

Annika Paaso

Kiertoliittymät pääteillä



Annika Paaso

Kiertoliittymät pääteillä

Opinnäytetyö 6/2016

Liikennevirasto
Helsinki 2016

Kannen kuva: Limingan kiertoliittymä, Olli Örnmark

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN 2343-1741

ISBN 978-952-317-235-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Annika Paaso: Kiertoliittymät pääteillä. Liikennevirasto, hankesuunnitteluosasto. Helsinki 2016. Opinnäytetyö 6/2016. 108 sivua ja 6 liitettä. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-235-7.

Avainsanat: Kiertoliittymät, liittymät, päätiet, vaikutukset, polttoaineen kulutus, matka-aika

Tiivistelmä

Kiertoliittymiä ehdotetaan toteutettavaksi entistä useammin pääteille. Kiertoliittymät ovat turvallisia autoliikenteelle alhaisten nopeuksien vuoksi, ja sen kautta sivusuuntien on helpompi liittyä päätielle tai ylittää päätie. Pääteillä on kuitenkin omia linjauksia. Pääteillä tavoitteena on välittää valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämatkaista henkilö- ja tavaraliikennettä sujuvasti ja turvallisesti. Päätiet ovat yleensä jatkuvia ja etuajo-oikeutettuja teitä, joilla on paljon liikennettä sekä korkea ja tasainen nopeustaso. Pääteillä suositaan mahdollisimman pitkiä liittymävapaita osuuksia. Maankäytön takia liittymiä täytyy kuitenkin rakentaa pääteille. Muihin liittymätyyppeihin verrattuna kiertoliittymä on poikkeuksellinen ratkaisu pääteillä, sillä se katkaisee päätien etuajo-oikeuden. Tällöin jokainen liittymään tuleva ajoneuvo joutuu hidastamaan nopeutta kiertoliittymään, jolloin myös päätien liikenteen sujuvuus kärsii.

Pääteiden kiertoliittymien taustalla on vuonna 1996 laadittu linjaus, jonka mukaan pääteiden taajamissa tai taajamien porttikohdissa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen, jos nopeustaso päätiellä on alhainen ja liittymän ympäristö tukee liittymän toteuttamista. Linjauksen mukaan päätieympäristöstä poikkeavana ja yllättävänä sekä raskaan liikenteen sujuvuutta alentavana ratkaisuna kiertoliittymä ei sovellu pääteiden maaseutumaisiin olosuhteisiin. Liikennevirasto on havainnut, että kiertoliittymän päätielle soveltuvuuden arvioimiseen tarvitaan lisää perusteita ja tietoa kiertoliittymän vaikutuksista päätien liikenteeseen, jotta tietoja osataan hyödyntää suunnittelussa, hankearvioinneissa ja päätöksenteossa.

Työn tarkoituksena on esittää suositus siitä, millaisissa tapauksissa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen Suomen päätiellä. Työssä on hyödynnetty kirjallisuus- ja tutkimusaineistoa, joiden avulla on pyritty saamaan kattava kuva Suomen pääteistä, niiden kiertoliittymistä ja kiertoliittymien jo tutkituista vaikutuksista. Lisäksi tärkeänä tutkimusaineistona ovat yksittäisten ajoneuvojen simuloinnit, joiden avulla saadaan tietoa kiertoliittymän vaikutuksista päätien suuntaiseen liikenteeseen. Simuloinneissa on tutkittu kiertoliittymästä aiheutuvia vaikutuksia ajoneuvojen nopeuksiin, matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen. Simulointien perusteella merkittävimmät kustannukset aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäyksestä ja myös vaikutukset matka-aikaan ovat huomattavat. Työssä on tarkasteltu myös muutamaan päätien liittymäkohteeseen tehtyjä liikenteellisiä selvityksiä, joissa on otettu huomioon kiertoliittymän vaikutuksia päätien liikenteeseen. Lisäksi työssä on selvitetty kyselyn avulla neljän muun Euroopan maan kiertoliittymäkäytäntöjä ja kiertoliittymän vaikutuksia.

Työn tulokset vahvistavat käsitystä siitä, että kiertoliittymäpolitiikka pääteillä on ollut oikeasuuntainen. Työssä muodostettuja kriteerejä kiertoliittymien käytöstä pääteillä voidaan hyödyntää, kun arvioidaan kiertoliittymän soveltuvuutta. Kriteereissä on esitetty ne tekijät, jotka puoltavat ja eivät puolla kiertoliittymän toteuttamista. Kriteerien toimivuutta on myös arvioitu testaamalla muodostettuja kriteerejä päätielle esitettyihin liittymäkohteisiin. Testaaminen osoitti, että liittymäkohteiden ja niiden liikenteen erilaisuuden vuoksi liittymän muuttamista kiertoliittymäksi on vaikea arvioida ilman liikenteellistä selvitystä. Työn suosituksena on se, että jokaiseen kohteeseen, johon ehdotetaan kiertoliittymää, tehdään liikenteellinen selvitys. Liikenteellisestä selvityksestä tulee käydä ilmi liittymäympäristö, liikennemäärät ja -jakaumat, nopeudet, onnettomuustiedot, kuvaus liittymän paikasta sekä arviot liikenteellisistä vaikutuksista sekä kustannuksista.

Annika Paaso: Cirkulationsplatser på huvudvägar. Trafikverket, projektplanering. Helsingfors 2016. Lärdomsprov 3/2016. 108 sidor och 6 bilagor. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-235-7.

Sammandrag

Man föreslår allt oftare att det byggs cirkulationsplatser på huvudvägar. Cirkulationsplatserna är säkra för biltrafiken på grund av de låga hastigheterna, och dessutom att det lättare att komma från en sidoväg till huvudvägen eller att korsa huvudvägen. Det finns ändå egna riktlinjer för huvudvägarnas del. Huvudvägarna ska förmedla långväga person- och godstrafik tryggt och smidigt både riksomfattande och mellan landskapen. Huvudvägarna är vanligen fortgående vägar med förkörsrätt, där trafiken är livlig och hastighetsnivån hög och jämn. På huvudvägarna strävar man efter så långa anslutningsfria sträckor som möjligt. På grund av markanvändningen måste man ändå bygga anslutningar på huvudvägar. Jämfört med andra typer av anslutningar är en cirkulationsplats en exceptionell lösning på huvudvägarna, eftersom den skär av huvudvägens förkörsrätt. Alla fordon som kommer till en cirkulationsplats måste sänka hastigheten, varvid också smidigheten för trafiken på huvudvägen blir lidande.

Bakom lösningarna med cirkulationsplatser på huvudvägar finns en riktlinje från 1996, enligt vilken en cirkulationsplats kan komma i fråga på huvudvägar i tätorter eller vid porten till en tätort, om hastighetsnivån på huvudvägen är låg och anslutningens omgivning stöder en cirkulationsplats. Enligt riktlinjen lämpar sig en cirkulationsplats inte på huvudvägar i landsbygdsförhållanden, eftersom den är avvikande och överraskande i huvudvägsmiljö och försämrar dessutom smidigheten för den tunga trafiken. Trafikverket har märkt att man behöver mera motiveringar samt kunskaper om hur en cirkulationsplats inverkar på trafiken på huvudvägen för att kunna bedöma hur väl en cirkulationsplats passar på huvudvägar, för att kunna dra nytta av kunskapen i planeringen, projektbedömningarna och beslutsfattandet.

Syftet med studien är att presentera en rekommendation om i hurdana fall en cirkulationsplats kan komma i fråga på huvudvägarna i Finland. Man har i studien utnyttjat litteratur- och undersökningsmaterial, med vars hjälp man har försökt få en heltäckande bild av de finska huvudvägarna, deras cirkulationsplatser och redan gjorda undersökningar om cirkulationsplatsernas effekter. Ett annat viktigt undersökningsmaterial är enskilda fordonssimuleringar som ger information om vilka effekter en cirkulationsplats har i huvudvägens riktning. Man har i simuleringarna undersökt vilka effekter cirkulationsplatsen har på fordonens hastigheter, restider och bränsleförbrukning. Enligt simuleringarna orsakas de största kostnaderna av ökad bränsleförbrukning, men effekterna på restiderna är också betydande. I studien granskades också några trafikmässiga utredningar om anslutningar på huvudvägar, där man har beaktat cirkulationsplatsens inverkan på trafiken på huvudvägen. Dessutom tog man med hjälp av en enkät reda på fyra andra europeiska länders praxis gällande cirkulationsplatser och deras effekter.

Resultatet av studien stärker uppfattningen om att policyn i fråga om cirkulationsplatser på huvudvägar har varit den rätta. De kriterier som studien ger om användningen av cirkulationsplatser på huvudvägar kan utnyttjas när man utvärderar hur lämplig en cirkulationsplats är. I kriterierna presenteras vilka faktorer som talar för en cirkulationsplats och vilka som inte gör det. Man har också utvärderat kriteriernas funktion genom att testa kriterierna på vissa anslutningsställen på huvudvägar. Testen visade att det på grund av anslutningarnas och deras trafikmässiga olikheter är svårt att bedöma effekterna av att en anslutning ändras om till en cirkulationsplats utan att det görs en trafikmässig utredning. I studien rekommenderas att man för varje ställe, där man föreslår en cirkulationsplats, gör en trafikmässig utredning. Av den trafikmässiga utredningen ska framgå anslutningsmiljön, trafikmängderna och -fördelningarna, hastigheterna, olycksuppgifterna, en beskrivning av anslutningsplatsen samt bedömningar av de trafikmässiga effekterna och kostnaderna.

Annika Paaso: Roundabouts on the main roads. Finnish Transport Agency, Project Planning. Helsinki 2016. Theses 3/2016. 108 pages and 6 appendices. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-235-7.

Summary

Roundabouts are proposed to be implemented in increasing amounts on main roads in Finland. Roundabouts provide a safe alternative for vehicle traffic due to the lower traffic speeds and yielding from the side roads is easier through the roundabout. However, the main roads have objectives of their own. They provide means for national and provincial long distance passenger and freight traffic in a fluid and safe manner. Generally, the main roads are continuous, they have priority and they carry large amounts of traffic on relatively high and steady levels of speed. The main road preference is also on intersection-free road sections. Because of the land use, intersections are needed to connect areas to the main roads. Compared to the other types of other intersections, roundabouts are a surprising choice, as they counteract the priority of the main road. Any vehicle has to decelerate as they are approaching to roundabout thus impacting the steadiness of traffic flow on the main road.

The Finnish policy for roundabouts on the main roads was formulated in 1996. According to this policy, roundabouts can be implemented in built-up areas and on entrances to built-up areas if the level of speed is already low and the area surrounding the intersection supports the implementation of the roundabout. In rural areas, the implementation of roundabouts is not supported as they are surprising choice for the main road environment and are considered a disrupting solution to traffic flow. The Finnish Transport Agency has noticed that the evaluation of the feasibility of roundabouts on the main road needs further justification and information on their impacts to the main road traffic flow, so these factors can be taken into consideration in planning, project evaluation and decision making.

The goal of this thesis is to provide recommendation for roundabout implementation on the Finnish main roads. Literature references and various research materials have been used to construct an extensive view of the Finnish main roads, roundabouts implemented on them and impacts of roundabouts that are already considered. In addition, single vehicle simulations are used to provide information on the impacts of the roundabout to traffic on the main roads. In these simulations, the impacts of the roundabouts to travel speeds, travel times and fuel consumption are evaluated. The simulations show that the fuel consumptions and travel times are both considerably impacted. In addition, this thesis includes a review of evaluations of three main road intersection and the impacts of these evaluations have been observed. Also, this thesis evaluates policies and implementations of roundabouts in four other European countries through a survey conducted as part of the thesis work.

The results of this thesis confirms that the concept of roundabouts on the main roads have been adequate. The criteria established through this study be utilised when assessing the feasibility of implementing a roundabout on the main road. The criteria shall include both supporting and non-supporting factors that relate to implementing roundabouts on the main roads. The feasibility of established criteria has also been tested with the intersections that have been proposed to be changed as a roundabout. This testing showed that, due to the differences of these locations of intersection and their traffic, each of their practicability for roundabout implementation is difficult to establish without a detailed study on each location. This thesis recommends that when the roundabouts are proposed on the main roads, their impacts should be thoroughly analysed considering specific criteria including, area surrounding the intersection, traffic amounts, traffic distribution, existing speed limits, accident statistics, description of the location of the intersection and estimation of the impacts to the traffic and costs.

Esipuhe

Kiertoliittymien käyttöä pääteillä koskevassa linjauksessa vuonna 1996 määriteltiin periaatteet, milloin kiertoliittymä voi tulla pääteillä kyseeseen ja milloin ei. Pääteille ehdotetaan toteutettavaksi entistä useammin uusia kiertoliittymiä. Tämä tutkimus on tehty kiertoliittymistä pääteille aiheutuvien vaikutusten selvittämiseksi sekä sen arvioimiseksi, onko kiertoliittymien käyttöä pääteillä koskeva linjaus edelleen ajan tasalla. Työ toimii myös taustatietona myöhemmin laadittavalle kiertoliittymien käyttöä pääteillä koskevalle toimintalinjalle.

Tämän tutkimuksen on tehnyt Annika Paaso Aalto-yliopiston Insinöörیتieteiden korkeakoulussa yhdyskunta- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmaan kuuluvana diplomityönä. Työn valvojana on toiminut professori Tapio Luttinen Aalto-yliopiston Insinöörیتieteiden korkeakoulusta ja ohjaajana Ari Liimatainen Liikennevirastosta. Työhön liittyvät ajoneuvosimuloinnit on tehnyt Olavi H. Koskinen.

Helsingissä helmikuussa 2016

Liikennevirasto
Hankesuunnitteluosasto

Sisällysluettelo

LYHENTEET JA KÄSITTEET	9
1 JOHDANTO	11
1.1 Työn tausta	11
1.2 Työn tavoitteet	12
1.3 Tutkimusmenetelmät	13
1.4 Työn rajaus	15
2 KIRJALLISUUSAINEISTO	16
2.1 Suomen pääteiden merkitys	16
2.1.1 Suomen päätiet ja niiden liikenne	16
2.1.2 Pääteiden kehittämisen haasteet ja mahdollisuudet	21
2.2 Liittymäjärjestelyt Suomen pääteillä	24
2.2.1 Pääteiden liittymäjärjestelyt	24
2.2.2 Nykyinen liittymäpolitiikka	25
2.2.3 Liittymäsuunnittelun lähtökohdat	27
2.2.4 Liittymän liikenteelliset selvitykset	30
2.2.5 Liittymätyypit ja niiden soveltuvuus pääteille	31
2.3 Kiertoliittymät	34
2.3.1 Yleistä kiertoliittymistä	34
2.3.2 Suomen linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä	35
2.3.3 Kiertoliittymien tutkittuja vaikutuksia	36
3 TUTKIMUSAINEISTO	44
3.1 Pääteiden keskimääräinen ajoneuvoryhmäjakauma	44
3.2 Suomen pääteiden nykyiset kiertoliittymät	45
3.3 Yksittäisten ajoneuvojen simuloinnit	46
3.4 Liikenteelliset selvitykset kiertoliittymistä pääteillä	48
3.4.1 Juva	48
3.4.2 Valkeala	49
3.4.3 Askola	50
3.5 Kiertoliittymät pääteillä muualla Euroopassa	51
4 TULOKSET	53
4.1 Pääteiden ajoneuvoryhmäjakauma	53
4.2 Toteutetut kiertoliittymät Suomen pääteillä	53
4.3 Kiertoliittymän vaikutukset yksittäiseen ajoneuvoon	59
4.3.1 Eri ajoneuvotyypit kiertoliittymässä	59
4.3.2 Vaikutukset matka-aikaan	62
4.3.3 Vaikutukset polttoaineen kulutukseen	65
4.3.4 Kustannukset	68
4.4 Pääteiden liittymien liikenteelliset selvitykset	70
4.5 Kiertoliittymäkäytännöt pääteillä muualla Euroopassa	74
4.5.1 Ruotsi	74
4.5.2 Norja	75
4.5.3 Saksa	75
4.5.4 Alankomaat	77
4.6 Yhteenveto ja päätelmät tuloksista	78

5	KRITEERIT KIERTOLIITTYMIEN TOTEUTTAMISESTA PÄÄTEILLE	81
5.1	Yleistä kriteereistä.....	81
5.2	Kriteerit.....	82
5.2.1	Ympäristö.....	82
5.2.2	Liikennemäärät ja -jakaumat.....	83
5.2.3	Nopeustaso ja nopeustason lasku.....	83
5.2.4	Turvallisuus	84
5.2.5	Liittymän paikka	84
5.2.6	Liikennetalous.....	85
6	KRITEERIEN SOVELTUVUUS KÄYTÄNTÖÖN	86
6.1	Suomen pääteille ehdotettuja kiertoliittymäkohteita.....	86
6.1.1	Aineiston kuvaus	86
6.1.2	Ehdotettujen kohteiden ryhmittely	86
6.2	Ehdotettujen kohteiden soveltuvuus.....	89
6.2.1	Tarkastelu	89
6.2.2	Päätie maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla.....	89
6.2.3	Päätie lähestyy taajamaa	90
6.2.4	Kaksi päätietä kohtaa tai risteää	91
6.2.5	Päätie kulkee taajaman reunalla.....	91
6.3	Yhteenveto ja päätelmät ehdotetuista kohteista.....	92
7	SUOSITUS KIERTOLIITTYMIEN KÄYTÖSTÄ PÄÄTEILLÄ	94
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	98
8.1	Yhteenveto ja päätelmät.....	98
8.2	Työn arviointi.....	99
8.3	Aiheita jatkotutkimuksiin.....	103
	LÄHDELUETTELO	104

LIITTEET

Liite 1	Suomen taajama-alueet vuonna 2012 ja vuoden 2050 ennuste taajamien laajenemisesta
Liite 2	Sähköpostilla lähetetyn kyselyn viesti
Liite 3	Kiertoliittymät Suomen pääteillä
Liite 4	Yksittäisten ajoneuvotyyppien matkat nopeustason saavuttamiseksi kaikilla simuloituilla nopeuksilla ja pituuskaltevuuksilla kiertoliittymän keskeltä
Liite 5	Matka-aikojen lisäys jokaiselle yksittäiselle ajoneuvolle eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla
Liite 6	Polttoaineen kulutuksen lisäys yksittäiselle ajoneuvolle jokaisella nopeustasolla ja pituuskaltevuudella

Lyhenteet ja käsitteet

ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
HK-suhde	Hyöty-kustannussuhde
IVAR-ohjelmisto	Tieverkon Investointihankkeiden Vaikutusten ARviointiohjelmisto (IVAR) on tiehankkeiden suunnittelun apuväline eri suunnittelun vaiheissa.
KVL	Keskimääräinen vuorokausiliikenne
LAM-piste	Liikenteen automaattinen mittauspiste
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
TEN-T-verkko	Euroopan unionin tukema Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-T-verkon (Trans-European transport networks)) kehittäminen. TEN-T-verkko käsittää maantie-, rautatie-, sisävesi-, lento- ja meriliikenteen yhteyksiä Euroopan unionin jäsenmaissa.
VAT	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet
E-tieverkko	Yhdistyneiden kansakuntien alaisen Euroopan talouskomission (UNECE) piirissä määritelty yleiseurooppalainen tieverkko.
Google Maps	Googlen tarjoama karttapalvelu.
Google Street View	Googlen tarjoama katunäkymäpalvelu.
Konfliktipiste	Kohta, jossa kahden liikennevirran ajolinjat risteävät, erkanevat tai liittyvät.
Liittymä	Kahden tai useamman tien tai kadun liittymis- tai risteämiskohta.
Maantie	Tie, joka on luovutettu yleiseen liikenteeseen ja jonka ylläpitämisestä valtio vastaa. Maantiet voidaan jakaa valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin.
Onnettomuusaste	Onnettomuuksien määrän suhde ajosuoritteeseen tai liikennemäärään. Liittymien osalta onnettomuuksien määrän suhde miljoonaa liittyvään saapuvaa ajoneuvoa kohti.
Paramics-ohjelmisto	Liikenteen mikrosimulointiohjelmisto
Pituuskaltevuus	Tien kulmakerroin

Pyöristyskaari	Pyöristyskaarella pyöristetään tien tasausviivan suorien osien ja niiden jatkeiden taitekohdat. Pyöristyskaari voi olla joko kupera tai kovera.
Päätie	Valta- ja kantatiet Suomessa.
Synchro-ohjelmisto	Liikenteen mikrosimulointiohjelmisto.
Tarva MT-ohjelmisto	Valtion Teknillisen Tutkimuskeskuksen (VTT) suunnitelma tien parannustoimenpiteiden turvallisuusvaikutusten arviointiin tarkoitettu ohjelmisto Liikenneviraston tarpeisiin.
Tiemappi	Peruskarttakäyttöliittymä Liikenneviraston, Ely- liikennevastualueen ja Finnranetin käyttäjille.
Tierekisteri verkon	Liikenneviraston tietoaaineisto, josta voi etsiä tietoa tieyleistiedoista, onnettomuustiedoista, varusteista ja laitteista sekä kuntotiedoista.
Välityskyky	Liikenneyksiköiden enimmäismäärä, joka voi tietyssä aikayksikössä läpäistä liittymän tai jonka tie tai ajokais- ta voi välittää tietyissä liikenne- ja tieolosuhteissa.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Suomen päätieverkko koostuu valta- ja kantateistä, joiden tavoitteena on välittää valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämatkaista henkilö- ja tavaraliikennettä sujuvasti ja turvallisesti. Suomessa päätiet ovat yleensä luonteeltaan jatkuvia ja yhtäjaksoisesti etuajo-oikeutettuja teitä, joille tyypillisiä ovat runsaat liikennemäärät sekä korkea ja tasainen nopeustaso. Tasainen nopeustaso on todettu edullisimmaksi sujuvan ja turvallisen liikenteen aikaansaamiseksi.

Päätieympäristöön liittyvät olennaisesti liityntäjärjestelyt, jotka vaikuttavat ympäröivään maankäyttöön, tieverkkoon sekä koko liikennejärjestelmään. Saavutettavuuden ja näkyvyyden kannalta päätie on otollinen sijoittumispaikka, ja liittymät huolehtivat ympäröivän maankäytön tarpeista, mutta liityntäjärjestelyt muuttavat päätien ajoympäristöä ja alentavat pääteiden korkeaa nopeustasoa. Muutokset päätien ajoympäristössä ja nopeustasossa voivat aiheuttaa päätien liikenteelle toimivuusongelmia. Liittymästä aiheutuvia toimivuusongelmia päätien liikenteelle voidaan vähentää erilaisilla liittymäratkaisulla, jolloin pääsuunnan etuajo-oikeutetun liikenteen häiriöt, viivytykset ja nopeusvaihtelut pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä. Kiertoliittymä on poikkeuksellinen liittymätyyppi pääteillä, sillä se on ainoa tasoliittymä, joka muuttaa päätien pääsuunnan etuajo-oikeuden väistämisvelvolliseksi.

Pääteillä kiertoliittymien toteuttamisen periaatteiden taustalla on vuonna 1996 Tielaitoksen keskushallinnon laatima linjaus. Linjauksen mukaan kiertoliittymiä ei käytetä liittymätyyppinä pääteiden maaseutumaisissa olosuhteissa, mutta pääteiden taajamissa tai taajamien porttikohdissa kiertoliittymä voi kuitenkin tulla kyseeseen, jos nopeustaso on muutenkin alhainen ja lisäksi liittymän ympäristö tukee kiertoliittymän toteuttamista. Kiertoliittymiä on kuitenkin nykyisin myös pääteiden maaseutumaisissa olosuhteissa.

Kiertoliittymän toteuttaminen pääteille on osittain ristiriidassa pääteiden tavoitteiden kanssa. Vaikka kiertoliittymä on todettu useiden turvallisuusselvitysten perusteella autoliikenteelle turvallisimmaksi liittymätyypiksi pääteillä ja sivusuunnasta liittymisen päätieliikenteeseen on helpompaa kiertoliittymän kautta, aiheutuu kiertoliittymän väistämisvelvollisuudesta ja kiertoliittymän muodosta ajonopeuksien laskusta hidastuksia päätien suuntaiselle liikenteelle. Erityisesti raskaan liikenteen sujuvuus kärsii päätien suunnilla.

Usein pääteille asetettuja tavoitteita ei oteta huomioon tarpeeksi liittymätyypin valinnassa pääteille, vaikka jo valtakunnalliset alueenkäyttötavoitteet ohjaavat erityisesti päätieverkon jatkuvuutta ja kehittämistä toimivammaksi ja kilpailukykyisemmäksi liikennejärjestelmäksi. Kiertoliittymiä kuitenkin halutaan toteuttaa entistä useammin pääteille, sillä ne ovat rakennuskustannuksiltaan edullisempia eritasoliittymään ja joissakin tapauksissa myös valo-ohjauksiseen liittymään verrattuna. Lisäksi kiertoliittymän hyvät turvallisuusvaikutukset autoliikenteelle, sivusuunnan helpompi liittymisen päätielle ja maankäytön kehittymisen mahdollistaminen päätien välittömään läheisyyteen lisää halua toteuttaa kiertoliittymiä pääteille.

Liikennevirasto saa hyvin paljon kyselyitä koskien kiertoliittymien toteuttamista pääteille. Pääteiden omat tavoitteet, etenkin pitkämatkaisen liikenteen sujuvuudesta ja turvallisuudesta, asettavat haasteita sille, mitä pääteillä tulisi priorisoida. Kiertoliittymän päätielle soveltuvuuden arvioimiseen tarvitaan lisää perusteluja ja tietoa kiertoliittymän vaikutuksista päätien liikenteeseen, jotta tietoja osataan hyödyntää suunnittelussa, hankearvioinneissa ja päätöksenteossa. Ulkomaisissa selvityksissä ja tutkimuksissa ei ole juurikaan tarkasteltu kiertoliittymien vaikutuksia päätien liikenteeseen, mikä lisää tarvetta tutkimuksen tekemiseen.

1.2 Työn tavoitteet

Työssä tavoitteena on esittää suositus siitä, millaisissa tapauksissa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen Suomen pääteillä. Jotta suositus voidaan muodostaa, laaditaan työssä kriteerit siitä, miten päätie ja sen liittymille asetetut tavoitteet rajoittavat kiertoliittymien toteuttamista pääteillä sekä mitkä tekijät puoltavat ja eivät puolla kiertoliittymän toteuttamista pääteillä.

Työssä tavoitteena on siis tutkia, millaisia Suomen päätiet ovat ja millaisia ehtoja päätiet ja niiden liittymäpolitiikka asettavat liittymien, ja etenkin kiertoliittymien, toteuttamiseen pääteille. Työssä tutkitaan myös nykyisiä Suomen pääteiden kiertoliittymiä, linjausta kiertoliittymien käytöstä pääteillä ja jo tutkittuja vaikutuksia kiertoliittymistä.

Lisäksi tarkoituksena on esittää laajempi näkökulma kiertoliittymän vaikutuksista päätien suuntaiseen liikenteeseen. Kiertoliittymän vaikutuksia päätien suuntaiseen liikenteeseen on otettu huomioon ainoastaan muutamissa aiemmin tehdyissä yksittäisissä liikenteellisissä selvityksissä. Näitä vaikutuksia ovat muun muassa kiertoliittymästä aiheutuvat lisäykset matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen. Työssä tutkitaan Olavi H. Koskisen VEMOSIM-ajosimulaattorilla tekemiä simuloitteja yksittäistä ajoneuvoista kiertoliittymissä. Simuloinneissa on pyritty luomaan olosuhteet päätieympäristöstä.

Tämän lisäksi työn tavoitteena on tarkastella eurooppalaisia käytäntöjä kiertoliittymien käytöstä liittymätyyppinä pääteillä. Työssä tarkastellaan Ruotsin, Norjan, Saksan ja Alankomaiden käytäntöjä työssä tehdyn kyselyn pohjalta. Työssä halutaan esittää myös, millaisia kiertoliittymän vaikutuksia on tutkittu kyselyyn vastanneissa maissa. Lisäksi työssä esitetään arvio siitä, voitaisiinko Suomessa hyödyntää joitain muualla Euroopassa toteutettuja käytäntöjä kiertoliittymien käytöstä liittymätyyppinä pääteillä.

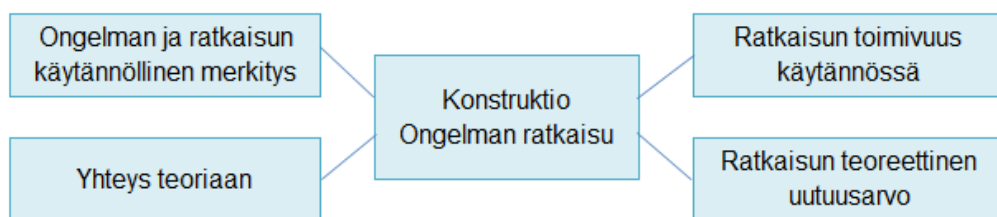
Työssä tutkitaan myös Suomen pääteiden liittymiä, joihin on ehdotettu toteutettavaksi kiertoliittymä. Ehdotettuihin liittymiin sovelletaan työssä esitettyjä kriteerejä kiertoliittymien toteuttamisesta pääteillä. Soveltuvuuden tarkoituksena on saada käsitys siitä, voisiko kiertoliittymä olla mahdollinen ehdotettuun liittymään. Lisäksi tarkoituksena on vahvistaa käsitystä muodostettujen kriteerien luotettavuudesta.

Työn tavoitteena on myös antaa näkökulmaa pääteiden kehittämiseen, sillä työ ottaa laajemmin huomioon kiertoliittymän vaikutukset päätien liikenteeseen. Työn avulla voidaan myös tarkentaa liittymäkohteisiin tehtäviä liikenteellisiä selvityksiä. Työssä selvitetään vaikutuksia muun muassa yksittäiseen ajoneuvoon, joita liikenteellisissä selvityksissä käytetyt työkalut eivät riittävällä tarkkuudella ota huomioon.

Suosituksista ja päätien suuntaisen liikenteen vaikutusten tuloksia voidaan käyttää apuna päätöksenteossa, hankearvioinnissa sekä suunnittelu- ja konsultointitoiminnassa. Työn tavoitteena on antaa asiantuntijoille tietoja vertailla eri liittymävaihtoehtoja päätieverkon kohteissa. Lisäksi työn sisältö antaa muille maille tietoa kiertoliittymien vaikutuksista, etenkin pääsuunnan liikenteeseen. Työn tuloksia hyödynnetään jatkossa Liikenneviraston pääteiden kiertoliittymiä koskevan toimintalinjan laatimisessa.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Työ on konstruktiiivinen tutkimus. Konstruktiiivinen tutkimus on tietoja soveltava ja rakentava tutkimus. Sen tavoitteena on ratkaista konkreettinen ongelma tieteellisessä kehyksessä, niin että se tuottaa uuden ja teoreettisesti perustellun ratkaisun käytännön ongelmaan. Lisäksi konstruktiiivisen tutkimuksen tärkeänä osana on ratkaisun arviointi. Tutkimuksen lopputuloksena saadaan usein vahvistusta jo olemassa olevaan teoriaan tai uusia teoreettisia löytöjä. Suositusta kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille lähestytään konstruktiiivisen tutkimuksen tutkimusstrategian keinoin (kuva 1). (Metodix 2001.)



Kuva 1. Konstruktiiivisen tutkimuksen osat (Metodix 2001, muokattu).

Työssä käytännön relevanssin muodostaa se, ettei nykyinen linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä anna tarpeeksi näkökulmia suunnitteluun, hankearviointiin tai päätöksentekoon. Työn teoriaosuuden eli kirjallisuusaineiston tarkastelun tarkoituksena on esitellä pääteiden merkitys Suomessa ja lähtökohdat pääteiden liittymäjärjestelyihin. Teoriaosiossa tarkastellaan myös kiertoliittymien käyttöä liittymätyyppinä Suomen pääteillä ja esitellään kiertoliittymistä jo tutkittuja vaikutuksia, joita on havaittu sekä Suomessa että muualla maailmassa. Kirjallisuusaineistoa tarkastellaan luvussa 2.

Ongelman ratkaisemiseksi tutkitaan myös työssä käytettyä tutkimusaineistoa, jota on tarkasteltu luvussa 3. Tutkimusaineisto koostuu useista materiaaleista, joiden avulla on pyritty saamaan mahdollisimman kattava kuva pääteiden kiertoliittymistä. Aineisto koostuu Suomen pääteiden nykyisistä kiertoliittymistä, kiertoliittymän vaikutuksista yksittäiseen ajoneuvoon, liikenteellisistä selvityksistä kiertoliittymistä pääteillä ja pääteiden kiertoliittymien käytöstä neljässä eri Euroopan maassa. Suomen nykyisiä kiertoliittymäkohteita on tarkasteltu Liikenneviraston ylläpitämän Tierekisterin avulla, josta on saatu taulukkomuodossa kaikki Suomen pääteillä sijaitsevat kiertoliittymät. Koska Tierekisteristä ei ole saatu tarpeeksi kattavaa kuvaa pääteiden liittymäkohteista, on kohteita tutkittu myös Liikenneviraston ylläpitämän Tiemapin, Google Mapsin ja Google Street View'n avulla.

Jotta saadaan tarpeeksi ajankohtainen tieto siitä, mitä ja kuinka paljon ajoneuvoja liikkuu Suomen pääteillä, on tutkittu Liikenneviraston kokoamia liikennetietoja Liikenteen automaattisista mittauspisteistä (LAM-piste). Liikennetiedot sisältävät tietoa tien liikennemääristä ja ajoneuvotyypeistä. LAM-pisteiksi on tässä työssä valittu 15 kohdetta ympäri Suomea, ja niiden perusteella voidaan tehdä arvio pääteiden keskimääräisestä ajoneuvoryhmäjakaumasta.

Työn yhtenä tärkeänä tutkimusaineistona ovat yksittäisten ajoneuvojen simuloinnit. Työssä tutkitaan eri ajoneuvotyyppien käyttäytymistä päätieolosuhteissa eri nopeus- ja pituuskaltevuuksilla. Työssä tutkitaan, miten eri ajoneuvotyyppien nopeudet muuttuvat kiertoliittymissä, ja miten kiertoliittymä vaikuttaa ajoneuvojen matkaikeisiin ja polttoaineen kulutukseen. Näiden pohjalta voidaan tehdä arvioita siitä, kuinka paljon kiertoliittymästä päätien olosuhteissa aiheutuu vuosittain yhteiskunnallisia kustannuksia. Työn simuloinnit on tehnyt Olavi H. Koskinen VEMOSIM-ajoneuvosimulaattorilla.

Työssä tarkastellaan myös pääteiden liittymäkohteisiin tehtyjä liikenteellisiä selviytyksiä. Jokaisessa kohteessa kiertoliittymä on ollut yksi vaihtoehto päätien liittymätyypiksi. Työssä pyritään analysoimaan, millaisia vaikutuksia kiertoliittymästä aiheutuu liittymäkohteissa. Liittymäkohteet ovat valtateiden 5 ja 14 liittymä Juvalla, valtatie 15 ja maantien 368 liittymä Valkealassa sekä kantatien 55 ja seututien 151 ja yhdystien 1635 liittymä Askolassa. Kansainvälinen ote työhön on saatu tekemällä kyselytutkimus yleisistä teistä vastaaville tahoille muualla Euroopassa. Kyselyn tavoitteena on tarkastella kyselyyn vastanneiden maiden kiertoliittymäkäytäntöjä pääteillä. Kyselyyn vastanneet maat ovat Ruotsi, Norja, Saksa ja Alankomaat.

Kirjallisuusaineiston ja tutkimusaineiston esittelyn jälkeen analysoidaan tutkimusaineistoista saadut tulokset (luku 4). Tulosten pohjalta voidaan tehdä konstruktio, eli laaditaan kriteerit siitä, millaisissa tapauksissa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen päätieillä. Tarkastelussa päähuomio kiinnitetään vaikutuksiin, joita kiertoliittymästä aiheutuu päätien suuntaiseen liikenteeseen. Kriteerien muodostamisessa on pyritty löytämään aineistosta vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miten päätie ja sen liittymille asetetut tavoitteet rajoittavat kiertoliittymien toteuttamista pääteillä?
- Mitkä tekijät puoltavat kiertoliittymän toteuttamista pääteillä? Mitkä eivät puolla?

Kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille ovat luvussa 5.

Työssä muodostettujen kriteerien toimivuutta testataan Suomen pääteille ehdotettuihin kiertoliittymäkohteisiin (luku 6). Ehdotetut kiertoliittymäkohteet Suomen päätieverkolta on saatu Liikenneviraston keväällä 2014 tekemän kyselyn perusteella. Jokainen kohde on tarkasteltu Tierekisteristä saatavien tietojen sekä Tiemapin, GoogleMapsin ja Google Street View'n avulla. Kohteet pyritään ryhmittelemään erilaisten ominaisuuksien mukaisesti siten, että saadaan käsitys, millaisiin päätien nykyisiin liittymäkohteisiin kiertoliittymä haluttaisiin toteutettavaksi. Kriteerien toimivuutta ehdotetuissa kohteissa arvioidaan kuitenkin vain yleisellä tasolla. Tutkimustuloksien sekä soveltuvuuden perusteella voidaan muodostaa suositus kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille. Suositus on esitetty luvussa 7.

Työssä pääpaino on tutkimusaineiston esittelemisessä ja analysoimisessa. Kuitenkin työn sisällöllisesti merkittävin osuus on ongelmanratkaisu ja sen arviointi. Arvioilla uskotaan osoitettavan tarpeeksi uutuusarvoa suosituksen tekemiseksi, jota voidaan käyttää apuna suunnittelussa, hankearvioinneissa, päätöksenteossa ja ehdotuksena yleiseksi toimintalinjaksi. Työn aikana ilmenneitä aiheita jatkotutkimuksiin on esitelty yhteenvedon ja päätelmien jälkeen luvussa 8.

1.4 Työn rajaus

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan pääteiden kiertoliittymiä. Suomessa pääteiksi on luokiteltu valta- ja kantatiet, muut maantiet ovat työssä jätetty rajauksen ulkopuolelle. Euroopassa pääteiden luokitus vaihtelee Suomessa käytetyistä tieluokista, mutta näiden maiden tieverkolta on pyritty löytämään Suomen pääteitä vastaava tieverkko.

Työssä ei tutkita jokaista päätietä tai niiden luonnetta. Päätiet esitellään vain yleisellä tasolla. Työssä ei myöskään tutkita pääteillä tehtäviä kuljetuksia. Työn kannalta tärkeä tutkimusnäkökulma on etenkin päätien suuntainen liikenne. Sivusuunnan liikennettä tarkastellaan työssä vähemmän.

Työssä paneudutaan pääteiden kiertoliittymiin, mutta myös muita perusliittymätyyppejä esitellään työssä. Tarkastelu on näiltä osin kuitenkin vähäistä. Lisäksi liittymätyyppien erikoisratkaisut on rajattu tämän työn ulkopuolelle.

Kiertoliittymien toimivuutta ja välityskykyä on tarkasteltu vain suunnitteluohjeiden mukaisesti. Nykyisten pääteiden kiertoliittymien toimivuutta ei ole tarkasteltu työssä. Työssä ei ole myöskään tarkasteltu, kuinka suurilla liikennemäärillä kiertoliittymän toteuttaminen pääteillä on mahdollista.

Työssä ei myöskään ole otettu huomioon muiden läheisten liittymien vaikutuksia päätien kiertoliittymän toimivuuteen. Vaikutuksia päätietä risteävän tien liikenteeseen on tarkasteltu ainoastaan aiemmin tehdyissä yksittäisten liittymäkohteiden liikenteellisissä selvityksissä. Kiertoliittymän vaikutuksesta aiheutuvien päästöjen määriä tai päästöistä aiheutuvia yhteiskunnallisia kustannuksia ei ole voitu arvioida työssä. Työssä ei ole myöskään tutkittu kiertoliittymän vaikutuksia, kun kiertoliittymä sijaitsee mäen päällä.

Työssä ei oteta kantaa siihen, millainen kiertoliittymä tekniseltä mitoitukselta pääteille voidaan toteuttaa. Työssä ei oteta myöskään kantaa eritasoliittymien ramppien päihin toteutettavista kiertoliittymistä. Lisäksi työssä ei puututa pääteiden liittymäkohteisiin, joihin on kaavassa esitetty varaus eritasoliittymälle.

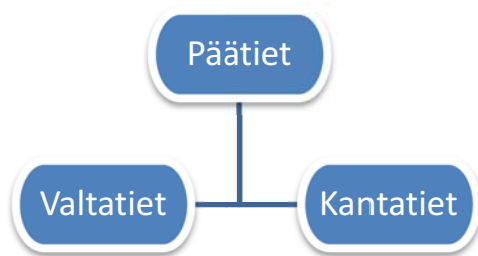
Työssä on esitetty ainoastaan vuoden 2014 kyselyssä ilmenneet ehdotetut kiertoliittymäkohteet pääteille. Liikennevirasto saa jatkuvasti lisää liittymäkohteita, joihin ehdotetaan kiertoliittymää. Nämä kohteet ovat kuitenkin tässä työssä jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Ehdotetuista liittymäkohteista ei ole myöskään tutkittu onnettomuustietoja, sillä työn aiheen rajaamisen aikana onnettomuustietoja ei pidetty niin merkittävinä tietoina kuin muita ehdotetuista kohteista tarkasteltuja tietoja.

2 Kirjallisuusaineisto

2.1 Suomen pääteiden merkitys

2.1.1 Suomen päätiet ja niiden liikenne

Maantielain 4 § määrittää maantien sellaiseksi tieksi, joka on luovutettu yleisen liikenteen käyttöön ja jonka ylläpitämisestä huolehtii valtio. Liikenteellisen merkityksensä mukaan maantiet jaetaan valta-, kanta-, seutu ja yksityisteihin, jolloin luokittelussa on otettu huomioon teiden asema yhdyskuntarakenteessa sekä tien liikenteen luonne. Pääteillä tarkoitetaan niitä maanteitä, jotka liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) on määrännyt maantielain 4 §:n tarkoittamalla tavalla valta- tai kantateiksi (kuva 2).



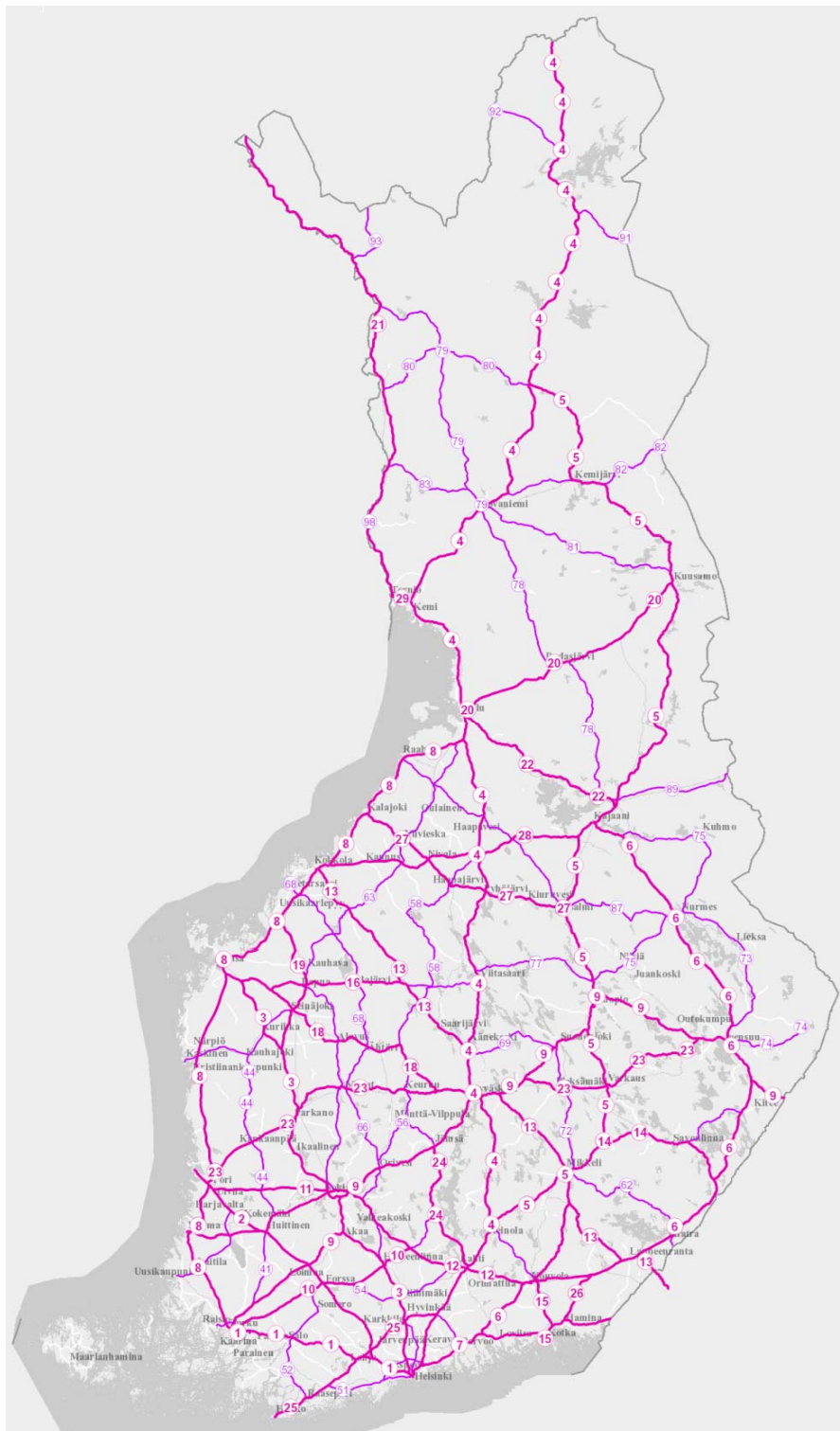
Kuva 2. Pääteiden jako valta- ja kantateihin.

Päätien tavoitteita ohjaa valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueiden käyttötavoitteista (VAT). VAT:n tehtävänä on edistää ja tukea maankäyttö- ja rakennuslain yleisiä tavoitteita sekä laissa määritettyjen alueidenkäytön suunnittelun tavoitteiden saavuttamista. VAT liikenteen osalta edellyttävät olemassa olevien valtakunnallisesti merkittävien liikenneväylien jatkuvuuden ja kehitysmahdollisuuksien turvaamisen päätieverkolla, kaukoliikenteen rataverkolla sekä valtakunnallisilla lentoasemilla ja satamissa. (Valtioneuvosto 2000.)

Maantielain 4 §:n mukaan päätieverkko yhdistää valtakunnan eri osia ja alueita sekä yhdistää tärkeimpiä ulkomaan yhteyksiä. Päätieverkko toimii maantieverkon kokoavana runkona ja palvelee näin samalla myös seudullisia ja paikallisia tarpeita. Eroteltuna tieluokan mukaan valtateiden tehtävänä on edistää ja palvella valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämatkaista liikennettä. Kantatiet taas täydentävät valtieverkkoa ja toimivat maakuntien liikenteen yhteyksinä. Ne kytkevät yhteen valtakunnallisen aluerakenteen osia, kuten keskisuuria kaupunki- ja kuntakeskuksia sekä rajanylityspaikkoja. Pääteiden päätehtävänä on kuitenkin välittää pitkämatkaista liikennettä sujuvasti ja turvallisesti. (Tiehallinto 2007a.)

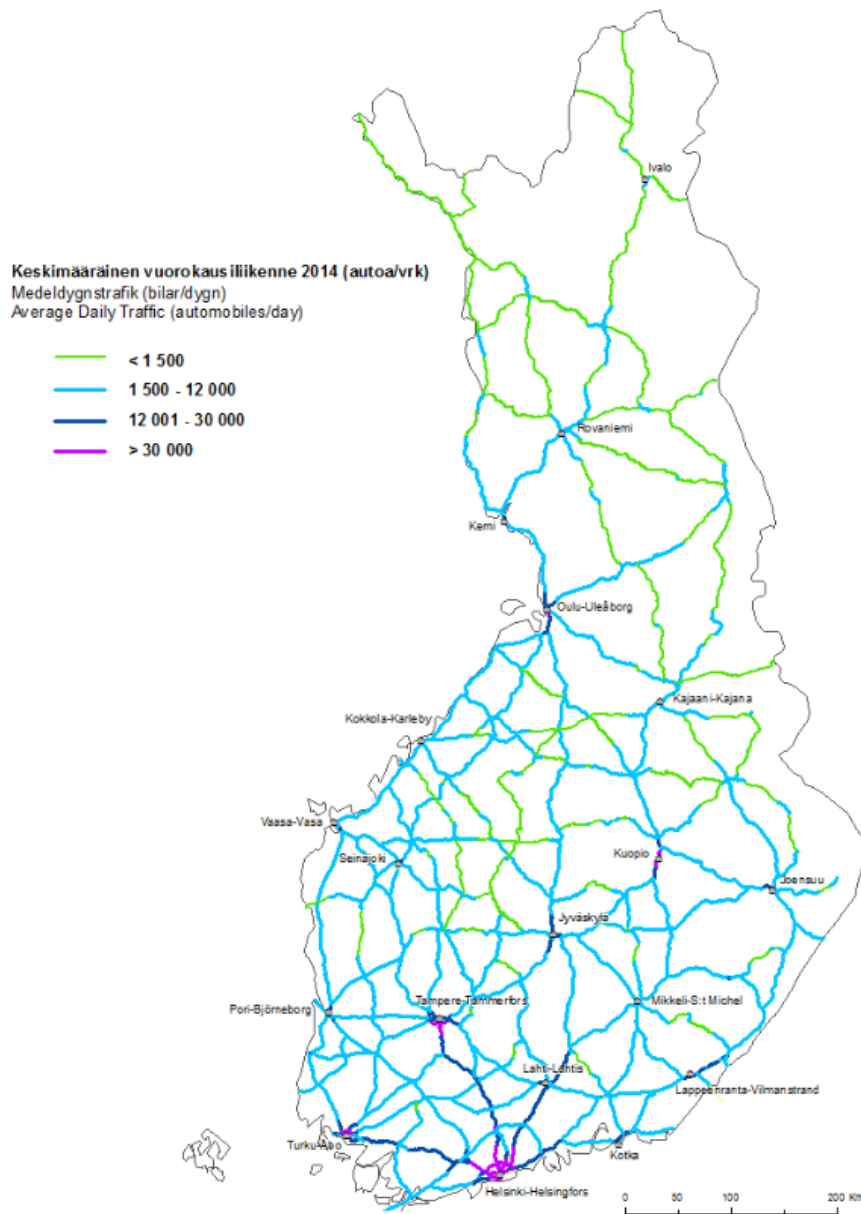
Päätieverkon osuus koko maantieverkosta on 17 %. Päätieverkko kokonaispituus on 13 329 kilometriä, joista valtateita on 8 602 kilometriä (65 %) ja kantateita 4 727 kilometriä (35 %). (Liikennevirasto 2015j.) Maantielain 4 § mukaan päätie voi olla myös moottori- tai moottoriliikennetie. Tieverkko kaikilla osilla on yksilöllinen numerotunniste, joka määräytyy liikenteellisen luokan mukaisesti. Suomen tienumerointijärjestelmässä valtateille on varattu numerot 1–39, joista nykyisin ovat käytössä numerot 1–16 ja 18–29. Kantateille on tienumerointijärjestelmässä varattu numerot 40–

99, ja käytössä ovat tällä hetkellä numerot 40–41, 43–46, 50–58, 62–63, 65–69, 71–83, 86–89, 91–93 sekä 98. Osa pääteistä on joko kokonaan tai osittain myös Eurooppateiden verkkoa (E-tieverkko) ja/tai TEN-verkkoa (Trans European Network). Tällöin nämä päätiet sisältävät kansainvälisiä E- ja TEN-luokituksia. Luokituksissa merkittävintä on eurooppateiden osalta E-tunnuksen näkyminen viitoituksessa ja TEN-teiden saama EU:n investointituki. (Liikennevirasto 2015i.) Suomen päätieverkko tienumeroineen on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Suomen päätieverkko tienumeroineen (Liikennevirasto 2015h).

Päätteiden liikennemäärät ja ympäröivä maankäyttö kertovat usein enemmän päätte-liikenteen luonteesta kuin maanteiden liikenteelliset luokitukset. Päätie on yleisesti luonteeltaan jatkuva ja yhtäjaksoisesti etuajo-oikeutettu tie, jossa liikennevirran häiriöt, viivytykset ja nopeusvaihtelut ovat vähäisiä (Tielaitos 1996). Vuoden 2014 Tietilastossa (Liikennevirasto 2015j) on esitetty valta- ja kantateiden keskimääräiset vuorokausiliikenteet (KVL). Yleisesti voidaan sanoa, että valtatiot ovat kantateitä vilkkaampia maanteitä. Valtateiden KVL on noin 6 000 ajon./vrk, kun taas kantateillä vastaava määrä on noin 2 800 ajon./vrk. Vilkkaimmat valta- ja kantatiet sijoittuvat suurien kaupunkien ympäristöön. Vilkkaimmissa kohdissa valtateiden liikennemäärät voivat olla yli 60 000 ajon./vrk. Kantateillä vilkkaat osuudet sijoittuvat ainoastaan Uudellemaalle, jossa liikennemäärät poikkeavat tavanomaisista kantateiden liikennemääristä. KVL voi olla 35 000–65 000 ajon./vrk. Myös keskimääräistä vuorokausiliikennettä vähäisempiä päätiesuosuuksia on Suomen tieverkolla. Vuoden 2014 keskimääräinen vuorokausiliikenne Suomen päätteillä on esitetty kuvassa 4.

