

20090293

Matti Roine, Jukka Räsänen, Tapani Särkkä ja  
Tuomo Vesajoki

## **Maankäyttö ja liikenneturvallisuus**

Pohdintaa suunnittelumenetelmien ja  
turvallisuustietojen kehittämistarpeista

Muistio EKOTULI-teeman [www-sivuille](http://www.sivuille)

Matti Roine, Jukka Räsänen, Tapani Särkkä ja  
Tuomo Vesajoki

# **Maankäyttö ja liikenneturvallisuus**

**Pohdintaa suunnittelumenetelmien ja  
turvallisuustietojen kehittämistarpeista**

Muistio EKOTULI-teeman [www-sivuille](http://www.sivuille)

**Tiehallinto**

Helsinki 2009

<Kansikuvan tiedot ym.>

Verkojulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))

ISBN 978-952-221-180-4  
ISSN ISSN-verkkonumero  
TIEH TIEH-verkkoNRO

Asiantunnus

**TIEHALLINTO**

Keskushallinto  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelin 0204 22 11

**Matti Roine, Jukka Räsänen, Tapani Särkkä ja Tuomo Vesajoki: Maankäyttö ja liikenneturvallisuus. Pohdintaa suunnittelumenetelmien ja turvallisuustietojen kehittämistarpeista.** Helsinki 2009. Muistio Tiehallintoon EKOTULI-teeman www-sivuille.

**Asiasanat:** maankäyttö, liikenneturvallisuus, tietojärjestelmät

**Aiheluokka:** 10; 80

## TIIVISTELMÄ

Toivottujen vaikutusten aikaan saamiseksi maankäytön ja liikenteen suunnittelun tulee tapahtua hyvässä ja tiiviissä vuorovaikutuksessa keskenään. Päätöksentekoa varten tarvitaan luotettavia tietoja ja arvioita siitä, mitä vaikutuksia maankäytön eri vaihtoehdoilla on liikenteeseen ja liikkumiseen ja millaisia vaikutuksia liikenteellä on suunniteltuun maankäyttöön.

Tässä selvityksessä on tarkastelu maankäytön ja liikenteen suunnittelua, erityisesti liikenneturvallisuutta koskevaa suunnittelua ja hahmotettu tutkimustarpeita parempien suunnittelumenetelmien kehittämiseksi.

Selvityksen mukaan liikennemallien ja muiden rationaalisten tarkastelumenetelmien käyttöä pitäisi lisätä liikennejärjestelmän ja alueidenkäytön yhteen sovittavassa suunnittelussa. Liikenneturvallisuusvaikutusten arviointia varten tarvitaan yleiset periaatteet ja menetelmät.

Selvityksessä on alustavasti hahmotettu havaittuja tietopuutteita liikenneturvallisuustutkimuksen ja suunnitteluohjelmistojen asiantuntijoiden kesken, mutta on selvää, että varsinaisen tutkimuskokonaisuuden aikaan saaminen edellyttää perusteellista yhteistä pohdintaa alueidenkäytön suunnittelusta ja liikennejärjestelmän suunnittelusta vastaavien kesken.

Selvityksessä esitetäänkin yhteistyön käynnistämistä erikokoisten kuntien edustajien, alueidenkäytön suunnittelun viranomaisten, liikennejärjestelmän kehittämisestä vastaavien tahojen, kaupunkiseutujen liikennemalleista vastaavien ja liikennesuunnitteluohjelmistojen asiantuntijoiden välille suunnittelumenettelyjen kehittämistarpeiden ja tarvittavan liikenneturvallisuutta koskevan tietopohjan lähemmäksi määrittelemiseksi.

## ESIPUHE

Liikennesuunnitteluohjelmistoissa ei tällä hetkellä ole riittävän tarkkaa turvallisuustietämystä kunnollisia turvallisuustarkasteluja varten. Asiaa selvitettiin VTT:n turvallisuuden tutkimusohjelman (Turvallisuus 2025) yhteydessä pienessä työpajassa 2.9.2008, jossa todettiin, että on tarpeen arvioida, miten puutteita olisi syytä ryhtyä poistamaan.

Tiehallinto tilasi alan suunnittelukonsulteilta ja VTT:n liikenneturvallisuuden asiantuntijoilta tämän jatkopohdinnan. Pohditaan ovat osallistuneet Jukka Räsänen (Ramboll Oy), Tapani Särkkä (Matrex Oy), Tuomo Vesajoki (Liidea Oy), Harri Peltola (VTT) ja Matti Roine (VTT). Tiehallinnon yhteyshenkilönä on ollut Saara Toivonen.

Tämän pohdinnan toivotaan herättävän mielenkiintoa Tiehallinnon ohella kuntasektorilla ja eri ministeriöissä ja johtavan kaikkia osapuolia hyödyttäviin yhteisesti tarkemmin määriteltävään tutkimus- ja kehittämistyöhön.

Helsinki 11.5.2009

Tiehallinto  
Tienpidon suunnittelupalvelut

**Sisältö**

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	5
1 TAUSTA JA TAVOITE	9
2 LIIKENNETURVALLISUUS JA KAAVOITUS	11
2.1 Kaavatasot, liikennejärjestelmän suunnittelu ja liikenneturvallisuus	11
2.2 Maankäytön yleinen merkitys liikenneturvallisuudelle	15
3 KUNTIEN LIIKENNETURVALLISUUSTILANNE JA MAANKÄYTTÖ	18
4 TARKASTELUJEN JA MENETELMIEN KEHITTÄMISTARPEET	21
5 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT TIETOKANNAT JA TYÖKALUT	26
5.1 Tieliikenneonnettomuuksien tilastointi Suomessa	27
5.2 Liikenneturvallisuusmallit	29
5.3 GIS-aineistot	30
5.4 Liikennejärjestelmämallit	32
5.5 Simulaatiomallit	33
5.6 Maankäyttömallit	34
6 LIIKENNETURVALLISUUDEN ARVIOINNIN MAHDOLLISUUDET KAUPUNKISEUDUN LIIKENNEMALLIJÄRJESTELMÄSSÄ – CASE OULU	35
6.1 Lähtökohtia	35
6.2 Prosessi	35
6.3 Oulun seudun mallijärjestelmän rakenne	36
6.4 Maankäyttö ja liikenneturvallisuus Oulun seudulla	36
6.5 Joukkoliikenne	39
6.6 Neliporrasperiaate	40
7 JOHTOPÄÄTÖKSET KEHITTÄMISTARPEISTA	41
7.1 Kehittämisperiaatteet	41
7.2 Kehittämisehdotukset	44
8 KIRJALLISUUTTA	46
LIITE 1: ALUSTAVAT HANKEKUVAUKSET	49

**Kuvaluettelo**

Kuva 1. Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen kaavajärjestelmä (Ympäristöministeriö 2006).....	<u>12</u>
Kuva 2. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavia ratkaisuja eri kaavatasoilla (Ympäristöministeriö 2006).....	<u>12</u>
Kuva 3. Liikennesektorin suunnittelujärjestelmä (Liikenne- ja viestintäministeriö 2003).....	<u>13</u>
Kuva 4. Houkuttelevan kaupungin liikenneolot (Boverket et al. 2005).....	<u>14</u>
Kuva 5. Vuorovaikutteisen liikennejärjestelmän ja maankäytön suunnitteluprosessin toimijoita (Aarnikko et al. 2002).....	<u>14</u>
Kuva 6. Jalankulun ja polkupyöräilyn liikenneturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä (ERSO 2008).....	<u>20</u>
Kuva 7. Maankäytön ja liikenneturvallisuuden liittyminen toisiinsa liikennejärjestelmän kautta .....	<u>21</u>
Kuva 8. Liikenneturvallisuuden ja maankäytön vaikutusarviointit käytännössä. ....	<u>22</u>
Kuva 9. Yksinkertaistettu kuvaus analyyttisestä päätöksentekojärjestelmästä. ....	<u>26</u>
Kuva 10. TARVA-ohjelman toimintakaavio. ....	<u>30</u>

## 1 TAUSTA JA TAVOITE

Maankäytön suunnittelun ja kehittämisen yhteydessä sijoitetaan eri toiminnot fyysisille alueille ja luodaan lähtökohdat liikkumiselle, liikenteen kysynnälle ja syntyvälle liikenteelle. Hyvä suunnittelukäytäntö edellyttää, että maankäytön suunnittelu ja liikennesuunnittelu kytketään jo varhaisessa vaiheessa yhteen, jolloin voidaan taata parhaat edellytykset kestäväille ja turvalliselle liikkumiselle ja kuljettamiselle.

Liikenneturvallisuuksitilanne ja ongelmat ovat heijastusta maankäytön synnyttämien toimintojen ja siihen liittyvän liikenteen ominaisuuksista sekä suunnittelun onnistumisesta. Alueiden käytön ja siihen liittyvän liikennejärjestelmän kehittämisen yhteydessä vaikutetaan ratkaisevasti liikkumisen tarpeeseen, matka- ja kuljetustapavalintoihin, tarpeiden tyydyttämisen mahdollisuuksiin ja liikkumisen luonteeseen.

Liikenneturvallisuuden kannalta suunnittelun strategisella tasolla luodaan pohja onnettomuusriskeille altistumiselle. Liikenneturvallisuusongelmiin voidaan kylläkin vaikuttaa myös yksityiskohtaisemmissa suunnitteluvaiheissa ja estää ennalta monien ongelmien syntyminen. Hyvään liikkumiseen liittyvät keskeiset ominaisuudet kuten kevyen liikenteen hyvät käyttömahdollisuudet, joukkoliikenteen käyttömahdollisuudet ja houkuttelevuus ja eri liikennemuotojen turvallinen erottelu, koulumatkojen turvallisuus jne. voivat kärsiä kuitenkin huomattavasti epäonnistuneesta maankäytön ja liikenteen suunnittelun yhteensovittamisesta tai tarvittavien liikennejärjestelyjen laajuus ja kustannus kasvavat.

Liikennesuunnittelun keskeisenä periaatteena on perinteisesti ollut laadittavien suunnitelmien rationaalinen arviointi hyödyntäen mahdollisimman hyvin olemassa olevia tietoaineistoja ja tutkimusmenetelmiä. Liikenneturvallisuuden kuten kaikkien muidenkin tarvittavien vaikutustietojen selvittäminen edellyttää laajaa tietoaineistoa ihmisten matkustuskäyttäytymisestä ja valintojen perusteista, liikkumisesta, palveluista, liikenneverkosta ja -palveluista, ajoneuvoista ja niiden ominaisuuksista. Perustan muodostaa se, miten toiminnot sijoittuvat ja kehittyvät alueiden ja yhdyskuntien rakenteessa nyt ja tulevaisuudessa.

Suunnittelua varten kerättävän laajan tietoaineiston pohjalta on kyettävä muodostamaan malleja ja menetelmiä liikkumisen määrän ja ominaisuuksien arvioimiseksi, jotka fyysisen ympäristön ja vallitsevien olosuhteiden kanssa muodostavat onnettomuusriskit ja tuottavat seurauksina onnettomuuksia, inhimillisiä menetyksiä ja taloudellisia vaikutuksia.

Liikenneturvallisuustoiminnassa on jo vuosia toteutettu erilaisia toimenpiteitä suunnitelmallisesti ongelmien poistamiseksi ja ennaltaehkäisemiseksi. Keskeisenä huomion kohteena ovat olleet ihminen, liikenneympäristö ja ajoneuvot. Turvallisuuksitilanteen parantuessa on kuitenkin aiheellista suunnata kehittämispennistuksia myös uudella tavalla ja pyrkiä vaikuttamaan jo liikkumi-



sen tarpeeseen ja luonteeseen sekä kehittyvän liikennejärjestelmän perusominaisuuksiin.

Alueiden käytön suunnittelussa huomioon otetaan eri tavoitteet ja sovitetaan ne yhteen, jolloin on kyettävä arvioimaan perusteellisesti syntyvät liikenteelliset vaikutukset. Liikenneturvallisuutta koskevien vaikutusten arviointi on toistaiseksi perustunut hyvin yleistasoisin tarkasteluihin, koska hyviä ja joustavia tarkastelumenetelmiä ei ole saatavilla. Liikenneturvallisuuden arviointimenetelmiä on kehitetty lähinnä maantieverkolle ja autoliikenteelle (Peltola & Rajamäki 2008).

Liikennejärjestelmäsuunnittelun painoarvon kasvaessa on välttämätöntä kehittää uusia tarkastelumenetelmiä käyttöön. Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset osoittavat, että rationaalisen tiedon tuottamista valittavien toimintalinjojen ja toimenpiteiden pohjaksi pidetään tarpeellisena, mutta niin mallit kuin menetelmätkin ovat olleet puutteellisia, jolloin niiden hyödyntäminen on kärsinyt (Särkkä & Talvitie 2008). On selvästi osoittautunut tarpeelliseksi saada aikaan pitkäjänteinen kehittämistyö turvallisuusmallien luomiseen ja linkittämiseen eri laskentaohjelmien välillä. Samalla tulisi eri menetelmille olla riittävä ja yhteinen tietopohja (Peltola & Rajamäki 2008).

Tässä selvityksessä tavoitteena on tarkastella liikennesuunnittelun tietojärjestelmiä sekä menetelmiä liikenneturvallisuuden kannalta ja tehdä ehdotus tarvittavista kehittämistarpeista. Työssä selvitetään maankäytön ja liikenteen suunnittelun malleja ja niiden yhteen kytkemistä, suorien ja epäsuorien vaikutusten laskemista, erityisesti liikenneturvallisuusvaikutusten arvioimista ja tietopohjan kehittämistarvetta.

Työssä aihealuetta on lähestytty liikennesuunnitteluohjelmistojen ja liikenneturvallisuustutkimuksen näkökulmista. Työn toivotaan jatkuvan yhteisenä pohdintana kuntien ja kaupunkiseutujen sekä aihealueen muiden toimijoiden kanssa heidän näkemystensä ja tietotarpeidensa selvittämiseksi.

## 2 LIIKENNETURVALLISUUS JA KAAVOITUS

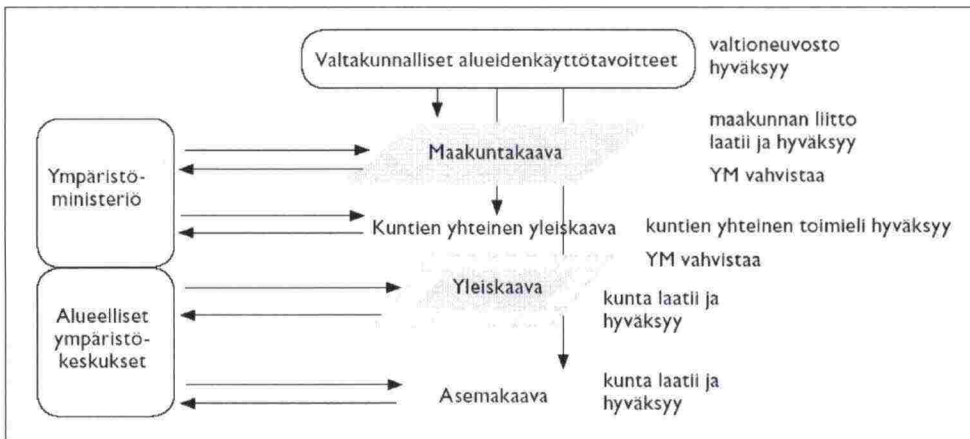
### 2.1 Kaavatasot, liikennejärjestelmän suunnittelu ja liikenneturvallisuus

Kaavoitusta säädellään lailla. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista tulee edistää valtion viranomaisten toiminnassa, maakunnan suunnittelussa ja kuntien kaavoituksessa.

Valtioneuvosto päättää erikseen valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (VAT). Viimeisin VAT-tarkistus tehtiin 13.11.2008. Alueidenkäyttötavoitteiden mukaan aluerakennetta kehitetään monikeskuksisena ja verkottuvana sekä hyviin liikenneyhteyksiin perustuvana kokonaisuutena. Valtioneuvoston päätös tukee yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja toteaa, että erityisesti kaupunkiseuduilla on varmistettava henkilöautoliikenteen tarvetta vähentävä sekä joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä edistävä liikennejärjestelmä. Päätöksessä todetaan edelleen, että alueiden käytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen. Alueiden käytössä on myös varattava riittävät alueet jalankulun ja pyöräilyn verkostoja varten sekä edistettävä verkostojen jatkuvuutta, turvallisuutta ja laatua. Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta luo ky-  
syntää myös luotettaville liikenneturvallisuuden tarkastelumenetelmille, sillä liikenneturvallisuus on sisällytetty itsenäisenä ja julkilausuttuna tavoitteena Eheytyvää yhdyskuntarakennetta ja elinympäristön laatua koskeviin sekä Toimivia yhteysverkostoja ja energiahuoltoa koskeviin yleistavoitteisiin ja em. kohdan (jalankulun ja pyöräilyn) erityistavoitteisiin. Lisäksi on useissa kohdin korostettu henkilöautoliikenteen tarpeen vähentämistä ja joukkoliikenteen edellytysten parantamista.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MKR) toteaa, että lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen siten, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys (MKR 1§).

Kaavoituksesta vastaavat alueellisella tasolla maakuntien liitot ja paikallisella tasolla kunnat. Maakunnan suunnitteluun kuuluvat maakuntasuunnitelma, muuta alueidenkäytön suunnittelua ohjaava maakuntakaava ja alueellinen kehittämisohjelma (MKR 25§) (kuva 1).



Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen kaavajärjestelmä.

Kuva 1. Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen kaavajärjestelmä (Ympäristöministeriö 2006).

