyttävään kitkaan lumijääpolanteella. Nastarengasosuuden laskeminen 50 %:sta 25 %:iin laskee lumipolanteella kitkaa 0,23:sta 0,16:een ja jääpolanteella 0,20:sta 0,16:een. Tutkimuksessa huomattiin myös, että jarrutus- ja kiihdytyskohdissa nastarenkaiden karhennusvaikutus häviää, sillä jarrutus ja kiihdytys liukastavat polanteen pintaa voimakkaasti. (Malmivuo & Luoma 2016).

Tienpinnan kiillottuminen on erityisesti raskaan liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden kannalta tärkeä teema, jota on toistaiseksi tutkittu vähän. (Helsingin kaupunki 2013).

## Kitkarenkaiden käyttö voi lisääntyä myös kesällä

Kitkarenkaiden käyttö todennäköisesti lisääntyy myös kesällä, mikäli kitkarengaat yleistyvät merkittävästi talviliikenteessä. Rengastestien mukaan talvirengaat (nasta- tai kitkarengaat) eivät ole ominaisuuksiltaan läheskään yhtä hyvät kesällä kuin kesäolosuhteisiin suunnitellut kesärengaat. (Malmivuo 2012). Kitkarengaat kesäkäytössä ovat erityisen vaaralliset märällä kelillä, sillä kitkarengaan pito märällä tienpinnalla ja esimerkiksi vesiliirroissa on huomattavasti kesärengasta heikompi. Hyvän lumi- ja jääpidon omaavien renkaiden märkäpito on heikko ja päinvastoin. (Salenius & Luoma 2013).

## Kokemukset ulkomailta

Norjassa on todettu henkilövahinko-onnettomuuksien vähentyneen aikana, jolloin nastarenkaiden käyttöä on rajoitettu. Pienentyneet onnettomuusmäärät eivät suoraan liity nastarenkaiden käyttöön, mutta tutkijat ovat varmuudella todenneet, etteivät nastarengasrajoitukset ainakaan ole lisänneet onnettomuuksia (Vehmas & Räsänen 2013). Myöskään Tukholmassa nastarengaskielloilla ei ole havaittu vaikutusta onnettomuusmääriin (Haastattelut 2020).

Merkittävää on se, aiheutuuko nastarengaskiellosta kansallista asennemuutosta, kuten Norjassa, jossa koetaan vahvaa yksimielisyyttä nastarenkaiden haitallisuudesta kaupunki-ilman laadulle eikä kukaan väitä, että kitkarengaat olisivat liukkaan jään pito-ominaisuuksiltaan nastarenkaiden veroisia. Ruotsissa suhtautuminen on ristiriitaista; osa iloitsee parantuneesta ilmanlaadusta ja osa on vihaisia, kun eivät voi ajaa kaikilla kaduilla. (Haastattelut 2020).

Tukholmassa nastarengasrajoitukset koskevat tiettyjä katuja, mutta nastarenkaiden osuus väheni selvästi koko Tukholman alueella. Ennen kieltoja nastarenkaiden osuus kaupungissa oli 60-70 %. Nykyisin rajoitetuilla kaduilla osuus on 20-30 % ja muilla kaduilla 30-40 %. Nastarenkaiden osuus on nyt optimaalinen tien pinnan karhentamiseksi, jotta saavutetaan riittävä pito ja liikenneturvallisuus kitkarengailla. Myös Osloon rajoituksia pidetään onnistuneina. Suuria muutoksia toteutukseen ei jälkikäteenkään ajateltuna tehtäisi. (Haastattelut 2020).

## Terveys- ja turvallisuusvaikutukset vastakkain

Ruotsalainen Chalmers Yliopisto on tutkinut nastarenkaiden vaikutusta ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen koko nastarengaan elinkaaren aikana ns. DALY-indikaattorin (*disability-adjusted life cycle*) avulla. Indikaattorin avulla voidaan arvioida ennen aikaisten kuolemien ja menetettyjen elinvuosien määrää. Mallissa nastarenkaiden positiivisiksi terveysvaikutuksiksi katsotaan liikenneonnettomuuksissa tapahtuneiden loukkaantumisten ja vammojen vähentyminen. Negatiivisia vaikutuksia sen sijaan ovat edellä kuvatut katupölyn aiheuttamat terveyshaitat. Lisäksi mallissa huomioidaan kielteisinä vaikutuksina nastarenkaiden valmistukseen liittyvät päästöt ja mahdolliset työtapaturmat. Mallissa on menty vielä tätäkin syvemmälle ja arvioitu nastarenkaiden valmistuksen sosio-ekonomisia vaikutuksia eli koko nastarengaan elinkaarta valmistukseen tarvittavien materiaalien louhinnasta saakka. Lopputuloksena on todettu, että nastarenkaiden vaikutuksesta menetetään enemmän DALY-arvoa kuin saavutetaan. Positiiviset ja kielteiset vaikutukset kuitenkin jakautuvat epätasaisesti koko renkaan elinkaaren ajalle ja vain osa negatiivisista vaikutuksista kohdistuu sinne, missä rengasta käytetään. (Furberg et al. 2018).

Vuonna 2013 julkaistussa Uppsalan yliopiston opinnäytetyössä on kirjallisuuden ja eri tutkimusten valossa tarkasteltu nastarengaskieltoa liikenneturvallisuuden, PM<sub>10</sub> päästöjen ja liikennejärjestelmän näkökulmasta. Työssä nojataan vahvasti Trafikverket:in vuonna 2005 tekemään tutkimukseen, jossa todettiin nastarenkaiden vähentävän riskiä kuolemaan johtavasta onnettomuudesta 42%:lla. Riski on erityisesti vanhemmissa autoissa, joissa ei ole ESC-järjestelmää. Ilman-

laadun osalta työssä todetaan, että säällä merkittävä vaikutus siihen, millaisia vaikutuksia nastarengaskielloilla ilmanlaatuun saavutetaan. Göteborgissa ilmanlaatu ei ollut vuoteen 2013 mennessä parantunut toivotusti kieltojen toteutuksen jälkeen. Liikennejärjestelmän näkökulmasta katukohtaiset rajoitukset vaikeuttavat niiden autoilijoiden liikkumista, jotka eivät voi käyttää kitkarenkaita. Opinnäytetyön johtopäätös on, että terveys ja liikenneturvallisuus eivät saisi olla vastakkain. Työssä suositellaan etsimään muita keinoja ilmanlaadun parantamiseksi, sillä nastarengaskieltoja toteuttamalla vaikutus ilmanlaatuun ei ole taattu. (Vikström 2013).

## Melu ja ilmanlaatu

### Katupölyllä on vaikutuksia terveyteen

Katupöly koostuu eri kokoisista hiukkasista. Pääosin katupöly koostuu karkeista hiukkasista, mutta sisältää myös hengitettävän kokoluokan hiukkasia (PM<sub>10</sub>), joiden tiedetään olevan haitallisia hengityselimistöille. Yleisimpiä haittoja ovat ärsytysoireet ja lievät hengityselinoireet, kuten kurkun ja silmien kutina, nuha ja yskä. Eniten tutkimustietoa on pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) terveysvaikutuksista, koska sen epidemiologinen tutkimus on ollut helpompaa suorittaa. Pienhiukkasten merkitys onkin terveysvaikutusten kannalta merkittävä, sillä hiukkaset kulkeutuvat syvemmälle hengitysteihin. Katupölyn yli 10 µm hiukkasten terveysvaikutuksia ei ole juurikaan selvitetty. Kuitenkin tiedetään, että ne aiheuttavat muun muassa ylähengitysoireita ja silmätulehduksia. Pienhiukkasia suurempien hiukkasten merkitystä korostaa, että näitä hiukkasia on katupölyssä paljon, kun pienhiukkasia on vain noin 10- 15 % pölystä. Pienhiukkasille ei ole pystytty määrittämään pitoisuutta, jonka alapuolella ei terveyshaittoja enää esiintyisi, ja siten myös Suomen matalien pitoisuuksien on todettu olevan yhteydessä terveyshaittoihin (Valli 2018). Viime aikaisien valtakunnallisten tilastollisten tutkimustietojen valossa voidaan arvioida, että myös Helsingissä katupölyn pienhiukkasten pitkäaikaisen altistumisen myötä tulee ennen aikaisia kuolemantapauksia (Korhonen et al. 2019).

Katupölyn terveyshaitat (pääasiassa pienhiukkasten, mutta jossain määrin myös kokoluokan 2,5 - 10 µm) aiheutuvat nykytiedon perusteella kahden toisiinsa yhteyksissä olevan mekanismin kautta. Ensinnäkin sisään hengitetty hiukkanen voi aiheuttaa keuhkoissa paikallisen tulehduksen, joka voi pahentaa hengityselinsairauksia ja tulehdus voi edetä muualla elimistöön ja pahentaa sydänsairauksia. Toiseksi, hiukkaset voivat keuhkoissa stimuloida hermopäätteitä, mikä johtaa ärsytysreaktioihin hengityselimistössä ja haitallisiin syketaajuuksiin (Lanki 2013).

Terveydelle erityisen haitallisia pienhiukkasia (PM<sub>2,5</sub>) on katupölyssä vain vähän (10 - 15 %). Katupölyn yleisimpiä haittoja ovat ärsytysoireet ja lievät hengityselinoireet, kuten kurkun ja silmien kutina, nuha ja yskä. Nasta-tutkimuksessa korkeiden hiukkaspitoisuuksien yhteydet vakaviin terveyshaittoihin olivat yleensä vain viitteellisiä, mutta havainnot kuitenkin tukevat, että katupöly on myös yhteydessä vakaviin terveyshaittoihin (Helsingin kaupunki 2013).

Viime vuosina on saatu runsaasti uutta tietoa hiukkasten todennäköisistä vaikutusmekanismeista, mutta eri mekanismien yksityiskohtia ja ennen kaikkea suhteellista merkitystä ei kuitenkaan vielä tunneta tarkasti (Valli 2018).

### Nastarenkaat vaikuttavat ilmanlaatuun ja pölypäästöön

Nasta- ja kitkarenkaan aiheuttamaan pölypäästöön vaikuttavat renkaan ominaisuuksien lisäksi päällyste, kadun puhtaus, sääolosuhteet sekä ajonopeus. Koeolosuhteissa, joissa tien pinta on hyvin puhdas, kitkarenkaalla muodostuu selvästi vähemmän uutta pölyä kuin nastarenkaalla (Helsingin kaupunki 2013). Suuremmilla ajonopeuksilla (70 km/h) hengitettäviä pienhiukkasia

muodostuu moninkertainen määrä verrattuna alempiin 30 - 50 km/h nopeusalueisiin (Kupiainen 2013). Nasta- ja kitkarenkaalla ei ole eroa pölypäästön suhteen, mikäli katu on pölyinen hiekoituksesta ja tien sekä renkaiden kulumisesta johtuen (Helsingin kaupunki 2013). Nastarenkaat vaikuttavat merkittävästi kadun pölyisyyteen, joten sitä kautta ne ovat osittain ”syyllisiä” myös kitkarenkaiden nostattamaan katupölyyn.

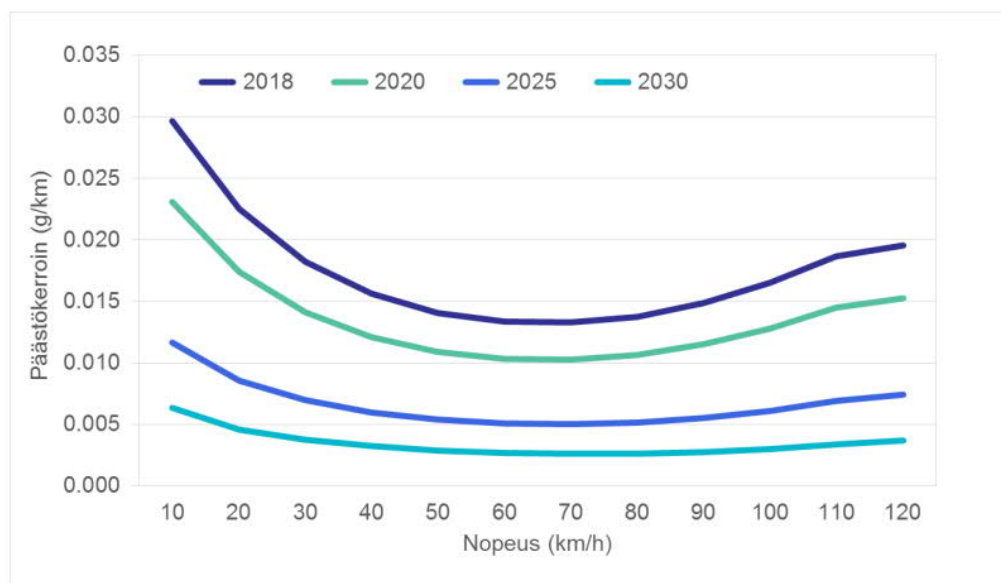
## Nastarenkaiden vaikutus hiukkaspäästöihin

Nasta- tutkimushankkeessa talvella 2011 - 2012 mitattujen katupölynäytteiden (ilma- ja resuspensio päästö) perusteella päällysteen osuus kevätkauden katupölystä on noin 40 - 50 %, 25 % hiekoituksesta ja loput renkaiden kulumisesta sekä muista lähteistä (tiesuola, jarrut, jne.) (Helsingin kaupunki, 2013). Tämän perusteella voidaan karkeasti arvioida, että hengitettävät hiukkaspitoisuudet ( $PM_{10}$ ) vähenevät noin 40%, mikäli nastarenkaiden käyttö lopetetaan ja hiekoituksen sekä katujen kunnossapito säilytetään ennallaan ja mikäli hiekoitus on vähäisempää niin silloin nastattomuuden vaikutus on myös suurempi, mutta korkeintaan noin 70 %. Vastaavaan suuruusluokkaan (42 %) on päästy myös Tukholmassa Hornsgatanin (2+2 katu 50 km/h) kokeilussa, missä nastarenkaiden osuus laski kiellon myötä 70 %:sta noin 36 %:iin (Norman 2016). Käytännössä vaikutus ilmanlaatuun on suurempi, koska nastakielto vähentää ainakin alkuvaiheessa myös liikennemääriä kyseisellä kadulla, mutta sitten vastaavasti heikentää niiden katujen tilannetta, jonne nastalliset autot siirtyvät. Hornsgatanin lisäksi Tukholmassa on viime vuosina asetettu nastakieltoja Flemingsgatanille ja Kungsgatanille, joissa nopeusrajoitus ja mitattu keskinopeus on 30 km/h. Kyseisille kaduille mallinnettiin yhteispohjoismaisella NORTRIP-laskentamallilla noin 20 % vähennys  $PM_{10}$ -päästöihin, joista merkittävä osa johtui nastarengaskiellon aiheuttamasta liikennemäärän vähentymisestä (noin -10 %). Kun yksittäiselle merkittävälle kadulle on asetettu nastarengaskielto, niin se on merkittävästi lisännyt nastattomien renkaiden osuutta koko kaupunkialueella. Kalpahankeessa tehdyn Nortip simulaation perusteella Mäkelänkadun  $PM_{10}$ -päästöt pienenevät vuodesta riippuen 25 - 36 %, kun nastarenkaiden osuus laskee noin 70 % osuudesta 30 % osuuteen. Mikäli taustapitoisuus säilyy ennallaan, nastattomuus ei kaupungissa laajemmin yleisty eikä ajoneuvokanta uudistu vähäpäästöisemmäksi, niin taustapitoisuus huomioiden vaikutus  $PM_{10}$  vuosikeskiarvoon on vain noin -15 %.

Katupölyn osalta päivittäiset ja vuoden aikaiset vaihtelut ovat hyvin suuria. Kuivana kevät talvipäivänä nastarenkaiden tienpinnalle kerryttämä katupöly vapautuu, jolloin niillä on suurempi vaikutus ilmanlaatuun.

Päällysteen kulumisesta syntyneestä  $PM_{10}$ :stä  $PM_{2,5}$  osuus on noin 5 % (Nortip). Nykytilanteessa kadunkulumisesta aiheutuvan  $PM_{2,5}$  päästön voidaan karkeasti arvioida olevan vuositasolla samaa suuruusluokkaa kuin pakokaasuperäisten  $PM_{2,5}$  päästöjen (~40 km/h ajonopeudella, maksimirakoko 11 mm ja kuulumylly arvo 5). Pakokaasuperäiset päästöt ovat suurimmillaan pienillä nopeuksilla ja pienimmillään niillä nopeuksilla, joilla nastarenkaiden päästöt ovat suurimmillaan.

Ajoneuvokannan uudistumisen ja tiukempien päästörajoitusten myötä katupölyperäisten pienhiukkasten merkitys korostuu, eli tulevaisuudessa tienpinnan kulumisesta aiheutuvat  $PM_{2,5}$  pitoisuudet ovat todennäköisesti myös vuositasolla suuremmat kuin pakokaasuperäiset pienhiukkaspäästöt. Kuvassa 1 on havainnollistettu  $PM_{2,5}$  päästöjen kehitystä nopeuden funktiona.



**Kuva 1 Autoliikenteen päästölaskelmissa käytettävät ajoneuvojen keskimääräiset nopeusriippuvaiset pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) päästökertoimet. Kertoimien pohjana ovat EEA:n päästökertoimet (EEA 2019) painotettuna ajosuoritteiden EURO-päästöluokkakajakaumilla ja koko Suomen keskimääräisillä ajosuoriteosuuksilla vuonna 2018 ennustettuna vuosilla 2020-2030 (VTT, 2019). (Salmi et al. 2020)**

Nastarengaskiellon vaikutuksien osalta keskeistä on se, miten hyvin sitä noudatetaan, eli puolituuksa nastarenkaiden määrä kuten Tukholman Hornsgatanilla (70 % -> 36 %) (Norman 2016) vai onko muutos huomattavasti pienempi kuten esim. Flemingsgatanilla (39 % -> 31%). (Norman 2018).

## Runsasnastaiset renkaat voivat lisätä hiukkaspäästöjä

Nasta- tutkimushankkeen jälkeen lainsäädäntö on nastarenkaiden osalta muuttunut ja nastojen enimmäismäärä on rajoitettu aiempaa tiukemmaksi 50 kpl/m (noin -25 %), mutta suurempi nastamäärä on sallittu, mikäli testipäällysteen kuluminen on sallituissa rajoissa. Rengasvalmistajat ovatkin pystyneet optimoimaan nastarenkansa siten, että nastojen määrä on aiempaa huomattavasti suurempi, jopa kaksinkertainen, mutta täyttää virallisen testin vaatimukset. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen perusteella uuden lain mahdollistamat ns. uuden sukupolven runsasnastaiset renkaat lisäävät merkittävästi (+20 %) hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) päästöjä. Vastaavan suuntaisia tuloksia on saatu myös KALPA-hankkeessa, missä tosin eri renkaiden PM<sub>10</sub> päästöjen välillä oli hyvin suuria eroja (Kulovuori 2018). Mikäli uuden sukupolven runsasnastaiset nastarengaat ovat laajasti käytössä, niin yhdistämällä niiden +20 % PM<sub>10</sub> lisäys Nasta-hankkeen tuloksiin voidaan arvioida, että nastakielto vähentää PM<sub>10</sub> päästöjä jopa 50 %.

