

Jesse Vainio

**KATULIITTYMÄVAIHTOEHTOJEN TOIMIVUUSTARKASTELU OULUN KAUPUNGIN ALUEELLA**

# **KATULIITTYMÄVAIHTOEHTOJEN TOIMIVUUSTARKASTELU OULUN KAUPUNGIN ALUEELLA**

Jesse Vainio  
Opinnäytetyö  
Syksy 2021  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma, Infrarakentaminen

---

Tekijä: Jesse Vainio

Opinnäytetyön nimi: Katuliittymävaihtoehtojen toimivuustarkastelu

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Functionality analysis of street junction options in the Oulu city area

Työn ohjaaja: Jere Kangas

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2021

Sivumäärä: 37

---

Opinnäytetyön aiheena oli katuliittymävaihtoehtojen toimivuustarkastelu Oulun kaupungin alueella. Työssä esiteltiin katuliittymävaihtoehtoja niiden toimivuuteen vaikuttavien tekijöiden kannalta. Liittymäratkaisun valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat liittymää käyttävien eri osapuolien turvallisuus, liittymän sujuvuus, liittymän rakentamiseen ja ylläpitämiseen menevät kustannukset sekä liittymään vaikuttava liikennemäärä ja liikenteen taso.

Oulun kaupungin alueelta valittiin kolme kohdeliittymää, joita tutkittiin niiden toimivuuden kannalta ja esitettiin liittymille vaihtoehtoiset toimivuutta edistävät liittymäratkaisut. Kohdeliittymiksi valitut liittymät ovat nykyisiltä ratkaisumenetelmiltään toisistaan poikkeavia liittymiä, joihin esitettiin tutkimusten pohjalta saadun tiedon perusteella liittymän toimivuutta edistävät liittymäratkaisut.

---

Asiasanat: Infrarakentaminen, liittymäratkaisut, rakennusmestarit

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree in construction management, Infrastructure construction

---

Author: Jesse Vainio

Title of thesis: Functionality analysis of street junction options in the Oulu city area

Supervisor: Jere Kangas

Term and year when the thesis was submitted: Fall 2021

Number of pages: 37

---

The topic of this thesis was the examination of street junction options in the Oulu city area. The work presents street junction options in terms of the factors that affect their functionality. Factors influencing the decision of the junction solution include the safety of those who are involved in using the junction, the smoothness of the junction, the cost of building and maintaining the junction, and the volume and level of traffic affecting the junction.

Three target junctions were selected from the Oulu city area, which were examined for their functionality and alternative junction solutions were presented based on the study results. The junctions selected as target junctions differ from each other, which based on the information obtained during research, will have a junction solution presented which promotes the functionality of the junction.

---

Keywords: Infrastructure, cost management, street junctions, construction manager

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	LIITTYMÄRATKAISUVAIHTOEHDOT .....	8
2.1	Käytössä olevat liittymäratkaisut .....	8
2.1.1	Tasoliittymät.....	9
2.1.2	Eritasoliittymä.....	10
2.2	Rakennuskustannukset .....	11
2.3	Kunnossapitokustannukset.....	13
2.4	Liikenteen sujuvuus.....	14
2.5	Liikennemäärä.....	15
2.6	Liittymän turvallisuus .....	16
3	LIITTYMÄTUTKIMUKSEN KOHTEIDEN ESITTELY .....	19
3.1	Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymä .....	19
3.2	Limingantien ja Joutsensillan liittymä .....	20
3.3	Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä .....	21
4	EHDOTETUT LIITTYMÄRATKAISUVAIHTOEHDOT VALITUILLE KOHTEILLE.....	23
4.1	Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymä .....	23
4.2	Limingantien ja Joutsensillan liittymä .....	27
4.3	Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä .....	30
5	POHDINTA .....	34
	LÄHTEET.....	36

## SANASTO

<b>Kuormitusaste</b>	Osoittaa, kuinka suuri osuus väylän tai liittymän maksimivälityskyvystä on käytössä.
<b>Käyttösuhde</b>	Kuvastaa, kuinka tehokasta liikenteen sujuvuus on sen optimitilassa, esim. valo-ohjatunliittymän käyttösuhdetta mitataan vihreän valon maksimiaikana.
<b>LA</b>	Avoin liittymä
<b>LK</b>	Kiertoliittymä
<b>LP</b>	Porrastettu liittymä
<b>LT</b>	Tulppaliittymä
<b>LV</b>	Valo-ohjauksinen liittymä
<b>Opastinjärjestely</b>	Liittymän yläpuoliset opastimet ja taustalevyt
<b>Palvelutaso</b>	Väylän tai liittymän liikenneoloja kuvaava laadullinen mitta. Tasoliittymän palvelutaso määräytyy liittyvän tiesuunnan käyttämättömän välityskyvyn ajanhukan perusteella.
<b>PM, PK, PV</b>	Kanavoitu liittymä
<b>Päätie/-väylä</b>	Risteyskohdassa oleva tieosuus, jonka käyttöaste on suurempi.
<b>Sivutie/-väylä</b>	Risteyskohdassa oleva tieosuus, jonka käyttöaste on pienempi.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esille uusia vaihtoehtoja nykyisille liittymäratkaisuille Oulun kaupungin alueella. Aihe on itse valittu. Lisääntyneen liikennemäärän myötä jotkin tämänhetkiset liittymäratkaisut tarvitsisivat toimenpiteitä liittymien turvallisuuden, sujuvuuden ja kustannusten parantamiseksi. Toimenpiteillä tarkoitetaan nykyisen liittymäratkaisun parantamista tai nykyisen liittymäratkaisun korvaamista uudella liittymäratkaisulla.

Liittymä, eli risteys, on paikka, jossa kaksi tai useampaa tietä tai katurakennetta leikkaa toisensa samassa tasossa. On myös olemassa liittymiä, joissa leikkaus tapahtuu eritasossa, ja näitä kutsutaan eritasoliittymiksi. Tavallinen tasoliittymä eli avoin liittymä noudattaa tielain mukaista määräystä, jossa liikennettä ei erikseen ohjata opastimilla tai merkeillä. Tien liikennemäärän lisääntyessä täytyy kuitenkin muuttaa liittymäratkaisuja turvallisemmaksi ja sujuvammaksi esimerkiksi valo-ohjauksella.

Liittymän turvallisuus on tärkeä tekijä liittymää valittaessa. Liittymän käyttöä tulisi miettiä kohderyhmää, joka liittymää tyypillisimmin käyttää, ja tämän perusteella valita turvallisin vaihtoehto liittymäratkaisujen joukosta.

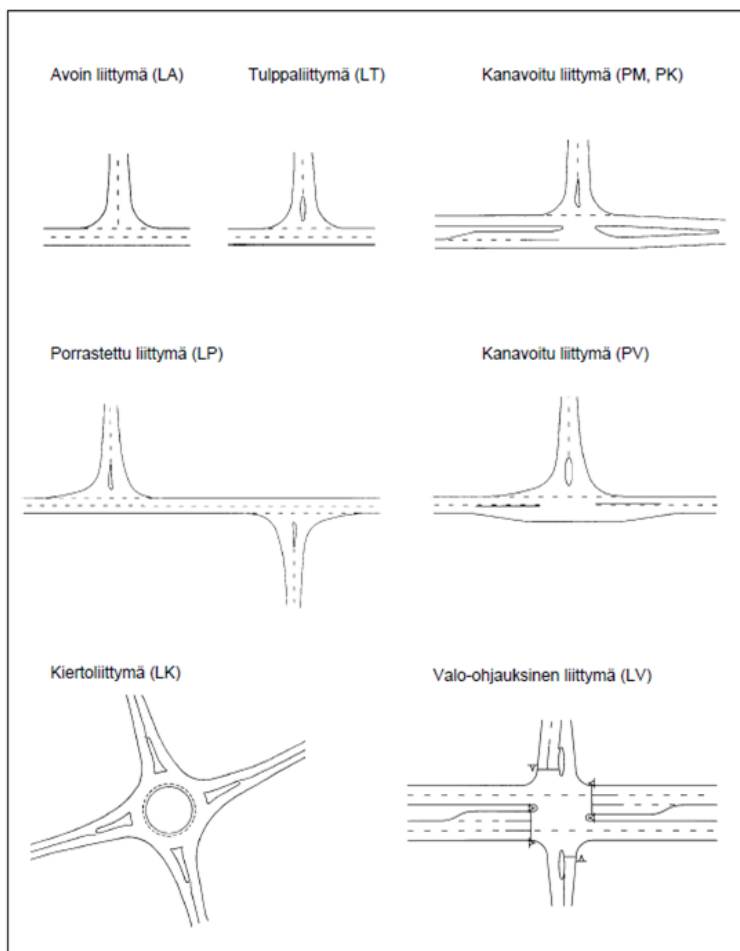
Turvallisuuden lisäksi liittymäratkaisujen valintaan vaikuttaa erittäin merkittävästi rakennuskustannukset. Liittymien rakentaminen ei ole halpaa, ja kaupunkien sekä kuntien tulee hyvissä ajoin osata budjetoida rahojaan rakennushankkeita varten. Kun tiestä on olemassa tarpeeksi dataa, saadaan sille tehtyä kustannuksiltaan edullisin ratkaisu, joka myös toimii hyvin.

Jatkuvan väestömäärän kasvaessa Oulun kaupungin liittymäratkaisut tarvitsisivat paikoittain päivittämistä. Liittymät on rakennettu pienempiä käyttömääriä varten, mutta liikennemäärän lisääntyessä liittymien palvelutaso alkaa laskea paikoittain. Opinnäytetyössä tutkitaan Oulun kaupungin alueelta liittymäkohtia, joissa on huomattavissa nykyisen palvelutason vaikutus liittymän toimivuuteen. Työssä tuodaan perustellusti esiin vaihtoehtoisia liittymäratkaisuja nykyisten liittymäkohtien parantamiseksi.

## 2 LIITTYMÄRATKAISUVAIHTOEHDOT

### 2.1 Käytössä olevat liittymäratkaisut

Liittymävaihtoehdot jakautuvat tasoliittymiksi sekä eritasoliittymiksi. Tasoliittymässä liikennevirrat kulkevat samassa tasossa, kun taas eritasoliittymissä liikenne on ohjattu kulkemaan eri kerroksissa. Tällä hetkellä käytössä olevia tasoliittymä ratkaisuja Suomessa ovat avoimet liittymät, tulpalliittymät, kanavoitdut liittymät, kiertoliittymät, valo-ohjatut liittymät sekä porrastetut liittymät. (Kuva 1.)



KUVA 1. Liittymäratkaisut lintuperspektiivissä (1, s. 11)



### 2.1.1 Tasoliittymät

Avoimella liittymällä (LA) tarkoitetaan liittymää, joka toimii ilman erillistä opastusta. Liittymää ei ole myöskään rajattu erillisillä reunasarakkeilla. Avoin liittymä on liittymäratkaisusta yksinkertaisin vaihtoehto. Liittymämallille sopivia teitä ovat ahtaat ja vähän käytössä olevat tiet. (1, s. 9.)

Tulppaliittymä (LT) on liittymämalli, jossa liittyvät tiet on korotettu ajoradasta erillisillä sarakkeilla tai tiemerkinnoilla. Tulppaliittymää käytetään yleisten teiden sekä vilkkaiden katujen ja kaava- sekä yksityisteiden liittymissä silloin, kun liikennemäärä niin vaatii. Kevyen liikenteen vaikutuksesta liittymä voidaan varustaa suojaarekkeella, jos on erityistä tarvetta suojata kevyt liikenne risteämiskohdassa raskaan liikenteen kanssa. (1, s. 10.)

Kanavoitu liittymä on liittymämalli, jossa päätien ajosuunnat on erotettu tiemerkinnoilla (PM, PV) tai korotetulla liikennesarakkeella (PK). Pääväylältä vasempaan kääntyville on varattu oma ryhmittymiskaistansa tai tietä on risteyskohdassa levennetty niin, että takaa tulevat autot voiva ohittaa vasemmalle kääntyvän auton oikealta. (1, s. 10.)

Porrastetulla liittymällä (LP) tarkoitetaan tavallisen nelihaaraisen liittymän tilalle suunniteltua kahta erillistä kolmihaarasta liittymää, jotka sijoitetaan lähekkäin toisiaan. Porrastetun liittymän valintaan vaikuttaa päätien liikennemäärä, jolloin tavallisen nelihaaraisen risteuksen rakentaminen ei tulisi olemaan kannattavaa. Porrastetut liittymät ovat tyypillisesti tulppaliittymäratkaisulla toteutettuja. (1, s. 43.)

