

RASKAAN LIIKENTEN MITTAUUDISTUKSEN VAIKUTUKSET TASOLIITTYMIEN SUUNNITTELUOHJEEN NÄKÖKULMASTA

Mitoitusajoneuvojen ajantasaisuus



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, liikenneala

Syksy, 2019

Deniss Nazarov

Liikenneala
Riihimäki

Tekijä	Deniss Nazarov	Vuosi 2019
Työn nimi	Raskaan liikenteen mittauudistuksen vaikutukset tasoliittymien suunnitteluohjeen näkökulmasta	
Työn ohjaaja/t	Janne Rautio (Hämeen ammattikorkeakoulu) Ari Sirkiä (Ramboll Finland Oy)	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aihe liittyi voimassa olevaan tasoliittymien suunnitteluohjeeseen ja siinä esitettiin mitoitusajoneuvoihin. Mitoitusajoneuvoja käytetään esim. mitoitusperusteena tasoliittymien suunnittelussa ja liikennealueiden mitoituksessa. Tutkimuksen aihe on ajankohdainen tammikuussa 2019 voimaan astuneen mittauudistuksen myötä, joka sallii enimmäispituudeltaan 34,5 metriä olevien ajoneuvoyhdistelmien vapaan liikennöinnin Suomessa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Väylävirasto, joka on päivittämässä tasoliittymien suunnitteluohjetta. Tutkimuksessa selvitettiin nykyisen tasoliittymien suunnitteluohjeen julkaisun jälkeisten lainsäädäntömuutosten päivytystarpeita käytettyihin mitoitusajoneuvoihin.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia kattavalla kirjallisuuskatsauksella aiheen ympäriltä olevista selvityksistä ja tutkimuksista. Lisäksi tiedonkeruuta täydennettiin haastattelututkimuksella, johon osallistui aiheen parissa työskenteleviä asiantuntijoita ja työn seurantaryhmä Ramboll Finland Oy:stä. Tutkimuksessa tarkasteltiin ajoneuvoluokkia sekä mitoitusajoneuvo ja -yhdistelmiä ennen mittauudistusta ja sen jälkeen.

Tutkimuksen tulosten myötä luotiin ehdotukset mitoitusajoneuvoista ja -ajoneuvoyhdistelmistä, joista luotiin rakenteelliset mitoituskuvat. Ehdotettujen ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien tilatarpeita käännöksissä verrattiin eri ajoneuvojen välillä ja selvitettiin tilatarpeiden eroavaisuudet (niiden välillä). Tarkasteluissa huomattiin, että tasoliittymien suunnitteluohje on mitoitusajoneuvojen osalta osittain vanhentunut tai puutteellinen.

Avainsanat Asetusmuutos, HCT, liikenneinfrastruktuuri, mitoitusajoneuvo, mittauudistus, suunnitteluohje, tasoliittymät

Sivut 83 sivua, joista liitteitä 19 sivua

Traffic and Transport Management

Riihimäki

Author	Deniss Nazarov	Year 2019
Subject	Heavy transport dimension reform's effects on junction design guidelines	
Supervisors	Janne Rautio (Häme University of Applied Sciences) Ari Sirkiä (Ramboll Finland Oy)	

ABSTRACT

The topic of the thesis is related to the current junction design guidelines and the design vehicles used in them. Design vehicles, for example are the basis for sizing and planning of junctions and traffic areas. The subject of the study is quite present due to the measurement reform that came into effect in January 2019, which will allow the free operation of up to 34.5 meters long articulated vehicles in Finland. The thesis is commissioned by the Finnish Transport Infrastructure Agency, which updates the design guidelines for level junctions. The study identifies the current need for regulatory changes in post-release design guidance for used dimensioning vehicles.

The research questions of the thesis are answered by a comprehensive literature review of the studies and research within the topic. In addition, the data collection was supplemented by an interview study with experts working on the topic and a supervisory group from Ramboll Finland Oy. The study looks at vehicle categories and dimensioning vehicles and their combinations before and after the measurement reform of January 2019.

As the result of the study, proposals for dimensioning vehicles and vehicle combinations were created, and structural dimensioning images were created. The space requirements of the proposed vehicles and vehicle combinations in turns were compared between different vehicles and the differences in the requirements were clarified. It was observed that the current junction design guideline is regarding the design vehicles partially obsolete or incomplete in its current state.

Keywords Dimension reform, design vehicle, high capacity transport, junction design guidelines, regulation amendment, transport infrastructure

Pages 83 pages including appendices 19 pages

ALKUSANAT

Intensiivisen syksyn jälkeen, on aika joulun alla saattaa tämä tutkimus loppuun. Opinnäytetyön prosessi oli mielestäni erittäin kehittävä, haastava ja monipuolinen. Tutkimuksen ansiosta osaamiseni on kehittynyt ja odotankin työelämän haasteita, jotka mahdollisesti sivuavat tämän tutkimuksen aihepiiriä. Kuten sanonta kuuluu, jonkin loppu on jonkin uuden alku.

Olen erittäin kiitollinen Rambollin seurantaryhmän ohjaajilleni Ari Sirkiälle ja Ville Keskisaarelle, joiden asiallinen ohjaus ja kannustus tutkimuksen aikana helpotti tutkimuksen tulosten syntymistä. Tilaajan puolelta kiitän Jorma Saarelaista hänen panoksesta työn laadunvarmistukseen. Kiitän lämpimästi myös haastattelututkimukseen osallistuneita asiantuntijoita ja heidän erinomaisesta panoksesta sekä vuorovaikutuksesta, näin tyypillisesti kiireisen syksyn aikana. Lisäksi haluan kiittää HAMKin puolelta ohjaajaani Janne Rautiota. Lopuksi kiitän perhettäni, kollegoitani ja kavereitani heidän antamasta hyvästä tuesta ja sympatiasta.

Deniss Nazarov

Joulukuussa 2019

Espoo

SISÄLLYS

KÄSITTEET

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus.....	2
1.2	Työn toimeksiantaja	2
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3	AJONEUVOLUOKAT	7
3.1	Ajoneuvoluokat	7
3.2	Perävaunut	7
3.3	Yhdistelmätyypit ennen mittauudistusta.....	10
3.4	Ajoneuvokannan kehitys	12
4	ASETUSMUUTOS	14
4.1	HCT-poikkeusluvut.....	14
4.2	Mittojen muutos	15
4.3	Mittauudistuksen sallimat yhdistelmätyypit.....	15
4.4	Mittauudistuksen hyödyt	17
4.5	Mittauudistuksen haasteet	17
4.6	Kääntyvyysäännöt, siltasääntö ja muutos	20
4.7	Ajoneuvoyhdistelmien tekniset vaatimukset.....	24
5	TASOLIITTYMIEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS JA MENETTELYT	25
5.1	Aikaisemmat tasoliittymien suunnitteluohjeet	25
5.2	Nykyinen tasoliittymien suunnitteluohje.....	27
5.3	Ajotavat	28
5.4	Liikkumisvarat.....	29
5.5	Mitoittavat liikennetilanteet	30
5.6	Ajouratarkastelun kehitys	31
5.6.1	Manuaalinen ajouratarkastelu	31
5.6.2	Tietokoneavusteinen ajouratarkastelu	33
5.7	Mitoitusajoneuvot.....	34
5.7.1	Nykyisten ohjeiden mitoitusajoneuvot	34
5.7.2	Mitoitusajoneuvojen havaitut päivitystarpeet ennen mittauudistusta	35
5.7.3	Mitoitusajoneuvojen muut päivitystarpeet	36
6	HAASTATTELUTUTKIMUS	38
6.1	Traficom	38
6.2	Espoon kaupunki	38
6.3	Vantaan kaupunki	40
6.4	Ramboll.....	41
7	YLEISET KÄYTETTÄVÄT AJONEUVOTYYPIT	43

8	UUDISTETUT MITOITUSAJONEUVOT JA VAIKUTUS SUUNNITTELUUN ..	49
8.1	Muutokset ajoneuvojen tilantarpeessa	49
8.2	Ehdotettujen ja nykyisten mitoitusaajoneuvojen ajouratarkastelujen vertailu .	50
8.3	Millä liikenneverkon osilla tulee voida liikennöidä	51
8.4	Suosituksset ehdotetuista ajoneuvoista mitoitusaajoneuvoiksi	53
8.5	Muita huomioita.....	55
9	YHTEENVETO.....	56
	LÄHTEET	59

Liitteet

Liite 1	Rambollin pelisuunnittelijalle esitetyt haastattelukysymykset
Liite 2	Traficomille esitetyt haastattelukysymykset
Liite 3	Espoon kaupungin katusuunnittelijoille esitetyt haastattelukysymykset
Liite 4	Vantaan kaupungin katusuunnittelijoille esitetyt haastattelukysymykset
Liite 5–12	Ehdotukset ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä
Liite 13–19	Eroavaisuudet ajouratarkasteluissa

KÄSITTEET

Ajoura	Kääntyvän ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän korin uloimpien pisteiden rajaama alue (Tiehallinto, 2001).
Ajotapa	Mitoitusajoneuvon tilankäyttöä liittymissä kuvataan ajotavoilla A–D (Tiehallinto, 2001).
HCT	High Capacity Transport, termi, jota käytetään kuvaamaan yli 25,25 m ajoneuvoyhdistelmiä tai niihin liittyviä asiakokonaisuuksia.
Kääntyvyysääntö	Lainsäädännön vaatima ehto, jonka mukaan ajoneuvolla tai ajoneuvoyhdistelmällä on kyettävä kääntymään.
Mitoitusajoneuvo	Suunnittelua/suunnittelutilannetta varten valittu mitoittava ajoneuvo, jota hyödynnetään mm. liikennesuunnittelussa, katusuunnittelussa ja väyläsuunnittelussa.
Mittauudistus	Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 31/2019.
Suunnitteluohje	Tietyn tahon laatima ohje, jonka pääkäyttäjä on suunnittelija (esim. tämän työn yhteydessä ohjeen laatija on Väylävirasto).
Tarkistusajoneuvo	Mitoitusajoneuvon rinnalle valittu ajoneuvo, jonka ajotapa ja tilankäyttö poikkeaa mitoitusajoneuvon ajotavasta ja tilankäytöstä.
Tasoliittymä	Liittymä, jossa liikenne voi liittyä samassa tasossa risteävälle tielle.

1 JOHDANTO

Suomessa on tasoliittymien suunnittelua varten käytössä Tiehallinnon vuonna 2001 julkaisema *”Tasoliittymät, suunnitteluvaiheen ohjaus”* suunnitteluohje. Ohje on yhä voimassa ja sen ajantasaisuus on puhuttanut infra-alan suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Päivitystarve on noussut esille varsinkin voimaan astuneen *”Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 31/2019”* asetusmuutoksen myötä, joka sallii aikaisempaa pidempien ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien käytön Suomen tielverkolla.

Työn tarkoituksena on nostaa esille muutokset ajoneuvojen mitoissa ja niiden vaikutus tasoliittymien suunnitteluohjeessa esitettyihin mitoitussajoneuvoihin.

Suunnitteluohjeessa on esitetty liittymien suunnittelussa käytettävät mitoitussajoneuvot, joita käytetään mitoittavina ”mittatyökaluina” mm. liittymäsuunnittelussa tai liittymien tarkistuksessa. Tasoliittymien suunnitteluohjeen mukaisia mitoitussajoneuvoja hyödynnetään muissakin liikennesuunnittelun kannalta tärkeissä suunnitteluohjeissa kuten *”Katu 2002”*- teoksessa, joka sisältää katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeita. Mitoitussajoneuvoja hyödynnetään laajasti liikennesuunnittelun yhteydessä ja ajouratarkasteluissa, esim. pysäköintiruu-tujen mitoituksessa sekä valtateiden eritasoliittymien toiminnallisuutta todennettaessa. Suunnittelussa on otettava huomioon mm. ajoneuvon kääntyvyysääntö, mitat, tekniset vaatimukset ja ajotapa. Mitoitussajoneuvojen muutostarvetta tässä työssä tutkitaan mm. lainsäädännön muutosten ja ajoneuvokannan kehityksen kannalta.

Liittymän mitoituksessa käytetään mitoitussajoneuvon lisäksi tarkistusajoneuvoa, jonka ajotapa poikkeaa mitoitussajoneuvon ajotavasta. Tarkistusajoneuvolla ajaminen edellyttää kuljettajalta enemmän tarkkaavaisuutta ja huolellisuutta liittymässä ajettaessa kuin mitoitussajoneuvolla ajaessa. Termien eroa on syytä selkeyttää, koska termien käyttö saattaa poiketa toisistaan eri suunnittelutilanteissa.

1.1 Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus

Opinnäytetyön keskeisimmät tutkimuskysymykset olivat:

Onko ajoneuvokannan kehityksen myötä ajoneuvojen mitat muuttuneet oleellisesti nykyisen tasoliittymien suunnitteluohjeen julkaisun jälkeen?

Minkälaisia liikennöintitarpeita tulee ottaa huomioon mitoitusajoneuvoja valittaessa?

Miten asetusmuutoksen uusi kääntövyysääntö vaikuttaa liittymien suunnitteluun jatkossa?

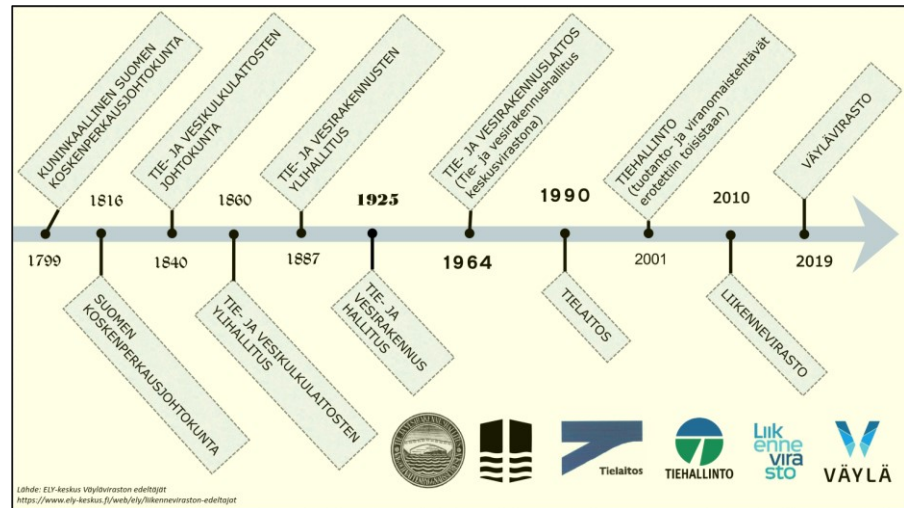
Mitä ajoneuvoja ehdotetaan mitoitusajoneuvoiksi ja mikä on niiden käyttötarkoitus suunnitteluohjeissa?

Opinnäytetyön aihetta rajattiin koskemaan tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvojen ja mitoittavien liikennetilanteiden päivitystarpeita. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin ehdotukset uusiksi tyyppiliittymiksi, koska niiden osalta tarvittavat päivitystarpeet ovat pitkälti tiedossa Väylävirastossa. HCT-ajoneuvoyhdistelmien vaikutuksia tutkitaan ja on tutkittu laajasti opinnäytteinä ja selvitystöinä. Mitoitusajoneuvoihin on otettu aiemmin kantaa ”*Tiensuunnittelun liikennetekniset mitoitusperusteet*” selvityksessä (Ristikartano, Granlund, Räsänen & Salmelin, 2012) ja mitoitusajoneuvojen ajouriin Ville Pöystin ”*Selvitys ajourien käytöstä liittymäsuunnittelussa*” opinnäytetyössä (Pöysti, 2010). Tässä selvityksessä otettiin huomioon aiempien selvityksien näkökulmat niiltä osin, miten ne vaikuttivat tämän työn tutkimuskysymyksiin.

Rajauksen ulkopuolelle jätettiin tasoliittymien suunnitteluohjeen ne osa-alueet, jotka eivät koske mitoitusajoneuvoja tai niillä tarkasteltavia liikennetilanteita.

1.2 Työn toimeksiantaja

Tehdyn opinnäytetyön tilaajana toimi Väylävirasto, joka aiemmin tunnettiin Liikennevirastona (ennen liikennehallinnon uudistusta 1.1.2019). Tasoliittymien suunnitteluohjeen on laatinut silloinen Tiehallinto, joka virastouudistuksen myötä vaihtui Liikennevirastoksi 1.1.2010. Väyläviraston edeltäjät on esitetty historiallisella aikajanalla kuvassa 1. Väylävirasto ja sen edeltäjät ovatkin Suomen vanhimpia keskusvirastoja.



Kuva 1. Väyläviraston ja sitä edeltäneet organisaatiot.

Väyläviraston juuret juontavat vuoteen 1799, kun Kustaa IV Aadolf perusti Kuninkaallisen Suomen Koskenperkausjohtokunnan. Suomen itsenäistymisen myötä perustettiin vuonna 1925 Tie- ja vesirakennushallitus (TVH), joka edelleen jatkoi tieverkon kehittämistä ja rakentamista. TVH oli osa Tie- ja vesirakennuslaitosta (TVL) jota seurasi Tielaitos. Vuonna 1998 Tielaitoksen hallinnolliset viranomaistehtävät ja varsinainen tienpito erotettiin toisistaan hallinnoksi ja tuotannoksi. Viranomaistoimintaan kuului edelleen tuotanto, suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito. Vuonna 2001 tuotanto ja hallinto erotettiin lopullisesti kahdeksi erilliseksi organisaatioksi, Tiehallinto ja Tielielaitos. Tiehallinto jatkoi Tielaitoksen tehtävää vastuullisena tienpitäjänä ja tienpidon tilaajana. Tuotanto siirrettiin Tielielaitos nimellä kilpailemaan tiealan urakoista muiden maarakennusyrityksien kanssa. (Destia, 2017)

Liikennehallinnon virastouudistuksessa Tiehallinto (lukuun ottamatta tiepiirejä ja eräitä Liikenteen turvallisuusviraston siirrettäviä toimintoja), Ratahallintokeskus ja Merenkulkulaitos (kaikki sellaiset tehtävät, jotka eivät siirtyneet perustettavaan tuotantoyhtiöön tai joita ei yhdistetty Liikenteen turvallisuusvirastoon) siirtyivät uuteen perustettuun Liikennevirastoon, joka aloitti toimintansa 1.1.2010. (Eskola, 2010)

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala uudistui vuoden 2019 alusta ja sen myötä Liikennevirasto muuttui Väylävirastoksi 1.1.2019 (kuva 2).



Kuva 2. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala nykypäivänä (Väylävirasto, 2019a).

Asiantuntijavirastona toimiva Väylävirasto (ensisijaisesti käytettävä nimi Väylä), työllistää nykyään noin 400 asiantuntijaa ja keskittyy tie-, rata- ja meriliikenteen väyläverkon suunnitteluun, kehittämiseen ja kunnossapitoon sekä liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen. Väylävirasto huolehtii liikenteen palvelutasosta ja edistää näin yhteiskunnan hyvinvointia sekä elinkeinoelämän kilpailukykyä. (Väylävirasto, 2019)



Kuva 3. Väyläviraston tunnuslukuja (Väylävirasto, 2019b).

Väylävirasto julkaisee myös väyliä ja liikennettä koskevia tutkimuksia, selvityksiä ja ohjeistuksia. Tasoliittymien suunnitteluohjeen päivittäminen oli käynnissä tämän opinnäytetyön teon aikana (Väylävirasto, 2019).

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyö suoritettiin Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyöoppaan mukaisesti laadullisena tieteellisenä tutkimuksena (HAMK, 2018). Työn tekijä oli toimeksiannon aikana kansainvälisen suunnittelu- ja konsulttialan yrityksen palveluksessa Ramboll Finland Oy:n pääkonttorissa Espoossa.

Työ aloitettiin voimassa olevan tasoliittymien suunnitteluohjeen sisällön tarkastelulla mitoitussajoneuvojen osalta.

Tiedonkeruutta mitoitussajoneuvojen osalta täydennettiin haastattelu-tutkimuksella, jolla etsittiin vastauksia opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Haastatteluun osallistui erityisasiantuntija liikenne- ja viestintävirasto Traficomista ja haastattelun avulla selvitettiin ajoneuvo- ja ajoneuvoyhdistelmätyyppien ja mittojen ajantasaisuutta. Haastattelu-tutkimukseen osallistuivat myös Espoon ja Vantaan kaupungin katusuunnittelun parissa työskentelevät asiantuntijat, jotka osaltaan toivat katuverkon liikennesuunnittelun näkemystä työhön mitoitussajoneuvojen tyypeistä, mitoista, ajantasaisuudesta sekä käyttötarpeesta. Haastattelututkimusta täydennettiin Rambollin tiesuunnittelijan kanssa käydyllä keskustelulla, jossa tarkenettiin suunnittelukäytäntöjä ja suunnitteluohjeiden soveltamista käytännön suunnittelutyössä.

Työtä ohjasi Rambollin sisäinen seurantaryhmä, joka koostui liikennesuunnittelun ja HCT-ajoneuvoyhdistelmiin liittyvien selvitystöiden parissa työskennelleistä asiantuntijoista.

Lähtöaineistona hyödynnettiin voimassa olevia tutkimuksia, selvityksiä, käsikirjoja ja suunnitteluohjeita, joihin *”valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 31/2019”* asetusmuutoksella on vaikutuksia.

Tutkimuksessa hyödynnetty keskeisin lähdemateriaali:

- Tasoliittymät (Tiehallinto, 2001)
- Tiensuunnittelun liikennetekniset mitoituserusteet, Liikennevirasto, tutkimuksia ja selvityksiä, ISSN-L 1798-6656 (Ristikartano, 2012)
- Katu 2002. Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2003)
- Mittauudistukseen liittyvät aineistot
 - o Ajoneuvokanta (Traficom)
 - o Väyläviraston mittauudistus -tilaisuuden 10.4.2019 materiaalit
 - o HCT-ajoneuvojen käyttöönotosta aiheutuvat tasoliittymien korjaustarpeet ja niiden ongelmakohteiden kartoitusta koskevat selvitykset.

Tutkimuksessa käytettiin Transoft Solutions nimisen organisaation kehittämä AutoTURN ajouramallinnus- ja simulointiohjelma, jolla luotiin eri ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien ajouramallit. Ajourilla havainnollistettiin tutkimuksessa käytettyjä ajoneuvoja ja niiden välisiä eroja.

3 AJONEUVOLUOKAT

Tässä luvussa käsitellään niitä Suomessa käytössä olevia ajoneuvoluokkia, jotka ovat tarpeen suunnittelun kannalta. Tarkastelusta jätettiin pois liittymäsuunnittelun kannalta epäolennaiset ajoneuvoluokat kuten matkailuauto ja museoajoneuvo.

3.1 Ajoneuvoluokat

Ajoneuvo on tieverkolla ja maalla käytettäväksi tarkoitettu pyörillä kulkeva kulkuväline, joka ei kulje kiskoilla. Ajoneuvojen käytöstä on säädetty Valtioneuvoston asetuksella (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257). Kyseinen asetus asetetaan lain tasolle 1. kesäkuuta 2020 voimaan astuvassa tieliikennelaissa 729/2018 (Valtonen, 2019). Ajoneuvot luokitellaan ajoneuvolain nojalla niiden rakenteen ja käyttötarkoituksen mukaisesti. Tässä osiossa tarkastellaan niitä ajoneuvoluokkia, jotka ovat tasoliittymien suunnitteluohjeen kannalta oleellisia (taulukko 1).

Taulukko 1. Ajoneuvoluokat.