## Renkaiden kuluminen ja mikromuovipäästö

Renkaiden valmistus aiheuttaa ympäristöhaittoja, mutta eri tyyppisten talvirenkaiden eroa renkaan käyttöiässä ei pystytä toteamaan, sillä renkaan kuluminen riippuu monesta eri tekijästä. Suomessa renkaiden suositeltu käyttöikä on enintään 6 vuotta, mutta mm. ajokilometrit, ajo-olosuhteet ja ajotapa vaikuttavat renkaan kulumisnopeuteen. Kitka- ja nastarenkaiden kulumisen eroista ei ole tutkimustietoa (Andersson-Sköld et. al. 2020).

Renkaiden suorat ympäristövaikutukset kohdistuvat renkaan käyttöön, valmistukseen ja käytöstä poistamiseen. Renkaiden valmistukseen käytetään kumia, josta aiheutuu mikromuovia ympäristöön renkaan kuluessa. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan tieliikenne on suurin mikromuovipäästöjen aiheuttaja Ruotsissa. Myös päällysteestä ja tiemerkinnoista irtoaa mikromuoveja erityisesti nastarenkaiden vaikutuksesta. Nastarenkaiden aiheuttama päällysteen karhentuminen saattaa myös aiheuttaa kitkarenkaiden kulumista ja sen kautta mikromuovien päätymistä ympäristöön. Nastarenkaiden käyttöä vähentämällä voidaan vähentää siis mikromuovien irtoamista päällysteestä ja renkaista. (Andersson-Sköld et. all. 2020).

## Meluvaikutukset

Nastarenkaiden vaikutus liikenteen kokonaismelutasoon (vierintä- ja käyttövoimamelu) riippuu päällysteestä, ajonopeudesta ja ajotilanteesta (tasainen nopeus vai kiihdytys/jarrutus) sekä nastarenkaiden ja raskaan liikenteen osuudesta. Myös sääolosuhteilla ja liikenneympäristöllä on merkitystä melutasoihin.

Hyvin sileällä pienirakeisella testipäällysteellä ja ajettaessa uusilla nastarenkailla voi vierintämelutason lisäys olla jopa yli 9 dB. Tavanomaista hiljaisemmalla (SMA 8) päällysteellä nastarengas lisää liikenteen kokonaismelua 50 km/h nopeusrajoitusalueella noin 3 dB. Koska nastat jauhavat päällysteen karheammaksi, niin myös kitkarenkaat ovat käytännössä yhtä äänekkäät kuin tavanomaisella päällysteellä (AB 16 - 22). Tavanomaisella päällysteellä käytetyt nastarenkaat lisäävät liikenteen kokonaismelua noin 1 dB (raskaan liikenteen osuus 7 - 10 % ja joukossa myös kitkarenkaita). Kitkarenkaat ovat yhtä äänekkäitä kuin vastaavat kesärenkaat (sama nopeusluokka ja profiili). (Lahti 2008).

Nastarenkaiden vaikutusta tieliikennemelutasoon on tutkittu ja arvioitu esimerkiksi CNOSSOS-EU laskentamallin (Kephalopoulos 2012) avulla, jolloin tulee huomioitua kaikki keskeiset kokonaismelupäästöön vaikuttavat tekijät. Laskentamallin mukaan nastojen vaikutus vierintämeluun on sitä suurempi, mitä alhaisempi on nopeus. Alle 50 km/h nopeudella myös moottoriperäinen melu vaikuttaa henkilöauton kokonaisäänitehoon, joten noin 50 km/h nopeusalueella nastojen vaikutus tieliikennemeluun on suurimmillaan. Taulukossa 1 on esitetty kansallisilla lähtöarvoilla (Kokkonen 2017) lasketut nastarenkaiden vaikutukset tiemelulähteen äänitehotasoon ( $L_{WA}$ ) eri nopeuksilla ja eri raskaiden ajoneuvojen osuuksilla. Laskennassa ei ole huomioitu kitkarenkaiden osuutta eikä risteyksien vaikutusta (kiihdytys/jarrutus).

**Taulukko 1 CNOSSOS-EU laskentamallin nastakorjauksen vaikutus äänitehoon ( $L_{WA}$ , henkilöautoilla (cat1) nastarenkaiden osuus 100%), eri nopeuksilla ja raskaan liikenteen osuuksilla (cat2/cat3 osuudet 50/50).**

	Nastarenkaiden vaikutus melutasoon, dB		
	rask. 0 %	rask. 7,5 %	rask. 15 %
30 km/h	2,3	1,3	0,8
40 km/h	3	1,9	1,3
50 km/h	3,3	2,2	1,6
60 km/h	2,8	1,9	1,3
80 km/h	2,4	1,7	1,1
100 km/h	2,4	1,8	1,4
120 km/h	2,4	2,2	1,9

## Päällysteen kuluminen

### Päällysteen kulumiseen vaikuttaa monia tekijöitä

Teiden kuluminen johtuu pääosin kolmesta kuormitustekijästä, joita ovat kevyiden ajoneuvojen aiheuttama nastarengaskulutus, raskaiden ajoneuvojen aiheuttama liikennekuormitus ja ilmaston aiheuttama ilmastokuormitus. Nastarengaskulutuksesta seuraa teiden urautumista, mikä on päällysteiden näkyvin rappeutumistyyppi. Teiden kulumisesta aiheutuu teiden uudelleen päällystystarvetta ja sillä on vaikutuksia talvikunnossapidon vaatimuksiin. Valtaosa teiden ylläpitotöistä kohdistuu kulmaurien poistoon. (Virtala 2016, Tuononen & Sainio 2013).

Päällysteen urautuminen voi aiheuttaa liikenneturvallisuusrisikin, kun liian syvään uraan kerääntyy sateella vettä, mikä lisää riskiä ajoneuvon hallinnan menetykseen vesiliirron takia. Poikittaiset epätasaisuudet vaikuttavat ajoneuvon ajettavuuteen myös kuivalla tiellä heikentäen ajoneuvon ohjattavuutta. (Heikkinen 2012) Nastarenkaiden positiivinen vaikutus tiestöön on niiden asfalttia ja jäistä tienpintaa karhentava vaikutus. Mikäli jäisellä tieosuudella liikennöidään pelkästään nastattomilla renkailla, voi jää kiillottua hyvin liukkaaksi. (Tuononen & Sainio 2013).

### Monet nastarenkaan ominaisuudet vaikuttavat kulumiseen

Nastarenkaan tietä kuluttavaan ominaisuuteen vaikuttavat monet ajoneuvotekijät, kuten nastan ulkonema, pistovoima, nastan paino ja muut mitat. Nastarenkaan tienpinnan kuluttamiseen vaikuttavat myös nastamäärä renkaan vierintäkehän metriä kohti, nastojen käyttöprosentti, nastallisen liikenteen määrä ja ajonopeus. (Unhola 2004). Tienpintaa kuluttavat nastan vaikutuksesta alkuisku, pistovoima, hierto sekä tiekosketuksen irtoamishetkellä tapahtuva raapaisu. Ajonopeuden ollessa alle 50 km/h raapaisu aiheuttaa merkittävimmän päällysteen kulumisen. Nopeuden noustessa yli 100 km/h alkuiskun aiheuttama päällysteen kulutus puolestaan kasvaa. (Sairanen 2011).

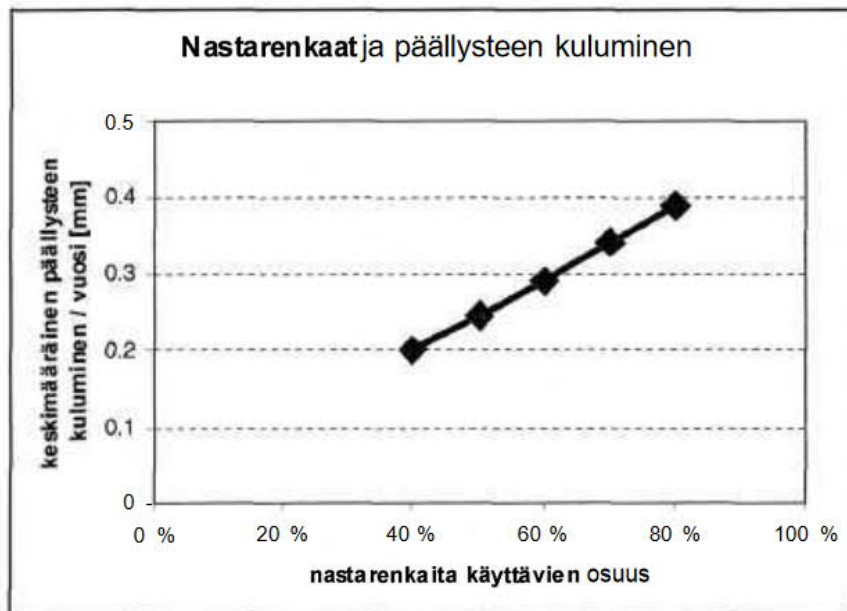
Nastarenkaat kuluttavat päällysteitä taajamanopeuksissa maanteitä vähemmän. Taajamissa muodostuu kuitenkin useisiin paikkoihin syviä ajouria lähes yhtä lyhyessä ajassa kuin maanteillä, koska päällysteen deformaatio on voimakasta kohteissa, joissa raskaat ajoneuvot liikkuvat hitaasti ja pysähtelevät. Kaduilla myös ajoradan poikkileikkaus poikkeaa maanteistä ja ajourat keskittyvät kapeammalle kaistalle kuin maanteillä. Urien poikkipinta-alan on havaittu empiirisissä urasyvyysmittauksissa selittävän kulumista paremmin kuin urasyvyyden muutoksen. (Heikkinen 2012).

Nastarenkaiden profiilisuhdetta, rengaspainetta, auton painoa ja ajonopeuden vaikutuksia on tutkittu tien kulumiseen ajanjaksolla 1990-2003. Tutkimusmenetelmänä käytettiin VTT:n 1980-luvulta lähtien kehittämää ylijakoetta. Tutkituista tekijöistä vain profiilisuhteen alenemisen havaittiin vähentävän päällysteen kulutusta ja muiden tutkittujen tekijöiden kasvun lisäävän tienkulutusta. Päällysteen kulumista kuvaavan ominaiskuluttavuuden (grammaa/ajoneuvokilometri) kasvu oli tutkittujen ominaisuuksien ja nastamäärän muutosten (+17 %) vaikutuksesta yhteensä 38 prosenttia. Tämän tuloksen perusteella Suomessa liikenteen (nastallisen suoritteiden) kasvu huomioiden, on tien kulumisen kasvanut em. ajoneuvotekijöiden takia valta- ja kantatiestöllä 13 vuodessa 44 prosenttia. Nastan painon aleneminen (noin 2 grammaa -> 1,1 grammaa) samana ajanjaksona (1990-2003) tarkoittaa aiempien tutkimusten perusteella arvioituna kulumisen alenemista samalla määrällä eli 45 prosentilla. Nastojen keventyminen 1990-luvun alun nastamääräysten johdosta on päättyneenä. Jos muut tutkimuksessa tarkastellut tekijät jatkavat muutostaan, tienkuluminen voimistuu vuosittain noin 3 prosentilla. (Unhola 2004).

Nykyisen nastarengasmääräyksen mukaisesti renkaassa saa olla nastoja aiempaa vähemmän, mutta suurempi nastamäärä on sallittu, mikäli testipäällysteen kuluminen on sallituissa rajoissa. Renkaiden tyyppihyväksyntään vaaditaan yliajotesti. On kuitenkin huomattu, että yliajotesti ei kuitenkaan kuvaa todellista tien kulumista, sillä uusissa renkaissa nastaulkonema kasvaa sitä mukaa, kun renkaalla ajetaan. Yliajotestissa rengas on uusi eivätkä nastat ole vielä alkaneet työntyä ulospäin, minkä vuoksi runsasnastainenkaan rengas ei välttämättä yliajotestissä kuluta tien pintaa läheskään yhtä paljon, kuin enemmän ajettu nastarengas. (Tuononen 2017). Nykyinen nastarengasmääräys on tullut voimaan vuonna 2013, joten nykyiset nastarenkaat kuluttavat todennäköisesti tien pintaa enemmän kuin aiemmissa tutkimuksissa on todettu.

## Nastarenkaita käyttävien osuudella vaikutusta

Ruotsissa on kehitetty VTI:n toimesta matemaattinen malli, joka ennustaa päällysteen kulumista, kun päällysteen, liikenteen tai nastojen ominaisuudet muuttuvat. Mallin mukaan päällysteen kuluminen riippuu nastarenkaita käyttävien osuudesta siten, että nastarenkaiden osuuden vähentyessä 20 % keskimääräinen päällysteen kuluminen vähenee testiliikennemäärillä 0,1 mm vuodessa. (Helsingin kaupunki 2001).



Kuva 1. Päällysteen kulumisen riippuvuus nastarenkaita käyttävien osuudesta testiliikennemäärillä (Arrojo 2000)

## Kuva 2. Päällysteen kulumisen riippuvuus nastarenkaita käyttävien osuudesta, ruotsalainen tutkimus vuodelta 2000 (Lähde: Helsingin kaupunki 2001)

Melua vaimentavat päällysteet kuluvat erityisen nopeasti nastarenkaiden vaikutuksesta, sillä päällyste on tavallista pehmeämpää. (Kuja-Aro et al. 2018).

## Nastarengasjakauma

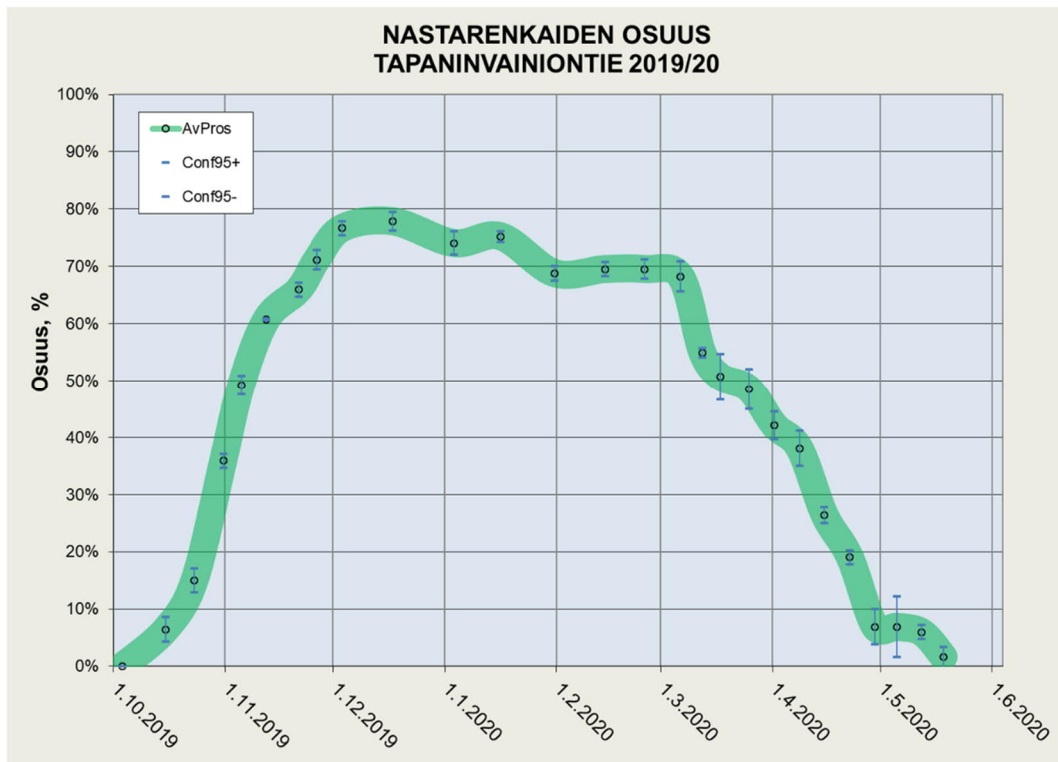
### Vaikutukset nastarengasjakaumaan

Suomessa henkilö- ja pakettiautoissa on aiemmin ollut pakollista käyttää talvirenkaita joulukuusta helmikuuhun. Myös raskailla ajoneuvoilla on lain mukaan käytettävä talvirenkaita, mutta






raskaiden ajoneuvojen talvirenkaat ovat nastattomia. Nasta-tutkimusohjelman mukaan talvikaudella 2009-2010 Suomessa noin 88 % henkilöautoista käytti nastarenkaita ja 12 % kitkarenkaita. Helsingin kantakaupungissa kevättalvella 2011 nastarenkaita käytti 76 % ja kevättalvella 2013 70 % henkilöautoista. (Helsingin kaupunki 2013). Uuden tieliikennelain voimaan astumisen myötä talvirengaspakko poistuu ja tienkäyttäjälle annetaan aiempaa enemmän omaa harkintavaltaa rengasvalintaan. Uuden tieliikennelain mukaan talvirenkaita on käytettävä marraskuun alusta maaliskuun loppuun, kun keli- tai sääolosuhteet sitä edellyttävät.

Kattavaa tietoa renkaiden valinnasta ei ole saatavilla. Keväällä 2020 toteutetun tutkimuksen perusteella helsinkiläisistä autoilijoista 31% ajaa kitkarenkailla (Helsingin kaupunki, ympäristöpalvelut, 2020). Helsingin kaupunki kerää tietoa nastarenkaiden osuuksista liikennevirrassa Tapaninvainiontiellä Pohjois-Helsingissä. Talvikaudella 2019-2020 nastarenkaiden osuus oli enimmillään noin 78 %. Nastarenkaiden osuus vaihtelee ajankohdan mukaan ollen suurimmillaan yleensä joulu-tammikuussa (kuva alla).



**Kuva 3. Nastarenkaiden osuus henkilö- ja pakettiautoissa Tapaninvainiontiellä talvikaudella 2019-20**

Suomessa nastarenkaiden käyttö on jo vuosia ollut muita pohjoismaita yleisempää. Vuonna 2010 Suomessa kitkarenkaita käytti 12 % henkilöautoista, vastaavan osuuden ollessa Ruotsissa 31 % ja Norjassa 62 %. Helsingissä ja erityisesti Helsingin kantakaupungissa sekä muissa suuremmissa kaupungeissa kitkarenkaiden käyttö on suosittuempaa kuin muualla Suomessa. (Helsingin kaupunki 2013).