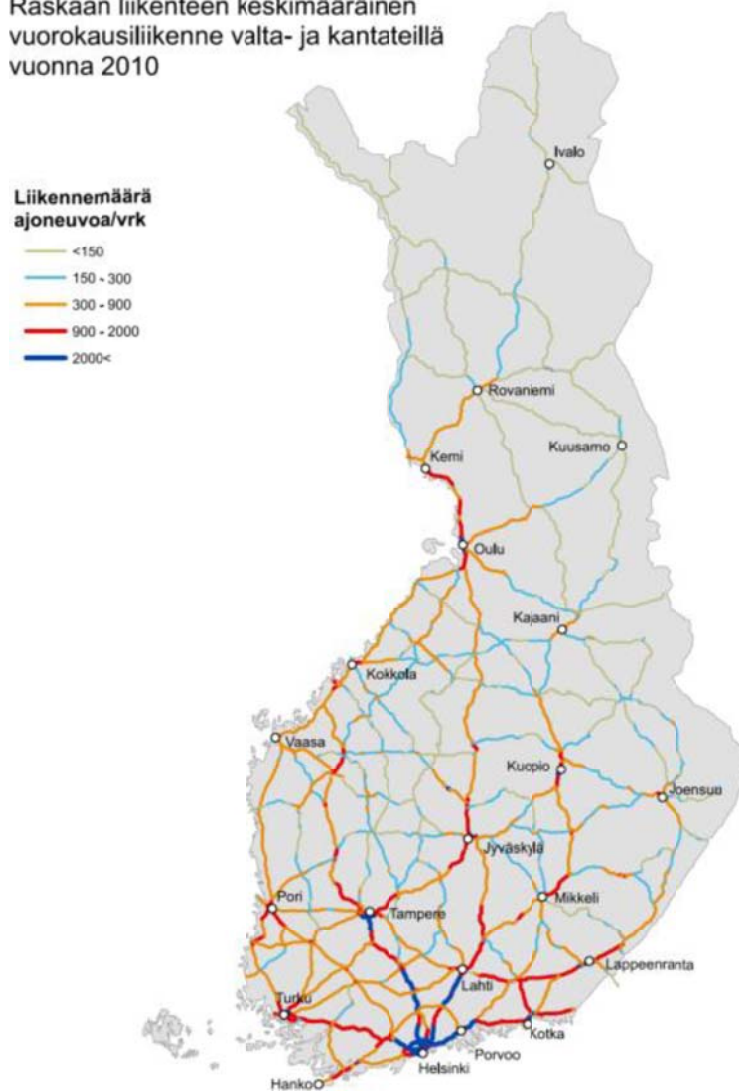


Kuva 4. Keskimääräinen vuorokausiliikenne valta- ja kantateillä vuonna 2014 (Liikennevirasto 2015j).

Vuoden 2014 Tietilaston (Liikennevirasto 2015j) mukaan päätiet välittävät keskimäärin 64 % koko maantieverkolla ajetuista kilometreistä. Tämän vuoksi päätiet toimivat tärkeinä yhteyksinä henkilö- ja tavaraliikenteelle. Päätiet välittävät 38 % kotimaan henkilöliikenteestä. Tavaraliikenteen osuus päteillä on 75 % koko kotimaan tavaraliikenteen suoritteesta. (Tiehallinto 2007a.)

Tiekuljetus on kotimaan tärkein tavaraliikenteen kuljetustapa (Liikennevirasto 2015k). Kuvassa 5 on esitetty raskaan liikenteen jakautuminen päteille vuonna 2010. Kuvasta 5 voidaan havaita, että raskaan liikenteen kannalta merkittävimmät yhteysvälit sijaitsevat keskimääräisen vuorokausiliikenteen tapaan myös suurten ja keskisuurten kaupunkiseutujen ympärillä. (Liikennevirasto 2015d.)

Raskaan liikenteen keskimääräinen vuorokausiliikenne valta- ja kantateillä vuonna 2010



Kuva 5. Raskaan liikenteen keskimääräinen vuorokausiliikenne valta- ja kantateillä vuonna 2010 (Liikennevirasto 2015d).

Päätie voi sijaita hyvin erilaisissa ympäristöissä: maaseudulla, haja-asutus- ja tienvarsiasutusalueilla, kaupunkiseuduilla tai taajamissa (Tiehallinto 2007a). Ympäristön vaihtelut muuttavat myös päätien nopeustasoa. Liikenneympäristön tulee antaa tienkäyttäjälle viesti tiellä käytettävästä oikeasta nopeustasosta. Päätiet ovat Suomessa korkealuokkaisimpia teitä, ja niille on tyypillistä korkeat nopeudet. Taajamien ulkopuolella, varsinkin valtakunnallisesti tärkeillä pääväylillä, tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman pitkiä liittymävapaita tiejaksoja, jotta liikkuminen pääväylillä olisi sujuvaa ja turvallista. Suuria nopeusvaihteluja ei suositeta pääteillä, sillä ne heikentävät päätien liikenneturvallisuutta. (Tiehallinto 2001a.)

Päätteiden mitoitusnopeus vaihtelee tieluokan perusteella. Moottori- tai moottoriliikenneteillä mitoitusnopeus on yleensä 120 km/h ja muilla valtateillä 100 km/h. Kantateillä mitoitusnopeus on 100 km/h tai 80 km/h. Poikkeukselliset arvot näistä mitoitusnopeuksista osoitetaan nopeusrajoituksilla. (Liikenneministeriö 1992, 1993.)

Nopeusrajoitukset vaihtelevat valta- ja kantateillä riippuen vuodenajasta ja alueen luonteesta. Kesäisin lähes 70 %:lla päteistä on 100 km/h nopeusrajoitus. Korkeimmillaan nopeusrajoitus päteillä voi olla 120 km/h, mutta tällöin päätie on luokiteltu moottoritieksi. Alhaisemmat nopeudet esiintyvät taajamissa, tienvarsiasutusten kohdilla sekä liittymäalueilla. Yleinen nopeusrajoitus taajamissa on 50 km/h, jos liikennemerkein ei ole muuta osoitettu. Tiekohtainen nopeusrajoitus osoitetaan aina liikennemerkeillä. (Tiehallinto 2007a.)

Taulukossa 1 on esitetty valta- ja kantateiden pituudet ja liikennesuoritteiden osuudet eri nopeusrajoitusten mukaan vuoden 2006 tietojen perusteella. Valtateistä 95 %:lla nopeusrajoitus on 80 km/h tai enemmän, mikä tarkoittaa sitä, että 95 %:sesti valtatiet sijaitsevat taajaman ulkopuolella. Lisäksi liikennesuorite näillä valtateillä on hieman yli 90 % valtateiden kokonaisliikennesuoritteesta. Kantateistä 90 %:lla nopeusrajoitus on 80 km/h tai enemmän, ja liikennesuorite on noin 85 %. Myös kantatiet sijaitsevat valtaosin taajaman ulkopuolella. Päätteiden liittymissä ovat yleistä myös pistemäiset nopeustasonlaskut. (Tiehallinto 2007a.)

Taulukko 1. Valta- ja kantateiden pituudet ja liikennesuoritteiden osuudet eri nopeusrajoitusten mukaan vuonna 2006 (Tiehallinto 2007a).

Nopeusrajoitus (km/h)	Tien pituus (km)		Liikennesuorite (%)	
	Valtatie	Kantatie	Valtatie	Kantatie
120	437 (5 %)	0 (0 %)	18,0 %	0,0 %
100	5539 (65 %)	2815 (60 %)	49,0 %	45,0 %
80	2150 (25 %)	1402 (30 %)	24,3 %	39,5 %
70	60 (0,5 %)	28 (0,5 %)	2,4 %	6,5 %
60 tai alle	385 (4,5 %)	450 (9,5 %)	6,3 %	8,9 %
Yhteensä	8571 (100%)	4695 (100%)	100 %	100 %

Päätteiden poikkileikkaus vaihtelee sen mukaan, millaisessa ympäristössä päätie sijaitsee. Yleisesti kuitenkin noin 90 % päätieverkosta on poikkileikkaukseltaan yksiajorataisia kaksikaistaisia teitä, joilla ajoradan ajosuunnat on eroteltu tiemerkinnoin (kuva 6). Päätiet voivat olla poikkileikkaukseltaan myös 2+2- tai 3+3 -kaistaisia moottori- tai moottoriliikenneteitä tai ohituskaistateitä, jolloin ajosuunnat ovat erottelu keskikaiteella. (Tiehallinto 2007a.)



Kuva 6. Yksiajoratainen päätie (valtatie 25), jossa ajosuunnat on eroteltu tie-merkinnöin.

2.1.2 Pääteiden kehittämisen haasteet ja mahdollisuudet

Liikennevirasto vastaa Suomen pääteistä ja niiden jatkuvasta kehittämisestä. Liikennevirasto on käynyt jo usean vuoden ajan tiivistä vuoropuhelua eri toimijoiden kanssa siitä, miten yhteiskunnan muutokset tulisi ottaa huomioon kehitettäessä liikenneolosuhteita ja -palveluja tulevana vuosikymmeninä. Vuoropuhelusta on käynyt ilmi se, että yhteiskunnan muuttuessa tulee liikenneverkon rakennetta uudistaa pitkäjänteisesti etenkin asiakastarpeisiin perustuen. Pitkäjänteisen liikennejärjestelmän ja alueiden käytön kehittämisessä ja ylläpidossa tulee ottaa huomioon käyttäjien ja alueiden muuttuvat tarpeet sekä yhteiskunnan tavoitteet. (Liikennevirasto 2015b.) Seuraavaksi on esitetty tarkemmin pääteiden kehittämisen haasteita ja mahdollisuuksia.

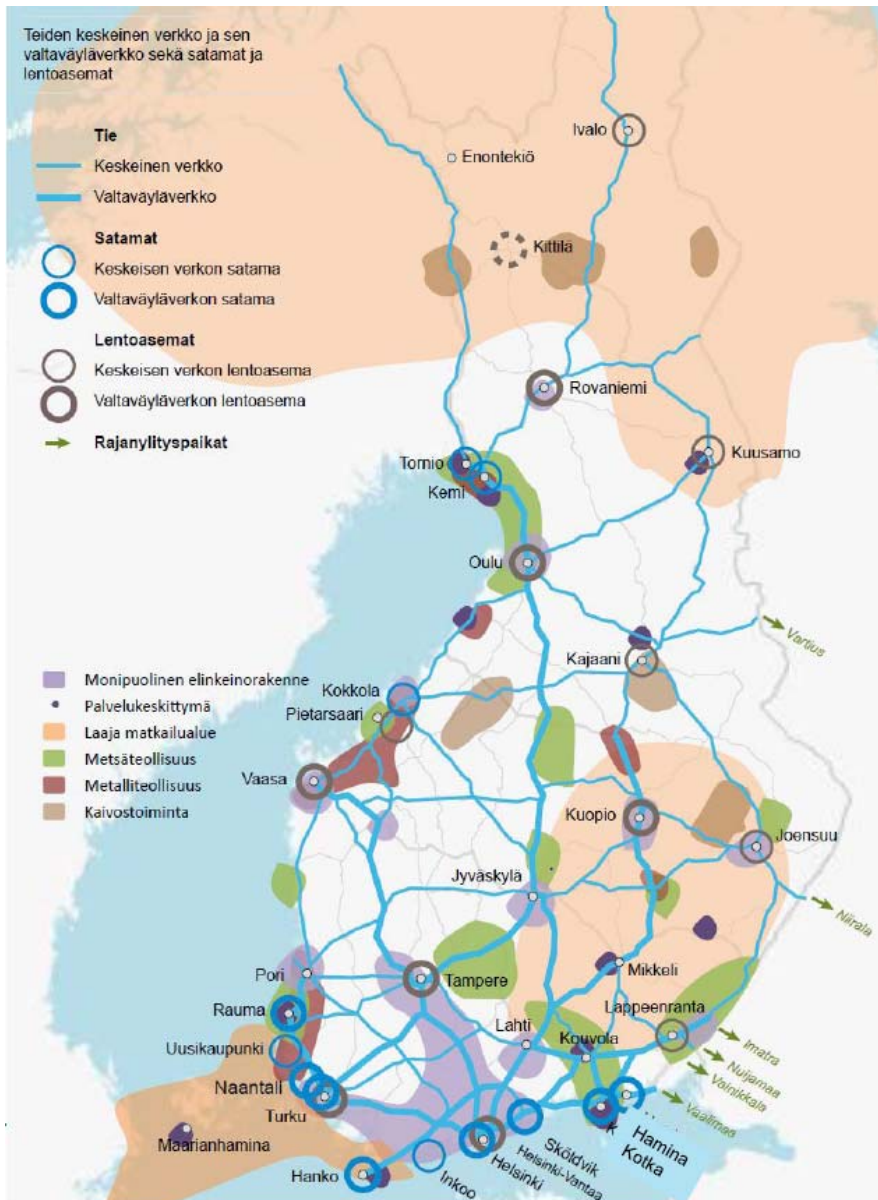
Alue- ja yhdyskuntarakenteen muutosten vaikutukset pääteihin

Suomen alue- ja yhdyskuntarakenteen muutokset johtuvat osittain väestönkasvusta. Kasvu tapahtuu melko tasaisesti alueellisesti. Taajamat ja kaupunkiseudut kasvavat väkimäärältään. Suurten kaupunkien välillä on havaittavissa verkottumista, joka johtaa kaupunkien välisen liikenteen kasvuun. Alue- ja yhdyskuntarakenteen muutokset tulevat näkymään entistä enemmän pääteillä. Liitteessä 1 on esitetty kuvat vuoden 2012 taajama-alueista sekä vuoden 2050 taajamaennuste. Kuvien perusteella taajama-alueet jatkavat laajenemista, ja myös verkottuminen usean kaupungin välillä on havaittavissa. Nämä väkiluvun kasvun muutokset hajauttavat yhdyskuntarakennetta varsinkin kasvukeskusten alueella teiden varsille, mikä johtaa taas siihen, että liikenne siirtyy entistä enemmän alempitaisoiselta tieverkolta päätieverkolle, jolloin myös pääteiden liikennemäärät kasvavat. (Tiehallinto 2007a; Liikennevirasto 2015d.)

Päivittäinen liikkuminen ja elinkeinoelämä tarvitsevat toimiakseen toimivan päätieverkon

Liikennemäärien kasvu kohdistuu ensisijaisesti pääteihin, ja näin ollen myös pääteiden merkitys jokapäiväisessä liikkumisessa kasvaa. Pääteiden liikennemäärien on ennustettu kasvavan nykyisestä keskimäärin 35 % vuoteen 2030 mennessä. Kuitenkin Uudellamaalla ja Pirkanmaalla liikennemäärien on ennustettu kasvavan noin 50 %. Vähiten pääteiden liikennemäärät kasvavat Lapissa ja Kainuussa. (Tiehallinto 2007a.)

Kilpailukykyinen elinkeinoelämä tarvitsee toimiakseen toimivan päätieverkon, mikä tarkoittaa osittain myös sitä, että päätieltä odotetaan hyvää ja yhtenäistä laatua. Kuvassa 7 on esitetty Suomen keskeisin tieverkko, satamat ja lentoasemat sekä elinkeinoelämän kannalta tärkeimpien alueiden sijainnit, ja pääteiden kautta on näihin paikkoihin turvattu yhteydet. Tiekuljetusten kysyntä kasvaa talouden kehityksen myötä, ja kysyntä kasvaa etenkin päätieverkolla ja kasvukeskuksien ympärillä. (Karhula 2015; Liikennevirasto 2015c.)



Kuva 7. Suomen keskeisin tieverkko, satamat ja lentoasemat sekä elinkeinoelämän kannalta tärkeimpien alueiden sijainnit (Karhula 2015).

Liikenneturvallisuus tarvitsee parannusta

Pääteiden kehittämisessä tulee myös ottaa huomioon liikenneturvallisuus. Valtioneuvoston vuonna 2012 hyväksymän pitkän aikavälin liikenneturvallisuusvisio on, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. Lyhyemmän aikavälin tavoitteena liikenneturvallisuutta pyritään parantamaan siten, että liikennekuolemien määrä puolitetaan ja loukkaamisten määrä alenee 25 % vuoteen 2020 mennessä, kun vertailukohtana käytetään vuoden 2010 liikenneonnettomuuksien määrää. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015.)

Yleisesti henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrä on vähentynyt sekä pääteillä että muilla maanteillä. Kuitenkin 64 % vuoden 2014 maantiekoulemista ja 45 % henkilövahinkoihin johtaneista onnettomuuksista tapahtui päätieverkolla. Kuvassa 8 on esitetty päätieverkon liikennekuolemien tiheys, joka on keskiarvo vuosilta 2006–2010. Suurien kasvukeskusten ympärillä ja suurien kasvukeskusten yhteysväleillä tapahtuu tiheimmin kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. (Liikennevirasto 2015f.)

Liikennekuolemien tiheys päätieverkolla, keskiarvo vuosina 2006-2010



Kuva 8. Vuosien 2006–2010 keskiarvo liikennekuolemien tiheydestä päätieverkolla (Liikennevirasto 2015f).

Päätieympäristön huomioon ottaminen

Pääteiden kehittämisessä ja yhdysvälien suunnittelussa tulee ottaa huomioon ympäröivä maankäyttö ja lähiympäristö, erityisesti asutus, arvokkaat luonto- ja kulttuuri-kohteet ja -alueet sekä maiseman erityispiirteet. Lisäksi erilaiset ympäristövaatimukset rajaavat pääteiden kehittämistä. LVM:n hallinnonalan ”Liikenteen ympäristöstrategia 2013–2020” määrittelee liikennealan ympäristöpolitiikan ja keskeisimmät ympäristöoloihin liittyvät tavoitteet. Sen mukaan pääteillä haasteina ovat ilmastonmuutoksen hillintä, liikenteen aiheuttamien terveyshaittojen vähentäminen sekä elinympäristöjen parantaminen. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2013.)

Noin 90 % kasvihuonepäästöistä on peräisin tieliikenteestä. Liikenteen aiheuttamien terveyshaittojen vähentämisessä sekä elinympäristöjen parantamisessa pitää kiinnittää huomiota etenkin ilmanlaatuun ja liikenteen aiheuttamaan meluun. Ilmanlaatua tulee seurata etenkin taajamissa ja kaupungeissa, mutta myös vilkkaammilla sisääntuloväylillä. Yhdyskuntarakenteen tiivistyessä ajoneuvojen lisääntyvästä määrästä johtuva melutaso kasvaa. Tällä hetkellä noin kaksi kolmasosaa pääteiden varsilla asuvista altistuu yli 55 dB melulle. Päästöjen ja melun lisäksi päätien maaperä ja mahdollinen pohjaveden muodostumisalue tulee ottaa huomioon, sillä noin 20 % pääteistä sijaitsee pohjavesialueella. (Liikennevirasto 2015c; Tiehallinto 2007a.)

2.2 Liittymäjärjestelyt Suomen pääteillä

2.2.1 Pääteiden liittymäjärjestelyt

Pääteihin kuuluvat oleellisena osana myös liittymät. Liittymä on kulkuyhteys, jonka kautta siirtyminen tieltä toiselle tapahtuu, eli se on kahden tai useamman tien tai kadun risteämiskohta. Päätiet risteävät sekä toisten pääteiden että hierarkialtaan alempien teiden kanssa. Hierarkialtaan alemmilla teillä tarkoitetaan seutu, yhdys- ja yksityisteitä sekä katuja. (Tiehallinto 2001a.)

Pääteillä priorisoidaan liikenneturvallisuutta ja liikenteen sujuvuutta, jolloin liittymiä sijaitsee harvassa, ja liittymäratkaisut ovat korkeatasoisia. Alemmalla tieverkolla, eli yleensä pääteiden sivusuunnassa, sen sijaan saatetaan priorisoida saavutettavuutta, jolloin liittymiä on mahdollista toteuttaa tiheämmin. Tiheämmin toteutetulla liittymävälillä käytetään myös alhaisempaa nopeustasoa ja liikennemäärät ovat alhaisemmat, jolloin myös liikenneturvallisuustavoitteet saavutetaan. (Tiehallinto 2001a.)

Liittymien tavoitteena on toteuttaa liikennejärjestelmä- tai tieverkkosuunnitelman määrittämät verkolliset tavoitteet. Tämä tarkoittaa sitä, että liittymään kohdistuvat eri suunnitteluvaiheissa tehtävät tieverkolliset, liikenteelliset ja kaavalliset päätökset, muutokset sekä liikennepoliittiset linjanvedot, jotka on esitetty luvussa 2.2.2. (Tiehallinto 2002.)

Liittymäsuunnittelun tavoitteena on myös mitoittaa liittymä siten, että liittymän ajo-kaista- ja ohjausjärjestelyt toimivat verkollisilta, liikenteellisiltä ja ympäristöllisiltä lähtökohdilta. Lisäksi tavoitteena on myös minimoida onnettomuusriskit muotoilun ja liikenteenohjauksen avulla. Liittymien suunnittelussa täytyy myös ottaa huomioon jalankulku- ja pyörätiejärjestelyt sekä kiinteä opastus ja valaistus. Liittymäsuunnittelun lähtökohdista on kerrottu tarkemmin luvussa 2.2.3. (Tiehallinto 2001a.)

Uutta liittymää ehdottaessa laaditaan liittymästä liikenteellinen selvitys ja vaikutusarvio, joiden avulla voidaan osoittaa liittymän tarpeellisuus ennen liittymän toteuttamista. Liikenteellisessä selvityksessä tarkastellaan yleensä myös muita vaihtoehtoisia ratkaisuja liittymän tai alueen toteuttamiseksi. Liikenteellisen selvityksen vaiheista ja vaikutusten arvioinneista on kerrottu tarkemmin luvussa 2.2.4. (Jokela & Lehtomaa 2012.)

Liittymätyyppi- ja tilaratkaisujen avulla voidaan toteuttaa väylien haluttua liikenteellistä roolia. Liittymät voidaan toteuttaa joko tasoliittyminä tai eritasoliittyminä. Tasoliittymissä liikenne siirtyy samassa tasossa väylältä toiselle, kun taas eritasoratkaisussa liikenne risteää eri korkeustasoilla. Suomessa käytettyjä liittymätyyppejä on esitetty luvussa 2.2.5. (Tiehallinto 2001a.)

2.2.2 Nykyinen liittymäpolitiikka

Liittymä voidaan rakentaa kokonaan uuteen ympäristöön tai jo olemassa olevaa liittymää voidaan parantaa toisella liittymätyypillä, jos liikenteen toimivuus tai liikenneturvallisuus sitä edellyttää. Nykyinen liittymätilanne päätieverkolla on syntynyt tiesuunnittelun, kaavoituksen sekä liittymälupamenettelyn kautta tehtävästä liikennesuunnittelusta. Tiesuunnittelussa ja kaavoituksessa tehtävä liikennesuunnittelu tapahtuu yleissuunnittelun jälkeen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa. Tien yleissuunnitelmavaihe vastaa yleiskaavatasoista maankäytön suunnittelua, jolloin liittymän periaateratkaisut ja liittymätyyppi valitaan. Yksityiskohtainen suunnittelu tehdään yleissuunnitteluvaiheen jälkeen tie- ja rakennussuunnitelmavaiheessa. (Tiehallinto 2002). Asemakaava-alueiden ulkopuolella sijaitsevien pääteiden yksityisteiden liittymissä liittymätyyppi ratkaistaan tiesuunnitelmalla tai yksittäisessä tapauksessa lupamenettelyllä (Tiehallinto 2007b).

Liittymäpolitiikalla tarkoitetaan liittymille asetettuja määrällisiä ja laadullisia tavoitteita teillä eri olosuhteissa ja tilanteissa. Näitä määrällisiä ja laadullisia tavoitteita ovat turvallisuus-, palvelutaso- ja ympäristötavoitteet. Liittymäpolitiikka kuvaa myös, kuinka paljon liittymiä sallitaan tielle tai tieosuudelle. Liittymien sallittu määrä kuvataan liittymätiheytenä ja -välinä. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Liittymäpolitiikka sallii eri liittymätyypit yleisten teiden, katujen ja yksityisteiden liittymissä. Alla olevassa listauksessa on esitelty päätien liittymäpolitiikkaan liittyviä kannanottoja ja suunnitteluohjeita.

- **Liikenneministeriön päätös valtatieverkosta (LM 34/40/92/2.12.1992)**

Päätöksen mukaan liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden takia valtateillä tulee rajoittaa liittymien määrää. Päätös ohjaa liittymien määrän minimointia ja korkealuokkaisten liittymien valintaa. Tavoitteena on toteuttaa eritasoliittymät nelikaistaisille valtateille ja kaksikaistaisien valtateiden vilkkaisiin liittymiin. Valo-ohjausta tulee välttää valtateillä. Liittymät täytyy suunnitella niin, että ne ovat selvästi havaittavissa ja niihin tulee tehdä tarvittavat kaistajärjestelyt, jotta liikenne olisi sujuvaa. Selvä liittymän havaittavuus toteutetaan liikennemerkkien, viitoituksen, sivutien saarekkeiden avulla sekä yleisesti sijoittamalla liittymät turvallisiin sijainteihin. Moottori- ja moottoriliikenneteillä suunnittelussa käytettävänä mitoitusnopeutena on yleensä 120 km/h ja muilla valtateillä 100 km/h. Poikkeukset näistä nopeuksista harkitaan tapauskohtaisesti. Perustelut mitoitusnopeuden muuttamisesta johtuvat liikenteellisistä, taloudellisista tai ympäristöön kohdistuvista vaikutuksista. (Liikenneministeriö, 1992.)

- **Liikenneministeriön päätös kantatieverkosta (LM 462/40/93 21.6.1993)**

Liikenneministeriön päätös kantatieverkosta rajoittaa sujuvuuden ja turvallisuuden takia kantatien liittymien määrää (Tiehallinto 2007a). Kantateilla mitoitusnopeutena käytetään yleensä 100 km/h tai maaseutuolosuhteissa 80 km/h. Alempia nopeuksia voidaan käyttää turvallisuus-, ympäristö- tai taloudellisten tekijöiden perusteella erityisesti taajama-alueilla. (Liikenneministeriö, 1993.)

- **Liikenneviraston ohje kiertoliittymien käytöstä pääteillä (Tielaitos 96/20/Th-83 8.2.1996)**

Ohjeen mukaan kiertoliittymiä tulisi käyttää päätieverkolla hyvin kriittisesti. Kiertoliittymä on päätien muuhun ympäristöön verrattuna yllättävä ratkaisu, ja se alentaa etenkin pääsuunnan raskaan liikenteen sujuvuutta. Kiertoliittymiä ei suositella valta-eikä kantateiden maaseutumaisiin olosuhteisiin, mutta niitä voidaan harkita taajamiin ja taajamien porttikohtiin. Ohjeen mukaan pääsuunnan liikenteen sujuvuus täytyy säilyä riittävän hyvänä. (Tielaitos 1996.) Myöhemmin tässä työssä tullaan tarkastelemaan kiertoliittymien soveltuvuutta pääteille.

Seuraavassa listauksessa on esitetty nykyisin käytettäviä liittymätyyppejä koskevia suunnitteluohjeita, jotka täydentävät ja konkretisoivat edellä esiteltyjä päätien liittymäpolitiikkaan liittyviä kannanottoja.

- **Maantiet kaavoituksessa (TIEH 2000018-06, 2006) ja Yksityisten teiden liittymät maanteihin (TIEH 2100050-07, 2007)**

Ohjeissa on annettu tasoliittymien liittymätiheyden ja -välin ohjearvot. Ohjearvot ovat jaettu tien toiminnallisen luokan ja liikennemäärän mukaisesti. Ohje määrittää ohjearvot maaseutuolosuhteisiin. Taajamissa liittymäväli voi olla lyhempi kuin taajamien ulkopuolella, sillä taajamassa liikenteen sujuvuus- ja turvallisuusvaatimukset ovat lievemmat. (Tiehallinto 2006a, 2006b).

- **Pääväylät kaupunkialueilla (TIEL 2130011, 1993)**

Ohje sisältää ohjearvoja liittymäväleistä, kun kyseessä on valo-ohjattu väyläosuus. Lisäksi ohjeessa on esitelty eritasoliittymien välimatkoja. Tasoliittymissä käytettävät liittymätyypit on esitelty täsmällisemmin, mutta eritasoliittymien osalta on vain yleiskuvaus. (Tielaitos 1993.)

- **Liikennevalojen suunnittelu, LIVASU (TIEH 2100040-05, 2005)**

Liikennevalo-ohjauksen suunnitteluohjeessa on samat ohjearvot valo-ohjattujen liittymien välimatkoista ja valo-ohjauksisen liittymätyypin valinnan lähtökohdista kuin ohjeessa ”Pääväylät kaupunkialueilla” (Tiehallinto 2005).

- **Tasoliittymät, suunnitteluohje (TIEH 2100001-01, 2001)**

Suunnitteluohje käsittelee erikseen maaseutu- ja taajamatasoliittymien suunnitteluperiaatteita ja teknistä mitoittamista. Tasoliittymien suunnittelussa otetaan huomioon ajoneuvot, ajotottumusten muutokset sekä tieto turvallisuudesta ja toimivuudesta. Tasoliittymän valitsemisen tukena suositellaan ottamaan huomioon vaikutuksia, jotka liittyvät liikennetalouteen ja ympäristöön. Liittymän valinta on annettu maaseutuolosuhteisiin, ja se riippuu tien toiminnallisesta luokasta ja liikenne-

määrästä. Taajama-alueiden liittymävalinnan lähtökohdat on esitetty karkeammalla tasolla. (Tiehallinto 2001a.)

2.2.3 Liittymäsuunnittelun lähtökohdat

Päätieverkolla liittymäjärjestelyt perustuvat pidemmän tiejakson kokonaistarkasteeluun. Yleistä pääteiden liittymäjärjestelyjen suunnittelussa on kuitenkin se, että liittymät ovat syntyneet päätieverkolle rakentamalla tai parantamalla yhtä liittymää kerrallaan. Liittymien suunnittelu yksi kerrallaan on osassa tapauksissa johtanut kuitenkin päätien epäyhtenäiseen laatuun. Liittymäjärjestelyt pyritään kuitenkin toteuttamaan yhteneväisesti, eli tietyn liittymätyypin sallinta, valinta sekä liittymätiheydestä huolehtiminen perustuu mahdollisuuksien mukaan voimassa oleviin suunnitteluohjeisiin, joita esiteltiin luvussa 2.2.2. Sitovien ja yksiselitteisten ohjeiden laatiminen ei ole kuitenkaan mahdollista, sillä liittymien liikenne- ja tietekniset lähtökohdat vaihtelevat. Tämän vuoksi liittymätyypin valinnassa harkinnan osuus on merkittävä. (Tiehallinto 2002.)

Liittymätyypin valinnassa on otettava huomioon useita eri tekijöitä, jotka ovat:

- Liikenneverkko (väylän yhtenäinen standardi, vaikutukset ajonopeuksiin)
- Liikennevirrat (suunnitteluhetken ja ennustetut liikennemäärät ja -jakaumat)
- Tie (tekninen toteutettavuus)
- Liikenneturvallisuus (vähentääkö liittymä onnettomuuksia)
- Ympäristö (sopivuus maisemaan, vaatiiko liittymä lisää tilaa)
- Liikennetalous (kustannukset) (Tiehallinto 2001a.)

Liikenneverkko

Liikenneverkollisesti liittymätyypin valinnassa tulee huomioida päätien tavoitteet sekä liittymän kohdalla oleva väylän nopeustaso. Pääteillä tulee kiinnittää huomiota päätieympäristöön, jonka perusteella määräytyvät liittymätiheyden enimmäis- ja liittymävälin vähimmäisarvot. Liittymän paikan valinta tulee tehdä huolellisesti, ja sen valitsemisessa tulee ottaa huomioon sekä pääsuunnan että sivusuunnan liikenne- ja ympäristöolot, sillä liittymäjärjestelyillä on keskeinen vaikutus liikenteen välityskykyyn, liikenneturvallisuuteen ja ympäristöön. Perusteltua on esimerkiksi rakentaa liittymä sellaiseen kohtaan, jossa seudullisesti merkittävä maankäyttö liittyy päätiehen. (Tiehallinto 2001a.)

Liikennevirrat

Liittymän valinnassa on tärkeää ottaa huomioon liikennevirrat ja niiden jakaumat. Liittymätyyppejä valittaessa liittymien mitoitusliikenteenä käytetään yleensä vuoden tai kesän keskimääräistä vuorokausiliikennettä (KVL, KKVL). Myös huipputuntiliikennettä voidaan käyttää mitoitusliikenteenä, jos kyseessä on esimerkiksi välityskykytarkastelu tai ajokaistamitoitus. Huipputuntiliikenne voi olla taajamassa esimerkiksi kevät- tai syyskauden normaaliarkipäivän aamu tai iltahuipputunti. Maa-seutujen liittymissä voidaan käyttää viikonlopun huipputuntia. (Tiehallinto 2001a.)

Liittymän suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös ennustetut liikennemäärät ja -jakaumat. Liikennemäärät selvitetään yleensä liikennelaskennoilla tai liikenneennusteilla. Liikenneennusteet kulkumuotojakaumineen tehdään yleensä liikennejärjestelmä- tai tieverkko-suunnittelun yhteydessä. Liittymätyypin valinnassa ja mitoituksessa kokonaisliikennemäärästä täytyy tietää siis jokaisen tulosuunnan liikennemäärät, raskaan liikenteen osuudet, jalankulku- ja pyöräliikenteen virrat, linja-auto-liikenne sekä mahdolliset erikoiskuljetukset. (Tiehallinto 2001a.)

Tie

Liittymän mitoitusajankohtana käytetään yleisesti 5–20 vuotta, ja liittymätyypin käytön toteutettavuus vaihtelee liittymän tieteknisiltä lähtökohdilta. Tähän vaikuttavat paikalliset olosuhteet sekä käytettävissä oleva tila. Paikalliset olosuhteet pitkälti myös määräävät pääteillä käytettävän nopeustason ja tarvittavat näkemät, jotta pääteillä ja sen liittymällä oli turvallinen geometria. Lisäksi liittymän paikan valinnassa tulee ottaa huomioon havaittavuus, riittävät näkemät ja tien suuntaus. Maasto ja maaperä vaikuttavat liittymän liittymätyypin valintaan. Lähtökohtaisesti liittymän sijoittamista ei suositella pehmeikölle tai leikkauskohtaan, sillä ne lisäävät rakentamiskustannuksia. (Tiehallinto 2001a.)

Liikenneturvallisuus

Liikenneturvallisuus ja sen vaikutukset vaikuttavat keskeisesti liittymätyypin valintaan. Liittymää valittaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, kuinka kyseinen liittymätyyppi tulee vaikuttamaan eri onnettomuustyyppisiin. Pääteillä liittymiä tulisi turvallisuusyiden takia käyttää mahdollisimman vähän. Samalla tiejaksolla tulisi käyttää myös mahdollisimman vähän eri liittymätyyppejä. (Tiehallinto 2001a.)

Liittymien turvallisuuteen vaikuttaa negatiivisesti liittymän kuormittuminen. Kuormittumiseen vaikuttavat nopeudet, liittymävälit, liikennemäärät sekä liittymätyypit. Liikenneturvallisuus liittymäalueilla on huonompi silloin, kun maankäyttö on tehokasta tieympäristössä ja kun maankäyttö liittyy välittömämmin tiehen. Liittymäsunnittelun tavoitteena on minimoida onnettomuusriskit muotoilun ja liikenteen ohjauksen avulla. (Tiehallinto 2002.)

Liittymien turvallisuutta voidaan tarkastella liittymän onnettomuustiedoista ja eri onnettomuustyyppien vaikutuksista. Liittymissä tapahtuvien onnettomuuksien määrät riippuvat liittymän konfliktipisteiden ja näissä risteävien eri liikennevirtojen määrästä. Konfliktipisteellä tarkoitetaan kohtaa, jossa kahden liikennevirran ajolinjat erkanevat, liittyvät tai risteävät. Liittymissä onnettomuusriski kasvaa, mitä enemmän konfliktipisteitä liittymässä on. Konfliktipisteet voidaan jakaa neljään eri kategoriaan vakavuusasteen perusteella aloittaen lievimmästä:

1. Saman ajosuunnan konfliktit
2. Erkanemiskonfliktit
3. Liittymiskonfliktit
4. Risteämiskonfliktit (FWHA 2010).

Samana ajosuunnan konfliktit muodostuvat samaan suuntaan eri nopeuksilla ajavien ajoneuvojen peräänajoista. Nämä konfliktit ovat yleensä seurauksiltaan lieviä, sillä näissä tapauksissa ajoneuvoilla on suurin piirtein samansuuruiset nopeudet ja ajoneuvot ovat suojattuja parhaiten edestä ja takaa. Liittymis- ja erkanemiskonflikteissa liikennevirrat yhtyvät tai erkanevat toisistaan, jolloin konfliktin seurauksena ajoneuvot törmäävät toisiinsa yleensä kylki edellä. Tämän kaltaiset onnettomuudet ovat yleensä hieman vakavampia, sillä kohtaavien ajoneuvojen nopeudet ovat erisuuret, ja ajoneuvojen korit ovat yleensä heikommin suojattuja kyljestä. Risteämiskonfliktit ovat taas vakavuusasteeltaan kaikista vakavimpia tapahtuvista onnettomuuksista. Näissä kaksi vastakkaista liikennevirtaa kohtaa, ja tällöin ajoneuvojen nopeudet saattavat olla hyvinkin erisuuruiset. Kohtaamiset ovat luonteeltaan nokkakolareita, tai ajoneuvot törmäävät toisiinsa suorassa kulmassa. (FWHA 2010.)

Pääteiden turvallisuutta on lyhyesti tarkasteltu liittymätyypeittäin tasoliittymäohjeessa (Tiehallinto 2001a) ja pääteiden liittymästandardissa (Tiehallinto 2002). Yleisesti kolmihaaraliittymissä keskimääräinen onnettomuusaste on nelihaaraliittymää alhaisempi. Yleensä nelihaaraliittymissä tapahtuvat onnettomuudet ovat myös seurauksiltaan vakavammat kuin kolmihaaraisissa liittymissä. Sekä kolmi- että nelihaaraliittymissä onnettomuudet kasvavat, jos sivusuunnan liikenneosuus kasvaa. Valta- ja kantateille ei toteuteta nelihaaraisia tasoliittymiä. Liikennevalot vaikuttavat liikenneturvallisuuteen tapauskohtaisesti, sillä valo-ohjauksisen liittymän liikenneolot, liittymäjärjestelyt sekä tieympäristö vaihtelevat. Valo-ohjauksinen liittymä vähentää yleensä risteämiskonflikteja, mutta voi myös lisätä saman ajosuunnan konflikteja.

Suomessa liikenneonnettomuuksille on annettu yksikköarvot, joiden perusteella voidaan arvioida pääteiden onnettomuuksia. Liikenneonnettomuuksien henkilövahinkojen yksikköarvot ovat liittymätyyppistä riippumatta aina samat, ja ne on esitetty taulukossa 2. (Tervonen & Metsäranta 2015.)

Taulukko 2. Liikenneonnettomuuksien henkilövahinkojen yksikköarvot 2013 (Tervonen & Metsäranta 2015).

Vahinkotyyppi, euroa	Aineelliset kustannukset	Hyvinvoinnin menetys	Yhteensä
Kuollut	544 010	1 862 189	2 406 199
Pysyvä vamma	324 314	1 025 250	1 349 564
Vaikea tilapäinen vamma	10 462	313 852	324 313
Lievä tilapäinen vamma	5 231	57 540	62 772
Tilapäinen vamma keskimäärin*	7 847	185 696	193 542
Vammautunut keskimäärin**	39 493	269 651	309 145

*Vaikean ja lievän tilapäisen vamman painottamaton keskiarvo. ** Painotukset: pysyvä vamma 10 %, vaikea tilapäinen vamma 45 % ja lievä tilapäinen vamma 45 %.

Ympäristö

Liittymätyyppin valinnassa on otettava huomioon, että liittymä sopii maisemaan ja paikallisiin olosuhteisiin. Liittymä vaatii myös paljon tilaa, ja tämä täytyy ottaa huomioon etenkin rakennetussa ympäristössä. Myös maankäytön kehittämisellä sekä lähiverkon liikenteen ohjauksella ja opastuksella on vaikutuksia liittymätyyppin valintaan. (Tiehallinto 2001a.)

Liittymien suunnittelussa tulee ottaa huomioon ympäristö ja ajoneuvojen vaikutus siihen. Lisäksi asutuilla alueilla tai luonnonoloiltaan arvokkaassa kohteessa tulee erityisesti harkita liittymän rakentamista. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Liikennetalous

Sijainnin valinnassa tärkeä on löytää toimiva, turvallinen ja ympäristöllisesti hyväksyttävä ratkaisu, joka on mahdollista rakentaa kohtuullisilla kustannuksilla. Liikennetaloudellisia kustannuksia ovat ajokustannukset kuten ajoneuvo-, aika- ja onnettomuuskustannukset sekä investointikustannukset kuten rakentamis- ja kunnossapitokustannukset. Lisäksi liikennetaloudellisia vaikutuksia ovat myös ympäristökustannukset, joita ovat esimerkiksi ajoneuvojen hidastuksesta ja kiihdytyksestä aiheutuvat päästö- ja melukustannukset. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

2.2.4 Liittymän liikenteelliset selvitykset

Uutta liittymää ehdottaessa lähtökohtana on laatia liittymästä liikenteellinen selvitys ja vaikutusarvio, joiden avulla voidaan osoittaa liittymän tarpeellisuus. Tarkastelussa pyritään huomioimaan liittymä riittävän laajalta alueelta, jotta kaikki liittymään kohdistuvat vaikutukset voidaan ottaa huomioon. Uuden liittymän ehdottamisen lähtökohtana on se, että liittymä ei saa heikentää alueen liikenneturvallisuutta. Liikenteellisessä selvityksessä pyritään huomioimaan, millaisia vaikutuksia syntyy, jos liittymä jätetään toteuttamatta tai jos ennustetut liikennemäärät muuttuvat. Liikenteellisessä selvityksessä on myös tarkasteltava muita vaihtoehtoisia ratkaisuja liittymän tai alueen toteuttamiseksi. Liikenteellisen selvityksen ja vaikutusarvion tarkoituksena on varmistaa parhaan vaihtoehdon eteneminen suunnittelussa, ja se voi myös tukea päätöstä hankkeen toteuttamisesta. (Jokela & Lehtomaa 2012; Liikennevirasto 2015e.)

Liikenteellinen selvitys on osa liikenne- ja väyläsuunnittelua. Ensimmäisenä selvitetään hankkeen tarpeet ja reunaehdot. Lisäksi laaditaan nykytila-analyysi, jossa kuvataan liittymän ja alueen sen hetkinen tila olemassa olevien tietojen ja mahdollisten liikennetutkimusten avulla. Toisessa vaiheessa määritellään vaihtoehdot, joita on harkittu toteutettavaksi. Kolmas vaihe muodostuu liikenteellisen selvityksen sekä teknisten ratkaisujen yhdistelmästä. Liikenteellinen selvitys ohjaa teknisiä ratkaisuja, mutta tekninen suunnittelu antaa reunaehdot vaihtoehdoille ja liikenneselvitykselle. Liikenteellisen selvityksen ja teknisten ratkaisujen tarkastelun perusteella voidaan valita parhain vaihtoehto liittymän toteuttamiseksi. (Jokela & Lehtomaa 2012.)

Vaihtoehdon valinta perustuu liikenteellisten selvitysten vaikutusarviointeihin, teknisten ratkaisujen laatuun, vaiheittain toteuttamisen mahdollisuuteen sekä toteuttamiskustannuksiin. Liikenteellinen selvitys itsessään sisältää kolme eri vaihetta, jotka ovat liikenne-ennusteet, liikenteelliset toimivuustarkastelut ja vaikutusten arviointi. Liikenne-ennusteet ovat yksi tärkeimmistä lähtötiedoista suunnittelussa, koska suunnitelmat tehdään tulevaisuutta ajatellen, eikä nykytilaa varten. Liikenne-ennusteet voidaan laatia liikennemallien tai ennustamiseen soveltuvien perusmenetelmien avulla. Käytettävän mallin tai perusmenetelmän valintaan vaikuttaa liittymän sijainti. (Jokela & Lehtomaa 2012.)

Liikenteellisillä toimivuustarkasteluilla arvioidaan liikenteen sujuvuutta. Sujuvuustarkasteluilla arvioidaan esimerkiksi ajoneuvojen viivytyksiä ja jononpituuksia. Toimivuustarkastelut laaditaan nykyisin pääasiassa mikrosimulointiohjelmistoilla, joita ovat esimerkiksi Synchro/SimTraffic- ja Paramics-simulointiohjelmisto. Mikrosimulointiohjelmistojen matemaattisten mallien avulla kuvataan yksittäisten ajoneuvojen liikkumista liikenneympäristössä, joka on luotu ohjelmiston avulla. Liikenneympäristöön kuuluvat muun muassa tieto kaistajärjestelyistä, liittymistä sekä liikennemääristä (Jokela & Lehtomaa 2012.)

Vaikutusten arvioinnin tarkoituksena on koota yhteen selvitysten tulokset. Vaikutuksia voidaan tarkastella esimerkiksi tiepidon vaikutuskartan mukaisesti. Siinä esitetyt vaikutuksia ovat liikenteellinen saavutettavuus, liikenneturvallisuus, ympäristö, ihmisiin kohdistuvat vaikutukset, yhdyskuntarakenne, alueiden kehittyminen sekä talous. Pääteiden osalta tulee arvioida ainakin liikenteen sujuvuuteen, liikenneturvallisuuteen ja ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia. Sujuvuutta voidaan tarkastella toimivuustarkasteluiden avulla. Vaikutuksia liikenneturvallisuuteen voidaan arvioida asiantuntija-arvioina tai turvallisuusvaikutuksien tarkasteluun suunnitelluilla ohjel-

mistoilla. Asiantuntijat tekevät arvioita liikennemäärien, nopeuksien sekä kevyen liikenteen ylitystarpeiden perusteella, kun taas turvallisuusvaikutusten tarkasteluohjelmistona käytetään Liikenneviraston TARVA-ohjelmistolla. Ympäristövaikutuksia voidaan arvioida myös asiantuntija-arvioina. (Jokela & Lehtomaa 2012.)

Vaikutusten arvioineista tehdään myös kannattavuuslaskelmia, joissa lasketaan rahassa mitattavia vaikutuksia hyöty-kustannusanalyysillä. Laskelmissa huomioidaan vaikutukset matka-aikaan, onnettomuuksiin, meluun, päästöihin ja ajoneuvon käyttökustannuksiin. Hyöty-kustannuslaskelma voidaan tehdä Liikenneviraston Investointihankkeiden Vaikutusten ARviointiohjelmistolla (IVAR-ohjelmisto). Ohjelmisto laskee hyöty-kustannussuhteen (HK-suhde) hankkeelle ennakkoon määritellyillä yksikköarvoilla. Hanke on kannattava, jos HK-suhde on yli yhden ja säästöt ovat suuremmat kuin investoinnit. HK-suhteen ollessa alle yksi ei hanke ole välttämättä kannattamaton, vaan HK-suhde ei välttämättä ota kaikkia vaikutuksia huomioon. Toisaalta, jos kannattavuus on yli yhden, voi se myös tarkoittaa sitä, ettei hanke ole välttämättä kannattava, sillä se ei huomioi tarpeeksi laskelman ulkopuolelle jääviä haittoja. (Jokela & Lehtomaa 2012; Liikennevirasto 2015e.)

Luvussa 3.4 tutkitaan kolmea päätien liittymäkohdetta, joihin on tehty liikenteellinen selvitys. Jokaisessa kohteessa kiertoliittymä on ollut yksi vaihtoehto päätien liittymätyypiksi. Liittymäkohteet ovat valtateiden 5 ja 14 liittymä Juvalla, valtatie 15 ja maantien 368 liittymä Valkealassa sekä kantatien 55 ja seututien 151 ja yhdystien 1635 liittymä Askolassa. Tulokset liikenteellisistä selvityksistä ovat luvussa 4.4.

2.2.5 Liittymätyypit ja niiden soveltuvuus pääteille

Liittymätyypin valintaan vaikuttavat teiden toiminnallinen ja liikenteellinen merkitys, nopeusrajoitus, pää- ja sivusuunnan liikennemäärät, ympäristön olosuhteet sekä liikenneturvallisuus. Liittymätyypin valinnassa pyritään siihen, että samanlaisissa tie- ja liikenneoloissa pyritään yhtenäiseen ja yksinkertaiseen liittymän perusmuotoon, sillä suunnitteluperiaatteiden noudattaminen on edullista sekä tienpidolle että tienkäyttäjille. Liittymän muodosta kertovat liittymän päätyypit. Liittymän päätyypejä ovat:

- kolmi- ja nelihaaraiset tasoliittymät (T- ja X-liittymät)
- kiertoliittymät
- eritasoliittymät (Tiehallinto 2002).

Suomeen toteutettuja tasoliittymiä ovat avoin liittymä, tulppaliittymä, kanavoitu liittymä, porrastettu liittymä, kiertoliittymä sekä valo-ohjauksinen liittymä. Eritasoliittymissä taas tien liittymähaarat sijaitsevat eri korkeustasoilla, ja yhteydet eritasoliittymiin on toteutettu rampeilla. Vähäisille liikennemäärille suositeltuja liittymiä ovat avoin liittymä, tulppaliittymä, kanavoitu liittymä sekä porrastettu liittymä. Suuremmille liikennevirroille taas suositellaan kiertoliittymiä, eritasoliittymiä ja valo-ohjauksisia liittymiä. Pääteille ei toteuteta turvallisuuden takia nelihaaraliittymiä, ellei kyseessä ole kiertoliittymä tai valo-ohjauksinen liittymä. Toisaalta liittymä voi olla yhtä aikaa porrastettu, kanavoitu ja tulppa tai avoin liittymä. (Tiehallinto 2001a.)

Seuraavaksi työssä on esitetty yksityiskohtaisemmin jokainen tasoliittymätyyppi sekä eritasoliittymä. Liittymien erikoisratkaisuja on toteutettu Suomen pääteille, mutta ne ovat tässä työssä jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Liittymän erikoisratkaisut harkitaan tarkoin, sillä ne voivat heikentää liikenneturvallisuutta. Toisaalta erikoisratkaisujen avulla liittymän välityskykyä voidaan parantaa. (Tiehallinto 2002.)