HENKILÖKULJETUKSEN JA JAKELULIIKENTEEN AJONEUVOLUOKAT		
AJONEUVOLUOKKA	AJONEUVORYHMÄ	MASSA (TONNIA)
M1	HENKILÖAUTO	< 3,5
M2	KEVYT LINJA-AUTO	< 5,0
M3	LINJA-AUTO	> 5,0
N1	PAKETTIAUTO	< 3,5
N2	KEVYT KUORMA-AUTO	3,5–12,0
N3	KUORMA-AUTO	> 12,0

3.2 Perävaunut

Auton perävaunu on hinattava O₁–O₄-ajoneuvoluokan ajoneuvo. Hinattava laite on auton perävaunu tai muuhun moottorikäyttöiseen ajoneuvoon kuin autoon kytkettävä hinattava ajoneuvo, jota ei ole tarkoitettu henkilöiden tai tavaroiden kuljetukseen eikä matkailuun (Traficom, 2019a). Perävaunut ja hinattavat laitteet ovat luokiteltu O₁–O₄-ajoneuvoluokkiin luokittelumassan mukaisesti (taulukko 2).

Taulukko 2. Perävaunujen ja hinattavien laitteiden ajoneuvoluokat.

PERÄVAUNUT JA HINATTAVAT LAITTEET		
AJONEUVOLUOKKA	AJONEUVORYHMÄ	MASSA (TONNIA)
O1	KEVYT PERÄVAUNU	< 0,75
O2	PERÄVAUNU	0,7–3,5
O3	PERÄVAUNU	3,5–10,0
O4	PERÄVAUNU	> 10,0

Rakenteellisesti perävaunut eroavat toisistaan akselien sijoittelun ja massan kuormituksen kohdistuvuuden perusteella.

Perävaunujen alaluokat kuvataan seuraavalla tavalla:

Varsinainen perävaunu (vetoaisaperävaunu) on perävaunu, jossa on vähintään kaksi akselia ja jonka etuakselistoa ohjaava vetolaite on nivelöity pystysuunnassa liikkuvaksi perävaunuun nähden eikä välitä merkittäviä pystysuuntaisia voimia vetävään ajoneuvoon (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus 19.12.2002/1248). Esimerkki varsinaisesta perävaunusta on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Esimerkki varsinaisesta perävaunusta (kuva: Nazarov, 2019).

Keskiakseliperävaunu ("vasikka") on nivelöimättömällä vetoaisalla varustettu perävaunu, jonka akselisto on sijoitettu perävaunun painopisteeseen tai sen lähelle siten, että vain vähäinen osa perävaunun kokonaisuudesta kohdistuu kytkentäkohtaan. Tähän ryhmään luetaan myös puoliperävaunun kytkemiseen N2- ja N3-luokan ajoneuvoon tarkoitettu **apuvaunu (dolly)** (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus 19.12.2002/1248). Esimerkki keskiakseliperävaunusta ja apuvaunusta (dolly) on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkki keskiakseliperävaunusta ja apuvaunusta (dolly) (kuva: Nazarov, 2019).

Puoliperävaunu on perävaunu, joka on tarkoitettu kytkettäväksi vetoautoon tai apuvaunuun. Puoliperävaunu aiheuttaa olennaisen kohtisuoran kuormituksen vetoautoon tai apuvaunuun (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus 19.12.2002/1248). Esimerkki puoliperävaunusta on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Esimerkki puoliperävaunusta (kuva: Nazarov, 2019).

Linkkivaunu on puoliperävaunu, jonka perässä on vetopöytä. Linkkivaunu kytketään yleisesti vetoauton ja puoliperävaunun väliin. Linkkivaunulla saadaan lisäperävaunun kytkentämahdollisuus. Esimerkki linkkivaunusta on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Esimerkki linkkivaunusta (kuva: Nazarov, 2019).

3.3 Yhdistelmätyypit ennen mittauudistusta

Ennen mittauudistusta (ks. luku 4) ajoneuvoyhdistelmät luokiteltiin karkeasti kahteen yhdistelmätyyppiin. Nämä olivat moduuliyhdistelmät ja muut yhdistelmät. Moduuliyhdistelmällä tarkoitetaan rakenteellisesti yli 22,0 metriä pitkiä varsinaisia perävaunuyhdistelmiä ja yli 16,5 metrisiä puoliperävaunuyhdistelmiä. Moduuliyhdistelmien suurin sallittu pituus ennen mittauudistusta oli 25,25 metriä, joka muodostuu 7,82 vetoauton kuormatilasta ja 13,6 metriä pituisesta hinattavasta ajoneuvosta (perävaunu). (Logistiikan maailma, n.d.)

Perävaunukytkenät ovat lainsäädännön muutosten myötä monipuolistuneet ja tässä osiossa tarkastellaan ennen mittauudistusta olevia yhdistelmätyyppejä. Kuljetusyritykset liikennöivät edelleen käyttäen mittauudistusta edeltäneillä ajoneuvoyhdistelmillä HCT-ajoneuvoyhdistelmien rinnalla. Yhdistelmä on HCT-yhdistelmä, kun yhdistelmän pituus on yli 25,25 metriä. Kuvissa ajoneuvojen kuormatilat on kuvattu yleisellä tavarakuljetukseen tarkoitetulla korirakenteella, mutta kuormatilana voi olla myös mm. sorakasetilla, lavetilla, säiliöllä tai puunkuljetusta varten pankoilla varustettu perävaunu.

Varsinaisen perävaunuyhdistelmän (myös täysperävaunuyhdistelmä) vetoautona toimii vetokidalla varustettu kuorma-auto ja vetokitaan on kytketty varsinainen perävaunu tai apuvaunu puoliperävaunulla (kuva 8). Vetokidalla tarkoitetaan perävaunun aisan kiinnityskohtaa vetoautossa. Tämän ajoneuvoyhdistelmän virallinen nimitys on auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä. *Täysperä*-termi on myös kuljetusalalla tutuksi muodostunut nimitys. (Logistiikan maailma, n.d.)



Kuva 8. Varsinainen perävaunuyhdistelmä (myös täysperävaunuyhdistelmä, "täysperä" tai "täykkäri") (SKAL, 2018).

Puoliperävaunuyhdistelmän (kuva 9) vetoautona toimii vetopöydällä varustettu kuorma-auto. Vetopöydän päälle kytketään puoliperävaunu. Tämä standardin mukainen yhdistelmä on yleisin kansainvälisessä kuljetustoiminnassa. Puoliperävaunujen standardipituuden ja kytkennän ansiosta esim. merikuljetuksissa kuljettajan ei tarvitse ajaa koko yhdistelmää laivaan, vaan puoliperävaunu kuljetetaan satamaan, josta ahtaaja kuljettaa sen terminaalitraktorilla (vetomestarilla) laivan kannelle. (Logistiikan maailma, n.d.)



Kuva 9. Puoliperävaunuyhdistelmä (rekka) (mukaillen: SKAL, 2018).

Puoliperävaunuyhdistelmää on mahdollista jatkaa kytkemällä siihen keskiakseliperävaunu (kuva 10). Näin saatavaa moduuliyhdistelmää koskivat ennen asetusmuutosta samat koko- ja massarajoitukset kuin moduulirakenteista täysperävaunuyhdistelmää. Yhdistelmää kutsutaan epävirallisesti "lusikka-haarukaksi", sen ikävien taipumusten vuoksi liukkaalla kelillä. (Logistiikan maailma, n.d.)



Kuva 10. Lusikka-haarukka yhdistelmä (mukaillen: SKAL, 2018).

Puoliperävaunuyhdistelmään on mahdollista kytkeä myös toinen puoliperävaunu siten, että ensimmäiseen puoliperävaunuun on asennettu vetopöytä (kuva 11). Kutsumanimi on Ruotsissa B-juna ja linkki, Suomessa "B-linkki" tai "B-juna". (Logistiikan maailma, n.d.)



Kuva 11. B-linkki tai B-juna (mukaillen: SKAL, 2018).

3.4 Ajoneuvokannan kehitys

Suomessa teollisuuden ja elinkeinoelämän kehittyessä liikenteen ja kuljetusten tarve on kasvanut merkittävästi, jonka vuoksi ajoneuvojen määrä kasvaa ja ajoneuvokanta muuttuu. Tilastokeskuksen ”*liikennekäytössä olevan autokannan kehitys*” -tilastoa tarkastelemalla voi havainnoida, miten rekisteröityjen ajoneuvojen määrä on noussut 2000-luvulla (taulukko 3).

Taulukko 3. Rekisteröityjen autojen määrä ja sen kasvu 2001–2018 (mukailten: Tilastokeskus, 2019).

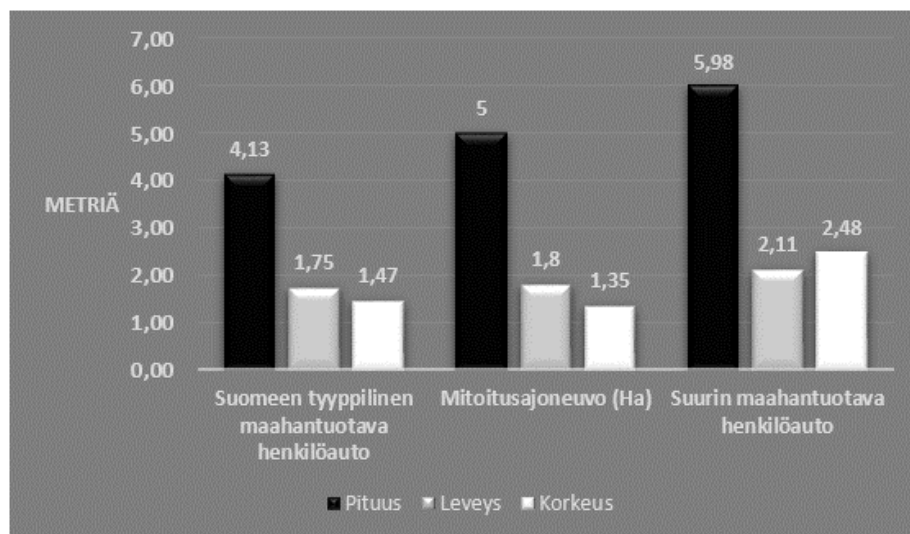
AJONEUVOJEN MÄÄRÄN KASVU			
AJONEUVOLUOKKA	2001 (KPL)	2018 (KPL)	KASVU (%)
HENKILÖAUTO	2 146 243	2 696 334	26
PAKETTIAUTO	241 125	325 656	35
KUORMA-AUTO	68 145	96 169	41
LINJA-AUTO	9 730	12 481	28

Rekisteröityjen pakettiautojen määrä on kasvanut viimeisen 17 vuoden aikana 35 prosentilla (Tilastokeskus, 2019). Ajoneuvojen lukumäärän kasvu ei välttämättä korreloi ajoneuvoluokkien fyysisten keskiarvomittojen kanssa mm. siksi, että pakettiautoksi voi rakenteellisilla muutoksilla ja muutostyökaluilla rekisteröidä farmarikorimallisen henkilöauton, joka on yleinen käytäntö Suomessa verohyödyn tavoittelun vuoksi. Samalla menettelytavalla kevyt kuorma-auto on mahdollista rekisteröidä kokonaispainoiltaan kevyempänä pakettiautona, jolla pyritään ajokorttiluokan vaatimusten lieventymisestä saavutettaviin hyötyihin. Näistä syistä rekisteröityjen ajoneuvojen keskiarvomitat vääristyvät koska ei voida todeta mihin ajoneuvoluokkaan rekisteröity ajoneuvo alun perin kuului.

Jakeluliikenteessä suositaan pakettiautojen käyttöä mm. kotiinkuljetuksissa, lääkkeiden ja tarvikkeiden pikakuljetuksissa sekä tavaratoimituksissa kivijalkakauppoihin. Nämä kuljetukset ovat yleistyneet mm. pääkaupunkiseudulla merkittävästi 2000-luvulla. Pakettiautojen suosimiseen vaikuttaa lisäksi 2000-luvulla C-ajokorttiluokan vaatimusten tiukentuminen ja C-ajokortin suorittajien vähentyminen (Lahti, 2019).

Rekisteröityjen henkilöautojen määrä on kasvanut 26 prosentilla viimeisen 17 vuoden aikana (Tilastokeskus, 2019). Henkilöautojen keskimääräisiin mittoihin on otettu kantaa Joel Knaapin tekemässä opinäytetyössä, jossa analysoitiin Suomeen maahantuotavien henkilöautojen teknisiä ja fyysisiä ominaisuuksia (Knaapi, 2017). Suomeen tyyppillisen maahantuotavan henkilöauton, suurimman maahantuotavan henkilöauton ja tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvon (Ha) mittoja voi tarkastella pylväskaaviossa kuvassa 12. Mitat ovat

rekisteritiedoista otettuja mittoja, joissa ei oteta huomioon ajoneuvon peilejä ja antenneja, joiden lisätilantarve on huomioitava esim. pysäköintiruutujen mitoituksessa.



Kuva 12. Maahantuotavien henkilöautojen ja mitoitusajoneuvojen mitat (mukaillen: Knaapi, 2017).

4 ASETUSMUUTOS

Raskaiden ajoneuvojen uutta sallittua enimmäispituutta muutettiin alkuvuodesta 2019 (Valtioneuvoston asetus 31/2019, 2019). Tässä luvussa käydään läpi asetusmuutoksen (mittauudistuksen) tausta, hyödyt, haasteet ja kääntävyysäännöt.

4.1 HCT-poikkeusluvut

Edellisessä 6.6.2013 voimaan astuneen ”*Valtioneuvoston asetus ajoneuvon käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 407/2013*” asetusmuutoksen myötä sallittiin liikennöinti sallituista enimmäispituuksista ja enimmäismassoista ylittävillä ajoneuvoilla tai ajoneuvoyhdistelmillä poikkeusluvilla. Poikkeuslupien myöntäminen siirtyi kyseisen asetusmuutoksen myötä liikenne- ja viestintäministeriöstä liikenne- ja viestintävirastolle Traficomiin.

Poikkeuslupia on myönnetty jo 1980-luvulla. Silloin puhuttiin mm. *Kekkonen-luvista* ja *erivapauksista*. Myös kulttuuri viranomaisten päätösten julkisuuden suhteen oli erilaisempi kuin nykyään esim. mielipide vaikuttamisen kannalta. Poikkeuslupien volyymi kasvoi vasta 2010-luvun puolen välin jälkeen. (Lahti, 2019)

Poikkeuslupien ehtoja kuvaillaan asetusmuutoksessa seuraavasti (Valtioneuvoston asetus 407/2013 § 52):

”Ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän hyväksyminen otettavaksi käyttöön massoja ja mittoja koskevista säännöksistä poiketen.

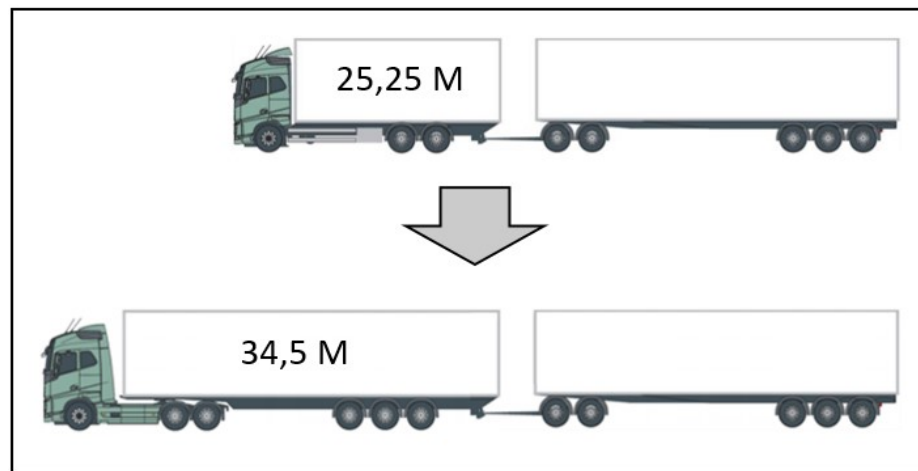
Liikenteen turvallisuusvirasto voi myöntää yksittäiselle ajoneuvolle tai ajoneuvoyhdistelmälle poikkeuksen 20, 21, 23, 23 a, 24–26, 31, 32 ja 32 a §:n säännöksistä, jos se on tarpeen uuden tekniikan kokeilun, tuotekehityksen tai muun erityisen syyn takia. Edellytyksenä on lisäksi, että poikkeuksen myöntäminen ei vaaranna liikenneturvallisuutta eikä vääristä kilpailua. Poikkeus voidaan myöntää määräaikaisena ja siihen voidaan liittää ehtoja.”

Poikkeuslupia oli 1.1.2019 mennessä myönnetty 93 yhdistelmälle. Kaikki luvan saaneista yhdistelmistä eivät olleet valmistuneet ja liikenteessä vuoden 2019 alussa. (Traficom, 2019b)

Poikkeusluvilla pystyi operoimaan vain ennalta määritetyillä reiteillä, eli luvat olivat reittikohtaisia. Poikkeuslupa-kokeiluista Traficom kokosi talvi- ja kesäkauden raportit vuosilta 2015-2018. Poikkeusluvan haltijoiden palautteet ovat olleet pääosin positiivisia. (Traficom, 2019b)

4.2 Mittojen muutos

Mittauudistuksessa ajoneuvoyhdistelmän sallittu enimmäispituus nostettiin 25,25 metristä 34,5 metriin ja kuorma-auton pituus 12 metristä 13 metriin. Lisäksi kääntyvyyssääntöjä on täydennetty. Mittauudistus mahdollisti aikaisempaa pidempien ajoneuvoyhdistelmien operoinnin ja uudenlaisten kolminivelisten yhdistelmätyyppien käytön periaatteessa koko tieverkolla (kuva 13).

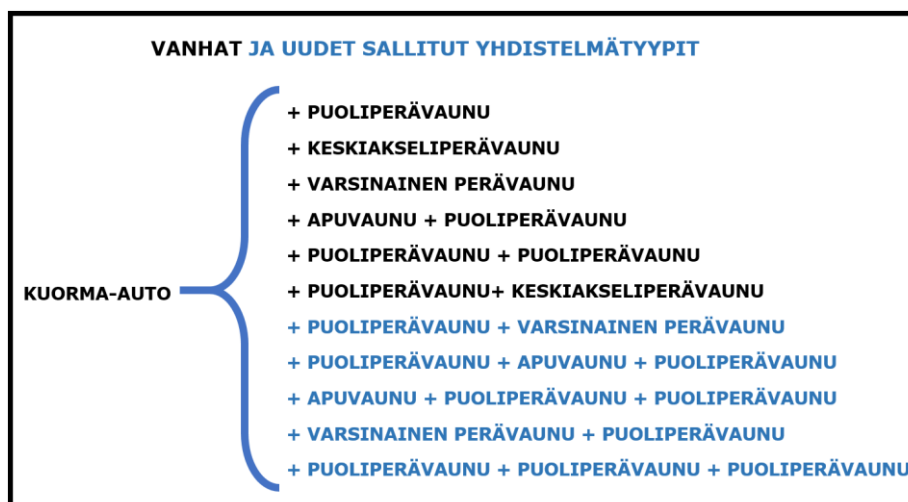


Kuva 13. Yhdistelmän sallitun enimmäispituuden kasvu asetusmuutoksen myötä (mukaillen: SKAL, 2018).

Pituudeltaan yli 25,25 metrinen ajoneuvoyhdistelmä tunnetaan termillä HCT-ajoneuvoyhdistelmä. HCT (High Capacity Transport) on kansainvälisesti vakiintunut termi ja Suomessa käytetyt termit ovat mm. ”jättirekka”, ”ekorekka” ja ”superrekka” (Heinonen, 2017). HCT- termi todennäköisesti tulee vakiintumaan myös Suomessa ja sitä käytetäänkin mm. raskaan kaluston rekisteriotteen tiedoissa, joissa se mainitaan HCT-kääntyvyysapumittoina ja HCT-stabiliteettiapumittoina (Lahti, 2019).

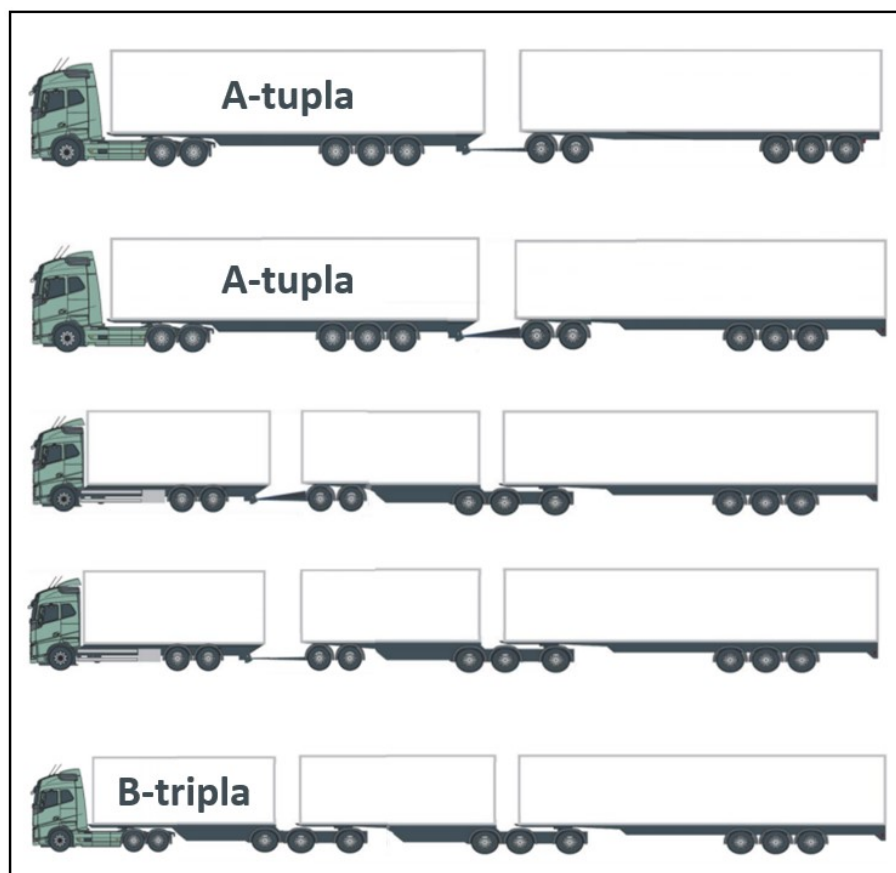
4.3 Mittauudistuksen sallimat yhdistelmätyypit

Mittauudistuksen myötä liikennöinti on sallittu Suomen tieverkolla uudenaikaisilla yhdistelmätyypeillä. Lisäksi perävaunujen kytkentämahdollisuudet ovat monipuolistuneet. Uusi kolminivelinen yhdistelmätyyppi on mittauudistuksen myötä sallittu Suomessa. Kuvassa 14 on listattu mittauudistuksesta edeltäneet yhdistelmätyypit mustalla fontilla ja mittauudistuksen jälkeiset uudet yhdistelmätyypit sinisellä fontilla.



Kuva 14. Vanhat ja uudet sallitut yhdistelmätyypit (mukaillen: LVM, 2019).

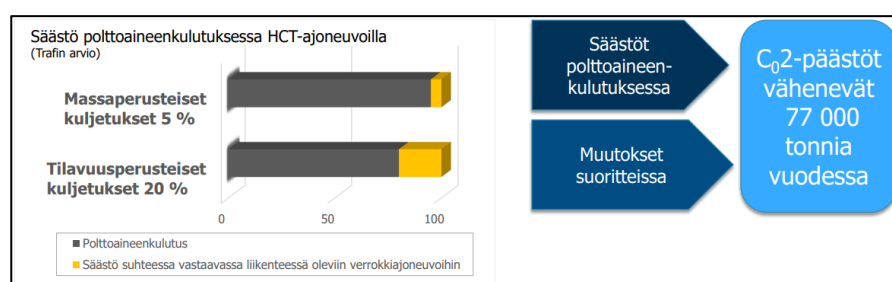
Mittauudistuksen jälkeisten yhdistelmätyyppien periaatteet on esitetty kuvassa 15. Kuvassa on mainittu myös todennäköiset kutsumanimet muutamalle uudelle yhdistelmätyypille. Vastaavia termejä käytetään Australiassa kuvailemaan erityyppisiä maantiejunia kuten "A-double" tai "B-triple", riippuen perävaunutyyppistä. "A-tupla" -termin tilalla käytetään myös "Duo 2" -termiä.



