



Liikennekonfliktimenetelmä ja sen mahdollisuudet

Anne Silla



Liikennekonfliktimenetelmä ja sen mahdollisuudet

Anne Silla

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy



ISBN 978-951-38-8396-6 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)

VTT Technology 248

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (Verkkojulkaisu)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8396-6>

Copyright © VTT 2016

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

Teknologiska forskningscentralen VTT Ab

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland Ltd

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

Alkusanat

Tämä tutkimus on tehty Turvallinen liikenne 2025 -tutkimusohjelmassa (<http://www.vtt.fi/proj/tl2025/>). Ohjelman jäseniä vuonna 2015 olivat

- Liikennevirasto
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
- Nokian Renkaat Oyj
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Projektin ohjausryhmään kuuluivat Risto Kulmala ja Arja Toola Liikennevirastosta, Mikko Räsänen ja Kirsi Pajunen Liikenteen turvallisuusvirastosta sekä Juha Luoma ja Harri Peltola VTT:ltä. Kirjoittaja haluaa kiittää ohjausryhmää raportin aiempiin versioihin saaduista kommentteista.

Sisällysluettelo

Alkusanat	3
Lyhenteet	6
1. Johdanto	7
1.1 Onnettomuusaineistojen hyödyntäminen liikenneturvallisuuden mittaamisessa	7
1.2 Konfliktimenetelmä	9
1.3 Tutkimuksen tavoitteet	11
2. Tutkimusmenetelmä	12
3. Konfliktimenetelmän kehittyminen	13
3.1 Yleinen historia.....	13
3.2 Menetelmän käyttö Suomessa	14
3.2.1 Konfliktimenetelmän käyttö 1970- ja 1980-luvuilla	14
3.2.2 Konfliktimenetelmän soveltaminen vuodesta 1990 lähtien	16
3.3 Konfliktimenetelmän toteutus Suomessa (ruotsalainen menetelmä).....	18
3.4 Konfliktimenetelmän käyttöön liittyviä haasteita.....	19
3.4.1 Validiteetti.....	19
3.4.2 Reliabiliteetti	20
4. Konfliktit ja niiden määrittäminen	22
4.1 Konfliktien suhde muuhun liikenteeseen	22
4.2 Konfliktien määrittäminen	24
4.2.1 Konfliktien määrittäminen väistöliikkeiden avulla	24
4.2.2 Konfliktien määrittäminen ajallisen läheisyyden ja välimatkan perusteella.....	25
4.2.2.1 Time to Collision.....	26
4.2.2.2 Time to Accident.....	26
4.2.2.3 Post Enroachment Time	27
4.2.3 Konfliktien vakavuuden määrittäminen.....	28
5. Konfliktiaineiston keräys	29
5.1 Kenttähavainnointi	29

5.2	Konenäön hyödyntäminen.....	29
5.3	Luonnollisen ajamisen havainnointi	30
5.4	Simulointi	31
6.	Menetelmän soveltaminen	33
6.1	Kahden keskeisen menetelmän vertailu.....	34
6.2	Käynnissä oleva tutkimus.....	34
6.3	Mitä uutta 1980-lukuun verrattuna?	35
6.3.1	Tekniikka	35
6.3.2	Sovelluskohteet	37
7.	Lupaavat sovelluskohteet Suomessa	38
7.1	Ajoneuvolaitteiden merkitys ja vaikutukset konfliktimenetelmässä.....	38
7.2	Liikenneympäristö.....	39
7.3	Rautatieympäristö.....	40
7.4	Meriliikenne	40
8.	Tulosten tarkastelu	42
	Lähteet.....	44

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet

DOCTOR	Alankomaissa käytössä oleva konfliktimenetelmä
ICTCT	International Cooperation on Traffic Conflict Techniques
PET	Post Encroachment Time
TA	Time-to-Accident, "aika onnettomuuteen"
TTC	Time-to-Collision, "aika törmäykseen"

1. Johdanto

1.1 Onnettomuusaineistojen hyödyntäminen liikenneturvallisuuden mittaamisessa

Liikenneturvallisuusanalyysissä käytetään perinteisesti pääasiallisena lähtöaineistona onnettomuustilastoja, joiden avulla liikenneturvallisuutta mitataan liikenneonnettomuuksien lukumäärän, vakavuuden ja seurausten perusteella. Tällainen historiatietoon perustuva turvallisuustason seuranta on hyödyllistä kansallisella ja alueellisella tasolla. Sitä kutsutaan kuitenkin reagoivaksi ("reactive") toiminnaksi, eli pitää tapahtua ja raportoida huomattava määrä onnettomuuksia, ennen kuin tietyllä alueella tai paikassa oleva ongelma havaitaan ja siihen voidaan puuttua turvallisuustoimenpiteillä (Archer, 2005; Lord & Persuad, 2004).

Onnettomuusaineistojen hyödyntämisen haasteista on keskusteltu alan kirjallisuudessa runsaasti ja niitä on tunnistettu seuraavasti (mm. Laureshyn ym., 2010; Archer, 2005; Svensson, 1998; Kulmala, 1983):

1. Onnettomuuksien satunnaisuudesta ja harvinaisuudesta aiheutuvat ongelmat

Onnettomuustilastojen hyödyntämisen ongelmana on tilastollisia analyysejä varten tarvittavan laajan onnettomuusaineiston kerääminen (lukumäärässä ja vuosissa). Tämä johtuu pääasiassa siitä, että i) muihin liikennetapahtumiin verrattuna onnettomuudet ovat erittäin poikkeuksellisia tapahtumia, koska ne syntyvät useiden ei-toivottujen tapahtumien seurauksena, joiden toteutumisen todennäköisyys on pieni, ja ii) onnettomuudet ovat harvinaisia, minkä johdosta on erittäin hankalaa perustaa yksittäisen paikan onnettomuustilanteen analyysia pelkästään siellä tapahtuneisiin onnettomuuksiin. Esimerkiksi jonkin tietyn toimenpiteen turvallisuusvaikutuksia selvitetessä eri ajanjaksojen onnettomuusluvut voivat vaihdella suuresti, vaikka onnettomuuksien odotusarvo eli turvallisuus pysyisikin koko ajan samana. Koska onnettomuudet ovat harvinaisia, vaikutusten arvioimiseksi sama toimenpide toteutetaan useassa kohteessa ja päätelmät toimenpiteen turvallisuusvaikutuksista perustetaan usean vuoden onnettomuusmäärän muutoksiin. Onnettomuustietojen kerääminen ja hyödyntäminen usean vuoden ajalta on kuitenkin haasteellista, koska useat tekijät (esim. liikennemäärät ja muut olosuhteet) voivat muuttua tarkastelujakson aikana olennaisesti.

2. Onnettomuustilastojen huono peittävyys ja edustavuus sekä tilastojen tietojen puutteellisuus

Onnettomuustilastojen hyödyntämisen ongelmana on, ettei läheskään kaikkia tapahtuneita onnettomuuksia raportoida poliisille. Raportoinnin taso vaihtelee usein onnettomuuden seurausten ja siinä osallisena olleiden tienkäyttäjien mukaan. Elvikin ym. (2009) mukaan keskimäärin 95 % kuolemaan, 69 % vakavaan loukkaantumiseen ja 27 % lievään loukkaantumiseen johtaneista tieliikenteen onnettomuuksista raportoidaan virallisiin tieliikenteen onnettomuustilastoihin. Suomessa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta peittävyys on Liikenneturvan (2016) mukaan 100 %. Henkilövahinkoon johtaneista tieliikenneonnettomuuksista poliisiin tietoon tulee 20–30 % (Liikenneturva, 2016; Kautila & Seimelä, 2012). Tienkäyttäjryhmittäisestä tarkastelusta nähdään, että parhaiten raportoidaan auto-onnettomuuksia sekä jalankulkijoiden ja muiden tienkäyttäjien välisiä onnettomuuksia. Raportoimattomuus on yleistä mm. polkupyöräilijöiden yksittäisonnettomuuksissa.

3. Onnettomuuksissa mukana olleiden tienkäyttäjien onnettomuutta edeltävästä käyttäytymisestä on harvoin saatavilla tietoa

Useissa tapauksissa onnettomuustilastot sisältävät hyvin vähän laadullista tietoa onnettomuuteen johtaneista syistä. Poliisien kokoamat onnettomuustilastot sisältävät usein hyvin vähän tietoa esimerkiksi tienkäyttäjien käyttäytymisestä tai onnettomuuspaikan yksityiskohdista. Siten kuljettajan käyttäytymisen ja turvallisuuden välisen yhteyden ymmärtäminen voi olla hyvin haasteellista pelkästään poliisin onnettomuusilmoitusten perusteella.

Edellä mainitut haasteet osoittavat, että liikenneturvallisuusanalyysija tehtäessä on selkeä tarve nopealle, informatiiviselle ja resurssitehokkaalle menetelmälle, jolla pystytään arvioimaan liikenneturvallisuutta tietynlaisissa liikennetilanteissa tai -paikoissa ilman onnettomuusaineistoja tai siten, että onnettomuusaineistot vain tukevat analyysiä (Archer, 2005). Ratkaisuksi tähän tilanteeseen on ehdotettu, että liikenneturvallisuusanalyysien tekemisessä hyödynnetään onnettomuuksia (osittain tai kokonaan) kuvaavia epäsuoria mittareita, kuten liikenneturvallisuusindikaattoreita (mm. Laureshyn ym., 2010). Epäsuoralla viitataan siihen, että nämä mittarit eivät perustu onnettomuuksiin vaan ennemminkin muihin liikenteessä esiintyviin asioihin tai tapahtumiin, jotka ovat yhteydessä onnettomuuksiin ja joiden perusteella kuvataan tietyn paikan turvallisuustilannetta tai prosessia, joka johtaa onnettomuuksiin (Laureshyn, 2010). Indikaattorit auttavat tutkijoita muun muassa (Laureshyn ym., 2010)

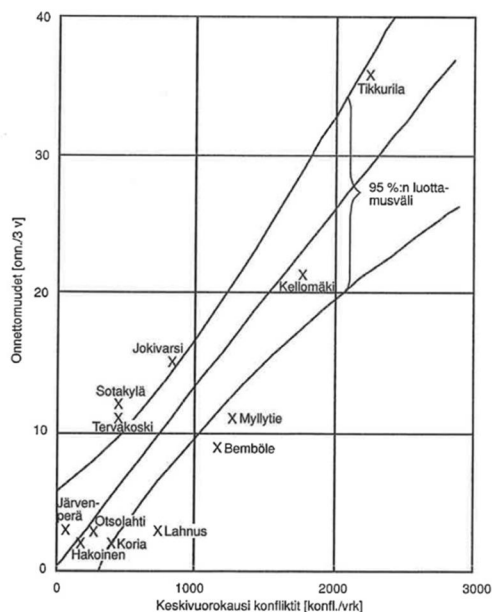
- arvioimaan liikenneturvallisuustilanteessa tapahtuvia muutoksia onnettomuuksia tehokkaammin ja lyhyemmässä ajassa
- tarkentamaan liikenneympäristön ja riskin välistä yhteyttä
- ymmärtämään paremmin liikennekäyttäytymisen ja riskin välistä yhteyttä
- ymmärtämään paremmin prosesseja, jotka kuvaavat normaalia liikennettä ja kriittisiä tilanteita, joihin myös onnettomuudet kuuluvat.

Liikenneturvallisuuden mittaamiseksi on ehdotettu useita indikaattoreita, kuten ylinopeuksia ajavien autoilijoiden tai rattijuoppojen osuutta liikennevirrasta tai turvavyön ja pyöräilykypärän käytön yleisyyttä (mm. Trafi, 2013). Lareshynin (2010) mukaan useimmat ehdotetuista indikaattoreista pyrkivät kuvaamaan joko onnettomuuden todennäköisyyttä tai kuolemien ja loukkaantumisten todennäköisyyttä onnettomuuden sattuessa. Haasteena on, että hyvin harvojen indikaattoreiden yhteys onnettomuuksiin on pystytty todentamaan. Indikaattoreita käytetäänkin usein pääasiassa turvallisuustilanteen seurannassa eikä niillä pyritä selittämään onnettomuuksia edeltävää käyttäytymistä. Lareshyn (2010) pitääkin liikennekonflikteja parhaana turvallisuusindikaattorina, koska niiden avulla saadaan kuva tienkäyttäjien käyttäytymisestä sekä konfliktissa osallisena olevien tienkäyttäjien vuorovaikutuksesta.

Onnettomuusaineistojen hyödyntämisen lisäksi konfliktimenetelmää voidaan verrata liikenteen havainnointiin. Havainnointi voi kohdistua mm. punaista valoa päin ajamiseen, suuntamerkin näyttämiseen, heijastimen käyttämiseen yms. (Liikenneturva 2015). Molemmissa menetelmissä liikennettä havainnoidaan systemaattisesti (esim. lomakkeita hyödyntämällä) ja määrällisten kriteerien avulla. Selvänä erona on sen sijaan se, että havainnointi kohdistuu yleensä käyttäytymiseen, jolla ei ole yksittäisessä tilanteessa selkeää linkkiä onnettomuuden tapahtumiseen, kun taas konfliktimenetelmässä yhteys kuuluu perusoletuksiin. Konfliktimenetelmän keskiössä onkin onnettomuutta lähellä olevien tilanteiden tunnistaminen. Lisäksi jos liikenteen havainnointia ei tehdä systemaattisesti, tulokset voivat olla epäluotettavia tai jopa harhaanjohtavia. Saatujen tulosten luotettavuus kärsii esimerkiksi tilanteessa, jossa verrataan kahta eri kohdetta, joiden liikennemäärät eivät ole samansuuruisia (Luoma, 1994).

1.2 Konfliktimenetelmä

Konfliktimenetelmä on turvallisuusorientoitunut systemaattinen käyttäytymistietojen tarkkailumenetelmä. Konfliktimenetelmässä liikenteen turvallisuutta mitataan tarkkailemalla liikennettä ja kirjaamalla havaittujen vaarallisten tilanteiden (konfliktien ja potentiaalisten konfliktien) lukumääriä ajantasaisesti. Siksi menetelmä mahdollistaa onnettomuustutkimuksia selvästi nopeamman aineiston keruun. Menetelmän oletuksena on, että ennalta määriteltujen konfliktien lukumäärä tietyssä liikennetilanteessa korreloi samassa tilanteessa tapahtuvien liikenneonnettomuuksien lukumäärän kanssa, mistä on myös näyttöä (Rauhala, 1972). Rauhala (1972) vertasi tarkkailunsa tuloksia samoissa liittymissä kolmen vuoden aikana sattuneisiin onnettomuuksiin ja sai niiden välille varsin selkeän riippuvuuden (Kuva 1).



Kuva 1. Poliisiin tietoon tulleet onnettomuudet ja konfliktien lukumäärät kahdessaatoista liittymässä (Rauhala, 1972).

Konfliktimenetelmässä hyödynnetään liikenneturvallsuusindikaattoreita, joilla kuvataan turvattoman vuorovaikutuksen ja lähesonnettomuuksien ominaisuuksia niiden ajallisen läheisyyden ja välimatkan perusteella (Archer, 2005). Indikaattoreiden käytön etuna on niiden resurssitehokkuus (sekä ajallisesti että rahallisesti), koska kriittisiä tilanteita ja lähesonnettomuuksia tapahtuu tietyissä pisteissä useammin kuin onnettomuuksia ja siten havaintojaksot voivat olla suhteellisen lyhyitä tilastollisten tulosten saamiseksi (Archer, 2005). Käytännössä tarvitaan päiviä tai viikkoja useiden vuosien sijaan. Tietyn kohteen turvallisuustason määrittäminen konfliktimenetelmällä on myös onnettomuustilastojen analyysia eettisempää, koska turvallisuusongelmiin voidaan puuttua jo ennen kuin onnettomuuksia pääsee edes tapahtumaan (Kocarkoca, 2012).

Konfliktimenetelmää voidaan käyttää ja on käytetty erityisesti seuraavanlaisissa tarkasteluissa (Kulmala, 1983):

- liikenneympäristöön tehtyjen muutoksien ja toimenpiteiden vaikutusten selvittäminen
- tietyn rajatun liikenneympäristön (esim. liittymän tai suojatien) turvallisuuden ja turvallisuusongelmien analysointi ja parannustoimenpiteiden esittäminen
- perustietojen hankkiminen käyttäytymisestä liikenteessä ja onnettomuuksia lähellä olevissa tilanteissa (ks. luku 4.1).