Kitkarenkaiden osuudet maittain ja alueittain Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa			
Maa	2010, %	2013, %	Maat alueittain, 2011–2013, %
Suomi 	12	?	Helsinki-kantakaupunki ..... (2013) .. 21 Helsinki ..... (2010) .. 18 Muu Uusimaa ja muu Suomi ..... 12
Ruotsi 	31	34 (2012)	Tukholma ..... 34 Itä-Ruotsi ..... 29 Etelä-Ruotsi ..... 51 Pohjois-Ruotsi ..... 7
Norja 	62	63	Oslo, Bergen, Stavanger ja Trondheim ..... 65–86 Maaseutu ..... 50 Tromsø ..... 13

**Kuva 4. Kitkarenkaiden osuus Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa (Helsingin kaupunki 2013)**

Liikenne- ja viestintäministeriö teki Nasta-tutkimusohjelman yhteydessä selvityksen Helsingin kantakaupungin nastarengaskielion vaikutuksesta rengasjakaumaan koko Suomessa. Arviointi tehtiin kahdella eri mallilla. Ns. liikennevirtamallin perusteella arvioitiin kitkarengasasteen noston kantakaupungissa 24 prosenttiyksiköllä nostavan muualla Uudellamaalla kitkarengasastetta muutamalla prosentilla ja koko Suomessa korkeintaan prosentilla. Malliin todettiin kuitenkin liittyvän huomattavia epävarmuustekijöitä. Toisella ns. Norjan mallilla arvioitiin vastaavan suuruisen kitkarengasasteen noston nostavan muun Uudenmaan kitkarengasastetta noin 17 % ja koko Suomen noin 10 %. Ero näiden mallien välillä oli, että Norjan mallissa oletettiin myös asenteiden kitkarenkaita kohtaan muuttuvan. (Malmivuo 2012).

Tukholmassa nastarenkaiden osuus oli ennen vuoden 2016 nastarengaskieltojen käyttöönottoa 60-70 %. Rajoituksen jälkeen nastarenkaiden osuus laski 30-40 %:iin ja rajoituskaduilla 20-30 %:iin (Haastattelut 2020). Oslossa kitkarenkaiden käyttö lisääntyi 38 %-yksikköä vuodesta 1999 vuoteen 2010. Kitkarenkaiden osuus Oslossa vuonna 2010 oli 86 %. Nastarenkaiden käytön rajoitukset aloitettiin Oslossa vuonna 2010. (Malmivuo 2012). Uppsalassa nastarengasosuudet olivat ennen rajoituksia 80-90 %, mutta nastarengaskielion jälkeen Kungsgatanilla osuus oli vuoden 2010 lopulla vain 10 % (Helsingin kaupunki 2013). Pohjoismaisiin esimerkkien perusteella nastarengasrajoitukset ovat tehokas tapa lisätä kitkarenkaiden määrää ja aikaansaada asenne-muutos myös laajemmin.

## Kitkarenkaiden käytön edistäminen

Kitkarenkaiden käytön edistäminen edellyttää rajoitusten lisäksi myös muita toimenpiteitä, joilla varmistetaan riittävä liikenneturvallisuus ja rajoitusten hyväksyttävyyys sekä vahvistetaan kitkarengastavoitteeseen pääsemistä. Esimerkiksi Tukholmassa toteutettiin seuraavia toimenpiteitä (Haastattelut 2020):

- katujen talvihoidon kehittäminen ja tehostaminen
- valvonnan tehostaminen
- ison tiedotuskampanjan järjestäminen nastarengaskieltoja edeltävänä vuonna
- laajaa viestintää mediassa ja kaupungin infonäytöissä

Rengasvalinnan syitä kartoitettiin keväällä 2020 autoileville helsinkiläisille toteutetussa kyselyssä. Kyselyyn vastasi 528 helsinkiläistä. Nastarenkaiden valintaan vaikuttivat eniten rengastyypin turvallisuus sekä aikaisempi kokemus samasta rengastyypistä. Kitkarenkailla ajavilla perusteina olivat renkaiden soveltuvuus kaupunkiympäristöön, ajomukavuus ja rengasmelu sekä aikaisempi kokemus samasta rengastyypistä. Kitkarenkailla käytävillä korostui selvästi terveys ja ympäristönäkökohdat sen sijaan turvallisuus ei ollut yhtä vahvana perusteena kuin nastarenkailla ajavilla. Huomion arvoista on, että kitkarenkailla ajavat ovat hyvin varmoja (87%) siitä, että seuraavakin rengasvalinta kohdistuu kitkoihin. Nastarenkaita käyttävistä vain 50% aikoo hankkia seuraaviksikin renkaiksi nastat. Myös tulevan rengasvalinnan perusteluissa kitkarenkailla ajavilla korostuvat aikaisempi kokemus, ajomukavuus ja rengasmelu, renkaiden soveltuvuus kaupunkiympäristöön sekä terveys ja ympäristö. (Helsingin kaupunki, ympäristöpalvelut, 2020)

Nasta -tutkimusohjelman 2011-2013 taustaraporteissa sekä loppuraportissa on esitetty useita keinoja kitkarenkaiden edistämiseksi. Toimenpiteiden määrittämisessä lähtötietoina ovat olleet muualla toteutettujen toimenpiteiden kokemukset. Seuraavassa on esitetty toimenpiteitä, joita on esitetty kitkarenkaiden käytön edistämiseksi. Toimenpiteiden ryhmittelyssä on pääosin noudatettu Nasta-tutkimusohjelman raportin ryhmittelyä.

## Katujen talvihoidon kehittäminen

Talvihoitoa, erityisesti liukkauden torjunnan tehostamista on pidetty tarpeellisena, koska nykyiset nastarengaskuljettajat ovat tottuneet hyvään pitoon lähes kelillä kuin kelillä (Malmivuo 2012, Kattila et al. 2012). Tukholmassa ensimmäisenä vuonna rajoituskaduilla lisättiin suolausta ja hiekoitusta. Sittemmin hiekoituksesta on pääkaduilla luovuttu ja rajoituskatuja vain suolataan. Pölynsi-dontaa ja katujen puhtaanapitoa on tehostettu. (Haastattelut 2020).

Talvihoidon kehittämisen keinoja ovat:

- Ajoittaa katujen hiekoitus ja suolaus paremmin
- Toteuttaa kadun pinnan sulanapitojärjestelmiä pahimmissa paikoissa kuten bussipysäkeillä, risteyksissä ja katujen jyrkissä mäkiäsuuksissa
- Kehittää kelitiedon reaaliaikaista ja alueellista hallintaa.

Tarkemmin keinoja talvihoidon keinojen kehittämiseksi on määritetty Nasta-tutkimusohjelman loppuraportissa. (Helsingin kaupunki 2013)

## Helsingin kaupungin talvirengashankinnat

Suosittelavaksi keinoksi Nasta-ohjelmassa on nostettu kitkarenkaiden edellyttäminen kaupungin ostamien tai vuokraamien henkilöautojen hankinnoissa sekä yksittäisten taksikyytien tilauksissa. Myös pitempiaikaisissa tilaussopimuksissa kitkarenkailla varustettujen autojen suosiminen olisi suositeltavaa. Kaupungin omien toimihenkilöiden kitkarenkaiden käyttöä voidaan edistää edellyttämällä kitkarenkaiden käyttöä työasiamatkoilla kilometrikorvausten saamiseksi. (Helsingin kaupunki 2013)

## Viestinnän keinot tukevat kitkarenkaisiin siirtymää

Nasta-tutkimusohjelman sekä Tukholman haastattelun perusteella hyvin tarpeelliseksi on nähty nastarengasrajoitusten käyttöönoton tukeminen viestintäkampanjoiden avulla. Viestintäkampanjoita on verokkikaupungeissa toteutettu hyvissä ajoin ennen muutoksen voimaan astumista sekä aina ennen renkaanvaihtosesonkia, kunnes tavoitteeseen on päästy. (Helsingin kaupunki 2013; Haastattelut 2020)

Kitkarengaskyselyn tuloksista selvisi, että helsinkiläisistä autoilijoista 59% kaipasi lisätietoa rengasvalinnan ympäristö- ja terveysvaikutuksista. Sama toive toistui tutkimuksen avoimissa vastauksissa. Tiedotuksen toivottiin perustuvan tutkimustietoihin eri rengastyypin ominaisuuksien ja vaikutusten välillä. (Helsingin kaupunki, ympäristöpalvelut, 2020)

Oslossa 1990-luvun alussa toteutettu kampanjointi kitkarenkaiden puolesta kasvatti kitkarenkaiden osuutta 20%:sta 50 %:iin ennen kuin nastarengasrajoituksia oli otettu käyttöön. Tukholmassa toteutettiin vuotta ennen nastarengaskieltojen käyttöönottoa laajempi viestintäkampanja. Lisäksi käyttöönoton yhteydessä viestittiin laajasti kaupungin kanavissa ja infonäytöissä. (Kupiainen & Ritola 2013, Haastattelut 2020).

Kannattavaksi on koettu toimenpiteeseen liittyvien uhkien, kuten kolaririskin rehellisesti esille tuominen. Toimenpidettä voidaan perustella sen aiheuttamien hyötyjen ja haittojen kautta. Tukholmassa nastarengaskieltojen käyttöönoton yhteydessä mediassa tuotiin esille huonon ilmanlaadun, ihmisten terveyden ja nastarenkaiden välistä korrelaatiota. (Mikkonen 2012, Haastattelut 2020).

Liikenneturvallisuushaittojen vähentämiseksi on koettu toimivaksi viestintä autoilijoille kolaririskiä vähentävistä tekijöistä kuten ennakoidusta ajotavasta, joukkoliikenteen käytön suosittelemisesta vaikeimmissa keliolosuhteissa sekä edellytetty varustautumaan hankalien tilanteiden hallintaan kuljettamalla mukana lumilapiota ja sepelipussia. Toimenpiteet voidaan toteuttaa esimerkiksi jättävän tietopakettien avulla. (Mikkonen 2012, Malmivuo 2012).

Ennakoivan talviajon koulutuksia on suositeltu toimenpiteeksi Nasta-ohjelmassa. Tukholmassa koulutuksille ei nähty tarvetta, sillä jo ennen rajoituksia lähes puolella Tukholman ajoneuvoista oli kitkarenkaidet. Helsingin seudulla koulutuksiin voi olla suurempi tarve ja halukkuuttakin, sillä kitkarenkaiden osuus vuonna 2017 oli vain 24% (Helsingin kaupunki 2013, Myller 2017). Keskeisintä koulutuksen sisältöä olisivat riittävän ajan varaaminen matkalle, nopeuksien ja turvaetäisyyksien merkitys ajossa ja ajoon lähtemisen turvallisuus ylipäänsä tietyissä keliolosuhteissa. (Malmivuo 2012).

Liikenneturvallisuusriskien vähentämiseksi on nähty tarpeellisena myös jalankulkijoille ja pyöräilijöille kohdistettu viestintä median kautta yleisesti ja hankalien keliänsä aikana. Viestinnässä muistutetaan pysymään valppaana liikenteessä, käyttämään turvalaitteita sekä noudattamaan liikennevaloja. Lisäksi on tuotu esiin kitkarenkaiden hiljaisempaa ääntä. (Mikkonen 2012, Malmivuo 2012).

Tarpeelliseksi on esitetty autoilijoille liikenteessä kohdistetut herätteet ajotapojen muuttamiseksi olosuhteiden vaatimalla tavalla. Viestinnän keinojen tulee olla vaikuttavuudeltaan erilaisia. Pieni osa autoilijoista tarvitsee suorastaan pakotteen ajotavan hillintään. Kaikkien tulisi mukautua olosuhteisiin, sillä pienikin joukko riittää käynnistämään kaaoksen liikenteessä. Keinoina voidaan käyttää kelivaroituksia tai liikkeellä oleville autoilijoille suunnattua tiedotusta autoradioihin ja kännyköihin. Kaikkein vaikeimpien olosuhteiden aikaan on suositeltu järeämpiä keinoja kuten näkyvälle paikalle parkkeeratut turva-autot, joissa on varoitusvilkut. (Mikkonen 2012).

Ihmisten kannustamista pohjoismaisten talvirenkaiden käyttöön on suositeltu, kuten myös on esitetty Keski-Euroopan kitkarenkaiden käyttökieltoa talvirenkaina Suomessa (Malmivuo M. 2012). Täysin tiettyjen maiden renkaiden käyttökielto tuskin on lainsäädännön puitteissa mahdollista mutta saman asian voi tehdä lisäämällä tietoa renkaiden ominaisuuksista. Kitkarenkaiden riittä-

vän tiheästä vaihtovälistä muistuttaminen sekä kannustaminen kitkarenkaiden käyttöön erityisesti niillä, kenellä on ehdoton tarve päästä Helsingin kantakaupunkiin, on nähty suositeltavaksi. (Malmivuo 2012).

Vaikutuspotentiaalia liikenneturvallisuusriskien minimointiin on tunnistettu työnantajien sallivalla asenteella henkilöstönsä etätöihin kelivaroituspäivinä. (Mikkonen 2012).

## Kannustimia hyödynnetty vielä vähän

Kannustimia on kirjallisuuden perusteella hyödynnetty vielä vähän. Kannustin-aihe kaipaisi lisäselvitystä keinovalikoiman laajentamiseksi. Rajoituksista nastarengaskielto on järeä ja todistettavasti toimiva myös laajemmalle kuin kieltoalueelle.

Kokeilemisen arvoiseksi kannustimeksi on ehdotettu alennuksia kadunvarsipysäköintiin vähäpäästöisten ajoneuvojen tapaan. Alennuksista voitaisiin luopua, kun tavoiteltu kitka- ja nastarenkaiden jakauma on saavutettu. Kitkarenkaisiin vaihtajalle on ehdotettu maksettavaksi tukea Helsingin kaupungin tai valtion toimesta tämän vaihtaessa nastarengaat pois. (Helsingin kaupunki 2013).

Tukholmassa nastarengaskieltojen käyttöön oton yhteydessä poliisi valvoi tehostetusti kiellon toteutumista. Oslossa nastarengasmaksuja valvovat liikenteen ohjaajat, Norjan tiehallinnon tarkastajat ja poliisi. Poliisiin lisäksi valvonnan suorittamiseen on Nasta-ohjelmassa suositeltu kunnallisen pysäköinnin valvonnan resurssien hyödyntämistä (Haastattelut 2020, Helsingin kaupunki 2013).

Nasta-ohjelmassa on todettu, että verotuksen keinoin voidaan säädellä nastarenkaiden osuutta, mutta vero vaatii valtakunnallisen päätöksen. (Helsingin kaupunki 2013).

## Yhteistyötä valmistajien kanssa kannattaa jatkaa

Kannattavaksi on koettu rengasalan ja nastavalmistajien, maahantuojien sekä alan järjestöjen kanssa tehtävä yhteistyö ja sen jatkaminen on suositeltavaa. Ajoneuvokannan uudistumista suositellaan tuettavan niin, että ajoneuvoissa olisi nykyistä useammin turvallisuutta tukevaa tekniikkaa, erityisesti lukkiutumattomat jarrut sekä ajovakauden- ja liukkaudenhallintajärjestelmä. (Malmivuo 2012). Kaikissa uusissa autoissa on ollut pakollista jo vuodesta 2005 lukkiutumaton jarrujärjestelmä ja vuodesta 2014 ajonvakautusjärjestelmä.

## Liikennejärjestelmän toimilla voidaan tukea kiellon vaikutavuutta

Verrokkikaupungeissa nastarengaskiellon voimaan astumisen aikaan nopeusrajoituksia ei alennettu, mutta jälkikäteen nopeusmuutoksia on toteutettu (Haastattelut 2020). Kitkarenkaiden yleistyksen yhteydessä on nähty perustelluksi nopeuksien alentaminen systemaattisesti kymmenellä kilometrillä tunnissa, alimpia 30 km/h alueita lukuun ottamatta. Nopeustason alentamisella on varmasti vaikutusta kolaririskin vähenemiseen. (Mikkonen 2012).

# 3. Vaikutusten arviointi

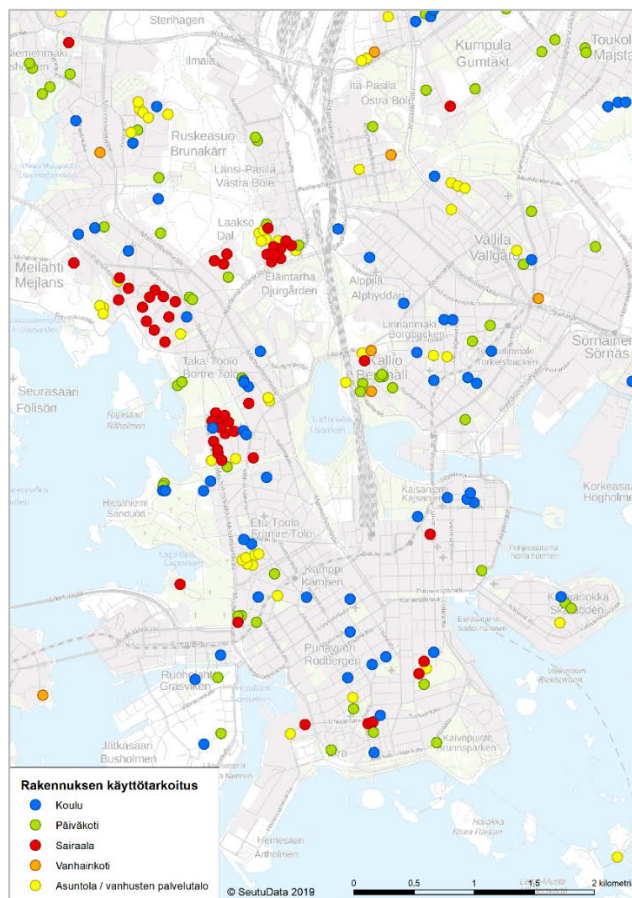
Nastarenkaallisten ajoneuvojen kieltoalueiden asettamisen vaikutuksia Helsingin katuverkolla vertailtiin kolmen vaihtoehdoisen skenaarion välillä:

**Vaihtoehdossa 1** kielto kohdistuisi merkittävälle pääkadulle, jolla on tärkeä liikennettä välittävä rooli.

**Vaihtoehdossa 2** kieltoalue kattaisi kaksi katuosuutta, joille kummalekin on olemassa rinnakkaisia katu yhteyksiä eikä niiden liikenteellinen rooli siten ole yhtä merkittävä kuin vaihtoehdossa 1.

**Vaihtoehtoon 3** sisältyivät sekä vaihtoehdon 1 että vaihtoehdon 2 mukaiset kieltoalueet.

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden perusteella todettiin, että parhaimmat vaikutukset saavutetaan asettamalla kielto kadulle, jossa on ilmanlaatu- tai meluongelmia, korkeahko (vähintään 40 km/h) nopeusrajoitus, kohtalaisesti tai paljon liikennettä sekä herkkiä kohteita tai tiivistä asutusta kadun varressa. Herkiksi kohteiksi luetaan päiväkodit, alakoulut, leikkipuistot, asukaspuistot, palvelutalot ja sairaalat (kuva 5).