Kuva 15. Uudet yhdistelmätyypit (mukaillen: SKAL, 2018).

4.4 Mittauudistuksen hyödyt

Kasvattamalla ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien mittoja saavutetaan merkittäviä hyötyjä metsäteollisuuden ja merikonttien kuljetuksissa sekä kappaletavara- ja elintarvikekuljetuksissa. Suuremmat kuljetusyksiköt tuovat säästöjä ja ovat kuljetuksissa aikaisempia kuljetusyksiköitä ympäristöystävällisempiä. Suuremman kuljetuskapasiteetin käytöllä tavoitellaan pienempää energiankulutusta kuljetettuun hyötykuormaan nähden (kuva 16). Ajoneuvoyhdistelmien pituutta kasvattamalla tien kohdistuvat rasitukset vähenevät, koska rasitus jakautuu aikaisempaa useamman akselin kautta tien pidemmällä matkalla. Saman tavaramäärän kuljettamiseen tarvitaan suuremmilla ajoneuvoilla vähemmän ajokertoja, jolloin myös liikenneturvallisuus paranee. (Traficom, 2019b)



Kuva 16. HCT-ajoneuvoyhdistelmien käytöllä saavutettavat vähennykset liikenteen päästöissä (Väylävirasto, 2019c).

4.5 Mittauudistuksen haasteet

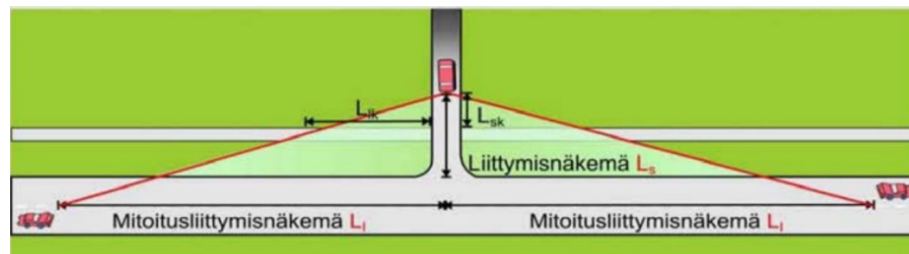
HCT-ajoneuvoyhdistelmien käytöstä Suomen maantie- ja katuverkolla aiheutuvat keskeisimmät haasteet on raportoitu Väyläviraston selvityksissä. Lisäksi mittauudistukseen on otettu kantaa lukuisissa opinäytteissä. Haasteita käsiteltiin mm. Väyläviraston järjestämässä HCT-foorumissa tammikuussa 2019. Väyläviraston selvityksen (2019) mukaan HCT-yhdistelmien käytöstä aiheutuvat haasteet liittyvät liikenneturvallisuuteen (mm. pidentyvät ohitusmatkat ja rajalliset ohitusnäkemät), liittymien ahtauteen (osa risteyksistä ahtaita ja turvattomia), tilapäisiin liikennejärjestelyihin (esim. reunakivien asennuksen aikaan ajokaista tilapäisesti kapenee pahimmillaan metrillä molemmin puolin) sekä ajoneuvon operointiin pysäköinti- ja lastauspaikoilla. (Väylävirasto, 2019)

Väylävirasto on selvittänyt mittauudistuksen vaikutuksia Suomen maanteiden liittymien muutostarvetta. Suomen maantieverkolla on hieman vajaa 12 000 maanteiden keskinäistä liittymää ja ELY-keskukset (elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus) ovat ilmoittaneet yhteensä 1161 ongelmallista liittymää oletetuilla HCT-ajoneuvoyhdistelmien käyttämällä reiteillä (Sirkiä, 2019). Väylävirasto on teettänyt selvityksen liittymien muutostarpeesta. Selvityksessä käytettiin 30,6 metriä pitkää varsinaista perävaunuyhdistelmää (ks.

liite 7) liittymien ajouratarkasteluissa. Yhdistelmän vetoautona toimi 13,0 metriä pitkä kuorma-auto. Pituudeltaan 13,0 metriä pitkä ajoneuvo kääntyy kuorma-autoista huonoiten ja sen takia sen käyttö mitoitussajoneuvona oli perusteltu liittymäselvityksessä. Selvityksen tulos osoitti liittymien korjaustarpeet, joita ovat erityisesti liittymien kainalokohtien avartaminen, väistötilojen teko pääsuunnalle, ajorata-alueen leventäminen sivuhaaroilla ja kanavointien päiden viistoaminen. (Väylävirasto, 2019)

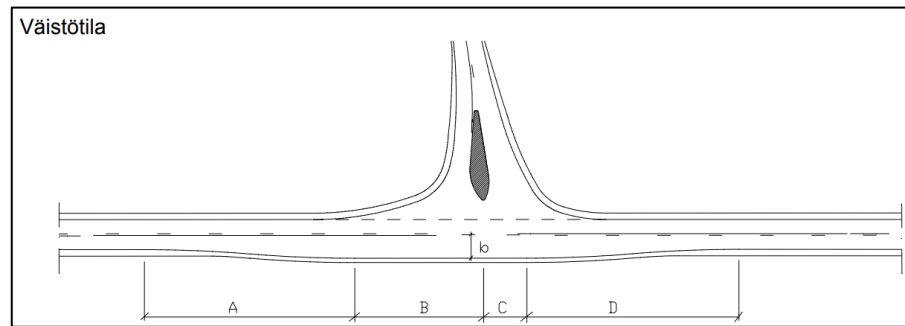
HCT-yhdistelmien yleistyessä nykyisten liittymien pientareita käyttävien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuus huononee. Liittymien korjaamisen yhteydessä suojateitä joudutaan pidentämään liittymän avartamisen yhteydessä, jolloin onnettomuusriski kyseisen käyttäjäryhmän osalta kasvaa lisääntyneen ajoradan ylittämiseen kuluvan ajan takia. Sivutien ajoradan kaksivaiheisen ylittämisen takia ei tulppaliittymän saareketta ole siksi suotavaa muotoilla nykyistä kaapeammaksi.

Pitkät ajoneuvoyhdistelmät tarvitsevat lyhyempiä yhdistelmiä enemmän aikaa liittymissä kääntyessään ja liittymisnäkemien on oltava entistä pidempiä. Ajoneuvoyhdistelmän kuljettajan on pystyttävä näkemään tarpeeksi kauas risteävän tien suuntaan, jotta se pääväylälle voi liittyä aiheuttamatta häiriötä tai onnettomuusriskiä. Kuvassa 17 on havainnollistettu mitoitussuoritusnäkemän periaate.



Kuva 17. Liittymisnäkemän periaate (ELY-keskus, n.d.).

Tasoliittymän väistötilalla (kuva 18) tarkoitetaan pääsuunnan ajokais-tan leventämistä kolmihaaraisessa tasoliittymässä siten, että suoraan ajava liikenne voi tarvittaessa sujuvasti ohittaa pääsuunnalta vasem-malle kääntyvät ajoneuvot (Peltola & Mesimäki, 2019, s. 8). Väistötilat eivät paranna liikenneturvallisuutta, koska liittymäalueen hahmotta-minen on pääsuunnan kuljettajalla perusliittymää hankalampaa. Tästä huolimatta väistötilat ovat välttämättömiä HCT-ajoneuvoyhdistelmälle sen kääntyessä sivusuunnalta vasemmalle pää-suuntaan.



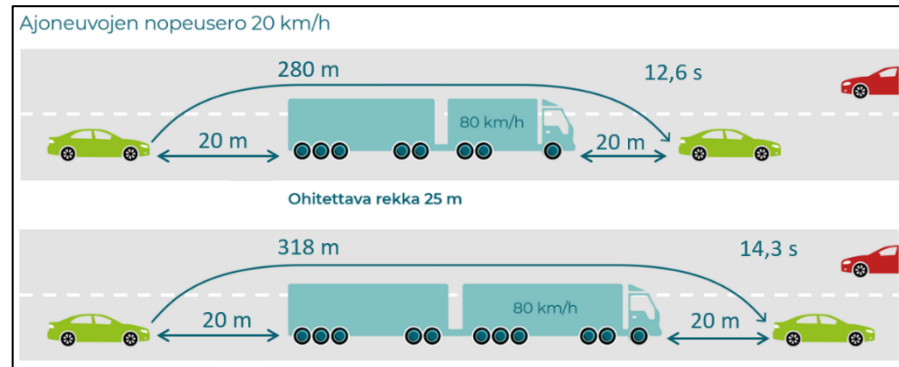
Kuva 18. Tasoliittymän väistötila (Tiehallinto, 2001).

Kuvassa 19 on havainnollistettu nelihaaraliittymässä n. 34 metriä pitkän HCT-yhdistelmän kääntyminen. Ajoneuvoyhdistelmä pystyy kääntymään nelihaaraliittymässä C-ajotavalla, mutta kolmihaaraisessa liittymässä väistötila on välttämätön.



Kuva 19. Pituudeltaan n. 34 metriä pitkän HCT-yhdistelmän kääntyminen nelihaaraliittymässä (kuva: Mustaniemi, 2019).

Ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien pidentyessä myös niiden ohittamiseen kuluva aika pitenee. Kuvassa 20 on havainnollistettu moduuliyhdistelmän ja HCT-yhdistelmän ohittamiseen kuluvan ajan ero. Nopeudella 80 km/h ajavan HCT-yhdistelmän ohittaminen 100 km/h nopeudella kestää n. 2 sekuntia kauemmin kuin 80 km/h kulkevan moduuliyhdistelmän ohittaminen ja ohitusmatka on n. 40 metriä pidempi.



Kuva 20. Ohituksen ero 25.25 m ja 34.5 m pitkien ajoneuvoyhdistelmien ohittaminen (mukailten: Traficom, 2019).

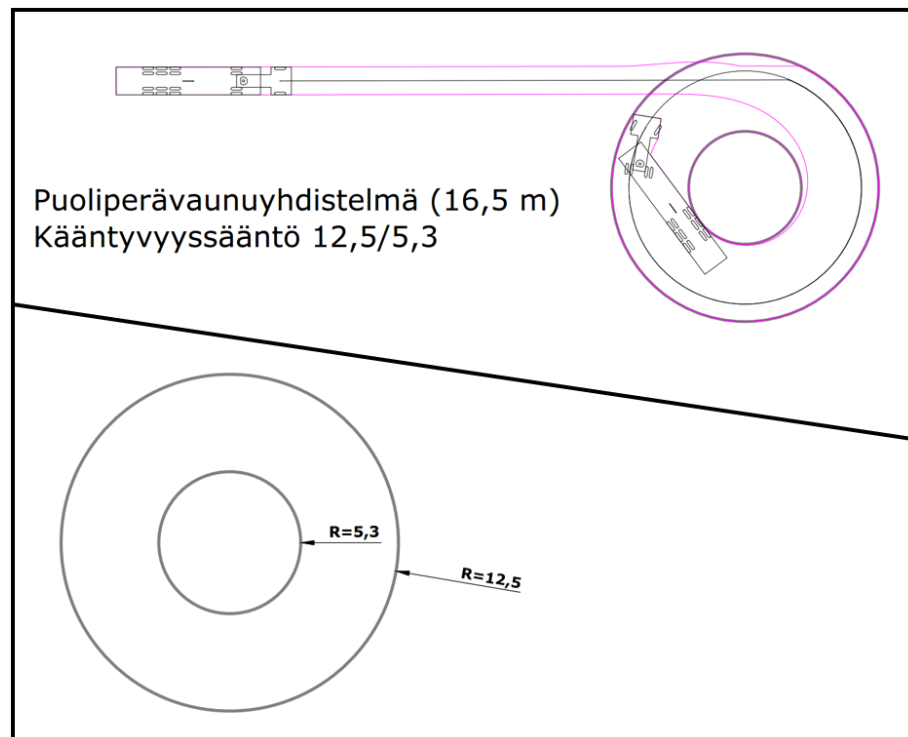
Tulevaisuuden kannalta on haasteena jatkuvasti kehittyvä ja tiivis kaupunkiympäristö, jossa pitkillä ajoneuvoyhdistelmillä liikennöinti on nykyisellään lähes mahdotonta. Kehittyvässä kaupungissa jalankulkijat, pyöräilijät sekä *micromobility* eli sähköavusteisten liikennevälineiden käyttäjät (sähköpotkulautailijat ja sähköpolkupyöräilijät) liikkuvat tiiviissä liikenneympäristössä, jossa kaikkien liikennemuotojen on sopeuttava toisiinsa.

4.6 Kääntyvyysäännöt, siltasääntö ja muutos

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä (4.12.1992/1257) määrää minkälainen ajoneuvoyhdistelmä on ETA-valtiossa tai Suomessa laillinen. Sallitut enimmäismitat rajoittavat ajoneuvoyhdistelmän kokoa ja sallitut kokonaismassat painoa. Ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän liikennekelppoisuutta rajoittaa mm. vetopituus, kääntyvyysääntö ja ns. siltasääntö. Siltasääntö on lainsäädännön vaatimus, joka määrää ajoneuvon akseleihin kohdistuvan massan jakautumista ajoneuvon akseliväleille.

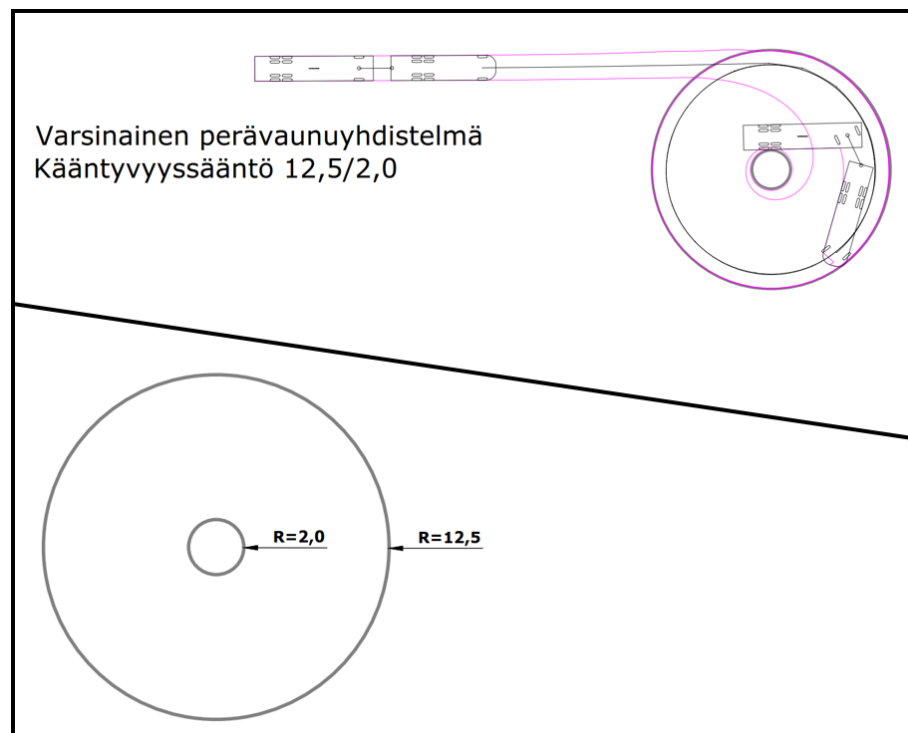
Kääntyvyysääntö on ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyyttä koskeva vaatimus, joka ajoneuvoyhdistelmän on täytettävä ollakseen laillinen liikenteessä. Kääntyvyysääntöjä on useampia ja vaatimukset ovat riippuvaisia mm. ajoneuvoyhdistelmän rakenteesta ja pituudesta. Tässä osiossa tarkastellaan nykyisiä kaikkia kolmea erityyppistä kääntyvyysääntöä.

Kääntyvyysääntö 12,5/5,30, auton ja puoliperävaunun enintään 16,50 metrin pituisen yhdistelmän sekä muun ajoneuvoyhdistelmän, jonka kokonaispituus on enintään 18,75 metriä, on kyettävä tekemään 360-asteen käänös kumpaakin suuntaan siten, että ajoneuvon uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteistä kaarta pitkin sisäsiivu kulkee vähintään 5,30 metrin säteistä kaarta pitkin (Valtioneuvoston asetus 31/2019). Kääntyvyysääntö on havainnollistettu kuvassa 21.



Kuva 21. Kääntövyörysäntö 12,5/5,3.

Kääntövyörysäntö 12,5/2,00, auton ja yhden tai kahden perävaunun muodostaman yli 18,75 metriä pitkän ajoneuvoyhdistelmän on kääntövyöryttävä siten, että ajoneuvon uloimman etukulman kulkiessa 12,5 metrin säteistä kaarta pitkin sisäsiivu kulkee vähintään kahden metrin säteistä kaarta pitkin (Valtioneuvoston asetus 31/2019). Kääntövyörysäntö on havainnollistettu kuvassa 22.



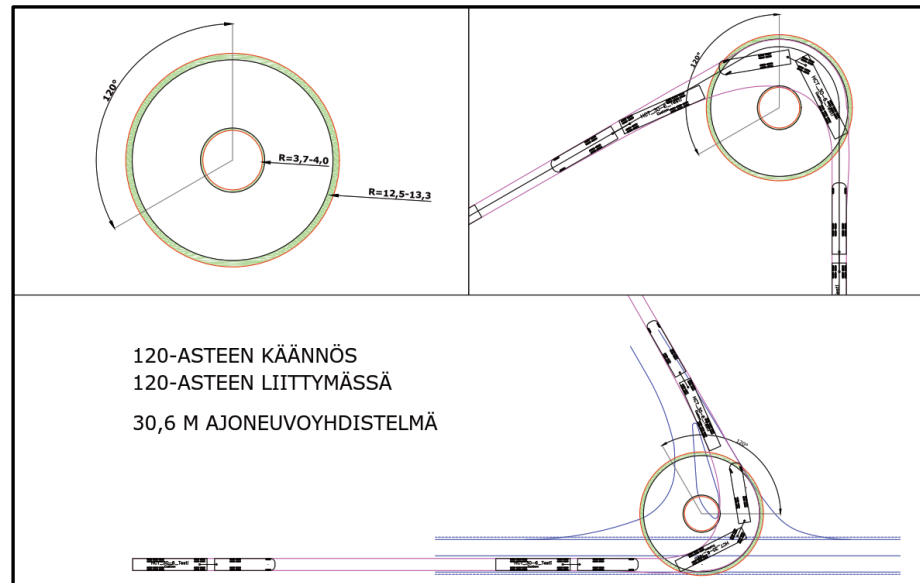
Kuva 22. Kääntövyörysäntö 12,5/2,0.

Asetusmuutoksen voimaan astumisen myötä uudet enimmäismittojen mukaiset ajoneuvoyhdistelmät eivät pysty täyttämään 12,5/5,3 ja 12,5/2,00 kääntövyössääntöjä. Tämän takia kääntövyössääntöjä on täydennetty uudella 120-asteen kääntövyössäännöllä:

”Sen estämättä, mitä 2 momentissa säädetään, auton ja yhden tai useamman perävaunun yli 18,75 metriä pitkä yhdistelmä sekä yli 16,50 metriä pitkä auton ja puoliperävaunun yhdistelmä saa olla siten kääntyvä, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin 120-asteen käännöksen ja ajoneuvoyhdistelmän jatkaessa suoraan, yhdistelmän sisäsivu kulkee vähintään 4,00 metrin säteistä kaarta pitkin. Mikään perävaunun takakulma ei saa siirtyä yli 0,80 metriä ulkokaarteeseen suuntaan lähdettäessä tähän käännökseen. Jos edellä tarkoitettu perävaunun sivusiirtymä on alle 0,80 metriä, saa yhdistelmän sisäsivu kulkea sen erotuksen verran 4,00 metrin säteistä kaarta pienempisäteistä kaarta pitkin, kuin mitä takakulman sivusiirtymä alittaa 0,80 metriä. Yhdistelmän sisäsivun tulee kuitenkin kulkea vähintään 3,7 metrin säteistä kaarta pitkin.” (Valtioneuvoston asetus 31/2019 § 26)

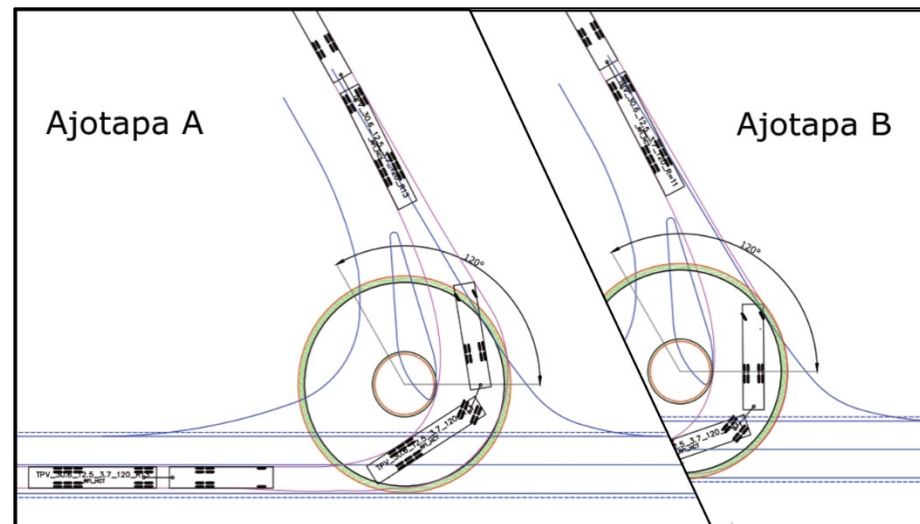
Jatkuvaan ympyräliikkeeseen perustuvan **kääntövyössäännön 12,5/2,00** mukainen ajoneuvoyhdistelmä on mitoitettavissa Pythagoraan lauseen perusteella. Ajoneuvoyhdistelmän uuden 120-asteen kääntövyössäännön mukaisuuden todentamiseen tarvitaan suunnittelu- tai simulointiohjelmisto. Sääntö on lisäksi tulkinnanvarainen. Uuteen 1. kesäkuuta 2020 voimaan astuvaan tieliikennelakiin 120-asteen kääntövyössääntö pyritään määrittelemään tarkemmin ja selkeämmin (Saarelainen, 2019).

Kuvan 23 kuvasarjassa on esitetty uuden kääntövyössäännön mukaisen 30,6 metrisen täysperävaunuyhdistelmän kääntyminen 120-asteisessä kolmihaaraisessa tulppatyypiliittymässä. Kuvasarjaa tarkastelemalla pystyy havainnoimaan, kuinka kääntövyössäännön mukainen ajoura soveltuu käytettäväksi nykyisten suunnitteluohjeiden mukaisen 120-asteen tyyppiliittymän tilatarkastelussa. Liittymässä tilaa jää vähän, vaikka ajoneuvoyhdistelmä täyttää kääntövyössäännön. Kuvassa ei ole esitetty tiettyä ajotapaa, vaan havainnollistettu kääntövyössääntö. Liittymän geometrian suunnittelu tehdään vetoauton etupyörien kääntövyöteen perustuvien ajotapojen mukaisten ajourien ja simulointitarkastelujen avulla.



Kuva 23. 120-asteen käännyvyysäännön mukainen ajoura sovitettuna 120-asteen tulppatyypiliittymään.

