

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Yhdyskuntatekniikka  
Ville Pöysti

Opinnäytetyö

*Selvitys ajourien käytöstä liittymäsuunnittelussa*

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja

Tampere

Lehtori, DI Pentti Silén  
Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Sito  
Tampere Oy, Ohjaaja DI Tenho Aarnikko  
6/2010

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Yhdyskuntatekniikka

Tekijä	Ville Pöysti
Työn nimi	Selvitys ajourien käytöstä liittymäsuunnittelussa
Sivumäärä	55 + liitteet 20
Valmistumisaika	6/2010
Työn ohjaaja	DI Pentti Silén, TAMK
Työn tilaaja	Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Sito Tampere Oy

---

## TIIVISTELMÄ

Ajourilla tarkoitetaan kääntyvän ajoneuvon uloimpien pisteiden rajaamaa aluetta ja ajouraohjelmistoilla tarkoitetaan ohjelmistoa, jonka avulla voidaan luoda ajouria.

Ajouraohjelmistojen käyttö on yleistynyt runsaasti erilaisten alueiden ja liittymien suunnittelussa. Opinnäytetyössä tutkittiin ajourien käyttöä liittymäsuunnittelussa ja ajouraohjelmistojen toimivuutta eri kohteissa. Ohjelmistojen ajouria verrattiin Tiehallinnon Tasoliittymät-ohjeen kiinteisiin ajouriin, jolloin saatiin hyvä kuva siitä, pystyykö ohjelmistoilla tekemään yhteneväisiä ajouria.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös neljää erilaista esimerkkikohtetta. Esimerkkikohteina toimivat kiertoliittymät, kiertosilta, huoltoaseman piha-alue sekä turvasaarekkeellinen nelhaaraliittymä. Esimerkkikohteista tutkittiin kohteiden liikenteellistä toimivuutta sekä vapaan tilan riittävyyttä mitoitusajoneuvoille.

Opinnäytetyön tekemisen aikana selvisi, että ajouraohjelmistojen avulla luodut ajourat ovat hyvin yhteneväisiä Tasoliittymät-ohjeen ajourien kanssa. Kuitenkin 200 gon käännöksissä, varsinkin linja-autojen ja telilinja-autojen, ajourat vaativat pienemmän tilan kuin Tasoliittymät-ohjeen mukaiset mitoitusajoneuvot. Tämän vuoksi mitoituksessa pitää harkita tarkoin eri parametrit mitoitusajoneuvoille ja ottaa liikkumisvarat mukaan suunnitteluun

.

---

Avainsanat: ajoura, liittymäsuunnittelu, tiesuunnittelu

Tampere University of Applied Sciences  
Construction Engineering

Writer	Ville Pöysti
Thesis	The usage of vehicle swept paths in intersection planning
Pages	55 + 20 appendices
Graduation time	06/2010
Thesis supervisor	Pentti Silén, Tampere University of Applied Sciences
Co-operating company	Centres for Economic Development, Transport and the Environment, Sito Tampere Oy

---

## **ABSTRACT**

Vehicle swept path means the area which is created by the outermost points of the vehicle while undertaking a turning maneuver. Vehicle swept path software means a software that calculates the vehicles path when turning.

The use of vehicle swept path simulation softwares has become common when planning different kinds of areas and intersections. The functionality and usage of different swept paths in different construction projects was inspected in this thesis. Vehicle swept path software's swept paths were compared to the swept path of the Tiehallinto's Tasoliittymät manual. With those results you can get an idea how consistent the swept paths are.

The thesis also examined the example of four different construction projects. The examples were a roundabout, a detour bridge, a petrol station and four-branch intersection. In the example targets, the functionality of the traffic and the adequacy of free space when vehicles are in the area were inspected.

During the conclusion of this thesis showed that Vehicle swept path software's swept paths are very consistent with the Tiehallinto's Tasoliittymät manual's swept paths. However, during 200 gon turns inspection showed that especially busses need a smaller space when turning compared to Tiehallinto's Tasoliittymät manual's swept paths. Because of this, when planning with swept path simulation software, planner must carefully consider the right parameters with vehicles and also take the movement insurance in consideration.

---

Keywords: Vehicle swept path, intersection planning, road planning

# Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	7
1.1	Työn tausta.....	7
1.2	Työn tavoitteet.....	7
1.3	Työn rajaukset.....	8
1.4	SITO.....	8
1.4.1	Konserni.....	8
1.4.2	Sito Tampere.....	9
1.5	ELY.....	10
2	Liittymäsuunnittelu ja sen perusteet.....	12
2.1	Ohjeistus.....	12
2.2	Liittymätyypit.....	12
2.3	Mitoitusajoneuvot.....	15
2.4	Ajotavat.....	18
2.4.1	Ajotavat A ja B.....	18
2.4.2	Ajotapa C.....	18
2.4.3	Ajotapa D.....	19
2.4.4	Ajourien kääntösaiteet.....	19
2.4.5	Liikkumisvarat.....	19
3	Ajourien käyttö liittymäsuunnittelussa.....	20
3.1	Yleistä.....	20
3.2	Kiinteä malli.....	23
3.2.1	Tasoliittymät -ohje.....	23
3.2.2	Suomen paikallisliikenneliiton Mitoitusajoneuvot ja ajouramallit -ohje.....	23
3.3	Ajouraohjelmiston malli.....	24
3.3.1	Yleistä.....	24
3.3.2	AutoTURN.....	25
3.3.3	V-Turn.....	26
3.4	Kiinteiden ajourien ja simulaatio-ohjelmien vertailu.....	26
3.4.1	Kiinteiden ajourien vertailu.....	26
3.4.2	Kiinteän mallin ja AutoTURN:lla tehdyn mallin vertailu.....	28
4	Tarkasteltavat kohteet ja niiden analysointi.....	39
4.1	Yleistä.....	39
4.2	Ikaalisten sisääntulotie.....	39

4.2.1 Kohde .....	39
4.2.2 Tarkastelu.....	40
4.2.3 Tulokset.....	42
4.3 Alakosken kiertotie .....	43
4.3.1 Kohde .....	43
4.3.2 Tarkastelu.....	44
4.3.3 Tulokset.....	44
4.4 Huoltoasema, Aronkylä .....	45
4.4.1 Kohde .....	45
4.4.2 Tarkastelu.....	46
4.4.3 Tulokset.....	47
4.5 Sorvaston liittymä .....	49
4.5.1 Kohde .....	49
4.5.2 Tarkastelu.....	50
4.5.3 Tulokset.....	50
5 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet .....	52
5.1 Johtopäätökset.....	52
5.2 Jatkotoimenpiteet.....	53
Lähteet.....	54
Liitteet .....	55

## Käsitteet

<b>Ajotapa</b>	Mitoitusajoneuvojen tilankäyttö liittymässä. Ajotapoja kuvataan tunnuksilla A-D
<b>Ajoura</b>	Kääntyvän ajoneuvon uloimpien pisteiden rajaama alue (Tasoliittymät 2001,8)
<b>Ajouraohjelmisto</b>	ATK-pohjainen ohjelma, jonka avulla saadaan luotua erilaisia ajouria.
<b>AutoTURN</b>	Transoft Solutions Inc –yhtiön kehittämä simulaatio-ohjelma, jonka avulla luodaan erilaisia ajouria.
<b>Liikkumisvara</b>	Ajotottumukset ja ajovirheet huomioon ottava tilantarve. Käytetään ajourien kanssa
<b>Liittymä</b>	Kahden tai useamman liikenneväylän liittymis- tai risteämis-kohta, jossa liikenne voi siirtyä väylältä toiselle. (Tasoliittymät 2001,8)
<b>Mitoitusajoneuvo</b>	Ajoneuvo, jonka mitat, paino ja kääntymisominaisuudet ovat perusteina tien mitoituksessa. Mitoitusajoneuvoja ovat henkilöauto ( <b>Ha</b> ), kuorma-auto ( <b>Ka</b> ), perävaunullinen kuorma-auto ( <b>Kap</b> ), modulirekka ( <b>Kam</b> ), linja-auto ( <b>La</b> ) ja telilinja-auto ( <b>Lat</b> ). Kyseisiä ajoneuvolyhenteitä käytetään opinnäytetyössä. (Tasoliittymät 2001,8)
<b>Mitoitusnopeus</b>	Tien mitoituksessa käytettävä ajonopeus. (Tasoliittymät 2001,8)
<b>Poikkileikkaus x/x</b>	Tien poikkileikkauksen mitat. Esimerkiksi poikkileikkauksessa 9/7 koko tien leveys pientareineen on 9 m, ajokaistat 2x 3,5 m ja päällysteleveys 8,5 m.
<b>Simulaatio-ohjelma</b>	Ohjelma, jolla luodaan ajouria eri mitoitusajoneuvoilla ja -parametreilla.
<b>Tasoliittymä</b>	Liittymä, jossa liikenne voi siirtyä samassa tasossa väylältä toiselle. Tielainsäädännössä risteys on sama kuin tasoliittymä (Tasoliittymät 2001,8)
<b>V-Turn</b>	Novapoint –ohjelman mukana tuleva simulaatio-ohjelma, jolla luodaan erilaisia ajouria.
<b>Xstreet, Novapoint</b>	Suunnitteluohjelmia, joilla voidaan suunnitella esimerkiksi tie-, katu- ja viemäriverkostoja.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Perinteisesti liittymät on suunniteltu Tiehallinnon Tasoliittymät -ohjeen mukaan ja niiden toimivuus on tarkastettu Tiehallinnon kiinteiden ajourien kalvoilla. Nämä perinteiset kiinteät ajourat eivät silti kata kaikkia mahdollisia liittymätilanteita, vaan ne kattavat kääntävälän 50-200 gon. Kyseisillä ajourilla ei voi mitoittaa kunnolla peräkkäisiä kaarteita ja siten esimerkiksi kiertoliittymiä taikka ramppeja.

Nykyään kiinteiden ajouramallien rinnalle on kehitetty ajouraohjelmistoja, joiden avulla voi mitoittaa hyvinkin monimuotoisia liittymätyyppejä. Myös erilaisten kaarreyhdistelmien toimivuutta voidaan tarkastella ajouraohjelmistojen avulla. Ajouraohjelmistoja käytetään usein myös erilaisten ahtaiden paikkojen mitoitukseen, kuten tehdasalueen lastauspihojen ja pysäköintilaitosten ajokaistojen mitoitukseen.

Ajouraohjelmistoilla on helppo luoda erilaisia ajouria, mutta aivan yhtä helppo niillä on luoda ajouria, jotka eivät ole todenmukaisia, joten niillä voidaan tehdä myös suunnitteluvirheitä.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella eri tapoja käyttää ajouraohjelmistoja, erityisesti AutoTURN-ohjelmaa, ja luoda sen pohjalta yhteneväiset ja oikeat tavat ohjelmistojen käyttöön. Työssä esitellään myös eri valmistajien ajouraohjelmistoja ja kootaan perinteisen liittymäsuunnittelun periaatteet tiivistetysti yksiin kansiin ajouraohjelmistojen käyttöohjeiden kanssa.

Työssä verrataan AutoTURN-ohjelmalla tehtyjä ajouria Tiehallinnon kiinteisiin ajouriin ja tutkitaan, millä parametreilla ajourat ovat yhteneväisiä. Työssä esitellään myös erilaisia ohjelmistojen käyttökohteita ja analysoidaan, ovatko kyseiset esimerkkikohteet mitoitettu oikein ajourien kannalta.

### 1.3 Työn rajaukset

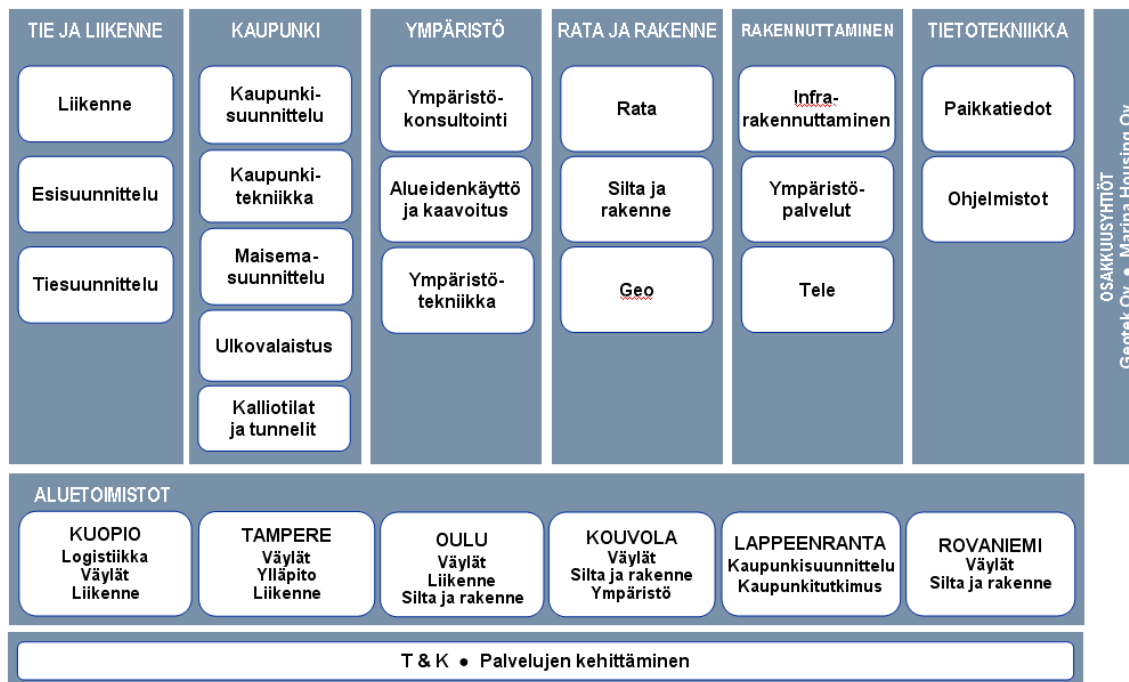
Opinnäytetyö keskittyy pääasiassa Tiehallinnon kiinteisiin ajouriin ja ajouraohjelmistoista AutoTURN-ohjelmaan. Muita ajouraohjelmistoja ja mitoitusohjeita esitellään, mutta niiden käyttöä ei ole tässä työssä testattu.

### 1.4 SITO

#### 1.4.1 Konserni

Suomalainen Insinööritoimisto Oy, Sito, perustettiin vuonna 1976. Perustajajäsenenä yhtiössä oli kahdeksan insinööriä. Kyseisistä lähtökohdista Sito on kasvanut yli 330 henkilön yritykseksi, jonka alustava laskutus vuonna 2009 oli 31,3 milj. euroa.

Konsernin toimialat ovat tie ja liikenne, kaupunki, ympäristö, rata ja rakenne, rakennuttaminen sekä tietotekniikka. Osakkuusyhtiöinä ovat Geotek Oy ja Marina Housing Oy. Alue-toimistoja konsernilla on Tampereella, Kuopiossa, Oulussa, Kouvolassa, Lappeenrannassa ja Rovaniemellä. Tarkemmat tiedot konsernin palveluista sekä aluetoimistojen toimialat löytyvät kuvioista 1.



Kuvio 1: Siton toimialat (Sito ja Sito Tampere, 2010)



#### 1.4.2 Sito Tampere

Sito Tampere perustettiin vuonna 2006 kuuden henkilön voimin. Nykyään Sito Tampere Oy on kasvanut kolmenkymmenen henkilön toimistoksi. Toimiston toimialat ovat väylät, ylläpito, liikenne ja kehittämistehtävät. Seuraavassa on lyhyt esittely Sito Tampereen toimialojen tehtävistä.

##### Väylät:

- Tiensuunnittelu
- Kadun ja kunnallistekniikan suunnittelu
- Esi- ja yleissuunnittelu

##### Ylläpito:

- Päällystysohjelmat, kuntokartoitukset
- Teiden ja rakenteiden parantamissuunnitelmat
- Hoidon suunnittelu

##### Liikenne:

- Liikennejärjestelmä
- Joukkoliikenne
- Toimivuustarkastelut, liikenteen ohjaus, liikennevalot
- Liikenneturvallisuus
- Vaikutustarkastelut

##### Kehittämistehtävät:

- Infra-ohjeet
- Viranomaistehtävien palvelut
- Tutkimukset ja selvitykset

(Sito Tampere 2010)

## 1.5 ELY

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, ELY:t, perustettiin vuoden 2010 alussa ja niihin on koottu entisten TE-keskusten, alueellisten ympäristökeskusten, tiepiirien, lääninhalitusten liikenne- ja sivistysosastojen sekä Merenkululaitoksen tehtäviä. Kyseisiä tehtäviä ovat muun muassa:

- Yritysten neuvonta-, rahoitus- ja kehittämispalvelut, työllisyysperusteiset tuet ja työvoimakoulutus ja EU:n rakennerahastohankkeet
- Ympäristönsuojelu, alueiden käytön ja rakentamisen ohjaus, luonnonsuojelu, ympäristön tilan seuranta, vesivarojen käyttö ja hoito
- Maanteiden kunnossapito, tiehankkeet, liikenteen lupa-asiat, liikenneturvallisuus, joukkoliikenne ja saaristoliikenne
- Ammatillinen koulutus, kirjasto-, liikunta-, opetus- ja nuorisotoimen tehtävät. (ELY 2010)

ELY-keskuksissa on kolme vastuualuetta:

- Elinkeinot, työvoima, osaaminen ja kulttuuri
- Liikenne ja infrastruktuuri
- Ympäristö ja luonnonvarat

ELY-keskuksia on yhteensä 15 kpl, jotka sijaitsevat kuvion 2 osoittamissa paikoissa. (ELY 2010)



Kuvio 2: ELY-keskusten sijainti (ELY 2010)

Kaikkien kolmen vastuualueen ELY-keskukset ovat: Lappi, Pohjois-Pohjanmaa, Etelä-Pohjanmaa, Keski-Suomi, Pirkanmaa, Varsinais-Suomi, Uusimaa, Pohjois-Savo ja Kaakkois-Suomi. (ELY 2010)

Kahden vastuualueen ELY-keskusten vastuualueisiin kuuluu elinkeinot, työvoima, osaaminen ja kulttuuri –vastuualue sekä ympäristö ja luonnonvarat –vastuualue. Kahden vastuualueen ELY-keskukset ovat: Häme, Kainuu, Pohjois-Karjala ja Etelä-Savo. (ELY 2010)

Yhden vastuualueen ELY-keskusten vastuualueena on elinkeinot, työvoima, osaaminen ja kulttuuri –vastuualue. Yhden vastuualueen ELY-keskukset ovat: Pohjanmaa ja Satakunta. (ELY 2010)

## 2 LIITTYMÄSUUNNITTELU JA SEN PERUSTEET

### 2.1 Ohjeistus

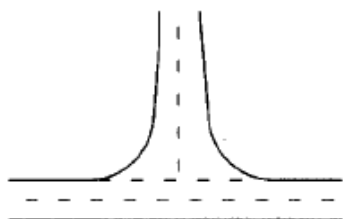
Tasoliittymät-ohje koostuu periaatteessa kolmesta eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään ohjeessa mainittuja käsitteitä sekä yleistä asiaa tasoliittymistä. Toisessa osiossa käsitellään liittymän sijoittamista, liittymätyypin valintaa sekä suunnittelu- ja mitoitusperiaatteita. Kolmas osio koostuu liitteistä, jotka sisältävät esimerkkejä liittymistä. Liitteet-osioon sisältyvät myös Tiehallinnon omat, kiinteät, ajouramallit. Kyseiset ajouramallit löytyvät kuitenkin vain Tasoliittymät-ohjeen kirjaversiosta, sähköisessä muodossa ajouramalleja ei löydy.

### 2.2 Liittymätyypit

Liittymätyypin valintaan vaikuttavat teiden toiminnallinen ja liikenteellinen merkitys, liikennemäärät, liikenneturvallisuus sekä paikalliset olot. Normaalisti yhtenevissä tie- ja liikenneoloissa pyritään yhdenmukaiseen liittymän perusmuotoon. (Tasoliittymät 2001, 9)

Eri tasoliittymätyypit jaotellaan seuraaviin perustyypeihin:

- Avoin liittymä (LA)
- Tulppaliittymä (LT)
- Kanavoitu liittymä (PM, PK, PV)
- Porrastettu liittymä (LP)
- Kiertoliittymä (LK)
- Valo-ohjauksinen liittymä (LV)



Avoimessa liittymässä (kuvio 3) tulo- ja poistumissuuntien välissä ei ole reunatuellisia liikennesaarekkeita tai tiemerkinöin toteutettuja sulkualueita. (Tasoliittymät 2001, 9)

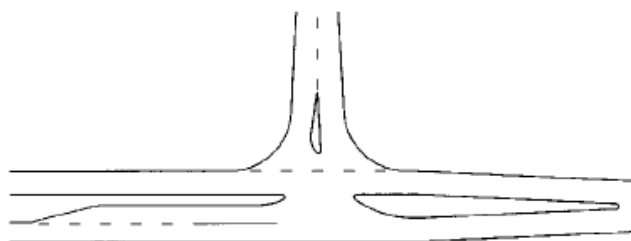
*Kuvio 3: Avoin liittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*



Tulppaliittymässä (kuvio 4) liittyvillä teillä on ajoradasta korotetut saarekkeet tai tiemerkinnoin tehdyt kanavoinnit. (Tasoliittymät 2001, 10)

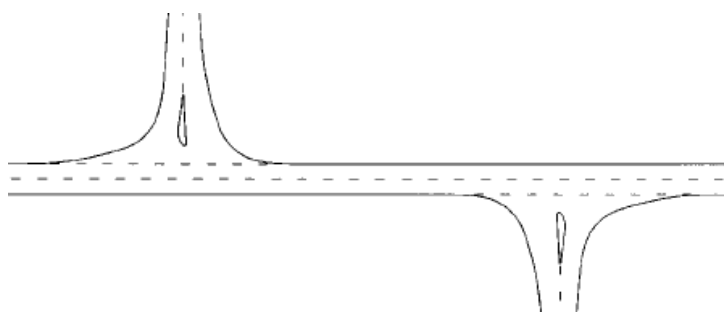
*Kuvio 4: Tulppaliittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*

Kanavoidussa liittymässä (kuvio 5) pääsuunnan ajosuunnat on erotettu toisistaan joko tiemerkinnoilla (PM) taikka korotetuilla saarekkeilla (PK). Vasemmalle kääntyviä varten on joko tehty erillinen kääntymiskaista tai tien pitää olla tarpeeksi leveä oikealta ohittamista varten. Liittymän kanavoinnin tarpeellisuuteen vaikuttavat pääasiassa liikennemäärät ja pääsuunnan ajonopeus. Liittyvät tiet on varustettu joko tulppaliittymän mukaisin korotetuilla saarekkeilla tai samalla periaatteella kuin päätie. (Tasoliittymät 2001, 10)



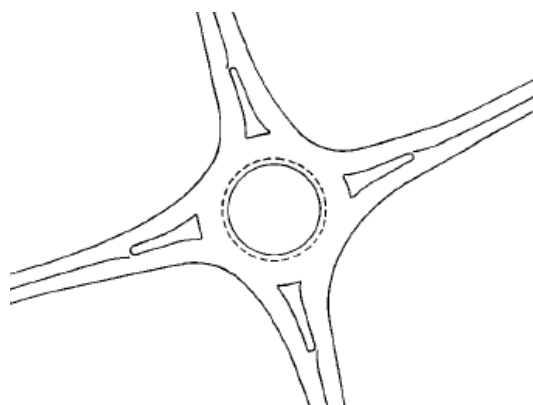
*Kuvio 5: Kanavoitu liittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*

Porrastetussa liittymässä (kuvio 6) nelihaarainen liittymä on korvattu kahdella lähekkäin olevalla kolmihaaraliittymällä. Porrastamisen hyödyllisyys riippuu pääasiassa liittyvien teiden liikennemäärästä ja niiden suuntautumisesta. Liittymän porrastaminen vähentää onnettomuuksia liittyvältä tieltä suoraan ajavien kohdalla verrattaessa nelihaaraliittymään, koska se estää päätietä risteävän suoraan liittymän yli ajavan suunnan vahingossa liittymään ajamisen. (Tasoliittymät 2001, 10)



*Kuvio 6: Porrastettu liittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*

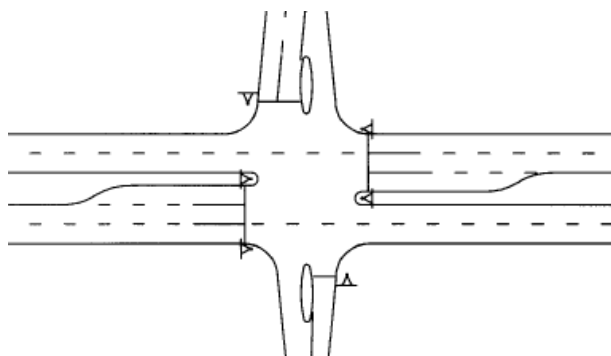
Kiertoliittymä (kuvio 7), joka arkikielessä tunnetaan liikenneympyränä, on tasoliittymä, jossa liikenne kiertää liittymän keskellä olevaa saarekettä vastapäivään yhdellä tai useammalla kaistalla. Suomessa ylivoimaisesti suurin osa kiertoliittymistä on yksikaistaisia, mutta myös uusia kaksikaistaisia kiertoliittymiä löytyy. Kaikilla tulosuunnilla on liikennemerkeillä osoitettu ajoneuvoille väistämisvelvollisuus kiertotilassa ajaviin nähden. Kiertoliittymässä käytetään usein myös väistämisviivaa tehostamaan liikennemerkin vaikutusta. (Tasoliittymät 2001, 10)



*Kuvio 7: Kiertoliittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*

Valo-ohjauksinen liittymä (kuvio 8) on tasoliittymä, jossa liikenteen ohjaus on hoidettu liikennevalojen avulla. Kyseinen liittymätyyppi sopii parhaiten vilkkaisiin taajamaliittymiin. Valo-ohjaus mahdollistaa liikennevirtojen sekä kevyen ja ajoneuvoliikenteen ajallisen erottelun toisistaan. Valo-ohjauksisissa liittymissä voi olla myös erillinen oikealle kääntyvien kaista, jonka avulla oikealle kääntyvät pääsevät ohittamaan liikennevalot. (Tasoliittymät 2001, 10)

Nykyään valo-ohjatuissa liittymissä voi olla etuuksia eri käyttäjille, kuten joukkoliikenteelle. Tällöin liikennevalot tunnistavat lähestyvän linja-auton ja joko pidentävät vihreän valon palamista tai aikaistavat sen syttymistä.