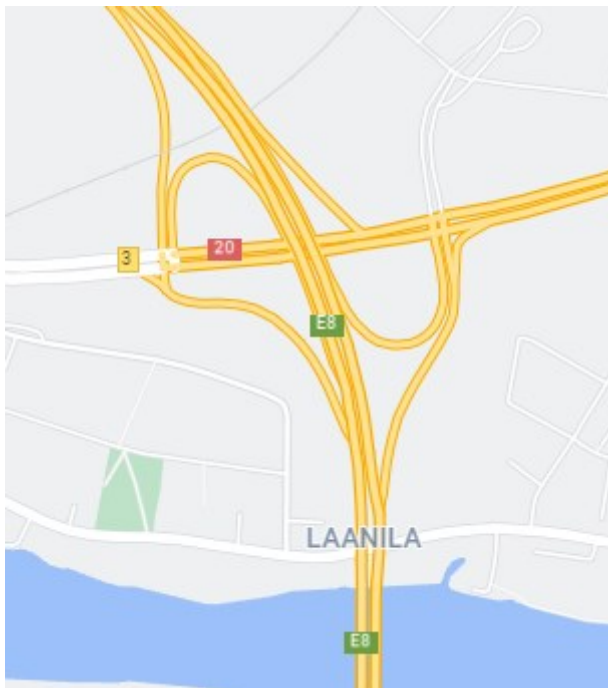
Kiertoliittymä (LK) on liittymäratkaisumalli, jossa ideaalitullassa niin, päätieltä kääntyvän, kuin päätieltä jatkavan liikenteen ei tarvitse pysäyttää vauhtiaan kokonaan. Liikenne kiertää liittymän keskellä olevaa saarekettä vastapäivään. Kiertoliittymä voi olla yksikaistainen tai se voi koostua useammasta kaistasta. (1, s. 10.)

Valo-ohjatut liittymät (LV) ovat liittymiä, joissa liikenteen ohjaus tapahtuu liikennevalojen avulla. Valo-ohjattu liittymä sopii hyvin vilkkaisiin taajamaliittymiin. Valoilla saadaan tehokkaasti eriteltäviä risteäviä liikennevirrat sekä kevytliikenne toisistaan. (1, s. 10.)

## 2.1.2 Eritasoliittymä

Tasoliittymästä poikkeava vaihtoehto on eritasoliittymä. Eritasoliittymällä tarkoitetaan liikennevirran jakamista kahteen eri tasoon, mikä mahdollistaa risteävän liikenteen turvallisen, nopean ja vaivattoman kohtaamisen (kuva 2). Eritasoliittymässä toiselle liikenneväylälle rakennetaan ylitys- tai alitusväylä joko sillalla tai tunnelilla. Liittyminen väylältä toiselle tapahtuu ramppien avulla. Rampit yhdistetään liittyttävään joko kiihdytyskaistalla tai jollain tasoristeysmenetelmällä, esimerkiksi kiertoliittymällä. (2, s. 11)

Eritasoliittymässä kaikki liikenteen toimivuuteen vaikuttavat elementit tehostuvat. Esimerkiksi liittymän turvallisuus kasvaa liikennevirran risteämällä eri tasoissa ja liikenteen sujuvuus tehostuu, koska risteävistä teistä päätien osalta liittymä muuttuu esteettömäksi. Eritasoliittymä on kuitenkin kustannuksiltaan kallis, joten sen tarpeen määrittäminen on hyvinkin tarkkaa. Tarpeita määrittäviä tekijöitä ovat liikennemäärä, -turvallisuus, -talous sekä maasto-olosuhteet. (2, s. 11–12.)



KUVA 2. Eritasoliittymä Oulun Laanilassa (3)

## 2.2 Rakennuskustannukset

Kaikkiin liittymäratkaisuihin vaikuttavat pääosin samat tekijät. Muuttuvia tekijöitä eri liittymäratkaisuissa on liittymälle olennainen kalusto, joka lisää vaihtelevasti kustannuksia liittymätyypin mukaan. Myös liittymän koko ja sille vaadittava tila on liittymäkohtaista ja vaikuttaa rakennuskustannuksiin. Liittymän rakentaminen on maanrakentamista ja sen kustannukset vaihtelevat maarakennusindeksin mukaan. Työvaiheisiin kuuluvat alueen raivaus, liittymäalueelle tarpeelliset massanvaihdot, mahdollisesti pohjaveden alentaminen, kantavan kerroksen tiivistäminen, perustusten tekeminen, tien alla kulkeva tekniikka, vesi- ja viemäriputkien asentaminen, mahdollisten siltojen rakentaminen, tien pohjan teko sekä lopullisen tien rakentaminen. Eri vaiheisiin kertyvät kustannukset eritellään maarakennusindeksissä (taulukko 1). Lisäksi liittymien rakennuskustannuksiin vaikuttaa rakennusvaihetta edeltävät kustannukset. Näihin kustannuksiin lukeutuvat suunnittelu- sekä maa-alueiden haltuunotokustannukset. (4.)

Maarakennusindeksi perustuu Tilastokeskuksen laatimaan indeksitaulukkoon. Indeksillä tarkoitetaan uusien havaintojen vertaamista vanhaan. Esimerkiksi vuonna 2021 teiden rakentamisessa käytettävää maarakennusindeksiä verrataan vuoden 2015 maarakennusindeksiin. Vuoden 2015 indeksi muodostaa perusluvun, jonka arvo on 1. Peruslukua ja muutoslukua ilmaistaan pistelukuna, jolloin molemmat kerrotaan sadalla, eli vuoden 2015 maarakennusindeksi on 100. Indeksitaulukossa esitetään pisteluvun lisäksi kuukausimuutos indeksissä sekä vuosimuutos indeksissä. Näiden muutosten perusteella osataan arvioida indeksin muutos tulevaisuudessa. (5.)

TAULUKKO 1. Maarakennuskustannusindeksi vuodelta 2021 (6, s. 1)

Indeksi 2015=100	Pisteluku	Kuukausimuutos, %	Vuosimuutos, %
Maarakennuskustannukset, kokonaisindeksi	110,8	0,1	8,9
Pohjarakenteet	112,1	1,0	7,7
Maarakenteet	106,3	0,1	4,6
Kalliorakenteet	105,4	0,1	3,3
Päällysteet	126,3	-0,9	26,2
Kunnallistekniset järjestelmät	110,8	0,3	9,1
Betonirakenteet	112,7	0,6	10,1
Tekniset ja muut järjestelmät	107,0	0,9	4,8
Murskaustyöt 1)	109,8	0,6	6,9
Teiden ylläpito 1)	106,1	0,2	3,6
Katujen ylläpito 1)	107,9	0,2	4,0
Ratojen ylläpito 1)	107,0	0,3	3,6
Ylläpito yhteensä 1)	107,0	0,3	3,8

Avoimessa liittymässä rakennuskustannukset ovat pieniä, koska rakennuspinta-ala on vähäinen ja asennettavaa kalustoa ei juurikaan ole. Avointa liittymää varten tarvitsee raivata liittymäalueen lisäksi vain näkemäalueen verran kasvustoa. Kalustollisia kustannuksia tuo liittymän ojarumpujen asentaminen sekä mahdolliset liikennemerkit ja näkemäaluetta lisäävät tekijät, kuten esimerkiksi reunapaalut ja näkemää haittaamattomat istutukset. (1, s. 44.)

Tulppaliittymän rakennuskustannukset eivät eroa paljon avoimen liittymän kustannuksista. Pintaalaltaan tulppaliittymä on samaa mittaluokkaa avoimen liittymän kanssa, joten maanrakennuskustannukset pysyvät näissä kahdessa liittymäratkaisussa lähellä toisiaan. Tulppaliittymälle tehtävät tiemerkinnät ja tulppasaarekkeen asennuskustannukset (kivetys) lisäävät urakkahintaan hieman kustannuksia.

Kanavoidun liittymän kohdalla rakennuskustannukset alkavat jo nousta. Erityisesti vasemmalle tehtävä kääntymiskaista lisää rakennuskustannuksia, kun taas väistötilaratkaisussa kustannukset ovat pienemmät. Kanavoidun liittymän kustannukset ovat noin 500 000–700 000 euroa. (7.)

Kiertoliittymän rakennuskustannuksiin vaikuttavat eniten kiertoliittymän koko sekä kiertoliittymän ympäristössä käytettävät materiaalit sekä maaperä. Kiertoliittymien hinta-arvio on keskimäärin noin 300 000 euroa, mutta hinnat vaihtelevat 80 000 eurosta 1 500 000 euroon. Kiertoliittymät ilman alikulkuja maksavat noin 300 000–500 000 euroa, mutta alikulkusillan ja jalankulkutien kanssa kustannukset nousevat jo 1 000 000 euroon. Edullisimmaksi kiertoliittymä tulee paikassa, jossa on paljon tilaa rakentaa, ja kun kiertoliittymästä rakennetaan yksikaistainen ilman kevyen liikenteen väyliä. (8, s. 41–42.)

Valo-ohjatuilla liittymillä rakennuskustannusten arvioimiseksi määritellään lähtökohtaisesti opastinjärjestelyt, pääohjaustapa, ohjaustoiminnot ja ilmaisinjärjestelyt. Opastinjärjestelyjen laatutaso vaikuttaa liikennevalojen näkyvyyteen ja laatutaso vaikuttaa rakennuskustannuksiin. Myös opastinvalojen sijainnit vaikuttavat rakennuskustannuksiin. Liittymän pysähtymisviivasta kauas sijoitetut ilmaisimet ovat kustannuksiltaan kalliimmat kuin liittymän lähelle sijoitetut ilmaisimet, koska ilmaisimia varten tarvittavat sähkövirtakaapelit joudutaan vetämään kauempaa. Yhden liittymän liikennevalojen rakennuskustannukset ovat noin 100 000 euroa ja kevyen liikenteen valojen kustannukset noin 40 000 euroa. Yhdelle liittymälle pelkistä liikennevalojen rakennuskustannuksista tulee noin 150 000 euroa. (9, s. 7C – 1.)

Valo-ohjatun liittymän kustannukset Oulussa Maantie 185 (Oulunlahdentie) Haarasuontien liittymässä ovat noin 1 350 000 euroa (10).

Eritasoliittymän rakennuskustannukset ovat liittymäratkaisusta kalleimmat. Eritasoliittymät ovat kuitenkin yleistyneet niiden hyötysuhteen takia. Eritasoliittymistä rakennuskustannuksiltaan kallista tekee liittymän laajuus ja materiaalien määrä. Eritasoliittymä vaatii paljon tilaa ja mahdolliset maanraivaukset ja kallion räjäytykset kalustoineen sekä maansiirrot (läjitys ja maantuonti) kalustoineen muodostavat suuren osan urakan hinnasta. Lisäksi eritasoliittymiin rakennettavat sillat ja/tai tunnelit sekä rampit muodostavat paljon rakennuskustannuksia. Ympäristöä kannattaakin käyttää mahdollisimman paljon hyödyksi rakentamisvaiheessa. Raivattua maa-ainesta ja räjäytettyä kalliota voidaan mahdollisesti käyttää uudelleen urakan edetessä. Näin urakka voi tulla halvemmaksi kuin mitä sen alkuperäiseksi hinnaksi on laskettu. Riihimäellä Arolammin eritasoliittymän rakennuskustannuksissa säästettiin 5 000 000, jolloin urakan rakennuskustannukseksi jäi 8 000 000 euroa. (11.)

### **2.3 Kunnossapitokustannukset**

Avoimen liittymän sekä tulppaliittymän kunnossapidolliset kustannukset eivät juurikaan eroa toisistaan. Samoin porrastettu liittymä, joka koostuu käytännössä kahdesta avoimesta liittymästä tai tulppaliittymästä, ei lisää juurikaan kunnossapitokustannuksia. Kanavoitu liittymä voi mahdollisesti olla ahdas paikka raskaalle auraukscalustolle, jos tien kanavoitu on tehty korokkeilla, mutta muuten kyseinen liittymätyyppi ei lisää kunnossapitokustannuksia.