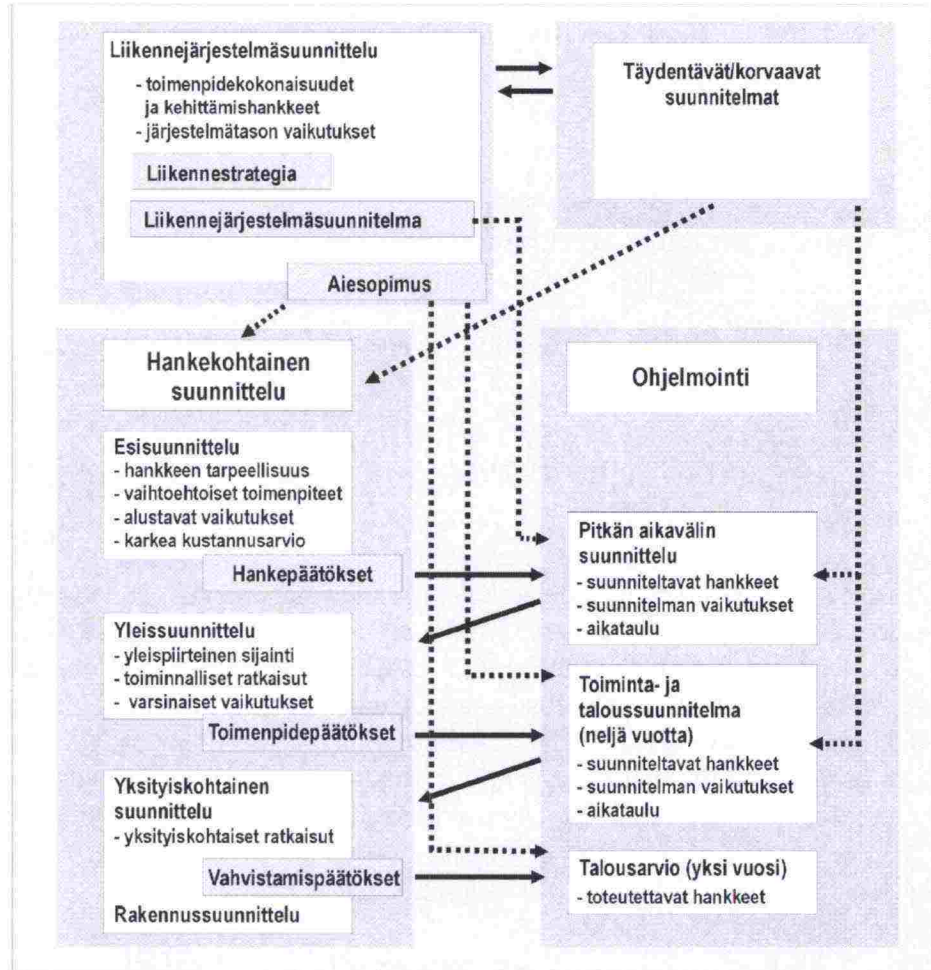
Liikenteen suunnittelu etenee maankäytön suunnittelun tapaan hierarkkisesti liikennepolitiikasta ja yleispiirteisestä suunnittelusta yksityiskohtiin. Liikenneturvallisuus liittyy kaikkiin suunnitteluvaiheisiin ja erilaisiin yhteistyön tilanteisiin (liikennejärjestelmäsuunnitelma, liikenneturvallisuus- ja joukkoliikennesuunnitelma, aluevarausuunnitelma, teiden yleissuunnitelma ja tiesuunnitelma). Maantielain (MTL) mukaan tien yleissuunnitelman ja tiesuunnitelman tulee perustua oikeusvaikutteiseen kaavaan (kuva 2).

Maakuntakaava	Yleiskaava	Asemakaava
<b>YHDYSKUNTARAKENNE</b>	<b>TOIMINTOJEN SIIJOITTELU</b>	<b>TOIMINTOJEN SIIJAINTI</b>
eheyttäminen, taajamien laajenemissuunnat, palveluverkko ja kaupan suuryksiköt, kylien kehittäminen	laajenemissuuntien valinta	käyttötarkoitus, mitoitus ja liikenneyhteydet
<b>LIIKENNEJÄRJESTELMÄ</b>	<b>HAJARAKENTAMISEN OHJAUS</b>	<b>SISÄINEN LIIKENNE</b>
liikkumistarpeen minimointi, joukkoliikenteen edistäminen, päätieverkko ja sen luokittelu, rataverkko ja asemat, tavaraliikenne, satamat ja lentokentät	<b>LIIKENNEVERKON JÄSENTELY</b>	liikenteen rauhoittaminen, kulkumuotojen erottelu ja konflikttien ehkäisy
Maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämisen AJOITUS	kehittämistarpeet, liikenteen ohjaaminen kulkumuodoittain turvallisille reiteille, väylien linjaukset, nopeusrajoitusten ja meluntorjunnan periaatteet	<b>TILAVARAUKSET</b>
	<b>AJOITUS</b>	liikenneväylien sijainti ja tilantarpeet, parantamistarpeisiin varautuminen
	Maankäytön ja liikennejärjestelmän toteutusjärjestys	<b>AJOITUS</b>
		toteutusjärjestyksen varmistaminen

Kuva 2. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavia ratkaisuja eri kaavatasoilla (Ympäristöministeriö 2006).

Liikennejärjestelmäsuunnittelu on pitkän aikavälin strategista suunnittelua, joka tähtää yhdyskuntatalouden, ympäristön ja kestävä kehityksen kannalta parhaaseen kokonaistulokseen. Siinä tarkastellaan liikennettä kokonaisu-

tena ja sen tärkeimpiä osa-alueita tavoitteena moniarvoinen ja jatkuva prosessi (Liikenne- ja viestintäministeriö 2003). Suunnittelujärjestelmä on monitasoinen ja monivaiheinen (kuva 3).

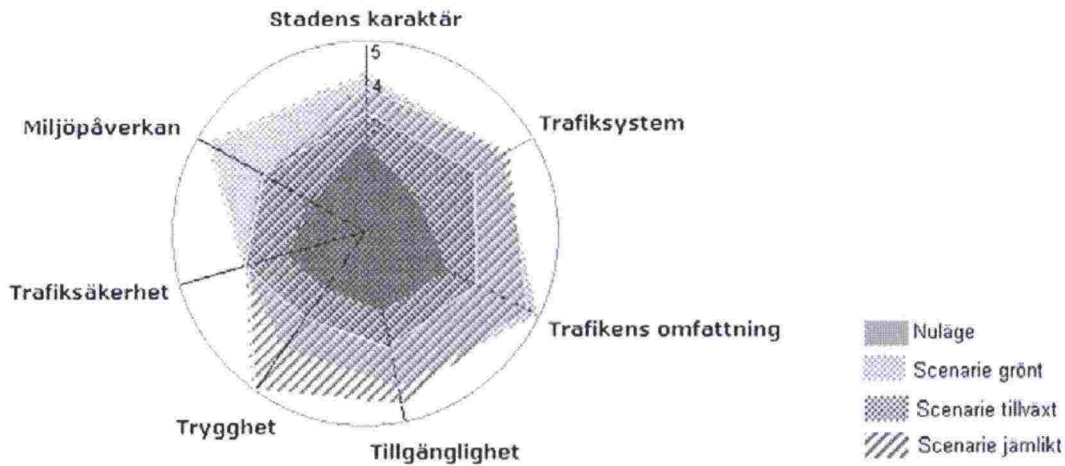


Kuva 3. Liikennesektorin suunnittelujärjestelmä (Liikenne- ja viestintäministeriö 2003).

Liikennejärjestelmätyön kehittäminen on nähty erääksi keskeisimmäksi alan haasteeksi. Tiehallinnon selvitysten mukaan liikenteen ja maankäytön suunnittelun parempi yhteen kytkennän tarve on tiedossa, mutta ongelmia on edelleen. Toimivan ja kestävä liikennejärjestelmän kehittämisen suurimpana haasteena pidetään kaupunkiseutujen hajaantuvaa yhdyskuntarakennetta. Tiehallinto katsoo edelleen, että liikenteellisten vaikutusten arviointia maankäytön suunnittelussa tulee parantaa ja monipuolistaa (Tiehallinto 2008).

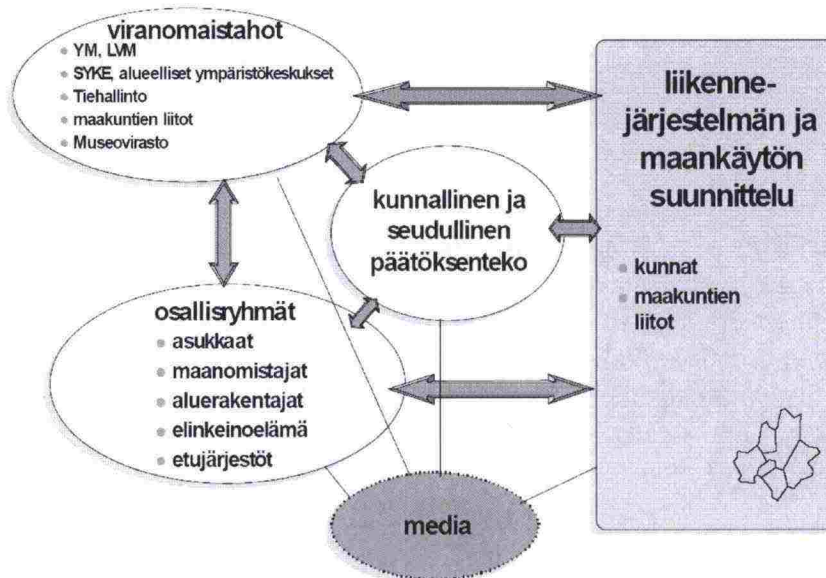
Hyvä elinympäristö edellyttää monien tarpeiden tyydyttämistä samanaikaisesti. Ruotsissa on myös selvitetty miten liikennejärjestelmää pitää kehittää taajamissa yhteiskuntakehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteet

eivät ole aina samansuuntaisia, joten erilaisia skenaarioita ja niiden vaikutuksia joudutaan tarkastelemaan päätöksentekoa varten (Boverket et al. 2005) (kuva 4).



Kuva 4. Houkuttelevan kaupungin liikenneolot (Boverket et al. 2005).

Maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelussa noudatetaan vuorovaikutteista suunnitteluprosessia, jolla tavoitellaan mahdollisimman hyvää kokonaisuutta ja tarjotaan mahdollisuudet eri osapuolille osallistua suunnitteluun (Aarnikko et al. 2002). Tampereella saadut kokemukset vuorovaikutteisesta suunnittelusta olivat hyviä, tutkimuksessa todetaan kuitenkin myös, että laajasta osallistujajoukosta johtuen tehtiin laajoja vaikutusselvityksiä, joista osa oli turhan tarkkoja asioiden käsittelytasoon nähden (kuva 5).



Kuva 5. Vuorovaikutteisen liikennejärjestelmän ja maankäytön suunnitteluprosessin toimijoita (Aarnikko et al. 2002).

Liikennejärjestelmäsuunnittelu on vakiintunut kaupunkiseutujen suunnitteluvälineeksi. Suurimmilla kaupunkiseuduilla (yli 50 000 asukasta) on laadittu jo yksi tai useampi liikennejärjestelmäsuunnitelma tai liikennestrategia. Suunnittelu on myös luonteeltaan jatkuva prosessi, jossa joudutaan säännöllisesti päivittämään kehittämistavoitteet ja linjaukset toimintaympäristön muutoksista johtuen. Liikennejärjestelmäsuunnittelun merkittävyyttä lisää huomattavasti, jos suunnittelu tehdään yleiskaavan tai muun maankäyttösuunnitelman laatimisen yhteydessä. Tehtävillä aiesopimuksilla varmistetaan toteutus aikatauluineen ja sitoutuminen yhteistyöhön (Pesonen, Heltimo, Metsäranta 2008).

Liikennejärjestelmäsuunnittelun kehittäminen edellyttää nykyistä parempaa tietopohjaa erityisesti liittyen toimintaympäristön muutosten, alueellisten näkökulmien ja käyttäjien tarpeiden arvioimiseen. Koska suunnittelun keinovälikoimaa on tarpeen laajentaa perinteisten keinojen ulkopuolelle koskemaan mm. sääntelyä, ohjausta ja tiedottamista, on myös vaikutustarkasteluja kehitettävä.

Neliporrasperiaate on nykyinen liikennejärjestelmäsuunnittelun toimintakehikko. Se koskettaa liikenneturvallisuutta jo ensimmäisestä portaasta alkaen, suoritteiden alentaminen vähentää altistumista ja siten onnettomuuksia. Periaatteen ensimmäisellä portaalla ovat keinot, joilla pyritään vaikuttamaan liikennetarpeeseen ja kulkumuotojen valintaan. Näitä ovat mm. joukkoliikenteen järjestelyt, kevyen liikenteen edistämiskeinot ja liikenteen säätelymaksut. **Ensimmäiselle portaalle kuuluvat myös mahdollisuudet vaikuttaa maankäyttöön.** Toisella portaalla vuoroon tulevat keinot, joilla tehostetaan jo olemassa olevan liikenneverkon toimintaa, kuten nopeusrajoitusten sääntely, liikenteen ohjaus ja tiedotus. Mikäli ongelma vaatii ratketakseen mittavampia toimenpiteitä, otetaan periaatteen kolmannella portaalla tarkasteluun liikenneverkon pienet parantamistoimet, kuten kaista- ja kevyen liikenteen väylien järjestelyt. Neljännessä vaiheessa toteutetaan suuret investoinnit, jollaisia ovat mm. uusien väylien rakentaminen tai suurehko perusparantaminen. (Lätti R. 2007)

Eri yhteyksissä on jouduttu toteamaan, että maankäyttöön liittyvässä liikennejärjestelmäsuunnittelussa ja strategioiden määrittelyssä on ajauduttu liikaa etsimään vain jotenkin tyydyttäviä ratkaisuja hyödyntämättä kunnolla rationaalista ja analyyttistä tarkastelutapaa optimaalisempien vaihtoehtojen hahmottamiseksi.

## 2.2 Maankäytön yleinen merkitys liikenneturvallisuudelle

Alueiden käyttö edellyttää tavoitteellista suunnittelua ja liikennejärjestelmän hyvää ja ajoissa tapahtuvaa kytkemistä mukaan suunnitteluun. Liikenneturvallisuustutkimukset ovat yleisesti osoittaneet, että loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrä kasvaa lähes suorassa suhteessa ajettujen kilometrien määrä kanssa. Tällöin siis sellaiset kehittämissuunnitelmat, jotka

johtavat suureen määrään liikennettä, johtavat yleensä myös siihen, että liikenneonnettomuuksien määrä on korkea. Koska taajama-alueilla liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä ajettua kilometriä kohti on yleensä suurempi kuin maaseutuolosuhteissa, voi taajama-alueen laajeneminen kasvattaa myös onnettomuusriskiä.

Kaavoitusvaiheessa tehdään pitkävaikutteisia ratkaisuja, joiden seurauksia voidaan pahimmassa tapauksessa vain paikkailla myöhemmin liikennesuunnittelun keinoin. Tämä vuoksi Ympäristöministeriö on koonnut maankäytön suunnittelijoille tietopaketin aiheesta (Liikenneturvallisuus kaavoituksessa 2006) Liikenneturvallisuuden parantamiseen voidaan vaikuttaa suoraan erilaisilla maankäytön suunnittelun toimenpiteillä ja erityisesti

- ♦ teiden ja yhteyksien, asuinalueiden, työpaikkojen ja teollisuuden sijoittamisella siten, että liikennemäärä ja matkanpituudet minimoidaan
- ♦ sellaisen tieverkoston suunnittelulla, joka estää läpikulkuliikenteen pääsyn kokoojateille ja minimoi kokoojateiden liikenteen
- ♦ yksittäisten tie- ja katuosuuksien suunnittelun siten, että onnettomuusriski on mahdollisimman pieni
- ♦ liikenneympäristön toteuttaminen sellaisena, että se on mahdollisimman yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä kaikille tienkäyttäjille.

Tutkimuksissa on myös todettu, että asutuksen tiheydellä (asukkaat/maa-ala) on vahva vaikutus liikennemäärään siten, että suuremmilla asutustiheyksillä on yleensä vähemmän autoliikennettä asukasta kohden. Eri liikenneympäristöjen onnettomuusasteet vaihtelevat maittain myös huomattavasti. Moottoriteillä on yleensä alin loukkaantuneiden aste. Taajama-alueiden teiden onnettomuusasteet ovat yleensä selvästi korkeampia kuin maaseutu-alueiden teiden.

Liikennejärjestelmäsuunnittelun keskeiset kysymykset ovat liikenneturvallisuuden kannalta yleensä

- ♦ eri kulkumuotojen erottelun aste asutusalueilla
- ♦ paikallisen tie- ja katuverkon kytkentä päätieverkkoon
- ♦ läpikulkuliikenteen poistaminen taajama-alueen teiltä.

Hyvällä suunnittelukäytännöllä on suuri merkitys liikenneturvallisuudelle. Mikäli liikenteen erottelu on hyvin toteutettu, voi onnettomuuksien määrä olla jopa 60 % pienempi kuin jos erottelua ei ole ollenkaan toteutettu. Vastaavasti läpikulkuliikenteen poistamisella voidaan vähentää jopa 70 % tapahtuneista onnettomuuksista (Elvik & Vaa 2004).

EU:n piirissä on tutkittu maankäytön vaikutuksia erityisesti liikennejärjestelmän strategiseen tasoon. Maankäyttö vaikuttaa näiden tutkimusten mukaan merkittävästi liikkumisen luonteeseen ja mm. matkan pituuksiin ja kulkumuodon valintaan. Tiivis asutus johtaa yleensä lyhyempiin matkapituuksiin ja vä-

häisempään autonkäyttöön. Työpaikkojen määrä kasvattaa joukkoliikenteen käyttöä.

Maankäytöllä voidaan vaikuttaa siten olennaisesti liikkumiseen ja liikenneturvallisuuden kannalta onnettomuusriskeille altistumiseen. Vaikutusten aikaansaaminen edellyttää kuitenkin tehokkaita toimenpiteitä. Tutkimusten mukaan kestävä liikkuminen edellyttää henkilöautoilun vähentämistä, joukkoliikenteen käytön lisäämistä ja tukeutumista entistä enemmän jalankulun ja polkupyöräilyyn. Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi eräissä EU-tutkimuksissa on lisäksi esitetty politiikkapaketiksi taloudellisten keinojen käyttämistä toimintojen sijoittumisen ohjaamiseksi ja mm. joukkoliikenteen toimintaedellytysten parantamiseksi. Lisäksi tarvitaan liikenteen hinnoittelua henkilöauton käytön kustannusten lisäämiseksi ja enemmän resursseja innovatiiviseen asumisen kehittämiseen sekä toimenpiteitä yhdyskuntarakenteen hajautumisen estämiseksi (DG Energy and Transport 2006).