Konfliktimenetelmän on havaittu soveltuvan erityisen hyvin tarkasteluihin, joissa halutaan välitöntä tietoa liikenneympäristössä toteutettujen rakenteellisten tai

liikenteen ohjaukseen kohdistuneiden toimenpiteiden vaikutuksista. Tällöin toimenpiteiden vaikutukset voidaan selvittää ennen–jälkeen-konfliktimittausten avulla tai vertailemalla tutkimuskohteessa kerättyjä tuloksia kontrollikohteen tilanteeseen.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimus käynnistettiin, koska ulkomaisten kokemusten perusteella konfliktimenetelmän nykyaikaiset aineistonkeruumenetelmät tarjoavat uusia mahdollisuuksia, joita Suomessa ei toistaiseksi ole hyödynnetty. Siten tämän tutkimuksen tavoitteena oli

- laatia katsaus konfliktimenetelmän kehityksestä ja nykytilasta
- arvioida konfliktimenetelmän tulevaisuuden sovelluskohteita Suomessa.

2. Tutkimusmenetelmä

Kirjallisuuskatsauksen aineisto koostui seuraavista osista:

- ICTCT-ryhmän (kansainvälinen konfliktimenetelmän tutkijoiden yhteistyöverkosto) verkkosivuston aineisto
- Science direct -tietokanta, joka sisältää tieteellisiä artikkeleita eri alojen lehdistä
- ohjausryhmän osoittama lisäkirjallisuus.

Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin erityisesti konfliktimenetelmän kehittymistä, konfliktien suhdetta muuhun liikenteeseen, konfliktien määrittämistä, konfliktiaineiston keräämistä sekä konfliktimenetelmän sovelluskohteita.

Konfliktimenetelmän lupaavia sovelluskohteita Suomessa arvioitiin työpajatyöskentelynä. Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto lähetettiin työpajan osallistujille tutustuttavaksi ennen työpajaa. Työpajassa käsitellyt aihekokonaisuudet olivat tieliikenteen ajoneuvolaitteet ja liikenneympäristö, rautatieliikenne ja meriliikenne. Osa-alueiden muodostamiseen vaikuttivat kirjallisuuskatsauksen löydökset sekä yleinen käsitys liikenneturvallisuusongelmista sekä liikennejärjestelmästä.

3. Konfliktimenetelmän kehittyminen

Seuraavissa luvuissa on kuvattu lyhyesti konfliktimenetelmän historiaa yleisesti ja Suomessa sekä konfliktimenetelmän käyttöperiaatteita ja käyttöön liittyviä haasteita.

3.1 Yleinen historia

Konfliktimenetelmää sovellettiin tieliikenteessä ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa 1960-luvun lopulla, jolloin General Motorsin (GM) toteuttamassa tutkimuksessa selvitettiin tiettyjä risteyksiä tarkkailemalla, joutuivatko heidän yhtiönsä valmistamat autot muiden yhtiöiden valmistamia autoja useammin vaaratilanteisiin. Perkinsin ja Harrisin (1967) käyttämässä menetelmässä havainnoitiin ja rekisteröitiin autojen välisiä vaarallisia vuorovaikutuksia, joissa potentiaalinen törmäys vältettiin väistöliikkeen avulla. Konfliktiksi luettiin kaikki tilanteet, joissa vuorovaikutustilanteissa jarrutettiin (määritettiin jarrutusvalojen syttymisen perusteella) tai väistettiin. Tulosten mukaan General Motorsin autot eivät joutuneet muita autoja useammin konfliktitilanteisiin, mutta menetelmän havaittiin soveltuvan mm. liittymien turvallisuuden arviointiin (Svensson, 1998; Kulmala, 1986).

Kiinnostus GM:n menetelmään oli suuri, ja sen innoittamana konfliktimenetelmää alettiin 1970-luvulla kehittää yhtäaikaisesti useassa eri Euroopan maassa sekä Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Israelissa joko GM:n kehittämällä menetelmällä tai uusina itse kehitettyinä versioina (Asmussen, 1983).

Konfliktimenetelmän yleistymisen jälkeen huomattiin nopeasti, että yhteistyölle olisi tarvetta erityisesti aineistojen vaihtamiseksi sekä määritelmien ja menetelmän kehityksen vertaamiseksi. Siten 1970-luvun lopulla perustettiin kansainvälinen konfliktimenetelmän käyttäjien yhteistyöelin ICTCT, joka toi yhteen aiheen parissa työskenteleviä tutkijoita ja tutkimuslaitoksia yli kymmenestä maasta ja mahdollisti aiheesta käytävän tiedonvaihdon (Kulmala, 1986). ICTCT:n tarkoitus on edistää konfliktimenetelmän käyttöä ja kehittää menetelmää edelleen. Ensimmäinen kansainvälinen konfliktityöpaja pidettiin Oslossa vuonna 1977 (Amundson & Hydén, 1977), ja siellä eri maiden tutkijat päätyivät yhteiseen konfliktin määritelmään:

”Konflikti on havaittavissa oleva tapahtuma, jossa kaksi tai useampia tienkäyttäjiä lähestyvät toisiaan tilassa ja ajassa siten, että törmäyksen vaara on olemassa jos heidän liikeratansa pysyvät muuttumattomina.”

Eri maissa käytettyjen konfliktimenetelmien kirjo oli varsin suuri, ja sen takia ICTCT on järjestänyt menetelmien kalibroimiseksi kolme yhteistutkimusta, joista suurin järjestettiin Malmössä vuonna 1983. Malmössä tehdyn tutkimuksen mukaan eri maiden menetelmillä havaitut konfliktien lukumäärät erosivat toisistaan selvästi, mutta eri menetelmillä saadut tulokset antoivat yhtenevän kuvan tutkimuskohteiden turvallisuudesta ja niissä esiintyvien turvallisuusongelmien poistamiskeinoista. (Grayson, 1984; Kulmala, 1993.)

Vaikka konfliktimenetelmällä onkin paljon etuja, sen käyttö on 1980-luvun jälkeen jäänyt varsin vähäiseksi sekä Suomessa että muualla maailmassa. Osaltaan siihen ovat vaikuttaneet menetelmän validiteettiin ja luotettavuuteen liittyvät ongelmat (Archer, 2005), mutta pääasiallisena syynä on pidetty menetelmän käytön kalleutta (Kulmala, 1986). Havainnoijia vaaditaan yleensä kaksi ja mittauksia joudutaan yksittäisessä kohteessa tekemään yleensä useiden päivien ajan. Jos samalla käytetään kuvanauhuria, tulee runsaasti lisäkustannuksia kuvanauhojen analysoinnista. (Kulmala, 1986.)

Viime vuosina konfliktimenetelmää onkin kehitetty automatisoiduksi siten, että sekä konfliktien ja potentiaalisten konfliktien tunnistaminen että analysointi kuvanauhoilta tapahtuisivat automaattisesti. Tavoitetta ei ole saavutettu, mutta tässä raportissa pyritään kuvaamaan viimeaikaisia kehitysaskelia.

3.2 Menetelmän käyttö Suomessa

3.2.1 Konfliktimenetelmän käyttö 1970- ja 1980-luvuilla

Konfliktimenetelmää sovelsi Suomessa ensimmäisen kerran Rauhala (1972), joka kehitti työssään liikenteen tarkkailumenetelmän, jonka avulla kerättiin systemaattisesti tietoa ihmisten ajokäyttäytymisestä taajama-alueen ulkopuolisissa liittymissä. Rauhalan käyttämä konfliktimenetelmä perustui Perkinsin ja Harrisin (1967) kaupunkiolosuhteisiin kehittämäänsä konfliktimenetelmään, jota Rauhala laajensi myös maaseutuolosuhteisiin soveltuvaksi. Rauhalan tutkimuksessa konfliktiksi määriteltiin tapahtumat, joissa ihmisen todellinen ajokäyttäytyminen poikkesi suunnitellusta optimaalisesta ajokäyttäytymisestä. Rauhala luokitteli konfliktit kolmeen pääryhmään: (i) etuajo- (päätieta suoraan ajava joutuu jarruttamaan tai väistämään toisen ajoneuvon takia), (ii) peräänajo- (jälkimmäinen jarruttaa tai väistää liittymässä edellä ajavan takia) ja (iii) liikenneerikkomuskonfliktit (esim. sulkuviivarikkomus, reunaviivan ylitys, ohitus, ryhmittymisvirhe yms.). Konfliktien tunnistaminen tapahtui pääasiassa ajolinjojen tai jarrutusvalojen syytymisen perusteella. Rauhalan tutkimuksessa keskimäärin joka kahdeksas liittymän läpi ajanut ajoneuvo joutui konfliktiin (esim. jarrutus, väistöliike tai liikenneerikkomus).

Menetelmän käyttöä jatkettiin Tie- ja vesirakennushallituksessa (TVH) melko aktiivisesti aina 1970-luvun lopulle asti (mm. TVH, 1982), jolloin menetelmän käytöstä vastuussa oleva henkilö siirtyi toisen työnantajan palvelukseen (Kulmala, 1993). 1980-luvulla menetelmän käyttö TVH:ssa oli satunnaista.

VTT:ssä konfliktimenetelmää sovellettiin aluksi vuonna 1974 kehitetyssä risteysliikenteen simulointimallissa, jossa konflikteja käytettiin matka-aikojen, jonojen ym. tekijöiden lisäksi yhtenä liittymän toimintaa kuvaavana tunnuslukuna, joiden perusteella arvioitiin liittymän turvallisuutta (Kulmala, 1993). Simulointimalli suunniteltiin taajamaoloihin, ja Helsingin kaupunki oli mukana sen kehitystyössä (Kulmala, 1993). Pyymäki (1977) selvitti kehitetyn risteysmallin soveltuvuutta ja pätevyyttä konfliktitutkimuksissa vertaamalla simulointimallin antamia tuloksia kentällä havaittuihin konflikteihin ja risteysten toteutuneisiin onnettomuusmääriin. Konfliktien simulointimallin tavoitteena oli määrittää kaupunkiliittymien tai suppeiden alueiden liikenteeseen liittyviä riskejä ilman kenttäkokeita. Tulosten mukaan simulointimallin tuottamat konfliktit korreloivat onnettomuuksien kanssa havaittuja konflikteja huomattavasti huonommin. Mallin kelpoisuuden arviointi konfliktitutkimuksissa osoitettiin saatujen tulosten perusteella haasteelliseksi. Tulosten mukaan simulointimallin validiteetista voitaisiin antaa tarkempia tietoja sekä risteysten että simulointiajojen määrää kasvattamalla. Mallin kehitystyön suurimpana ongelmana oli rahoituksen puute, minkä vuoksi mallia ei missään vaiheessa otettu tuotantokäyttöön. (Kulmala, 1993.)

Konfliktien kenttähavainnointia tehtiin VTT:ssä ensimmäisen kerran vuonna 1978, jolloin tutkittiin kuljettajien käyttäytymistä väistötillalla varustetuissa T-liittymissä. Konfliktien havainnoinnissa hyödynnettiin Rauhalan käyttämää ns. ”jarruvalomenetelmää” (Kulmala, 1993). Konfliktien kenttähavainnointi ns. ruotsalaisella menetelmällä aloitettiin VTT:ssä vuonna 1979, jolloin Helsingin ja Lahden kaupungit ilmaisivat kiinnostuksensa menetelmän kokeiluun (Kulmala, 1980; Kulmala, 1993). Ruotsissa Lundin yliopistossa kehitettyä menetelmää (Hydén, 1987) muokattiin hieman Suomen olosuhteisiin sopivaksi (Kulmala, 1986), ja VTT koulutti tutkimuksen tekemistä varten tarvittavat konfliktihavainnoijat. Konfliktimenetelmää sovellettiin kahteen erilaiseen tarkoitukseen: Helsingin kahdella katuosuudella tutkittiin suojakorokkeiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen ennen–jälkeen-tarkasteluna ja Lahdessa analysoitiin liikenneturvallisuutta viidessä liittymässä (Kulmala, 1980). Menetelmän todettiin soveltuvan erittäin hyvin tällaisiin tarkasteluihin. Korokkeitten todettiin parantavan suojatiellä tapahtuvan kadunylityksen turvallisuutta vähentämällä konfliktiriskiä 44–61 %. Liittymien turvallisuuden parantamiseksi ehdotettujen toimenpiteiden listalla olivat mm. liikennemerkkien asentaminen, suojatiekorokkeiden suurentaminen ja valo-ohjauksen asentaminen.

Tutkimuksiin ja käytettyyn menetelmään oltiin tyytyväisiä, ja VTT tekikin vuodesta 1980 lähtien konfliktitutkimuksia lähes saman ryhmän kanssa likimain täysipäiväisesti useiden vuosien ajan aina 1980-luvun loppuun asti (Kulmala, 1993). Menetelmää sovellettiin selvitettyä mm. erilaisten suojatieratkaisujen vaikutusta jalankulkijoiden kadunylityksen turvallisuuteen (Kulmala, 1981), kevyen liikenteen väylien erityispiirteiden ja erottelun vaikutuksia (Kulmala & Pajunen, 1985), vaihtuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia (Kulmala & Pajunen, 1986) ja maantieliittymän pääsuunnan kanavoinnin vaikutuksia (Kulmala, 1989). Näistä viimeisimmästä selvitettiin VTT:n ja TVH:n yhteistyönä kehittämän konfliktimenetelmän soveltuvuutta maantieliittymien turvallisuusongelmien analysoinnissa. Tutkimuksen mukaan konfliktimenetelmä soveltui hyvin myös vilkkaisiin maantieliittymiin

(Kulmala, 1989). Menetelmään tehtiin vuosien varrella joitakin lisäyksiä ja muunnoksia, kun sitä hiottiin paremmin Suomen oloihin ja tutkimusrahoitukseen sopivaksi (Kulmala, 1993). Esimerkiksi vuonna 1987 konfliktimenetelmää täydennettiin kehittämällä taajamaliikenteeseen sopiva aikavälien mittaus- ja käsittelylaitteisto, jolla voitiin lyhyessä ajassa ja automaattisesti tehdä havaintoja liikennevirrasta (Mäkinen & Kulmala, 1987).

Konfliktimenetelmien kansainvälisessä kalibrointitutkimuksessa VTT:n menetelmän konfliktien todettiin vastaavan melko tarkoin useimpien konfliktimenetelmien vakavia konflikteja ja VTT:n potentiaalisten konfliktitilanteiden muiden maiden lieviä konflikteja (Kulmala, 1989). VTT:n menetelmää läheisesti muistuttavien ruotsalaisen ja yhdysvaltalaisen menetelmän osalta todettiin konfliktien ja onnettomuuksien läheinen yhteys myös maantiedoissa. Vaikka VTT:n menetelmää ei olekaan testattu laajalla validiteettitarkastelulla, voitaneen Kulmalan (1989) mukaan silti pitää erittäin todennäköisenä, että konflikteilla ja onnettomuuksilla on Suomenkin maanteillä selkeä tilastollinen yhteys.

3.2.2 Konfliktimenetelmän soveltaminen vuodesta 1990 lähtien

Konfliktimenetelmän ”kevennettyä versiota” sovellettiin muutamissa 1990-lopun ja 2000-luvun alun tutkimuksissa. Magnus Nygård (1999) kehitti menetelmän liikennekonfliktien tunnistamiseksi ajoneuvojen nopeusprofiilin avulla. Tarkastelussa keskityttiin tunnistamaan konfliktitilanteisiin liittyvien jarrutusten tyypillisiä ominaisuuksia. Konfliktitietoa kerättiin ajattamalla koehenkilöitä instrumentoidulla autolla normaalissa liikenteessä. Kuljettajalle kerrottiin, että tutkimuksessa selvitetään kuljettajalle ajon aikana annettavien, näytölle ilmestyvien kirjallisten viestien ymmärrettävyyttä. Koeajot kuvattiin videokameralla, ja autossa mukana ollut henkilö havainnoi ja kirjasi liikennekonfliktit, joihin koekuljettaja oli osallisena. Lisäksi ajoista tallennettiin ajonopeus, ajoaika, ajettu matka, ohjauspyörän liikkeet ja jarrupaine 0,2 sekunnin välein. Nygårdin tutkimuksen mukaan vakaviin konfliktitilanteisiin liittyvien äkillisten ja voimakkaiden jarrutusten aloitusaika oli löydettävissä nopeusprofiilin avulla. Tutkimuksen tuloksiin tuli kuitenkin suhtautua varauksella, koska tutkimuksen aikana tunnistettujen konfliktien lukumäärä oli pieni.