Liikennevalojen käyttö- ja kunnossapitokustannukset yhtä liittymää kohti ovat noin 2 000–4 000 euroa vuodessa, josta energian osuus on kolmannes ja kunnossapidon loput kaksi kolmasosaa. Valo-ohjattu liittymä vaatii ammattilaisten jatkuvaa liikenteen ja valo-ohjauksen tekniikan seurantaa, jota ei ole huomioitu edellä mainitussa kustannusarviossa. (9, s. 7C – 1.)

Kiertoliittymien talvihoito on usein ongelmallista sen geometrian takia isolle huoltokalustolle. Kunnossapitokustannukset ovat kuitenkin vähäiset verrattuna valo-opasteisiin risteysiin, mutta suuremmat kuin muissa tasoliittymissä sekä eritasoliittymissä. (8, s. 85.)

## 2.4 Liikenteen sujuvuus

Avoin liittymä sekä tulppaliittymä soveltuvat vähäliikenteisille teille, joilla liikenne toimii muutenkin sujuvasti. Vilkkaammilla teillä avo- sekä tulppaliittymät hidastavat päätieta käyttävää liikennettä, ja sivutieltä on hidasta, hankalaa sekä vaarallista liittyä päätielle. Lisäksi kyseisten liittymien ajolinjat ovat epäselvät, erityisesti avoliittymissä. (1, s. 37.)

Kanavoidulla liittymällä pääsuunnan liikenteen sujuvuus paranee kääntymis- sekä väistämiskaistojen myötä, jolloin kääntyvän ajoneuvon takana olevat pääliikenneväylän käyttäjät voivat omaa liikettään hidastamatta vauhtiaan ollenkaan tai ainakaan merkittävästi. Raskaiden ajoneuvojen kääntyminen puolestaan hankaloituu korokkeiden ja sulkualueiden muodostaman kaistan ahtauden vuoksi. (1, s. 37.)

Porrastettu liittymä lisää liikenteen sujuvuutta tavalliseen nelihaaraliittymään verrattuna. Porrastusjärjestely tulisi turvallisuuden ja liikenteen turvallisuuden myötä tehdä oikea-vasenperiaatteella, koska liittyminen vasemmalle on hankalaa ja se lisää peräänajon riskiä sekä hidastaa tien sujuvuutta. (1, s.91.)

Jokainen kiertoliittymään ajava ajoneuvo joutuu hidastamaan vauhtiaan, jolloin se hidastaa erityisesti päätien suuntaisen liikenteen sujuvuutta. Raskaalla kalustolla voi olla vaikeuksia ajaa etenkin pienissä yksikaistaisissa kiertoliittymissä. Yleensä kiertoliittymä kuitenkin parantaa erityisesti sivuteiden liikennesujuvuutta sekä koko liittymän yleistä toimivuutta. Vaikka kiertoliittymään joudutaan hidastamaan, ajoneuvon ei tarvitse usein pysähtyä kokonaan. Kiertoliittymä on muuttunut hyvin yleiseksi ratkaisumalliksi taajama-alueilla. (1, s. 40.)

Vaikka valo-ojauksella toimiva liittymä on todettu yleisesti turvalliseksi ja liikenteen kannalta sujuvaksi siinä mielessä, että ajoneuvojen on helppo sitä noudattaa, ei se kuitenkaan aina ole turvallisuuden tai sujuvuuden kannalta oikea liittymäratkaisu. Valo-ohjatauissa liittymissä liikenteen sujuvuus heikkenee erityisesti pääväylällä, koska liikenne joutuu pysähtymään kokonaan punaisella merkkivalolla. Toisaalta taas se takaa sujuvan ja turvallisen liittymisen pääväylälle sivuteiltä. (1, s. 42.)

Eritasoliittymissä yhdistyy monta eri liittymävaihtoehtoa päätielle ramppien kautta liittymistä lukuun ottamatta. Liittymävaihtoehdot valitaan tasoliittymän kuormitusasteen mukaan. Tasoliittymäohjeen

mukaisesti eritasoliittymän eri osien palvelutaso tulisi olla vähintään <0,85 tai käyttämätön välityskyky vähintään 100 ajon/h. Jos eritasoliittymän kuormitus kasvaa yli 0,7:n, on perusteltua harkita valo-ohjattua liittymäratkaisua liikenneturvallisuuden säilyttämiseksi. Eritasoliittymät ovat kuitenkin liikenteen sujuvuuden kannalta hyödyllisiä, koska risteävät liikenneväylät eivät kohtaa toisiaan, jolloin päätien käyttäjien ei tarvitse pysähtyä tai hidastaa vauhtiaan liittymäkohdassa. Rampilta päätielle liityttäessä saadaan ajonopeus kiihdytettyä niin suureksi, ettei sen tulisi vaikuttaa pääväylää käyttävien kuljettajien ajonopeuteen tai -mukavuuteen. (2, s. 18–19.)

## 2.5 Liikennemäärä

Liikennemäärä vaikuttaa liittymäratkaisun valintaan. Hiljaisille teille on kannattavampaa rakentaa rakennuskustannuksiltaan sekä kunnossapitokustannuksiltaan edullinen avoin liittymä tai tulppaliittymä. Liikennemäärien noustessa suuremmaksi kyseiset liittymäratkaisut käyvät liian tehottomiksi ja vaarallisiksi, jolloin tulee valita jokin toinen ratkaisu. Liikennemäärää liittymäalueella kuvataan usein kuormitusasteella (kuva 3). Kuormitusasteen täytyessä (eli ollessaan arvossa 1 tai suuremmassa arvossa) liittymäratkaisu ei toimi ja käytännössä se tarkoittaa liittymään sumppuuntumista. Liikennemäärää liittymässä voidaan myös kuvata käyttämättömällä välityskyvyllä, jolloin tarkastellaan liittymän kuormitusasteen täyttämätöntä liikennemäärää. Tulos ilmoitetaan ajon/h eli ajoneuvoja tunnissa. (1, s. 20.)

Palvelutaso	Kuormitusaste	Palvelutaso	Käyttämätön välityskyky (haj/h)
<i>Hyvä</i>	0 - 0,5	<i>A (erittäin hyvä)</i>	vähintään 400
<i>Tyydyttävä</i>	0,5 - 0,7	<i>B (hyvä)</i>	300 - 399
<i>Välttävä</i>	0,7 - 0,85	<i>C (tyydyttävä)</i>	200 - 299
<i>Huono</i>	0,85 - 1,0	<i>D (välttävä)</i>	100 - 199
<i>Erittäin huono/ ei toimi</i>	yli 1,0	<i>E (huono)</i>	0 - 99
		<i>F (erittäin huono)</i>	kysyntä > välityskyky

KUVA 3. Palvelutaso ilmoitettuna kuormitusasteena sekä käyttämättömänä välityskykyinä (1, s. 20).

Palvelutason perusteella voidaan päätellä, onko liikennemäärä liittymän välityskykyyn nähden liian suuri vai jääkö se peräti liian pieneksi. Täytyy kuitenkin muistaa, että palvelutaso ei kerro liittymään kohdistuvasta liikennemäärästä koko totuutta, koska liikennemäärä on vaihtuva muuttuja. Esimerkiksi kellonajat vaikuttavat liikennemäärään ja aamuliikenteelle hyvän palvelutason tarjoava

liittymä voi työliikenteen myötä ollakin palvelutasoltaan heikko liittymä. Tämän takia tulee suunnitella ja miettiä tarkasti, minkä tyyppiset ajoneuvot käyttävät kohdeliittymää eniten ja minkä tyyppinen liittymäratkaisu sopii tietä käyttäville ajoneuvoille.

## 2.6 Liittymän turvallisuus

Olenainen turvallisuustekijä kaikissa tasoliittymävaihtoehdoissa on liittymän näkemäalue. Liittymän näkemäalue määräytyy käytettävissä olevan liittymäratkaisun liittymätyypin mukaan. Liittymätyypin valintaan vaikuttaa liittymää käyttävän autoliikenteen koostumus ja määrä sekä liittymän yleinen merkitys. Liittymätyypit taulukoidaan vaikuttavien tekijöiden perusteella eri luokkiin, jolloin syntyy eri liittymätyypin luokkia. Esimerkiksi avoimen liittymän liittymätyypit on luokiteltu mitoittavien ajoneuvojen ja ajotavan perusteella kolmeksi eri liittymätyypiksi. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Liittymätyypit avoimella liittymällä (1, s. 49)

Liittymätyyppi	Mitoittava ajoneuvo	Ajotapa	Liittymäkaariyhdistelmä
LA-I	Kap Lat Kam	A B B/C	3R-R-6R, jossa R=10 tai R=12 m
LA-II	Ka La Kap Lat, Kam	A B/C B/C D	R-10R, jossa R=10 m
LA-III	Ha Ka	A B/C	R=6 m R=8 m

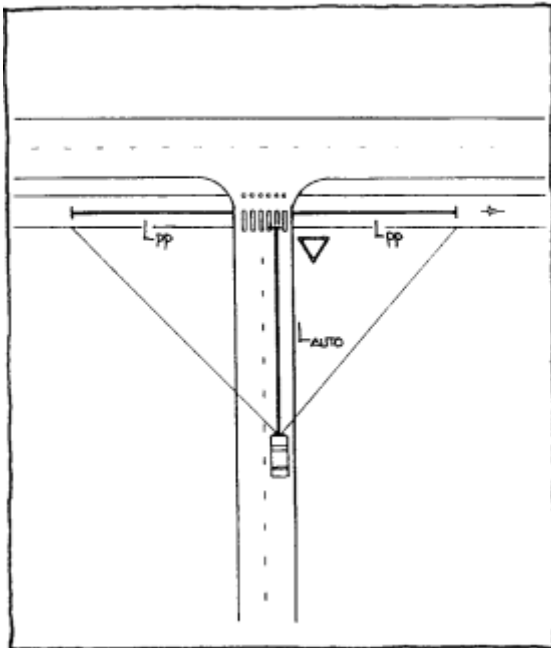
Liittymäratkaisun ja liittymäratkaisulle olennaisen liittymätyypin valintaan vaikuttaa liittymälle määritetty mitoitusnopeus. Mitoitusnopeutena käytetään säännöllisesti tiellä vallitsevaa yleistä mitoitusnopeutta. Esimerkiksi tiellä, jolla on 60 km/h nopeusrajoitus, mitoitusnopeutena käytetään yleisesti samaa nopeutta. Mitoitusnopeuden perusteella mitoitetaan tien suuntauksen ohje- ja vähimmäisgeometria. Mitoitusnopeus vaikuttaa esimerkiksi liittymälle tarvittavan näkemäalueen määrään ja kääntymäkaistojen sekä siirtymä- ja hidastusosien pituuteen. (Taulukko 3.)



TAULUKKO 3. Mitoitusnopeuden valinta (1, s. 19)

Nopeusrajoitus (km/h)	Mitoitusnopeus $v_{mit}$ (km/h)	
	Ohjearvo tai hyvä	Vähimmäisarvo tai tyydyttävä/välttävä
30	30	30
40	40	40
50	55	50
60	70	60
70	80	70
80	90	80
100	105	100

Avoimen liittymän turvallisuutta heikentää se, että se voi olla huonosti havaittavissa. Kevyt liikenteen asema on heikko muihin liittymäratkaisuihin nähden heikko avoimella liittymällä. (1, s. 37.) Avoimella liittymällä tulee ottaa huomioon liittymää käyttävien ajoneuvojen sekä kevyen liikenteen näkemäalueet. Ajoneuvoille avoimen liittymän kohdalla muodostuvaa näkemäaluetta kutsutaan näkemäkolmioksi, jolla tarkoitetaan ajoneuvon näkemäalueeksi muodostuvaa kolmiota muistuttavaa aluetta ajoneuvon lähestyessä liittymää (kuva 4). Näkemäalue määräytyy liittymätyypin mukaan. Näkemäaluetta tehostamalla parannetaan liittymän turvallisuutta. (1, s. 45.)



KUVA 4. Näkemäkolmio avoimessa liittymässä (1, s. 46)

Tulppaliittymä on avoimen liittymän tapainen liittymä, jonka turvallisuutta on tehostettu suojaasarekkeilla. Tulppaliittymän turvallisuutta lisää myös selkeytettyjen ajoratojen ja lisänäkyvyyden tehostaminen. Tulppaliittymään suojaasarekkeet lisäävät kevyen liikenteen turvallisuutta. Tulppaliittymässä on avoimen liittymän tapaan otettava huomioon näkemäalueet, jotka määräytyvät liittymätyypin mukaan. (1, s. 37.)