Ajotavalla on suuri merkitys ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän tilantarpeeseen. Kuvassa 24 on esitetty ajourat 120-asteen käänöksessä tulppatyypiliittymässä A–B-ajotavoilla. A-ajotavalla ajoneuvo ei pysy ajokaistallaan joustavan ajon aiheuttaman laajan pyyhkäisyn takia. B-ajotapa mahdollistaa paremmin liittymäalueen hyödyntämisen ja ajokaistalla pysymisen, mutta A-ajotapaa hitaammin edeten. Joustavalla A-ajotavalla ja joustamattomalla B-ajotavalla on keskenään selkeä ero ajouran tilantarpeessa.



Kuva 24. A–B-ajotavan mukaiset ajourat 120-asteen tulppatyypiliittymässä.

4.7 Ajoneuvoyhdistelmien tekniset vaatimukset

Ajoneuvojen tekniset vaatimukset ovat valtaosin peräisin EU-lainsäädännöstä, mutta niiden lisäksi tärkeässä roolissa ovat myös kansalliset säädökset, jotka koskevat mm. ajoneuvojen käyttöä tiellä, rekisteröintiä, katsastusta ja verotusta (Logistiikan maailma, n.d.).

Asetusmuutos 31/2019 edellytti ennen voimaantuloaan, että uudentyyppisille pidemmille ajoneuvoyhdistelmille (HCT-yhdistelmät) määritetään tarkemmat tekniset vaatimukset, joissa otetaan huomioon uudet ajoneuvoyhdistelmien mitat ja ominaisuudet sekä tieympäristö ja liikenneturvallisuus. (Traficom, 2019c).

Traficom laati määräyksen ajoneuvoyhdistelmien teknisistä vaatimuksista ja julkaisi ne tammikuussa 2019 ennen asetusmuutoksen voimaantuloa. Määräyksessä annetaan ajoneuvoyhdistelmien ajovakautta koskevat vaatimukset sekä avataan tarkemmin 120-asteen kääntyvyysvaatimusta. Lisäksi määräyksessä annetaan tarkemmat määritelmät lisävaatimuksista pitkille ajoneuvoyhdistelmille turvavarusteiden osalta. (Traficom, 2019c)

Määräyksen valmistelijan mukaan kääntyvyyden tarkistamisen laskukaavat näyttävät ensisilmäyksellä pitkiltä ja monimutkaisilta. Edes ajoneuvovalmistajat tai ajojärjestelijät eivät tule käyttämään laskukaavoja sellaisenaan, vaan hyödyntävät sovelluksia, joihin kaavat on ohjelmoitu valmiiksi. Sovelluksen käyttäjä syöttää tarvittavat mittatiedot ja saa vastauksen kääntyvyydestä ja stabiliteetista suhteessa asetuksella annettuihin raja-arvoihin. (Traficom, 2019c)

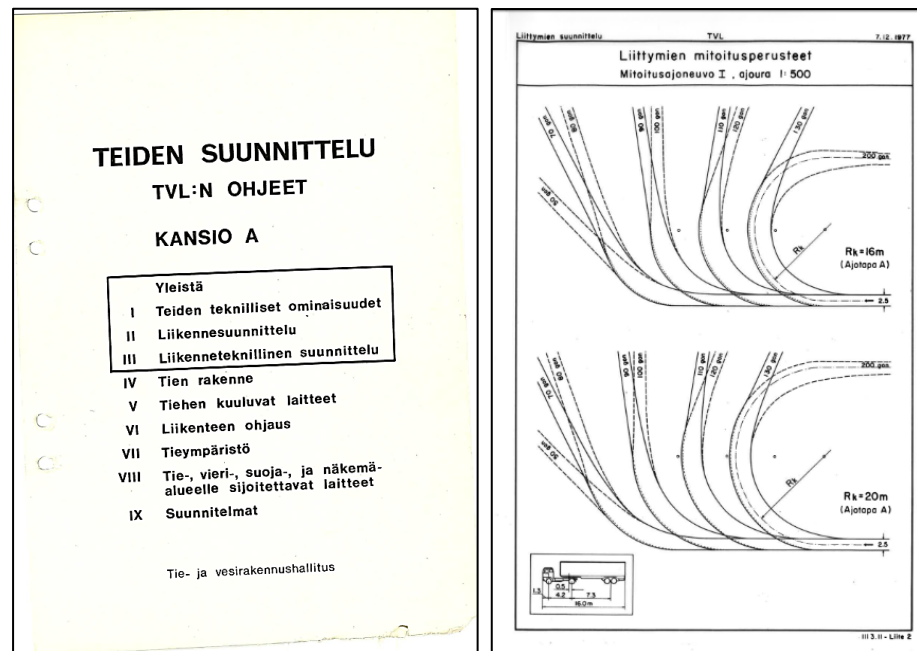
Ajoneuvon stabiliteetilla tarkoitetaan ajoneuvon tasapainotilan saavuttamista esim. kääntyessään tai ajoneuvon tasapainoon muun vaikuttavan tekijän takia.

5 TASOLIITTYMIEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS JA MENETTELYT

Tässä luvussa käydään läpi nykyistä ja sitä edeltäviä tasoliittymien suunnitteluohjeita. Lisäksi tarkastellaan mitoitusajoneuvojen roolia eri aikakausien suunnitteluohjeissa. Selvä tarve suunnitteluohjeille on tunnistettu tarpeelliseksi, siitäkin huolimatta, että liittymien suunnittelu on hyvin tapauskohtaista.

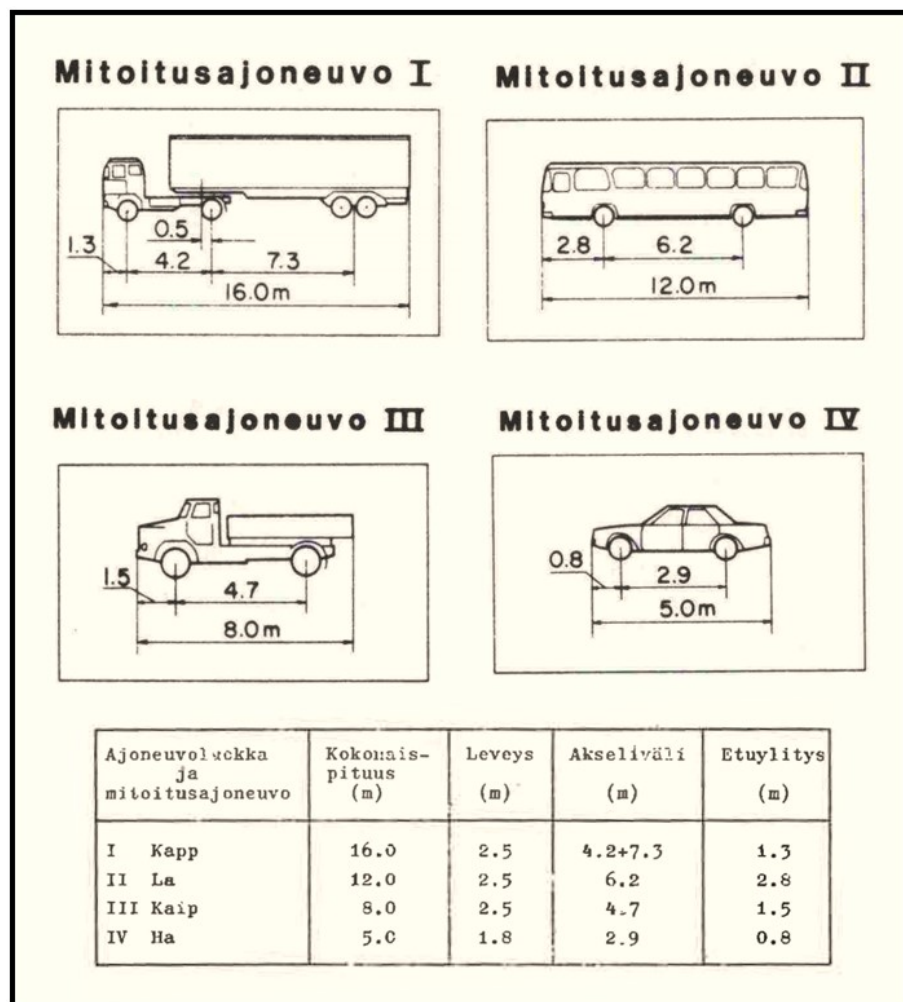
5.1 Aikaisemmat tasoliittymien suunnitteluohjeet

Suomen ensimmäisiä tiedossa olevia tasoliittymien suunnitteluun liittyvä ohje on vuodelta 1974 ”Tie- ja vesirakennuslaitoksen ohjeet, teiden suunnittelu (kansio A), luku III 3. Liittymien suunnittelu”. Ohjetta (kuva 25) täydennettiin vuonna 1977 eri ajoneuvoluokkakohteisilla mitoitusajoneuvoilla ja sapluunamallisilla ajouramalleilla eri liittymäkulmilla. Mitoitusajoneuvoista henkilöauton ja kuorma-auton rakenteelliset mitat ovat samat kuin nykyisessäkin tasoliittymien suunnitteluohjeessa (pl. molempien leveys).



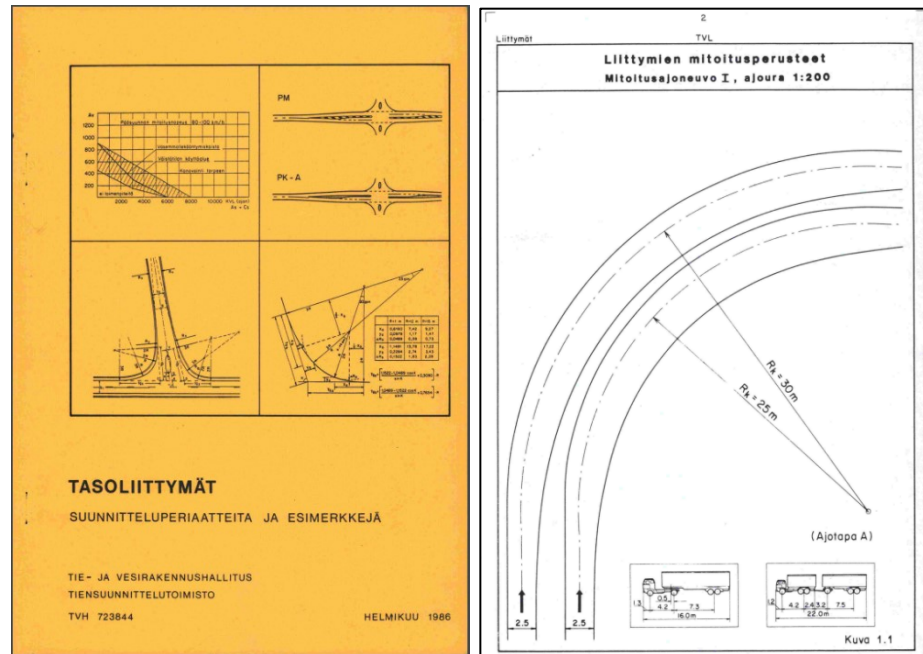
Kuva 25. Teiden suunnittelu, kansio A (TVL, 1974).

Ensimmäiset tiedossa olevat mitoitusajoneuvoluokat on esitetty suunnitteluohjeessa vuodelta 1977 (kuva 26). Siitä huolimatta, että kuvassa suurimpana mitoitusajoneuvona on esitetty 16,0 metriä pitkä puoliperävaunuyhdistelmä, kuului samaan luokkaan myös pituudeltaan 22,0 metriä pitkä perävaunullinen kuorma-auto. Näiden kahden mitoitusajoneuvon ajouramallit eivät eronneet toisistaan (kuva 27).



Kuva 26. Suomessa suunnitteluohjeissa käytetyt ensimmäiset ajoneuvoluokat ja mitoitusajoneuvot (mukailen: TVL, 1977).

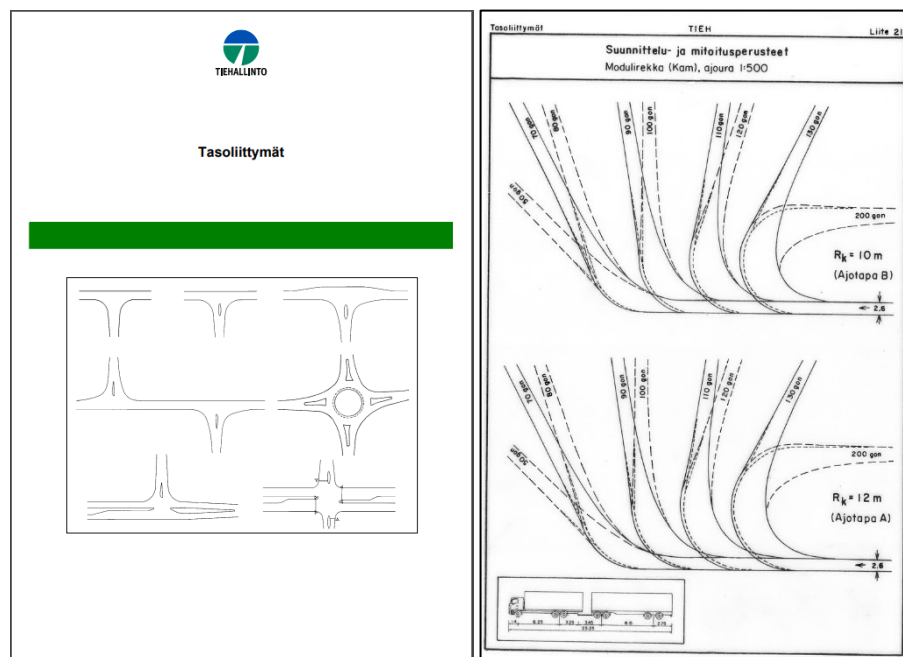
Vuonna 1986 Tie- ja vesirakennushallitus (TVH) julkaisi epävirallisen tasoliittymien suunnitteluohjeen, ”**Tasoliittymät, suunnitteluperiaatteita ja esimerkkejä**”. Linja-auton enimmäispituutta oli korotettu aikaisemmasta 12 metristä 13 metriin ja mitoitusajoneuvoihin lisätty 22,0 metriä pitkä varsinaisella perävaunulla varustettu kuorma-auto. Mitoitusajoneuvojen ajouramalleja ei ollut tarpeellista päivittää, koska uusi ajoneuvoyhdistelmä vastasi kääntyvyydeltään aikaisempaa 16,00 metristä puoliperävaunuyhdistelmää ja linja-auton pituuden muutoksen vaikutus olisi ollut hyvin pieni. Ohje sisälsi luonnoksia ja ehdotuksia myöhemmin tehtävää tasoliittymäohjeiden kokonaisuudistusta varten mm. liittymien liittymäkaariyhdistelmä oli muutettu. Vuoden 1986 ohje ei kattanut läheskään kaikkia nykyisen liittymäsuunnittelun osaluokkia. (Tie- ja vesirakennushallitus, 1986)



Kuva 27. "Tasoliittymät, suunnitteluperiaatteita ja esimerkkejä" -suunnitteluohje ja yksi esimerkki sen sisältävästä sapluunamallisesta ajouramallista (Tie- ja vesirakennushallitus, 1986).

5.2 Nykyinen tasoliittymien suunnitteluohje

Tasoliittymien suunnitteluohjeessa **"Tasoliittymät, suunnitteluvaiheen ohjaus"** vuodelta 2001, on ohjeistettu maaseutu- ja taajamaliittymien suunnitteluperiaatteita ja teknistä mitoittamista sekä kattaa liittymäsuunnittelun keskeiset osa-alueet. Ohje kumosi edelliset TVH:n ja TVL:n julkaisemat tasoliittymien suunnitteluohjeet. Suunnitteluohjeessa otetaan huomioon sen julkaisuajankohdan aikainen tieluokitus, uudet ajoneuvotyyppit ja mitoitusajoneuvojen mitat. Raskaalle liikenteelle tarkoitetut liittymien mitoitusperusteet uudistettiin kokonaan ja laadittiin uudet mitoitukset ja niiden mukaiset tyyppiliittymät. Ensimmäisessä suunnitteluohje on tarkoitettu maaseututeiden sekä maaseututaajamien ja taajama-alueiden yleisten teiden liittymien suunnitteluun. Lisäksi sovelletusti sitä voidaan käyttää kaupunkialueiden yleisten teiden sekä kuntien pääkatujen ja kaavateiden liittymien suunnittelussa (Tiehallinto, 2001).



Kuva 28. Tasoliittymät, suunnitteluvaiheen ohjaus (Tiehallinto, 2001).

Kunnat ja kaupungit käyttävät omia suunnitteluohjeita tai Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaisemaa ”*Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet*”- teosta. Katusuunnittelun ohjeissa esim. mitoitusilanteet poikkeavat Tiehallinnon tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusilanteista. Sekä kuntien että valtion tieverkon suunnitteluohjeissa käytetään samoja mitoitusajoneuvoja. Molempien ohjeiden keskeiset kohdat onkin sisällytetty kattavaan käsikirjaan ”*RIL 165-2 Liikenne ja väylät II*” -käsikirjaan (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 2006).

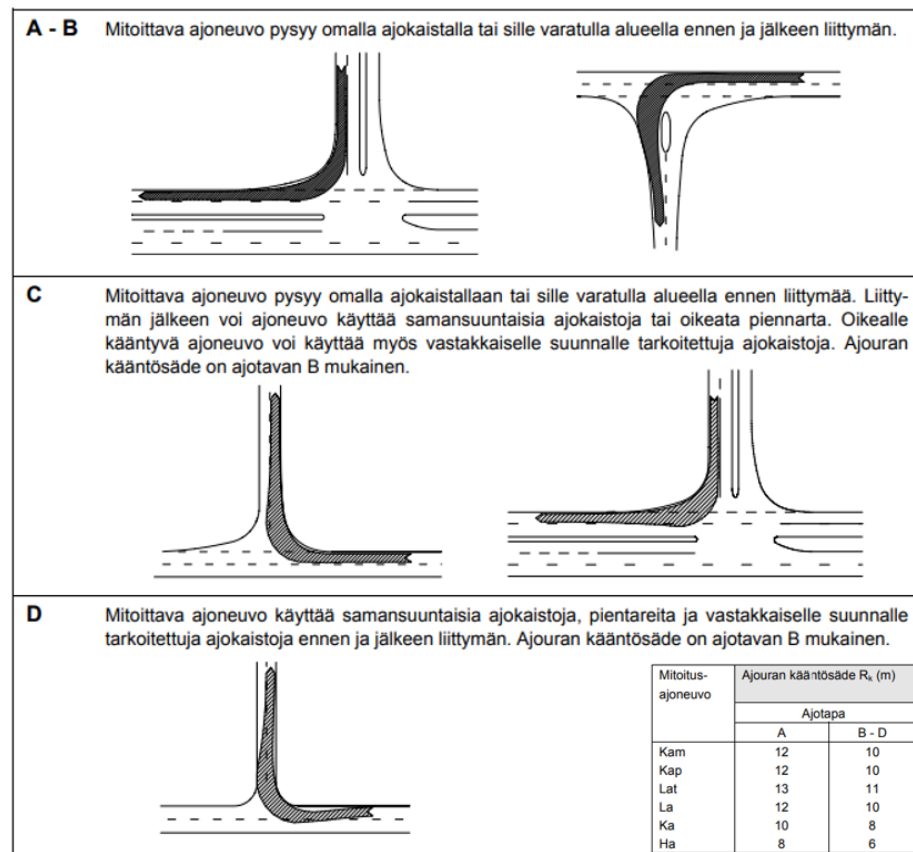
5.3 Ajotavat

Liittymissä kääntymistä kuvataan erityyppisillä ajotavoilla ja ajourien kääntösäteet korreloivat ajotapojen kanssa. A-ajotavan ajouran kääntösäde on valittu siten, että kääntyessä ajoneuvo pystyy joustavasti kääntymään liittymässä ja B–D-ajotavoilla kääntösäde on lähellä minimisädettä, jolla mitoitusajoneuvo pystyy kääntymään hitaasti edeten. Tasoliittymien suunnitteluohjeessa mitoitusajoneuvojen tilantarpeen periaatteet käänöksissä on esitetty A–D-ajotavoilla (kuva 29). (Tiehallinto, 2001)

Ajotapaa voidaan yksinkertaisemmin kuvata siten, kuinka paljon kuljettaja kääntää rattia. Joustavassa ajossa rattia ei käännetä ääriasentoon eikä sitä tarvitse pyörittää jatkuvasti, mutta ahtaassa käänöksessä yleensä rattia käännetään lähelle ääriasentoa ja rattia pyöritetään enemmän.

Ajoneuvon ajouratarkastelussa on otettava huomioon liittymäalueella käytettävä tilannenopeus, sillä se vaikuttaa ajoneuvon

kääntösäteeseen ja sen vaatimaan tilantarpeeseen. Liittymän välityskyky korreloi myös käytettävän mitoitus-tilanteen kanssa. Jos liittymän kuormitusaste ylittää liittymän nykyisen välityskyvyn, on tällöin valittava eri liittymätyyppi liikennemäärän perusteella. Välityskyvyn kasvattamiseksi käytetään erilaista liittymätyyppiä, jolloin myös HCT-ajoneuvolle tarjoutuu enemmän liikkumatilaa eikä liittymän mitoitus perustu enää HCT-ajoneuvon tarvitsemaan tilaan.



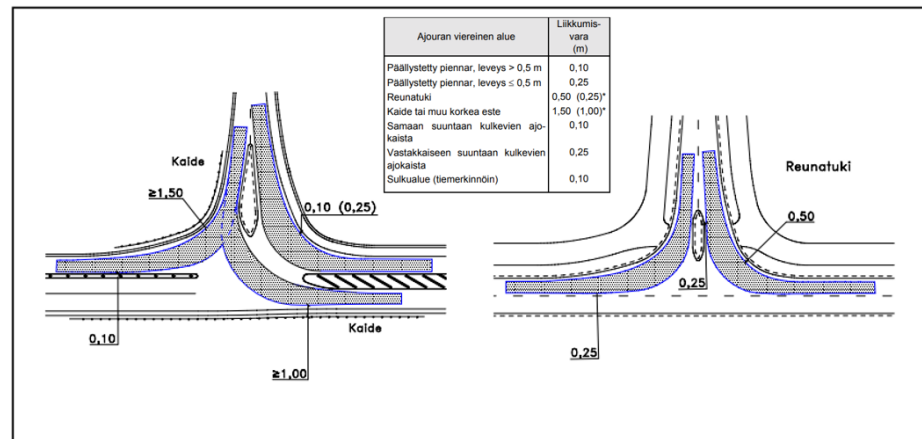
Kuva 29. Liittymäsuunnittelun ajotavat ja ajourien kääntösäteet (mukailten: Tiehallinto, 2001).

Käytettävän ajotavan kääntösäde määrittää ajoneuvon ajolinjan. Kääntösäde määritetään auton etuakselin keskikohdan kulku-uran muodostaman ympyräkaaren säteenä. Kääntyvyysääntöjen mukaisen kääntösäteiden arvoilla tarkoitetaan ajoneuvon korin ulomman kulman kulkeman ympyrän sädettä tai ajoneuvon sisäsivun muodostama ympyräkaaren sädettä.

5.4 Liikkumisvarat

Ajouratarkastelussa ajoneuvon käänöksessä tarvitseman fyysisen tilan lisäksi on tarkasteltava ajotottumuksia ja ajovirheitä huomioon otavia liikkumisvaroja (kuva 30). Liikkumisvaroja tarvitaan, sillä kuljettajan tekemät käänökset ovat yksittäistapauksia eikä niitä voi tehdä jokaisella kerralla samanlailla. Tämän takia ajoneuvon käänöksen tilantarve ei ole vakio. Liikkumisvarojen ansiosta annetaan ”jousto”, jotta

liittymässä mitoitussajoneuvolla voidaan ajaa tietyn ajotavan mukaan ajovirheet ja ajotottumukset huomioon ottaen.