VTT:llä toteutettiin 2000-luvulla kaksi samantyyppistä tutkimusta, joissa selvitettiin auton sisällä olevien laitteiden välittämien tehtävien vaikutusta autonkuljettajien ajokäyttäytymiseen. Ensimmäisessä, vuonna 2003 toteutetussa HASTE-projektin osatutkimuksessa (Anttila & Luoma, 2005) selvitettiin kuljettajalle ajon aikana annettavien eri vaikeusasteisten visuaalisten ja kognitiivisten (muistiin liittyvien) tehtävien vaikutusta ajokäyttäytymiseen kärkekolmiolla varustetuissa liittymissä. Tietoa ajokäyttäytymisestä kerättiin kahdella tavalla: (1) instrumentoituun autoon asennetun mittausjärjestelmän avulla (ajonopeus ja jarrutukset, kuljettajan reaktio annettuihin tehtäviin, mm. reaktioaika, reagointiprosentti ja reaktioiden oikeellisuus) ja (2) auton takapenkillä olevan havainnoijan toimesta (mm. nopeus ja sen muutokset, väistöliikkeet, kaistalla pysyminen, vuorovaikutus muiden autojen ja jalankulkijoiden/polkupyöräilijöiden kanssa). Tutkimusten tulosten mukaan kuljettajalle annettavat toissijaiset tehtävät vaikuttivat kuljettajan ajokäyt-

täytymiseen (erityisesti kaupunkialueella), mikä näkyi erityisesti vuorovaikutuksen heikentymisenä muiden tienkäyttäjien kanssa.

Jälkimmäisessä hankkeessa (Schirokoff ym., 2009) tutkittiin HASTE-projektissa kehitettyjen ja käytettyjen visuaalisten ja kognitiivisten tehtävien vaikutusta ajokäyttäytymiseen, erityisenä fokuksena edellä ajavien autojen tekemien jarrutusten ja suojatietä lähestyvien jalankulkijoiden vaikutus ajokäyttäytymiseen. HASTE-tutkimukseen verrattuna tässä kerättiin tietoa myös kuljettajan silmänliikkeistä auton sisälle asennetulla järjestelmällä. Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä todemukaista tietoa kuljettajien ajokäyttäytymisestä simulointimallin lähtöaineistoksi. Tutkimuksen aikana ilmenneet käytännön ongelmat vaikuttivat kerättyihin tuloksiin eikä tuloksia julkaistu.

Räsänen ym. (2000; 1999) ovat tutkineet autoilijoiden ja pyöräilijöiden välisiä konflikteja videonauhoitusten avulla. Ensimmäisessä tutkimuksessa (Räsänen ym., 1999) selvitettiin uuden väistämissäännön vaikutuksia autonkuljettajien ja pyöräilijöiden käyttäytymiseen polkupyöräristeyksessä (bicycle crossing) ja tienkäyttäjien tietoisuutta kyseisestä säännöstä. Jälkimmäisessä tutkimuksessa (Räsänen & Summala, 2000) selvitettiin liikenneympyrään saapuvien autoilijoiden käyttäytymistä erilaisissa liikennetilanteissa. Molemmissa tutkimuksissa potentiaaliset konfliktitilanteet autoilijoiden ja pyöräilijöiden välille luotiin koulutettujen pyöräilijöiden (stunt cyclist) avulla. Kyseisissä tutkimuksissa selvitettiin videonauhoitusten avulla mm. autojen lähestymisnopeuksia, autonkuljettajien pään liikkeitä sekä väistämiskäyttäytymistä. Autojen lähestymisnopeuksien määrittämisessä käytettiin erityistä videonauhoitusta hyödyntävää tietokoneohjelmaa.

Edellisten lisäksi Räsänen (2006) on selvittänyt erilaisiin paikkoihin sijoitettujen bussipysäkkien vaikutusta autoilijoiden käyttäytymiseen tarkkailemalla bussin takana olevien autojen jarrutuksia (jarruvalojen perusteella). Tutkimuksessa oli mukana neljä eri lailla sijoitettua bussipysäkkiä, joita kutakin tarkkailtiin neljänä kahden tunnin jaksona videonauhoitusten avulla. Jarrutuksen vakavuus arvioitiin kolmiportaisella asteikolla: voimakas jarrutus, keskinkertainen jarrutus, ei jarrutusta. Oletuksena oli, että jarrutusten ja kaistanvaihtojen suuri määrä viittaa siihen, että kyseinen bussipysäkki on huonosti toimiva ja altis onnettomuuksille. Tutkimuksen tulosten mukaan bussipysäkit soveltuisivat parhaiten erillisenä ulokkeena poistumiskaistojen yhteyteen.

Viimeisin konflikteihin liittyvä tutkimus toteutettiin vuonna 2013. Kyseisen hankkeen tavoitteena oli arvioida mahdollisuuksia kehittää mobiili, ICT-tekniologiaa hyödyntävä vaaratilannejärjestelmä maantieliikenteen ammattikuljettajille työ- ja liikenneturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden raportoimiseksi (Sallinen ym., 2013). Projektin aikana kehitetyn järjestelmän avulla kuljettaja pystyi ilmoittamaan ajon aikana esiintyviä vaaratilanteita napin painalluksella, jolloin puhelimelle tallentuivat seuraavat vaaratilanteeseen liittyvät tiedot: 1) päivämäärä, kellonaika, ajoneuvon nopeus ja kulkusuunta älypuhelimien GPS-paikannukseen perustuen, 2) ajoneuvon kiihtyvyys kulkusuuntaan ja sivusuuntaan sekä pystysuuntaan älypuhelimien kiihtyvyyssantureihin perustuen, 3) videotallenne tilanteesta (esim. 90 s ennen ja 30 s napin painalluksen jälkeen). Näiden lisäksi ohjelmistoon voitiin liittää automaattinen tiedonkeruu vallinneesta säätilasta Ilmatieteen laitoksen avoimen

säädät perusteella. Automaattisesti kerättyjen tietojen lisäksi kuljettajien tehtävänä oli täydentää tehtyä ilmoitusta jälkikäteen tauon aikana tai työvuoron päättyessä. Järjestelmän kehittämisen lisäksi sitä testattiin hyvin pienimuotoisesti (kaksi henkilöä).

3.3 Konfliktimenetelmän toteutus Suomessa (ruotsalainen menetelmä)

Konfliktimenetelmän toteutus oli hyvin samanlainen kaikissa Suomessa ns. Ruotsin menetelmällä tehdyissä konfliktitutkimuksissa. Konflikteja havainnoi tutkimuskohteessa 2–4 havainnoitsijaa (havainnoijien lukumäärä riippui mm. tarkkailtavien seikkojen määrästä, tutkimuskohteen laajuudesta ja muodosta sekä liikennemäärästä). Tutkimuksen aikana havainnoitsijat piirsivät lomakkeella olevaan liittymäkaavioon osalliset ja heidän liikesuuntansa, minkä lisäksi lomakkeelle merkittiin tilanteen tarkka tapahtuma-aika, tilanteen vakavuus ja tarvittaessa sanallinen kuvaus tilanteesta ja sen synnystä (Kulmala, 1993).

Konfliktimittauksissa oli lähes aina mukana kuvanauhuri, jota käytettiin mm. seuraaviin tarkoituksiin (Kulmala, 1993):

- vaaratilannehavaintojen tarkistaminen
- liikennemäärien laskeminen otoksina nauhalta
- havainnoitsijan korvaaminen laajoissa kohteissa, kun havainnoitsijoita ei ollut riittävästi
- käyttäytymistietojen kerääminen
- analyysivaiheessa tärkeiksi osoittautuneiden tietojen keruu jälkikäteen
- aikavälien ja nopeuksien selvittäminen kuvanauhurin kellon avulla
- nopeustietojen yhdistäminen käyttäytymis- yms. tietoihin
- kuvanauhalle voitiin mittauksen aikana puhua mikrofonilla tietoja, joiden talliointi paperille käsin olisi vienyt liikaa aikaa kenttäoloissa
- tilanteiden kerääminen nauhoilta erilliselle yhdistelmänuhalle tutkimuksen tulosten havainnollistamiseksi.

Lisäksi mittauksissa käytettiin ajoneuvojen nopeuksien ja aikavälien mittaamiseen kehitettyä liikenneanalysointia sekä liikennetutkaa. Liikennemäärien laskentaa tehtiin kentällä joskus myös erityisen laskimen avulla (Kulmala, 1993).

Vaaratilanteiden rekisteröimisen lisäksi tutkimuskohteen liikenteen määrät selvitettiin liikennevirroitain ja kulkumuodoittain. Tutkimuspaikan liikennemääriä joko laski ylimääräinen tarkkailija tai määrät arvioitiin kuvanauhoilta. Tutkimuspaikkojen liikennevirtojen liikennemääriä laskettiin otosten avulla, esim. 25 %:n otoksina (joka neljäs viidentoista minuutin jakso) (esim. Kulmala, 1989) tai laskemalla liikennevirta 15 minuutin jaksolle keskimmäisen viiden minuutin liikennemäärän perusteella (Kulmala & Pajunen, 1986). Tienkäyttäjien (esim. autot tai polkupyöräilijät) nopeuksia mitattiin otoksina vastaavissa paikoissa tutkalla, joka esim. Kulmalan ja Pajusen (1986) tutkimuksessa sijaitsi samassa paikassa kuvanauhurin kanssa. Jossain tutkimuksissa mitattiin myös autojen aikavälejä (esim. Mäkinen & Kulmala, 1987).

Konfliktitutkimuksissa käytettyjen havainnoijien perusvaatimuksena oli VTT:ssä ollut ajokortin omistaminen, koska siten heillä oletettiin olevan riittävät perustiedot liikennesäännöistä ja liikenteessä liikkumisesta (Kulmala, luottamuksellinen). Havainnoijien koulutus kesti yleensä noin viikon. Koulutusohjelmaan sisältyi teoriaopetusta (sis. kerättyjen mallitilanteiden katselua kuvanauhoilta) sekä maastossa tapahtuvaa havainnointia ohjatusti ja itsenäisesti.

Kussakin tutkimuksessa käytetty mittausaika riippui pääasiassa kohteen vilkkaudesta. Mitä vilkkaampi kohde, sitä enemmän vaaratilanteita tapahtui ja sitä vähemmän tarvittiin mittaustunteja. Yleensä mittaukset tehtiin arkipäivisin välttämällä kuitenkin liikenteellisesti hieman poikkeavaa perjantai-iltapäivää. (Kulmala, 1993).

Tulosten analysointivaiheessa tunnistetut konfliktit piirrettiin konfliktikartaksi kohdetta esittävään kaavioon. Liikennemäärien avulla laskettiin erilaisia riskistösuureita, joihin vaarallisten tilanteiden lukumäärät voidaan suhteuttaa riskejä laskettaessa. Riskistönä käytettiin tavallisesti joko liikennemääriä sellaisenaan tai vaaratilanteissa mukana olleiden liikennevirtojen tulon neliöjuurta (käytetty mm. verrattaessa samojen tilannetyyppien riskejä eri liittymissä). Konfliktien lukumäärän ja riskistön perusteella selvitettiin vaaratilanteiden riskien eroja ennen ja jälkeen -tilanteissa. (Kulmala, 1993).

3.4 Konfliktimenetelmän käyttöön liittyviä haasteita

Konfliktimenetelmällä kerättyjen tulosten luotettavuudesta keskusteltaessa esiin nousevat usein menetelmän validiteetti ja reliabiliteetti, joita on käsitelty tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

3.4.1 Validiteetti

Konfliktimenetelmän eli turvallisuusindikaattorien käytön yhteydessä keskustellaan usein niiden validiteetista eli siitä, miten hyvin ne teoreettisena käsitteenä kuvaavat esimerkiksi jonkin liikennejärjestelmän osan "turvallisuutta" (Archer, 2005). Konfliktimenetelmän validiteetista puhuttaessa keskitytään usein siihen, miten hyvin turvallisuusindikaattorit (eli tässä yhteydessä konfliktit) kuvaavat tapahtuneita onnettomuuksia ja niiden vakavuutta ja miten tarkasti onnettomuuksien lukumäärä voidaan ennustaa tapahtuneiden konfliktien avulla. Keskeisenä kysymyksenä on, missä määrin vakavia konflikteja voidaan käyttää ennustamaan onnettomuuksien lukumäärää (tästä käytetään myös nimitystä "product validity").

Konfliktimenetelmän validiteettia on tutkittu useissa eri maissa 1970-luvulta lähtien (Engel, 1985). Hauerin ja Gårderin (1986) mukaan konfliktimenetelmä soveltuu hyvin tiettyssä paikassa tapahtuvien onnettomuuksien lukumäärän ennustamiseen. Hauer ja Gårder lähestyivät aihetta konfliktien ja onnettomuuksien välisen suhteen vaihteluvälin tutkimisella. Pienen konfliktien ja onnettomuuksien välisen vaihteluvälin saavutettuaan he totesivat, että konfliktimenetelmä soveltuu hyvin onnettomuuksien lukumäärän ennustamiseen. Melkein samaan aikaan aihetta tutkittiin myös Yhdysvalloissa (Migletz ym., 1985), jossa tehdyn tutkimuksen mu-

kaan konfliktitutkimuksissa kerättyjen konfliktien lukumäärän perusteella voidaan arvioida keskimääräistä onnettomuuksien esiintymistiheyttä tietyssä paikassa vähintäänkin yhtä tarkasti kuin historiallisen onnettomuusaineiston perusteella.

Konfliktimenetelmän validiteetista on käyty runsaasti keskustelua myös 1980-luvun puolivälin jälkeen. Ruotsin konfliktimenetelmän validiteettitutkimuksessa vakavien konfliktien ja poliisille raportoitujen henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien (injury accidents) välinen yhteys todettiin 1990-luvun alussa (Svensson, 1998; Archer, 2001). Yhden viimeisimmistä aiheeseen liittyvistä tutkimuksista ovat tehneet El-Basyouny ja Sayed (2013), jotka kehittivät kaksivaiheisen mallin selvittääkseen konfliktien ja onnettomuuksien välistä suhdetta. Mallissa hyödynnettiin Brittiläisessä Kolumbiassa (Kanadan läntisin provinssi) kerättyä 51 liittymän aineistoa (tapahtuneet onnettomuudet, konfliktit, autoliikenne, kaistojen lukumäärä yms.). Tulokset osoittivat, että konfliktien ja onnettomuuksien välillä on selkeä (consistent) yhteys, ja siten tutkijat ehdottavat, että konflikteja voidaan käyttää onnettomuuksien lukumäärien kuvaamiseen.

Konfliktitutkimusten validiteettia voidaan käsitellä myös siltä kannalta, ovatko konfliktia edeltäneet prosessit (tai tapahtumat) samanlaisia kuin ne, jotka edeltävät onnettomuuksia (Archer, 2005). Tätä ilmiötä kutsutaan "prosessin validiteetiksi". Asiaa on tutkittu mm. Ruotsissa, jossa Hydén (1987) vertasi konflikteja ja onnettomuuksia edeltäviä tapahtumia ja löysi Time-to-accident (TA) -arvoon ja nopeuksiin perustuvan analyysin perusteella huomattavia yhtäläisyyksiä konflikteja ja onnettomuuksia edeltävien tapahtumien väliltä.

Laureshynin ym. (2010) mukaan osa konfliktitutkimusten validiteettiin liittyvistä ongelmista aiheutuu onnettomuustilastojen epätarkkuuksista ja niihin sisällytetyn aineiston puutteellisesta käsittelystä.

3.4.2 Reliabiliteetti

Konfliktimittausten reliabiliteetilla eli menetelmän luotettavuudella viitataan menetelmän kykyyn tuottaa toistettavia mittaustuloksia, jotka eivät ole sattumanvaraisia. Keskeisiä kysymyksiä tulosten reliabiliteetin kannalta ovat: *Tulkitseeko sama tarkkailija samat tilanteet eri aikoina samalla tavalla?* ja *Tulkitsevatko eri tarkkailijat samat tilanteet samalla tavalla?* (Archer, 2005). Keskeisenä haasteena onkin konfliktien tunnistaminen ja luokittelu samalla tavalla, kulloinkin käytettävän konfliktimäärittelyn mukaisesti (Svensson, 2005). Konfliktimittauksissa konfliktien tunnistaminen ja arviointi perustuvat usein konflikteja arvioivien yksittäisten havainnoitsijoiden subjektiivisiin arvioihin. Tätä ongelmaa voidaan ainakin osittain vähentää sillä, että kentällä tehdyt konfliktihavainnot tarkistetaan kuvanauhoilta. Videonauhoitukset mahdollistavat arviointien tarkistamisen eli tekevät arvioinnista objektiivisempia. Konfliktien havainnointi voidaan tehdä myös pelkästään kuvanauhojen perusteella, mutta silloin haasteena on, ettei kuvanauhoilta pystytä tunnistamaan kaikkia konfliktitilanteen yksityiskohtia yhtä selkeästi kuin paikan päällä. (Zajic, 2012.)