**Kuva 5. Herkät kohteet rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan Helsingin kantakaupungissa**



**Vaihtoehdossa 1** kieltoalue asetettaisiin Mannerheimintielle noin 1,2 kilometrin matkalle Nordenskjöldinkadun ja Kuusitien liittymien välille. Mannerheimintie valittiin sen todentamiseksi, mikä vaikutus kiellolla olisi, jos kiello kohdistuisi merkittävälle pääkadulle, jolla on tärkeä liikennettä välittävä rooli. Mannerheimintien nopeusrajoitus on 40 km/h, kadun varressa on useita herkkiä kohteita ja se sopisi ilmanlaatu- ja meluongelmien vuoksi rajoitettavaksi kaduksi.

**Kuva 6. Vaihtoehdon 1 nastarengaskieltoalue**

**Vaihtoehdossa 2** kieltoalue kattaisi Runeberginkadulta Museokadun ja Mannerheimintien liittymien välin (n. 800 m) sekä Helsinginkadulta Sturenkadun ja Hämeentien välin (n. 1,2 km). Helsinginkatu on pääkatu ja Runeberginkatu keskeinen kokoojakatu, mutta kummallakin kadulle on olemassa rinnakkaisia katuyhteyksiä eikä niiden liikenteellinen rooli siten ole yhtä merkittävä kuin esimerkiksi Mannerheimintiellä. Helsinginkadun nopeusrajoitus on 40 km/h ja Runeberginkadulla kiello kohdistuisi 40 km/h nopeusrajoitusalueelle. Kummankin kadun varressa on herkkiä kohteita ja molemmat kadut sopisivat aiempien selvitysten mukaan hiljaisen päällysteen kohteiksi, mikä puoltaisi nastarengaskieltojen käyttöönottoa kyseisillä kaduilla.



**Kuva 7. Vaihtoehdon 2 nastarengaskieltoalueet**



**Vaihtoehtoon 3** sisältyisivät sekä vaihtoehdon 1 että vaihtoehdon 2 mukaiset kieltoalueet.

**Kuva 8. Vaihtoehdon 3 nastarengaskieltoalueet**

## Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat

Vaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin seuraavia vaikutuksia eri vaihtoehdoissa:

- Vaikutukset liikennejärjestelmään
- Liikenneturvallisuusvaikutukset
- Meluvaikutukset
- Ilmanlaatuvaikutukset

### Vaikutukset liikennejärjestelmään

Liikenteellisiä tarkasteluja tehtiin kaikissa vaihtoehdoissa sekä nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla että tavoitetilan mukaisella rengasjakaumalla. Nykytilan mukaisessa jakaumassa nastarenkaallisten ajoneuvojen osuudeksi oletettiin 70 % ja kitkarenkaallisten ajoneuvojen osuudeksi 30 % kaikista kevyistä ajoneuvoista. Tavoitetilanteessa osuudet olivat päinvastaiset. Raskaaseen liikenteeseen rajoituksilla ei oletettu olevan vaikutusta. Tonteille ajo on sallittua myös nastarenkailla.

Kieltoalueiden vaikutuksia liikennemääriin mallinnettiin EMME-ohjelmistolla ja Helsingin seudun työssäkäyntialuetta kuvaavan HELMET 3.1.-mallin mukaisella nykytilanteen liikenneverkolla ja nykytilanteen mukaisella liikenteen kysynnällä. Malliin luotiin erilliset ajoneuvoluokat kuvaamaan nastarenkaallisia ja kitkarenkaallisia ajoneuvoja ja kertoimet ajoneuvoluokkien kysyntämatriiseille asetettiin kunkin tarkasteltavaan tilanteen mukaisiksi. Verkkoon luotiin kieltoalueet nastarenkaallisille ajoneuvoille kunkin tarkasteltavan vaihtoehdon mukaisille katuosuuksille. Lisäksi verkkoon tehtiin joitakin päivityksiä muun muassa kaistamääriin ja kytkentäpisteiden sijainteihin, jotta nykytilan liikennemäärät ja vaihtoehtojen vertailukelpoisuus saatiin kuvattua mahdollisimman realistisesti. Sijoittelut liikenneverkolle tehtiin kussakin tilanteessa erikseen kuvaamaan aamun huipputuntia, keskimääräistä päivän tuntia sekä iltapäivän huipputuntia. Näiden perusteella muodostettiin arvio vuorokauden keskimääräisestä liikennemäärästä poikkileikkauksittain (KVL) olettamalla aamun huipputunnin osuudeksi 7,4 %, päivätunnin osuudeksi 4,3 % ja iltapäivän huipputunnin osuudeksi 9,2 % koko vuorokauden liikennemäärästä.

Mallinnuksen perusteella pyrittiin arvioimaan rajoitusten aikaansaamien liikenteen siirtymien suuruusluokkia eri väylillä. Tyypillisesti liikennemalli tuottaa joiltain osin todellista tilannetta kärjistympiä tuloksia ja mallin liikennemäärät poikkeavat joiltain osin liikennelaskentojen tiedoista, jolloin yksittäisten katujen ja tarkkojen liikennemäärien osalta tuloksia tulee arvioida kriittisesti. Myöskään esimerkiksi kulkumuotojakauman tai rengasjakauman mahdollisiin muutoksiin malli ei ota kantaa, minkä vuoksi mallin arvioima liikennesuorituksen kasvu voi todellisuudessa jäädä arviointia pienemmäksi.

Liikenneturvallisuus-, melu- ja ilmanlaatuvaikutuksia on arvioitu nykytilanteen mukaisen rengasjakauman mukaisilla liikennemäärillä. Tavoitetilanteen mukaisella rengasjakaumalla liikenteen siirtymät jäisivät huomattavasti pienemmiksi, joten vastaavasti myös vaikutukset jäisivät seuraavissa kappaleissa kuvattua vähäisemmiksi.

### Liikenneturvallisuusvaikutukset

Liikenneturvallisuuteen kohdistuvat vaikutukset syntyvät liikenteen siirtymien kautta. Erityisen haitallista on, mikäli liikennettä siirtyy kaduille, joissa jalankulun ja pyöräliikenteen järjestelyt eivät ole riittävät kasvaneeseen liikennemäärään nähden. Näin voi tapahtua, jos vaihtoehtoinen reitti



kulkee pienipiirteisillä kaduilla, joita ei ole tarkoitettu liikennettä välittäviksi väyliksi. Suojatiejärjestelyjen riittävyyttä on kevyesti arvioitu Helsingin kaupungin ohjeen ”Jalankulkijoiden kadunylitysjärjestelyjen suunnitteluperiaatteet” perusteella.

## Meluvaikutukset

Suomessa käytössä oleva pohjoismainen tieliikennemelun laskentamalli (NPM1996) ei huomioi nastarenkaiden vaikutusta. Tämän johdosta nastarenkaiden vaikutus mallinnettiin CNOSSOS-EU laskentamallilla (Kephalopoulos 2012), johon on syötetty pohjoismaiset lähtöarvot (Kokkonen 2017). Nykytilanteen melumallina ja liikennemäärinä käytettiin Helsingin kaupungin EU-meluselvitystä (Helsingin kaupunki 2017), jota täydennettiin tarvittavin osin kaupungin liikennekarttapalvelusta (tiedot katsottu 8/2020).

Meluvaikutuksien lähtökohtana käytettiin samaa oletusta kuin liikenteellisissä vaikutuksissa, eli että nastarenkaiden osuus tippuu kokeilukadulla 70 %:sta 0 %:iin. Prosentuaaliset muutokset nykytilanteen liikennemääriin saatiin liikenteellisten vaikutuksien tuloksista.

Todellisuudessa kaikki autoilijat eivät todennäköisesti noudata nastarengaskieltoa ja Ruotsin kokemusten perusteella voidaan arvioida, että nastarengaskieltokadulla nastarenkaiden osuus on noin 30 %. Tehtyä meluvaikutuksien laskennallista arvioita voidaan siten pitää enimmäisvaikutuksena ja käytännössä muutoksen suuruus on todennäköisesti merkittävästi pienempi, eli lähes puolet pienempi.

Meluvaikutukset kuvaavat melutason ( $L_{Aeq}$ ) muutosta nastarengaskaudella paljaalla tien pinnalla.

## Ilmanlaatuvaikutukset

Ilmanlaatu vaikutukset on arvioitu Kalpa-hankeessa tehdyn-Nortip simulaation (Stojiljkovic 2020) perusteella, missä Mäkelänkadun PM<sub>10</sub>-päästöt pienenevät vuodesta riippuen 25 - 36 %, kun nastarenkaiden osuus laskee noin 70 % osuudesta 30 % osuuteen. Tutkimuksen mukaan, mikäli taustapitoisuus säilyy ennallaan, nastattomuus ei kaupungissa laajemmin yleisty eikä ajo-neuvokanta uudistu vähäpäästöisemmäksi, niin taustapitoisuus huomioiden vaikutus PM<sub>10</sub> vuosikeskiarvoon on tehdyn simulaation perusteella vain noin -15 % (Stojiljkovic 2020).

Kun huomioidaan kokeilukadun liikennemäärän vähenemä, niin myös päästöt vähenevät samassa suhteessa lineaarisesti. Tehtyjen liikennemallinnusten perusteella voidaankin arvioida, että liikennemäärien vähenemisellä on vähintään yhtä suuri vaikutus ilmanlaatuun kuin nastattomuudella. Kaduilla, joilla liikennemäärät ovat nastakiellon myötä suuremmat, niin ilmanlaatu on vastaavasti nykytilannetta huonompi. Nastakiellosta ”voittavat” ja ”häviävät” asuinalueet ja muutoksen suuruus voidaan arvioida liikennemäärämuutoksien perusteella.

Katupölyn osalta päivittäiset ja vuodenaikaiset vaihtelut ovat hyvin suuria. Kuivana kevättalvipäivänä nastarenkaiden tienpinnalle kerryttämä katupöly vapautuu, jolloin nastarengailla on suurempi vaikutus ilmanlaatuun.

## Vaihtoehto 1) Mannerheimintie

### Vaikutukset liikennejärjestelmään

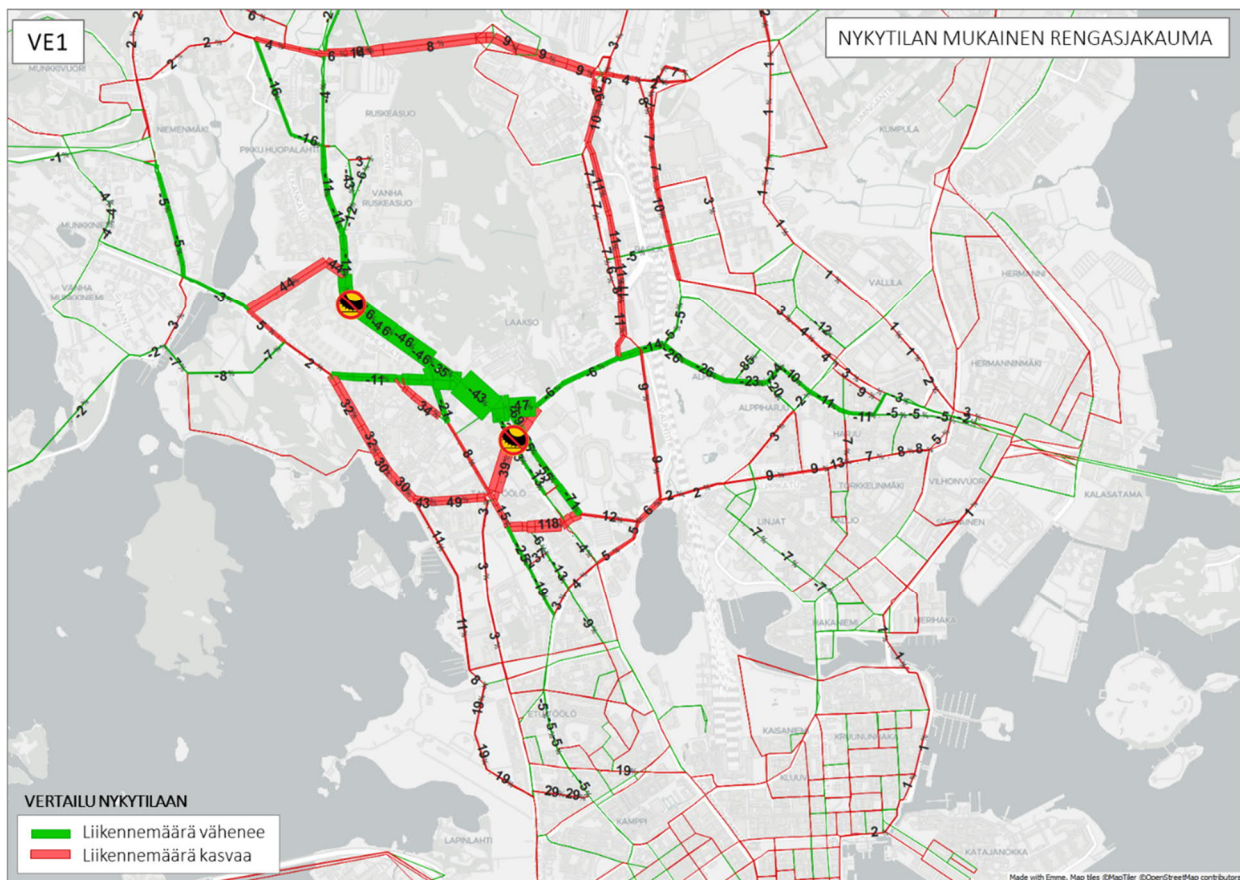
Vaihtoehdossa 1 rajoitusalue kattoi Mannerheimintieltä noin 1,2 kilometrin mittaisen jakson Nordenskjöldinkadun ja Kuusitien liittymien välillä. Nykytilan keskimääräinen vuorokausiliikenne väy-

läosuudella on Tukholmankadun eteläpuolella noin 30 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja vähenee Tukholmankadun pohjoispuolisella osuudella noin 18 000 ajoneuvon vuorokaudessa. Raskaasta liikennettä osuudella on kohtuullisen paljon, noin 10 - 15 % koko liikenteestä. Väylän nopeusrajoitus on koko jaksolla 40 km/h.

Rajoitusten asettamisen jälkeen nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 30 %) tarkasteltuna kokonaisliikennemäärä väylällä laskee keskimäärin noin 45 %, jolloin Tukholmankadun eteläpuolella liikennettä jää vuorokaudelle noin 17 400 ajoneuvoa ja Tukholmankadun pohjoispuolelle noin 9500 ajoneuvoa. Raskaaseen liikenteeseen rajoituksilla ei oleteta olevan vaikutusta, jolloin raskaan liikenteen osuus kokonaisliikennemäärästä nousee rajoitusten ja kevyen ajoneuvoliikenteen määrän laskun myötä väylällä yli 20 prosenttiin. Varsinaisen rajoitusalueen lisäksi liikennemäärä laskee selkeästi alueen eteläpuolisella Mannerheimintiellä sekä Urheilukadulla Eino Leinon kadun / Toivionkadun liittymään saakka ja alueen pohjoispuolisella Mannerheimintiellä Hakamäentien liittymään saakka. Lisäksi liikennemäärä laskee melko selkeästi Tukholmankadulla sekä Nordenkjöldinkadun itäosissa, Viipurinkadulla ja Aleksis Kiven kadulla.

Rajoitusten myötä Mannerheimintien liikennettä siirtyy erityisesti Nordenkjöldinkadun länsipäähän, Eino Leinon kadulle, Paciuksenkadulle, Paciuksenkaarelle sekä pohjoisemmaksi Hakamäentielle, joilla kaikilla keskimääräinen vuorokausiliikenne lisääntyy useammalla tuhannella ajoneuvolla. Mannerheimintien länsipuolella vaihtoehtoisena yhteytenä nastarenkaallisille ajoneuvoille korostuu Paciuksenkaaren ja Paciuksenkadun kautta kiertävä yhteys ja Mannerheimintien itäpuolella Pasilankadun ja Hakamäentien kautta kiertävä yhteys. Sekä aamun että iltapäivän vilkkaimman tunnin ruuhkaisuus erityisesti Tukholmankadulla ja Mannerheimintiellä rajoitusalueen eteläpäässä helpottaa hieman. Vastaavasti palvelutaso Nordenkjöldinkadun länsipäässä, Paciuksenkadulla ja Paciuksenkaarella laskee hieman, kuusiportaisella asteikolla keskimäärin yhden pykälän hyvältä tyydyttävälle tasolle. Koko kantakaupungin alueella liikennesuorite kasvaa yhden vuorokauden aikana noin 12 900 ajoneuvokilometrillä (n. 0,7 %) nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla.

Tavoitetilan mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 70 %) tarkasteltuna vaikutukset ovat samansuuntaisia, mutta selvästi vähäisempiä. Kokonaisliikennemäärä rajoitusalueella vähenee nykytilanteesta hieman alle 15 %, jolloin määräksi jää Tukholmankadun eteläpuolelle noin 26 500 ajon./vrk ja Tukholmankadun pohjoispuolelle 15 300 ajon./vrk. Väylien palvelutasoluokkiin ei tavoitetilan mukaisilla rajoituksilla ole merkittäviä vaikutuksia. Kantakaupungin liikennesuorite kasvaa kokonaisuudessaan tällöin noin 4400 ajoneuvokilometrillä vuorokaudessa (n. 0,2 %).



**Kuva 9. Liikenteen siirtymät vaihtoehdossa 1 nykytilan mukaisella rengasjakaumalla.**

## Liikenneturvallisuusvaikutukset

Vaihtoehdossa 1 liikennettä siirtyy kaduille, joissa kaikissa on asianmukaiset jalankulku- ja pyöräliikenteen väylät. Sen sijaan liikennemäärien kasvun myötä suojatieylityksien turvallisuuden arvioidaan heikkenevän erityisesti Eino Leinon kadulla sekä Paciuksenkaarella.

Liikenneturvallisuuden kannalta merkittävin vaikutus on Eino Leinon katuun, jossa mallinnuksen perusteella liikennemäärä kaksinkertaistuu. Kadulla on valo-ohjaamattomia, keskisaarekkeettomia suojateitä. Nopeusrajoitus on 30 km/h. Töölön kouluun kulkevat oppilaat oletettavasti ylittävät Eino Leinon kadun suojateitä, mikä aiheuttaa paineita liikenneturvallisuuden varmistamiselle.

Paciuksenkaaren liikennemäärät kasvavat 44%. Kadulla on valo-ohjaamattomia ja keskisaarekkeettomia suojateitä. Nopeusrajoitus on 30 km/h, jonka noudattaminen on varmistettu hidastein. Paciuksenkaari on keskellä asuinkorttelia, eikä sitä ole tarkoitettu läpiajoliikenteelle. Näkemät, jalankulun ja pyöräliikenteen olosuhteet sekä ajoradan leveys eivät vastaa mallin mukaisia liikennemääriä. Liikenteen ohjaukselle tulee varmistaa, ettei läpiajoliikenne siirry kadulle.