*Kuvio 8: Valo-ohjauksinen liittymä (Tasoliittymät 2001, 11)*

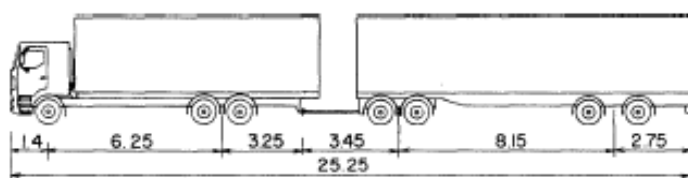
## 2.3 Mitoitusajoneuvot

Mitoitusajoneuvot edustavat tien geometriasuunnittelussa joko ryhmänsä suurimpia sallittuja, suositeltuja tai olemassa olevia ja eniten tilaa vaativia ajoneuvoja tai on mitoiltaan tarpeeksi suuri edustamaan suurinta osaa ajoneuvoryhmästään. (Tasoliittymät 2001, 12)

Ajoneuvoja koskevat säädökset määrätään asetuksessa ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista (1256/92) sekä ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/92). Asetuksissa määritetään tarpeelliset auton ja perävaunun sekä niiden yhdistelmien päämitat. Niissä annetaan myös vaatimukset ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyyksille sekä auton takakulman siirtymälle. (Tasoliittymät 2001, 12)

Kaikkia ajoneuvoryhmiä ei ole lisätty mitoitusajoneuvoihin vaan taulukosta puuttuviin ryhmiin sovelletaan normaalisti kokonaispituuden mukaan määräytyvää mitoitusajoneuvoa. Esimerkiksi tiehöylän ajouria mitoitettaessa käytetään yleensä linja-auton ajouria ja muiden kunnossapitokoneiden mitoituksessa käytetään kuorma-autoa. (Tasoliittymät 2001, 12)

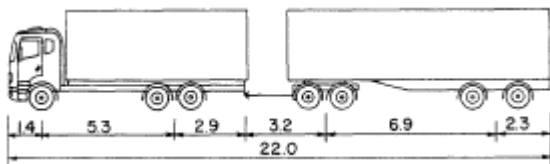
Moduulirekaksi lasketaan varsinaisella perävaunulla, apuperävaunulla ja puoliperävaunulla sekä puoliperävaunulla ja siihen kytketyllä keskiakseli- tai varsinaisella perävaunulla varustetut yli 22 metriä pitkät kuorma-autot. Kuviossa 9 näkyvät moduulirekan mitoitusajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)



Kuvio 9: Moduulirekka (Kam) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 25,25 m
- Leveys: 2,60 m
- Korkeus: 4,20 m

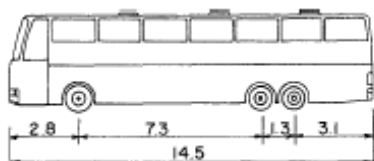
Puoliperävaunulliseksi kuorma-autoksi lasketaan varsinaisella perävaunulla ja puoliperävaunulla varustetut korkeintaan 22 metriä pitkät kuorma-autot. Kuviossa 10 näkyvät puoliperävaunullisen kuorma-auton mitoitussajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)



Kuvio 10: Perävaunullinen kuorma-auto (Kap) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 22,00 m
- Leveys: 2,60 m
- Korkeus: 4,20 m

Telilinja-autoihin lasketaan yli 13 metriä pitkät jäykkärunkoiset linja-autot. Kuviossa 11 näkyvät telilinja-auton mitoitussajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)

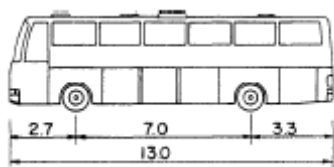


Kuvio 11: Telilinja-auto (Lat) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 14,50 m
- Leveys: 2,60 m
- Korkeus: 4,20 m

Linja-autoksi lasketaan tavalliset, alle 13 metriä pitkät, ja nivelrakenteiset linja-autot sekä yli 8 metriä pitkät perävaunuttomat kuorma-autot Kuviossa 12 näkyvät linja-auton mitoitussajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)

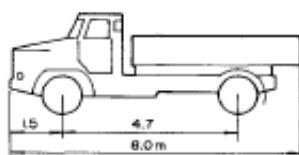




Kuvio 12: Linja-auto (La) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 13,00 m
- Leveys: 2,60 m
- Korkeus: 4,20 m

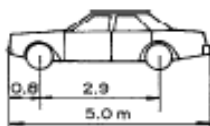
Kuorma-autoksi katsotaan ajoneuvot, jotka ovat alle 8 metriä pitkiä kuorma-autoja, pienoislinja-autoja, perävaunullisia henkilö- ja pakettiautoja sekä traktoreja perävaunuineen. Kuviossa 13 näkyvät kuorma-auton mitoitusajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)



Kuvio 13: Kuorma-auto (Ka) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 8,00 m
- Leveys: 2,60 m
- Korkeus: 4,20 m

Henkilöautoksi katsotaan sekä henkilö- että pakettiautot. Kuviossa 14 näkyvät henkilöauton mitoitusajoneuvon mitat. (Tasoliittymät 2001, 12)



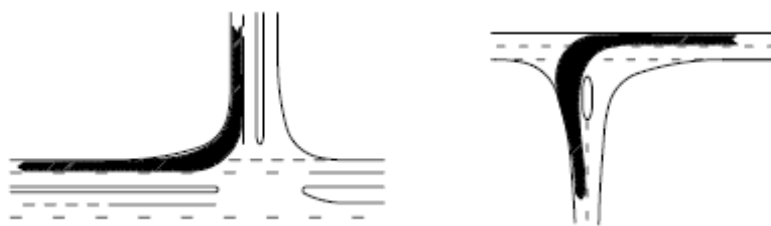
Kuvio 14: Henkilöauto (Ka) (Tasoliittymät 2001, 13)

- Pituus: 5,00 m
- Leveys: 1,80 m
- Korkeus: 1,35 m

## 2.4 Ajotavat

### 2.4.1 Ajotavat A ja B

Tiehallinnon Tasoliittymät-ohjeessa esitellään neljä erilaista ajotapaa liittymäalueella. Kuviossa 15 näkyvät ajotavat A ja B.



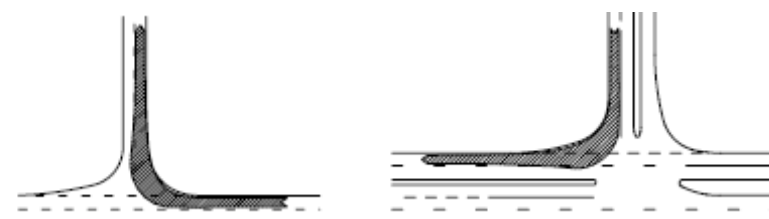
Kuvio 15: Ajotavat A & B (Tasoliittymät 2001, 14)

Ajotavalla A mitoitussajoneuvon tulee pystyä kääntymään jouhevasti liittymässä siten, että ajoneuvo pysyy omalla ajokaistallaan tai sille varatulla alueella sekä ennen liittymää että sen jälkeen. (Tasoliittymät 2001, 14)

Ajotavalla B mitoitettaessa mitoitussajoneuvon on myös pysyttävä koko ajan sille varatulla alueella, mutta ajouran kääntösäde on pienempi kuin ajotavassa A. (Tasoliittymät 2001, 14)

### 2.4.2 Ajotapa C

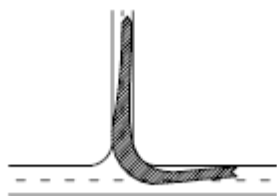
Ajotavassa C käytetään samaa kääntymissädettä kuin ajotavassa B. Käytettäessä ajotapaa C, ajoneuvon tulee pysyä omalla kaistallaan ennen liittymää, mutta liittymän jälkeen se saa käyttää kääntyessään samansuuntaisia ajokaistoja tai oikeata piennarta. Oikealle kääntyvä ajoneuvo voi käyttää kääntyessään myös vastakkaiselle suunnalle tarkoitettuja ajokaistoja. (Tasoliittymät 2001, 14) Ajotapa C esitetään kuviossa 16.



Kuvio 16: Ajotapa C (Tasoliittymät 2001, 14)

### 2.4.3 Ajotapa D

Ajotavassa D (kuvio 17) käytetään myös samoja kääntymissäiteitä kuin ajotavoissa B ja C. Ajotavassa D kääntyvä ajoneuvo saa kääntyessään käyttää koko tietä hyödykseen. (Tasoliittymät 2001, 14)



Kuvio 17: Ajotapa D (Tasoliittymät 2001, 14)

### 2.4.4 Ajourien kääntösäteet

Ajotavan A kääntösäteellä mitoitusajoneuvo voi jouhevasti kääntyä liittymässä. Ajotapojen B-D kääntösäteet ovat melko lähellä minimisädettä, jolla ajoneuvo voi edetä kääntyen, jättäen silti vielä mahdollisuuden korjata ajolinjaa. (Tasoliittymät 2001, 14)

Kaikki mitoitusajoneuvojen kääntösäteet osuvat ajoneuvon etuakselin keskelle. Kääntösäteet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Ajoneuvojen minimikääntösäteet eri ajotavoilla (Tasoliittymät 2001, 14)

Mitoitusajoneuvo	Ajouran kääntösäde $R_k$ (m)	
	Ajotapa	
	A	B-D
Ha	8	6
Ka	10	8
Kap	12	10
Kam	12	10
La	12	10
Lat	13	11

### 2.4.5 Liikkumisvarat

Ajourien lisäksi mitoitusajoneuvo tarvitsee ajotottumukset ja ajovirheet huomioon ottavia

liikkumisvaroja. Ajourat eivät itsessään sisällä näitä liikkumisvaroja, vaan ne pitää katsoa erikseen taulukosta 2. (Tasoliittymät 2001, 15)

Ajotavassa A taulukon arvoja pitäisi noudattaa melko tarkasti, kun esimerkiksi ajotavassa B taulukon arvoista voidaan harkinnan mukaan tinkiä. (Tasoliittymät 2001, 15)

Käytettäessä ajotapoja C ja D liikkumisvaroilla on merkitystä lähinnä kiinteiden rakenteiden, esimerkiksi reunatukien ja kaiteiden, kohdalla. Tällöin taulukon arvoja sovelletaan harkiten tapauskohtaisesti. (Tasoliittymät 2001, 15)

*Taulukko 2: Liikkumisvarat ajotavalla A (Tasoliittymät 2001, 15)*

Ajouran viereinen alue	Liikkumisvara (m)
Päällystetty piennar, leveys >0,5m	0,10
Päällystetty piennar, leveys <0,5m	0,25
Reunatuki	0,50 (0,25)
Kaide tai muu korkea este	1,50 (1,00)
Samaan suuntaan kulkevien ajokaista	0,10
Vastakkaiseen suuntaan kulkevien ajokaista	0,25
Sulkualue tiemerkinöin	0,10

Suluissa olevia arvoja voidaan käyttää ajoradan ulkoreunalla lukuun ottamatta kiertoliittymien liikkumisvaroja. (Tasoliittymät 2001, 15)

### 3 AJOURIEN KÄYTTÖ LIITTYMÄSUUNNITTELUSSA

#### 3.1 Yleistä

Mitoitusajoneuvojen koot ovat muuttuneet viime vuosina alkuperäisistä Tasoliittymät-ohjeen mukaisista ajoneuvoista siten, että linja-autojen maksimipituuksia on kasvatettu, leveyksiä kavennettu ja kääntyvyysvaatimuksia muutettu. Esimerkiksi pitkät telilinja-autot voivat kääntyä nyt pienemmällä kääntösäteellä kuin aikaisemmin, koska sallittuja takayli-tyksiä sekä sen takasivusiirtymiä on kasvatettu. (Saarelainen & Koskinen 2010)

Ajouriin ja ajoneuvojen kääntymiseen pätee niin sanottu 12,5/5,3 –sääntö, mikä löytyy lakikirjasta kohdasta Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257:

*”1. Auton ja puoliperävaunun sekä auton ja varsinaisen tai keskiakseliperävaunun enintään 18,75 metrin pituisen yhdistelmän on kyettävä liikkumaan kumpaankin suuntaan sellaisen koko ympyrän 360 asteen alueella, jonka määrittävät kaksi samankeskeistä ympyrää siten, että ajoneuvon uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 5,30 metrin säteistä kaarta pitkin. Puoliperävaunuyhdistelmän katsotaan täyttävän tämän vaatimuksen, jos mitta vetotapista kiinteiden teliakseleiden keskiviivaan ei ole suurempi kuin  $\sqrt{(12,50 - 2,04)^2 - (5,30 + L/2)^2}$  jossa L on perävaunun leveys.*

*2. Auton ja varsinaisen perävaunun enintään 22,00 metrin pituisen yhdistelmän tulee olla siten kääntyvä, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 5,00 metrin säteistä kaarta pitkin.*

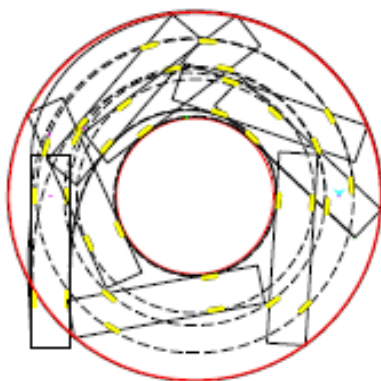
*3. Auton ja yhden tai kahden perävaunun yli 22,00 metriä pitkän yhdistelmän tulee olla siten kääntyvä, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 2,00 metrin säteistä kaarta pitkin. Tällaisessa yhdistelmässä käytettävässä puoliperävaunussa tai varsinaisessa perävaunussa etäisyys vetotapista tai etuakseliston kääntöpisteestä taka-akseliin tai taka-akseliston ohjautumattomien akselien keskiviivaan saa olla enintään 8,15 metriä. Jos perävaunun kaikki taka-akselit ovat ohjaavia tai osa akseleista on ohjautuvia taikka toisen puoliperävaunun kytkemistä varten taka-akselit ovat taaksepäin siirrettäviä niiden päälle asennetun vetopöydän takia, saa edellä mainittu mitta olla tässä momentissa säädetyn kääntyvyyssehdon puitteissa pitempi. (29.4.2004/326)*

*4. Jos yhdessä tai useammassa ohjaamattomassa tai ohjautumattomassa teliakselissa on akselinnostolaite, otetaan se huomioon kääntyvyyttä mitattaessa.” (Finlex. Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257)*

Ennen käytössä on ollut telilinja-autoille oma 15/6 -sääntönsä, mutta nykyään se on jo

poistunut. Vanhojen kääntyvyysvaatimusten mukaisia maksimissaan 14,5 metriä pitkiä telilinja-autoja saa kuitenkin käyttää vuoden 2020 loppuun asti. (Saarelainen & Koskinen 2010)

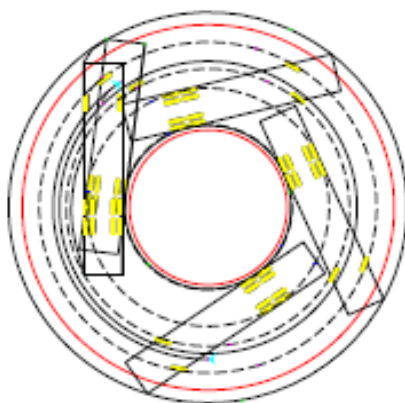
Kuvioissa 18, 19 ja 20 näkyvät AutoTURN-ohjelman avulla tarkastellut kääntyvyysäännöt.



Kuviosta 18 nähdään, että AutoTURN-ohjelmistolla tehdyn kokeilun perusteella linja-auto pysyy kääntyessään punaisten ympyröiden eli sallitun alueen sisällä.

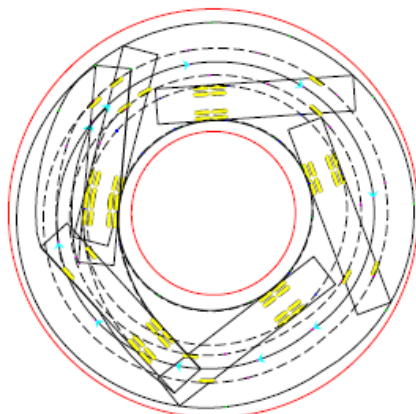
Alueen ylittävä osuus on mitoitussajoneuvon lähtötilanne, josta se lähtee kääntymään

*Kuvio 18: Linja-auton 12,5/5,3-sääntö*



Kuviosta 19 nähdään, että AutoTURN-ohjelmistolla tehdyssä tarkastelussa telilinja-auto ylittää sallitun kääntymissäteen arvon uloimman etukulman kohdalla. Sisäsivun kääntymissäde on sallittujen arvojen sisällä.

*Kuvio 19: Telilinja-auton 12,5/5,3-sääntö*



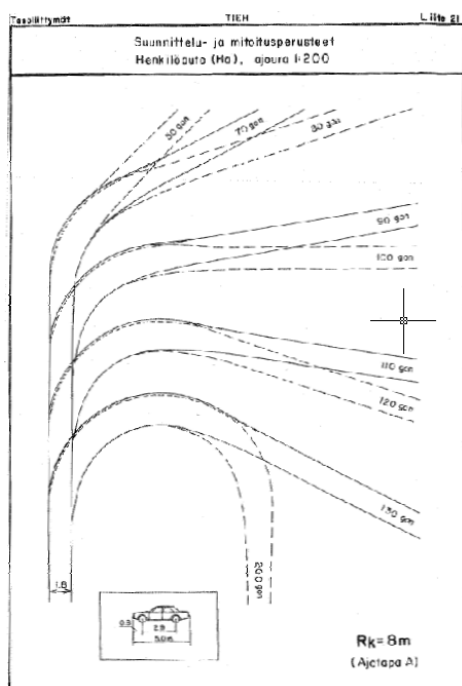
Kuviosta 20 nähdään, että telilinja-auto mahtuu hyvin 15/6 -säännön rajaaman alueen sisään. Kuten edellä on kuitenkin mainittu, tämä sääntö on poistunut käytöstä ja siirtymäaika ajoneuvojen uusimiselle on vuoden 2020 loppuun.

*Kuvio 20: Telilinja-auton 15/6 -sääntö*

## 3.2 Kiinteä malli

### 3.2.1 Tasoliittymät -ohje

Kiinteät ajourat kehitettiin Tie- ja vesirakennuslaitoksen toimesta ja niitä on käytetty siitä lähtien. Kyseiset ajourat ovat ajan kuluessa muuttuneet ajoneuvojen kehittymisen myötä, mutta niiden peruseräkkeet ovat pysyneet samoina.



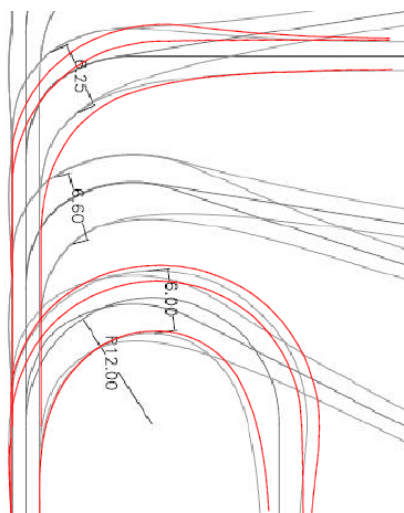
Kuvio 21: Ajourakalvo, Ha, ajotapa A

Kyseiset ajouramallit löytyvät Tasoliittymät-ohjeen liitteenä olevista kalvoista. Kalvot tosin löytyvät vain ohjeen kirjaversiosta, sähköisestä versiosta ajourakalvoja ei löydy. Ajourakalvot on jätetty pois ohjeen sähköisestä muodosta, koska kyseisessä muodossa ne voisi helposti tulostaa väärin esimerkiksi käyttämällä väärää skaalausta tulostuksessa. Kalvoista kopioitaessa pahoja virheitä ei tapahdu yhtä helposti. (Saarelainen & Koskinen 2010) Kuvioista 21 nähdään esimerkki Tasoliittymät-ohjeen mukaisista ajourista.

### 3.2.2 Suomen paikallisliikenneliiton Mitoitusajoneuvot ja ajouramallit -ohje

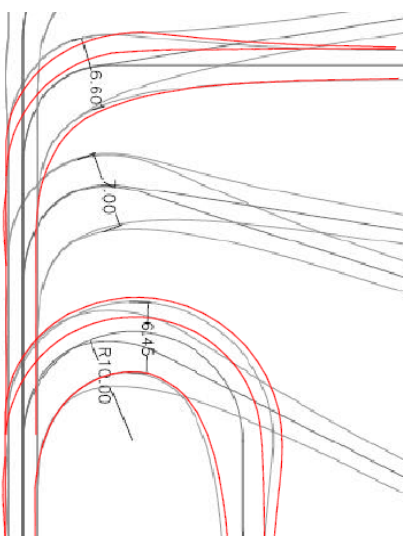
Suomen Paikallisliikenneliitto ry on perustettu 17.12.1970 ja se on kaupunkien joukkoliikenteen yhteistyö- ja etujärjestö. Sen palveluihin kuuluu muun muassa julkaisujen ja suunnitteluohjeiden tekeminen. (Paikallisliikenneliitto 2010)

Suomen Paikallisliikenneliitto on tehnyt oman ajouramallinsa linja-autoille, telilinja-autoille sekä nivelbusseille. Nämä ajouramallit eroavat Tasoliittymät-ohjeen ajouramalleista melko paljon. Kuvioissa 22 ja 23 näkyvät eri ajotapojen erot Paikallisliikenneliiton ja Tasoliittymät-ohjeen ajourien välillä. Mitoitusajoneuvo on 0,05 metriä kapeampi Paikallisliikenneliiton ohjeissa kuin Tasoliittymät-ohjeen mukainen mitoitusajoneuvo. (Paikallisliikenneliitto 2010. Mitoitusajoneuvot ja ajouramallit)



Kuvio 22: Ajotapa A (La)

Kuten kuviosta 22 nähdään, Paikallisliikenneliiton mitoitussajoneuvo kääntyy 1,1 metriä pienemmässä tilassa 200 gon kuin punaisella merkitty Tasoliittymät-ohjeen ajourissa. 100 gon käänöksessä Paikallisliikenneliiton ajourat tekevät myös jyrkemmän käänöksen kuin Tasoliittymät-ohjeen mukaisissa urissa. Suurempi kuva kuviosta 22 löytyy liitteestä 1.



Kuvio 23: Ajotapa B (La)

Myös ajotavalla B (kuvio 23) Paikallisliikenneliiton mitoitussajoneuvo kääntyy 1,0 m pienemmässä tilassa kuin Tasoliittymät-ohjeiden mukainen ajoneuvo. 100 gon käänöksessä Paikallisliikenneliiton ajourat tekevät myös jyrkemmän käänöksen kuin Tasoliittymät-ohjeen mukaisissa urissa. Suurempi kuva kuviosta 23 löytyy liitteestä 1.

Opinnäytetyön loppuvaiheessa tuli tietoon, että Paikallisliikenneliiton telilinja-auton ajourat kääntyvät pienemmässä tilassa kuin suurin osa Suomessa olevista telilinja-autoista. Tämän vuoksi kyseisiä ajouria ei pitäisi käyttää suunnittelun apuna, vaikka kyseiset urat ovatkin säädösten mukaisia.

### 3.3 Ajouraohjelmiston malli

#### 3.3.1 Yleistä

Ajouraohjelmistojen tekijät eivät ole tehneet muuta yhteistyötä entisen Tiehallinnon tai Liikenneviraston kanssa kuin hankkineet mitoitussajoneuvojen tietoja ja ohjelmissa muita



tarvittavia parametreja. Täten entinen Tiehallinto tai nykyinen Liikennevirasto eivät ole vastuussa ajouraohjelmistojen toimivuudesta, vaan ohjelmien valmistajien ja käyttäjien pitää itse varmistaa ohjelmien toimivuus ja oikea käyttötapa. (Saarelainen & Koskinen 2010)

Ajouraohjelmistojen avulla suunniteltaessa ei saa käyttää Tasoliittymät -ohjeessa esiintyvien kaarresäteiden minimiarvoa pienempiä mitoitussäteitä etuakselin keskelle. Ajouraohjelmistoilla ja todellisuudessa voi kuitenkin ajaa pienemmälläkin kaarresäteellä, mutta mitoituksessa kyseisiä arvoja ei pitäisi käyttää. Tämä johtuu siitä, että Tasoliittymät-ohjeen mukaisissa minimisäteissä on otettu huomioon pelivaraa ajovirheiden varalta. (Saarelainen & Koskinen 2010)

On ollut tapauksia, joissa suunnittelija on tehnyt ajourat liian pienellä säteellä tai ei ole ottanut liikkumisvaroja huomioon, jolloin suunnitellut kohteet ovat olleet liian ahtaita. Tällöin ajoneuvot eivät esimerkiksi pääse kulkemaan suunnitellusta kohteesta halutulla tavalla tai ollenkaan, jolloin kohdetta pitää mahdollisesti muuttaa jälkikäteen. (Saarelainen & Koskinen 2010)

Vaikka ajouraohjelmistoissa saa muokattua ajonopeutta, sillä ei pitäisi olla ajouratarkastelussa käytännössä mitään merkitystä, koska ajouria käytetään pienillä nopeuksilla tapahtuvaan suunnitteluun. Koska nopeudet ovat pieniä, ajoneuvon puskemista ei käytännössä tapahdu, varsinkaan pitävällä tien pinnalla. Vaikka ajoneuvo puskisikin hieman käännöksessä, kyseinen asia sisältyisi liikkumisvaroihin, eikä sitä muuten tarvitse huomioida. (Saarelainen & Koskinen 2010)

### 3.3.2 AutoTURN

AutoTURN-ohjelmisto on Transoft Solutions Inc -yhtiön kehittämä ajouraohjelmisto. Ohjelmistolla luodaan erilaisia ajouria, joiden mukaan ajoneuvot teoriassa kulkevat. Kyseistä ohjelmaa käytetään maailmanlaajuisesti ja siihen onkin liitetty monen eri maan ajoneuvo-kirjastot. Suomessa ohjelmaa käytettäessä hyödynnetään Tiehallinnon tekemiä mitoitusaajoneuvoja. (Transoft Solutions. AutoTURN 2010)

Kyseinen ohjelma toimii AutoCAD:n päällä, jolloin AutoCAD:lla tehtyjä linjoja voi hyödyntää ohjelmaa käytettäessä. Ohjelmaa käytettäessä voi määrätä eri parametreja ajoneuville, kuten ajonopeus ja kääntösäde. Ohjelmalla voi myös luoda omia mitoitusajoneuvoja tarpeen mukaan.

### 3.3.3 V-Turn

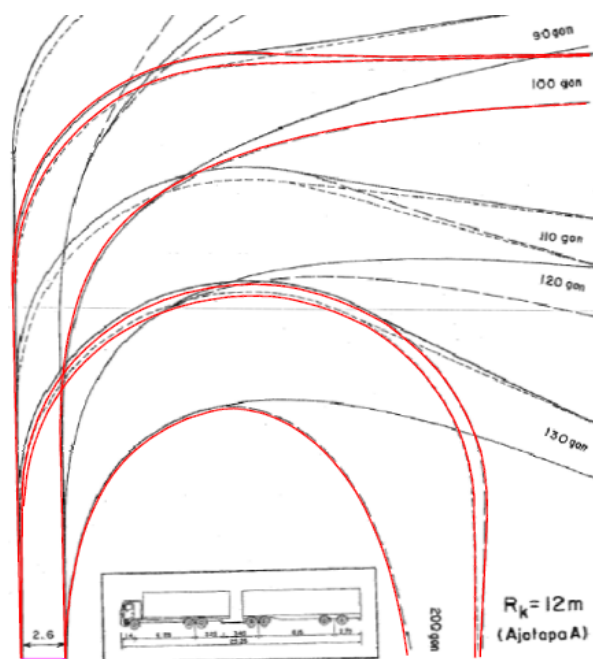
V-Turn on Novapoint-ohjelmistopakettiin kuuluva ajouraohjelmisto. Kyseinen ohjelma toimii myös AutoCAD:n päällä, jolloin AutoCAD:lla tehtyjä linjoja voi hyödyntää ohjelmaa käytettäessä. V-Turn muistuttaa melko paljon AutoTURN ohjelmistoa toiminnoiltaan ja siinä onkin paljolti samoja käskyjä ja ajotapoja kuin AutoTURN:ssa.

V-Turn sisältää Tiehallinnon tekemät mitoitusajoneuvomallit sekä usean muun maan standardiajoneuvot. (Vianova. Novapoint V-Turn 2010)

## 3.4 Kiinteiden ajourien ja simulaatio-ohjelmien vertailu

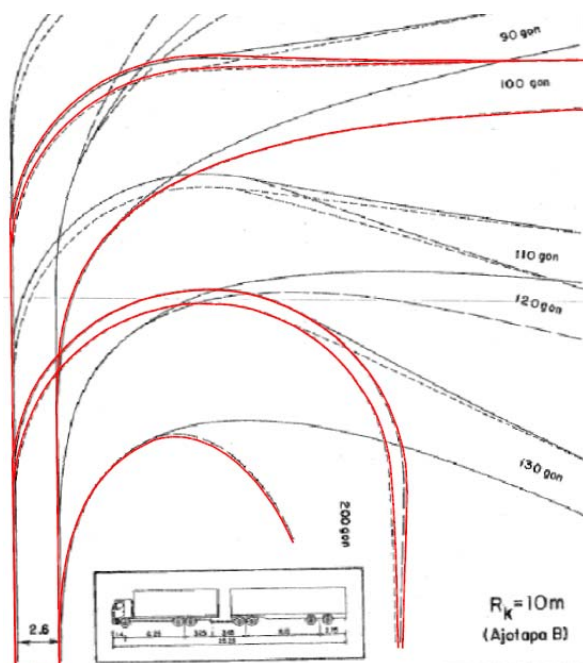
### 3.4.1 Kiinteiden ajourien vertailu

Työn yhtenä tarkoituksena oli tutkia kiinteitä ajouria ja simulaatio-ohjelmilla tehtyjä ajouria ja vertailla niitä keskenään. Ajourakalvojen kiinteitä ajouria verrattiin myös XStreet-ohjelmasta saatuihin ajouriin, joiden pitäisi olla suorat kopiot Tiehallinnon kiinteistä ajourista. Kiinteiden ajourien vertailu moduulirekalla mitoitettaessa esitetään kuvioissa 24 ja 25. Mustat viivat kuvaavat Tasoliittymät-ohjeen mukaisia ajouria ja punaiset XStreet -ohjelmasta saatuja ajouria.



Kuvio 24: Kiinteiden ajourien vertailu ajotavalla A, Kam

Kuten kuvioista 24 näkyy, 100 gon ja 200 gon käänöksillä ajourat ovat yhteneväisiä. Kiinteiden ajourien vertailun aikana selvisi käytännössä, miksei Tasoliittymät-ohjeen ajourakalvoja ole viety sähköiseen muotoon. Ajourakalvojen mittakaava muuttui siirrettäessä sitä AutoCAD –ohjelmaan vertailua varten. Täten vaikka ajourien muoto pysyykin samana, niiden vaatima tila muuttuu selkeästi ja kyseistä asiaa ei aina välttämättä huomaa, jolloin tapahtuu suunnitteluvirheitä.



Kuvio 25: Kiinteiden ajourien vertailu ajotavalla A, Kam

Kuten kuvioista 25 näkyy, ajourat ovat yhteneväiset myös ajotavalla B. Kuviossa mahdollisesti näkyvät minimaaliset heitot johtuvat mittakaavavirheistä, joiden syntyminen selitettiin edellisessä kappaleessa.