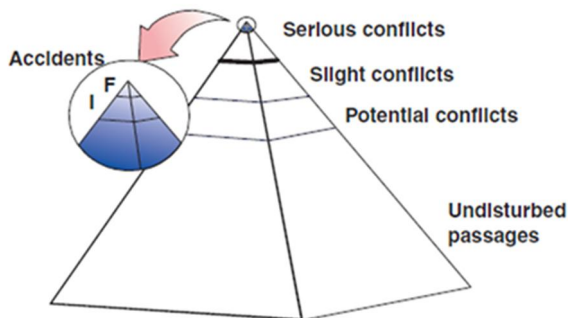
Havainnoijien keräämät tulokset ovat sitä luotettavimpia, mitä vähemmän konfliktien tunnistamisessa ja luokittelussa on eroja eri havainnoijien välillä tai saman

havainnoijan eri aikoina tekemien havaintojen ja luokitteluiden välillä. Reliabiliteettia voidaan parantaa mm. havainnoijia kouluttamalla.

4. Konfliktit ja niiden määrittäminen

4.1 Konfliktien suhde muuhun liikenteeseen

Yleisen oletuksen mukaan konfliktien ja onnettomuuksien välillä on hyvin läheinen suhde (Svensson, 1998). Tienkäyttäjien välinen vuorovaikutus voidaan kuvata turvallisuuteen liittyvien tapahtumien jatkumona, jota usein kuvataan pyramidin ja sen eri kerroksien muodossa (Kuva 2). Pyramidi kuvaa sitä, miten harvinaisia ja poikkeuksellisia ovat ei-toivotut tapahtumat (onnettomuudet), joihin turvallisuustutkimukset usein perustuvat (Svensson & Hydén, 2006).



Kuva 2. Tieliikenteen eriateisten konfliktien ja onnettomuuksien määrä verrattuna koko tieliikenteen määrään (Hydén, 1987).

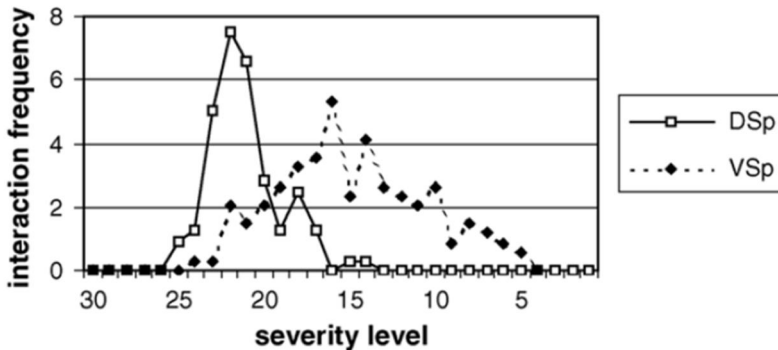
Pyramidin eri tasot voidaan nähdä vakavuusasteikkona. Pyramidin huippu kuvaa onnettomuuksien lukumäärää ja pohja häiriötöntä liikennettä. Konfliktien vakavuuden määrittely tapahtuu eri tavoin eri menetelmissä (eriateisten konfliktien määrittämistä on kuvattu tarkemmin luvussa 4.2). Useimmissa konfliktitutkimuksissa vakavat konfliktit erotetaan lievistä tai potentiaalisista konflikteista, koska onnettomuuksien tapaan kukaan ei halua tahallaan olla osallisena vakavassa konfliktissa. (Svensson, 1998). Pyramidin huippu kuvaa onnettomuuksien lukumäärää ja pohja häiriötöntä liikennettä, jolloin tienkäyttäjät ohittavat toisensa riippumattomasti toi-

sistaan. Svensson (1998) ja Hydén (1987) ovat kuvanneet pyramidin eri osia seuraavasti:

- Onnettomuudessa tienkäyttäjän tekemä väistöliike alkaa liian myöhään tai väistöliikkeen tekeminen ei ole mahdollista ja siten törmäys on väistämätön. Onnettomuuksien seuraukset vaihtelevat materiaalivahingoista kuolemantapauksiin.
- Vakava konflikti on onnettomuuden tapaan yllättävä tapahtuma, jossa väistöliike alkaa myöhään, mutta osalliset (tai vähintään toinen osallisista) ehtii tehdä onnistuneen väistöliikkeen. Vakavat konfliktit ovat 1 000–30 000 kertaa yleisempiä kuin poliisille raportoidut loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet.
- Lievässä konfliktissa tienkäyttäjät ovat törmäyskurssilla, mutta tilanne on kuitenkin hallinnassa, koska tienkäyttäjät huomaavat toisensa ajoissa eikä väistöliike siten sisällä hätäjarrutusta.
- Potentiaalisessa konfliktissa tienkäyttäjät ovat lähellä toisiaan ja heidän täytyy ylittää toistensa reitit. Vuorovaikutus on häiriötön ja tehty hyvissä ajoin.

Kuten kuvasta 2 nähdään, kaikkien konfliktien osuus on vain pieni osa koko liikennemäärästä, ja suurin osa liikenteestä on häiriötöntä. Varsinaisten onnettomuuksien osuus on puolestaan vain murto-osa kaikista konflikteista, ja kaikista onnettomuuksista vain hyvin pieni osa on kuolemaan johtavia.

Hydén (1987) olettaa, että tapahtumien lukumäärä kasvaa sitä suuremmaksi, mitä kauemmaksi vakavista tapahtumista pyramidissa liikutaan. Tämä on totta, kun tarkastellaan kaikkia liikenteen tapahtumia. Toinen mahdollisuus on keskittyä vain niihin liikenteen vuorovaikutuksiin, joissa tienkäyttäjät ovat törmäyskurssilla. Tässä tapauksessa Svenssonin ja Hydénin (2006) mukaan hierarkian muoto ja hierarkian osa, johon suurin osa tapahtumista sijoittuu, vaihtelevat tutkimuspaikoittain. Esimerkkinä tästä on Svenssonin (1998) tekemä tarkastelu, jossa hän tutki vakavuushierarkian muotoa kahdessa erilaisessa liikennepaikassa: liikennevalo-ohjatussa ja liikennevalo-ohjaamattomassa liittymässä. Svensson (1998) tarkkaili ja luokitteli suoraan ajavien autojen ja jalankulkijoiden välistä vuorovaikutusta ja siihen liittyviä konflikteja tilanteissa, joissa jalankulkija teki väistöliikkeen. Tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Suoraan ajavien autojen ja jalankulkijoiden välisten vuorovaikutusten jakautuminen (vuorovaikutusten lukumäärä per havainnointitunti) eri vakavuusasteille. Liikennevalo-ohjaamaton liittymä (DSp) ja liikennevalo-ohjattu liittymä (VSp). (Svensson & Hydén, 2006.)

Kuva 3 osoittaa, että liikennepaikkojen välillä voitiin havaita olennaisia eroja siinä, missä kohtaa hierarkiaa suurin osa konflikteista tapahtui. Svenssonin (1998) mukaan vakavuushierarkian kuperuus vaihtelee eri liikenneympäristöissä vallitsevien olosuhteiden, esim. liittymän tyypin tai tehtävän väistöliikkeen, mukaan. Kuvan 3 hierarkian kapea muoto kertoo, että havaitut tapahtumat sijoittuvat rajatulle mää- rälle vakavuusasteita (kuvan 3 liikennevalo-ohjaamaton liittymä). Jos hierarkia on laajalle levinnyt, havaitut tapahtumat jakautuvat usealle eri vakavuusasteelle (ku- van 3 liikennevalo-ohjattu liittymä). Jälkimmäinen viittaa siihen, että tienkäyttäjillä on vaikeuksia tulkita potentiaalisia uhkia ja tehdä niiden perusteella päätöksiä. Svenssonin (1998) mukaan tämä vahvistaa osaltaan myös valo-ohjauksen turval- lisuusvaikutuksia; etuoikeudet ovat selviä ja jalankulkijoiden ensisijainen aikomus on pysähtyä odottamaan vihreää valoa.

4.2 Konfliktien määrittäminen

Konfliktien ja niiden vakavuuden määrittämiseksi on vuosien varrella kehitetty useita menetelmiä. Tienkäyttäjien yksittäinen kohtaaminen voidaan arvioida vaka- vuudeltaan eri lailla riippuen menetelmästä, jolla kohtaamisen vakavuus määritel- lään. Seuraavissa alaluvuissa on esitetty kaksi konfliktien määrittämisessä käytet- tyä päälinjaa: konfliktien määrittäminen väistöliikkeiden avulla (4.3.1) ja konfliktien määrittäminen ajallisen läheisyyden ja etäisyyden perusteella (4.3.2).

4.2.1 Konfliktien määrittäminen väistöliikkeiden avulla

Ensimmäisissä konfliktitutkimuksissa (esim. Perkins & Harris, 1967) liikennekon- fliktiksi määriteltiin potentiaaliset onnettomuustilanteet, joista seurasi väistötoi- menpide (esim. jarrutus tai väistöliike). Käytännössä tutkijat tarkkailivat mm. jarru-

tusvalojen syttymistä, kaistanvaihtoja tai liikennerikkomuksia. Menetelmä oli hyvin yksinkertainen ja sitä kritisoitiinkin siitä, etteivät havaitut konfliktit korreloineet kovin hyvin tapahtuneiden onnettomuuksien kanssa (Cambell & King, 1970). Menetelmän heikkoutena oli, ettei se ottanut kantaa konfliktien vakavuuteen.

Older ja Spicer (1976) yhdistivät tunnistettujen konfliktien vakavuuden määrittämisen osaksi edellä mainittua menetelmää. Vakavuusasteikko oli viisiportainen ja vaihteli ennalta ehkäisevästä jarrutuksesta tai kaistanvaihdosta tapahtuneeseen törmäykseen. Olderin ja Spicerin (1976) luokittelussa liikennerikkomuksia ei laskettu konflikteiksi, koska ne eivät itsessään viittaa potentiaaliin onnettomuuksiin. Vakavuuden määrittämiseksi maastossa olevat havainnoijat saivat tuekseen videonauhoitukset tukemaan konfliktien arviointia.

Väistötoimiin perustuvaa konfliktimenetelmää on käytetty konfliktitutkimuksissa myöhemmin, esim. Yhdysvalloissa, Ranskassa, Norjassa ja Suomessa (Zheng ym., 2014). Tätä menetelmää käytettäessä konfliktit määritellään seuraavasti: "...kaksi tai useampia tienkäyttäjiä sisältävässä tilanteessa, yhden tienkäyttäjän toiminta aiheuttaa sen, että toisen (tai muiden) tienkäyttäjien täytyy tehdä väistöliike törmäyksen välttämiseksi" (Parker & Zegeer, 1989). Tämän määritelmän mukaan konflikteilla ja onnettomuuksilla on samanlaiset ominaisuudet lukuun ottamatta väistötoimen olemassaoloa ja onnistumista (Zheng ym., 2014).

Väistötoimiin perustuvaan menetelmään liittyviä haasteita ovat listanneet seuraavasti muun muassa Zheng ym. (2014) ja Allen ym. (1987): (1) perusteellisen listan tekeminen kaikista mahdollisista väistötoimista (esim. jarrutuksen aloitusaika ja voimakkuus vaihtelevat kuljettajittain), (2) väistötoimen havaitseminen ja kattava luokittelu kenttäkokeissa ja (3) konfliktin vakavuuden määrittely pelkästään väistötoimen olemassaolon ja voimakkuuden perusteella (menetelmä ei esimerkiksi ota huomioon sitä, miten lähellä tienkäyttäjät ovat toisiaan). Näiden lisäksi useat tutkijat ovat väittäneet, että väistötoimen perusteella määritetyt konfliktit eivät korreloi hyvin tapahtuneiden onnettomuuksien kanssa, koska paljon onnettomuuksia tapahtuu myös ilman väistötoimenpidettä (Allen ym., 1978). Toisaalta myös väistötoimia (jarrutuksia, kaistanvaihtoja) tehdään ennalta ehkäisevästi ilman tunnistettuja vaaratilanteita. Menetelmän haasteena on lisäksi se, että konfliktien vakavuuden määrittely perustuu havainnoitsijoiden subjektiiviseen näkemykseen tilanteesta (ellei tallenteita käydä useampien henkilöiden kanssa läpi).

4.2.2 Konfliktien määrittäminen ajallisen läheisyyden ja välimatkan perusteella

Konfliktien määrittäminen ajallisen läheisyyden ja etäisyyden perusteella tarjoaa väistöliikkeiden hyödyntämistä objektiivisemmän tavan määrittää konflikteja ja niiden vakavuutta. Menetelmä otettiin käyttöön sen kehittämisen jälkeen useissa eri maissa Oslon kansainvälisen ryhmän kokouksessa sovitun yhteisen konfliktin määrittelmän mukaisena (Amundsen & Hydén, 1977):

”Konflikti on havaittava tilanne, jossa kaksi tai useampia tienkäyttäjää lähestyy toisiaan tilassa ja ajassa siten, että törmäyksen riski on olemassa tienkäyttäjien liikeratojen säilyessä muuttumattomina.”

Kyseisen määritelmän käyttöönottamiseksi tutkijat ovat kehittäneet useita läheisyyden arvioimiseksi käytettäviä indikaattoreita, joista yleisimpiä on kuvattu tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

4.2.2.1 Time to Collision

Time to Collision (TTC) eli ”aika törmäykseen” kuvaa onnettomuuden todennäköisyyttä sillä, kuinka paljon ennen mahdollista törmäystä tienkäyttäjät (tai tienkäyttäjät) jarruttaa tai väistää tilanteessa, jossa kaksi tienkäyttäjää lähenee toisiaan niin, että he törmäisivät, ellei jompikumpi jarruta tai väistä.

Konfliktin vakavuus määritetään TTC-arvon avulla. Törmäyksen tapahtuessa TTC on nolla, ja jos tienkäyttäjät eivät ole törmäyskurssilla, TTC:n arvo on ääretön. Tehdyn estotoimenpiteen (jarrutus, väistö) ajankohta määrittää TTC-arvon minimin (TTC_{min}), minkä jälkeen TTC kasvaa uudestaan kohti äärettömyyttä. Konfliktin vakavuus määritetään TTC_{min} -arvon perusteella: mitä pienempi arvo on, sitä vakavampi konflikti on kyseessä.

TTC-arvoon läheisesti liittyviä indikaattoreita ovat **Time to Stopline (TTS)** ja **Time to Intersection (TTI)**. Kyseisiä indikaattoreita voidaan käyttää kuvaamaan sitä, miten kaukana tienkäyttäjät on pysähtymisviivasta keltaisen valon syttyessä hänen nopeutensa huomioiden (TTS), tai kuvaamaan tienkäyttäjän etäisyyttä risteyksestä jaettuna hänen nopeudellaan (TTI).

Suomessa käytetyssä konfliktimenetelmässä konfliktien olemassaolo ja vakavuus määritettiin TTC-arvon avulla, joka vaihteli tutkimuksen kohteena olevan paikan nopeusrajoituksen tai nopeustason mukaan. Taajama-alueella (nopeusrajoitus enintään 50 km/h) konflikteiksi luokiteltiin ne liikennetilanteet, joissa jarrutus tai väistäminen alkoi enintään 1,5 sekuntia ennen potentiaalista törmäystä. Suomen konfliktimenetelmässä raportoitiin myös potentiaaliset konfliktit. (Kulmala, 1993.)

4.2.2.2 Time to Accident

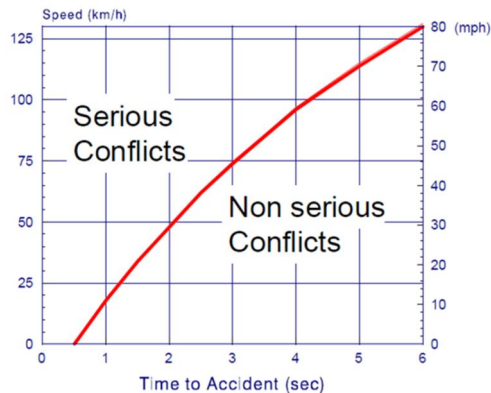
Konfliktien määrittäminen ja luokittelu TTC-arvon avulla vaatii runsaasti resursseja, koska konfliktien määrällinen arviointi tapahtuu jälkikäteen kuvanauhojen perusteella. Hydén (1987) pyrki yksinkertaistamaan TTC-menetelmää ja esitteli **Time to Accident (TA)** (”aika onnettomuuteen”) -menetelmän, jossa TA-arvo määritellään seuraavasti: *”aika, joka kuluu siitä, että tienkäyttäjät reagoi tilanteeseen aloittamalla jarrutuksen tai väistön, siihen että toinen tienkäyttäjät saavuttaa paikan, jossa törmäys olisi tapahtunut jos molemmat tienkäyttäjät olisivat jatkaneet matkaansa muuttumattomalla nopeudella ja suunnalla”*. Erona TTC-menetelmään on se, että TA-menetelmässä huomioidaan TTC_{min} -arvon (hetki, jolloin tienkäyttä-

jät ovat lähimpänä toisiaan) sijaan aika, jonka arvioidaan kuluvan väistöliikkeen aloittamisesta potentiaaliseen törmäykseen.