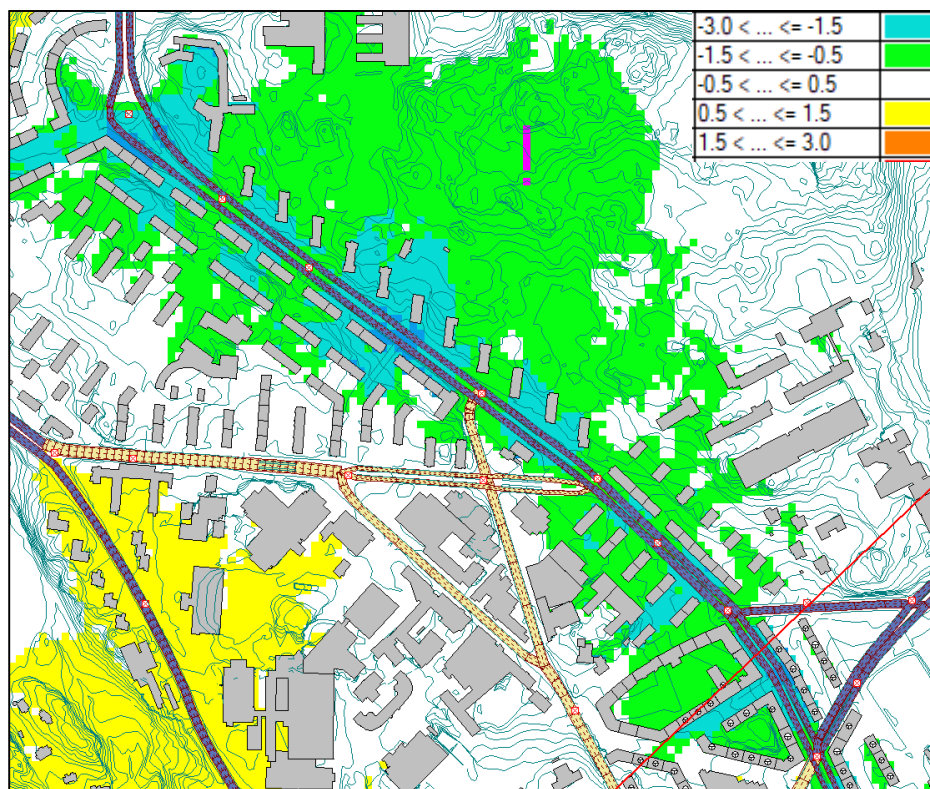
Nordensköldinkadun, Linnakoskenkadun ja Paciuksenkadun liikennemäärät kasvavat liikennemallin perusteella noin 5 000-6 000 ajoneuvolla vuorokaudessa. Uusi liikennemäärä tulisi olemaan noin 16 000-20 000 ajon/vrk. Kaduilla on nykyisin useita valo-ohjaamattomia suojateitä sekä kahden kaistan yhtäjaksoisia ylityksiä. Osalla suojateistä ei ole nykyisin keskisaarekettä. Nopeusrajoitus kaduilla on 40-50 km/h. Useat ylitykset ovat jo nykyisin liikenneturvallisuuden kannalta riskialttiita vaaranpaikkoja. Mikäli nastarengaskielto toteutetaan vaihtoehdon mukaisesti, arvioidaan sillä olevan lievä riski liikenneturvallisuuden heikkenemiseen ja katujen kadunylitysratkaisujen turvallisuus tulisi varmistaa vastaamaan uutta liikennemäärää.

Mannerheimintieellä liikennemäärä vähenee. Jalankulun ja pyöräliikenteen näkökulmasta tällä ei ole juuri vaikutusta, sillä suojatieylytykset ovat valo-ohjattuja ja siten jo nykyisin turvallisia.

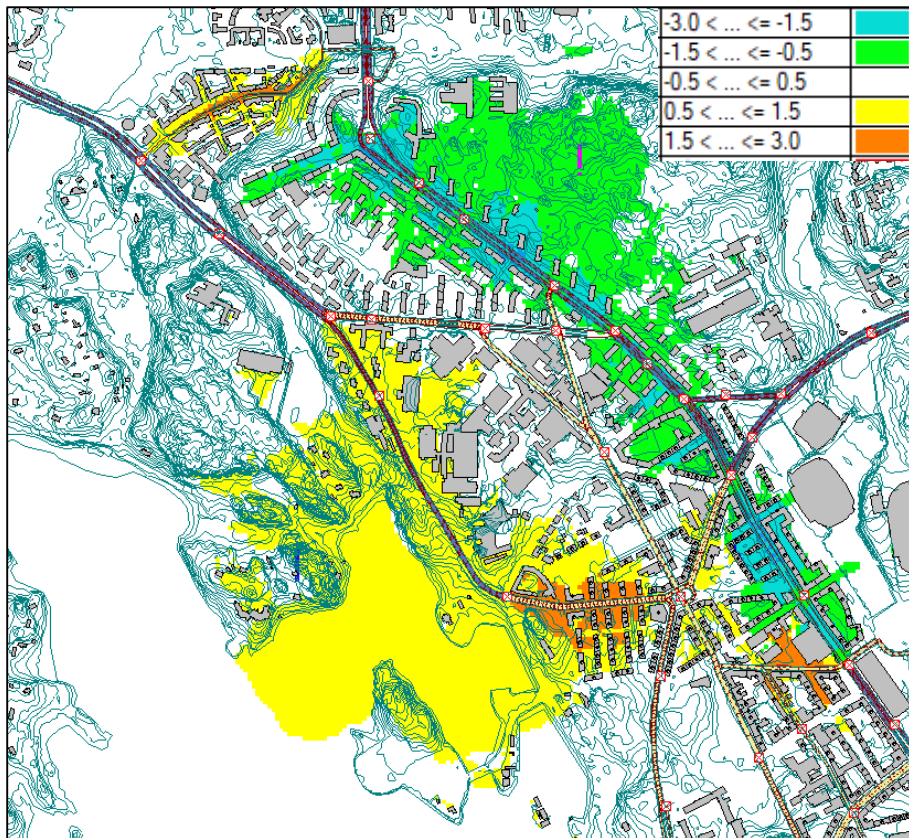
## Meluvaikutukset

Vaihtoehdossa 1 melutasot pienenevät nastarengaskiellon ja liikennemäärän vähenemän myötä Mannerheimintien läheisyydessä noin 1-2 dB (kuva 10). Nastarengaskiellon vaikutusta vähentää merkittävä raskaan liikenteen osuus (13 %) sekä valo-ohjatut liittymät, joiden johdosta moottori-peräisen melun osuus on suurempi. Mikäli nastarengaskiellosta huolimatta kadulle jää 30 % nastarengaallisia henkilöautoja, niin hyöty on vähäisempi eli enimmillään 1 dB suuruusluokkaa. Nastarengaallisten autojen uuden reitinvalinnan myötä Eino Leinon- ja Linnakoskenkadulla sekä Paiciuksenkaaren liikenteen melu on nykytilannetta noin 1,5-3 dB suurempi. Kuvassa 11 on esitetty nastarengaskiellon ja liikennemäärän muutoksen yhteisvaikutus katuliikenteen melutasoihin.

Mallinnus- ja laskentateknisien syitten takia melulle altistuvien määrän muutoksia on hankala luotettavasti arvioida, mutta alueella missä melutaso on kiellon myötä vähintään 0,5 dB suurempi on asuinrakennuksia noin 90 kpl. Alueella missä melutaso pienenee vähintään 0,5 dB on asuinrakennuksia noin 350 kpl. Kokonaismeluvaikutusten voidaan arvioida olevan hieman myönteiset, vaikka huomioidaan, että, ne, joilla melutilanne huononee, muutoksen suuruus on suurempi kuin niillä, joilla se paranee. Kuvassa 11 on esitetty nastarengaskiellon meluvaikutuksia laajemmin.



Kuva 10. Nastarengaskiellon vaikutus Mannerheimintien melutasoihin ( $L_{Aeq}$ , dB).



Kuva 11. Vaihtoehdon 1 vaikutukset liikennemelutasoihin ( $L_{Aeq}$ , dB).

## Vaihtoehto 2) Runeberginkatu ja Helsinginkatu

### Vaikutukset liikennejärjestelmään

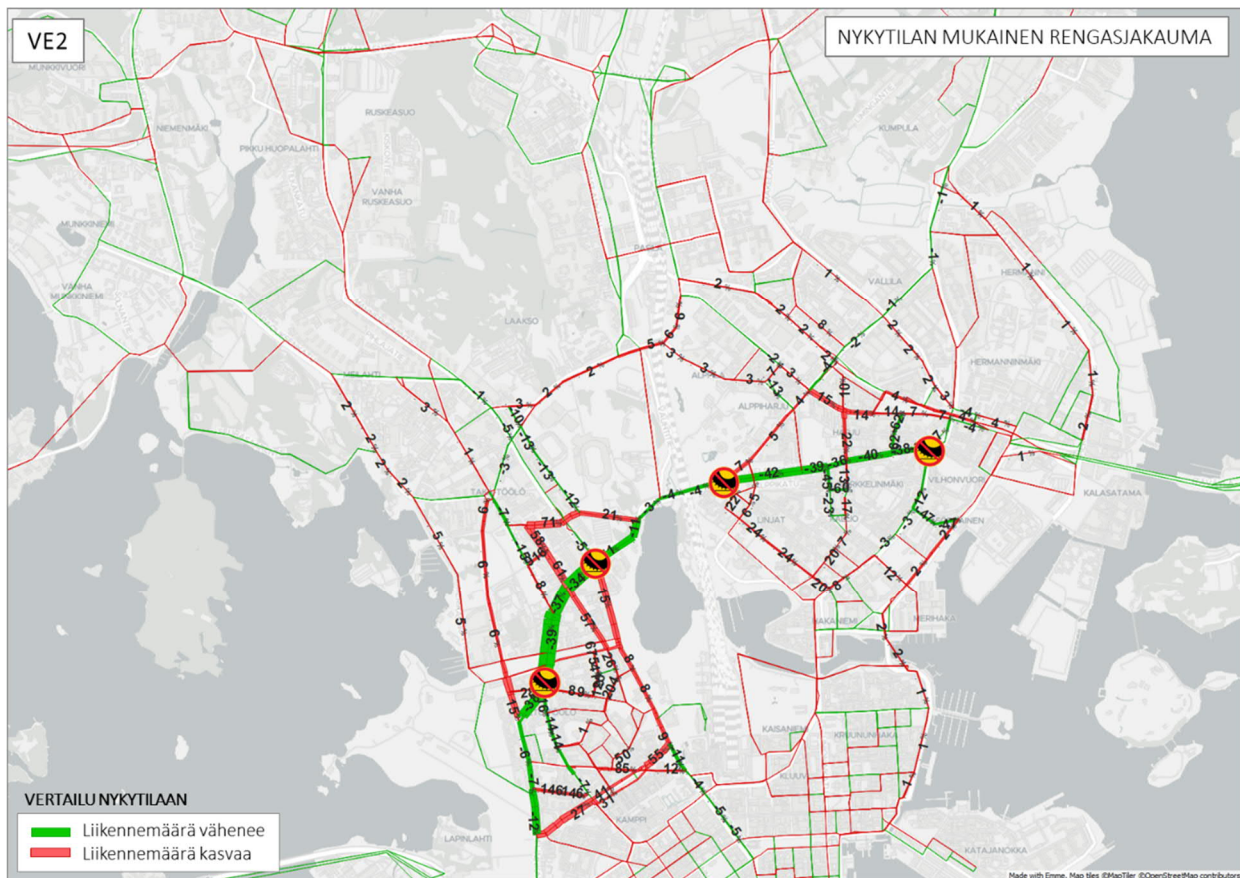
Vaihtoehdossa 2 rajoitusalue koostui kahdesta osasta. Länsipäässä rajoitusalue kattoi Runeberginkadulta noin 800 metrin osuuden Museokadun ja Mannerheimintien välillä. Itäpäässä rajoitusalue puolestaan kattoi noin 1,2 kilometrin osuuden Helsinginkadulta Sturenkadun ja Hämeentien välillä, jolloin rajoitetun alueen kokonaispituudeksi muodostui noin kaksi kilometriä. Nykytilan mukainen vuorokautinen liikennemäärä Runeberginkadulla on noin 14 900 – 17 500 ajoneuvoa ja Helsinginkadulla rajoitusalueella noin 6300 – 7500 ajoneuvoa. Raskaan liikenteen osuus Runeberginkadulla on noin 5 % ja Helsinginkadulla noin 3 %. Nopeusrajoitus väylillä on 40 km/h.

Nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 30 %) tarkasteltuna kokonaisliikennemäärä laskee sekä Runeberginkadulla että Helsinginkadulla 35-40 %. Runeberginkadun liikennemäärä laskee hieman yli 10 000 ajoneuvon ja Helsinginkadun liikennemäärä hieman yli 4000 ajoneuvon vuorokaudessa. Rajoitusalueen aikaansaamat kokonaisvaikutukset jäivät vaihtoehtoa 1 paikallisemmiksi ja liikennemäärä vähenee merkittävämmiin rajoitusalueiden lisäksi ainoastaan Mechelininkadun eteläosassa, jossa vuorokautinen liikennemäärä laskee reilulla 3000 ajoneuvolla.

Vaihtoehtoisina reitteinä korostuu lännessä Pohjoinen Rautatiekatu, Mannerheimintien eteläosa, Töölönkatu sekä Eino Leinon katu – Mäntymäentie -väyläosuus, joissa vuorokautinen liikennemäärä kasvaa 2000-3000 ajoneuvolla. Itäpäässä liikennettä siirtyy erityisesti Aleksis Kiven kadulle, jossa liikennemäärä kasvaa noin 15 % hieman yli 2000 ajoneuvolla vuorokaudessa. Rajoitus-

tusten myötä erityisesti iltapäivän huipputuntina Runeberginkadun itäpään kuormitusaste kevenee ja ruuhkaisuus helpottaa. Vastaavasti Mäntymäentien, Eino Leinon kadulla ja Töölönkadulla palvelutaso laskee iltapäivän huipputuntina paikoin tyydyttävälle tasolle. Kantakaupungin alueella liikennesuorite kasvaa yhden vuorokauden aikana noin 7 400 ajoneuvokilometrillä (n. 0,4 %) nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla, eli melko selkeästi vaihtoehtoa 1 vähemmän.

Tavoitetilan mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 70 %) tarkasteltuna muutokset jäävät vähäisiksi eikä palvelutasoihin tai ruuhkaisuuteen tule merkittäviä muutoksia. Runeberginkadulla liikennemäärä laskee keskimäärin hieman yli 10 % ja Helsinginkadulla muutaman prosenttiyksikön tätä enemmän. Tavoitetilanteen mukaisella rengasjakaumalla lisäys liikennesuoritteeseen on noin 2700 ajoneuvokilometriä vuorokaudessa (n. 0,2 %).



**Kuva 12. Liikenteen siirtymät vaihtoehdossa 2 nykytilan mukaisella rengasjakaumalla.**

## Liikenneturvallisuusvaikutukset

Vaihtoehdossa 2 liikennettä siirtyy vaihtoehdon 1 tapaan kaduille, joissa kaikissa on asianmukaiset jalankulku- ja pyöräliikenteen väylät. Sen sijaan liikennemäärien kasvun myötä suojatieylyksien turvallisuus heikkenee erityisesti Eino Leinon kadulla, kuitenkin vähemmän kuin vaihtoehdossa 1.

Myös vaihtoehdossa 2 liikennemäärä Eino Leinon kadulla kasvaisi mutta maltillisemmin kuin vaihtoehdossa 1 (71%) Kadun nopeusrajoitus on 30 km/h ja katua ylittää Töölön kouluun kulkevia oppilaita. Ylitykset ovat liikennevalo-ohjaamattomia ja osasta puuttuu keskisaareke. Liikennemäärän kasvu voi johtaa liikenneturvallisuuden vaarantumiseen.

Pohjoisella Rautatienkadulla mallinnuksen mukaan liikennemäärä kasvaa 26%. Nopeusrajoitus on 30 km/h. Kadun varressa on palvelutaloja sekä päiväkotia. Kadun ylitykset ovat valo-ohjattuja. Liikennemäärän mahdollisen kasvun ei arvioida vaativan lisätoimenpiteitä liikenneturvallisuuden varmistamiseksi.

Aleksis Kiven kadulla liikennemäärä kasvaa noin 2 000 ajoneuvolla. Kadun nopeusrajoitus on 40 km/h. Kadun ylitykset ovat valo-ohjattuja. Pyörätie kulkee ajoratojen välissä puurivillä eroteltuna. Jalkakäytävä on kadun molemmin puolin. Kadun varressa ei ole herkkiä kohteita, mutta koulumatkalaisia oletettavasti kulkee kadun vartta tai sen yli. Liikenneympäristön ratkaisut arvioidaan riittäviksi myös liikennemäärien kasvaessa.

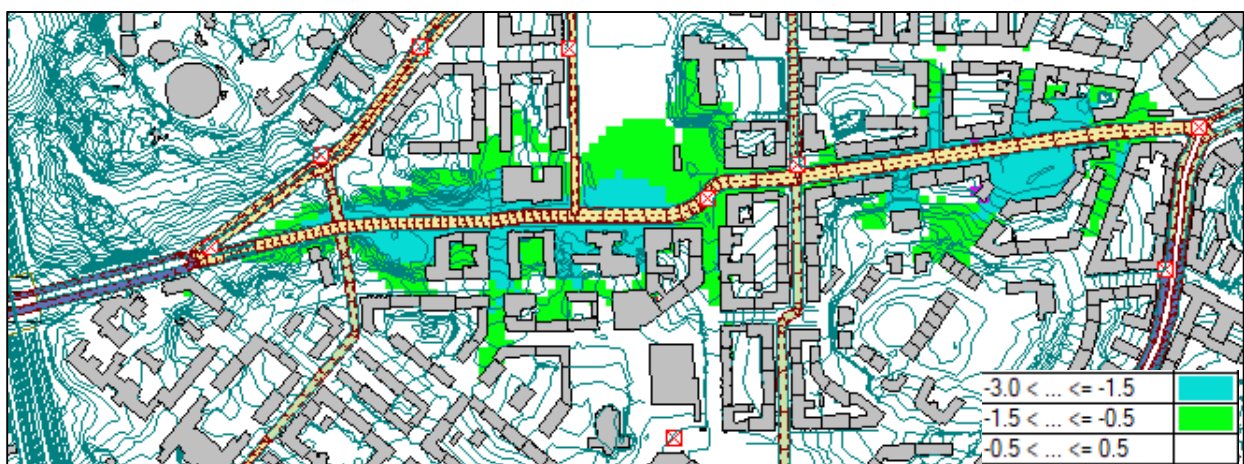
Runeberginkadun ja Helsinginkadun liikennemäärän vähentymisellä ei arvioida olevan liikenneturvallisuutta kohentavia vaikutuksia, sillä katujen rooli on nykyisin liikenne välittävä ja suojatieyliysten taso riittävän turvallisella tasolla.