Avoin liittymä

Avoin liittymä on toteutettu siten, ettei liittymäalueella ole esteitä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei avoimessa liittymässä esiinny tulo- ja poistumissuuntien välistä reuna-tuollista saarekettä tai tiemerkinntöjen avulla toteutettuja sulkualueita. Tämän vuoksi avoin liittymä vie vähän tilaa ja on edullinen ja kunnossapidon kannalta helppo ratkaisu. Toisaalta taas avoimessa liittymässä ajolinjat ovat epäselvät ja liittymä- aluetta on vaikeampi havaita. Avoin liittymä sopii teille, joilla on vähän liikennettä. Sitä ei suositella pääteiden maantie- eikä katuliittymiin kuin ainoastaan poikkeus- tapauksissa. Avoin liittymä voi olla T- tai X-liittymä. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Tulppaliittymä

Tulppaliittymässä sivusuunnan liittymähaara on kanavoitu korotetulla saarekkeella tai tiemerkinntöin. Tulppaliittymiä toteutetaan yleisesti maanteillä, kaduilla ja vilkkaiden yksityisteiden liittymänä. Valta- ja kantateihin liittyvät maantieliittymät voidaan lähes aina varustaa tulppaliittymällä, joka on toteutettu korotetulla saarekkeella. Tulppaliittymä voi olla kolmi- tai nelihaarainen, mutta pääteillä tulppaliittymä on kuitenkin yleensä kolmihaarainen. Kolmihaarainen tulppaliittymä ei vaikuta juurikaan onnettomuuksien määrään verrattuna avoimeen kolmihaaraliittymään. Tulppa mahdollistaa suojatien ja pyörätienjatkeen turvallisen järjestämisen jalankululle ja pyöräilylle. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Kanavoitu liittymä

Kanavoidussa liittymässä päätien ajosuunnat ovat joko eroteltu saarekkeen tai tiemerkinntöjen avulla ja ajolinjat ovat selkeytetty ryhmittymiskaistojen tai väistötilan avulla. Kanavoitu liittymä parantaa liittymän havaittavuutta, sujuvuutta ja osittain myös turvallisuutta. Varsinkin pääsuunnan liikennettä saadaan sujuvammaksi kanavoinnin avulla, ja se on myös liikenneturvallisuuden kannalta edullinen ratkaisu, sillä esimerkiksi peräänajoriski vähenee. Kanavointi voi kuitenkin lisätä risteämis- onnettomuuksia ja vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen törmäyksiä. Samalla se myös hankaloittaa raskaan liikenteen ajoneuvojen kääntymistä. Tällöin liittymäalueesta täytyy tehdä laajempi, joka taas lisää ylitysmatkoja liittymässä, mikä voi heikentää turvallisuutta ja lisätä rakennus- ja kunnossapitokustannuksia. Turvallisuusvaikutuk- siltaan maalauksin toteutettu kanavoitu liittymä on korokkeellista kanavoitua liittymää hieman turvallisempi, sillä korokkeet muodostavat törmäysriskin. Liittymän sivusuunnat kanavoidaan yleensä tulppaliittymän tavoin. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Porrastettu liittymä

Porrastetuksi liittymäksi kutsutaan liittymää, joka on nelihaaraisen liittymän sijaista toteutettu kahdella lähekkäin sijaitsevalla kolmihaaraisella liittymällä. Porrastettu liittymä on yhtä nelihaaraliittymää turvallisempi liittymätyyppi. Porrastamisen hyö- dyllisyys riippuu liittyvien teiden suuntautumisesta ja sivusuuntien liikennemäärästä. Turvallisuutta ja sujuvuutta päätiellä voidaan parantaa pääsuunnan kanavoinnilla, saarekkeilla tai väistötilalla. Liittymän porrastaminen kannattaa yleensä toteuttaa silloin, kun liittyvän liikenteen osuus on suurempi kuin 5 % kokonaisliikenteen mää- räst, sekä aina silloin, kun liittymään liittyvän vähäliikenteisimmän tien KVL on suu- rempi kuin 100 ajon./vrk. Maaseudulla turvallisempi porrastusjärjestys on ensin va- semmalle suuntautuva liittymä ja sen jälkeen oikealle. Tällä järjestyksellä pääsuun- nan sujuvuus häiriintyy vähiten. Taajamissa liittymisjärjestys on päinvastainen. Tällä tavalla taajamassa voidaan minimoida liittyvän suunnan kääntymiset vasemmalle, ja samalla parantaa liittyvän liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Valo-ohjauksinen liittymä

Valo-ohjauksisessa liittymässä liikenteen ohjaus on toteutettu liikennevaloilla. Valo-ohjauksista liittymää suositellaan etenkin vilkkaisiin taajamaliittymiin. Valo-ohjauksinen liittymä vähentää onnettomuuksien vakavuutta sekä parantaa ajoneuvo-liikenteen ja jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuutta. Lisäksi valo-ohjauksella voidaan parantaa liittymän yleistä välityskykyä tai myös tietyn tulosuunnan välityskykyä. Valo-ohjaus voi kuitenkin hankaloittaa liittymässä toimimista, sillä liittymä-alue tulee varustaa monilla liikenteen ohjauslaitteilla ja opasteilla. Tästä voi olla haittaa etenkin raskaalle liikenteelle. Valo-ohjaus hidastaa osittain pääsuuntaa, sillä ajoneuvot joutuvat pysähtymään punaisiin valoihin. Valo-ohjauksinen liittymä tarvitsee myös jatkuvaa seurantaa ja kunnossapitoa sekä liikenteellisesti että teknisesti. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Eritasoliittymä

Eritasoliittymässä tiet risteävät eri tasoilla ja rampit yhdistävät eritasoliittymien tiet toisiinsa. Eritasoliittymiä pyritään toteuttamaan etenkin nelikaistaisille valtateille sekä kaksikaistaisten valtateiden vilkkaisiin liittymiin. Eritasoliittymä tulee myös tarpeelliseksi, jos liikennemäärien kasvaessa liittymän välityskykyä eikä turvallisuutta saada toimimaan millään muulla tasoliittymällä. Eritasoliittymiä voidaan käyttää myös silloin, jos päätien nopeustaso, tavoitteet tai paikalliset syyt sitä vaativat. Eritasoliittymä vaatii huomattavasti suuremman tilan tasoliittymiin verrattuna ja näin ollen myös sen toteuttaminen on kallista. Eritasoliittymä vähentää nelihaaraliittymiin verrattuna 60 % onnettomuuksia ja vastaavasti kolmihaaraliittymissä 40 %. (Tiehallinto 2001a, 2002.)

Perusliittymätyyppeihin kuuluu myös **kiertoliittymä**, jota tarkastellaan tarkemmin seuraavissa luvuissa. Taulukossa 3 on esitetty kootusti liittymätyyppien soveltuvuus päteille.

Taulukko 3. Liittymätyyppien soveltuvuus päteillä.

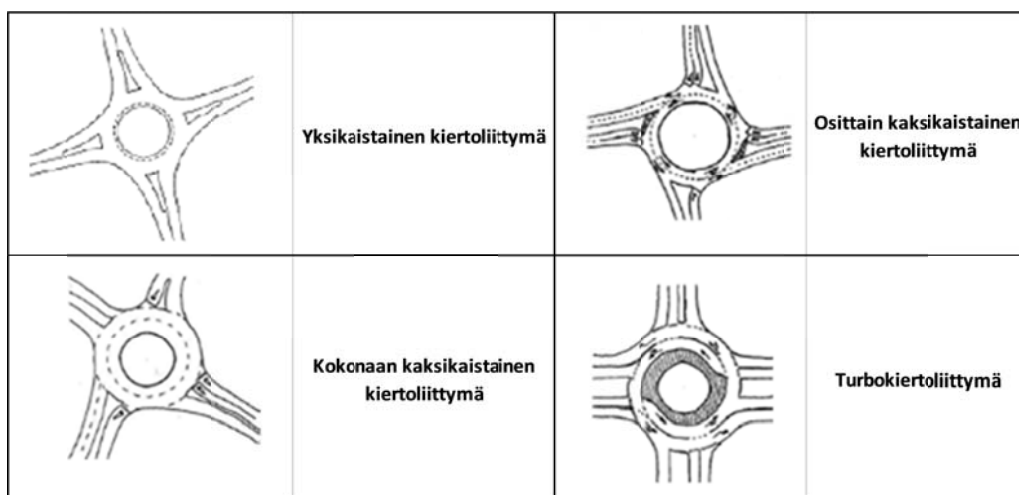
Liittymätyyppi	Soveltuvuus	Perustelu
Avoin liittymä	Harkittava	Avoin liittymä voidaan toteuttaa vain, jos sivusuunnan liikenne on vähäistä
Tulppa liittymä	Soveltuu	Voidaan lähes aina käyttää sivusuunnan liittymähaaroissa
Kanavoitu liittymä	Harkittava	Parantaa sujuvuutta, mutta liikenneturvallisuuden ja raskaan liikenteen ajoneuvojen kannalta kyseenalainen
Porrastettu liittymä	Soveltuu	Liittymän turvallisuus paranee nelihaaraiseen liittymään nähden
Valo-ohjauksinen liittymä	Harkittava	Soveltuu taajamiin, pysähdykset hidastavat päätien suuntaista liikennettä
Eritasoliittymä	Soveltuu	Hyvä välityskyky ja turvallinen, toisaalta rakennuskustannuksiltaan kallis ratkaisu
Liittymän erikoisratkaisu	Harkittava	Jokainen erikoisratkaisu on harkittava tapauskohtaisesti, lisää turvallisuusriskejä
Kiertoliittymä	Harkittava	Tutkitaan myöhemmissä luvuissa

2.3 Kiertoliittymät

2.3.1 Yleistä kiertoliittymistä

Kiertoliittymä eli liikenneympyrä on tasoliittymä, jossa liikenne kiertää liittymän keskellä olevaa ympyränmuotoista kiertosaarekettä vastapäivään. Kiertoliittymää kohti tultaessa ajoneuvon täytyy hidastaa ajonopeutta, jotta ajaminen kiertotilassa olisi mahdollisimman turvallista. Ennen liittymistä kiertotilaan ajoneuvon tulee väistää tieliikennelain 14 §:ssä määrätyn väistämissäännön mukaisesti jalankulkijoita, pyöräilijöitä, mopoilijoita sekä jo kiertotilassa ajavia ajoneuvoja. Kaikilla tulosuunnilla on siis kiertotilassa ajaviin nähden väistämisvelvollisuus, joka on osoitettu väistämisvelvollisuudesta kertovin liikennemerkkein (kärkikolmiolla tai STOP-merkillä). Kiertoliittymästä poistuttaessa ajoneuvon tulee osoittaa poistumisensa suuntamerkillä oikealle. Kiertoliittymään saapuessa suuntamerkkiä ei tarvitse näyttää. (Tiehallinto 2001a, 2003.)

Kiertoliittymä on vähintään kolmihaarainen. Haarojen määrä kertoo saapumis- ja poistumissuuntien määrän. Kiertoliittymä voidaan toteuttaa yksi- tai useampikaistaisena. Suomessa kiertoliittymät on yleensä toteutettu yksikaistaisina, mutta erikoistapauksissa kaksikaistaisia ja turbokiertoliittymiä on myös toteutettu. Kaksikaistaisessa kiertoliittymässä kiertotilassa on kaksi kaistaa vähintään kahden liittymähaaran välillä. Turbokiertoliittymä on myös osittain kaksikaistainen kiertoliittymä, mutta siinä periaatteena on se, että liikennevirrat ohjataan jo ennen kiertoliittymää omille ajokaistoilleen, jolloin ajoneuvo pysyy omalla kaistalla koko kiertoliittymässä ajettavan osuuden. (Aarnikko & Karjalainen 2007; Tiehallinto 2001a.) Kuvassa 9 on esitetty yksikaistainen kiertoliittymä sekä kaksikaistaisen kiertoliittymän sekä turbokiertoliittymän tyyppejä. Luvussa 4.2 esitellään tarkemmin, millaisia kiertoliittymiä on toteutettu Suomen päätteille.



Kuva 9. Yksikaistainen kiertoliittymä, kaksikaistainen kiertoliittymä sekä turbokiertoliittymä (Aarnikko & Karjalainen 2007, muokattu), (Tiehallinto 2001a, muokattu).

2.3.2 Suomen linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä

Kiertoliittymien käyttöperiaatteet pääteillä on esitetty Liikenneviraston ohjeessa Kiertoliittymien käyttö pääteillä, Tielaitos 96/20/Th-83 8.2.1996. Ohjeen mukaan kiertoliittymä ei yleisesti sovellu maaseutumaisiin olosuhteisiin, sillä se on päätieympäristöstä poikkeava ja yllättävä ratkaisu, ja kiertoliittymä alentaa etenkin raskaan liikenteen sujuvuutta. Pääteiden taajamassa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen, kun nopeustaso on valmiiksi alhainen ja liittymän ympäristö tukee ratkaisua. Taajamissa tällaisia kohteita ovat silloin, kun päätie toimii osana taajamaväylää, liittymä sijaitsee taajaman portissa tai liittymä toimii sisääntuloväylänä. Lisäksi kiertoliittymiä voidaan harkita tapauskohtaisesti toteutettavaksi muillakin taajaman päätiejaksoilla. (Tielaitos, 1996.)

Tasoliittymäohjeessa (Tiehallinto 2001a) on esitetty yleisesti kiertoliittymän soveltuvuutta eri maanteiden olosuhteissa sijainnin ja liikenneympäristön mukaisesti (taulukko 4). Kiertoliittymiä käytetään liittymätyyppinä ensisijaisesti taajamissa ja taajamien porttikohdissa. Suotuisia paikkoja ovat esimerkiksi seutu- ja yhdysteiden taajama-alueet. Tapauskohtaisesti harkittavia kiertoliittymäpaikkoja ovat seutu- ja yhdysteiden taajaman ulkopuoliset alueet sekä valta- ja kantateiden taajama-alueet. Kiertoliittymä ei sovellu valta- ja kantateiden taajaman ulkopuolisille alueille, joissa on maaseutumaiset olosuhteet.

Taulukko 4. Kiertoliittymän soveltuvuus eri oloissa sijainnin ja liikenneympäristön mukaan (Tiehallinto 2001a).

Tien luokka	Taajamassa		Taajaman ulkopuolella (maaseutumaiset olosuhteet)
	Portti	Muu verkko	
Valtatie	+/-	+/-	-
Kantatie	+/-	+/-	-
Seututie	+	+	+/-
Yhdystie	+	+	+/-

+ soveltuu

- ei sovellu

+/- harkittava tapauskohtaisesti

Yksityiskohtaisemmat kiertoliittymien käyttökohteet on esitetty nykyisessä Tasoliittymäohjeessa (Tiehallinto 2001a), joka täydentää ja konkretisoi edellä esitettyä kiertoliittymäpolitiikkaa pääteillä. Tasoliittymäohjeessa kiertoliittymien käyttökohteet on jaettu ryhmiin sen perusteella, mihin kohteisiin kiertoliittymä voidaan toteuttaa, mihin kohteisiin sitä voidaan harkita ja mihin kohteisiin sen käyttäminen ei sovi. Seuraavassa ovat kiertoliittymien yleiset käyttökohteet.

Kiertoliittymien yleiset käyttökohteet

Soveltavat kohteet kiertoliittymälle:

- Liittymät, joissa jokaisen tulosuunnan liikennevirtajakauma on melko tasainen.
- Liittymät, joissa on paljon risteävää liikennettä.
- Liittymät, joissa on tapahtunut onnettomuuksia.
- Kohteet, joissa nopeuksia täytyy muutenkin alentaa (taajaman porttikohdat).
- Liikenteen solmukohdat, joissa toiminnallisesti alemman luokan väylät yhdistyvät pääväylään tai pääväylä päättyy.
- Taajamaväylät, joissa kiertoliittymä toimii ajonopeuksien hidastajana.
- Liittymät, joissa sivusuunnan liikenne aiheuttaa välityskykyongelmia.

- Liittymät, joissa on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä.
- Liittymät, jotka palvelevat läheisen liikenneverkon liikennejärjestelyjä.
- Liittymät, joissa väistämisvelvollisuus on epäselvä.
- Liittymät, joissa on viisi liittymähaaraa.
- Eritasoliittymien rampit.
- Liittymät, joihin on harkittu valo-ohjausta.
- Liittymät, joissa pääsuunnan kaarresäde on pieni liittymän kohdalla.

Kohteet, joissa kiertoliittymän käyttöä tulee harkita:

- Väylillä, joilla on liikennevaloista peräisin oleva vihreä aalto.
- Teillä, joilla kaksi ajokaistaa ja joissa nopeusrajoitus on yli 60 km/h.
- Erikoiskuljetusten reiteillä.
- Kun jalankulku- ja pyöräilyväyliä ei saada eritasoon, ja kyseessä on kaksiajokais-tainen tai halkaisijaltaan suuri kiertoliittymä.

Kohteet, joihin kiertoliittymä ei sovellu:

- Pääsuunnan liikenne on hallitseva.
- Liittymät, joissa nopeusrajoitus on yli 80 km/h.
- Kaistamäärät ovat 3+3 tai sitä enemmän.
- Kiertoliittymän geometristä mitoitus ei saada riittävän korkealuokkaiseksi.
- Valo-ohjauksinen liittymä sijaitsee alle 150 metrin päässä.

2.3.3 Kiertoliittymien tutkittuja vaikutuksia

2.3.3.1 Vaikutukset sujuvuuteen

Kiertoliittymä on liittymätyypiltä poikkeuksellinen ratkaisu pääteillä, ellei liittymällä haluta osoittaa tien luonteen muuttumista. Kiertoliittymä katkaisee päätien jatkuvan etuajo-oikeuden, sillä kiertoliittymässä jokaisella ajosuunnalla on väistämisvelvollisuus. Tasoliittymäohjeen (Tiehallinto, 2001) mukaan Suomessa nopeusrajoitus kiertoliittymässä voi olla enintään 50 km/h. Nopeusrajoitusta tulee alentaa vähintään 150 metriä ennen kiertoliittymää. Sama etäisyys pätee myös kiertoliittymän havaittavuuden vähimmäisetäisyyksiksi, kun päätien nopeusrajoitus on ≤ 50 km/h. Jos nopeusrajoitus on yli 50 km/h, täytyy kiertoliittymä olla havaittavissa vähintään 250 metriä ennen liittymää. (Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymän väistämisvelvollisuus, nopeusrajoitus ja muoto hidastavat päätien suuntaista liikennettä, mutta toisaalta kiertoliittymä parantaa sivusuuntien mahdollisuutta liittyä päätien liikenteeseen. Kiertoliittymä pyritään toteuttamaan niin, että vain harvojen ajoneuvojen tarvitsee pysähtyä kokonaan väistämään kiertoliittymässä ajavaa ajoneuvoa. Kiertoliittymän muoto suunnitellaan myös niin, ettei kiertoliittymän läpi pääse oikaisemaan. (Tiehallinto 2001a.)

Aiemmin tehdyssä selvityksessä (Rahman et al. 2000) on tutkittu raskaiden ajoneuvojen pysähtymistä kiertoliittymään tulosuunnan kohdalla. Työssä raskaat ajoneuvot on jaettu kahteen luokkaan. Luokkaan I kuuluvat kuorma- ja linja-autot ja luokkaan II kuorma-auton ja perävaunujen yhdistelmät. Noin 6 % luokasta I ja noin 9 % luokasta II joutui kokonaan pysähtymään kiertoliittymään. Luokan I ja II ajoneuvomäärien perusteella voidaan laskea painotettu keskiarvo raskaiden ajoneuvojen pysähtymisprosentiksi. Prosenttiosuus pysähtyville ajoneuvoille on 8 %, mikä tarkoittaa sitä, että 92 % ajoneuvoista pääsee ajamaan kiertoliittymän läpi ainoastaan hidastamalla ajonopeutta kiertoliittymään sopivaksi. Koska muita arvioita pysähtyvistä ajoneuvois-

ta kiertoliittymässä ei ole, hyödynnetään tässä työssä selvityksen tuloksia kaikille ajoneuvotyypeille.

Kiertoliittymä suunnitellaan niin, että siinä käytettävät ajonopeudet ovat 20–40 km/h (Tiehallinto 2001a). Ajonopeudet kiertoliittymässä riippuvat ajettavasta ajokalustosta. Raskaan liikenteen ajoneuvot kulkevat kiertoliittymässä hitaammin kuin henkilöliikenne. Tiehallinnon selvityksen (Rahman et al. 2000) mukaan kiertotilassa raskaiden ajoneuvojen nopeus kiertotilassa oli linja- ja kuorma-autoilla 20–26 km/h, ja perävaunullisilla kuorma-autoilla 14–22 km/h. Kun kiertoliittymässä ajavien raskaiden ajoneuvojen nopeus jää alle 20 km/h, voidaan kiertoliittymän geometriaa pitää epäsojivana raskaille ajoneuvoille. Nopeuksien alentaminen kiertoliittymässä aiheuttaa matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen kasvua (Liimatainen 2014). Vaikutuksia matka-aikaan ja polttoaineen kulutukseen on tutkittu tarkemmin luvussa 4.3.2–4.3.3.

Kiertoliittymän välityskyky muodostuu liittymään saapuvien ajoneuvojen ja tulosuunnan kohdalla liittymässä kiertävien ajoneuvojen summasta sekä liittymästä poistuvien ajoneuvojen määrästä. Yleisesti voidaan sanoa, että kiertoliittymän välityskyky vastaa valo-ohjauksista liittymää. Jos liittymään saapuvien ajoneuvojen ja tulosuunnan kohdalla liittymässä kiertävien ajoneuvojen summa on alle 1 000 ajon./h ja poistuvien ajoneuvojen määrä alle 1 200 ajon./h, kiertoliittymä toimii sujuvasti. Kuitenkin jos saapuvien ja liittymässä ajavien ajoneuvojen summa on yli 1 400 ajon./h, kiertoliittymä toteutetaan joko kaksikaistaisena kiertoliittymänä tai yksikaistaisena kiertoliittymänä ja kyseisen tulosuunnan oikealle kääntymiskaistana. Toisaalta jos poistumissuunnan liikennemäärä on 1 200–1 500 ajon./h, täytyy harkita toteuttavaksi kaksi poistumiskaistaa, sillä yksikaistaisen poistumissuunnan maksimivälityskyky on 1500 ajon./h. Kuitenkin yksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyky kaikilta liittymähaaroilta yhteensä on 3 000 liittymään tulevaa ajoneuvoa tunnissa. (Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymän välityskykyyn voidaan vaikuttaa kiertoliittymän koolla, liittymähaarojen määrällä sekä ajokaistojen määrällä. Halkaisijaltaan suurempi kiertoliittymä välittää siis hieman enemmän liikennettä kuin halkaisijaltaan pienempi kiertoliittymä. Välityskykyyn vaikuttaa myös liittymähaarojen määrä. Mitä enemmän liittymähaaroja on, sitä heikompi välityskyky liittymällä on. Toisaalta, jos kiertoliittymä toteutetaan kaksikaistaisena, välittää se noin 40 % enemmän liikennettä kuin yksikaistainen kiertoliittymä. Lisäksi paikallistuntemuksella sekä jalankulku- ja pyöräilyväylien sijoittamisella on havaittu olevan merkitystä liittymän välityskykyyn. (Tiehallinto 2001a.)

2.3.3.2 Vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Pääteiden liittymätyyppien turvallisuutta (taulukko 5) on tarkasteltu Suomessa aiemmin eri tutkimuksilla. Tutkimuksissa turvallisuus on ilmaistu onnettomuusasteella. Liittymän onnettomuusasteella tarkoitetaan liittymässä tapahtuvien onnettomuuksien määrän suhdetta miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohti. Tutkimuksessa on eritelty kaikki päätien liittymissä tapahtuneet onnettomuudet sekä liittymissä henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet. Tämän tutkimusaineiston perusteella henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia tapahtuu vähiten kiertoliittymissä verrattuna muihin liittymätyyppeihin. (Tielaitos 2000a.)

Taulukko 5. Onnettomuusasteet erilaisissa päätien liittymissä (Tielaitos 2000a).

Liittymätyyppi	Onnettomuusaste (onn. / milj. liittymään saapuvaa ajon.)	
	Kaikki onnettomuudet n = onnettomuuksien määrä	Hvj-onnettomuudet n = onnettomuuksien määrä
Perusverkon eritasoliittymä		
- yksiajoratainen tie (87 liittymää)	0,30 (n = 546)	0,07 (n = 145)
- kaksiajoratainen tie (8 liittymää)	0,39 (n = 96)	0,08 (n = 23)
T-liittymä ¹ (915 liittymää)	0,37 (n = 1749)	0,12 (n = 566)
Nelihaaraliittymä ¹ (847 liittymää)	0,47 (n = 2325)	0,17 (n = 826)
Valo-ohjattu liittymä ² (110 liittymää)	0,42 (n = 1156)	0,10 (n = 372)
Kiertoliittymä ³ (17 liittymää)	0,35 (n = 77)	0,06 (n = 14)

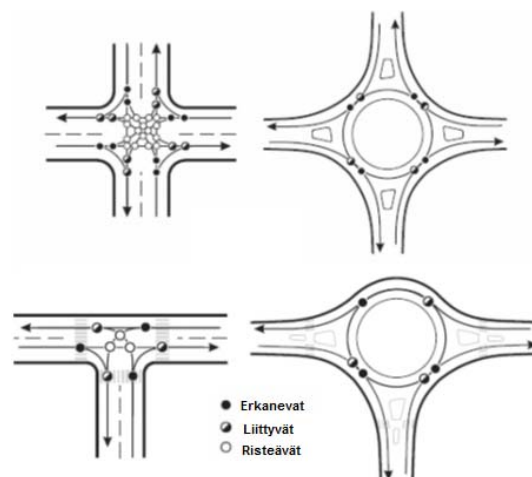
Lähteet: ¹ Kulmala R., Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models, VTT Publications 233, Espoo 1995

² Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus, Tielaitoksen selvityksiä 67/1996

³ Kiertoliittymien turvallisuus, Tielaitoksen selvityksiä 25/2000

Taulukon 5 perusteella kiertoliittymä on turvallisin liittymätyyppi pääteillä autoliikenteelle. Tämä johtuu siitä, että kiertoliittymissä tilannenopeudet ovat alhaisemmat kuin muissa liittymätyypeissä, jolloin myös onnettomuudet ovat yleensä lievempiä. Vuonna 2008 tehdyssä kiertoliittymien turvallisuusselvityksessä (Montonen 2008) todetaan edelleen, että kiertoliittymät ovat turvallisia Suomessa, sillä ne karsivat tehokkaasti vakavimmat risteämis- ja kohtaamisonnettomuudet ja vähentävät liikenneonnettomuuksien kokonaismäärää valtaosassa toteutettuja kiertoliittymiä.

Verrattuna tavalliseen tasoliittymään kiertoliittymässä kääntyminen vasemmalle on turvallisempaa, koska kääntyminen on muutettu kahdeksi oikealle kääntymiseksi. Kiertoliittymässä voi tapahtua saman ajosuunnan konflikteja sekä liittymis- ja erkanemiskonflikteja. Risteämiskonflikteja ei kuitenkaan tapahdu kiertoliittymissä, sillä kiertoliittymässä ei ole vastakkaisia ajosuuntia. Edellä mainittujen konfliktipisteiden lisäksi kiertoliittymissä mahdolliset konfliktipisteet muodostuvat myös liikennesaarekkeisiin ja keskisaarekkeeseen. Yksikaistainen kiertoliittymä vähentää ajoneuvojen konfliktipisteitä nelihaaraisen tasoliittymän 32 konfliktipisteestä 8 konfliktipisteeseen. Kolmihaaraisen tasoliittymän konfliktipisteet vähenevät 9:stä 6:een, kun liittymä toteutetaan kiertoliittymänä. Kolmi- ja nelihaaraisen tasoliittymän ja kiertoliittymän konfliktipisteet on esitetty kuvassa 10. Kuva 10 havainnollistaa myös sen, ettei kiertoliittymässä tapahdu risteämiskonflikteja. (FWHA, 2010; Tiehallinto, 2001a.)



Kuva 10. Kolmi- ja nelihaaraisen tasoliittymän ja kiertoliittymän konfliktipisteet (FWHA, 2010, muokattu).

Kaksikaistaisten kiertoliittymien turvallisuus poikkeaa hieman yksikaistaisista kiertoliittymistä. Kaksikaistaisissa kiertoliittymissä esiintyy kaistojen välisiä konfliktipisteitä, jolloin konfliktipisteitä on enemmän verrattuna yksikaistaiseen kiertoliittymään. Konflikteja aiheutuu, kun ajokaistoja vaihdellaan sääntöjen vastaisesti tai kun poistuminen kiertoliittymästä yritetään tehdä kiertotilan sisemmältä kaistalta. (FWHA 2010.)

Vuonna 2000 tehdyssä kiertoliittymien turvallisuusselvityksessä (Tielaitos 2000a) valta- ja kantateillä sijaitsevien kiertoliittymien onnettomuusasteet ovat kuitenkin suuremmat kuin muiden maanteiden liittymissä (taulukko 6). Suurempi onnettomuusaste näkyy erityisesti henkilövahinko-onnettomuuksissa. Verrattaessa kiertoliittymiä pääteiden reuna- ja keskusta-alueilla on onnettomuusaste suurempi taajaman reuna-alueilla sijaitsevilla kiertoliittymissä. Tämä johtuu siitä, että taajamien reuna-alueilla sijaitsevaa kiertoliittymää lähestytään suuremmalla nopeudella kuin keskusta-alueilla, ja näin ollen onnettomuuden vakavuus kasvaa ajonopeuden kasvaessa.

Taulukko 6. Kiertoliittymien onnettomuuksien määrät ja onnettomuusasteet tieluokittain (onn./milj. ajoneuvoa.) (Tielaitos, 2000a).

Vuosina 1990-1997 rakennetut kiertoliittymät	Onn. lkm		Onn. asteet	
	Hvj-onn.	Kaikki onn.	Hvj-onn.	Kaikki onn.
Tieluokka:				
Valtatie (15 kpl)	8	49	0,05	0,33
Kantatie (8 kpl) ¹	7	34	0,06	0,30
Seututie (31 kpl) ²	9	69	0,03	0,26
Yhdystie (33 kpl)	5	43	0,02	0,18
Päätiet ympäristö:				
Keskusta-alueella (6 kpl)	1	6	0,02	0,14
Reuna-alueella (17 kpl)	14	77	0,06	0,35

Yleisin onnettomuustyyppi maantiellä sijaitsevassa kiertoliittymässä on törmäys, joka tapahtuu kiertotilassa tulosuunnan kohdalla. Vuoden 2008 kiertoliittymien turvallisuusselvityksen (Montonen 2008) mukaan tällaisia onnettomuuksia tapahtuu 23 % kaikista kiertoliittymissä tapahtuvista onnettomuuksista. Toiseksi yleisin onnettomuustyyppi on törmääminen kiertosaarekkeeseen, joita tapahtui 15 % kaikista kiertoliittymissä tapahtuneista onnettomuuksista. Polkupyörä- ja mopo-onnettomuudet ovat kolmanneksi yleisin onnettomuustyyppi. Nämä onnettomuudet ovat myös johtaneet eniten henkilövahinkoihin. Kun tarkastellaan pelkästään raskasta liikennettä, onnettomuuksista 20 % tapahtuu kiertotilassa tulosuunnan kohdalla. Samoin kylkikolareita tapahtuu 20 % kaikista kiertoliittymässä tapahtuneista raskaan liikenteen onnettomuuksista. Tyypillinen raskaan liikenteen onnettomuus oli myös ajoneuvon kaatuminen (15 %).

Kokemukset kiertoliittymissä ajamisesta vaihtelevat. Osa kuljettajista kokee kiertoliittymän ajosäännöt epäselväksi, vaikka 1990-luvun alun jälkeen kiertoliittymät ovat yleistyneet sekä maanteillä että katuverkolla. Usea kuljettaja unohtaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden väistämissäännöt, sillä liittyessä kiertoliittymään kuljettajan keskittyminen on vasemmalta saapuvissa ajoneuvoissa, jolloin oikealta tulevat kevyen liikenteen käyttäjät jäävät vähemmälle huomiolle. Myös moni kuljettaja unohtaa väistää jalankulkijoita ja pyöräilijöitä myös kiertoliittymästä poistuttaessa. Suomessa jalan-

kulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuus kiertoliittymissä mielletään suurimmaksi huolenaiheeksi ja kehittämistarpeeksi, sillä kokonaisuudessaan yli puolet kiertoliittymässä loukkaantuneista ovat olleet jalankulkijoita, pyöräilijöitä tai mopoilijoita. (Rahman et al. 2000; Montonen 2008.)

Kiertoliittymät tulevat nykyään yhä harvemmin yllätyksenä kuljettajalle, ja näin ollen törmäykset kiertosaarekkeeseen ovat vähentyneet merkittävästi. Kuitenkin uusiin ympäristöihin rakennetuissa kiertoliittymäkohteissa kiertoliittymän heikko havaittavuus on johtanut osittain kiertoliittymien läpiajoon. (Montonen 2008.)

Raskaiden ajoneuvojen kuljettajat suhtautuvat kiertoliittymiin pääosin positiivisesti, vaikka raskaiden ajoneuvojen on hankalampi liikkua kiertoliittymästä. Etenkin tienpinnan liukkaus, liian ahdas kiertoliittymän geometria sekä kevyempien ajoneuvojen ajokäyttäytyminen tuovat ongelmia ajamiseen. Lisäksi useat perättäiset kiertoliittymät todettiin hankaliksi ajaa. (Rahman et al. 2000.)

Kiertoliittymien turvallisuusselvityksessä (Montonen, 2008) tasoliittymien muuttaminen kiertoliittymiksi on hyödyiltään suurempi maaseutualueilla, koska maaseutualueiden teillä nopeusrajoitukset ovat suurempia kuin taajamissa. Tällöin onnettomuuksien vakavuusaste on yleensä huomattavasti pienempi kuin tasoliittymissä, joissa sattuu suurilla nopeuksilla risteämisonnettomuuksia.

2.3.3.3 Vaikutukset maankäyttöön ja ympäristöön

Kiertoliittymät ovat tasoliittymistä eniten itse liittymäalueella tilaa vaativia liittymiä. Kiertoliittymän kiertosaarekkeen halkaisijan koko ja kiertoliittymän muoto, kuten näkemäalueet, kaistamäärät ja tulosuuntien porrastus vaikuttavat siihen, kuinka paljon tilaa kiertoliittymä vaatii. Kiertoliittymä vaatii esimerkiksi valo-ohjauksiseen liittymään verrattuna enemmän tilaa liittymäalueen kohdalta, mutta valo-ohjauksinen liittymä vaatii taas vähemmän tilaa ennen liittymää, sillä kiertoliittymää varten ei tarvitse järjestää erillisiä kääntymiskaistoja. (FWHA 2010.)

Eri ympäristöissä, kuten yhdys- ja kokoojaväylillä, taajamissa, taajaman reuna-alueilla sekä aukeilla alueilla ja maaseutumaisissa olosuhteissa rakennetaan erikoisia kiertoliittymiä. Tämä johtuu siitä, että eri ympäristöissä myös liikenteelliset seikat vaihtelevat. Liikenteellisiä seikkoja, joita kiertoliittymää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, ovat muun muassa liikennemäärät, nopeusrajoitukset, jalankulkijat, pyöräilijät, raskas liikenne, erikoiskuljetukset ja linja-autoliikenteen reitit. Nämä seikat myös määräävät, kuinka suuri halkaisija kiertoliittymän kiertosarakkeella on. Mitä suurempi kiertosarakkeen halkaisija, sitä korkeampia ovat yleensä ajoneuvojen nopeudet ja sitä enemmän tapahtuu vakavampia onnettomuuksia. (Tiehallinto 2001a.)

Alle 12 metrin halkaisijaa suositellaan vain taajamien yhdys- ja kokoojaväylille, joissa nopeusrajoitus on 30–50 km/h ja maksimiliikennemäärä 1 000–2 000 liittymään saapuvaa ajoneuvoa tunnissa. Taajamien pääväylille suositeltu kiertosaarekkeen halkaisija on 13–20 metriä, jossa alueen nopeusrajoitus on 40–60 km/h ja maksimiliikennemäärä 2 000–3 000 liittymään saapuvaa ajoneuvoa tunnissa. Kiertoliittymän yleisin koko taajamien reuna-alueilla on halkaisijaltaan 21–40 metriä. Tällöin alueen nopeusrajoitus vaihtelee 50–70 km/h välillä ja maksimiliikennemäärä kiertoliittymässä on 2 000–3 000 liittymään saapuvaa ajoneuvoa tunnissa. Halkaisijaltaan yli 40 metrin kiertoliittymiä suositellaan taajaman reuna-alueille sekä aukeille alueille ja maaseutumaisiin olosuhteisiin, joissa alueen nopeusrajoitus on 50–70 km/h, joskus

myös 80 km/h, ja maksimiliikennemäärä kiertoliittymässä on 2 000–3 000 liittymään saapuvaa ajoneuvoa tunnissa. Lisäksi yli 40 metrin halkaisijaltaan olevia kiertoliittymiä suositellaan silloin, kun on kyse neli- tai useampihaaraisesta kiertoliittymästä. Yli 60 metrin halkaisijan kiertoliittymää ei suositella, sillä se haittaa kiertoliittymän hahmottamista. Kaksikaistainen kiertoliittymä voidaan toteuttaa, kun kiertosaarekkeen halkaisija on suurempi kuin 16 metriä. (Tiehallinto 2001a.)

Kaupunkikuvallisesti katsottuna kiertoliittymä on muita liittymätyppejä parempi ratkaisu, sillä se on hyvä alueen paikallistamiskohde ja se elävöittää tietilaa. Kiertoliittymän avulla voidaan parantaa taajamissa alueen kaupunki- ja maisemakuvaa. Kiertoliittymä voi toimia maamerkinä, sillä voidaan ilmaista kaupunkikuvan teemoja ja se voidaan rakentaa hyvinkin koristeelliseksi kiveyksen, istutusten ja veistosten avulla. Kiertoliittymällä voidaan myös lisätä alueen houkuttelevuutta. (FWHA 2010; Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymässä liikkuvista ajoneuvoista aiheutuu kuitenkin päästöjä ja melua alueen ympäristöön. Pääteiden liittymästandardi -selvityksessä (Tiehallinto 2002) on arvioitu, että muihin pääteiden liittymätyppeihin verrattuna kiertoliittymä aiheuttaa eniten lisäpäästöjä ympäristölle. Kuitenkin selvityksessä esitettyjä arvoja ei voida pitää enää niin luotettavina, sillä ajoneuvojen moottoritekniikka sekä pakokaasujen tehokas puhdistustekniikka kehittyvät jatkuvasti (Laurikko 2009).

Kiertoliittymissä melu taas syntyy niissä ajavien ajoneuvojen moottori- ja rengas- melusta. Melun voimakkuuteen vaikuttavat ajoneuvon nopeus, nopeuden vaihtelut ja ajoneuvon tyyppi. Kiertoliittymän jälkeen ajoneuvot kiihdyttävät alhaisesta nopeudesta tiellä olevaan nopeustasoon, minkä seurauksena melua ei ainoastaan synny kiertoliittymässä, vaan se leviää myös laajalti kiertoliittymän ulkopuolelle. Toisaalta kuitenkin taajamien kiertoliittymissä nopeustaso on niin alhainen, ettei melutaso ole siellä merkittävä. (Tiehallinto 2002.)

2.3.3.4 Vaikutukset rakennuskustannuksiin ja kunnossapitoon

Kiertoliittymän mitoitusajankohta on yleensä noin 20 vuotta toteuttamisajankohdasta eteenpäin. Kiertoliittymän rakentamiskustannusten suuruuteen vaikuttaa merkittävimmin kiertoliittymän koko sekä kiertoliittymässä ja sen ympäristössä käytetyt rakennusmateriaalit ja rakenteet sekä maaperä. Lisäksi kiertoliittymän toteuttamiseen liittyy yleensä aina jonkin verran maantien parantamista eri liittymähaaroilla sekä jalankulku- ja pyöräilyväylien ja linja-autopysäkkien toteutuksia, joilla on suuri merkitys kustannusten suuruuteen. (Tiehallinto 2001a.)

Taulukossa 7 on esitetty Helsingin kaupungin alueelle toteutettujen kiertoliittymien rakennuskustannuksia vuosilta 1997–2006. Keskimäärin kiertoliittymän rakennuskustannukset ovat noin 300 000 euroa, mutta kiertoliittymien rakennuskustannukset ovat vaihdelleet 80 000 eurosta lähes 900 000 euroon. Kustannukset ovat arvonalisäverottomia ja rakennusajankohdan kustannustasossa. (Strömmer & Räikkönen 2011.)

Taulukko 7. Helsingin kaupungin alueelle toteutettujen kiertoliittymien rakennuskustannuksia vuosilta 1997–2006. (Strömmer & Rääkkönen 2011.)

Kiertoliittymä	Rakennusvuosi	Rakennuskustannukset
Suutarilantie - Tapaninkyläntie (2-kaist.)	1997–1998	600 000 €
Kantelettarentie - Pelimannintie	1999	175 000 €
Kuusmiehentie - Haastemiehentie	1999	250 000 €
Kanneltie - Perhekunnantie	2000	410 000 €
Vanha Porvoontie - Suurmetsäntie	2000	320 000 €
Kanneltie - Runonlaulajantie	2002	220 000 €
Isonnevantie - Haagan urheilutie	2003	80 000 €
Kaupintie - Pitäjänmäentie	2004	890 000 €
Malminkartanontie - Ojamäentie	2006	512 782 €

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY-keskus) asiantuntijat ovat myös arvioineet kiertoliittymän rakentamiskustannuksia. Kiertoliittymän rakennuskustannuksiksi arvioitiin maksavan ilman alikulkua noin 300 000–500 000 euroa. Alikulkusillan ja jalankulkutien kanssa kiertoliittymän rakennuskustannukset ovat noin 1 000 000 euroa. Karkeasti ELY-keskusten asiantuntijat arvioivat kiertoliittymän toteuttamisen kustantavan 400 000–1 500 000 euroa riippuen alikulkujen ja muiden tarvittavien järjestelyjen määrästä. (Lempäälän-Vesilahden Sanomat 2014; ELY-keskus 2015.)

Suomessa kiertoliittymät eivät tarvitse kesäisin paljoa kunnossapitotöitä. Raskaan liikenteen ajoneuvot aiheuttavat kuitenkin kiertoliittymän päällysteille kovaa rasitusta, jotka aiheuttavat kunnossapitotöitä. Talvella haasteena ovat auraaminen ja liukkaudentorjunta. Auraamisessa kestää kauemmin, kun kiertoliittymän muoto on hankalampi, ja liittymä on laaja. Tiehallinnon selvityksen (Tiehallinto 2001b) mukaan kiertoliittymän auraamiseen kuluu 23 minuuttia, kun taas avoimen nelihaaraliittymän auraamisessa kuluu 6 minuuttia ja kanavoidun nelihaaraliittymän auraamisessa 18 minuuttia. Kiertoliittymän talven kunnossapitotöistä aiheutuu enemmän kustannuksia tienpitäjälle kuin muilla liittymätyypeillä.

2.3.3.5 Yhteenveto vaikutuksista

Kiertoliittymien vaikutuksia on tutkittu useasta näkökulmasta, mutta vaikutuksia päätien suuntaiseen liikenteeseen ei ole juurikaan tutkittu. Kiertoliittymillä on monin tavoin hyvät turvallisuusvaikutukset ja kiertoliittymä on aiemmin tehdyn turvallisuustutkimuksen (Tielaitos 2000a) mukaan turvallisin liittymätyyppi moottoriajoneuvo-liikenteelle Suomen pääteillä. Hitaammista ajonopeuksista johtuen kiertoliittymä karsii vakavia onnettomuuksia. Lisäksi kiertoliittymässä konfliktipisteitä on tasoliittymään verrattuna huomattavasti paljon vähemmän (Tiehallinto, 2001a). Kuitenkin Suomessa etenkin pyöräilijöiden turvallisuus kiertoliittymissä koetaan suureksi huolenaiheeksi ja kehittämistarpeeksi (Montonen 2008.)

Pääteiden kiertoliittymien onnettomuusasteet ovat kuitenkin suuremmat kuin muissa maanteiden kiertoliittymissä. Etenkin henkilövahinko-onnettomuuksien osuus on suurempi päätien kiertoliittymissä kuin muun tieverkon kiertoliittymissä. Taajaman reuna-alueilla sijaitsevista kiertoliittymistä on myös suurempi onnettomuusaste kuin taajamien kiertoliittymissä. Tämä johtuu siitä, että taajaman reuna-alueilla nopeusrajoitukset liittymän ulkopuolella ovat taajaman nopeusrajoituksia suuremmat. (Tielaitos 2000a.) Hyötyjen kannalta kuitenkin maaseutumaisissa kohteissa kiertoliittymien toteuttaminen olisi kannattavampaa, koska kiertoliittymissä onnettomuuksien vakavuusaste tavalliseen tasoliittymään nähden olisi pienempi (Montonen 2008). Yleisen

nopeustason laskeminen päätteillä ei ole turvallisuussyistä kuitenkaan kannattavaa (Tiehallinto 2001a).

Kiertoliittymän väistämisvelvollisuus, nopeusrajoitus ja muoto hidastavat päätien suuntaista liikennettä, mutta toisaalta kiertoliittymä parantaa sivusuuntien mahdollisuutta liittyä päätien liikenteeseen. Lisäksi seudullisen maankäytön kannalta kiertoliittymä toimii päätteillä hyvänä alueen paikallistamiskohteena, ja sen avulla voidaan parantaa taajamissa alueen kaupunki- ja maisemakuvaa. Kiertoliittymällä voidaan myös lisätä alueen houkuttelevuutta. (FWHA 2010; Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymästä aiheutuvia päästöjä ei ole tutkittu viime aikoina. Aiemmin tehdyn selvityksen mukaan kuitenkin muihin päätien liittymiin verrattuna kiertoliittymä aiheuttaa eniten päästöjä. Kiertoliittymästä aiheutuvan melun voimakkuus riippuu siitä, missä kiertoliittymä sijaitsee. (Tiehallinto 2002.)

Kiertoliittymän rakennuskustannuksiin vaikuttavat paikalliset olosuhteet. Kiertoliittymän toteuttamiseen liittyy myös yleensä aina jonkin verran maantien parantamista eri liittymähaaroilla sekä jalankulku- ja pyöräilyväylien ja linja autopsäkkien toteutuksia, millä on suuri merkitys kustannusten suuruuteen. Kiertoliittymän rakennuskustannukset ovat arviolta 400 000–1 500 000 euroa riippuen alikulkujen ja muiden tarvittavien järjestelyjen määrästä. Suomessa kiertoliittymät eivät tarvitse kesäisin paljoa kunnossapitotöitä, muuta talvella auraaminen ja liukkaudentorjunta asetavat haasteita. Muihin tasoliittymiin nähden kiertoliittymä lisää hoitotoimenpiteen aikaa ja näin olleen lisää myös kustannuksia. Kuvassa 11 on esitetty kootusti jo tutkituja kiertoliittymän vaikutuksia. Tutkitut vaikutukset on jaettu suotuisiin ja epäsuotuisiin vaikutuksiin.

Suotuisat vaikutukset	Epäsuotuisat vaikutukset
<ul style="list-style-type: none"> • Turvallisuus • turvallisin liittymätyyppi • vähemmän vakavia onnettomuuksia • vähemmän konfliktipisteitä • Sivusuunnan liittyminen helpompaa • Lisää alueen houkuttelevuutta • Maankäyttöä helpompi liittää • Harva ajoneuvo joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään • Rakennuskustannuksiltaan suhteellisen edullinen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidastaa pääsuunnan liikennettä • Polttoaineen kulutuksen lisäys • Matka-aikojen piteneminen • Vaatii eniten tilaa liittymäalueelta muihin liittymätyyppihin verrattuna • Lisää päästöjä • Pyöräliikenteen turvallisuus kyseenalainen




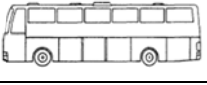

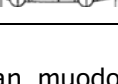
Kuva 11. Kiertoliittymien suotuisat ja epäsuotuisat vaikutukset.

3 Tutkimusaineisto

3.1 Pääteiden keskimääräinen ajoneuvoryhmä- jakauma

Työssä tutkittiin pääteiden ajoneuvotyyppäjä ja niiden keskimääräisiä osuuksia pääteiden liikenteestä. Pääteiden ajoneuvot voidaan luokitella henkilöautoihin, pakettiautoihin, linja-autoihin, kuorma-autoihin ilman perävaunua, kuorma-auton ja puoliperävaunun yhdistelmiin sekä kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmiin. Taulukossa 8 ovat yleisimmät pääteiden ajoneuvotyypit sekä kuvat ajoneuvotyypeistä.

Taulukko 8. Pääteiden ajoneuvot (Tiehallinto 2001a, muokattu).

Ajoneuvotyyppi	Kuva ajoneuvosta
Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä (KAVP)	
Kuorma-auton ja puoliperävaunun yhdistelmä (KAPP)	
Kuorma-auto ilman perävaunua (KAIP)	
Linja-auto (LA)	
Pakettiauto (PA)	
Henkilöauto (HA)	

Keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakauman muodostamiseksi on hyödynnetty LAM-pisteistä (Liikenteen automaattisista mittauspisteistä) kerättyjä liikennetietoja, joista Liikennevirasto julkaisee vuosittain yhteenvetoraportit ELY-keskusten liikennevastuualuejaon mukaisesti. LAM-pisteiksi on valittu 15 kohdetta ympäri Suomea, ja näissä jokaisessa kohteessa päätie on yksiajoratainen. LAM-pisteistä kerätyt yhteenvetoraportit ovat vuodelta 2014 (Liikennevirasto 2015a).

Taulukkoon 9 on kerätty valittujen 15 LAM-pisteen tiedot liikenteen ajoneuvojen jakautumisesta keskimäärin vuonna 2014. Yhteenvetoraporteissa on esitetty erikseen mittauspisteestä kerätyt prosenttiosuudet henkilö- ja pakettiautoille, linja-autoille, kuorma-autoille ilman perävaunua, kuorma-autoille puoliperävaunulla, kuorma-autoille varsinaisilla perävaunuilla, henkilöautoille asuntovaunuilla ja henkilöautoille perävaunuilla. Tässä työssä henkilöautot ja pakettiautot on haluttu esittää erikseen. Näiden osalta on arvioitu, että 90 % kokonaismäärästä on henkilöautoja ja 10 % pakettiautoja. Henkilöautojen osuuteen lasketaan kuuluvaksi myös henkilöautot asuntovaunuilla ja henkilöautot perävaunuilla.

Taulukko 9. LAM-pisteistä (15 kpl) kerätty tieto ajoneuvotyyppien osuuksista pääteillä (Liikennevirasto 2015a).

LAM-piste / Ajoneuvo kohtaiset osuudet liikennemäärästä	HA (%)	PA (%)	LA (%)	KAIP (%)	KAPP (%)	KAVP (%)	KVL
1047 KURIKKA TUISKULA (VT 3)	82,96	8,84	0,40	2,60	1,20	4,00	7457
1052 HIMANKA (VT 8)	80,57	8,43	0,80	2,70	1,50	5,90	4072
223 EURAJOKI (VT 8)	81,33	8,77	0,80	2,40	1,70	5,10	10243
904 SAARIJÄRVI (VT 13)	76,97	8,03	1,00	5,20	1,40	7,40	2528
905 KEURUU1 (VT 23)	82,14	8,66	0,60	3,60	0,70	4,30	2380
134 INKOO (KT 51)	83,41	8,99	0,80	2,20	2,40	2,20	6571
1024 ALAVUS SAPSALAM (KT 66)	82,13	8,57	0,50	2,00	1,70	5,20	2445
1101 PYHÄJÄRVI (VT 4)	75,66	7,84	0,80	2,80	2,50	10,50	3364
630 KUORTTI (VT 5)	82,18	8,72	0,70	1,30	1,90	5,20	7593
529 UTTI (VT 6)	79,76	8,54	0,60	2,10	3,50	5,50	9811
403 HUMPPILA (VT 2)	74,77	7,93	1,60	3,00	3,40	9,30	3776
204 IKAALINEN (VT 3)	77,37	8,23	0,40	2,50	3,20	8,20	5692
731 REIJOLA (VT 6)	84,37	9,03	0,30	2,00	1,30	2,60	7760
822 VIEREMÄ (KT 88)	78,55	8,25	1,20	2,80	1,80	7,60	1753
1401 TERVOLA (VT 4)	79,61	8,29	0,60	2,20	1,30	8,00	3507

HA=henkilöauto, PA=pakettiauto, LA=linja-auto, KAIP= kuorma-auto ilman perävaunua, KAPP= kuorma-auto ja puoliperävaunu ja KAVP= kuorma-auto ja varsinainen perävaunu.

3.2 Suomen pääteiden nykyiset kiertoliittymät

Työssä tutkittiin Suomen valta- ja kantateille toteutettuja kiertoliittymiä. Kiertoliittymien lukumäärä- ja sijaintitiedot on saatu Liikenneviraston ylläpitämästä Tierekisteristä, joka sisältää kaikkien Liikenneviraston hallinnoimien maanteiden tiestö- ja ominaistiedot luettelona. Tierekisteristä on poimittu kaikki maanteilla sijaitsevat liittymät, minkä jälkeen aineistosta on poimittu ne liittymät, jotka on määritelty kiertoliittymiksi. Jokaiselle kiertoliittymälle on annettu vielä erikseen oma solmupistenumero. Solmupisteen numero on sama jokaisella kiertoliittymän tulosuunnalla. Aineisto on käyty läpi niin, että jäljelle ovat jääneet ainoastaan yksi kutakin solmupistettä vastaava numero, jolla on myös suurin tiennumero. Näin aineistosta on saatu maanteilla sijaitsevien kiertoliittymien määrä, jonka jälkeen on voitu vielä poimia pääteiden kiertoliittymät tienumeroiden mukaan. Tutkimuksessa on käytetty Tierekisteristä saatua 1.1.2015 tilannetietoa.

Aineiston mukaan Suomen maanteilla on yhteensä 343 kiertoliittymää. Näistä pääteillä on yhteensä 103 kiertoliittymää, mikä vastaa noin 30 % kaikista maanteille toteutetuista kiertoliittymistä. Pääteiden kiertoliittymistä valtateilla (tienumerot 1–39) on yhteensä 66 kiertoliittymää ja kantateilla (tienumerot 40–99) 37 kiertoliittymää. Loput 70 % (240 kappaletta) maanteiden kiertoliittymistä sijoittuvat seutu- ja yhdysteille. Seututeilla on 121 kiertoliittymää ja yhdysteillä 119 kiertoliittymää.

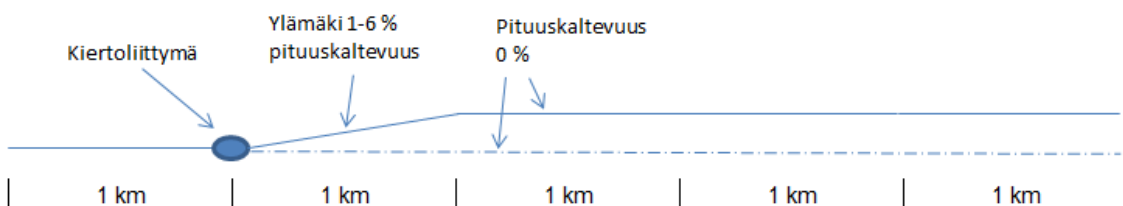
Tierekisterin aineistosta ei saada kuitenkaan tarpeeksi tarkkaa tietoa, millaisia kiertoliittymiä ja millaisiin ympäristöihin kiertoliittymiä on toteutettu, sillä Tierekisterin tiedot pääteiden kiertoliittymistä sisältävät tietoja solmupisteen numerosta, liittymän sijainnista sekä risteävistä teistä. Luvussa 4.2 on tarkemmin analysoitu Suomen pääteiden kiertoliittymiä. Analysoinnissa on käytetty apuna Liikenneviraston ylläpitämää Tiemappia, Google Mapsia ja Google Street View'ta.