Konfliktitutkimuksissa käytetyn vakavan konfliktin määritelmä on muuttunut vuosien aikana. Ensimmäisissä konfliktitutkimuksissa vakava konflikti määritettiin pelkästään sen mukaan, että TA-arvo eli "aika onnettomuuteen" on enintään 1,5 sekuntia. Määritelmää käytettiin konflikteihin, joissa vähintään yksi osapuolista oli moottoriajoneuvo ja jotka tapahtuivat kaupunkialueilla 50 km/h (tai alle) nopeusrajoitusalueella. (Hydén, 1987.)

Hydén (1987) tuli hyvin nopeasti siihen tulokseen, että vakavan konfliktin määrittäminen 1,5 sekunnin raja-arvoa käyttäen ei tuottanut haluttuja tuloksia, koska se ei muun muassa ottanut huomioon tienkäyttäjien nopeuksia. Tämän seurauksena Hydén (1987) esitti, että TA-arvo ("aika onnettomuuteen") yhdistetään tienkäyttäjien nopeuteen. TA + nopeus -arvon laskeminen vaatii tiedon sekä törmäyskurssista että väistötoimenpiteestä. Törmäyksen läheisyys arvioidaan väistöliikkeen tekoheikellä onnettomuuteen kuluvan ajan, välimatkan sekä tienkäyttäjien nopeuden perusteella. Jos tapauksella on pieni TA-arvo ja suuri nopeus, arvo antaa tapahtumalle suuren vakavuuden. Törmäyksen vakavuus arvioidaan nopeuden perusteella, koska törmäyksen tapahtuessa sillä on läheinen suhde törmäyksen seurausten kanssa.

Lievien ja vakavien konfliktien määrittäminen on kehittynyt edelleen Hydénin (1987) väitöskirjan julkaisemisen jälkeen, ja viimeisimmän kuvaajan lievien ja vakavien konfliktien määrittämisestä ovat julkaisseet Lareshyn ja de Goede (2015) (Kuva 4). Kuvaajassa oleva nopeus viittaa väistöliikettä tekevän tienkäyttäjän nopeuteen väistöliikettä tehtäessä.



Kuva 4. Lievien ja vakavien konfliktien määrittäminen (Lareshyn & de Goede, 2015).

4.2.2.3 Post Enroachment Time

Konfliktien todennäköisyyttä ei voida kaikissa tilanteissa määrittää TTC-arvon tai TA-arvon avulla. Esimerkiksi tietyntyyppiset risteykset voidaan luokitella kriittisiksi,

vaikkeivät tienkäyttäjät kohtaa niissä siten, että TTC-arvon laskeminen on mahdollista. Kyseisissä tapauksissa aikaväli, jossa yksi tienkäyttäjä saapuu risteykseen ja toinen poistuu siitä, on hyvin lyhyt. Tällaisissa tapauksissa törmäysten todennäköisyyden laskentaan käytetään Post Enroachment Time (PET) -käsitettä.

Post Enroachment Time (PET) on ”aika, joka kuluu siitä, kun konfliktin 1. osallinen poistuu mahdolliselta törmäysalueelta, siihen, kun 2. osallinen saapuu törmäyspisteeseen”. PET-arvo kuvaa kahden tienkäyttäjän välistä aikaa ja sitä, miten läheltä törmäys vältettiin. Mitä pienempi PET-arvo on, sitä todennäköisemmin törmäys olisi tapahtunut. PET-arvoa käytetään tilanteissa, joissa törmäystä ei tapahtunut, mutta aikaväli, jossa tienkäyttäjien kulkuradat kohtaavat, alittaa tietyn raja-arvon. (Allen ym., 1978.)

PET-arvon laskeminen ei vaadi törmäyskurssin tai väistöimenpiteen olemassaoloa. Tienkäyttäjät eivät esimerkiksi ole törmäyskurssilla tilanteissa, joissa he ohittavat toisensa suurella nopeudella niin että heidän tiensä risteävät ilman huomattavia muutoksia reitissä tai nopeudessa. Kyseisessä tilanteessa on kuitenkin törmäyksen mahdollisuus esim. mahdollisen häiriön seurauksena. Tällaiseksi ongelmakohtaksi on tunnistettu esim. vasemmalle kääntyminen liikennevaloristeuksessa (Allen ym., 1978).

Laureshyn ym. (2010) ovat kehittäneet perinteisen PET-menetelmän rinnalle **Time Advantage (TAdv)** -menetelmän, jossa PET-konseptia laajennetaan siten, että PET-arvo arvioidaan jokaiselle hetkelle, jonka tienkäyttäjät kulkevat samalla nopeudella ja reitillä.

4.2.3 Konfliktien vakavuuden määrittäminen

TTC ja PET kuvaavat törmäyksen todennäköisyyttä eikä niitä voida suoraan yhdistää vakavuuteen. Sen takia konfliktin vakavuuden määrittämiseen tarvitaan muita indikaattoreita.

Konfliktien vakavuus määritetään usein joko väistöimenpiteen voimakkuuden perusteella tai tienkäyttäjien aikaan ja matkaan perustuvan läheisyyden perusteella (Zheng ym., 2014). Jälkimmäinen mahdollistaa konfliktien vakavuuden määrällisen määrittämisen. Haasteena tässä yhteydessä on kynnysarvojen määrittäminen ja niiden on todettu vaihtelevan eri tutkimusten mukaan yhdestä viiteen sekuntiin. Svenssonin (1998) mukaan konflikteihin liittyvien kynnysarvojen vaihtelut johtuvat mm. tietyyppiin, ajoneuvotyyppeihin, tienkäyttäjiin ja säähän liittyvistä epäyhtenäisyyksistä.

Onnettomuuden vakavuuteen myötävaikuttavat mm. onnettomuudessa mukana olevat tienkäyttäjät, törmäyskulma ja tienkäyttäjien nopeus (Laureshyn ym., 2010). Lisäksi tulee huomioida myös tienkäyttäjien massa tai pikemminkin massojen ero (Zheng ym., 2014).

Bagdadi (2013) kehitti erityisesti luonnollisen ajamisen havainnointia varten indikaattorin, jolla liikennetilanteen vakavuus voidaan määrittää yhdenmukaisesti ottamalla huomioon aika onnettomuuteen (TA), tienkäyttäjien massat ja nopeudet sekä väistöliikkeen tekevän tienkäyttäjän hidastuvuus.

5. Konfliktiaineiston keräys

Tässä luvussa kuvataan tiivistetysti konfliktiaineiston keräämiseen käytettäviä menetelmiä sekä niiden käyttöön liittyviä hyötyjä ja haasteita.

5.1 Kenttähavainnointi

Kenttähavainnoinnilla tarkoitetaan sekä maastossa tapahtuvaa havainnointia että maastossa kuvattujen konfliktien tunnistamista kuvanauhalla. Kenttähavainnoinnissa konfliktien ja lähesonnettomuuksien tunnistaminen ja arviointi perustuvat koulutettujen havainnoitsijoiden subjektiivisiin arvioihin liikennetilanteen vakavuudesta. Koulutetut havainnoijat tunnistavat konflikteja joko kentällä tai kuvanauhoilta (tai molemmista). Menetelmän mahdollisimman hyvän reliabiliteetin varmistamiseksi on tärkeää, että havainnoijat koulutetaan tunnistamaan ja luokittelemaan konflikteja sekä arvioimaan niiden vakavuutta. Kenttämittauksissa käytettävien havainnoijien lukumäärä riippuu pääasiassa tutkimuskohteen laajuudesta ja liikennemääristä.

Kenttähavainnoinnin toteuttaminen on helppoa ja siten se on konfliktitutkimuksissa eniten käytetty menetelmä (Zheng ym., 2014). Kenttähavainnointien toteuttamisesta on kirjoitettu useita ohjekirjoja (esim. Swedish Traffic Conflict Technique STCT, U.S. Traffic Conflict Technique USTCT, Dutch Traffic Conflict Technique DOCTOR ja German Traffic Conflict Technique), joiden mukaan on toteutettu useita konfliktitutkimuksia (Zheng ym., 2014).

Kenttähavainnoinnin hyötyjä ovat sen käytännöllisyys ja helppo toteutus. Kenttähavainnoinnin haasteita ovat puolestaan suurten kustannusten ja henkilöresursien lisäksi havainnoijien käyttöön liittyvät haasteet: kerätyt tulokset voivat vaihdella havainnoijien välillä ja saman havainnoijan eri hetkinä tekemissä havainnoissa (El-Basyouny & Sayed, 2013).

5.2 Koneäön hyödyntäminen

Koneäön avulla tapahtuvassa konfliktien tunnistamisessa tietokoneen algoritmit seuraavat liikkuvia objekteja ja tunnistavat konflikteja kuvanauhoilta automaattisesti (Zheng ym., 2014). Konfliktien tunnistamisjärjestelmä koostuu tyyppillisesti

kahdesta eri moduulista: (1) moduulista, joka tunnistaa kohteet, ja (2) moduulista, joka poimii oleellisen tiedon ja tunnistaa konfliktit.

Konenäön käytön etuina konfliktien tunnistamisessa ovat menetelmän automaattisuus, objektiivisuus, kustannustehokkuus, luotettavuus ja tehokkuus (Zheng ym., 2014; Autey ym., 2012). Automaattisella konfliktien tunnistamismenetelmällä voidaan välttää kenttähavainnoiteihin tyypillisesti yhdistettyjä luotettavuus- ja toistettavuusongelmia (Autey ym., 2012).

Menetelmän haasteena ovat konenäön käytön aiheuttamat vaatimukset kuvan kuvanauhan laadulle (ei värinää, selkeä kuva, ei varjoja) sekä konenäön avulla kerättävän aineiston suuri koko. Tutkimuspaikkaa kuvattaessa tulisi käyttää suurella resoluutiolla varustettua kameraa, jotta tilanteesta saadaan mahdollisimman tarkka kuva. Tällöin kyseeseen tulevat mm. yksityisyyden suojaan liittyvät ongelmat (mm. rekisterikilpien ja kasvojen tunnistaminen), jotka tulee ottaa huomioon tutkimussuunnitelmaa tehtäessä (Laureshyn, 2010). Kerätyn aineiston suurta kokoa voidaan karsia sisällyttämällä ohjelmaan erillinen moduuli, joka poistaa kerätystä aineistosta epäolennaisen materiaalin. Konenäöllä automaattisesti kerätyjä konfliktitilannenuhoituksia voidaan analysoida joko manuaalisesti tai siihen kehitetyllä ohjelmalla, joka laskee automaattisesti konfliktitilanteeseen liittyviä tunnuslukuja.

Menetelmä konfliktien automaattiseksi tunnistamiseksi on tällä hetkellä vielä kehitteillä eikä siten laajasti käytössä. Algoritmeja tulisi kehittää siten, että ne tunnistaisivat ja luokittelisivat konflikteja entistä tarkemmin (Zheng ym., 2014). Konenäön viimeaikaisen kehittymisen perusteella on kuitenkin hyvin mahdollista, että konfliktien automaattinen poimiminen kuvanauhoitteista voi olla mahdollista hyvinkin pian (Autey ym., 2012).

5.3 Luonnollisen ajamisen havainnointi

Luonnollisen ajamisen havainnoinnin aikana kerättävä konfliktiaineisto eroaa kahdesta edellisestä menetelmästä siinä, että kerättävä aineisto ei välttämättä liity tiettyyn tutkimuspaikkaan vaan sitä kerätään pitkän ajan kuluessa maantieteellisesti laajemmalla alueella. Luonnollisen ajamisen havainnoinnissa kuljettajan ajokäyttäytymistä voidaan tarkkailla autossa istuvien havainnoijien toimesta (Chaloupka & Risser, 1995) tai ajoneuvoihin asennettujen kameroiden ja sensoreiden avulla (Zheng ym., 2014).

Auton sisällä tapahtuvaan kuljettajien havainnointiin keskittyvä menetelmä ”Wiener Farhprobe” kehitettiin 1980-luvun alussa Itävallassa ja sitä käytettiin mm. Saksassa, Sveitsissä ja Ruotsissa (Chaloupka & Risser, 1995). ”Wiener Farhprobe” on menetelmä, jossa autonkuljettaja ajaa ennalta määriteltä reittiä ja hänen ajokäyttäytymistään havainnoidaan kahden eri havainnoijan toimesta. Havainnoinnin aikana kirjataan ylös yleisiä kommentteja kuljettajan mahdollisesta virheellisestä liikennekäyttäytymisestä sekä kuljettajan kommunikoinnista muiden tienkäyttäjien kanssa.

Viime aikoina luonnollisen ajamisen havainnointia on kehitetty siihen suuntaan, että tutkimukseen osallistuvat ajoneuvot varustetaan tutkimusaineiston keräämiseen tarkoitetulla laitteistolla (esim. kameroilla ja sensoreilla), jotka jatkuvasti ja huomaamattomasti keräävät tietoa ajoneuvon liikkeistä, kuljettajan käyttäytymisestä ja olosuhteista useiden kuukausien tai jopa vuosien ajan (Zheng ym., 2014). Esimerkkinä tällaisesta tutkimuksesta on Yhdysvalloissa toteutettu hanke (Dingus ym., 2006), jossa sata autoa varustettiin useilla erilaisilla ja eri kohtiin asennetuilla sensoreilla, jotka tarkkailivat huomaamattomasti auton liikkeitä (nopeus, kiihdytys/jarrutus, ajosuunta yms.), kuljettajan käyttäytymistä (katseen kohdistuminen, pään ja käsien liikkeet) sekä ulkoisia olosuhteita (tien ominaisuudet, liikennetiheys, sää yms.). Kerätty aineisto tallentui autoon asennetuille videoille. Aineistoa kerättiin 12–13 kuukautta jokaista autoa kohden.

Menetelmän etuna on, että tutkimuksen aikana saadaan kerättyä monipuolisesti tietoa tienkäyttäjien vuorovaikutuksesta muiden tienkäyttäjien kanssa: normaalissa liikennetilanteessa sekä harvinaisissa konflikti- ja onnettomuustilanteissa (Zheng ym., 2014). Haasteena on suuren tietomäärän käsittely ja olennaisen tiedon (vaaratilanteiden ja onnettomuuksien) poimiminen suuresta tietomäärästä. Useissa tapauksissa kerätyt aineistot ovat myös suojattuja ja niiden saaminen tutkimuskäyttöön voi olla haasteellista.

Haasteena on lisäksi menetelmän kalleus, koska kaikki tutkimukseen osallistuvat autot tulee varustaa tutkimuslaitteistolla. Luonnollisen ajamisen havainnointi ei myöskään sovellu menetelmänä tutkimuksiin, joissa tuloksia halutaan nopeasti. Menetelmän käyttö vaatii paljon suunnittelua, ja aineiston keräämiseen ja analysointiin tulee varata runsaasti aikaa.

5.4 Simulointi

Simuloinnin avulla voidaan selvittää esimerkiksi suunnitellun liittymän, katujakson tai toimenpiteen potentiaalisia konflikteja tai vaikutuksia konfliktien lukumäärään jo ennen niiden rakentamista tarkastelukohteeseen. Simuloinnin etuina muihin tutkimusmenetelmiin nähden ovat erityisesti sen kustannustehokkuus ja nopeus. Tämän lisäksi simulointia hyödyntämällä pystytään välttämään havainnoijien käyttöön liittyvät haasteet eli tulosten vaihtelevuus havainnoijien välillä ja saman havainnoijan eri hetkinä tekemissä havainnoissa. Edellä mainittujen hyötyjen lisäksi simulointimallit takaavat turvallisen ja joustavan testiympäristön konfliktien tutkimiseksi, mahdollistavat herkkyysanalyysien tekemisen ja vaikutusten visualisoinnin asiantuntijoille ja ei-tekniselle yleisölle sekä onnettomuusaineistoon perustuvaa tilastollista mallintamista ennakoivamman ja eettisesti houkuttelevamman tavan tarkastella konflikteja (Archer, 2005).