Kanavoitu liittymä tuo liikenneturvallisuuteen hyviä ja huonoja puolia. Kääntymis- sekä väistämiskaistat vähentävät peräänajon riskiä. Liittymän koko alkaa olla jo niin suuri, että sen havaittavuus kauempaakin on jo mahdollista. Kääntyessä vastaantulevan väylän yli vasemmalle kääntymismatka on suurempi, mikä voi puolestaan haitata turvallisuutta. Kanavoidulle liittymäratkaisulle olennaista on, että kevyttä liikennettä on vähän tai sillä on omat väylä-, alikulku, ym. järjestelynsä. (1, s. 60.)

Kiertoliittymässä vasemmalle kääntyminen eli vastakkaisen ajoradan ylittäminen on tavallisiin tasoliittymiin nähden turvallisempaa. Kiertoliittymässä on tavalliseen nelihaaraliittymään verrattuna vähemmän konfliktipisteitä. Kiertoliittymästä voi kääntyä pelkästään oikealle, mikä myös vähentää liikenneonnettomuuksien mahdollisuutta. Lisäksi kaikilla kiertoliittymää lähestyvillä on väistämiskäytävällisyys, jolloin liikenteen vauhti hiljenee ja reagointiaika kasvaa. Onnettomuudet kiertoliittymissä ovat myös lievempiä kuin muissa tasoliittymissä. (1, s. 40.)

Porrastetulla liittymällä vältetään nelihaaraliittymän käyttäminen kahdella lähekkäin sijoitetulla kolmihaaraliittymällä. Kolmihaaraliittymällä tarkoitetaan liittymän haarautumista kolmelle eri väylälle. Nelihaaraliittymässä puolestaan liittymä haarautuu neljälle eri väylälle. Porrastetut kolmihaaraliittymät ovat tavallista nelihaaraliittymää turvallisemmat. Kolmihaaraliittymillä vähennetään nelihaaraliittymille tyypillisiä onnettomuuksia sivuteiden käyttöasteen kasvaessa. (1, s. 43.)

Valo-ohjauksella toimiva liittymä parantaa liikenteen turvallisuutta niin raskaan liikenteen kuin kevyen liikenteen kannalta. Valojen avulla liikenteen ohjaamisesta tulee erittäin selkeää. Onnettomuustilanteissa onnettomuuskustannukset ja -vakavuudet ovat tavallisia tasoliittymiä pienemmät, koska tilannenopeudet ovat pienemmät. (1, s. 42.)

### 3 LIITTYMÄTUTKIMUKSEN KOHTEIDEN ESITTELY

Tutkimustyöhön valittiin kolme liittymäkohtaa, joiden valinta tapahtui omien havaintojen sekä liittymien mittauksista kertyneiden tilastojen perusteella. Omia havaintoja ovat omat kokemukseni liittymän käyttäjänä, jolloin erityisesti liittymän sujuvuus on noussut esiin. Lisäksi Väylävirasto, Oulun kaupunki sekä Poliisi julkaisee liittymistä tutkimukseen tarpeellista tietoa esimerkiksi liikennemääristä ja onnettomuuksista. Tilastotietona käytetään teiden liikennemäärää, onnettomuustilastoja, nopeusrajoituksia sekä liittymää käyttäviä eri osapuolia, kuten raskasta kalustoa tai kevyttä liikennettä.

#### 3.1 Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymä

Liikennemäärä Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymäkohdassa on keskimäärin 12 964 ajon/vrk (12). Tiellä on 80 km/h:n nopeusrajoitus. Nykyinen liittymämalli on valo-ohjattu liittymä. Sivuteiltä oikealle kääntyville on liittymiskaista päätielle. Päätieltä on yhtä lailla oikealle kääntyville kääntymiskaista sivutielle. Liittymässä tarkasteltavia asioita ovat ajokustannukset, turvallisuus ja liikenteen sujuvuus. Korkean nopeuden myötä valo-ohjattu liittymä aiheuttaa kuljettajille ajokustannuksia heidän joutuessaan muuttamaan ajonopeuttaan ja mahdollisesti pysähtymään valoihin sekä kiihdyttämään uudelleen 80 km/h:n nopeuteen. Korkeasta nopeudesta valoihin hidastaminen on haastavaa etenkin liukkailla keleillä, ja tämä on liittymän turvallisuudelle haitallista. Lisäksi valo-ohjattu liittymä hidastaa pääväylän liikenteen sujuvuutta.

Poikkimaantie on Oulun sataman pääväylä, joka yhdistää valtatie 4 ja 22. Lisäksi Poikkimaantieltä on kulku monelle asuinalueella ja tälläkin hetkellä sen varrelle Hiukkavaaraan on rakenteilla asuntoalue palveluineen (+24 000) asukasta. Nopeusrajoitus on 60 km/h ja tie on 2-kaistainen. Arkiliikenteen määrä vilkkaimmalla tieosuudella on noin 10 600–17 400 ajon/vrk. Vuoden 2030 liikenneennuste on 16 000–23 000 ajon/vrk. Raskaan liikenteen määrä on noin 2 000 ajon/vrk eli osuus on noin 6–20 % liikenteestä. (13.)



KUVA 5. Poikkimaantien liittymä (12)

### 3.2 Limingantien ja Joutsensillan liittymä

Liikennemäärä Joutsensillalla vuoden 2011 liikennevaloista saadun selvityksen mukaan on keskimäärin noin 15 000 ajon/vrk (14, s. 13). Limingantien liikennemäärä on noin 12 000 ajon/vrk (12). Tiet ovat taajama-alueella. Nopeusrajoitukset teillä on 40 km/h. Nykyinen liittymämalli on valo-ohjattu liittymä.

Limingantien ja Joutsensillan liittymäkohdassa liikennemäärää lisää liittymän sijainti. Liittymä toimii pääliittymänä Limingantullin teollisuus alueelle. Molempien teiden liikennemäärät ovat suuret verrattuna tien kokoon. Liittymäkohdassa vallitsee 50 km/h:n nopeusrajoitus, jolloin tilannenopeus valo-ohjatulle liittymälle ei ole liian suuri (9, s. 7A - 2). Liittymäkohdassa raportoidaan merkittävä määrä onnettomuuksia, jopa useita onnettomuuksia saman päivän aikana (15). Tilastollisesti liittymä onkin yksi Oulun kaupungin vahinkoalttiimmista liittymistä. Onnettomuudet ovat matalan tilannenopeuden ansiosta kuitenkin lieviä ja tyypillisesti ajoneuvojen kääntyessä aiheutuneita pienvahinkoja (16).

Liittymän turvallisuuden kannalta on tutkittava liikennemäärän vaikutusta liittymän toimivuuteen. Lisäksi tässä opinnäytetyössä perehdytään liittymään vaikuttavien teiden kaistojen määrään ja ryhmittymisalueiden pituuteen ja tutkitaan, onko niillä vaikutusta liittymän turvallisuuteen.



*KUVA 6. Limingantien ja Joutsensillan liittymä kuvattuna joutsensiltaa vastapäätä (17)*

### **3.3 Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä**

Nykyinen liittymäratkaisu on toteutettu valo-ohjatulla liittymällä. Liittymä on valittu tutkittavaksi liikenteen sujuvuuden parantamisen kannalta. Nykyisellä ratkaisulla Perkkiöntielle kertyy ajoneuvoista muodostuva jono valo-ohjauksen myötä. Perkkiöntielle ajoneuvoista muodostuva jono hidastaa sivuteiltä Perkkiöntielle liittymistä, koska Perkkiöntien sivutiet ovat lähellä Limingantien ja Perkkiöntien liittymää, jolloin Perkkiöntien jono kasvaa sivuteiden liittymäkohtaan asti. Työmatkaliikenteen aikaan Limingantien liikennemäärät nousevat, jolloin myös Limingantien liikenteen sujuvuus on heikkoa, kun Perkkiöntieltä kääntyville ajoneuvoille opastinvalot ovat vihreät. Toisin sanoen nykyisen liittymäratkaisun välityskyky on heikko, ja tässä opinnäytetyössä etsitään liittymäratkaisua, jolla välityskykyä saadaan parannettua.



KUVA 7. Limingantien ja Perkkiontien liittymä. Kuvassa näkyy esimerkki Perkkiontielle kertyvästä ajoneuvojonosta (3.)

## 4 EHDOTETUT LIITTYMÄRATKAISUVAIHTOEHDOT VALITUILLE KOHTEILLE

Tässä luvussa etsitään sopivia liittymäratkaisuvaihtoehtoja edellisessä luvussa esiintuoduille liittymille. Kohdeliittymille esitetään tutkimusten myötä perustellut ratkaisuvaihtoehdot, jotka tulisivat muuttamaan luvussa 3 mainitut asiat tapauskohtaisesti kohti tavoiteltavaa lopputulosta. Liittymäratkaisut pyritään pitämään realistisina liittymien rakentamiseen menevien kustannusten kannalta.

### 4.1 Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittäminen

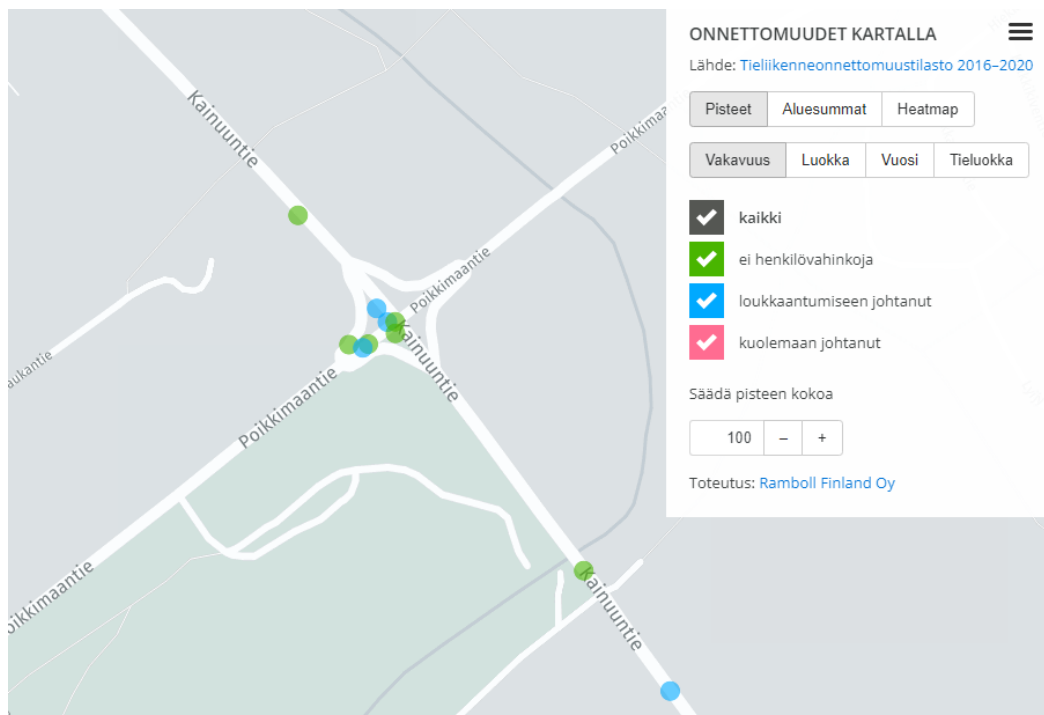
Ehdotettu liittymäratkaisuvaihtoehto Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymäkohtaan on eritasoliittymä. Eritasoliittymä toteutettaisiin siten, että sivutienä toimivalle Poikkimaantielle rakennetaan Valtatie 22:n ylittävä silta, jolloin pääväylän liikenne pääsee kulkemaan esteettömästi. Poikkimaantieltä päästään liittymään ramppeja pitkin Valtatie 22:lle kiihdytyskaistaa käyttäen. Myös Valtatie 22:lta liitytään Poikkimaantielle ramppia pitkin, mutta liittymäkohdassa on tutkittava, onko kiihdytyskaista riittävä liittymäratkaisumenetelmä vai onko syytä harkita jotain toista liittymäratkaisua. Liittymäratkaisun valintaan vaikuttava tutkimus ja esitetyt liittymävaihtoehdot tuodaan esille tässä luvussa.