3.3 Yksittäisten ajoneuvojen simuloinnit

Kiertoliittymä on turvallisuusvaikutuksiltaan edullinen liittymätyyppi pääteillä ajoneuvoliikenteelle. Kun kiertoliittymää tarkastellaan polttoaineen kulutuksen, matka-aikojen ja ajoneuvojen käyttökustannusten näkökulmasta, ei kiertoliittymä välttämättä olekaan edullinen liittymäratkaisu, sillä jokainen ajoneuvo joutuu hidastamaan ajonopeuttaan kiertoliittymään. Yksittäisestä ajoneuvosta aiheutuvia vaikutuksia kiertoliittymässä on tutkittu tässä työssä, ja yksittäisten ajoneuvojen simuloinnit on tehnyt Olavi H. Koskinen kehittämällään VEMOSIM-ajoneuvosimulaattorilla. Simulaattori on ajoneuvon kinematiikkaan perustuva tapahtumaa-orientoitunut laskentajärjestelmä, jossa ajoneuvo pyrkii mahdollisimman taloudelliseen ajoon. Simulaattorin avulla voidaan määrittää ajoneuvojen liiketila ja energiankulutus erilaisissa tie- ja liikenneoloissa. Ennen simulointia täytyy määrittää lähtötiedot. Näitä lähtötietoja ovat ajoneuvon tyyppi ja ajoneuvon tekniset ominaisuudet, tien pituusprofiili ja tasaus sekä ajoneuvokohtaiset ajotekniikat. Simuloinnin tuloksena saadaan tiedot ajoneuvon matka-ajoista ja polttoaineen kulutuksesta kyseisellä tieosuudella. (Koskinen 2002.)

Tässä työssä on simuloitu yksittäisiä ajoneuvoja *päätien tieolosuhteissa ilman häiriötekijöitä*. Ensimmäisessä simuloitussa tieosuudessa yksittäinen ajoneuvo ajaa suoraan tieosuuden läpi määritellyllä nopeustasolla. Toisessa simuloitussa tieosuudessa tien geometria pysyy täysin samana kuin ensimmäisessä tapauksessa, mutta tieosuudelle ensimmäisen kilometrin kohdalle on sijoitettu kiertoliittymä. Tässä tapauksessa yksittäinen ajoneuvo ajaa määritellyllä nopeudella ja hiljentää nopeuttaan ennen kiertoliittymää, jonka jälkeen se jatkaa hiljentämistään tai pysähtyy kiertoliittymään. Kummassakin tapauksessa ajoneuvo jatkaa välittömästi ajamista kiertoliittymästä. Ajettuaan kiertoliittymän läpi ajoneuvo kiihdyttää nopeutensa takaisin ennen kiertoliittymää olleeseen nopeustasoon. Kaikissa tapauksissa yksittäinen ajoneuvo ajaa tieosuuden läpi ilman häiriötekijöitä, eli tieosuudella ei ole simuloitun ajoneuvon lisäksi mitään muuta liikennettä.

Työssä on tutkittu 5 kilometrin mittaista päätieosuutta. Tieosuus voi olla kokonaan tasainen, jolloin sen pituuskaltevuus on koko matkalla 0 %. Lisäksi on tutkittu mäen vaikutusta, jossa jokaisella pituuskaltevuudella on otettu huomioon turvallisuuden ja näkemän vaatimat pyöristyskaaret. Tieosuudella on ensimmäisen kilometrin jälkeen kovera pyöristyskaari, sen jälkeen 1–6 % suora pituuskalteva osa yhden kilometrin matkalla ja tämän jälkeen kupera pyöristyskaari. Tästä eteenpäin tieosuus on tasainen, eli pituuskaltevuus on 0 %. Esimerkiksi pituuskaltevuudella 3 % tasainen osuus alkaa noin 1,5 kilometriä kiertoliittymän jälkeen, kun taas pituuskaltevuudella 6 % tasainen osuus alkaa vasta hieman yli 2 kilometriä kiertoliittymän jälkeen. Kuvassa 12 on havainnollistettu simulointitapauksissa vaihtelevat tieprofiilit.



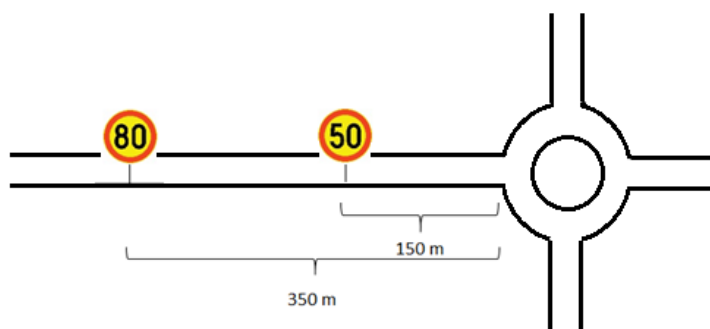
Kuva 12. VEMOSIM-simulaation tieosuus ja sen vaihtelut.

Simuloinneissa on tutkittu pääteillä tyypillisimmin liikkuvia ajoneuvoja. Simuloidut yksittäiset ajoneuvotyypit massoineen ovat:

- henkilöauto (HA 1,4 t)
- pakettiauto (PA 2,3 t)
- linja-auto (LA 18 t)
- kuorma-auto ilman perävaunua (KAIP 28 t)
- kuorma-auton ja puoliperävaunun yhdistelmä (KAPP 42 t)
- kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä (KAVP 76 t).

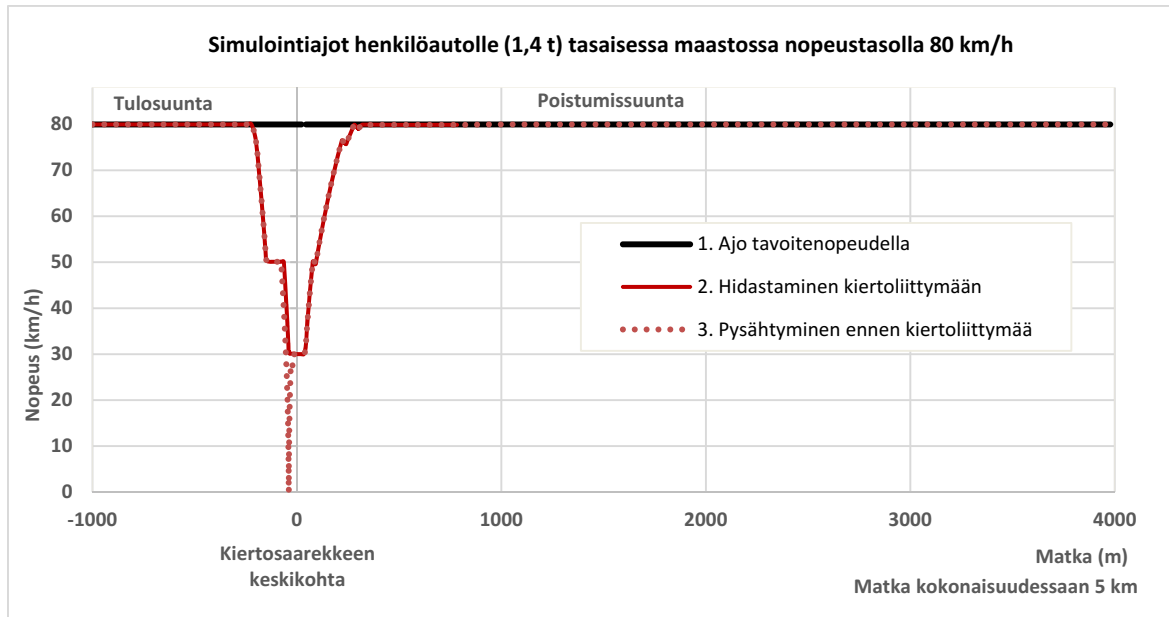
Simuloinneissa on tutkittu erilaisia nopeustasoja kaikilla yksittäisillä ajoneuvotyypeillä. Nopeustasoja ovat 40, 50, 60, 70, 80 ja 100 km/h. Ajoneuvojen suurimmista sallituista nopeuksista johtuen voidaan nopeus 100 km/h simuloida ainoastaan henkilöautolle, pakettiautolle ja linja-autolle. Kuorma-autoille ja sen yhdistelmille suurin sallittu nopeus on 80 km/h.

Yksittäisen ajoneuvon ajaessa tieosuuden läpi, jossa ensimmäisen kilometrin jälkeen on kiertoliittymä, muuttuvat ajonopeudet määrittelystä nopeustasosta. Kun ajoneuvon nopeustaso on 100 km/h, ajoneuvo joutuu hidastamaan 350 metriä ennen kiertoliittymää nopeuteen 80 km/h. Kun ajoneuvojen nopeustasot ovat 60, 70 tai 80 km/h, tarvitsee ajoneuvon hidastaa nopeuttaan 150 metriä ennen kiertoliittymää kiertoliittymän nopeusrajoitusten mukaisesti (50 km/h). Kuvassa 13 on havainnollistettu nopeusrajoitukset ennen kiertoliittymää. Kun nopeustaso on 40 tai 50 km/h, ajetaan kyseistä nopeutta ennen kiertoliittymää.



Kuva 13. Nopeusrajoitukset ennen kiertoliittymää.

Kuvassa 14 on esitetty simulointitapaukset kaikissa kolmessa eri tapauksessa 5 kilometrin tieosuudelle samalla päätien geometrialla. Ensimmäisessä tapauksessa ajoneuvo ajaa tieosuuden läpi määritetyllä nopeustasolla ilman häiriötekijöitä. Toisessa ja kolmannessa tapauksessa tieosuudella sijaitsee kiertoliittymä. Toisessa tapauksessa ajoneuvo hiljentää ajonopeuttaan ennen kiertoliittymää, mutta pääsee ajamaan kiertoliittymän läpi ilman pysähtymistä. Kolmannessa tapauksessa ajoneuvo joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään, mutta pääsee heti pysähtymisen jälkeen jatkamaan matkaansa. Sekä toisessa että kolmannessa tapauksessa ajonopeus kiertoliittymässä on ajoneuvotyypistä riippuen joko 20 km/h tai 30 km/h. Henkilö- ja pakettiautoilla ajonopeus kiertoliittymässä on 30 km/h ja muilla ajoneuvotyypeillä 20 km/h. Vaikka kolmannessa tapauksessa ajoneuvo joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään, ehtii ajoneuvo kiihdyttää ajoneuvotyypistä riippumatta kiertotilassa ajettavaan nopeuteen. Kuvan 14 tapauksessa on kyseessä henkilöauton simulointitapaus tasaisessa maastossa, jossa nopeustaso on 80 km/h.



Kuva 14. Simulointiajo VEMOSIM-ajosimulaattorilla henkilöautolle (1,4 t) tasaisessa maastossa 5 km matkalla, kun: 1) henkilöauto ajaa suoran tieosuuden nopeudella 80 km/h, 2) henkilöauto kiertoliittymään hidastaen ajonopeuttaan aina 30 km/h saakka ja 3) henkilöauto pysähtyy juuri ennen kiertoliittymää ja jatkaa nopeustason 80 km/h saavuttamista.

Eri simuloitujen ajoneuvojen ja tieosuuksien pohjalta voidaan tutkia kiertoliittymästä aiheutuvia vaikutuksia matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen verrattuna suoraan tieosuuteen ilman häiriötekijöitä. Lisäksi työssä tutkitaan yksittäisen ajoneuvon kiihdytysmatkoja nopeustason saavuttamiseksi kiertoliittymän jälkeen. Työssä arvioidaan myös matka- ja polttoaineen kulutuksen lisäyksiä, kun otetaan huomioon päätien liikennemäärät. Kyseisissä arvioissa on otettu huomioon kiertoliittymään pysähtyvien ja hidastavien ajoneuvojen osuudet kokonaisliikennemäärästä. Aiemmin tehdyn selvityksen (Rahman et al. 2000) mukaan ajoneuvoista 8 % joutuu pysähtymään kiertoliittymässä ja 92 % ajaa kiertoliittymän läpi hidastamalla nopeutta. Arvioiden jälkeen voidaan vielä laskea matka-ajoista sekä polttoaineen kulutuksen kokonaiskustannukset, joita kiertoliittymästä kertyy. Yksittäisten simulointiajojen tulokset, arviot liikennemäärien vaikutuksesta sekä kustannuksista on esitetty myös luvussa 4.3.

3.4 Liikenteelliset selvitykset kiertoliittymistä päteillä

3.4.1 Juva

Juvan liittymän toimivuutta on tarkasteltu yksittäisen ajoneuvon simuloineilla. Juvalla kohde sijaitsee valtatie 5 ja 14 risteämiskohdassa, joka on ollut simulointihetkellä nelihaarainen tasoliittymä. Kohteessa valtatie 5 kulkee pohjois-etelä-suunnassa ja valtatie 14 länsi-itä-suunnassa. Liittymä on ollut ajoittain ruuhkautunut, ja liittymä on tarvinnut kehittämistä. Nopeusrajoitus liittymän kohdalla on ollut 80 km/h. (Koskinen 2002.)

Simuloinnissa verrattiin kiertoliittymästä ja kahdesta eritasoliittymästä aiheutuvia vaikutuksia nelihaaraiseen tasoliittymään verrattuna. Toinen eritasoliittymävaihtoehto on eritasoliittymä kolmella suoralla rampilla ja yhdellä silmukalla ja toisessa eritasoliittymävaihtoehtossa on neljä suoraa rampia. Simuloinnissa on tutkittu eri ajoneuvojen ja -suuntien vaikutuksia polttoaineen kulutukseen ja matka-aikoihin. Simuloinneissa on etenkin tutkittu sitä, kuinka paljon liittymästä aiheutuu vaikutuksia päätien liikenteelle (tässä tapauksessa pohjoisen ja etelän suunnat), mutta simuloinneissa on otettu huomioon myös vaikutukset sivusuunnan liikenteeseen ja liikennemäärien vaikutus viivytyksiin eritasoliittymien rampeissa. (Koskinen 2002.)

Taulukossa 10 on esitetty valtatie 5 ja valtatie 14 liittymän keskimääräiset liikennemäärät kulkumuotoineen. Simuloinneissa on otettu huomioon myös jokaiselta tulosuunnalta pysähtyvien ajoneuvojen osuudet sekä keskimääräinen odotusaika. Pysähtyvien ajoneuvojen osuus jokaisella tulosuunnalla on 8 % ja pysähdysaika 4 sekuntia. Merkittävimmät suunnat ovat etelä- ja pohjoissuunta (valtatie 5), mutta myös idän ja etelä suuntaista liikennettä on runsaasti. (Koskinen 2002.)

Taulukko 10. Juvan nelihaaraliittymän keskimääräiset liikennemäärät kulkumuotoineen jokaiselta ajosuunnalta (ajon./vrk) (Koskinen 2002).

Suunta/Ajoneuvo	HA	PA	LA	KAIP	KAPP	KAVP	Yhteensä
Etelä-Länsi	131	15	3	4	0	4	157
Etelä-Pohjoinen	1060	118	24	32	40	168	1440
Etelä-Itä	1710	190	41	38	6	43	2027
Länsi-Pohjoinen	126	14	3	4	0	4	151
Länsi-Itä	124	14	3	4	0	4	149
Länsi-Etelä	131	15	3	4	0	4	157
Pohjoinen-Itä	226	25	7	8	3	19	287
Pohjoinen-Etelä	1060	118	24	32	40	168	1440
Pohjoinen-Länsi	126	14	3	4	0	4	151
Itä-Etelä	1710	190	41	38	6	43	2027
Itä-Länsi	124	14	3	4	0	4	149
Itä-Pohjoinen	226	25	7	8	3	19	287

HA=henkilöauto, PA=pakettiauto, KAIP= kuorma-auto ilman perävaunua, LA=linja-auto, KAPP= kuorma-auto ja puoliperävaunu ja KAVP= kuorma-auto ja varsinainen perävaunu.

3.4.2 Valkeala

Valkealan liittymän liittymävaihtoehtojen liikenteellistä toimivuutta on arvioitu Synchro/SimTraffic-simulointiohjelmistolla. Tämän lisäksi Valkealan liittymäkohteeseen on tehty liikennetaloudellinen vertailu Liikenneviraston IVAR-ohjelmistolla. Valkealan liittymä on pääsuunnasta kanavoitu nelihaaraliittymä valtatie 15 ja seututien 368 sekä Puhjontien risteämiskohdassa. Liittymä kaipaa kehittämistä, sillä liittymän liikenneturvallisuus on heikko, ja liittymässä on erityisen suuri onnettomuusriski. Liittyminen seututieltä 368 valtatielle 15 on myös hankalaa. (Sito 2015.)

Liittymän toimivuutta on vertailtu erilaisilla liittymätyyppiratkaisuilla. Liittymätyyppivaihtoehtoina olivat valo-ohjauksinen liittymä, porrastettu liittymä, kiertoliittymä ja eritasoliittymä. Nykyisen liittymän toimivuutta on arvioitu nykytilanteen aamu- ja iltahuipputuntiliikenteellä. Toimivuustarkasteluista saatuja tuloksia on verrattu nykyiseen tasoliittymään. (Sito 2015.)

Valtatien liikennemäärät ovat etelään 8600 ajon./vrk (11 % raskasta liikennettä) ja pohjoiseen 4100 ajon./vrk (19 % raskasta liikennettä). Liittymän kohdalla länsipuolella (st 368) sijaitsee Valkealan keskusta sekä huoltoasema, ja liikennemäärät ovat noin 5500 ajon./vrk. Puhjontien puolella maankäyttö on vähäistä, ja liikennemäärät ovat noin 400 ajon./vrk. Nopeusrajoitus on alueella 80 km/h. Liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä etelän suunnasta tultaessa, lisäksi seututieltä 368 etelänsuuntaan on suurimmat liikennevirtajakaumat. Tämän lisäksi pääsuunnan suoraan ajavien ajoneuvojen osuus on huomattava. Kuvassa 15 on esitetty Valkealan liittymäkohde. (Sito 2015.)



Kuva 15. Valkealan liittymäkohde. Punaiset nuolet kertovat suurimpien liikennevirtojen jakautumisen. (Tiemappi 2015i .)

3.4.3 Askola

Kantatiellä 55 sijaitsevan seututien 151 ja maantien 1635 liittymä on nykyisin pääsuunnasta kanavoitu nelihaaraliittymä, jossa liittymän kaikki tulohaarat ovat suhteellisen vilkkaita (kuva 16). Kasvavien liikennemäärien myötä lisääntyvät toimivuus- ja turvallisuusongelmat edellyttävät liittymän kehittämistä. Liittymälle on tehty hankearviointi, jossa tarkasteltiin liittymävaihtoehtojen vaikutuksia ja vaikuttavuuksia matka-aikoihin ja liikenneturvallisuuteen nykyisissä ja ennustetuissa olosuhteissa. Hankearvioinnin pohjalta on tehty liittymän alustavat kannattavuuslaskelmat. (Ramboll 2015.)



Kuva 16. Askolan liittymäkohde, jossa kantatie 55 risteää seututien 151 ja maantien 1635 kanssa (Tiemappi 2015a).

Kantatien 55 liikennemäärä on Mäntsälän suuntaan on noin 5800 ajon./vrk (raskasta liikennettä 13 %) ja Porvoon suuntaan 3100 ajon./vrk (raskasta liikennettä 7 %). Seututien 151 liikennemäärä on noin 3100 ajon./vrk (raskaan liikenteen osuus 3 %). Maantien 1635 liikennemäärä on 2700 ajon./vrk (raskaan liikenteen osuus 5 %). Kantatien suuntainen liikenne on hallitsevin, ja seuraavaksi suurimmat liikennevirrat ovat Porvoon suunnasta tultaessa kääntyminen sivusuunnille. Lisäksi liittymässä on paljon sivusuunnan risteävää liikennettä, sekä liikennettä, joka kääntyy sivusuunnasta Porvoon suuntaan. (Ramboll 2015.)

Liittymälle on toteutettu toimivuustarkastelu Paramics-simulointiohjelmistolla, jossa on tarkastelu nykytilanteen lisäksi 5 eri liittymävaihtoehtoa Askolan liittymään. Liittymävaihtoehtoja ovat kiertoliittymä (VO+) sekä neljä erimuotoista eritasoliittymää (V1, V4, V5 ja V6). Liittymävaihtoehtojen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen on arvioitu karkealla tasolla Tarva MT -ohjelmistoa käyttäen. Kannattavuuslaskelmissa on käytetty apuna Liikenneviraston IVAR-ohjelmistoa. (Ramboll 2015.)

3.5 Kiertoliittymät pääteillä muualla Euroopassa

Työssä tehtiin kysely kiertoliittymäkäytännöistä pääteillä eri Euroopan maissa. Kysely lähetettiin sähköpostitse Ruotsin, Norjan, Saksan, Tanskan, Alankomaiden ja Ranskan liikenneviranomaisille, jotka ovat vastuussa joko pääteiden kehittämisestä tai kiertoliittymistä. Maiden valinnassa hyödynnettiin Liikenneviraston yhteyshenkilöitä. Maiden valintaan vaikutti myös se, että näissä maissa tiedettiin suosittavan kiertoliittymien käyttöä liittymätyyppinä. Kyselyyn vastasivat neljä maata, ja kyselyssä näitä maita edustivat Ruotsin Trafikverketistä Mathias Wärnhjelm, Norjan Statens Vegvesenistä Bjarte Skogheim, Saksan BASTista Benjamin Schreck ja Alankomaiden CROWista John Boender. Tanskan ja Ranskan liikenneviranomaiset eivät vastanneet kyselyyn vastausajan puitteissa, joten vastauksia näistä maista ei ole esitetty työssä.

Kyselyn tavoitteena oli selvittää, milloin ja millä perusteilla kiertoliittymä toteutetaan pääteille. Kysely tehtiin mahdollisimman lyhyeksi ja ytimekkääksi, ja lähetetyssä kyselyssä todettiin, että vastaajan kirjoittamat lyhyet tekstit, linkit tai liitetiedostot riittävät kysymyksiin vastaamiseksi. Vastausaikaa annettiin ensin yksi kuukausi, jonka jälkeen lähetettiin muistutusviesti niihin maihin, jotka eivät olleet vielä vastanneet kyselyyn. Tämän jälkeen annettiin vielä kuukausi lisää aikaa vastata kyselyyn.

Ensimmäisenä kyselyssä pyydettiin kuvailemaan maan pääteitä ja kertomaan niiden tavoitteista, liikenteestä ja liikenneympäristöstä. Toisena kyselyssä pyydettiin kertomaan maan päätien liittymäpolitiikasta ja suunnitteluohjeista. Kyselyssä painotettiin etenkin kiertoliittymien toteuttamisen perusteluja päätiellä. Kolmanneksi kysyttiin pääteiden kiertoliittymien vaikutuksista, jossa pääpainona olivat raskaan liikenteen vaikutukset. Kysymysten jälkeen pyydettiin myös esittämään vielä muutama tyypillinen kiertoliittymäkohde pääteiltä. Vastauksena riitti linkki GoogleMaps-kartalla, jotta voitiin varmistaa, vastaako kiertoliittymä sellaista kohdetta, joka kyselyssä haluttiin saada vastaukseksi. Maihin lähetetty kysely on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2. Maakohtaiset kuvaukset pääteiden kiertoliittymistä ovat kirjoitettu kyselyssä saatujen vastauksien pohjalta, jotka löytyvät luvusta 4.5. Lisäksi maakohtaisissa kuvauksissa on hyödynnetty vastaajien lähettämiä linkkejä, liitetiedostoja sekä maakohtaisia liittymän suunnitteluohjeita.

4 Tulokset

4.1 Pääteiden ajoneuvoryhmäjakauma

Suomessa pääteillä on merkittävä rooli valtakunnallisessa ja maakunnallisessa liikenteessä. Päätieverkko toimii maantieverkon kokoavana runkona ja palvelee etenkin pitkämatkaista ja seudullista liikennettä. Pääteillä liikkuu merkittävä osa Suomen henkilö- ja tavaraliikenteestä. Pääteiden keskimääräistä ajoneuvoryhmäjakaumaa tutkittiin 15:sta LAM-pisteen tiedoista ympäri Suomea (taulukko 9). Jokaisessa LAM-pisteen kohteessa päätie on yksiajoratainen. LAM-pisteistä saatujen tietojen mukaan pystyttiin laskemaan painotettu keskiarvo jokaisen ajoneuvotyypin osuudesta päätiellä, ja osuudet ovat esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Keskimääräinen ajoneuvoryhmäjakauma pääteillä vuonna 2014. Tieto koottu 15:sta valta- ja kantatiellä sijaitsevista LAM-pisteistä. (Liikennevirasto, 2015).

Ajoneuvo	Keskimääräinen osuus päätien liikenteestä (%)
Henkilöauto (HA)	80,7 %
Pakettiauto (PA)	8,60 %
Linja-auto (LA)	0,70 %
Kuorma-auto ilman perävaunua (KAIP)	2,40 %
Kuorma-auto ja puoliperävaunu (KAPP)	2,10 %
Kuorma-auto ja varsinainen perävaunu (KAVP)	5,50 %
YHTEENSÄ	100 %

Keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakauman mukaan (taulukko 11) henkilö- ja pakettiautojen osuus on lähes 90 % päätien liikennemäärästä. Kuorma-autojen ja sen yhdistelmien osuus kokonaisliikennemäärästä on keskimäärin 10 %, ja niistä yli puolet on keskimäärin kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmiä.

4.2 Toteutetut kiertoliittymät Suomen pääteillä

Suomen pääteille toteutettuja kiertoliittymiä tutkittiin Tierekisterin, Tiemapin, Google Mapsin ja Google Street View'n avulla. Pääteille on toteutettu yhteensä 103 kiertoliittymää. Liitteessä 3 on listaus kaikista Suomen pääteillä olevista kiertoliittymistä.

Pääteille on toteutettu sekä kolmi- että nelihaaraisia kiertoliittymiä. Suomessa pääteille toteutetuista kiertoliittymistä 95 (92 %) on nelihaaraisia. Kolmihaaraisia kiertoliittymiä pääteillä on loput 8 kappaletta (8 %). Taulukossa 12 on esitetty tieluokan mukaan liittymähaarojen määrä Suomen päätieverkolla vuoden 2015 tilanteen mukaan.

Taulukko 12. Pääteiden kiertoliittymien liittymähaarojen määrä.

Tieluokka	Kolmihaarainen (kpl)	Nelihaarainen (kpl)	Yhteensä (kpl)
Valtatie	6	60	66 (64 %)
Kantatie	2	35	37 (36 %)
Yhteensä	8 (8%)	95 (92 %)	103 (100 %)

Suomessa yksikaistaisia kiertoliittymiä on vuoden 2015 aineiston mukaan pääteillä yhteensä 94 kappaletta, mikä vastaa 91 % kaikista pääteille toteutetuista kiertoliittymistä. Kaksikaistaisia kiertoliittymiä on taas toteutettu yhteensä 7 kappaletta ja turbokiertoliittymiä 2 kappaletta. Taulukossa 13 on esitetty erikseen valta- ja kanta-ten kiertoliittymätyyppien lukumäärä.

Taulukko 13. Pääteiden kiertoliittymien kaistojen määrä.

Tieluokka	Yksikaistainen (kpl)	Kaksikaistaiset (kpl)	Turbokier- liittymät (kpl)	Yhteensä (kpl)
Valtatie	58	6	2	66 (64 %)
Kantatie	36	1	-	37 (36 %)
Yhteensä	94 (91 %)	7 (7%)	2(2 %)	103 (100 %)

Linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä (Tielaitos 1996) ohjaa toteuttamaan kiertoliittymiä pääteillä joko taajamaan tai taajaman reuna-alueen ympäristöön (luku 2.3.2). Linjauksen mukaan maaseutumaiseen ympäristöön kiertoliittymät eivät sovi. Nykyisten pääteiden kiertoliittymien sijoittumista on arvioitu Tiemappi-karttapalvelun avulla. Päätien ympäristöä on arvioitu karkeasti luokittelemalla tie joko taajamaan, taajaman reuna-alueelle tai porttikohtaan tai maaseutumaiseen ympäristöön. Pääteiden nykyisistä kiertoliittymistä 40 % (41 kappaletta) sijaitsee taajamissa ja 48 % (49 kappaletta) taajaman reuna-alueilla tai porttikohdissa. Vaikka ohjeena on se, ettei Suomessa pääteillä maaseutumaisissa olosuhteissa linjauksen mukaan toteuteta kiertoliittymiä, on tällaisiin olosuhteisiin rakennettu 13 kiertoliittymää. Tämä on 12 % kaikista pääteille toteutetuista kiertoliittymistä. Taulukossa 14 on esitetty pääteiden nykyisten kiertoliittymien sijaintiympäristö tieluokan mukaan. Valtatiet on jaettu valtateihin 1–10 ja muihin valtateihin.

Taulukko 14. Pääteiden kiertoliittymien sijaintiympäristö.

Tieluokka	Taajama (kpl)	Taajaman reuna-alue/ portti (kpl)	Maaseutu (kpl)	Yhteensä (kpl)
Valtatiet 1–10	11	10	3	24 (23 %)
Muut valtatie	12	25	5	42 (41 %)
Kantatie	18	14	5	37 (36 %)
Yhteensä	41 (40 %)	49 (48 %)	13 (12 %)	103 (100 %)

Pääteiden kiertoliittymäympäristöjä on kuvattu tarkemmin taulukossa 14 esitettyjen sijaintiympäristöjaon mukaisesti. Tyypillinen taajamassa sijaitseva päätien kiertoliittymä on esitetty kuvassa 17. Nopeusrajoitus kiertoliittymän ulkopuolella on enimmäkseen 60 km/h, mutta yleensä 40 tai 50 km/h. Kiertoliittymän ympärillä on havaittavissa rakennuksia, rakenteita ja istutuksia. Usein päätien läheisyydessä tai joko yhteydessä on jalankulku- tai pyöräilyväylä. Usein myös päätietä ja sivusuuntia risteää suojatie.



Kuva 17. Tyypillinen päätien taajamassa sijaitseva yksikaistainen kiertoliittymä. Päätien varressa on havaittavissa rakennuksia sekä kävelyille ja pyöräilylle tarkoitettu väylä. Kohteessa päätietä ja sivusuuntia risteää suojatie. Kohde sijaitsee Hämeenkyrössä Pirkanmaalla, jossa valtatie 3 risteää Härkikujan kanssa. (Tiemappi 2015b.)

Taajaman reuna-alueella tyypillisesti nopeusrajoitus kiertoliittymän ulkopuolella on 60–80 km/h. Usein tällaisissa kohteissa joko kaksi päätietä kohtaa tai päätie kohtaa alemmpitasoisen maantien, yksityistien tai kadun. Näissä kohteissa kiertoliittymä toimii yleensä taajaman porttikohtana tai sisääntuloväylänä. Taajaman reuna-alueella liittymäpaikka voi olla myös liikenteellinen solmukohta, jonka vuoksi reuna-alueilla on toteutettu yksikaistaisen kiertoliittymän lisäksi myös kaksikaistaisia kiertoliittymiä. Kuitenkin yleisesti kiertoliittymä taajaman reuna-alueella sijaitsee taajaman ulkopuolella, mutta rakennetussa ympäristössä taajaman läheisyydessä. Kiertoliittymästä päätien suunnassa taajamasta poispäin mentäessä tieympäristö muuttuu maa-seutumaisemmaksi. Kiertoliittymän päätien sivusuunnasta on yleensä joko kulku taajamaan, asuinalueelle, teollisuusalueelle tai muille alueen palveluille. Kuvassa 18 on esimerkki Kärsämäellä porttikohdassa sijaitsevasta yksikaistaisesta kiertoliittymästä. Kuvassa 19 on taas esimerkki kaksikaistaisesta kiertoliittymästä liikenteellisestä solmukohdasta Vaajakoskella.



Kuva 18. Yksikaistainen kiertoliittymä taajaman porttikohdassa Kärsämäellä Pohjois-Pohjanmaalla. Kärsämäellä kiertoliittymässä kaksi päätietä valtatie 4, kantatie 58 sekä Junnontie risteävät. Kiertoliittymän läheisyydestä alkaa taajama-alue. (Tiemappi 2015f.)



Kuva 19. Kaksikaistainen kiertoliittymä taajaman reuna-alueella Vaajakoskella Keski-Suomessa. Kohteessa valtatie 4 risteää seututien 638 sekä Vaajakosken keskustaan vievän Vaajakoskentien kanssa. (Tiemappi 2015h.)

Vaikka linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä esittää sen, ettei kiertoliittymiä voida käyttää liittymätyyppinä pääteiden maaseutumaisissa olosuhteissa, on kiertoliittymiä kuitenkin toteutettu näihin kohteisiin 13 kappaletta. Jokaisessa näissä liittymäkohteissa kiertoliittymän soveltuvuus on erikseen harkittu ja perusteltu. Pääteiden maaseutumaisissa kiertoliittymäkohteissa on ominaista se, että kiertoliittymäaluetta ja päätietä ympäröi joko pelto tai metsä. Myös taajamat sijaitsevat kauempana päätiestä. Nopeusrajoitukset kiertoliittymän ulkopuolella vaihtelevat 60–100 km/h välillä riippuen siitä, minkä tien kanssa päätie risteää. Maaseutumaisista kiertoliittymäkohteista voidaan kohteista tehdä joitain yleistyksiä, vaikka niitä on Suomen pääteillä vain 13 kappaletta. Kolmessa kohteessa kiertoliittymästä on yhteys valtatielle, joka on luokiteltu moottoritieksi (kuva 20). Seitsemässä kohteessa ympäristö ennen kiertoliittymää on jokaisesta liittymähaarasta katsoen maaseutumainen, mutta liittymän läheisyydessä sijaitsee huoltoasema (kuva 21). Kolmessa kohteessa ympäristö on päätieltä katsottuna hyvin maaseutumainen, mutta tosiasiasa aivan päätien läheisyydessä on asuinalue, jota tienkäyttäjät ei pysty havaitsemaan päätieltä (kuva 22).



Kuva 20. Kaksikaistainen kiertoliittymä maaseutumaisessa ympäristössä Limingassa Pohjois-Pohjanmaalla. Kohteessa valtatie 4, valtatie 8 ja seututie 847 risteävät. Kiertoliittymää ympäröi jokaisessa suunnassa laajat peltoalueet. (Tiemappi 2015g.)



Kuva 21. Maaseutumaisessa ympäristössä sijaitseva kiertoliittymä Kyröskoskella Pirkanmaalla. Kohteessa valtatie 3, seututie 249 ja yhdystie 3002 risteävät. Kiertoliittymän läheisyydessä sijaitseva rakennus on huoltoasema. (Tiemappi 2015e.)



Kuva 22. Kiertoliittymä maaseutumaisessa ympäristössä Iisalmessa Pohjois-Savossa. Kohteessa risteävät valtatie 27, seututie 588 ja KoljonvIRRantie. Päätiötä ajettaessa ei voida havaita, että aivan päätien tuntumassa sijaitsee Pihlajaharjun asuinalue. (Tiemappi 2015c.)

4.3 Kiertoliittymän vaikutukset yksittäiseen ajoneuvoon

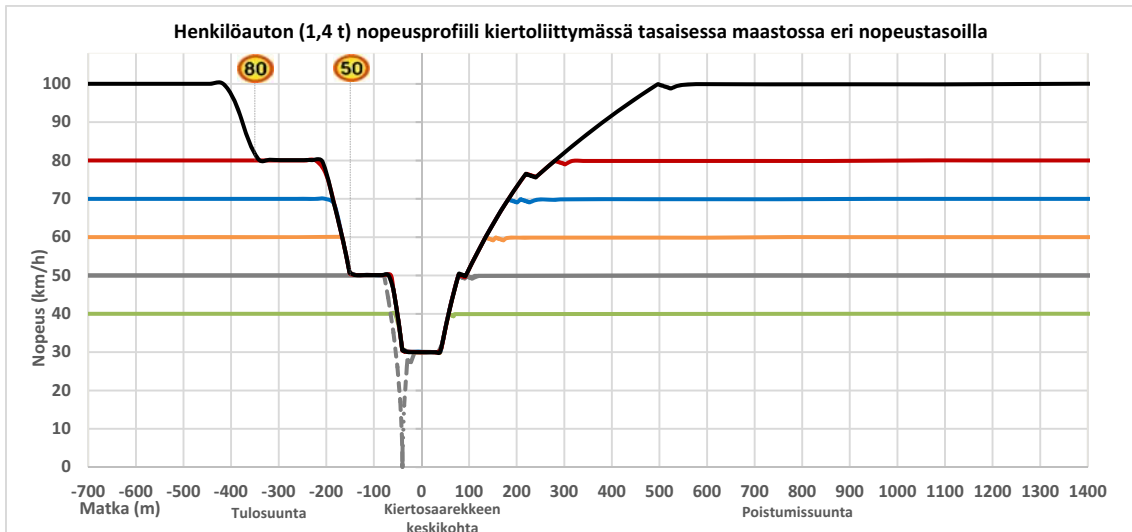
4.3.1 Eri ajoneuvotyypit kiertoliittymässä

Työssä tutkittiin kiertoliittymästä aiheutuvia vaikutuksia yksittäiseen ajoneuvoon. Työssä on hyödynnetty VEMOSIM-ajoneuvosimulaattorista saatuja tuloksia luvussa 3.3 määritellyissä simulointitapauksissa. Jokaisessa simuloidussa tapauksessa yksittäinen ajoneuvo ajaa 5 km mittaisen päätiesuuden läpi ilman häiriötekijöitä. Pääteillä nopeustaso voi vaihdella 40:stä aina 100:aan km/h.

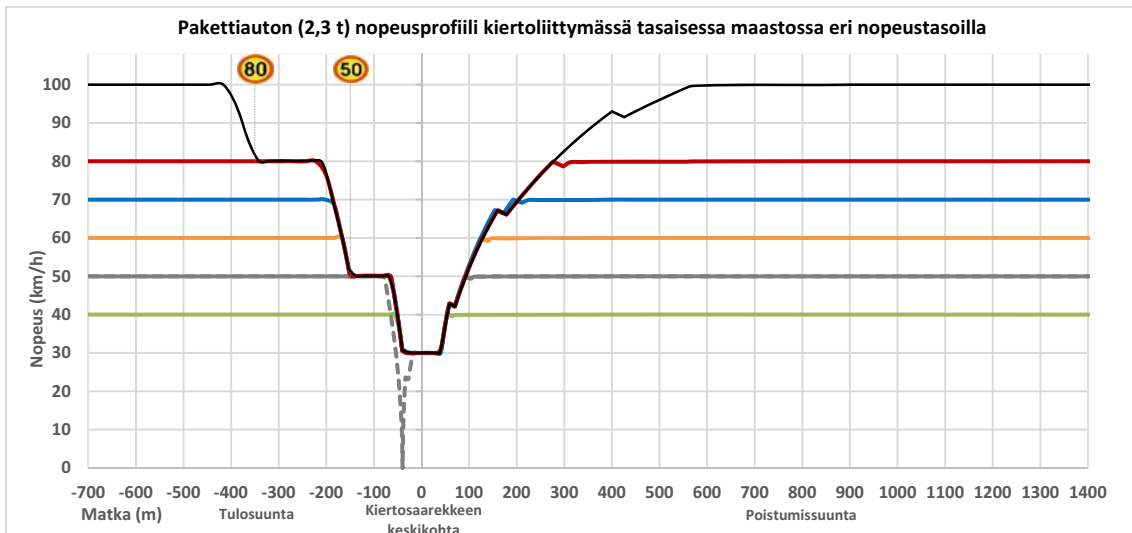
Ensimmäisessä simuloidussa tapauksessa yksittäinen ajoneuvo ajaa suoran tieosuuden läpi määritellyillä nopeuksilla ja pituuskaltevuuksilla. Ajosta on kerätty talteen simuloidun ajoneuvon matka-aika ja polttoaineen kulutus tieosuudella sekä nopeuden vaihtelut eri ajanhetkillä. Tasaisessa maastossa ajoneuvotyypistä riippumatta ajoneuvo pystyy ajamaan simuloidun osuuden läpi määritetyllä nopeustasolla, mutta tapauksissa, joissa on otettu huomioon myös pituuskaltevuus ensimmäisen ajatun kilometrin jälkeen, ei ajoneuvo välttämättä pystykään pitämään nopeuttaan tavoitellulla nopeustasolla. Nopeudet putoavat alhaisiksi ajoneuvon massasta ja taloudellisesta ajotavasta johtuen.

Toisessa simuloidussa tapauksessa tien geometria pysyy täysin samana kuin ensimmäisessä tapauksessa, mutta tässä tapauksessa tieosuudella ensimmäisen kilometrin kohdalla on lisätty kiertoliittymä. Ajoneuvo ajaa simuloinnissa määritellyllä nopeudella, ja ennen kiertoliittymää se hiljentää nopeuttaan kiertoliittymää ennen olevien nopeusrajoitusten mukaisesti. Ajoneuvo pääsee ajamaan kiertoliittymästä määritellyllä nopeudella ja kiertoliittymän jälkeen ajoneuvo alkaa kiihdyttää takaisin ennen kiertoliittymää olleeseen nopeustasoon. Kolmas tapaus on muuten samanlainen kuin toinen tapaus, mutta erona on se, että ajoneuvo joutuu pysähtymään kiertoliittymään, mutta pääsee välittömästi jatkamaan matkaansa ilman odotuksia. Sekä toisesta että kolmannesta simuloidusta tapauksesta ja sen eri variaatioista on kerätty tiedot matka-ajoista ja polttoaineen kulutuksesta simuloidulla tieosuudella sekä tiedot nopeuden vaihteluista eri ajanhetkillä. Simuloinnit on tehty jokaiselle ajoneuvotyypille, nopeustasolle ja pituuskaltevuudelle.

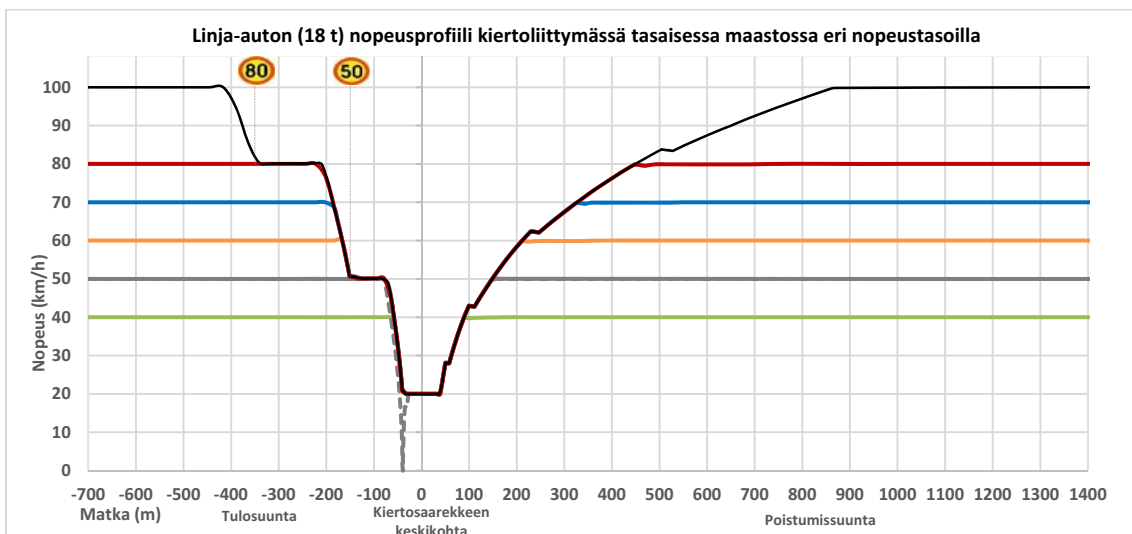
Simuloinnista saaduista tuloksista on pystytty muodostamaan eri ajoneuvotyyppien nopeuden muutokset kiertoliittymään saavuttaessa, kiertoliittymässä ja sieltä poistuttaessa tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla. Tulokset on esitetty kuvissa 23–28. Henkilö-, paketti- ja linja-autoille on voitu simuloida nopeustasot 40, 50, 60, 70, 80 ja 100 km/h. Ajoneuvojen nopeusrajoituksista johtuen kuorma-autoille ja sen yhdistelmille korkein simuloitu ajonopeus oli 80 km/h. Kuvissa 23–28 on nähtävissä myös kiertoliittymää ennen olevat nopeusrajoitukset ja niiden sijoittuminen. Nopeusrajoitus 80 km/h tulee 350 metriä ennen kiertoliittymää ja 50 km/h nopeusrajoitus 150 metriä ennen kiertoliittymää. Jokaisessa kuvassa on myös esitetty katkoviivalla tapaus, kun ajoneuvo pysähtyy kokonaan kiertoliittymään (kolmas simuloitu tapaus). Vaikka ajoneuvo joutuu pysähtymään juuri ennen kiertoliittymää, kiertotilassa ajoneuvo ehtii kiihdyttää siinä ajettavaan nopeuteen, jolloin pysähtymisestä aiheutuvat vaikutukset kokonaismatka-aikaan ovat vähäiset.



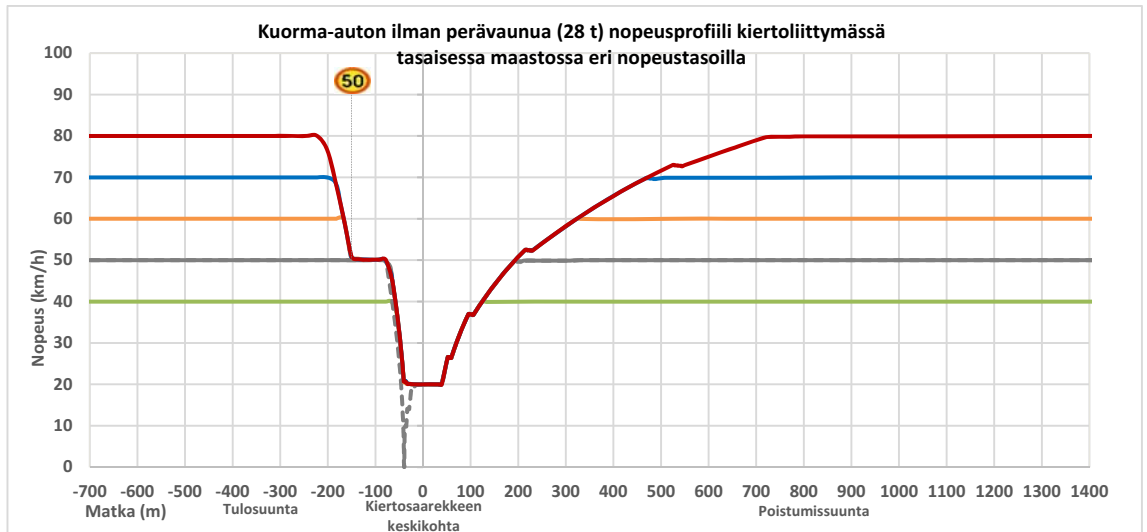
Kuva 23. Henkilöauton (1,4 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.



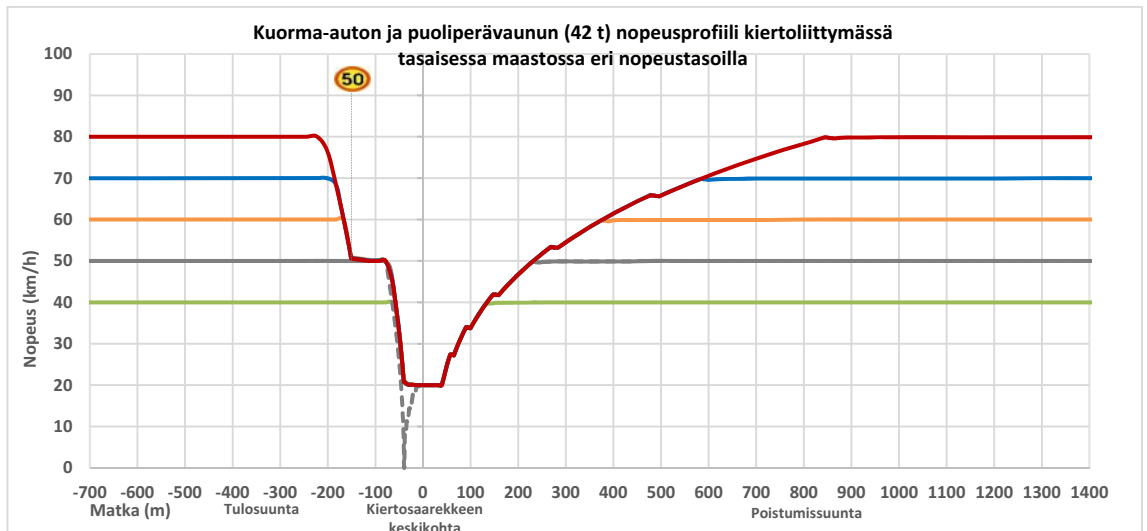
Kuva 24. Pakettiauton (2,3 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.



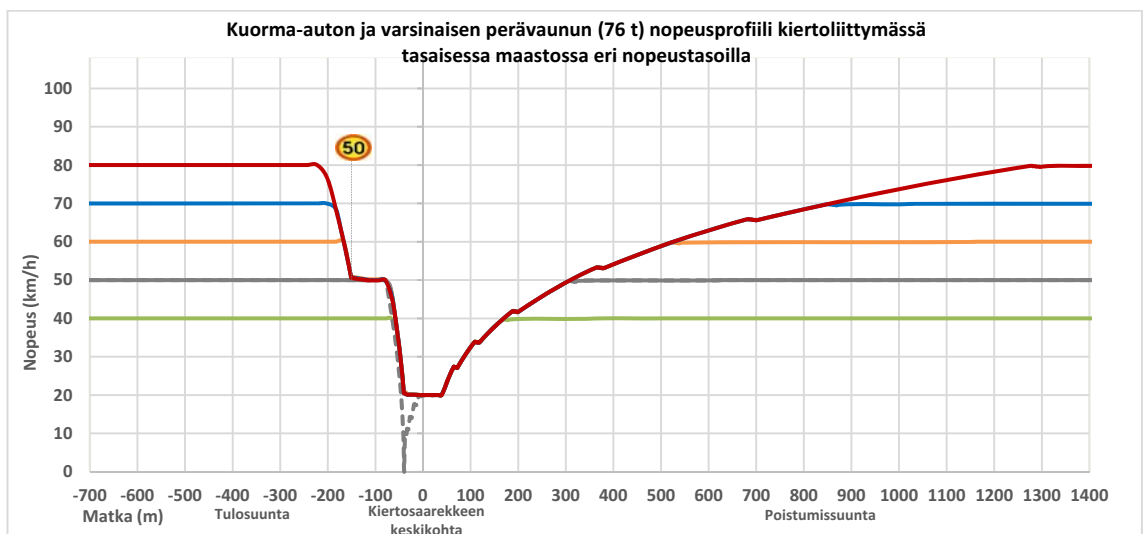
Kuva 25. Linja-auton (18 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.



Kuva 26. *Kuorma-auton ilman perävaunua (28 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.*



Kuva 27. *Kuorma-auton ja puoliperävaunun (42 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.*



Kuva 28. *Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun (76 t) nopeusprofiili kiertoliittymässä tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla.*

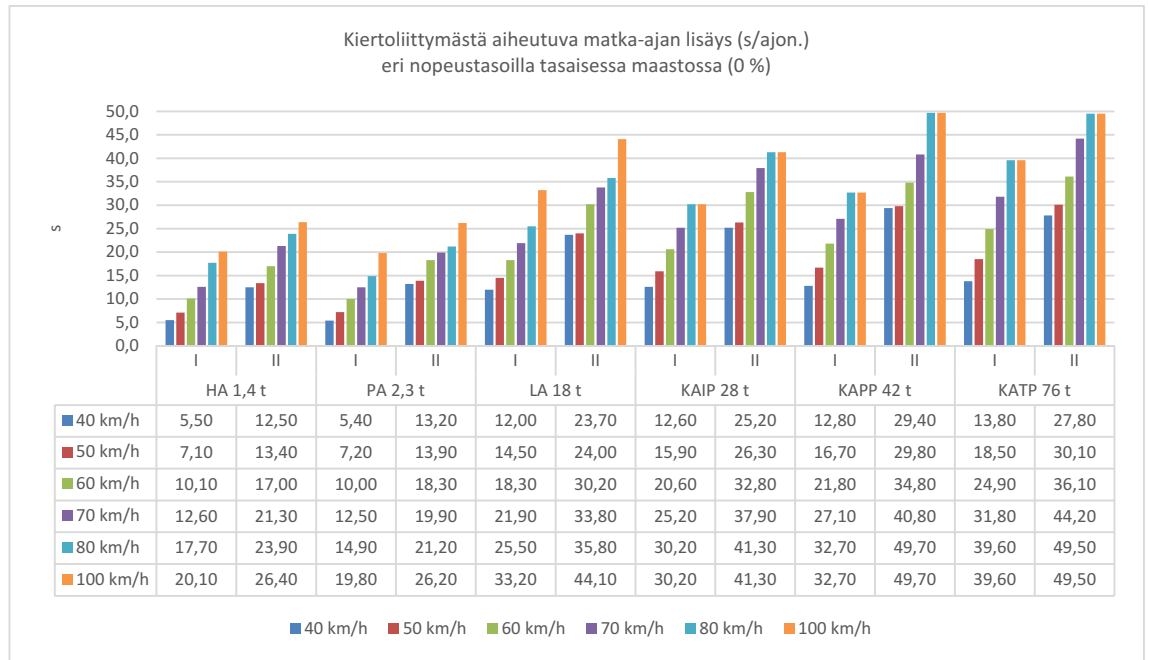
Kuvista 23–28 voidaan huomata se, että ajoneuvon massa vaikuttaa nopeustason saavuttamiseen kiertoliittymän jälkeen. Mitä massaltaan suurempi ajoneuvo on kyseessä, sitä pidemmän matkan ajoneuvo joutuu kiihdyttämään nopeustason saavuttamiseksi. Esimerkiksi nopeustasolla 60 km/h henkilö- ja pakettiauton matka tavoitellun nopeustason saavuttamiseksi on kiertoliittymän keskeltä noin 130 metriä. Linja-autolla matka on 210 m, kuorma-autolla ilman perävaunua 330 m, kuorma-autolla ja puoliperävaunun yhdistelmällä 380 m ja kuorma-autolla ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä 520 m. Kiertoliittymän vaikutus alkaa kuitenkin nopeustasolla 60 km/h vähintään 150 metriä ennen kiertoliittymää, jolloin ajoneuvo alkaa hidastaa ajonopeuttaan. Kiertoliittymästä aiheutuva kokonaisvaikutus ennen ja jälkeen kiertoliittymän on merkittävä. Suuremmilla nopeustasoilla matka tavoitellun nopeuden saavuttamiseksi on pitempi kuin 60 km/h nopeustasolla.