Kuva 30. Esimerkkejä liikkumisvarojen käytöstä liittymän mitoituksessa (mukaillen: Tiehallinto, 2001).

5.5 Mitoittavat liikennetilanteet

Tasoliittymien suunnitteluohjeessa on esitetty tasoliittymien suunnittelun ohjeelliset mitoittavat liikennetilanteet maaseudulla ja taajamassa (kuva 31). Liittymän mitoituksessa mitoitussajoneuvon on lähtökohtaisesti voitava kulkea A-ajotavalla ja tarkistusajoneuvon B–D-ajotavalla. Esim. tonttikatujen keskinäisten liittymien mitoituksessa henkilöauton (Ha) on kyettävä tyydyttävässä mitoituksessa joustavasti ajamaan A-ajotavalla, koska se on liittymän pääasiallinen käyttäjä ja harvoin ympäristössä operoivalle perävaunulliselle kuorma-autolle riittää D-ajotapa. Toisin sanoen, mitoitussajoneuvo on liittymän ensisijainen käyttäjä ja tarkistusajoneuvo toissijainen.

TAAJAMALIITTYMÄ		Liikennetilanne laatuluokittain (ajoneuvo – ajotapa) ¹⁾			
Väyläluokka		Hyvä		Tyydyttävä	
Pääsuunta	Liittyvä suunta	Mitoitus	Tarkistus	Mitoitus	Tarkistus
Valta- ja kantatie	Pääkatu	Kam - A Lat - A		Kap - A	Kam - B Lat - B
	Kokoojakatu	Kap - A	Kam - B Lat - B	Kap - A	Kam - B/C Lat B/C
Seututie	Pääkatu	Kap - A	Kam - B Lat - B	Kap - A	Kam B/C Lat - B/C
	Kokoojakatu ¹	Kap - A	Kam - B Lat - B	Kap - A	Kam B/C Lat - B/C
	Tonttikatu ^{1,2}	Kap - A	Kam - B/C Lat - B/C	Ka - A Kap - B/C	Kam - D Lat - D
Yhdystie	Pääkatu	Kap - A	Kam - B Lat - B	Kap - A	Kam B/C Lat - B/C
	Kokoojakatu ¹	Kap - A	Kam - B/C Lat - B/C	Ka - A Kap - B/C	Kam - D Lat - D
	Tonttikatu ^{1,3}	Ka - A Kap - B/C	Kam - D Lat - D	Ha - A	Kap - D

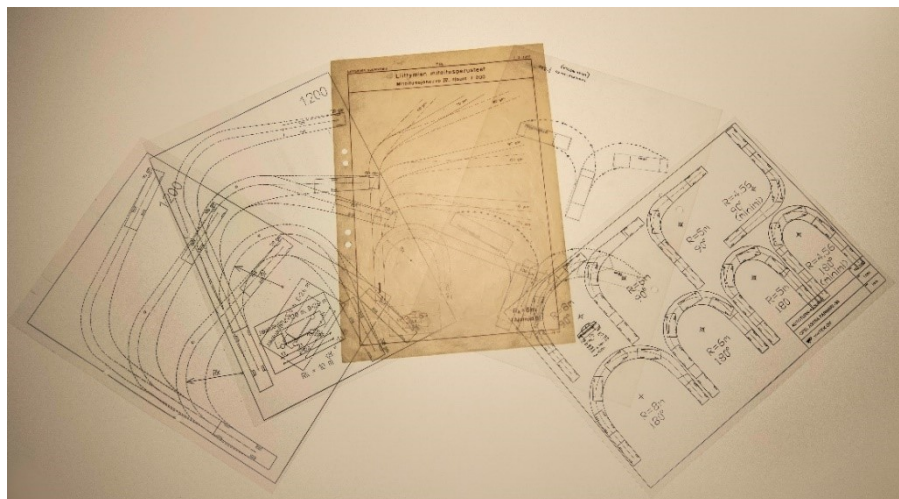
Kuva 31. Taajamien tasoliittymien ohjeelliset mitoittavat liikennetilanteet (Tiehallinto, 2001).

5.6 Ajouratarkastelun kehitys

Digitalisaation myötä ajouratarkasteluihin on tullut muutoksia. Tarkastelu on jaettu manuaaliseen ja tietokoneavusteiseen ajouratarkasteluun.

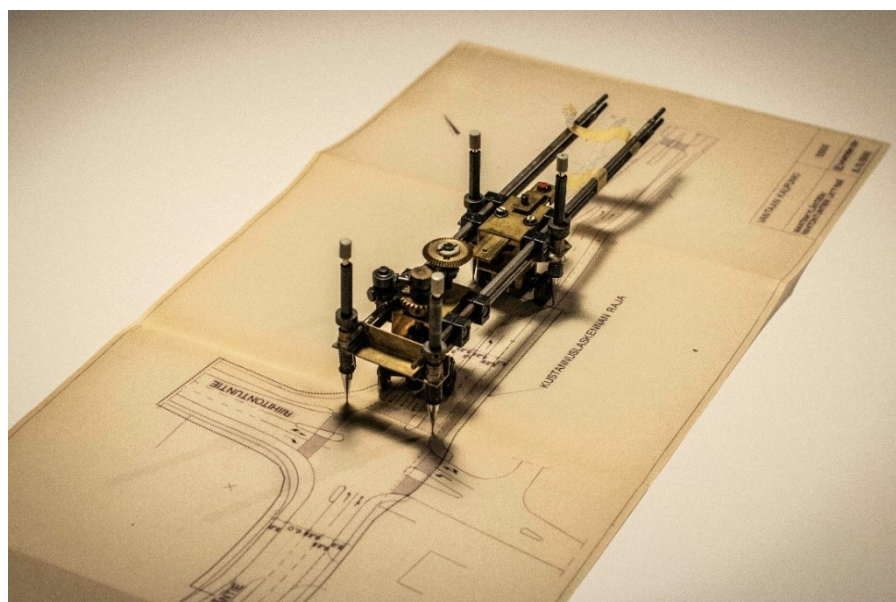
5.6.1 Manuaalinen ajouratarkastelu

Nykyisen tasoliittymien suunnitteluohjeen painetun version liitteenä on mitoituksajoneuvojen ajouramallit. Sapluunamalliset ajouramallit ovat olleet mukana liitteinä myös edellisissä tasoliittymien suunnitteluohjeissa. Ajouramalli sovitetaan liittymäsuunnitelman päälle, jolloin voidaan todeta mitoituksen riittävyys tai sen korjaustarve. Ajouratarkastelut tehtiin käsin ja sapluunoin ennen tietokoneavusteista ajouratarkastelua. Kuvassa 32 on esitetty sapluunamallisia ajouramalleja.



Kuva 32. Esimerkkejä sapluunamallisista ajouramalleista (kuva: Nazarov, 2019).

Manuaalisia ajouratarkasteluja lisäksi tehtiin myös erilaisilla mittatyökaluilla. Kuvassa 33 on esitetty mittakaavan mukaan mukautettava mitoitusajoneuvo eli ”mitta-auto”, joka teknisesti vastasi kääntyvyydeltään oikeita ajoneuvoja. Siitä pystyttiin rakenteellisesti säätämään tarkasti ajoneuvon pituutta ja kääntösädettä käytettävään mittakaavaan. Kyseisillä ”mitta-autoilla” tehtiin ajouratarkasteluja manuaalisesti 1990-luvun alkupuolelle asti. Mitta-auton hinta vastasi sen ajan tyyppillisen henkilöauton hintaa (n. 10 000 Smk). Manuaalisten tarkastelujen tarve on poistunut, kun tilalle on tullut tietokoneavusteinen suunnittelu.



Kuva 33. Mittakaavan mukaan mukautettava mitoitusajoneuvo (kuva: Nazarov, 2019).

Suunnittelijan käyttäessä ajouramalleja hänen on varmistettava, että suunnitelma ja ajouramallit ovat samassa mittakaavassa. Suunniteluohjeen liitteenä olevia sapluunamallisia ajouramalleja voi edelleen käyttää tietokoneavusteisen ajouratarkastelujen rinnalla ja niiden

varmistamisessa. Perinteinen käsin ja sapluunoin tehty ajouratarkastelu eroaa AutoTURNilla tehdystä ajouratarkastelusta siinä, että AutoTURNilla suunnittelijan on itsenäisesti varmistettava mitoitusajoneuvon lainsäädännön vaatimusten mukaisuus mm. kääntövyössäännön osalta. Liikennesuunnittelijan käyttäessä ennen jatkuvasti perinteisiä sapluunamallisia ajouramalleja, hänelle kertyi visuaalista kokemusta esim. vakiintuneesta mittakaavasta. Nykypäivänä hahmottamiskykyä vaikeuttaa monipuolinen mittakaavan muuttaminen tietokoneavusteisessa suunnittelussa (kuvan jatkuva suurentaminen ts. ”zoomaus”, virheiden nopeampi korjaus jne.) Tästä syystä päivitettävään suunnitteluohjeeseen on edelleen hyvä sisällyttää mitoitusajoneuvon ajouramallit edelleen, koska ne voisivat toimia AutoTURNilla luotujen ajouramallien laadunvarmistuksen välineinä.

5.6.2 Tietokoneavusteinen ajouratarkastelu

Tietokoneavusteisella ajouratarkastelulla tarkoitetaan ajouramallintamista tai -simulointia varten tehdyn ohjelmiston käyttöä. Tällaisia ohjelmistoja ovat esim. AutoTURN tai Vehicle Tracking (kuva 34). Vehicle Tracking on Autodeskin kehittämä ajouramallinnus- ja simulointiohjelma. Transoft Solutionsin kehittämä AutoTURN on maailmalla ja Suomessa selvästi käytetyin ajouramallinnus- ja simulointiohjelma kunta-sektorilla sekä konsulttiyrityksissä (Liikennevirasto, 2017). Kyseistä ohjelmaa käytetään apuna mm. liikenne-, katu- ja väyläsuunnittelussa ja se toimii AutoCad ohjelman kanssa rinnan.

Tietokoneavusteisessa ajouratarkastelussa on huolehdittava käytettävän mitoitusajoneuvon lainsäädännön mukaisuudesta. AutoTURN on kansainväliseen käyttöön tarkoitettu ohjelmisto ja siinä on useiden maiden valmiiksi mallinnetut, myös Suomessa käytettävät mitoitusajoneuvot mittatietoineen. Tietokoneavusteisia ajouratarkasteluja on mahdollista tehdä myös kolmiulotteisina. Ne mahdollistavat mm. hidasteiden, pysäköintilaitosten ramppien ja erityyppisten esteiden korkeuksien huomioon ottamisen. Nykyisten mitoitusajoneuvojen mittatiedoista puuttuvat maavaramitat, joita hyödyntämällä pystyttäisiin toteuttamaan kolmiulotteista ajouramallintamista.



Kuva 34. Tietokoneavusteinen ajouratarkastelu (kuva: Nazarov, 2019).

Suunnittelussa voidaan hyödyntää myös pelimootteita ja jopa viedä ajouratarkastelu virtuaalitodellisuuteen. Tulevaisuudessa siis voidaan liittymien toimivuuden tarkistaminen viedä hyvinkin yksityiskohtaiseksi. Virtuaalitodellisuutta hyödynnetäänkin nykyään erilaisissa koulutukseen liittyvissä tarkasteluissa kuten sairaaloiden henkilökunnan koulutuksessa tai rakennusten purkutöissä. Koska perinteiset suunnitteluohjelmistot ovat erittäin kalliita ja raskaita käyttää, pelimootteilla voidaan havainnollistamista ”keventää” paremmin toimivaksi eri toimijoiden välillä. Toimijoiden välinen vuorovaikutus paranee, sillä suunnitelmien tarkastelu on yksityiskohtaisempaa. Pelimootteilla voidaan luoda suunnitelmien eri skenaariot kevyemmin ja asiakkaille paremmin soveltuviksi. Esim. tasoliittymien suunnittelussa voidaan tarkastella hyvin tarkasti, miten ajoneuvoyhdistelmä liikkuu suunnitelluissa erityyppisissä ympäristöissä. Tarvetta tällaiseen voisi olla esim. tasoliittymien suunnittelussa tiiviissä kaupunkiympäristössä, jossa tilaa on erittäin rajallisesti. (Kiiskinen, 2019)

5.7 Mitoitusajoneuvot

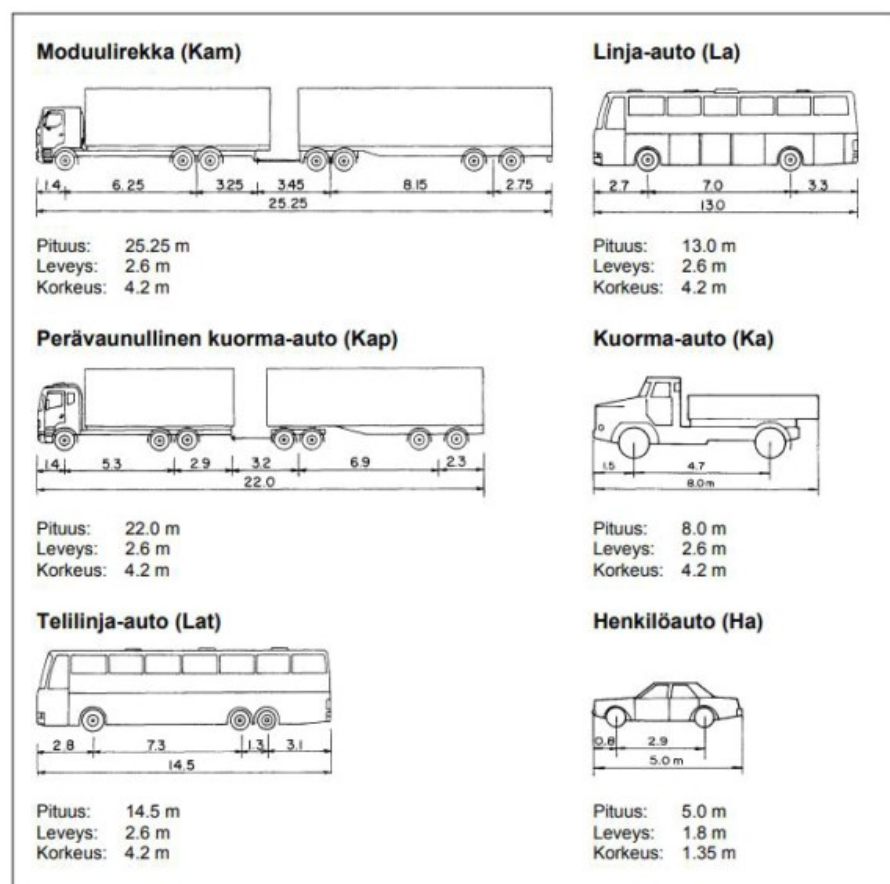
Tässä osiossa käydään läpi nykyisten tasoliittymien suunnitteluohjeiden mitoitusajoneuvot ja niiden havaitut päivitystarpeet asetusmuutoksen myötä.

5.7.1 Nykyisten ohjeiden mitoitusajoneuvot

Suunnitteluohjeiden laadinnassa käytetään määrittyjä mitoitusajoneuvoja mm. tien suuntauksen, poikkileikkauksen, liittymien ja näkemien mitoitusperusteita laadittaessa. Tieliikenteessä käytössä olevista ajoneuvoista on valittu tien geometrian suunnitteluun soveltuvia ajoneuvoja mitoitusajoneuvoiksi. Liittymien suunnittelussa mitoitusperusteena käytetään mitoitusajoneuvojen mukaisia ajouria valituilla

ajotavoilla. Käytettävän ajouran avulla voidaan määrittää ajoneuvon tarvitsema tilantarve suunniteltavassa liittymässä. Mitoitusajoneuvot edustavat ryhmänsä suurimpia sallittuja ja olemassa olevia sekä samalla liikenteessä myös eniten tilaa vaativia ajoneuvoja. Ajoneuvon ollessa riittävän suuri, katsotaan sen edustavan riittävän hyvin valtaosaa ryhmänsä ajoneuvoista ja soveltuvan siten ryhmänsä mitoitusajoneuvoksi. (Ristikartano, 2012).

Kääntyessään ajoneuvon tilantarve kasvaa, koska ajoneuvon takapyörät kulkevat pienempisäteistä kaarta pitkin kuin kääntyvät etupyörät. Ajoneuvon kääntyessä liittymässä, tilantarve on pienen kääntösäteen takia erityisen suuri. (Tiehallinto, 2001). Kuvassa 35 on esitetty Tiehallinnon tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvot.



Kuva 35. Tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvot (Tiehallinto, 2001).

5.7.2 Mitoitusajoneuvojen havaitut päivitystarpeet ennen mittauudistusta

Ajoneuvojen mittojen muutoksia tarkasteltiin Liikenneviraston selvityksessä ”Tiensuunnittelun liikennetekniset mitoitusperusteet” vuonna 2012. Selvityksessä käytiin läpi tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvot ja annettiin sekä suositukset että perustelut päivitystarpeesta. (Ristikartano, 2012)

Ajoneuvoyhdistelmien (Kam ja Kap) mitoitusajoneuvot vastasivat voimassa olevaa lainsäädäntöä. Syitä rakenteellisten mittojen päivitykselle ei ollut. (Ristikartano, 2012)

Linja-autoja (Lat ja La) on mitoitusajoneuvoina kaksi, telilinja-auto ja linja-auto. Kahden eri mitoitusajoneuvon määrittely oli tarpeellista, koska telilinja-autoja ei käytetä kaikilla julkisen liikenteen reiteillä. Määritettyjen autojen rakenteelliset mitat vastasivat ja vastaavat edelleen suunnittelun tarpeita. (Ristikartano, 2012)

Kuorma-auto (Ka) mitoitusajoneuvona edustaa mitoiltaan kunnossapitotöissä yleisesti käytettyä autokalustoa. Suurempien kuorma-autojen tarvitsema tila mitoitetaan linja-autoa mitoitusajoneuvona käyttäen. (Ristikartano, 2012)

5.7.3 Mitoitusajoneuvojen muut päivitystarpeet

Moduulirekan (Kam) rakenteelliset mitat eivät ole nykymitoituksen mukaiset, esim. vetoaisan pituus on yleisesti kyseisessä yhdistelmätyypissä n. 3,6 metriä suunnitteluohjeessa esitetyn 3,45 metrin sijaan. Aisan pituus ja kytkentäkohta vetoautoon vaikuttavat ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyyteen.

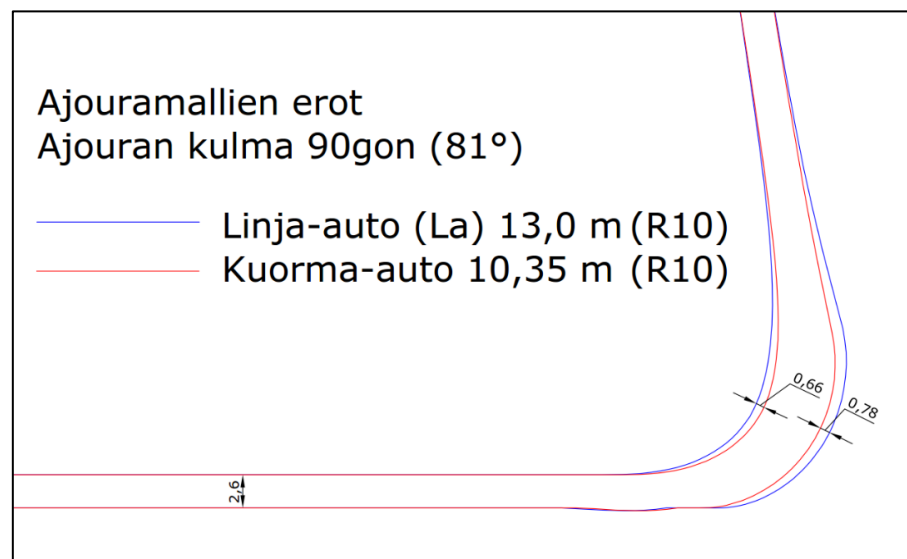
Suomessa ollaan totuttu kutsumaan pituudeltaan 25,25 metriä pitkää ajoneuvoyhdistelmää moduulirekaksi, vaikka kuormatilat eivät olisi moduulimittaisia. Mitoitusajoneuvon kokonaispituus vastaa moduuliyhdistelmän kokonaispituutta, mutta kuormatilojen pituudet ovat epäselviä. Moduuliyhdistelmä muodostuu *European modular system (EMS)* -konseptin määrittämästä moduulimittaisten yksiköiden pituudesta. Konseptin määäämät kuormatilojen pituudet moduuliyhdistelmässä ovat 7,82 metriä vetoautossa ja 13,6 metriä perävaunussa. (Lahti, 2019)

Perävaunullinen kuorma-auto (Kap) on osoittautunut suhteellisen epärelevantiksi mitoitusajoneuvoksi, koska liittymien suunnittelussa moduulirekka (Kam) on vakiintunut mitoitusperuste. Toisaalta 22,0 metriä pitkät ajoneuvoyhdistelmät ovat laajasti käytössä maa-ainekuljetuksissa ja tällainen tyyppillinen on rakennustyömaille liikennöivä sorakasettiyhdistelmä. Sorakasettiyhdistelmän viisi metriä pitkä vetoaisa poikkeaa merkittävästi nykyisestä mitoitusajoneuvona käytetystä perävaunullisen kuorma-auton 3,2 metriä pitkästä vetoaisasta.

Telilinja-auton (Lat) ja linja-auton (La) nykyinen sallittu enimmäispituus on otettu huomioon mm. tien suuntauksen suunnitteluohjeessa, jossa on linja-autojen päivitetyt rakenteelliset mitat (telilinja-auto 15,0 metriä ja linja-auto 13,5 metriä pitkä) (Liikennevirasto, 2013). Linja-auton enimmäispituutta nostettiin 15,0 metriin vuonna 2002 ja yli 13,5 metrin pituiset linja-autot tulee rakentaa vähintään kolmiakselisiksi

(Ristikartano, 2012). Näiden mitoitusajoneuvojen mitat tulisi päivittää 13,5 ja 15,0 metriä ajoneuvopituutta vastaaviksi myös tasoliittymien suunnitteluohjeeseen.

Linja-autoa (La) käytetään nykyään suunnittelussa yli 8,0 metriä pitkien kuorma-autojen mitoitusajoneuvona. Linja-autolla väyläratkaisuja mitoitettaessa tilantarve on käänöksessä kuitenkin huomattavasti esim. tässä työssä ehdotettua 10,35 metriä pitkää kuorma-autoa suurempi (kuva 36), koska linja-autojen etuylitys ja akseliväli ovat kuorma-autojen vastaavia mittoja pidemmät. Pitkää kuorma-autoa vastaisi paremmin esim. 12,25 metriä pitkä paloauto, jota Helsinki käyttää mitoitusajoneuvona (liite 18).



Kuva 36. Kuorma-auton ja linja-auton (La) ajourat ja niiden eroavaisuudet.

Kuorma-auto (Ka) mitoitusajoneuvona vastaa pientä 8 metriä pitkää jäteautoa. Toisena mitoitusajoneuvona voisi olla jakeluliikenteessä tyyppillisesti liikennöivä kuorma-auto, jota esitetään tässä työssä myöhemmin.

Henkilöauto (Ha) luokkaan kuuluvat paketti- ja henkilöautot. Mitoitusajoneuvon rakenteelliset mitat ovat hyvin lähelle suurimman maahan tuotavan henkilöauton mittoja (ks. kuva 12). Nykyisen mitoitusajoneuvon 2,9 metriä pitkä akseliväli vastaa farmarikorimallisen henkilöauton akseliväliä ja on siten riittävä.