Eritasoliittymässä tulee olla liikenteen, ympäristön ja maankäytön edellyttämät järjestelyt. Eritasoliittymässä on pyrittävä ratkaisuun, jossa risteävä tie ylittää päätien, tässä tapauksessa siis Poikkimaantie ylittäisi Valtatie 22:n. Eritasoliittymiä rakentaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota joukkoliikenteeseen ja kevyeen liikenteeseen, joita ei tässä tapauksessa ole. Tilan puolesta kohde soveltuu eritasoliittymän rakentamiselle, koska ympäröivää tilaa on hyvin käytettävissä. Suunnittelija mitoitusnopeus valitaan yleensä 20 vuoden aikajänteellä arvioitujen liikenneolosuhteiden mukaan. Tässä tapauksessa mitoitusnopeus voidaan siis pitää ennallaan 80 km/h:ssa. (2, s. 12–13)

Toimivuustarkastelu eritasoliittymälle tehdään liittymän nykytilanteen toimivuusongelmien ratkaisemiseksi tai ongelmien ehkäisemiseksi esimerkiksi lisääntyvän liikennemäärän myötä. Tarkastelussa huomioidaan myös muut liittymäratkaisu vaihtoehdot ja verrataan niitä kohteeseen. Tässä tapauksessa eritasoliittymä sopii kohteeseen, koska nopeudet ovat suuria eikä niitä tulisi madaltaa liikenteen sujuvuuden kannalta. (2, s. 16.) Tarkastelussa on syytä ottaa huomioon Poikkimaantien

liikennemäärään vaikuttavat kaavailut suunnitelmat. Esimerkiksi Hiukkavaaraan rakenteilla oleva asuinalue tuo mukanaan yli 20 000 uutta asukasta (13), joille Poikkimaantie toimii pääväylänä Oulun keskustasta ja Limingantullin teollisuusalueelta. Arvioitun liikennemäärän perusteella tulee valita sopiva liittymäratkaisu Poikkimaantien ja Valtatie 22:n liittymäkohtiin.

Tarkastellaan nykyistä valo-ohjattua liittymäratkaisua sen toimivuuden kannalta. Valtatie 22:n liikennevalojen kohdalla nopeusrajoitus saa olla enintään 70 km/h (9, s. 7A - 2). Valtatie 22:n tilanteessa nopeusrajoitus lasketaan liittymäkohtaan 80 km/h:n nopeudesta 60 km/h:n nopeuteen, mikä ei ole liikenteen sujuvuuden, turvallisuuden sekä liikenteen käyttäjien talouden kannalta kannattavaa. Lisäksi liukkailla keleillä nopeuden laskeminen tapahtuu hitaammin ja jarrutusmatkat pitenevät. Jos päätien liikennevalot ovat punaiset, voivat jarrutusilanteet aiheuttaa peräänajoja tai kolareita liittymäkohdassa (18). Liikenteen turvallisuuden lisäksi päätietä käyttävien ajoneuvojen ajokustannukset kasvavat. Valo-ohjattu liittymä on myös kunnossapidon kannalta kalliimpi vaihtoehto kuin eritasoliittymä (9, s. 7C - 1). Poikkimaantien liittymässä onkin sattunut onnettomuuksia (Kuva 8).

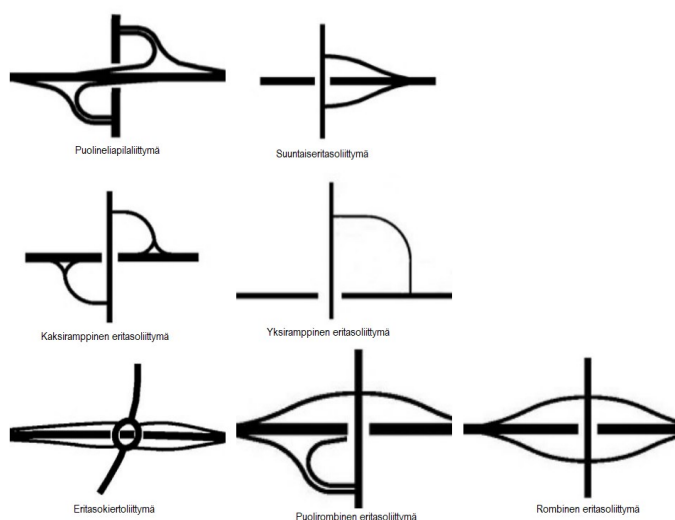


KUVA 8. Liittymäkohdassa tapahtuneet kolarit ja liittymää edeltävän alueen peräänajot kartalla vuosina 2016–2020 (16)



Eritasoliittymän lisäksi tulee tehdä liittymäratkaisu Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymiin. Liittymäratkaisuja valittaessa on syytä ottaa huomioon nykyisen liittymän tilanne ja käyttää hyväksi olemassa olevaa liittymägeometriaa, ylimääräisiltä rakennuskustannuksilta välttymiseksi. Nykyistä liittymää tarkastellessa on huomioitavaa sekä sivutieltä että päätieltä oikealle kääntyvien kaistat. Näitä kaistoja hyväksi käyttäen voidaan lähteä kehittämään eritasoliittymän liittymätyyppejä. Liittymätyyppejä valittaessa on myös otettava huomioon liikennemäärä, liikenteen suuntautuminen, turvallisuustekijät, rakennuskustannukset ja ylläpidolliset kustannukset. (2, s.21.)

Eritasoliittymätyyppejä ovat rombinen eritasoliittymä, eritasokierto liittymä, suuntaiseritasoliittymä, puolinelipilaliittymä, puolirombinen eritasoliittymä, kaksiramppinen eritasoliittymä ja yksiramppinen eritasoliittymä. (Kuva 9.)

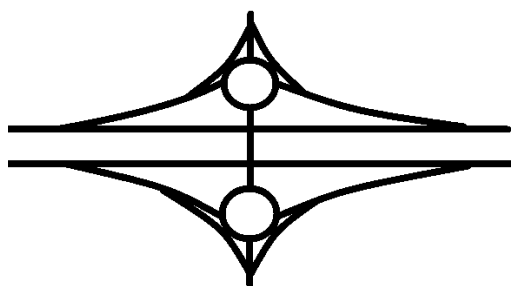


KUVA 9. Eritasoliittymätyypit (2, s. 22–30)

Eritasoliittymätyypeistä rombinen eritasoliittymä soveltuu valittuun liittymäkohtaan parhaiten, koska sen geometria on yhteneväinen nykyisen liittymän kanssa. Lisäksi sen tilantarve soveltuu käytettävissä olevaan liittymä pinta-alaan. Rombinen liittymä sopii hyvin maanteille, koska risteävä sivutie ylittää päätien, jolloin rampilta päätielle kiihdyttäminen sujuu helpommin pituuskaltevuuden laskevissa ja päätieltä hidastaminen sivutien liittymään on helpompaa pituuskaltevuuden noustessa. Tämä luo itsessään jo ajomukavuutta, sujuvuutta sekä taloudellisempaa ajamista tien käyttäjille. (2, s. 22.)

Päätieltä rampeja pitkin sivutielle liittyminen sekä sivutieltä rampeja pitkin päätielle liittyminen voidaan toteuttaa valo-ohjatuilla liittymillä tai kiertoliittymillä. Muut tasoliittymävaihtoehdot eivät ole käytännöllisiä ottaen huomioon käytössä olevan tilan, liikennemäärän sekä liikenneturvallisuuden. Liikennemäärä Valtatie 22:lla on tällä hetkellä noin 13 000 ajon/vrk (12), Poikkimaantiellä liikennemäärät ovat noin 10 600–17 400 ajon/vrk (13). Yhdistetty liikennemäärä on siis ruuhkaisimpana aikana noin 30 000 ajon/vrk. Lisäksi vuoteen 2030 mennessä Poikkimaantien liikennemääräenuste on peräti 16 000–23 000 ajon/vrk. (13.) Samalla kasvuindeksillä päätien liikennemäärä tulee olemaan vuoteen 2030 mennessä peräti 19 000 ajon/vrk. Liikennemäärät ovat otollisia yksikaistaiselle kiertoliittymäratkaisulle, jossa maksimivälilysky on noin 30 000 ajon/vrk, eli 3000 ajon/h. (8, s. 83.) Yhtä lailla varteen otettava vaihtoehto on myös valo-ohjatut liittymät, jossa puolestaan etuna on liikenteen turvallisuus, joka kohenee huomattavasti liittymän liikennemäärän ylittäessä 15 000 ajon/vrk:n rajan. (9, 7C – 8.)

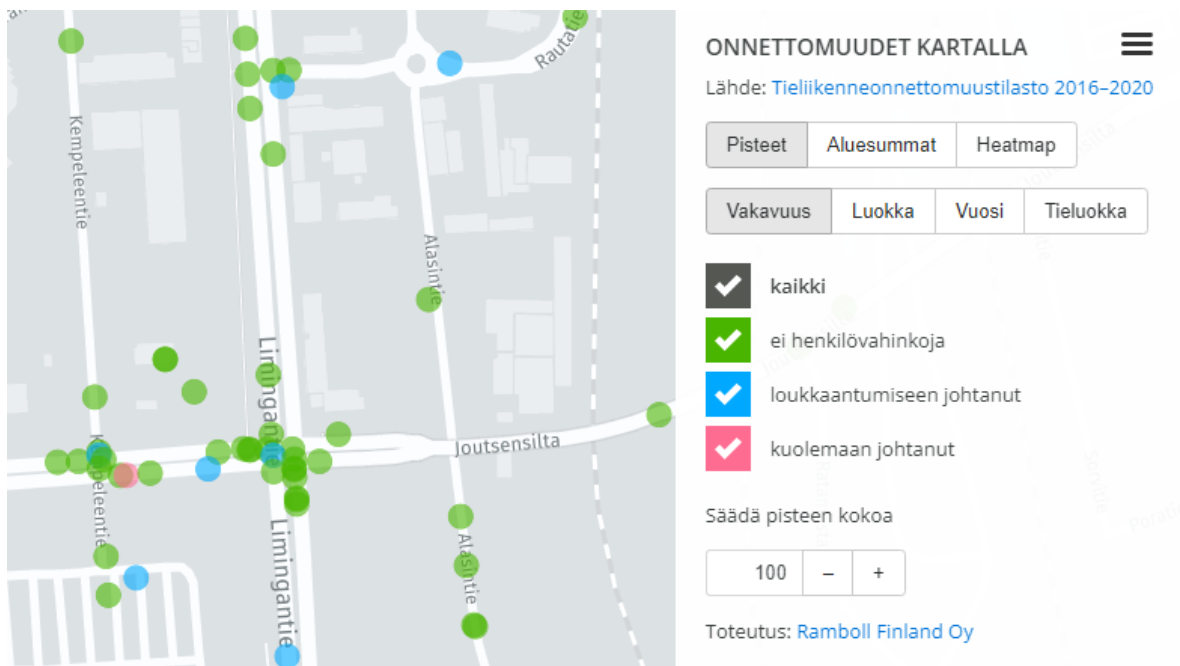
Kiertoliittymä on rakennuskustannuksiltaan kalliimpi vaihtoehto, mutta liikenteen sujuvuuden kannalta puolestaan kannattavampi valinta (8, s. 41). Valo-ohjatuilla liittymillä puolestaan tehdään liittymistä turvallisempia, joskin turvallisuuden kannalta vakavimmat vahingot liittymissä tapahtuvat yleensä kevyen liikenteen kanssa, jota ei tässä liittymätapauksessa ole. (9, s. 7C – 2.) Valo-ohjattu liittymä on rakennuskustannuksiltaan halvempi vaihtoehto, mutta puolestaan kunnossapitokustannuksiltaan se tulee maksamaan paljon enemmän kuin kiertoliittymä. Lisäksi valo-ohjatun liittymän liikenteen sujuvuus on heikompi kuin kiertoliittymällä, mutta se ei johda kyseisen liittymävaihtoehdon hylkäämiseen. Lisäksi valo-ohjatun liittymän sujuvuutta saadaan parannettua huomattavasti rakentamalla oikealle kääntyville ajoneuvoille omat kaistansa niin päätieltä sivutielle kääntyville kuin sivutieltä päätielle kääntyville ajoneuvoille nykyisen liittymäratkaisun tapaiseen tyyliin.