Pituuskaltevuus vaikuttaa myös siihen, kuinka pitkän matkan ajoneuvo joutuu ajamaan saavuttaakseen tavoitellun nopeustason. Mitä suurempi nopeustaso, pituuskaltevuus ja massaltaan raskaampi ajoneuvo, sitä pitemmän matkan ajoneuvo joutuu ajamaan nopeustason saavuttamiseksi. Kuten luvussa 3.3 kerrottiin, mäen todellinen pituus (otetaan huomioon pyörästyskaaret) kasvaa pituuskaltevuuden kasvaessa. Lisäksi ajoneuvot pyrkivät ajamaan mahdollisimman taloudellisesti, jolloin ajoneuvo pyrkii ajamaan mahdollisimman suurella vaihteella. Pituuskaltevuuksista johtuen ajoneuvojen matkanopeus valuu hitaammaksi mäkeä ylös mentäessä, koska ajoneuvo yrittää pitää mahdollisimman suuren vaihteen päällä. Vasta kun ajoneuvon kierrokset ovat menneet alle asetetun kierroslukurajan, vaihtaa ajoneuvo vaihdetta. Matka-ajan kannalta ajotyyli ei kuitenkaan vastaa täysin sellaista tilannetta, jota voitaisiin odottaa päätien olosuhteissa. Kierroslukurajoista johtuen etenkin jyrkillä pituuskaltevuuksilla henkilöautosta saadut tulokset eivät välttämättä vastaa täysin todellista matkaa, jonka aikana henkilöauto on saavuttanut tavoitellun nopeustason. Raskaammilla ajoneuvoilla tulos on kuitenkin uskottava, sillä esimerkiksi kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmän massa on yli 54 kertaa suurempi kuin henkilöauton massa. Liitteessä 4 on esitetty kaikkien simuloinneissa tarkasteltujen ajoneuvotyyppien matkat nopeustason saavuttamiseksi kaikilla eri simuloituilla nopeuksilla ja pituuskaltevuuksilla kiertoliittymän kiertosaarekkeen keskeltä.

4.3.2 Vaikutukset matka-aikaan

Tulokset kiertoliittymästä aiheutuvista matka-ajoista ovat myös peräisin VEMOSIM-ajosimulaattorilla tehdyistä simuloinneista. Kiertoliittymä lisää ajoneuvojen matka-aikoja verrattuna suoraan ajettavaan osuuteen, sillä ajoneuvot joutuvat hidastamaan ajonopeuttaan ennen kiertoliittymää ja kiihdyttämään nopeutta kiertoliittymän jälkeen. Kuvassa 29 on esitetty kiertoliittymästä aiheutuvia matka-ajan lisäyksiä eri ajoneuvotyypeillä eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa tilanteissa, joissa ajoneuvo hiljentää nopeutta ajaakseen kiertoliittymästä sekä joissa ajoneuvo joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään (tapaukset I ja II). *Kiertoliittymästä aiheutuvalla matka-ajan lisäyksellä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon kiertoliittymä lisää ajoneuvon matka-aikaa tietyllä nopeustasolla verrattuna samalla nopeustasolla ajettavaan suoraan tieosuuteen.*

Kuvasta 29 voidaan havaita, että massaltaan kevyimmillä ajoneuvoilla kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset ovat pienempiä kuin massaltaan raskaammilla ajoneuvoilla. Myös suuremmat nopeustasot lisäävät matka-aikaa jokaisella ajoneuvotyypillä. Kokonaan pysähtyvien ajoneuvojen matka-ajan lisäykset ovat suuremmat, kuin niiden ajoneuvojen, jotka hidastavat ainoastaan nopeutta ennen kiertoliittymää.

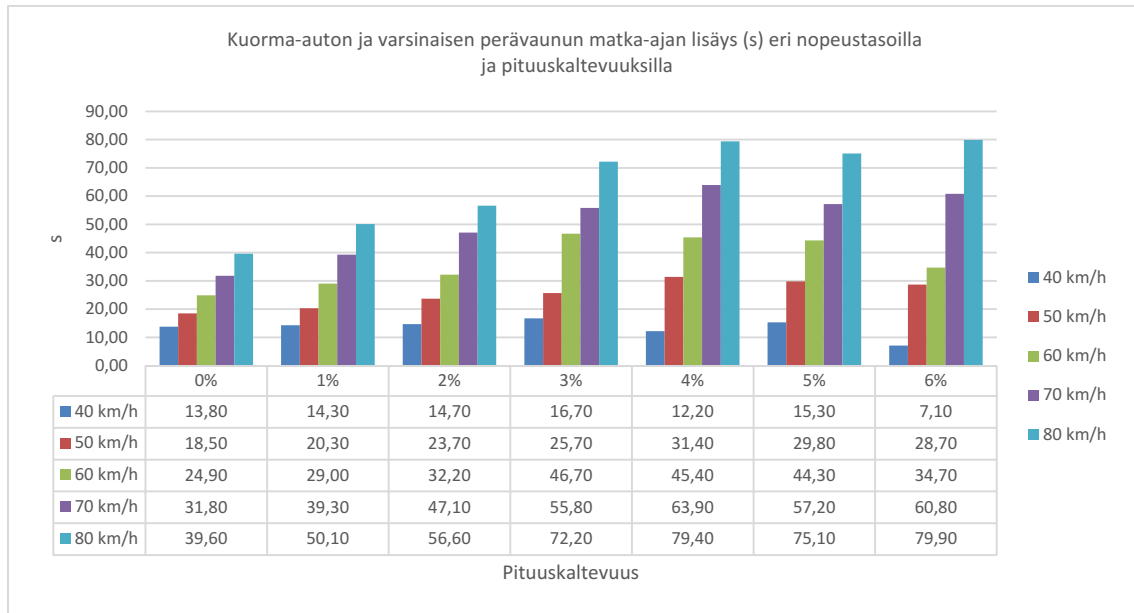


I= ajoneuvo ajaa läpi kiertoliittymästä pysähtymättä nopeudella 20 km/h tai 30 km/h riippuen ajoneuvotyypistä.

II= ajoneuvo pysähtyy kiertoliittymässä.

Kuva 29. Kiertoliittymästä aiheutuva matka-ajan lisäys (s/ajon.) kaikilla eri ajoneuvotyypeillä eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa (pituuskaltevuus 0 % koko simuloitulla matkalla).

Pituuskaltevuudet lisäävät matka-aikoja. Kuvassa 30 on esitetty kiertoliittymästä aiheutuva matka-ajan lisäys eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla verrattuna samalla nopeustasolla ajettavaan osuuteen, mistä esimerkkinä on kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä. Esitettyssä tilanteessa ajoneuvo ainoastaan hidastaa ajonopeuttaan kiertoliittymään. Pituuskaltevuuksilla 0–3 % matka-ajat kasvavat jokaisella nopeustasolla suhteellisen tasaisesti. Pituuskaltevuuksilla 4–6 % tilanne on kuitenkin erilainen. Simuloinneista saatujen tulosten mukaan kiertoliittymästä aiheutuva matka-ajan lisäys 40 km/h nopeustasolla on 0 % pituuskaltevuudella 13,8 sekuntia, kun taas 6 % pituuskaltevuudella kiertoliittymästä aiheutuu vain 7,1 sekunnin lisäys matka-aikaan. Kun tutkitaan yleisesti molempien tapausten kokonaismatka-aikoja, huomataan kyllä se, että kokonaismatka-ajat kasvavat pituuskaltevuuksien ja nopeustason vaikutuksesta, mutta jyrkemmillä pituuskaltevuuksilla saattaa erotus olla pienempi kuin loivemmillä pituuskaltevuuksilla. Tämä johtuu siitä, että myös suoraan ajettavalla osuudella jyrkemmillä pituuskaltevuuksilla matka-aika kasvaa, sillä ajoneuvo ei pysty pitämään nopeuttaan tavoitellussa nopeustasossa.



Kuva 30. Kiertoliittymästä aiheutuva matka-ajan lisäys (s) kuorma-auton ja varsinaisen perävaunuyhdistelmälle eri nopeustasoilla ja eri pituuskaltevuuksilla, kun ajoneuvo pääsee ajamaan kiertoliittymästä nopeudella 20 km/h.

Myös muilla ajoneuvotyypeillä on havaittavissa sama matka-aikojen lisäyksen pieneminen suuremmilla pituuskaltevuuksilla, mutta tämä johtuu myös siitä, että suoraan läpiajettavassa tapauksessa ajoneuvo ei saa pidettyä nopeustasoa tavoitellussa jyrkemmillä pituuskaltevuuksilla. Liitteessä 5 on esitetty matka-aikojen lisäys jokaiselle simuloitulle ajoneuvotyypille jokaisella simuloitulla nopeustasolla ja pituuskaltevuudella.

Yksittäisten ajoneuvojen vaikutuksista voidaan laskea myös yhteisvaikutus matka-aikojen lisäyksestä, kun otetaan huomioon päätien liikennemäärä. Seuraavaksi esitetyissä tuloksissa ei ole otettu huomioon häiriötekijöitä tai muun liikenteen vaikutusta kiertoliittymässä. Kun päätien liikennemäärä on 10 000 ajon./vrk ja liikennemäärä jakaantuu keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakauman mukaisesti (taulukko 11), voidaan laskea, kuinka paljon kiertoliittymästä aiheutuu matka-ajan lisäyksiä vuorokaudessa. Arvioissa on otettu huomioon, että 8 % joutuu pysähtymään kiertoliittymään, mutta pääsevät välittömästi jatkamaan ajoa. Simuloinneissa ei siis ole otettu huomioon ajoneuvojen pysähtymisaikoja kieroliittymässä. Loput 92 % hiljentävät ajonopeutta ennen kiertoliittymää ja pääsevät ajamaan kiertoliittymästä joko nopeudella 20 tai 30 km/h. Taulukossa 15 on esitetty kiertoliittymästä aiheutuvien matka-aikojen lisäys tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla, kun otetaan huomioon päätien liikennemäärä ja -jakauma.

Taulukko 15. Kiertoliittymästä aiheutuvien matka-aikojen lisäys tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla, kun päätien liikennemäärä on 10 000 ajon./vrk ja liikenne on jakautunut taulukon 11 mukaisesti. Odotusaikoja kiertoliittymässä ei ole otettu huomioon.

Ajoneuvo	Liikennemäärä (ajon./vrk)	Kokonaismatka-ajan lisäys (h/vrk) eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa					
		40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	100 km/h
HA	8 070	13,6	17,0	23,9	29,8	40,8	46,2
PA	860	1,4	1,8	2,5	3,1	3,7	4,9
LA	70	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7
KAIP	240	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,1
KAPP	210	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,0
KAVP	550	2,3	3,0	3,9	5,0	5,0	5,0
YHTEENSÄ	10 000	19,3	24,3	33,5	41,8	54,1	60,8

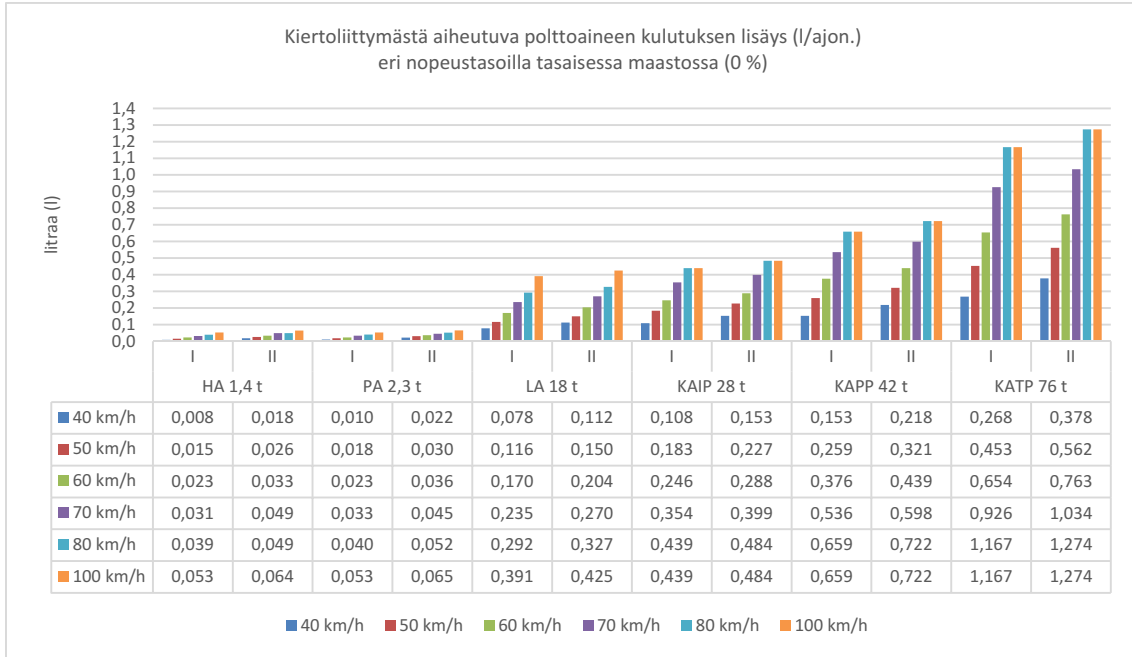
Taulukosta 15 voidaan huomata se, että kokonaismatka-ajat kasvavat nopeustason kasvaessa. Nopeustasolla 60 km/h havaitaan lähes 10 tunnin kokonaismatka-ajan kasvu verrattuna nopeustasoon 50 km/h. Samoin suuremmilla nopeustasoilla 70, 80 ja 100 km/h kokonaisvaikutus on merkittävä, sillä kiertoliittymästä aiheutuu viiveitä yhteensä yli 40–60 tuntia päivän aikana. Lisäksi taulukosta 15 voidaan havaita se, että eniten viivytyksiä aiheuttavat henkilöautot sekä kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmät. Henkilöautot aiheuttavat viivytyksiä eniten, sillä niiden osuus on suurin ajoneuvojen kokonaisliikennemäärästä. Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä aiheuttaa toiseksi eniten viivytyksiä, sillä ajoneuvon suuresta massasta johtuen ajoneuvo kiihtyy muita ajoneuvoja hitaammin. Muiden ajoneuvojen aiheuttamat viivytykset eivät ole niin merkittävät.

Kokonaismatka-aikojen lisäyksiä eri pituuskaltevuuksilla ei ole esitetty tässä työssä, sillä simuloinneista saadut tulokset voivat osittain antaa sellaisen käsityksen, että jyrkemmällä pituuskaltevuuksilla matka-ajan kokonaislisäys olisi vähemmän loivemmillä pituuskaltevuuksilla. Tämä johtuu simuloinneissa käytetystä taloudellisesta ajotavasta.

Myös tapauksessa ilman kiertoliittymää simuloidun ajoneuvon matka-aika kasvaa jyrkemmällä pituuskaltevuuksilla, sillä ajoneuvo ei pysty mäessä pitämään nopeuttaan tavoitellussa tasossa. Näin ollen matka-ajan erotus kiertoliittymätapauksen ja suoraan ajettavan osuuden välillä voi olla jyrkemmällä pituuskaltevuuksilla erotukseltaan pienempi kuin loivemmillä pituuskaltevuuksilla. Simulointien mukaan selvää on kuitenkin se, että pituuskaltevuuden lisäys lisää matka-aikoja jokaisella ajoneuvotyypillä, oli kyseessä tapaus ilman kiertoliittymää tai kiertoliittymän kanssa.

4.3.3 Vaikutukset polttoaineen kulutukseen

Tulokset kiertoliittymästä aiheutuvista polttoaineen kulutuksesta ovat myös peräisin VEMOSIM-ajosimulaattorilla tehdyistä simuloinneista. Kiertoliittymä lisää ajoneuvojen polttoaineen kulutusta, sillä ajoneuvot joutuvat hidastamaan ajonopeuttaan ennen kiertoliittymää ja sen jälkeen kiihdyttämään nopeutensa takaisin tiettyyn nopeustasoon. Kuvassa 31 on esitetty kiertoliittymästä aiheutuvia polttoaineen kulutuksen lisäyksiä eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa tilanteissa, joissa ajoneuvo hiljentää nopeutta ajaakseen kiertoliittymästä sekä joissa ajoneuvo joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään (tapaukset I ja II). *Polttoaineen kulutuksen lisäyksellä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon kiertoliittymä lisää polttoaineen kulutusta tietyllä nopeustasolla verrattuna samalla nopeustasolla ajettavaan suoraan tieosuuteen.*



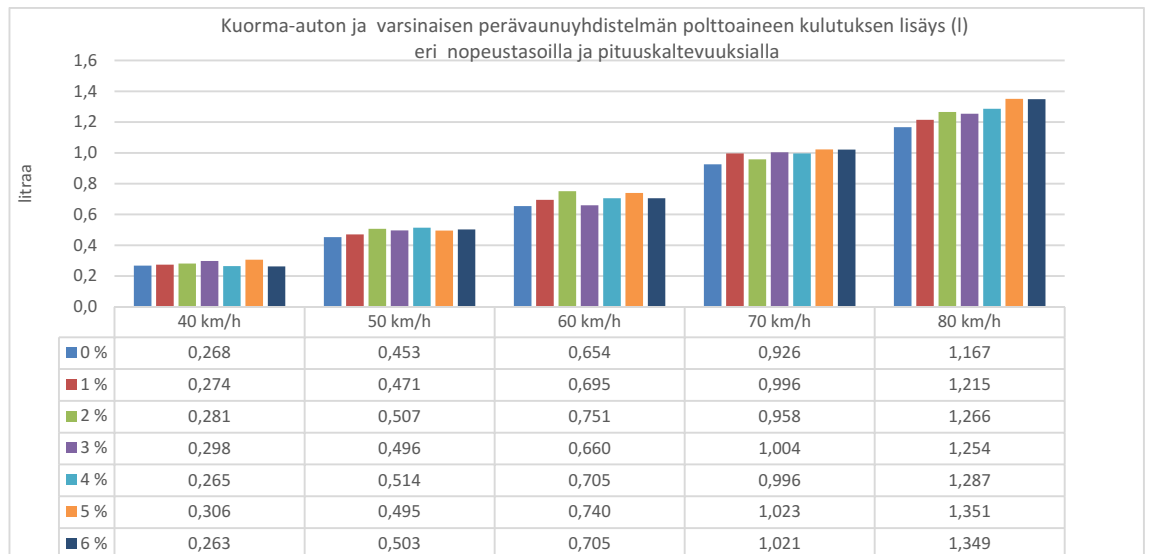
I= ajoneuvo ajaa läpi kiertoliittymästä pysähtymättä nopeudella 20 km/h tai 30 km/h riippuen ajoneuvotyypistä.

II= ajoneuvo pysähtyy kiertoliittymässä.

Kuva 31. *Kiertoliittymästä aiheutuva polttoaineen kulutuksen lisäys (l) kaikilla eri ajoneuvotyypeillä eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa (0 %).*

Kuvasta 31 voidaan havaita, että henkilö- ja pakettiautoilla kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäykset ovat jokaisella nopeustasolla pienempiä kuin massaltaan raskaimmilla ajoneuvoilla. Raskaimmilla ajoneuvoilla on selvästi havaittavissa massasta ja nopeustasosta johtuva polttoaineen kulutuksen lisäys. Mitä suurempi nopeustaso on, sitä suurempi on polttoaineen kulutuksen lisäys. Polttoaineen kulutuksen lisäys on myös luonnollisesti suurempi kaikilla pysähtyvillä ajoneuvotyypeillä kuin kokonaan pysähtyvien ajoneuvojen polttoaineen kulutus.

Pituuskaltevuudet lisäävät myös ajoneuvon polttoaineen kulutusta. Kuvassa 32 on esitetty esimerkkinä kiertoliittymästä aiheutuvan kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmän polttoaineen kulutuksen lisäys eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla, kun ajoneuvo ainoastaan hidastaa ajonopeuttaan ennen kiertoliittymää. Kun nopeustaso on 40 tai 50 km/h, kiertoliittymästä aiheutuva polttoaineen kulutuksen lisäys pysyy jokaisella pituuskaltevuudella tasaisena. Suuremmilla nopeuksilla on havaittavissa enemmän kasvua polttoaineen kulutuksessa. Etenkin pituuskaltevuuksien kasvaessa polttoaineen kulutus kasvaa.



Kuva 32. Kiertoliittymästä aiheutuva polttoaineen kulutuksen lisäys (l) kuorma-auton ja varsinaisen perävaunuyhdistelmälle eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla, kun ajoneuvo pääsee ajamaan kierto liittymästä nopeudella 20 km/h.

Kuvasta 32 voidaan myös huomata, että esimerkiksi 60 km/h nopeustasolla saattaa jyrkemmillä pituuskaltevuuksilla kulua vähemmän polttoainetta kuin loivemmillä pituuskaltevuuksilla. Esimerkiksi nopeustasolla 60 km/h pituuskaltevuudella 2 % polttoainetta kuluu 0,751 litraa ja pituuskaltevuudella 3 % taas 0,660 litraa, joka on lähes 1 dl vähemmän kuin 2 % pituuskaltevuudella. Pituuskaltevuudella 2 % ajoneuvo pystyy kiihdyttämään vauhtia lähes koko mäen ajan, mutta pituuskaltevuudella 3 % ajoneuvon nopeus pysyy lähes koko mäen ajan alhaisena (30–40 km/h). Vasta mäen kuperan pyörästyskaaren kohdalla ajoneuvo pääsee kiihdyttämään nopeuttaan tavoiteltuun nopeustasoon. Johtuen ajoneuvon hitaasta ajonopeudesta mäessä, ajoneuvon polttoaineen kulutus pysyy alhaisena, ja siksi polttoaineen kulutus on pienempi pituuskaltevuudella 3 % kuin pituuskaltevuudella 2 %. Liitteessä 6 on kuitenkin esitetty polttoaineen kulutuksen lisäys jokaiselle simuloitulle ajoneuvotyypille eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla.

Yksittäisten ajoneuvojen vaikutuksista voidaan laskea myös yhteisvaikutus polttoaineen kulutuksen lisäyksestä, kun otetaan huomioon päätien liikennemäärä. Kun päätien liikennemäärä 10 000 ajon./vrk ja liikennemäärä jakaantuu keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakauman mukaisesti (taulukko 11), voidaan laskea, kuinka paljon kierto liittymästä aiheutuu kokonaisuudessaan lisäyksiä polttoaineen kulutukseen. Arvioissa on otettu huomioon, että 8 % joutuu pysähtymään kierto liittymään ja loput 92 % pääsee ajamaan joko nopeudella 20 km/h tai 30 km/h kierto liittymästä. Arvioissa ajoneuvot ajavat kierto liittymästä ilman häiriötekijöitä, eli muun liikenteen vaikutuksia ei ole huomioitu arvioissa. Polttoaineenkulutukset päätien liikennemäärä huomioiden eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa yhden vuorokauden aikana on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Kiertoliittymästä aiheutuvien polttoaineen kulutuksen lisäys (h/vrk) tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla, kun päätien liikennemäärä on 10 000 ajon./vrk ja liikenne on jakautunut taulukon 11 mukaisesti. Muusta liikenteestä aiheutuvia vaikutuksia ei ole otettu huomioon.

Ajoneuvo	Liikennemäärä (ajon./vrk)	Polttoaineen kulutuksen lisäys (l/vrk) eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa					
		40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	100 km/h
HA	8 070	71,0	128,2	192,1	261,8	321,2	434,8
PA	860	9,4	16,3	20,7	29,2	35,2	46,4
LA	70	5,7	8,3	12,1	16,6	20,6	27,6
KAIP	240	26,8	44,8	59,8	85,8	106,2	106,2
KAPP	210	33,2	55,4	80,0	113,6	139,4	139,4
KAVP	550	152,2	229,2	364,5	468,6	646,6	646,6
YHTEENSÄ	10 000	298,3	482,2	729,2	975,6	1269,3	1401,0

Taulukosta 16 voidaan huomata se, että polttoaineen kulutuksen lisäys kasvaa nopeustason kasvaessa. Polttoaineen kulutus kasvaa merkittävästi jokaisella nopeustasolla. Eniten polttoaineen kulutusta lisäävät ajoneuvotyypit ovat kokonais- tarkastelussa kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmät sekä henkilö- autot. Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä kuluttaa eniten poltto- ainetta, sillä tällä ajoneuvotyypillä on suurin massa (76 t). Henkilöautot aiheuttavat kokonaisuudessaan eniten polttoaineen kulutuksen lisäystä, sillä henkilöautojen osuus ajoneuvojen kokonaisliikennemäärästä on suurin. Muiden ajoneuvotyyppien aiheuttamat polttoaineen kulutuksen lisäykset eivät ole niin merkittävät.

Kokonaispolttoaineen lisäyksiä eri pituuskaltevuuksilla ei ole esitetty tässä työssä, sillä simuloinneista saadut tulokset voivat osittain antaa sellaisen käsityksen, että jyrkemmillä pituuskaltevuuksilla kokonaispolttoaineen kulutus olisi vähemmän kuin loivemmillä pituuskaltevuuksilla. Tämä johtuu simuloinneissa käytetystä taloudelli- sestä ajotavasta. Ajoneuvo ei pysty kiihdyttämään ajonopeuttaan jyrkissä mäissä, kun ainoastaan lähellä kiertoliittymää tai mäen kuperassa pyörityksessä. Ajoneuvon polttoaineen kulutukseen vaikuttaa se, kuinka suurella nopeudella ajoneuvo ajaa mä- essä. Simulointien mukaan selvää on kuitenkin se, että pituuskaltevuuden lisäys lisää polttoaineen kulutusta jokaisella ajoneuvotyypillä.

4.3.4 Kustannukset

Aiemmissa luvuissa todettiin, että kiertoliittymästä aiheutuu matka-aikojen ja poltto- aineen kulutuksen lisäyksiä. Kun huomioidaan päätien liikennemäärät, aiheutuu pää- tien suuntaiselle liikenteelle etenkin henkilöautoille ja kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmille matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen lisäyksiä. Kierto- liittymästä aiheutuvien matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen lisäyksistä voidaan laskea kustannukset. Esitetyt kustannuslaskelmat ovat arvioita siitä, kuinka paljon kiertoliittymästä aiheutuu kustannuksia verrattuna suoraan tietyllä nopeudella ajeta- vaan tieosuuteen. Kustannuslaskelmissa on hyödynnetty edellisissä luvuissa olleita VEMOSIM-ajoneuvosimulaattorin simulointituloksia.

Kustannuslaskelmat on tehty tapauksiin, jossa päätien liikennemäärä on 10 000 ajon./vrk ja päätien liikennemäärä jakaantuu keskimääräisen ajoneuvoryhmä- jakauman mukaisesti (taulukko 11). Lisäksi on arvioitu, että ajoneuvoista 8 % joutuu pysähtymään kiertoliittymässä ja 92 % ajaa kiertoliittymän läpi simuloituilla nopeuksilla (20 km/h tai 30 km/h).

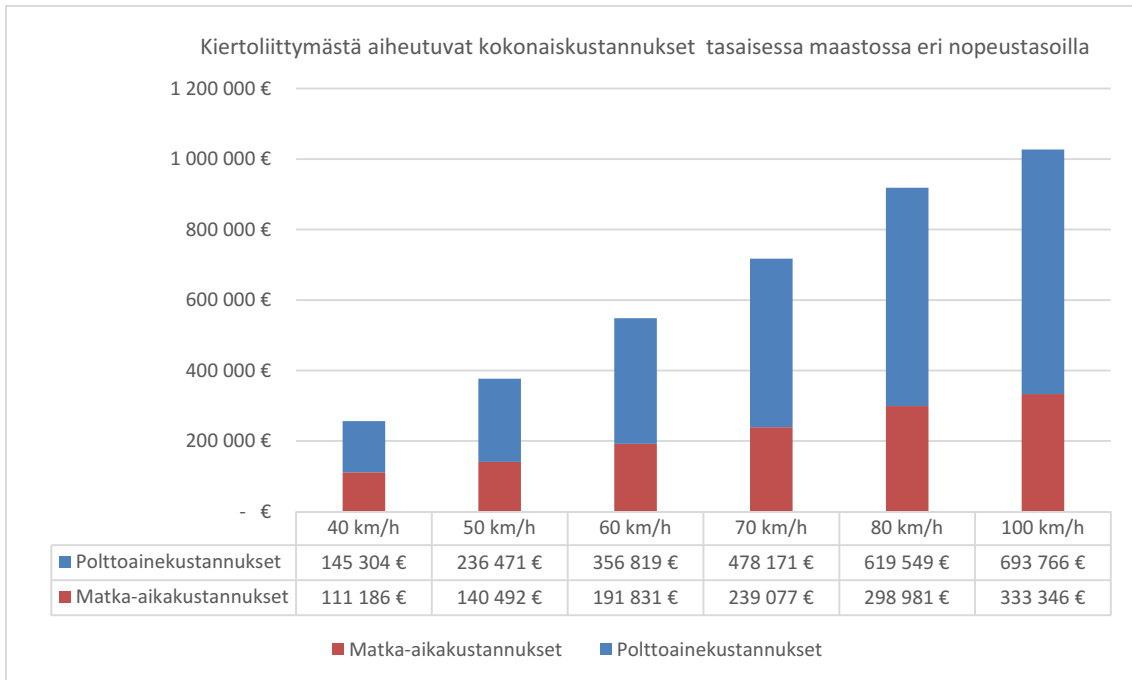
Kustannuslaskelmissa on käytetty Liikenneviraston määrittelemiä tieliikenteen hankkeiden yksikköarvoja (Tervonen & Metsäranta 2015). Kustannuslaskelmissa valtiotalouden kannalta on tärkeää tietää, käytetäänkö laskelmissa verottomia vai verollisia yksikköarvoja. Matka-ajalle on käytetty keskimääräisiä matka-aikasäästön arvoja (euroa/tunti/ajoneuvo). Matka-ajan arvoon ei sisälly verotulovaikutuksia, joita tulisi tarkastella valtionalouden kannalta. Polttoainekustannukset on määritetty eri ajoneuvolajien keskikulutuksen sekä polttoaineiden myyntihintojen mukaan. Liikenneviraston julkaisun (Tervonen & Metsäranta 2015) mukaisesti henkilö- ja pakettiauton yksikköarvot esitetään verollisina ja raskaiden ajoneuvojen yksikköarvot verottomia. Henkilö- ja pakettiautojen ajosuoritteiden oletetaan olevan kaikki kotitalouksien autonkäyttöä. Tällöin verollisiin ajoneuvokustannuksiin sisältyvät sekä polttoaineverot että arvonlisäverojen osuus polttoaineiden hinnassa ja muissa käyttökustannuksissa. Muiden ajoneuvotyyppien ajosuoritteiden oletetaan olevan yritysten autonkäyttöä. Siten verollisiin ajoneuvokustannuksiin sisältyvät vain polttoaineverot. Arvonlisävero on yrityksille vähennyskelpoinen erä. Tämän vuoksi yksikköarvot esitetään verottomina. Taulukossa 17 on kootusti matka-ajan ja polttoaineen yksikköarvot. (Liikennevirasto 2015g; Tervonen & Metsäranta 2015.)

Taulukko 17. Matka-ajan ja polttoaineen kulutuksen yksikköarvot kaikille ajoneuvotyypeille (Liikennevirasto 2015g; Tervonen & Metsäranta 2015).

Ajoneuvo	Yksikköarvo	
	Matka-aika (€/h/ajon.)	Polttoaine (€/l/ajon.)
Henkilöauto (HA)	12,16	*1,55
Pakettiauto (PA)	21,30	*1,66
Linja-auto (LA)	23,50	1,25
Kuorma-auto ilman perävaunua (KAIP)	25,00	1,25
Kuorma-auto ja puoliperävaunu (KAPP)	26,55	1,25
Kuorma-auto ja varsinainen perävaunu (KAVP)	25,58	1,25

*verollisia arvoja

Kuvassa 33 on esitetty tulokset, joissa on laskettu eri nopeustasoilla tasaisessa maastossa matka-ajan lisäyksestä ja polttoaineen kulutuksesta aiheutuvat kustannukset vuodessa. Kuvassa 33 on hyödynnetty taulukoista 15 ja 16 saatuja kiertoliittymästä aiheutuvia matka-ajan ja polttoaineen kulutuksen lisäyksistä saatuja arvoja vuorokaudessa. Arvot on kerrottu päivien määrällä vuodessa ja taulukossa 17 esitetyillä yksikköarvoilla. Tehtyjen arvioiden mukaan kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäyksestä aiheutuvat kustannukset ovat suuremmat kuin matka-aikojen lisäyksestä aiheutuvat kustannukset. Päätien nopeustaso vaikuttaa kokonaiskustannusten suuruuteen. Suuremmilla nopeustasoilla tasaisessa maastossa kustannukset 80 km/h ja 100 km/h nopeustasoilla ovat 900 000–1 000 000 € suuruiset, kun taas nopeudella 40 km/h kustannukset ovat 20–25 % nopeustasojen 80 ja 100 km/h kokonaiskustannuksista.



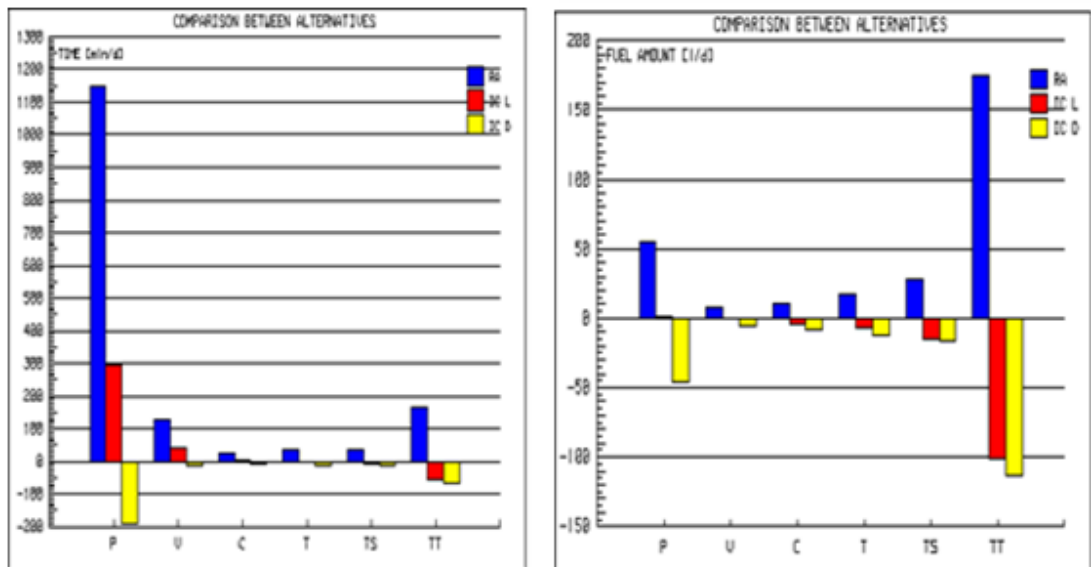
Kuva 33. Kiertoliittymästä aiheutuvien polttoaine- ja matka-aikalisäysten kokonaiskustannukset vuodessa tasaisessa maastossa eri nopeustasoilla, kun liikennemäärä päätiellä on 10 000 ajon./vrk.

4.4 Pääteiden liittymien liikenteelliset selvitykset

Liikenteellisten selvitysten avulla voidaan osoittaa liittymän tarpeellisuus. Tuloksissa on esitelty perustelut tehtyihin liikenteellisiin selvityksiin Juvan, Valkealan tai Askolan liittymäkohteissa. Näissä kohteissa on tutkittu kiertoliittymän soveltuvuutta liittymäkohteeseen. Näissä arvioissa on katsottu etenkin kiertoliittymän vaikutuksia päätien liikenteeseen.

Juva

Juvan tapauksessa voidaan todeta eritasoliittymän olevan huomattavasti kannattavampi kuin kiertoliittymä. Kiertoliittymästä aiheutuu merkittävästi lisäystä polttoaineen kulutukseen ja matka-aikoihin. Kuvassa 34 on esitetty liittymätyypeittäin (kiertoliittymä ja kaksi erilaista eritasoliittymää) ja ajoneuvotyypeittäin polttoaineen kulutuksen ja matka-ajan muutos yhden päivän aikana liittymän kaikkien tulosuuntien liikennemäärillä verrattuna simulointivaiheeseen olleeseen nelihaaraliittymään. Kuvassa 34 nollatason yläpuolella olevat palkit kertovat vaikutuksen lisäyksestä, kun taas nollatason alapuolella olevat palkit vaikutuksen vähenemisestä. (Koskinen 2002.)



Kuva 34. Juvan eritasoliittymä- ja kiertoliittymävaihtoehtojen vertailu. Vasemman puolen kuva kertoo matka-ajan (min/vrk) muutoksen päivän aikana, ja oikean puoleinen kuva polttoaineen kulutuksen muutoksen (l/vrk) päivän aikana. Sininen väri kuvissa edustaa tietoja kiertoliittymän vaikutuksista, ja keltainen ja punainen väri kahden erilaisen eritasoliittymän vaikutuksista. P=henkilöauto, V=pakettiauto, C=linja-auto, T=kuorma-auto ilman perävaunua, TS=kuorma-auto puoliperävaunulla ja TT=kuorma-auto varinaisella perävaunulla. (Koskinen, 2002.)

Kuvasta 34 voidaan huomata, että Juvan olosuhteissa kiertoliittymästä aiheutuu yhden päivän aikana merkittävästi lisäystä polttoaineen kulutukseen sekä matka-aikoihin, kun taas eritasoliittymäratkaisulla edellä mainitut vaikutukset vähenevät muutamaa liittymäratkaisusta aiheutuvaa poikkeusta lukuun ottamatta. Kiertoliittymästä johtuen matka-ajat kasvavat merkittävästi henkilöautoilla, sillä niiden kokonaisliikennemäärä on liittymässä suurin. Myös toinen eritasoliittymäratkaisu lisää matka-aikojä henkilö- ja pakettiautoilla. Eritasoliittymän toimivuuteen vaikuttaa oleellisesti eritasoliittymän mitoitus. Muuten simulointien mukaan matka-ajat lisääntyvät kiertoliittymän vaikutuksesta, mutta vähenevät eritasoliittymän vaikutuksesta. (Koskinen 2002.)

Polttoaineen kulutuksen lisäyksestä aiheutuu lisäkustannuksia etenkin raskaille ajoneuvoille, sillä massaltaan suurien ajoneuvojen kiihdyttämisessä kuluu merkittävästi enemmän polttoainetta. Yksittäisellä henkilöautolla kiertoliittymästä aiheutuva polttoaineen kulutuksen lisäysvaikutus on vähäistä, mutta henkilöautojen kokonaisliikennemäärällä polttoaineen kokonaiskulutus nousee merkittävästi. (Koskinen 2002.)

Yksittäisen ajoneuvon simulointien ja ajokustannuslaskelmissa perustella eritasoliittymä on ollut paras ratkaisu Juvalla. Simuloinnin osoittamat perustelut olivat tarpeeksi merkittäviä osoittamaan sen, ettei kiertoliittymä ole sopiva liittymätyyppi valtateiden 5 ja 14 risteämiskohtaan. Merkittävimmät lisäykset kiertoliittymästä olisivat aiheutuneet henkilöautoille sekä kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmille. Juvalla liittymätyypiksi on päädytty eritasoliittymäratkaisuun, joka on kuvassa 35. (Koskinen 2002.)



Kuva 35. Juvan liittymän nykyinen eritasoliittymä (Tiemappi 2015d).

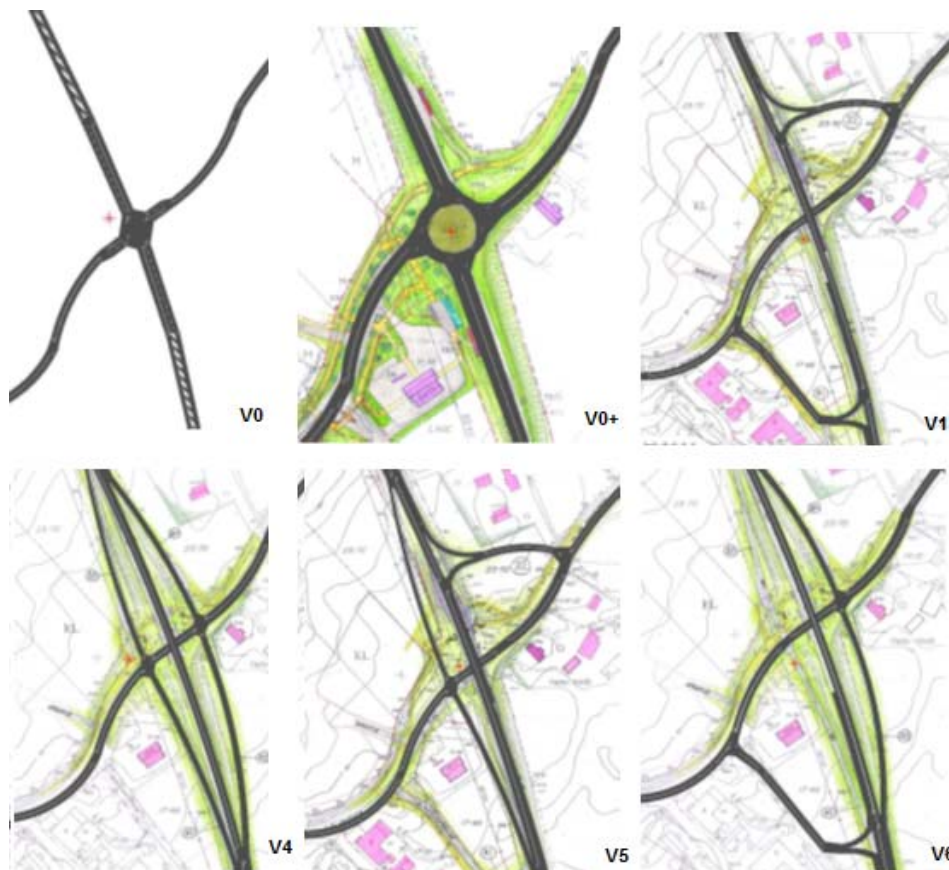
Valkeala

Valkealan liittymäkohteessa liittymässä on päätieltä paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä ja sivusuunnilta paljon oikealle kääntyvää liikennettä. Myös pääsuunnan suoraan ajavien osuus on merkittävä. Eri liittymätyypeille (valo-ohjauksinen liittymä, kiertoliittymä, porrastettu liittymä ja eritasoliittymä) tehtyjen liikenteellisten selvitysten ja liikennetaloudellisten vertailujen jälkeen on saatu tuloksia vaikutuksista. Sivusuunnan vähäisillä liikennemäärillä valo-ohjaus parantaa sivusuunnan sujuvuutta, mutta hidastaa merkittävästi päätien sujuvuutta. Kiertoliittymällä liittymän turvallisuus paranee nykyisestä, mutta kiertoliittymästä aiheutuu viiveitä sekä pääsuunnalle että sivusuunnille. Porrastettu liittymä ei aiheuta lisäviiveitä päätien liikenteeseen. Kuitenkin suunta lännestä pohjoiseen (huoltoaseman puolelta) ruuhkautuu, mutta etelään päin liittyminen on lähtötilannetta parempi. Porrastettu liittymä vaatisi myös uusia tielinjauksia, tilaa ja investointeja. Eritasoliittymällä pääsuuntaan ei aiheudu viivytyksiä. Risteävää liikennettä liittymässä on kuitenkin hyvin vähän, joten eritasoliittymä ei ole kustannustehokas ratkaisu liittymään, jossa on liikennemäärät ja -jakaumat ovat jakautuneet Valkealan liittymän mukaisesti. (Sito 2015.)

Kiertoliittymän toteuttamisesta aiheutuu paljon viiveitä pää- ja sivusuunnalle, koska liikennemäärien jakautuminen on hyvin epätasaista. Vaikka liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä, ei kiertoliittymä kuitenkaan tässä tapauksessa ole kannattavin vaihtoehto liittymään. Valkealassa ei ole vielä tehty lopullista päätöstä siitä, mihin liittymätyyppiratkaisuun päädytään. Liikenteellisen selvityksen ja liikennetaloudellisen vertailun jälkeen porrastettua liittymää voidaan kuitenkin pitää kustannustehokkaimpana ratkaisuna ensivaiheen toimenpiteeksi Valkealan liittymässä. (Sito 2015.)

Askola

Askolassa liittymälle toteutettiin liikenteellinen tarkastelu nykytilanteeseen (V0) ja tilanteisiin, joissa nykyinen liittymä oli korvattu viidellä eri liittymätyyppivaihtoehdolla. Liittymävaihtoehtoihin kuuluivat kiertoliittymä (V0+) sekä neljä erimuotoista eritasoliittymää (V1, V4, V5 ja V6) (kuva 36). Liittymävaihtoehtojen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen on arvioitu karkealla tasolla Tarva MT -ohjelmistoa käyttäen ja kannattavuuslaskelmissa on käytetty apuna Liikenneviraston IVAR-ohjelmistoa. (Ramboll 2015.)



Kuva 36. Liittymävaihtoehdot Askolan liittymäkohteessa.

Liittymävaihtoehtoista kaksi eritasoliittymää (VE4 ja VE6) voidaan todeta matka-aikojen kannalta parhaiksi vaihtoehtoiksi kyseiseen liittymään. Vaihtoehto VE4 oli myös suotuisin kaikissa tarkastelluissa ennustetilanteissa. Matka-aikojen puolesta kiertoliittymävaihtoehto VE0+ voidaan todeta epäsuotuisimmaksi liittymätyyppiksi kaikissa ennustetilanteissa. Nykytilanteeseen verrattaessa vaihtoehdot VE4 ja VE6 lyhentävät matka-aikoja, kun vaihtoehdot VE0+, VE1 ja VE5 taas pidentävät niitä. Liikenneturvaisuustarkastelussa nykyisen liittymän korvaaminen sekä eritasoliittymällä että kiertoliittymällä vaikuttaa liittymän liikenneturvallisuuteen positiivisesti. Kiertoliittymä vähentää henkilövahinkoon ja kuolemaan johtavia onnettomuuksia hieman eritasoliittymää enemmän, ero eritasoliittymävaihtoehtoihin on kuitenkin hyvin pieni. (Ramboll 2015.)

Kannattavuuslaskelmista käy ilmi myös se, että vaihtoehdot VE4 ja VE6 ovat yhteiskuntataloudellisesti kannattavia. Vaihtoehtojen VE1 ja VE5 kannattavuus jää alle kannattavuusrajan 1. Kiertoliittymävaihtoehdossa VEO+ laskennallinen aikakustannusten lisäys on suurempi kuin turvallisuuden paranemisesta saadut säästöt, jolloin HK-suhde jää negatiiviseksi. Lopullista päätöstä Askolassa sijaitsevan liittymätyypin valinnasta ei ole vielä tehty. (Ramboll 2015.)

4.5 Kiertoliittymäkäytännöt pääteillä muualla Euroopassa

4.5.1 Ruotsi

Ruotsin Trafikverket ylläpitää valtion teitä. Valtio ja alueelliset päättäjät kehittävät Ruotsissa päätieverkkoa yhteistyössä 290 kunnan kanssa. Päätieset kuuluvat valtiolle, mutta kunnan läpi kulkevan päätien investointipäätöksistä vastaa kunta. Pääteiden suunnittelussa tavoitteena on tarjota käyttäjille tehokas, kestävä ja turvallinen liikennejärjestelmä liikkumiseen. (Wärnhjelm 2015.)

Ruotsissa päätiet jaetaan Eurooppa-teihin (E-tunnus ja numero), valtateihin (tienumerot, jotka ovat alle 99), toisen luokan teihin (tienumerot, jotka ovat 100–599) ja alemman luokan teihin (tienumerot, jotka ovat yli 600). Trafikverketin ylläpitämään päätieverkkoon kuuluu noin 20 000 km teitä. Niistä 2 000 km on moottoriteitä, 2 700 km 2+1-kaistaisia teitä ja loput noin 15 300 km kaksiajokaistaisia teitä. Nopeusrajoitukset pääteillä jakaantuvat niin, että 100 km/h nopeusrajoitus on 2 000 km:llä, 90 km/h nopeusrajoitus 9 000 km:llä ja noin 14 000 km:llä nopeusrajoitus on enintään 80 km/h. Moottoriteillä liikennemäärät ovat 10 000–140 000 ajon./vrk ja 2+1-kaistaisilla teillä liikennemäärät ovat 2 000–15 000 ajon./vrk. Kaksiajorataisilla 70 km/h nopeusrajoituksen teillä liikennemäärät ovat 3 000–4 000 ajon./vrk, nopeusrajoituksen 90 km/h teillä 500–8 000 ajon./vrk ja nopeusrajoituksen 80 km/h teillä suurimmat liikennemäärät ovat 8 000 ajon./vrk. (Wärnhjelm 2015.)

Liittymätyypin valinnassa käytetään Ruotsissa Vägars och gatans utformning -ohjeita. Toisessa ohjeessa on kerrottu katujen ja teiden suunnittelun vaatimuksessa ja toisessa suunnittelun keinoista. Yleiset periaatteet ovat liittymien käytöstä:

- Arvioidaan yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia, jolloin kuormitusasteen on oltava liittymissä hyvällä laatutasolla, joka on alle 0,8.
- Liikenneturvallisuuden pitää olla hyväksytyt rajoissa. (Wärnhjelm 2015.)

Kiertoliittymien käytöstä pääteillä ei ole kansallista linjausta, mutta erilaisia mielipiteitä on esitetty paljon. Kiertoliittymät ovat hyvin yleisiä taajamissa ja taajaman porttikohdissa. Kiertoliittymiä toteutetaan kohtuullisen yleisesti myös taajamien ulkopuolelle, jos sivusuunnan liikennemäärät ovat yli 1 000 ajon./vrk. Ohjeissa kuitenkin mainitaan, että tietyt palvelutasokriteerit tulee ottaa huomioon kiertoliittymien käytössä raskaan liikenteen reiteillä. (Wärnhjelm 2015.)

Kyselyyn vastaajan Wärnhjelmin mukaan Ruotsissa kiertoliittymän vaikutuksista, kuten liikenneturvallisuudesta sekä kiertoliittymän kapasiteetista, palvelutasosta, matkustusajasta sekä polttoaineen kulutuksesta on tehty tutkimuksia. Nämä tutkimukset on kuitenkin tehty 1980–1990-luvuilla.

4.5.2 Norja

Norjassa maanteitä ja katuja koskevat suunnitteluperiaatteet on annettu Norjan Tiehallinnon (Statens vegvesen) laatimissa normeissa (Vegnormaler). Normeissa tiet jaetaan toiminnallisen tehtävän mukaan luokkiin, joita ovat valtakunnalliset tiet (pituus 10 400 km), läänitiet (pituus 44 300 km) sekä kunnalliset tiet (pituus 38 700 km). Osa teistä kuuluu Eurooppa-tieverkkoon (E-tunnus). Jakoperusteina käytetään lisäksi nopeusrajoitusta sekä liikennemäärää. Kaduilla jakoperustana ovat nopeusrajoitus ja kulkumuodot. Norjassa päätieverkko sijaitsee yleensä taajaman ulkopuolella, jolloin taajama-alue rauhoitetaan läpiajoliikenteeltä. Pääteitä kuitenkin sijaitsee myös taajamissa, jossa ne ovat osa katuverkkoa. (Staten vegvesen 2010, 2014.)

Maaseuduilla nopeusrajoitus vaihtelee 80–110 km/h. Maaseuduilla tie on joko moottoritie tai kaksiajokaistainen tie keskikaiteella tai ilman. Kaksiajokaistaiset tiet tulevat kyseeseen, kun liikennemäärät ovat alle 12 000 ajon./vrk ja nopeusrajoitus 60–80 km/h. Kun liikennemäärät ylittävät 12 000 ajon./vrk, tavoitteena on moottoritie ja suuremmat ajonopeudet. Taajaman ja maaseudun välisissä porttikohdissa pääteiden nopeusrajoitus on yleensä 60 km/h. Jalankulku ja pyöräily on tyypillisesti eroteltu pääteiden ajoneuvoliikenteestä. Jos liikennemäärä on alle 6 000 ajon./vrk, käytetään liittymätyyppinä yleensä tasoliittymää. Tyypilliset liikennemäärät taajaman porttikohdissa ovat 2 000–5 000 ajon./vrk, mutta voivat myös olla jopa 12 000–15 000 ajon./vrk. Taajamissa ajonopeudet ovat 30–50 km/h. Yleensä taajamissa myös kulkumuodot sekoittuvat, jos ajonopeudet ja liikennemäärät ovat alhaiset. Taajamissa liikkuu myös raskasta liikennettä, mutta pääsääntöisesti taajama-alue on suunnattu paikallisiikenteelle, joukkoliikenteelle, kävelylle ja pyöräilylle. (Skogheim 2015.)