Muiden mitoitusaajoneuvojen ajouria ei tässä yhteydessä esitetä. Edellä esitetyt moduulirekan ajouravertailut toimivatkin esimerkkinä, miten kiinteitä ajouria on vertailtu ja mitkä ovat tulokset. Koska ajourat ovat yhteneväiset, XStreet-ohjelmasta saatuja ajouria voidaan hyödyntää vertailussa simulaatio-ohjelmista saatuja urien kanssa. Johtuen edellä maini-

tuista mittakaavaongelmista, Tasoliittymät-ohjeen ajourien tuomisessa AutoCAD:in, simulaatio-ohjelmien ja kiinteiden ajourien vertailussa käytetään kiinteinä ajourina XStreet –ohjelmasta saatuja uria.

### 3.4.2 Kiinteän mallin ja AutoTURN:lla tehdyn mallin vertailu

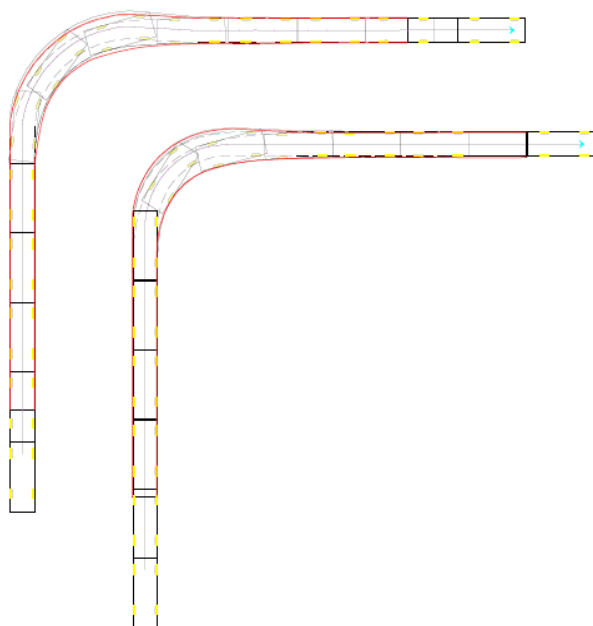
Kiinteiden ajourien sekä simulaatio-ohjelmalla tehtyjen mallien vertailussa tarkasteltiin, pystyykö simulaatio-ohjelmilla tekemään samanlaisia ajouria kiinteiden ajourien kanssa. Tämän vertailun tarkoituksena oli selvittää, millä parametreilla AutoTURN:n ajourat saadaan yhteneväisiksi Tiehallinnon ajourien kanssa ja mitä eri parametrien muuttaminen merkitsee ajourien piirron kannalta.

Ajonopeuden ei pitäisi vaikuttaa ajourien muotoon, ainakaan kitkan kautta, koska ajouria käytetään vain sellaisissa tilanteissa, missä ajonopeudet ovat melko pieniä. Käytettäessä AutoTURN-ohjelmaa, ajonopeus kuitenkin vaikuttaa ajouran muotoon, koska ohjelma määrää ajourat laskennallisella tavalla. Mitoitusajoneuvoille on annettu arvo, missä ajassa renkaat kääntyvät ääriasennosta toiseen, joten mitä suurempaa nopeutta ajoneuvo etenee, sitä enemmän se on ehtinyt kulkea eteenpäin ennen kuin renkaat ovat kääntyneet. Todellisuudessa renkaiden kääntämisnopeus riippuu ajoneuvosta ja kuljettajasta, mutta mitoituksessa kyseistä arvoa voidaan käyttää, koska mitoitusajoneuvotkin ovat vain esimerkkejä kyseisen ajoneuvoryhmän ajoneuvoista.

AutoTURN-ohjelma antaa käännökselle aina nopeuden mukaan vaihtuvan minimisäteen. Tarkastelussa selvisi, että mitä lähempänä tavoiteltua sädettä minimisäde on, sitä tarkemmin ohjelmalla tehty ajoura seuraa Tiehallinnon ajouria.

### **100 gon käännökset**

Varsinkin 100 gon käännöksissä epäyhteneväisyydet kiinteiden ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien kanssa olivat niin pieniä, että ne mahtuvat liikkumisvarojen tuoman lisätilan sisään. Mitoitusajoneuvon ollessa linja-auto tai telilinja-auto, epäyhteneväisyydet olivat kuitenkin jo suurempia. Kuvioista 26–31 näkyy ajouravertailun tuloksia. Vertailussa simulaatio-ohjelmalla tehtyt ajourat on merkitty mustalla ja kiinteät ajourat punaisella.

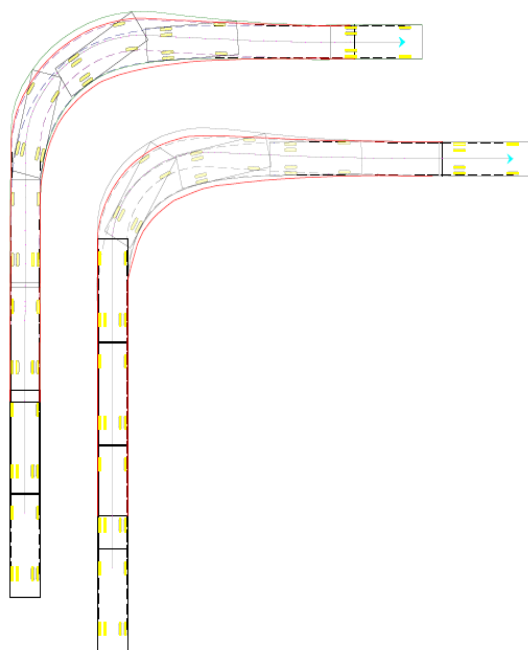


Kuvio 26: Henkilöauto ajotavalla A ja B, 100 gon

Kuviosta 26 nähdään henkilöauton mitoitussajoneuvon ajourat 100 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on ylempi ajoura ja B alempi. Kuten kuviosta näkyy, ajourat noudattavat melko hyvin kiinteitä ajouria.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 15 km/h ja säteellä  $R=8$  m. Tällöin suurin heitto linjoissa on noin 13 cm, minkä voi sisällyttää liikkumisvaroihin.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 12 km/h ja säteellä  $R=6$  m. Tällöin ajourien suurin epäyhteneväisyys on noin 11 cm. Tämäkin eroavaisuus mahtuu hyvin liikkumisvaroilta varattuun tilaan.



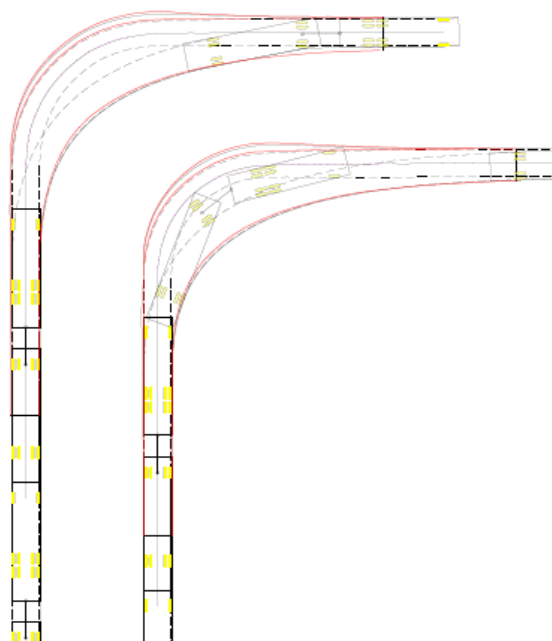
Kuvio 27: Kuorma-auto ajotavalla A ja B, 100 gon

Kuviossa 27 on kuorma-auton mitoitussajoneuvon ajourat 100 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Tässä tarkastelussa löytyy jo suurempia eroavaisuuksia ajourien väliltä kuin edellisessä tarkastelussa, mutta ne eivät vielä ylitä liikkumisvaroista tulevia arvoja.

Ajotavalla A tehty ajoura on mitoitussajoneuvon nopeudeltaan 20 km/h ja säteeltään  $R=10$  m. Tällöin suurin epäyhteneväisyys ajourien välillä on noin 25 cm.

Ajotavan B ajoura on tehty mitoitussajoneuvon nopeudella 18 km/h ja säteellä  $R=8$  m. Näillä paramet-

reilla suurimmaksi heitoksi ajourien välillä tuli hieman alle 26 cm, joka kyllä ylittää 25 cm liikkumisvaran, mutta niin vähäisissä määrin, ettei sen pitäisi haitata.



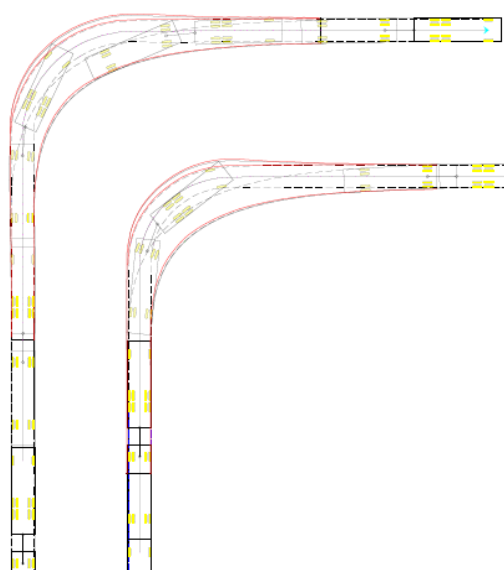
Kuvio 28: Moduulirekka ajotavoilla A ja B, 100 gon

Kuviossa 28 esitetään moduulirekan ajourat ajotavoilla A ja B. Tarkasteltaessa Kam:n ajouria, huomataan, että ajourissa on jo enemmän heittoa kuin aikaisemmissa tapauksissa.

Ajotavalla A tehty ajoura on mitoitussäteenä 22 km/h ja sen säde on  $R=12$  m. Tällöin ajourien väliseksi heitoksi tulee suurimmillaan noin 31 cm.

Ajotavan B ajoura on tehty mitoitussäteenä 20 km/h ja mitoitussäteenä on  $R=10$  m. Tällöin ajourien väliseksi heitoksi tulee suurimmillaan noin 29 cm.

Edellä mainitut heitot ajourissa ovat jo  $<0,5$  m päällystetyn pientareen liikkumisvarojen ulkopuolella, mutta esim. reunakivien ja kaiteiden kohdalla oleviin liikkumisvaroihin kyseiset heitot mahtuvat.



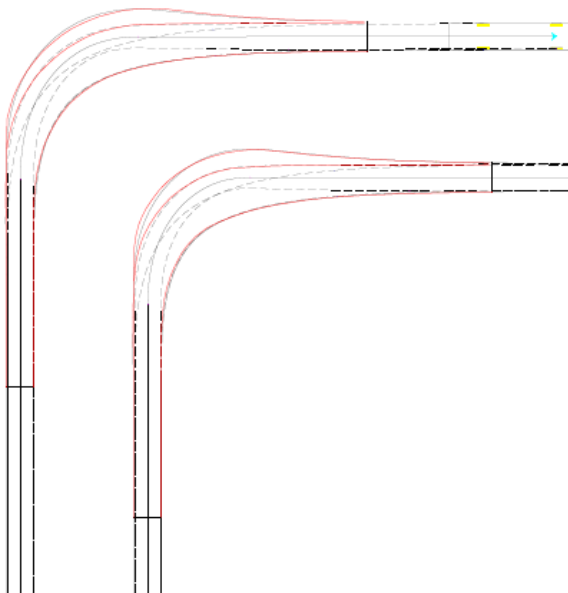
Kuviossa 29 esitetään perävaunullisen kuorma-auton mitoitussäteenä ajourat ajotavoilla A ja B. Kuvioista näkee, että Kap:n ajourat eivät eroa niin paljoa Tiehallinnon ajourista kuin Kam:n.

Ajotavalla A ajouran mitoitussäde oli 22 km/h ja säde  $R=12$  m. Tällöin ajourien väliseksi heitoksi tulee noin 22 cm, jolloin se mahtuu vielä 25 cm:n liikkumisvaraan.

Kuvio 29: Perävaunullinen kuorma-auto ajotavoilla A ja B, 100 gon

Ajotavan B ajoura on tehty mitoitusnopeudella 20 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Suurimmaksi heitoksi ajourien välillä tuli noin 22 cm, joten se mahtuu vielä liikkumisvaroihin.

Kaikissa edellä esitellyissä vertailuissa ajouran sisäreunassa ajourat ovat miltei täysin yhteneväisiä, jolloin suurimmat erot ajourissa muodostuvat ajourien ulkoreunalle.

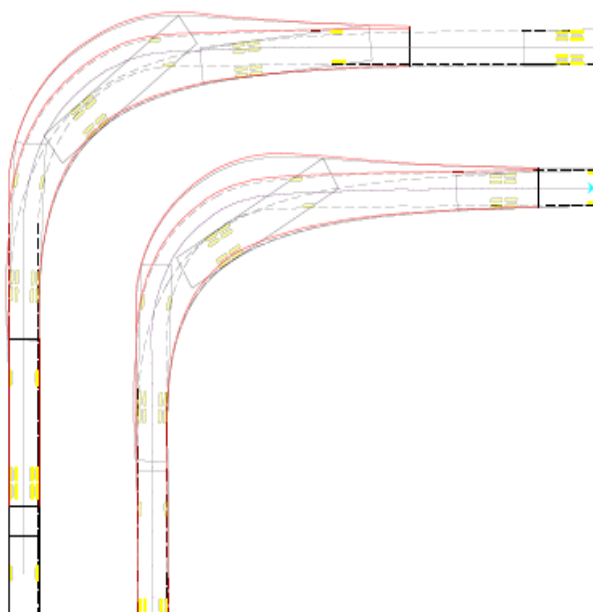


Kuviossa 30 esitetään linja-auton mitoitusajoneuvon ajourat ajotavoilla A ja B. Kuvioista huomaa, että La:n ajourat eroavat jo melko paljon Tiehallinnon ajourista.

Ajotavalla A lähimpänä oleva tulos saatiin mitoitusnopeudella 22 km/h ja säteellä  $R=12$  m. Tällöin ajourien väliseksi heitoksi tuli maksimissaan noin 57 cm.

Kuvio 30: Linja-auto ajoavoilla A ja B, 100gon

Ajotavalla B paras tulos saatiin mitoitusnopeudella 20 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Ajourien väliseksi heitoksi tuli tällöin maksimissaan noin 42 cm.



Kuviossa 31 esitetään telilinja-auton mitoitusajoneuvon ajourat ajotavoilla A ja B. Kuvioista huomaa, että Lat:n ajourat eroavat jo reilusti Tiehallinnon ajourista. Itse asiassa Lat:n ajourat eroavat eniten Tiehallinnon ajourista.

Ajotavalla A paras tulos saatiin käyttämällä mitoitusnopeutena 23 km/h ja sädettä  $R=13$  m. Tällöin suurin eroavaisuus ajourien välillä oli noin 88 cm.

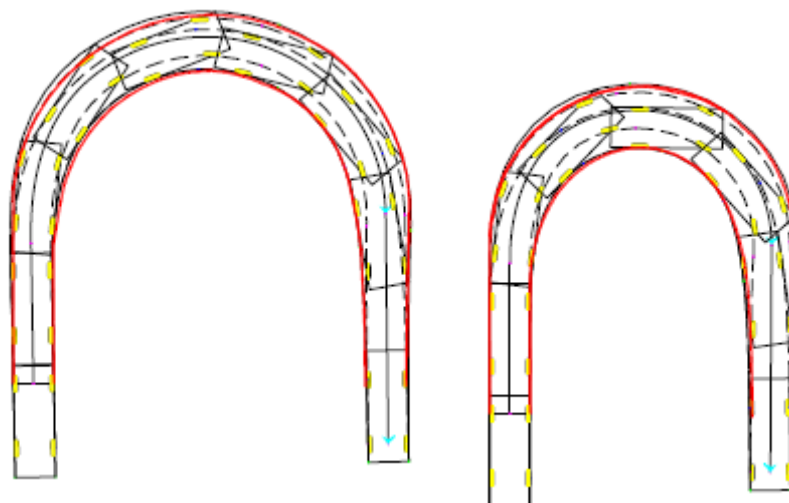
Kuvio 31: Telilinja-auto ajoavoilla A ja B, 100 gon

Ajotavalla B lähimpänä oleva vertailuarvo saatiin mitoitusnopeudella 21 km/h ja säteellä  $R=11$  m. Tällöin suurin heitto ajourien välillä oli noin 72 cm.

Linja-autolla ja telilinja-autolla esiintyivät suurimmat eroavaisuudet ajourien vertailussa. Tehtaessa 100 gon käänös, Tiehallinnon ajourat kulkevat loivempaa linjaa kuin AutoTURN:lla tehdyt ajourat eli mitä ilmeisemmin Tiehallinnon ajourissa ajoneuvon kääntäminen alkaa aiemmin kuin AutoTURN:n versiossa. Jos saatuja ajouria verrataan Suomen Paikallisliikenneliiton ajouriin, huomataan, että Paikallisliikenneliiton ajourissa käänös on vielä jyrkempi kuin AutoTURN:lla tehdyissä malleissa. AutoTURN:lla tehdyt urat ovat siis 100 gon käänöksissä Tiehallinnon ja Paikallisliikenneliiton ajourien välisellä alueella. 100 gon käänösten suuremmat kuvat löytyvät liitteestä 2.

### 200 gon käänös

200 gon käänöksissä epäyhteneväisyydet kiinteiden ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien kanssa olivat melko pieniä lukuun ottamatta modulirekkaa, linja-autoa ja telilinja-autoa ajotavalla B. Eroavaisuudet olivat kuitenkin suurempia kuin 100 gon käänöksissä. Kuvioista 32–37 näkyy ajouravertailun tuloksia. Vertailussa simulaatio-ohjelmalla tehdyt ajourat on merkitty mustalla ja kiinteät ajourat punaisella.



Kuvio 32: Henkilöauto ajotavoilla A ja B, 200 gon

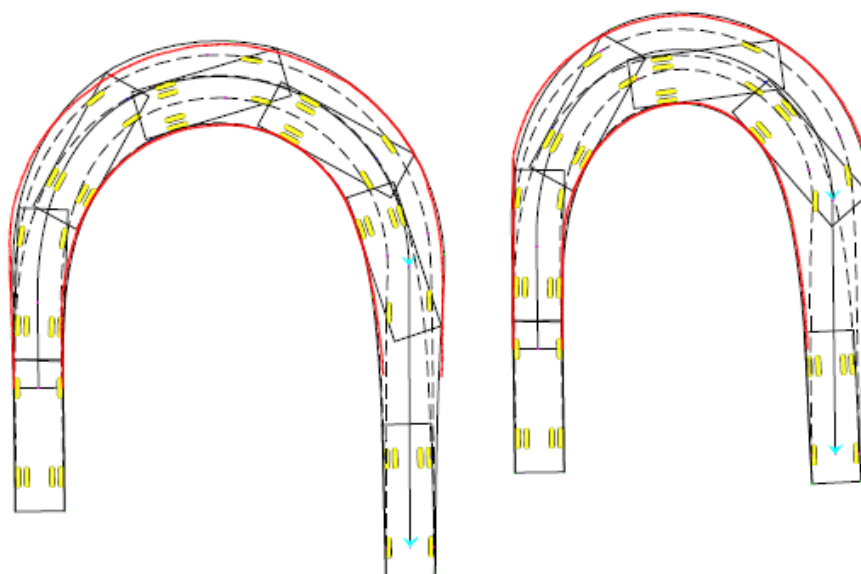
Kuviossa 32 näkyy henkilöauton mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuvioista näkyy, ajourat nou-



dattavat suurelta osin kiinteitä ajouria.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 16 km/h ja säteellä  $R=8$  m. Tällöin suurin heitto linjoissa oli noin 33 cm, mikä sijaitsee kohdassa, missä kääntyminen on hetki sitten alkanut.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 11 km/h ja sen säde on  $R=6$  m. Tällöin ajourien suurin epäyhteneväisyys on noin 27 cm. Eroavaisuus löytyy ajotavassa B suunnilleen samasta kohtaa kuin ajotavassa A.

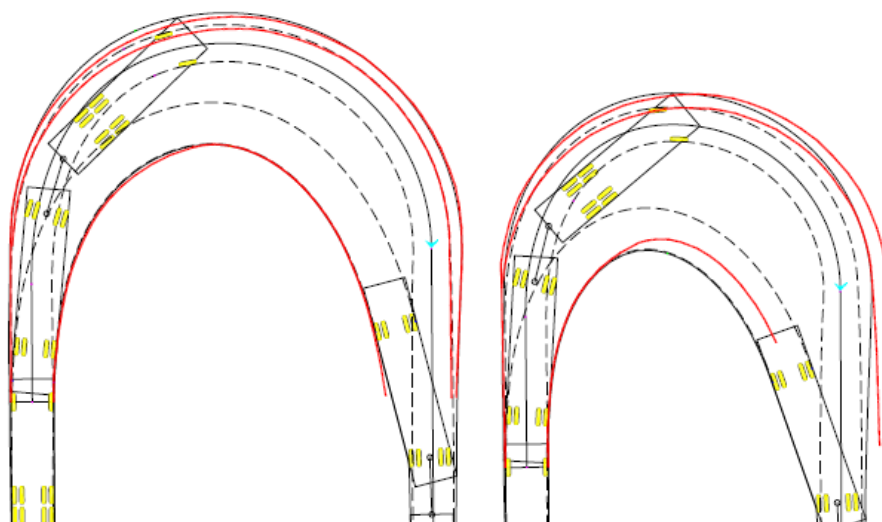


Kuvio 33: Kuorma-auto ajotavoilla A ja B, 200 gon

Kuviossa 33 näkyy kuorma-auton mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käännöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuviosta näkyy, myös kuorma-auton ajourat noudattavat suurelta osin kiinteitä ajouria.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 20 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Tällöin suurin heitto linjoissa on noin 30 cm kohdassa, mikä sijaitsee hieman ennen kääntymisen puoliväliä.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 19 km/h ja sen säde on  $R=8$  m. Tällöin ajourien suurin epäyhteneväisyys on noin 25 cm. Eroavaisuus löytyy ajotavassa B kohdassa, missä kääntyminen on hetki sitten alkanut.

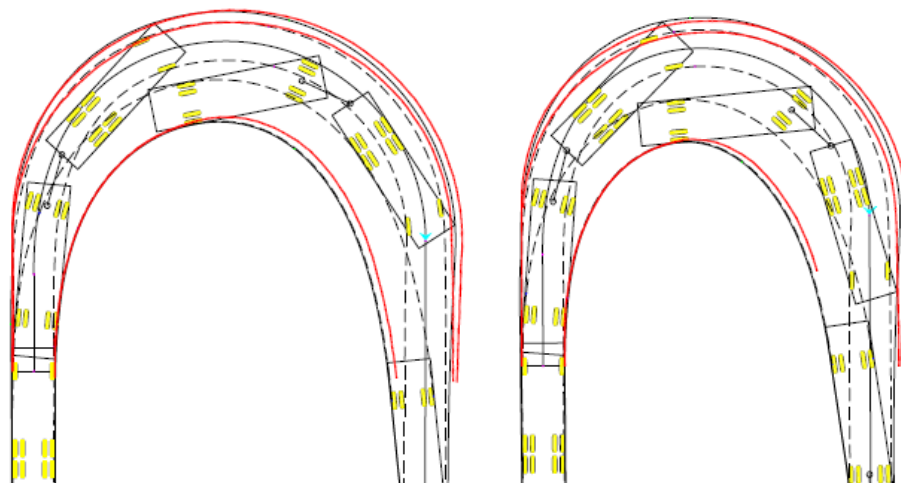


Kuvio 34: Moduulirekka ajotavoilla A ja B, 200 gon

Kuviossa 34 näkyy moduulirekan mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuviosta näkyy, ajotavalla A suurimmat eroavaisuudet tapahtuvat hieman ennen käänöksen puoliväliä, kun taas ajotavalla B suurimmat eroavaisuudet tapahtuvat ajouran sisäreunalla.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 23 km/h ja säteellä  $R=12,43$  m. Mitoitussäde valittiin hieman suuremmaksi kuin sen pitäisi olla, koska kyseisellä arvolla ajoura noudattaa suurimmaksi osaksi hyvin kiinteitä ajouria. Kyseisillä arvoilla suurimmaksi heitoksi ajourien välille saatiin 43 cm. Kyseinen eroavaisuus sijaitsee kohdassa hieman ennen käänöksen puolta väliä.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 21 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Kuten kuviosta 33 huomaa, eroavaisuus on melko suuri ajourien välillä, eli noin 113 cm. Tämä eroavaisuus tulee käytännössä esiin käänöksen loppuvaiheessa, kun AutoTURN:n mitoitusajoneuvo kääntyy pienemmässä tilassa kuin kiinteiden ajourien mallin. Myös käänöksen alkuvaiheissa ajouran uloimmalla reunalla on pientä eroavaisuutta, mutta sen suuruus ei lähentele sisäreunan mittoja.

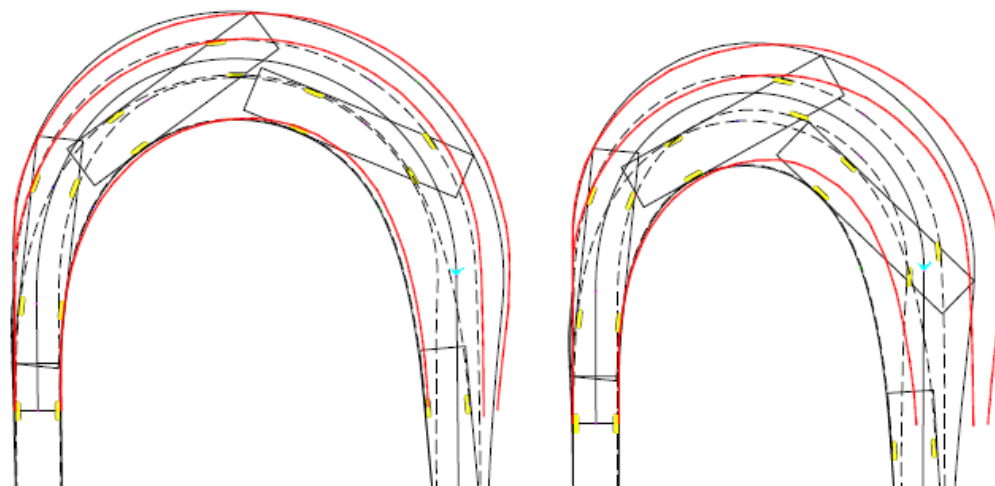


Kuvio 35: Perävaunullinen kuorma-auto ajotavoilla A ja B, 200 gon

Kuviossa 35 näkyy puoliperävaunullisen kuorma-auton mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuvioista näkyy, puoliperävaunullisen kuorma-auton ajourat noudattavat kiinteiden ajourien linjoja melko hyvin ajouran ulkoreunassa, mutta sisäreunassa tulee jo suurempia eroavaisuuksia molemmilla ajotavoilla.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 22 km/h ja säteellä  $R=12$  m. Tällöin suurin heitto linjoissa on noin 50 cm. Ajouran ulkoreunalla ei suuria eroavaisuuksia ole, joten kyseinen eroavaisuus syntyy ajouran sisäreunalla käänöksen loppupuolella.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 21 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Tällöin ajourien suurin epäyhteneväisyys on noin 39 cm. Eroavaisuus löytyy ajotavassa B miltei samasta paikasta kuin ajotavalla A. Ajotavalla B tapahtuu heittoa ajourissa kuitenkin myös hieman ennen käänöksen puolta väliä. Kyseinen eroavaisuus on 33 cm.

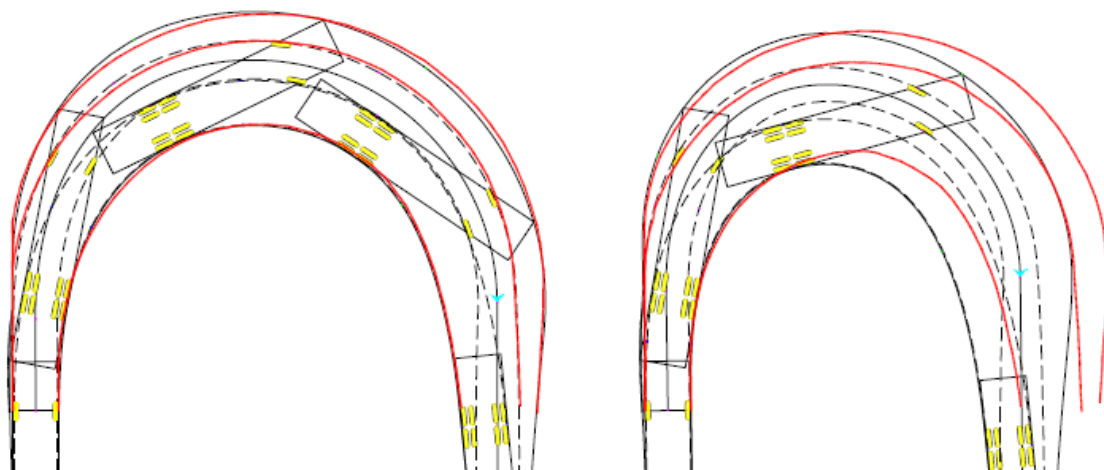


Kuvio 36: Linja-auto ajotavoilla A ja B, 200 gon

Kuviossa 36 näkyy linja-auton mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käänöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuviosta näkyy, ajourien eroavaisuudet sijaitsevat suunnilleen samoissa kohdissa molemmilla ajotavoilla.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 23 km/h ja säteellä  $R=12,43$  m. Mitoitussäde valittiin hieman suuremmaksi kuin sen pitäisi olla, koska kyseisellä arvolla ajoura noudattaa suurimmaksi osaksi hyvin kiinteitä ajouria. Tällöin suurimmaksi eroavaisuudeksi ajourien välille tulee noin 44 cm.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 21 km/h ja säteellä  $R=10$  m. Tällöin ajourien suurin epäyteneväisyys on noin 152 cm. Kuten kuviosta 36 näkyy, eroavaisuudet tapahtuvat miltei kokonaan ajouran sisäreunalla.