6 HAASTATTELUTUTKIMUS

Tässä luvussa käydään läpi haastattelututkimuksen keskeisimmät tulokset ja johtopäätökset. Opinnäytetyön tiedonkeruuta täydennettiin haastattelututkimuksella, johon osallistui Traficomien erityisasiantuntija sekä Espoon kaupungin ja Vantaan kaupungin katusuunnittelijat. Lisäksi käytiin lukuisia keskusteluja Rambollin seurantaryhmän ja tien-suunnittelijoiden kesken, joiden pohjalta tärkeimmät johtopäätökset on nostettu esiin. Haastattelut olivat puolistrukturoituja haastatteluja ja Rambollin edustajien kanssa pohdintakeskusteluja.

Espoon kaupungin haastattelu järjestettiin Espoon Otaniemessä. Haastatteluun osallistuivat suunnittelupäällikkö Tarja Pennanen ja katuinsinööri Pauliina Kuronen. Haastattelulla haettiin Espoon kaupungin katusuunnittelun näkemystä tutkimuksen aiheen kannalta. Haastattelun kysymykset on esitetty liitteessä 3.

Vantaan kaupungin haastattelu järjestettiin Vantaan Tikkurilassa. Haastatteluun osallistuivat kadunsuunnittelupäällikkö Olli Lappalainen ja liikenneinsinööri Jarmo Pajunen. Haastattelulla haettiin Vantaan kaupungin katusuunnittelun näkemystä tutkimuksen aiheen kannalta. Haastattelun kysymykset on esitetty liitteessä 4.

Kummankin kaupunkien edustajien näkemykset vastasivat hyvin pitkälti toisiaan.

6.1 Traficom

Haastattelu järjestettiin Traficomien päätoimipaikassa Helsingin Vallilassa. Haastattelun kysymykset on esitetty liitteessä 2.

Haastattelun aikana käytiin läpi nykyisiä mitoitussajoneuvoja ja vertailtiin niitä nykyisiin laajasti käytössä oleviin ajoneuvoihin ja ajoneuvoyhdistelmiin. Traficom toimitti rakenteelliset piirustukset ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä, joiden pohjalta työn myöhemmässä vaiheessa luotiin ehdotukset ja suositukset mitoitussajoneuvoiksi (ks. 7 ja 8.4).

6.2 Espoon kaupunki

Kaupungin katuverkon liittymien suunnittelussa raskaan liikenteen ajouratarkasteluissa käytetään mitoitussajoneuvoille eri ajotapoja taspauskohtaisesti. Ajotapa on riippuvainen liikenneverkon hierarkiasta. Eri aluetyypeillä suunnittelun lähtötilanteet eroavat toisistaan. Kaupungit käyttävät samoja mitoitussajoneuvojen liikkumisvaroja kuin tasoliittymien suunnitteluohjeessa on esitetty. Kaupungilla ei ole tasoliittymien suunnittelua varten omia suunnitteluohjeita ja kaupunki soveltaa tasoliittymien suunnitteluohjetta käyttötarpeensa mukaisesti.

Yleisesti kaupungin edustajat ja suunnittelusta vastaavat suunnittelijat sopivat tapauskohtaisesti lähtötilanteen ja mitoituksen perusteet. Tästä syystä suunnitteluohjetta on vaikea täysin noudattaa, sillä suunnitteluohjeen tyyppiliittymät eivät välttämättä sovellu kaikkiin liikennetilanteisiin, mitä katuverkolla esiintyy. Tasoliittymien suunnitteluohjeessa ei oteta huomioon liittymän alueellista toiminnallista luokitusta ja mitä liikennemuotoja missäkin ympäristössä liittymä palvelee. Tästä huolimatta suunnitteluohje voisi sisältää tarkan geometrian lisäksi yleispäteviä esimerkkejä ja periaatteita, joihin voisi nojata esim. kaavavaiheessa.

Kaupungilla on laadittu erikoiskuljetuksia varten reittiverkosto, jota myös priorisoidaan muulle raskaalle liikenteelle. Yksittäisen liittymän lisäksi on katsottava kokonaiskuvaa, jotta erikoiskuljetusten reitit palvelisivat tulevaisuudessakin raskasta liikennettä. Erikoiskuljetusreittien osat on määriteltävä suurella työllä ja katuhierarkia luokitellaan reitikohtaisesti sillä operoitavien ajoneuvojen mukaan ja mahdollistetaan jokaiseen kaupunginosaan pääsy pitkillä ajoneuvoyhdistelmillä. Joukkoliikenteen vaatimaa tilantarvetta (pl. tonttikadut) on helpompi perustella kuin raskaan liikenteen vaatimaa tilantarvetta, koska joukkoliikenteeseen suhtaudutaan myönteisemmin kuin muuhun raskaaseen liikenteeseen. Kaupunki on hankalassa tilanteessa päätöksien teossa, koska raskasta liikennettä tarvitaan mm. tavarankuljettamiseen, mutta sen liikennöinnin mahdollistavan tilan varaaminen synnyttää ristiriitaitilanteita esim. jalankulun ja pyöräilyn sekä asukkaiden näkökulmasta. Tiivis kaupunkiympäristö, johon on sovitettava erityyppisiä liikennemuotoja, aiheuttavat varmasti tulevaisuudessakin hankaluuksia. Mitoittavat liikennetilanteet olisivat syytä ohjeistuksissa esitellä selkeässä muodossa esim. taulukossa, kirjallisten määritelmien sijaan, kuten se on tehty *"Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet"*- teoksessa.

Nykyisistä mitoitusajoneuvoista Espoon kaupungilla on käytössä ainakin moduulirekka (Kam), telilinja-auto (Lat), linja-auto (La) ja kuorma-auto (Ka). Lisäksi yleisesti käytetään 12 metristä kuorma-autoa liittymien mitoituksissa. Ajoneuvo ei sisälly nykyisiin tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvoihin. Moduulirekalla mitoitetaan pääkatujen keskeiset liittymät siellä, missä raskas liikenne operoi. Kaupungin katujen ja valtion teiden liittymät mitoitetaan tapauskohtaisesti tasoliittymien suunnitteluohjeen mukaisesti. Mitoitusajoneuvoissa voisi olla enemmän pidempiä kuorma-autoja, nykyisen 8 metrisen kuorma-auton lisäksi. Pakettiautolle ei nähty suoranaista tarvetta liittymien mitoituksissa Espoon kaupungin näkökulmasta.

Osalle katuverkkoa pelastusreittejä ei tulevaisuudessa välttämättä enää mitoiteta isoille pelastusajoneuvoille (esim. tikasauto) asuinaluekortteleissa. Rakennusten rakenteiden, esim. parvekeluukkujen ja parvekkeiden viereisten tikkaiden ansiosta pelastustoiminta muuttuu ja tikasauton rooli pelastusreiteillä vähenee. Tästä huolimatta,

kokonaan tikasauton operoinnin tarve katuverkolta ei poistu, sillä itsepelastautuminen ei aina ole mahdollinen mm. liikuntarajoitteisten henkilöiden osalta.

Tilapäisissä liikennejärjestelyissä hankaluuksia aiheuttaa yleisesti 22,0 metriä pitkä sorakasettiyhdistelmä, jolla rakennusvaiheessa on operoitava työmaalle. Siitä huolimatta, että valmiiksi rakennetussa ympäristössä ei ole tarvetta operoida sorakasettiyhdistelmän kokoisilla ajoneuvoilla, on syytä priorisoida rakennusvaiheet työmaalla siten, että ne eivät estä yhdistelmän liikennöintiä rakennuskohteessa.

6.3 Vantaan kaupunki

Vantaan kaupungissa katusuunnittelijat käyttävät sovelletusti Tiehallinnon tasoliittymien suunnitteluohjetta ja *"Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet"* -teosta.

Vantaalla erikoiskuljetusten reittiverkosto on laadittu kuten Espoossa-kin ja kuljetusyritykset hyödyntävätkin sitä HCT-ajoneuvoyhdistelmillä omissa reittivalinnoissaan. Erikoiskuljetusajoneuvojen ja HCT-yhdistelmien käyttämien reittien välillä on selkeä korrelaatio. Pääkatujen keskinäisten liittymien mitoituksissa on käytetty mitoitusajoneuvona moduulirekkaa (Kam). Vantaan keskustoihin HCT-yhdistelmillä liikennöintiä ei haluta eikä liittymien mitoituksissa niitä oteta huomioon. Pääsääntöisesti ajoneuvoyhdistelmien kuljettajat tuntevat Vantaan kaupungin liikenneverkon osat kokemuksensa myötä, joissa liikennöinti raskailla ajoneuvoyhdistelmillä on mahdollista. Asetusmuutos ei ole tuonut merkittäviä ongelmia kaupungille, koska HCT-yhdistelmien liikennöinti on ollut Vantaalla jo poikkeuslupien aikana merkittävässä roolissa.

Pääsääntöisesti Vantaan kaupungilla käytetään mitoituksissa telilinja-autoa ja lyhyemmälle linja-autolle (La) ei ollut erityistä tarvetta suunnittelussa. Lisäksi esille ei ole noussut erityisiä mitoitusajoneuvoja, joita olisi tarvinnut nykyisten lisäksi.

Pysäköintiruutujen mitat on Vantaan kaupungilla vakiintuneita eikä niitä ole muutettu esim. ajoneuvokannan kehityksen takia ja ajoneuvojen muuttuneiden fyysisten mittojen vuoksi. Ajokaistalla pysäköintiruutujen (ts. kadunvarsipysäköinti) henkilöautojen mittoja sovelletaan tarpeen mukaan. Pysäköintihallien korkeus pyritään mitoittamaan 2,3 metriin ja pääsääntöisesti pakettiautolla pääsee liikennöimään pysäköintihalleissa Vantaan kaupungissa.

Osalle katuverkkoa pelastusreitit ei tulevaisuudessa välttämättä enää mitoiteta isoille pelastusajoneuvoille (esim. tikasauto) asuinaluekortteleissa. Rakennusten rakenteita muutetaan pelastustoiminnassa enemmän itsepelastautumisen mukaiseksi esim.

parvekeluukkujen ja muiden rakenteellisten ratkaisujen avulla. Tämän myötä tikasauton liikennöinnille ei olisi samanlaista tarvetta kaikilla pelastusreitillä kuin aikaisemmin. Muutos voisi johtaa pakollisten nostopaikkojen vähentämiseen. Paljon tilaa vievä nostopaikka asuinalueella puhuttaa asukkaita, koska se vie tilaa kadunvarsipysäköinniltä tai vieraspaikoilta. Lisäksi nostopaikan rakentaminen tuo lisäkustannuksia. Ilman nostopaikkapakkoa asuinalueella, mahdollistetaan paremmat olosuhteet esim. pysäköintisuunnittelulle asuinalueella.

Vantaalla hyödynnetään Helsingin kaupungin tilapäisten liikennejärjestelyjen ohjeistusta sekä tyyppikuvia, jotka ovat pääkaupunkiseudun kaupunkien yhteisessä käytössä.

Rakennustyömailla tilapäisten liikennejärjestelyjen osalta voidaan sopia tietyn ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän liikennöinnin mahdollistamisesta. Jos on tarve HCT-yhdistelmän operoinnille rakennustyömaalle vievälle reitille, voidaan rakennustyömaasta vastaavien kanssa sopia ennakoivasti, milloin ja miten tilapäisiä liikennejärjestelyjä työmaalla voidaan muuttaa. Muutostyöllä mahdollistetaan tietyn ajoneuvon operointi kiertoreitillä. Yleisesti tämänkaltainen toiminta koskee erikoiskuljetuksia laajojen hankkeiden rakennustyömailla, mutta tulevaisuudessa menettelyä todennäköisesti sovelletaan myös HCT-yhdistelmille. Tilapäisten liikennejärjestelyjen ohjeistuksia olisi syytä päivittää ja ottaa uudet HCT-yhdistelmät ohjeistuksessa huomioon.

6.4 Ramboll

Pääsääntöisesti Rambollin tie- ja katusuunnittelussa mitoitetaan tasoliittymät mitoitusajoneuvojen mukaisesti ja tarkistusajoneuvojen käytölle ei erillistä tarvetta ole. Liittymissä otetaan huomioon mahdollisten erikoiskuljetusajoneuvojen liikennöinti ja tarkistetaan niillä mahdollinen operointi suunnitteluvaiheessa. Tasoliittymien suunnitteluohjeessa esitettyä liittymäkaariyhdistelmää hyödynnetään ensisijaisesti ja sovelletusti tapauskohtaisesti. Liikkumisvaroja noudatetaan hyvin tarkasti. Ajouratarkasteluissa ei oteta huomioon ajoneuvojen kulmapyöristyksiä. Lähtökohtaisesti AutoTURN esittää ajoneuvot suorakulmioina, joiden kulmat eivät ole pyöristettyjä. Tästä johtuen ajoura vaatii enemmän tilaa kuin oikeassa ympäristössä. Mallinetuissa mitoitusajoneuvoissa ei käytetä kulmapyöristyksiä.

Yleisesti hankaluuksia nähtiin tuottavan tyyppiliittymän kaariyhdistelmät, joiden mitoitus palvelisi erityyppisten HCT-yhdistelmien kääntyvyyttä. Työn aikana keskusteluissa nousi esiin, että HCT-yhdistelmiin kuuluvat A-tupla ja varsinainen perävaunuyhdistelmä poikkeavat kääntyvyydeltään toisistaan ja tämän takia on hankalaa määritellä yksittäistä mitoitusajoneuvoa, joka kattaisi kaikkien HCT-yhdistelmien tilantarpeet. Myös väistötila olisi selkeästi tarpeellinen tulppaliittymissä, joissa on HCT-yhdistelmäliikennettä.

Erityyppisissä liikennesuunnitteluprojekteissa, joissa raskaalle liikenteelle on selkeä tarve, nousi esiin, että tasoliittymien ajouratarkasteluissa hyödynnetään mitoitusajoneuvona mm. moduulirekkaa (Kam). Lyhyemmälle perävaunulliselle kuorma-autolle (Kap) pituudeltaan 22,0 metriä, tarve esiintyy hyvin harvoin. Moduulirekan (Kam) lisäksi raskaan liikenteen osalta esim. tonttiliittymissä mitoitusajoneuvona voidaan käyttää myös pelkkää kuorma-autoa.

Keskusteluissa nousi esille, että tasoliittymien suunnitteluohjeiden mitoitusajoneuvojen rakenteellisissa tiedoissa ei ole määritetty maavaramittoja. Mittatietoja tarvitaan nykyisten simulointiohjelmistojen 3D-mitoitusajoneuvojen luontia varten. Maavaramittojen lisäys mahdollistaisi 3D-mitoitusajoneuvojen luonnin ajoura- ja simulointiohjelmassa. Maavaratietojen selvittäminen esim. erikseen ajoneuvojen valmistajalta muodostaa hajontaa maavaratietoihin. Yleisesti liikenteellisissä erillistarkasteluissa on havaittu tarvetta maavaratiedoille sekä 3D-ajouratarkasteluille.

7 YLEISET KÄYTETTÄVÄT AJONEUVOTYYPIT

Tässä luvussa käydään läpi ajoneuvoja ja ajoneuvoyhdistelmiä, jotka työn tiedonkeruun ja haastattelututkimuksen myötä ovat osoittautuneet oleellisiksi ajoneuvoiksi ja ajoneuvoyhdistelmiksi, joilla operoidaan Suomessa ja joita voitaisiin hyödyntää mm. liittymien mitoituksissa.

Mittauudistuksen myötä liikenteeseen on tullut uusia yhdistelmätyyppejä (ks. kuva 15). Enimmäispituudeltaan suurimpien sallittujen ajoneuvoyhdistelmien ajouratarkasteluissa ei ajourilla ole keskenään merkittäviä eroja, kun käytetään samaa ajotapaa ja ajolinjan ympyräkaarta. Kuljetusyritysten nykyisin käyttämät ajoneuvoyhdistelmät, jotka ovat osoittautuneet suosituiksi ajoneuvoyhdistelmiksi jakeluliikenteessä on syytä ottaa huomioon tasoliittymien suunnittelussa

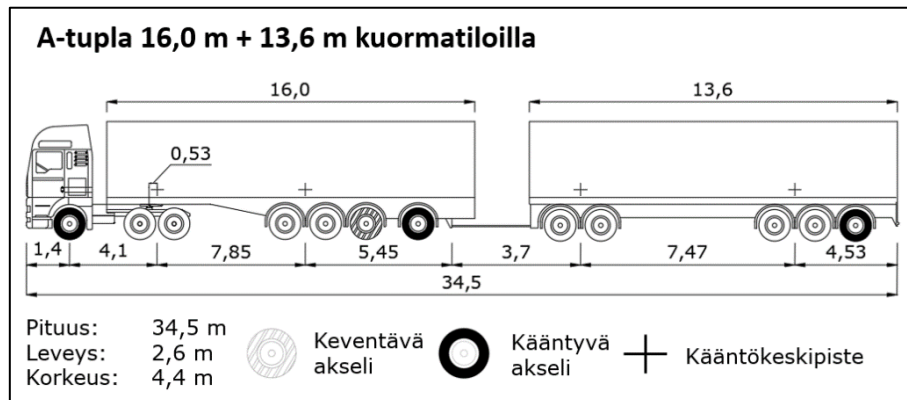
Tässä työssä esitetyt ehdotukset perustuvat tutkimuksen aikana tehtyihin haastatteluihin ja Rambollin seurantaryhmän kanssa käytyihin keskusteluihin. Haastatteluissa ja keskusteluissa pohdittiin mm. liikennöinti erityyppisillä ajoneuvoyhdistelmillä Suomessa. Työssä mitoituksen kannalta esille nousseet ajoneuvot ja ajoneuvoyhdistelmät esitellään tässä luvussa.

Traficommin esittämät ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien rakenteelliset mitat on esitetty liitteissä 5–12. Traficommin toimittamien ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien teknisten piirustusten pohjalta on luotu esitys ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä, joiden tyyli ja rakenteelliset mitat mukailevat nykyisten suunnitteluohjeiden mitoitusajoneuvoja. Esitetyistä ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä kuvataan ajouratarkastelun mallintamisen kannalta keskeiset mitat, mm. kääntökeskipisteiden sijainti ja fyysiset mitat, joita voidaan hyödyntää esim. ajoneuvojen määrittämisessä AutoTURNissa.

Akselivälin kasvaessa tilantarve ajoneuvon kääntyessä suurenee. Kääntyvyysäännön ehtojen täyttymiseksi osa ajoneuvojen akseleista voivat olla kääntyviä tai keventäviä. Niiden ansiosta ajoneuvon oikaisupituus lyhenee ja mahdollistaa kääntyvyysäännön täyttymisen. Kääntökeskipisteet kuvaavat ajoneuvojen rakenteelliset kohdat, jotka suoranaisesti vaikuttavat ajoneuvon kääntyvyyteen. Ajoneuvon oikaisupituudella tarkoitetaan ajoneuvon kääntyvyysominaisuuksia kuvaavaa mitta, eli määräävää akseliväliä.

A-tupla (Duo 2) 16,0 m + 13,6 m kuormatiloilla on n. 34,5 metriä pitkä ajoneuvoyhdistelmä (kuva 37). Vetoautona toimii N₃-luokan vetopöydällä varustettu kuorma-auto, johon kytketään puoliperävaunu kääntyvällä taaimmaisella akselilla ja sen perään perinteinen varsinainen perävaunu. Varsinaisen perävaunun sijaan voidaan kytkeä apuvaunu (dolly) hyödyntäen puoliperävaunu. Kääntyvyyden osalta ei ole

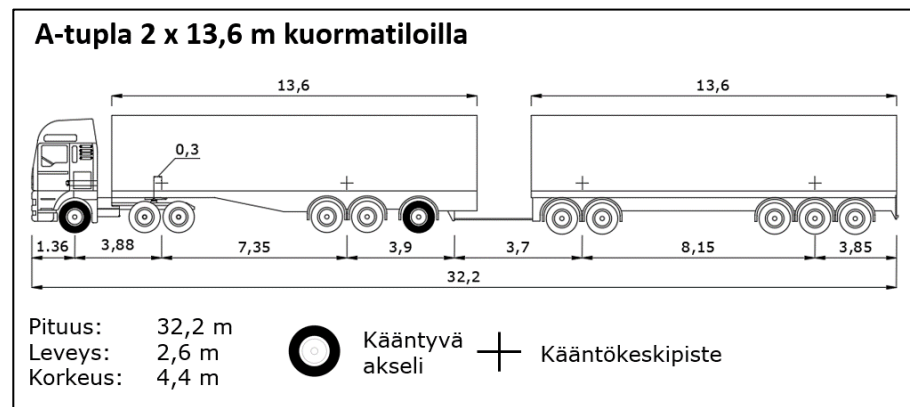
merkitystä onko taaimmainen perävaunu varsinainen vai puoliperävaunu. Kaukokiito liikennöi tämän tyyppisellä yhdistelmällä, joita on n. 50 kappaletta kotimaisessa jakeluliikenteessä. Sääntöjen puitteissa (esim. kääntävyyssääntö) tämän tyyppinen yhdistelmä on kokonaispituudeltaan pisin mahdollinen, kun halutaan hyödyntää kuormatilat maksimaalisesti. (Lahti, 2019)



Kuva 37. A-tupla ajoneuvoyhdistelmä, jonka kokonaispituus on 34,5 metriä.

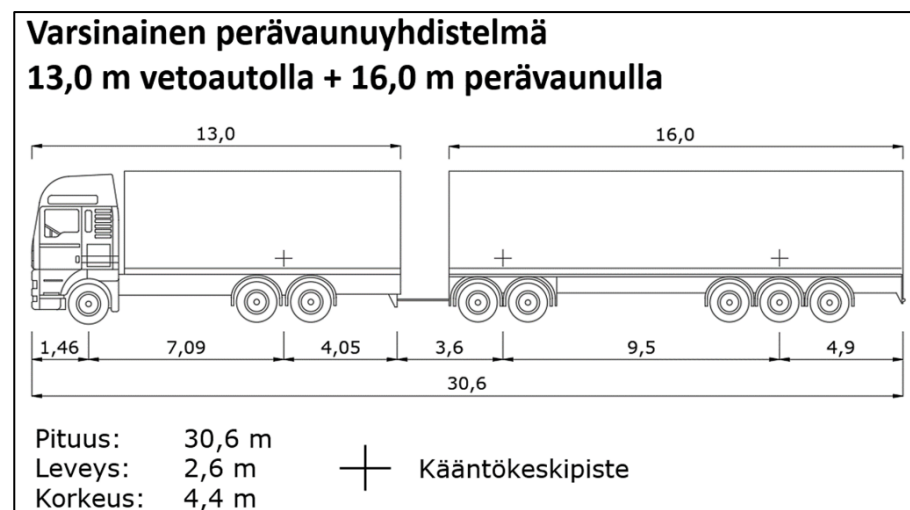
A-tupla (Duo 2) 2 x 13,6 m kuormatiloilla on 32,2 metriä pitkä ajoneuvoyhdistelmä (kuva 38). Vetoautona toimii N₃-luokan vetopöydällä varustettu kuorma-auto, johon kytketään puoliperävaunu kääntyvällä taaimmaisella akselilla ja sen perään perinteinen 815 cm oikaisupituudeltaan oleva varsinainen perävaunu. Varsinaisen perävaunun sijaan voidaan kytkeä apuvaunua (dolly) hyödyntäen puoliperävaunu, joka on kansainvälisestä liikenteestä tuttu 13,6 metrin puoliperävaunu, jota käytetään eri maiden välisessä liikenteessä. Kääntävyyden osalta ei ole merkitystä onko taaimmainen perävaunu varsinainen vai puoliperävaunu.