Norjan nykyinen hallitus on asettanut rajoituksia kiertoliittymien toteutukselle pääteillä. Pääteillä kiertoliittymärajoituksia perustellaan sillä, että ne haittaavat pääteiden sujuvuutta. Norjan teiden ja katujen suunnitteluohjeessa N 100:ssa (Staten vegvesen, 2014) kuvataan standardivaatimukset teiden ja kadun suunnittelusta. Ohjeen mukaan Norjassa kiertoliittymiä toteutetaan pääteillä ainoastaan liikenteen solmukohdissa tai sisääntuloväylillä. Solmukohdalla tarkoitetaan kohtaa, joissa kaksi päätieta kohtaa tai päätie risteää ohitustien kanssa. (Staten vegvesen 2014.)

Kiertoliittymiä toteutetaan yleisesti taajamiin. Kiertoliittymiä voidaan käyttää myös liittymätyyppinä maaseudulla, jos liikennemäärät ovat vähäiset. Kiertoliittymä soveltuu hyvin myös eritasoliittymien ramppien päihin. (Skogheim 2015.)

Norjassa ei ole viime aikoina tutkittu kiertoliittymien vaikutuksia. Ainoat vaikutukset, mitä Norjassa on havaittu, liittyvät liikenneturvallisuuteen sekä normaalia pidempien ajoneuvojen liikkumiseen kiertoliittymässä. Norjalaisten mukaan kiertoliittymät ovat hyvin turvallisia liittymätyyppejä. Raskaan liikenteen pitkien ajoneuvoyhdistelmien (25,25 m pitkillä ja massaltaan 60 t) on arvioitu tarvitsevan kiertosaarekkeen ulko-reunalle enemmän tilaa. (Skogheim 2015.)

4.5.3 Saksa

Saksa on liittotasavalta, joka koostuu 16 osavaltiosta. Ministeriö on vastuussa liikenehankkeista ja -suunnittelusta. Liittovaltion hallinnan alla on 16 osavaltiota, jotka vastaavat omien alueiden teistä, paikallisista teistä ja alueen teistä. Heidän vastuulleen on oman tieverkon kehittämisen suunnittelu. (Schreck 2015.)

Saksassa tiet on jaettu moottoriteihin (12 900 km, tunnus A), osavalttiosta toiseen johtaviin pääteihin (39 600 km, tunnus B), osavaltion sisäisiin teihin (91 800 km) ja paikallisteihin (86 200 km). Saksan pääteiden muodostama verkko (moottoritiet ja osavalttiosta toiseen johtavat tiet) muodostavat Euroopan tiheimmän tieverkon. Kuitenkin vain 23 % liikenteestä kulkee näillä teillä. Keskimääräinen liikennemäärä moottoriteillä on 49 000 ajon./vrk. (Lippold et al. 2015.)

Saksassa on otettu käyttöön teiden luokittelu, jossa tiet on luokiteltu yhteysvälien sekä yhteysvälin merkittävyuden perusteella, ja suunnitteluperiaatteet kullekin yhteysvälille määräytyvät sen suunnitteluluokan mukaan. Tiensuunnittelussa pyritään tarjoamaan vain rajoitettu määrä tietyyppisiä tienkäyttäjille. Tietyyppisiä ovat moottoritiet, maaseudun tiet, paikallistiet ja pääteiden tiet rakentamattomassa ja rakennetussa ympäristössä. Liittymien suunnittelussa tulee ottaa huomioon yhteysvälin suunnittelu, tien suunnittelu, turvallisuus, liikennevirrat ja ympäristön olosuhteet. Kiertoliittymien suunnittelussa käytetään seuraavia ohjeita: RAL, Guidelines for the design of rural highways; RASt, Guidelines for the design of urban streets; Guidelines for roundabouts. (Lippold et al. 2015; Schreck 2015.)

Kiertoliittymiä rakennetaan maaseutumaisille pääteille ja niitä alemmistasoisille teille. Maaseudun teillä suunnittelun periaatteena ovat standardit ja tunnistettavuus. Maaseudun teille on määritelty neljä eri suunnitteluluokkaa (EKL 1– EKL 4), joiden suunnittelussa teiden ominaisuudet määräytyvät suunnitteluopeuden, tiellä sallitun liikenteen, poikkileikkauksen, suuntauksen ja liittymätyypin mukaan. Tietyyppillä EKL 1 nopeustaso on 110 km/h ja siellä on pitkämatkaista moottoriajoneuvoliikennettä (40–160 km), jossa KVL on enimmillään 22 000 ajon./vrk. Tietyyppillä EKL 2 on valtion sisäistä liikennettä (10–70 km), nopeustaso on 100 km/h, pyöräily tiellä ei ole sallittu ja KVL on 8 000–15 000 ajon./vrk. EKL 3:lla on alueellista liikennettä (5–35 km), nopeustaso on 90 km/h, tielle suositellaan erillisiä jalankulku- ja pyöräteitä ja KVL enimmillään 13 000 ajon./vrk. Tietyyppillä EKL 4 on paikallisliikennettä (enintään 15 km), nopeustaso on 70 km/h, tiellä on jalankulku, pyöräily ja hidas liikenne sallittu ja KVL on enimmillään 3 000 ajon./vrk. (Zoesch et al. 2015.)

Taulukossa 18 on esitetty kiertoliittymien sijoittuminen maaseutumaisille teille. Kiertoliittymiä voidaan käyttää suunnitteluluokan EKL3 tiellä eritasoliittymän rampin päässä, kun korkeamman suunnitteluluokan (EKL1 tai EKL2) tie risteää EKL 3 kanssa tai tasoliittymänä, kun EKL 3 kohtaa samantasoisien tai alemmistasoisien (EKL3 tai EKL4) tien kuin se itse. Eniten kiertoliittymiä on kohdissa, jossa EKL 3 kohtaa samantasoisien tien kuin se itse tai sitä alemmistasoisien tien. (Zoesch et al. 2015.)

Taulukko 18. Kiertoliittymät Saksan maaseutumaisilla teillä. (Zoesch, et al., 2015)

main second	EKL 1	EKL 2	EKL 3	EKL 4
EKL 1				
EKL 2				
EKL 3				
EKL 4				

Saksassa kiertoliittymät ovat viimeisen 25 vuoden aikana saavuttaneet lisääntyvää suosiota suunnittelijoiden ja tienkäyttäjien keskuudessa. Saksassa kiertoliittymien kanssa on edetty melko varovaisesti. Saksassa on jonkin verran tutkittu kiertoliittymistä aiheutuvia vaikutuksia. Tutkimuksissa on käsitelty pääasiassa kiertoliittymien sijoittumista erilaisiin ympäristöihin, liikenneturvallisuutta sekä liikenteen toimivuutta. Lisäksi kevyen liikenteen hallintaa liikenneympyröissä on analysoitu. Tutkimusten mukaan kiertoliittymät ovat yleinen ratkaisu sekä taajamiin että maaseutumaisiin ympäristöihin. Ihmisten kokemukset kiertoliittymistä ovat positiivisemmat kuin valo-ohjauksisista liittymistä, sillä kiertoliittymissä liikenne on sujuvampaa. Sujuvuuden takia myös poliitikot kannustavat kiertoliittymien toteuttamista. Useissa tapauksissa kuitenkin kiertoliittymän toteuttaminen ei ole mahdollista. Yleisesti ottaen kiertoliittymät ovat myös turvallisia liittymätyyppejä. Etenkin taajamien minikiertoliittymissä sekä yleisesti turbokiertoliittymissä liikenneturvallisuus on hyvä. Kiertoliittymien välityskykyä on tutkittu saksalaisten liikennesääntöjen ja ajokäyttäytymisen avulla. Tutkimuksissa osoitettiin, että kiertoliittymän maksimivälityskyky on enintään 40 000 ajon./vrk, mutta tällöin kiertoliittymän koon täytyy olla suuri ja liittymän on oltava ainakin osittain kaksikaistainen. (Brilon 2014.)

4.5.4 Alankomaat

Alankomaissa on 139 000 kilometriä teitä, joista noin 3 500 kilometriä on moottoriteitä. Alankomaissa tiet jaetaan sisäänajo-, kokooja- ja läpiajoväyliin. Sisäänajoväylät toimivat ajoväylinä rakennuksiin, ja liikennemäärät näillä väylillä ovat rajalliset. Nopeusrajoitukset näillä väylillä ovat 30 km/h tai 60 km/h. Läpiajoväylillä liikenne on lähes häiriötöntä, ja ajoradat ovat erotettuina toisistaan. Nopeusrajoitukset ovat 100 km/h tai 120 km/h. Kokoojaväylät mahdollistavat liittymisen muille väylille ja liikennemäärät ovat sisäänajo- ja läpiajoväylien väliltä. Nopeusrajoitukset ovat joko 50 km/h, 70 km/h tai 80 km/h. Jokaiselle väylälle on omat suunnitteluohjeet, joita pääsääntöisesti noudatetaan, jotta liikenneturvallisuus säilyisi. (Boender 2015.)

Liittymien suunnittelun lähtökohtana ovat liittymän havaittavuus ja turvallisuus. Suunnitteluohjeet liittymien suunnittelusta riippuu siitä, sijaitseeko liittymä maaseutumaisessa ympäristössä vai taajamassa. Taajamissa käytetään ohjetta ASVV ja maaseutumaisissa ympäristöissä Handbook for Road Design. (SWOV 2014.)

Kiertoliittymät ovat turvallisin liittymätyyppi Alankomaissa. Kiertoliittymiä toteutetaan, kun sisääntuloväylä kohtaa kokoojaväylän, kun kokoojaväylä kohtaa toisen samanlaisen väylän ja kun kokoojaväylä kohtaa sisäänajoväylän. Ohjeiden mukaan on vielä tarkemmin määritelty millaisia kiertoliittymiä voidaan toteuttaa. Maaseutumaisissa olosuhteissa toteutetaan yleensä kaksikaistaisia kiertoliittymiä ja taajamissa yksi- tai kaksikaistaisia kiertoliittymiä. (SWOV 2012.)

Alankomaissa kiertoliittymiä on noin 3 900 ja niistä noin 2 900 sijaitsee taajamissa. Alankomaissa on toteutettu yksi- ja kaksikaistaisia kiertoliittymiä sekä turbokiertoliittymiä. Alankomaissa yksikaistaisen kiertoliittymän välityskyky on 20 000–25 000 ajon./vrk ja kaksikaistaisen kiertoliittymän 22 000–40 000 ajon./vrk. riippuen siitä, montako sisääntulo- ja poistumiskaistaa kiertoliittymässä on. (Churchill et al. 2010.)

Kiertoliittymien turvallisuutta on tutkittu maaseutumaisissa olosuhteissa, joissa 58 tasoliittymää muutettiin kiertoliittymäksi. Suurin osa liittymistä toteutettiin yksikaistaisina kiertoliittyminä. Lisäksi jokaisessa kohteessa pyöräilijät oli eroteltu ajoneuvo-liikenteestä. Molempien kiertoliittymätyyppien kohdalla ennen-jälkeen tutkimuksessa

onnettomuuksien määrä väheni 70 %:lla. Voidaan myös olettaa, että turbokierto-liittymien osalta prosenttiosuus on samaa tasoa. (Churchill et al. 2010.)

4.6 Yhteenvedo ja päätelmät tuloksista

Vuonna 2014 pääteiden liikenteestä henkilö- ja pakettiautoja on keskimäärin hieman yli 90 %, ja raskaiden ajoneuvojen osuus on lähes 10 %, joista 5,5 % on kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmiä. Liikennemäärien on ennustettu kuitenkin kasvavan nykyisestä tasosta noin 35 % vuoteen 2035 mennessä, joka vuoksi myös pääteiden liikennemäärät tulevat kasvamaan (Tiehallinto 2007a.).

Nykyiset Suomen pääteille toteutetut kiertoliittymät ovat yli 90 %:sesti yksikaistaisia ja nelihaaraisia. Ne sijaitsevat lähes 90 %:sesti taajamassa tai taajaman reuna-alueilla. Taajamassa sijaitsevassa päätien kiertoliittymässä nopeustaso liittymän ulkopuolella on yleensä 40–50 km/h ja enimmillään 60 km/h. Ympäristö on rakennettu ja yleensä päätien läheisyydessä on jalankulku- ja pyöräilyväylä. Suojatie voi myös ristettyä joko päätien tai sivusuunnan kanssa.

Taajaman reuna-alueilla nopeustaso on kiertoliittymän ulkopuolella 60–80 km/h, ja yleensä kiertoliittymä toimii näissä ympäristöissä taajaman porttikohtana tai sisään-tuloväylänä. Yleisesti taajaman reuna-alueen kiertoliittymä sijaitsee taajaman ulko-puolella, mutta rakennetussa ympäristössä taajaman läheisyydessä. Tieympäristö muuttuu päätien osalta maaseutumaisemmaksi, kun jatketaan kiertoliittymästä taa-jaman vastakkaiseen suuntaan. Kiertoliittymän sivusuunnasta on yleensä yhteys taa-jamaan, asuinalueelle, teollisuusalueelle tai muille alueen palveluille. Suurin osa pää-teiden kaksikaistaisista kiertoliittymistä on toteutettu taajaman reuna-alueille. Taa-jaman reuna-alueelle on toteutettu myös Suomen pääteiden kaksi ainoaa turbokierto-liittymää, joista toinen sijaitsee Kokkolassa ja toinen Vaajakoskella.

Jokaisessa maaseutumaisessa kiertoliittymäkohteessa kiertoliittymä on ollut perus-teltu tapaus, vaikka linjaus kiertoliittymien käytöstä ei suosittele toteutettavaksi kier-toliittymiä tällaiseen ympäristöön (Tielaitos 1996). Pääteiden maaseutumaisiin olo-suhteisiin on toteutettu kiertoliittymiä 13 kappaletta. Pääteiden maaseutumaisissa kiertoliittymäkohteissa on ominaista se, että kiertoliittymäaluetta ja päätietä ympäröi joko pelto tai metsä. Myös taajamat sijaitsevat kauempana päätiestä. Nopeusrajoituk-set kiertoliittymän ulkopuolella vaihtelevat 60–100 km/h riippuen siitä, minkä tien kanssa päätie risteää. Usein pääteiden maaseutumaisissa kohteissa liittymän lähei-syydessä on huoltoasema, muutamassa kohteessa on taas yhteys moottoritille. Muu-tamassa kohteessa asuinalue sijaitsee aivan päätien kiertoliittymän läheisyydessä, mutta tienkäyttäjät ei pysty havaitsemaan asuinalueita päätieltä, sillä kohde näyttää hyvin maaseutumaiselta metsien ja peltojen takia.

Yksittäisten ajoneuvojen simulointitulokset osoittavat hyvin, millaisia vaikutuksia kiertoliittymällä on päätien liikenteeseen ilman muita häiriötekijöitä. Päätien liiken-teen nopeustaso laskee kiertoliittymän vuoksi jokaisen päätien ajoneuvon osalta. Simulointiajoneuvojen perusteella kiertoliittymillä lisää ajoneuvon matka-aikaa ja polttoai-neen kulutusta kaikilla nopeustasoilla. Lisäksi tien pituuskaltevuus vaikuttaa matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen. Jyrkemmät pituuskaltevuudet lisäävät matka-aikaa ja polttoaineen kulutusta.

Kiertoliittymän vaikutukset alkavat jo 350 metriä tai 150 metriä ennen kierto liittymää riippuen tiellä käytettävästä nopeustasosta. Kiertoliittymän jälkeen nopeustason saavuttaminen riippuu käytetystä ajoneuvotyypistä ja nopeustason suuruudesta. Massaltaan suuremmalla ajoneuvolla kestää pitempään halutun nopeustason saavuttaminen. Pääteillä merkittävimmät ajoneuvotyypit ovat keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakaman (taulukko 11) mukaisesti henkilö- ja pakettiautot sekä kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmät. Henkilö- ja pakettiauto saavuttavat nopeustasosta riippuen tasaisessa maastossa halutun nopeustason 60–550 m jälkeen, mutta kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä tavoiteltu nopeus voidaan saavuttaa vasta 550–1 280 m kierto liittymän jälkeen. Esimerkiksi 80 km/h nopeustasolla kierto liittymästä aiheutuva vaikutus kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä on yli 1,6 km:n matkalla tasaisessa maastossa, kun otetaan huomioon liittymää edeltävät nopeusrajoitukset, hidastaminen ennen kierto liittymää ja kiihdyttäminen kierto liittymän jälkeen.

Tuloksissa arvioitiin kierto liittymän vaikutusta päätien liikenteeseen, kun otettiin huomioon päätien liikennemäärä (10 000 ajon./vrk). Sivusuunnan vaikutusta ei otettu kyseisessä arvioissa huomioon. Arvioissa 8 % ajoneuvoista pysähtyy kierto liittymään, mutta pääsee välittömästi jatkamaan ajamista. Tehtyjen arvioiden mukaan eniten viivytyksiä ja polttoaineen kulutusta aiheuttavat henkilöautot sekä kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmät. Henkilöautot aiheuttavat viivytyksiä ja polttoaineen kulutuksen lisäystä eniten, sillä niiden osuus on suurin päätien kokonaisliikennemäärästä, vaikka yksittäisellä henkilöautolla kulutus ei ole niin merkittävä. Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä aiheuttaa toiseksi eniten viivytyksiä ja polttoaineen kulutusta, sillä ajoneuvo kiihtyy muita ajoneuvoja hitaammin suuresta massasta johtuen. Muiden ajoneuvotyyppien aiheuttamat viivytykset ja polttoaineen kulutuksen lisäykset lisäävät kokonaisvaikutuksia, mutta niiden osuus ei ole niin merkittävä.

Vaikka tulokset käsittelevätkin vain yksittäistä ajoneuvoa, ja muun liikenteen vaikutusta ei simuloinneissa ole otettu huomioon, eivät ajoneuvot ole normaaliolosuhteissa häiriöttömässä ympäristössä pääteillä. Kiertoliittymän vaikutuksesta päätien liikenteen nopeustaso laskee liittymän vuoksi jokaisen ajoneuvon osalta. Kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä estää vapaan ajon kierto liittymän jälkeen nopeammin kiihtyviltä ajoneuvoilta. Lisäksi pienetkin pituuskaltevuudet lisäävät matkaa nopeustason saavuttamiseksi kierto liittymän jälkeen, jolloin esimerkiksi kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä ei saa kiihdytettyä ajonopeuttaan haluttuun nopeustasoon vasta kuin mäen jälkeen.

Tuloksissa arvioitiin myös matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen kustannuksia. Esitetyt kustannuslaskelmat ovat arvioita siitä, kuinka paljon kierto liittymästä aiheutuu kustannuksia verrattuna suoraan tietyllä nopeudella ajettavaan tieosuuteen. Tien nopeustaso vaikuttaa kustannusten suuruuteen. Mitä korkeampi nopeustaso päätieillä on, sitä korkeammat matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen kustannukset aiheutuvat kierto liittymästä. Polttoaineesta aiheutuvat kustannukset ovat suuremmat kuin matka-ajoista aiheutuvat kustannukset.

Työssä tutkittiin myös kolmeen eri päätien kohteeseen tehtyjä liikenteellisiä selvityksiä. Liikenteellisistä selvityksistä ilmeni myös, että pääteillä kierto liittymä hidastaa etenkin päätien suuntaista liikennettä. Liikennemääräjakaman ollessa epätasainen aiheuttaa kierto liittymä viivästyksiä sekä päätien suunnalle että sivusuunnalle. Lisäksi, jos liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen lisäksi myös muilla

suunnilla hallitsevia liikennevirtoja, aiheuttaa kiertoliittymä viivytyksiä jokaiselle ajosuunnalle, jolloin kiertoliittymä ei ole sopiva ratkaisu sellaiseen liittymään. Kiertoliittymän turvallisuusvaikutukset on havaittu myös liikenteellisissä selvityksissä. Kiertoliittymä on muihin liittymätyppeihin verrattuna turvallisin liittymätyyppi auto-liikenteelle. Liikenteellisissä selvityksissä havaittiin myös, että esimerkiksi eritasoliittymä voi myös lisätä muun muassa matka-aikoja. Liittymän teknisellä mitoituksella on siis tärkeä rooli liittymää suunniteltaessa.

Kiertoliittymien toteuttaminen pääteille vaihtelee Euroopassa. Ruotsissa kiertoliittymien käytöstä pääteillä ei ole kansallista linjausta. Ruotsissa kiertoliittymiä toteutetaan eniten taajamiin. Ohjeiden mukaan myös raskaan liikenteen reitit tulee ottaa huomioon kiertoliittymien käytössä. Norjassa on selkeä linjaus siitä, milloin kiertoliittymiä voidaan käyttää pääteillä. Nämä kohteet ovat, kun kaksi päätietä kohtaa, kun päätie risteää ohitustien kanssa tai kun kyseessä on sisääntuloväylä. Kiertoliittymiä rakennetaan myös taajamiin, jossa ne voivat olla osana päätietä. Myös maaseutumaisissa ympäristöissä kiertoliittymiä voidaan toteuttaa, jos liikennemäärät ovat vähäiset. Kiertoliittymät soveltuvat hyvin myös eritasoliittymien ramppien päihin. Saksassa kiertoliittymiä rakennetaan maaseutumaisille pääteille ja niitä alempitasoisille teille. Saksassa kiertoliittymä voi tulla myös kyseeseen eritasoliittymien ramppien päädyissä. Alankomaissa kiertoliittymiä toteutetaan silloin, kun sisääntuloväylä kohtaa kokoojaväylän, kun kokoojaväylä kohtaa toisen samanlaisen väylän ja kun kokoojaväylä kohtaa sisäänajoväylän.

Kiertoliittymien vaikutuksia päätien näkökulmasta ei ole tutkittu juuri ollenkaan Ruotsissa, Norjassa, Saksassa tai Alankomaissa. Muita vaikutuksia kuitenkin ilmeni tätä työtä varten tehdyssä kyselyssä. Ruotsissa kiertoliittymien vaikutusanalyysijä ei ole tehty kuin 1980–1990-luvuilla. Norjassa ei myöskään ole lähiaikoina tutkittu kiertoliittymän vaikutuksia. Norjassa kuitenkin todetaan kiertoliittymien olevan hyvin turvallisia liittymiä. Saksassa on tutkittu jonkin verran kiertoliittymistä aiheutuvia vaikutuksia. Tutkimuksissa on käsitelty pääasiassa kiertoliittymien sijoittumista erilaisiin ympäristöihin, liikenneturvallisuutta sekä liikenteen toimivuutta. Lisäksi kevyen liikenteen hallintaa liikenneympyröissä on analysoitu. Saksassa on saatu hyviä kokemuksia kiertoliittymistä. Tulokset osoittavat, että kiertoliittymät ovat ihmisten mielestä sujuvampia kuin valo-ohjauksiset liittymät. Yleisesti ottaen kiertoliittymät ovat myös turvallisia liittymätyppejä Saksassa, ja taajamien minikiertoliittymät ja turbokiertoliittymät koetaan erittäin turallisiksi liittymiksi. Tehtyjen tutkimusten mukaan kiertoliittymät ovat turvallisin liittymätyyppi Alankomaissa. Turbokiertoliittymät ovat myös turvallinen liittymätyyppi Alankomaissa.

5 Kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille

5.1 Yleistä kriteereistä

Kiertoliittymän toteuttamista pääteille tulee harkita tarkoin. Luvuissa 2–4 esitetyissä aineistoissa ja tuloksissa on pyritty antamaan kattava tieto pääteistä, niiden liittymistä, kiertoliittymistä sekä kiertoliittymän yleisistä vaikutuksista ja vaikutuksia päätien liikenteeseen. Näiden tietojen pohjalta voidaan laatia kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille. Päähuomio näiden kriteerien muodostamisessa on päätien suuntaiseen liikenteeseen aiheutuvat vaikutukset.

Kriteerien muodostamisessa on pyritty löytämään aineistosta vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miten päätie ja sen liittymille asetetut tavoitteet rajoittavat kiertoliittymien toteuttamista pääteillä?
- Mitkä tekijät puoltavat kiertoliittymän toteuttamista pääteillä? Mitkä eivät puolla?

Tässä työssä laaditut kriteerit ovat muodostettu itsenäisesti kirjallisuusaineiston ja työn tutkimusaineiston pohjalta. Muodostetut kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille on jaettu kategorioihin. Kategoriat on laadittu käyttäen apuna liittymän suunnittelun lähtökohtia sekä liikenteellisen selvityksen eri vaiheita, jotka esitettiin luvuissa 2.2.3–2.2.4. Niiden mukaan uutta liittymää ehdottaessa tulee laatia nykytila-analyysi ja tutkia liittymän ja alueen liikenneverkkoa, liikenneviroja, tietä, liikenneturvallisuutta, ympäristöä ja liikennetaloutta. Kun otetaan huomioon linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä ja työssä tutkitut vaikutukset kiertoliittymistä, voidaan muodostaa liittymän suunnittelua, hankearviointeja ja päätöksentekoa edesauttavat kategoriat, joiden pohjalta kriteerejä voidaan tarkastella. Kategoriat ovat ympäristö, liikennemäärät ja -jakaumat, nopeustaso ja nopeustason lasku, turvallisuus, liittymän paikka ja liikennetalous (luku 5.2). Ennen seuraavaa lukua 5.2 on vielä esitetty lyhyet perustelut siitä, miksi juuri nämä kategoriat ovat valittu.

Ympäristö – Pääteiden kiertoliittymälinjauksessa liittymän ympäristö ja sen sijainti vaikuttavat merkittävästi siihen, mihin kiertoliittymä voidaan toteuttaa.

Liikennemäärät ja -jakaumat – Jotta päätien liikenne olisi sujuva, täytyy kiertoliittymän olla toimiva ja sovittava päätiellä käytettävään nopeustasoon. Suunniteluohjeista, pääteille tehdyistä liikenteellisistä selvityksistä ja yksittäisten ajoneuvojen simuloinneista on saatu perusteluja sille, millaisilla liikennemäärillä ja jakaumilla kiertoliittymä voi olla mahdollista toteuttaa päätielle.

Nopeustaso ja nopeustason lasku – Turvallisuuden takia pääteillä pyritään mahdollisimman tasaiseen nopeustasoon. Kiertoliittymä kuitenkin aina alentaa päätien nopeustasoa. Pääteiden kiertoliittymälinjauksen mukaan kiertoliittymä on kuitenkin mahdollista toteuttaa kohteeseen, jossa ajonopeutta tarvitsee muutoinkin alentaa.

Turvallisuus – Aiemmat tutkimukset kiertoliittymien vaikutuksista vahvistavat kiertoliittymien turvallisuuden autoliikenteelle. Liittymien suunnitteluohjeen mukaan kiertoliittymä voi liikenneturvallisuusmielessä tulla kyseeseen päätiekohteeseen, jos liittymässä on tapahtunut paljon onnettomuuksia, ja etenkin henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia.

Liittymän paikka – Liittymän suunnitteluohjeen ja yksittäisille ajoneuvoille tehtyjen simulointitulosten pohjalta on arvioitu sitä, millaisiin paikkoihin kiertoliittymä voi sopia.

Liikennetalous – Työssä esitettyjen arvioiden perusteella voidaan pohtia, mitä millaiset kustannukset kiertoliittymistä syntyvät yhteiskunnalle.

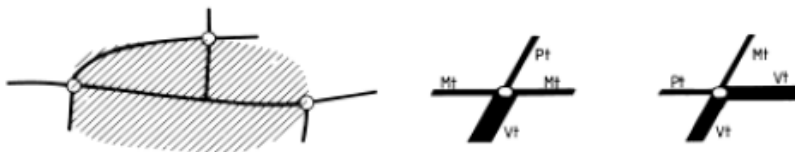
5.2 Kriteerit

5.2.1 Ympäristö

Ympäristö viestii tienkäyttäjälle tien luonteesta. Päätien ympäristö voi olla maaseutumaisissa olosuhteissa, haja-asutus- ja tienvarsi-asutusalueilla, kaupunkiseuduilla tai taajamissa. Ympäristö ja paikalliset olosuhteet vaikuttavat tiellä käytettävään nopeustasoon. Taajamissa ja sen reuna-alueilla nopeusrajoitukset ovat alhaisemmat kuin maaseutumaisissa olosuhteissa. Kiertoliittymän olisi tärkeä sopia ympäristöön ja tiellä käytettävään nopeustasoon. (Tiehallinto 2001a.) Rakennetussa ympäristössä kiertoliittymän toteuttaminen on hyväksyttävämpää, sillä se liittyy yleensä osaksi paikallista maankäyttöä.

Kun päätie on osana taajamaa tai taajamaväylää, on ajoneuvoliikenteen lisäksi huomioitava muut tiellä liikkujat (jalankulkijat, pyöräilijät, linja-autoliikenne) ja taajamaan liittyvät rakenteet. Ympäristöolosuhteiden vuoksi nopeusrajoitus on taajamassa alhaisempi kuin päätien korkea mitoitusnopeus. Taajaman yleinen nopeusrajoitus on 50 km/h, mutta se voi olla myös 40 km/h tai 60 km/h. Taajamissa ajoneuvo joutuu tie-, liikenne- ja ympäristöolosuhteiden vuoksi ajamaan hitaasti tai hidastamaan ajonopeuttaan, joten taajamissa kiertoliittymän toteuttaminen on mahdollinen jo valmiiksi alhaisen nopeustason vuoksi.

Taajaman reuna-alueella tai porttikohdassa kiertoliittymä voi myös olla mahdollinen, sillä näissä kohdissa tien yleinen luonne muuttuu. Tällöin kiertoliittymä voi toimia yhteysvälin päätepisteenä ja/tai liittymäkohteessa, jossa liikenne voidaan jakaa toiminnallisesti alempitasoiseen verkkoon. Kuvassa 37 on esitetty taajaman reuna-alueen ja porttikohdan mahdolliset kiertoliittymäkohteet.



Kuva 37. Taajaman reuna-alueen ja porttikohdan mahdolliset kiertoliittymäkohteet (Tiehallinto 2001a).

Maaseutumaisissa olosuhteissa päätien suunnalla käytetään yleensä korkeaa nopeustasoa, ja tällaisen ympäristön jatkuessa oletetaan myös korkean nopeustason jatkuvan edelleen, joten päätien maaseutumaisiin liittymäkohteisiin kiertoliittymät eivät sovellu. Ympäristö itsessään ei myöskään viesti ajoneuvon kuljettajalle pistemäisestä nopeustason alentamisesta. Korkean nopeustason vuoksi kiertoliittymiä ei voida toteuttaa moottori- tai moottoriliikennetieksi luokitetuille päätielle.

5.2.2 Liikennemäärät ja -jakaumat

Liikennemäärillä ja -jakaumilla on vaikutusta liittymätyypin valinnassa. Kiertoliittymä ei sovi pääteille, joiden liikennemäärä on niin suuri, ettei kiertoliittymä pysty välittämään sujuvasti siihen tulevaa ja siitä poistuvaa liikennettä. Tässä työssä ei tutkittu sitä, kuinka suuri liikennemäärä päätiellä voi olla, jotta kiertoliittymä päätiellä on toimiva. Kuitenkin tasoliittymäohjeen (Tiehallinto 2001a) mukaisesti yksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyky kaikilta liittymähaaroilta yhteensä on 3 000 liittymään tulevaa ajoneuvoa tunnissa. Kaksikaistaisella kiertoliittymällä maksimivälityskyky on yksikaistaista kiertoliittymää suurempi.

Kiertoliittymiä ei suositella liittymään, jossa hallitsevin liikennemäärä on päätien suunnalla. Kiertoliittymä ei myöskään sovi liittymiin, joissa on epätasaiset liikennemääräjakaumat. Epätasaisilla liikennemääräjakaumilla kiertoliittymä aiheuttaa viiveitä sekä pääsuunnan että sivusuunnan liikenteeseen. Kiertoliittymä voi tulla kyseeseen, jos liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä. (Tiehallinto 2001a.) Jos liittymässä on vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen lisäksi myös muilla suunnilla hallitsevia liikennevirtoja, aiheuttaa kiertoliittymä viivytyksiä jokaiselle ajosuunnalle, jolloin kiertoliittymä ei ole sopiva ratkaisu sellaiseen liittymään. Edellä mainittu tilanne todettiin Valkealan liittymäkohteessa luvussa 4.4.

Kiertoliittymä ei myöskään sovellu kohtaan, jossa on paljon raskasta liikennettä. Luvussa 4 todettiin, että kiertoliittymä hidastaa eniten raskaan liikenteen sujuvuutta, sillä raskaiden ajoneuvojen nopeus kiihtyy massansa takia henkilöautoja hitaammin kiertoliittymän jälkeen. Kiertoliittymän jälkeen raskas ajoneuvo voi aiheuttaa myös viivytyksiä muille ajoneuvoille. Lisäksi kiertoliittymä lisää raskaan ajoneuvon polttoaineen kulutusta. Kulutuksen määrä riippuu mistä nopeudesta ja mihin nopeuteen ajoneuvo kiihdytetään. Raskaiden ajoneuvojen on myös vaikeampaa liikkua kiertoliittymässä verrattuna henkilöautoihin (Rahman et al. 2000). Kiertoliittymää ei myöskään suositella erikoiskuljetusten reiteille, sillä myös näiden ajoneuvojen on vaikea liikkua kiertoliittymässä.

Suurten ja keskisuurten kaupunkiseutujen ympärillä olevilla teillä liikennemäärät tulevat tulevaisuudessa kasvamaan (Tiehallinto 2007a), joten näihin liittymäkohteisiin kiertoliittymiä ei voi suositella. Kiertoliittymiä ei myöskään voi suositella muille pääteille, joiden liikennemäärien on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa.

5.2.3 Nopeustaso ja nopeustason lasku

Tasainen nopeustaso pääväylällä on todettu edullisimmaksi sujuvan ja turvallisen liikenteen aikaansaamiseksi. Nopeustason lasku voi heikentää päätien turvallisuutta. (Tiehallinto 2001a.) Pääteiden mitoitussnopeutena käytetään 120 km/h valtateillä, jotka on luokiteltu moottori- tai moottoriliikennetieksi. Muilla valtateillä yleinen mitoitussnopeus on 100 km/h. Kantateillä mitoitussnopeus on 100 km/h tai 80 km/h.

Poikkeukselliset arvot pääteiden mitoitusnopeuksista osoitetaan nopeusrajoitusmerkillä. (Liikenneministeriö 1992,1993.)

Koska pääteillä pyritään tasaiseen nopeustasoon, on kiertoliittymä mahdollinen kohteeseen, jossa ajonopeutta tarvitsee muutoinkin alentaa (taajama, taajaman reuna-alue tai porttikohta). Suuren nopeustason tiellä nopeuden laskun jälkeinen kiihdytys takaisin korkeaan nopeustasoon lisää ajoneuvojen matka-aikoja ja polttoaineen kulu- tusta kaikilla ajoneuvoilla ja etenkin henkilöautoilla ja kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmillä. Niistä aiheutuvat kustannukset lisäävät kiertoliittymästä kertyviä yhteiskunnallisia kustannuksia.

5.2.4 Turvallisuus

Liittymän tulee olla turvallinen jokaiselle siinä liikkujalle. Kiertoliittymä on turvallis in liittymä autoliikenteelle, sillä alhaisen nopeustason vuoksi ajoneuvojen väliset onnet- tomuudet ovat lievempiä, ja muotonsa vuoksi kiertoliittymässä ei satu risteämison- nettomuuksia. Kiertoliittymässä konfliktipisteiden määrä on vähäisempi muihin taso- liittymiin verrattuna. Kiertoliittymä voi liikenneturvallisuusmielessä tulla kyseeseen päätien kohteeseen, jos liittymässä on tapahtunut paljon onnettomuuksia ja etenkin henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia. (Tiehallinto 2001a.)

Kävelyn ja pyöräilyn turvallisuus on yksi huolenaiheita kiertoliittymässä. Usea auton- kuljettaja unohtaa olevansa sekä saavuttaessa kiertoliittymään että poistuttaessa kiertoliittymästä väistämivelvollinen jalankulkijoita ja pyöräilijöitä kohtaan tai ei havaitse jalankulkijoita tai pyöräilijöitä riittävän ajoissa. Kiertoliittymäkohteissa kä- vely ja pyöräily pyritään saamaan eri tasoon, mutta taajamissa kävelyn ja pyöräilyn väylät voivat olla myös samassa tasossa autoliikenteen kanssa. (Montonen 2008.)

5.2.5 Liittymän paikka

Paikalliset olosuhteet sekä käytettävissä oleva tila vaikuttavat siihen, onko kiertoliittymää mahdollista toteuttaa. Kiertoliittymä voidaan toteuttaa paikkaan, jossa tien geometria ja maaston topografia on tasainen (Tiehallinto 2001a). Tasainen maasto vähentää kiertoliittymästä aiheutuvia yhteiskunnallisia kustannuksia verrattuna maastoon, jossa tulee korkeusvaihteluita. Kiertoliittymä voidaan myös rakentaa sel- laiseen kohtaan, jossa on tilaa kiertoliittymälle. Kiertoliittymää ei kuitenkaan sovi sellaisiin kohteisiin, joissa kiertoliittymän geometrista mitoitusta ei saada riittävän korkealuokkaiseksi. Yksikaistainen kiertoliittymä vie vähemmän tilaa kuin kaksikais- tainen tai turbokiertoliittymä. Kiertoliittymä kaikkine muine rakenteineen (jalka- ja pyöräilykäytävien ja linja-autopysäkkien sijoittaminen) vie huomattavan paljon tilaa. (FWHA 2010; Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymää ei suositella toteutettavaksi pehmeiköille tai leikkauskohtaan, sillä se lisää rakentamiskustannuksia. Paikalliset olosuhteet määräävät pitkälti myös pää- teillä käytettävän nopeustason ja tarvittavat näkemät, jotta liikkuminen olisi turvallis- ta. (Tiehallinto 2001a.)

Kiertoliittymä on mahdollista toteuttaa myös silloin, jos kiertoliittymä tulee palvele- maan päätien läheistä muuta liikenneverkkoa. Kiertoliittymä voi toimia alueen pai- kantamiskohteena. Se voi myös elävöittää kaupunkikuvaa ja päätien ympäristöä. (FWHA 2010; Tiehallinto 2001a.)

5.2.6 Liikennetalous

Kiertoliittymän rakentamisesta aiheutuu investointikustannuksia. Investointikustannusten lisäksi kiertoliittymän kunnossapidosta aiheutuu joitakin kustannuksia. Kiertoliittymästä aiheutuu myös liittymää käyttävälle liikenteelle ajoneuvo- ja aikakustannuksia sekä onnettomuuskustannuksia.

Kiertoliittymän rakentaminen maksaa 400 000–1 500 000 € (vuoden 2015 taso) riippuen alikulkujen ja muiden tarvittavien liikennejärjestelyjen määrästä (Lempäälän-Vesilahden Sanomat 2014; ELY-keskus 2015). Kiertoliittymästä aiheutuu myös kunnossapitokustannuksia. Talvella kiertoliittymän auraaminen ja liukkauden torjunta vie tasoliittymään verrattuna enemmän aikaa. Kesäisin kunnossapitotöinä ovat raskaasta liikenteestä aiheutuvat rasitukset päällysteeseen. (Tiehallinto 2001b.)

Kiertoliittymästä aiheutuu sitä käyttävälle liikenteelle ajoneuvo- ja aikakustannuksia. Päätien nopeustasosta riippuen kokonaiskustannukset (sisältävät ajoneuvo- ja aikakustannukset) voivat olla 250 000 eurosta 1 000 000 euroon vuodessa, kun päätien liikennemäärä on 10 000 ajon./vrk keskimääräisellä ajoneuvoryhmäjakaumalla. Kiertoliittymän onnettomuuskustannukset riippuvat onnettomuustyyppistä. Kustannukset voivat olla väliltä 63 000–2 500 000 €. (Tervonen & Metsäranta 2015.) Kiertoliittymän vaikutuksia ympäristöön ei ole tutkittu tässä työssä.

6 Kriteerien soveltuvuus käytäntöön

6.1 Suomen pääteille ehdotettuja kiertoliittymäkohteita

6.1.1 Aineiston kuvaus

Liikennevirasto teki ELY-keskuksille vuoden 2014 keväällä kyselyn siitä, mihin nykyisiin maantieliittymiin haluttaisiin toteuttaa nykyisen sijasta kiertoliittymä. Kyselyyn vastasivat kaikki ELY-keskukset (Etelä-Pohjanmaa, Kaakkois-Suomi, Keski-Suomi, Lappi, Pohjois-Pohjanmaa, Pohjois-Savo, Pirkanmaa, Uudenmaa ja Varsinais-Suomi). Kyselyn mukaan kiertoliittymää on ehdotettu pääteille yhteensä 67 kohteeseen. Näistä valtateille ehdotettiin 35 kappaletta ja kantateille 32 kappaletta. Myös seutu- ja yhdysteille saatiin ehdotuksia yhteensä 18 kappaletta, mutta ne jätetään tässä työssä huomiotta.

Kootussa aineistossa on lueteltu jokaisen ELY-keskuksen alueen pääteille ehdotettujen liittymäkohteiden tiedot. Aineistossa on esitetty ehdotetun kohteen kunta, tiennumero, liittymätyyppi, nopeusrajoitukset kaikilta suunnilta sekä liikennemäärät ennen ja jälkeen liittymän. Onnettomuustietoja ei ole tutkittu liittymistä. Ehdotettujen kohteiden päätieympäristöä on arvioitu silmämääräisesti GoogleMaps-karttapalvelun ja Google Street View -katunäkymäpalvelun avulla. Kohteita voidaan ryhmitellä usealla eri tavalla hyödyntäen tietoa kyselyn aineistosta ja päätieympäristön tarkastelusta. Ryhmittelyn tarkoituksena on havainnollistaa, millaisiin nykyisiin päätien liittymäkohteisiin kiertoliittymä haluttaisiin toteutettavaksi. Ryhmittely on esitetty tarkemmin seuraavaksi.

6.1.2 Ehdotettujen kohteiden ryhmittely

6.1.2.1 Liittymän ominaisuudet

Kaikki kiertoliittymäksi ehdotetut päätien kohteet (67 kappaletta) on tarkastelu liittymäkohtaisten nykytilannetietojen sekä tieympäristön perusteella. Liittymäkohtaiset nykytilannetiedot on saatu Liikenneviraston ylläpitämästä Tierekisteristä. Tierekisteristä poimittuja tietoja ovat liittymien nopeusrajoitukset ja liikennemäärät jokaiselta suunnalta. Katujen ja yksityisteiden nykytilatietoja ei kuitenkaan ollut käytettävissä.

Kohteita voidaan ryhmitellä monella eri tavalla. Ryhmittely havainnollistaa sen, millaisiin nykyisiin liittymiin kiertoliittymiä halutaan toteutettavaksi. Taulukossa 19 on esitetty ehdotettujen liittymäkohteiden jako liittymän ominaisuuksien mukaisesti ja kuinka päätien kiertoliittymäkohteet jakautuvat tienumeron liittymähaarojen ja nopeusrajoitusten mukaan.

Taulukko 19. Ehdotettujen kohteiden ryhmittely tienumeron, liittymähaarojen ja nopeusrajoituksen mukaan.

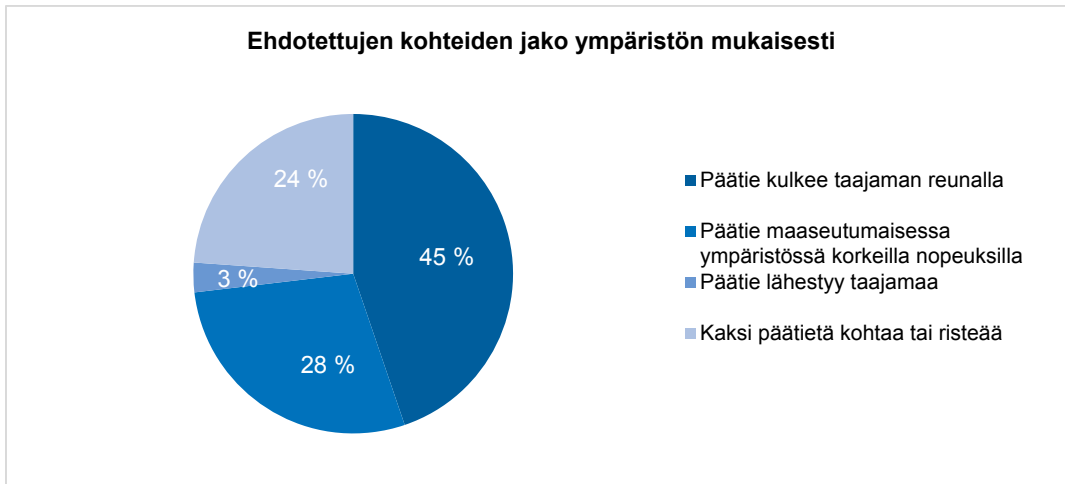
Päätiet	Ehdotettujen kiertoliittymien lukumäärä	Liittymä	Määrä	Nopeusrajoitus	Määrä
Valtatiet 1–10	16 (24 %)	Kolmihaarainen	19 (28 %)	40	2 (3 %)
Valtatiet 11–39	19 (28 %)	Nelihaarainen	48 (72 %)	50	7 (11 %)
Kantatiet 40–60	20 (30 %)	Yhteensä	67 (100 %)	60	21 (31 %)
Kantatiet 61–99	12 (18 %)			70	1 (1 %)
Yhteensä	67 (100 %)			*80	29 (43 %)
				100	5 (8 %)
				Muuttuva nopeusrajoitus	2 (3 %)
				Yhteensä	67 (100 %)

*liittymän kohdalla voi olla myös pistemäinen 60 km/h nopeusrajoitus

Kiertoliittymiä on ehdotettu hieman enemmän valtateille kuin kantateille, ja 24 % näistä kohteista on valtateilla 1–10. Kiertoliittymiä ehdotetaan enemmän nelihaaraisiin liittymiin, mutta kolmihaaraisen liittymien osuus on myös huomattava. Ehdotetuista kohteista ainoastaan 9 liittymässä liittymän ulkopuolella nopeusrajoitus on 40–50 km/h (taajama). Merkittävää on myös huomata, että 29 liittymää (43 % kohteista) sijaitsee alueella, jossa on 80 km/h nopeusrajoitus. Osassa näistä tapauksista voi liittymän kohdalla olla jo nykyisin turvallisuuden ja näkemien takia 60 km/h, mutta tien yleinen nopeusrajoitus on 80 km/h. Toiseksi eniten on liittymiä, jotka on ehdotettu 60 km/h nopeusrajoitusalueelle. Lisäksi viidessä ehdotetussa liittymäkohteessa on tällä hetkellä 100 km/h nopeusrajoitus.

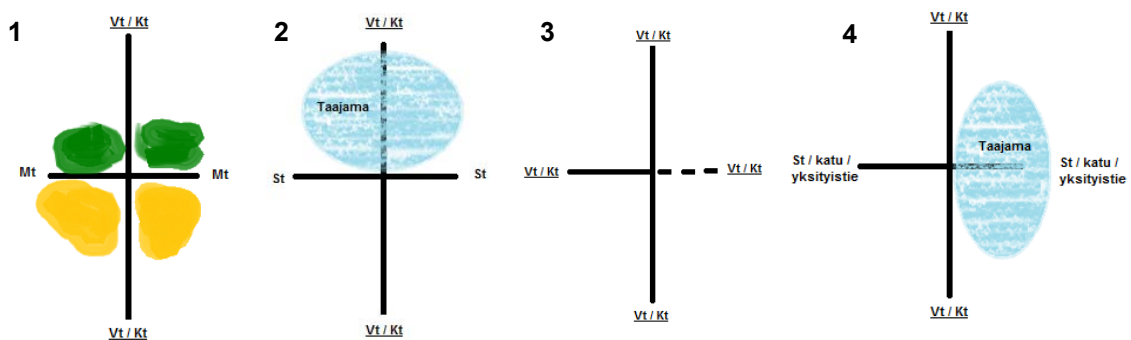
6.1.2.2 Liittymäympäristö

Ehdotettujen kohteiden tarkastelussa myös päätien tieympäristöä on tutkittu. Apuna siihen on käytetty Liikenneviraston Tiemappia, GoogleMaps-karttapalvelua ja Google Street View -katunäkymäpalvelua. Tiemapin ja GoogleMaps:n avulla on tutkittu liittymän ympäröivää aluetta. Google Street View'n avulla liittymäympäristöstä on tutkittu liittymän nykyinen liittymätyyppi, kaistat ja lisävarusteet sekä tarkasteltu päätien ympäröivää ympäristöä. Ympäristöä on arvioitu karkeasti luokittelemalla tie joko taajamaan, taajaman porttikohtaan tai maaseutumaiseen ympäristöön, minkä jälkeen on vielä tarkemmin pyritty analysoimaan liittymän Tierekisteristä saatujen tietojen perusteella liittymien sijoittumista päätien ympäristöön. Ryhmittelyssä on muodostettu 4 ryhmää liittymäympäristöstä, jotka ovat: 1) Päätie maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla, 2) Päätie lähestyy taajamaa, 3) Kaksi päätietä kohtaa ja risteää ja 4) Päätie kulkee taajaman reunalla. Kuvassa 38 on esitetty, kuinka 67 kohdetta jakautuvat määrällisesti liittymäympäristöjaon mukaisesti.



Kuva 38. Ehdotettujen kohteiden (67 kpl) jako ympäristön mukaisesti.

Seuraavaksi on esitetty neljä ryhmää (1–4), joihin päätteille ehdotetut kiertoliittymäkohteet on ryhmitelty. Ryhmät sisältävät erilaisia ominaisuuksia liittymäalueista ja niiden liikenteestä. Kuvassa 39 on esitetty havainnollistavat kuvat nykyisistä liittymäalueista.



Kuva 39. Havainnekuvat nykyisistä liittymäympäristöistä.

1. Päätie maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla (19 kpl)

Liittymässä päätie risteää yleisimmin alempiluokkaisen maantien kanssa. Nopeusrajoitus päätien kohteessa on 80 km/h tai kohteessa on pistemäinen 80 km/h nopeusrajoitus, jonka jälkeen nopeusrajoitus muuttuu 100 km/h. Ympäristö on hyvin maaseutumainen. Päätieta ympäröi peltoaukio tai metsä. Useissa kohteissa päätien sivusuunnassa sijaitsee myös huoltoasema tai muita toimintoja. Taajama-alueet sijaitsevat kuitenkin kauempana päätiestä. Liittymät ovat nelihaaraisia liittymiä. Tyypillisesti päätien suunta on kanavoitu tiemerkinöjen avulla. Sivusuunnat ovat avoimia liittymiä tai tulppaliittymiä. Liittymän tulosuuntien liikennevirrat ovat hyvin epätasaiset, ja päätien liikenne on hallitseva. Sivusuunnasta liitytään päätielle, mikä lisää päätteiden liikennemääriä.

2. Päätie lähestyy taajamaa (2 kpl)

Päätien nopeusrajoitus on näissä kohteissa 40 km/h. Ympäristö on rakennettua, ja päätie sijaitsee taajamassa. Päätien yhteydessä on jalkakäytävä ja pyörätie. Suojatiet risteävät joko päätien tai sivutien kanssa. Liittymät ovat joko kolmi- tai nelihaaraisia tasoliittymiä, joissa sivusuunnan liittymä on yleensä tulppaliittymä. Päätien liittymä on yleensä kanavoitu joko saarekkeella tai tiemerkinöillä. Liittymässä päätien liikenne

nevirrat ovat suuremmat kuin sivusuunnan, mutta sivusuunnan liikennemäärät ovat lähempänä puolta päätien liikennemääristä.

3. Kaksi päätietä kohtaa tai risteää (16 kpl)

Näissä kohteissa kaksi päätietä kohtaa tai risteää. Liittymäalueella nopeusrajoitukset ovat 60 km/h tai pistemäisiä 60 km/h nopeusrajoituksia, jonka jälkeen nopeusrajoitus on 80 km/h. Myös jossain tapauksissa liittymäalueella on 80 km/h nopeusrajoitus. Suurin osa liittymäkohteista on kolmihaaraisia liittymiä, mutta on myös liittymäkohteita, joissa pääteiden liittymä on nelihaarainen tasoliittymä. Usein myös liittymän läheisyydessä on toimintaa kuten huoltoasema. Kolmihaaraisissa päätieliittymäkohteissa päätiet joko yhdistyvät tai toinen pääteistä päättyy. Liittymissä on näin ollen paljon kääntyvää tai liittyvää liikennettä. Muutamassa kohteessa on päätieltä kääntyminen oikealle tehty vapaaksi, eli oikealle kääntyvien kaista ohittaa liittymän.

4. Päätie kulkee taajaman reunalla (30 kpl)

Liittymäalueella on yleisesti 60 km/h nopeusrajoitus. Näissä kohteissa päätie ja alempi tasoinen maantie, yksityistie tai katu kohtaa tai risteää. Yleisesti tällainen liittymä sijaitsee päätiellä taajaman reunalla. Päätien sivusuunta johtaa suurimmassa osassa taajamaan, mutta sivusuunta voi myös johtaa pelkästään asuin- tai teollisuusalueelle. Yleensä liittymät näissä kohteissa ovat nelihaaraisia. Päätien liittymä on usein tiemerkinnöin kanavoitu liittymä. Sivutiellä on yleensä tulppaliittymä, ja yleensä sivusuunnat johdattavat taajamaan. Liittymässä liikkuu myös paljon kääntyvää liikennettä.

