

Pyöräilyn lisääntymisen yhteys turvallisuuteen

Terhi Luukkonen ja Kalle Vaismaa



Terhi Luukkonen ja Kalle Vaismaa

PYÖRÄILYN LISÄÄNTYMISEN YHTEYS TURVALLISUUTEEN

Liikenneturvan selvityksiä 1/2013

Liikenneturva
Helsinki 2013

Kannen kuva: Toni Itkonen

Verkkójulkaisu pdf (www.liikenneturva.fi)

ISSN

ISBN 978-951-560-198-8 (pdf)

Liikenneturva
PL 29, 00421 Helsinki
Puh. 020 7282 300

Terhi Luukkonen ja Kalle Vaismaa: Pyöräilyn lisääntymisen yhteys turvallisuuteen. Liikenneturvan selvityksiä 1/2013. ISBN 978-951-560-198-8 (pdf)

Avainsanat: pyöräily, määrä, infrastruktuurit, liikenneturvallisuus, safety in numbers

TIIVISTELMÄ

Suomessa valtakunnalliseksi tavoitteeksi on asetettu kävelyn ja pyöräilyn yhteisen kulkutapaosuuden nostaminen 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä vuoden 2005 tasosta. Tärkeä tutkittava asia on, miten pyöräilyn lisääntyminen vaikuttaa turvallisuuteen. Tämän kirjallisuusselvityksen tavoitteena on selvittää pyöräilijöiden määrän kasvun vaikutusta ja yhteyttä liikenneturvallisuuteen.

Pyöräiliikenteen turvallisuuden suhdetta pyöräiliikenteen määrien kasvuun lähestytään *Safety in numbers* -hypoteesin pohjalta. Hypoteesin mukaan suuremmassa joukossa liikkuvan on epätodennäköisempää joutua onnettomuuteen kuin yksilön. *Safety in numbers* -ilmiötä on kansainvälisesti tutkittu varsin vähän, ja yleensä tutkimukset käsittelevät aihetta melko kapeasti keskittyen esimerkiksi tietyllä väyläosuudella tai risteysalueella havaittuihin muutoksiin tai tietyn pyöräilijäryhmän käytökseen. Tässä tutkimuksessa pyöräilyn määrän ja turvallisuuden välistä yhteyttä tarkastellaan laajemmin, selvittämällä ensin pyöräilyn turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja pyöräilyn määrän kasvuun vaikuttavat tekijät.

Pyöräiliikenteen turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kirjallisuusselvityksen mukaan pyöräilyinfrastruktuurin laatu, maankäyttö, liikenneverkko, autoliikenteen määrä ja nopeudet, autoilijoiden tietoisuus pyöräilijöistä sekä tienkäyttäjien liikennekäyttäytyminen ja turvallisuutta edistävä valistus. Pyöräiliikenteen määrään vaikuttaviksi tekijöiksi havaittiin yhdyskuntarakenne ja liikenneverkko, pyöräilyinfrastruktuurin laatu, lainsäädäntö, palvelut ja markkinointi sekä muiden kulkutapojen hinnoittelu.

Pyöräiliikenteen määrän kasvuun ja turvallisuuden parantumiseen vaikuttavat osatekijät ovat pääasiassa samat, eli tekijöiden toteutuessa pyöräiliikenteen määrän kasvu tukee pyöräiliikenteen liikenneturvallisuutta ja selittää *Safety in numbers* -ilmiön toteutumista ja sen suuruutta. Tutkimuksen tuloksena on, että pyöräilyinfrastruktuurin laatua parantamalla sekä pyöräilyn houkuttelevuutta parantavalla liikenneverkon ja maankäytön suunnittelulla voidaan tukea merkittävästi *Safety in numbers* -ilmiön toteutumista.

Terhi Luukkonen ja Kalle Vaismaa: Pyöräilyn lisääntymisen yhteys turvallisuuteen. Liikenneturvan selvityksiä 1/2013 (Reports of Liikenneturva 1/2013). ISBN 978-951-560-198-8 (pdf)

Key words: bicycling, traffic volume, infrastructure, traffic safety, safety in numbers

ABSTRACT

In Finland the national target of walking and cycling has been set to increase their modal share by 20 % by year 2020 comparing to the level in 2005. As the target has been set, it is important to find out will the increasing of the cycling volumes affect bicycle traffic safety. This literary review aims to clarify the connection between the increase in bicycle volumes and traffic safety.

This connection has been approached by using the *Safety in numbers* -hypothesis, according to which by being part of a large physical group, an individual is proportionally less likely to be the victim of an accident. There are few studies about the *Safety in numbers* -hypothesis and the studies often discuss the topic in rather restricted way, focusing for example on certain section of infrastructure or intersection. This study focuses on analyzing the connection between the volume and safety of cyclists in more extensive way by first explaining the factors affecting safety of cycling and the factors affecting the growth of the volume.

Based on the review, the crucial factors affecting bicycle safety are the quality of bicycle infrastructure, land use, traffic network, the volume and speed of car traffic, car drivers' awareness of cyclists, traffic behavior and traffic safety education. Factors influencing bicycle volume are urban structure and traffic network, the quality of bicycle infrastructure, legislation, bicycle services and marketing as well as the pricing of other traffic modes.

The determining factors affecting bicycle volume growth and safety conditions are mainly the same. That is, the factors supporting the growth of the volume also support bicycle safety and together they explain the realization and strength of the *Safety in numbers* -phenomenon. As a result of this review one can say that by improving the quality of bicycle infrastructure and by network and land use planning it is possible to significantly support the realization of the *Safety in numbers* -phenomenon.

Terhi Luukkonen ja Kalle Vaismaa: Pyöräilyn lisääntymisen yhteys turvallisuuteen. Liikenneturvan selvityksiä 1/2013 (Trafikskyddets utredningar 1/2013). ISBN 978-951-560-198-8 (pdf)

Ämnesord: cykling, kvantitet, infrastruktur, trafiksäkerhet, safety in numbers

SAMMANFATTNING

I Finland har man satt upp ett riksomfattande mål att höja andelen trafikanter som går och cyklar med 20 % fram till år 2020, utgående från nivån 2005. En viktig sak att undersöka är, hur cykling påverkar trafiksäkerheten. Målet med denna skriftliga utredning är att klargöra inverkan av cyklisternas ökade antal på trafiksäkerheten.

Genom hypotesen *Safety in numbers* väger man cykelsäkerheten mot att antalet cyklister ökar. Enligt hypotesen är det mindre sannolikt att råka ut för en olycka när man rör sig i en större grupp än när man rör sig individuellt. Fenomenet *Safety in numbers* har internationellt undersökts väldigt lite och undersökningarna behandlar ämnet ganska snävt, genom att exempelvis koncentrera sig på vissa vägvagnsnitt, korsningsområden eller på beteendet hos en viss cyklistgrupp. I den här undersökningen undersöker man i vidare bemärkelse sambandet mellan antalet cyklister och säkerheten, genom att först utreda de faktorer som inverkar på cykelsäkerheten och ökningen av cykling.

Enligt den skriftliga utredningen är faktorer som inverkar på cykelsäkerheten kvalitet på cykelinfrastruktur, markanvändning, trafiknät, mängden biltrafik, hastighet, bilisternas kännedom om cyklister samt trafikanternas trafikbeteende och trafiksäkerhetsfrämjande trafikupplysning. Faktorer som inverkar på mängden cyklister är samhällsstruktur och trafiknät, kvaliteten på cykelinfrastruktur, lagstiftning, service, marknadsföring och prissättning av andra färdmedel.

Delfaktorerna för ökning av cykeltrafiken och förbättrande av trafiksäkerheten är i huvudsak de samma. Om faktorerna uppfylls, stöder ökningen av cykeltrafiken trafiksäkerheten för cyklister och förklarar fenomenet *Safety in numbers* och betydelsen av det. Resultatet av undersökningen är, att genom att förbättra kvaliteten på cykelinfrastrukturen och genom att göra cykling mer attraktivt med hjälp av trafiknät och markanvändningsplanering, kan man på ett betydande sätt förverkliga fenomenet *Safety in numbers*.

ALKUSANAT

Pyöräilyn määrän lisäämiseksi on asetettu haastavia tavoitteita eri maissa ympäri maailmaa. Myös Suomi seuraa kansainvälistä linjaa. Tärkeä kysymys on, miten pyöräilyn turvallisuuden käy, jos pyöräilymäärät lisääntyvät. Tässä tutkimuksessa Liikenteen tutkimuskeskus Vernen tutkimusryhmä on selvittänyt pyöräilyn määrän ja turvallisuuden välistä yhteyttä. Työ on tehty kirjallisuustutkimuksena Liikenneturvan tilauksesta.

Tahdomme kiittää Liikenneturvaa mielenkiintoisen työn mahdollistamisesta. Kiitos tutkimuspäällikkö Juha Valtoselle ja suunnittelija Leena Pöystille tutkimuksen aikaisista kommenteista sekä informaattikko Katja Mäkilälle avusta lähdemateriaalin hakemisessa. Liikenteen tutkimuskeskus Vernessä osoitamme kiitoksemme kollegoillemme lehtori Markus Pölläselä asiantuntijatyöstä projektin eri vaiheissa ja projektipäällikkö Jouni Wallanderille panoksesta projektin käynnistämisessä sekä kuvien laatimisesta raporttiin.

Tampereella 18.4.2013

Terhi Luukkonen
Kalle Vaismaa

SISÄLLYS

Alkusanat.....	7
1. Johdanto.....	9
2. Pyöräliikenteen turvallisuuteen liittyvät tutkimukset	12
3. Pyöräliikenteen määrään liittyvät tutkimukset	24
4. Pyöräilymäärien kasvun vaikutus turvallisuuteen	32
5. Johtopäätökset.....	36
Lähteet	38

1. JOHDANTO

Pyöräilyn määrien lisääminen on tavoitteena niin valtakunnallisella kuin paikallisellakin tasolla. Pyöräilyn kehittäminen ja edistäminen on nostettu esiin valtioneuvoston Liikennepoliittisessa selonteossa 2012 (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012), Liikenneviraston Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallisessa toimenpidesuunnitelmassa 2020 (Liikennevirasto 2012) sekä liikenne- ja viestintäministeriön Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallisessa strategiassa 2020 (Liikenne- ja viestintäministeriö 2011). Valtakunnalliseksi tavoitteeksi on määritelty kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuuden nostaminen 20 % vuoteen 2020 mennessä, verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Lukuina tämä tarkoittaa vuonna 2020 300 miljoonaa uutta matkaa vuodessa kävellen tai pyörällä tehtynä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2011).

Suurin osa kuolemaan johtaneista pyöräilijän onnettomuuksista on törmäysonnettomuuksia moottoriajoneuvon kanssa. Vuosina 2000–2005 taajamassa tapahtuneista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 39 % oli henkilöauton ja 16 % kuorma-auton kanssa tapahtuneita onnettomuuksia. Pyöräionnettomuudessa kuolleista suurin osa on miehiä ja lähes 50 % yli 65-vuotiaita tai vanhempia. (Kelkka et al. 2008). Vuonna 2011 Suomen liikenteessä kuoli 19 pyöräilijää ja vuonna 2010 vastaava luku oli 26 (Tilastokeskus 2012). Vuonna 2012 kuoli ennakkotietojen mukaan 18 polkupyöräilijää (Tilastokeskus 2013). 1990-luvulla 14 % kaikista tieliikenteessä kuolleista oli pyöräilijöitä, kun 2000-luvulla vastaava osuus on ollut noin 9 %. Loukkaantuneiden määrä ei ole laskenut yhtä nopeasti kuin kuolleiden määrä. Vuonna 2011 loukkaantui 942 pyöräilijää, ja vuonna 2010 vastaava luku oli 835. 2000-luvulla pyöräiliikenteessä loukkaantuneiden määrä kaikista tieliikenteessä loukkaantuneista on ollut noin 11 %, kun aiemmin se oli noin 14 %. Loukkaantuneiden osalta tilastojen luotettavuus on heikompi kuin kuolleiden osalta, sillä kaikkia loukkaantumisia, erityisesti yksittäisonnettomuuksia, ei raportoida viranomaisen tietoon. (Tilastokeskus 2012).

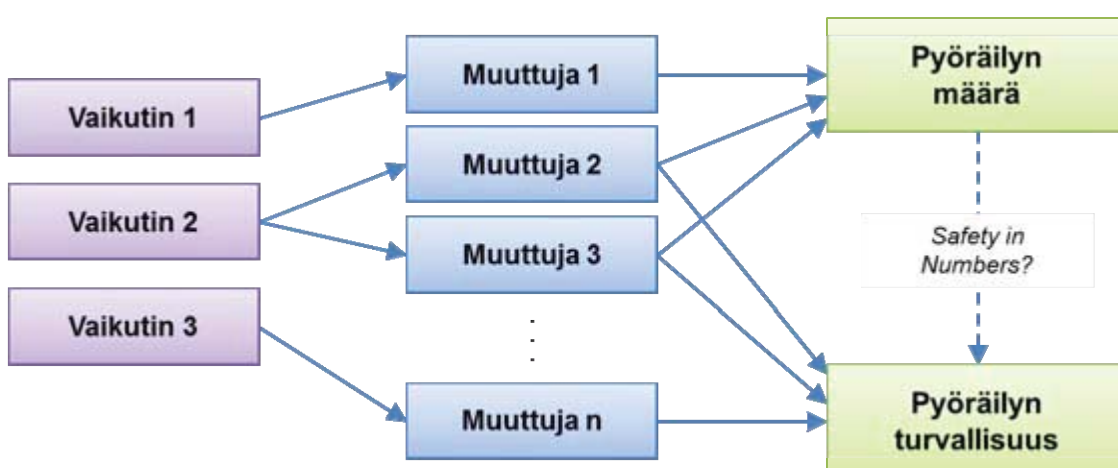
Vaikka pyöräilyn onnettomuusluvut ovat Suomessa kehittyneet 2000-luvulla suotuisasti, on pyöräily edelleen varsin turvaton kulkutapa. Vuosina 2004–2006 kuoli henkilöliikennetutkimuksen mukaiseen suoritteeseen suhteuttaen 2,2 pyöräilijää sataa miljoonaa henkilökilometriä kohden. Henkilöautolle vastaava luku on 0,38 kuollutta. Kuljettu kilometri on vaarallisinta suojaamattomilla kulkutavoilla, kuten moottoripyörällä, mopolla, polkupyörällä ja kävellen. Käytettyyn matka-aikaan suhteutettuna pyöräilyn turvallisuus on hieman parempi kuin matkasuoritteeseen suhteutettuna, kun verrataan muihin kulkutapoihin. (Peltola & Aittoniemi 2008).

Koska pyöräilyn määriä pyritään Suomessa kasvattamaan, on mietittävä, miten pyöräilyn lisääntyminen vaikuttaa turvallisuuteen. On pohdittava, mihin liikenneturvallisuustyössä tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta turvallisuuskehitys voisi pyöräilyn määrän lisääntyessä jatkua suotuisasti. Tämän kirjallisuusselvityksen tavoitteena on selventää pyöräilijöiden määrän kasvun vaikutusta ja yhteyttä liikenneturvallisuuteen. Pyöräilijä on varsin turvaton tienkäyttäjä, sillä pyöräilijällä ei ole turvanaan ajoneuvon ulkokuorta. Koska pyörän ja moottoriajoneuvon nopeudet ja massat eroavat toisistaan merkittävästi, joutuu pyöräilijä onnettomuustilanteessa usein altavastaajaksi. Muun muassa Alankomaissa on kuitenkin todettu, että lisääntyvät pyöräilymäärät asukasta kohti pienentävät yksittäisen pyöräilijän riskiä joutua kuolemaan johtavaan onnettomuuteen. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009).

Tutkimuksessa lähestytään pyöräiliikenteen turvallisuuden suhdetta pyöräiliikenteen määrien kasvuun *Safety in numbers* -hypoteesin pohjalta. Hypoteesin mukaan suuremmassa joukossa liikkuvan on epätodennäköisempää joutua onnettomuuteen kuin yksilön. Samankaltaiset teoriat esittävät myös, että kun joukon (pyöräilijöiden) käytös muuttuu ennustettavammaksi ja tunnetuksi muiden silmissä (tässä tapauksessa autoilijoiden), vähentää tämä todennäköisyyttä joutua onnettomuuteen. Turvallisuuden lisääntymisen on arveltu myös johtuvan jostakin määrittelemättömästä kolmannesta tekijästä. (Jakobsen 2003).