## Meluvaikutukset

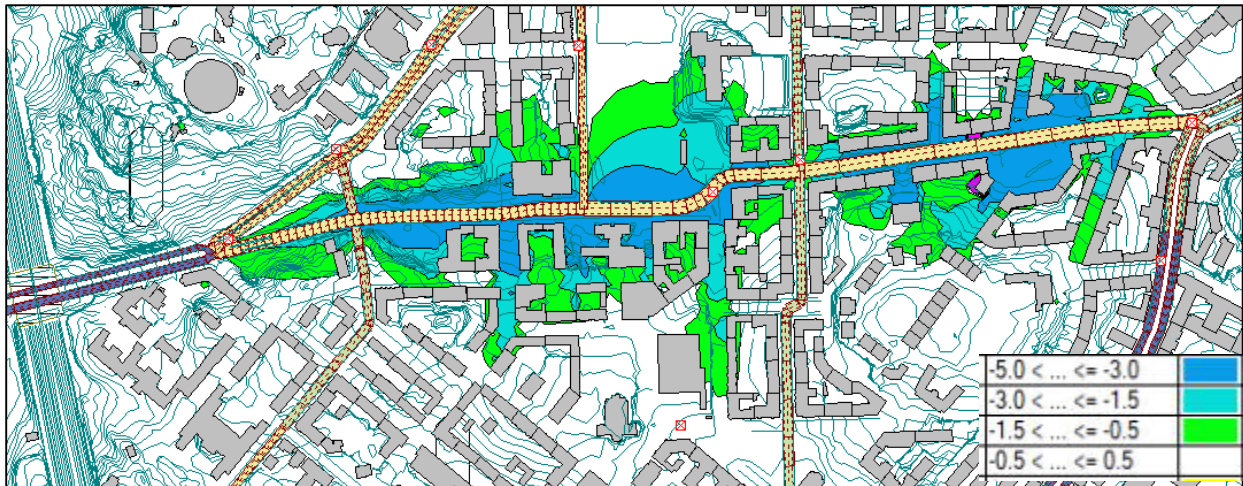
Helsinginkadulla ja Runeberginkadulla on melko pieni raskaanliikenteen osuus (3-4 %), joten kyseisellä katuosuudella nastarenkaiden vaikutus on yli 2 dB (Kuva 13). Kun huomioidaan liikennemäärän vähenemä, niin kokonaisuudessaan Helsinginkadun lähiympäristössä liikennemelutaso pienenee enimmillään noin 4 dB (Kuva 14). Runeberginkadulla muutos on noin 2-3 dB.

Eino Leinon kadulla ja Töölönkadulla sekä Rautatienkadulla melutasot ovat liikenteen siirtymien johdosta enimmillään noin 2 dB nykyistä suuremmat. Helsinginkadun ympäristössä nastarengaskielto ei merkittävästi lisää ympäröivien katujen melupäästöä.

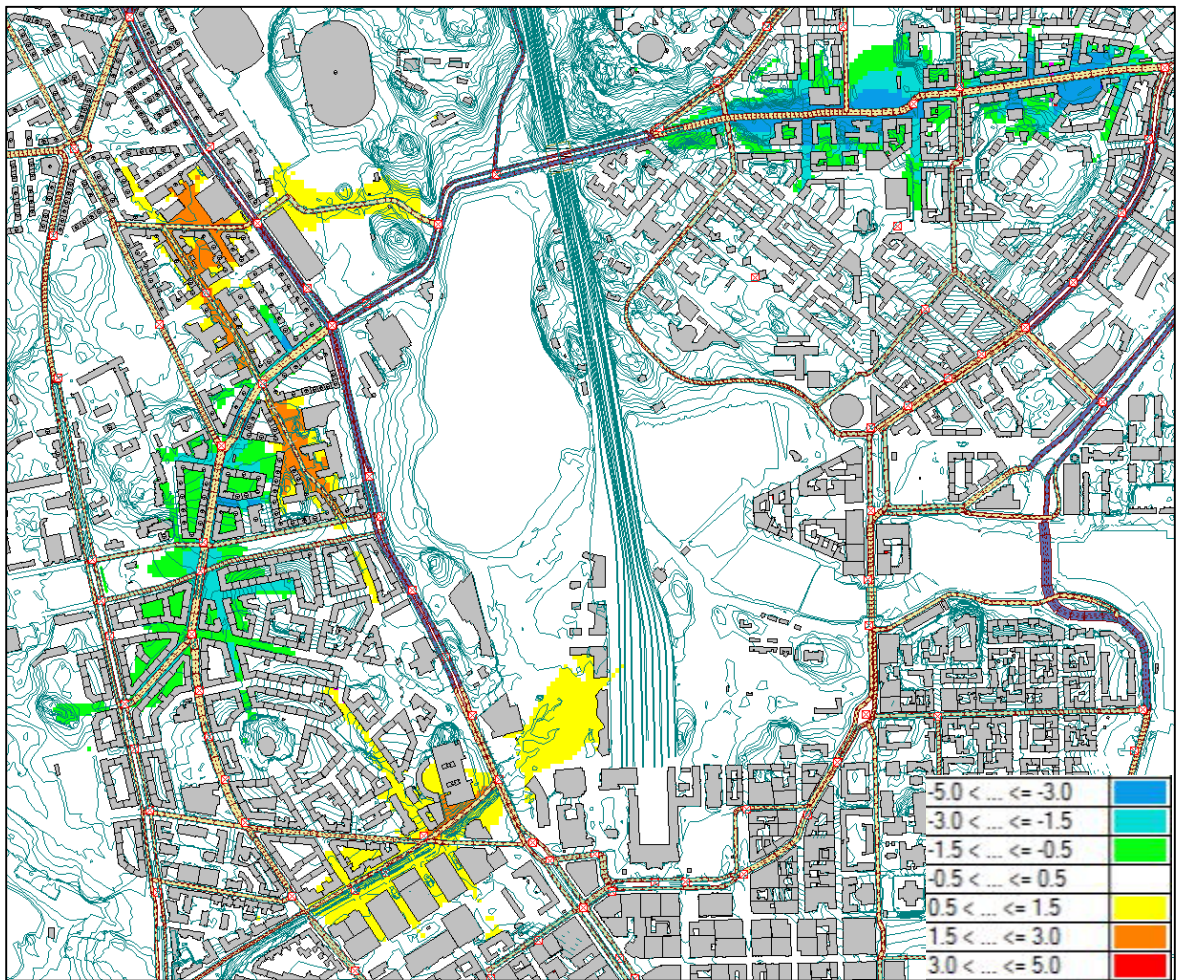
Mallinnus- ja laskentateknisien syitten takia melulle altistuvien määrän muutoksia on hankala luotettavasti arvioida, mutta alueella, missä melutaso on kiellon myötä vähintään 0,5 dB suurempi, on asuinrakennuksia noin 100 kpl. Vastaavasti asuinrakennuksia, joiden julkisivulla melutaso pienenee vähintään 0,5 dB, on noin 160 kpl asuinrakennuksia. Kokonaismeluvaikutusten voidaan arvioida olevan hieman myönteiset. Mikäli nastarengaskielto tulisi vain Helsinginkadulle, niin meluvaikutukset olisivat selvästi myönteisiä. Kuvassa 15 on esitetty vaihtoehdon 2 kokonaismeluvaikutukset.



**Kuva 13 Nastarenkaiden vaikutus liikennemelutasoon Helsinginkadulla**



**Kuva 14 Nastarencadutien poistumisen ja liikennemäärän vähenemän vaikutus liikennelutasoon Helsinginkadulla**



**Kuva 15 Vaihtoehdon 2 vaikutukset melutasoihin ( $L_{Aeq}$ , dB).**



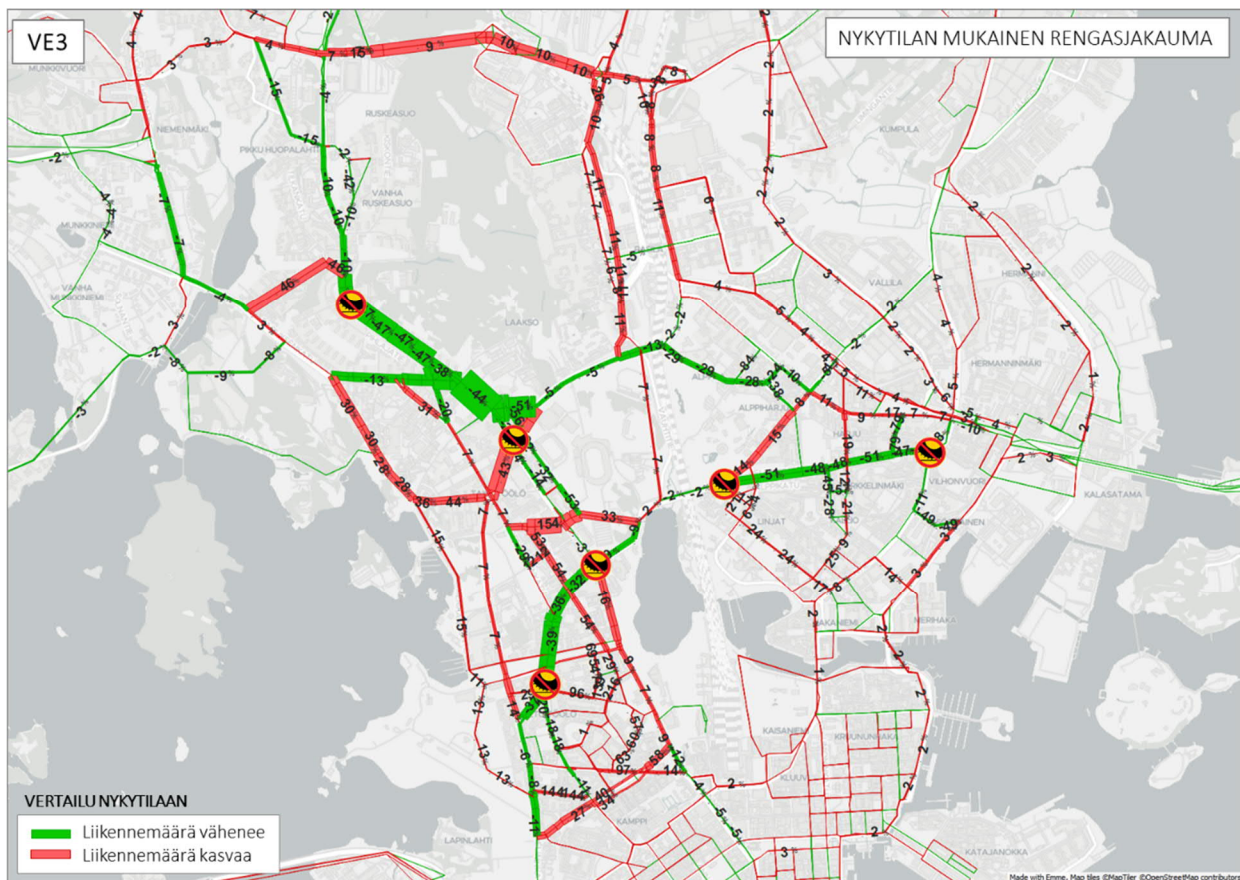
## Vaihtoehto 3) Mannerheimintie, Runeberginkatu ja Helsinginkatu

### Vaikutukset liikennejärjestelmään

Vaihtoehto 3 koostui vaihtoehtojen 1 ja 2 mukaisista rajoitusalueesta eli yhteensä kolmesta eri väyläosuudesta, joiden kokonaispituus oli noin 3,2 kilometriä. Liikenteen siirtymiä tarkasteltaessa vaihtoehdoissa 1 ja 2 on keskenään melko vähän päällekkäisyyttä, jolloin vaihtoehdossa 3 siirtymät vastaavat etenkin tarkastelualueen länsiosien katuosuuksilla aiempien vaihtoehtojen mukaisia määriä. Nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 30 %) tarkasteltuna liikennemäärä Runeberginkadulla laskee 32-39 %, eli vastaavan määrän kuin vaihtoehdossa 2. Mannerheimintiellä liikennemäärä laskee 44-47 %, eli hieman enemmän kuin vaihtoehdossa 1, ja Helsinginkadulla noin 50 %, eli melko selvästi enemmän kuin vaihtoehdossa 2, jossa vastaava rajoitusalue on voimassa. Mallinnuksen perusteella vaikuttaa siltä, että Mannerheimintien rajoituksen tullessa Helsinginkadun rajoituksen yhteyteen osa kitkarenkaallisista ajoneuvoista siirtyy käyttämään Helsinginkadun reitin sijaan Mannerheimintien rajoitusten myötä sujuvoitunutta Viipurinkatu-Nordenskjöldinkatu-Mannerheimintie -reittiä.

Aiempia vaihtoehtoja selkeämmin liikennemäärä kasvaa vaihtoehdossa 3 muun muassa Sturenkadulla sekä Teollisuuskatu-Ratapihantie-Hakamäentie-reitillä. Lisäksi vaihtoehdossa 3 korostuu aiempien vaihtoehtojen ainoana selkeänä päällekkäisenä siirtymänä Mäntymäentie - Eino Leinon katu -yhteys, jossa liikennemäärä paikoin yli kaksinkertaistuu nykyisestä. Mallinnuksen suoriivaisuudesta johtuen voidaan kuitenkin epäillä, korostuuko tämä reitti todellisuudessa näin vahvasti, vai käyttääkö liikenne yhtä lailla Helsinginkadun itäpään kautta Mannerheimintielle kääntyvää reittiä, joka asettuu vielä rajoitusalueiden ulkopuolelle.

Huipputuntien liikenteessä korostuvat samat muutokset kuin aiemmissa vaihtoehdoissa. Mannerheimintiellä Tukholman kadun liittymän eteläpuolen ja Runeberginkadun itäosan ruuhkaisuus helpottaa ja vastaavasti Nordenskjöldinkadulla, Eino Leinon kadulla, Mäntymäentiellä, Paciuksenkadulla ja Paciuksenkaarella palvelutaso paikoin laskee yhden pykälän huonommaksi. Nykytilan mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 30 %) tarkasteltuna kantakaupungin koko liikennesuorite kasvaa vaihtoehdossa 3 noin 20 000 ajoneuvokilometrillä vuorokaudessa (n. 1,1 %), eli hieman enemmän kuin vaihtoehdoissa 1 ja 2 yhteensä. Tavoitetilanteen mukaisella rengasjakaumalla (kitkarenkaita 70 %) tarkasteltuna kaikki vaikutukset ovat jälleen samansuuntaisia, mutta vähäisempiä. Kokonaissuorite kasvaa tavoitetilan rengasjakaumalla noin 7400 ajoneuvokilometriä vuorokaudessa (n. 0,4 %).



**Kuva 16. Liikenteen siirtymät vaihtoehdossa 3 nykytilan mukaisella rengasjakaumalla.**

## Liikenneturvallisuusvaikutukset

Muiden vaihtoehtojen tapaan vaihtoehdossa 3 liikennettä siirtyy kaduille, joissa kaikissa on asianmukaiset jalankulku- ja pyöräliikenteen väylät. Sen sijaan liikennemäärien kasvun myötä suojateiylitysten turvallisuus heikkenee vaihtoehdossa eniten, sillä Eino Leinon kadun liikennemäärän kasvu on suurin ja liikennettä ohjautuu myös Töölönkadulle.

Eino Leinon kadun liikennemäärä mallinnuksen perusteella yli kaksinkertaistuu. Kadun nopeusrajoitus on 30 km/h ja katu ylittää Töölön kouluun kulkevia oppilaita. Yliitykset ovat valo-ohjaamattomia ja osasta puuttuu keskisaarekke. Liikennemäärän kasvu voi johtaa liikenneturvallisuuden vaarantumiseen.

Töölönkadulla, joka on tonttikatu, liikenne lisääntyy välillä Eino Leinon katu - Runeberginkatu ja kadulla on palvelutalo, päiväkotikoulu ja sairaala. Liikenneturvallisuuden kannalta tilanne heikkenee hälyttävästi läpiajon kasvaessa.

Pohjoisella Rautatienkadulla liikennemäärä kasvaa noin 3 000 ajoneuvolla. Nopeusrajoitus kadulla on 30 km/h. Kadun varressa on palvelutaloja sekä päiväkotikoulu. Kadun yliitykset ovat valo-ohjattuja. Liikennemäärän kasvun ei arvioida vaativan lisätoimenpiteitä liikenneturvallisuuden varmistamiseksi.

Nordensköldinkadulla ja Paciuksenkadulla liikennemäärän mallinnettu kasvu on vähäistä, enintään noin 2 000 ajoneuvon/vrk. Kaduilla on nykyisin useita valo-ohjaamattomia suojateitä sekä kahden kaistan yhtäjaksoisia yliityksiä. Osalla suojateistä ei ole nykyisin keskisaarekettä. Nopeusrajoitus kaduilla on 40-50 km/h. Useat yliitykset ovat jo nykyisin liikenneturvallisuuden kannalta riskialttiita

vaaranpaikkoja. Liikennemäärän kasvu on kuitenkin suhteellisesti pientä eikä sillä suurta merkitystä ole liikenneturvallisuusvaikutuksiin nykytilanteeseen verrattuna.

Sturenkadun liikennemäärä kasvaa noin 3 000 ajon./vrk. Kadun rooli on nykyisin jo liikennettä välittävä. Nopeusrajoitus on 40 km/h ja suojatiet ovat liikennevalo-ohjattuja. Kadun varressa on koulu. Liikennemäärän kasvulla ei arvioida olevan vaikutuksia liikenneturvallisuuteen.

Paciuksenkaaren liikennemäärä kasvaa suunnilleen saman verran kuin vaihtoehdossa 1 (45%). Kadulla on valo-ohjaamattomia ja keskisaarekkeettomia suojateitä. Nopeusrajoitus on 30 km/h, jota on varmistettu hidastein. Kadun varressa on päiväkotia. Paciuksenkaari on keskellä asuin-korttelia, eikä sitä ole tarkoitettu läpiajoliikenteelle. Näkemät, jalankulun ja pyöräliikenteen olosuhteet sekä ajoradan leveys eivät vastaa mallin mukaisia liikennemääriä. Liikenteen ohjaukselle tulee varmistaa, ettei läpiajoliikenne siirry kadulle.

Mannerheimintien, Runeberginkadun ja Helsinginkadun liikennemäärän vähentymisellä ei arvioida olevan liikenneturvallisuutta kohentavia vaikutuksia, sillä katujen rooli on nykyisin liikenne välittävä ja suojatieylitysten taso riittävän turvallisella tasolla.

## Meluvaikutukset

Vaihtoehtojen 1 ja 2 yhteisvaikutukset liikenteen siirtymiin ovat melutilanteen kannalta merkityksellisiä. Mikäli kumpikin vaihtoehto toteutuu, niin niiden meluvaikutukset voidaan yhdistää.