6.2 Ehdotettujen kohteiden soveltuvuus

6.2.1 Tarkastelu

Edellisessä luvussa muodostettiin ryhmät nykyisistä liittymäalueista, joihin on ehdotettu toteutettavaksi kiertoliittymää. Luvussa 5 muodostettiin kriteerit kiertoliittymien käytöstä pääteillä. Muodostettuja kriteerejä sovelletaan nyt käytäntöön, eli tarkastellaan soveltuvatko kriteerit ehdotettuihin kiertoliittymäkohteisiin liittymäympäristöjaon mukaisesti (luku 6.1.2.2). Koska työssä ei haluta tehdä suoraa ehdotusta siitä, mihin ehdotettuun liittymäkohteeseen kiertoliittymä voisi tulla kyseeseen, täytyy jokaisesta ryhmästä poimia anonyymi liittymä, joka edustaa kattavasti ryhmää. Tarkastelun avulla voidaan vahvistaa kriteerien muodostamaa käsitystä siitä, millaisiin kohteisiin kiertoliittymä voi tulla päätiellä kysymykseen.

6.2.2 Päätie maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla

Kyseessä oleva kohde on nelihaarainen tasoliittymä, jossa kantatie kohtaa yhdystien ja yksityistien. Kohde sijaitsee hyvin maaseutumaisissa olosuhteissa, ja päätietä ympäröi joka suunnalta pelto. Nopeusrajoitus on liittymän kohdalla pistemäinen 80 km/h, muuten nopeusrajoitus päätiellä on 100 km/h. Liittyvän yhdystien nopeusrajoitus on 40 km/h, yksityistien nopeusrajoitusta ei saada Tierekisteristä. Päätien liikennemäärät ovat hallitsevat, sillä sivusuuntien liikennemäärät ovat noin 10 % päätien liikennemääristä. Raskaan liikenteen osuus on noin 7 % päätien liikennemäärästä. Päätie on hyvin tasaisessa maastossa, yhdystiellä on jyrkkä ylämäki.

Kiertoliittymän soveltuvuus kohteeseen

Kiertoliittymä ei sovellu kohteeseen, koska:

- Pääsuunnan liikenne on hallitseva.
- Nopeusrajoitus on 80 km/h tai enemmän.
 - Nopeustaso päätiellä laskee huomattavasti. Kiertoliittymä laskisi päätien nopeustason liittymäalueella nykyisestä 80 km/h nopeusrajoituksesta 50 km/h nopeusrajoitukseen.
 - Todellisuudessa raskailla ajoneuvoilla nopeuden pudotus voi olla jopa yli 60 km/h, jos perävaunullinen kuorma-auto ajaa kiertoliittymässä nopeudella 20 km/h.
- Liikennevirran jakaumat ovat hyvin epätasaiset.
 - Raskaan liikenteen osuus liittymässä on merkittävä.
 - Aiheuttaa viiveitä sekä pää- ja sivusuunnan liikenteeseen.
- Kiertoliittymästä aiheutuu merkittäviä viivytyksiä ja polttoaineen kulutuksen lisäystä etenkin pääsuunnalle.
- Henkilöautoilla kiihdyttäminen liittymän jälkeen 100 km/h vie matkasta noin 500 m, ja kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä se vie lähes 1,3 km, kun oletetaan, ettei muita häiriötekijöitä ole tieosuudella.

6.2.3 Päätie lähestyy taajamaa

Kyseessä oleva liittymäkohde on nelihaarainen tasoliittymä, jossa kantatie kohtaa kaksi eri seututietä. Liittymä sijaitsee kohteessa, joka lähestyy taajamaa. Päätien vieressä kulkee yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä. Sekä päätietä suuntaa että sivuteiden suuntaa risteää suojatie. Päätien tuntumassa sijaitsee asuinrakennuksia ja huoltoasema. Nopeusrajoitus päätiellä ennen liittymää on ensin 80 km/h, jonka jälkeen ennen liittymää nopeusrajoitus on 50 km/h. Liittymän jälkeen päätien nopeusrajoitus on taajaman suuntaan 40 km/h. Liittyvien seututeiden nopeusrajoitus on ennen liittymää 40 km/h. Päätiellä liikennemäärät osuudella, jossa on 50 km/h nopeusrajoitus, ovat ennen liittymää noin 1 100 ajon./vrk, ja liittymän jälkeen noin 3 100 ajon./vrk. Voidaan siis olettaa, että liittymässä on paljon sivusuunnalta kääntyvää liikennettä, eli luultavasti paikallisliikennettä. Sivusuuntien liikennemäärät ennen liittymää ovat 1 200 ajon./vrk molemmilla sivusuunnilla. Raskaan liikenteen osuus ennen liittymää päätiellä on noin 9 % ja liittymän jälkeen noin 3 %, joten voidaan olettaa, että raskas liikenne siirtyy liittymästä sivusuunnille. Sivusuuntien raskaan liikenteen liikennemäärät ovat molemmilla suunnilla noin 3 % sivusuuntien liikennemäärästä. Liittymä sijaitsee päätien suunnasta kahden loivan mäen välissä. Sivusuunnissa liittymän jälkeen on tasainen maasto.

Kiertoliittymän soveltuvuus kohteeseen

Kiertoliittymä voisi sopia kohteeseen, koska:

- Päätiellä nopeustasoksi on jo valmiiksi asetettu 50 km/h.
- Kohde sijaitsee juuri ennen taajamaa.
- Liittymä palvelee läheisen liikenneverkon liikennejärjestelyjä.
- Päätien liikennemäärät eivät ole niin hallitsevia.
- Raskaan liikenteen osuudet eivät ole merkittävät.

Kiertoliittymää tulee kuitenkin harkita kohteeseen, koska:

- Tien geometria ja topografia eivät ole niin tasaisia, ja näin olleen kiertoliittymän toteutus voi olla haastavaa.

6.2.4 Kaksi päätietä kohtaa tai risteää

Kyseessä oleva liittymäkohde on kolmihaarainen tasoliittymä, jossa valtatie kohtaa toisen valtatie. Kohde toimii liikenteellisenä solmukohtana, jossa ympäristö on hyvin maaseutumainen ja päätietä ympäröi joka puolella metsä. Nopeusrajoitus toisella valtatiellä on 80 km/h, ja tästä suunnasta voidaan käyttää nimitystä pääsuunta. Sivusuunnan nopeusrajoitus on ennen liittymää 60 km/h, mutta liittymän jälkeen 100 km/h. Pääsuunnan liikennemäärä on ennen liittymää 11 000 ajon./vrk ja liittymän jälkeen 4 100 ajon./vrk. Päätie on kanavoitu ja oikealle sivusuunnalle oma kääntymiskaista. Epätasaisesta päätien liikennemääräjakaumasta liittymää ennen ja jälkeen voidaan päätellä, että liittävällä valtatiellä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä. Liittävällä valtatiellä liikennemäärä on 5 000 ajon./vrk. Raskaan liikenteen osuus pääsuunnalla ennen liittymää on noin 9 % ja liittymän jälkeen noin 13 %. Sivusuunnan raskaan liikenteen osuus on noin 7 %. Sekä sivu- että pääsuunnalla on tasainen maasto.

Kiertoliittymän soveltuvuus kohteeseen

Kiertoliittymä ei sovellu kohteeseen, koska:

- Liikennevirran jakaumat ovat epätasaiset.
 - Raskaan liikenteen osuus liittymässä on merkittävä.
 - Aiheuttaa viiveitä sekä pää- ja sivusuunnan liikenteeseen.
- Nopeusrajoitus on 80 km/h tai enemmän.
 - Nopeustaso laskisi kiertoliittymän vaikutuksesta huomattavasti.
 - Todellisuudessa raskailla ajoneuvoilla nopeuden pudotus voi olla jopa yli 60 km/h, jos perävaunullinen kuorma-auto ajaa kiertoliittymässä nopeudella 20 km/h.
- Kiertoliittymästä aiheutuu merkittäviä viivytyksiä ja polttoaineen kulutuksen lisäystä etenkin pääsuunnalle.
- Henkilöautoilla kiihdyttäminen liittymän jälkeen 80 km/h vie matkasta noin 250 m, ja kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä se vie lähes 1,3 km, kun oletetaan, ettei muita häiriötekijöitä ole tieosuudella.

Kiertoliittymä voisi kuitenkin sopia kohteeseen, koska:

- Kohde on liikenteellinen solmukohta.
- Liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä.

6.2.5 Päätie kulkee taajaman reunalla

Kyseessä oleva kohde on nelihaarainen tasoliittymä, jossa valtatie kohtaa kaksi yhdystietä. Kohde on maaseutumaisessa ympäristössä, mutta kohteessa on piirteitä myös rakennetusta ympäristöstä. Kohteessa jalankulku- ja pyöräilyväylä on havaittavissa sivusuunnassa, ja päätien kohdalla väylä risteää päätien eritasossa. Taajama sijaitsee lähellä päätietä toisen sivusuunnan varressa. Toisella sivusuunnalla, päätien lähistöllä, on asuinalue. Päätien vieressä sijaitsee myös huoltoasema. Päätiellä nopeusrajoitus liittymän kohdalla on pistemäinen 60 km/h, mutta se muuttuu liittymän jälkeen ensin 80 km/h nopeusrajoitukseksi ja pian sen jälkeen 100 km/h nopeusrajoitukseksi. Taajaman puoleisella yhdystiellä nopeusrajoitus on 40 km/h, ja toisella yhdystiellä nopeusrajoitus on 60 km/h. Päätien liikennemäärä on ennen liittymää noin 7 000 ajon./vrk ja liittymän jälkeen saman verran. Raskaan liikenteen osuus päätiellä on noin 13 %. Sivusuunnalla taajaman suunnan liikennemäärä on noin 4 400 ajon./vrk ja toisen yhdystien liikennemäärä noin 2 200 ajon./vrk. Taajaman puoleisen yhdystien raskaan liikenteen osuus on noin 3 % ja toisen yhdystien raskaan liikenteen osuus on

5 %. Liittymän liikennemääristä voidaan olettaa, että liittymässä on paljon risteävää liikennettä, sillä valtatie toisella puolella on taajama ja sen palvelut ja toisella suunnalla asuinalue. Sekä sivu- että pääsuunnalla on tasainen maasto.

Kiertoliittymän soveltuvuus kohteeseen

Kiertoliittymä ei sovellu kohteeseen, koska:

- Pääsuunnan liikenne on hallitseva.
- Liikennevirran jakauma on epätasainen.
 - Aiheuttaa viiveitä sekä pää- ja sivusuunnan liikenteeseen.
- Raskaan liikenteen osuus liittymässä on merkittävä.
- Kiertoliittymästä aiheutuu merkittäviä viivytyksiä ja polttoaineen kulutuksen lisäystä etenkin pääsuunnalle.
- Henkilöautoilla kiihdyttäminen liittymän jälkeen 80 km/h vie matkasta noin 250 m, ja kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmällä se vie lähes 1,3 km, kun oletetaan, ettei muita häiriötekijöitä ole tieosuudella.

Toisaalta kiertoliittymä voisi sopia kohteeseen, koska:

- Liittymässä on paljon risteävää liikennettä, jolloin kiertoliittymällä voidaan parantaa liittymän turvallisuutta.
- Nopeuksia on täytynyt jo muutenkin alentaa nykyisen liittymän takia.
- Liittymä palvelee läheisen liikenneverkon liikennejärjestelyjä.
- Jalankulku- ja pyöräilyväylän risteäminen päätien kanssa on toteutettu eritasoon.

6.3 Yhteenveto ja päätelmät ehdotetuista kohteista

Liikenneviraston vuonna 2014 teettämän kyselyn mukaan kiertoliittymiä halutaan toteutettavaksi Suomen pääteille yhteensä 67 kappaletta. Kiertoliittymiä ehdotetaan valtateille hieman enemmän kuin kantateille. Kun verrataan ehdotettujen pääteiden kiertoliittymäkohteiden määrää nykyisiin kiertoliittymäkohteisiin (103 kpl), on määrä yllättävän suuri. Kiertoliittymiä haluttaisiin yli puolet enemmän, mitä niitä on toteutettuna vuonna 2015. Kiertoliittymiä ehdotetaan enemmän nelihaaraisiin liittymiin, mutta kolmihaaraisen liittymien osuus on merkittävä verrattuna nykyisiin toteutettuihin kolmihaaraisiin liittymiin. Nykyisin kolmihaaraisia kiertoliittymiä pääteillä on 8 kappaletta, ja ehdotettuja kolmihaaraisia liittymäkohteita on 19 kappaletta.

Kiertoliittymiä halutaan toteuttaa eniten pääteille, jossa nopeustaso on 80 km/h. Osassa näissä kohteissa voi liittymän kohdalla olla turvallisuuden ja näkemien takia pistemäinen 60 km/h nopeusrajoitus. Toiseksi eniten liittymiä haluttaisiin toteuttaa 60 km/h nopeusrajoitusalueelle. Ehdotetuista kohteista yhdeksän on ehdotettu liittymiin, jossa liittymän ulkopuolella nopeusrajoitus on 40–50 km/h. Myös viisi ehdotettua kohdetta sijaitsee päätien liittymässä, jossa nopeusrajoitus on 100 km/h.

Pieninumeroisille valtateille on ehdotettu kiertoliittymiä huomattava määrä (16 kappaletta). Tällä hetkellä pieninumeroisille valtateille on toteutettu kiertoliittymiä 24 kappaletta, eli lähes saman verran kuin uusia ehdotettuja.

Lisäksi ehdotettuja kohteita on arvioitu liikenneympäristön mukaisesti. Ehdotetusta 67 kohteesta 30 kappaletta (45 %) halutaan toteuttaa taajaman reunalle, eli kohtaan, jossa päätie kohtaa tai risteää alemmpitasoisen maantien, yksityistien tai kadun kanssa. Toiseksi eniten kiertoliittymiä halutaan kohteisiin, jossa päätie sijaitsee maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla (19 kappaletta, joka vastaa 28 %:a). Lähes saman verran kiertoliittymiä halutaan liittymiin, joissa kaksi päätieta kohtaavat tai risteävät (16 kappaletta, joka vastaa 24 %:a). Vain kaksi kiertoliittymää halutaan kohteeseen, jossa päätie lähestyy taajamaa. Yhtään kiertoliittymää ei ole ehdotettu taajaman sisälle.

Kun testattiin kiertoliittymien soveltuvuutta pääteiden ehdotettuihin liittymäkohteisiin, saatiin hyvin erilaisia tuloksia siitä, soveltuvatko kiertoliittymät näihin kohteisiin. Kun tarkasteltiin päätietä maaseutumaisessa ympäristössä korkeilla nopeuksilla, ei kiertoliittymän toteuttamiselle löydetty järkevää perustelua. Päätien lähestyessä taajamaa löydettiin liittymästä ja sen ympäristöstä ominaisuuksia, jotka voisivat tukea kiertoliittymän toteuttamista kohteeseen. Kuitenkin kyseisessä kohteessa tien geometria saattaa toimia ominaisuutena, jonka vuoksi kiertoliittymää ei kannata toteuttaa kohteeseen. Kun tarkasteltiin kohdetta, jossa kaksi päätietä kohtaa tai risteää, ei kiertoliittymä soveltunut useiden kriteerien mukaan toteuttavaksi. Kuitenkin tarkastelussa ilmeni se, että kohde voi olla merkittävä liikenteellinen solmukohta ja liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä, jotka puoltavat kiertoliittymän toteuttamista pääteille. Kun tarkastelussa oli liittymä, jossa päätie kulkee taajaman reunalla, tuli tarkastelussa esille eniten kiertoliittymää puoltavia ja ei-puoltavia vaihtokutsia.

Koska tarkastelu tehtiin kunkin liittymäympäristöjaon mukaisen ryhmän yhdelle anonyymiliittymälle, ei kovinkaan suuria yleistyksiä kiertoliittymän toteuttamisesta voida tehdä. Liittymien sijaintiympäristöt vaihtelevat hyvin paljon toisistaan; osa sijaitsee maaseutumaisissa olosuhteissa, osa lähellä taajamaa ja osa taas taajaman reunalla. Päätie voi kohdata tai risteta toisen päätien, alemmpitasoisen maantien, yksityistien tai kadun kanssa. Liikennemäärät ja raskaan liikenteen osuudet vaihtelevat sekä pääsuunnilla että sivusuunnilla. Myös liikennemäärät jakautuvat jokaisessa liittymässä eri tavalla. Nopeustasot vaihtelevat ympäristön perusteella liittymäkohteissa. Liittymäkohteiden ympärillä voi olla jalankululle ja pyöräilylle tarkoitettu väylä, joka voi sijaita eritasossa tai samassa tasossa kuin päätie. Myös tien geometria vaihtelee jokaisessa kohteessa. *Liittymäkohteiden ja niiden liikenteen erilaisuuden vuoksi liittymän muuttamista kiertoliittymäksi on vaikea arvioida ilman liikenteellistä selvitystä.* Tarkastelemalla kiertoliittymän soveltuvuutta edottuihin liittymäkohteisiin voidaan kuitenkin vahvistaa kriteerien muodostamaa käsitystä siitä, millaisiin kohteisiin kiertoliittymä voi tulla päätiellä kysymykseen.

7 Suositus kiertoliittymien käytöstä pääteillä

Tämän työn avulla voidaan vahvistaa käsitystä siitä, että poliittinen linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä (Tielaitos 1996) on ollut oikeansuuntainen. Linjauksen tueksi on kaivattu perusteluja ja tietoa kiertoliittymien vaikutuksista päätien liikenteeseen.

Kiertoliittymiä tulisi edelleen käyttää päätieverkolla hyvin kriittisesti. Työn avulla ei pystytä ratkaisemaan sitä, soveltuuko kiertoliittymä johonkin päätien yksittäiseen liittymäkohteeseen, sillä jokainen liittymäkohde ja liittymän liikenne ovat toisistaan poikkeavia. Liittymäkohteissa vaihtelevat ympäristö, liikennemäärät ja niiden jakaumat, raskaan liikenteen osuudet, jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, nopeustaso, onnettomuudet ja onnettomuustyyppit, liittymän paikka sekä monet muut tekijät. Suosituksena pysyykin käytäntö siitä, että jokainen kohde päätiellä, jonne kiertoliittymää ehdotetaan toteutettavaksi, täytyy harkita tapauskohtaisesti. Jotta päätien merkittävyys pitkämatkaiselle ja raskaalle liikenteelle kävisi ilmi perusteltaessa liittymätyypin valintaa, tulisi jokaiseen kohteeseen, johon ehdotetaan kiertoliittymää, tehdä liikenteellinen selvitys. Liikenteellisessä selvityksessä tulee esittää ainakin seuraavat tiedot:

- **Liittymäympäristön kuvaus jokaiselta liittymähaaralta**
 - Taajama, taajaman reuna-alue tai porttikohta, maaseutumaiset olosuhteet.
- **Liikennemäärät ja -jakaumat (nyky- ja ennustetilanteessa)**
 - Liikennemäärät jokaiselta liittymähaaralta.
 - Raskaan liikenteen osuudet.
 - Liikennevirtajakaumat ajosuunnittain.
 - Jalankulku- ja pyöräliikenteen määrät.
- **Nopeudet liittymässä, päätiellä ja sivusuunnissa**
 - Päätien nopeustaso riittävän pitkältä matkalta.
 - Nykyiset nopeusrajoitukset liittymässä ja sivusuunnilla riittävän pitkältä matkalta.
- **Liittymässä tapahtuneet onnettomuudet**
 - Nykyisessä liittymässä tapahtuneet onnettomuudet ja onnettomuustyyppit.
- **Kuvaus liittymän paikasta**
 - Etenkin tien geometria (pituusleikkaukset) liittymäpaikan molemmin puolin.
- **Arvio liikenteellisistä vaikutuksista**
 - Miten kiertoliittymä muuttaa eri liikennesuuntien ja liittymän nopeustasoa nykyisestä.
 - Kuinka pitkälle eri ajoneuvojen vaikutus yltää kiertoliittymästä.
 - Laskelma päätien liikenteelle aiheutuvista vaikutuksista matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen.
 - Miten kiertoliittymä vaikuttaa sivusuunnan viivytyksiin verrattuna nykytilanteeseen?
- **Arvio kiertoliittymän kustannuksista**
 - Rakentamiskustannukset.
 - Ajoneuvo-, aika- ja onnettomuuskustannukset.

Liikenteellisessä selvityksessä pyritään huomioimaan liittymä jokaiselta liittymähaaralta riittävän laajalta alueelta. Tällöin kaikki liittymään kohdistuvat vaikutukset voidaan ottaa huomioon. Liittymän liikennemääriä ja -jakaumia tulee tarkastella nyky- ja ennustetilanteissa, ja huomioon tulee ottaa myös raskaan liikenteen osuudet sekä mahdolliset jalankulun ja pyöräliikenteen määrät. Lisäksi nopeusrajoitukset tulisi esittää liittymässä sekä päätiellä että sivusuunnilla riittävän pitkältä matkalta. Tällöin saadaan käsitys, millainen nopeustaso kyseisellä päätiellä on. Vaikka tässä työssä ei tutkittu liittymien onnettomuustietoja, tulisi liikenteellisessä selvityksessä esittää liittymässä tapahtuneet onnettomuudet ja onnettomuustyypit. Lisäksi olisi tärkeää kuvata liittymän paikkaa ja sieltä etenkin tien geometriaa, jotta tiedetään, millaisessa paikassa liittymäkohde sijaitsee.

Lisäksi liikenteellisessä selvityksessä tulisi esittää arvioita liikenteellisistä vaikutuksista. Liikenteellisessä selvityksessä olisi hyvä arvioida, kuinka kiertoliittymä tulee muuttamaan liittymän, päätien ja sivusuunnan nopeustasoa. Lisäksi työssä esitettyjen ajoneuvojen nopeusprofiilien perusteella voidaan arvioida, kuinka laajalle alueelle kiertoliittymä päätiellä vaikuttaa. Arvioita päätien liikenteelle aiheutuvista vaikutuksista matka-aikoihin ja polttoaineen kulutukseen tulisi myös tehdä. Arviot voidaan tehdä liitteistä 5–6 esitettyjen tulosten perusteella, kun tiedetään liittymän liikennemäärät ja -jakaumat jokaiselle ajoneuvotyyppille. Lisäksi täytyy tietää myös pysähtyvien ajoneuvojen osuus ja pysähtymisen kesto, jotta voidaan tehdä tarkemmat arviot kiertoliittymästä aiheutuvista matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen lisäyksestä. Arvioissa voidaan myös hyödyntää tässä työssä jo valmiiksi tehtyjä arvioita matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen lisäyksestä (luvut 4.2.2.2 ja 4.2.2.3), kun ajoneuvot jakaantuvat keskimääräisen ajoneuvoryhmäjakauman mukaisesti ja kiertoliittymässä pysähtyvien ajoneuvojen osuus on 8 %. Näiden tulosten pohjalta tehdyissä arvioissa tulee kuitenkin muistaa, ettei arvioissa ole otettu huomioon pysähtyvien ajoneuvojen odotusaikaa kiertoliittymässä.

Liikenteellisessä selvityksessä tulee myös esittää kustannusarviot kiertoliittymän rakentamisesta kyseiseen kohteeseen. Lisäksi tulee esittää kiertoliittymästä aiheutuvat ajoneuvo- ja aikakustannukset vuositasolla. Arviot näistä voidaan tehdä joko liitteessä 5–6 esitettyjen tulosten tai työssä tehtyjen arvioiden (luvut 4.2.2.2–4.2.2.4) perusteella. Lisäksi liittymän onnettomuuskustannukset tulisi arvioida. Arviointiin voidaan käyttää apuna esimerkiksi TARVA MT- ja IVAR-ohjelmistoa.

Liikenteellisen selvityksen jälkeen luvussa 5 esitettyjä kriteerejä kiertoliittymien toteuttamisesta päätteille voidaan käyttää apuna, kun tutkitaan kiertoliittymän soveltuvuutta päätien liittymään. Kriteereissä on esitetty ne tekijät, jotka puoltavat ja eivät puolla kiertoliittymän toteuttamista päätiellä. *Kiertoliittymä voi sopia sellaiseen liittymään, jossa useat tekijät puoltavat kiertoliittymän toteuttamista.* Taulukossa 20 on kootusti luvussa 5 esitetyt kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta päätteillä.

Taulukko 20. Kriteerit kiertoliittymien toteuttamisesta pääteille.

Ympäristö

- Kiertoliittymän olisi tärkeä sopia ympäristöön ja tiellä käytettävään nopeustasoon.
- Rakennetussa ympäristössä kiertoliittymän toteuttaminen on hyväksyttävämpää, sillä se liittyy yleensä osaksi paikallista maankäyttöä.
- Taajamissa ajoneuvo joutuu tie-, liikenne- ja ympäristöolosuhteiden vuoksi ajamaan hitaasti tai hidastamaan ajonopeuttaan, joten taajamissa kiertoliittymän toteuttaminen on mahdollinen jo valmiiksi alhaisen nopeustason vuoksi.
- Taajaman reuna-alueella tai porttikohdassa kiertoliittymä voi myös olla mahdollinen, sillä näissä kohdissa tien yleinen luonne muuttuu. Tällöin kiertoliittymä voi toimia yhteysvälin päätepisteenä ja/tai liittymäkohteessa, jossa liikenne voidaan jakaa toiminnallisesti alempitasoiseen verkkoon.
- Maaseutumaisissa olosuhteissa päätien suunnalla käytetään yleensä korkeaa nopeustasoa, ja tällaisen ympäristön jatkuessa oletetaan myös korkean nopeustason jatkuvan edelleen, joten päätien maaseutumaisiin liittymäkohteisiin kiertoliittymät eivät sovellu. Ympäristö itsessään ei myöskään viesti ajoneuvon kuljettajalle pistemäisestä nopeustason alentamisesta.

Liikennemäärät ja -jakaumat

- Kiertoliittymä ei sovi pääteille, joiden liikennemäärä on niin suuri, ettei kiertoliittymä pysty välittämään sujuvasti siihen tulevaa ja siitä poistuvaa liikennettä.
- Kiertoliittymiä ei suositella liittymään, jossa hallitsevin liikennemäärä on päätien suunnalla. Kiertoliittymä ei myöskään sovi liittymiin, joissa on epätasaiset liikennemääräjakaumat, sillä epätasaisilla liikennemääräjakaumilla kiertoliittymä aiheuttaa viiveitä sekä pääsuunnan että sivusuunnan liikenteeseen.
- Kiertoliittymä voi tulla kyseeseen, jos liittymässä on paljon vasemmalle kääntyvää liikennettä. Jos kuitenkin liittymässä on vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen lisäksi myös muilla suunnilla hallitsevia liikennevirtoja, aiheuttaa kiertoliittymä viivytyksiä jokaiselle ajosuunnalle, jolloin kiertoliittymä ei ole sopiva ratkaisu sellaiseen liittymään.
- Kiertoliittymä ei myöskään sovellu kohtaan, jossa on paljon raskasta liikennettä. Kiertoliittymä hidastaa eniten raskaan liikenteen sujuvuutta, sillä raskaat ajoneuvot kiihtyvät massansa takia henkilöautoja hitaammin kiertoliittymän jälkeen. Kiertoliittymän jälkeen raskas ajoneuvo voi aiheuttaa myös viivytyksiä muille ajoneuvoille. Lisäksi kiertoliittymä lisää raskaan ajoneuvon polttoaineen kulutusta. Kulutuksen määrä riippuu siitä, mistä nopeudesta ja mihin nopeuteen ajoneuvo kiihdytetään.
- Kiertoliittymää ei myöskään suositella erikoiskuljetusten reiteille, sillä näiden ajoneuvojen on vaikea liikkua kiertoliittymässä.
- Kiertoliittymiä ei voi suositella suurten ja keskisuurten kaupunkiseutujen ympärillä olevien teiden liittymäkohteisiin, sillä näillä pääteillä liikennemäärät tulevat tulevaisuudessa kasvamaan.
- Kiertoliittymiä ei myöskään voi suositella muille pääteille, joiden liikennemäärien on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa.

Nopeustaso ja nopeustason lasku

- Kiertoliittymä on mahdollinen kohteeseen, jossa ajonopeutta tarvitsee muutoinkin alentaa (taajama, taajaman reuna-alue tai porttikohta).
- Suuren nopeustason tiellä nopeuden laskun jälkeinen kiihdytys takaisin tavoiteltuun nopeuteen lisää ajoneuvojen matka-aikoja ja polttoaineen kulutusta. Niistä aiheutuvat kustannukset lisäävät kiertoliittymästä kertyviä yhteiskunnallisia kustannuksia.

Turvallisuus

- Liittymän tulee olla turvallinen jokaiselle siinä liikkujalle.
- Kiertoliittymä on turvallisin liittymä autoliikenteelle, sillä alhaisen nopeustason vuoksi ajoneuvojen väliset onnettomuudet ovat lievempiä, ja muotonsa vuoksi kiertoliittymässä ei satu risteämisonnettomuuksia ja konfliktipisteiden määrä on kiertoliittymässä vähäisempi muihin tasoliittymiin verrattuna.
- Kiertoliittymä voi liikenneturvallisuusmielessä tulla kyseeseen päätien kohteeseen, jos liittymässä on tapahtunut paljon onnettomuuksia, ja etenkin henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia.
- Kiertoliittymäkohteissa kävely ja pyöräily pyritään saamaan eritasoon, mutta taajamissa kävelyn ja pyöräilyn väylät voivat olla myös samassa tasossa autoliikenteen kanssa.

Liittymän paikka

- Paikalliset olosuhteet sekä käytävissä oleva tila vaikuttavat siihen, onko kiertoliittymää mahdollista toteuttaa.
- Kiertoliittymä voidaan toteuttaa paikkaan, jossa tien geometria ja maaston topografia on tasainen. Tasainen maasto vähentää kiertoliittymästä aiheutuvia yhteiskunnallisia kustannuksia verrattuna maastoon, jossa tulee korkeusvaihteluita.
- Kiertoliittymää ei sovi sellaisiin kohteisiin, joissa kiertoliittymän geometrista mitoitus ei saada riittävän korkealuokkaiseksi.
- Kiertoliittymä voidaan rakentaa myös sellaiseen kohtaan, jossa on tilaa kiertoliittymälle sekä muille rakenteille (jalka- ja pyöräilykäytävien ja linja-autopysäkkien sijoittaminen).
- Kiertoliittymää ei suositella toteutettavaksi pehmeiköille tai leikkauskohtaan, sillä se lisää rakentamiskustannuksia.
- Turvallisuuden takia liittymässä täytyy olla tarpeeksi suuret näkemät.
- Kiertoliittymä on mahdollista toteuttaa myös silloin, jos kiertoliittymä tulee palvelemaan päätien läheistä muuta liikenneverkkoa.
- Kiertoliittymä voi toimia alueen paikantamiskohteena. Se voi myös elävöittää kaupunkikuvaa ja päätien ympäristöä.

Liikennetalous

- Kiertoliittymän rakentamisesta aiheutuu investointikustannuksia. Keskimäärin kiertoliittymän rakentamiskustannukset ovat 400 000-1 500 000 €.
- Investointikustannusten lisäksi kiertoliittymän kunnossapidosta aiheutuu joitakin kustannuksia.
- Kiertoliittymästä aiheutuu myös liittymää käyttävälle liikenteelle ajoneuvo- ja aikakustannuksia sekä onnettomuuskustannuksia, jotka riippuvat ajoneuvotyypistä, ajoneuvon massasta, väylän nopeustasosta ja tien geometriasta.

8 Johtopäätökset

8.1 Yhteenveto ja päätelmät

Työn tavoitteena oli esittää suositus siitä, millaisissa tapauksissa kiertoliittymä voi tulla kyseeseen Suomen pääteillä. Työssä on tarkasteltu etenkin kiertoliittymien vaikutusta päätien liikenteeseen. Tätä on aiemmin tutkittu vain yksittäisiin liittyimiin tehtyjen liikenteellisten selvitysten avulla.

Pääteillä on merkittävä rooli Suomen henkilö- ja tavaraliikenteelle nyt ja tulevaisuudessa. Päätien tehtävänä on välittää pitkämatkaista liikennettä sujuvasti ja turvallisesti. Sujuva ja turvallinen ajoympäristö asettaa vaatimuksia päätien laatutasolle sekä sen lähialueen liikennejärjestelyille ja maankäytölle. Päätien tulee palvella pitkämatkaista liikennettä siten, ettei se myöskään aiheuta kohtuuttomasti häiriöitä siihen liittyvälle liikenteelle.

Päätteitä pyritään kehittämään jatkuvasti ja pitkäjänteisesti yhteiskunnan muuttuessa. Päätteiden liikennemäärät tulevat tulevaisuudessa kasvamaan. Siihen vaikuttavat alue- ja yhdyskuntarakenteen sekä elinkeinoelämän muutokset, jotka vaikuttavat ihmisten liikkumiseen ja tavaravirtoihin. Kaupunkien väkimäärä kasvaa ja kaupungit laajenevat ja liikenne siirtyy entistä enemmän alemman tason tieverkolta päätteille. Tiekuljetusten kysyntä kasvaa talouden kehityksen myötä, ja tiekuljetusten kysyntä kasvaa etenkin päätieverkolla ja kasvukeskusten ympärillä.

Poliittiset kannanotot päätieverkosta ajavat liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden asemaa, jolloin myös liittymien määrää pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä. Liittymiä joudutaan kuitenkin rakentamaan maankäytön ja palveluiden vuoksi. Kiertoliittymä on poikkeuksellinen liittymätyyppi pääteillä, sillä se katkaisee päätteille tyypillisen etuajo-oikeuden. Jokainen kiertoliittymään ajava ajoneuvo joutuu hidastamaan ajonopeuttaan, jolloin päätien suuntaisen liikenteen sujuvuus kärsii.

Kysymykseksi nouseekin, mitä päätteiden liittymäalueilla pitäisi priorisoida. Jos päätien liikenteen sujuvuus on etusijalla, tulisi tällöin päätteillä suosia liittymiä, jotka eivät hidasta päätien suuntaista liikennettä. Kiertoliittymäsimulointien polttoaine- ja aikakustannustarkastelujen perusteella voidaan todeta, että kiertoliittymä ei ole kannattava ratkaisu päätteillä. Etenkin raskaan liikenteen ajoneuvojen sujuvuus kärsii, sillä raskailla ajoneuvoilla kiihdyttäminen kiertoliittymän jälkeen tavoiteltuun nopeustasoon kestää kauemmin kuin massaltaan kevyemmällä ajoneuvoilla. Raskaan liikenteen ajoneuvot aiheuttavat siksi viivytyksiä myös muille päätien ajoneuvoille. Jos kuitenkin turvallisuus asettuu etusijalle, on kiertoliittymä ainakin moottoriajoneuvo- liikenteen kannalta hyvä ratkaisu liittymätyypiksi.

Koska päätien sujuvuus ja turvallisuus ovat molemmat hyvin tärkeässä asemassa, tulisi päätteitä tarkastella tärkeiden yhteysvälien kautta, jolloin voidaan huomioida etenkin raskaan liikenteen kannalta tärkeät yhteysvälit ja solmukohdat. Näin voidaan huomioida, millaista liikennettä päätieosuudella on sekä millaisia matka- ja kuljetusketjuja yhteysväli palvelee. Tärkeätä olisi myös tarkastella, millainen rooli päätien yhteysväliällä on liikenneverkon osana, jolloin voidaan tunnistaa päätieverkon osia, jotka edellyttävät erikoishuomiota. Tarkastelun avulla voidaan myös tutkia sitä, millaisille yhteysväleille tai solmukohtiin kiertoliittymä olisi järkevä toteuttaa.

Kiertoliittymästä aiheutuvia matka-aika- ja polttoainekustannuksia voidaan verrata kiertoliittymän rakennuskustannuksiin ja onnettomuuskustannuksiin. Kiertoliittymän rakennuskustannuksiin vaikuttavat kiertoliittymän lisäksi muut liikenteen tarvitsemat rakenteet (esim. jalankulku- ja pyöräilyväylät ja linja-autopysäkit), jotka ovat noin 400 000–1 500 000 €. Yleiset onnettomuudesta aiheutuvat yksikköarvot on annettu Liikenneviraston ohjeessa, ja kustannukset riippuvat onnettomuustyyppistä. Nämä kustannukset ovat keskimäärin 63 000–2 500 000 €. Kiertoliittymä aiheuttaa vuosittain matka-ajasta ja polttoaineen kulutuksesta kustannuksia yhteiskunnalle. Nopeustasosta riippuen kokonaiskustannukset näistä ovat noin 260 000–1 000 000 €, kun otetaan huomioon vain päätien liikennemäärä (10 000 ajon./vrk), ja jätetään sivusuunnan tarkastelu huomiotta. Matka-ajasta ja polttoaineen kulutuksesta aiheutuvat vuosittaiset kustannukset ovat varsinkin korkeilla nopeustasoilla merkittävät.

Linjaukset pääteistä, niiden liittymistä ja linjaus kiertoliittymien käytöstä pääteillä asettavat reunaehdoja kiertoliittymien toteuttamisesta pääteillä. Kirjallisuusaineiston ja tutkimusaineiston pohjalta luotiin myös kriteerit, joiden lähtökohtana oli löytää ne tekijät, jotka puoltavat ja eivät puolla kiertoliittymän toteuttamista pääteillä. Kriteerit jaettiin ympäristöön, liikennemääriin ja -jakaumiin, nopeustasoon ja nopeustason laskuun, turvallisuuteen, liittymän paikkaan ja liikennetalouteen. Kiertoliittymä on mahdollista toteuttaa sellaiseen paikkaan, jossa useat tekijät puoltavat kiertoliittymien käyttöä.

Työssä tutkittiin myös Suomen pääteiden liittymiä, joihin oli ehdotettu toteutettavaksi kiertoliittymää. Kiertoliittymiä ehdotetaan hyvin paljon sellaisiin liittymiin, joissa nopeustaso on valmiiksi korkea. Tämä vahvistaa käsitystä siitä, ettei kiertoliittymien vaikutusta päätien liikenteen sujuvuuteen ole otettu tarpeeksi huomioon.

Ehdotettuihin liittymiin testattiin työssä muodostettuja kriteerejä. Testaamisen tarkoituksena oli saada käsitys siitä, soveltuuko kiertoliittymä ehdotettuun kohteeseen. Testaamisen jälkeen todettiin, että kiertoliittymien soveltuvuutta liittymään on vaikea arvioida, sillä jokaisella liittymällä on erilaisia ominaisuuksia. Tämän takia jokaiseen liittymään tulisi tehdä liikenteellinen selvitys, jotta tässä työssä muodostettuja kriteerejä voidaan testata liittymään. Testaamisella voidaan kuitenkin vahvistaa kriteerien muodostamaa käsitystä siitä, millaisiin kohteisiin kiertoliittymä voi tulla päteväksi kysymykseen.

Työn suosituksena on se, että jokaiseen päätien kohteeseen, johon ehdotetaan kiertoliittymää, tehdään liikenteellinen selvitys. Liikenteellisestä selvityksestä tulee käydä ilmi liittymäympäristö, liikennemäärät ja -jakaumat, nopeudet, onnettomuustiedot, kuvaus liittymän paikasta sekä arviot liikenteellisistä vaikutuksista sekä kustannuksista. Suositus liittymään tehtävästä liikenteellisestä selvityksestä auttaa suunnittelijoita ja päätöksentekijöitä tarkastelemaan kiertoliittymän toteuttamisen mahdollisuutta pääteille työssä muodostettujen kriteerien avulla.

8.2 Työn arviointi

Työssä oli käsiteltävänä laaja tutkimusaineisto. Tutkimus koostui kirjallisuusaineiston tarkastelusta, useasta pienemmästä tutkimusaineiston tarkastelusta sekä tutkimusaineiston soveltamisesta käytäntöön. Tutkimusmenetelmiä oli työssä useita.

Kirjallisuusaineiston tarkoituksena oli esitellä Suomen pääteitä, niiden liittymäjärjestelyitä ja kiertoliittymiä Suomessa. Lisäksi kirjallisuusselvityksessä tutkittiin kiertoliittymästä aiheutuvia vaikutuksia, joita on havaittu sekä Suomessa että muualla maailmassa. Tutkimus pohjautui pitkälti nykyisiin ohjeisiin ja aiemmin tehtyihin selvityksiin. Tutkimusaineistoa voidaan pitää luotettavana. Osittain kuitenkin pääteiden osalta on hyödynnetty vuonna 2007 tehtyä pääteiden toimintalinja selvitystä, jossa osittain jotkin asiat ovat hieman vanhentuneet. Tämän aineiston tilalle on pyritty löytämään uusia linjauksia ja selvityksiä pääteiden toimintalinjoista. Työssä olisi voinut kuitenkin tutkia myös tarkemmin, millaista liikennettä eri pääteillä on. Kuitenkin työn laajuus rajasi tämän aiheen pois tutkimuksesta.

Tutkimusaineisto koostui useista materiaaleista, joiden avulla pyrittiin saamaan mahdollisimman kattava kuva pääteiden kiertoliittymistä. Aineisto koostui Suomen nykyisistä kiertoliittymäkohteista, pääteiden keskimääräisestä ajoneuvoryhmäjakaumasta, yksittäisen ajoneuvojen simuloinneista kiertoliittymässä, pääteiden liikenteellisistä selvityksistä sekä neljän Euroopan maan kiertoliittymäkäytännöistä pääteillä. Suomen nykyisiä kiertoliittymäkohteita tarkasteltiin tilaston ja karttatarkasteluiden avulla. Tilasto sisälsi kaikki maanteiden kiertoliittymät ja tilastossa jokainen kiertoliittymä oli lueteltu niin monta kertaa kuin kiertoliittymässä on haaroja. Aineiston käytiin läpi kuitenkin useampaan kertaan, millä uskotaan olevan merkitystä aineiston luotettavuuteen.

Karttatarkasteluissa arvioitiin pääteiden nykyisten kiertoliittymien ympäristöä. Ympäristöjen arvioinneissa on hyödynnetty Tiemappia, Googlemapsiä sekä Google Street-View:ta. Kuvavuodet vaihtelivat, ja osa tiedoista oli vanhentunutta ja muutamassa kohteessa oli työmaa-aikainen ratkaisu kuvattuna palveluun. Ympäristöt jaettiin kolmeen eri luokkaan: taajamiin, taajaman reuna-alueisiin ja maaseutumaisiin ympäristöihin. Arviot on tehty silmämääräisesti ja oman arviointikyvyn mukaisesti. Oman mielipiteen merkitys alueen sijainnista vaikuttaa oleellisesti siihen, kuinka kiertoliittymien sijaintiympäristö on luokiteltu.

Keskimääräistä ajoneuvoryhmäjakamaa varten poimittiin 15:sta LAM-pisteen tiedot Suomen päätieverkolta. Tietojen pohjalta muodostettiin keskimääräinen ajoneuvotyhmäjakama painotetun keskiarvon mukaisesti. Jokaisessa LAM-pisteessä tie oli yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Tutkimukseen olisi voinut ottaa lisääkin LAM-pisteitä, mutta työssä katsottiin tärkeämmäksi keskittyä kiertoliittymien analysointiin. Useammalla LAM-pisteellä olisi luultavasti saatu vielä tarkempi arvio keskimääräisestä ajoneuvotyhmäjakaumasta, mutta 15 LAM-pisteestä tarkastelu tieto katsottiin riittäväksi työn kannalta.

Yksittäisen ajoneuvon vaikutuksia kiertoliittymässä arvioitiin simulointituloksien ja kustannusarvioiden avulla. Työssä on otettu huomioon useat eri nopeustasot ja jokainen ajoneuvotyyppi. Lisäksi on huomioitu pituuskaltevuuksien vaikutukset. Yksittäisten ajoneuvojen simulointituloksia voidaan pitää luotettavina tasaisessa maastossa. Kiertoliittymän vaikutuksista eri pituuskaltevuuksilla saatiin työssä vaihtelevia mutta suuntaa-antavia tuloksia. Simulointitapauksiin valittiin tarkoituksella pitkä mäki-osuus, jotta voidaan arvioida kiertoliittymän jälkeen olevan mäen vaikutuksia ja kiertoliittymän soveltuvuutta mäkiseen maastoon.

Liitteissä 4–6 esitetyt simulointitulokset voidaan myös jatkossa hyödyntää liittymissä tehtäviin liikenteellisiin selvityksiin ja yleisesti päätöksenteossa, hankearvioinnissa sekä suunnittelussa, kun halutaan arvioida kiertoliittymästä aiheutuvia matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen kokonaisvaikutusta päätien liittymässä. Työn tavoitteena on antaa asiantuntijoille tietoja vertailla eri liittymävaihtoehtoja päätieverkon kohteissa. Useat liikenteellisissä selvityksissä käytetyt työkalut eivät riittävällä tarkkuudella ota huomioon näitä vaikutuksia. Lähtötietoina tulee kuitenkin tietää liittymän liikennemäärät ja -jakaumat. Lisäksi tarkempia arvioita saadaan myös, jos tiedetään kokonaan pysähtyvien ajoneuvojen osuus ja keskimääräinen odotusaika. Tässä työssä odotusaikoja ei ole otettu huomioon arvioissa, sillä tehdyissä simuloinneissa ei huomioitu muun liikenteen vaikutusta.

Kun työssä arvioitiin kiertoliittymästä aiheutuvien matka-aikojen ja polttoaineen kulutuksen kustannuksia, työssä hyödynnettiin pääteiden liikennemääriä sekä keskimääräistä ajoneuvoryhmäjakaumaa. Lisäksi työssä arvioitiin aiemmin tehdyn selvityksen perusteella pysähtyvien ajoneuvojen määrää kiertoliittymän tulosuunnan kohdalla. Selvityksen mukaan raskaista ajoneuvoista noin 8 % joutuu kokonaan pysähtymään kiertoliittymään. Tässä työssä kaikille ajoneuvotyypeille on käytetty samaa prosenttiosuutta kiertoliittymässä pysähtymään joutuvien ajoneuvojen osalta. Kuitenkin todellisuudessa prosenttiosuus itsessään ja eri ajoneuvotyyppien välillä saattaa vaihdella. Lisäksi tässä aineistossa ei myöskään ole esitetty sitä, minkä kesto on pysähtymisaika kiertoliittymässä. Myöskään vaikutuksia sivusuunnille ei ole tarkasteltu. Kustannusarvioinneissa on käytetty Liikenneviraston tiehankkeiden arvioissa käytettäviä yksikköarvoja. Näitä yksikköarvoja ja niiden määräytymisperusteita voidaan pitää luotettavina.

Työssä tutkitut liikenteelliset selvitykset ovat Liikenneviraston tilaamia konsulttitöitä. Työssä ei voida olla varmoja niiden tekotavasta tai paikkansapitävyydestä, sillä työssä on vain analysoitu tehtyjen liikenteellisten selvitysten tuloksia. Näissä töissä on kuitenkin otettu huomioon kiertoliittymän vaikutuksia pääsuunnan liikenteeseen. Konsulttitöiden pohjalta on voitu huomata myös sellaisia vaikutuksia, joita yksittäisen ajoneuvon simuloinnit eivät ole ottaneet huomioon. Esimerkiksi kiertoliittymä ei sovi liittymään, jossa päätien suuntainen liikenne on hallitseva ja liittymässä on päätien liikenteen lisäksi paljon pääsuunnalta vasemmalle kääntyvää liikennettä.

Kansainvälinen ote työhön saatiin tekemällä kyselytutkimus ulkomaille yleisistä teistä vastaaville tahoille. Kyselyn tavoitteena on tarkastella eurooppalaisia kiertoliittymäkäytäntöjä pääteillä. Kyselyyn vastanneet maat ovat Ruotsi, Norja, Saksa ja Alankomaat. Kysely lähetettiin myös Ranskaan, Tanskaan ja Itävaltaan, mutta nämä maat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä niistä ei saatu kyselyn aikataulun puitteissa vastauksia. Kattavamman kuvan eri maiden pääteiden kiertoliittymistä olisi saanut ottamalla tarkasteluun enemmän maita. Tutkimuksessa esitetty maakohtainen kiertoliittymien toteuttaminen pääteille perustuu tehtyyn sähköpostikyselyyn. Vastaajat vastasivat liitteessä 2 esitettyihin avoimiin kysymyksiin oman harkintansa mukaisesti. Osa maista antoi vastauksessaan myös lähteitä omiin vastauksiinsa, jotka vahvistivat vastausten luotettavuutta.

Työssä oli myös tavoitteena esittää arvio siitä, voitaisiinko Suomessa hyödyntää joi-tain muualla Euroopassa toteutettuja käytäntöjä kiertoliittymien käytöstä liittymätyyppinä pääteillä. Vaikka Suomessa on Norjan, Saksan ja Alankomaiden tapaan ohjeistus kiertoliittymien toteuttamisesta pääteillä, ei missään maassa ole tutkittu kiertoliittymien vaikutuksia päätien liikenteeseen. Työssä esitetyt yksittäisen ajoneuvon

simuloinnit antavat muille maille tietoa kiertoliittymien vaikutuksista etenkin pääsuunnan liikenteeseen. Ainoastaan turvallisuutta on tutkittu, ja myös muissa maissa kiertoliittymien turvallisuus koetaan hyvänä. Saksassa ja Alankomaissa käytetään myös yllättävän paljon turbokiertoliittymiä. Suomessa näitä kuitenkin pääteillä on vain kaksi kappaletta. Turbokiertoliittymien vaikutuksia voitaisiin tutkia enemmän Suomessa.

Luvussa 5 muodostettiin kriteerit kiertoliittymien käytöstä pääteille. Kriteereissä tutkittiin, miten päätie ja sen liittymille asetetut tavoitteet rajoittavat kiertoliittymien toteuttamista pääteillä sekä mitkä tekijät puoltavat ja eivät puolla kiertoliittymän toteuttamista pääteillä. Kriteerit jaettiin ympäristöön, liikennemääriin ja -jakaumiin, nopeustasoon ja nopeustason laskuun, turvallisuuteen, liittymän paikkaan ja liikennetalouteen. Uskotaan, että työssä esitetyt kriteerit kattavat perusteellisesti tärkeimmät asiat, jotka täytyy huomioida, kun harkitaan, voidaanko kiertoliittymä toteuttaa päätielle.

Esitettyjä pääteiden kiertoliittymäkriteerejä sovellettiin ehdotettuihin kohteisiin. Ehdotetuilla kiertoliittymäkohteilla tarkoitettiin sellaisia liittymiä, joihin haluttaisiin toteuttaa nykyisen liittymän sijasta kiertoliittymä. Liikennevirasto on tehnyt kyselyn vuonna 2014, jolloin kaikkia ELY-keskuksia pyydettiin esittämään omat toiveensa liittymäkohteista. Kyselyn jälkeenkin Liikennevirasto on saanut hyvin paljon kyselyitä koskien kiertoliittymien toteuttamisesta eri päätien liittymiin, mutta ne on jätetty tarkastelussa ulkopuolelle.

Ehdotetuista kohteista analysoitiin kyselyn tuloksia ja pyrittiin ryhmittelemään kohteet erilaisiin ryhmiin. Jokaisesta liittymästä saatiin tietää ehdotetun liittymän kohteen kunta, tiennumero, liittymätyyppi, nopeusrajoitukset kaikilta suunnilta sekä liikennemäärät ennen ja jälkeen liittymän. Tiedot olivat peräisin Liikenneviraston Tierekisteristä, jotka kattavat ainoastaan maanteiden tiedot nopeusrajoituksista ja liikennemääristä. Katujen ja yksityisteiden nykytilatietoja ei kuitenkaan ollut käytettävissä. Ehdotetuista liittymistä ei myöskään tarkasteltu onnettomuustietoja. Onnettomuustietojen tarkastelu olisi luultavasti tarkentanut kriteerejä onnettomuuksien osalta.

Tämän lisäksi ehdotettujen kohteiden päätieympäristöä arvioitin silmämääräisesti Google Maps -karttapalvelun ja Google Street View -katunäkymäpalvelun avulla. Kuvausvuodet vaihtelivat ja osa tiedoista oli vanhentunutta ja muutamassa kohteessa oli työmaa-aikainen ratkaisu kuvattuna palveluun. Kohteita ryhmiteltiin usealla eri tavalla hyödyntäen tietoa Tierekisteristä ja päätieympäristön tarkastelusta. Ryhmitteilyn tarkoituksena oli havainnollistaa, millaisiin nykyisiin päätien liittymäkohteisiin kiertoliittymä haluttaisiin toteutettavaksi.

Ehdotettuja kohteita on tarkasteltu vain yleisellä tasolla. Kriteerien mukainen tarkastelu tehtiin ehdotetuille anonyymiliittymille. Koska työssä ei haluttu tehdä suoraa ehdotusta siitä, mihin ehdotettuihin liittymäkohteisiin kiertoliittymä voisi tulla kyseen, täytyi liittymäkohteista poimia anonyymiliittymiä, jotka edustivat kattavasti ryhmää ja sen ominaisuuksia. Tarkastelun avulla voitiin vahvistaa kriteerien muodostamaa käsitystä siitä, millaisiin kohteisiin kiertoliittymä voi tulla päätiellä kysymykseen.

Työssä esitetystä suosituksesta kiertoliittymien toteuttamisesta pääteillä uskotaan olevan tarpeeksi uutuusarvoa. Lisäksi työ antaa suunnittelijoille ja päätöksentekijöille uusia toimintatapoja, kun tarkastellaan pääteiden kiertoliittymiä. Myös muut maat voivat hyödyntää työssä esitettyjä tuloksia kiertoliittymän vaikutuksesta päätien liikenteeseen.