KUVA 10. Mallinnus eritasoliittymävaihtoehdosta

## 4.2 Limingantien ja Joutsensillan liittymä

Limingantie toimii päätienä Oulun keskustasta Kempeleeseen päin ajavalle liikenteelle. Tämän lisäksi Limingantulli on Oulun kaupungin suurin teollisuusalue, jonka palvelut keräävät ihmisiä puoleensa. Tämä aiheuttaa liikennemäärän kasvua Limingantullin alueella. Limingantien ja Joutsensillan liittymä on Limingantullin teollisuusalueelle johtava pääliittymä. Oulun itäpuolelta saapuvalla liikenteellä Joutsensillalle johtava Joutsentie toimii lähes suorana väylänä Limingantullin alueelle. Toinen Limingantielle johtava väylä on edellisessä luvussa käsitelty Poikkimaantie. Limingantien ja Joutsensillan liittymä kerryttää siis paljon liikennettä, jolloin sen liikennemäärä kasvaa. Lisäksi liittymässä risteää kevyttä liikennettä molemmin puolin kumpaakin väylää, mikä lisää liittymän liikennemäärää entisestään. Limingantien varrella molemmin puolin liittymää on myös bussipysäkit, jolloin liittymäratkaisua mietittäessä on otettava myös julkinen liikenne huomioon. Näiden tekijöiden vaikutuksesta liittymäratkaisussa on kiinnitettävä erityistä huomiota liittymän turvallisuuteen. Turvallisuuteen on kiinnitettävä huomiota myös nykytilanteen takia, koska liittymäkohdassa tapahtuu paljon onnettomuuksia (kuva 11).



KUVA 11. Limingantien ja Joutsensillan välisessä liittymässä tapahtuneet onnettomuudet kartalla 2016–2020 (16)

Liittymäratkaisuja tutkittaessa on ensin tiedettävä liittymälle kohdistuva liikennemäärä. Näin voidaan tutkia liikennemäärälle sopivaa liittymäratkaisua liittymälle ominaisen välityskyvyn perusteella. Joutsensillan vuorokausiliikenne on keskimäärin noin 12 400 ajon/vrk (19, s 9). Limingantien liikennemäärä on noin 16 000 ajon/vrk (12). Yhteensä liittymäkohdassa liikennemäärä tulee olemaan siis keskimääräisesti noin 28 400 ajon/vrk eli 2800 ajon/h. Liikennemäärän perusteella liittymäratkaisuksi sopisi joko täysin kanavoitu valo-ohjattu liittymä tai kaksikaistainen kiertoliittymä (20, s. 52).

Potentiaalisia liittymävaihtoehtoja tulee tutkia niiden ominaisuuksien kannalta. Lisäksi on tehtävä päätös sen suhteen, mitä ominaisuuksia liittymässä priorisoidaan. Liittymään vaikuttavia ominaisuuksia ovat mm. liittymän liikenteen sujuvuus, liittymän turvallisuus, rakennuskustannukset ja kunnossapitoon menevät kustannukset. Ottaen huomioon liittymän sijainnin, ja liittymään kohdistuvat turvallisuus riskit, on syytä tehdä liittymävalinta ensisijaisesti turvallisuuden kannalta. Erityisesti turvallisuusriskiä lisää kevyt liikenne, jota kyseisessä liittymäkohdassa on suhteellisen paljon. Valo-ohjattu liittymä on kaikkien liittymää käyttävien osapuolien turvallisuuden kannalta paras vaihtoehto. Kiertoliittymällä puolestaan saataisiin liittymän sujuvuus paremmaksi, mutta kevyelle liikenteelle tehtävät ratkaisut lisäävät erittäin paljon rakennuskustannuksia.

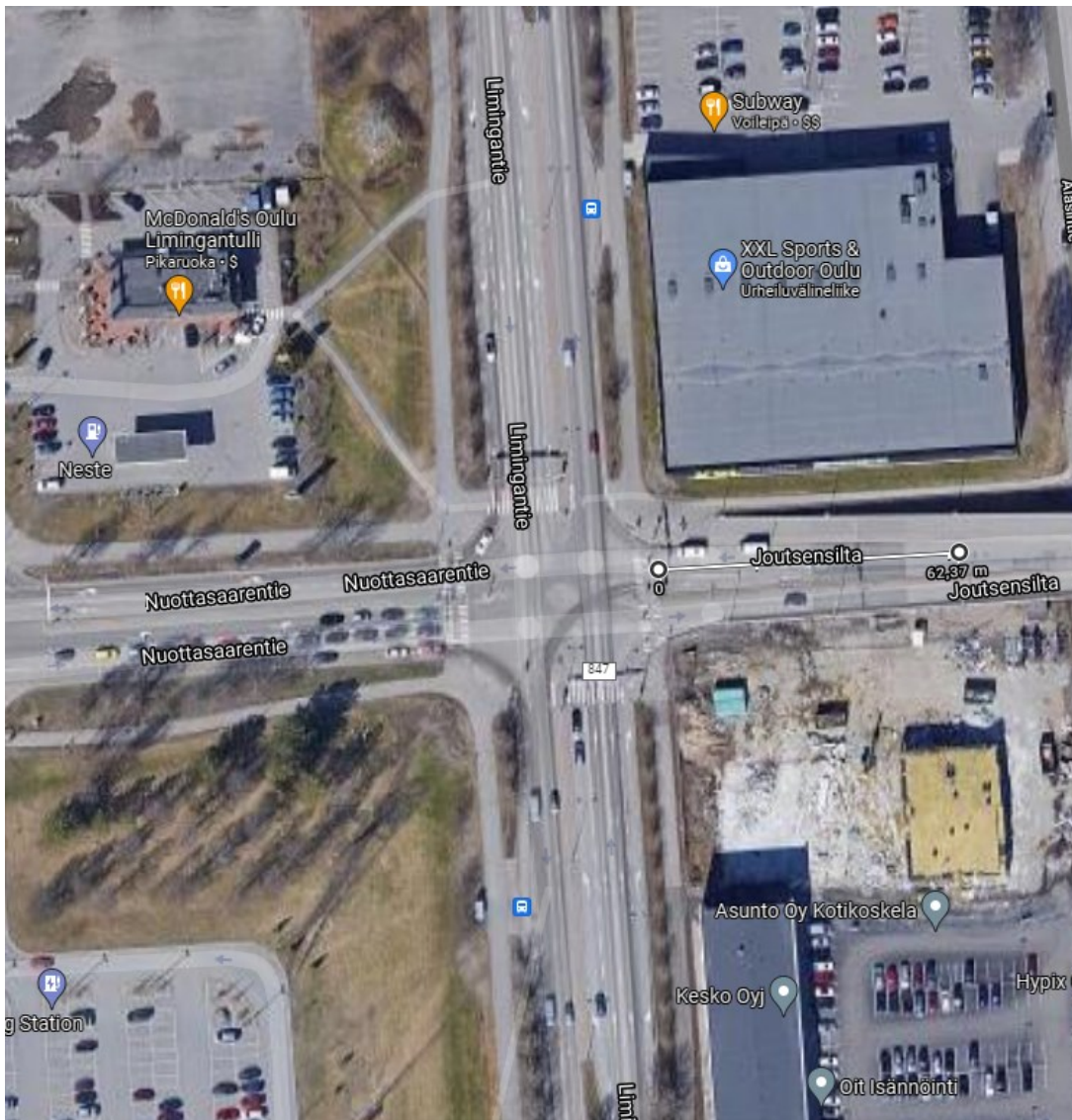
Kaksikaistaista kiertoliittymää tutkittaessa voidaan käyttää vertailukohteena muualla toteutettua vastaavaa liittymäratkaisua. Esimerkiksi Espoossa Suomenojan kiertoliittymä on toteutettu kaksikaistaisena kiertoliittymänä, jossa kevyen liikenteen väylä kulkee eritasossa kiertoliittymään nähden kiertoliittymän alla. Suomenojan kiertoliittymän liikennemäärä on noin 60 000 ajon/vrk (21), mikä ylittää tavallisen kaksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyvyn. Suomenojan kiertoliittymässä on kuitenkin lisätty liittymään tulevalle liikenteelle kolmas kaista, jolta liikenne pääsee kääntymään suoraan oikealle kääntyvälle tielle, jolloin liittymän välityskyky kasvaa tarpeeksi suureksi. Tutkitaan liittymää silti kaksikaistaisena kiertoliittymänä ja harkitaan sen toimivuutta Limingantien ja Joutsensillan liittymässä. Liikenteen sujuvuuden kannalta kaksikaistainen kiertoliittymä on valo-ohjattua liittymää tehokkaampi vaihtoehto. Turvallisuuden kannalta puolestaan joudutaan tekemään paljon investointeja, jotta kevyt liikenne saadaan ohjattua eritasossa liittymän alta, koska liittymän yli kevyen liikenteen ohjaaminen olisi turvallisuutta heikentävä vaihtoehto liittymässä valitsevan liikennemäärän vuoksi. Lisäksi tämä ratkaisu heikentäisi kiertoliittymälle oleellista tehokkuutta liikenteen sujuvuuden kannalta. Kaksikaistainen kiertoliittymä on liittymää käyttäville autoilijoille haastava paikka, koska heidän tulee havainnoida paljon informaatiota ja kiertoliittymän ympyrägeometriasta johtuen hankalista kulmista. Suomenojan kiertoliittymä onkin aiheuttanut paljon

hämmennystä sitä käyttävien autoilijoiden keskuudessa (22). Epäselvyys on myös aiheuttanut onnettomuuksia, joista moni on sattunut vain kaksikaistaiselle kiertoliittymälle olennaisessa kaistanvaihtotilanteessa (16.). Lisäksi kaksikaistaisen kiertoliittymän rakentaminen on kustannuksiltaan erittäin kallista ja hankalaa ottaen huomioon Limingantien ja Joutsensillan liittymän sijainnin. Suomenojan liittymä oli rakennuskustannuksiltaan noin 5 miljoonaa euroa, vuoden 2006 maarakennuskustannusindeksillä (23).

Valo-ohjattu liittymä olisi kustannuksiltaan edullisempi liittymäratkaisu. Lisäksi valo-ohjattu liittymä on selkeä sekä turvallinen liittymämuoto. Raskasta liikennettä sekä kevyttä liikennettä pystytään kontrolloimaan valo-opastimien avulla, jolloin pystytään muodostamaan mahdollisimman turvalliset liittymän ylitykset. Liikennemäärien ollessa käsiteltävän liittymän liikennemäärien mukaiset, noin 30 000 ajon/vrk, on valo-ohjattu liittymä tasoliittymä vaihtoehdoista kaksikaistaisen kiertoliittymän lisäksi ainut varteenotettava ratkaisu turvallisuuden kannalta. Valo-ohjatun liittymän maksimivälilysky on myös riittävä, noin 3500 ajon/h (20, s.52). Limingantien ja Joutsensillan valo-ohjattua liittymää tulisi kunnostaa liittymän turvallisuusominaisuuksien tehostamiseksi. Kevyelle liikenteelle nykyinen liittymä on kuitenkin tarpeeksi turvallinen, koska liittymäalueella ei ole sattunut kevyen liikenteen onnettomuuksia vuosina 2016–2020. Enimmäkseen liittymässä tapahtuvat onnettomuudet ovat matalilla tilannenopeuksilla tapahtuvia risteämisonnettomuuksia, kääntymisonnettomuuksia tai peräänajo-onnettomuuksia. (16.) On syytä kuitenkin tutkia, mistä nämä onnettomuudet johtuvat ja millä liittymän parantamistoimenpiteillä niitä saadaan vähennettyä.