Myös liikkumisen hallinnan vaikutuksia on tutkittu eri puolilla maailmaa. Kanadassa on tehty tutkimus liikkumiseen vaikuttavien strategisten keinojen merkityksestä liikenneturvallisuudelle hyödyntäen makrotason onnettomuuksien ennustemalleja. Tämän 479 taajama-aluetta koskevan tutkimuksen mukaan tiivis ja eri kulkumuotoja hyödyntävä maankäyttö voi vähentää onnettomuusmäärää 19 % ja vakavia onnettomuuksia 21 %. Saman tutkimuksen mukaan ruuhkamaksut voivat vähentää onnettomuusmäärää 14 % ja vakavia onnettomuuksia 15 % (Lovegrove & Litman 2008).

Koetulla onnettomuusriskillä voi myös olla vaikutuksia ihmisten käyttäytymiseen ja toimintaan. Liian suuri onnettomuusriski voi rajoittaa toimintaa, esim. huoli omien lasten turvallisuudesta. Yleensä ihmisten on kuitenkin vaikea tunnistaa kunnolla todellisen onnettomuusriskin suuruutta ja säädellä käyttäytymistään sen perusteella.



### 3 KUNTIEN LIIKENNETURVALLISUUSTILANNE JA MAANKÄYTTÖ

Vuonna 2007 kuoli tieliikenteessä 380 ihmistä ja loukkaantui 8 446 (Tilastokeskus 2007). Kuolleista 81 sai surmansa taajama-alueilla ja vastaavasti 4 102 loukkaantui taajama-alueilla. Liikenneonnettomuuksissa kuolleiden määrä oli koko maassa vuonna 2007 asukaslukuun verrattuna 7,2 (kuolleet/100 000 asukasta). Maakuntien välillä on jonkin verran eroja siten, että suurin kuolleisuus oli Oulun alueella 9,7 ja pienin Etelä-Suomessa 6,2 (kuolleet/100 000 asukasta).

Liikennekuolemia tapahtuu eniten alle 35 000 asukkaan kunnissa, taajama-merkin ulkopuolisilla alueilla sekä maanteilla. Asukaslukuun suhteutettuna liikennekuolemia on tapahtunut eniten pienen asukasluvun omaavissa kunnissa. Henkilövahinko-onnettomuuksista (Heva-onnettomuudet) on tapahtunut noin kolmannes yli 70 000 asukkaan kaupungeissa. Heva-onnettomuudet painottuvat keskisuuriin ja suuriin kaupunkeihin. Niitä tapahtuu myös paljon pääteiden varsilla olevissa maaseutukunnissa (KULTI: Rätty et al. 2005).

KULTI-tutkimus (Suomen kuntien liikenneturvallisuus) osoitti edelleen, että tapahtuneet liikenneonnettomuudet eivät yksin anna oikeaa kuvaa kunnan turvallisuustilanteesta, vaan mukaan tarkasteluihin on otettava onnettomuuksien vakavuus kunnollisen käsityksen saamiseksi turvallisuustilanteesta. Yksittäiset kunnan eroavat myös huomattavasti toisistaan, samoin kuntien väestön ikärakenne, työpaikkojen määrä ja liikkumistottumukset. Liikennekuolemia tapahtuu eniten suuriliikenteisillä ja korkeiden ajonopeuksien teillä. Maaseutumaisten kuntien liikennekuolemien suuren määrän todettiin riippuvan myös maankäytön hajoamisesta. Palveluiden siirtyminen erilaisiin keskuksiin ja joukkoliikenneyhteyksien huonontuminen ovat pahentaneet tilannetta.

Liikenneturvallisuustarkasteluja vaikeuttaa huomattavasti kattavien kevyttä liikennettä koskevien tietojen puuttuminen. Kuntien katuverkon liikennesuoritteesta ei myöskään ole käytettävissä riittäviä tietoja. Tarvittaisiin paljon nykyistä parempia tietoja alueellisista ajomatkoista ja liikennetottumuksista.

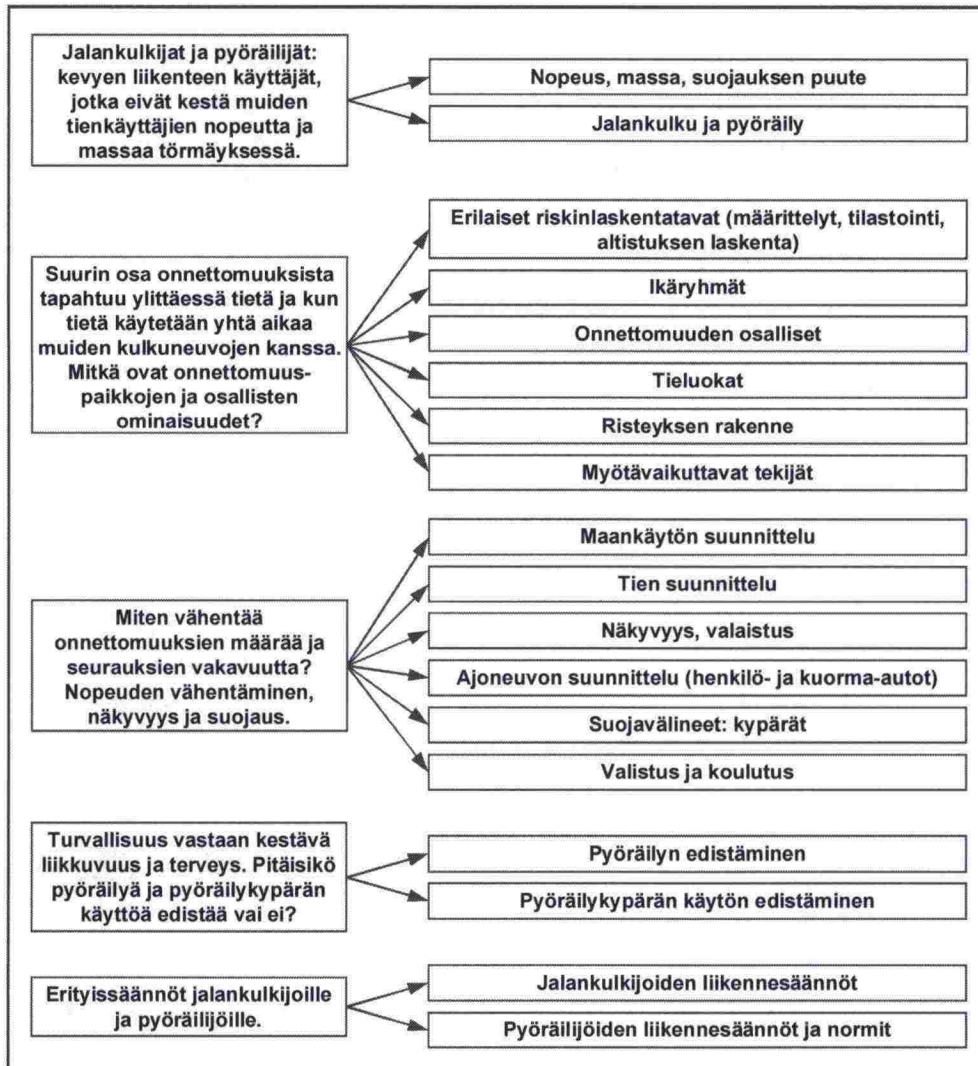
Tietyn tienkohdan turvallisuus riippuu maantieverkosta tehtyjen tutkimusten mukaan monista eri tekijöistä. Nopeusrajoituksia koskeneet tarkastelut osoittivat, että turvallisuusongelmat ovat kuolemanriskien perusteella arvioituna suurimpia tiekohtaisilla rajoituksilla ja erityisesti valtateillä. Kuolemantiheyden mukaan tarkasteltuna vaarallisimpia tienkohtia ovat ne, joissa on paljon tienvarsi-asutusta ja korkea nopeusrajoitus. Tiedot tienvarsi-asutuksesta (asukastiheys) ottavat ainakin jossain määrin huomioon kevyen liikenteen esiintymisen kyseisissä tienkohdissa, kun kunnollisia tietoja kevyen liikenteen määrästä ei ole käytettävissä (Peltola & Rajamäki 2005).

Taajama-alueiden liikennekuolemia vuosina 2000–2005 tarkasteltiin VTT:n tutkimuksessa vuonna 2008 osana Lintu-ohjelman kuolonkolareita koskeva tutkimusta (KOLKUTA). Tutkimuksen mukaan liikennekuolemista noin neljäsosa tapahtuu taajamamerkein merkityillä alueilla, pääosin katuverkolla. Liikennekuolemien tiheys on taajamissa suurimmillaan siellä, missä asutus on tiheintä, suurten kaupunkien keskustoissa ja kerrostaloalueilla. Eräänä selityksenä pidetään runsasta kevyttä liikennettä. Toinen selvä ongelmakoh- ta taajamissa ovat liittymät (Rajamäki 2008).

Turvallisuuteen voidaan vaikuttaa ihmisen, tekniikan ja ympäristön näkökul- masta. Vaikka kaavoitus ja liikennesuunnittelu kohdistuvat ympäristöön, niillä vaikutetaan turvallisuuteen myös ihmisen toiminnan ja tekniikan kautta. Ih- misen valintoihin ja käyttäytymiseen liikenteessä on merkitystä sillä, millaisia fyysisiä ja visuaalisia viestejä ympäristö antaa. (Ympäristöministeriö 2006).

Kuten on odotettuakin, liittyy jalankulun turvallisuus vahvasti taajamien maankäytön suunnitteluun. Tärkeitä liikennejärjestelmään liittyviä toimenpi- teitä jalankulun turvallisuuden kannalta ovat aluelaajuiset nopeuden alenta- misen toimenpiteet ja liikenteen rauhoittaminen sekä jatkuvan ja yhtenäisen jalankulkuverkon muodostaminen. Samat turvallisuutta parantavat periaat- teet koskevat myös polkupyöräilyä.

Kun halutaan edistää polkupyöräilyä, on muistettava, että turvattomuus lii- kenteessä on yksi tärkeimmistä syistä siihen, miksi ei pyöräillä. Polkupyöräi- lyn yhteyksien on oltava jatkuvia, tasalaatuisia, miellyttäviä (ERSO 2006) ja tietysti mahdollisimman turvallisia (kuva 6).

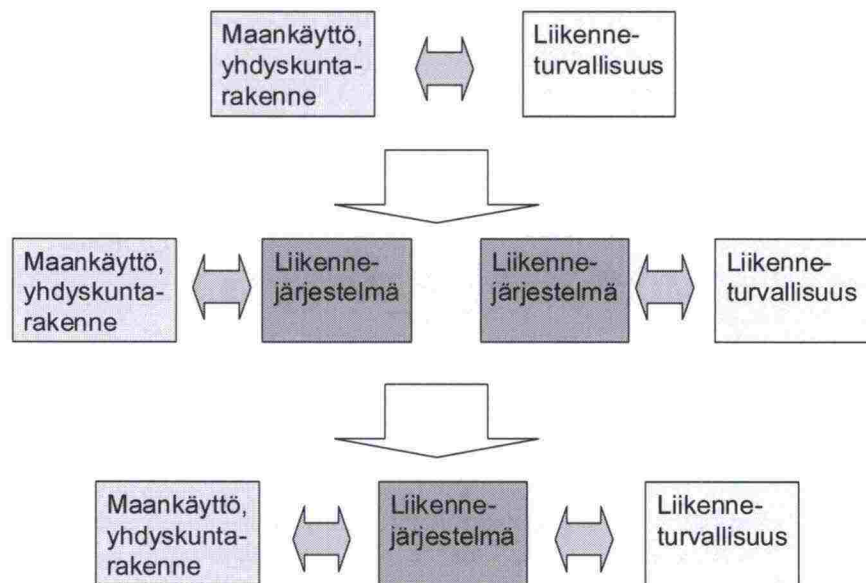


Kuva 6. Jalankulun ja polkupyöräilyn liikenneturvallisuuden vaikuttavia tekijöitä (ERSO 2008).

#### 4 TARKASTELUJEN JA MENETELMIEN KEHITTÄMISTARPEET

Maankäytön ja liikenneturvallisuustilanteen vuorovaikutuksen arvioinnin ongelmat kulmineituvat samoihin peruskysymyksiin kuin maankäytön ja liikennejärjestelmän vuorovaikutuksen sekä liikennejärjestelmän ja liikenneturvallisuuden vuorovaikutuksen arvioinnin ongelmatkin (kuva 7). Kyseessä on tavallaan yhtä askelmaa monimutkaisempi vuorovaikutusketju. Tätä on pyritty hallitsemaan tilastollisesti esimerkiksi GIS-analyyseillä, mutta tällöin ei päästä kiinni todellisiin vuorovaikutuksiin.

Analyysejä on tehty sekä tutkimuksissa (esim. Peltola ja Rajamäki 2005) että yksittäisten suunnitteluhankkeiden (kuten alueelliset liikenneturvallisuus-suunnitelmat) yhteydessä.

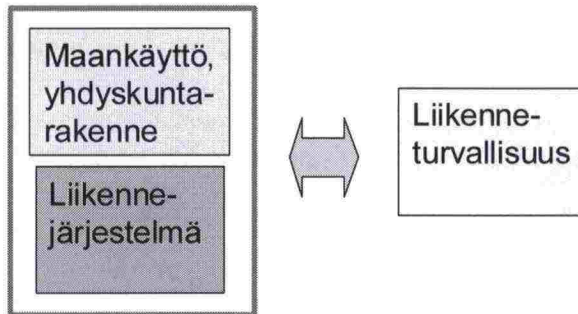


Kuva 7. Maankäytön ja liikenneturvallisuuden liittyminen toisiinsa liikennejärjestelmän kautta

Mielekkäiden vaikutusarviointien tekeminen vaatii analyttistä lähestymistapaa, ja tästä seuraa joukko vaatimuksia. Kaikki tarkastelutasot on kyettävä esittämään mitattavilla indikaattoreilla. Tämä tieto on oltava olemassa. Eri tekijöiden väliset vuorovaikutussuhteet on tunnettava (suunta), ja ne tulee kyetä mallintamaan myös laskennallisesti (suuruus). Toimenpiteiden ja olosuhdemuutosten seuraukset on osattava laskea. Koko järjestelmää on käsiteltävä systeeminä, mutta käytettävät menetelmät eivät saa muodostaa mustaa laatikkoa, jonka sisäisiä toimintoja käyttäjät eivät täysin ymmärrä.

Koska liikennejärjestelmäsuunnittelussa on yleensä kyse maankäyttö-liikennejärjestelmä-vuorovaikutuksen arvioinnista, liikenneturvallisuustarkastelut voidaan yksinkertaistaa kuvan 8 mukaiseen kehikoon. Seuraavassa

keskitytäänkin pohtimaan tämän supistetun kehikon edellytyksiä, tietotarpeita ja ongelmakohtia.



Kuva 8. Liikenneturvallisuuden ja maankäytön vaikutusarvioinnit käytännössä.

Liikennejärjestelmää kuvaavat väylät ja liikkuminen. Väylien ominaisuudet ja ajoneuvoliikenne tunnetaan hyvin valtakunnallisten yhteyksien ja vilkkaimpien muiden maanteiden osalta. Ongelmat keskittyvät väylien riskitasojen arviointiin ja varsinkin kevyen liikenteen määrien (altistuminen) huonoon tuntemiseen. Maanteiden osalta riskitasoja on laskettu väyläluokkien, väylätyyppien ja väylien ominaisuuksien suhteen, mutta kadut, yksityistiet, kevyen liikenteen väylät, ja myös alempi tieverkko tunnetaan tässä mielessä huonommin. Tässä tarvittaisiin oma selvityksensä, jolla riskitasot, jaoteltuna mm. kulkutavoittain, saataisiin laskettua ja raportoitua.

Erilaisten toimenpiteiden turvallisuusvaikutuksista on kerätty tietoa, ja keskimääräisiin olosuhteisiin soveltuvia malleja on kehitetty. Esimerkiksi TARVAN (Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla, Ristikartano ym. 2008) antamat tulokset ovat käyttökelpoisia varsinkin ajoneuvoliikenteen onnettomuuksien osalta maantieolosuhteissa. Kevyen liikenteen altistumisesta taas ei ole varsinkaan paikallisia tietoja, jolloin niitä koskevat vaikutusarvioinnitkaan eivät yleensä todellisuudessa kuvaa juuri kyseisen tarkastelualueen tilannetta kovin hyvin. Vastaavasti taajamiin ja katu ympäristöihin ei ole kerätty samanlaista, yhteismitallista vaikutuskerroinjärjestelmää, lukuun ottamatta norjalaisessa liikenneturvallisuuskäsikirjassa olevaa tietoa.

Ottamalla huomioon asutuksen määrä tarkasteltavan väylän ympärillä voidaan karkeasti arvioida kevyen liikenteen kysyntää tai saada ainakin laskettua korrelaatio kevyen liikenteen onnettomuuksien kanssa. Kevyen liikenteen suuntautuminen, kevyen liikenteen väylät ja kevyen liikenteen risteäminen autoliikenteen kanssa vaatii kuitenkin varsin yksityiskohtaista tietoa maankäytön ja liikennejärjestelmän suhteista.

Tiivistetysti kiireisimmät kehittämistarpeet voisivat olla

- ♦ kevyen liikenteen määrät linkeittäin (liikennemallien kehittäminen, kevyen liikenteen laskentojen kehittäminen, kevyen liikenteen verkkokuvausten kehittäminen)

- ♦ katujen ja taajamateiden luokittelu (tie-, katu- ja väylärekisterit, Digiroad ja muut tietolähteet, GIS-aineistot, hallinnolliset kysymykset)
- ♦ katujen onnettomuus- ja suoritetiedot (liikennelaskentojen kehittäminen, liikennetietorekisterien kehittäminen, onnettomuustietojen tilastoinnin ja tilastotietojen käytön kehittäminen, liikennemallien standardoiminen)
- ♦ toimenpiteiden vaikutustietojen kehittäminen (uudet katu- ja väylätyypit, tarkemmat ympäristön mukaan tehtävät luokittelut, lisää toimenpiteitä, varsinkin taajamiin tarkoitettuja).