Päätutkimuskysymyksenä työssä on, miten pyöräilijän liikenneturvallisuus muuttuu, kun pyöräilymäärät lisääntyvät (kuva 1). Päätutkimuskysymys on jaettu kolmeksi alakysymykseksi:

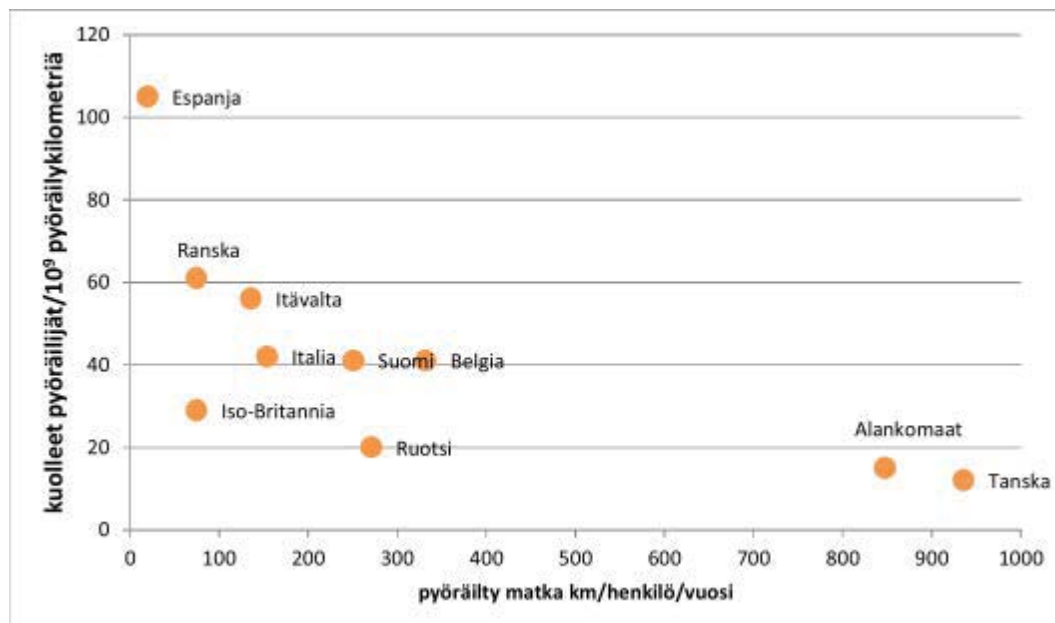
- Mitkä tekijät vaikuttavat pyöräiliikenteen turvallisuuteen?
- Mitkä tekijät vaikuttavat pyöräiliikenteen määrään?
- Mikä on pyöräilyn turvallisuuden ja määrän välinen yhteys?



Kuva 1 Pyöräiliikenteen määrän ja turvallisuuden välinen yhteys ja tekijät yhteyden taustalla

Pyöräilijöiden määrien ja pyöräilyjen kilometrien suhdetta kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin on tarkasteltu kuvassa 2. Pyöräilystä johtuva kuolemanriski on selvästi pienempi

maissa, joissa pyöräilty kilometrit vuodessa henkilöä kohden ovat suuremmat, kuin maissa, joissa pyöräilty kilometrit henkilöä kohden ovat alhaiset. Esimerkiksi Espanjassa ja Ranskassa vuosittaiset pyöräilty kilometrit asukasta kohden ovat alle 100 km, kun Alankomaissa ja Tanskassa ihmiset pyöräilevät vuodessa noin 900 km. Kuitenkin kuolemanriski Espanjassa suhteutettuna pyöräilyihin kilometreihin on viisinkertainen ja Ranskassa kolminkertainen verrattuna Alankomaihin ja Tanskaan. Suomessa pyöräilty kilometrit henkilöä kohden vuodessa ovat noin kolmasosa Tanskan kilometreistä ja kuolemanriski on nelinkertainen.



Kuva 2 Pyöräilijöiden kuolemanriski laskee pyöräilijämäärien kasvaessa (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013, muokattu Krag 2011 pohjalta).

Safety in numbers -teoriaa ovat tutkineet Jakobsenin (2003) lisäksi myös esimerkiksi Leden et al. (2000), Bonham et al. (2006), Elvik (2009) ja Robinson (2005). Tutkimusten määrä on varsin vähäinen, ja tutkimukset käsittelevät aihetta melko kapeasti keskittyen esimerkiksi tietyllä väyläosuudella tai risteysalueella havaittuihin muutoksiin tai tietyn pyöräilijäryhmän käytökseen. Täten pyöräilyn määrän ja turvallisuuden välistä yhteyttä onkin tarve tarkastella laajemmin, selvittämällä ensin pyöräilyn turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja pyöräilyn määrän kasvuun vaikuttavat tekijät. Turvallisuuteen ja määrän kasvuun vaikuttavien tutkimusten tunteminen perustaa pohjan niiden yhteyden laaja-alaisempaa tarkastelua varten.

Luvussa 2 selvitetään pyöräiliikenteen turvallisuuteen vaikuttavat tekijät, luvussa 3 esitetään määrän kasvuun vaikuttavat tekijät ja luvussa 4 käsitellään turvallisuuden ja määrän välistä yhteyttä. Pyöräily on luonnollisesti vaivattomampaa ilmastoltaan suotuisissa ja topografialtaan tasaisissa kaupungeissa. Mäkisyys ja sääolosuhteisiin on kuitenkin vaikea vaikuttaa kovin laajasti eri toimenpiteillä, joten niiden vaikutus pyöräilyn määriin on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

2. PYÖRÄLIIKENTEEN TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

Pyöräliikenteen turvallisuutta on tutkittu monista näkökulmista. Turvallisuuteen liittyvät tutkimukset voidaan kirjallisuusselvityksen perusteella jakaa karkeasti viiteen tutkimusalueeseen: maankäyttö, liikenneverkko, infrastruktuurin laatu, autoilijoiden tietoisuus pyöräilijöistä sekä liikennekäyttäytyminen ja valistus.

Maankäyttö

Maankäytön suunnittelulla pystytään varmistamaan mahdollisimman lyhyet matkat, pyöräilyn kilpailukyky ja väylien tilanvarauksien yhteydessä niiden turvallinen sijoittelu. Tiiviillä maankäytöllä ja toimintoja sekoittamalla eri kohteiden väliset etäisyydet lyhenevät, mikä parantaa näin jalankulun ja pyöräilyn edellytyksiä ja suoritteiden vähenemisen kautta turvallisuutta. Maankäytön ratkaisuilla voidaan vaikuttaa autoliikenteen tarpeeseen, ja mikäli autoliikenteen suoritetta voidaan vähentää, vähenevät autoliikenteen aiheuttamat vaaratilanteet ja tällöin myös pyöräilijöiden turvallisuus paranee. Toisaalta autoliikenteen lisääntyessä pyöräilijöiden riski loukkaantua kasvaa (Elvik 2009).

Järkevällä maankäytön suunnittelulla luodaan pohja eri toimintojen sijainnille ja niiden vaatimille liikenneyhteyksille. Toimintojen sijoittelu määrää pitkälti liikkumisen tarvetta, liikenneväylien toteuttamista ja tarjolla olevia kulkumuotoja. Maankäyttö vaikuttaa eri kulkumuotojen liikennesuoritteeseen, mikä korreloi onnettomuuksiin altistumisen kanssa, sekä liikkumisen ympäristöön, mikä vaikuttaa onnettomuuksien todennäköisyyteen ja vakavuuteen. (Ympäristöministeriö 2006).

Yhdysvalloissa tutkittiin regressioanalyysillä kokonaisonnettomuusmääriä asuinalueilla San Antoniossa, Texasissa. Lukuisten alueellisten ja väestötieteellisten muuttujien avulla tulokseksi saatiin, että jokainen alueella sijaitseva autoliikenteen pääteiden käyttäjille suunnattu ostosalue lisäsi kokonaisonnettomuuksien määrää 1,3 % ja jokainen hypermarketti 6,6 %. Sen sijaan hyvien kävely-yhteyksien päähän suunniteltu ostosalue vähensi kokonaisonnettomuuksia 2,2 %. (Dumbaugh & Rae 2009).

Myös Kanadassa selvitettiin 479 taajaman maankäytön vaikutuksia kokonaisonnettomuusmääriin. Tutkimuksen mukaan tiivis ja eri kulkutapoja hyödyntävä maankäyttö voi vähentää kokonaisonnettomuustiheyttä asuinalueella henkeä kohden 20 % ja vakavien onnettomuuksien

onnettomuustiheyttä 29 %. (Lovegrove & Litman 2008). Mitä tiiviimmin maankäyttö toteutetaan, sitä parempi on kokonaisturvallisuus. Erityisiä pyöräilyn ja maankäytön tiiveyttä koskevia tutkimuksia ei ole saatavilla.

Yhdysvalloissa Kaliforniassa tutkittiin 24 kaupungin katuverkon yhdistävyyttä, maankäytön tiiviyyttä, vakavien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien määrää sekä kulkutavan valintaa¹. Puolet jaoteltiin ”turvallisiin kaupunkeihin”, joissa vakavat tai kuolemaan johtaneet onnettomuudet olivat kolmasosa maan keskiarvosta, ja puolet ”vähemmän turvallisiin kaupunkeihin”, joiden vakavien tai kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä oli keskiarvon lähellä. Kaupungin asukastiheyden ja maankäytön tiiviyn havaittiin selvästi vaikuttavan kokonaisliikenneturvallisuuteen. (Garrick & Marshall 2008).

Monessa selvityksessä, joissa on analysoitu liikkumisenohjausta ja maankäytön strategiaa, on todettu, että järkevä maankäyttöpolitiikka aiheuttaa useita turvallisuusetuja. Kun vähennetään henkilöautoliikennemääriä asukasta kohti ja alennetaan ajoneuvojen nopeuksia, erityisesti pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden onnettomuuksien vakavuustaso alenee. (Litman & Fitzroy 2012).

Liikenneverkko

Nykyisin korostetaan, että maankäytön suunnittelu tulee tehdä kiinteässä yhteistyössä liikennesuunnittelun kanssa. Tiiviin maankäytön avulla toimintojen välimatkat sopivat myös pyöräilyyn. Liikennesuunnittelua tarvitaan kuitenkin lisäksi varmistamaan eri kulkutapojen toimintamahdollisuudet ja turvallisuus eri etäisyyksillä. Liikennesuunnittelun avulla varmistetaan tarvittavien liikenneyhteyksien tilavaraukset ja liikenneverkon kattavuus. Tavoitteena on liikkumistarpeen vähentäminen sekä aitojen vaihtoehtojen tarjoaminen autoliikenteelle. Lyhyet välimatkat eivät riitä, mikäli liikenneverkko ei tue autoliikenteelle vaihtoehtoisia kulkutapoja. Sääntelemällä moottoriajoneuvoliikennettä keskuksissa ja asuinalueilla mahdollistetaan viihtyisämpi, sujuvampi ja turvallisempi liikkumisympäristö pyöräilijöille ja jalankulkijoille (Vaarala 2011; Kestävä yhdyskuntarakenne 2008; YTV 2002; van Wee & van der Hoorn 1996).

Autoliikenteen nopeuksia voidaan alentaa joko nopeusrajoituksilla tai rakennetuilla toimenpiteillä, kuten kavennuksilla, korotetuilla suojateilla ja risteyksillä sekä kiertoliittymillä. Lisäksi liikennejärjestelyjä voidaan muuttaa siten, että väistämisvelvollisuus on pyöräilijöiden sijaan autoilijoilla (kuva 3) tai toteuttaa pyöräilijöille lyhyempiä reittejä kuin moottoriajoneuvoliikenteelle. Alankomaissa ja Saksassa on myös keskusta-alueella käytössä

¹ Kaliforniassa on USA:n yleisiin lukuihin nähden melko korkeita kulkutapaosuuksia työmatkapyöräilyssä, mm. Davisissa 16,6 %, Berkeleyssä 8,9 %, Palo Altossa 10,1 % ja Chicossa 6,4 % (United States Census Bureau 2013).

katuja, joissa autojen on ajettava kävelyvauhtia.² Koska autoliikenteen rauhoittamistoimenpiteitä tehdään koko keskusta-alueella eikä ainoastaan yksittäisillä kaduilla, siirtyy nopea läpiajoliikenne keskustan ulkopuolelle kehäteille (Pucher & Dijkstra 2000). Tietyillä alueilla moottoriajoneuvojen läpiajoliikenne voidaan kieltää kokonaan. Läpikulkuliikenteen poistaminen asuinalueelta voi vähentää vuodessa paikallisesti jopa 72 % loukkaantumisista 1000 asukasta kohden (Elvik et al. 2009, 1035).



Kuva 3 Autolla on kärkeä kolmiolla osoitettu väistämismäärä Groningenissa, kun tonttikatu risteää pyöräilyn pääväylän kanssa. Liikenneympäristö on lisäksi korotettu ja kavennettu, jotta autoilija hiljentää vauhtiaan (Vaismaa et al. 2011, 154).

Liikenteen rauhoittamiseksi ja pyöräilijöiden ja kävelijöiden turvallisuuden parantamiseksi on kehitetty viisiportainen keskustan liikenteen kehittämislista (Turner et al. 2009 & ITH 1996):

1. autoliikenteen määrien vähentäminen
2. autoliikenteen nopeuksien alentaminen
3. risteysalueiden suunnittelu
4. pyöräkaistojen/-väylien leventäminen pääkaduilla
5. pyöräväylien erottelu autoliikenteestä

Liikenteen rauhoittamisen merkitys pyöräilyn turvallisuuteen on merkittävä. Saksassa ja Alankomaissa asuinalueiden liikennettä rauhoittamalla saavutettiin alueellisesti 20–70 % vähennys liikenneonnettomuuksiin ja vakaviin liikenneonnettomuuksiin 35–56 %. Osasyynä onnettomuuksien vähenemiseen on autojen hitaampi nopeus, joka mahdollistaa auton pysäyttämisen nopeammin. Hitaampi autoliikenne (alle 30 km/h) aiheuttaa myös vähemmän

² Suomessa alin nopeusrajoitus pihakadulla on 20 km/h (Finlex 2013), Saksassa käytössä katuja, joissa tulee ajaa kävelyvauhtia eli 4-7 km/h (Rechtsportal.de 2013).

vakavaksi luokiteltuja onnettomuuksia kuin nopeampi liikenne. Tanskassa, Iso-Britanniassa, Saksassa ja Alankomaissa tehdyssä tutkimuksissa on todettu, että liikenneonnettomuudet vähenivät keskimäärin 53 % asuinalueilla, joissa rauhoitettiin autoliikennettä. (Pucher & Dijkstra 2000).

Itävallassa Grazissa otettiin käyttöön 30 km/h nopeusrajoitus lähes koko keskustan alueella. Nopeusrajoitus sekaliikennettä käyttävässä keskustassa otettiin käyttöön 75 % kaduista lukuun ottamatta pääkatuja. Nopeusrajoitukseltaan 30 km/h olevia katuja pyörä- ja autoliikenteen käyttöön on yhteensä 800 km. Muilla kaduilla nopeusrajoitus oli 50 km/h. Nopeusrajoituksen lisäksi liikenteen rauhoittamisen puolesta kampanjoitiin. Tasaisesta pyöräliikennematkojen lisääntymisestä huolimatta onnettomuuksien määrä keskusta-alueella putosi selkeästi. (Hoening 2000).

Kaupunkiliikenteen alueellisen rauhoittamisen turvallisuusvaikutuksista on tehty 33 tutkimusta arvioiva meta-analyysi. Tutkimuksessa on todettu, että autoliikennettä on tyypillisesti rauhoitettu asuinalueilla perustamalla hierarkkinen liikenneverkko alueelle ja poistamalla läpiajoliikennettä joko sulkemalla katuja tai muuttamalla niitä yksisuuntaisiksi. Useissa tapauksissa liikennettä on myös hidastettu erilaisin keinoin asuinalueilla. Meta-analyysin tuloksena selvisi, että kokonaisloukkaantumisten määrä väheni liikenteen rauhoittamisen seurauksena keskimäärin 15 %. Suurin (25 %) vähennys loukkaantumisten määriin aiheutui tonttikaduilla. Pääkaduilla loukkaantumiset vähenivät keskimäärin 10 %. (Elvik 2001)

Autoliikenteen nopeuden vähentämisellä on merkittävät vaikutukset. 10 % muutos keskinopeudessa aiheuttaa suuremman vaikutuksen liikennekuolemiin kuin 10 % muutos liikennemäärässä (Elvik 2005). Jo pienetkin nopeuden vähennykset voivat estää useita onnettomuuksia ja lieventää onnettomuuksien seurauksia. Erityisen tehokkaasti nopeuden aleneminen vähentää pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden loukkaantumisia (Elvik 2005; Racioppi et al. 2004).