Kuvio 37: Telilinja-auto ajotavoilla A ja B, 200 gon

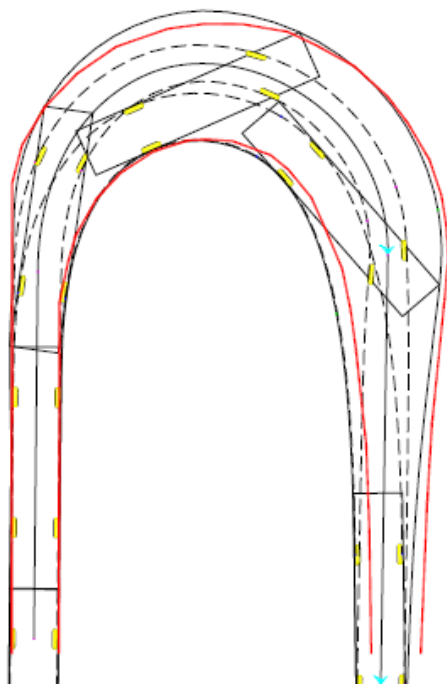
Kuviossa 37 näkyy telilinja-auton mitoitusajoneuvon ajourat 200 gon käännöksessä ajotavoilla A ja B. Ajotapa A on oikealla ja B vasemmalla. Kuten kuvioista näkyy, ajourien eroavaisuudet sijaitsevat suunnilleen samoissa kohdissa molemmilla ajotavoilla.

Ajotavan A ajoura on tehty nopeudella 24 km/h ja säteellä  $R=13,74$  m. Mitoitussäde valittiin hieman suuremmaksi kuin sen pitäisi olla, koska kyseisellä arvolla ajoura noudattaa suurimmaksi osaksi hyvin kiinteitä ajouria. Tällöin suurimmaksi eroavaisuudeksi ajourien välille tulee noin 43 cm. Kyseinen eroavaisuus esiintyy kohdassa hieman ennen käännöksen puoliväliä.

Ajotavan B ajoura on tehty nopeudella 21 km/h ja säteellä  $R=11$  m. Tällöin ajourien suurin epäyhteneväisyys on noin 220 cm. Kuten kuvioista 36 näkyy, eroavaisuudet tapahtuvat miltei kokonaan ajouran sisäreunalla.

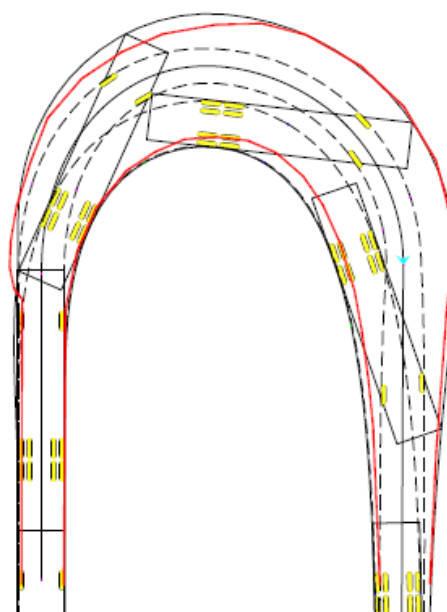
200 gon käännösten suuremmat kuvat löytyvät liitteestä 3.

Kuten kuvioista 36 ja 37 näkee, suurimmat eroavaisuudet ajourissa syntyivät linja- ja telilinja-autolla ajourien sisäreunalla ajotavalla B. Kyseisistä kuvioista voi siis päätellä, että AutoTURN:n mitoitusajoneuvot kääntyvät pienemmässä tilassa kuin kiinteiden ajourien mitoitusajoneuvot. Ajourien suuresta eroavaisuudesta johtuen linja-auton ja telilinja-auton ajouria verrattiin vielä Suomen Paikallisliikenneliiton ajouriin ajotavalla B. Kyseiset vertailut löytyvät kuvioista 38 ja 39.



Kuvio 38: Linja-auton ja Paikallisliikenneliiton ajourien vertailu ajotavalla B, 200 gon

Kuten kuviosta 38 nähdään, Paikallisliikenneliiton ja AutoTURN:n ajourien välillä ei ole niin suuria eroja kuin edellisissä vertailuissa. Ajonopeutena vertailussa oli 21 km/h ja mitoitussäteenä  $R=10$  m. Tällöin ajourien suurimmaksi eroavaisuudeksi tuli 82 cm. Tämäkin on melko paljon, mutta verrattaessa Tasoliittymät-ohjeen kiinteisiin uriin, ero pieneni miltei puoleen. Ajouran sisäreunan eroavaisuus siis pieneni, mutta samaan aikaan ulkoreunalla tapahtui eroavaisuuksien suurenemista juuri käynnön puolivälissä.



Kuvio 39: Telilinja-auton ja Paikallisliikenneliiton ajourien vertailu ajotavalla B, 200 gon

Myös telilinja-auton kohdalla selvisi (kuvio 39), että verrattaessa Paikallisliikenneliiton ja AutoTURN:n ajouria, eroavaisuudet jäivät pienemmiksi kuin verrattaessa Tasoliittymät-ohjeen ajouriin. Telilinja-auton ajourien eroavaisuudet muuttuivat telilinja-autolla samaan tyyliin kuin linja-autolla. Ajonopeutena vertailussa oli 21 km/h ja säteenä  $R=11$  m. Tällöin ajourien suurimmaksi eroavaisuudeksi tuli noin 86 cm. Tämä eroavaisuus sijaitsee hieman ennen kääntymistä ulkoreunalla. Sisäreunan suurimmaksi eroavaisuudeksi tuli 62 cm.

Paikallisliikenneliiton ajourien vertailut löytyvät liitteestä 4.

## 4 TARKASTELTAVAT KOHTEET JA NIIDEN ANALYSOINTI

### 4.1 Yleistä

Esimerkkikohteiden tarkastelussa ja tulosten analysoinnissa oli tarkoituksena selvittää, onko kohteet suunniteltu oikein ajourien kannalta. Tarkastelussa suunnitellut kohteet ajettiin läpi simulaatio-ohjelmalla ja saatuja tuloksia analysoitiin sen jälkeen.

Kohteet ovat erityylisiä toisiinsa verrattuna, koska ajouria voidaan käyttää hyvin erilaisiin kohteisiin. Esimerkkikohteina tarkasteltiin kiertoliittymää, kiertotietä, huoltoaseman pihaa sekä turvasaarekkeellista nelihaaraliittymää.

### 4.2 Ikaalisten sisääntulotie

#### 4.2.1 Kohde

Suunnittelukohde sijaitsee Ikaalisten kaupungissa Pirkanmaan maakunnassa. Suunnitelmassa on esitetty parannettavaksi maantietä 2595 (Ikaalisten sisääntulotie) välillä valtatie 3 eritasoliittymä – Vanha Tampereentie. Nykyisen ajoradan leveys on 9 metriä ja erillisen kevyen liikenteen väylän leveys 4 metriä. Tie on sekä leveä että suora, joten se houkuttelee autoilijoita suuriin ajonopeuksiin.

Kolmea tien katuliittymää esitetään parannettaviksi kiertoliittymiksi, joiden keskisaarekkeiden halkaisijat ovat 25 metriä. Suunnitteluosuuden pituus on noin 1500 metriä. Kevyen liikenteen väylää parannetaan noin 800 metriä ja uutta väylää rakennetaan noin 200 metriä.

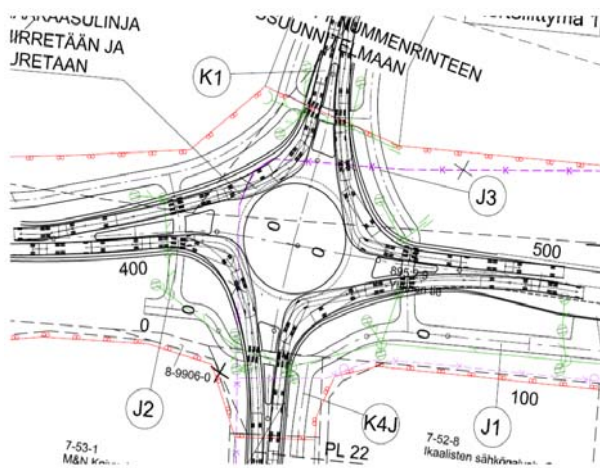
Hankkeen valmistuttua maantie 2595 muuttuu Ikaalisten kaupungin kaduksi. Kuviossa 40 näkyy kohteen sijainti kartalla.



Kuvio 40: Ikaalisten sisäntulotie /7/

#### 4.2.2 Tarkastelu

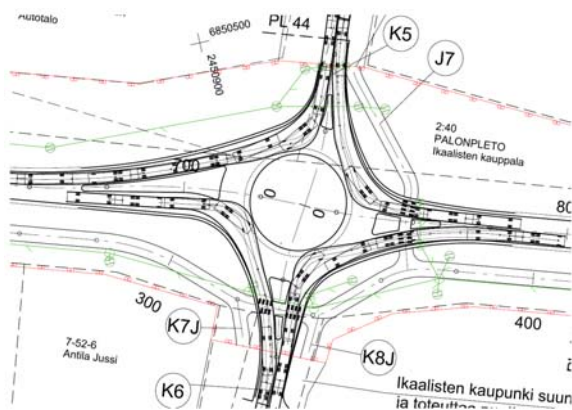
Kuviot 40–44 ovat esimerkkejä tutkitun kohteen tuloksista, kun mitoitusajoneuvona toimii moduulirekka. Suuremmat kuvat löytyvät liitteistä 5-7.



Kuvio 41: Kiertoliittymä 1, 100gon käänнос

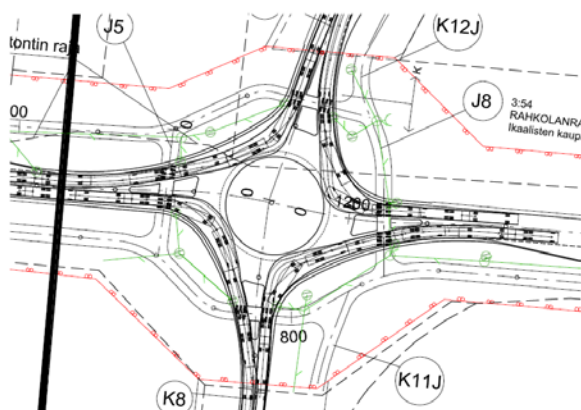
Kuviossa 41 esitetään kiertoliittymässä 1 olevan mitoitusajoneuvon 100 gon käänнос. Tarkasteltava kohde on Silkintien ja Kolmen Airon kadun risteyksessä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mitoitusajoneuvo poistuu liittymästä ensimmäisestä mahdollisesta erkanemispaikasta. Kuten kuviosta nähdään, mitoitusajoneuvo mahtuu kulkemaan sille varatussa tilassa.





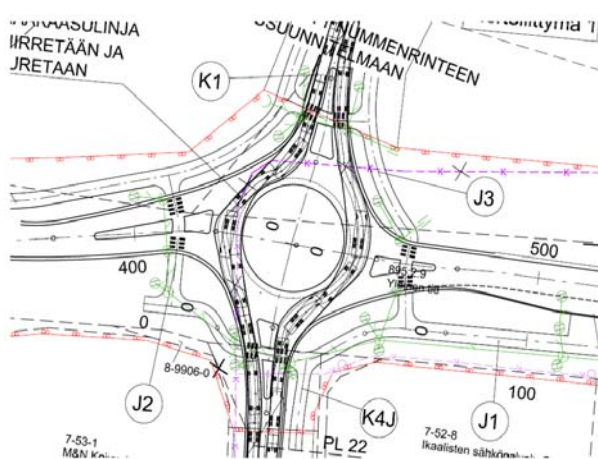
Kuvio 42: Kiertoliittymä 2, 100gon käännös

Kuviossa 42 esitetään samat asiat kuin kuviossa 41, mutta tarkasteltava kiertoliittymä on Silkintien ja Läkinkadun risteyksessä. Kuten edellisessäkin tapauksessa, ajoneuvo mahtuu kulkemaan sille varatussa tilassa, vaikka jossain kohdissa liikkumatilaa ei jää paljoakaan.



Kuvio 43: Kiertoliittymä 3, 100gon käännös

Kuviossa 43 esitetään samat asiat kuin kohteen aiemmissa kuvioissa, mutta tarkasteltava kiertoliittymä sijaitsee Silkintien ja Teollisuustalontien risteyksessä. Myös tässä tarkastelussa huomattiin, että ajoneuvo mahtuu kulkemaan sille varatussa tilassa.



Kuvio 44: Kiertoliittymä 1, 200gon

Kuviossa 44 tarkastellaan uudelleen kiertoliittymää 1, mutta tällä kertaa liittymästä jatketaan suoraan. Jokaisesta liittymästä on kaksi kuvaa eri suunnille kuvien selkeyden varmistamiseksi. Tämä tarkastelu tehtiin jokaiselle kiertoliittymälle, mutta muut tarkastelut esitetään Tässäkin tapauksessa ajoneuvo mahtui kulkemaan kiertoliittymässä ilman suu-rempiä ongelmia.



Kuvio 45: Kiertoliittymä 2, 300gon käänös

Kuviossa 45 tarkastelussa on kiertoliittymä 2 300 gon käännöksellä. 300 gon käännöksiä esitetään vain yksi jokaista kuvaa kohden, joten jokaisesta kiertoliittymästä tulee neljä eri tarkastelutapausta. Tämä johtuu kuvien selkeyden säilyttämisestä. 300 gon käännöksissä jäi vähiten liikkumatilaa, mutta ajoneuvo mahtui kuitenkin kulkemaan jokaisesta kiertoliittymästä.

#### 4.2.3 Tulokset

Kohteessa tutkittiin, mahtuuko moduulirekka kulkemaan kiertoliittymissä. Jokainen suunta tutkittiin erikseen, koska alueella on rekkaliikennettä joka suuntaan ja kiertoliittymien muotoiluissa on eroja.

Tarkastelussa käytetyt ajonopeudet olivat 5 km/h ja 10 km/h ja kääntösäde oli  $R=10$  m. Ajonopeutta 10 km/h käytettiin heti ensimmäisestä liittymästä kääntyville sekä kiertoliittymästä suoraan menijöille. Alempaa ajonopeutta käytettiin viimeisestä kiertoliittymän liittymäkohdasta poistujille, koska ajonopeudet laskevat jyrkemmissä mutkissa.

Ajourien tekemisen aikana selvisi, että moduulirekalla ajettaessa pitää hyödyntää kiertoliittymän keskiosassa olevaa yliajettavaa osaa melko paljon, jotta rekan saa kääntymään. Vaikka yliajettavaa osaa hyödyntääkin, silti joissain käännöksissä, erityisesti kolmannesta liittymästä poistujien tapauksessa, Tasoliittymät-ohjeen mukaiset turvaetäisyydet eivät täyty. Tasoliittymät-ohjeen mukaisesti kiertoliittymässä auton ja reunakiven väliin pitäisi jäädä 0,50 m vapaata liikkumatilaa.

Vaikka tarkastelussa selvisikin, että kohteessa on liian pienet liikkumatilat ohjeisiin verrattuna, ajoneuvot mahtuvat kuitenkin ajamaan kaikista kiertoliittymistä, joten nykyisillä suunnitelmillä voi kohteen rakentaa.

## 4.3 Alakosken kiertotie

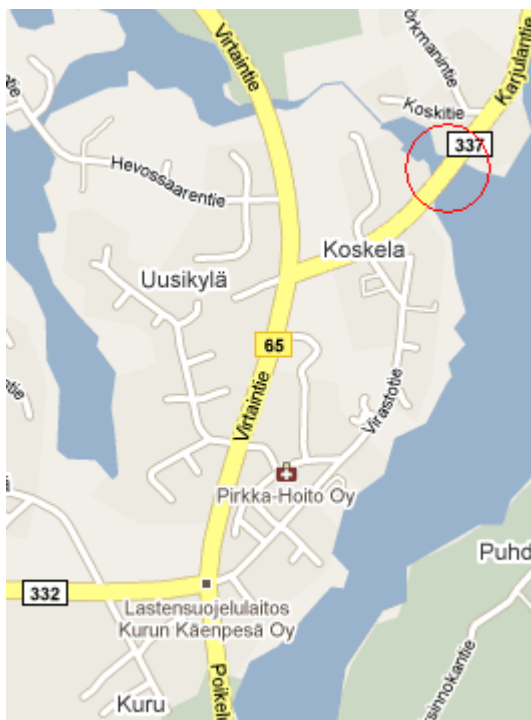
### 4.3.1 Kohde

Kohde on Destia Oy:n siltatyömaa, joka sijaitsee Kurussa, Ylöjärven kaupungissa. Kohdeessa sijainnut silta purettiin ja sen tilalle tehdään uusi silta. Työmaan aikana liikenne ohjataan varasillan kautta työmaan ohitse.

Nykyinen silta sijaitsee metsäkonereitistön varrella, joten varasillan ja sille johtavan tien mitoitus pitää tehdä normaalia leveämmän ajoneuvon mukaan. Väylä on mitoitettu kuorma-auton ja sen lavetilla kulkevan metsäkoneen mukaan. Täten mitoitusajoneuvon korkeus on 4,40 m, leveys 3,50 m ja pituus 20,00 m.

Alun perin varasillalle johtava tie oli liian kapea, mutta ajourien perusteella sitä levennettiin. Työmaa oli opinnäytetyön kirjoitushetkellä käynnissä ja kiertotie toimi hyvin, joten ajourilla mitoitus sujui hyvin.

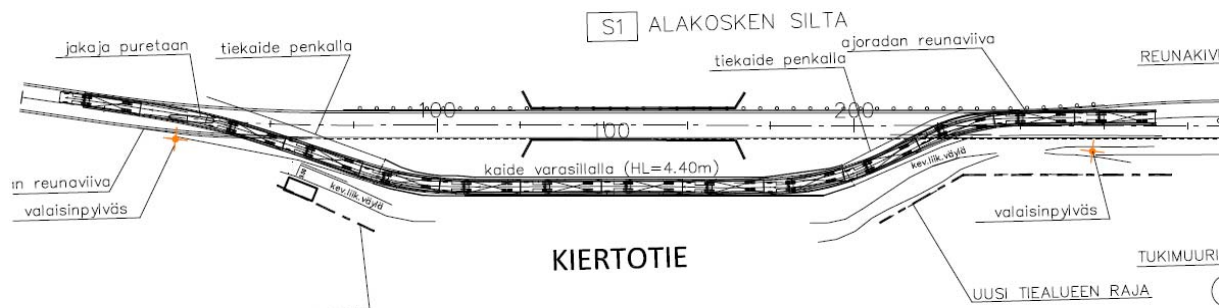
Kuviossa 46 näkyy kohteen tarkempi sijainti.



Kuvio 46: Alakosken sillan kiertotie /7/

### 4.3.2 Tarkastelu

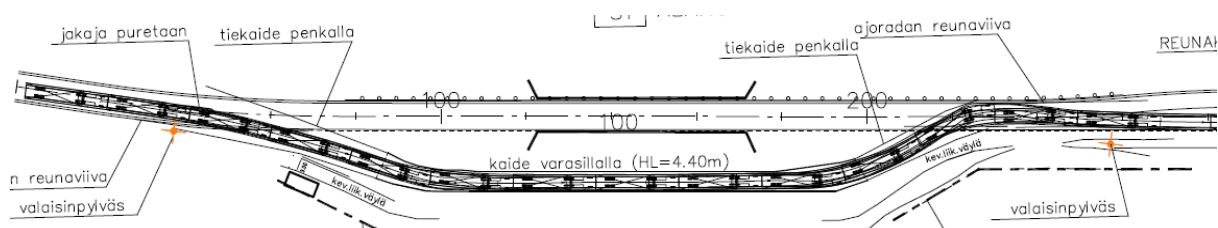
Kuviossa 47 esitetään Alakosken sillan kiertotiejärjestelyt. Kuviossa mitoitussajoneuvo kulkee oikealta vasemmalle. Suuremmat kuvat on esitetty liitteessä 8.



Kuvio 47: Kiertosilta, kulkusuunta oikealta vasemmalle

Kuten kuvioista nähdään, mitoitussajoneuvo mahtuu kulkemaan kiertosillalle ja sieltä pois. Ylimääräistä tilaa ei kuitenkaan jää käytännössä yhtään.

Kuviossa 48 esitetään muuten samat asiat kuin edellisessä kuviossa, mutta mitoitussajoneuvon ajosuunta on muuttunut vasemmalta oikealle.



Kuvio 48: Kiertosilta, kulkusuunta vasemmalta oikealle

Kuviosta nähdään, että kiertosilta toimii myös toiseen suuntaan ajettaessa. Tässäkään tapauksessa liikkumistilaa ei jää paljoakaan.

### 4.3.3 Tulokset

Kuten kohteen esittelyssä todettiin, nykyinen kiertotieratkaisu toimii hyvin. Niinpä oli odotettavissa, että AutoTurn-ohjelmalla voi myös ajaa kyseisen kohdan ongelmitta.

Tarkastelun aikana tutkittiin sekä aikaisempaa, muutettua, vaihtoehtoa että nykyistä vaihtoehtoa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa kiertotien läntinen pääty oli suunniteltu liian jyrkäksi, joten mitoitussajoneuvo ei mahtunut kääntymään siinä osumatta kaiteisiin. Toinen vaihtoehto oli mitoitettu ajourien avulla, joten myös tämän työn yhteydessä tehdyt ajourat mahtuivat kaiteiden väliselle alueelle.

Tässäkään tarkastelussa Tasoliittymät-ohjeen mukaiset liikkumavarat eivät täyttyneet. Kyseinen seikka johtuu käytännössä siitä, että kaiteiden ja ajoneuvon väliin pitäisi jäädä ajouran sisäreunalla 1,5 metrin ja ulkoreunalla 1,0 metrin liikkumavara. Mitoitusajoneuvon leveyden ollessa 3,50 metriä ja varasillan 4,40 metriä on selvää, että liikkumavarat eivät voi toteutua. Kohteessa ajourat on mitoitettu ajotavan B mukaan, joten liikkumavaroista on voitu tinkiä.

#### 4.4 Huoltoasema, Aronkylä

##### 4.4.1 Kohde

Kauhajoen Aronkylän kaupunginosassa sijaitsevan huoltoaseman liittymiä pienennetään, jolloin liittymien ja piha-alueen liikenteellinen toimivuus on tarkastettava. Huoltoaseman nykyinen liittymä on 35 metriä leveä, joten sitä voi kaventaa säilyttäen silti liikenteellisen toimivuuden.

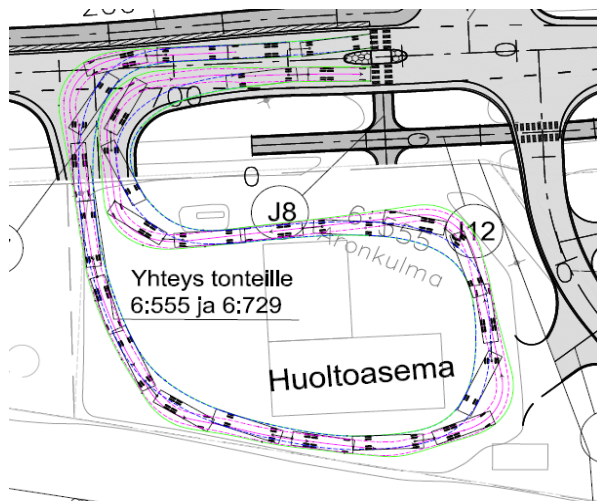
Mitoittavana ajoneuvona toimii moduulirekka. Sen pitää päästä huoltoaseman pihalla sijaitsevan polttoainesäiliön luokse ja sieltä pois.

Kuviosta 49 näkee kohteen tarkan sijainnin.



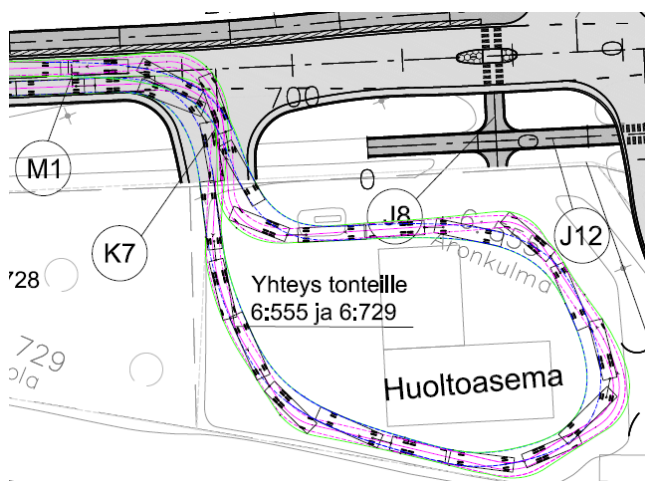
Kuvio 49: Huoltoaseman liittymä, Aronkylä

#### 4.4.2 Tarkastelu



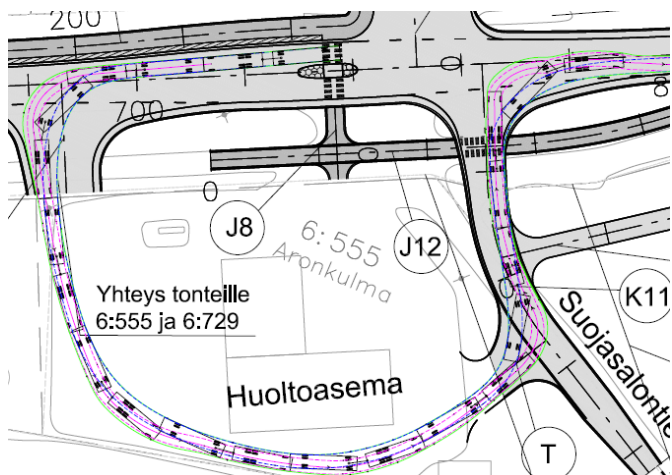
Kuvio 50: Aronkylän huoltoasema 1

Kuviossa 50 mitoitusajoneuvo ajaa liittymään idästä ja polttoainesäiliöille. Tämän jälkeen ajoneuvo kiertää huoltoaseman rakennuksen vastapäivään ja poistuu takaisin itäsuuntaan. Kuten kuviosta nähdään, mitoitusajoneuvo pysyy melko hyvin omalla kaistallaan liittymässä.



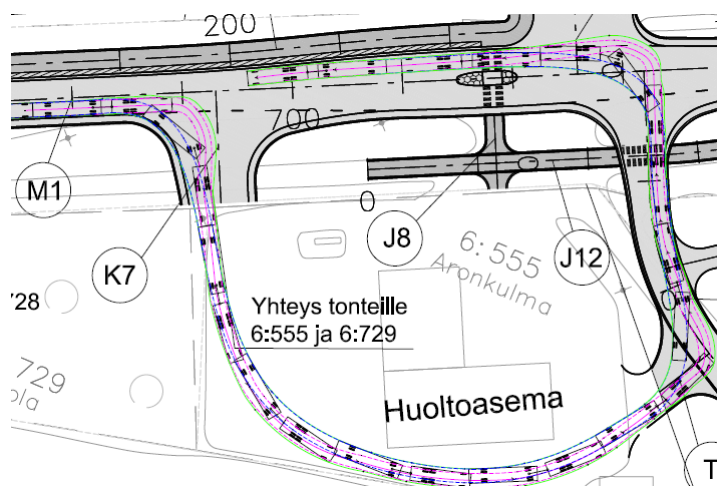
Kuvio 51: Aronkylän huoltoasema 2

Kuviossa 51 mitoitusajoneuvo ajaa huoltoaseman pihaan lännestä ja ajaa polttoaine-säiliöille. Tämän jälkeen se kiertää huoltoaseman rakennuksen vastapäivään ja sen jälkeen poistuu takaisin länsisuuntaan hyödyntäen koko liittymäaluetta. Kuviosta nähdään, että tässä tapauksessa ajoneuvo joutuu käyttämään koko liittymäaluetta hyväkseen.