Simuloinnin haasteena on, että liikennettä simuloivat mallit eivät aina kuvaa liikennejärjestelmää riittävän hyvin; niiden avulla ei pystytä huomioimaan vaihtelevaa ja vaikeasti ennakoitavaa kuljettajakäyttäytymistä, jota tapahtuu oikeassa liikenteessä (El-Basyouny & Sayed, 2013). Tämän takia simulointimallin antamat tulokset eivät aina ole luotettavia. Edellä mainitusta haasteesta huolimatta simu-

lointimalleja kehitetään koko ajan ja on mahdollista, että ne ovat tulevaisuudessa varteenotettava vaihtoehto konfliktitutkimuksissa hyödynnettäviksi.

6. Menetelmän soveltaminen

Konfliktimenetelmää on hyödynnetty maailmanlaajuisesti liikenteessä tapahtuvien konfliktien ja potentiaalisten konfliktien tunnistamisessa. Menetelmää sovellettiin ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa 1960-luvun lopulla (Perkins & Harris, 1967), jonka jälkeen konfliktimenetelmää kehitettiin yhtäjaksoisesti useissa eri Euroopan maissa sekä Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Israelissa (Asmussen, 1983).

Ensimmäinen konfliktimenetelmien kansainvälinen vertailu tehtiin vuonna 1983 Malmössä, jossa eri maiden konfliktihavainnoijaryhmät kokoontuivat tehdäkseen kenttämittauksia samanaikaisesti ennalta valituissa liittymissä (Kulmala, 1985). Vertailuun osallistui kahdeksan erilaista kenttähavainnointiin perustuvaa menetelmää, joiden käyttäjämaat ja -laitokset olivat seuraavat:

- Itävalta, Kuratorium für Verkehrssicherheit
- Kanada, Transport Canada
- Suomi, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT)
- Ranska, Organisme National de Securite Routiere (ONSER)
- Saksan Ltv, Braunschweig Technische Universität
- Iso-Britannia, Transport and Road Research Laboratory (TRRL)
- Ruotsi, Lundin yliopisto
- Yhdysvallat, Midwest Research Institute.

Lisäksi vertailuun osallistui eräiltä osin alankomaisen tutkimuslaitoksen Institute for Perceptionin (IZF-TNO) menetelmä, jossa tilanteet analysoitiin tietokoneen avulla.

Eri maista tulevat tutkijat tekivät havaintoaineistostaan likimain yhtenevät päätelmät liittymien turvallisuusongelmien suuruudesta ja laadusta. Menetelmien yhtäläisyys turvallisuusongelmien paikantamisessa ja turvallisuustoimenpiteiden valinnassa olikin Malmö tutkimuksen tärkeimpiä osoituksia konfliktimenetelmän joustavuudesta, luotettavuudesta ja käyttökelpoisuudesta. Menetelmien väliset erot olivat hyvin pieniä ja johtuivat pääasiassa vakavuuden määrittelyn paikallisista eroista (Archer, 2001).

Edellä mainittujen maiden ja tutkimuslaitosten lisäksi konfliktimenetelmää on sovellettu mm. Tšekin tasavallassa, jossa menetelmää käytettiin ensimmäisen kerran vuonna 1973 (Zajic, 2012). Viime vuosina Tšekin tasavallassa on ollut käynnissä projekti, jonka tavoitteena on ollut kehittää koko Tšekin laajuisesti käytettävä, paikallisiin olosuhteisiin soveltuva konfliktimenetelmä kahden vallitsevan menetelmän pohjalta (Prahan teknillinen yliopisto: paikan päällä tapahtuva ha-

vainnointi; Ostravan teknillinen yliopisto: kuvanauhojen havainnointi toimistolla) (Ambros, 2012).

6.1 Kahden keskeisen menetelmän vertailu

Viime vuosina on tehty vertailua esim. Ruotsissa ja Alankomaissa sovellettavien konfliktimenetelmien välillä (Laureshyn & de Goede, 2015). Ruotsissa käytettävää menetelmää on kehitetty Lundin yliopistolla vuodesta 1973 lähtien. Menetelmä on kehittynyt vuosikymmenten varrella siitä, mitä se oli alussa, mutta monet perusajatuksukset ovat säilyneet samanlaisina. Alankomaissa käytössä oleva konfliktimenetelmä (DOCTOR) on SWOV:n (the Institute for Road Safety Research) ja TNO:n kehittämä (the TNO Institute for Perception in the Netherlands) (van der Horst & Kraay, 1986; Svensson, 1998).

Molemmat menetelmät kehitettiin jo 1970- ja 1980-luvuilla, mutta teknisen kehityksen ansiosta kyseiset menetelmät ovat saavuttaneet uudelleen suosiota, koska nykyään niiden soveltaminen vaatii vähemmän resursseja ja aineiston analysointi on tarkempaa (de Goede ym., 2014). Menetelmät käyttävät jossain määrin eri indikaattoreita ja määritelmiä, joilla konfliktit ja niiden vakavuus määritetään. Menetelmien keskeisimpiä eroja ovat seuraavat (Laureshyn ja de Goede, 2015):

- Ruotsin menetelmässä konfliktiksi määritellään vain tilanteet, joissa tienkäyttäjät ovat törmäyskurssilla, TA-arvon ja tienkäyttäjien nopeuksien avulla. DOCTOR-menetelmässä tienkäyttäjien törmäyksen todennäköisyys arvioidaan TC- ja/tai PET-arvoja hyväksi käyttäen ottaen huomioon törmäyksen mahdolliset seuraukset (haavoittuvuus ja nopeus). DOCTOR-menetelmässä tilanne voidaan luokitella konfliktiksi ilman väistöliikkeen olemassaoloa.
- DOCTOR-menetelmä ottaa huomioon myös lähesonnettomuudet
- Ruotsin menetelmä on hyvin sensitiivinen sen suhteen, kuka tekee ensimmäisen väistöliikkeen; tämä on erityisen ongelmallista kevyen liikenteen konflikteja analysoitaessa.
- DOCTOR-menetelmä ottaa paremmin huomioon kevyelle liikenteelle aiheutuvat seuraukset konfliktien vakavuutta määriteltäessä (huomioi tienkäyttäjien haavoittuvuuden).

Eroista huolimatta näillä kahdella eri menetelmällä saadaan hyvin yhteneviä tuloksia turvallisuuden kannalta kriittisistä tilanteista (Laureshyn & de Goede, 2015). Molempiin menetelmiin liittyvät keskeisesti havainnoijien tekemät subjektiiviset arviot tilanteesta. Tutkijat ovatkin tunnustaneet, että menetelmän automatisointi vaatii objektiivisemmän kriteeristön kehittämistä.

6.2 Käynnissä oleva tutkimus

Vuoden 2015 toukokuussa käynnistyi kolmivuotinen In-Depth understanding of accident causation for vulnerable road users (InDeV) -niminen EU-projekti (EU, 2015). Projektin tavoitteena on kehittää työkalu, jolla pystytään paremmin ymmär-

tämään jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden onnettomuuksiin myötävaikuttavia tekijöitä, ja sitä kautta kehittämään tehokkaita toimenpiteitä ja estämään onnettomuuksien tapahtuminen. Konfliktimenetelmän käyttö on keskeisenä osana projektia. Menetelmää hyödynnetään tutkimusaineiston keräämisessä ja lisäksi tavoitteena on kehittää menetelmää teknisiä työkaluja siten, että tienkäyttäjien käyttäytymisestä saataisiin entistä tarkempaa ja luotettavampaa tietoa automaattisesti. Projektin osallistuu kahdeksan partneria:

- Ruotsi, Lund University
- Tanska, Aalborg University (AAU)
- Saksa, The Federal Highway Research Institute (BAST)
- Belgia, Hasselt University (HU)
- Alankomaat, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO)
- Puola, Warsaw University of Technology (WUT)
- Espanja, Traffic Engineering (INTRA)
- Kanada, Polytechnique Montréal (PM).

Viimeaikaisten julkaisujen perusteella voisi päätellä, että yllä listatuista organisaatioista ainakin Lundin yliopisto, Aalborgin yliopisto, TNO ja Montréalin yliopisto ovat aktiivisesti mukana projektin aikana tapahtuvassa konfliktimenetelmän soveltamisessa ja kehittämisessä.

6.3 Mitä uutta 1980-lukuun verrattuna?

6.3.1 Tekniikka

Konfliktitutkimusmenetelmät ovat kehittyneet vuosien varrella. Konfliktitutkimusten alkuaikoina sekä konfliktien tunnistaminen että liikenteen laskeminen tehtiin manuaalisesti. Tämän lisäksi tutkimuspaikasta kerättiin usein kuvanauhoja, joilta pystyttiin tarkistamaan tehtyjä havaintoja. Konfliktimenetelmästä ei ole vielä onnistuttu kehittämään täysin automaattista, eikä niin varmaan tule myöskään tapahtumaan vielä lähiaikoina. Kehitystä on kuitenkin tapahtunut. Kuvanauhojen automaattisella analysoinnilla voidaan nykypäivänä saada varsin hyvä kuva tienkäyttäjien liikeradoista (Saunier, 2014). Kuvanauhojen automaattista tai osittain automaattista analysointia on tehty mm. Kanadassa (Saunier ym., 2015; St-Aubin ym., 2015), Ruotsissa (Laureshyn, 2010) ja Tanskassa (Madsen ym., 2014; Madsen & Lahrmann, 2015).

Laureshynin (2010) tavoitteena oli kehittää työkalu, jolla pystyttäisiin automaattisesti tunnistamaan ja luokittelemaan liikenteessä tapahtuvia konflikteja. Laureshyn ei kuitenkaan täysin onnistunut saavuttamaan tavoitettaan ja tunnistasi työnsä aikana useita automatisointiin liittyviä haasteita, joista yksi liittyi vaikeuteen erotella pyöräilijöitä ja jalankulkijoita toisistaan. Tämän haasteen ylittäminen on edelleen työn alla, ja viimeisimpänä sen parissa ovat työskennelleet mm. Zangenehpour ym. (2015), jotka pyrkivät luokittelemaan tienkäyttäjää automaattisesti kolmen eri luokkaan: jalankulkijoihin, pyöräilijöihin ja motorisoiutuihin liikkujiin (mo-

tor vehicles). Zangenehpour ym. (2015) saavuttivat keskimääräisen 88 % luokittelutarkkuuden, joka vaihteli suuresti tienkäyttäjaluokittain (pyöräilijöiden tunnistaminen oli vaikeinta).

Toinen Lareshynin (2010) tunnistama haaste liittyy yhden kameran antamaan rajalliseen kuvaan liikennetilanteesta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi kuvanauhojen analysointiohjelmaa tulisi kehittää niin, että aineistoa prosessoiva algoritmi kykenisi yhdistämään useasta eri kamerasta tulevaa aineistoa.

Tunnistettujen haasteiden lisäksi Lareshyn (2010) korostaa, että vaikka tunnistetut potentiaaliset konfliktit analysoidaan automaattisesti kehitettyjen algoritmien avulla, haasteeksi jää, ettei kaikkia luokitteluja voida tehdä tietokoneen avulla. Manuaalista lisäanalyysia tarvitaan edelleen esimerkiksi silloin, kun halutaan luokitella tienkäyttäjät sukupuolen ja iän mukaan tai tarkkailla heidän käyttäytymistään (esim. tienkäyttäjien välisiä epävirallisia signaaleja tai katsekontaktia) (Lareshyn, 2010) tai polkupyöräilijöiden kypärän käyttöä (Saunier ym., 2015).

Tällä hetkellä onkin käytössä ns. osittain automaattisia konfliktimenetelmiä. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa potentiaalisten konfliktien tunnistaminen tehtiin manuaalisesti, minkä jälkeen potentiaaliset konfliktit poimittiin asiantuntijatyöskentelyssä esikarsitulta kuvanauhasta (Lareshyn & de Goede, 2015). Potentiaaliin konflikteihin liittyvät tunnusluvut laskettiin Lundin yliopistossa kehitetyllä T-Analyst-ohjelmalla.

Tanskassa automatisoinnissa on menty hieman eteenpäin ja siellä on kehitetty menetelmä (Traffic Detection Software), joka tunnistaa potentiaaliset konfliktit konfliktitutkimuksen aikana kerätyiltä kuvanauhoilta automaattisesti (Madsen ym., 2014). Ohjelma poistaa kerätyiltä kuvanauhasta epäolennaista aineistoa, ja sen avulla kuvanauhoituksen määrä pystyttiin vähentämään 16 tunnista 2–3 tuntiin (Madsen & Lahrmann, 2015). Ohjelma tunnistaa konenäön avulla esim. tiettyyn suuntaan kääntyviä tienkäyttäjiä, tiettyyn suuntaan kulkevia tienkäyttäjiä sekä paikallaan olevia tienkäyttäjiä ja merkitsee kuvanauhoille (aikamerkintä) tutkijoiden ennalta määrittelemiä tilanteita (esim. suoraan menevä pyöräilijä ja oikealle kääntyvä auto ovat samalla tunnistusalueella samaan aikaan; muutaman sekunnin tarkkuudella).

Mahdollisimman luotettavan aineiston keräämiseksi kuvanauhoja kerättiin kahdella kameralla: värikuvia nauhoittavalla RGB-kameralla, jolla tallennetaan tienkäyttäjiin liittyviä yksityiskohtia, sekä termisillä kameroilla, joilla voidaan tunnistaa esim. varjossa olevia tienkäyttäjiä, joita RGB-kameralla ei pystytä tunnistamaan. Tanskassa kehitetyllä ohjelmalla voidaan säästää resursseja konfliktianalyysin alkuvaiheessa, kun potentiaalisia konflikteja tunnistetaan liikennevirrasta. Tunnistettujen potentiaalisten konfliktien analyysi tehtiin manuaalisesti.

Tanskassa kehitettyä menetelmää on käytetty mm. tunnistettaessa pyöräilijöiden ja oikealle tai vasemmalle kääntyvien autojen välisiä konflikteja viidessä valo-ohjatussa liittymässä, joissa on erityyppinen pyörätie (Madsen & Lahrmann, 2015). Ohjelman tekemän karsinnan jälkeen tutkijat analysoivat kuvanauhojen sisältöä ja karsivat sitä edelleen. Tämän jälkeen kuvanauhoille tallentuneille konflikteille laskettiin T-Analyst-ohjelmalla tunnusluvut ja niiden vakavuutta arvioitiin manuaalisesti. Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata ohjelman ja tutkijoiden tekemiä vaka-

vuusluokitteluja. Tutkimuksen tuloksia ei valitettavasti esitetty lähteenä käytetyssä esityksessä.

6.3.2 Sovelluskohteet

Konfliktimenetelmää on viime vuosina sovellettu erityisesti jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden sekä autojen välisten konfliktien tunnistamisessa ja määrittämisessä. Tavoitteena on kehittää menetelmä kyseisten konfliktien tunnistamiseksi automaattisesti kuvanauhoilta. Aiheeseen liittyvää tutkimusta on tehty mm. Kanadassa (Zangenehbour ym., 2015) ja Tanskassa (Madsen ym., 2014; Madsen & Lahrman, 2015).

Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden huomioiminen tuo haasteita mm. konfliktien vakavuuden määrittämiseen ja konfliktien automaattiseen tunnistamiseen kuvanauhoilta. Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden mahdollisuus muuttaa reittiään ja suuntaansa hyvinkin nopeasti tekee niiden automaattisesta havaitsemisesta ja seurannasta erityisen haasteellista verrattuna moottoriajoneuvoihin (Zangenehbour ym., 2015). Aiheeseen liittyvää tutkimusta on parhaillaan käynnissä mm. raportissa aiemmin mainitussa EU-projektissa.

7. Lupaavat sovelluskohteet Suomessa

Lupaavia konfliktimenetelmän sovelluskohteita Suomessa pohdittiin työpajassa, johon osallistui asiantuntijoita Liikennevirastosta, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafista ja VTT:ltä. Työpajassa käsitellyt aihekokonaisuudet olivat tieliikenteen ajoneuvolaitteet ja liikenneympäristö, rautatieliikenne ja meriliikenne.

7.1 Ajoneuvolaitteiden merkitys ja vaikutukset konfliktimenetelmässä

Autojen anturit ovat monipuolistuneet viime aikoina, ja niillä voidaan kerätä tietoa kuljettajan ajokäyttäytymisestä varsin laajasti. Ajokäyttäytymisen tarkkailuun käytettävät laitteet ovat nykyään myös suhteellisen edullisia. Ajoneuvolaitteiden avulla on mahdollista kerätä korkealaatuista tutkimusaineistoa, jos edempänä mainitut haasteet pystytään selättämään.