Infrastruktuurin laatu

Suomessa merkittävä osa pyöräilijöiden kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtuu pyörätien ja ajoradan risteyksessä tai ajoradalla liittymässä. Usein onnettomuus tapahtuu liittymän jälkeisellä suojaatiellä auton ajaessa pääsuunnassa suoraan liittymän läpi. Tällöin autoilija havaitsee liittymään tulevan pyöräilijän liian myöhään tai pyöräilijä tulee yllätyksenä autoilijalle (Kelkka et al. 2010). Pyöräilyinfrastruktuurin laatu korostuu risteysalueella, koska suurin osa pyöräilijän onnettomuuksista tapahtuu risteyksissä. OECD:n liikenneasiantuntijatyöryhmän mukaan risteysuunnittelun pääkohdat ovat hyvät näkemät, autoliikenteen nopeuden hidastaminen sekä reitinvalinnan ennakoitavuus (ITF 2012).

Toimiva väylästä vähentää onnettomuuksia erityisesti liittymissä. Pyöräilylle suunniteltu väylästä parantaa liikenneturvallisuutta merkittävästi verrattuna tilanteeseen, jossa pyörällä ajetaan sekaliikenteenä autojen seassa tai jalankulkijoiden kanssa yhteisellä väylällä, jos liikennemäärät tai ajonopeudet ovat suuret (Reynolds et al. 2009). Pyöräily on todettu turvalliseksi ajoradalla, jos moottoriajoneuvojen nopeudet ovat korkeintaan 30 km/h, liikennemäärä alle 5000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus hyvin pieni (CROW 2006, 108).

Case-crossover design -tutkimuksessa haastateltiin strukturoidulla kyselytutkimuksella 690 pyöräilyonnettomuudessa loukkaantunutta pyöräilijää ja tutkittiin onnettomuuspaikan infrastruktuuria. Suurimman loukkaantumisriskin todettiin aiheutuvan silloin, kun pyöräilijä käyttää pyöräväylätöntä autoilun pääkatua, jossa on kadunvarsipysäköintiä. Moottoriajoneuvojen nopeudet tutkituilla väylätyypeillä vaihtelivat välillä 29–44 km/h. Alla olevassa listauksessa on esitetty myös kullekin väylätyypille laskettu suhteutettu onnettomuusriski:

- autoilun pääkatu, kadunvarsipysäköintiä
 - ei pyöräväylää, nopeus 38 km/h, 1,00
 - yhdistetty bussi- ja pyöräkaista, nopeus 44 km/h, 0,71
 - pyöräkaista, nopeus 38 km/h 0,69
- autoilun pääkatu, jossa ei kadunvarsipysäköintiä
 - ei pyöräväylää, nopeus 40 km/h 0,63
 - yhdistetty bussi- ja pyöräkaista, nopeus 40 km/h 0,60
 - pyöräkaista, nopeus 42 km/h 0,54
- paikalliskatu
 - ei pyöräväylää, nopeus 31 km/h 0,51
 - määritelty tila pyörälle, nopeus 32 km/h 0,49
 - määritelty tila pyörälle ja liikenteen rauhoittamista, nopeus 29 km/h 0,66
- erillinen pyörätie 0,11
- yhdistetty jalankulku- ja pyöräväylä (päällystetty) 0,79

Turvallisimmaksi todettiin erillinen pyörätie (kuva 4), jolla loukkaantumisriski on noin 10 % verrattuna autoilun pääkatuun, jolla on kadunvarsipysäköintiä. Seuraavaksi alhaisin loukkaantumisriski oli paikalliskadulla (joko pyöräväylällisellä tai -väylättömällä), mutta sielläkin noin viisi kertaa suurempi kuin erillisellä pyörätiellä. Autoilun pääkadulla, jolla on pyöräkaista ja kadunvarsipysäköintiä, loukkaantumisriskin todettiin olevan noin 50 % pienempi kuin pyöräväylättömällä pääkadulla, jolla on kadunvarsipysäköintiä. Vastaava lukema yhdistetyllä jalankulku- ja pyöräväylällä noin 70 % kadunvarsipysäköitävän pyöräväylättömän pääkadun loukkaantumisriskistä. Tutkimustulos tukee pyöräilyn erottelua jalankulusta ja autoliikenteestä omalle väylälleen vilkkaammilla ja korkeampien nopeuksien kaduilla (Teschke et al. 2012). Hyvin

eroteltu liikenne voi vähentää jopa 64 % loukkaantumisista vuodessa 1000 asukasta kohden verrattuna tilanteeseen, jossa liikennettä ei ole laisinkaan eroteltu (Elvik et al. 2009).



Kuva 4 Erillinen, yksisuuntainen pyörätie on turvallisin vaihtoehto taajama-alueella, jossa on nopeaa ja vilkasta autoliikennettä (Vaismaa et al. 2011, 104).

Myös OECD:n liikennealan asiantuntijatyöryhmän mukaan pyöräväylät tulisi aina sijoittaa mahdollisuuksien mukaan autoliikenneväylästä erilleen, kuitenkin huonontamatta pyöräväylän laatutasoa (ITF 2012). Liikennekaduilla molemmin puolin kulkevat yksisuuntaiset pyörätiet on todettu turvallisemmiksi kuin kadun yhdellä puolella kulkeva kaksisuuntainen pyörätie. Yksisuuntaisella väylällä pyöräilijän ei tarvitse väistää vastaantulevia pyöräilijöitä, mikä vähentää onnettomuusriskiä. Yksisuuntaiset pyörätiet myös lisäävät turvallisuutta liittymissä, kun pyöräilijät ajavat muun liikennevirran kanssa loogisesti samaan suuntaan (Goeverdenin & Godefrooijin 2011).

Autoliikenteestä erotellut yksisuuntaiset pyörätiet on todettu turvallisemmiksi kiertoliittymissä kuin sekaliikenne ja pyöräkaista, jos autojen liikennemäärät ovat suuret ja raskasta liikennettä paljon. Yleisin syy kiertoliittymissä tapahtuville autojen ja pyöräilijöiden välisille onnettomuuksille on se, että autoilijat eivät näe pyöräilijöitä poistuessaan kiertoliittymästä. Erityisesti raskaan ajoneuvon kuljettajan on hankala nähdä rinnalla ajavaa pyöräilijää. Havaitseminen on vaikeinta, jos kiertoliittymässä on pyöräkaista. Ongelma ei ole yhtä suuri, kun pyörätie on eroteltu kiertoliittymästä välikaistalla. Tutkimukset ovat osin ristiriitaisia sen suhteen, onko sekaliikennekiertoliittymä turvallisempi kuin pyöräkaistakiertoliittymä. Joissakin tutkimuksissa on todettu, että sekaliikenne on turvallisin vaihtoehto, mutta osassa tutkimuksista turvallisuudessa ei ole todettu eroa. Sekaliikennekiertoliittymässä pyöräilijöiden ja autoilijoiden konfliktipisteet vähenevät verrattuna pyöräkaistakiertoliittymään. Toisaalta ongelmia tuottaa tällöin

kiertoliittymään saapuminen. Mikäli pyöräilijä saapuu liittymään erillistä pyöräväylää pitkin, on vaarana, että pyöräilijä ajaa samasta suunnasta saapuvan auton eteen kiertotilaan siirryttäessä. Suositeltavaa onkin päättää erillinen pyöräväylä 20–30 metriä ennen kiertoliittymää, jotta kiertotilaan saapuminen tapahtuu samaa ajorataa pitkin. Yksikaistaista kiertoliittymää käytettäessä autojen nopeuksien on oltava samalla tasolla pyörien kanssa. Erillistä pyörätietä on suositeltavaa käyttää autoliikenteen määrän ylittäessä 6000 ajoneuvoa vuorokaudessa. (Presto 2013; Reynolds et al. 2009)

Kiertoliittymien turvallisuutta on tutkittu myös Helsingissä, missä on tarkasteltu 37 kiertoliittymää. Ennen–jälkeen-tutkimuksessa selvitettiin onnettomuusmäärät kiertoliittymiksi muutetuissa liittymissä ennen ja jälkeen kiertoliittymän rakentamisen. Tutkimuksessa todettiin, että jalankulkijoiden ja autoilijoiden onnettomuuksien kokonaismäärä puolittui ja pyöräilijöiden onnettomuusmäärä kasvoi. Tutkimuksen mukaan puolet kiertoliittymissä tapahtuneista henkilövahinko-onnettomuuksista oli polkupyöräonnettomuuksia. Näistä suurin osa tapahtui suojaatiellä, jossa pyöräilijä oli etuajo-oikeutettu. Suojateillä tapahtuneista onnettomuuksista yli puolessa tapauksista pyöräilijä ajoi liittymän kiertosuuntaa vastaan. Kiertoliittymän todettiin tutkimuksessa parantavan liittymän kokonaisturvallisuutta, mutta pyöräilijöiden turvallisuuteen kaivattavan parannusta rakenne- tai sääntömuunnoksien. (Strömmer & Räikkönen 2011)

Ruotsalaisessa tutkimuksessa on todettu, että kaksisuuntainen yhdistetty jalankulku- ja pyörätie kiertoliittymässä lisää konfliktitilanteita pyöräilijöiden ja autoilijoiden välillä jopa kaksinkertaisesti verrattuna kiertoliittymään, jossa autoilijat ja pyöräilijät ajavat samalla ajoradalla. Tutkimuksen mukaan autoilijat väistävät paremmin sekaliikenneväylällä kuin erillisellä jalankulku- ja pyörätiellä ajavaa pyöräilijää. Syyksi epäiltiin, että autoilija havainnoi paremmin autoliikennettä kuin jalankulku- ja pyöräliikennettä, joka tapahtuu erillisellä väylällä. Näin hän näkee ajorataa saapuvan pyöräilijän paremmin kuin pyörätietä käyttävän. Samoin epäiltiin, että autoilija tarkkailee paremmin vasemmalle kuin oikealle, koska väistettävät autot kiertoliittymässä saapuvat vasemmalta. Autoilijalta voi helpommin jäädä huomaamatta oikealta saapuva pyöräilijä, joka ajaa pyörätiellä. Yhdistetyllä jalankulku- ja pyörätiellä ajavaa pyöräilijää kohdellaan myös helpommin jalankulkijana, kun taas sekaliikenteessä pyöräilijä tulee kohdeksi ajoneuvona, jota tulee väistää. (Hallberg & Novak 2003)

Tutkimustulosten pohjalta voidaan todeta, että hyvin suunniteltu, jatkuva ja vilkkailla kaduilla autoliikenteestä eroteltu pyöräilyinfrastruktuuri vähentää pyöräilijöiden onnettomuusriskiä ja parantaa kokonaisturvallisuutta (Wegman et al. 2012). Infrastruktuurin turvallisuutta parantavat ominaisuudet nousevat parhaimmin esiin vasta, kun koko infrastruktuuri on saatu laadukkaalle tasolle. Mikäli yhdellä kadulla on laadukas pyöräväylä mutta risteysaluetta ei ole suunniteltu laadukkaaksi, ei kokonaisturvallisuus välttämättä parane. Koska risteysalueilla tapahtuu suuri osa pyöräilijöiden ja autojen välisistä onnettomuuksista, tulee niiden suunnitteluun kiinnittää erityistä huomiota. Mikäli risteysalueita parannetaan, tulee myös linjaosuuksia parantaa, jotta laatutaso on

jatkuva. Mikäli koko liikenneympäristö ei ole laadukas ja pyöräilijöille suunniteltu, voi pyöräilyn määrien edistäminen altistaa uusia pyöräilijöitä vaarallisille olosuhteille. Pyöräilyn määrien lisääntyessä myös onnettomuusriski voi mahdollisesti nousta. Kuitenkin, mikäli pyöräiliikenne suunnitellaan ajoneuvoliikenteen periaatteilla ja infrastruktuuri toteutetaan laadukkaasti väylän funktio ja liikennemäärät huomioiden, pyöräilijöiden onnettomuusriski näyttää pienenevän. (ITF 2012)

Tietoisuus

Autoilijoiden tietoisuus (*awareness*) pyöräilijöiden olemasta olostaan vaikuttaa pyöräilijän liikenneturvallisuuksiin. Tietoisuus tarkoittaa kykyä havaita, odottaa jotakin asiaa ja olla tietoinen jostakin asiasta. Tietoisuuteen liittyvä pyöräilyn turvallisuuden paraneminen johtuu tutkimusten mukaan pyöräilijöiden näkyvyyden lisääntymisestä katukuvassa ja useamman ihmisen pyöräilykokemuksen kasvusta (mm. Jakobsen 2003; Houtenbos 2008). Kun useammalla autoilevalla ihmisellä on pyöräilykokemusta, osaavat autoilijat ottaa pyöräilijät paremmin huomioon. 60 % tanskalaisista pyöräilee ainakin kolme kertaa viikossa ja 80 % ainakin kerran viikossa. Koska suurin osa käyttää usein pyörää, ihmiset osaavat autolla liikkeessään paremmin arvioida pyöräilijöiden liikennekäyttäytymistä ja varautua siihen. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009; Bonham et al. 2006).

Alankomaissa on tutkittu tienkäyttäjien tietoisuutta muista tienkäyttäjistä. On todettu, että mikäli tienkäyttäjä osaa odottaa muiden tienkäyttäjien läsnäoloa tai ennustaa muiden liikennekäyttäytymistä, voidaan odottaa alhaisempaa onnettomuusriskiä. Tämä pätee myös autoilijoiden ja pyöräilijöiden välille. (Houtenbos 2008)

Tietoisuuden vaikutusta onnettomuuksiin on tutkittu myös Suomessa. Tutkimusaineisto koostui 188 pyörä-auto-onnettomuudesta, joihin osallisena olleiden ihmisten käyttäytymistä tutkittiin ennen onnettomuutta. Tutkituissa tilanteissa 11 % auton kuljettajista huomasi pyöräilijän ennen onnettomuutta. Vastaavasti 68 % pyöräilijöistä havaitsi autoilijan ennen onnettomuuden tapahtumista. Yleinen syy onnettomuuteen oli se, että oikealle kääntyvä autoilija ei tarkkaillut oikealta yhdistettyä jalankulku- ja pyörätietä tulevaa pyöräilijää kääntymishetkellä vaan keskittyi havainnoimaan ainoastaan toisia moottoriajoneuvoja. (Räsänen & Summala 1998).