Liikenneturvallisuuden ja liikennemäärien väliset yhteydet ovat selviä ja kiistattomia (mm. Rajamäki 2008), mutta liikennemallien ja liikenneturvallisuuden arviointimenettelyjen kehittäminen on tapahtunut paljolti erillään toisistaan. Kaikki kulkutavat kattavien liikennemallien kehittämistä tehdään etenkin taajama-alueita silmällä pitäen, mutta liikenneturvallisuuden arviointimenetelmiä on kehitetty lähinnä maantieverkolle ja autoliikenteelle.

Kevyen liikenteen merkitys turvallisuuteen on suurimmillaan taajamissa, mutta sielläkin tiedot kevyen liikenteen määrästä ovat erittäin puutteellisia – niinpä kevyen liikenteen suoritteiden vaikutusta turvallisuuteen ei ole juurikaan tutkittu Suomessa. Maanteiden tienvarsiasutusta ja sen vaikutusta liikenneturvallisuuteen on selvitetty jonkin verran (Peltola & Rajamäki 2005), mutta myös maantieverkolla turvallisuustarkasteluja vaikeuttaa kevyen liikenteen suoritustietojen puute.

Autoliikenteen yksinään tapahtuvasta suunnittelusta ollaan siirtymässä entistä enemmän kohti liikennejärjestelmäsuunnittelua, jossa otetaan huomioon mm. eri kulkutavat. Maankäytön kehitys vaikuttaa liikennetarpeeseen ja eri kulkutapojen käyttöedellytyksiin. Samanaikaisesti liikennejärjestelmän kehittäminen vaikuttaa maankäytön muutossuuntaan. Tarvitaan kaksisuuntaisen vuorovaikutuksen hallintaa maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelun välillä (Tiehallinto 2008). Liikennejärjestelmäsuunnittelua ollaan kehittämässä tienpitäjän näkökulmasta lähtevästä suunnittelusta yhä enemmän tienkäyttäjien tarpeisiin perustuvaksi (Launonen & Pesonen 2007).

Varsinkaan kaupunkiseuduilla liikennejärjestelmää ei voi suunnitella ilman käsitystä maankäytön kehityksestä, vaan maankäytön ja liikenteen vaihtoehtoja tulisi tarkastella yhdessä. Tällöin suunnittelun lähtökohta laajenee. Sen sijaan että pohdittaisiin, minkälainen liikennejärjestelmä on tavoiteltava, pohditaan, minkälaista kaupunkia tavoitellaan (Tiehallinto 2008).

Tällainen tilanne on liikenneturvallisuuden arvioinnin näkökulmasta haastava:

- ♦ käytettävissä tulisi olla eri suunnitelmavaiheeseen sopivia arviointimenetelmiä

- ♦ arvioinneissa tulisi pystyä täysimääräisesti hyödyntämään suunnittelu- vaiheessa käytettävissä olevat lähtötiedot
- ♦ arvioiden tulisi tarkentua suunnitelmien tarkentuessa
- ♦ tuloksena tulisi saada liikenneturvallisuuden kannalta olennaiset vaikutukset (kuolemien ja vakavien loukkaantumisten määrän muutokset)
- ♦ arvioiden tulisi olla luotettavia, mutta syntyä vaivattomasti.

Liikennesuunnittelun työkaluihin tarvitaan erilaiset toimintaympäristöt, kulkutavat ja liikennemuodot sekä liikenteen kuormitustilanteet käsittävä turvallisuustietämys sen varmistamiseksi, että liikennesuunnittelun eri vaiheissa saataisiin oikeita turvallisuusarvioita. Turvallisuusarviot olisi syytä tehdä reaaliyksiköissä eli (vakavina) henkilövahinkoina ja kuolemina. Toimintaympäristöjä, joissa turvallisuutta tulisi tarkastella, ovat esimerkiksi (Peltola & Rajamäki 2008)

- ♦ suurten, keskisuurten ja pienten kaupunkien sekä kuntakeskusten väylät (taajamissa sijaitsevat kuntien ja Tiehallinnon väylät) esimerkiksi toiminnallisen luokan ja maankäytön mukaan
- ♦ kaupunkien sisääntuloväylät, kaupunkiseutujen raskaasti kuormitetut kehäväylät, moottoriväylät
- ♦ erityyppiset maantiet taajamien ulkopuolella; TARVAa varten on jo tehty mallit, jotka huomioivat mm. tietyyppin ja tienvarren asutustiheyden sekä liittymätyyppin. Kehittämistarpeena uudet ratkaisut, mm. 2+1+kk, kiertoliittymät.

Kulkutavat ja liikennemuodot tulisi käsitellä kattavasti:

- ♦ juna, bussi, raitiovaunu, henkilöauto, pyöräily, jalankulku
- ♦ liityntämatkojen huomioon ottaminen.

Kulktapasiirtymien tarkasteluja tulisi lisäksi kehittää. Täydellisten liikennemallijärjestelmien kehittäminen kaikille seuduille ei ole ainakaan lyhyellä tähtämällä mahdollista, joten suomalaisiin olosuhteisiin sovitettuja nyrkkisääntömalleja tarvittaisiin antamaan kuva erilaisten ratkaisujen vaikutusten suunnasta ja suuruusluokasta.

Liikenneturvallisuusmallien hyödyntämistä ja kehittämistä selvitettiin erikseen vuoden 2008 lopulla (Ristikartano ym. 2008). Selvityksessä todettiin, että sekä TARVA- että IVAR-ohjelmisto edellyttävät kehittämistä lähiaikoina. TARVA-ohjelmisto<sup>1</sup> perustuu selvityksen mukaan jo vanhentuvaan atk-tekniikkaan ja edellyttäisi koko ohjelmiston uudistamista. IVAR-ohjelmiston<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TARVA-ohjelmistolla voidaan arvioida maanteiden tienpidon turvallisuusvaikutuksia. Ohjelman toimintaperiaatetta kuvataan myöhemmin luvussa 5.2

<sup>2</sup> IVAR-ohjelmistolla voidaan arvioida tiehankkeiden vaikutuksia (liikennetalous, ympäristö ja turvallisuus) sekä kannattavuutta

osalta tarvittaisiin mm. mallien ja laskentaperiaatteiden uudistamista. Ohjelmien välistä yhteistyötä olisi selvityksen mukaan myös syytä parantaa esim. nykytilan onnettomuuksien ennusteen yhtenäisellä tuottamisella.

Liikenneturvallisuutta koskevia, tieverkkoon liittyviä tarkasteluja on tehty myös mm. nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnin yhteydessä (Blomqvist & Särkkä 2005). Näissä liikennemallien avulla tehdyissä tarkasteluissa on todettu, että toimenpiteet vaikuttavat paitsi itse parantamiskohteissa myös kysynnän ja reittimuutosten kautta epäsuorasti liikenneturvallisuustilanteeseen. Tarkasteluissa on jouduttu tekemään TARVA- ja IVAR-ohjelmista poikkeavia periaatteita tarkastelujen mahdollistamiseksi.

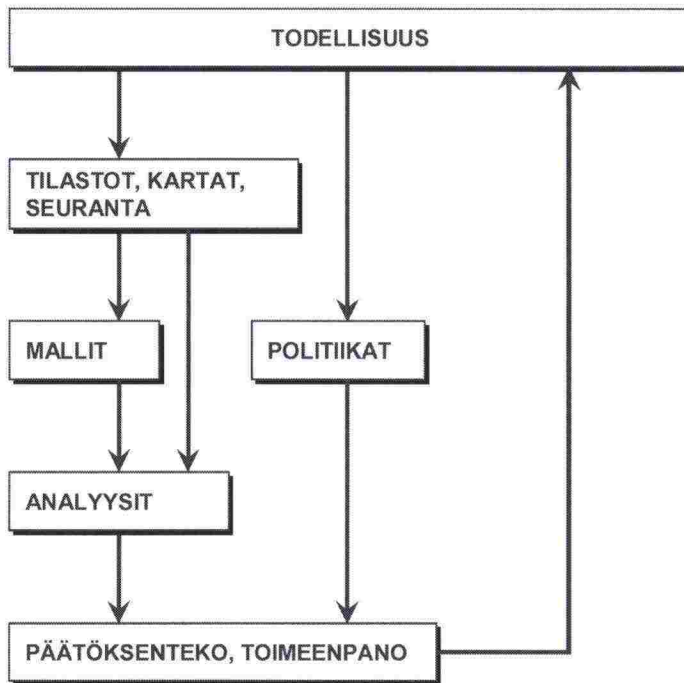
Liikennemallien ja liikenneturvallisuuden arviointimallien tarkastelut osoittavat, että on aiheellista selvittää, minkälaisia malleja ja tarkastelumenetelmiä tarvitaan eri tarkoituksia varten (koko maan taso, erilaiset verkot ja hankkeet) ja samalla vertailla nykykäytäntöjä riittävän pitkäjänteisten kehittämistarpeiden toteamiseksi. Näitä tarpeita on alustavasti selvitetty jäljempänä.



## 5 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT TIETOKANNAT JA TYÖKALUT

Liikenneturvuuustarkastelut ovat yksi osa suunnittelu- ja päätöksentekojärjestelmää. Todellisuus kuvautuu tietojärjestelmien ja -rekistereiden, tilastojen ja mallien sekä niillä tehtävien analyysien kautta päätöksentekijälle (kuva 9). Suunnittelija voi tietojärjestelmiä käyttäen ennustaa eri toimenpiteiden ja vaihtoehtojen vaikutuksia esim. liikenteen sujumiseen, talouteen, ympäristöön ja liikenneturvallisuuteen. On syytä huomata, että todellisuus on aina dynaamista eikä staattista: asiat muuttuvat ajan mukana ja kaikki vaikuttaa kaikkeen.

Kokonaisuutta voisi yrittää kuvata seuraavan kuvion avulla.



Kuva 9. Yksinkertaistettu kuvaus analyttisestä päätöksentekojärjestelmästä.

Päätöksenteossa monimutkaista todellisuutta on pakko tarkastella yksinkertaistetusti, mutta järjestelmällisesti. Tarvitaan tilastollisia faktatietoja ja niiden pohjalta tehtäviä malleja päätöksenteon pohjaksi. Siihen vaikuttavat myös erilaiset poliittiset intressit.

Nykyisin tietojärjestelmiä ja tilastoja ei ole optimaalisella tavalla integroitu toisiinsa. Voidaan myös ajatella, että tietokannoilla ja -järjestelmillä on elinkaarensa.

Alkeellisimmillaan tietojärjestelmä ja tarkastelut perustuvat kokemukseen. Kun tilanne kehittyy monimutkaisemmaksi, tarvitaan staattisia raportteja, joita kehitetään edelleen kattavimmiksi. Sen jälkeen tulevat ad-hoc-raportit ja

huippuna on "kokenut opas". Kaikilla näillä vaiheilla on paikkansa tietojen analyysissä, niillä on erilaiset tyyppikäyttäjät.

Liikenneturvallisuustyöhön liittyviä tietokantoja ja työkaluja voidaan tarkastella tätä paradigmaa vasten. Ensinnäkin, kuinka kattava, laaja ja syvä tietokannan pitäisi olla. Toiseksi, kuka on tyypillinen käyttäjä. Päätöksentekijän ei voi olettaa pystyvän käyttämään raakadataa, mutta onko se tarpeenkaan.

## 5.1 Tieliikenneonnettomuuksien tilastointi Suomessa

Suomessa on kaksi päätilastoa tieliikenneonnettomuuksista: Tilastokeskuksen tieliikenneonnettomuustilasto ja Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunnan (VALT) tilasto onnettomuuksista, joista on maksettu korvauksia liikennevakuutuksesta. Edellinen perustuu poliisin raportoimiin onnettomuustietoihin ja siinä on tiedot henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista. Tilastokeskus täydentää poliisin antamia tietoja kuolemansyytilaston tiedoilla kuolleista, Tiehallinnon tiedoilla tapahtumapaikasta ja liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tiedoilla kuolemaan johtaneista rattijuopumusonnettomuuksista. Poliisin raportoimia liikenneonnettomuuksia tilastoivat myös Tiehallinto ja kunnat.

VALT:in tilastossa on suuri määrä sellaisia liikennevahinkoja, joita ei ole ilmoitettu poliisille ja joita ei siten näy poliisin ilmoituksiin perustuvissa onnettomuustilastoissa. Sen ulkopuolelle jäävät kuitenkin monet alkoholitapaukset, osa yksittäisvahingoista ja porovahingot sekä onnettomuudet, jotka eivät kuulu liikennevakuutuksen piiriin tai joissa vakuutuskorvausta ei ole haettu esimerkiksi vahinkojen pienuuden takia. Onnettomuustapauksia, joissa korvaus on maksettu vapaaehtoisesta vakuutuksesta, ei kirjata vakuutusyhtiöiden tilastoon.

Liikenneturvallisuuskeskuksen (LVK) järjestämän tutkijalautakuntatoiminnan kautta saadaan yksityiskohtaisia tietoja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Tutkijalautakuntatoimintaa on hyödynnetty myös useissa erityishankkeissa. Liikenneonnettomuustapauksia tilastoivat myös sairaalat ja terveyskeskukset, mutta kerättävät tiedot on tarkoitettu lähinnä terveydenhuoltoa varten, eikä niitä ole kunnolla pystytty käyttämään liikenneturvallisuustyössä. Terveystieteiden tietoja voidaan käyttää täydentävänä aineistona, koska niistä on saatavissa tietoa, joka jää muiden tilastojen ulkopuolelle, esimerkkinä tästä ovat kevyessä liikenteessä loukkaantuneet ja tietoja vammautumisien vakavuudesta.

### 5.1.1 Tilastojen kattavuus

Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta Tilastokeskuksen tilaston peittävyys on 100-prosenttinen. Tilastokeskuksen mukaan poliisin tietoon tulee 20 % henkilövahinkoon johtaneista tieliikenneonnettomuuksista. Eri onnettomuustyyppien tietoon tulossa on eroja. Huonoin peittävyys on yksit-

täisönnettömyyksissä loukkaantuneista polkupyöräilijöistä. Puutteellisuudet johtuvat lähinnä siitä, etteivät onnettomuudet tule poliisin tietoon. Puuttuvista loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista valtaosa on lieviä loukkaantumisia, sillä tieliikennelaki velvoittaa ilmoittamaan onnettomuudesta poliisille vain, jos joku on loukkaantunut vakavasti. Syy siihen, ettei onnettomuuksia ilmoiteta poliisille, on valtaosassa onnettomuuksia vahinkojen pienuus ja korvauksesta sopiminen.

Liikenneonnettomuustilastoista puuttuu paljon erityisesti taajamissa tapahtuvia polkupyöräilyyn liittyviä onnettomuuksia. Näistä monissa syntyy henkilövahinkoja, jotka hoidetaan terveyskeskuksissa tai sairaaloissa ja ne sisältyvät siten terveydenhuollon tilastoihin. Suojaamattoman liikenteen turvallisuusongelmat ovatkin huomattavasti suurempia kuin viralliset liikenneonnettomuustilastot osoittavat.

Tieliikenneonnettomuuksista ilmoitetaan vakuutusyhtiöille noin 80 prosenttia. Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista ilmoitetaan yli 90, loukkaantumiseen johtaneista noin 85 ja omaisuusvahinkoihin johtaneista onnettomuuksista noin 75 prosenttia. Tilastoinnin perusteena olevaa liikennevakuutuskorvausta yhtiöt maksavat 70 prosentista kaikista onnettomuuksista. Liikennevakuutusten bonusjärjestelmä vaikuttaa tilastoon siten, että vähäisiä vahinkoja ei ilmoiteta. Tietojen käyttöä hankaloittaa se, että tiedot onnettomuustapahtumapaikasta ovat usein puutteellisia (Lähteet: Liikennevakuutuskeskus, Tiehallinto ja Tilastokeskus)

### 5.1.2 Liikennekäyttämisen seurantajärjestelmä

Liikennekäyttämistietoja on kerätty järjestelmällisesti vuodesta 1992 seurantajärjestelmään. Seurantatietojen avulla täydennetään onnettomuustilastojen antamaa kuvaa liikenteen turvallisuuden kehityksestä sekä arvioidaan toteutettujen liikenneturvallisuustoimenpiteiden vaikutuksia. Samalla helpotuu toimenpiteiden oikea kohdentaminen olemassa olevien tarpeiden mukaan.

Seurantajärjestelmän tietoja kerää yhteistyössä usea organisaatio: Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikenneturva, Helsingin yliopisto, Kansanterveyslaitos, Sisäasiainministeriö ja Tiehallinto; päävastuussa on Liikenne- ja viestintäministeriö. Järjestelmää ylläpitää Liikenneturva, joka huolehtii myös tulosten säännöllisestä tiedottamisesta.

Tietoja liikennekäyttämisestä kerätään säännöllisin väliajoin samoilla menetelmillä ja samoissa tutkimuspaikoissa.

Mittaukset tehdään seuraavista alueista (suluissa vastuuorganisaatio):

- ◆ autojen ajonopeudet (Tiehallinto, Liikenneturva)
- ◆ autojen aikavälit (Tiehallinto, Liikenneturva)

- ♦ auton kuljettajien ja etuistuimilla matkustavien turvavöiden käyttö (Liikkuva poliisi, Liikenneturva)
- ♦ henkilöautojen takaistuimilla matkustavien turvavöiden käyttö (Liikenneturva)
- ♦ auton kuljettajien suuntamerkin käyttö käännyttäessä (Liikenneturva)
- ♦ alkoholitapaukset liikennevirrassa (Helsingin yliopisto, Kansanterveyslaitos, Liikkuva poliisi)
- ♦ pyöräilykypärän käyttö (Liikenneturva)
- ♦ jalankulkijoiden liikennevalojen noudattaminen (Liikenneturva)
- ♦ jalankulkijoiden heijastimen käyttö (Kansanterveyslaitos, Liikenneturva)
- ♦ lasten turvaistuinten käyttö (Liikenneturva)
- ♦ autoilijoiden liikennevalojen noudattaminen (Liikenneturva).

## 5.2 Liikenneturvallisuusmallit

### TARVA<sup>3</sup>

TARVA (Turvallisuusvaikutusten ARviointi VAikutuskertoimilla) on Valtion Teknillisessä Tutkimuskeskuksessa (VTT) vuonna 1994 valmistunut ja Tiehallinnon tarpeisiin suunniteltu tien parannustoimenpiteiden turvallisuusvaikutusten arviointiin tarkoitettu ohjelma. Se yhdistää tiehen, liikenteeseen ja onnettomuuksiin liittyvän tiedon erilaisten turvallisuuden parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden turvallisuusvaikutustietoon. Tuloksena ohjelma laskee parannustoimenpiteen turvallisuusvaikutuksen henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien tai liikennekuolemien määränä. Ohjelmaa käytetään jatkuvasti osana tienpidon suunnittelua kaikissa tiepiireissä.