## Yhteenveto vaikutuksista

Rajoitusten tultua voimaan liikennemäärät kokeilukaduilla vähenevät keskimäärin 40-50 % nykytilanteen mukaisella rengasjakaumalla tarkasteltuna. Tarkasteltaessa vain kevyttä ajoneuvoliikennettä, prosentuaalinen vähenemä on Mannerheimintien rajoitusalueella tästä noin 10 %-yksikköä suurempi ja muilla rajoitusalueilla noin 5 %-yksikköä suurempi. Tavoitetilanteen mukaisella rengasjakaumalla kokonaisvähenemä kokeilukaduilla on noin 10-20 %. Vähenemä ei vastaa suoraan nastarenkaallisten ajoneuvojen osuutta koko liikenteestä, sillä rajoitusten myötä kokeilukatujen liikenteellinen sujuvuus paranee ja ne houkuttelevat herkemmin vaihtoehtoista liikennettä kitkarenkaallisista ajoneuvoista.

Aamun ja illan huipputuntien osalta kokeilukatujen liikenteellinen sujuvuus ja palvelutaso paranevat liikennemäärien laskun myötä. Vastaavasti väylillä, joille liikennettä siirtyy, palvelutaso laskee hieman ja joillakin liikenneturvallisuus heikkenee. Missään vaihtoehdossa verkolle ei kuitenkaan muodostu erityisiä pullonkaulakohteita eikä palvelutaso millään väylän osalla muutu hälyttävälle tasolle.

Kaikissa vaihtoehdoissa liikenteen kokonaissuorite ja matka-aika kasvavat nastarenkaallisten ajoneuvojen siirtyessä käyttämään vaihtoehtoisia pidempiä reittejä. Vaihtoehdossa 1 suoritteen kasvu on melko selvästi vaihtoehtoa 2 suurempi, sillä lyhyemmästä rajoitusalueesta huolimatta kokeilukadun liikennemäärät ovat isompia ja vaihtoehtoiset reitit pidempiä. Vaihtoehdossa 3 suoritteen muutos on hieman suurempi kuin vaihtoehtojen 1 ja 2 yhteenlaskettu muutos. Vaihtoehdossa 3 erityisesti Helsinginkadun liikenteen vähenemä ja siitä aiheutuvat siirtymät muille väylille korostuvat.

AJONEUVOLIIKENTEEN SUORITE, NYKYTILA (KOKO KANTAKAUPUNKI)	MUUTOKSET					
	NYKYTILANTEEN MUKAINEN JAKAUMA			TAVOITETILANTEEN MUKAINEN JAKAUMA		
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE1	VE2
1 773 700 ajon.km / vrk	+12 886 ajon.km	+7442 ajon.km	+19 989 ajon.km	+4353 ajon.km	+2747 ajon.km	+7393 ajon.km

**Kuva 17. Yhteenveto ajoneuvoliikenteen suoritemuutoksista eri vaihtoehdoissa**

Liikenneturvallisuuden kannalta on tärkeää varmistaa, että liikennettä ei siirry kaduille, joilla jalankulun ja pyöräilyn järjestelyt eivät ole riittäviä. Liikenneturvallisuus saattaa heikentyä Eino Leinon kadulla, Paciuksenkaarella ja Töölönkadulla. Liikenneturvallisuuden säilyminen tulee varmistaa esim. kadunylitysjärjestelyitä parantamalla. Paciuksenkaarella ja Töölönkadun osalta tulee varmistaa mm liikenteen ohjauksella, että läpiajoliikenne ei ohjaudu niille. Itse kieltokaduilla voidaan olettaa ettei liikenneturvallisuus heikkene, mikäli kielloista huolimatta Ruotsin kokemusten tapaan kieltokaduille jää vähintään 30 % nastarenkaallisia ajoneuvoja. Vaatimus nastarenkaiden osuudelle saattaa olla jopa 50 %, kuten VTT:n tutkimus esitti (Malmivuo & Luoma 2016). Mikäli nastarenkaallisten ajoneuvojen osuus jää hyvin pieneksi, tulee se huomioida talvikunnossapidossa liikenneturvallisuuden varmistamiseksi.

Melumallinnuksen perusteella Helsinginkadun nastarengaskielto on meluvaikutuksiltaan selkeästi myönteinen, eli kielto ei merkittävästi lisää meluhaittaa muilla kaduilla. Vastaavan päätelmän voi tehdä myös ilmanlaadun osalta. Helsinginkadulla nastarengaskielto myötä ilmanlaatu paranee ja Sturenkadulla sekä Aleksiskiven kadulla, jonne nastarenkaalliset ajoneuvot siirtyvät, tilanne säilyy lähes ennallaan.

Mannerheimintien ja Runeberginkadun osalta vaikutukset eivät ole yksiselitteisesti myönteisiä ja nastarengaskielto saattavat merkittävästi siirtää melu- ja ilmanlaatuongelmaa sekä liikenneturvallisuusvaikutuksia muille kaduille.

Liikennemallitarkasteluissa on tutkittu ainoastaan sitä, mihin liikennettä siirtyy nastarengaskieltokaduilta nastarenkaallisten kuljettajien valitessa muita reittejä. Liikennemallin mukaan kokonaisuorite kasvaa, mikä lisää liikenteen negatiivisia vaikutuksia. On kuitenkin todennäköistä ja toivottavaa, että kielto ohjaa kuljettajia pohtimaan nastarenkaiden tarpeellisuutta ja ajan myötä kitkarenkaiden osuus kasvaa. Ilmanlaadun ja melun osalta saavutetaan merkittäviä muutoksia, mikäli yksittäiset nastarengaskielto kadut ohjaavat autoilijoita rengasvalinnan suhteen ja koko kantakaupungissa nastarenkaiden osuus tippuu tavoiteltuun 30 % tasolle.

Katukohtaisissa nastarengaskielloissa tonteille ajo on sallittua, joten kiellolla ei ole vaikutusta kieltokatujen varressa sijaitsevien liikekiinteistöjen saavutettavuuteen tai työpaikoille ja asuinalueille pääsyyn. Kiellolla voi kuitenkin olla vaikutusta koettuun saavutettavuuteen, erityisesti jos kiellosta ei olla osattu viestiä oikein. Kiellolla ei siten ole tässä työssä havaittuja suoria vaikutuksia kieltokatujen elinkeinoelämään tai asuinalueiden ja työpaikkojen houkuttelevuuteen, mutta laajemmin joidenkin alueiden saavutettavuus saattaa heikentyä. Helsingin keskustan saavutettavuuteen muilla kulkumuodoilla kuin henkilöautolla kiellolla ei ole merkittävää vaikutusta.

## 4. Kriteeristö

Kirjallisuuskatsauksen ja vaikutusten arvioinnin pohjalta laadittiin kriteerit, joiden perusteella nastarengaskieltokatuja on mahdollista Helsingissä valita.

**Ilmanlaadun kannalta suurin hyöty nastarengaskiellosta saavutetaan kaduilla, joilla nopeusrajoitus on yli 50 km/h.** Päällysteen ylläpitotarpeen perusteella merkittävin hyöty kielloista saavutetaan, jos nopeusrajoitus on vähintään 60 km/h. 40 km/h nopeusrajoitusalueella saavutettava hyöty on pienempi kuin korkeamman nopeusrajoituksen kaduilla, mutta koska Helsingin kantakaupungissa vain pieni osa kaduista on yli 40 km/h nopeusrajoitusalueella, voidaan kieltoa suositella myös 40 km/h nopeusrajoituksen kaduille. Vaikutus tulee näkymään katuverkolla myös kantakaupungin ulkopuolella.

**Päällysteen ylläpidossa voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä, jos kieltoja sovelletaan väylillä, joissa liikenne keskittyy ajoradan geometrian tai poikkileikkauksen takia poikkeuksellisen voimakkaasti kapeisiin ajouriin.** Kadun geometrian osalta on huomioitava, että pystygeometrian tulee olla kitkarenkaille suotuisa eli **kieltoa ei tule soveltaa kaduille, joissa on jyrkkiä mäkiä.** Myös suojateiden, liittymien ja bussipysäkkien sijaintiin on kiinnitettävä huomiota kieltoalueita määritettäessä. Tavoitteena on, että hiekoitustarpeen lisäys olisi pientä, jotta ilmanlaatu paranisi mahdollisimman paljon eivätkä kunnossapitokustannukset kasva.

Nastarenkaat kuluttavat erityisen paljon pienempirakeisia, ns. hiljaisia päällysteitä. Tämän vuoksi **nastarengaskieltoa kannattaa suosia kaduilla, joilla on hiljainen päällyste tai jotka soveltuvat hiljaisen päällysteen kohteeksi tulevaisuudessa.** Helsingin kaupunki on määritellyt hiljaisen päällysteen tavoiteverkon. Tavoiteverkon laajennus on todennäköisesti mahdollista, mikäli nastarengaskielto pienenee merkittävästi. Myös itse nastarengaskieltokatu saattaa kielon myötä soveltua hiljaisemmän päällysteen kohteeksi.

Melun kannalta nastarengaskiellosta saavutetaan **suurimmat hyödyt kaduilla, joilla henkilöautojen vierintämelu aiheuttaa viihtyisyyshaittaa tai jopa terveydellisiä haittoja.** Kielto onkin suositeltavaa kohdistaa sinne, missä kadun varressa on paljon tiivistä asutusta sekä vain vähän raskasta liikennettä ja vähän liittymiä.

**Ilmanlaadun kannalta nastarengaskiellosta saavutetaan paras hyöty, mikäli se kohdistetaan herkkien kohteiden läheisyyteen.** Lähes kaikkien pääkatujen varressa on jokin herkkä kohde, joten kieltoalueiden valinnassa on suositeltavaa painottaa katuja, joiden varrella herkkiä kohteita on useita. Herkkiä kohteita kartoittaessa **tulee niiden määrän lisäksi huomioida todellinen altistus, eli onko kohteessa suoraa altistusta huonolle ilmanlaadulle** (oleskelualueet ja tuuletusikkunoiden avaaminen). Esimerkiksi kadulla, jonka varressa sijaitsee sairaalan julkisivu, eikä varsinaisia oleskelualueita, ei kiellolla välttämättä saavuteta kyseisen herkkien kohteen kannalta merkittävää ilmanlaatuhyötyä, mikäli rakennuksen ilmanotto on toteutettu hyvin (suojaiselta puolelta ja/tai suodattimet).

**Kieltojen liikenneturvallisuusvaikutukset koskevat pääasiassa tilannetta, jossa liikennettä siirtyy kaduille, joissa jalankulun ja pyöräliikenteen järjestelyt (kadunylitys ja väylät) eivät ole riittävän turvallisella tasolla.** Vaikutukset ovat erityisen haitallisia, mikäli tällaisella kadulla tai sen läheisyydessä sijaitsee herkkiä kohteita kuten kouluja. Mikäli kiellon arvioidaan lisäävän

läpiajoliikennettä kaduilla, joilla liikennejärjestelyt eivät ole riittävän turvallisia, tulee näiden katujen turvallisuutta parantaa esimerkiksi tienylitysjärjestelyitä parantamalla.

Liikenneturvallisuuden kannalta on positiivista, jos vaikeiden kelien päivinä on mahdollisuus valita henkilöauton sijaan muu kulkumuoto, esimerkiksi joukkoliikenne. **Kieltoalueiden valinnassa on suositeltavaa huomioida joukkoliikennereitit ja mahdollisuudet siirtyä henkilöautosta toiseen kulkumuotoon, jos ajokeli ei ole otollinen kitkarengailla ajamiseen.**

Nastarengaskieltoa voidaan soveltaa toiminnalliselta luokaltaan ja liikennemäärältään eri tasoisille kaduilla riippuen siitä, kuinka laajaa vaikuttavuutta kiellolla tavoitellaan. Suurin vaikuttavuus saavutetaan asettamalla kielto vilkkaasti liikennöidylle pääkadulle, mutta tällainen kielto voi aiheuttaa myös runsaasti vastustusta nastarengaskäyttäjien keskuudessa. Lisäksi tällaisella kiellolla voi olla negatiivisia vaikutuksia pienempien katujen liikennemääriin, turvallisuuteen ja palvelutasoon. Mikäli kiellolla halutaan ensi vaiheessa ensisijaisesti herättää keskustelua nastarengaskäyttäjien haitoista ja tarpeellisuudesta, on kielto suositeltavaa toteuttaa vähemmän liikennöidylle kadulle, joka on helposti kierrettävissä muita reittejä pitkin. Tällöin kielto voidaan kohdistaa esimerkiksi jonkin herkän kohteen läheisyyteen. Tässä tapauksessa tulee panostaa viestintään, jotta kiellolla saavutetaan mahdollisimman hyvä vaikuttavuus.

Seuraavan sivun taulukossa on esitetty kriteerit, joiden perusteella voidaan arvioida katujen soveltuvuutta nastarengaskieltokaduiksi. Välttämättömät kriteerit ovat tekijöitä, joiden tulee täytyä, jotta nastarengaskieltoa voidaan harkita. Mikäli kaikki välttämättömät kriteerit täyttyvät, tutkitaan, mitkä suositeltavista kriteereistä täyttyvät. Kadut, joilla täyttyy useampi suositeltavista kriteereistä, soveltuvat parhaiten nastarengaskieltokaduiksi. Kriteeristö toimii katukohtaisten nastarengaskieltojen vaikuttavuuden arvioinnissa ja sitä käytetään eri katujen soveltuvuuden vertailuun.

**Taulukko 2. Kriteerit nastarengaskiellon soveltuvuuden arvioimiseksi**

<b>Kriteeri</b>	<b>Välttämätön / suositeltava</b>
<b>Nopeusrajoitus vähintään 40 km/h</b>	välttämätön / vähintään 50 km/h suositeltava
<b>Pystygeometria ei vaadi nastarenkaiden käyttöä</b>	välttämätön
<b>Arvioitu ilmanlaatu tai katupölyongelma (esim. paa-lautteiden, mittauksen tai tutkimusten perusteella)</b>	välttämätön
<b>Todettu tieliikenteen meluongelmia</b>	suositeltava
<b>Paljon asukkaita kadun välittömässä läheisyydessä</b>	suositeltava, min. 100-200 asu-kasta/100 m n. 50 m etäisyydellä kadusta
<b>Kadun läheisyydessä herkkiä kohteita, joissa suora altistus huonolle ilmanlaadulle</b>	suositeltava
<b>Vilkas kävely- tai pyöräilyreitti</b>	suositeltava
<b>Huonosti tuulettuva katukuilu</b>	suositeltava
<b>Soveltuu hiljaisen päällysteen kohteeksi</b>	suositeltava
<b>Kapea ajorata, liikenne keskittyy poikkeuksellisen voimakkaasti kapeisiin ajouriin</b>	suositeltava
<b>Mahdollisuus siirtyä henkilöauton käytöstä toiseen kulkumuotoon</b>	suositeltava
<b>Kieltokadulle löytyy vaihtoehtoinen, samantasoi-nen reitti</b>	suositeltava
<b>Liikennettä ei siirry kaduille, joilla lisääntynyt lii-kenne heikentää liikenneturvallisuutta</b>	suositeltava (jos kriteeri ei täyty, tu-lee turvallisuuden säilyminen taata esim. liikennejärjestelyitä paranta-malla)

## 5. Johtopäätökset ja seuranta

Tässä selvityksessä määriteltiin periaatteet, joiden perusteella nastarenkaiden käyttöä rajoittava, läpiajon kieltävä liikennemerkki, voidaan ottaa käyttöön sekä tutkittiin liikennemallinnuksen avulla, millainen vaikutus kielloilla olisi liikennejärjestelmään, kun nastarenkaiden läpiajokiello on käytössä tietyillä kaduilla. Kirjallisuuskatsauksella selvitettiin, millaisia vaikutuksia kitkarenkaiden käytön lisäämisellä voisi olla mm. liikenneturvallisuuteen, meluun ja ilmanlaatuun. Kirjallisuuskatsausta täydennettiin asiantuntijahaastatteluilla ja ulkomaisille verrokkikaupungeille kohdistetuilla kyselyillä. Lisäksi järjestettiin sidosryhmätyöpaja, jonka tulokset huomioitiin työn lopputuloksissa.

Nasta- ja kitkarenkaiden eroja liikenneturvallisuudessa on tutkittu paljon, mutta tulokset ovat ristiriitaisia. Asia ei ole yksiselitteinen, sillä kuljettajien ajokäyttäytymisessä on eroja ja liikenneonnettomuuksiin vaikuttavat monet tekijät. Liikenneonnettomuuksista ei tavallisesti kirjata aiheuttajajoneuvon rengastyyppejä, ellei onnettomuutta tutkita tarkemmin tutkijalautakunnan toimesta (seuraksiltaan vakavimmat onnettomuudet). Tutkijalautakunta-aineistot kattavat vain pienen osan kaikista onnettomuuksista eikä niiden perusteella pystytä tekemään varmoja päätelmiä siitä, välttyttäisiinkö vakavilta onnettomuuksilta, mikäli useampi käyttäisi nastarenkaita. Kitka- ja nastarenkaiden eroja jarrutusmatkoissa on tutkittu, mutta näihin tutkimuksiin liittyy epävarmuutta liittyen mm. siihen, vastaavatko testiolosuhteet todellista tilannetta ja kuinka todennäköisiä testiolosuhteita vastaavat keliolosuhteet ovat.

Liikenne aiheuttaa haittaa ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin mm. melun ja pakokaasupäästöjen vuoksi. Yksi merkittävä tekijä on nykyisen tiedon mukaan näiden lisäksi hiukkasmaiset ilma-osaasteet, joiden yksi aiheuttaja on katupöly. Suurin osa katupölystä muodostuu päällysteestä irtoavasta materiaalista sekä talvella liukkauden torjuntaan käytettävästä hiekoitushiekasta. Koeolosuhteissa, joissa tien pinta on hyvin puhdas, kitkarenkaalla muodostuu selvästi vähemmän uutta pölyä kuin nastarenkaalla.

Muissa pohjoismaissa nastarengaskielloilla ei ole havaittu olleen negatiivisia vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Kirjallisuuskatsauksen ja ulkomaisten verrokkikaupunkien haastatteluiden pohjalta pääteltiin, että nastarengaskielto ei todennäköisesti vaaranna kieltokatujen liikenneturvallisuutta, mikäli kieltokadulle jää 30-50 % nastarenkaallisia autoja (esim. tonteille ajoa). Nastarenkaat karhentavat tien pintaa ja tätä pienemmällä nastarenkaiden osuudella on vaarana, että tienpinta silottuu liukkaakso. Nastarengaskielto tulee kohdistaa sellaiselle kadulle, jossa kävelyn ja pyöräilyn järjestelyt (esim. suojatiejärjestelyt) ovat riittävät. On myös tärkeää varmistaa, ettei liikenneturvallisuus heikkene niillä kaduilla, joille liikennettä ennakoidaan siirtyvän.