Kuvio 52: Aronkylän huoltoasema 3

Kuviossa 52 mitoitusajoneuvo tulee kohteeseen idästä ajaen suoraan polttoainesäiliöille. Tämän jälkeen ajoneuvo poistuu huoltoaseman pihasta kaakon puoleista liittymää käyttäen. Ajoneuvo mahtuu kulkemaan pois piha-alueelta myös takakautta, mutta se joutuu hyödyntämään koko liittymää.



Kuvio 53: Aronkylän huoltoasema 4

Kuviossa 53 mitoitusajoneuvo tulee kohteeseen lännestä ajaen suoraan polttoainesäiliöille. Tämän jälkeen se poistuu alueelta käyttäen kaakon puoleista liittymää. Kuten edellisessäkin kuviossa, mitoitusajoneuvo mahtuu poistumaan pihasta taka-kautta, mutta joutuu hyödyntämään koko liittymää.

Suuremmat kuvat huoltoaseman ajourista löytyvät liitteestä 9.

#### 4.4.3 Tulokset

Alun perin huoltoasemalle suunniteltiin erilaista liittymäjärjestelyä, mutta se hylättiin asukkaiden vastustuksen ja myös ajoneuvojen huoltoasemalle pääsyn vaikeutumisen vuoksi. Sen jälkeen päädyttiin esimerkissä olevaan vaihtoehtoon.

Kaikissa esimerkkitapauksissa mitoitusajoneuvo pääsi ajamaan polttoainesäiliölle ja sieltä pois, joten piha-alue on tarpeeksi suuri kyseiseen toimintaan.

Itä-itä suunnan tarkastelussa (kuvio 50) mitoitussajoneuvo pääsee kääntymään huoltoaseman pihaan hyödyntämällä vain omaa kaistaansa. Pihasta poistuttaessa ajoneuvo pysyy omalla kaistallaan, mutta leikkaa hieman pientareen puolelle. Jos ajoneuvo käyttää koko liittymää hyödykseen, niin silloin perävaunu ei leikkaa pientareen puolelta. Liittymää ei ole itä-itä –suunnan tarkastelun perusteella kuitenkaan järkevää leventää, vaikka se leikkaakin piennarta, koska leveämpi liittymä houkuttelee autoilijoita suurempiin nopeuksiin saavuttaessa piha-alueelle sekä sieltä poistuttaessa.

Länsi-länsi suunnan tarkastelussa (kuvio 51) mitoitussajoneuvo pääsee kääntymään huoltoaseman pihaan omalla kaistallaan. Lähtiessä pihasta se joutuu kuitenkin hyödyntämään vastaantulijoiden kaistaa päästäkseen takaisin tulosuuntaansa. Koska polttoainesäiliöitä tarvitsee kuitenkin täyttää melko harvoin, tämän ei pitäisi vaikuttaa huoltoaseman liikenteeseen paljoakaan.

Kuviossa 52 mitoitussajoneuvo saapuu huoltoasemalle idästä ja pääsee kääntymään hyödyntäen vain omaa kaistaansa. Tässä mallissa ajoneuvo kuitenkin poistuu käyttäen kaakon puoleista liittymää. Kaakon puoleista liittymää käytettäessä mitoitussajoneuvo käyttää hyödykseen koko liittymän ja leikkaa myös vastaantulijoiden kaistaa Suojasalontielle. Leikkaus on kuitenkin melko lyhytaikainen, joten suurempaa haittaa kyseisestä seikasta ei pitäisi olla. Suojasalontieltä mitoitussajoneuvo poistuu takaisin idän suuntaan, jolloin se joutuu kääntyessään hyödyntämään hieman vastaantulijoiden kaistaa välttääkseen pientareelle joutumista.

Kuvion 53 ajourat ovat paljolti samanlaiset kuin edellä mainitussa kuviossa 51. Mitoitussajoneuvon suunta on vain tällä kertaa länteen. Ajoneuvo saapuu lännestä ja poistuu kaakon puoleisesta liittymästä käyttäen hyödykseen koko liittymää. Suojasalontieltä lännen suuntaan lähdetessä mitoitussajoneuvo ei kuitenkaan leikkaa vastaantulijoiden kaistaa ja mahtuu hyvin ajamaan liikenteenjakajan ohitse.

Polttoainetta tuovat ajoneuvot tulevat todennäköisesti hyödyntämään pohjoista, maantien puoleista, liittymää. Tämä johtuu siitä, että vaikka mitoitussajoneuvo mahtuukin kulkemaan Suojasalontietä, se on kuitenkin melko kapea moduulirekalle.



## 4.5 Sorvaston liittymä

### 4.5.1 Kohde

Tarkasteltava kohde sijaitsee Kosken kunnan alueella, Varsinais-Suomen maakunnassa. Kohde on nelihaaraliittymä, jossa liittyvät valtatie 10 ja maantie 2805. Kuviosta 54 selviää kohteen sijainti kartalla.



Kuvio 54: Kohteen sijainti

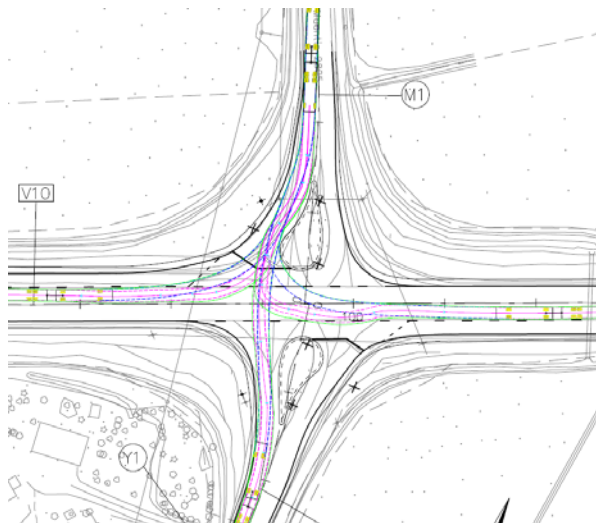
Tarkastelukohteessa valtatie 10 poikkileikkaus on 9,0 / 7,0 metriä. Maantien 2805 poikkileikkaus on valtatie pohjoispuolella 6,5 / 6,0 metriä ja eteläpuolella 8,0 / 7,0 metriä. Nykyisellään kohteen liittymätyyppi on tulppaliittymä, jossa sivusuunnilla on reunakivelliset keskisaarekkeet. Sivuteiltä tullessa kohteessa on määrätty pakollinen pysäyttäminen liikennemerkein.

Alueen liikennemäärät ovat seuraavat:

- Vt 10: 2767 ajon. / vrk, joista raskaita 516 kpl
- Mt 2805 liittymän eteläpuoli: 695 ajon. / vrk, joista raskaita 37 kpl
- Mt 2805 liittymän pohjoispuoli: 359 ajon. / vrk, joista raskaita 36 kpl.

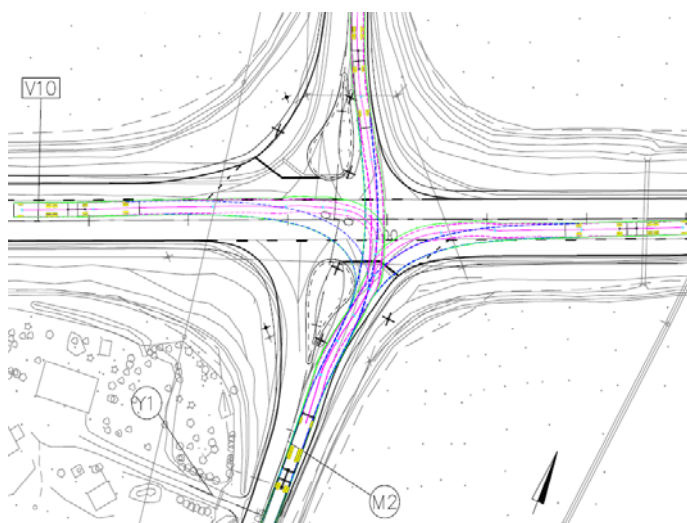
Kohteessa tulppaliittymät muutetaan turvasaarekkeelliseksi liittymäksi, jolloin liittymän havaittavuus paranee ja autojen ajonopeudet liittymään saavuttaessa pienenevät. Turvasaarekkeet estävät myös liittymän läpiajon vauhdilla.

#### 4.5.2 Tarkastelu



Kuviossa 55 mitoitusajoneuvo saapuu liittymään luoteesta ja ajaa liittymästä kaikkiin suuntiin. Koska kuvasta on helppo nähdä toimiiko liittymä, yhteen piirustukseen on laitettu kaikkiin suuntiin menevät mitoitusajoneuvot. Mitoitusajoneuvo mahtui kääntymään liittymästä hyvin ja liikkumatilaakin jäi vielä melko paljon pientareen puolelle.

*Kuvio 55: Ajourat, liittymän pohjoispuoli*



Kuviossa 56 mitoitusajoneuvo saapuu liittymään etelästä ja ajaa liittymästä kaikkiin suuntiin. Koska kuvasta on helppo nähdä toimiiko liittymä, yhteen piirustukseen on laitettu kaikkiin suuntiin menevät mitoitusajoneuvot. Myös tässä tarkastelussa ajoneuvo mahtuu kääntymään liittymästä hyvin ja liikkumatilaa jää pientareen puolelle.

*Kuvio 56: Ajourat, liittymän eteläpuoli*

Suuremmat kuvat huoltoaseman ajourista löytyvät liitteestä 9.

#### 4.5.3 Tulokset

Liittymässä oli tilaajan puolelta epäily, onko liittymä tarpeeksi suuri raskasta kalustoa varten rauhoittamisen jälkeen. Tämän vuoksi liittymän toimivuus tarkastettiin ajouraohjelmiston avulla. Mitoitusajoneuvona käytettiin moduulirekkaa.

Tarkastelusta kävi ilmi, että mitoitusajoneuvo mahtuu kulkemaan liittymästä myös silloin, kun turvasaarekkeet on rakennettu.

Pohjoisesta tultaessa mitoitusajoneuvo pysyy melko hyvin omalla kaistallaan. Vasemmalle, koillisen suuntaan kääntyessä, mitoitusajoneuvo leikkaa hieman eteläisen liittymän alueelle ja pysyy myös melko kauan vastaantulijoiden kaistalla.

Etelästä tultaessa liittymä toimii yhtä hyvin kuin pohjoisesta tultaessa. Myös eteläisestä liittymästä tultaessa mitoitusajoneuvo pysyy muuten omalla kaistallaan, paitsi vasemmalle, lounaaseen kääntyessä, ajoneuvo leikkaa vastaantulijoiden kaistaa sekä pohjoisen liittymän aluetta.

Verrattaessa tulppaliittymän ja turvaliittymän ajotapoja huomataan, että turvaliittymässä joutuu kääntämään ajoneuvoa selkeästi enemmän, joten ajonopeutta pitää laskea. Koska ajonopeuksien laskeminen oli yksi liittymätyypin muuttamisen perusteista, voidaan todeta, että tavoitteisiin päästiin.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET

### 5.1 Johtopäätökset

Tarkastelun aikana selvisi, että käytettäessä ajouraohjelmistoja, virheiden mahdollisuus ilman oikeanlaista ohjeistusta on melko suuri etenkin minimisäteiden ja liikkumisvarojen osalta. Tiehallinnon ohjeiden mukaisia minimisäteitä tulee noudattaa, koska niissä on huomioitu mahdollisuus ajovirheiden korjaukseen. Tämä johtuu siitä, että mitoitusajoneuvon renkaat eivät ole ääri-asennossa määrättyissä mitoitusasteissa. Jos ajoneuvon renkaat ovat ääri-asennossa käännöksen aikana, ja sen pitää tehdä korjausliike, ajolinjan korjaus onnistuu vain toiseen suuntaan renkaiden ääri-asennosta johtuen. Tämä ei luonnollisesti haittaa joka tilanteessa, mutta tarpeeksi usein, että sitä pitäisi alkaa ottaa huomioon.

Liikkumisvarat on myös syytä ottaa huomioon liittymiä suunniteltaessa, vaikka eri ajotavoilla niiden noudattamisesta voidaan tinkiä harkinnan mukaan. Liikkumisvarat tuovat liittymään lisää tilaa ajovirheiden ja niiden korjaamisen varalle, joten jos tilasta ei ole alueella puutetta, on syytä noudattaa kyseisiä arvoja, vaikka ajotapana ei olisikaan A.

Tarkastelussa kävi ilmi, että mitoitusnopeuksien keskiarvo AutoTURN-ohjelmaa käytettäessä oli 19,5 km/h, mikä kuulostaa melko hyvältä tulokselta. Jos halutaan tarkastaa oikeat liittymänopeudet, pitäisi mennä liittymän vierelle ajonopeustutkan kanssa. Ajonopeuksilla ei, etenkin kuivalla tiellä, pitäisi olla vaikutusta ajourien muotoon varsinkaan kitkan kautta. Ajonopeuden vaikutus esiintyy kuitenkin ajaessa siten, että ohjausliikkeiden nopeus ei kasva samaa tahtia ajonopeuden kanssa eli mitä nopeammin ajoneuvo kulkee, sitä enemmän se ehtii liikkua eteenpäin ennen kuin ohjauspyörää on käännetty saman verran kuin hitaammalla nopeudella. Todellisuudessa kuski pystyy tietenkin vaihtelevaan ohjauspyörän kääntönopeutta, mutta esimerkiksi AutoTURN-ohjelmalla kyseinen nopeus on vakio. Täten käytettäessä AutoTURN-ohjelmaa, mitä hitaampi mitoitusnopeus on, sitä jyrkempi käännöksestä tulee, koska käännöksen tekeminen voidaan aloittaa myöhemmin kuin vauhdikkaasti ajettaessa.

Esimerkkikohteiden tarkastelussa ja analyysissä selvisi, että jokainen esimerkkikohte on

toimiva ajouratarkastelun pohjalta. Koska osa esimerkkikohteista oli mitoitettu aikaisemmin eri ohjelmalla kuin AutoTURN, voidaan päätellä, että eri ajouraohjelmistot antavat melko paljon samoja tuloksia toisiinsa nähden. Tämä onkin loogista, koska jos eri ohjelmistojen ajourat olisivat paljon erilaisia, ainakin toinen niistä olisi väärässä. Koska varsinkin suurimmat ajouraohjelmistot ovat hyvin yleisiä käytössä, suurimmat viat niiden ajourissa on jo mitä todennäköisimmin huomattu ja korjattu.

Työssä kävi myös ilmi, että Tasoliittymät-ohjeen ajourat eivät riitä suunnitteluun, koska niiden avulla ei pysty kunnolla mitoittamaan kohteita, jotka vaativat kaarreyhdistelmien tekemistä. Tällaisista hyvinä esimerkkeinä ovat erilaiset rampit sekä kiertoliittymät. Myöskään erilaisten ahtaiden tilojen, kuten pysäköintitalojen ja piha-alueiden, mitoitus ei onnistu Tasoliittymät-ohjeen ajourilla.

Työn aikana selvisi, että telilinja-auton kohdalla Paikallisliikenneliiton ajourat ovat liian tiukat, ja koska AutoTURN:lla tehdyt ajourat ovat miltei yhteneväiset Paikallisliikenneliiton ajouria, pitäisi AutoTURN:lla tehdyt telilinja-auton ajourat suunnitella hyvin väljiksi. Tämä poistaa suunnitteluvirheiden todennäköisyyttä.

## 5.2 Jatkotoimenpiteet

Jotta saadaan tarkempi käsitys eri simulaatio-ohjelmien ajourien yhteneväisyyksistä, muita ajouraohjelmistoja pitäisi tutkia tarkemmin ja verrata saatuja tuloksia AutoTURN-ohjelmasta saatuihin tuloksiin.

Opinnäytetyössä kävi ilmi, että erityisesti linja- ja telilinja-autojen ajourat eroavat melko paljon Tasoliittymät-ohjeen ajourista. Oikeiden ajourien selvittämiseksi olisi hyvä ajaa linja-autoilla erilaisia käännöksiä siten, että niiden ajourat jäävät tienpintaan. Kyseisiä todellisia ajouria tarkastelemalla voisi päätellä, millaisia ajouria ohjelmien pitäisi oikeasti tehdä.

Nopeustutkaa voisi hyödyntää, jotta saataisiin selvitettyä todelliset ajonopeudet liittymissä ja eri mutkayhdistelmissä.

## LÄHTEET

Finlex. Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257. Helsinki [WWW-sivu].[viitattu 26.4.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257>

Paikallisliikenneliitto 2010. [WWW-sivu].[viitattu 15.4.2010]. Saatavissa: <http://www.paikallisliikenneliitto.com/>

Paikallisliikenneliitto 2010. Mitoitusajoneuvot ja ajouramallit [verkkajulkaisu pdf]. [Saatavissa: [http://www.paikallisliikenneliitto.com/liitteet/infrakortti\\_9.pdf](http://www.paikallisliikenneliitto.com/liitteet/infrakortti_9.pdf)]

Saarelainen, Jorma & Koskinen, Olavi. Saadut kommentit. 2010. Tampere.

Sito ja Sito Tampere. 2010. Yrityksen markkinointiesitys. Tampere.

Sito Tampere 2010 [WWW-sivu]. [viitattu 26.4.2010]. Saatavissa: <http://www.sito.fi/fi/yritys/konserni/tampere>

Tasoliittymät. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 2001. Tiehallinnon julkaisuja TIEH 2100001-01. Helsinki [verkkajulkaisu pdf]. Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tasoliittymat\\_ohje.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf)

Transoft Solutions. AutoTURN. [online].[viitattu 16.3.2010]. Saatavissa: <http://www.transoftsolutions.com/ProductTmpl.aspx?product=AT>

Vianova. Novapoint V-Turn.[online].[viitattu 4.4.2010]. Saatavissa: <http://www.novapoint.be/index.php/software/cad-civiele-technik/28-novapoint-v-turn?showall=1>

## LIITTEET

Liite 1: Paikallisliikenneliiton ja Tasoliittymät-ohjeen ajourien vertailu, 1:500

Liite 2: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien vertailu, 100 gon, 1:500

Liite 3: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien vertailu, 200 gon, 1:500

Liite 4: Paikallisliikenneliiton ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien vertailu, 200 gon, 1:500

Liite 5: Ikaalisten sisääntulotie, 100 gon, 1:1000

Liite 6: Ikaalisten sisääntulotie, suoraan, 1:1000

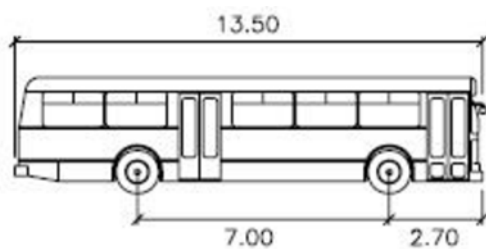
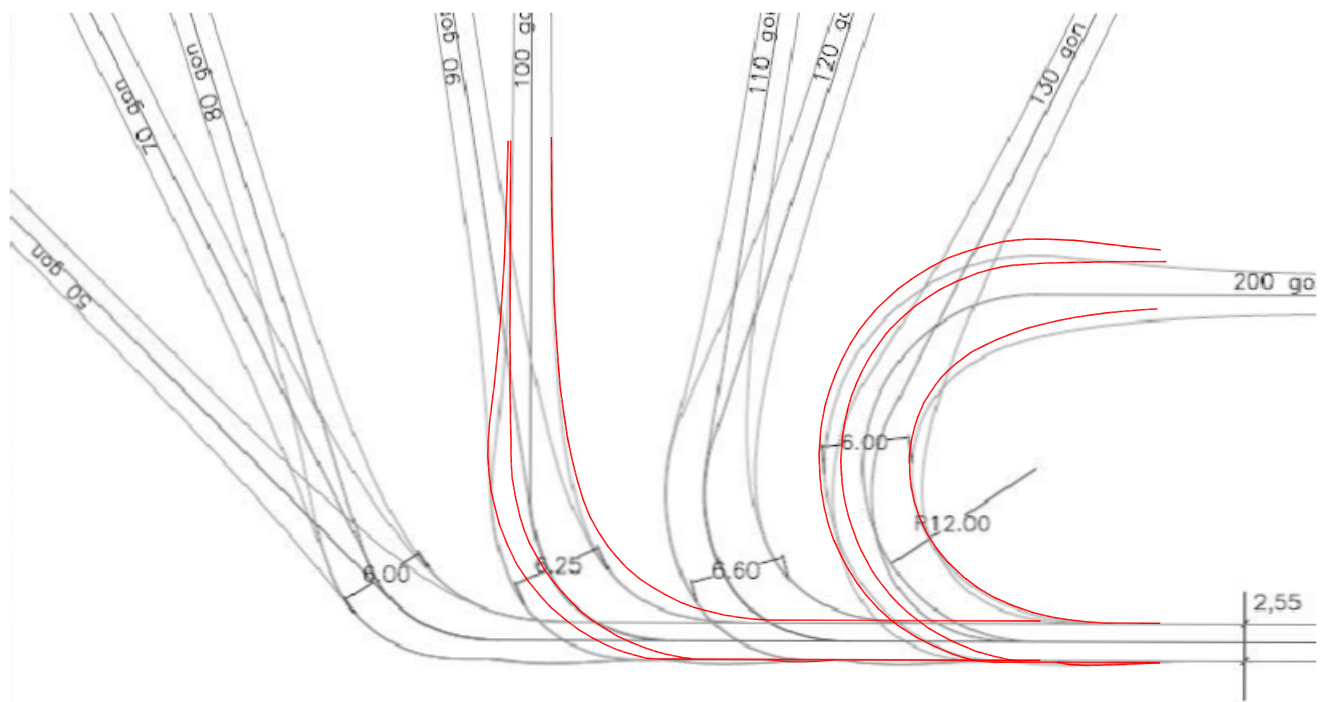
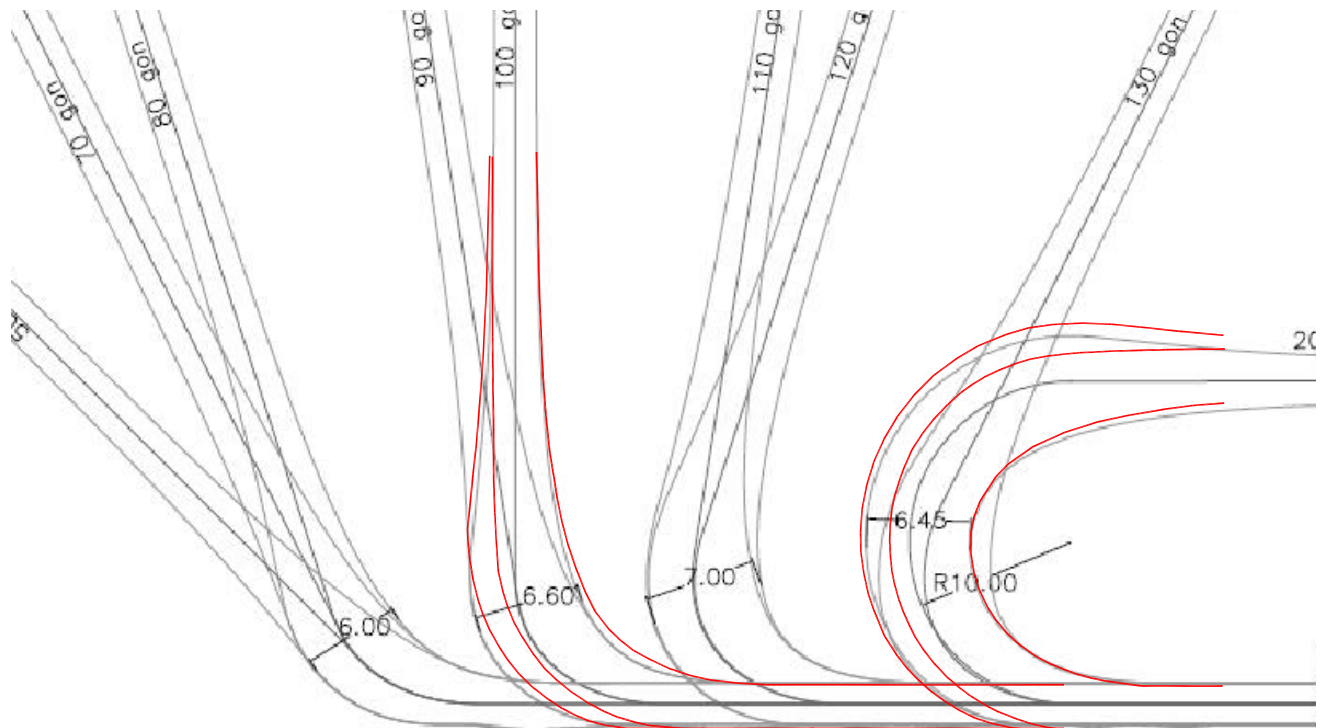
Liite 7: Ikaalisten sisääntulotie, 300 gon, 1:1000

Liite 8: Alakosken kiertotie, 1:1000

Liite 9: Huoltoasema, Aronkylä, 1:1000

Liite 10: Sorvaston liittymä, 1:1000

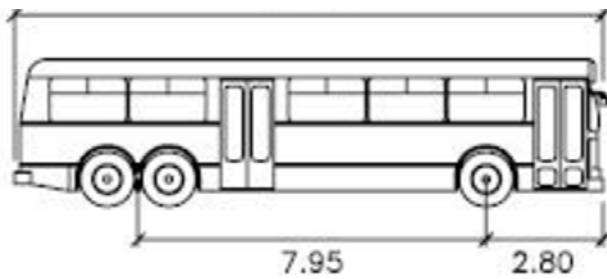
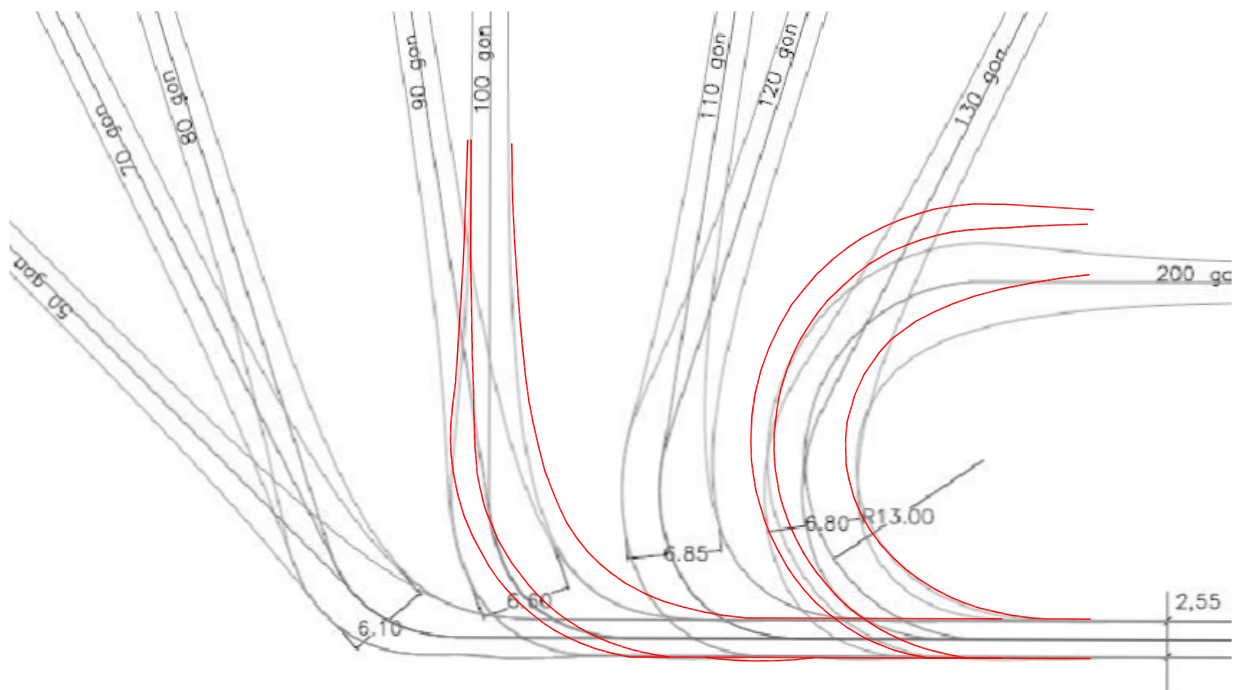
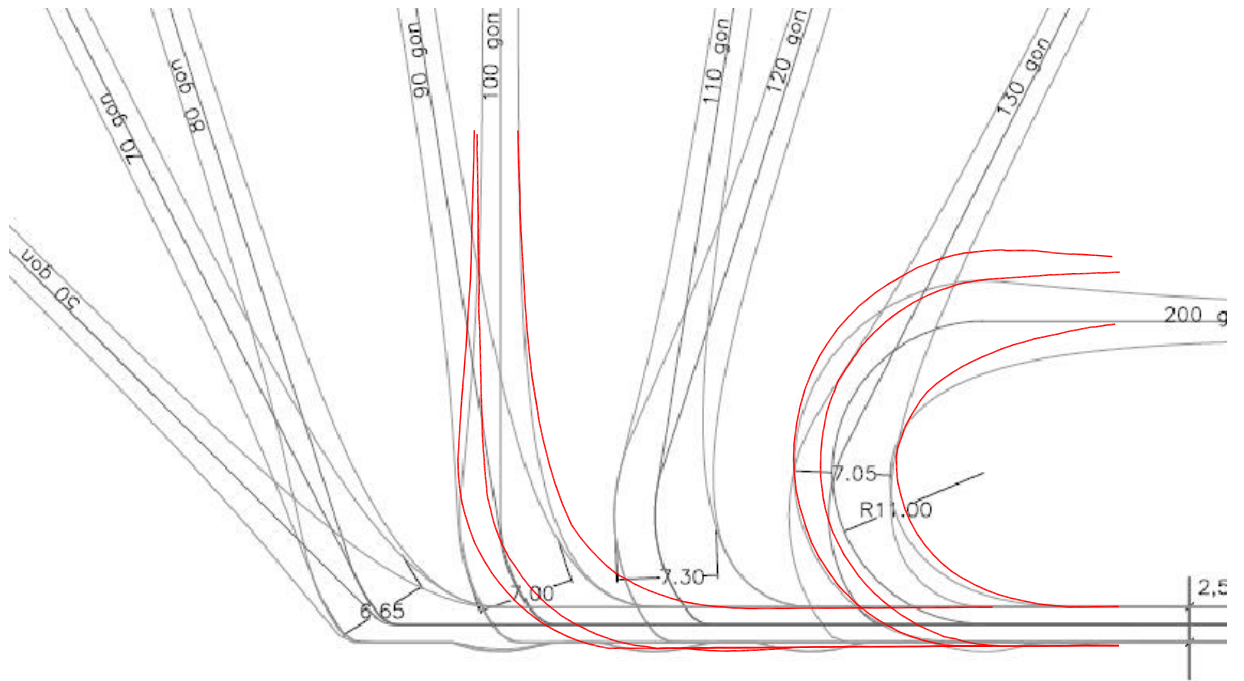
Liite 1: Paikallisliikenneliiton ja Tasoliittymät -ohjeen ajourien vertailu