Tiehen liittyvä tieto perustuu Tiehallinnossa ylläpidettyyn tierekisteriin, jossa on tieto koko maan tieverkosta (kaikki tiet lukuun ottamatta yksityisteitä ja katuja). Tieverkko on jaettu olosuhteiltaan tasalaatuisiin tiejaksoihin. Tällaisella ns. homogeenisella tiejaksolla keskeisimmät tiehen ja tieympäristöön liittyvät muuttujat (esim. tien leveys, tieluokka, nopeusrajoitus, valaistus) ovat samoja koko tiejakson matkalla.

Liikenteeseen liittyvällä tiedolla tarkoitetaan Tiehallinnon liikennelaskentoihin pohjautuvia tietoja liikenteen määrästä. TARVA käyttää keskimääräisen vuorokausiliikenteen käsitettä eli arviota siitä, kuinka monta ajoneuvoa kullakin homogeenisella tiejaksolla kulkee keskimäärin vuorokauden aikana.

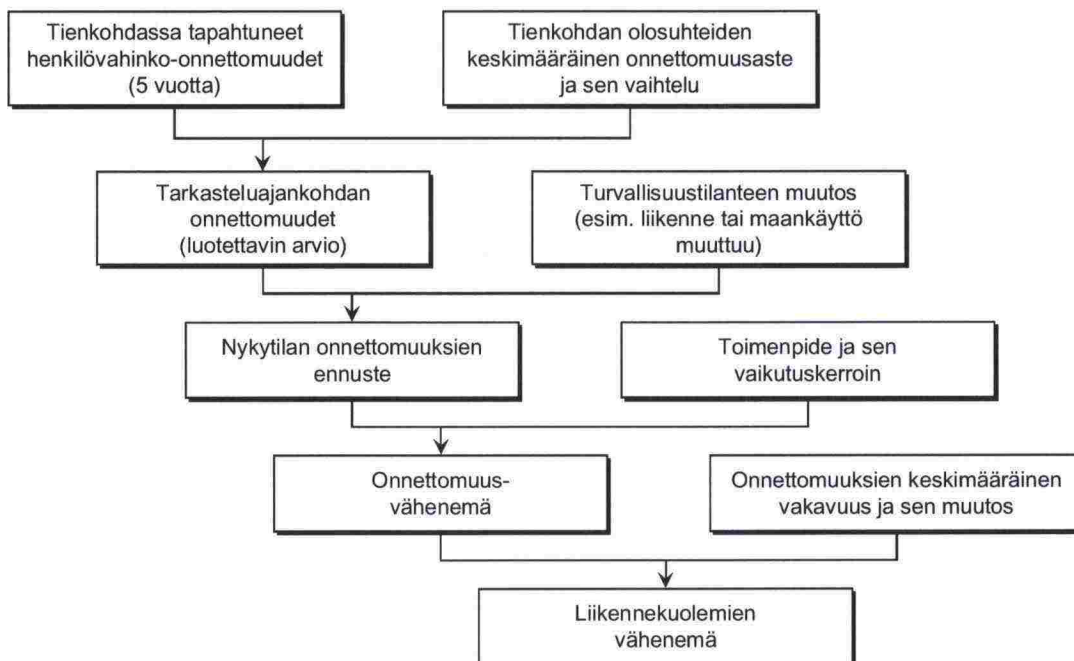
Aluksi TARVA-ohjelmalla lasketaan turvallisuuden nykytila mahdollisimman luotettavasti. Sattuman vaikutusten pienentämiseksi se tehdään yhdistämällä tieto tapahtuneista onnettomuuksista keskimääräisiin turvallisuustietoihin.

<sup>3</sup> Lähde: <http://www.tarva.net/tarvaesittely.asp>

Tulevaisuutta ennustettaessa otetaan lisäksi huomioon mm. liikenteen ennustettu kehitys (kuva 10).

TARVAN keskeisin tehtävä on kuitenkin arvioida erilaisten tien tai tieympäristön parannustoimenpiteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen. TARVAan on ohjelmoitu yhteensä yli 80 erilaista toimenpidettä ja tiedot niiden keskimääräisistä **turvallisuusvaikutuksista**. Tällaisia toimenpiteitä ovat esim. tien leventäminen, nopeusrajoituksen muuttaminen, tasoliittymän muuttaminen eritasoliittymäksi jne. Turvallisuusvaikutukset on esitetty ns. vaikutuskertoimilla, joiden avulla onnettomuusmäärän ennusteesta lasketaan toimenpiteen turvallisuusvaikutukset onnettomuusvähenemänä. Henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemän lisäksi lasketaan myös liikennekuolemien vähenemä. Se lasketaan vaikutuskertoimien ja vakavuustietojen perusteella.

Lisäksi TARVA-ohjelmassa on mukana toimenpiteiden kustannusarviot. Tämän kustannustiedon perusteella käyttäjä voi arvioida karkeasti tietylle tiejaksolle sopivien erilaisten toimenpiteiden kustannustehokkuuden turvallisuuden näkökulmasta. Tällä hetkellä TARValla lasketaan Tiehallinnon turvallisuuteen liittyvän tulostavoitteen saavuttamista tiepiireissä.



Kuva 10. TARVA-ohjelman toimintakaavio.

### 5.3 GIS-aineistot

Nykyaikaiset GIS-ohjelmistot mahdollistavat monipuolisten paikkaan sidottujen tietojen ja analyysien teon. Aineistoja on saatavissa karttojen tuottajilta (Maanmittauslaitos, Karttakeskus, Genimap jne.), Tilastokeskukselta, Tiehallinnolta ja kunnilta.

GIS-aineistot ja -ohjelmistot voisivat muodostaa perustan liikenteellisten analyysien ml. liikenneturvallisuus teolle. Myös liikennemallien ja -analyysien tulokset voidaan yhdistää ja jatkojalostaa GIS-perustalla. GIS-aineistot ovat luonnollinen kaavoittajien ja liikennesuunnittelijoiden vuoropuhelun väline, kun sekä maankäyttö että liikennejärjestelmä kyetään kuvaamaan samalla työkalulla.

### Tilastokeskus

Kuten aiemmin on todettu, Tilastokeskus ylläpitää tilastoa tieliikenneonnettomuuksista. Sillä on myös muita asian kannalta mielenkiintoisia aineistoja: paikkatietoaineistot ja ruututietokanta.

#### *Sijaintitiedot<sup>4</sup>*

Tilastokeskuksen rekisteriperusteiset henkilötiedot pohjautuvat Väestörekisterikeskuksen ylläpitämän väestötietojärjestelmän (VTJ) tietoihin. VTJ:n aineisto on ns. kokonaisaineisto, joka kattaa Suomen koko väestön ja kaikki rakennukset. Tilastokeskus tuottaa tämän tietojärjestelmän tiedoista väestö-, rakennus- ja asuntotilastot. VTJ:n henkilö pohjaisia tietoja yhdistetään myös muista rekisteriaineistoista saataviin tietoihin muiden henkilötilastojen, kuten koulutus- ja työssäkäyntitilastojen, tuottamiseksi.

VTJ:n tiedot sisältävät sijaintitiedon. Väestörekisterissä olevilla henkilöillä on sijaintitieto, sekä osoitteena että koordinaatteina. Henkilöiden sijaintitieto perustuu asuinrakennusten sijaintitietoon. Asuinrakennusten osoite- ja koordinaattitietojen kattavuus koko maassa on lähes 100 %. Kaikista rakennuksista noin 98 %:lla on koordinaattitiedot. Muiden kuin asuinrakennusten osalta koordinaattikattavuus vaihtelee kunnittain.

VTJ:n sijaintitiedot perustuvat kuntien tekemiin osoite- ja koordinaattimäärittelyihin. Kunnat ilmoittavat osoitteet ja rakennusten koordinaatit VTJ:hin. Kunta määrittelee rakennuksen koordinaatit rakennuksen keskipisteen mukaan. Koordinaatit määritellään rakennushankeilmoituksen (ns. rakennusluvan) käsittelyn yhteydessä. Tilastokeskuksen aineistoissa sijaintitieto perustuu näihin rakennusten keskipisteiden koordinaatteihin.

Koordinaattitiedot on yhdistetty väestötietoihin 1960- ja 1970-lukujen taitteesta lähtien, jolloin väestön keskusrekisteri ja kiinteistörekisteri perustettiin. VTJ:n koordinaattitietoja täydennetään ja tarkastetaan jatkuvasti.

#### *Ruututietokanta*

Ruututietokanta sisältää Tilastokeskuksen koordinaattipohjaisia tilastoaineistoja karttaruutuihin laskettuina. Tuotteesta on kaksi versiota ruutukoon mu-

<sup>4</sup> Lähde: <http://www.stat.fi/tup/aluuetietopalvelut.html>

kaan. Ruutukoot ovat 250 m × 250 m ja 1 km × 1 km. Ruudut kattavat koko Suomen.

Ruututietokantaan on valittu keskeisiä muuttujia, jotka kuvaavat väestörakennetta, väestön koulutus-, pääasiallinen toiminta- ja tulotietoja, talouksien elämänvaihe- ja tulotietoja sekä tietoja rakennuksista ja työpaikoista. Ruututietokanta päivitetään vuosittain tuoreilla tilastotiedoilla. Ruututietokanta toimitetaan verkkojakeluna.

Ruututietokannan ja liikenneturvallisuustietojen yhdistämisellä kartalla voidaan saada aikaan mielenkiintoisia alueellisia analyysejä: löytyykö turvattuudelle selittäviä tekijöitä jne.

#### 5.4 Liikennejärjestelmämallit

Yhteis- ja yhdyskuntien elämä ja toiminnot vaativat yhteydenpitoa, matkustamista ja tavaroiden kuljetuksia. Se ilmenee lähtö- ja määräpaikkojen välisenä liikennetarpeena (kysyntä). Sitä tyydytetään liikenteen infrastruktuurilla ja palveluilla (tarjonta). Tarjonnan hinnasta (kustannukset) sitten riippuu, missä ja miten kysyntä tarjontaan vastaa.

Todellista liikennejärjestelmää voidaan kuvata systemaattisesti karkeasti liikennejärjestelmämalleilla, joita käytetään myös matemaattisten liikenteen kysyntämallien luomisessa. Kysyntämallit implementoidaan järjestelmämalleihin ennusteiden (kysyntämatriisit) tuottamiseksi ja analyyseissä käytettäväksi. Järjestelmämalleissa voidaan kuvata tarvittaessa kaikki kulkuvat verkkoineen, palveluineen ja kustannuksineen.

Järjestelmämalleilla voidaan laskea kysyntämatriisien (sijoittelujen jälkeen) perusteella myös vaikutuksia, kuten päästöjä, energiankulutusta, ajokustannuksia, onnettomuusmääriä, ruuhkautumista ja palvelutasoja. Mallit poikkeavat tierekisteripohjaisista (kuten IVAR tai TARVA) siinä, että toimenpiteiden vaikutus liikenteen sijoittumiseen voidaan ennustaa koko systeemissä, ja yleensäkin järjestelmää käsitellään aina kokonaisena.

Verkon käsittely järjestelmämalleissa poikkeaa tierekisteristä siinä, että niissä käsitellään tiedoiltaan tasalaatuisia solmuja ja linkkejä, joiden pituudet vaihtelevat. Tieräkisterissä verkko jaetaan tasalaatuisiin ja -pituisiin tiejaksoihin. Tieräkisteritiedot voidaan (käytännössä hieman karkeasti) siirtää järjestelmämalleihin.

Liikennejärjestelmämalleissa liikenteen kysyntä on matriisimuodossa, lähtöpaikasta määräpaikkaan eikä se ole (tieräkisterin tavoin) kovakoodattu verkkoon; sama matriisi voidaan sijoitella useaan vaihtoehtoon tai eri matriisit samaan verkkoon.

Markkinoilla olevia järjestelmämalleja ovat mm. Emme, Visum ja Cube. Näistä Suomessa Emme on yleisesti käytössä, seuraavassa siitä hieman tarkemmin.

### Emme<sup>5</sup>

Emme on alun perin Montrealin yliopistossa 1980-luvulla kehitetty liikennejärjestelmäohjelmisto. Se on tarkoitettu henkilöliikenteen mallintamiseen ja liikenteen kysyntämallien estimointiin ja implementointiin. Siinä on tehokkaat työvälineet verkkojen, linjastojen ja matriisien manipuloimiseen ja siihen on äskettäin lisätty integraatiövälineet GIS-sovelluksiin. Emmen makrokielellä voidaan implementoida monimutkaisetkin kysyntämallit, ajokustannus- ja päästömallit ja onnettomuusmallit (esim. TARVA soveltaen) käyttöön.

Emme on staattinen liikennejärjestelmämalli -ohjelmisto: siinä käsitellään mahdollisimman homogeenista ajanjaksoa, tyypillisesti ruuhkatuntia, jonka liikenne sijoitellaan kerralla verkolle. Yleensä tämä tehdään iteroimalla systeemi käyttäjän kannalta ns. tasapainoon. Koko vuorokauden liikenne ja vaikutukset kootaan riittävästä määrästä näitä homogeenisia ajanjaksoja.

Liikennejärjestelmämalli ja -ohjelmisto, kuten Emme siihen liittyvine kysyntämalleineen, mahdollistaa eri vaihtoehtojen aidon systeemitasoisien vertailun läpinäkyvällä tavalla.

## 5.5 Simulaatiomallit

Edellä kuvatut staattiset liikennejärjestelmämallit eivät osaa mallintaa ajasta riippuvia tapahtumia, kuten ruuhkautumista tai jononpituuden kehittymistä huipputunnin aikana (muuta kuin keskimääräisellä tasolla). Siksi on kehitetty liikenteen simulaatio-ohjelmia. Periaatteessa simulaatio voi olla tapahtumatai aikadiskreetti: objektin (esim. ajoneuvo) tilaa muutetaan joko vain silloin kun jotain tapahtuu (tapahtumadiskreetti) tai sen tilaa päivitetään (lasketaan) aina tietyin väliajoin, esim. kerran 0,5 sekunnissa.

Edelliset, tapahtumadiskreetit (meso)simulaatiomallit (kuten Dynameq) ovat pari kertaluokkaa jälkimmäisiä tehokkaampia (50–100-kertaisia), mutta niissä ei näy yksittäisiä ajoneuvoja liikkumassa katuverkolla. Tehokkuus mahdollistaa suurienkin alueiden simuloinnit ja suunnittelijaa kiinnostavat tiedot ovat suoraan saatavissa tuloksina. Simulaatioajot ovat toistettavissa samantapaisina (Dynaaminen tasapainosijoittelu, Dynameq), joten eri vaihtoehtojen vertailu on mahdollista.

Aikadiskreetit (mikro)simulaatio-ohjelmistot (esim. Paramics, Vissim) mahdollistavat yksittäisten ajoneuvojen kulun seurannan kuvaruudulla ja niillä

---

<sup>5</sup> Lähde: <http://www.inro.ca/en/products/emme/index.php>



voidaan simuloida myös kevyen liikenteen ja ajoneuvojen vuorovaikutusta. Päätöksentekijät pitävät mikrosimulaatioesittelyistä, mutta suunnittelijalle tuloksiin voi liittyä satunnaisuutta (jos ohjelma mallintaa liikenteen satunnaisuuden "oikein", tuloksiinkin liittyy satunnaisuutta).

Simulaatiomallit antavat mahdollisuuden mallintaa liikennettä "tosi-aikaisesti", tilanteiden kehittyminen voidaan nähdä ja periaatteessa myös vaikutukset laskea tarkemmin. Oikein käytettynä ne antavat arvokasta tietoa erilaisten ratkaisujen toimivuudesta ja vaikutuksista mm. liikenneturvallisuuteen ja konfliktitilanteisiin.

## 5.6 Maankäyttömallit

Liikennejärjestelmä vaikuttaa maankäyttöön (niin kuin maankäyttö vaikuttaa liikenteeseen): monessa Suomen kunnassa turvallisuudenkin takia tehty ohikulkutie on vetänyt maankäyttöä puoleensa kunnan keskustasta, vaikka siihen ei ole pyritty. Tältä pohjalta on tehty malleja, tunnetuimpana englantilainen Meplan, jota on Suomessakin käytetty. Maankäyttöä voidaan siis yrittää mallintaa, vaikka se onkin vaikeaa.

Suomessa on perinteisesti ajateltu, että on parempi lähteä suunnittelussa liikkeelle maankäytöstä: maankäyttö määrittelee liikennejärjestelmän ja sen toiminnan. Samalla tulisi kuitenkin tiedostaa, että liikennejärjestelmästä on takaisinkytkentä maankäyttöön. Tässä maankäyttömallit voivat olla paikallaan: tuottaako suunniteltuun maankäyttöön tehty liikenneverkko odottamattomia maankäyttöpaineita jossain muualla?

## 6 LIIKENNETURVALLISUUDEN ARVIOINNIN MAHDOLLISUUDET KAUPUNKISEUDUN LIKENNEMALLIJÄRJESTELMÄSSÄ – CASE OULU

### 6.1 Lähtökohtia

Oulun seudulla on käytetty liikennemalleja melko aktiivisesti 80-luvun lopulta, jolloin mallijärjestelmä luotiin suureen liikennetutkimukseen nojautuen. Suuren liikennetutkimuksen datalla voitiin tehdä myös kulkutavan mallinnus (logit-mallit), jossa oli mukana joukkoliikenne ja kevytliikenne. Joukkoliikenteen kulkutapaosuus oli 80-luvun lopulla n. 6 % matkoista, mutta on sittemmin jonkin verran laskenut, vaikka joukkoliikenteen matkamäärä on säilynyt likimain ennallaan. Myöhemmin 90-luvulla tehdyt liikennemallin päivittämiseen tähdänneet tutkimukset (1993 ja 1998) jäivät otoskooltaan liian pieniksi, eikä niiden avulla onnistuttu mallijärjestelmän päivittämisessä toivotulla tavalla. Dynaaminen kulkutapamallinnus jäi siten 90-luvulla pois mallijärjestelmästä ja joukkoliikennemallin ylläpitäminen käytännössä lopetettiin. Joukkoliikenteen vaikutusta autoiluun on kuitenkin karkeasti pyritty arvioimaan hyödyntäen eri osa-alueparien välisiä tunnettuja auto- ja joukkoliikenteen matka-aikoja sekä vastaavasti tunnettuja kummankin kulkutavan matkamääriä. Joukkoliikenteen matkamääriä on voitu tuottaa paikallisliikenteen rahastus- ja lippujärjestelmän kautta. Matka-aikojen suhde korreloi Oulussa kohtalaisesti joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen. Myös kevyen liikenteen mallinnus on jäänyt käytännössä liikennemallijärjestelmän ulkopuolelle.