Autoilijoiden liikennekäyttäytyminen pyöräilijöitä kohtaan riippuu myös asenteesta pyöräilyyn. Pyöräilijöiden oikeuksia kunnioitetaan paremmin kaupungeissa, joissa pyöräily on laajalle levinnyttä ja yleistä. Tämä viittaa siihen, että pyöräilyn määrien kasvu totuttaa autoilijat varautumaan ajaessaan pyöräilijöihin ja ottamaan heidät huomioon osana liikennettä. Lisäksi tällöin useampi autoilija ajaa useammin myös pyörällä, jolloin autoilijoiden asenne pyöräilijöitä kohtaan paranee. (Hudson 1978)

Liikennekäyttäytyminen, lainsäädäntö ja valistus

Väistämissääntöjen heikko tuntemus on yksi pyöräilyn liikenneturvallisuuden ongelma Suomessa. Liikenneturvan raportissa *Pyöräilyn väistämissääntöjen tuntemus* (Karvinen 2012) todetaan, että autoilijat tuntevat pyöräilyn väistämissääntöjä paremmin kuin pyöräilijät itse. Väistämissääntöjen tuntemus on heikko erityisesti tilanteessa, jossa suoraan ajava autoilija ja pyörätien jatkeelle ajava pyöräilijä kohtaavat. Tutkimuksen mukaan noin 33 % autoilijoista ja 39 % pyöräilijöistä tuntee säännön, kun luvut vuosina 1997–1998 tehdyissä tutkimuksissa olivat välillä 67–81 %. Lisäksi neljäsosa tienkäyttäjistä ei tuntenut kiertoliittymästä poistuvan auton ja ajoradalla ajavan pyöräilijän väistämissääntöjä (Karvinen 2012). Liikennesääntöjen opettaminen on tärkeää, mutta sen lisäksi liikenneympäristön tulee toimia itsessään ohjaavana, jotta se viestii käyttäjälle oikean ja turvallisen toimintatavan. Systemaattiset ja yksiselitteiset ratkaisut ohjaavat tielläliikkujaa tekemään oikeita ratkaisuja nopeammin. (Liikennevirasto 2012, 53)

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa selvitettiin, miksi pyörällä ja kävellen on turvallisempaa liikkua Euroopassa kuin Yhdysvalloissa. Yksi tulos on, että Euroopan parhaimmissa maissa lainsäädäntö suosii pyöräilyä ja kävelyä ja niissä on myös parannettu pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden oikeusturvaa. Vaikka jalankulkija olisi tehnyt liikenteessä onnettomuuteen johtavan virheen, saatetaan autoilija onnettomuustilanteissa todeta syylliseksi, erityisesti jos kyseessä on lapsi tai vanhus. Autoilija voi myös saada sakon, jollei hän väistä jalankulkijaa suojatiellä, vaikka jalankulkija ei olisi vielä edes astunut suojatielle. Autoilijaa on haluttu ohjata varomaan entistä paremmin suojaamattomien kulkutapojen käyttäjiä. Autoilijan vakuutusyhtiö voi korvata vahingon pyöräilijän tai jalankulkijan ja auton välisissä onnettomuuksissa riippumatta syyllisyydestä. Jos todistetaan jalankulkijan tai pyöräilijän aiheuttaneen onnettomuuden tahallaan, autoilija ei ole korvausvelvollinen. (Pucher & Dijkstra 2000)

Kypärän käyttöä on tutkittu pyöräilyn turvallisuuteen liittyen eniten. Pyöräilykypärän käytöllä tähdätään pyöräilijän turvallisuuden parantamiseen, ja tutkimuksista valtaosan mukaan kypärä parantaa käyttäjän turvallisuutta (muun muassa Persaud et al. 2012; Carr 1995; Pitt 1994). Pyöräilykypärän käyttö ja siitä valistaminen on siis tärkeää.

Kanadassa tutkittiin 129 kuolemaan johtanutta pyöräilyonnettomuutta vuosilta 2006–2010. Onnettomuuksissa kuolleet jaettiin kahteen ryhmään: päävammoihin menehtyneet ja muihin vammoihin menehtyneet. Molempien ryhmien kypäränkäyttöä tutkittiin. Tutkimus osoitti, että riski kuolla päävammaan on kolminkertainen pyöräilijällä, joka ei käytä kypärää verrattuna kypärää käyttävään pyöräilijään. Tutkimuksen mukaan riski on samansuuruinen kaikissa ikäryhmissä. (Persaud et al. 2012).

Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös Melbournessa, Australiassa, jossa pyöräilykypärän käytön tultua pakolliseksi sen käyttö lisääntyi vuosien 1990 (ennen lakia) ja 1992 (lain jälkeen) välillä 36 %:sta 83 %:iin. Koko Victorian alueella kypärän käyttö lisääntyi ennen lakia olleesta 31 %:sta 75

%:iin vuoden kuluttua lain voimaan tulosta. Päävamman vuoksi sairaalaan joutuneiden pyöräilijöiden määrä laski lain jälkeisinä neljänä vuotena yhteensä 40 % (Carr 1995). Myös Queenslandissa, Australiassa, löydettiin yhteys lisääntyneen pyöräilykypärän käytön ja vähentyneiden aivovammojen välille. Vuonna 1986 kypärän käyttöaste oli 2,5 % ja vuonna 1991 (lain jälkeen) 59 %. Samoin päävammojen määrä per 100 000 asukasta oli 47 vuonna 1986 ja 18 vuonna 1991. (Pitt 1994)

Yhdysvalloissakin on havaittu kypärän käytön ja päävammojen vähenemisen suhde. Seattlessa kypärän käyttömäärä nousi vuoden 1987 5,5 %:sta vuoden 1992 40,2 %:iin. Samana ajanjaksona 5–9-vuotiaiden kypärän käyttö kasvoi 49,7 % ja päävammat vähenivät 66,6 % verrattuna vuoteen 1987. Kypärän käyttö kasvoi 10–14-vuotiailla 33,4 % ja päävammat vähenivät 67,6 % verrattuna vuoteen 1987. (Rivara 1994)

Pyöräilykypärän käytön vaikutuksista loukkaantumisiin on tehty arvio kokoamalla tulokset 17 tutkimuksesta, jotka liittyivät pyöräilykypärän käyttöön. Kypärän todettiin vähentävän päävammojen todennäköisyyttä 64 % ja kasvovamman todennäköisyyttä 34 %. Niskavammojen todennäköisyyden todettiin tutkimuksessa kasvavan 36 % (Elvik et al. 2009). On myös tutkittu, että vakavan päävamman riski on 1,72 kertaa korkeampi pyöräilijälle, joka ei käytä kypärää, verrattuna kypärää käyttävään pyöräilijään. Aivovamman riskin on arvioitu olevan 2,13 kertaa korkeampi, jos kypärää ei käytetä. (Elvik 2011)

Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa analysoitiin sairaalatilastoja 1040 pyöräilyonnettomuudesta. Onnettomuuteen joutuneista 114 käytti kypärää onnettomuuden aikana. Onnettomuustyyppistä riippumatta kypärän käytön havaittiin vähentävän päävamman riskiä ja vakavuutta. Kypärää käyttäneistä pyöräilijöistä 4 % ja kypärää käyttämättömistä pyöräilijöistä 11 % sai vakavan päävamman (Maimaris et al. 1994). Myös australialaistutkimuksen mukaan kypärän käyttö vähentää merkittävästi päävamman riskiä. Tutkimusotoksena oli 102 alle 15-vuotiaasta lasta, jotka olivat saaneet päävamman pyöräilyonnettomuuden seurauksena. Tapaukset koottiin Brisbanen kaupungissa noin vuoden aikana. Kypärän käytön todettiin vähentävän päävamman riskiä 63 % ja tajuttomuuden riskiä 86 %. (Thomas et al. 1994)

Pyöräilykypärän käytön aiheuttamaa turvallisuutta on yleisimmin tutkittu yksittäisen kypärän käyttäjän näkökulmasta, eli kuinka kypärän käyttö vaikuttaa vakaviin päävammoihin. Kypärän käytön vaikutuksista suuremmalle pyöräilijämäärälle on kuitenkin vähemmän tutkimuksia. Kypärän käytöllä on useita vaikutuksia turvallisuuteen, myös muuten kuin yksilön kannalta. Vaikutukset saattavat olla yksilön vammautumisen pieneminen kasvaneen kypäränkäytön seurauksena sekä onnettomuusriskin mahdollinen kasvaminen liikennekäyttäytymismuutoksen seurauksena. Ihmiset saattavat pyöräillä varomattomammin, jos he luottavat kypärän suojaamiseen. Jos kypärän käyttö määrätään lailla pakolliseksi, se johtaa pyöräilyn määrien

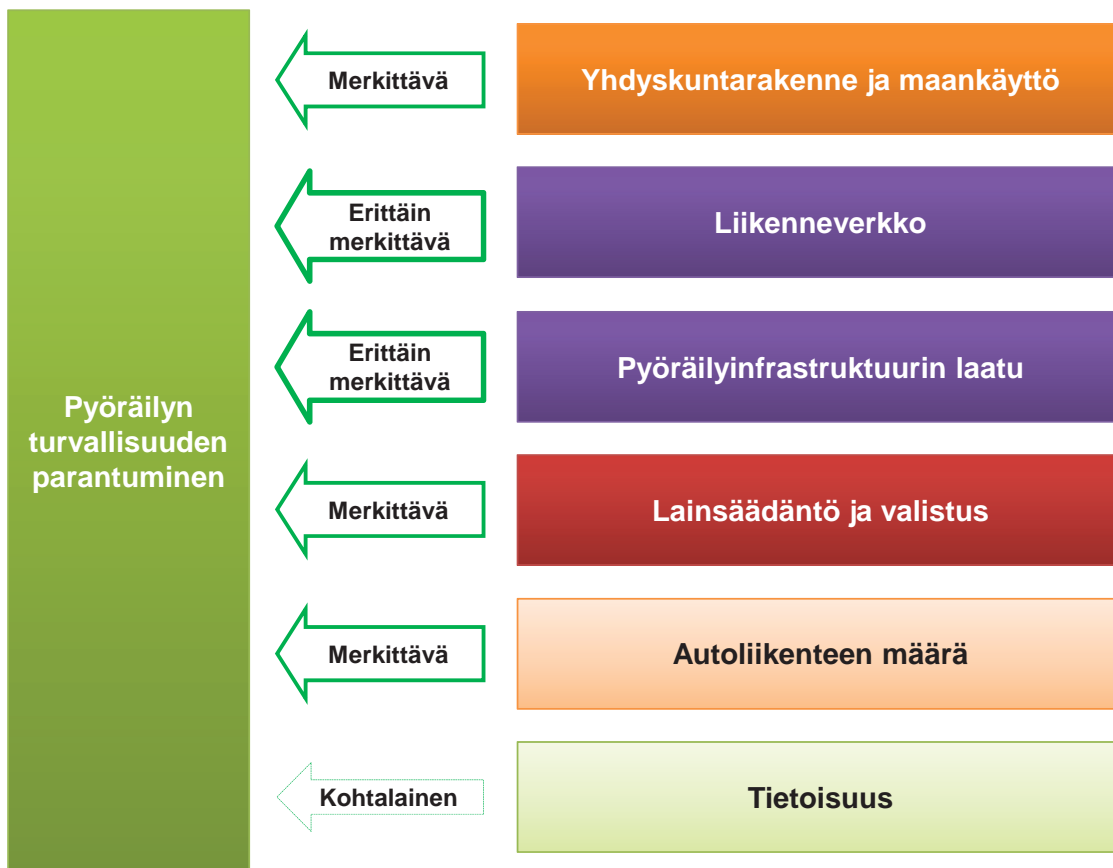
pienenemiseen. Tämä voi johtaa onnettomuuksien ja vammojen vähenemiseen, mutta toisaalta suurempaan onnettomuusriskiin pienemmälle pyöräilijämäärälle. (ITF 2012)

Kypärän käytön mahdollisista liikennekäyttäytymismuutoksista on kiisteltyjä tuloksia pyöräilijöiden varovaisemmasta tai riskialttiimmasta käyttäytymisestä verrattuna kypärättömiin pyöräilijöihin. USA:ssa analysoitiin 298 moottoriajoneuvon kanssa pyöräilyonnettomuuteen joutuneen potilaan kypärän käytön yhteyttä vammojen vakavuuteen. 40,9 % pyöräilijöistä käytti onnettomuuden aikana kypärää. 5,2 % kypärän käyttäjistä loukkaantui vakavasti. Kypärää käyttämättömistä 47 % loukkaantui vakavasti. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui myös enemmän kypärättömille pyöräilijöille (6 %) kuin kypärän käyttäjille (0,9 %). Myös lievemmin loukkaantuneista suurin osa ei käyttänyt kypärää. Kypärän käyttämättömyyden katsottiinkin olevan selvässä yhteydessä suurempaan onnettomuusriskiin. Tutkimuksessa todettiin myös, että kypärää käyttävät ajavat mahdollisesti varovaisemmin kuin kypärää käyttämättömät pyöräilijät. (Spaite et al. 1991)

Toisaalta eräiden tutkimusten mukaan kypärää käyttävät pyöräilijät saattavat ottaa enemmän riskejä liikenteessä verrattuna pyöräilijöihin, jotka eivät käytä kypärää (Robinson 2006; Walker 2007). Myös autoilijat saattavat kohdella kypärän käyttäjää varomattomammin liikenteessä: autoilijoiden havaittiin ohittavan kypärää käyttävän pyöräilijän lähempää kuin pyöräilijän, joka ei käyttänyt kypärää. Yhtenä selityksenä autoilijoiden todettiin pitävän kypärää käyttävää pyöräilijää taitavampana kuin kypärätöntä pyöräilijää. (Walker 2007)

Yhteenveto

Turvallisuuteen liittyvät toimenpiteet, kuten suojarusteiden käyttö, pyöränvalot sekä erilaiset peilit voivat auttaa pyöräilijöiden liikenneturvallisuuden parantumisesta, mutta OECD:n liikenneasiantuntijatyöryhmän mukaan liikennepolitiikan ei tulisi keskittyä ainoastaan näihin toimenpiteisiin vaan keskittyä infrastruktuurin laatuun (ITF 2012). Kirjallisuusselvityksen perusteella pyöräliikenteen turvallisuuden vaikuttaakin erityisesti pyöräilyinfrastruktuurin laatu ja liikenneverkko (kuva 5).



Kuva 5 Pyöräilyn turvallisuuteen vaikuttavat tekijät

Turvallisuutta voidaan parantaa suunnittelemalla sujuvat, yhtenäiset ja helppokäyttöiset pyöräilyväylät sekä selkeät liittymät. Liikenneverkon suunnittelulla voidaan hidastaa autojen nopeutta alempitaisoisilla kaduilla sekä rajoittaa autoilua tietyillä vyöhykkeillä. Toimintojen sijoittelulla on mahdollista varmistaa lyhyet matkat eri kohteiden välillä, mikä vähentää moottoriajoneuvoliikennettä, kun osa automaatoista korvautuu pyörä- ja jalankulkumatkoilla. Maankäytön ja liikenneverkon suunnittelulla voidaan varmistaa turvallinen, moottoriajoneuvoliikenteestä mahdollisuuksien mukaan eroteltu väylien sijoittelu. Merkittäviä tekijöitä ovat myös lainsäädäntö ja valistus kypärän käytöstä, sillä kypärän käyttö parantaa merkittävästi käyttäjän turvallisuutta ja vähentää vammoja. Autoliikenteen määrän väheneminen on myös merkittävä tekijä myönteisessä turvallisuuskehityksessä. Jos autoliikennettä on vähemmän, myös autojen ja pyörien välisten konfliktien todennäköisyys pienenee. Autoilijoiden tietoisuuden vaikutus turvallisuuteen on kirjallisuusselvityksen perusteella kohtalainen.

3. PYÖRÄLIIKENTEEN MÄÄRÄÄN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

Kirjallisuusselvityksen perusteella pyöräliikenteen määrään liittyvät tutkimukset voidaan jakaa karkeasti neljään eri osa-alueeseen: yhdyskuntarakenne, pyöräilyinfrastruktuurin laatu, lainsäädäntö sekä markkinointi ja pyöräilijän palvelut. Pyöräliikenteen määrään vaikuttaa lisäksi muiden kulkutapojen hinnoittelu, kuten polttoaineen ja joukkoliikennelipun hinta (Rietveld & Daniel 2004).

Yhdyskuntarakenne

Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne vaikuttavat merkittävästi ihmisten liikkumistottumuksiin ja näin myös pyörän valintaan kulkutavaksi. Suurin osa henkilöliikenteen kysynnästä syntyy yhdyskunnan päätoimintojen eli asumisen, työssäkäynnin ja palvelujen välille (Kalenoja et al. 2008). On todettu, että maankäyttö vaikuttaa kulkutavan valintaan, mutta liikkumistapaan on silti vaikutus myös ihmisten asenteilla ja matkustustottumuksilla (Cervero 1989). Ihmiset, jotka haluavat pyöräillä, valitsevat todennäköisesti asuinpaikkansa ja -alueensa siten, että pyöräily on mahdollista. Toisaalta asuinympäristö muokkaa asenteita pyöräilyä kohtaan. Jos tietty matka on helpoin ja nopein tehdä pyörällä, ihminen saattaa valita pyöräilyn kulkutavakseen autoilun sijaan (Bohte et al. 2010b).

Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeitä on tutkittu Suomessa pääkaupunkiseudulla. Seutu jaettiin tutkimuksessa seitsemään eri vyöhykkeeseen: jalankuluvyöhyke, jalankulun reunavyöhyke, alakeskuksen jalankuluvyöhyke, intensiivinen joukkoliikennevyöhyke, joukkoliikennevyöhyke, autovyöhyke sekä taajaman ulkopuolinen autovyöhyke. Keskustan jalankuluvyöhyke ulottui tutkimuksessa 1–2 kilometrin etäisyydelle ja jalankulun reunavyöhyke 2–3 kilometrin etäisyydelle keskustasta. Vyöhykeanalyysin tulokset osoittivat selvän yhdyskuntarakenteen vaikutuksen liikennesuoritteeseen ja kulkutapajakaumaan. Tutkimuksen mukaan samaan väestöryhmään kuuluvat ihmiset käyttäytyvät eri tavalla asuessaan eri vyöhykkeellä, eli maankäyttö ja yhdyskuntarakenne vaikuttavat selvästi kulkutavan valintaan. (Ristimäki et al. 2011)

Myös yksittäisten toimintojen sijoittaminen eri vyöhykkeille vaikuttaa kulkutavan valintaan. Suomessa kaiken kokoisten kaupunkiseutujen jalankuluvyöhykkeillä hypermarketteihin tehdään noin puolet matkoista jalan, kun autovyöhykkeelle sijoitettuun hypermarkettiin alle 300 000 asukkaan kaupunkiseuduilla tehdään autolla noin 90 % matkoista (Kalenoja et al. 2008). Myös tutkittaessa kiinalaisen Hangzhoun kaupungin asuinalueiden sijaintia, liikennettä ja energian

kulutusta todettiin, että eri asuinalueilla asuvien ihmisten tottumuksia ei voida selittää ainoastaan ihmisten asenteilla. Selvä yhteys havaittiin ihmisten kulkutavan valinnan ja liikenneympäristön sekä maankäytön välillä (Næss 2010).

Maankäytön ratkaisulla on usein kauaskantoisia ja merkittäviä seurauksia liikennemäärille. Norjalainen yhtiö muutti toimistonsa Oslon keskustasta esikaupunkialueelle, jolloin autolla työmatkansa tekevien osuus kasvoi 17 %:sta 35 %:iin. Toisaalta erään yrityksen muutettua toimistonsa Oslon reuna-alueelta keskustaan nousi työmatkan joukkoliikenteen käyttäjien sekä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, kun samalla henkilöautomatkojen määrä väheni 35 %. (Elvik et al. 2009)

Yhdyskuntarakenne joko mahdollistaa tai rajoittaa erilaisten kulkutapojen käytön, joten liikennesuunnittelun ja maankäytön välisen yhteistyön tulisi olla vahva. Vaikka maankäyttö olisi suunniteltu lyhyitä toimintojen välisiä matkoja suosivaksi, toimintojen välille tarvitaan lisäksi toimiva ja turvallinen liikenneverkko. Ilman liikennesuunnittelua eri kulkutapojen toimintamahdollisuudet eivät toteudu, eikä autoliikenteelle tällöin tarjota aitoja vaihtoehtoja. Lyhyilläkin matkoilla ihminen valitsee usein autoilun kulkutavakseen, jos se on nopeinta ja helpointa. Liikenneverkon suunnittelulla toteutetaan pyöräilylle nopeampia reittejä kuin autoilulle (YTV 2002; van Wee & van der Hoorn 1996). Tanskassa on selvitetty ihmisten motiiveja pyöräilyyn Bicycle Account -seurannalla. Vuonna 2006 tutkimuksessa selvisi, että 61 % pyöräilee, koska se on helppoa, nopeaa ja kätevää. Pyöräilyn määrän vaikuttaa siis pääasiassa kulkutavan nopeus, joka voidaan saavuttaa katkeamattomalla ja laadukkaalla liikenneverkolla (City of Copenhagen 2007).

Eurooppalaisten parhaiden pyöräilyinfrastruktuurikäytäntöjen kartoituksessa todettiin, että laadukkaalla pyöräilyverkolla on selkeä verkkohierarkia. Pääväylät tarjoavat nopean ja turvallisen runkoyhteyden, ja alempitasoiset väylät takaavat turvallisen pyöräilyn eri alueilla ja ohjaavat niillä syntyvää pyöräliikennettä pääväylille (Vaismaa et al. 2011). Toimiva pyöräväyläverkko ottaa huomioon useita laatutekijöitä, kuten nopeus, turvallisuus, mukavuus ja viihtyisyys. Juuri nämä tekijät vaikuttavat pyöräilyn määrään joko laskevasti tai nostavasti (City of Copenhagen 2007).

Alankomaissa on tutkittu lasten kävely- ja pyöräilymatkoja kymmenessä eri lähiössä eri puolilla Alankomaita. 448 lasta kirjasi viikon ajalta liikuntapäiväkirjaan myös kävellen ja pyörällä tehdyt matkat, erityisesti koulu- ja vapaa-ajan matkat. Hyvät ja turvalliset pyöräily- ja kävelyolosuhteet sekä erityisesti kadun ylityspaikkojen tiheys sekä pyöräpysäköintimahdollisuudet vaikuttivat selvästi koulu- ja vapaa-ajanmatkojen kulkutavan valintaan. Asukastiheydellä, asumismuodolla tai asuinalueen ajanvietemukavuuksilla ei ollut tutkimuksen mukaan vaikutusta (de Vries et al. 2010). Samankaltaisia tuloksia on saatu myös Iso-Britanniassa, jossa havaittiin, että lasten ja nuorten pyöräily- ja kävelymääriin vaikuttaa positiivisesti hyvä infrastruktuuri, liikenneturvallisuus, lyhyet matkat sekä laadukas pyöräpysäköinti asuinalueilla (Panter et al. 2008).

Pyöräilyinfrastruktuurin laatu

Pyöräväylien laadun ja yksiselitteisyyden sekä pyöräilyn sujuvuuden on todettu useassa tutkimuksessa olevan tärkeä pyöräilyn määrään vaikuttava tekijä (muun muassa Goeverden & Godefrooij 2011; Reynolds et al. 2009). Ilman laadukkaita ja kattavia, pyöräilemään innostavia pyöräväyliä on pyöräilyn määriä haastavaa saada nostettua. Heikkolaatuinen infrastruktuuri ei myöskään tarjoa fyysisiä mahdollisuuksia liikennemäärien kasvulle, jolloin mahdollinen kasvu ei toteudu ilman ruuhka- ja turvallisuusongelmia. Korkeatasoinen pyöräilyväylästä on suunniteltu ajoneuvoliikenteen periaatteilla ja se ohjaa ajamaan turvallisesti ja liikennesääntöjä noudattaen. (Reynolds et al. 2009)

Vaikka vallitsevalla pyöräilykulttuurilla on vaikutusta pyöräilymääriin, on yhteys laadukkaiden pyöräilyolosuhteiden ja pyöräilyn määrän välillä löydettävissä kulttuurista riippumatta. Esimerkiksi Alankomaiden, Yhdysvaltojen ja Iso-Britannian pyöräilykulttuurit eroavat merkittävästi toisistaan, mutta maissa tehdyissä useissa tutkimuksissa on saatu samoja tuloksia pyöräilyolosuhteiden ja pyöräilyn määrän välisestä yhteydestä. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009; Dill & Carr 2003; Leclerc 2002; Parkin et al. 2008)

Alankomaissa vuosituhaten vaihteessa alkaneessa tutkimuksessa 100 alankomaalaiselle kaupungille annettiin Cycle Balance (Fietsbalans) -arvo, joka määräytyi 10 eri pyöräiliikenteen infrastruktuuriin liittyvän olosuhdetekijän perusteella. Tekijät olivat reitin suoruus, mukavuus (esteet), mukavuus (väylän pinta), vetovoimaisuus, kilpailukyky autoon nähden, pyörän käyttö, pyöräilijän liikenneturvallisuus, maankäytön tiiviys, pyöräilijöiden tyytyväisyys ja kaupungin pyöräilymyönteinen politiikka. Tekijöitä tutkittiin kuntien virkamiehille ja pyöräilijöille suunnatuilla kyselyillä, mittaamalla infrastruktuurin laatua sekä tutkimalla kansallisia tilastoja pyörän käytöstä, liikenneturvallisuudesta sekä maankäytöstä. Korkea pyöräilymäärä nousi tutkimuksessa yksittäiseksi arvoksi, joka kaikissa korkean Cycle Balance -arvon saaneissa kaupungeissa oli yhtenäinen. Muiden tekijöiden laatu vaihteli. Tutkimuksessa todettiin, että pyörää käytetään keskimäärin jopa 14 % enemmän korkean Cycle Balance -arvon saaneissa kaupungeissa verrattuna pienen arvon saaneisiin kaupunkeihin. Pyörän käyttäjämäärää tarkasteltiin myös joukkoliikenteen käyttäjämäärään vertaamalla sekä tutkimalla pyörän nopeutta ja kilpailukykyä autoon verrattuna. Myös kaupunkien ikärakenteella oli vaikutusta pyörän käyttöön. Parhaankin tuloksen saaneissa kaupungeissa oli kehitettävää eri osa-alueilla, joten useat kaupungit kehittivät infrastruktuuriaan tutkimuksen tulokset saatuaan, jotta tavoittaisivat tutkimuksessa asetetut tavoitteet niin turvallisuuden, mukavuuden ja väylästä jatkuvuuden suhteen. Infrastruktuurin laadulla onkin todettu olevan selvä vaikutus sekä pyöräilyn turvallisuuteen että määriin. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009; Borgman 2003)

USA:ssa tehdyssä 42 suurimman amerikkalaisen kaupungin aineistoa analysoivassa tutkimuksessa on todettu pyöräteiden ja -kaistojen vaikuttavan liikennemääriä lisäävästi työmatkapyöräilyyn. Ihmisten tulotaso tai polttoaineen hinta taasen eivät vaikuttaneet tilastollisesti merkittävästi

määriin (Dill & Carr 2003). Toinen amerikkalainen laaja tutkimus analysoi 90 amerikkalaista kaupunkia, jotka on valittu 100 suurimman amerikkalaisen kaupungin joukosta. Tämänkin tutkimuksen mukaan pyöräilyväylien määrällä on vaikutusta pyöräilyn määrään. Pyöräilyväylän tyyppillä (pyörätie tai -kaista) ei tutkimuksen mukaan ollut merkitystä, vaan tärkeintä oli, että pyöräilyväyläverkosto oli eroteltu vilkkaasta moottoriajoneuvoliikenteestä. Tässä tutkimuksessa polttoaineen hinnan todettiin vaikuttavan pyöräilymääriin (Buehler & Pucher 2011). Saksassa ja Itävallassa on saatu vastaavanlaisia tuloksia pyöräilyn määrän kasvusta lineaarisesti suhteessa pyöräteiden määrään. Noin sadasta saksalaisesta kaupungista selvitettiin vuonna 1975 pyöräteiden metrimäärä asukasta kohden. Vuosina 1975–1990 pyöräteiden määrä kasvoi Wienissä lähes nollasta 400 kilometriin, jolloin myös pyöräilyn kulkutapaosuus nousi lähes olemattomasta 4,2 %:iin. Näiden tulosten pohjalta on tehty johtopäätös, että kun kaupungin asukasta kohden tarjotaan metri lisää pyörätietä, kasvaa pyöräilyn määrä 30 %. (Knoflacher 1993)

Iso-Britanniassa on todettu, että autoliikenteestä erotelluilla pyöräilyväylillä on suurin vaikutus pyöräilyn määrien kasvuun. Työmatkaliikennettä koskevan tutkimuksen mukaan erilliset pyöräilyväylät nostaisivat pyöräilyn määrää 55 %. Erillään autoliikenteestä kulkeva pyörätie lisäisi pyöräilyn kulkutapaosuutta työmatkoilla 5,8 %:sta 9 %:iin, autoväylän rinnalla kulkeva erillinen pyörätie 8,8 %:iin ja pyöräkaista 7,7 %:iin. (Wardman et al. 2007)

Alankomaissa on tehty laaja tutkimus tekijöistä, jotka vaikuttavat pyöräilymääriin. Aineisto koottiin Tilburgin, Haagin, Delftin, Harenin ja Haarlemin kaupungeista. Tutkimuksessa nousi esiin seitsemän asiaa, jotka eri kaupungeissa tulisi ottaa huomioon haluttaessa vaikuttaa pyöräilyn määriin (Goeverden & Godefrooij 2011):

1. Liikennepolitiikan avulla voidaan lisätä pyöräilyn määrää ja vahvistaa pyöräilykulttuuria
2. Pyöräilyväylien laatu on merkittävämpää kuin määrä
3. Väylähankkeiden toteutuksen suunnitteluun tulee ottaa mukaan sidosryhmät
4. Matka-aika on eniten pyöräreittipäätökseen vaikuttava tekijä
5. Pyöräilyväylän jatkuvuus ja tunnistettavuus ovat eniten arvostettuja tekijöitä
6. Häiriöttömät ja mukavat pyöräilyolosuhteet ovat toivotuimpia
7. Yksisuuntaiset pyörätiet kadun molemmin puolin ovat turvallisempia kuin vain yhdellä puolella oleva kaksisuuntainen pyörätie.

Pyöräilyväylän laadun ja määrän vaikutusten ero pyöräilyn osuuteen tulee esille verrattaessa pyöräilymääriltään huippumaiden ja Suomen olosuhteita. Pyöräilyn kulkutapaosuus on melko alhainen Suomessa. Esimerkiksi Helsingissä ja Tampereella lukema on selvästi alle 10 %. Pyöräteitä Helsingissä on noin 1200 kilometriä, mikä on määrällisesti kolme kertaa enemmän kuin Kööpenhaminassa (400 kilometriä). Kuitenkin Kööpenhaminassa pyöräilyn kulkutapaosuus on yli 30 %. Kööpenhaminan kunnan pinta-ala on noin 75 km² ja Helsingin noin 214 km², josta asuttua pinta-alaa on noin 107 km². Tämä tukee johtopäätöstä, että pyöräilyväylien laatu on tärkeämpi kuin määrä.

Lainsäädäntö

Pyöräilyn lainsäädäntöä on Suomessa kritisoitu muun muassa pyöräilijöitä edustavien järjestöjen taholta. Esimerkiksi pyörätien käyttöpakkoa sekä epäselviä väistämisvelvollisuussääntöjä on kyseenalaistettu. Suojatien käyttöön liittyvät säännöt ja niiden tulkinta ovat osin ongelmallisia. Lain mukaan pyöräilijä saa ylittää suojatien ajamalla vain silloin, kun se on pyörätien jatke. Kuitenkaan ei ole yksiselitteistä, mitä pyörätien jatkeella tarkoitetaan. Yksi epäselvyys liittyy tilanteeseen, jossa toisella puolella katua on jalkakäytävä ja toisella puolella pyörätie. Korkeimman oikeuden päätöksen (KKO:1996:125) mukaan pyörätien ei tarvitse jatkua suojatien toisella puolella, jotta sen yli saisi ajaa. Kuitenkin tällaisessa tapauksessa suojatie on pyörätien jatke vain ajettaessa pyörätien puolelta kadun yli jalkakäytävän puolelle mutta ei toiseen suuntaan. (Ks. Sipilä 2010)

Lainsäädännön tulisi tukea tienkäyttäjän luonnollista käyttäytymistä. Liikennesääntöjen, liikennekäyttäytymisen ja liikenneympäristön tulee olla sopusoinnussa keskenään, jotta liikenneympäristö voi viestiä käyttäjälle oikean toimintatavan ja näin parantaa pyöräilyn sujuvuutta ja mukavuutta (Karvinen 2012; Liikennevirasto 2012).

Lainsäädännöllä voidaan vaikuttaa pyöräilymäärien kehittymiseen myös negatiivisesti. Uudessa-Seelannissa vuonna 1994 käyttöön otetun kypärän käyttöön rangaistuksen uhalla velvoittavan lain seurauksena pyöräilyn kokonaismäärät tippuivat ja pyöräilijöiden onnettomuusriski kasvoi (Clarke 2012). Australiassa otettiin kypäräpakko käyttöön vuodesta 1990 alkaen. Melbournessa Australiassa tehdyssä tutkimuksessa kypärän käyttöä tutkittiin ennen ja jälkeen kypäräpakon. 442 lapsen joukko 1554 pyöräilevästä lapsesta käytti vapaaehtoisesti kypärää ennen kypäräpakkoa. Kypäräpakon asetuksen jälkeen kypärän käyttäjiä oli noin 9 % enemmän, mutta pyöräilijöiden kokonaismäärä oli vähentynyt 42 %. Pyöräilijöiden kokonaismäärä vähentyi myös New South Walesissa. Ensimmäisenä vuonna lakimuutoksen jälkeen vähennys oli 36 % ja toisena vuonna 44 % suhteessa lähtövuoteen. Kypärän käyttäjien määrä kuitenkin kasvoi (Robinson 2006). Kypäräpakon käyttöä puoltaa tutkimustulos Kanadassa Ontariossa, jossa kypäräpakko ei vaikuttanut pyöräilijöiden määrään 5–14-vuotiaiden lasten joukossa (Macpherson et. al 2001).