Linja-auto  
1:500



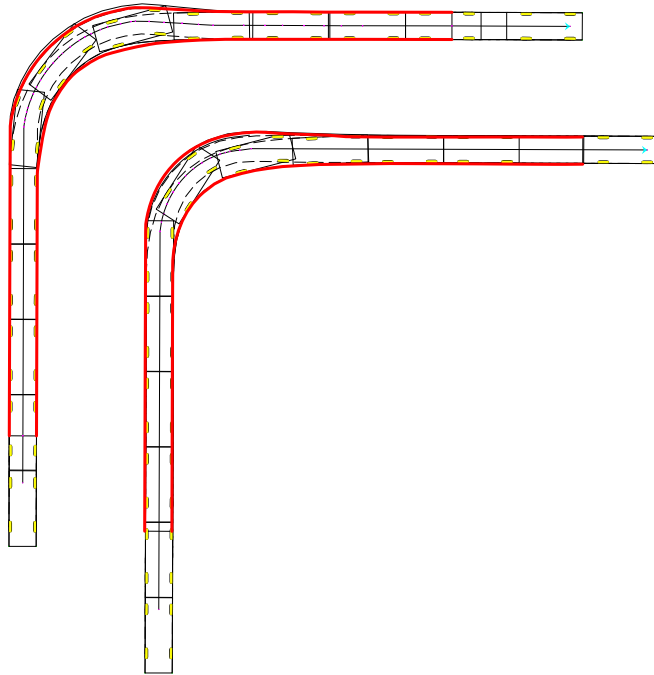
Liite 1: Paikallisliikenneliiton ja Tasoliittymät -ohjeen ajourien  
vertailu



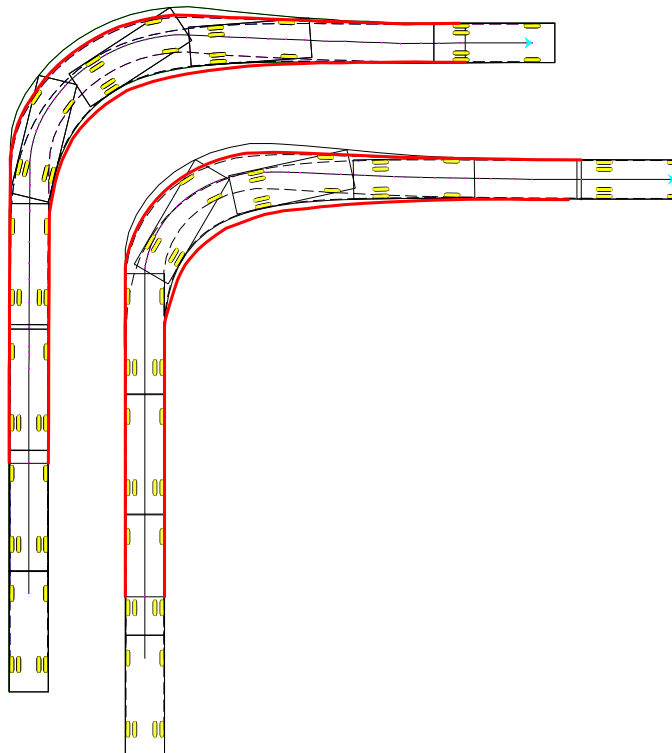
Telilinja-auto  
1:500

Liite 2: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 100 gon

- Henkilöauto
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

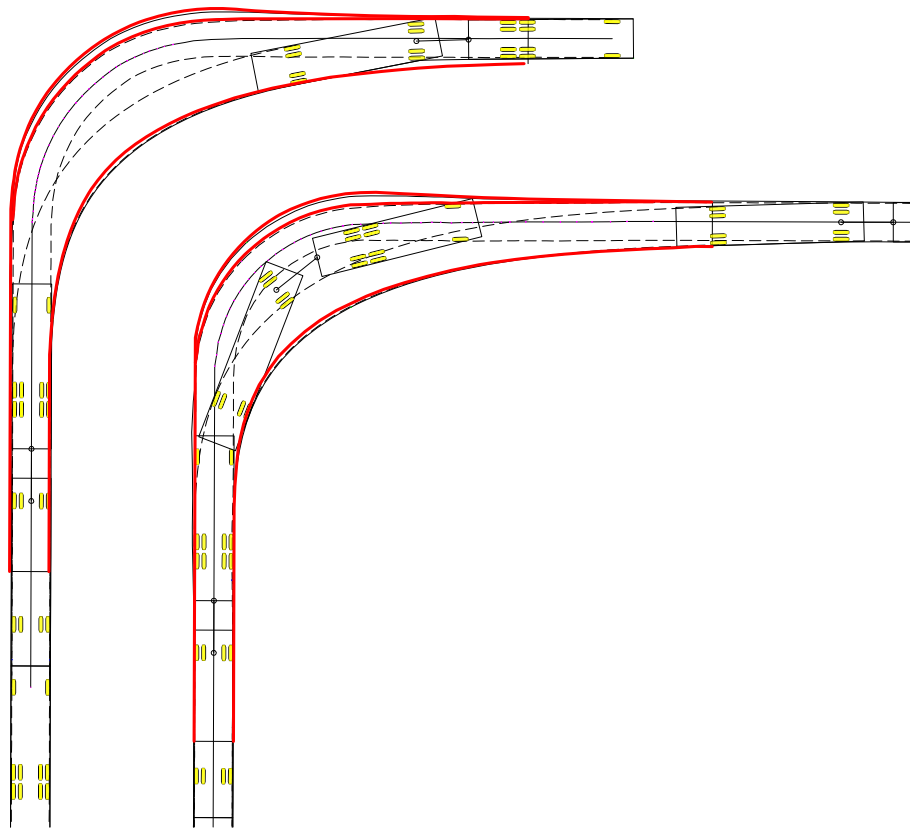


- Kuorma-auto
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

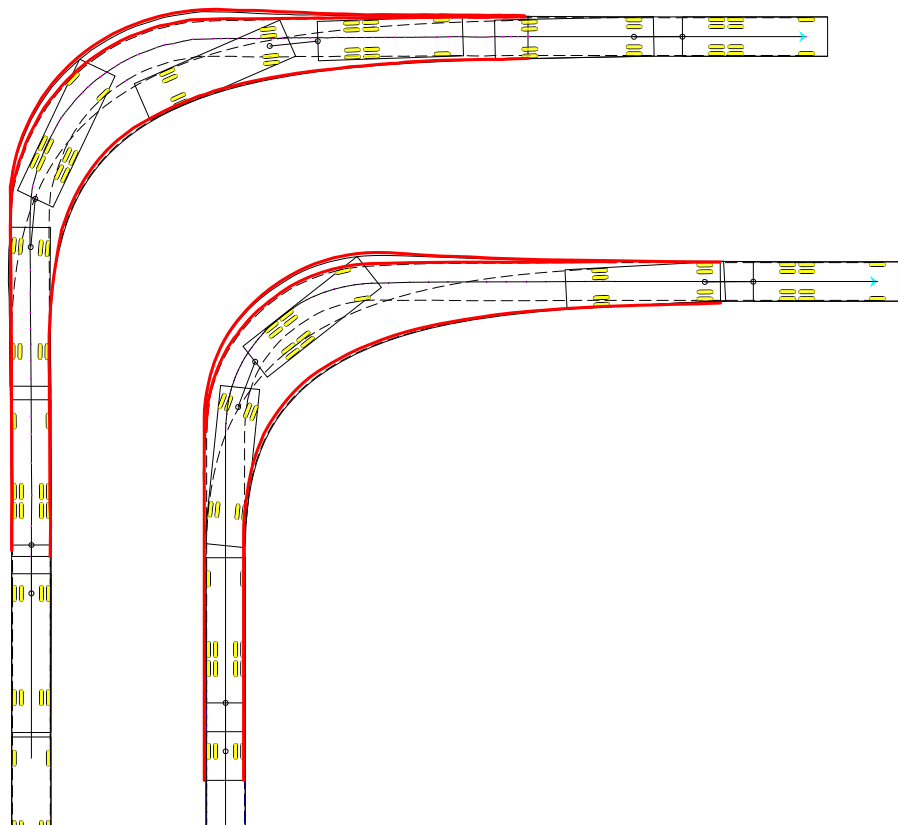


Liite 2: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 100 gon

- Moduulirekka
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

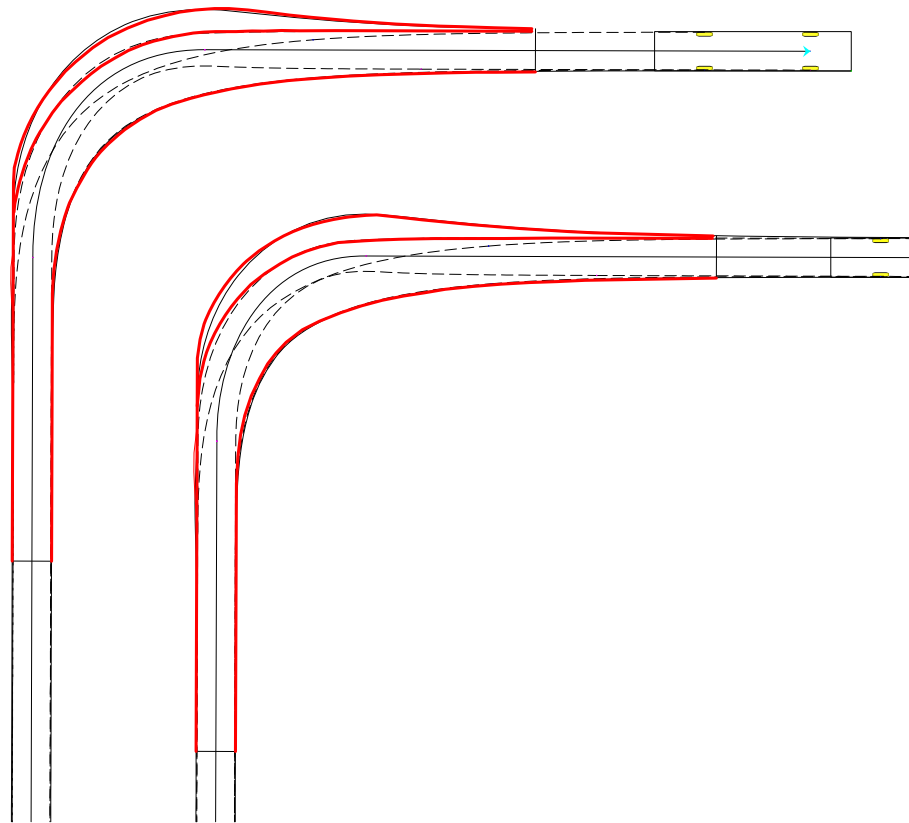


- Perävaunullinen kuorma-auto
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

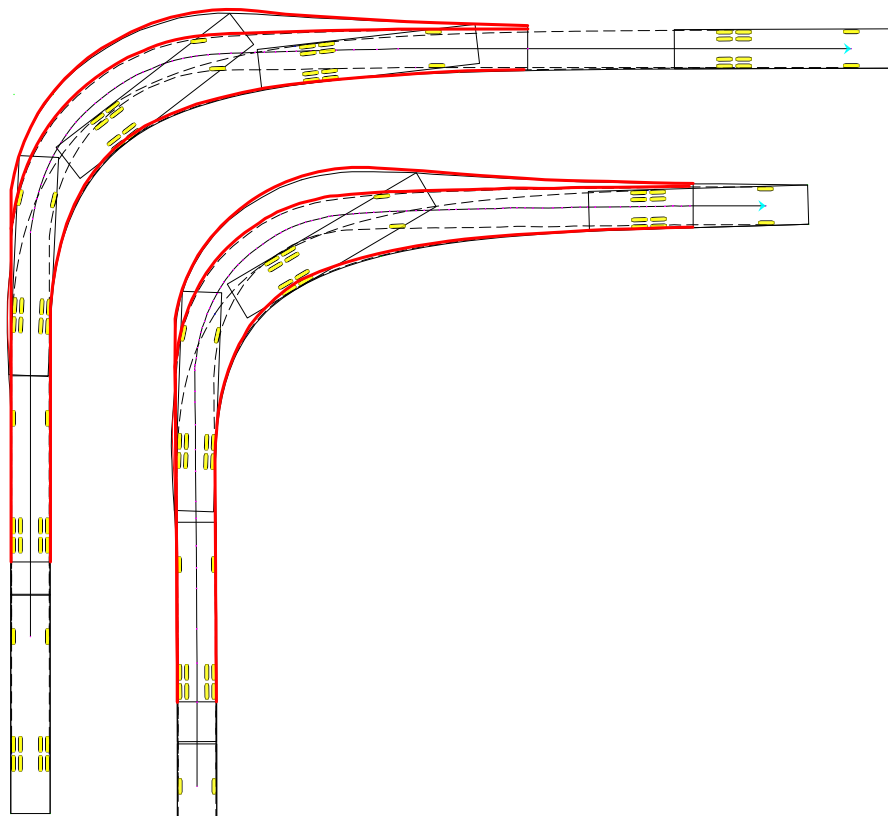


Liite 2: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 100 gon

- Linja-auto
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

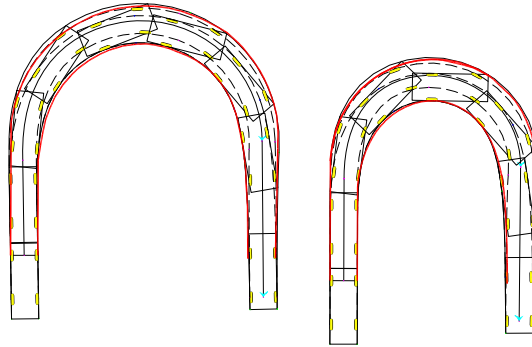


- Telilinja-auto
- Ajotavat A ja B
- 100 gon

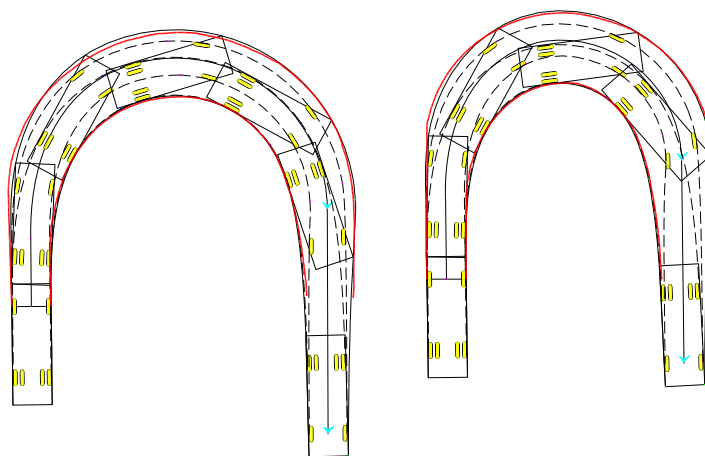


Liite 3: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 200 gon

- Henkilöauto
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

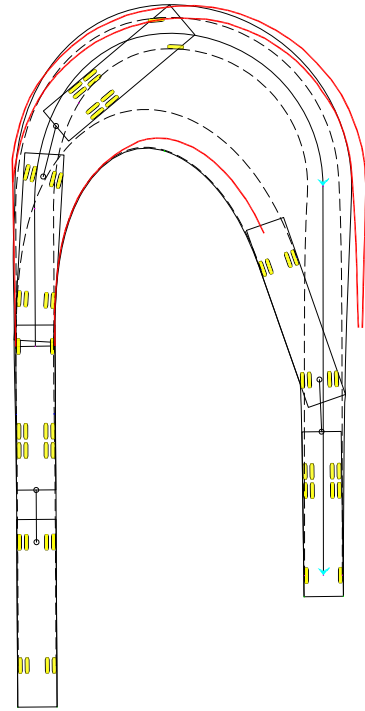
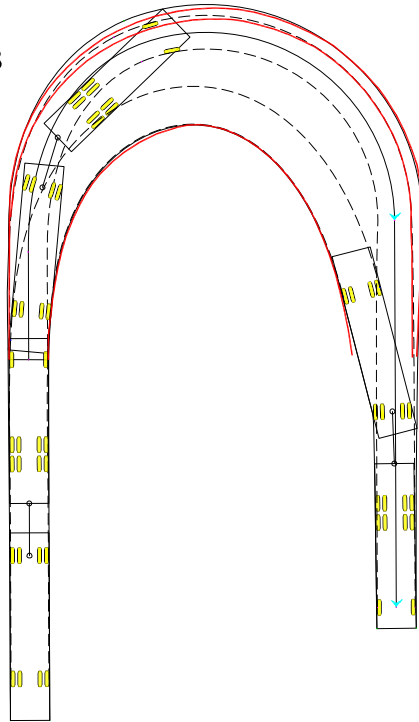


- Kuorma-auto
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

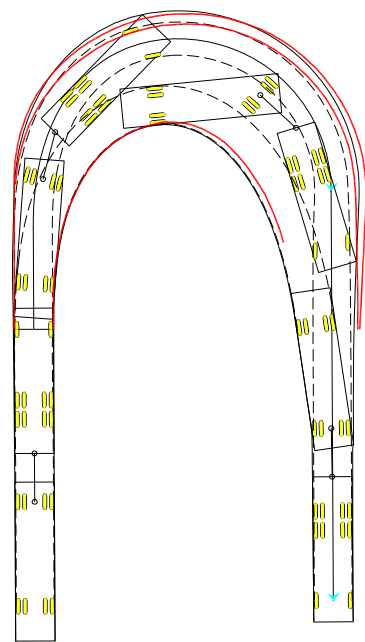
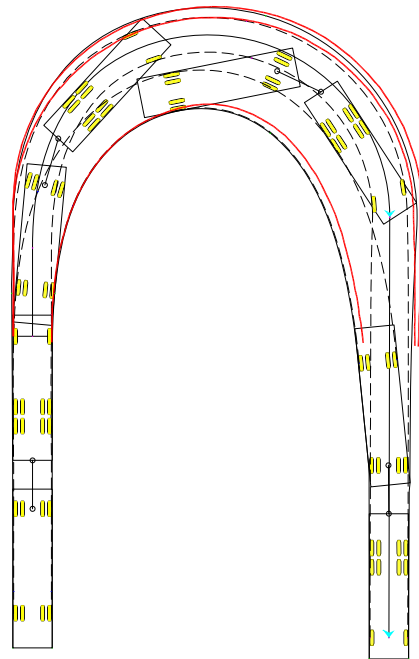


Liite 3: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 200 gon

- Moduulirekka
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

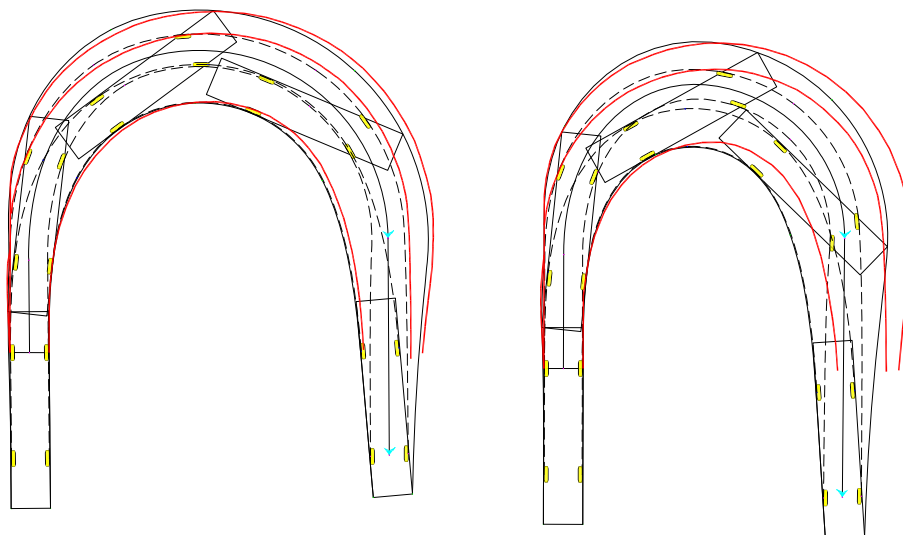


- Perävaunullinen kuorma-auto
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

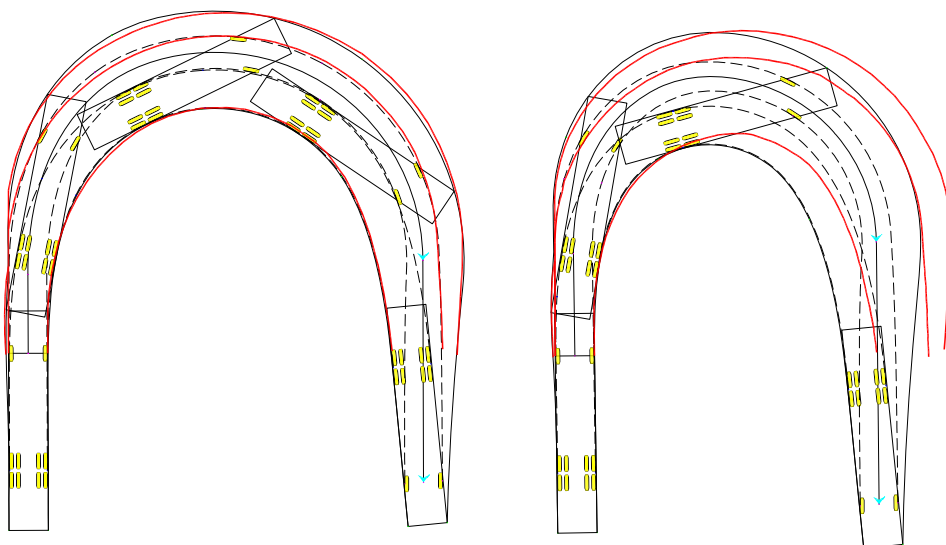


Liite 3: Kiinteiden ajourien ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien  
vertailu, 200 gon

- Linja-auto
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

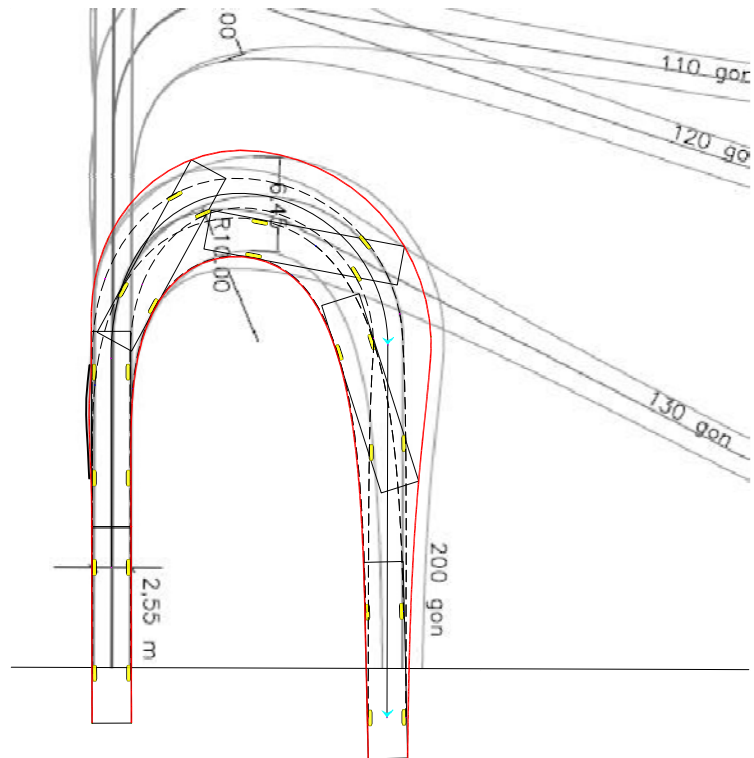


- Telilinja-auto
- Ajotavat A ja B
- 200 gon

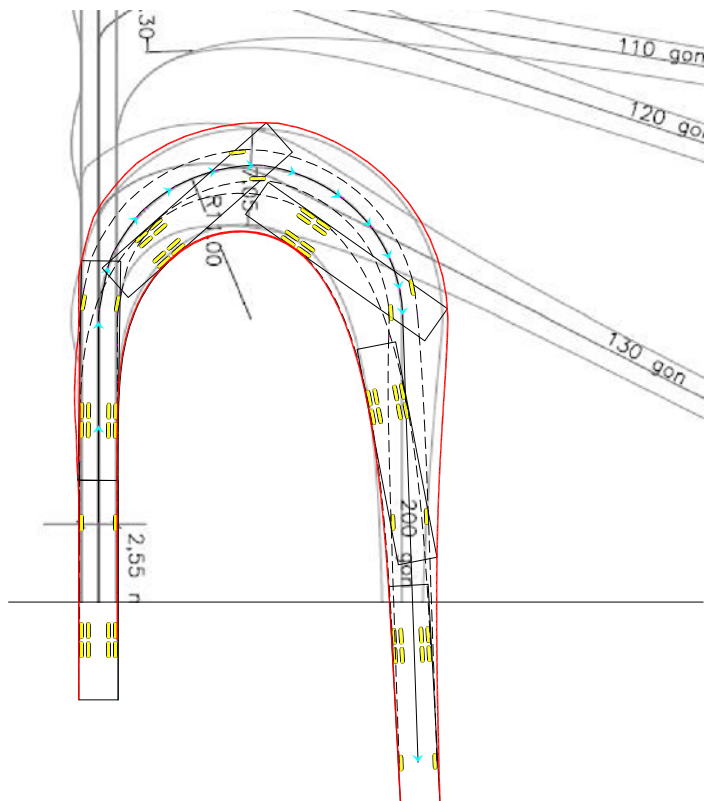


Liite 4: Paikallisliikenneliiton ja AutoTURN:lla tehtyjen ajourien vertailu, 200 gon