Potentiaalisiksi sovelluskohteiksi tunnistettiin:

1. *Ajoneuvolaitteiden vaikutukset*

Selvitetään ajoneuvolaitteiden välittämien varoitusten vaikutuksia kuljettajan ajokäyttäytymiseen konfliktimenetelmän avulla. Kuljettajan lisätehtävien myötä hänen tarkkaavaisuutensa suuntautuu eri tavalla ja hänen vuorovaikutuksensa toisten tienkäyttäjien kanssa muuttuu. Näiden kuljettajan toiminnassa tapahtuvien muutosten vaikutusta hänen ajokäyttäytymiseensä ja sitä kautta turvallisuuteen voidaan selvittää mm. autoon asennettujen mittalaitteiden avulla tai auton takapenkilä olevan havainnoijan toimesta.

2. *Ajoneuvolaitteilla kerätyn tiedon hyödyntäminen*

Selvitetään kuljettajien ajokäyttäytymistä ajoneuvolaitteista kerättävän tiedon avulla esim. tietyssä liikenneympäristössä toteutetun muutoksen yhteydessä. Kiinnostuksen kohteena on selvittää, muuttuuko kuljettajan ajokäyttäytyminen liikenneympäristössä toteutetun muutoksen myötä (esim. suojatien ympäristön muokkaaminen). Ajokäyttäytymisen lisäksi ajoneuvolaitteilla voitaisiin kerätä tietoa tapahtuneista onnettomuuksista automaattisesti esimerkiksi eCall-järjestelmän avulla.

Ajoneuvolaitteilla kerättävän tiedon hyödyntämiseen liittyen työpajassa tunnistettiin monia haasteita, joihin tulisi kiinnittää huomiota tutkimusta suunniteltaessa. Tällaisia haasteita ovat seuraavat:

- Ajoneuvoilla kerättävän tiedon saaminen tutkimuskäyttöön (lupa voidaan tarvita useilta eri tahoilta).
- Tutkimukseen osallistuvien kuljettajien rekrytointi (tarvitaan tarpeeksi suuri määrä ja edustava otos vapaaehtoisia kuljettajia).
- Vaaditaan pitkä tutkimusjakso ja kuljettajalle tuttu ajoneuvo, jotta kuljettajat unohtaisivat, että heitä tarkkaillaan.
- Tutkimusaineistosta tulisi pystyä erottamaan hetket, jolloin muu liikenne on vaikuttanut kuljettajan ajokäyttäytymiseen eikä kuljettaja voi valita vapaasti esimerkiksi ajonopeuttaan.

7.2 Liikenneympäristö

Liikenneympäristön osalta mielenkiinnon kohteena olivat erityisesti jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden sekä autojen väliset konfliktit, koska jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden onnettomuuksien lukumäärä ei ole viime vuosina vähentynyt samalla tavalla kuin autojen väliset onnettomuudet. Tämän lisäksi jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden onnettomuuksien tilastoinnissa on huomattavia puutteita erityisesti lievissä onnettomuuksissa sekä jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden välisissä onnettomuuksissa.

Potentiaalisiksi sovelluskohteiksi tunnistettiin:

1. Suojatieturvallisuus

Voitaisiinko konfliktimenetelmällä saada selville jotain uutta tietoa suojateiden turvallisuudesta onnettomuustilastoista saatavien tietojen rinnalle? Konfliktimenetelmällä voitaisiin esim. vertailla erilaisten suojatieratkaisujen turvallisuutta ottaen huomioon sekä jalankulkijat että polkupyöräilijät. Tämän lisäksi työpajassa tuli esiin seuraavat suojatieturvallisuuteen liittyvät tutkimuskysymykset:

- Miten paljon konflikteja suojateillä tapahtuu nykyään (onko eroa valo-ohjattu vs. valo-ohjaamaton suojatie)?
- Joutuvatko jalankulkijat (ja/tai pyöräilijät) usein väistämään autoja, vaikka heille palaa vihreä valo?
- Vaihtelee suojatien ylittämisen turvallisuus ja autonkuljettajien käyttäytyminen sen mukaan, miten vanha suojatien käyttäjä on?
- Käyttäytyäänkö suojatiellä usein niin, että osa autoista pysähtyy suojatien eteen ja joku ajaa viereistä kaistaa ohitse?

2. Kiertoliittymät

Selvitetään eri kiertoliittymäratkaisujen turvallisuutta erityisesti polkupyöräilijöiden näkökulmasta. Kiinnostavia tutkimuskysymyksiä ovat mm. seuraavat:

- Minkä tyyppisiä onnettomuuksia tapahtuu kiertoliittymissä?
- Onko kiertoliittymien mitoituksella vaikutusta sen turvallisuuteen?

- Millaisiin paikkoihin kunkin tyyppinen kiertoliittymä sopii parhaiten?
- Millainen kiertoliittymä on polkupyöräilijöiden kannalta turvallisin?

7.3 Rautatieympäristö

Rautatieympäristön osalta työpajassa tunnistettiin kaksi potentiaalista sovelluskohdetta:

1. *Lähesonnettomuuksien tunnistaminen veturiin asennettavan kameran avulla*

Optimaalisessa tilanteessa kamera nauhoittaisi junan edessä olevaa tilannetta vain silloin kun juna ohittaa tasoristeyksen tai kun raiteilla tai niiden läheisyydessä havaitaan henkilöitä (esim. veturin keulassa olevan tutkan avulla). Yksinkertaisempaan mahdollisuuteen on, että kamera aktivoituu automaattisesti esimerkiksi voimakkaan jarrutuksen tai äänimerkin käytön yhteydessä. Haasteiksi tunnistettiin veturinkuljettajien mahdollinen vastustus veturin keulaan asennettavaa kameraa kohtaan sekä äänimerkin käyttö ja sille mahdollisesti asetetut rajoitukset tietyissä paikoissa.

2. *Tietyn toimenpiteen vaikutusten arviointi yksittäisessä tasoristeyksessä*

Tasoristeykseen asennettavalla kameralla kerätään tietoa autonkuljettajien ajokäyttäytymisestä sekä tasoristeyksen lähestymis- ja ylitysnopeuksista. Tasoristeystoimenpiteiden vaikutuksia konfliktimenetelmällä ovat arvioineet mm. van der Horst ja Bakker (2002; 2003), jotka Alankomaissa tehdyissä tutkimuksissa nauhoittivat tienkäyttäjien toimintaa useissa tasoristeyksissä sekä ennen että jälkeen toimenpiteen toteuttamista. Tutkimuksen erityisenä kiinnostuksen kohteena olivat tienkäyttäjien toiminta tasoristeyksen punaisen valon palaessa sekä vapaasti kulkevien ajoneuvojen nopeudet.

7.4 Meriliikenne

Meriliikenteessä lähesonnettomuustietoa kerätään systemaattisesti: kaikkien vähintään 24 metriä pitkien alusten tulee viipymättä ilmoittaa Liikenneviraston ylläpitämille VTS-keskukselle (Vessel Traffic Services) kaikki merenkulun turvallisuuteen liittyvät poikkeamatilanteet. Konfliktimenetelmän potentiaalisiksi sovelluskohdeksi tunnistettiin meriliikenteen osalta tehtyjen läheltä piti -tilanneilmoitusten hyödyntäminen. Ajatuksena oli, että kerätystä aineistosta voitaisiin tunnistaa usein toistuvia ongelmatilanteita sekä ongelmapaikkoja (esim. viimeisen viiden vuoden tapausten sijoittaminen kartalle).

Työpajan jälkeen selvisi, että meriliikenteen poikkeamatietoja käsitellään ja analysoidaan jo tällä hetkellä hyvin yksityiskohtaisesti sekä Liikennevirastossa että Liikenteen turvallisuusvirasto Trafissa (Westerlund, 2015). Liikennevirasto pitää ajantasaista tilastoa rike- ja poikkeamaraporteista. Tilastoihin viettäessä poikkeamat luokitellaan ja niistä työstetään puolivuositain kooste. Koosteessa kuvataan tehtyjen raporttien lukumäärät alueittain sekä selvitetään, minkälaiset tekijät

ovat vaikuttaneet poikkeamatilanteiden syntymiseen. Poikkeamien ja rikkomusten tilannetta verrataan myös edellisvuoden tai edellisvuosien tilanteisiin. Tämän lisäksi Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi yhdistää poikkeamaraporttien tietoja muuhun saatavilla olevaan tietoon ja koostaa näiden pohjalta vesialueiden turvallisuutta kuvaavia turvallisuuskatsauksia. Jos raporteista alkaa erottua jokin toistuva ilmiö, se otetaan tarkempaan analyysiin. Lisäksi Trafi pitää yllä poikkeama- ja onnettomuusraporttien perusteella laadittua karttasovellusta kauppamerenkulun riskialueista.

8. Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia katsaus konfliktimenetelmän kehityksestä ja nykytilasta sekä arvioida konfliktimenetelmän tulevaisuuden sovelluskohteita Suomessa. Aihetta selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla, jossa käytiin läpi ICTCT-ryhmän verkkosivun aineistoa, Science direct -tietokannasta löytyviä aiheeseen liittyviä tieteellisiä artikkeleita sekä ohjausryhmän osoittamaa aineistoa. Konfliktimenetelmän lupaavia sovelluskohteita Suomessa arvioitiin työpajatyöskentelynä, jonka taustamateriaalina oli kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.

Konfliktimenetelmää sovellettiin tieliikenteessä ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa 1960-luvun lopulla, jolloin General Motorsin toteuttamassa tutkimuksessa selvitettiin tiettyjä risteyksiä tarkkailemalla, joutuivatko heidän yhtiönsä valmistamat autot muiden yhtiöiden valmistamia autoja useammin vaaratilanteisiin. Konfliktiksi lueteltiin kaikki tilanteet, joissa vuorovaikutustilanteessa jarrutettiin tai väistettiin. Kiinnostus menetelmää kohtaan oli suuri, ja General Motorsin innoittamana konfliktimenetelmää alettiin 1970-luvulla kehittää yhtäaikaaisesti useassa Euroopan maassa sekä Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Israelissa joko General Motorsin menetelmänä tai uusina itse kehitettyinä versioina. Vaikka konfliktimenetelmällä on paljon etuja, sen käyttö on 1980-luvun jälkeen jäänyt varsin vähäiseksi sekä Suomessa että muualla maailmassa. Osaltaan siihen ovat vaikuttaneet menetelmän validiteettiin ja luotettavuuteen liittyvät ongelmat sekä menetelmän kalleus.

Konfliktitutkimuksen alkuaikoina sekä konfliktien tunnistaminen että liikenteen laskeminen tehtiin manuaalisesti. Tämän lisäksi tutkimuspaikasta kerättiin usein kuvanauhoja, joilta pystyttiin tarkistamaan tehtyjä havaintoja. Konfliktimenetelmästä ei ole vielä onnistuttu kehittämään täysin automaattista eikä niin varmaan tule myöskään tapahtumaan vielä lähiaikoina. Kehitystä on kuitenkin tapahtunut ja kuvien automaattisella analysoinnilla voidaan nykypäivänä saada varsin hyvä kuva tienkäyttäjien liikeradoista.

Konfliktimenetelmän lupaavia sovelluskohteita Suomessa käsiteltiin työpajassa neljällä mm. kirjallisuuskatsauksen perusteella tunnistetulla osa-alueella, joita olivat tieliikenteen ajoneuvolaitteet ja liikenneympäristö, rautatieliikenne ja meriliikenne. Ajoneuvolaitteiden hyödyntäminen konfliktiaineiston keräämisessä ja selvitukset ajoneuvolaitteiden vaikutuksista kuljettajan toimintaan tunnistettiin keskeisiksi kiinnostuksen kohteiksi, koska autojen anturit ovat monipuolistuneet viime aikoina ja niillä voidaan nykyään kerätä varsin laajasti tietoa kuljettajan ajokäyttä-

tymisestä. Liikenneympäristön osalta mielenkiinnon kohteena olivat erityisesti jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden sekä autoliikenteen välinen vuorovaikutus, koska jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden onnettomuuksien lukumäärä ei ole vähentynyt viime vuosina samalla tavalla kuin autojen väliset onnettomuudet. Laajemman näkökulman kattamiseksi työpajassa keskusteltiin myös konfliktimenetelmän mahdollisesta soveltamisesta rautatieympäristössä ja meriliikenteessä.

Työpajassa tunnistettuja potentiaalisia konfliktimenetelmän sovelluskohteita Suomessa on esitetty osa-alueittain luvussa 7. Ehdotetut aiheet käsittelevät liikennejärjestelmää hyvin laajasti ja ne kattavat eri liikennemuotoja. Kyseinen listaus on työpajan osallistujien käsitys tärkeimmistä konfliktimenetelmän tulevaisuuden potentiaalisista sovelluskohteista. Tulosten perusteella ei voida kuitenkaan ottaa yksityiskohtaisesti kantaa siihen, mihin mainituista tutkimusaiheista pitäisi tulevaisuudessa panostaa. Potentiaalisten sovelluskohteiden priorisointiin vaikuttavat olennaisesti liikennejärjestelmässä tapahtuvat muutokset sekä kunkin osa-alueen kehittyminen tulevaisuudessa.

Selkein käynnissä oleva liikennejärjestelmän muutos on liikenteen automaation lisääntyminen. Liikenteen automatisoituminen muuttaa olennaisesti mm. tienkäyttäjien vuorovaikutusta. Siirtymävaiheessa liikenteessä on sekä osittain automaattisia ajoneuvoja että automatisoimattomia ajoneuvoja. Tämä tarkoittaa, ettei kaikkia autoja ole varustettu varoittavilla ja/tai pakottavilla tukijärjestelmillä tai sovelluksilla. Liikenteessä on erittäin todennäköisesti mukana myös jalankulkijoita, polkupyöräilijöitä, mopoilijoita ja moottoripyöräilijöitä, joilla ei ole käytössään saatavilla olevia varoittavia järjestelmiä. Automatisoimisella on todennäköisesti sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia liikenneturvallisuuteen (Innamaa ym., 2015). Autonkuljettajat voivat häiriintyä usein tulevista varoituksista ja unohtaa hetkellisesti tarkkailla ympäristöään, ja peräänajojen lukumäärä voi myös lisääntyä, jos tukijärjestelmällä varustamattoman auton edessä oleva auto tekee automaattisen hätäjarrutuksen. Yhtenä haasteena on myös se, että jalankulkijat ja polkupyöräilijät oppivat, että autot tekevät hätäjarrutuksia kriittisissä tilanteissa, mikä voi muuttaa heidän käyttäytymistään liikenteessä aiempaa varomattommaksi. Toisaalta autonkuljettajien saamien varoitusten avulla voidaan vähentää jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden kanssa tapahtuvia vaaratilanteita ja onnettomuuksia. Se, että varoittavilla tukijärjestelmillä tai sovelluksilla varustetut autot ajavat aiempaa hitaammin turvallisuudelle kriittisissä tilanteissa, vaikuttaa todennäköisesti myös niiden perässä ajavien varustamattomien autojen ajonopeuksiin, mikä osaltaan parantaa liikenneturvallisuutta.

Konfliktimenetelmä on yksi tapa tutkia sitä, miten liikenteen automatisoituminen vaikuttaa tienkäyttäjien vuorovaikutukseen. Liikenteen automatisoituminen ja autojen tukijärjestelmien lisääntyminen mahdollistavat uudenlaisen aineiston keräämisen konfliktitutkimusta varten.

Lähteet

- Allen, B. L., Shin, B. T. & Cooper, P. J. 1978. Analysis of Traffic Conflicts and Collisions. Transportation Research Record 667. Transportation Research Board, United States.
- Ambros, J. 2012. Traffic conflict technique as a complementary method of road safety management. XI International Symposium on Road accident prevention. 11.–12.10.2012, Novi Sad, Serbia.
- Amundsen, F. N. & Hydén, C. 1977. Proceedings. First Workshop on Traffic Conflicts, Oslo.
- Anttila, V. & Luoma, J. 2005. Surrogate in-vehicle information systems and driver behaviour in an urban environment: A fiend study on the effects of visual and cognitive load. Transportation Research Part F, 8, 121–133.
- Archer, J. 2001. Traffic Conflict Technique. Historical to current State-of-the-Art. Kungl Tekniska Högskolan. ISSN 1651-0216. Saatavilla 28.8.2015: http://www.ctr.kth.se/publications/ctr2001_05.pdf
- Archer, J. 2005. Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections. Dissertation. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Asmussen, E. 1983. International Calibration Study of Traffic conflict Techniques. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques. Copenhagen, May 25–27, 1983.
- Autey, J., Sayed, T. & Zaki, M. H. 2012. Safety evaluation of right-turn smart channels using automated traffic conflict analysis. Accident Analysis and Prevention, 45, 120–130.
- Bagdadi, O. 2013. Estimation of the severity of safety critical events. Accident Analysis and Prevention, 50, 167–174.
- Cambell, R. E. & King, L. E. 1970. The traffic conflicts technique applied to rural nitersections. Accident Analysis and Prevention, 2, 209–221.
- Chaloupka, C. & Risser, R. 1995. Don't wait for accidents – possibilities to assess risk in traffic by applying the “Wiener Farhprobe”. Safety Science, 19, 137–147.