Palvelut ja markkinointi

Valtion halu vaikuttaa pyöräilyn määriin edistävästi näkyy liikennepolitiikassa ja myös budjetoinnissa. Vaikka Tanskan ja Alankomaiden kaupunkien pyöräilyn kulkumuoto-osuudet ovat huippuluokkaa, ohjataan pyöräilyn edistämiseen silti yhä huomattavia varoja. Vuosina 2006–2010 Amsterdamissa käytettiin pyöräilyyn ja pyöräilyolosuhteiden kehittämiseen 100 miljoonaa euroa (nk. pyöräilybudjetti), eli 26,95 euroa per asukas vuosittain. Alankomaiden Groningenissa vuosina 2007–2010 summa oli 13 miljoonaa, eli asukasta kohti 16,80 euroa vuosittain. Kööpenhaminassa vuosina 2006–2009 pyöräilybudjetti oli noin 40 miljoonaa euroa, eli noin 22 euroa per asukas vuosittain (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009). Suomessa esimerkiksi Helsingin

pyöräilybudjetti on keskimäärin noin 5 miljoonaa euroa vuodessa eli 8,3 euroa asukasta kohti vuodessa (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013).

Liikennepolitiikalla voidaan kohdentaa toimenpiteitä, jotka tähtäävät pyöräilyn lisäämiseen. Infrastruktuurin parantamisella vaikutetaan positiivisesti myös liikenneturvallisuuteen. Suuremman pyöräilijämäärän läsnäolo voi myös auttaa pyöräilijöiden oikeuksien tukemista esimerkiksi risteyksissä ja kasvattaa yleistä ja poliittista tukea uusiin investointeihin (Hudson 1978). Esimerkiksi Alankomaissa pyöräilyn korkean määrän taustalla on suotuisien olosuhteiden, kuten tasaisuuden ja tiiviiden kaupunkien, lisäksi myös liikennepolitiikka. Pyöräily ja kävely otettiin suunnitelmissa huomioon tasa-arvoisina kulkutapoina jo 1970-luvulla. Vuonna 1976 Alankomaiden liikenneministeriö päätti maksaa uusien pyöräteiden rakentamiskuluista kaupungeille 80 %, jos pyörätie rakennettiin kaupunkialueelle, ja 50 %, jos pyörätie rakennettiin maantien varteen. Vuosina 1978–1988 autoliikenneverkon kasvoi 11 %, kun pyörätieverkko lisääntyi samalla jaksolla 73 % (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1999, 56–57).

Asenne vaikuttaa ihmisen kulkutavan valintaan. Tutkittaessa asenteiden vaikutusta työmatkapyöräilyyn selvisi vahva yhteys asenteen ja pyörän säännöllisen käytön välillä. Asenteen lisäksi pyörän valintaan kulkutapana vaikuttavat omaksutut tottumukset, lähiympäristön asettama käyttäytymismalli sekä mahdolliset käyttäytymisvaihtoehdot. Tärkein asenteisiin vaikuttava tekijä oli Alankomaissa tehdyn tutkimuksen mukaan pyöräilijöiden kokemus aika-, mukavuus- tai joustavuushyöty. Muita tekijöitä olivat valvetuneisuus pyöräilystä sekä turvallisuus. Tutkimuksessa todettiin olevan mahdollista, että turvallisuus nousisi muissa – muun muassa infrastruktuuriltaan ja asenteiltaan pyöräilijöitä kohtaan erilaisissa – maissa tärkeämmäksi asennetekijäksi kuin Alankomaissa, sillä siellä pyöräily koetaan verrattain turvalliseksi. (Heinen et al. 2011)

Asenteisiin pyritään vaikuttamaan erilaisilla markkinointikampanjoilla. Kampanjat voivat olla kertaluontoisia tai vaikkapa vuosittain järjestettyjä. Markkinointikampanjat voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään: markkinointi- ja tiedotuskampanjoihin, opetukseen ja kasvatukseen sekä henkilökohtaiseen yksilömarkkinointiin (Vaismaa et al. 2011). Yksilömarkkinoinnilla on Australiassa saatu aikaan pyörämatkojen lisääntymistä. 10/11 asuinalueilla tehdyistä markkinointikampanjoista aiheutti pyöräilyn lisääntymistä, samoin 8/10 työpaikoille suunnatuista kampanjoista (Australian Greenhouse Office 2005). Perthissä, Australiassa markkinoitiin pyöräilyä näyttämällä 30 sekunnin mainoksia televisiossa neljän viikon ajan. Lisäksi järjestettiin tätä tukevia toimintoja, kuten erilaisia tapahtumia ja kirjoitettiin lehtiartikkeleita aiheesta. Kyselyyn vastanneiden keskuudessa pyöräilijöiden määrä nousi 29 %:sta 36 %:iin. (Greig 2001)

Asenteiden ja infrastruktuurin lisäksi pyöräilymääriin vaikuttavat myös pyöräilijöiden palvelut, kuten kaupunkipyörien saatavuus sekä johdonmukaiset opasteet ja kartat. Opasteiden tai pyöräilijöiden autoilijoita lyhyempien reittien vaikutusta pyöräilymääriin ei ole kuitenkaan

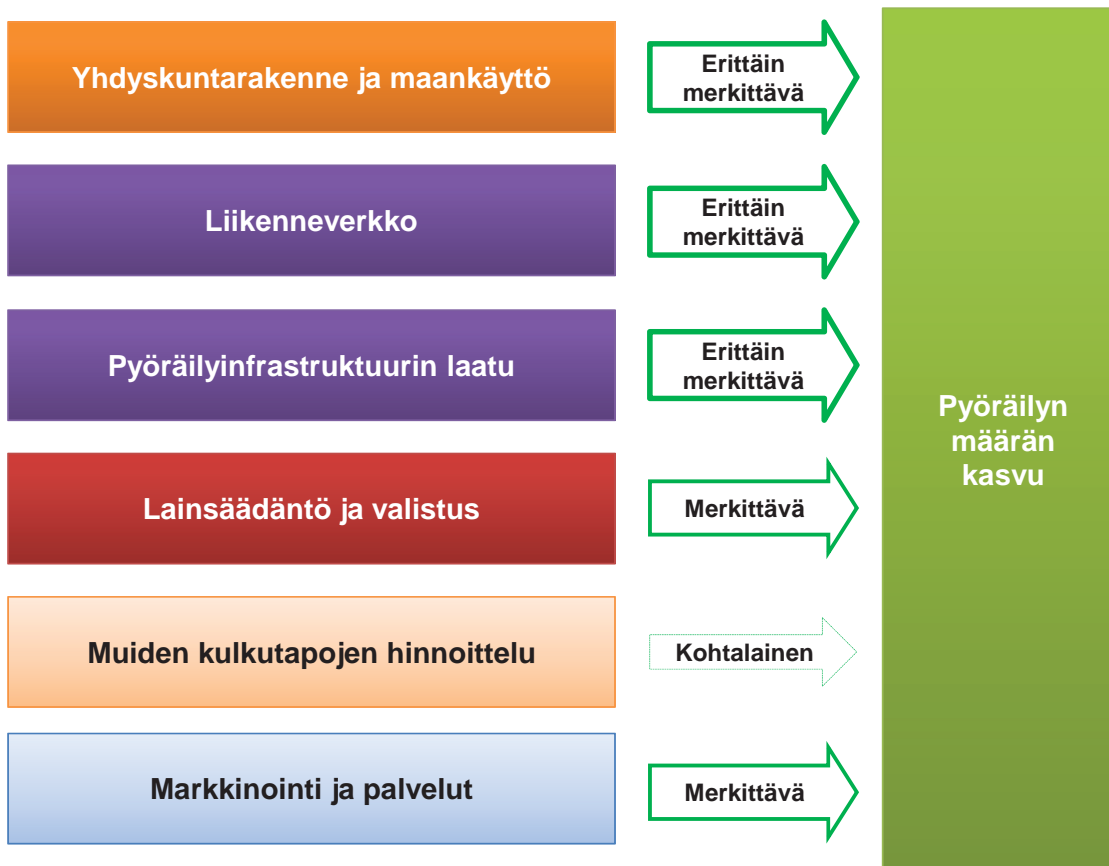
juurikaan tutkittu (Pucher et al. 2010). Iso-Britanniassa tutkittiin pyörän käyttöä työmatkoilla ja tutkimuksessa havaittiin, että pyöräpysäköintimahdollisuuksien parantaminen kasvattaa pyörän käyttöä 5,8 %:sta 6,3 %:iin ulkona olevan pysäköintitilan myötä, 6,6 %:iin vartioidun sisällä olevan pysäköinnin avulla ja 7,1 %:iin sisäpysäköinnin ja suihkumahdollisuuden myötä (Wardman et al. 2007).

Pyöräpysäköinnin vaikutusta pyöräilyn määrään on tutkittu myös asuinalueilla. Pyöräilyn osuuden on havaittu olevan korkeampi asuinalueilla, joissa pyörä on helposti saatavilla ulko-oven edestä kulkuväylän läheltä, verrattuna alueisiin, joissa pyöräpysäköinti on hankalasti saavutettavissa. Asunnon lähelle järjestetty autopysäköinti taas kannustaa auton käyttöön enemmän kuin keskistetyt pidemmän matkan päähän järjestetyt autopysäköintipaikat. (van Wee 2002)

Väylien lisäksi pyöräilyn määrään vaikuttavat pyöräpysäköinnin lisäksi muut pyöräilijän palvelut, kuten viitoitus, suihkut työpaikoilla sekä mahdollisuus kuljettaa pyörää bussissa. Lisäksi oikoreitit sekä pyörien etuudet liikenteessä vaikuttavat pyöräilyn määrään, samoin kuin erilaiset pyöräilyn edistämiskampanjat. Markkinointi on kuitenkin vaikuttavampaa, mikäli pyöräilyinfrastruktuuri on kunnossa ja autoliikennettä on rauhoitettu. (Pucher et al. 2010)

Yhteenveto

Pyöräilyn määrän kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat kirjallisuusselvityksen perusteella yhdyskuntarakenne ja maankäyttö, liikenneverkko, pyöräilyinfrastruktuurin laatu, lainsäädäntö ja valistus, muiden kulkutapojen hinnoittelu sekä palvelut ja markkinointi (kuva 6). Erittäin merkittävä vaikutus on kolmella ensin mainitulla tekijällä.



Kuva 6 Pyöräilyn määrään vaikuttavat tekijät

Ilman korkeatasoista infrastruktuuria pyöräilyn määrää on haastavaa nostaa. Nopeat, yhtenäiset, turvalliset, viihtyisät ja helppokäyttöiset väylät ovat tärkein pyörämatkojen lisääntymiseen vaikuttava tekijä. Tiiviillä yhdyskuntarakenteella ja hyvällä toimintojen sijoittelulla voidaan varmistaa lyhyet matkat, jolloin pyöräilyn houkuttelevuus kasvaa. Lisäksi pyöräilymäärien kasvuun vaikutetaan erittäin merkittävästi hyvin suunnitellulla liikenneverkolla. Lyhyelläkin matkalla ihminen valitsee usein auton kulkutavakseen, mikäli liikenneverkon suunnittelulla ei ole mahdollistettu pyöräilylle nopeampia reittejä kuin autoilulle. Lisäksi kattava ja korkeatasoinen pyöräväylästä mahdollistaa pyöräilyn määrien kasvamisen ilman ruuhkista aiheutuvia turvallisuusongelmia.

Tienkäyttäjän luonnollista käyttäytymistä tukevalla lainsäädännöllä sekä oikein kohdistetulla ja toteutetulla valistuksella voidaan vaikuttaa pyöräilyn määrään merkittävästi, samoin kuin markkinoinnilla ja palveluilla. Markkinoinnilla on suurimmat vaikutukset, kun pyöräilyinfrastruktuuri on laadukkaalla tasolla. Epäselvällä lainsäädännöllä ja väärin kohdistetulla valistuksella voi kuitenkin olla myös negatiivinen merkitys pyöräilyn määrään. Muiden kulkutapojen kuten joukkoliikenteen ja henkilöautoilun hinnoittelu vaikuttaa pyöräilyn määrään, mutta vähemmän kuin maankäyttö sekä infrastruktuuri. Hinnoittelulla voidaan sanoa olevan kohtalainen merkitys pyöräilyn määrään.

4. PYÖRÄILYMÄÄRIEN KASVUN VAIKUTUS TURVALLISUUTEEN

Jakobsen (2003) on tutkinut jalankulku- ja pyöräliikenteen määrän kasvun vaikutusta niiden turvallisuuteen ja saanut tulokseksi, että pyöräily- ja jalankulkumäärien kaksinkertaistuessa onnettomuusmäärä on vain 40 % aiempaa korkeampi. Myös Leden et al. (2000) ovat päätyneet ilmiön epälineaarisuuteen risteysten turvallisuustutkimuksessa Ruotsissa, Göteborgissa, samoin kuin Bonham et al. (2006) Australiassa, Adelaidessa. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa verrattiin vakavien pyöräilyonnettomuuksien määrää pyöräilyn kokonaismääriin 95 risteyksessä ja todettiin onnettomuuksien ja pyöräilymäärien välinen epälineaarisuus. Tutkimuksen mukaan onnettomuuksien määrä vähenee jyrkästi, jos pyöräilyn määrä on vähintään 50 pyöräilijää tunnissa. (Ekman 1996). Useissa tutkimuksissa arvioitiin pyöräilyn määrän lisäksi ulkoisten tekijöiden, kuten esimerkiksi infrastruktuurin vaikuttavan onnettomuusriskin alenemiseen (mm. Jakobsen 2003, Leden et al. 2000, Bonham et al. 2006). Ulkoisia tekijöitä ei tutkimuksissa voitu tarkasti määrittää, sillä tekijät eivät olleet eriteltyinä mukana tutkimusaineistona käytetyissä tilastoissa. Tutkimuksissa esitettiin tarve jatkotutkimuksille ulkoisten tekijöiden vaikutusten määrittämiseksi.

Myös Australiassa on tutkittu *Safety in numbers* -ilmiötä. Tulokseksi saatiin, että pyöräilyn onnettomuusriski vähenee 34 % pyöräilymäärien kaksinkertaistuessa ja vastaavasti onnettomuusriski kasvaa 52 %, kun pyöräilymäärät vähentyvät puoleen (Robinson 2005). Alankomaissa liikenteessä kuolleiden pyöräilijöiden määrä on puolittunut 1980-luvulta, samalla kun pyöräilijöiden määrä on kasvanut 32 %. Aivan kuten verrattaessa maiden välisiä eroja pyöräilyn määrissä ja liikennekuolemista, myös eri Alankomaiden kaupunkeja verrattaessa suurimmat pyöräilijämäärät tarkoittavat pienempää onnettomuusriskiä. Korkeiden pyöräilymäärien kaupungeissa onnettomuusriski on noin 35 % alempi kuin kaupungeissa, joissa on vähemmän pyöräilijöitä. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009).