8.3 Aiheita jatkotutkimuksiin

Työtä tehdessä ilmeni muutama aihe jatkotutkimukseen. Useassa nykyisessä kohteessa on maaseutumaiset olosuhteet ja ennen kiertoliittymää korkeat nopeusrajoitukset, jolloin kiertoliittymä saattaa tulla tienkäyttäjälle yllätyksenä. Turvallisuuden takia olisi hyvä, että kiertoliittymät voitaisiin havaita tarpeeksi kaukaa päätieltä. Jatkossa voitaisiin pohtia, millä keinoilla ympäristö voisi viestiä tienkäyttäjälle ajoneuvojen alentamisesta, ettei kiertoliittymä tule yllätyksenä tienkäyttäjälle.

Lisäksi tässä työssä ei ole tutkittu tarkemmin pääteiden kiertoliittymien pysähtyvien ajoneuvojen osuutta tai sitä, kuinka kauan pysähtyminen kestää. Lisäksi ei tiedetä sitä, onko jakauma samanlainen jokaisella ajoneuvotyypillä. Jatkossa voitaisiin tutkia myös muiden liittymätyyppien aiheuttamia viivytyksiä matka-aikoihin päätieolosuhteissa. Työssä ei myöskään tutkittu kiertoliittymässä ajoneuvojen aiheuttamien päästöjen tai melun määrää eikä sitä millaisia yhteiskunnallisia kustannuksia ne aiheuttavat.

Lisäksi tässä työssä ei tutkittu nykyisten kiertoliittymien toimivuutta. Jatkossa voitaisiin tutkia erilaisissa ympäristöissä ja paikoissa sijaitsevien kiertoliittymien toimivuutta ja tarkastella myös katuverkolla sijaitsevia kiertoliittymiä. Myös muiden läheisten liittymien vaikutusta kiertoliittymään voitaisiin tutkia.

Lisäksi kansainvälisessä kyselyssä havaittiin, että turbokiertoliittymiä on etenkin Saksassa ja Alankomaissa Suomen pääteitä vastaavilla teillä. Näissä maissa turbokiertoliittymät on havaittu toimiviksi ja turvallisiksi. Suomessa on pääteillä kuitenkin tällä hetkellä vain kaksi turbokiertoliittymää. Tämän vuoksi Suomessa olisi syytä tutkia esimerkiksi sitä, voitaisiinko nykyisissä kiertoliittymissä hyödyntää turbokiertoliittymäratkaisua ja parantaisiko se joidenkin nykyisten kiertoliittymien sujuvuutta.

Tässä työssä havaittiin se, että pääteitä ja sen liikennettä olisi voinut tutkia muutenkin kuin yleisellä tasolla. Jatkossa voitaisiin tarkastella, mitkä pääteiden yhteysvälit ovat esimerkiksi kuljetusten kannalta merkittävimmät ja millaisia kuljetuksia näillä yhteysväleillä on. Lisäksi tarkastelussa voitaisiin tutkia, löytyykö pääteiltä sellaisia osuuksia, joilla tehdään eniten henkilöliikenteen matkoja.

Lisäksi työtä tehdessä ilmeni, että tienkäyttäjien ja päättäjien mielipiteitä kiertoliittymistä voitaisiin tutkia. Tienkäyttäjistä voitaisiin selvittää jalankulkijoiden, pyöräilijöiden, mopoilijoiden, moottoripyöräilijöiden sekä henkilö-, paketti-, linja- ja raskaan liikenteen kuljettajien mielipiteitä kiertoliittymistä, sillä käyttäjien mielipiteillä on tänä päivänä yhä suurempi merkitys. Varsinkin elinkeinoelämän edistäminen, työmatkojen sujuvuus ja raskaan liikenteen toimivuus koetaan tärkeäksi jo ministeriön tasolla. Päättäjien mielipiteitä voitaisiin tutkia haastattelemalla ELY-keskusten ja Liikenneviraston päätöksentekijöitä.

Lähdeluettelo

Aarnikko, T. & Karjalainen, J. 2007. *2-kaistaisten kiertoliittymien suunnitteluperiaatteet – Tiehallinnon selvityksiä 42/2006*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 978-951-803-777-7.

Boender, J. 2015. *A new step in Sustainable Safety in The Netherlands*. [Online].

Viitattu: 31.8.2015. Saatavissa:

<http://static1.squarespace.com/static/51cc8d46e4b0b242fc8d0f33/t/5605893ae4b074d62d8b9248/1443203386237/14.%2BA%2BNew%2BStep%2Bin%2BSustainable%2BSafety%2Bin%2Bthe%2BNetherlands.pdf>

Brilon, W. 2014. *Roundabouts: a State of the Art in Germany*. 4th International Conference on Roundabouts, Transportation Research Board (TRB). Seattle, huhtikuussa 2014.

Churchill, T., Stipdonk, H. & Bijleveld, F. 2010. *Effects of roundabouts on road casualties in the Netherlands*. Leidschendam. SWOV Institute for Road Safety Research.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). 2015. Viljakkalantien ja Kuruntien kiertoliittymä Ylöjärvellä (MAL-hanke). [Online]. Viitattu: 9.10.2015. Saatavissa:

https://www.ely-keskus.fi/web/ely/pirkanmaa-mal-hankkeet-viljakkalantien-ja-kuruntien-kiertoliittyma;jsessionid=53FD534236762E800BBD265F6A3B88B6?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_resetCur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14401#.VlLeBqM8JzM

Federal Highway Administration FHWA. 2010. *Roundabouts: An Informational Guide – Second Edition – NCHRP Report 672*. Northwest. Transportation Research Board. ISBN 978-0-309-15511-3.

Jokela, J. & Lehtomaa, J. 2012. *Suuria liikennevirtoja synnyttävien kohteiden liikenneselvitykset ja liikenteelliset ratkaisut - Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 3/2012*. Helsinki. Liikennevirasto. ISBN 978-952-255-096-5.

Karhula, M. 2015. *Liikenne kohti tulevaa (PITO) - missä mennään? Hankesuunnittelu-päivä 6.5.2015*. [Online]. Viitattu: 15.5.2015. Saatavissa:

http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/uutiset/tapahtumat/hankesuunnittelu-paiva2015/2.%20oLiikenne%20kohti%20tulevaa_%20Mik%20on%20t%20E4rke%20E4%20kehitt%20ess%20oliikenneolosuhteita%20ja%20-%20palveluita%20seuraavien%2010%20vuoden%20aikana.pdf

Koskinen, O. 2002. *Optimal Road Junction from the Viewpoint of Energy Savings, Emission reduction and Vehicle Operating Costs*. Viitattu: 7.7.2015. Julkaisematon lähde.

Laurikko, J. 2009. *Ajoneuvot 2015*. Taustamuistio. Teknologinen kehitys - ajoneuvot ja polttoaineet. VTT.

Lempäälän-Vesilahden Sanomat. 2014. *Kiertoliittymän rakennustyöt alkaneet Kuokkalassa*. [Online]. Viitattu: 9.10.2015. Saatavissa: <http://lvs.fi/2014/05/15/kiertoliittyma-rakennustyot-alkaneet-kuokkalassa/>

Liikenneministeriö. 1992. *Tiehallituksen kirje nro Sts-83/8.4.1992 Yleisten teiden toiminnallisen luokituksen tarkistaminen sekä valtatieverkon kehittämissuunnitelma; laajuus ja laatutavoitteet*. LM 34/40/92/2.12.1992

Liikenneministeriö. 1993. *Kantatieverkon kehittämissuunnitelma; verkon laajuus ja laatutavoitteet*. LM 462/40/93 21.6.1993.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013. *Liikenteen ympäristöstrategia 2013–2020*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 43/2013. Liikenne- ja viestintäministeriö. ISBN 978-952-243-378-7.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2015. *Liikenneturvallisuus*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/liikenneturvallisuus>.

Liikennevirasto. 2015a. *LAM-kirja*. [Online]. Viitattu 1.8.2015. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/tilastot/tietilastot/lam-kirja#.VdsQXrWRNoc>.

Liikennevirasto. 2015b. *Liikenne kohti tulevaa*. [Online]. Viitattu: 17.6.2015. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto/pito#.Vev7hLWRPhB>.

Liikennevirasto, 2015c. *Liikenne kohti tulevaa - Liikenneolosuhteet nyt ja haasteet tulevina vuosina*. [Online]. Viitattu 20.5.2015. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/liikennevirasto/pito/PITO_fakta_liikenneolosuhteetnyt.pdf

Liikennevirasto. 2015d. *Liikenne kohti tulevaa - Toiminta Suomessa nyt ja tulevaisuudessa*. [Online]. Viitattu: 25.5.2015. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/liikennevirasto/pito/PITO_fakta%20nykytilaja%20tulevaisuus.pdf

Liikennevirasto. 2015e. *Liikenneväylien hankearviointi*. [Online]. Viitattu: 13.8.2015. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankeet/strategia/vaikutusten_arviointi/hyoty_kustannus#.VfghmX2RNod.

Liikennevirasto. 2015f. *Maanteiden liikenneturvallisuuskatsaus 2015 - Tavoite, tilanne, kustannukset ja toimia 17.6.2015*. Viitattu: 7.7.2015. Saatavissa: Liikenneviraston Intranet -sivut.

Liikennevirasto. 2015g. *Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013 – Liikenneviraston ohjeita 1/2015*. Helsinki. Liikennevirasto. ISBN 978-952-317-064-3.

Liikennevirasto. 2015h. *Tienumerointi ja tienumerokartat*. [Online]. Viitattu: 10.10.2015. Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/kartat/tiekartat#.Vk7voKM8JoI>

Liikennevirasto. 2015i. *Tienumerokartat*. [Online]. Viitattu: 28.7.2015. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/tiet/tienumerokartat#.VVM7UckyrLE>

Liikennevirasto. 2015j. *Tietilasto 2014 – Liikenneviraston tilastoja 7/2015*. Helsinki. Liikennevirasto. ISBN 978-952-317-114-5.

Liikennevirasto. 2015k. *Tavaraliikenne*. [Online]. Viitattu: 11.11.2015. Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/liikennejarjestelma/tavaraliikenne#.VmrE5aM8JzM>

Liimatainen, A. 2014. *Kiertoliittymät - Milloin hyvä ja kustannustehokasratkaisu* 26.11.2014. Viitattu: 13.5.2015. Julkaisematon lähde.

Lippold, C., Lemke, K., Jaehring, T. & Stöckert, R. 2015. *Country report Germany – The new Generation of Design Guidelines for Roads and Motorways in Germany*. 5th International Symposium on Highway Geometric Design Vancouver 2015. Saatavissa: <https://static1.squarespace.com/static/51cc8d46e4bob242fc8dof33/t/55c4f627e4b0852b09fa899a/1438971431239/172.+Germany+Country+Report.pdf>

Maantielaki. 2006. L 1.1.2006/503 muutoksineen.

Metodix. 2001. *Konstrukttiivinen tutkimusote*. [Online]. Viitattu 10.6.2015. Saatavissa: http://www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/lukka_const_research_app/kooste.

Montonen, S. 2008. *Kiertoliittymien turvallisuus - Tiehallinnon julkaisuja 8/2008*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 978-952-221-029-6.

Rahman, H., Eloranta, A. & Ernvall, T. 2000. *Raskaat ajoneuvot kierteilyssä – Tiehallinnon selvityksiä 12/2000*. Helsinki. Tielaitos. ISBN 951-726-622-7.

Ramboll. 2015. *Meijeritien ja Monnikyläntien liittymän simuloinnit ja alustava hankearviointi raporttiluonnos*. Viitattu: 1.7.2015. Julkaisematon lähde.

Sito. 2015. *Valtatie 15 – Mt 368 Kalevantie liittymä – Liittymän kehittämismuutosten vertailu 31.3.2015*. Viitattu: 29.7.2015. Julkaisematon lähde.

Staten vegvesen. 2014. *Veg- och gateutforming – Håndbok N100*. Vegdirektoratet. ISBN 978-82-7207-663-3.

Statens vegvesen. 2010. *Nøkkeltal 2010*. [Online]. Viitattu: 8.7.2015. Saatavissa: http://www.vegvesen.no/_attachment/284008/binary/501878.

Strømmer H. & Rääkkönen A. 2011. *Kiertoliittymien onnettomuusselvitys ja suunnittelunäkökohtia*. [Online]. Viitattu: 23.9.2015. Saatavissa: http://www.hel.fi/hel2/ksv/Aineistot/Liikennesuunnittelu/Liikennetutkimus/kierteilymat_onnettomuusselvitys.pdf

SWOV. 2012. *Fact sheet – Roundabouts*. [Online]. Viitattu: 23.6.2015. Saatavissa: http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Roundabouts.pdf

SWOV. 2014. *Types of intersection*. [Online]. Viitattu: 26.6.2015. Saatavissa: http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Junctions.pdf

Tervonen J. & Metsäranta H. 2015. *Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvojen määrittäminen vuodelle 2013*. Helsinki. Liikennevirasto. ISBN 978-952-317-065-0.

Tiehallinto. 2001a. *Tasoliittymät – Suunnitteluvaiheen ohjaus*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 951-726-731-2.

Tiehallinto. 2001b. *Teiden talvihoito – Menetelmätieto – Toteuttamisvaiheen ohjaus*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 951-726-798-3.

Tiehallinto. 2002. *S12 Pääteiden parantamisratkaisut - Pääteiden liittymästandardi - Sisäisiä julkaisuja 7/2002*. Helsinki. Tiehallinto. ISSN 1457-991X.

Tiehallinto. 2005. *Liikennevalojen suunnittelu LIVASU – Suunnitteluvaiheen ohjaus*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 951-803-630-6.

Tiehallinto. 2006a. *Maantiet kaavoituksessa – Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 951-803-695-0.

Tiehallinto. 2006b. *Yksityisen tien liittäminen maantiehen*. [Online]. Viitattu: 3.6.2015. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/yksityistie_liittyma_esite.pdf.

Tiehallinto. 2007a. *Pääteiden kehittämisen tavoitteet ja toimintalinjat - Raportti 2007*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 978-952-221-004-3.

Tiehallinto. 2007b. *Yksityisten teiden liittymät maanteihin – Lupa-asioiden käsittely*. Tiehallinto. Helsinki. ISBN 978-951-803-844-6.

Tielaitos. 1993. *Päiväylät kaupunkialueilla – Yleiset suunnitteluperiaatteet*. 2. painos. Helsinki. Tielaitos. ISBN 951-47-6976-7.

Tielaitos. 1996. *96/20/Th-8 3 Kiertoliittymien käyttö pääteillä*. Tielaitos.

Tielaitos. 2000a. *Kiertoliittymien turvallisuus - Tielaitoksen selvityksiä 25/2000*. Helsinki. Tiehallinto. ISBN 951-726-653-7.

Tielaitos. 2000b. *S 12 Pääteiden parantamisratkaisut – Pääteiden liittymätyyppien liikennetaloudelliset käyttöalueet*. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 29/2000. Helsinki. Tielaitos.

Tieliikennelaki. 1981. L 3.4.1981/267 muutoksineen.

Tiemappi. 2015a. *Askola*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa: <http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=420538&linkkiy=6707600&xmin=419774&ymin=6706684&xmax=421758&ymin=6708758&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015b. *Hämeenkyrö*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa: <http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=298500&linkkiy=6839756&xmin=298184&ymin=6839238&xmax=298914&ymin=6840176&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=16>

Tiemappi. 2015c. *Iisalmi*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa: <http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=508755&linkkiy=7051671&xmin=508142&ymin=7050545&xmax=509602&ymin=7052420&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015d. *Juva*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa: <http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=542213&linkkiy=6863170&xmin=541278&ymin=6861788&xmax=542739&ymin=6863663&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015e. *Kyröskoski*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa:

<http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=297479&linkkiy=6841602&xmin=297008&ymin=6840583&xmax=298468&ymax=6842459&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015f. *Kärsämäki*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa:

<http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=439426&linkkiy=7094735&xmin=438350&ymin=7093638&xmax=440333&ymax=7095514&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=false&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015g. *Liminka*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa:

<http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?&xmin=427172&ymin=7187586&xmax=429155&ymin=7189461&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015h. *Vaajakoski*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa:

<http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=441445&linkkiy=6902128&xmin=440806&ymin=6900794&xmax=442790&ymin=6902669&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=15>

Tiemappi. 2015i. *Valkeala*. [Online]. Viitattu: 6.6.2015. Saatavissa:

<http://finnranet.tiehallinto.fi/Tiirakartta/kartta.jsp?linkkix=489219&linkkiy=6754990&xmin=488578&ymin=6754404&xmax=489570&ymin=6755441&tOpacity=1&nakyvydet=&suojeluVisible=true&snakyvydet=&taustaVisible=true&osoiteVisible=false&harmaaVisible=false&ilmakuvaVisible=true&tienumerokarttaVisible=false&zoom=16>

Valtioneuvosto. 2000. *Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista*. Helsinki. Valtioneuvosto. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelu_jarjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet

Zoesch, J., Jaehrig, T. & Lippold, C. 2015. *The new Guidelines for the Geometric Design of Rural Roads in Germany*. 5th International Symposium on Highway Geometric Design Vancouver 2015. Julkaisematon lähde.

Kyselyihin vastanneet henkilöt

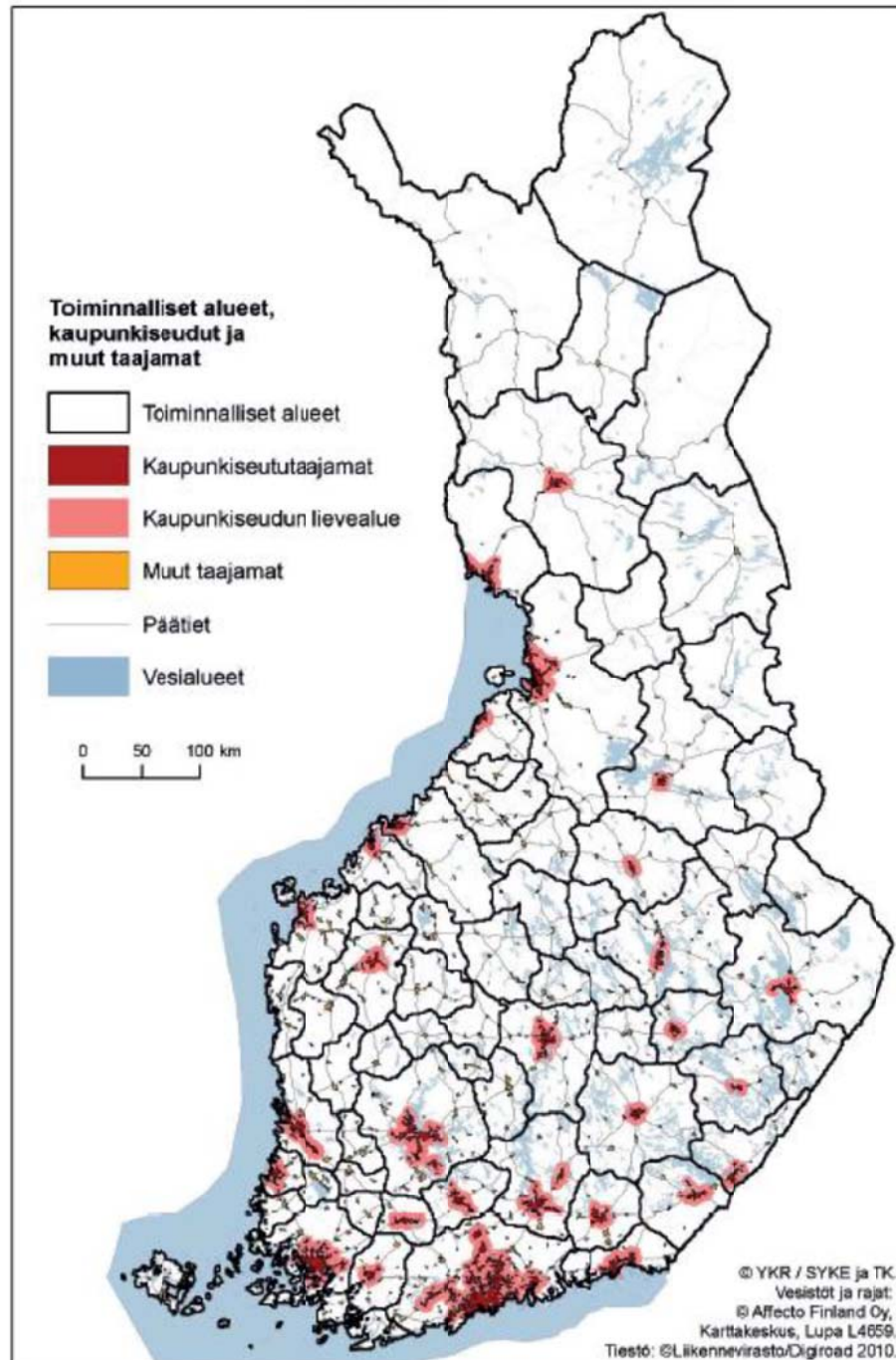
Boender, J. 2015. Projektipäällikkö, CROW. Sähköpostihaastattelu 3.8.2015.

Schreck, B. 2015. Liikenneinsinööri, BAST. Sähköpostihaastattelu 20.7.2015.

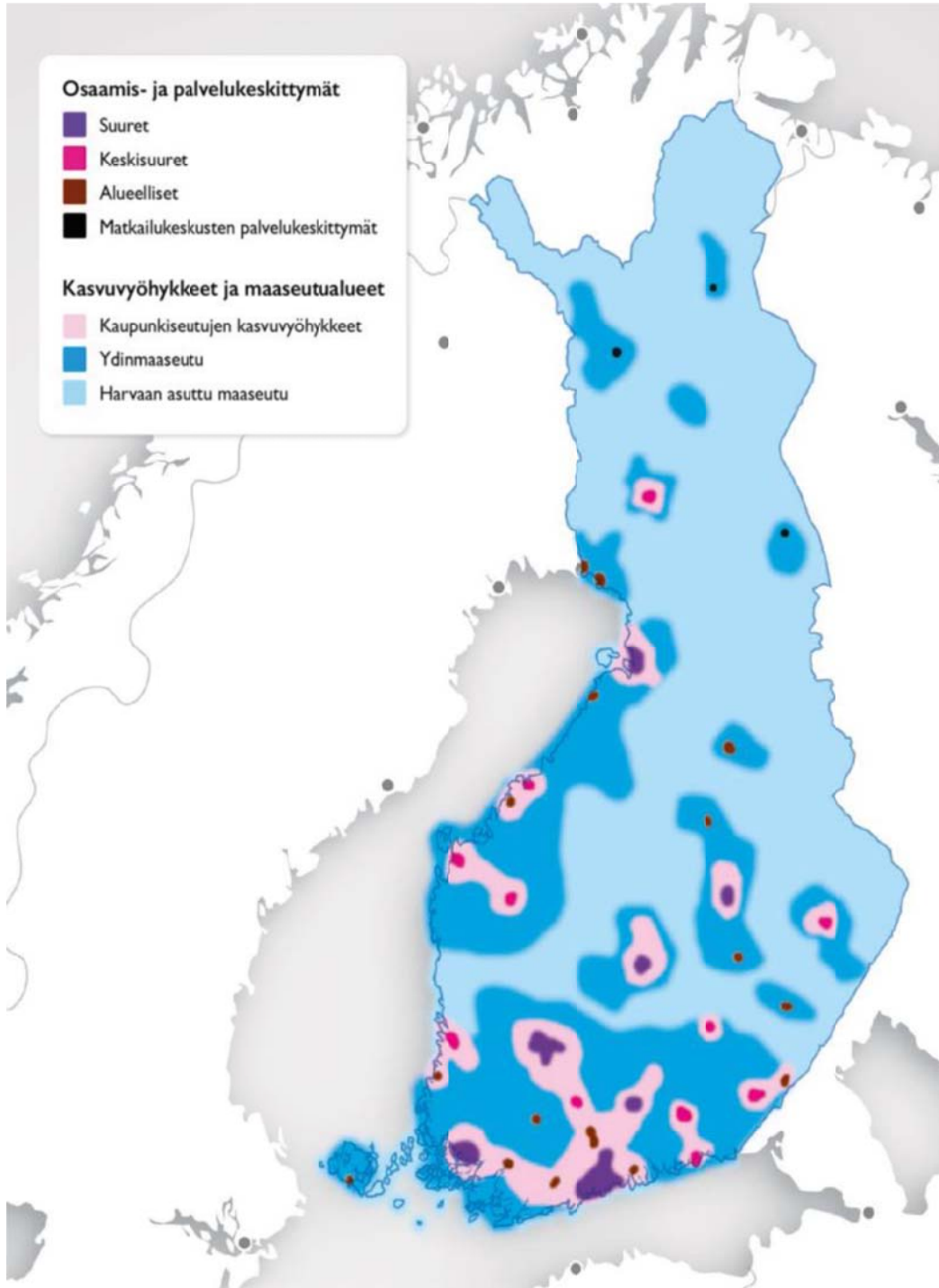
Skogheim, B. 2015. Hankepäällikkö, Statens Vegvesen Vegdirektoratet. Sähköpostihaastattelu 17.6.2015.

Wärnhjelm, M. 2015. Projektipäällikkö, Suunnittelu-osasto, Trafikverket. Sähköpostihaastattelu 30.6.2015.

Suomen taajama-alueet vuonna 2012 (Liikennevirasto 2015d)



Vuoden 2050 ennuste taajamien laajenemisesta (Liikennevirasto 2015d)



Sähköpostilla lähetetyn kyselyn viesti

Dear Sir or Madam

This e-mail message is inquiry of roundabouts located on the main roads. If you are not a correct person to answer to this inquiry, please be so kind to forward this to the responsible person.

Finnish Transport Agency is conducting a study on the roundabouts located on the main roads of Finland. The aim of the study is to find out in what kind of situations a roundabout could be an answer to a main road intersection. Hence, Finnish Transport Agency is calling for reference material for the study from other countries. The reference material should be informative enough to be able to tell what kind of roundabout policies other countries have on their main road network. The utilized reference main road network should be somewhat similar to the Finnish main road network (look below for facts about Finnish main roads).

We would highly appreciate you to answer the four questions listed below. Answers can be given as hyperlinks, attachment files or short written answers via email.

- 1. What are the strategies for the main road network and how is the traffic like?**
 - Description of main road strategies
 - Description of traffic and road environment on main roads (build-up, suburban or rural areas)
- 2. What kind of intersection policy on the main roads does your country have?**
 - Concerning especially roundabouts
 - Are there any detailed guidelines or policy for roundabouts on main roads?
- 3. Have any studies been made of the impacts of roundabouts (on the main roads)?**
 - Impacts on traffic, traffic safety, environment, users, costs, fuel consumption, time, etc.
 - Impacts especially on heavy traffic
- 4. Examples of typical locations of roundabouts on main roads (Google Maps location)**
 - Build-up, suburban or rural areas

Facts about Finnish main roads

- Primary task is to provide safe and fluent traffic to travel and transport and serve long-distanced and local traffic
- Main roads are mainly (90 %) **single carriage ways with two traffic lanes**
- About 75 % of all heavy traffic in Finland utilize main roads for transportation

- Speed limits are generally 80–100 km/h but in build-up areas they may vary from 40 up to 60 km/h

**Examples of typical locations of roundabouts on main roads in Finland
(Google Maps location)**

- Käsämäki (build-up area) - <https://goo.gl/maps/NtuLA>
- Ii (build-up/ suburban area) - <https://goo.gl/maps/dEHsv>
- Liminka (suburban/rural area) - <https://goo.gl/maps/sj4y3>
- Nivala (suburban area) - <https://goo.gl/maps/oajPI>

Kiertoliittymät Suomen pääteillä

Tilannetieto 1.1.2015

Tie	Risteävät tiet	Paikkakunta	Kiertoliittymän nimi	Liittymähaarojen määrä	Kiertoliittymän tyyppi	Sijaintiympäristö
3	Härkikuja	Hämeenkyrö	Hämeenkyrön keskusta	4	Yksikaistainen	Taajama
3	249/3002	Kyröskoski	Kyröskoski	4	Yksikaistainen	Maaseutu
4	851/8513	li	Alarannan kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
4	58/Junnontie	Kärsämäki	Haapajärventie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
4	8/847	Liminka	Haaransilta	4	Kaksikaistainen	Maaseutu
4	18756/18755	li	Haminan kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
4	Metsätie/katu	Ivalo	Ivalon eteläinen kierto.	4	Yksikaistainen	Taajama
4	Kaamostie/Piiskuntie	Ivalo	Ivalon keskimm. kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
4	91	Ivalo	Ivalon pohjoinen kierto liitt	4	Yksikaistainen	Taajama
4	26543/9	Jyväskylä	Kanavuori	3	Yksikaistainen	Maaseutu
4	18431/Pomojontie	Kärsämäki	Keskusta	4	Yksikaistainen	Taajama
4	28	Kärsämäki	Kärsämäki	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
4	5	Sodankylä	Sodankylän et. Kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
4	Jäämerentie	Sodankylä	Sodankylän pohj kierto liittymä	3	Yksikaistainen	Taajama
4	16630/638/26537	Vaajakoski	Vaajakoski	4	Turbokierto liittymä	Reuna-alue/Portti
5	20/18857	Kuusamo	Toranki	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
8	18083/18084	Kalajoki	Eteläkylä	4	Yksikaistainen	Taajama
8	7780/7781	Kalajoki	Kalajoentie	4	Yksikaistainen	Taajama
8	756/47950	Kokkola	Kokkola	4	Turbokierto liittymä	Reuna-alue/Portti
8	724/Kivihaantie	Vaasa	Kotirannan kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
9	24/56/26545	Jämsä	Jämsän kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
9	Jämfeltintie/Hainarintie	Tohmajärvi	Kemien kl	4	Yksikaistainen	Taajama
10	3053	Katinen	Katinen	3	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
10	290/Katistentie	Katuma	Katuma	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
11	249	Häijää	Häijää	4	Yksikaistainen	Maaseutu
12	42006/42029	Rauma	Hakunintien kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
12	360/362	Kausala	Kausalan kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
12	43	Eura	Souppaan kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
13	7520/17803	Perho	Arsin rinki	4	Yksikaistainen	Taajama
13	63	Kaustinen	Kaustinen	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
13	16/16875	Kyyjärvi	Kyyjärven kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
13	447/616	Kangasniemi	Lapaskangas	4	Yksikaistainen	Maaseutu
13	Kunniavuorentie/Jyväskyläntie	Saarijärvi	Tikkakujan kl	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
13	Vehmassuontie/Vanhainkodintie	Perho	Vehmassuontien kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
14	479/4403	Punkaharju	Punkaharjun kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
14	Savonlinnan-Punkaharjuntie	Savonlinna	Ruislahden kierto liittymä	4	Kaksikaistainen	Taajama
14	Savontie	Savonlinna	Savontien kierto liittymä	3	Kaksikaistainen	Reuna-alue/Portti
14	434/Kauraniementie	Juva	Sulkavantien kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
14	15332/25331	Juva	Tulostien kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
14	Yhdystie	Juva	Yhdystien kierto liittymä	3	Yksikaistainen	Taajama
18	17263/Tuurinportti	Tuuri	Aspinmäentien kierto liittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
18	47402/Mäki-Hakolantie	Seinäjäki	Kivistöntie	4	Yksikaistainen	Taajama

Tie	Risteävät tiet	Paikkakunta	Kiertoliittymän nimi	Liittymähaarojen määrä	Kiertoliittymän tyyppi	Sijaintiympäristö
18	Onnenkiventie/Alavuudentie	Tuuri	Onnentie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
18	6019/26514	Jyväskylä	Ristonmaan kiertoliittymä 1	3	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
18	Tuurintie/Korventie	Tuuri	Tuurintie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
22	Keskustie/Muhostie	Muhos	Keskustie	4	Yksikaistainen	Taajama
22	Ponkilantie/Ratatie	Muhos	Ponkilantie	4	Yksikaistainen	Taajama
23	44	Kankaanpää	Kankaanpään kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
23	58/6044	Keuruu	Keuruu	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
23	16511/katu	Keuruu	Kirkkoaukea	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
23	2701/2560	Noormarkku	Noormarkun kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
23	6241/26555	Petäjävesi	Petäjäveden kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
24	23540/23767	Karisto	Kariston kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
25	1125/21113	Lohja	Mineritin kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Maaseutu
25	21113	Lohja	Muijalan kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Maaseutu
25	21549/1125/1090	Lohja	Vesitornin kiertoliittymä	4	Kaksikaistainen	Reuna-alue/Portti
27	58	Haapajärvi	Keskusta	4	Yksikaistainen	Taajama
27	588/45600	Iisalmi	Koljonvirran kl	4	Yksikaistainen	Maaseutu
27	63/86	Ylivieska	Taanila	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
27	28	Nivala	Tiilimaa	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
27	Valtakatu/Salmiperäntie	Ylivieska	Uimahalli	4	Yksikaistainen	Taajama
28	18080/Turkistie	Kannus	Annalan kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
28	775/18077	Kannus	Kannus	4	Yksikaistainen	Taajama
28	63/18234	Sievi	Keskusta	4	Yksikaistainen	Taajama
29	29530	Tornio	Länsirannan kiertoliittymä	4	Kaksikaistainen	Reuna-alue/Portti
29	922/19526	Tornio	Röyhtän kiertoliittymä	4	Kaksikaistainen	Reuna-alue/Portti
43	210	Hinnerjoki	Hinnerjoki	4	Yksikaistainen	Maaseutu
44	2700	Honkajoki	Honkajoen kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Maaseutu
44	Länsitie	Sastamala	Kiikka pohjoinen	4	Yksikaistainen	Taajama
44	23635	Sastamala	Sunttiontie	3	Yksikaistainen	Taajama
45	145/Kievarinportti	Tuusula	Hyrylän kiertoliittymä	4	Kaksikaistainen	Taajama
45	139/Koskenmäentie	Tuusula	Paijala	4	Yksikaistainen	Taajama
52	183/12107	Perniö	Perniön kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Maaseutu
53	Pohjoistentie/Multasillantie	Tuulos	Tuulosen kauppakeskus	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
55	1531/Harabackankatu	Porvoo	Mossakrog	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
56	26551/6040	Jämsä	Kelhän kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
56	46921/Teollisuuskatu	Jämsä	Saarentie kl	4	Yksikaistainen	Taajama
56	6031/46515	Jämsä	Viiskulma kl	4	Yksikaistainen	Taajama
58	775/1945/26580	Kinnula	Kinnula	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
58	23536	Orivesi	Orivedentien kiertoliittymätie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
58	Aihtiantie/Uotilantie	Orivesi	Orivesi ahtiantie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
58	636/16862	Karstula	Riutta	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
62	397/24396	Imatra	Imatrankoskientien kiertol.	4	Yksikaistainen	Taajama
62	Katu	Imatra	Rajan itäinen ympyrä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
62	Katu	Imatra	Rajan läntinen ympyrä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
63	18047	Kaustinen	Kaustinen kk.	4	Yksikaistainen	Taajama
63	Kehätie	Kauhava	Kehätie	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
63	775	Toholampi	Toholampi	4	Yksikaistainen	Taajama
66	47414/Simpsiontie	Lapua	Alangon kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama

Tie	Risteävät tiet	Paikkakunta	Kiertoliittymän nimi	Liittymähaarojen määrä	Kiertoliittymän tyyppi	Sijaintiympäristö
66	43650/Siekkisentie	Virrat	Tapiola	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
69	Katu/Katu	Hirvaskangas	Hirvaskankaan kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
73	15911/45502	Nurmes	Bomban kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Maaseutu
73	Koulukatu/Energiatie	Lieksa	Koulukadun kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti
73	5251/Rantalantie	Lieksa	Timitran kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
73	513/5160	Joensuu	Uimaharjun kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
73	Koski-Jaakonkatu/Kalliokatu	Lieksa	Vehkakankaan kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
74	Kalevalantie	Ilomantsi	Ilomantsin kl	4	Yksikaistainen	Taajama
76	900/912	Kuhmo	Peuranpolku	4	Yksikaistainen	Taajama
79	Hissitie/Myllyjoentie	Kittilä	Levin kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
79	Venninvaarantie	Rovaniemi	Vennivaaran kiertoliittymä	3	Yksikaistainen	Maaseutu
82	950/Katu	Salla	Sallan kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Taajama
86	7770/18213	Ylivieska	Hakalahti	4	Yksikaistainen	Taajama
86	Oulaistenkatu	Oulainen	Oulaisten kiertoliittymä	4	Yksikaistainen	Reuna-alue/Portti

Yksittäisten ajoneuvotyyppien matkat nopeustason saavuttamiseksi kaikilla simuloituilla nopeuksilla ja pituuskaltevuuksilla kiertoliittymän keskeltä

HA=henkilöauto, PA=pakettiauto, LA=linja-auto, KAIP= kuorma-auto ilman perävau-
nuu, KAPP= kuorma-auto ja puoliperävauunu ja KAVP= kuorma-auto ja varsinainen
perävauunu.

I= ajoneuvo ajaa läpi kiertoliittymästä pysähtymättä nopeudella 20 km/h tai 30 km/h
riippuen ajoneuvotyypistä

II= ajoneuvo pysähtyy kiertoliittymässä.

Pituuskaltevuus 0 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,017	0,017	0,014	0,014	0,051	0,051	0,086	0,086	0,094	0,094	0,127	0,127
50 km/h	0,039	0,038	0,051	0,051	0,110	0,111	0,156	0,156	0,192	0,192	0,265	0,266
60 km/h	0,095	0,094	0,084	0,085	0,176	0,176	0,289	0,289	0,338	0,338	0,479	0,478
70 km/h	0,142	0,144	0,153	0,153	0,297	0,297	0,443	0,443	0,550	0,550	0,803	0,803
80 km/h	0,237	0,240	0,216	0,217	0,426	0,426	0,711	0,711	0,815	0,814	1,222	1,222
100 km/h	0,450	0,454	0,460	0,462	0,879	0,880	0,711	0,711	0,815	0,814	1,222	1,222

Pituuskaltevuus 1 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,097	0,097	0,108	0,108	0,160	0,160
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,123	0,124	0,185	0,185	0,236	0,236	0,375	0,375
60 km/h	0,101	0,100	0,088	0,089	0,200	0,200	0,369	0,369	0,445	0,445	0,765	0,765
70 km/h	0,155	0,155	0,164	0,164	0,351	0,351	0,589	0,589	0,782	0,782	1,281	1,281
80 km/h	0,263	0,266	0,236	0,237	0,518	0,518	1,052	1,052	1,196	1,196	1,700	1,700
100 km/h	0,516	0,518	0,526	0,528	1,146	1,147	1,052	1,052	1,196	1,196	1,700	1,700

Pituuskaltevuus 2 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,099	0,099	0,113	0,114	0,203	0,203
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,130	0,130	0,217	0,217	0,300	0,300	0,685	0,685
60 km/h	0,102	0,102	0,088	0,089	0,223	0,223	0,514	0,513	0,667	0,666	1,378	1,378
70 km/h	0,162	0,162	0,173	0,173	0,424	0,424	0,899	0,899	1,291	1,291	1,702	1,702
80 km/h	0,291	0,292	0,253	0,256	0,656	0,656	1,431	1,431	1,564	1,564	2,121	2,121
100 km/h	0,599	0,604	0,613	0,614	1,441	1,441	1,431	1,431	1,564	1,564	2,121	2,121

Pituuskaltevuus 3 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,099	0,099	0,113	0,114	0,304	0,305
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,130	0,130	0,251	0,251	0,439	0,438	1,532	1,531
60 km/h	0,102	0,102	0,088	0,089	0,243	0,243	1,083	1,084	1,362	1,362	1,745	1,744
70 km/h	0,164	0,164	0,175	0,175	0,547	0,547	1,475	1,475	1,620	1,620	2,069	2,067
80 km/h	0,320	0,322	0,272	0,273	0,925	0,925	1,751	1,751	1,885	1,885	2,488	2,488
100 km/h	0,720	0,505	0,746	0,750	1,725	1,725	1,751	1,751	1,885	1,885	2,488	2,488

Pituuskaltevuus 4 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,099	0,099	0,113	0,114	1,546	1,545
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,130	0,130	0,299	0,300	1,415	1,415	1,727	1,725
60 km/h	0,102	0,102	0,088	0,089	0,256	0,256	1,603	1,605	1,671	1,671	1,940	1,938
70 km/h	0,164	0,164	0,175	0,175	0,890	0,890	1,774	1,774	1,886	1,886	2,261	2,258
80 km/h	0,358	0,362	0,282	0,285	1,473	1,473	2,042	2,044	2,151	2,151	2,680	2,679
100 km/h	0,917	0,918	1,015	1,018	1,991	1,991	2,042	2,044	2,151	2,151	2,680	2,679

Pituuskaltevuus 5 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,099	0,099	0,113	0,114	1,722	1,721
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,130	0,130	1,481	1,481	1,701	1,701	1,905	1,904
60 km/h	0,102	0,102	0,088	0,089	0,258	0,258	1,794	1,793	1,894	1,894	2,115	2,116
70 km/h	0,164	0,164	0,175	0,175	1,686	1,685	1,961	1,961	2,106	2,104	2,436	2,435
80 km/h	0,408	0,416	0,287	0,287	1,856	1,856	2,230	2,230	2,371	2,369	2,857	2,856
100 km/h	1,332	1,335	1,550	1,551	2,310	2,309	2,230	2,230	2,371	2,369	2,857	2,856

Pituuskaltevuus 6 %

Nopeustaso [km/h]	Matka nopeustason saavuttamiseksi (km)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,018	0,017	0,014	0,014	0,053	0,053	0,099	0,099	0,113	0,114	1,896	1,896
50 km/h	0,038	0,038	0,054	0,053	0,130	0,130	1,820	1,820	1,897	1,897	2,081	2,081
60 km/h	0,102	0,102	0,088	0,089	0,258	0,258	2,025	2,023	2,082	2,082	2,292	2,292
70 km/h	0,164	0,164	0,175	0,175	1,862	1,862	2,181	2,181	2,292	2,292	2,614	2,612
80 km/h	0,518	0,536	0,287	0,287	2,032	2,032	2,448	2,449	2,557	2,557	3,032	3,033
100 km/h	1,757	1,757	1,881	1,882	2,481	2,486	2,448	2,449	2,557	2,557	3,032	3,033

Matka-aikojen lisäys jokaiselle yksittäiselle ajoneuvolle eri nopeustasoilla ja pituuskaltevuuksilla.

HA=henkilöauto, PA=pakettiauto, LA=linja-auto, KAIP= kuorma-auto ilman perävau-
nua, KAPP= kuorma-auto ja puoliperävaunu ja KAVP= kuorma-auto ja varsinainen
perävaunu.

I= ajoneuvo ajaa läpi kiertoliittymästä pysähtymättä nopeudella 20 km/h tai 30 km/h
riippuen ajoneuvotyypistä.

II= ajoneuvo pysähtyy kiertoliittymässä.

Pituuskaltevuus 0 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,60	25,20	12,80	29,40	13,80	27,80
50 km/h	7,10	13,40	7,20	13,90	14,50	24,00	15,90	26,30	16,70	29,80	18,50	30,10
60 km/h	10,10	16,90	10,00	18,30	18,30	30,20	20,60	32,80	21,80	34,80	24,90	36,10
70 km/h	12,60	21,30	12,50	19,90	21,90	33,80	25,20	37,90	27,10	40,80	31,80	44,20
80 km/h	17,70	23,90	14,90	21,20	25,50	35,80	30,20	41,30	32,70	49,70	39,60	49,50
100 km/h	20,10	26,40	19,80	26,20	33,20	44,10	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 1 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,40	13,10	29,60	14,30	28,30
50 km/h	7,20	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	16,40	26,80	17,40	30,50	20,30	31,90
60 km/h	10,20	17,00	10,10	18,40	18,70	30,60	21,70	33,90	23,40	36,40	29,00	40,20
70 km/h	12,70	18,50	12,60	20,00	22,60	34,50	27,30	40,00	30,10	43,80	39,30	51,70
80 km/h	15,30	21,50	15,20	21,40	26,70	37,00	33,70	44,80	37,80	54,70	50,10	60,10
100 km/h	20,80	27,00	20,40	26,70	35,90	46,80	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 2 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,40	13,10	29,70	14,70	28,70
50 km/h	7,10	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	16,70	27,10	18,10	31,20	23,70	35,30
60 km/h	10,20	17,00	10,10	18,40	18,90	30,80	23,00	35,20	25,70	38,70	32,20	43,40
70 km/h	12,80	18,60	12,60	20,00	23,20	35,10	30,50	43,20	35,40	49,10	47,10	59,50
80 km/h	15,50	21,70	15,30	21,60	28,00	38,30	39,60	50,70	45,20	62,10	56,60	66,50
100 km/h	21,40	27,60	20,80	27,20	39,60	50,50	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 3 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,40	13,10	29,70	16,70	30,60
50 km/h	7,10	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	17,00	27,40	19,00	32,10	25,70	37,30
60 km/h	10,20	17,00	10,10	18,40	19,00	30,90	26,30	38,50	25,50	38,50	46,70	58,00
70 km/h	12,90	18,70	12,70	20,10	24,00	35,90	34,00	46,70	39,20	52,90	55,80	68,20
80 km/h	15,60	21,80	15,40	21,60	30,00	40,30	43,70	54,80	47,60	64,50	72,20	82,10
100 km/h	22,30	25,00	21,40	27,70	44,20	55,20	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 4 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,40	13,10	29,70	12,20	26,20
50 km/h	7,10	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	17,00	27,40	13,40	26,50	31,40	42,90
60 km/h	9,90	16,70	10,10	18,40	19,10	31,00	27,30	39,50	29,90	42,90	45,40	56,60
70 km/h	15,20	21,00	12,70	20,10	24,20	36,20	36,60	49,30	39,70	53,40	63,90	76,30
80 km/h	16,90	23,20	15,40	21,70	31,50	41,80	48,00	59,10	51,50	68,40	79,40	89,30
100 km/h	22,50	28,70	22,10	28,50	47,90	58,90	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 5 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,40	13,10	29,60	15,30	29,30
50 km/h	7,10	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	11,70	22,10	27,00	40,00	29,80	41,40
60 km/h	9,80	16,60	10,10	18,40	21,30	33,20	20,50	32,70	31,10	44,10	44,30	55,40
70 km/h	14,20	20,10	12,70	20,10	27,40	39,30	27,50	40,20	47,10	60,80	57,20	69,70
80 km/h	15,30	21,50	15,50	21,80	35,20	45,50	37,00	48,10	58,30	75,20	75,10	84,90
100 km/h	17,10	23,20	23,80	30,20	54,30	65,20	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 6 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat matka-ajan lisäykset (s/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	5,50	12,50	5,40	13,20	12,00	23,70	12,70	25,30	13,00	29,50	7,10	21,20
50 km/h	7,10	13,50	7,20	13,90	14,70	24,20	10,70	21,10	11,20	24,30	28,70	40,50
60 km/h	9,40	16,20	10,10	18,40	19,70	31,60	24,40	36,60	30,60	43,60	34,70	46,10
70 km/h	13,10	18,90	12,20	19,60	22,40	34,30	32,10	44,80	32,80	46,40	60,80	72,00
80 km/h	13,70	19,70	16,60	23,00	28,80	39,20	44,60	55,80	47,00	63,80	79,90	89,10
100 km/h	9,30	15,50	24,30	30,70	46,70	57,10	-	-	-	-	-	-

Polttoaineen kulutuksen lisäys yksittäiselle ajoneuvolle jokaisella nopeustasolla ja pituuskaltevuudella

HA=henkilöauto, PA=pakettiauto, LA=linja-auto, KAIP= kuorma-auto ilman peräväunua, KAPP= kuorma-auto ja puoliperävaunu ja KAVP= kuorma-auto ja varsinainen perävaunu.

I= ajoneuvo ajaa läpi kiertoliittymästä pysähtymättä nopeudella 20 km/h tai 30 km/h riippuen ajoneuvotyypistä.

II= ajoneuvo pysähtyy kiertoliittymässä.

Pituuskaltevuus 0 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,018	0,010	0,022	0,078	0,112	0,108	0,153	0,153	0,218	0,268	0,378
50 km/h	0,015	0,026	0,018	0,030	0,116	0,150	0,183	0,227	0,259	0,321	0,453	0,562
60 km/h	0,040	0,051	0,023	0,036	0,170	0,204	0,246	0,288	0,376	0,439	0,654	0,763
70 km/h	0,031	0,049	0,033	0,045	0,235	0,270	0,354	0,399	0,536	0,598	0,926	1,034
80 km/h	0,039	0,049	0,040	0,052	0,292	0,327	0,439	0,484	0,659	0,722	1,167	1,274
100 km/h	0,053	0,064	0,053	0,065	0,391	0,425	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 1 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,019	0,010	0,022	0,079	0,113	0,110	0,155	0,156	0,220	0,274	0,385
50 km/h	0,016	0,027	0,019	0,031	0,117	0,152	0,187	0,231	0,265	0,327	0,471	0,580
60 km/h	0,041	0,052	0,024	0,036	0,174	0,208	0,250	0,292	0,389	0,452	0,695	0,804
70 km/h	0,032	0,043	0,033	0,045	0,238	0,273	0,363	0,407	0,556	0,618	0,996	1,104
80 km/h	0,040	0,051	0,040	0,052	0,297	0,332	0,445	0,489	0,675	0,737	1,215	1,324
100 km/h	0,053	0,064	0,052	0,064	0,378	0,413	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 2 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,019	0,010	0,022	0,079	0,113	0,111	0,155	0,157	0,222	0,281	0,392
50 km/h	0,016	0,026	0,019	0,031	0,117	0,152	0,189	0,233	0,270	0,333	0,507	0,616
60 km/h	0,038	0,049	0,024	0,036	0,175	0,209	0,252	0,294	0,401	0,464	0,751	0,860
70 km/h	0,032	0,043	0,033	0,046	0,241	0,277	0,368	0,412	0,566	0,628	0,958	1,065
80 km/h	0,041	0,052	0,041	0,053	0,302	0,337	0,449	0,493	0,691	0,753	1,266	1,374
100 km/h	0,053	0,063	0,051	0,062	0,368	0,403	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 3 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,019	0,010	0,022	0,079	0,113	0,111	0,155	0,157	0,222	0,298	0,409
50 km/h	0,016	0,027	0,019	0,031	0,118	0,153	0,191	0,235	0,276	0,338	0,496	0,605
60 km/h	0,031	0,042	0,024	0,036	0,176	0,210	0,259	0,302	0,411	0,474	0,660	0,768
70 km/h	0,033	0,044	0,034	0,046	0,244	0,279	0,360	0,405	0,543	0,605	1,004	1,112
80 km/h	0,041	0,052	0,041	0,052	0,305	0,340	0,457	0,501	0,703	0,765	1,254	1,362
100 km/h	0,050	0,058	0,052	0,064	0,376	0,411	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 4 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,019	0,010	0,022	0,079	0,113	0,110	0,155	0,157	0,222	0,265	0,376
50 km/h	0,016	0,027	0,018	0,030	0,117	0,152	0,189	0,233	0,276	0,339	0,514	0,623
60 km/h	0,021	0,031	0,024	0,036	0,178	0,212	0,268	0,311	0,391	0,454	0,705	0,814
70 km/h	0,032	0,043	0,034	0,046	0,239	0,274	0,375	0,420	0,575	0,637	0,996	1,104
80 km/h	0,040	0,051	0,042	0,053	0,298	0,333	0,474	0,519	0,724	0,785	1,287	1,394
100 km/h	0,047	0,058	0,053	0,065	0,390	0,425	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 5 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,019	0,010	0,022	0,079	0,113	0,110	0,155	0,157	0,221	0,306	0,417
50 km/h	0,016	0,026	0,019	0,030	0,118	0,152	0,185	0,229	0,265	0,327	0,495	0,604
60 km/h	0,022	0,032	0,024	0,036	0,180	0,214	0,258	0,300	0,410	0,472	0,740	0,849
70 km/h	0,032	0,043	0,034	0,046	0,241	0,276	0,365	0,410	0,567	0,629	1,023	1,131
80 km/h	0,040	0,051	0,042	0,053	0,299	0,334	0,468	0,513	0,733	0,795	1,351	1,459
100 km/h	0,055	0,065	0,052	0,064	0,410	0,445	-	-	-	-	-	-

Pituuskaltevuus 6 %

Nopeustaso [km/h]	Kiertoliittymästä aiheutuvat polttoaineen kulutuksen lisäys (l/ajon.)											
	HA 1,4 t		PA 2,3 t		LA 18 t		KAIP 28 t		KAPP 42 t		KAVP 76 t	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
40 km/h	0,008	0,018	0,011	0,023	0,079	0,113	0,110	0,155	0,157	0,221	0,263	0,374
50 km/h	0,016	0,027	0,019	0,031	0,118	0,153	0,178	0,222	0,299	0,362	0,503	0,611
60 km/h	0,021	0,032	0,024	0,036	0,178	0,212	0,259	0,302	0,415	0,478	0,705	0,813
70 km/h	0,032	0,043	0,035	0,047	0,244	0,279	0,370	0,414	0,604	0,666	1,021	1,128
80 km/h	0,041	0,052	0,040	0,052	0,305	0,340	0,480	0,525	0,780	0,842	1,349	1,456
100 km/h	0,060	0,071	0,055	0,067	0,433	0,469	-	-	-	-	-	-

ISBN 978-952-317-235-7
ISSN 2343-1741
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