Parhaillaan suunnitellaan suurta liikennetutkimusta toteutettavaksi 2009 syksyllä; tavoitteena on tuottaa myös dataa mallijärjestelmän uusimista varten. Myös liikenneturvallisuuden kannalta ollaan otollisessa vaiheessa: käsillä olevan työn tuloksena syntyviä ideoita olisi mahdollista ottaa huomioon jo Oulun tutkimuksia tarkemmin suunniteltaessa.

### 6.2 Prosessi

Oulun liikennemalliprosessia on ylläpidetty käytännössä jatkuvasti. Mallityöryhmässä on ollut edustus Oulun kaupungilta ja Oulun tiepiiristä sekä tarpeen mukaan alueen muista organisaatioista. Mallijärjestelmä on käytössä konsultilla, joka on jo pitkään toiminut liikennemallityöryhmän sihteerinä. Työryhmän johdolla liikennemallia on kehitetty vuosien varrella lisäämällä siihen uusia komponentteja, jotka ovat parantaneet mallin selittävyttä. Ylläpitoprosessin kautta on myös varmistettu se, että malleja käytetään runsaasti. Käytännössä kaikissa seudun merkittävässä kaava- tai liikennejärjestelmähankkeissa mallin avulla on tuotettu tarvittavat liikenne-ennusteet.

Vuodesta 2004 lähtien Oulun seudun liikennejärjestelmätyötä on tehty asiantuntijapalveluna neljässä asiakokonaisuudessa: liikennejärjestelmä, liikenneturvallisuus, joukkoliikenne ja liikennemallit, joissa kaikissa konsultti toimii

sihteerinä. Lisäksi liikennejärjestelmätyöryhmä on ollut edustettuna Oulun seuturakennetyöryhmässä. Liikennemallien hyödyntäminen on keskittynyt pitkälti liikenne-ennusteisiin ja tekniseen toimivuuteen; liikenneturvallisuuden edistämiseen malleja ei ole juurikaan osattu hyödyntää.

### **6.3 Oulun seudun mallijärjestelmän rakenne**

Malli perustuu paikkatietojärjestelmillä ylläpidettäviin maankäyttötietoihin, joita saadaan käyttöön Tiehallinnon kautta. Viralliset maankäyttöennusteet tuottaa Oulun seutu, mutta myös kuntien omia ennusteita joudutaan käyttämään hankekohtaisissa tarkasteluissa. Maankäytöstä johdetaan strateginen vuorokausiliikennettä kuvaava liikennemalli, joka käytetään nykyisin Emme3-ohjelmistolla. Malliin on vuosien varrella lisätty perinteisten matkaryhmien lisäksi uusia matkaryhmiä, esim. kaupan asiointimatkat ja lento- ja junaliikenteen liityntämatkat.

Oulun seudun liikennemallijärjestelmään on kehitetty menettely (Petri Mononen 2001), jossa vuorokausiliikenne pilkotaan halutuksi lyhyempien aikajaksojen liikennekysynnäksi. Menettely käyttää hyödyksi tyypitettyjä osa-alueita, niille ominaisia liikenteen profiilikäyriä sekä matriisin balansointialgoritmia. Saatuja tuntimatriiseja voidaan hyödyntää tarkemmassa analyysissä. Jopa liikenteen simuloinnin tarvitsemia lähtötietoja voidaan tuottaa menettelyn kautta. Menettely edellyttää tarkkaa osa-aluejakoa, esim. Oulun seudulla alueita on käytössä runsaat 800. Menettelyn käyttökelpoisuutta on lisätty sillä, että liikenteen profiilikäyriä tuotetaan jatkuvien laskentapisteiden ja liikennevalojen kautta. Lisäksi Oulun seudun ammattikorkeakoulussa tehdään säännöllisesti liikennetuotoksiin liittyviä tutkimuksia sekä opinnäytetöinä että koulutukseen liittyvien kenttämittausten kautta.

Oulun seudun liikennetutkimus 2009 antaa päivitetyn tiedon Oulun seudun liikenteestä. Sen perusteella mallijärjestelmä uusitaan vuoden 2010 aikana. Liikenneturvallisuusasioiden ottaminen huomioon on tässä vaiheessa vielä mahdollista; jopa tutkimukseen on mahdollista sisällyttää liikenneturvallisuusteemaa. Liikennemallinnuksen kehittämisen painopiste on nykyisin suuntautunut mikrosimulointiin (toimivuus ja detaljitason mitoitus), mikä tulee tulevissa mallijärjestelmissä ottaa paremmin huomioon. Strategisen mallin ja operatiivisen mallin (liikenteen kysyntä, kulkutapajakautuma, sijoittuminen verkolle) kytkentä lisää mallin käyttökohteita ja käyttöhalukkuutta olennaisesti. Liikenneturvallisuusanalyysi myös kolmiulotteisten simulointimallien avulla alkaa jo olla mahdollista.

### **6.4 Maankäyttö ja liikenneturvallisuus Oulun seudulla**

Mallit luovat kytkennän maankäytön ja liikenteen välille. Jos liikenneturvallisuutta voidaan analysoida mallien avulla, tuovat mallit myös kytkennän maankäytön ja liikenneturvallisuuden välille.

Strategiset mallit tuottavat liikennesuoritteita, joita vertaamalla voidaan jo merkittävästi analysoida erilaisten maankäyttövaihtoehtojen vaikutuksia. Päätöksentekoprosessille on tarjottu vaihtoehtotarkasteluja vaikutuksineen.

### CASE 1

Tässä tapauksessa noin 20 000 asukasta sijoitettiin Hiukkavaaraan entiselle puolustusvoimien hallitsemalle alueelle "kauas" pääväylistä, jonne joukkoliikenteen tehokas järjestäminen on erittäin hankalaa, tai Ritaharjuun moottoritien eritasoliittymän yhteyteen. Tarkastelu osoitti, että liikennevaikutuksiltaan Ritaharju on selvästi parempi, se vähentää sekä liikennesuoritetta että on potentiaalinen mahdollisuus joukkoliikenteen käytön lisäämiselle. Päätäjät valitsivat kasvusuunnaksi Hiukkavaaran, koska Oulussa haluttiin lisätä tarjontaa pientaloasumiseen, jonka kysyntä oli päätöksenteon aikaan voimakasta.

Tarkastelussa jäivät arvioinnin ulkopuolelle liikenneturvallisuusvaikutukset, joita syntyy esim. seuraavasti:

- ◆ Hiukkavaara tuottaa enemmän henkilöautoliikennettä, käytännössä liikenteen kasvu kohdistuu yksiajorataisille keskikaiteettomille väylille, joilla kuitenkin nopeustaso on enintään 60 km/h
- ◆ Ritaharju lisää liikennettä eniten moottoritiellä, mutta ei vielä tarkastelun ajankohtana siinä määrin, että kapasiteettia olisi tarvinnut lisätä. Liikenteen kasvu kohdistuu myös alueelle, jolle on mahdollista toteuttaa tehokkaat joukkoliikenneyhteydet sekä suurille työpaikka-alueille että Oulun keskustaan, jolloin liikenteen kasvupaine olisi voinut ohjautua merkittävästi myös joukkoliikenteeseen esimerkiksi liikkumisen ohjauksen erilaisia keinoja käyttämällä
- ◆ Hiukkavaarassa asutus jakautuu hyvin laajalle, jolloin liikenneverkkoon syntyy runsaasti uusia ongelmakohtia; Ritaharjussa maa-alue on pienempi, jolloin liikenneverkko on helpommin jäseneltävissä myös liikenneturvallisesti.

Liikenneturvallisuusvaikutuksia ei kyetty tuolloin eikä kyetä nykyiselläkään käytettävissä olevalla, valmiiksi analysoidulla tiedolla tarkkaan määrittämään, mikä lienee tärkein syy niiden vähäiseen huomioon.

Päätäjien päätöksestä huolimatta kasvu kuitenkin lopulta alkoi kaavoituksen kautta Ritaharjusta, koska Hiukkavaaran kehittämisen edellyttämän joen ylittävän uuden sillan toteuttaminen juuttui kaavaprosessiin useiksi vuosiksi.

### CASE 2

Hजारakentamisen vaikutuksia tutkittiin muutamien esimerkkitapausten kautta sijoittamalla asutusta joko kaava-alueiden ulkopuolelle tai vaihtoehtoisesti nykyisiä kaavoitettuja alueita täydentämään. Tarkastelun tavoitteena oli hilli-

tä hajarakentamista lisäämällä päättäjien tietämystä hajarakentamisen vaikutuksista.

Liikennemallilla ei kuitenkaan voitu kuvata esimerkkitapauksia. Työkaluna käytettiin paikkatietopohjaisia tarkasteluja laskien mm. esimerkkitapausten päivittäisten matkojen suoritteita. Myös muita kuin liikennekustannuksia arvioitiin. Tarkastelussa ei myöskään kyetty luotettavasti arvioimaan vaihtoehtojen eroja liikenneturvallisuuden suhteen.

### CASE 3

OULULIIKA-tutkimuksessa (LINTU-julkaisu 2/2006) selvitettiin liikenteen kasvun ja liikenneturvallisuuden välistä yhteyttä muodostamalla seudun oletetun kasvun puitteissa neljä erilaista vaihtoehtoista maankäytön ja liikenteen yhdistelmäskenaariota. Skenaariot kuvattiin liikennemallijärjestelmällä, jolla tuotettiin liikenne-ennusteita vuorokausiliikenteen lisäksi myös tuntiliikennetasolla. Tuntiliikenne-ennusteiden kautta laskettiin liikennesuoritteet väylätyypeittäin ottaen huomioon myös liikennemäärästä johtuvat nopeusmuutokset. Liikenneonnettomuuksia arvioitiin erilaisille väylätyyppien keskimääräisen onnettomuustiedon (koko vuoden keskimääräisen onnettomuusriskin) kautta.

Tarkastelu osoitti, että kahden äärimmäisen vaihtoehdon ero ajokustannuksiksi muutettuna on kolmenkymmenen vuoden tarkastelujaksolla suuruusluokkaa kolme miljardia euroa, josta suurin osa syntyy aikakustannusten kautta, mutta henkilövahinko-onnettomuusestimaattien kautta laskettu kustannuserokin on n. 0,5 miljardia euroa.

Liikenneturvallisuutta heikensi hajautuvissa malleissa eniten liikenteen kasvun hajautuminen tavallisille keskikaiteettomille pääväylille, joilla nopeustaso on korkea (80 tai 100 km/h). Taajama-alueilla jouduttiin käyttämään Tiehallinnon teiden turvallisuustietoutta, koska kuntien teistä ei ole luotettavaa tietoa saatavilla.

Keskimääräisen onnettomuusriskin eräs heikkous selvisi, kun verrattiin alueen maanteiden onnettomuuksien tuntivaihtelua liikenteen tuntivaihteluun. Suurimmat vakavien onnettomuuksien riskit (kuolleita/ajetut autokilometrit) keskittyvät vähäisen liikenteen aikoihin (yöhön). Työmatkaliikenteen huippu-tuntina vakavia onnettomuuksia tapahtui selvästi vähiten liikennemäärään suhteutettuna. Liikennekuolemista tapahtuu kuitenkin valtaosa päivällä (kello 7–21) kuten liikennesuoritteestakin.

- ♦ Tulisi selvittää millaisia onnettomuuksia ml. onnettomuuksien vakavuus tapahtuu erityyppisillä väylillä erilaisissa kuormitustilanteissa ja erilaisissa toimintaympäristöissä. Millaisilla työkaluilla asiaa voidaan tutkia? (esim. tilastoitujen onnettomuuksien mallintaminen, onnettomuuksien simulointi tapahtumien todennäköisyyksien pohjalta).

- ♦ Tulisi selvittää ruuhkautumisen yhteydet liikenneturvallisuuteen; mikä on vaikutuksen mekanismi ja suuruusluokka verrattuna muihin kustannuksiin. Edelleen tulisi selvittää, voisiko ruuhkautumisen salliminen toimia myös vapaaehtoisena keinona käyttäytymismuutoksiin, kuten työaikojen muuttaminen tai kulkutavan muuttaminen. Mitä tukitoimia kulkutavan muuttaminen tarvitsisi? Seuraako tästä pitkällä tähtäimellä myös suotuisa liikenneturvallisuuskehitys? Miten valtakunnallisen väylän ruuhkaantumisen ja paikallisen kulkutavan valinnan konfliktit ovat ratkaistavissa?
- ♦ Miten moottoritien turvallisuus muuttuu, kun kapasiteettia lisätään, esimerkiksi rakennetaan kolmannet kaistat? Oulussa liittymäväliä ovat aika lyhyet. Oletettavasti lisäkaistoilla liikenteen nopeuserot säilyvät tai jopa kasvavat ja kaistanvaihtojen määrä kasvaa. Vaikutusten arvioimiseksi tulisi kehittää uusia menetelmiä; voidaanko esim. selvittää erilaisten häiriötilanteiden todennäköisyyksiä ja simuloida niitä erilaisissa liikennetilanteissa?

#### CASE 4

Liikenneturvallisuus haja-asutusalueiden maanteillä -selvityksessä (Vesajoki, T. et al. 2007) analysoitiin nelostietä Limingan Haarasilan kiertoliittymästä etelään Temmeksen taajamaan jaksolla, jossa liikennemäärä on suuruusluokkaa 5 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja tienvarsi-asutusta tontti- ja maatalousliittymineen on runsaasti.

Liikennemallista ei ollut tutkimukseen juurikaan hyötyä, koska mallin osaluojako oli tutkittavalla alueella erittäin karkea. Lisäksi matkapäiväkirjatutkimuksen vastausaktiivisuus jäi erittäin pieneksi. Paikkatietoaineistojen avulla (asutus ikäluokittain, koulut, palvelut) voitiin tunnistaa riskialttiita tienkohtia, joille saatiin lisävahvistusta myös alueella tehdyistä haastatteluista.

*Ongelmia turvallisuuden kannalta:*

- ♦ suuri pitkämatkaisen liikenteen osuus
- ♦ suuri raskaan liikenteen osuus
- ♦ hajarakentamisen paineet
- ♦ maataloussesongit
- ♦ postilaatikot usein logistisin perustein väärällä puolella tietä
- ♦ kevyen liikenteen erillisten väylien ja alikulujen puuttuminen
- ♦ "ohitustien odottaminen"
- ♦ pitkämatkaisen liikenteen sujuvuuden priorisointi.

#### 6.5 Joukkoliikenne

Oulun seudulla on aloitettu nopeiden, esim. moottoritietä hyödyntävien joukkoliikenteen yhteyksien tarjoaminen (Vesajoki, T. et al. 2007). Esimerkiksi Haukiputaan ja Oulun keskustan välisillä matkoilla moottoritietä hyödyntävän

joukkoliikenteen matka-aika parhaimmillaan lyhenee lähes puoleen verrattuna rinnakkaisteitä käyttävään joukkoliikenteeseen. Kaikissa merkittävässä kaavarunkotarkasteluissa nopean joukkoliikenteen mahdollisuutta on korostettu ja sen edellyttämiä pysäkki- ja kevyen liikenteen järjestelyjä on suunniteltu tai otettu käyttöön. Valtatien 4:n juuri valmistuvassa yleissuunnitelmasa esitetään moottoritien kolmansien kaistojen toteuttamista Oulun kohdalle ja samalla sellaisia ramppi- ja pysäkkijärjestelyjä, jotta eritasoliittymiin saadaan sijoitettua joukkoliikenteen edellyttämät järjestelyt. Jatkossa liikennejärjestelmän toimivuuden näkökulmasta tulisi harkita kolmansien kaistojen varoamista pääsääntöisesti joukkoliikenteen käyttöön (vrt. Länsiväylä) ja selvittää lisäksi ns. kimpakyytiin varattavien kaistojen (HOV-kaistojen) toteuttamismahdollisuuksia. Edelleen, nopean joukkoliikenteen tehokas hyödyntäminen edellyttää tehokkaita liityntäpysäköintimahdollisuuksia.

Nopeiden väylien hyödyntäminen joukkoliikenteessä sisältää myös riskin, koska tällöin tuodaan nopeiden väylien ympäristöön kevyttä liikennettä. Jos liityntäjärjestelyjen tasossa tingitään, voi syntyä uusi potentiaalinen ongelmageneraattori.

## 6.6 Neliporrasperiaate

Liikenneturvallisuuden merkitys ja tarkastelumallit neliporrasperiaatteessa ovat vielä selkiintymättömiä. Liikenneturvallisuushyötyjä varmasti syntyy pitkällä tähtäimellä, mikäli liikkumistarvetta onnistutaan minimoimaan ja siirrytään yhä enemmän joukkoliikenteen käyttöön. Toistaiseksi puuttuu keinoja konkretisoida liikenneturvallisuuden merkitystä neliporrasperiaatteen alemmilla askelmilla. Samalla hankaloituu eritasoisten keinovalikoimien käyttö ja aito vertailu.

Liikennetelematiikan vaikutus liikenneturvallisuuteen lienee seuraavia tärkeitä tutkimusalueita. Voidaanko telematiikan avulla esim.

- ◆ vähentää liikenteen häiriöitä ja onnettomuuksia
- ◆ homogenisoida liikennevirtaa ja saada lisää turvallisuutta ja välityskykyä
- ◆ helpottaa joukkoliikenteen käyttöä esim. paremman informaation ja etuuksien turvin?