Liikenneturvallisuuden sijaan keskustelu tulisi keskittää vahvemmin siihen, miten nastarengaskiellolla voidaan parantaa ilmanlaatua. Nastarengaskiellolla saavutetaan sitä laajemmat ilmanlaatuvaikutukset, mitä keskeisemmällä ja liikenteellisesti merkittävämmällä kadulla kielto otetaan käyttöön. Tällöin kuitenkin liikenteelliset vaikutukset ovat suuremmat ja hyväksyttävyyden vuoksi on perusteet kiellolle kyettävä esittämään selkeästi. Toisaalta kiellon avulla voidaan herättää keskustelua ja kiinnostusta aiheeseen liittyen, vaikka kielto otettaisiin käyttöön vähemmän merkittävämmälläkin kadulla. Kieltojen yhteydessä onkin suositeltavaa ottaa käyttöön muita kitkanrenkaiden edistämistoimenpiteitä, joita on esitelty tämän selvityksen luvussa 2 (Kitkarenkaiden käytön edistäminen).



Tässä selvityksessä keskityttiin vaikutusten arviointiin kolmessa eri vaihtoehdossa. Nastarengaskielto otettaisiin käyttöön joko Mannerheimintiellä tai Runeberginkadulla ja Helsinginkadulla, tai kaikilla kolmella kadulla. Vaikutusten arvioinnissa tutkittiin liikennemallin avulla sitä, mihin liikennettä siirtyisi kieltokaduilta, ja mitä vaikutusta tällä olisi liikenneturvallisuuteen, liikenteen sujuvuuteen, ilmanlaatuun ja meluun. Liikenneturvallisuuden kannalta on keskeistä varmistaa liikenneturvallisuus niillä kaduilla, joilla liikenne lisääntyy. Ilmanlaatu paranee ja meluhaitta pienenee kieltokaduilla, mutta vastaavasti hieman heikkenee siellä, minne liikennettä siirtyy. **Keskeistä onkin liikenteen siirtymien sijaan se, miten autoilijat ottavat kiellot vastaan ja millainen vaikutus kielloilla on rengasvalintaan ja kulkumuodon valintaan talvikeleillä. Liikennemalleilla ei voida mallintaa kieltojen vaikutusta rengasjakaumaan, mutta esimerkiksi Tukholman kokemukset osoittavat, että kitkarenkaiden osuus kasvaa, kun nastarenkaiden käyttöä rajoitetaan katukohtaisilla kielloilla.**

## Seurantamittarit

Nastarengaskieltokeilun vaikutusten seuranta on tärkeää, jotta voidaan arvioida kieltojen tehokkuutta erityisesti ilmanlaatuun sekä arvioida kieltokatujen valintakriteerejä uudestaan.

Nastarengaskieltojen vaikutuksia arvioidaan seuraavilla seurantamittareilla:

- **Nastarenkaiden osuus:** Nastarenkaiden osuutta kieltokaduilla voidaan seurata maastossa toteutettavien havainnointien tai värähtelysignaalien avulla. Nastarenkaiden osuutta koko Helsingin kantakaupungissa suositellaan seurattavan kyselytutkimuksella. Helsingin tavoiteltu kitkarenkaiden osuus vuonna 2030 on 70 %. Seurannan kautta arvioidaan toteutettujen toimien riittävyttä sekä voidaan suunnitella tehokkaampia toimia tavoitteen saavuttamiseksi.
- **Melu ja ilmanlaatu:** Mittaus haastavaa, sillä ilmanlaadussa vuosittainen vaihtelu on suurta (noin  $\pm 20\%$ ), joten ennen ja jälkeen mittaukset pitäisi toteuttaa useamman vuoden seurantamittauksina, jotta vuosivaihtelu ei peitä muutoksia. Melun osalta muutoksen suuruus on mittaustarkkuuden (parhaimmillaan  $\pm 1$  dB) rajoilla, joten on haastavaa päätellä, johtuvatko melutason muutokset kiellosta vai mittaustarkkuudesta.

Onkin vahvasti suositeltavaa, että vähintäänkin mittauksien osana käytetään myös laskennallista/mallinnukseen (Nortrip ja CNOSSOS-EU) perustuvaa seurantaa, missä toteutuneiden liikenne- ja säätiöjen sekä taustapitoisuuksien perusteella arvioidaan muutoksen suuruutta. Seurantaan tulee ottaa mukaan myös ne kadut, joilla nastarenkaiden autojen siirryttyä liikennemäärät kasvavat merkittävästi (kymmeniä prosentteja), jotta nastakiellon kokonaisvaikutukset tulee huomioitua.

- **Onnettomuusmäärät:** Onnettomuusmäärien seuranta kokeilukaduilla lyhyellä aikavälillä ei ole luotettava mittari, mutta pidemmällä aikavälillä voidaan niiden pohjalta vaikutuksia arvioida. Onnettomuusmäärien ohella tulee seurata liikennemääriä, jotta voidaan tunnistaa, johtuuko mahdollinen onnettomuusmäärien muutos liikennemäärien muutoksesta vai liikenneturvallisuustilanteen muutoksesta. Onnettomuuksien analysoinneissa olisi hyvä erotella nasta- ja kitkarenkaiden ajoneuvot, mikä on kuitenkin haastavaa, sillä rengastyyppejä ei raportoida kuin vakavimmissa onnettomuuksissa. Onnettomuusmäärien muutosta kannattaa kieltokatujen lisäksi seurata kaduilla, jonne liikennettä kokeilukaduilta on siirtynyt.

- **Liikennemäärä kokeilukadulla ja vaihtoehtoisilla reiteillä:** Liikennettä tulee siirtymään nastarengaskaduilta vaihtoehtoisille reiteille. Liikennemääriä voidaan seurata erillisten liikennelaskentojen avulla. Käsien toteutettavien laskentojen sijaan voidaan myös käyttää koneellista laskentaa, jolloin myös ajonopeuksien seuranta on mahdollista.
- **Kunnossapitokustannukset ja kunnossapidon määrä:** Tavoitteena on, että kadut ovat turvallisia liikkua, liukkaudentorjuntatoimenpiteet optimoidaan vallitsevien sääolosuhteiden ja liikennetarpeiden mukaan. Oletuksena on, että kunnossapitokustannukset kokeilukaduilla eivät juurikaan kasva. Kunnossapidon tason, mahdollisten lisäkustannusten ja liukkaudentorjuntamateriaalin määrän seuranta on tarpeen todellisen tiedon saamiseksi.
- **Palaute:** Palaute on hyvä mittari erityisesti viestinnän ja kieltoa tukevien toimenpiteiden onnistumiselle. Palautetta voidaan kysyä samassa yhteydessä, kun selvitetään helsinkiläisten rengasjakamaa tai avaamalla sähköinen palautekanava.

## Jatkotoimenpiteet

Nastarengaskieltojen tehokkuutta ja niiden onnistunutta käyttöönottoa voidaan tukea monin eri keinoin. Hyvissä ajoin ennen kiellon voimaantuloa toteutettu laajempi viestintäkampanja on tärkeä keino, jonka toteuttamisesta on hyviä kokemuksia Ruotsista ja Norjasta. Sen avulla voidaan vaikuttaa asenteisiin sekä siihen, että kieltoa noudatetaan. Viestinnän keinoin lisätään myös kieltojen hyväksyttävyyttä.

Helsingissä autoilevia voidaan helpottaa jakamalla tietoa eri rengastyypin ominaisuuksista sekä niiden soveltuvuudesta erityyppisiin olosuhteisiin. Asukkaat toivovat puolueetonta näkökulmaa. Kaupungin oma opas rengasvalintaan voi olla yksi ratkaisu.

Nastarengaskiellon valvontamenetelmä tulee vielä ratkaista. Poliisin resurssit eivät riittäneet jatkuvan kiellon valvontaan, mutta valvontaa voidaan tehdä rengasratsioin. Tulevaisuudessa valvonta voi olla mahdollista myös poliisin automaattisten kameravalvontamenetelmien avulla.

Pidemmillä aikavälillä ja laajemmassa mittakaavassa yhteistyö autokoulujen ja rengaskauppiaiden kanssa on tärkeää. Autokoulujen opetuksen kautta voidaan vaikuttaa kuljettajien asenteisiin heti alusta pitäen ja renkaiden oston yhteydessä rengasvaihtoehtojen totuudenmukaisella ja puolueettomalla esittelyllä voi olla vaikutusta monen ostopäätökseen.

Liikenneturvallisuuden kannalta on tärkeää, että viestinnän ja liikennekasvatuksen sekä mahdollisen autokoulu-yhteistyön avulla lisätään kuljettajien tietoisuutta kitkarenkailla ajamisesta. Kitkarenkailla ajettaessa ennakointi ja vaikeiden keliolosuhteiden tunnistaminen on erityisen tärkeää.

Tässä selvityksessä ei arvioitu kattavasti nastarengaskiellon vaikutuksia elinkeinoelämään. Myöhemmin on suositeltavaa tarkastella tarkemmin sitä, millaisia vaikutuksia kielloilla olisi esimerkiksi keskustan saavutettavuuteen ja elinvoimaan. Kokeilukatualueen valinnan yhteydessä on hyvä toteuttaa yritysvaikutusten arviointi. Lisäksi voidaan seurata kiellon vaikutuksia esimerkiksi kadulla sijaitsevien yritysten asiakasmääriin.

# Lähdeluettelo

1. Andersson-Sköld, Y., Johannesson, M., Gustafsson, M., Järleskog, I., Lithner, D., Polukarova, M. & Strömvall, A. Microplastics from tyre and road wear. VTI:n raportti 1028A. 2020.
2. Anton Vikström Dubbdäckens vara eller icke vara, Orsaken till dubbdäcksförbud i Uppsala kommun, Kulturgeografiska institutionen Nr. 853, 2013
3. Furberg, A., Arvidsson, R. & Molander, S. Live and Let Die? Life Cycle Human Health Impacts from the Use of Tire Studs. Chalmers University of Technology. 2018.
4. Gustafsson, M.; Eriksson, O.; Emission of inhalable particles from studded tyre wear of road pavements A comparative study, VTI rapport 867A (2015)
5. Haastattelut Internetkyselyllä huhti-toukokuussa 2020
6. Heikkinen, H. Nastarenkaiden vaikutus päällysteiden kulumiseen taajamapeuksissa. Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulu. 2012. NASTA-tutkimusohjelma. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/osa2/nastarenkaiden\\_vaikutus\\_kuluminen\\_hh\\_ay\\_0812.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/osa2/nastarenkaiden_vaikutus_kuluminen_hh_ay_0812.pdf)
7. Helsingin kaupunki. Nastarenkaiden käyttöselvitys Case:Helsinki. Helsingin kaupungin rakennusvirasto 2001. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/nastarenkaiden\\_kayttoselvitys\\_2001\\_hkr.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/nastarenkaiden_kayttoselvitys_2001_hkr.pdf)
8. Helsingin kaupunki. NASTA-tutkimusohjelma 2011-2013 loppuraportti. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2013:4: [https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2013/Nasta-loppuraportti\\_2013\\_verkko.pdf](https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2013/Nasta-loppuraportti_2013_verkko.pdf)
9. Helsingin kaupunki. 2020. Onnettomuustilastot 2009-2018.
10. Helsingin kaupunki, ympäristöpalvelut, Kysely kitkarenkaiden ympäristövaikutuksista Helsingissä, 2020.
11. Helsingin kaupungin meluselvitys 2017, Kaupunkiympäristön julkaisuja 2017:4, Sito Oy.
12. Juga, I. Selvitys pääkaupunkiseudun talvikauden sää- ja kelioloista. Ilmatieteen laitos 2013. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/juga\\_pks\\_kelit\\_itl.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/juga_pks_kelit_itl.pdf)
13. Katila A., Laapotti, S., Peräaho, M. & Hernetkoski, K. Kitkarenkaiden talvenaikaisen käytön lisääntymisen vaikutukset kolaririskiin. Turun yliopisto, Liikennepsykologia 2012. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/kitkojen\\_lis\\_ ja\\_kolaririskin\\_vahent\\_mahd.ty.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/kitkojen_lis_ ja_kolaririskin_vahent_mahd.ty.pdf)
14. Kephalopoulos, S., Paviotti, M. ja Anfosso-Lédée, F. 2012. Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). European Commission Joint Re-

search Centre reference reports, EUR 25379 EN. 180 s. Luxemburg, Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-25281-5 (PDF); ISSN 1831-9424 (online). Saatavissa: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu%20jrc%20reference%20report\\_final\\_on%20line%20version\\_10%20august%202012.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu%20jrc%20reference%20report_final_on%20line%20version_10%20august%202012.pdf)

15. Kokkonen, J.; Kontkanen, O.; Tuominen, J.; CNOSSOS-melumallin lähtöarvojen muodostaminen ja melumallinnus ohjeet (Liikenneviraston ohjeita 4/2017)
16. Korhonen, A.; Lehtonen, H.; Influence of spatial resolution on population PM2.5 exposure and health impacts, *Air Qual Atmos Health* 12, 705–718 (2019)
17. Kuisma, S., Luoma, J. & Sintonen, H. Kesärenkaiden käyttö talvella henkilöautoissa. VTT. 2018.
18. Kuja-Aro, J. et al. Helsingin meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2018-2022. Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön julkaisuja 2018:18. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisu-18-18.pdf>
19. Kulovuori, S.; Ritola, R.; et al. Katupölyn lähteet, päästövähennyskeinot ja ilmanlaatuvaikutukset– Tuloksia KALPA-tutkimushankkeesta 2015–2018
20. Kupiainen, K. & Ritola, R.; Nastarengas ja hengitettävä pöly, Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2013
21. Lahti, J., Lähderanta, T. & Rätty, E. Nastarenkaiden kuntoerot riskitekijänä. *Trafin tutkimuksia* 16/2017
22. Lahti, T.; Kokkonen, J.; Melun leviäminen: hiljaisten päällysteiden, rengastyyppien ja melusteiden vaikutus, Vierintämelun vähentäminen. VIEME-tutkimus- ja kehittämishankkeen loppuraportti 4/2008, s. 23 – 43
23. Lanki T., 2013. Katupölyn vaikutukset terveyteen, loppuraportti THL.
24. Lehtonen, E., Sintonen, H. & Luoma, J. Erilaisten kitkarenkaiden yleisyys Suomessa. VTT. 2020. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2020/T367.pdf>
25. Liikenne- ja viestintäministeriön asetus ajoneuvon renkaiden nastoista 20.5.2003/408 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030408#a18.6.2009-466>
26. Luoma, J. & Peltola, H. Ajonvakautusjärjestelmän yleistäminen Suomessa. *Trafin tutkimuksia* 01/2016.
27. Malmivuo, M. 2012. Nastarenkaiden vähentämisen liikenneturvallisuusvaikutukset. Liikenne- ja viestintäministeriön tutkimuksia 2012. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/lvm\\_nastarenkaiden\\_vahentamisen\\_lituvaiik.malmivuo\\_2012.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/lvm_nastarenkaiden_vahentamisen_lituvaiik.malmivuo_2012.pdf)
28. Malmivuo, M. & Luoma, J. Nasta- ja kitkarengas kuolemaan johtaneissa talviajan onnettomuuksissa. VTT tutkimus. 2014. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2014/T204.pdf>
29. Malmivuo, M. & Luoma, J. Rengastyyppien vaikutukset lumi- ja jääpolanteen liukkauteen ja kulumiseen. VTT tutkimus. 2016. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T244.pdf>

30. Mikkonen, V. Kolaririskin vähentäminen siirryttäessä nastattomiin talvirenkaisiin. 2012. Nasta-tutkimusohjelma. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/kolaririskin\\_vahentaminen\\_nastattomassa\\_valmixa.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/kolaririskin_vahentaminen_nastattomassa_valmixa.pdf)
31. Myller, T. Kitkarenkaiden käytön edistäminen. Esitys katupölyseminaarissa 7.3.2017. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. <https://docplayer.fi/52978569-Kitkarenkaiden-kayton-edistaminen.html>
32. Norman, M.;Utvärdering av dubbdäcksförbud på Kungsgatan och Fleminggatan: Effekten på luftkvaliteten, emissionerna till luften samt trafiken och dubbdäcksanvändningen, 8/2016
33. Norman M.; Sundvor I.; et al. Modelling road dust emission abatement measures using the NORTRIP model: Vehicle speed and studded tyre reduction, Atmospheric Environment 134 (2016) 96e108
34. Sairanen, H. Nasta- ja kitkarenkaiden vertailu. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.2011. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30880/Henri%20Sairanen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. Salenis, S. & Luoma, J. Kitkarenkaiden pitomerkitöjen ymmärrettävyys ja kuljettajien rengasvalinnat. VTT 2013. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T133.pdf>
36. Salmi, J., Laukkanen, E. & Loven, K. Autoliikenteen päästöjen vaikutus ilmaan laatuun Rasion tunnelin lähialueella vuonna 2040, Ilmatieteenlaitos 2020
37. Stojiljkovic, A., Modelling impact of studded tyre reductions on ambient PM10 concentrations in Mäkelänkatu, Helsinki using the NORTRIP model, HSY 28.5.2020
38. Tuononen, A. Kitkatutkijan näkökulma talvirengastyyppeihin. Esitys katupölyseminaarissa 2017.
39. Tuononen, A. & Sainio, P. Optimaalinen nasta-kitkarengassuhde jäisellä tiellä – NASTAVIRTA. Aalto-Yliopisto 2013. NASTA-tutkimusohjelma. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/nastavirta\\_raportti\\_final.ay.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/nastavirta_raportti_final.ay.pdf)
40. Tuononen, A. & Sainio, P. Aalto Yliopisto 2013. Optimal proportion of studded tyres in traffic flow to prevent polishing of an icy road
41. Unhola, T. Nastarenkaiden kuluttavuus - Ajoneuvotekijöiden vaikutus. Yliajokoe 2004. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 72/2004. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78599/1\\_Julkaisuja\\_72\\_2004.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78599/1_Julkaisuja_72_2004.pdf?sequence=1)
42. Valli, R.; Laine, V.; et al., Pölyävien maanteiden ongelmat taajamissa, Liikennevirasto 2018
43. Vehmas, A. & Räsänen, J. Talvirengas-skenaarioiden vaikutustarkastelu. NASTA-tutkimusohjelma 2011-2013. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/nasta\\_talvirengasskenaarioiden\\_vaiikutustarkastelu\\_vehmas.27.2.13.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/nastatutkimus.kotisivukone.com/tiedostot/tutkimusraportit/nasta_talvirengasskenaarioiden_vaiikutustarkastelu_vehmas.27.2.13.pdf)
44. Virtala, P. Tien rakenteellisen kunnon hallinta. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2016. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2016-15\\_tien\\_rakenteellisen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-15_tien_rakenteellisen_web.pdf)