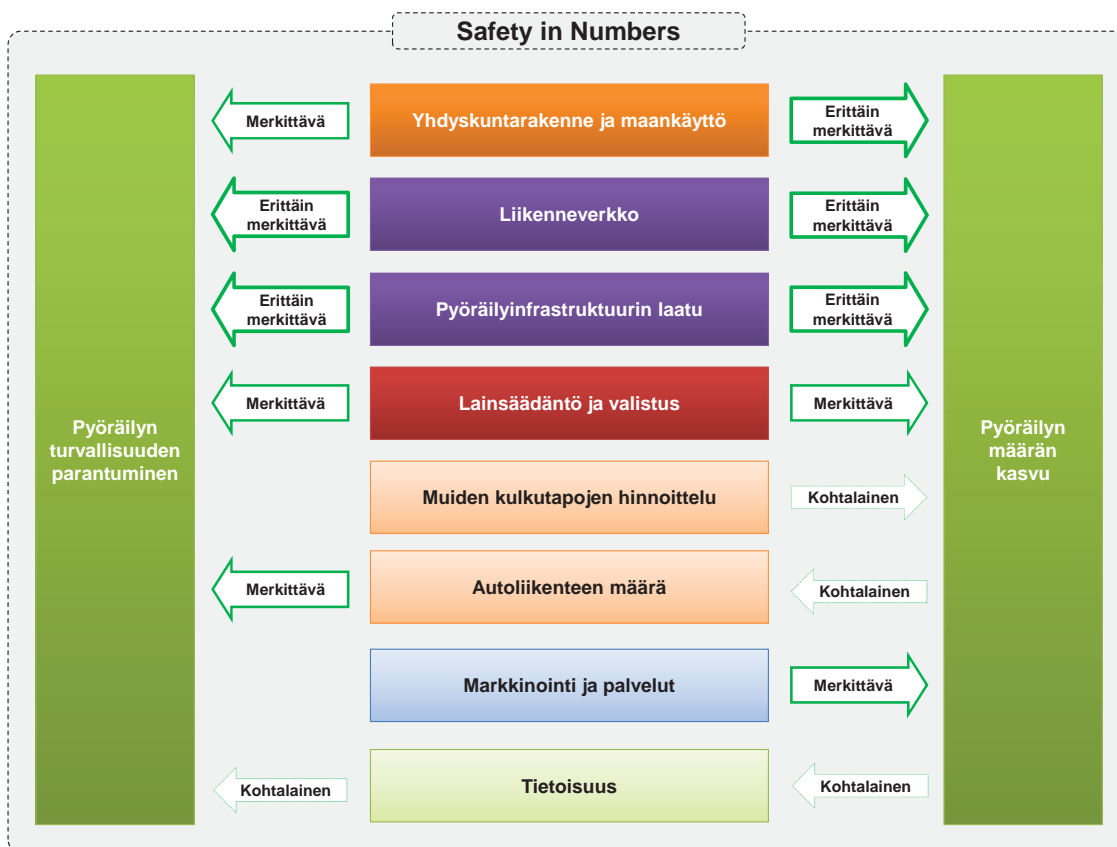
Toisaalta Alankomaissa tehdyssä tutkimuksessa tultiin tulokseen, että lyhyiden automatkojen korvaantuminen pyörämatkoilla lisää onnettomuuksia. Tutkimus osoittaa infrastruktuurin tärkeyden, sillä siinä todetaan, että mikäli infrastruktuurille ei tehdä parannuksia, pyöräilyn turvallisuus paranee ainoastaan alle 35-vuotiaiden keskuudessa pyöräilymäärien kasvaessa (Stipdonk & Reurings 2010). Lontoossa pyöräilymäärien noustessa onnettomuusmäärät ovat nousseet viime vuosina suhteessa enemmän. *Safety in numbers* -ilmiön todetaankin olevan pyöräilijöiden määrän lisäksi riippuvainen infrastruktuurin laadusta ja risteysten selkeydestä

(Hellqvist 2013; Department for Transport 2012). Toisessa alankomaalaisessa tutkimuksessa todetaan, että onnettomuusriski ei kasva pyöräilyn lisääntyessä. Tutkimuksessa on laskettu kulkutavoille kokonaisuonnettomuusriski niin onnettomuuden uhrina kuin aiheuttajana huomioiden mille kulkutavalle riski aiheutetaan. Täten kulkutapojen välistä turvallisuuseroa ei vertailla vain kulkutapaan kohdistuvan riskin perusteella vaan myös kulkutavan muille aiheuttaman riskin perusteella. Autoilijan muille aiheuttama riski on merkittävästi pyöräilijän muille aiheuttamaa riskiä suurempi. Vertailtaessa keskusta-alueella ajettuja kilometrejä, on pyöräilyn uhrina kokema onnettomuusriski tutkimuksen mukaan kolme kertaa autoilijoita suurempi. Toisaalta todennäköisyys, että autoilija aiheuttaa vahinkoa muille tielläliikkuville, on kolme kertaa suurempi kuin pyöräilijän todennäköisyys vahingoittaa muita. Otettaessa myös onnettomuuden aiheuttajana toimiminen huomioon on pyöräilijän onnettomuusriski yhä korkeampi kuin autoilijan mutta laskenut luvusta 5 lukuun 1,3 (vrt. autolla noin 0,7). Kun otetaan huomioon, että samalla matkalla auto kulkee noin 20 % enemmän kilometrejä kuin pyörä (mm. alikulut ja oikoreitit), todentuu tutkimuksen mukaan tulos, että pyöräilyn lisääntyminen autoilun kustannuksella ei nosta onnettomuusriskiä. Kulkutavan muutoksen henkilöautoilusta pyöräilyyn todetaan parantavan turvallisuutta erityisesti 18–40-vuotiaiden joukossa. (Boggelenvan & Everaars 2006)

Norjalaisessa artikkelissa on esitetty malli pyöräilyn ja kävelyn määrien muutosten ja riskitasojen erojen vaikutuksista turvallisuuteen erilaisissa liikenneympäristöissä. Artikkelissa on hyödynnetty kahdeksaa useimmin viitattua *Safety in numbers* -ilmiötä käsittelevää lähdeä. Artikkelissa todetaan, että jos *Safety in numbers* -ilmiö on kyllin epälineaarinen, niin kokonaisuonnettomuusmäärän pieneneminen mahdollista, kun kävely ja pyöräily lisääntyvät ja vähentävät samanaikaisesti autoliikennettä. Kulkutavan muutoksen vaikutukset ovat voimakkaasti riippuvaisia onnettomuusriskin epälineaarisuuden asteesta. Mitä lähempänä riski on lineaarista, sitä todennäköisempää on, että kävelijöiden ja pyöräilijöiden onnettomuusriskin kasvaa. Aiempiin tutkimuksiin pohjautuen artikkelissa todetaan, että jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden onnettomuusriski on merkittävästi epälineaarinen: kun jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä kasvaa, näiden kulkutapojen kohtaama onnettomuusriski pienenee. Onnettomuusmallien rakentamisen eräänä ongelmana ovat tilastoimattomat onnettomuudet, eivätkä *Safety in numbers* -tutkimukset ota huomioon pyöräilyn tilastoinnin katvetta. Toisaalta artikkelissa todetaan tilastoimattomien onnettomuuksien olevan yleensä lieviä (Elvik 2009). Norjalaisessa kolmen kaupungin jalankulku- ja pyöräliikenneväyliä käsittelevässä hyötykustannusanalyysissä on arvioitu tilastoimattomien onnettomuuksien lukumäärää. Vaikka tilastoimattomat onnettomuudet eivät noudattaisi *Safety in numbers* -ilmiötä ja kasvaisivat samassa suhteessa pyöräilyn ja kävelyn liikennemäärien kanssa, ovat pyöräilyn ja kävelyn terveyshyötyjen aiheuttamat taloudelliset hyödyt artikkelin mukaan suuremmat, kuin lisääntyneiden lievien loukkaantumisten hoitokulut. (Sælensminde 2004)

Yhteenveto

Kirjallisuusselvityksen perusteella voidaan todeta, että pyöräilyn määrän ja liikenneturvallisuuden väliltä löytyy yhteys, sillä molempiin teemoihin vaikuttavat pääasiassa samat tekijät (kuva 7), joskin vaikutusten suuruudet vaihtelevat.



Kuva 7 Pyöräilyn määrän kasvuun ja turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden välinen yhteys

Tekijät, joiden on tutkimuksissa todettu kasvattavan pyöräliikenteen määrää, parantavat myös pyöräliikenteen turvallisuutta ja toisinpäin. Tekijöiden yhteys on myönteinen, mikäli sekä pyöräilyn määrää että turvallisuutta lisäävät tekijät on toteutettu laadukkaasti ja eri tekijät on huomioitu yhtä aikaa.

Pyöräilyn turvallisuuteen ja määrään vaikuttavista toimenpiteistä merkittävimmät ovat pyöräilyinfrastruktuurin laatu, liikenneverkko sekä yhdyskuntarakenne ja maankäyttö. Suunnittelemalla väylät ja risteykset laadukkaiksi voidaan parantaa turvallisuutta ja lisätä samalla myös pyöräilyn määrää. Pyöräliikenteen määrän kasvu taas vaikuttaa usein autoliikenteen määrään vähentävästi. Samoin pyöräilyn määrän kasvu voi lisätä tienkäyttäjien tietoisuutta pyöräliikenteestä. Liikenneverkon suunnittelulla saadaan tasattua moottoriajoneuvoliikenteen ja pyöräilyn nopeuksia linjaamalla pyöräilijöille suoria väyläyhteyksiä ja autoliikenteelle kiertoreittejä sekä hidastamalla ja estämällä autoliikennettä. Maankäytön suunnittelu on myös tärkeää lyhyiden ja turvallisten välimatkojen varmistamiseksi. Pyöräilyn pääväylät voidaan linjata mahdollisimman paljon erilleen autoväylistä, jolloin pyörien ja autojen väliset konfliktipisteet vähenevät. Edellä

mainituilla toimenpiteillä lisätään pyöräilyn turvallisuutta parantaen samalla pyöräilyn kilpailukykyä autoiluun nähden.

Pyöräiliikenteen määrän kasvuun ja turvallisuuden parantumiseen vaikuttavat useat osatekijät. Nämä osatekijät ovat pääasiassa samat, eli tekijöiden toteutuessa pyöräiliikenteen määrän kasvu tukee pyöräiliikenteen liikenneturvallisuutta ja selittää *Safety in numbers* -ilmiön toteutumista ja sen suuruutta. *Safety in numbers* -ilmiössä pyöräilijän onnettomuusriski pienenee sitä voimakkaammin, mitä enemmän pyöräilijöitä on. Onnettomuusriskin alenemisen voimakkuus johtuu kuitenkin myös muista tekijöistä eikä ainoastaan pyöräilijöiden määrästä. Pyöräilyn turvallisuus on infrastruktuurilähtöistä: pyöräilyn määrän kasvu näyttää edellyttävän turvallista infrastruktuuria, joka tukee pyöräilyn lisääntymistä. Pyöräiliikenteen määrän kasvuun vaikuttavat osatekijät taas parantavat samalla turvallisuutta.

Onnettomuusmäärät kasvavat pyöräilyn kaksinkertaistuessa, ellei onnettomuusriski samaan aikaan puolitu. Onnettomuusriskin puolittamiseksi *Safety in numbers* -ilmiön tulisi olla hyvin voimakas. Sekä pyöräilyn turvallisuuteen että määrään vaikuttavilla toimenpiteillä voidaan tukea *Safety in numbers* -ilmiön toteutumista.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän kirjallisuusselvityksen tavoitteena oli selventää pyöräilijöiden määrän kasvun vaikutusta ja yhteyttä liikenneturvallisuuteen. Tutkimuksessa on haettu vastausta kysymykseen, miten pyöräilijän liikenneturvallisuus muuttuu, kun pyöräilymäärät lisääntyvät. Valtaosassa pyöräilyä ja *Safety in numbers* -hypoteesia tarkastelevissa tutkimuksissa esitetään, että pyöräilijöiden korkea määrä johtaa pyöräilijöiden onnettomuusriskin vähenemiseen. Tässä tutkimuksessa kysymystä lähestyttiin laajemmin, tutkimalla kirjallisuudesta pyöräilyn määriin ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä ja niiden välistä yhteyttä. Turvallisuuden parantumisen havaittiin johtuvan useista muista osatekijöistä kuin ainoastaan pyöräilyn absoluuttisen määrän kasvusta.

Pyöräiliikenteen turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat pyöräilyinfrastruktuurin laatu, maankäyttö, liikenneverkko, autoliikenteen määrä ja nopeudet, autoilijoiden tietoisuus pyöräilijöistä sekä tienkäyttäjien liikennekäyttäytyminen ja turvallisuutta edistävä valistus. Pyöräiliikenteen määrään vaikuttaviksi tekijöiksi havaittiin pyöräilyinfrastruktuurin laatu, yhdyskuntarakenne ja liikenneverkko, lainsäädäntö, palvelut ja markkinointi sekä muiden kulkutapojen hinnoittelu. Turvallisuuteen ja määrään vaikuttavat tekijät ovat suurelta osin samoja. Voidaankin todeta, että useat tekijät, joiden on tutkittu kasvattavan pyöräilyn määrää, parantavat myös pyöräilyn turvallisuutta ja toisinpäin.

Tutkimuksessa arvioitiin kirjallisuuden pohjalta myös eri tekijöiden merkittävyyttä pyöräilyn turvallisuuteen ja määrään. Merkittävimmiksi tekijöiksi molempiin osoittautuivat pyöräilyinfrastruktuurin laatu, liikenneverkko sekä yhdyskuntarakenne ja maankäyttö. Suunnittelemalla pyöräilyväylät ja risteykset sujuviksi ja loogisiksi voidaan parantaa pyöräilyn turvallisuutta ja samalla myös kasvattaa pyöräilyn määriä. Liikenneverkon suunnittelulla saadaan tasattua moottoriajoneuvoliikenteen ja pyöräilyn nopeuksia toteuttaen autojen kiertoreittejä ja pyöräilyn oikoreittejä. Hidastamalla ja rajoittamalla autoliikennettä parannetaan pyöräilyn turvallisuutta sekä kilpailukykyä autoiluun nähden. Maankäytön suunnittelulla voidaan varmistaa pyöräilylle lyhyet matkat ja vaikuttaa näin pyöräilyn määrään. Linjaamalla pyöräilyn pääväylät mahdollisimman paljon erilleen autoväylistä vähennetään pyörien ja autojen välisiä konfliktipisteitä, jolloin pyöräilyn turvallisuus sekä mukavuus paranevat. Pyöräilyn määrää lisäävät muut toimenpiteet, kuten markkinointi, ovat tehokkaimpia, kun infrastruktuuri on laadukasta ja edellytykset turvalliselle ja kilpailukykyiselle pyöräilylle ovat olemassa.

Onnettomuusmäärät kasvavat pyöräilyn kaksinkertaistuessa ellei onnettomuusriski samaan aikaan vähintään puolitu. Jotta onnettomuusriski voitaisiin puolittaa, *Safety in numbers* -ilmiön tulisi toteutua hyvin voimakkaana. Edellä mainituilla, erityisesti sekä määrään että turvallisuuteen merkittävästi vaikuttavilla toimenpiteillä voidaan tukea *Safety in numbers* -ilmiön toteutumista.

Kirjallisuusselvityksen perusteella nousi esiin seuraavia suuntaviivoja liikenneturvallisuustyön kohdentamiseen: *Safety in numbers* -ilmiö ei poista henkilökohtaisen suojautumisen tarvetta, sillä kypärän käyttö parantaa merkittävästi käyttäjän turvallisuutta ja vähentää vammoja. Liikenneturvallisuuden parantamiseen tähtäävän valistustyön rinnalla on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota myös

- pyöräilyinfrastruktuurin laatuun
- liikenneverkon suunnitteluun ja toteuttamiseen sekä
- maankäytön suunnitteluun.

Erityisen tärkeää pyöräilyn turvallisuuden kehittämisen kannalta on vaikuttaa paikallisiin ja alueellisiin liikenneturvallisuussuunnitelmiin sekä nykyisten suunnitelmien toteuttamiseen. Liikenneturvallisuussuunnitelmissa asetetaan tavoitteet laajasti liikenneturvallisuuden parantamiseksi kunnissa tai alueellisesti. Suunnitelmissa määritellään suuntalinjat usein muun muassa liikenneympäristön kehittämiseksi, liikenteen ja maankäytön vuorovaikutuksen parantamiseksi sekä liikennevalvonnan ja valituksen tehostamiseksi. Liikenneturvallisuussuunnitelmia laadittaessa ja toimeenpantaessa liikenneturvallisuusviranomaisen voi vaikuttaa siihen, että pyöräilyinfrastruktuuriin ja koko liikenneverkkoon tehtävät toimenpiteet sekä liikenteen ja maankäytön välinen yhteys ovat vaadittavalla tasolla. Liikenneturvallisuussuunnitelmiin vaikuttamisen lisäksi on edelleen tärkeää edistää valistuksen ja tiedotuksen kautta turvallista liikennekäyttäytymistä.

LÄHTEET

Australian Greenhouse Office. 2005. Evaluation of Australian Travel Smart Projects in the ACT, South Australia, Queensland, Victoria and Western Australia: 2001–2005.

Department of the Environment and Heritage.

Boggelen, O. van & Everaars, J. 2006. Fietsgebruik stimuleren: de gevolgen voor de verkeersveiligheid. In: *Fietsverkeer*, mei 2006, p. 8-10.

Bonham, J. & Cathcart, S. & Petkov, J. & Lumb, P. 2006. Safety in Numbers: A strategy for cycling?. Proceedings of the 29th Australasian Transport Research Forum, 27th-29th September 2006, Gold Coast, Queensland Government, Brisbane.

Borgman, F. 2003. The Cycle Balance: benchmarking local cycling conditions. Teoksessa Rodney Tolley (ed.), *Sustaining sustainable transport: planning for walking and cycling urban environments*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, UK.

Buehler, R. & Pucher, J. 2011. Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. *Transportation* (2012) 39: 404-432.