Ajoneuvoyhdistelmä on osoittautunut kuljetusyrityksillä relevantiksi yhdistelmätyypiksi ja sen suosio näyttää kasvavan. Suomessa tämän tyyppisiä yhdistelmiä on liikenteessä reilut 100 kappaletta. Myös Euroopan isoin perävaunutehdas ja autoteollisuus on tämän yhdistelmän kannalla ja onkin kokeilussa tällä hetkellä esim. Espanjassa ja Hollannissa. Euroopassa on totuttu kuljettamaan tavaraa 13,6 metrin pituisissa kuormatiloissa ja tämän vuoksi kyseisen yhdistelmätyypin muukaisten ajoneuvojen lukumäärä on kasvussa. (Lahti, 2019)



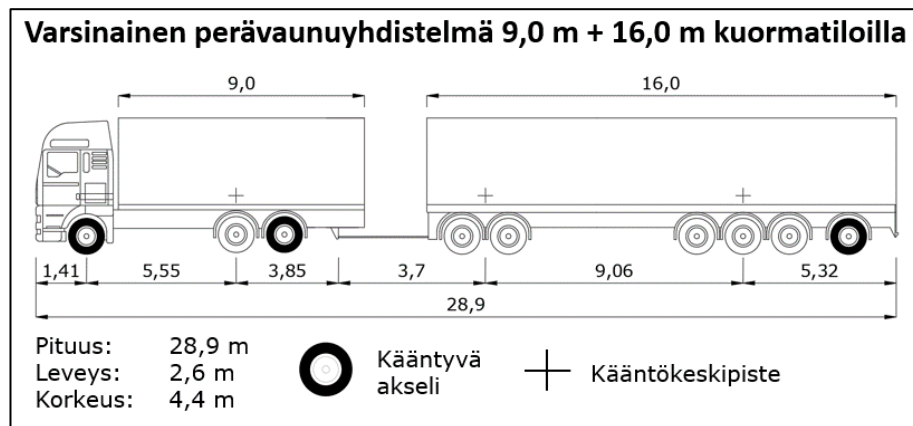
Kuva 38. A-tupla ajoneuvoyhdistelmä, jonka kokonaispituus on 32,2 metriä.

Varsinainen perävaunuyhdistelmä 13,0 m vetoautolla + 16,0 m perävaunulla on 30,6 metriä pitkä ajoneuvoyhdistelmä (kuva 39). Vetoautona toimii N₃-luokan 13,0 metriä pitkä kolmiakselinen kuorma-auto, johon kytketään apuvaunulla (dolly) puoliperävaunu tai varsinainen perävaunu. Yhdistelmätyypeistä tämä HCT-yhdistelmätyyppi on kääntyvyydeltään eniten tilaa vievä yhdistelmä.



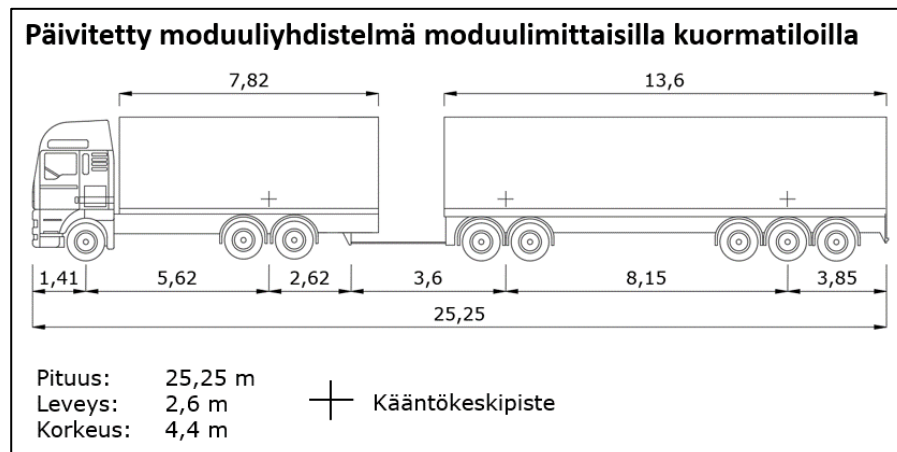
Kuva 39. Varsinainen perävaunuyhdistelmä, kokonaispituus 30,6 metriä.

Varsinainen perävaunuyhdistelmä 9,0 m + 16,0 m kuormatiloilla on 28,9 metriä pitkä ajoneuvoyhdistelmä (kuva 40). Vetoautona toimii N₃-luokan kolmiakselinen kuorma-auto, johon kytketään apuvaunulla (dolly) puoliperävaunu tai varsinainen perävaunu. Perävaunu on kääntyvällä taaimmaisella akselilla. Kääntyvyydeltään yhdistelmä pystyy melkein läpäisemään 12,5/2,00 kääntyvyysäännön, koska oikaisu ei merkittävästi kasva moduuliyhdistelmään nähden, mutta yhdistelmän takakulman sivusiirtymä kasvaa sen verran, että yhdistelmä joutuu noudattamaan 120-asteen kääntyvyysääntöä, jonka se täyttää ongelmitta (Lahti, 2019).



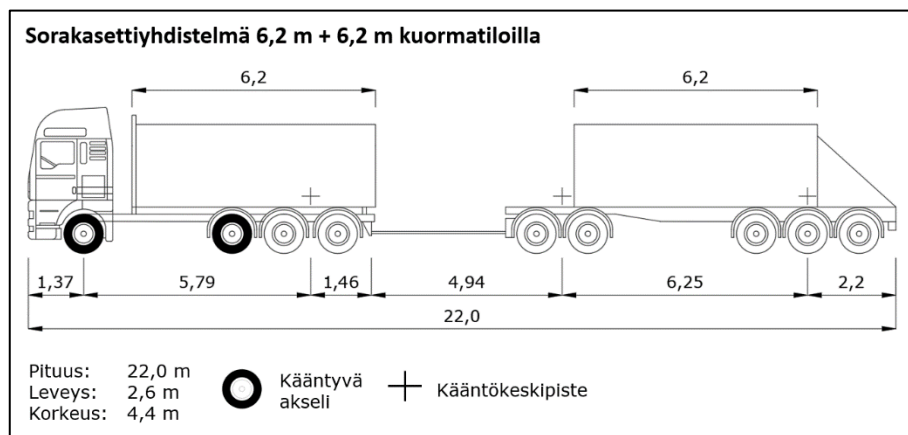
Kuva 40. Varsinainen perävaunuyhdistelmä, kokonaispituus 28,9 metriä.

Päivitetty moduuliyhdistelmä 7,82 m + 13,6 m kuormatiloilla on 25,25 metriä pitkä ajoneuvoyhdistelmä (kuva 41). Vetoautona toimii yleensä N₃-luokan kolmiakselinen kuorma-auto, johon kytketään apuvaunulla (dolly) puoliperävaunu tai varsinainen perävaunu. Kuormatilat ovat moduulimittaisia, eli 7,82 metriä ja 13,6 metriä, josta nimitys moduuliyhdistelmä juontaa.



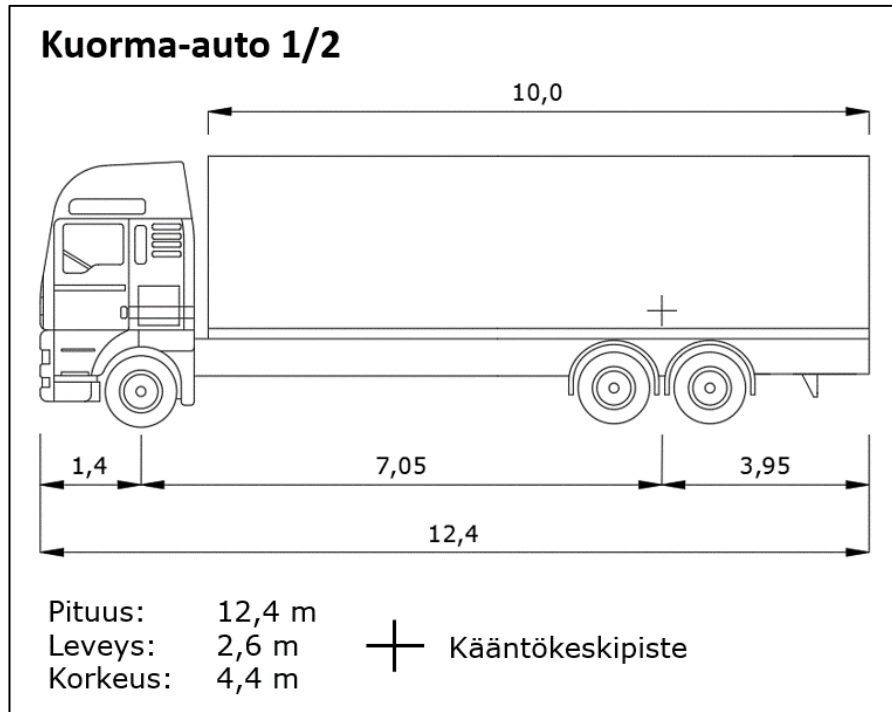
Kuva 41. Päivitetty moduuliyhdistelmä, kokonaispituus 25,25 metriä.

Pituudeltaan 22,0 metriä pitkä sorakasettiyhdistelmä, jota käytetään yleisesti rakennustyömailla ja on liikenteessä hyvin tavanomainen ajoneuvoyhdistelmä (kuva 42). Ajoneuvoyhdistelmä olisi syytä ottaa huomioon mitoitusperusteena katusuunnittelussa niillä alueilla, joissa on selkeästi rakennustyömaita tulevaisuudessa.



Kuva 42. Sorakasettiyhdistelmä, kokonaispituus 22,0 metriä.

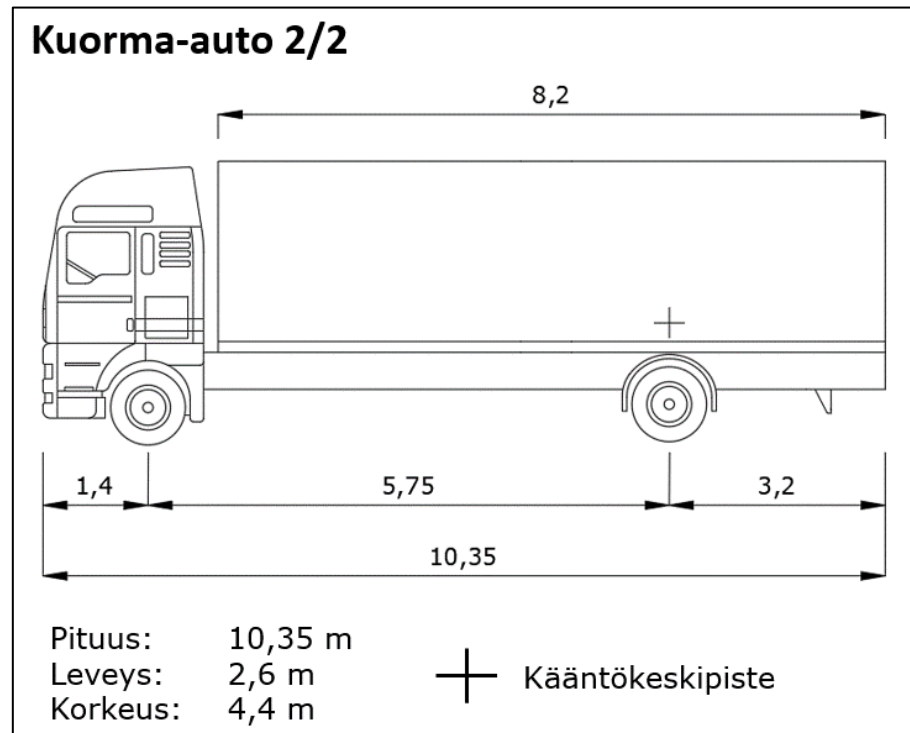
Kolmiakselinen 12,4 metriä pitkä kuorma-auto on suosittu ajoneuvo maakuntien jakeluliikenteessä (kuva 43). Sen kuormatila on pituudeltaan n. 10 metriä, johon mahtuu 20 FIN-lavaa tai 24 EUR-lavaa. Jos jakeluliikenteessä kuljetetaan yleistä kappaletavaraa, kuorma-auto on tyypillisesti kaksiakselinen ja tätä painavamman kuorman kuljetuksissa esim. elintarvikekuljetuksissa käytetään kolmiakselista kuorma-autoa, jonka taaimmainen akseli on kääntyvä. Ajouratarkastelun kannalta taka-akseleiden määrä ei ole olennaista, vaan määräävä akseliväli, yleisesti jopa kolmiakselinen voi olla parempi kääntyvyydeltään kuin kaksiakselinen, jos taaimmainen akseli on kääntyvä. (Lahti, 2019)



Kuva 43. Pituudeltaan 12,4 metriä pitkä kuorma-auto.

Pituudeltaan 10,35 metriä pitkä kuorma-auto on jakeluliikenteessä tyypillinen ajoneuvo (kuva 44). Sen kuormatila on pituudeltaan n. kahdeksan metriä, johon mahtuu 16 FIN-lavaa tai 20 EUR-lavaa. Jos

jakeluliikenteessä kuljetetaan yleistä kappaletavaraa, kuorma-auto on tyypillisesti kaksiakselinen ja tätä painavamman kuorman kuljetuksissa esim. elintarvikekuljetuksissa käytetään kolmiakselista kuorma-autoa, jonka taaimmainen akseli on kääntyvä. Ajouratarkastelun kannalta taka-akseleiden määrällä ei ole olennaista vaikutusta, vaan määrävällä akselivälillä. Yleisesti jopa kolmiakselinen voi olla parempi kääntyvyydeltään kuin kaksiakselinen jos, taaimmainen akseli on kääntyvä. (Lahti, 2019)



Kuva 44. Pituudeltaan 10,35 metriä pitkä kuorma-auto.

8 UUDISTETUT MITOITUSAJONEUVOT JA VAIKUTUS SUUNNITTELUUN

Tässä luvussa nostetaan esille ajoneuvojen muuttuneet tilatarpeet, vertailu nykyisten mitoitussajoneuvojen ja tässä työssä ehdotettujen ajoneuvojen välillä, katusuunnittelun ohjeistuksen täydentämistä tämän työn aiheen kannalta ja suositeltavat mitoitussajoneuvot päivitetäviin tasoliittymien suunnitteluohjeisiin. Lisäksi pohditaan työn aikana nousseita asiakokonaisuuteen liittyviä muita vaikutuksia.

8.1 Muutokset ajoneuvojen tilantarpeessa

Ajoneuvojen ja -yhdistelmien käänöksissä tilantarve on muuttunut asetusmuutoksen myötä. Uusien erityyppisten HCT-yhdistelmien tilantarpeet ovat erilaisia, riippuen ajoneuvoyhdistelmän rakenteellisista mitoista. Tilantarpeiden muutokset on kuvattu ajouratarkasteluin, joissa ajourien eroavaisuus voi olla suurimmillaan jopa kaksi metriä verrokkiyhdistelmään (moduulirekka) verrattuna.

HCT-varsinaisten perävaunuyhdistelmien käytön suosio maakuntien elintarvikekuljetuksissa kohdistuu kokonaispituudeltaan 28 metrin ja 31 metrin välillä oleviin varsinaisiin perävaunuyhdistelmiin. Ajoneuvoyhdistelmän mittoihin vaikuttaa mm. auton hytin pituus ja kuljetusyrityksen käyttämä lavakoko (FIN- vai EUR-lava). Varsinaisen perävaunuyhdistelmän tekninen enimmäispituus on 31,0 metriä, mutta ketteryys muutaman metrin lyhyemmällä ajoneuvoyhdistelmällä on selkeästi tätä parempi. On syytä ottaa huomioon, kuinka muutama metri vaikuttaa hyötykuormaan verrattuna ajoneuvoyhdistelmän ketteryyteen. Onko siis tarpeellista tinkiä pituudesta muutama metri, jos käänntyvyys on silloin selkeästi parempi?

Lyhyimmät HCT-varsinaiset perävaunuyhdistelmät ovat 26 metriä ja 27 metriä pitkät ajoneuvoyhdistelmät, joita käytetään mm. hakekuljetuksissa painon ollessa rajoittava tekijä. Jos elintarvikekuljetuksissa perinteistä moduuliyhdistelmää pidennetään, niin muutos on yleensä vähintään parin metrin luokkaa. (Lahti, 2019)

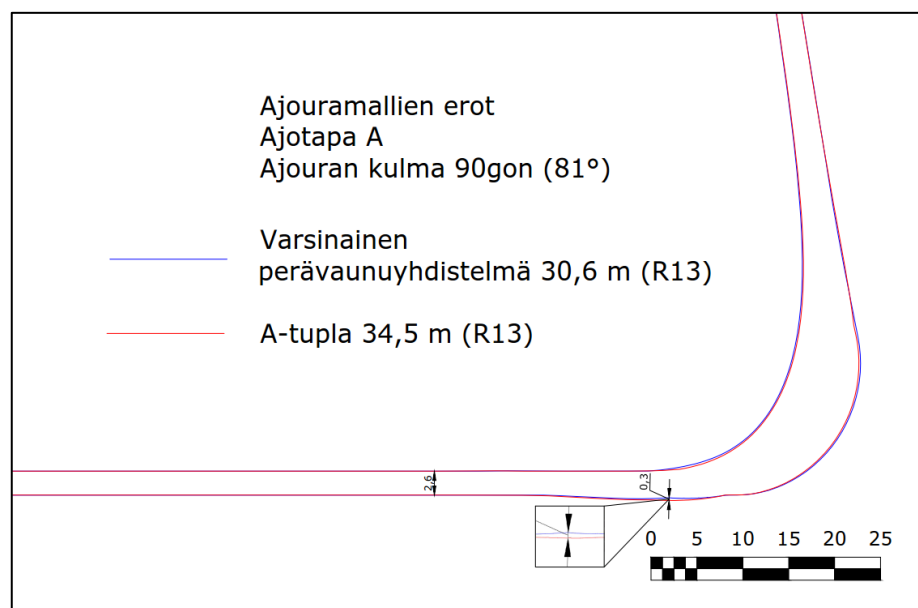
Asetusmuutoksen mukaan kuljetuksen suorittajan ja kuljettajan on varmistettava, että kuljetuksen suorittaminen käytettävällä kuljetusreitillä on mahdollista ilman riskiä osumisesta ajoradan sivuilla oleviin rakenteisiin (Valtioneuvoston asetus 31/2019). Toisaalta kaikkien ajoneuvojen kuljettajien on sama asia varmistettava muutenkin. Tästä huolimatta, tällä hetkellä ei ole olemassa säännöstöä, joka velvoittaa ilmoittamaan ajoneuvon käänntyvyysäännön ehtojen täyttymisen esim. asiakirjalla ajon aikana.

Ensisijaisesti ajojärjestelijän tehtävänä on varmistaa ajoneuvoyhdistelmän liikennekelpoisuus, jolla kuljettaja liikennöi. Ajojärjestelijä

ilmoittaa kuljettajalle mikä perävaunun mistäkin on kytkettävä vetoautoon ja kuljettajan on yleisesti luotettava työjohtoon. (Lahti, 2019)

Tasoliittymää mitoittaessa HCT-yhdistelmälle on käytettävä kääntyvyydeltään eniten tilaa vaativaa mitoitusajoneuvoa ja isointa mahdollista kääntösädettä. Pituudeltaan 30,6 metriä pitkä **HCT-varsinainen perävaunuyhdistelmä** on pitkän vetoautonsa takia kääntyvyydeltään eniten tilaa vaativa ajoneuvoyhdistelmä. Kuvasta 45 voi havainnoida, että kun samaa 13 metrin kääntösädettä käyttää kaksi erityyppistä ajoneuvoyhdistelmää, niiden tilantarve on kääntyvyyden osalta sama.

HCT-yhdistelmien luokkaan kuuluvan **A-tuplan** vetoautona toimii rek-kaveturi, jonka rakenteellinen kääntösäde on 9,0 metriä A-ajotavalla ja 7,0 metriä B–D-ajotavalla. Kääntösäteiden arvot ovat lyhyemmän vetoauton takia pienempiä kuin varsinaisella perävaunuyhdistelmällä. Pituudeltaan 30,6 metriä pitkän **HCT-varsinainen perävaunuyhdistelmän** vetoauton pituus on 13,0 metriä, kääntösäde on 13,0 metriä A-ajotavalla ja 11,0 metriä B–D-ajotavalla. **A-tuplan** ja **HCT-varsinaisen perävaunuyhdistelmän** yhdistelmien ja niiden rakenteen mukaisten kääntösäteiden tilantarpeiden eroavaisuudet on kuvattu liitteessä 19.

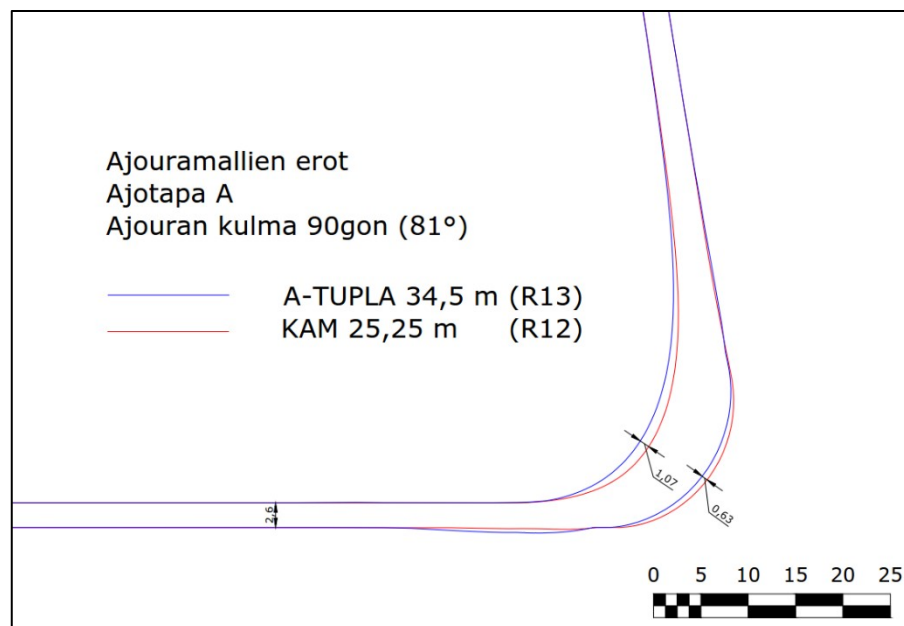


Kuva 45. Kahden erityyppisen HCT-yhdistelmän eroavaisuudet (samat kääntösäteet).

8.2 Ehdotettujen ja nykyisten mitoitusajoneuvojen ajouratarkastelujen vertailu

Tässä osiossa on kuvattu ajoneuvojen ja -yhdistelmien eroavaisuudet ajouramalleilla nykyisten mitoitusajoneuvojen ja ehdotettujen ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien välillä. Ehdotettujen ajoneuvoyhdistelmien ja verrokkiyhdistelmän (Kam 25,25 m) erot on havainnollistettu ajouratarkastelulla luotujen ajouramallien avulla ja niistä ilmenee tilantarpeiden eroavaisuudet käänöksessä A-ajotavalla.

Ajouratarkastelujen käänkökulmat ovat 80 gon (72°) ja 90 gon (81°), joita käytetään tasoliittymien suunnitteluohjeiden tyyppi liittymissä. Kuvassa 46 on kuvattu pisimmän HCT-yhdistelmän ja verrokkiyhdistelmän eroavaisuudet. Muut kuvat on esitetty liitteissä 13–19.