- De Goede, M., Fyhri, A. & Bjørnskau, T. 2014. Analysing traffic conflicts – comparing the Swedish traffic conflict technique (TCT) and the Dutch Objective conflict Technique for Operation and Research (Doctor). 27th ICTCT workshop in Karlsruhe, Germany. October, 16–17, 2014.
- Dingus, T. A., Klauer, S.G., Neale, V. L., Petersen, A., Lee, S. E., Sudweeks, J., Perez, M. A., Hankey, J., Ramsey, D., Gupta, S., Bucher, C., Doerzaph, Z. R., Jermeland, J. & Knippling, R.R. 2006. The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II – Results of the 100-Car Field Experiment. U.S. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety Administration. DOT HS 810 593.
- El-Basyouny, K. & Sayed, T. 2013. Safety performance functions using traffic conflicts. *Safety Science*, 51, 160–164.
- Elvik, R., Høyve, A., Sørensen, M. & Vaa, T. 2009. *The Handbook of Road Safety Measures*. Second edition. Emerald Group Publishing Limited, Bingley.
- Engel, U. 1985. Validation of conflict-studies – an international review. Technical report 1/1985. Danish Council of Road Safety Research, Copenhagen.
- EU. 2015. InDeV: In-Depth understanding of accident causation for Vulnerable road users. Saatavilla 13.11.2015: http://cordis.europa.eu/project/rcn/193358_en.html
- Grayson, G. B. 1984. *The Malmö study: A calibration of traffic conflict techniques. A study organised by ICTCT – The international committee on Traffic Conflict Techniques*. Institute for Road Safety Research SWOV, The Netherlands.
- Hauer, E. & Gårder, P. 1986. Research into the validity of the traffic conflict technique. *Accident Analysis and Prevention*, 18(6), 471–481.
- Hydén, C. 1987. *The development of a method for traffic safety evaluation: the Swedish traffic conflict technique*. Dissertation. Lund University, Department of Traffic Planning and Engineering, Sweden.
- Innamaa, S., Kanner, H., Rämä, P. & Virtanen, A. 2015. Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä. *Trafin tutkimuksia 01/2015*. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Helsinki.
- Kautiala, C. & Seimelä, K. 2012. *Tieliikenteen onnettomuusrekistereiden peittävyystutkimus*. LINTU-julkaisuja 7/2012. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.

- Kočárková, D. 2012. Traffic conflict techniques in Czech Republic. SIV – 5th International Congress – Sustainability of Road Infrastructures. Procedia – Social and Behavioural Sciences, 53, 1029–1034.
- Kulmala, R. 1980. Liikenteen konfliktitutkimukset 1979. Tie- ja liikennelaboratorion tiedonanto 57. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Kulmala, R. 1981. Mannerheimintien suojateiden turvallisuus. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tiedotteita 25/1981. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Kulmala, R. 1983. Konfliktimenetelmä. Työpsykologian lisensiaattiseminaari 7.2.1983.
- Kulmala, R. 1985. Konfliktimenetelmien kansainvälinen vertailu. Tie ja liikenne 2.
- Kulmala, R. 1989. Kanavoitujen liittymien turvallisuus. Konfliktitutkimus kuudessa maantieliitymässä. Tiedotteita 1011. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Kulmala, R. 1993. Konfliktimenetelmä: VTT:n käyttämän menetelmän kuvaus. Luottamuksellinen muistio Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Helsingin kaupungin ja VTT:n käytettäväksi laadittu luottamuksellinen raportti.
- Kulmala, R. & Pajunen, K. 1985. Kevyen liikenteen väylien konfliktitutkimuksia pääkaupunkiseudulla. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tiedotteita 410. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Kulmala, R. & Pajunen, K. 1986. Konfliktitutkimus Tuusulantien Korson liittymässä. Tiedotteita 641. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Laureshyn, A. 2010. Application of automated video analysis to road user behaviour. Dissertation. Lund University. Department of Technology and Society, Sweden.
- Laureshyn, A. & de Goede, M. 2015. Using semi-automated conflict analysis to study the safety in numbers effect. Seminar on Bicycle infrastructure design and interplay in traffic. February 26th, 2015, Oslo, Norway.
- Laureshyn, A., Svensson, Å. & Hydén, C. 2010. Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implication. Accident Analysis and Prevention, 42, 1637–1646.
- Liikenneturva. 2015. Liikenteen seurannat. Saatavilla 13.11.2015: <https://www.liikenneturva.fi/fi/tutkittua/tutkimukset/liikenteen-seurannat>

- Liikenneturva. 2016. Tieliikenneonnettomuuksien tilastointi Suomessa. Saatavilla 7.1.2016: <https://www.liikenneturva.fi/tieliikenneonnettomuuksien-tilastointi-suomessa>
- Lord, D. & Persuad, B. N. 2004. Estimating the safety performance of urban road transport networks. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 609–620.
- Luoma, J. 1994. Toward a methodology for field observations of driver behavior: A comparison of Finland and Michigan (Report No. UMTRI-94-16). The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor.
- Madsen, T. K. O. & Lahrmann, H. S. 2015. Bicycle intersections with video observations – A simple solution for analysis and exposure measures. Seminar on Bicycle infrastructure design and interplay in traffic. February 26th, 2015, Oslo, Norway.
- Madsen, T. K. O., Bahnsen, C., Lahrmann, H. S. & Moeslund, T. B. 2014. Automatic Detection of conflicts at signalised intersections. Paper presented at Transportation Research Board 93rd Annual Meeting, Washington D.C., United States.
- Migletz, D. J., Glauz, W. D. & Bauer, K. M. 1985. Relationships between traffic conflicts and accidents. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. FHWA/RD-84/042.
- Mäkinen, T. & Kulmala, R. 1987. Aikavälien yhteys turvallisuuteen taajamaliikenteessä. Tie- ja liikennelaboratorion tiedotteita 800. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.
- Nygård, M. 1999. A method for analysing traffic safety with help of speed profiles. Master's thesis. Tampere University of Technology, Tampere.
- Older, S. J. & Spicer, B. R. 1976. Traffic conflicts – A development in accident research. *Human Factors*, 18(4), 335–350.
- Parker, M. R. & Zegeer, C. V. 1989. Traffic Conflict Techniques for Safety and Operation – Observers manual. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Virginia. FHWA-IP-88-027.
- Perkins, S. R. & Harris, J. I. 1967. Criteria for Traffic Conflict Characteristics: Signalized Intersections. General Motors Corporation. Electro-Mechanical Department. Research Publication GMR-632.
- Pyymäki, M. 1977. Tutkimus liikennekonflikteista – Simulointimallin vertailu ja sovellutus. Tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 29. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo.

- Rauhala, V. 1972. Liikenteen tarkkailumenetelmä liittymien onnettomuuspotentiaalın tutkimiseksi. Teknillisen korkeakoulun rakennusinsinööriosastolle tehty diplomityö. Otaniemi, Espoo.
- Räsänen, M. 2006. Functionality of a bus stop at exit or merging lanes and its impact on driver behaviour. *Traffic Engineering & Control*, 47(1), Hemming Group, Limited.
- Räsänen, M. & Summala, H. 2000. Car drivers' adjustment to cyclists at roundabouts. *Transportation Human Factors*, 2(1), 1–17.
- Räsänen, M., Koivisto, I. & Summala, H. 1999. Car driver and bicyclist behaviour at bicycle crossings under different priority regulations. *Journal of Safety Research*, 30, 67–77.
- Sallinen, M., Kuikka, P., Hämäläinen, J. & Kujala, T. 2013. Vaaratilanteiden ilmoittamisen ja raportoinnin kehittäminen maantiekuljetuksissa. *Trafin julkaisuja 23/2013*. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Helsinki.
- Saunier, N. 2014. Automated methods for surrogate safety analysis: where we are and where to go next. Presented in ICTCT 2014 Workshop, 16.10.2014, Karlsruhe, Germany.
- Saunier, N., Zangenehpour, S. & Miranda-Moreno, L. 2015. Video analysis for cyclists safety: case studies in Montreal, Canada. Seminar on Bicycle infrastructure design and interplay in traffic. February 26th, 2015, Oslo, Norway.
- Schirokoff, A., Luoma, J. & Kallio, M. 2009. Effects of using in-vehicle information systems on car following and interaction between the driver and pedestrians. *Julkaisematon muistio*.
- Svensson, Å. 1998. A method for analysing the traffic process in a safety perspective. Dissertation. Department of Traffic Planning and Engineering. Lund institute of Technology, Lund University.
- St-Aubin, P., Saunier, N. & Miranda-Moreno, L. 2015. Large-scale proactive road safety analysis using video data. *Transportation Research Part C*, 58, 363–379.
- Svensson, Å. 2005. Towards cognitive vision: A tool for assessing road user behaviour. Behavioural research in road safety 2005: 15th seminar. Department of Transport, London.
- Svensson, Å. & Hydén, C. 2006. Estimating the severity of safety related behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 379–388.

- Trafi. 2013. Tieliikenteen turvallisuusindikaattorit 1.0. Muistio 1.2.2013. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Helsinki. Saatavilla 25.8.2015: http://www.trafi.fi/filebank/a/1362493179/48ba57aa05d7249cf654491705b8aa8b/11733-Tieliikenteen_turvallisuusindikaattorit_kasikirja.pdf.
- TVH. 1982. Liittymien onnettomuuspotentiaalin määrittäminen konfliktimenetelmällä. Tie- ja vesirakennushallitus, käyttöosaston liikennetoimisto, Helsinki.
- van der Horst, R. & Kraay, J. H., 1986. The Dutch conflict observation technique 'DOCTOR'. ICTCT Workshop, Budapest.
- van der Horst, R. & Bakker, P. 2002. The effectiveness of safety measures at railway level crossings on road user behaviour. 15th ICTCT workshop in Brno, Czech Republic, 23.–23.10.2002.
- van der Horst, R. & Bakker, P. 2003. Safety measures at railway level crossings for pedestrians and bicyclists. ICTCT extra-workshop in Vancouver, Canada, 5.–6.1.2003.
- Westerlund, K. 2015. Sähköpostitse saatu kuvaus meriliikenteenohjaukselle raportoidun tiedon hyödyntämisestä 15.10.2015.
- Zajic, P. 2012. Traffic conflicts and road transport safety. New development. Perner's Contacts. Electronical technical journal of technology, engineering and logistic in transport. Number 4, Volume VII. ISSN 1801-674X. University of Pardubice, Czech Republic.
- Zangenehpour, S., Miranda-Moreno, L. F. & Saunier, N. 2015. Automated classification based on video data at intersections with heavy pedestrian and bicycle traffic: Methodology and application. Transportation Research Part C, 56, 161–176.
- Zheng, L., Ismail, K. & Meng, X. 2014. Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights. Canadian Journal of Civil Engineering, 41(7), 633–641.

Nimeke	Liikennekonfliktimenetelmä ja sen mahdollisuudet
Tekijä(t)	Anne Silla
Tiivistelmä	<p>Tutkimuksen tavoitteena oli laatia katsaus konfliktimenetelmän kehityksestä ja nykytilasta sekä arvioida konfliktimenetelmän tulevaisuuden sovelluskohteita Suomessa. Aihetta selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla. Konfliktimenetelmän lupaavia sovelluskohteita Suomessa arvioitiin työpajatyöskentelynä, jonka taustamateriaalina oli kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.</p> <p>Konfliktimenetelmässä liikenteen turvallisuutta mitataan tarkkailemalla liikennettä ja kirjaamalla havaittujen vaarallisten tilanteiden lukumääriä ajantasaisesti. Menetelmän oletuksena on, että ennalta määriteltyjen konfliktien lukumäärä tietyssä liikennetilanteessa korreloi samassa tilanteessa tapahtuvien liikenneonnettomuuksien kanssa, mistä on myös näyttöä.</p> <p>Konfliktimenetelmää sovellettiin tieliikenteessä ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa 1960-luvun lopulla. Kiinnostus menetelmää kohtaan oli suuri, ja konfliktimenetelmää alettiin 1970-luvulla kehittää yhtäaikaaisesti useassa Euroopan maassa sekä sen ulkopuolella. Vaikka konfliktimenetelmällä on paljon etuja, sen käyttö on 1980-luvun jälkeen jäänyt varsin vähäiseksi. Konfliktimenetelmästä ei ole vielä onnistuttu kehittämään täysin automaattista. Kehitystä on kuitenkin tapahtunut, ja kuvien automaattisella analysoinnilla voidaan nykyään saada varsin hyvä kuva tienkäyttäjien liikeradoista.</p> <p>Konfliktimenetelmän lupaaviksi sovelluskohteiksi Suomessa tunnistettiin mm. seuraavat:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ajoneuvolaitteiden hyödyntäminen konfliktiaineiston keräämisessä. Autojen anturit ovat monipuolistuneet viime aikoina, ja niillä voidaan kerätä varsin laajasti tietoa kuljettajan ajokäyttäytymisestä.- Selvitykset ajoneuvolaitteiden vaikutuksista kuljettajan toimintaan.- Jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden sekä autoliikenteen välisen vuoro vaikutuksen selvittäminen.
ISBN, ISSN, URN	ISBN 978-951-38-8396-6 (URL: http://www.vtt.fi/julkaisu) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Verkkojulkaisu) http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8396-6
Julkaisuaika	Tammikuu 2016
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	49 s.
Projektin nimi	Turvallinen liikenne 2025
Rahoittajat	
Avainsanat	traffic conflict, road safety, traffic safety, accident, driver behaviour, road user behaviour
Julkaisija	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111

Title	Traffic conflict technique and its potential
Author(s)	Anne Silla
Abstract	<p>The aim of this study was to review the development and current state of the traffic conflict technique and assess its potential future applications in Finland. The study was conducted as a literature review. The most promising future applications to emerge from the review were further examined in a workshop.</p> <p>In the traffic conflict technique, the level of safety is measured by observing the traffic and documenting the number of dangerous traffic conflicts in real time. The method assumes that a pre-defined number of conflicts in a specified traffic situation will correlate with traffic accidents in the same situation in real life, which has been shown to be the case.</p> <p>The traffic conflict technique was first applied in the U.S. in the late 1960s. The resulting enthusiasm among the scientific community saw the method being simultaneously developed and applied in several countries, both in Europe and worldwide. Although the method has a number of benefits, its application has been somewhat limited since the 1980s, and efforts to automate it have not wholly succeeded. There has however been some progress, with the automatic processing of images now providing a pretty good idea of the movements of road users.</p> <p>The most promising applications of the traffic conflict method in Finland include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exploitation of information collected by in-car devices. Sensors installed in cars have recently become more diverse and can be used to collect extensive information on driver behaviour - Research on the effects of in-vehicle devices on driver behaviour - Research on interactions between pedestrians/cyclists and car drivers.
ISBN, ISSN, URN	ISBN 978-951-38-8396-6 (URL: http://www.vttresearch.com/impact/publications) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Online) http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8396-6
Date	January 2016
Language	Finnish, English abstract
Pages	49 p.
Name of the project	Traffic Safety 2025
Commissioned by	
Keywords	traffic conflict, road safety, traffic safety, accident, driver behaviour, road user behaviour
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland Ltd P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111

Liikennekonfliktimenetelmä ja sen mahdollisuudet

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia katsaus konfliktimenetelmän kehityksestä ja nykytilasta sekä arvioida konfliktimenetelmän tulevaisuuden sovelluskohteita Suomessa. Aihetta selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla. Konfliktimenetelmän lupaavia sovelluskohteita Suomessa arvioitiin työpajatyöskentelynä, jonka taustamateriaalina oli kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.

Konfliktimenetelmän lupaaviksi sovelluskohteiksi Suomessa tunnistettiin mm. seuraavat:

- Ajoneuvolaitteiden hyödyntäminen konfliktiaineiston keräämisessä. Autojen anturit ovat monipuolistuneet viime aikoina, ja niillä voidaan kerätä varsin laajasti tietoa kuljettajan ajokäyttäytymisestä.
- Selvitykset ajoneuvolaitteiden vaikutuksista kuljettajan toimintaan.
- Jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden sekä autoliikenteen välisen vuorovaikutuksen selvittäminen.

ISBN 978-951-38-8396-6 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)
ISSN-L 2242-1211
ISSN 2242-122X (Verkkojulkaisu)
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8396-6>