Limingantien ja Joutsensillan liittymän nykyinen toteutus menetelmä on monikaistainen nelihaara-liittymä, joka on toteutettu Limingantieltä liittymään tuleville ajoneuvoille nelikaistaisena järjestelyinä niin Oulusta kuin Kempeleestä päin liittymään tullessa. Suoraan jatkavilla ajoneuvoilla on käytössään kaksi kaistaa ja vasemmalle sekä oikealle kääntyville on omat kaistansa. Limingantullista eli Nuottasaarentieltä liittymään tulevat ajoneuvot ryhmittyvät puolestaan kolmelle kaistalle. Oikealle sekä vasemmalle kääntyville kaistoille on omat kaistansa ja niiden lisäksi on yksi suoraan jatkava kaista. Joutsensillalta tullessa on saman tyylinen ryhmittymismenetelmä, mutta oikealle ja vasemmalle kääntyvien kaistat ovat lyhyempiä kuin muiden liittymässä olevien väylien kaistojen pituudet. Joutsensillan kääntyvien kaistojen pituudet ovat noin 62 metriä, (Kuva 10), kun taas Nuottasaarentien ja Ouluun menevän Limingantien kääntymiskaistojen pituudet ovat vähintään 80 metriä. Kempeleeseen päin menevän Limingantien kääntymiskaistat ovat peräti 100 metriä pitkiä. Peräänajo-, kääntymis- sekä risteämisonnettomuuksia ei tapahdu liittymän valo-ohjauksien takia, vaan liittymää käyttävien autoilijoiden virheistä. Virheitä saadaan kuitenkin vähennettyä liittymän ajomukavuuden

parantamisella. Joutsensillan kaistojen pituutta lisäämällä saadaan liittymään kertyvien ajoneuvojen muodostamaa jonoa lyhennettyä, jolloin jonon perässä olevat kuljettajat eivät pyri kiihdyttämään vihreisiin valoihin aiheuttaen vaaratilanteita. Monet liittymän onnettomuuksista ovat vastakkaisten liittymien aiheuttamia kääntymisonnettomuuksia, joissa suoraan jatkavat ajoneuvot kohtaavat vasemmalle vastakkaiselta väylältä vasemmalle kääntyvät ajoneuvot. (16.)

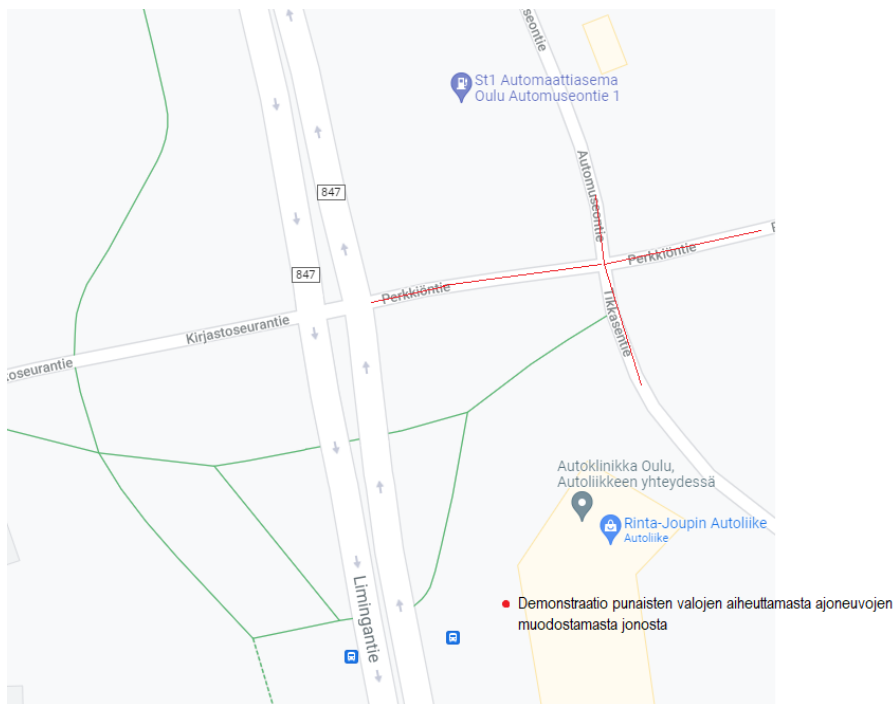


KUVA 12. Limingantien, Joutsensillan ja Nuottasaarentien välinen valo-ohjattu liittymä (3.)

### 4.3 Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä

Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä on toteutettu valo-ohjatulla liittymäratkaisulla. Liikennevalot hidastavat liittymän liikenteen sujuvuutta erityisesti Perkkiöntien suunnalta.

Perkkiöntieltä pääsee Vasaraperän pienteollisuusalueelle, jossa sijaitsee palveluita, jotka lisäävät liikennemäärää Vasaraperän alueella. Perkkiöntien, Automuseontien ja Tikkasentien liittymä on vain 55 metrin päässä Limingantien, Kirjastoseurantien ja Perkkiöntien valo-ohjatusta liittymästä, mikä aiheuttaa liikenteen sumppuuntumista Perkkiöntielle Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymäkohdassa etenkin työliikenteen aikana. (24, s. 13.) Limingantie on päätie, jota käytetään yleisesti hyvin mielellään Kempeleestä Limingantulliin ja Oulun keskustaan mentäessä, koska toinen vaihtoehto on kulkea Nelostietä pitkin, mikä ei ole ajokustannuksiltaan yhtä kannattavaa. Liikennemäärät Limingantiellä Limingantien ja Perkkiöntien liittymäkohdassa ovat noin 12 000 ajon/vrk. (12.) Perkkiöntiellä liikennemäärät ovat noin 350 ajon/vrk. Ruuhka-aikana liittymäkohtaan muodostuu noin 2200 ajon/h:n liikennemäärät. (24, s. 29.) Kevyen liikenteen väylä on ohjattu pois liittymän läheisyydestä Kirjastoseurantielle, jota pitkin pääsee omakotiasuin alueelle. Lisäksi kevyt liikenne on ohjattu kulkemaan Vasaraperän alueelle Limingantien alta kulkevaa alikulkutunnelia pitkin.



KUVA 13. Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymä (16.)

Nykyinen liittymäratkaisu hidastaa liikenteen sujuvuutta liittymäkohdassa. Liittymän valo-ohjauksella pyritään priorisoimaan päätien, eli Limingantien liikenteen sujuvuutta, koska liikennemäärät kyseisellä tiellä ovat liittymään osallisina olevista teistä suurimmat. Tämän johdosta Perkkiöntien ja

Kirjastoseurantien liikenne joutuu odottamaan useammin punaisten valojen takana. Koska Perkkiöntiellä sijaitseva Automuseontien ja Tikkasentien liittymä on vain 55 metrin päästä Limingantien, Perkkiöntien ja Kirjastoseurantien liittymästä, muodostuu Limingantien, Kirjastoseurantien ja Perkkiöntien liittymän valo-ohjauksista aiheutunut Perkkiöntien ajoneuvojen muodostama jono Perkkiöntien, Automuseontien ja Tikkasentien liittymään asti. Tämän liittymän ratkaisumallina on avoin nelihaaraliittymä, jossa väistämisvelvollisuus on opasteilla ohjattu Tikkasentille sekä Automuseontielle. Perkkiöntielle kertyvä ajoneuvojen muodostama jono siis alkaa muodostamaan ajoneuvojen jonoa myös Tikkasentille ja Automuseontielle. Kirjastoseurantiella puolestaan liikennemäärä on niin vähäinen, etteivät valo-ohjausjärjestelyt kerrytä suuria ajoneuvojonoja, vaikka valot olisivat punaisella pidemmän aikaakin (24, s. 8).

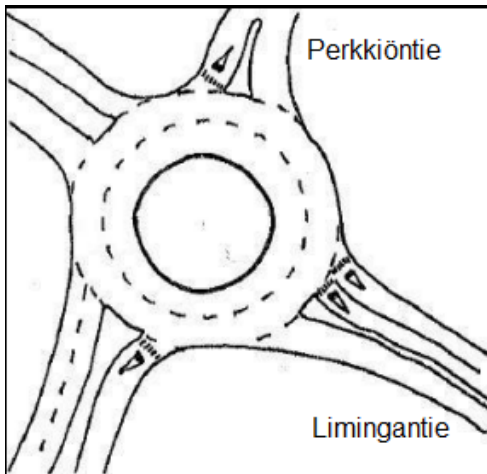
Vuonna 2016 Solutra Oy:n tekemässä toimivuustarkastelussa tutkittiin Perkkiöntien tulosuunnan toimivuutta ja tarkastelun tuloksena tehtyjen pienten parannustoimenpiteiden vaikutusta kyseiseen liittymään (22, s. 29). Tutkimuksessa esitettiin liittymän parantamiseksi Perkkiöntielle sijoitettavaa 50 metriä pitkää oikealle kääntyvien kaistaa ja 2-aukkoista nuolivalo-ohjausta. Ratkaisua perusteltiin tutkimustuloksista saaduilla tiedoilla siten, että Perkkiöntieltä valo-ohjattua liittymää käyttävien ajoneuvojen keskimääräinen viive, eli liittymässä jonottamiseen käytetty aika vähenisi liittymäkohdassa. Oikealle kääntyvillä viive vähenisi noin 119 sekuntia ja vasemmalle kääntyville puolestaan noin 61 sekuntia. Tutkimustulokset pohjautuvat nimenomaan ruuhka-aikana liittymän sujuvuuden parantamiseen (24, s. 33). Tutkimuksessa pyrittiin pieniin parannustoimenpiteisiin, joilla liikenteen sujuvuutta saataisiin parannettua, ja suunnitelmassa on mainittu, ettei ratkaisumalli poista kokonaan Perkkiöntielle muodostuvaa ajoneuvojen aiheuttamaa tukkeumaa, mutta vähentäisi sitä kyllä huomattavasti. (24, s.13)

Limingantien ja Perkkiöntien liittymän sujuvuuden edistämisen kannalta parasta vaihtoehtoa tutkittaessa on otettava huomioon valo-ohjatun liittymäratkaisun sijaan kiertoliittymäratkaisu. Kiertoliittymälle olennainen piirre on liittymän sujuvuuden parantaminen. Tavoitteena ratkaisulle on pitää päätien, eli Limingantien liikenne sujuvana ilman, että väylällä ajavien ajoneuvojen tarvitsee kokonaan pysäyttää vauhtiaan liittymän vaikutuksesta, ja samalla Perkkiöntien liikenne ei kasaantuisi liittymään nykyiseen tapansa. Ideaalilanteessa Limingantien liikenne pysyisi koko ajan liikkeellä, vaikka ajovauhti ennen Perkkiöntien liittymää hidastuisikin. Samalla Perkkiöntien liikenne ei muodostaisi ajoneuvoista muodostuvaa jonoa Tikkasentien ja Automuseontien liittymään asti, vaan pystyisi etenemään kiertoliittymän avulla Perkkiöntieltä Limingantielle tasaiseen tahtiin, jolloin Perk-



kiöntielle muodostuva jono ei tavoittaisi Tikkasentien ja Automuseontien liittymää. Kevyen liikenteen kannalta kiertoliittymä malli olisi alueen nykytilanteeseen nähden sopiva, koska kevyt liikenne on ohjattu hiljaisemman väylän eli Kirjastoseurantien kautta noin 50 metrin päähän liittymäkohdasta. Limingantien risteämässä kevyt liikenne on ohjattu kulkemaan Limingantien alta alikulkutunnelia pitkin. Tilan puolesta liittymälle ei siis tarvitsisi tehdä muutoksia muuten, kuin valo-ohjauksella toimivan liittymän korvaaminen kiertoliittymällä. Kiertoliittymäratkaisua lähdetään tutkimaan kaksikaistaisen kiertoliittymämallin toteutuksen kannalta, koska liikennemäärät ovat ratkaisumallille sopivat.

Kiertoliittymän välityskyvyn tulee olla valitulle kohteelle riittävä. Välityskyky muodostuu liittymään saapuvien ajoneuvojen ja tulosuunnan kohdalla liittymässä kiertävien ajoneuvojen summasta. Lisäksi välityskykyyn vaikuttaa liittymästä poistuvien ajoneuvojen määrä. Yksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyky liittymään saapuville ajoneuvoille on 1 400 ajon/h ja liittymästä poistuville ajoneuvoille puolestaan 1 500 ajon/h (8, s. 37). Limingantien liikennemäärä pahimpana ruuhka-aikana on peräti 2 000 ajon/h (24, s. 29), vaikka keskimääräinen liikennemäärä tiellä on vain 1200 ajon/h (12). Ruuhka-aikana yksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyky siis ylittyy, jolloin liittymäratkaisuksi on valittava kaksikaistainen kiertoliittymä. Kaksikaistaisen kiertoliittymän välityskyky on noin 2 200–4 000 ajon/h. (8, s. 77.)