- Linja-auto
- Ajotapa B
- 200 gon



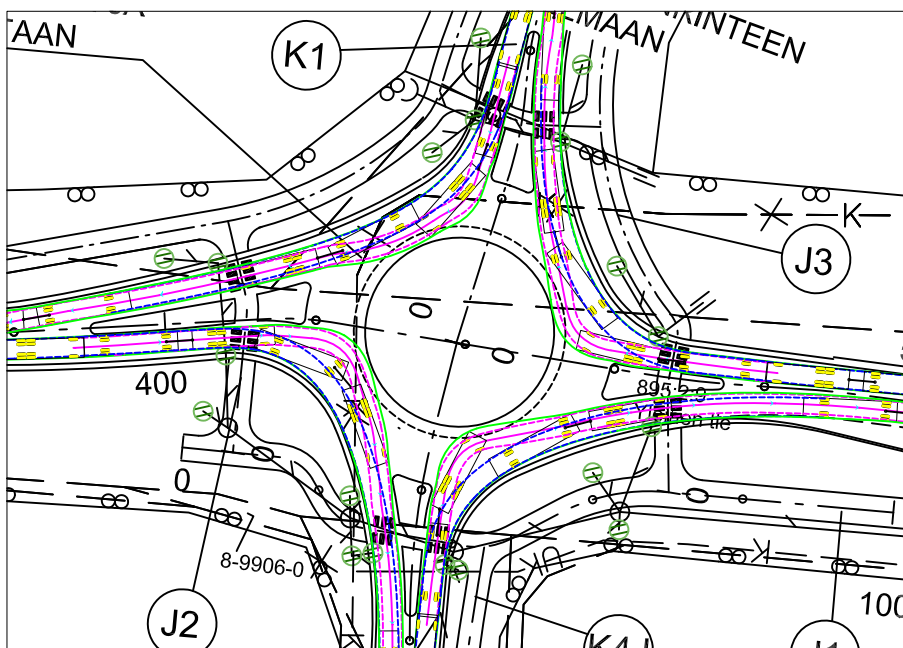
- Telilinja-auto
- Ajotapa B
- 200 gon



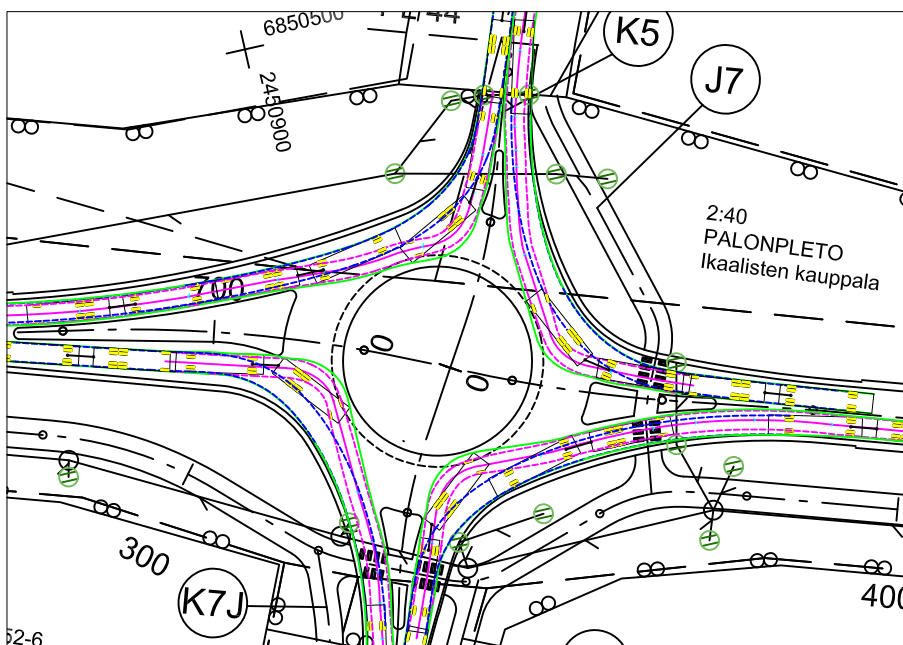


Liite 5: Ikaalisten sisääntulotie,  
100 gon

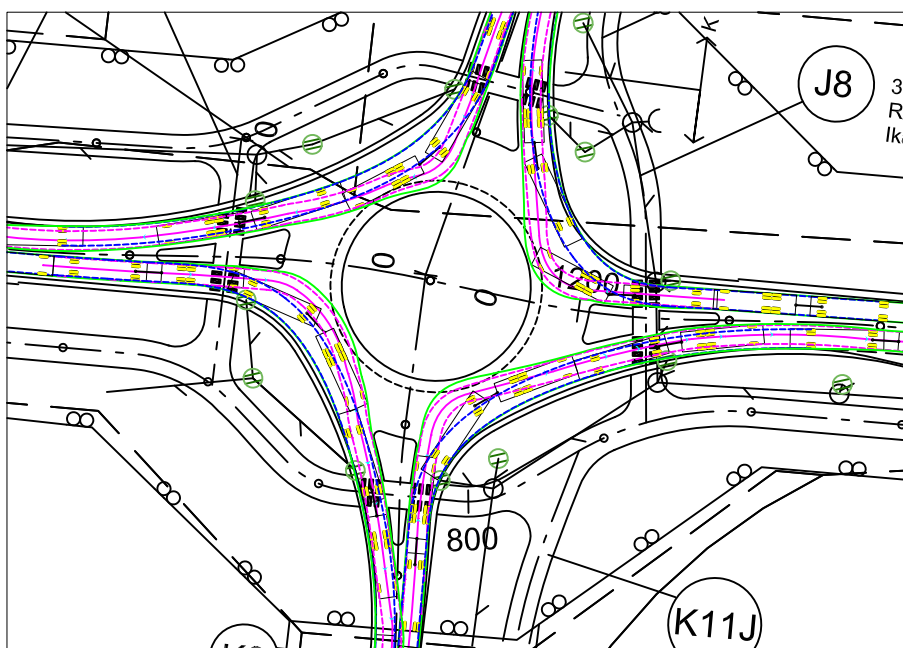
- Kiertoliittymä 1
- 100 gon



- Kiertoliittymä 2
- 100 gon

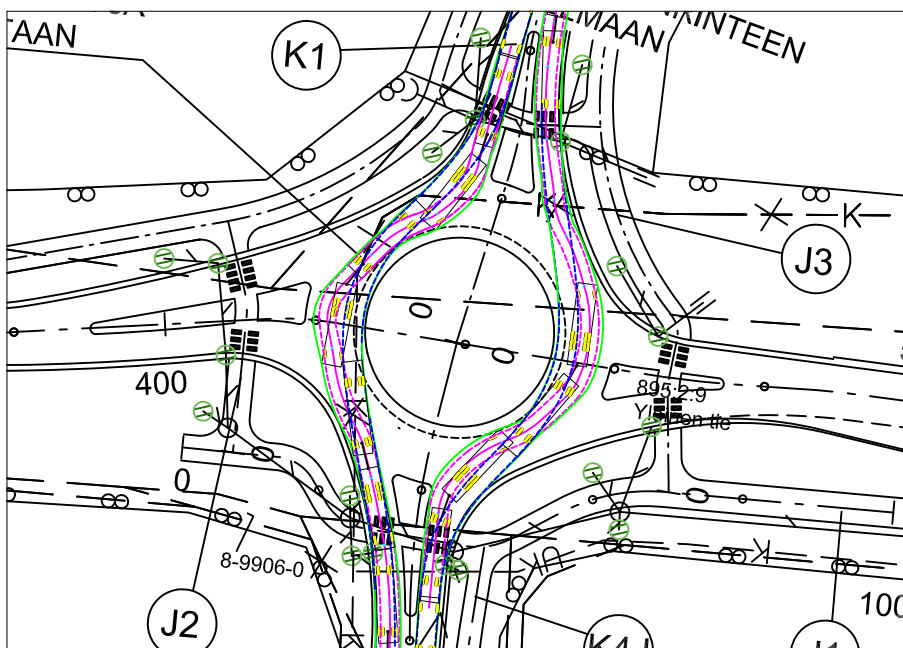


- Kiertoliittymä 3
- 100 gon

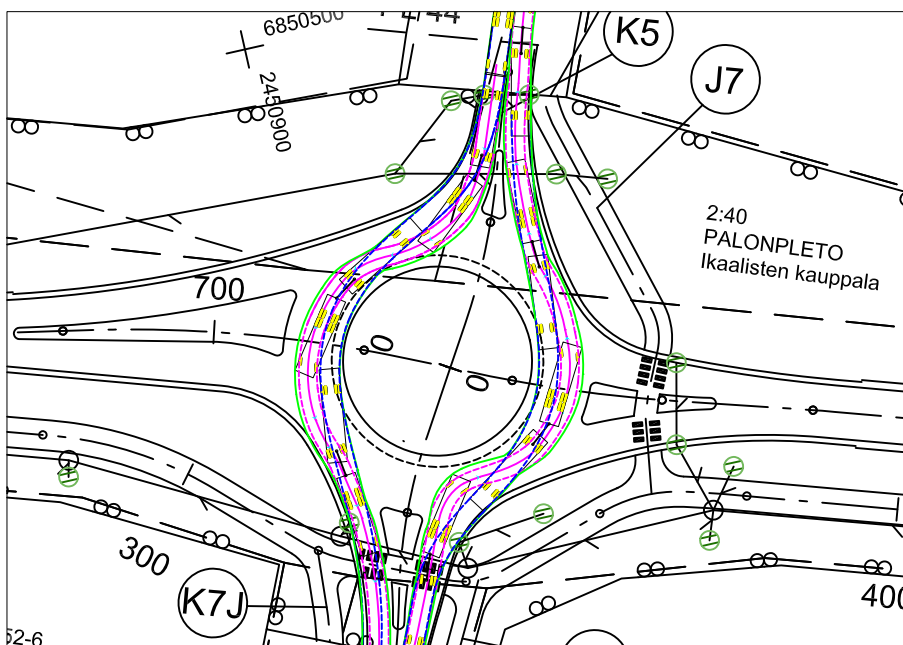


Liite 6: Ikaalisten sisääntulotie,  
suoraan

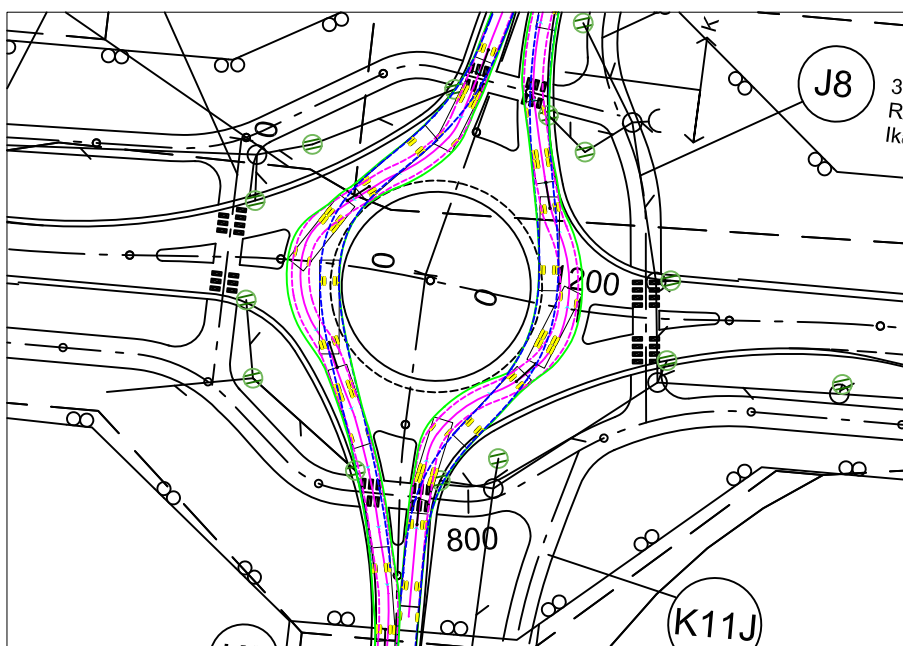
- Kiertoliittymä 1
- suoraan



- Kiertoliittymä 2
- suoraan

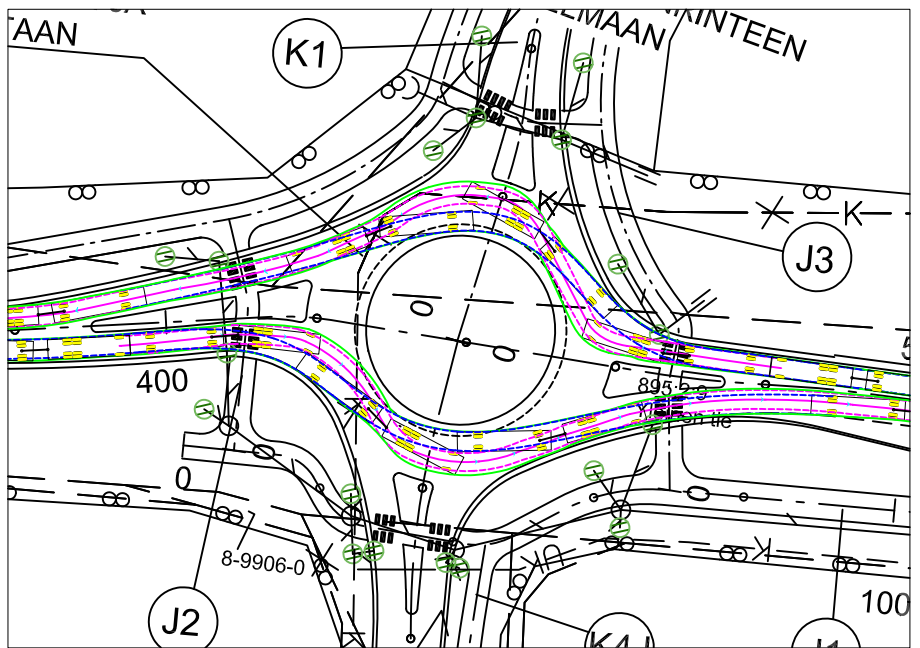


- Kiertoliittymä 3
- suoraan

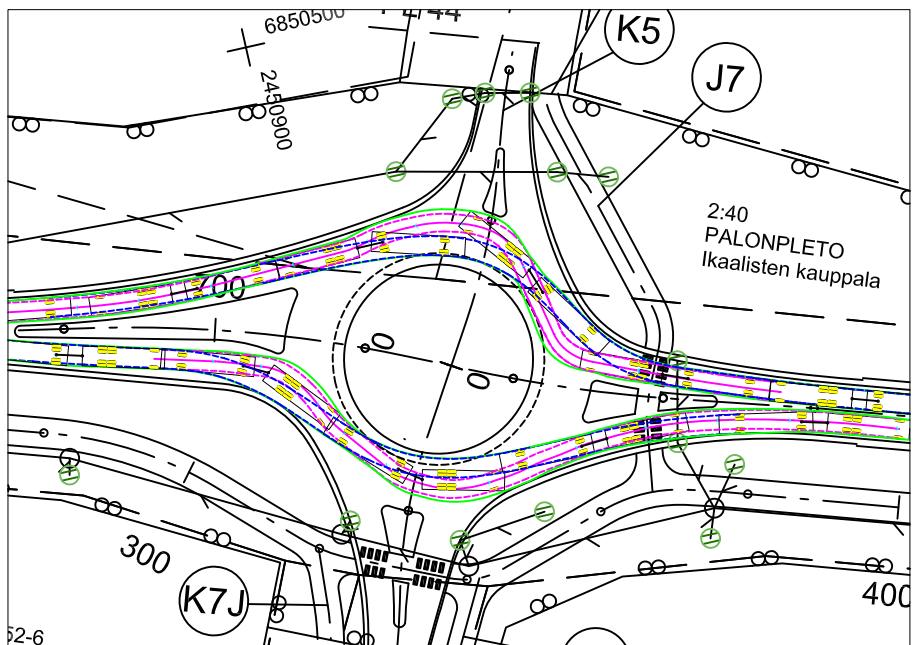


Liite 6: Ikaalisten sisääntulotie,  
suoraan

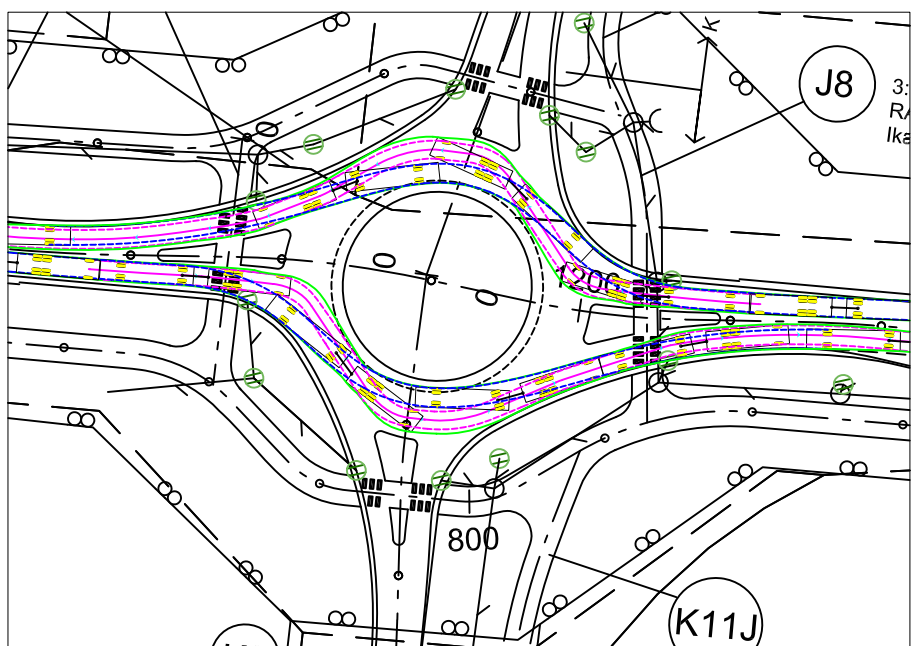
- Kiertoliittymä 1
- suoraan



- Kiertoliittymä 2
- suoraan

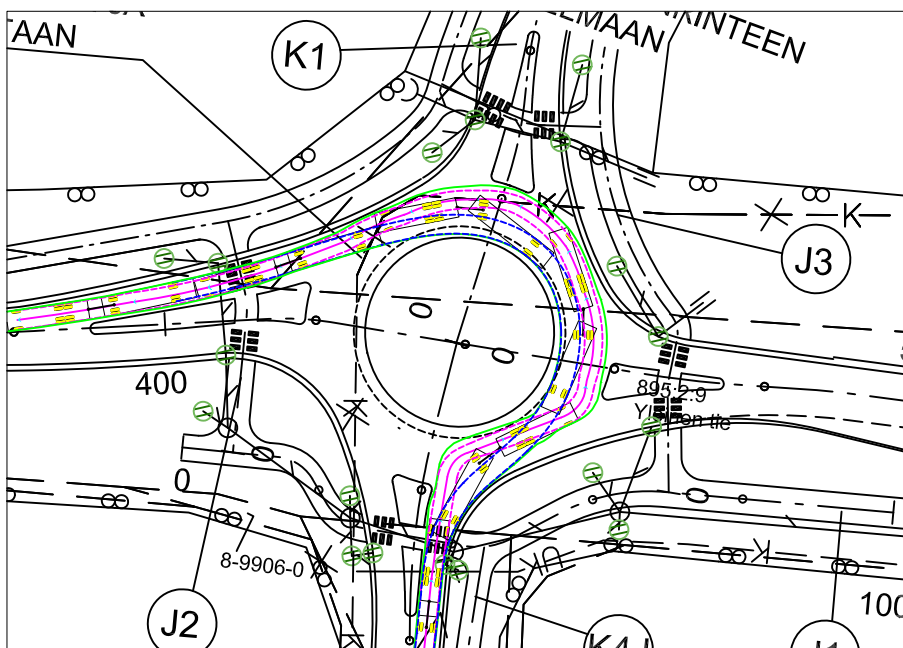


- Kiertoliittymä 3
- suoraan

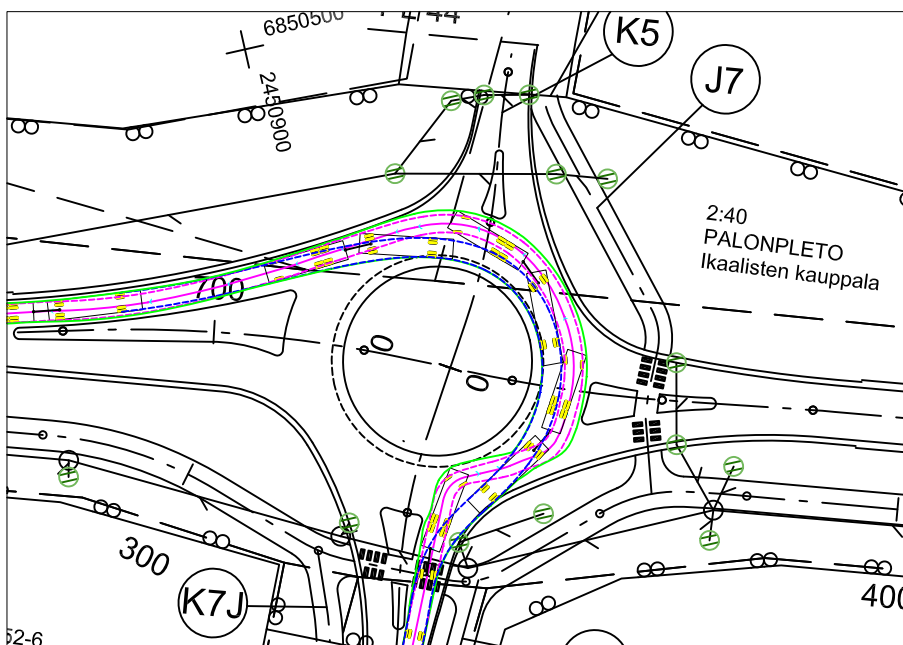


Liite 7: Ikaalisten sisääntulotie,  
300 gon

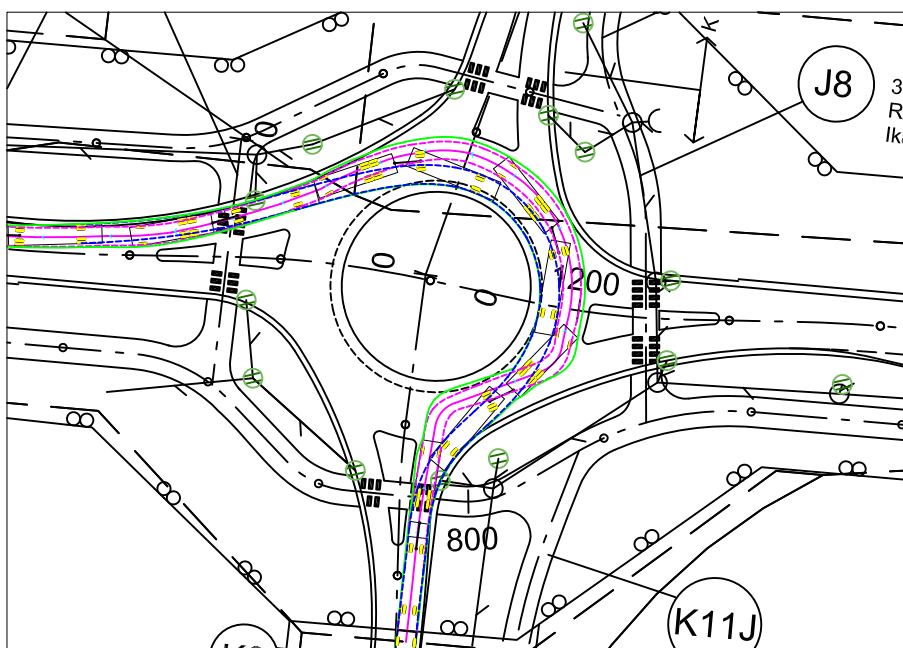
- Kiertoliittymä 1
- 300 gon



- Kiertoliittymä 2
- 300 gon

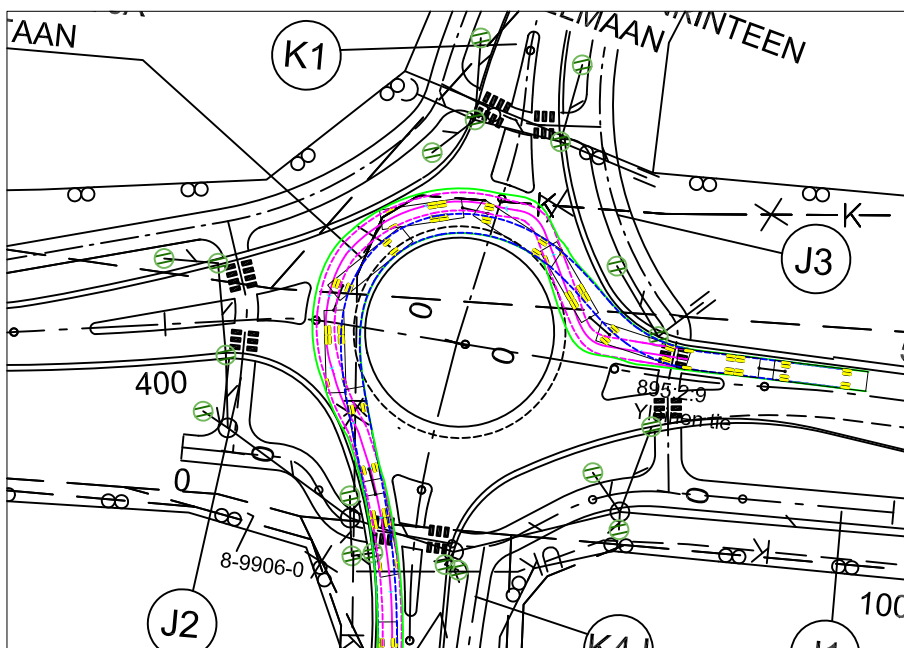


- Kiertoliittymä 3
- 300 gon

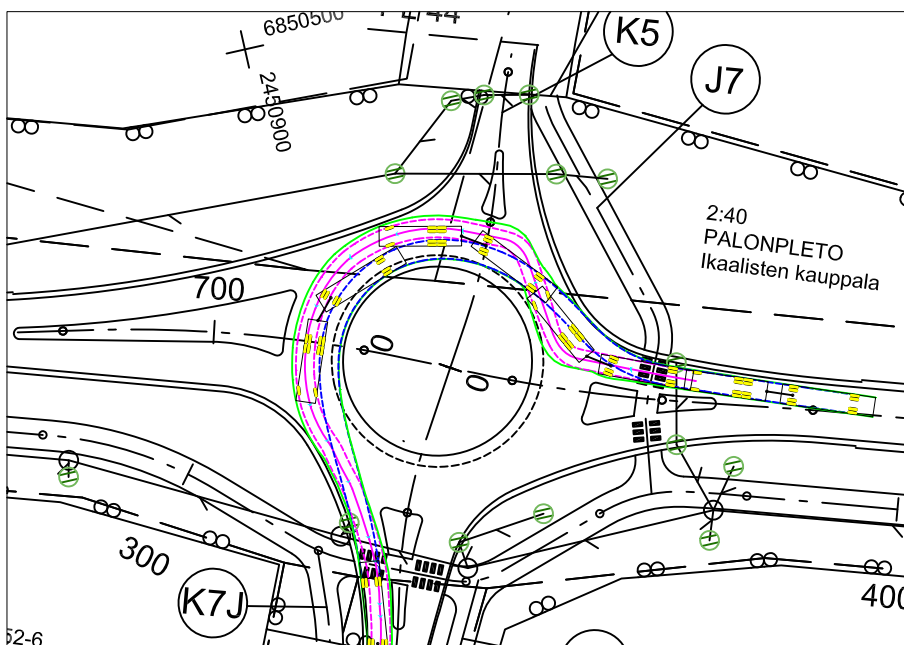


Liite 7: Ikaalisten sisääntulotie,  