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET KEHITTÄMISTARPEISTA

### 7.1 Kehittämisperiaatteet

Maankäytön ja liikenteen suunnittelun on toimittava saumattomasti yhdessä, jotta liikennejärjestelmälle asetetut monet tavoitteet mukaan lukien välttämättömän turvallisuustavoite voidaan saavuttaa. Nyt kun Suomessa on pitkään tehty tuloksellista turvallisuustyötä ja vakavien onnettomuuksien määrä on pienentynyt huomattavasti huippuvuosista, on järjestelmäperusteinen turvallisuuden parantaminen tullut yhä tärkeämmäksi. Lähtökohtana on tällöin vaikeuttaa toimintojen sijoittumiseen, liikennejärjestelmän ominaisuuksiin, liikkumisen tarpeeseen ja tapoihin, liikenneverkkojen ominaisuuksiin ja eri kulkumuotojen toimintaedellytyksiin ja käyttöön.

Liikenneturvallisuus määräytyy yleensä liikkumisen määrän, kunkin väylän ja liikennemuodon onnettomuusriskin ja vammautumiskäytännön perusteella. Näihin turvallisuuden perustekijöihin vaikuttavat hyvin monet eri tekijät liikenneympäristössä, liikkumisen olosuhteissa, tienkäyttäjien ominaisuuksissa ja valinnoissa. Vaikka maankäyttöä kehitetään yleensä tulevaisuuden visioina ja pitkällä aikajänteellä, on erilaisten valintojen vaikutuksia kuitenkin pystyttävä arvioimaan ja vertailemaan. Liikenneturvallisuuden kannalta on tärkeää tehdä oikeita strategisia valintoja, jotka mahdollistavat hyvän turvallisuuden kaikille liikkujille.

Liikennejärjestelmää voidaan kuvata liikennejärjestelmämalleilla, joissa hyödynnetään kysyntämatriiseja. Näiden avulla voidaan laskea sekä ennustaa liikenteen määriä eri väylillä ja tätä kautta liikenteen päästöjä, energiankulutusta, ajokustannuksia, onnettomuusmääriä ruuhkautumista ja palvelutasoja (esim. Emme, Visum ja Cube) edellyttäen, että ao. ilmiöt ovat kuvattu luotettavasti malleihin. Nämä mallit eivät kuitenkaan pysty mallintamaan ajasta riippuvia tapahtumia kuten ruuhkautumisten tai jonopituuden kehittymistä tarkasteltavien ajanjaksojen sisällä (esim. huipputunti). Tällä hetkellä ei liikenneturvallisuudesta kuitenkaan ole käytettävissä luotettavaa väylätyyppien turvallisuustietoutta - vielä vähemmän kuormitustilanteeseen sidottua turvallisuustietoa, joten liikennesuunnitteluohjelmistoja ei voida käyttää täysin määrällisesti turvallisuuden tarkasteluihin.

Ajasta riippuvien tapahtumien tarkempaa kuvaamista varten tarvitaan simuloitimalleja (esim. Dynameq, Paramics, Vissim), joilla voidaan ajoneuvoliikenteen ohella simuloida myös jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja autonkuljettajien välistä vuorovaikusta.

Maankäyttöön liittyvien vaikutusten arviointia varten tarvitaan puolestaan erilliset mallit, jotka ottavat huomioon mm. suunnitellun maankäytön luonteen ja sijoittumisen sekä liikennejärjestelmän. Tarvitaan tietoa, miten erilainen maankäyttö (kerros-, omakotialue, kauppakeskus, koulut jne.) vaikuttaa



liikenneturvallisuuteen. Tällaisia malleja ei tietääksemme ole vielä käytettävissä.

Maankäytön ja liikennejärjestelmän suhde on kahdensuuntainen: alueille sijoittuvat toiminnot tarvitsevat ja aiheuttavat liikennettä, mutta liikenneväylillä on taipumusta vaikuttaa myös maankäyttöön. Normaalisti liikennesuunnittelu, mallit ja ennustaminen ovat alisteisia maankäytölle, ts. tarkastelut tehdään yksisuuntaisina. Asiaa voi lähestyä myös toisinpäin: ennustetaan tulevaa maankäyttöä liikennejärjestelmän antaminen mahdollisuuksien kautta, dynaamisena prosessina (esim. Meplan). Maankäytön mallintaminen ei ole kuitenkaan yleistä, vaikka asian voisi olettaa kiinnostavan alueidenkäytöstä vastaavia.

Liikenne-maankäyttömallit ottavat huomioon molemmansuuntaisen vuorovaikutuksen. Kun perinteinen liikennemalli ennustaa matkat ja kuljetukset tarkasteltavalle verkolle käyttäen maankäyttötietoja lähtökohtana, liikenne-maankäyttömalli pyrkii arvioimaan myös, miten liikenneverkon ominaisuudet aikaa myöten ohjaavat maankäytön sijoittumista.

Liikenneturvallisuusvaikutusten arviointia varten tarvitaan eri toimijoiden yhteiset periaatteet eri suunnitteluvaiheita ja käytettäviä mallityyppejä varten. Periaatteellisena ja suurena yleisenä ongelmana on nykyisellään liikennemallien ja muiden relevanttia tietoa tuottavien tarkastelumenetelmien vähäinen käyttö.

Maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämisen liikenneturvallisuusvaikutusten arvioimiseksi tarvitaan entistä parempia menetelmiä ja työkaluja. Kä-sillä olevassa selvityksessä todettiin kehittämisen tarpeista joko nykyisiä menettelyjä kehittämällä tai uusia laatimalla:

- ♦ käytettävissä tulisi olla eri suunnitelmavaiheisiin sopivia arviointimenetelmiä,
- ♦ arvioinneissa tulisi pystyä täysimääräisesti hyödyntämään kussakin suunnitteluvaiheessa käytettävissä olevat lähtötiedot,
- ♦ arvioiden ja työkalujen tulisi tarkentua suunnitelmien tarkentuessa,
- ♦ tuloksena tulisi saada liikenneturvallisuuden kannalta olennaiset vaikutukset (kuolemien ja vakavien loukkaantumisten määrän muutokset) ja
- ♦ arvioiden tulisi olla luotettavia, mutta syntyä vaivattomasti.
- ♦ menetelmien tulisi olla ymmärrettäviä ja läpinäkyviä.

Kiireisimmät kehittämistarpeet ovat erityisesti

- ♦ katujen ja taajamissa sijaitsevien maanteiden luokittelu vakavimpien onnettomuuksien kannalta relevantisti (tie-, katu- ja väylärekisterit, Digiroad ja muut tietolähteet, GIS-aineistot, hallinnolliset kysymykset)
- ♦ katujen kattavien onnettomuus- ja suoritettietojen hankkiminen (liikennelaskentojen kehittäminen, liikennetietorekisterien kehittäminen, on-

nettomuustietojen tilastoinnin ja tilastotietojen käytön kehittäminen, liikennemallien standardoiminen)

- ♦ kattavien kevyen liikenteen määrätietojen tuottaminen linkeittäin (koskee niin maanteitä kuin katujakin; liikennemallien kehittäminen, kevyen liikenteen laskentojen kehittäminen, kevyen liikenteen verkkokuvausten kehittäminen)
- ♦ toimenpiteiden vaikutustietojen selvittäminen (uudet katu- ja väylätyypit, tarkemmat ympäristön mukaan tehtävät luokittelut, lisää toimenpiteitä, varsinkin taajamiin tarkoitettuja).

Oulun liikenne-ennustemalleilla tehdyissä tarkasteluissa on todettu tietopuutteita mm. erilaisten väylätyyppien turvallisuustietoudessa sekä väylätyyppien erilaisten kuormitustilanteiden turvallisuustietämyksessä. Pohdinnan arvoisia ovat myös valtakunnallisen pääväylän kapasiteetin varmistamisen vaikutukset turvallisuustilanteeseen, paikalliseen ja alueelliseen maankäyttöön ja kulkutapojen valintaan. Myös muiden suurten kaupunkiseutujen liikenteen suunnittelumalleissa käytössä olevan turvallisuustietouden ja tietotarpeiden selvittäminen on jatkossa tarpeen.

Viime vuosina liikennejärjestelmän kehittämiseen sovelletun neliporrasperiaatteen hyödyntäminen edellyttää erityisesti liikenneturvallisuusvaikutusten lisäselvityksiä, jotta saadaan aikaan vertailukelpoisia tuloksia eri portailta valittujen kehittämistoimenpiteiden vaikutuksista. Erityisesti 1-portaan (liikku- ja kuljetustarpeisiin sekä kulkumuodon valintaan vaikuttaminen) ja 2-portaan (liikennejärjestelmän käytön tehostaminen) keinojen turvallisuusvaikutuksia ei kunnolla tunneta.

Liikennetelematiikan vaikutus liikenneturvallisuuteen on eräs tärkeistä tutkimusalueista. Parhaillaan käynnissä on monia laajoja tutkimuksia telematiikan vaikutuksista liikenteessä. Edelleen pitää tarkentaa voidaanko telematiikan avulla esim.:

- ♦ vähentää todella liikenteen häiriöitä ja vakavia onnettomuuksia
- ♦ homogenisoida liikennevirtaa ja saada lisää turvallisuutta ja välityskykyä
- ♦ helpottaa olennaisesti joukkoliikenteen käyttöä esim. paremman informaation ja etuuskien turvin.

Liikennemallien ja liikenneturvallisuuden tarkastelumallien hyödyntäminen ja kehittämistarkastelut osoittavat, että **olisi aiheellista selvittää, minkälaisia malleja ja tarkastelumenetelmiä tarvitaan eri tarkoituksia varten (koko maan taso, erilaiset verkot ja hankkeet) ja samalla vertailla nykykäytäntöä riittävän pitkäjänteisten kehittämistarpeiden toteamiseksi.**

## 7.2 Kehittämisehdotukset

Alustavasti hahmotettuja tutkimustarpeita kuvataan hankkeina, joista kustakin on laadittu hankekortti. Hankkeet on ryhmitelty aihealueittain.

Seuraavaksi askeleeksi tutkimuskokonaisuuden pohdinnassa ehdotetaan yhteistä seminaaria Kokoontumisessa toivottavasti löydetään yhteisiä intresialueita ja voidaan sopia jatkovalmistelusta, esimerkiksi koordinaatioryhmästä, jossa ovat edustettuina esimerkiksi ympäristöhallinto, LVM, Suomen Kuntaliitto, eri kokoluokan kunnat ja kaupunkiseudut sekä Tiehallinto. Koordinaatioryhmän ensimmäinen tehtävä olisi tutkimuskokonaisuuden tavoitteiden tarkistaminen ja yksilöiminen kuntasektorin ja muiden alueidenkäytön suunnittelusta kiinnostuneiden tietotarpeilla. Suunnitteluohjelmistojen asiantuntijakonsulttien aktiivinen osallistuminen tutkimustarpeiden tarkentamisvaiheeseen on tärkeää.

Liikkeelle voitaisiin lähteä jonkin muun tutkimusohjelman sisällä eri osapuolten yhteisellä tutkimustarpeiden täsmentämisellä (esimerkiksi 2–3 ensimmäistä alle kootun listan kärkihankkeista). Tämän jälkeen olisi mahdollista hahmottaa tarkemmin yksittäisten T&K-projektien tarve ja tutkimuskokonaisuuden organisoituminen sekä pohtia yhteyksiä muihin tutkimusohjelmiin ja tätä kautta myös rahoitusjärjestelyitä.

### *Tavoitteisiin ja lähestymistapoihin liittyvät hankkeet*

- ♦ Selvitys maankäytön suunnitteluun liittyvien liikenneturvallisuusselvitysten nykykäytännöistä; lähtötilanteen tarkentaminen.
- ♦ Tutkimuskokonaisuuden tavoitteiden tarkistaminen ja yksilöiminen.

### *Tarvittavien taustatietojen kehittäminen*

- ♦ Kevyen liikenteen suoritetietojen kokoaminen ja arviointimenetelmän kehittäminen. Katuverkon liikennesuoritetiedon parantaminen.
- ♦ Onnettomuuksien tapahtumista ja onnettomuusriskejä erityyppisillä väylillä koskevien tietojen parantaminen (kuoleman / loukkaantumisen riski suhteessa liikennesuoritteeseen; eri kuormitustilanteiden onnettomuusriskit).
- ♦ Haja-asutusalueen maantienympäristöön liittyvät aktiviteetit ja niiden suunnittelu liikenneturvallisuuden parantamiseksi.

### *Tarkastelumenetelmien ja mallien kehittämiseen liittyvät hankkeet*

- ♦ Maankäyttöä ja liikenneturvallisuuden tarkastelujen laatimista käsittelevän "käsikirjan" laatiminen (tutkimuskokonaisuuden alkuvaiheessa esitetään käsiteltävät asiat; kirjoittaminen ja viimeistely tutkimusten edetessä).
- ♦ Maankäytön ja liikennejärjestelmän vuorovaikutusten mallintaminen ja maailmalla saadut kokemukset mallintamisesta.

- ◆ Liikennejärjestelmän kehittämisessä noudatettavan neliporrasperiaatteen ja liikenneturvallisuuden välisten kytkentöjen selvittäminen ja kehittäminen.
- ◆ Simulointimallien kehittäminen liikenneturvallisuusvaikutusten arviointiin soveltuviksi.
- ◆ Simulointitarkastelut vakavien kevyen liikenteen tapaturmien ehkäisyssä.
- ◆ Liikennetelematiikan turvallisuusvaikutuksien tarkentaminen

## 8 KIRJALLISUUTTA

Aarnikko, H., Kalenoja, H., Murto, R. & Salli, Riikka. (2002). Liikennejärjestelmän ja maankäytön suunnittelun vuorovaikutus. Tiehallinnon selvityksiä 4/2002.

Blomqvist, P. Särkkä, T. (2005). Nopeusrajoitusten vaikutukset ajokustannuksiin. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 51/2005.

*Boverket, Sveriges Kommuner och landsting, Vägverket, Banverket. (2005). Trafik för en Attraktiv Stad*

DG Energy and Transport. (2006). Third Annual Thematic Research Summary - Land Use Planning. Deliverable D2.E-4.7. EXTRA@Web Project.

Elvik, R., Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier, oslo, Norway.

ERSO (European Road Safety Observatory). (2008). Pedestrians & Cyclists. January 16, 2008, www.erso.eu.

Goebel, A., Metsäranta, H. (2007). Tienpidon vaikutuskartta. Tiehallinnon selvityksiä 1/2007.

Innamaa, S., Kosonen, I. (2004). Kokemuksia ajantasaisista liikennemalleista. Tutkimusraportti RTE475/04. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2003). Liikennejärjestelmäsuunnitelmien laatiminen. Prosessikuvaus. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 43/2003.

Tiehallinto (2008). Liikennejärjestelmätön kehittäminen Tiehallinnossa. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 31/2008.

Lovengrove, G.R., Litman, T.A. (2008). Macrolevel Collision Prediction Models to Evaluate Road Safety Effects of Mobility Management Strategies. New Empirical Tools to Promote Sustainable development. TRB 87th Annual meeting. Washington DC.

Riikka Lähti: Toimenpiteiden jakoa portaille vai askel kohti kestävästä liikkumisesta? Tulkintoja neliporrasperiaatteesta. Tampere 2007. Tiehallinto, tienpidon suunnittelu. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 43/2007. 70 s. + liitt. 4 s. ISSN 1459-1561, TIEH 4000586-v

Mononen, P. (2001). Kapasiteettimallitarkastelut käyttäen strategisesta liikennemallista saatavaa KVL-kysyntätietoa. CASE Contram7 Oulun keskustan liikenteen analysoinnissa. Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta. Opinnäytetyö. 106 s. + liitt. 7 s.

Peltola, H., Rajamäki, R. (2005). Päälystetyn tieverkon ominaisuuksien, nopeusrajoitusten ja tievarsiasutuksen yhteydet liikenneturvallisuuteen. Vuosien 1996–2003 onnettomuusaineiston tarkastelu. Tiehallinto sisäisiä julkaisuja 49/2005.

Peltola, H., Rajamäki, R. (2008). Liikenneturvallisuus erilaisissa suunnitelmissa -esiselvitys. VTT tiedotteita.

Pesonen, H., Heltimo, J., Metsäranta, H. (2008). Kaupunkiseutujen liikennejärjestelmäsuunnittelun kehittäminen. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja-

Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. (2006). PLJ 2007 Liikennejärjestelmäluonnos.

Rajamäki, R. (2008). Taajama-alueiden liikennekuolemat vuosina 2000-2005. LINTU-muistio 17.3.2008. VTT.

Ristikartano, J. Peltola, H., Savolainen, S. (2008). Tiehallinnon liikenneturvallisuusmallien kehittäminen. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 78/2008.

Räty, E., Karasmaa, N., Ernvall, T., Kari, T. (2005). Suomen kuntien liikenneturvallisuus - KULTI. LINTU-julkaisuja 3/2005. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Siltala, S. Mitä on liikennejärjestelmätyö. Alustus YTK 2008. 19.11.2008.

Sisäasianministeriö. (2007). Päätoisehdotus 17.12.2007. Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueiden kehittämisen tavoitteista. Liite 2.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. (2005). RIL 165-1. Liikenne ja väylät I.

Särkkä, T., Talvitie A. (2008). Tieliikenteen ja tienpidon mallien käyttö tienpidon suunnittelussa. Esiselvitys. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 57/2008.

*Tapio, J. Martamo, R. (2001). Maaseudun tilastolliset taajamat ja kevyt liikenne - Turvallisuusanalyysi. Tiehallinnon selvityksiä 53/2001.*

Teerioja, R. (2007). Joukkoliikenteen käytön edistäminen maankäytönsuunnittelussa. Alustus 30.5.2007. YTV.

Valtioneuvosto. (2008). Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta.

Vesajoki, T., Hintsala, J. Kiiskilä, K. & Kunnas, J. (2006). Liikenteen kasvu ja liikenneturvallisuus - Kasvun hillinnän mahdollisuudet Oulun seudulla. LINTU-julkaisuja 2/2006. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Vesajoki, T., Hintsala, J. Kiiskilä, K. & Kunnas, J. (2007). Valtatie kylänraittina – Liikenneturvallisuus haja-asutusalueiden maanteillä. LINTU-julkaisuja 6/2007. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Ympäristöministeriö. (2006). Liikenneturvallisuus kaavoituksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2006.