KUVA 14. Ehdotetun kaksikaistaisen kiertoliittymän mallinnus kohteeseen

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia liittymäratkaisujen toimivuutta Oulun kaupungin alueella. Eri liittymäratkaisuvaihtoehtoista tuotiin esille liittymän toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä. Liittymän toimivuuteen vaikuttavat tekijät ovat liittymän rakentamiseen ja ylläpitämiseen menevät kustannukset, liittymän turvallisuus, liikennemäärä liittymässä sekä liikenteen sujuvuus liittymässä. Kunkin liittymäratkaisun osalta käytiin läpi, mitkä liittymäratkaisuun vaikuttavat tekijät nousevat esiin kyseisessä ratkaisumallissa. Liittymäratkaisuille esitettiin liittymän toimivuuteen vaikuttavien asioiden perusteella sopivia kohde-esimerkkejä. Liittymäratkaisuiden ja niiden valitsemiseen vaikuttavien tekijöiden perusteella valittiin Oulun kaupungin alueelta kolme kohdetta, joita alettiin tutkimaan liittymän toimivuustarkastelun kannalta.

Ensimmäinen tarkasteltava liittymäkohta oli Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymä. Liittymä valittiin tutkimuskohteeksi sen sujuvuuden ja turvallisuuden tarkastelun perusteella. Liittymän valo-ohjattulle liittymäratkaisulle esitettiin vaihtoehtoiseksi ratkaisumalliksi eritasoliittymää, jonka sisältämät liittymävaihtoehdot esitettiin tehtäväksi kiertoliittymäratkaisuilla. Liittymäratkaisun valintaan päädyttiin nykyisten vaikutteiden johdosta, joita olivat liittymän sujuvuus, turvallisuus sekä kunnossapitokustannukset, joita esitetyllä liittymäratkaisulla pyritään tehostamaan. Rakennuskustannukset puolestaan nousisivat kyseisessä kohteessa eritasoliittymäratkaisulle ominaisella tavalla. Valtatie 22:n ja Poikkimaantien liittymän jatkotutkimuksissa tulee huomioida tulevaisuuden suunnitelmat, jotka vaikuttavat liittymän liikenteeseen esimerkiksi liikennemäärän kasvu ja liikennettä käyttävien ajoneuvojen luokat, kuten linja-autojen määrä tai raskaan kaluston määrä.

Seuraavaksi tarkastelun kohteeksi valittu liittymä oli Limingantien ja Joutsensillan liittymä. Kohde valittiin tutkittavaksi liittymässä sattuneiden onnettomuuksien lukumäärän perusteella, ja kohdetta lähdettiin tutkimaan turvallisuuden parantamisen kannalta. Turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä liittymän ratkaisumallin valintaan merkittävin tekijä oli kevyen liikenteen määrä. Nykyistä liittymän valo-ohjattua liittymäratkaisua ei turvallisuuden heikentämiseksi lähdetty muuttamaan, vaan valo-ohjattulle ratkaisumallille esitettiin turvallisuutta edistäviä toimenpiteitä. Toimenpiteeksi ehdotettiin Joutsensillalta liittymään tulevien väylien kaistojen pidentämistä liittymässä esiintyvien kääntymisvahinkojen välttämiseksi. Liittymäratkaisu tulisi olemaan kustannuksiltaan edullisempi, eikä muutoksia tarvitse nykyiseen ratkaisuun tehdä paljon. Esitettyä ratkaisuvaihtoehtoa tulee kuitenkin tutkia ja miettiä, ovatko vaikutukset tarpeeksi merkittävät vai joudutaanko liittymän turvallisuuden ja

sujuvuuden kannalta toteuttamaan toinen liittymäratkaisu, kuten esimerkiksi opinnäytetyössä esiintunut ehdotus kaksikaistaisesta kiertoliittymästä, jossa kevyt liikenne kulkee eri tasossa raskaan liikenteen suhteen.

Kolmas ja viimeinen liittymäratkaisun toimivuuden tarkasteluun valittu kohde oli Limingantien ja Perkkiöntien liittymä. Tarkastelua lähdettiin tutkimaan liittymän sujuvuuden kehittämisen kannalta. Nykyisin liittymäratkaisuna toimii valo-ohjattu liittymä, joka kerryttää Perkkiöntielle ajoneuvoista muodostuvaa jonoa liittymäkohtaan opastinvalojen punaisten valojen vaikutuksesta. Tämä puolestaan haittaa Perkkiöntielle liittymistä Tikkasenttieltä sekä Automuseontieltä, koska Limingantien ja Perkkiöntien liittymän vaikutuksesta Perkkiöntielle muodostuva ajoneuvo jono on niin pitkä, että se ulottuu Tikkasen tien ja Automuseon tien liittymäkohtaan asti. Limingantien ja Perkkiöntien liikenteen sujuvuuden kannalta liittymäkohtaan esitettiin kaksikaistaista kiertoliittymäratkaisua. Kyseinen liittymäratkaisu sopisi liittymään hyvin käytössä olevan tilan ja nykyisen kevyen liikenteen väylien kannalta, jolloin rakennuskustannukset eivät kasva näiden tekijöiden kannalta liian suuriksi. Kaksikaistainen kiertoliittymä edistäisi liikenteen sujuvuutta liittymäkohdassa huomattavasti. Jatkotutkimuksia varten tulee kuitenkin selvittää liittymän turvallisuus ehdotetussa liittymäratkaisussa, koska kaksikaistainen kiertoliittymä voi olla hämmentävä liittymäratkaisu liittymää käyttäville ajoneuvoille.

Liittymäratkaisuja mietittäessä tulee ottaa monta asiaa huomioon, ja kuten opinnäytetyössä huomataan, yhtä patenttiratkaisua joka liittymäkohtaan ei ole. Opinnäytetyössä esitetyt liittymäratkaisut ovat esimerkkejä siitä, miten kohdekohtaista liittymäsuunnittelu on ja miten eri liittymissä suunnittelua voidaan lähestyä monesta näkökulmasta. Perusteellisella suunnittelulla saavutetaan liittymän tehokas toimivuus, joka on liittymien rakentamisessa lähtökohtana.

## LÄHTEET

1. Tasoliittymät. 2001. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki: Tiehallinto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat\\_ohje.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf) . Hakupäivä 9.11.2021.
2. Perusverkon eritasoliittymät. 2015. Suunnitteluohje. Liikenneviraston ohjeita 39/2015. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-39\\_perusverkon\\_eritasoliittymat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-39_perusverkon_eritasoliittymat_web.pdf). Hakupäivä 9.11.2021
3. Google. Maps: Kuvia Oulun kaupungin liittymistä. Saatavissa: <https://www.google.fi/maps/@64.9615546,25.5030347,234m/data=!3m1!1e3>. Hakupäivä 12.11.2021.
4. Maantiemitoitus 2017–548148. Esitys Maanmittauslaitos. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2017/05/Esitys%20Maanmittauslaitos.ppt>. Hakupäivä 20.11.2021.
5. Ruotsalainen, Satu - Tilastokeskus 2016. Indeksit: muodostus ja käyttö. Saatavissa: [https://hyol.fi/assets/files/Aineistoja/Tilastokoulu\\_indeksit\\_Ruotsalainen.pdf](https://hyol.fi/assets/files/Aineistoja/Tilastokoulu_indeksit_Ruotsalainen.pdf). Hakupäivä 20.11.2021
6. Maarakennuskustannusindeksi. 2021. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/maku/2021/09/maku\\_2021\\_09\\_2021-10-25\\_fi.pdf](https://www.stat.fi/til/maku/2021/09/maku_2021_09_2021-10-25_fi.pdf). Hakupäivä 9.11.2021
7. Lammassaaren asuntoalueen uusi liittymä rakennetaan Pietarsaaressa (Pohjanmaa). 2019. Ely-keskus. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/-/lammassaaren-asuntoalueen-uusi-liittyma-rakennetaan-pietarsaaressa-pohjanmaa->. Hakupäivä 10.11.2021
8. Paaso, Annika 2016. Kiertoliittymät pääteillä. Opinnäytetyö 6/2016. Liikennevirasto. Helsinki. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin\\_2016-06\\_kiertoliittymat\\_paateilla\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin_2016-06_kiertoliittymat_paateilla_web.pdf). Hakupäivä 10.11.2021
9. Liikennevalojen suunnittelu LIVASU. 2005. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki: Tiehallinto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100040-v-05liik\\_valoj\\_suunn\\_liva.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100040-v-05liik_valoj_suunn_liva.pdf). Hakupäivä 11.11.2021
10. Maantien 815 (Oulunlahdentie) parantamien Haarasuontien liittymässä. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/mt-815-oulunlahdentie-parantaminen-haarasuontien-liittymassa>. Hakupäivä 11.11.2021
11. Leponiemi, Timo 2015. Uuden moottoriteliittymän piti maksaa 13 miljoonaa – maksaakin vain reilut kahdeksan. Yle. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-8540387>. Hakupäivä 11.11.2021

12. Tieliikenteen liikennemäärät 2012–2020. Väylävirasto. Saatavissa: <https://paikkatieto.vayla-pilvi.fi/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=9303658f44134d5bb82d7e7d55e11644>. Hakupäivä 11.11.2021
13. Poikkimaantie. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/mt8155-poikkimaantie>. Hakupäivä 12.11.2021.
14. Asemakaavan selostus. 2012. Oulun tekninen keskus. VR-Yhtymä Oy, Oulun hallit. Saatavissa: [https://www.oukapalvelut.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta\\_Liite.asp?ID=3849&Liite=s2141.pdf](https://www.oukapalvelut.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta_Liite.asp?ID=3849&Liite=s2141.pdf). Hakupäivä 12.11.2021.
15. Oulun Joutsensillalla rytisi iltapäivällä: Kaksi erillistä autokolaria vain varttitunnin sisällä toisistaan. 2021. Kaleva. Saatavissa: <https://www.kaleva.fi/oulu-joutsensillalla-rytisi-iltapaivalla-kaksi-er/3943407>. Hakupäivä 12.11.2021.
16. Onnettomuudet kartalla. Mobilityanalytics. Saatavissa: <https://mobilityanalytics.ramboll.com/onnettomuudet>. Hakupäivä 12.11.2021.
17. Kuvia Oulun teiltä. 2012. Joutsensilta. Valtatie.kuvat.fi. Saatavissa: <https://valtatie.kuvat.fi/kuvat/Paikkakuntien+tiest%C3%B6%C3%A4/Oulu/>. Hakupäivä 12.11.2021.
18. Vaikeat ajo-olosuhteet. Liikenneturva. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/vaikeat-ajo-olosuhteet/#4fd547f0>. Hakupäivä 20.11.2021.
19. Oulun seudun liikenne 2020. 2003. Strategia – Kärkitehtävät – Aiesopimus. Saatavissa: [https://www.ouka.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=83b76876-2ac4-43fa-99c0-bbe7e1eae35e&groupId=173371](https://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=83b76876-2ac4-43fa-99c0-bbe7e1eae35e&groupId=173371). Hakupäivä 19.11.2021.
20. Aarnikko, Tenho – Karjalainen, Jenni 2007. 2-kaistaisten kiertoliittymien suunnitteluperiaatteet. Tiehallinto. Helsinki. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3201018-v-2kaistkiertoliitt.pdf>. Hakupäivä 19.11.2021.
21. Kartat. Espoo. Saatavissa: <https://kartat.espoo.fi/IMS/?layers=Ilmakuva&lon=Autoliikennem%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t&cp=6677344,25483168&z=16>. Hakupäivä 19.11.2021.
22. Granström, Teemu 2017: Tämä liikenneympyrä hämmentää Espoossa osaisitko ajaa oikein? Iltalehti. Saatavissa: <https://www.iltalehti.fi/autouutiset/a/201711092200518989>. Hakupäivä 19.11.2021.
23. Kaikkonen Raija 2004. Suomenojan kiertoliittymä rakenteille tammikuussa. Helsingin Sanomat. Saatavissa: <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000004272630.html>. Hakupäivä 19.11.2021.
24. Asemakaavan ja tonttijaon muutokset 564-2301, Kiviniemen kaupunginosa (Tikkasentie 14). 2018. Oulun kaupunki. Saatavissa: [http://oulu.ouka.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta\\_Liite.asp?ID=7101&Liite=Ote%20Kvn%2026.2.2018%20p%F6yt%E4kirjasta.pdf](http://oulu.ouka.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta_Liite.asp?ID=7101&Liite=Ote%20Kvn%2026.2.2018%20p%F6yt%E4kirjasta.pdf). Hakupäivä 19.11.2021.