Carr, D. & Skalova, M. & Cameron, M. Evaluation of the bicycle helmet wearing law in Victoria during its first four years. No. 76 Melbourne: Monash University Accident Research Centre, 1995

City of Copenhagen. 2007. Bicycle Account 2006. Technical and Environmental Administration, City of Copenhagen.

Clarke, C.F. 2012. Evaluation of New Zealand's bicycle helmet law. *New Zealand Medical Journal*. Volume 125, Issue 1349. 10 pp.

CROW. 2006. Design manual for bicycle traffic. English translation in 2007. Record 25. CROW. Ede, The Netherlands. 388 p.

Department for Transport. 2012. Reported Road Casualties in Great Britain: Main Results 2011. Saatavilla:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/9066/reported-road-casualties-in-great-britain-main-results-2011.pdf

Department Transport & Planning, Delft University of Technology. Interface for Cycling Expertise. Transport & Planning 2011.

- Delft University of Technology. 1991. City Bikeway concepts in the Netherlands and use of “Star-analysis”. Delft, the Netherlands.
- Dill, J. & Carr, T. 2003. Bicycle commuting and facilities in major US cities: if you build them, commuters will use them – another look. *Transport Research Record* 1828, pp. 116-123.
- Dumbaugh, E. & Rae, R. 2009. Safe Urban Form: Revisiting the Relationship Between Community Design and Traffic Safety. *Journal of the American Planning Association*, Vol. 75. No. 3. Summer 2009.
- Ekman, L. 1996. On the treatment of flow in traffic safety analysis: A non-parametric approach applied on vulnerable road users. Dissertation. Department of Traffic Planning and Engineering, Lund Institute of Technology.
- Elvik, R. 2001. Area-Wide Urban Traffic Calming Schemes: A Meta-Analysis of Safety Effects. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 33, pp. 327-336.
- Elvik, R. 2005. Speed And Road Safety: Synthesis Of Evidence From Evaluation Studies, *Transportation Research Record* 1908, pp. 59-69.
- Elvik, R. 2009. The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis and Prevention* 41, pp. 849-855.
- Elvik, R. & Høy, A. & Vaa, T. 2009. *The Handbook of Road Safety Measures*. Second Edition. Emerald Group Publishing Limited.
- Elvik, R. 2011. Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden. *Accident Analysis and Prevention* vol. 43, nr. 3, pp. 1245-1251.
- ETSC. 2011. Unprotected road users – a key concern of road safety. Road Safety Performance index. European Transport Safety Council. May 2011.
- Finlex. 2013. Tieliikennelaki 33 §. Pihakadulla ajaminen ja pysäköinti. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267#L2P25>
- Garrick, N. W & Marshall, W. 2008. *Network, Placemaking and Sustainability*, Center for Transportation and Urban Planning, University of Connecticut.
- Goeverden, K. van & Godefrooij T. 2011. The Dutch Reference Study. Cases of interventions in bicycle infrastructure reviewed in the framework of Bikeability.

Greig, R. 2001. Cycling promotion in Western Australia. *Health Promotion Journal Australia* 12, pp. 250–253.

Hallberg, G. & Novak, M. 2003. *Cyklister säkerhet I circulationsplatser*. Thesis 118. Lunds Tekniska Högskola. Institutionen för Teknik och samhälle. Avdelning Trafikteknik. Lund, Sverige. 75 s.

Heinen, E. & Maat, K. & van Wee, B. 2011. The role of attitudes toward characteristics of bicycle commuting on the choice to cycle to work over various distances. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 16, 2, pp. 102-109.

Hellqvist, R. 2013. London storsatsar på motorvägar för cyklister. På Väg- Nyheter om Sveriges vägar och infrastruktur. Saatavilla: <http://www.pavag.nu/8/nyheter/artiklar/2013-04-08-london-storsatsar-pa-motorvagar-for-cyklister.html>

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 2013. *Pyöräilyn hyödyt ja kustannukset Helsingissä*. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja.

Hillman M. *Cycle helmets: the case for and against*. London Policy Studies Institute 1993.

Hoening, M. 2000. *The Graz traffic calming model and its consequences for cyclists*. Department of transportation. Austria.

ITF. 2012. *Cycling Safety: Key Messages*. International Transport Forum. Working group on Cycling Safety. OECD/ITF. Paris, France.

Jakobsen, P. L. & Racioppi, F. & Rutter, H. 2009. Who owns the roads? How motorized traffic discourages walking and bicycling. *Injury Prevention* 15, pp. 369-373.

Jakobsen, P. L. & Rutter, H. 2012. *Cycling Safety*. Teoksessa Pucher, J. & Buehler, R. (ed.), *City Cycling*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.

Jakobsen, P. L. 2003. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention* 9, pp. 205-209.

Karvinen, S. 2012. *Pyöräilyn väistämissääntöjen tuntemus*. Tutkimusraportti. Liikenneturvan tutkimusmonisteita 116/2012. Helsinki.

Kelkka, M. & Ernvall, T. & Keskinen, E. & Kari, T. & Katila, A. & Laapotti, S. & Olkkonen, S. & Rajamäki, R. & Rätty, E. & Virtanen, A. & Hernetkoski, K. & Suhonen, K. 2008. *Liikennejärjestelmän kolariväkivalta. Kolarikuolemat taajamissa: liikennekuolemien*

yleiskuva ja kevyen liikenteen syväanalyysi. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma, LINTU-julkaisu 5/2008. 149 s. Saatavissa: <http://www.lintu.info/KOLKUTA.pdf>.

Kelkka, M. & Laapotti, S. & Airaksinen, N. & Sainio, P. & Toiskallio, K. & Karppinen, S. & Soukila, J. & Järvenpää, K. 2010. Kevyen liikenteen turvallisuus taajamissa. Jalankulun ja pyöräilyn kuolonkolarien vähentäminen liikennejärjestelyjä kehittämällä. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma. LINTU-julkaisu 2/2010.

Kestävä yhdyskuntarakenne. 2008. Kestävä yhdyskuntarakenne. Staffans, A. & Kyttä, M. & Merikoski, T. (toim.). Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisu C 69. YTK. Teknillinen korkeakoulu. Helsinki. 96 s.

Kim, J. & Sungyop, K. & Ulfarsson, G. F. & Porrello, L. A. 2007. Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents. *Accident Analysis and Prevention* 39 (2007) 238-251.

Knoflacher, H. 1993. Kaupungin ja liikenteen harmonia. Vapaus autolla ajamisen pakosta. Suom. Jarmo Kalanti & Pekka Ryttilä 1995. Liikennesuunnittelun seura ry. Helsinki. 120 s.

Krag, T. 2011. Cycling, safety & Health. <http://www.copenhagenize.com/2011/04/cycling-safety-health-by-thomas-krag.html>

Leclerc, M. 2002. Bicycle Planning in the City of Portland: Evaluation of the City's Bicycle Master Plan and Statistical Analysis of Relationship Between the City's Bicycle Network and Bicycle Commute. Portland State University. Portland, USA. 35 p.

Leden, L. & Gärdner, P. & Pulkkinen, U. 2000. An expert judgement mode applied to estimating the safety effect of a bicycle facility. *Accident Analysis and Prevention* 32, pp. 589-599.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2010. Tieliikenteen turvallisuus. Liikenneturvallisuuksuunnitelman 2011-2014 taustaraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 35/2010. Helsinki. 61 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2011. Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. Ohjelmia ja strategioita 4/2011. Helsinki.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012. Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä - Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012. Ohjelmia ja strategioita 2/2012. Helsinki.

Liikenneturva. 2012. Pyöräilykypärä- Tietolehti. Saatavilla: <http://www.liikenneturva.fi/tietolehti/2010/siniset/pyorailykypara.php>

Liikennevirasto. 2012. Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen toimenpidesuunnitelma 2020. Liikenneviraston suunnitelmia 2/2012. Helsinki.

Litman, T. & Fitzroy, S. 2012. Safe Travels. Evaluating Mobility Traffic safety Impacts. Victoria Transport Policy Institute. Saatavilla: <http://www.vtpi.org/safetrav.pdf>

Lovegrove, G.R. & Litman, T.A. (2008). Using macro-level Collision Prediction Models to Evaluate Road Safety Effects of Mobility Management Strategies: New Empirical Tools to Promote Sustainable development. TRB 2008 Annual meeting. Washington DC.

Macpherson, A.K. & Parkin, T.C. & To, P.M. 2001. Mandatory helmet legislation and children's exposure to cycling. *Injury Prevention* vol. 7, nr. 3, pp. 228-230.

Maimaris, C. & Summers, CL. & Browning, C. & Palmer, CR. 1994. Injury patterns in cyclists attending an accident and emergency department: a comparison of helmet wearers and non-wearers. *BMJ* 1994; 308(6943): 1537-1540.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 1999. Fietsverkeer in praktijk en beleid in de twintigste eeuw. Overeenkomsten en verschillen in fietsgebruik in Amsterdam, Eindhoven, Enschede, Zuidoost-Limburg, Antwerpen, Manchester, Kopenhagen, Hannover en Basel. Enschede/Eindhoven. The Netherlands.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2009. Cycling in the Netherlands. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Haag. The Netherlands. 77 s.

Næss, P. 2010. Residential Location, Travel, and Energy Use in Hangzhou Metropolitan Area. *The Journal Transport and Land Use JTLU*. Vol. 3. No. 3. pp. 27-59.

Panter, J. & Jones, A. P. & van Sluijs, E. MF. 2008. Environmental determinants of active travel in youth: A review and framework for future research. *International Journal of behavioral Nutrition and Physical Activity* 5:34.

Parkin, J. & Wardman, M. & Page, M. 2008. Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. *Transportation* 35, pp. 93-109.

Persaud, N. & Coleman, E. & Zwolakowski, D. & Lauwers, B. & Cass, D. 2012. Nonuse of bicycle helmets and risk of fatal head injury: a proportional mortality, case-control study. *Canadian Medical Association or its licensors*.

Pitt, W.R. & Thomas, S. & Nixon, J. Trends in head injuries among child bicyclists. *BMJ* 1994; pp. 309-877.

Presto 2013. PRESTO-projektin virallinen internet-sivusto. [<http://www.presto-cycling.eu>] [Luettu 15.1.2013]

Pucher, J. & Dijkstra, L. 2000. Making walking and cycling safer: Lessons from Europe. *Transportation Quarterly*, Vol. 54, No 3, pp. 25-50.

Pucher, J. & Dill, J. & Handy, S. 2010. Infrastructure, programs and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine* 50, pp. 106-125.

Racioppi, F. & Eriksson, L. & Tingvall, C. & Villaveces, A. 2004. Preventing Road Traffic Injury: A Public Health Perspective For Europe, World Health Organization, Regional Office for Europe.

Rechtsportal.de. 2013. Rechtsprechung 1985 OLG Köln. Saatavilla: <http://www.rechtsportal.de/Rechtsprechung/Rechtsprechung/1985/OLG-Koeln/Einhaltung-der-vorgeschriebenen-Schrittgeschwindigkeit-in-verkehrsberuhigten-Bereichen-Abs.-4-a-Nr.-2-Zeichen-325-bei-einer-Geschwindigkeit-von-4-7-km-h>

Reynolds, C.CO. & Harris, M. A. & Teschke, K. & Cripton, P. A & Winters, M. 2009. The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health* 8:47, pp. 1-19.

Rietveld, P. & Daniel, V. 2004. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A* 38, pp. 531-550.

Rivara, F. P. & Thompson, D. C. & Thompson, R. S. & Rogers, L. W. & Alexander, B. & Fleix, D. & Bergman, A. B. The Seattle children's bicycle helmet campaign: changes in helmet use and head injury admissions. *Pediatrics* 1994; 93(4): 567-569.

Robinson, D. L. 2005. Safety in numbers in Australia: More walkers and bicyclists, safer walking and cycling. *Health Promotion Journal of Australia* 2005:16, pp. 47–51.

Robinson, D.L. 2006. Do enforced bicycle helmet laws improve public health? *British Medical Journal* 332, pp. 722-725.

Rosén, E. & Sander, U. 2009. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention* 41 (2009) pp. 536-542.

Räsänen, M. & Summala, H. 1998. Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study. *Accident Analysis & Prevention*. Volume 30, issue 5, pp. 657-666.

Sipilä, P. 2010. Suojatien yli polkupyörällä – mitä sanoo laki? *Poljin* 7–8/2010, s. 16–19.

Spaite, D.W. & Murphy, M. & Criss, E.A. & Valenzuela, T.D. & Meislin, H.W. 1991. Aprospective analysis of injury severity among helmeted and nonhelmeted bicyclists involved in collisions with motor vehicles. *Journal of Trauma* 1991;31(11):1510–6.

Stipdonk, H. & Reurings, M. 2010. The safety effect of exchanging car mobility for bicycle mobility. SWOW Institute for Road Safety Research. Netherlands

Strömmer, H. & Räikkönen, A. 2011. Kiertoliittymien onnettomuusselvitys ja suunnittelunäkökohtia. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 13.9.2011. Saatavilla: http://www.hel2.fi/ksv/Aineistot/Liikennesuunnittelu/Liikennetutkimus/kiertoliittymat_onnettomuusselvitys.pdf

Sælensminde, K. 2004. Cost-benefit analyses of walking or cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A* 38, 593–606.

Teschke, K. & Harris, A. M. & Reynolds, C. C.O. & Winters, M. & Babul, S. & Chipman, M. & Cusimano, M. D. & Brubacher, H. R. & Hunte, G. & Friedman, S. M. & Monro, M. & Shen, H. & Vernich, L. & Cripton, P. A. 2012. Route Infrastructure and the Risk of Injuries to Bicyclists: A Case-Crossover Study. *American Journal of Public Health* 18th October 2012, pp. 1-8.

Thomas, S. & Acton, C. & Nixon, J. & Battisutta, D. & Pitt, W.R. & Clark, R. 1994. Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children. *BMJ* 1994; 308: 173-176.

Tilastokeskus. 2012. Tieliikenneonnettomuudet 2011. Saatavilla: http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ylii_ton_201100_2012_7213_net.pdf

Tilastokeskus. 2013. Tilastot. Tieliikenneonnettomuustilasto 2012 joulukuu. Saatavilla http://www.stat.fi/til/ton/2012/12/ton_2012_12_2013-01-24_tie_001_fi.html

Turner, S. & Binder, S. & Roozenburg, A. 2009. *Cycling Safety: Reducing the Crash Risk*. NZ Transport Agency research report 389. 104 pp.

United States Census Bureau. 2013. 2011 American Community Survey. Saatavilla: <http://www.census.gov/acs/www/>

Vaarala, R. 2011. Kävely ja pyöräily kaavoituksessa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 51/2011. Liikennevirasto. Helsinki. 78 s.

Van Wee, B. & van der Hoorn, T. 1996. Employment location as an instrument of the transport policy in the Netherlands. Fundamentals, instruments and effectiveness. Transport Policy Vol. 3, No. 3, pp. 81-89.

Vaismaa, K. & Mäntynen, J. & Metsäpuro, P. & Luukkonen, T. & Rantala, T. & Karhula, K. 2011. Parhaat eurooppalaiset käytännöt pyöräilyn ja kävelyn edistämiseksi. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tampere. 171 s.

de Vries, S. I. & Hopman-Rock, M. & Bakker, I. & Hirasing, R. A. & van Mechelen, W. 2010. Built Environmental Correlates of Walking and Cycling in Dutch Urban Children: Results from the SPACE Study. International Journal of Environmental Research and Public Health 7/2010, pp. 2309-2324.

Walker, I. 2007. Drivers overtaking bicyclists: Objective data on the effects of riding position, helmet use, vehicle type and apparent gender. Accident Analysis and Prevention, vol. 39, nr. 2, pp. 417-425.

Wardman, M. & Tight, M. & Page, M. 2007. Factors influencing the propensity to cycle to work. Transportation Research Part A 41, pp. 339-350.

Wegman, F. & Zhang, F. & Dijkstra, A. 2012. How to make more cycling good for road safety?. SWOW Institute for Road Safety Research. Accident Analysis & Prevention. Volume 44, Issue 1, pp. 19-29.

Ympäristöministeriö. 2006. Liikenneturvallisuus kaavoituksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2006. Ympäristöministeriö. Helsinki. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=54986&lan=FI>

YTV. 2002. Maankäytön ja liikenteen suunnittelun keinoja ilmansuojelun ja meluntorjunnan edistämiseksi. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2002:9. YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Helsinki. 50 s.