## LIITE 1: ALUSTAVAT HANKEKUVAUKSET

### Hanke 1:

#### Selvitys nykykäytännöistä; lähtötilanteen tarkentaminen

Laajennetaan käsillä olevan ("Maankäyttö ja liikenneturvallisuus, selvitys suunnittelumenetelmien kehittämistarpeista ja tietopohjan kasvattamisesta") raportin kirjallisuushakuja (ulkomaiset esimerkit) ja kirjataan eri suunnittelutasojen nykykäytännöt meillä ja muualla (maankäyttö, liikenne, liikenneturvallisuus).

### Hanke 2:

#### Tavoitteiden tarkistaminen ja yksilöiminen

Edellisen vaiheen perusteella arvioidaan tarkemmin turvallisuuden arviointimenetelmien nykytilannetta maankäytön ja liikennesuunnittelun menettelyissä ja selvitetään yksityiskohtaisesti mihin kehittämisellä tähdätään sekä asetetaan jatkolle käytännölliset työtä ohjaavat tavoitteet.

### Hanke 3:

#### Kevyen liikenteen suoritustietojen kokoaminen ja arviointimenetelmän kehittäminen

Liikenneturvallisuuden arvioiden kannalta erittäin tärkeätä olisi tietää onnettomuuksille altistuksen määrä, mikä tässä tapauksessa tarkoittaa liikenteen kokonaismäärää eri kulkutavoilla. Kevyen liikenteen osalta nykyisin käytettävissä on arvio kokonaissuoritteesta, mutta ei sen jakautumista erilaisiin olosuhteisiin.

Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan arvioita erilaisten olosuhteiden keskimääräisistä kevyen liikenteen määristä, jotta saadaan jatkotarkastelujen pohjaksi suhteellisen luotettavia arvioita erilaisten olosuhteiden riskeistä ja sitä kautta mahdollisuuksista parantaa turvallisuutta. Keskimääräiset turvallisuustiedot luovat myös pohjaa erillistarkasteluille – kevyen liikenteen määrien laskentoja yksittäisissä kohteissa ei voida täysimääräisesti hyödyntää, kun ei tiedetä mikä on tyypillinen kevyen liikenteen määrä ja sen vaihtelu vastaavissa kohteissa.

Ensimmäisen vaiheen kokemusten perusteella toisessa vaiheessa kehitetään arviointi- ja laskentamenetelmiä, joiden avulla vertailukelpoisen tiedon määrä kasvaa ja tietämys lisääntyy suunnitelmallisesti hankkeissa tehtävien laskentojen avulla.

**Hanke 4:****Onnettomuuksien tapahtumista ja onnettomuusriskejä eri tyyppisillä väylillä koskevien tietojen parantaminen.**

Tutkimuskokonaisuudessa tuotettavan käsikirjan tietojen perusteella pitäisi pystyä arvioimaan erityyppisten ja erilaisissa ympäristöissä sijaitsevien liikenneväylien turvallisuustaso toimenpiteiden kohdistamista suunniteltaessa tai erilaisia vaihtoehtoja vertailtaessa. Turvallisuustasoa voidaan määritellä ja ennustaa sekä määrällisesti, että laadullisesti. Onnettomuuksia tapahtuu tietyn tyyppisessä ympäristössä/tiellä/kadulla suhteessa liikennemääriin keskimäärin tietty määrä (onnettomuusaste). Voidaan ajatella, että samaan paikkaan liittyy todellinen liikenneonnettomuusriski, jonka ihmiset kokevat kukin omalla tavallaan (koettu riski). Näistä viime mainittu on selvästi laadullinen suure ja onnettomuusaste määrällinen. On tärkeää pystyä arvioimaan, mikä on esim. uuden asuinalueen liikenteen aiheuttama turvallisuusriski, miten ihmiset todennäköisesti kokevat riskin ja kuinka monta onnettomuutta siellä on odotettavissa

Liikenneturvallisuustarkastelujen muuttujina ovat ainakin tie- ja katutyypit, liikennetiedot, kevyen liikenteen järjestelyt, maankäyttöluokittelut, nopeus- ja geometriatiedot ja liittymätyypit. Tarvittavien tietojen inventointivaiheessa erityishuomio tulee kiinnittää siihen, että liikennetiedot saadaan riittävän tarkasti, ja että esimerkiksi maankäyttö kuvataan niin yksityiskohtaisesti, että analyysivaiheessa voidaan hyödyntää riittävän kattavaa määrää luokittelumuuttujia. Analyysivaiheessa voidaan kokeilla myös riskitasojen matemaattista mallintamista, mutta se ei ole päätarkoitus. GIS-analyysien ja mallien huomioonottaminen on myös selvitetävää.

**Hanke 5:****Haja-asutusalueen maantiepäristöön liittyvät aktiviteetit ja niiden suunnittelu liikenneturvallisuuden parantamiseksi**

Haja-asutusalueilla liikennettä on yleensä vähän ja liikennejärjestelyt ovat paikallisen asutuksen näkökulmasta puutteellisia, mutta liikenteen koostumus on moninainen käsittäen pitkämatkaista liikennettä, maatalousajoneuvojen sukkulointia maantiellä, kevyttä liikennettä jne. Lisäksi toimintojen suunnittelu lähtee usein yritysten logistisesta tehokkuudesta; esimerkkinä postilaatikkojen sijoittelu siten, että postinkannon voi tehdä hyvin jakeluautosta, mutta postin vastaanottaja joutuu ylittämään maantien kahteen kertaan. Tehtävässä kuvataan erilaisten maantiepäristöjen aktiviteetteja paikkatietopohjaisesti ja etsitään potentiaalisia ongelmakohtia ja määritetään ongelmien todennäköisyyksiä. Kuvausta voidaan täydentää henkilöhaastatteluin, jolloin saadaan samoista ilmiöistä sekä käyttäjien kokema kuvaus että kuvaus käytettävissä olevien paikkatietoaineistojen kautta.



Hankkeen tuloksena saadaan maankäytön ja liikenteen välisestä vuorovaikutussuhteesta haja-asutusalueilla lisätietoa, mitä voidaan hyödyntää sekä liikenneturvallisuustoimenpiteiden suunnittelussa että haja-asutusalueen toimintojen suunnittelussa.

Ensimmäisessä vaiheessa tarkastelu kohdistetaan valittuihin, keskenään samantyyppisiin maantiejaksoihin. Mikäli menettely tuottaa hyviä tuloksia, jatketaan analysointia toisessa vaiheessa erityyppisillä maantiejaksoilla.

#### **Hanke 6: Maankäyttöä ja liikenneturvallisuutta käsittelevän käsikirjan laatiminen**

Tavoitteena on luoda ohjeisto ("käsikirja2"), jonka avulla voidaan arvioida erilaisten vaihtoehtojen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, onnettomuuksien määrään ja onnettomuusriskiin

- maankäytön suunnittelussa
- liikennejärjestelmäsuunnittelussa
- väyläsuunnittelussa.

Tarkastelujen tulosten pitäisi olla konsistentteja keskenään: jos voidaan ennustaa tietyn maankäyttömallin vaikutukset (liikenneturvallisuus), sitä vastaava liikenne-ennusteen ja turvallisuusmallin pitää antaa sama tulos. Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta luo kysyntää myös luotettaville liikenneturvallisuuden tarkastelumenetelmille, sillä liikenneturvallisuus sisältyy itsenäisenä ja julkilausuttuna tavoitteena Eheytyvää yhdyskuntarakennetta ja elinympäristön laatua koskeviin sekä Toimivia yhteysverkostoja ja energiahuoltoa koskeviin yleistavoitteisiin ja em. kohdan (jalankulun ja pyöräilyn) erityistavoitteisiin. Lisäksi on useissa kohdin korostettu henkilöautoliikenteen tarpeen vähentämistä ja joukkoliikenteen edellytysten parantamista.

#### **Hanke 7: Maankäytön ja liikennejärjestelmän vuorovaikutusten mallintaminen ja maailmalla saadut kokemukset mallintamisesta**

Maankäyttöä ja liikennejärjestelmää suunnittelevat tavallisesti eri henkilöt/organisaation osat. Normaalisti liikenne-ennuste tehdään maankäyttöennusteen perusteella liikennemallilla; saadaan suoritteet, sijoittelut jne. ja niiden perusteella onnettomuusennuste ja onnettomuuksien sijoittuminen ainakin linkeille (karkeahko). Riittääkö perinteinen menettely vai luodaanko suoraan maankäyttöön perustuvia onnettomuusmalleja? Ne saattaisivat olla hyödyllisiä maankäytön yleissuunnitteluvaiheessa (tietynlainen ympäristö aiheuttaa tietyllä maankäytöllä jollain alueella tietyn määrän henkilövahinkoihin johtavia onnettomuuksia). Siihen voisi ottaa silloin turvallisuuden yleisemminkin mukaan. Tärkeää on selvittää myös miten liikennemalleja pitäisi laatia ja miten saatuja tuloksia voidaan ottaa

huomioon eri suunnitteluportaita ja suunnitteluvaiheissa. Lopuksi laaditaan ohjeet eri käyttötilanteita varten.

#### **Hanke 8: Neliporrasperiaate ja liikenneturvallisuus**

Tavoitteena on selvittää liikenneturvallisuuden merkitys liikennejärjestelmää muuttavien toimenpiteiden valintaprosessissa ja valinnoista syntyvissä tapahtumaketjuissa. Neliporrasperiaatteessa ensimmäisellä portaalla haetaan liikennetarpeen minimointia ja kestävästä liikkumisesta tukevia valintoja; neljännellä portaalla taas toimenpiteet ovat usein suuria väylähankkeita, joiden kerrannaisvaikutuksena on yleensä yhdyskuntarakenteen hajautuminen ja tätä kautta liikennetarpeen lisääntyminen, eli myös liikenneturmille altistumisen lisääntyminen. Tästä lähtökohdasta on helppo väittää, että suuret liikennehankkeet estävät liikennekuoleminen 0-vision toteutumismahdollisuudet aiheuttamalla liikenneturvallisuuden näkökulmasta negatiivisen kierteen, jossa lisääntyvä liikenne ja yhdyskuntarakenteen hajautuminen ruokkivat toisiaan. Vastaavasti pienillä autoliikennetarvetta minimoivilla hankkeilla kierre voi tapahtua positiiviseen suuntaan, jossa altistuminen vakaville onnettomuuksille jatkuvasti vähenee. Ongelmana tällä hetkellä on eri portaita olevien hankkeiden vertailukelvottomuus.

Tehtävässä muodostetaan käytännönläheisiä case-tapauksia, joissa esitään kolmannen ja neljännen portaan hankkeille toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja ensimmäisen ja toisen portaan toimenpiteitä yhdistelemällä. Vaihtoehtoja analysoidaan arvioimalla niiden vaikutusketjuja, joissa arvioidaan myös liikkumistottumusten ja yhdyskuntarakenteen muutosten kautta syntyviä kerrannaisvaikutusten suuruusluokkaa. Liikenneturvallisuutta voidaan tässä tarkastelussa arvioida riittävästi erityyppisten väylien liikennesuoritteiden kautta.

Menettely tuo lisää perusteita ja ohjauskeinoja sekä liikennesuoritetta minimoivalle maankäytön ja liikenteen vuorovaikutteiselle suunnittelulle että liikenneturvallisuuden huomioon ottamiselle suunnitteluprosessissa.

Case-tapausten analyysien jälkeen voidaan tuottaa toimintaohjeita liikenneturvallisuuden kannalta edullisen suunnittelun keinoista ja esittää jatkotutkimustarpeita menettelyssä havaituista ongelmista.

#### **Hanke 9: Simulointimallien kehittäminen liikenneturvallisuusvaikutusten arviointiin soveltuviksi**

Simulointimallit soveltuvat autoilijoiden ja jalankulkijoiden toiminnan analysointiin erityisesti liittymissä ja muissa vaativissa kohteissa. Tämä an-

taa mahdollisuuden arvioida ja vertailla erilaisten infra- ja ohjausratkaisujen vaikutusta turvallisuustasoon. Lisäämällä simulointiohjelmaan toimintoja saadaan arvokasta tietoa suunnittelun ja ohjeistuksen tueksi. Pohjaksi kannattaa valita yksi tai kaksi yleisessä käytössä olevaa ohjelmistoa, kuten PARAMICS. Teknisesti olisi mahdollista kokeilla ratkaisuja aluksi esim. HUTSIMilla, koska sen muokkaaminen voisi olla helpompaa.

Mallien kehittämisessä on seuraavia työvaiheita:

- ◆ ratkaisujen analysointi ja vertailu toteutettuihin kohteisiin
- ◆ konfliktien havaitsemisen, tunnistamisen ja raportoinnin lisääminen simulointimalleihin
- ◆ havaitsemis- ja toimintavirheiden/poikkeaminen lisääminen simulointimalleihin
- ◆ testaus ja pilotointi
- ◆ käyttöohjeiden laatiminen

#### **Hanke 10:**

#### **Simulointitarkastelut vakavien kevyen liikenteen tapaturmien ehkäisyssä**

Merkittävä osa vakavista kevyen liikenteen onnettomuuksista tapahtuu taajamissa. Vaarallisten liittymien kuvausta on käytetty apuna turvallisuustyössä mm. Helsingissä. Tavoitteena on selvittää, voidaanko kolmiulotteiseen liikenneympäristön kuvaukseen perustuvan simuloinnin avulla arvioida suunnitelmien liikenneturvallisuusvaikutuksia ennakkoon ja siten parantaa suunnitelmien laatua tai parantaa olevien liikennejärjestelyjen turvallisuutta. Tehtävässä mallinnetaan tarkasti sellaisia liittymäalueita, joissa on tapahtunut vakavia kevyen liikenteen onnettomuuksia. Simuloinnin avulla tarkastellaan liikennettä erilaisilla tilanteissa kaikkien osallisten näkökulmasta; erityisesti pyritään mallintamaan mahdollisimman tarkasti niitä olosuhteita, joissa onnettomuuksia on tapahtunut. Simuloinnissa havaittuja liikenneturvallisuuspuutteita voidaan tarkistaa silmämääräisesti maastotutkimuksella ja videoimalla liikennettä eri käyttäjien silmin.

Simuloinnin avulla voidaan testata liikennevalo-ohjauksen toimintaa ja selvittää erityisesti kääntyvän ajoneuvon ja samaan aikaan vihreänä olevan suojatien toimivuutta liikenneturvallisuuden näkökulmasta. Väli-tyskyvyn maksimoimiseksi mainitut liikennevirrat voivat olla Suomessa yhtä aikaa vihreänä, vaikka esim. selvästi ruuhkaisemmassa Englannissa käytäntöä ei sallita.

Toisena erityiskohteena voidaan tarkastella joukkoliikenteen käytön lisääntymiseen liittyviä uusia riskitilanteita vilkkaiden pysäkkien liityntä-pysäköintipaikkojen läheisyydessä.

Esimerkkitapauksia valitaan kaupungeista, joissa simulointimalleja on käytetty ja kokemuksia simuloinnista toimivuuden optimointiin on jo kokemusta.

#### **Hanke 11: Liikennetelematiikan turvallisuusvaikutuksia**

Suomessa kokemukset liikennetelematiikan käytöstä ovat vielä melko vähäisiä, eikä niiden turvallisuusvaikutuksista ole riittävästi kokemusperäistä tietoa suomalaisista olosuhteista. Tieliikenteen turvallisuustilanteesta lähtien olisi tarvetta selvittää, miten tunnetuilla liikennetelematiikan ja liikenteen hallinnan keinoilla voitaisiin parantaa tilannetta kustannustehokkaasti ja millaista liikennetelematiikan ja liikenteen hallinnan kehittämistä tarvitaan turvallisuuden parantamiseksi.

Koska liikenteen aktiivinen hallinta liikennetelematiikan keinoin selvästi voi tarjota mahdollisuuksia vähentää suuria liikenneinvestointeja optimoiden nykyisen infrastruktuurin käyttöä, tulisi toteutusten vaikutuksia tutkia Suomessa aktiivisesti ja ottaa huomioon myös muualla saadut kokemukset. Liikennetelematiikan ja liikenteen hallinnan kehittämisessä tarvitaan myös kunnollisia ja laajamittaisia kokeiluja.

Yhtenä teemana tehtävässä voisivat olla esim. *muuttuvat nopeusrajoitukset liikennevirran homogenisoinnissa*. Tätä voitaisiin tutkia analysoimalla kaksiajorataisia vilkkaita liikenneväyliä ja simuloimalla niissä tapahtuvia ongelmatilanteita esim. todennäköisyyksiin perustuen. Ongelmien vaikutusanalyysin perusteella löydetään kytkentä häiriöstä toipumismekanismiin, liikenneturvallisuuteen ja edelleen välillisten vaikutusten kautta häiriöistä aiheutuviin todellisiin kustannuksiin. Tulisi löytää kohteita ennen-jälkeen-tutkimukselle siten, että olevaa tilannetta voidaan seurata riittävän pitkään (esim. 1 vuosi) ja sen jälkeen määrittää kriteerit muuttuvien rajoitusten käytölle, toteuttaa uusi järjestely tai kokeiluja ja seurata toteutusten riittävän pitkään.

Uuden teknologian soveltamisen kannalta olisi tärkeä jatkaa myös mm. ajoneuvojen turvallisuuden kehittämistä (turvallinen ja älykäs auto), kevyen liikenteen turvallisuutta parantavien sovellusten kehittämistä ja uusien turvallisuuspalvelujen ja liiketoiminnan selvittämistä. Yhteistoiminnalliset järjestelmät (ajoneuvot-infrastruktuuri, ajoneuvo-ajoneuvo) tarjoavat jatkossa myös mahdollisuuksia parantaa turvallisuutta liikenteessä.

Kokeilututkimusten avulla saadaan tietoa liikenteen häiriöherkkyydestä ja häiriöiden tuoman epätasällisyyden vaikutuksista esim. matkajoukkojen ennustettavuuteen ja ongelmien kertautumiseen häiriöiden seurauksena.

Kokeilututkimukset antavat myös lisätietoa ruuhkautumisen vaikutuksesta suoraan liikennevirtaan. Tämän lisäksi tulisi suunnitella tutkimusjärjestelyjä, joilla voitaisiin selvittää ruuhkautumisesta aiheutuvia muutoksia liikennekäyttäytymisessä ja keinoja niiden ohjaamiseen. Esim. suuret nopeuserot liikennevirrassa saattavat aiheuttaa turvattomuuden tunteen kautta liikenteen siirtymistä alempiasteisille väylille.