300 gon

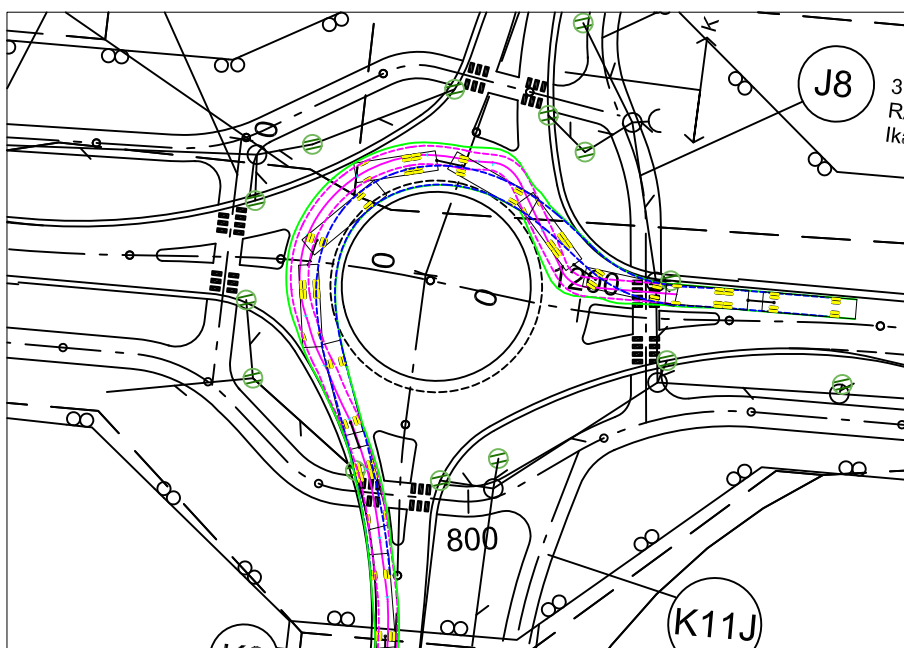
- Kiertoliittymä 1
- 300 gon



- Kiertoliittymä 2
- 300 gon

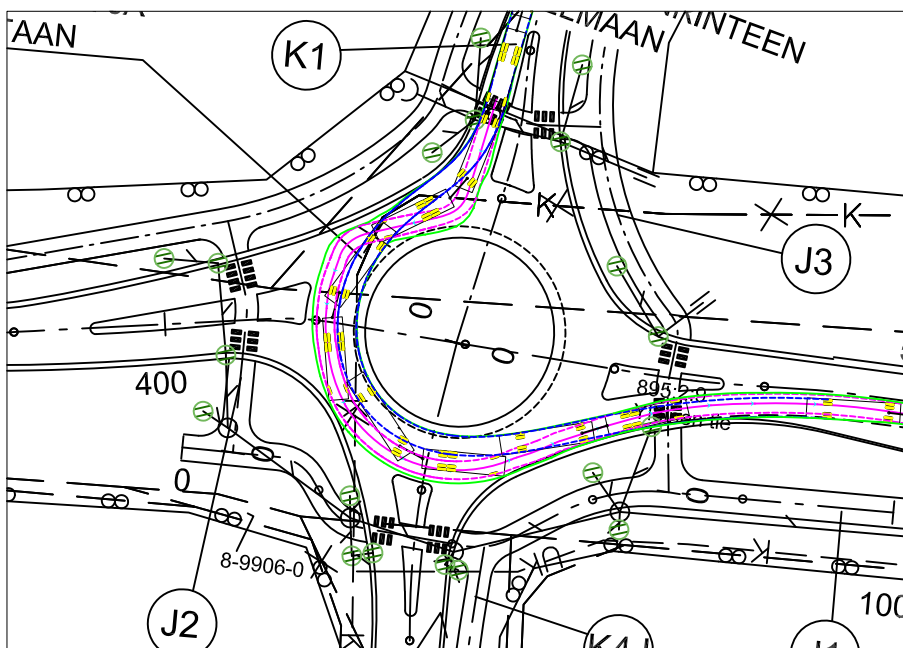


- Kiertoliittymä 3
- 300 gon

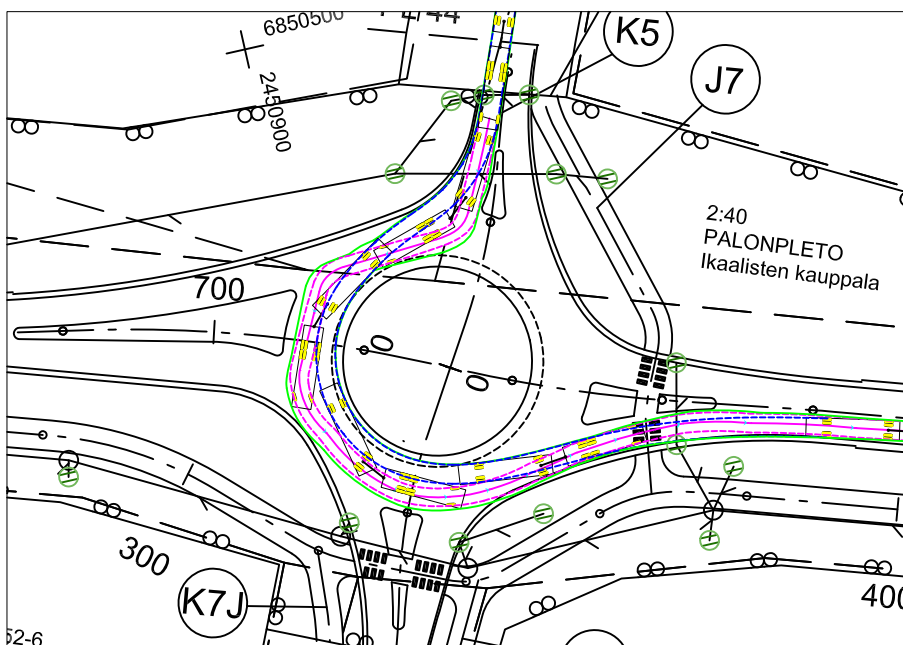


Liite 7: Ikaalisten sisääntulotie,  
300 gon

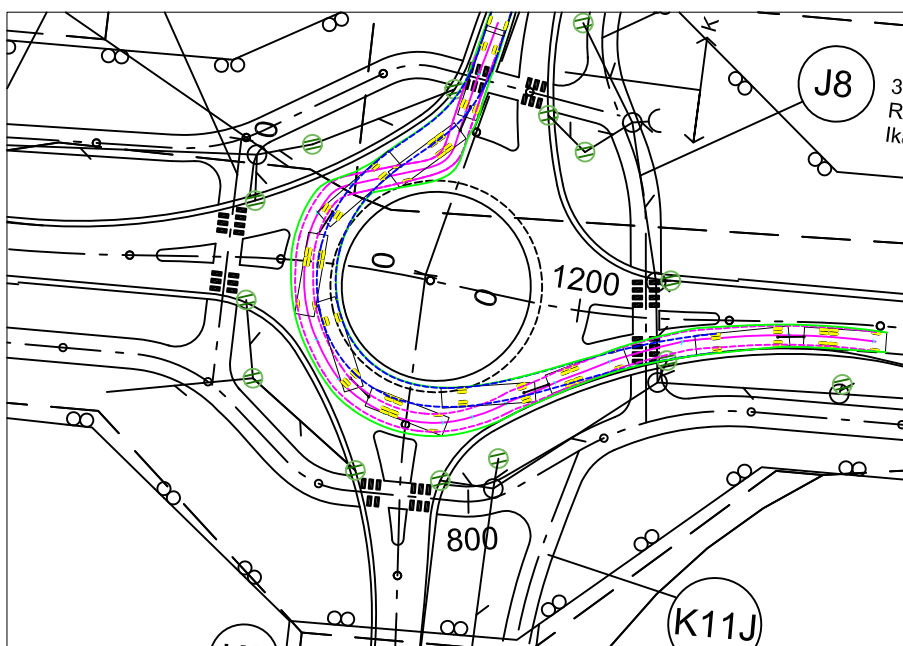
- Kiertoliittymä 1
- 300 gon



- Kiertoliittymä 2
- 300 gon

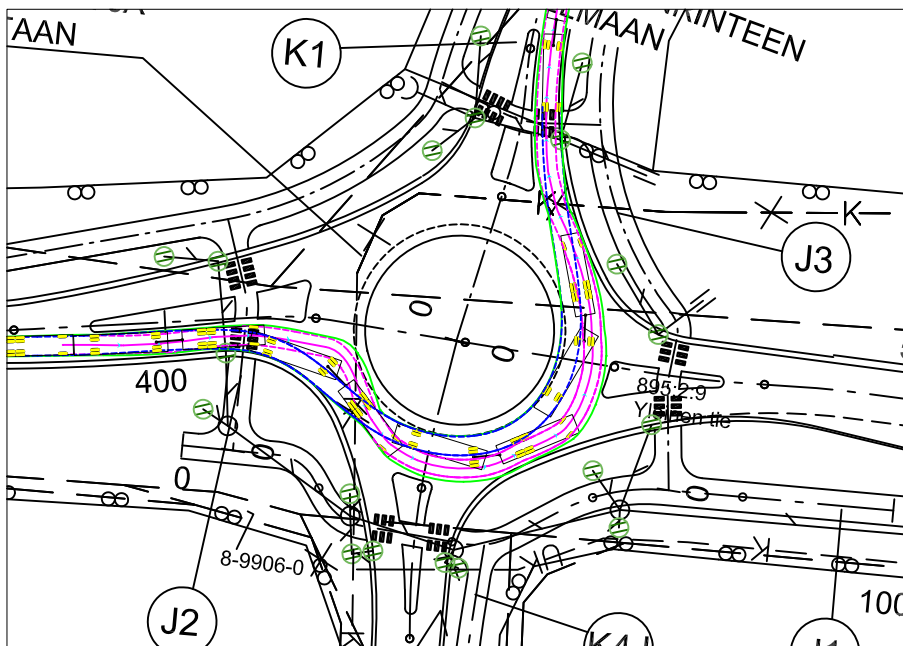


- Kiertoliittymä 3
- 300 gon

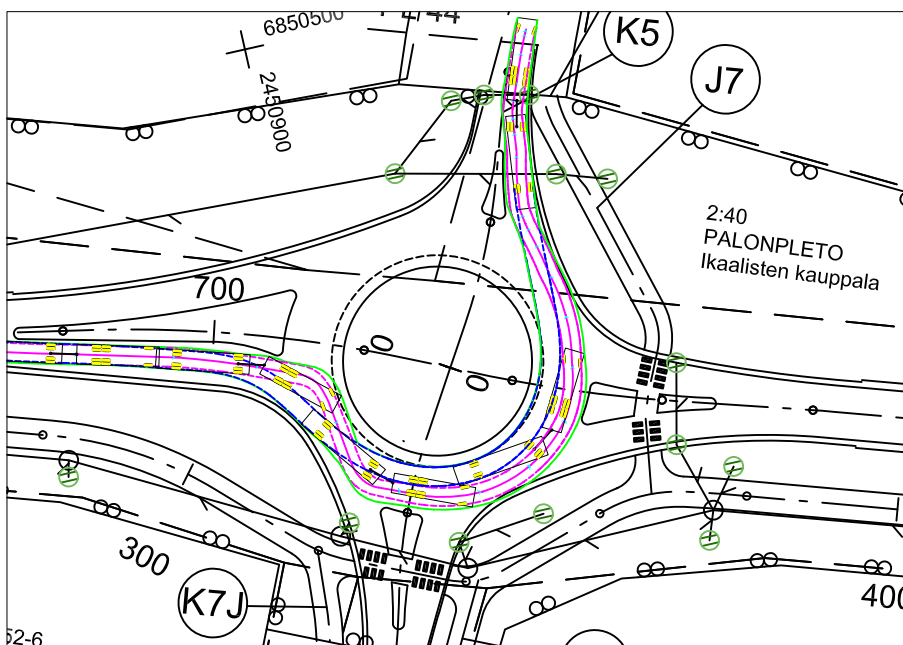


Liite 7: Ikaalisten sisääntulotie,  
300 gon

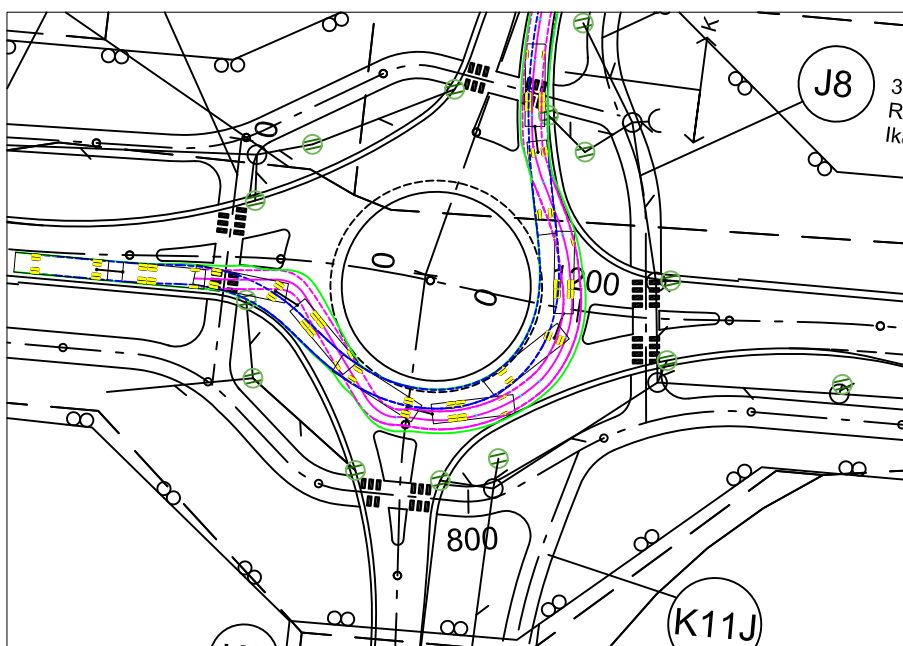
- Kiertoliittymä 1
- 300 gon



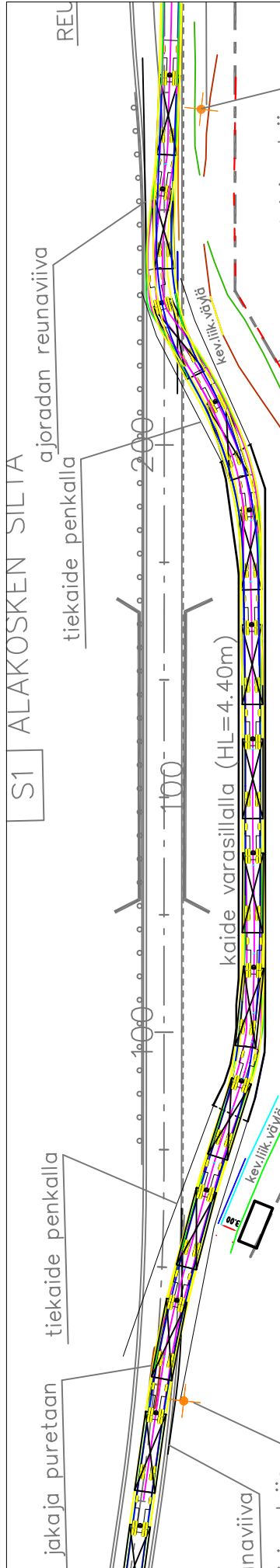
- Kiertoliittymä 2
- 300 gon



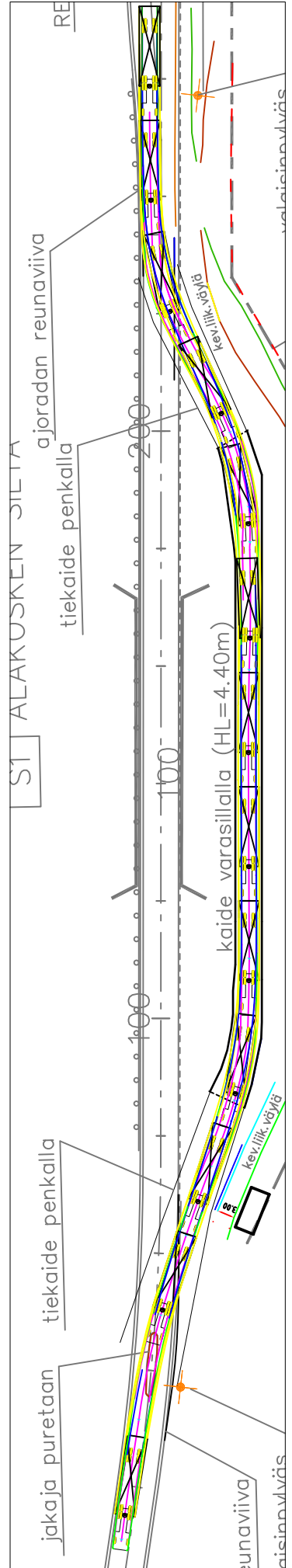
- Kiertoliittymä 3
- 300 gon



- Ajosuunta vasemmalta oikealle



- Ajosuunta oikealta vasemmalle

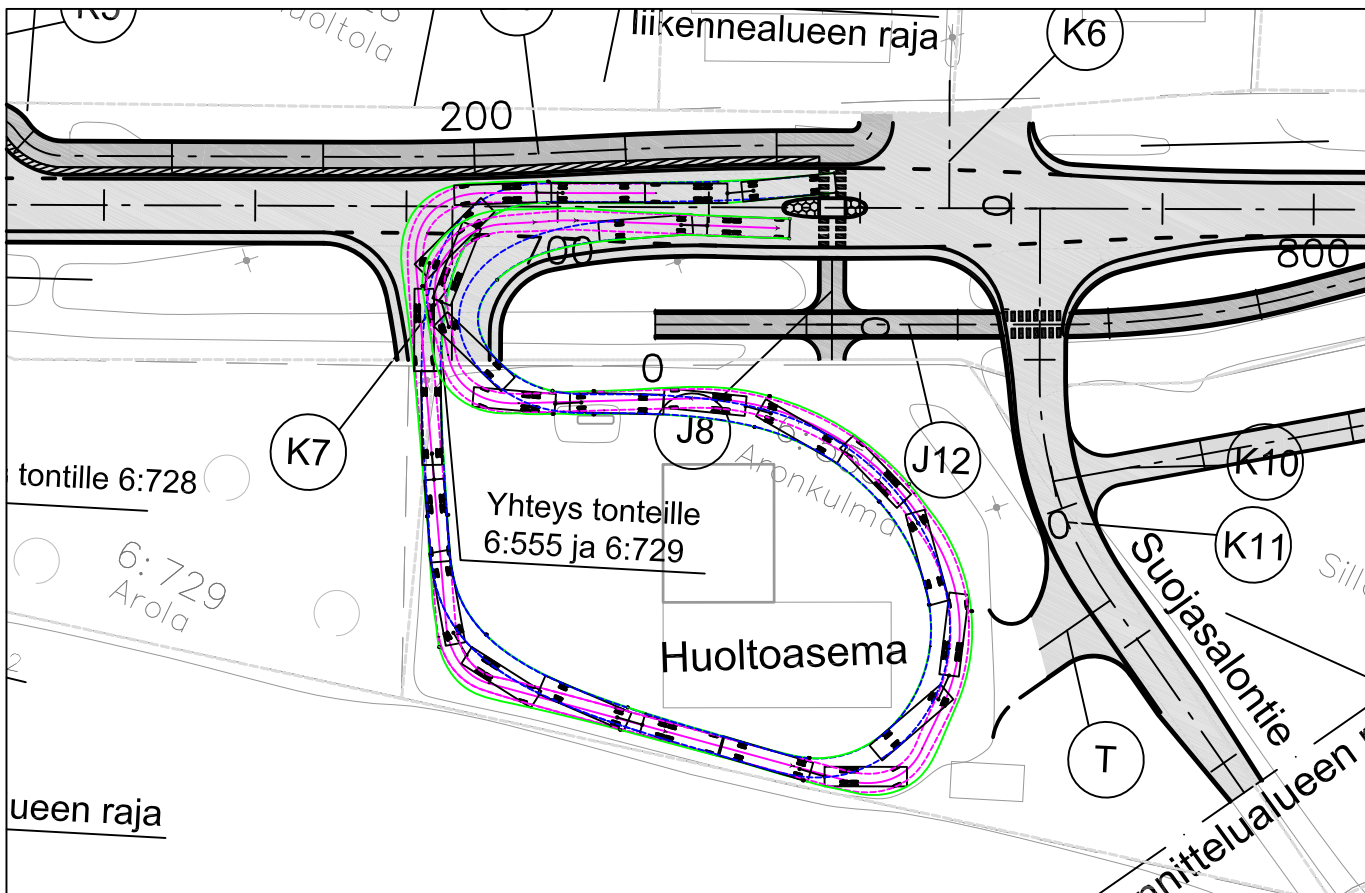




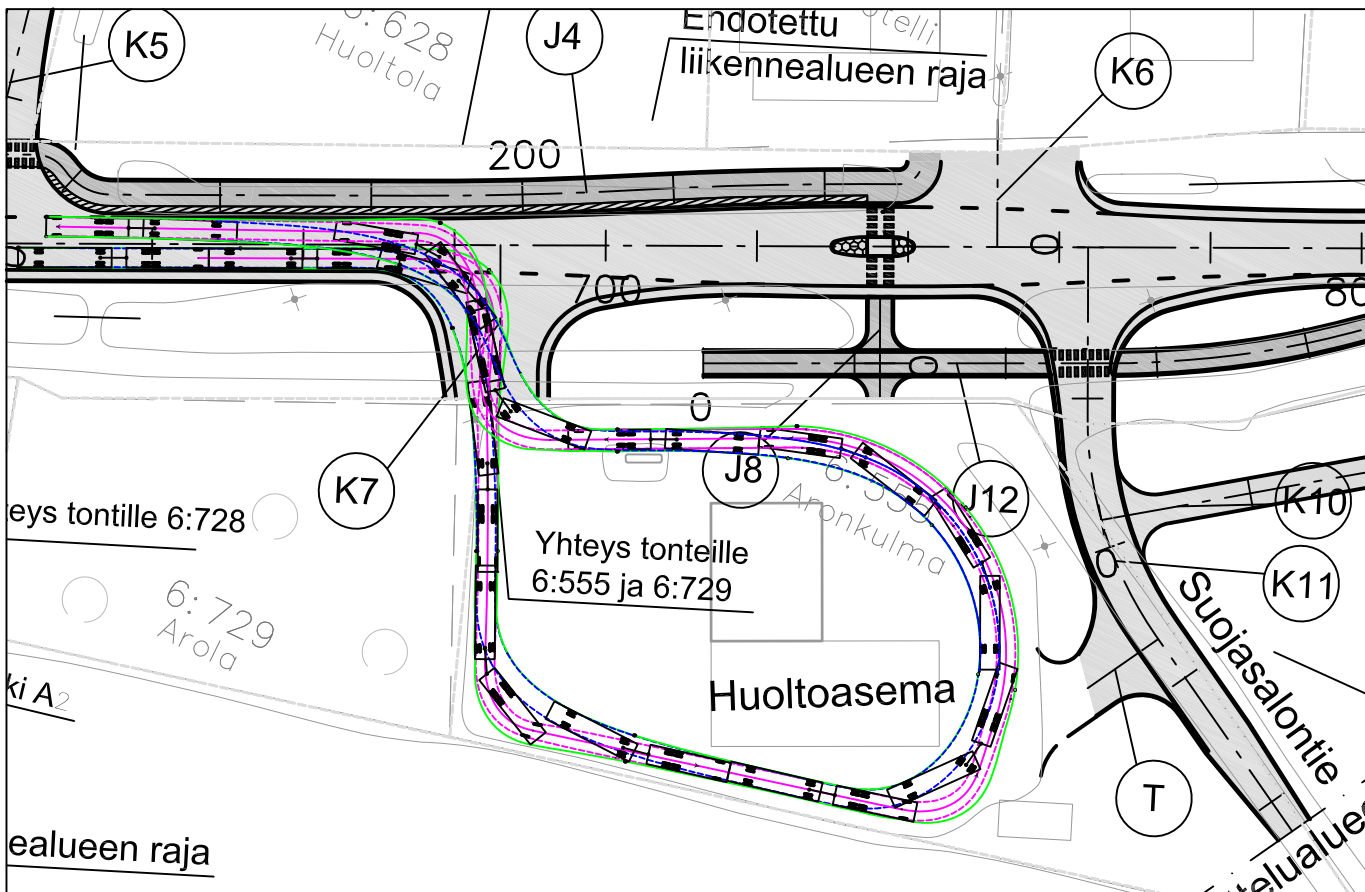
Liite 9: Huoltoasema, Aronkylä

- Itä-itä suunta

1:1000



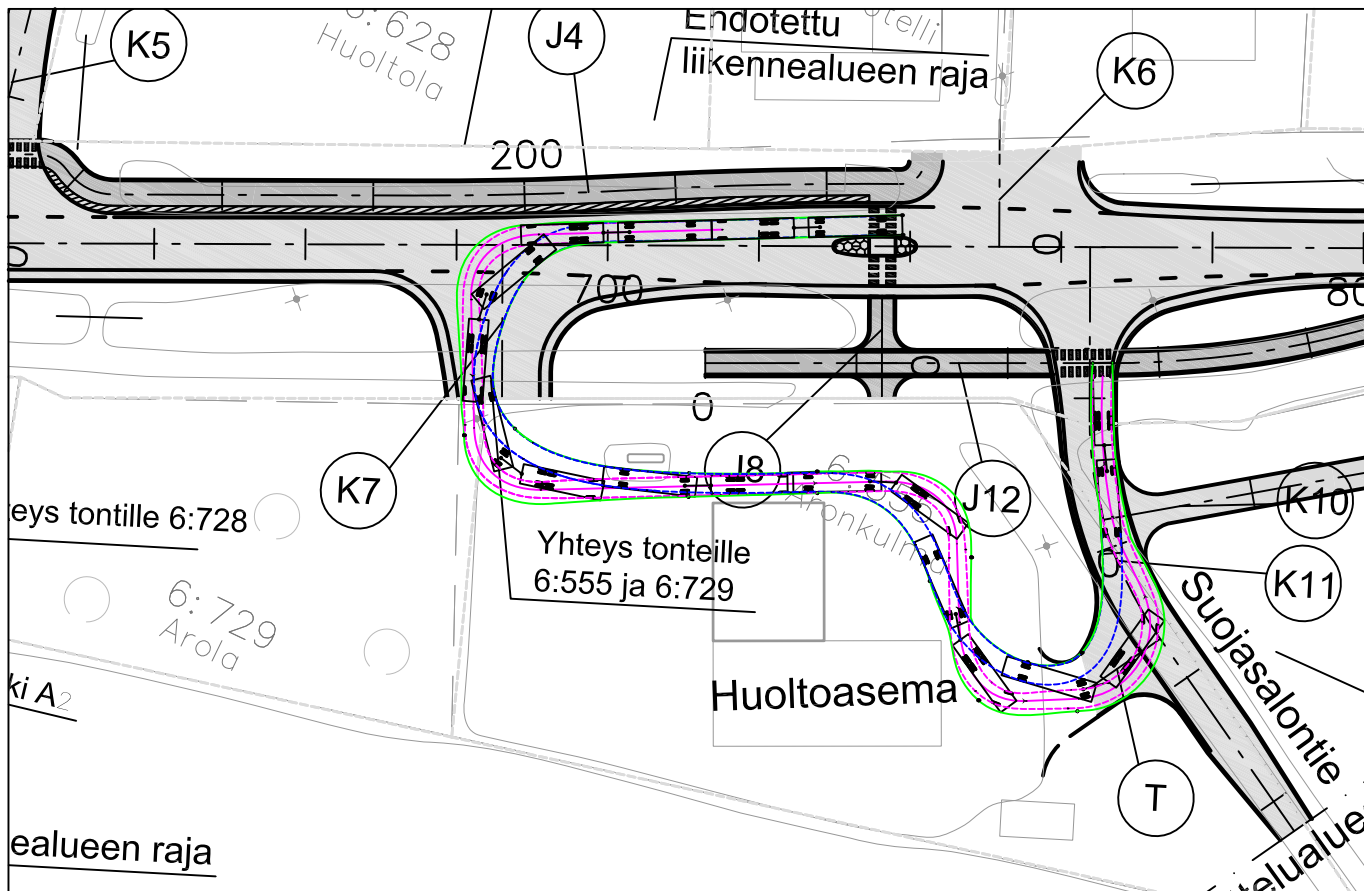
- Länsi-länsi suunta



Liite 9: Huoltoasema, Aronkylä

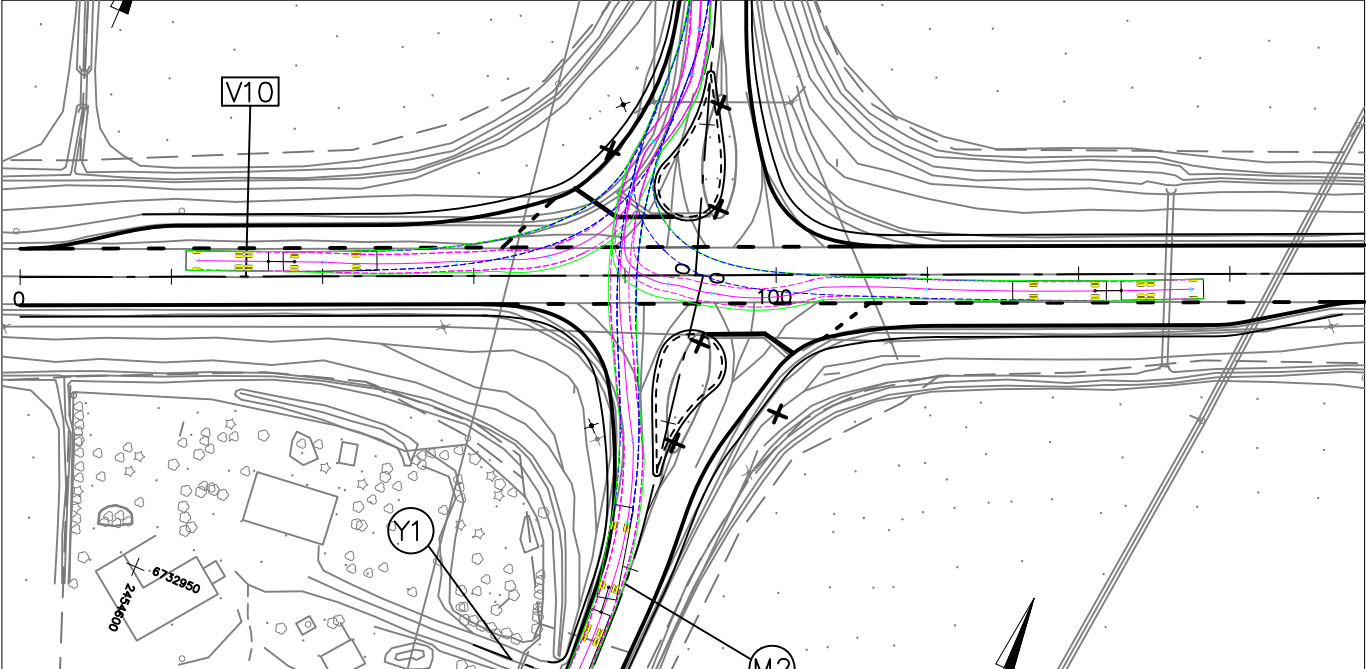
- Itä-taka suunta

1:1000



Liite 10: Sorvaston liittymä

- Liittymään saavutaan luoteesta



- Liittymään saavutaan etelästä