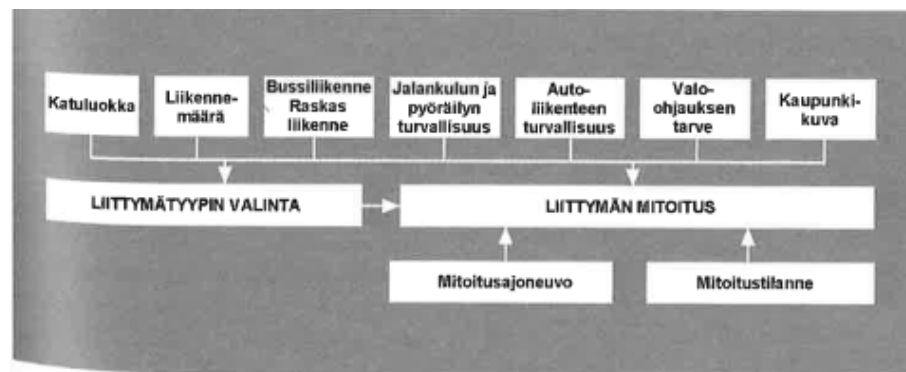
Kuva 46. A-tupla ja KAM-yhdistelmien ajourat ja niiden eroavaisuudet.

8.3 Millä liikenneverkon osilla tulee voida liikennöidä

Tässä työssä ei oteta kantaa maantieverkon tasoliittymien suunnitteluohjeiden ohjeellisiin liikennetilanteisiin. Niitä varten tehdään laajempi ja kattavampi tutkimus tulevaisuudessa (Saarelainen, 2019).

Liikenneverkon osat jakautuvat liikennöintitarpeiden ja liittymien käyttöasteen mukaisesti. Väyläviraston ylläpitämään maantieverkoon kuuluvat valta-, kanta-, seutu- ja yhdystiet. Katuverkko jakautuu väylän käyttötarkoituksen mukaisesti pää-, kokooja- ja tonttikatuihin (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2003). Tasoliittymien suunnitteluohjeen maanteiden ja katuliittymien ohjeelliset mitoittavat liikennetilanteet on esitetty kuvassa 31.

Katujen liittymien ohjeelliset mitoittavat tilanteet on esitetty ”*Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet*” -teoksessa kirjoitettuna muodossa, mikä ei palvele ohjeistuksena tarpeeksi selkeästi. Katuympäristössä liittymätyypin valintaan ja liittymän mitoittamiseen vaikuttavat tekijät on esitetty kuvassa 47. Katusuunnittelua varten ohjeellisia mitoittamistilanteita on hankalampaa määrittellä tapauskohtaisuuden takia kuin maanteilla, koska valtion tieverkolla on lähtökohtaisesti enemmän tilaa liittymien mitoittamiselle kuin tiiviissä katuympäristössä. Liikenteen rakenne poikkeaa selvästi liikenteestä katuverkolla maanteiden liikenteestä.



Kuva 47. Katujen liittymätyypin valintaan ja liittymän mitoittamiseen vaikuttavia tekijöitä (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2003).

Tässä työssä luotiin ehdotus mitoitustilanne ja -ajoneuvotaulukosta, jota mahdollisella jatkotutkimuksella kehitettäisiin tulevaisuudessa. Taulukossa jaottelu ohjeellisille mitoitustilanteille määritellään katu- luokituksen sijaan alueellisten toiminnallisten luokkien mukaan. Taulukossa esitetyt mitoitustilanteet eivät siis noudata katuverkon hierarkiaa, vaan liittymän sijaintiin perustuvaa alueellista luokitusta. Pääkatujen keskinäiset liittymät saattavat liikenteellisesti poiketa toisistaan (teollisuusalueen keskinäiset pääkadut tai kaupungin keskustan keskinäiset pääkadut). Tämän takia katuluokituksen mukaisia ohjeellisia mitoitustilanteita ei nykyään tulisi ohjeistaa kuten ”Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet”-teoksessa. Taulukkoa voidaan jatkotutkimuksilla päivittää sen mukaan, kun on tiedossa tarkat toiminnalliset luokat ja millä mitoitusajoneuvolla sekä tarkistusajoneuvolla ja niiden ajotavoilla on syytä tasoliittymiä mitoittaa katuverkolla. Taulukon toiminnalliset luokat kuvaavat suunnittelussa ajoneuvolla mitoitettavan ja tarkistettavan liikennöintitarpeita katujen keskinäisissä liittymissä tietyllä aluetyypillä. Toiminnallisten luokkien mitoitus- ja tarkistusajoneuvot voivat poiketa muista toiminnallisten luokkien mitoitusajoneuvoista, jotka on määritetty liikennöintitarpeiden ja liittymien käyttöasteen mukaisesti tietyllä kaupungin tai kunnan alueella.

Idea taulukosta syntyi tämän tutkimuksen aikana käytyjen keskustelujen myötä kaupunkien katu- ja liikennesuunnittelusta vastaavien kanssa sekä Rambollin seurantar ryhmän kanssa. Kysyntä selkeälle taulukkomuotoiselle ohjeistukselle olisi olemassa ja päivitetyn taulukon voisi ottaa huomioon päivitettävissä katujen suunnitteluohjeistuksissa.

Taulukko 4. Periaate mitoitussajoneuvojen ja ajotapojen määrittelyksi tasoliittymien suunnittelua varten katuverkolla.

KATULUOKKA		ALUEELLISET TOIMINALLISET LUOKAT				
PÄÄSUUNTA	LIITTYVÄ SUUNTA	1	2	3	4	5
PÄÄKATU	PÄÄKATU	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	HCT- x (Ta^*)- x
	KOKOOJAKATU	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	
KOKOOJAKATU	KOKOOJAKATU	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x		
	TONTTIKATU	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x	Mitoitusajoneuvo- x (Ta^*)- x			
TONTTIKATU	TONTTIKATU	Ka 8 m - x (Ta^*)- x				

*Ajotapa sovelletaan liikennöintitarpeen mukaan
 Ta = Tarkistusajoneuvo
 X = Valittu ajotapa

8.4 Suositukset ehdotetuista ajoneuvoista mitoitussajoneuvoiksi

Varsinainen perävaunuyhdistelmä 13,0 m vetoautolla + 16,0 m perävaunulla on pääsääntöisesti liikennöitävillä liikenneverkon osilla HCT-yhdistelmien mitoitussajoneuvo. Sen enimmäispituinen vetoauto on 13,0 metriä pituudeltaan ja pitkän määrävän akselivälin takia hankalin kääntyvyydeltään. Vetoauton kääntyminen poikkeaa lyhyemmän A-tuplan vetoautosta (rekkaveturi). Pituudeltaan 13,0 metriä pitkä kuorma-auto on mittauudistuksen mukaisesti enimmäispituinen kuorma-auto.

A-tupla, eli vetopöydällinen kuorma-auto 16,0 m + 13,6 m kuormatiloilla on HCT-yhdistelmistä pisin ajoneuvoyhdistelmä. Tilatarpeiltaan se vastaa edellisessä kappaleessa mainittua varsinaista perävaunuyhdistelmää silloin, kun käytetään samaa kääntösädetä (ks. kuva 45). Jos kääntösädet ovat rakenteellisten kääntösädeten mukaiset, tilantarpeet poikkeavat toisistaan selkeästi enemmän (liite 19).

Varsinainen perävaunuyhdistelmä 9,0 m + 16,0 m kuormatiloilla vastaa kääntyvyydeltään hyvin lähelle nykyistä pisintä mitoitussajoneuvoa (moduulirekka (Kam)). Tästä syystä moduuliyhdistelmää ei erikseen enää suositella mitoitussajoneuvoksi, vaan sen voisi korvata 28,9 metriä pitkällä yhdistelmällä.

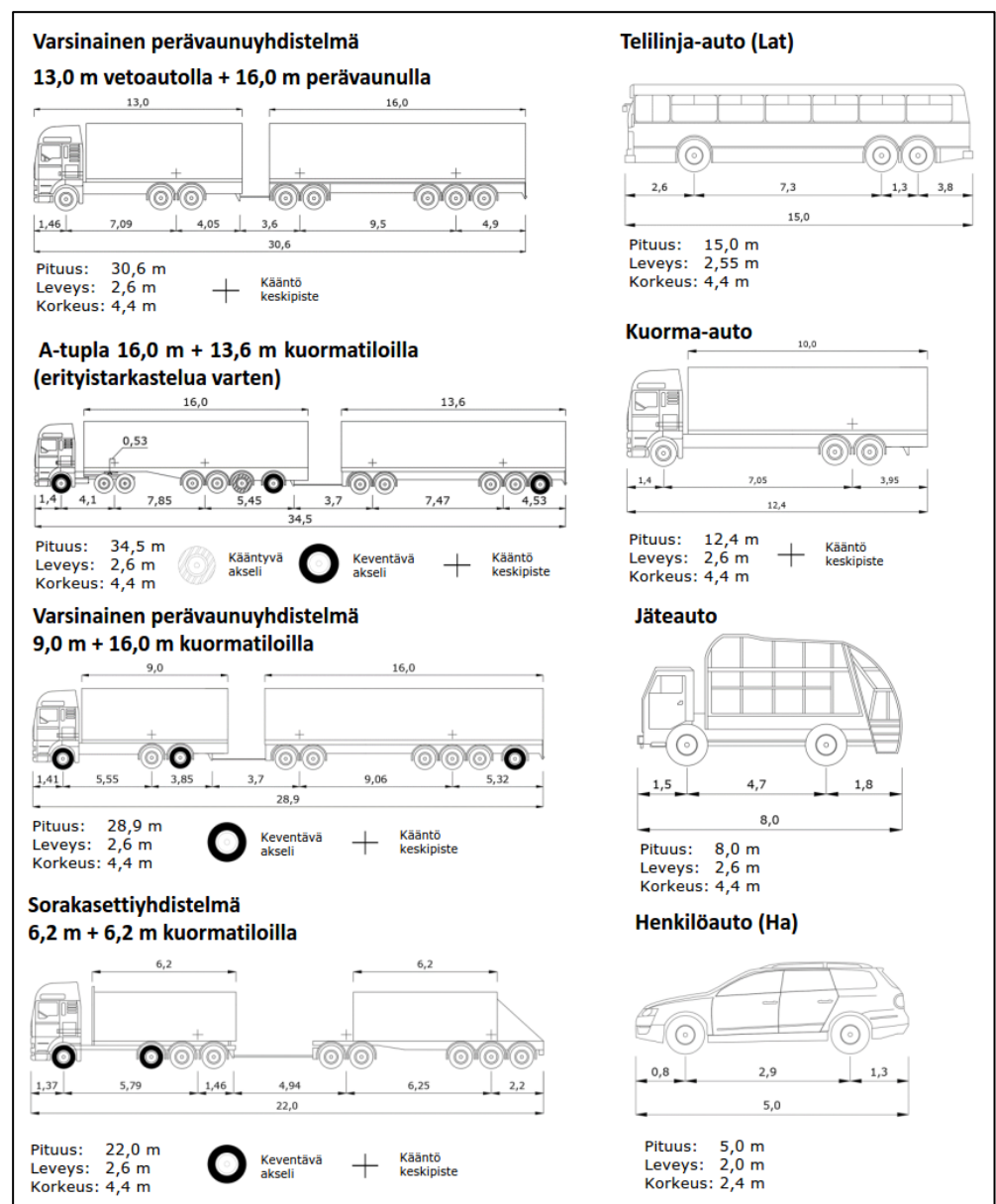
Sorakasettiyhdistelmä 6,2 m + 6,2 m kuormatiloilla on oleellinen ajoneuvoyhdistelmä rakennustyömailla liikennöitäessä.

Telilinja-auto (La) on yleisesti käytössä oleva linja-auto, jota hyödynnetään suunnittelussa. Rakenteelliset mitat ovat yhä samat kuin

nykyisenkin teliliinja-auton mitat ja tässä työssä ei ole esiintynyt tarvetta mittojen päivittämiseen.

Kuorma-autoksi suositellaan yleisesti pisintä jakeluliikenteessä käytettävää jakeluautoa sekä nykyistä 8,0 metristä kuorma-autoa, jota yleisesti käytetään pienenä **jäteautona** kaupunkialueilla.

Henkilöauton (Ha) mitat ovat yhä ajantasaisia (ks. kuva 12). Rakenteellisia mittoja tässä työssä korotettiin lievästi leveyden ja korkeuden puolesta, ajoneuvokannan kehityksen takia. Henkilöauton käyttö mitoitusajoneuvona tasoliittymissä on hyvin marginaalinen ja sen takia tässä työssä sitä ei mitoitusajoneuvoluokkana tutkittu niin tarkasti kuin HCT-yhdistelmiä. Henkilöautojen mittoihin ei ole otettu kantaa muuten kuin maahantuotavien henkilöautojen ja mitoitusajoneuvon vertailulla.



Kuva 48. Suositeltavat mitoitusajoneuvot ja niiden rakenteelliset mitat.

8.5 Muita huomioita

Joukkoliikennealueella suunnittelussa käytetään yleisesti mitoitusajoneuvona vain telilinja-autoa ajouratarkasteluissa, koska pituusero kahden linja-auton mitoitusajoneuvon välillä on 1,5 metriä ja ei näin vaikuta merkittävästi liittymien mitoitukseen. Telilinja-auton takakulman sivusiirtymä on linja-autoa laajempi, joka pitää ottaa huomioon jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuuden näkökulmasta linja-autopysäkillä ja liittymissä. Paikallisliikenneliiton ohjeita hyödynnetään liikennesuunnittelussa mm. pysäkkitaskujen mitoitukseen ja itse mitoitusajoneuvoja ei välttämättä tarvita.

Kääntymiskaistojen nykyisen odotusalueen ohjeellinen mitta on 30 metriä (Tiehallinto, 2001). Ohjeellista arvoa olisi syytä korottaa 40 metriin HCT-yhdistelmien tarvitsevan lisätilatarpeen myötä, jotta taaimmaisat perävaunut eivät estäisi suoraan ajavia. Lisäksi tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvojen enimmäiskorkeudet on syytä ottaa huomioon asetusmuutoksen 407/2013 myötä.

Voimaan 1.6.2020 astuvan tieliikennelain mukaan liittymään liittyessä ei tarvitse valita kääntyessään aina lähintä ajokaistaa. Jos samaan suuntaan ajokaistoja on useampia, voi valinnan tehdä käännettäessä ja sopivinta ajokaistaa käyttäen (Tieliikennelaki 729/2018 § 12). Nykyään poikkeavalle käänökselle on oltava peruste esim. ryhmittyminen seuraavaa liittymää varten.

9 YHTEENVETO

Tehdyssä opinnäytetyössä selvitettiin asetusmuutoksen 31/2019 vaikutuksia tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvoihin sekä tarkasteltiin mitoitusajoneuvojen ajantasaisuutta ja niiden rakenteellisten mittojen päivitystarvetta.

Tutkimuksen alussa tarkasteltiin nykyisiä suunnitteluohjeita ja selvityksiä, jotka osaltaan olivat oleellisia opinnäytetyön aiheen kannalta. Tiedonkeruuta täydennettiin haastattelututkimuksella, johon osallistuivat Traficomin erityisasiantuntija, Espoon ja Vantaan kaupungin katu- ja liikennesuunnittelusta vastaavat henkilöt sekä Rambollin seurantaryhmä ja tiesuunnittelijat.

Teoriaosuudessa tarkasteltiin Suomen nykyisiä ajoneuvoluokkia sekä asetusmuutoksen sallimia ajoneuvoja ja ajoneuvoyhdistelmiä. Tutkimuksen aikana tehtiin myös katsaus ensimmäisistä tasoliittymien suunnitteluohjeista ja niissä käytetyistä mitoitusajoneuvoista 1970-luvulta nykypäivään. Tarkastelun tavoitteena oli tuoda esille, että aiemmatkin lainsäädännön muutokset vaikuttivat osaltaan liittymien suunnitteluun ja tämän myötä niiden suunnitteluohjeistukseen.

Tutkimuksen aikana käytiin läpi viimeisintä asetusmuutosta edeltäneitä poikkeuslupia, joilla liikennöitiin n. viisi vuotta ennen asetusmuutoksen voimaan astumista. Uusia pidempiä ajoneuvoyhdistelmiä (HCT-yhdistelmät) kokeiltiin Suomen tieverkolla reittikohtaisesti. Asetusmuutoksen myötä, mittauudistuksena tunnettu lainsäädäntö astui voimaan tammikuussa 2019. Mittauudistuksessa ajoneuvoyhdistelmien suurin sallittu pituus nostettiin 34,5 metriin ja sallittiin aiemmin kiellettyjen kolminivelisten ajoneuvoyhdistelmien liikennöinti. Uudenlaisilla HCT-yhdistelmillä on sallittu liikennöidä mittauudistuksen myötä koko Suomen tieverkolla. HCT-yhdistelmiä koskevat uudet rakenteelliset vaatimukset astuivat myös voimaan ja tämän tutkimuksen kannalta oleellisin muutos liittyi ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyysvaatimukseen, joka tunnetaan mm. 120-asteen kääntyvyysääntönä.

Tarve HCT-yhdistelmille mitoitusajoneuvoperheeseen oli ilmeinen. Tarkoituksena oli tuoda esille, että terminä ”HCT-yhdistelmä” ei ole yksiselitteinen ajoneuvojen ristiin kytkennän takia. Ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyyteen erilaisilla HCT-yhdistelmillä vaikuttaa selkeästi erityyppisten perävaunujen kytkentä vetoautoon.

Suomen kaikkia tasoliittymiä ei voida avartaa HCT-yhdistelmille sopiviksi, koska rajoittavina tekijöinä on liikenneturvallisuus sekä korkeat muutoskustannukset. HCT-yhdistelmien käytöstä aiheutuvat haasteet on tunnistettu ja ne ovat mm. liittymis- ja ohitusnäkemät, ohitukset sekä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuus tasoliittymien ylityksessä.

Uutta 120-asteen kääntyvyysääntöä tulkitaan käytännön näkökulmasta ja sen sopivuutta tasoliittymien suunnitteluohjeistukseen. Tarkastelun tuloksena havainnoitiin, että kahdella erityyppisellä vaatimuksella on selkeästi yhtenäisiä piirteitä. Myös edelleen voimassa olevat kääntyvyysäännöt (ympyräsäännöt) on esitetty tutkimuksessa ja pyritty havainnollistamaan mahdollisimman selkeällä tavalla.

Erilaisten ajoneuvojen vaatimat tilantarpeet kääntyvyyden osalta selkeytettiin ajoneuvolla mitoitettavien ja tarkistettavien välillä liittymäsuunnittelussa. Yleisesti suunnittelussa mitoitetaan liittymä ensisijaisella käyttäjällä eli mitoitusajoneuvolla ja tarkistusajoneuvolla liittymän toissijaisella käyttäjällä. Termit ”mitoitus” ja ”tarkistus” saattavat mennä tulkintavaraisuuden takia ristiin, mikä tutkimuksessa myös nostettiin esille.

Suunnitteluohjeissa on ollut erilliset ajouramallit, joilla on tarkastettu liittymien mitoitusta. Suunnittelu on siirtynyt pääosin tietokonepohjaiseksi ja ajouramallien käytöstä on siirrytty erillisten ajouratarkastelujen varten tehtyjen ohjelmien käyttöön, kuten AutoTurn. Tietokonepohjaisessa suunnittelussa suunnitelman mittakaavaa voidaan muuttaa joustavasti sekä käyttää tarkasteluissa erilaisia ennalta määritettyjä ajoneuvoja. Kohdekohtaisissa esimerkiksi terminaali-alueiden tarkasteluissa voidaan myös vaihtaa mitoitusajoneuvolle sovellettavaa ajotapaa nykyisissä suunnittelukäytännöissä.

Siitä huolimatta, että nykyisen tasoliittymien suunnitteluohjeen julkaisusta on kulunut melkein 20 vuotta, nykyiset tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusajoneuvot ovat yhä relevantteja yhtä mitoitusajoneuvoa (linja-auto) lukuun ottamatta. Pienistä muutoksista huolimatta tutkimus on osoittanut, että korjaus nykyisiin mitoitusajoneuvoihin olisi syytä tehdä ja täydentää niitä suositelluilla ajoneuvoilla ja ajoneuvoyhdistelmillä.

Haastattelututkimuksella ja opinnäytetyön seurantaryhmän kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta laadittiin ehdotus mitoitusajoneuvoista ja -ajoneuvoyhdistelmistä. Ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä tehtiin rakenteelliset mitoituskuvat. Kaikkia ehdotettuja ajoneuvoja ja ajoneuvoyhdistelmiä ei kumminkaan ole syytä valita tasoliittymien mitoitusajoneuvoiksi, koska joidenkin ehdotettujen ajoneuvojen ajourat ovat tilatarpeiltaan hyvin samankaltaisia. Ehdotetuista ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä valittiin ne ajoneuvot ja ajoneuvoyhdistelmät mitoitusajoneuvoiksi, jotka edustavat kääntyvyyden kannalta selkeästi eniten tilaa vieviä ajoneuvoja. Nykyisten suunnitteluohjeiden mitoitusajoneuvojen ja tässä tutkimuksessa ehdotettujen ajoneuvojen tilantarpeet ja niiden eroavaisuudet on esitetty ajouramalleilla erilaisissa käänöksissä ja valituilla ajotavoilla.

Katujen keskinäisten tasoliittymien suunnittelun avuksi esitettiin liikenneympäristön mukainen luokittelu, koska nykyiset katusuunnittelun ohjeet eivät ole nykyisen liikenteen kannalta ajantasaisia. Mittaustutkimuksen vaikutukset katuverkon suunnittelun kannalta olisi tutkittava tarkemmin ja laajemmin, jota ehdotetaan jatkotutkimukseksi. Eri kaupungeilla ja kunnilla on tietenkin eriävät toimintamallit, mutta selkeästi kysyntää ohjeistukselle olisi. Hyvin kattava *”Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet”* -teosta olisi syytä päivittää vastaamaan nykyisiä liikennöintitarpeita.

Tutkimuksen aikana havaittiin, että liikennesuunnittelu on muuttunut ajan saatossa. Liikenteen jatkuva kehitys, lainsäädännön uudistukset ja kehittyvä tiivis kaupunkiympäristö ovat asiakokonaisuuksia, joiden myötä väyläsuunnittelu on jatkuvasti muuttuvaa ja tämän takia väyläsuunnitteluohjeistusta tulee päivittää. Infrastruktuuria on tulevaisuudessa hankalaa muuttaa kustannustehokkaasti jälkikäteen, kuten mitaustutkimuksen myötä on huomattu ja tämän takia olisi suotavaa ylläpitää suunnitteluohjeistusta ajantasaisena teknisten ja liikenteellisten muutosten osalta.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090. (11. Joulukuu 2002). Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090>

Ajokorttilaki 29.4.2011/386. (29. Huhtikuu 2011). Haettu 14. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110386>

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257. (4. Joulukuu 1992). Haettu 23. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257>

Destia. (27. Helmikuu 2017). Haettu 4. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://www.destia.fi/yritys/historia.html>

Eskola, K. (2010). Liikennehallinnon virastouudistus. Menetelmäpäivä 28.1.2010. Liikennevirasto. Haettu 4. Lokakuuta 2019 osoitteesta http://pank.fi/file/325/429_liikennevirasto_ely_2010_katri.pdf

HAMK. (2018). Toimintaohje opinnäytetyöprosesseihin.

Heinonen, T. (2017). High Capacity Transport-ajoneuvoyhdistelmien vaikutukset liikennevirtaan. Helsinki: Liikennevirasto. Haettu 12. Syyskuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2017-48_hct-ajoneuvoyhdistelmien_web.pdf

Knaapi, J. (2017). Suomessa tarjolla olevan henkilöautokaluston analysointi. Turku. Haettu 29. Lokakuuta 2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132519/Knaapi_Joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus 19.12.2002/1248. (19. Joulukuu 2002). Tämä asetus on kumottu L:lla 28.6.2017/507, joka on voimassa 28.8.2017 alkaen. Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021248>

Liikennevirasto. (2011). Helsinki. Haettu 4. Lokakuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lr_2011_liikenneviraston_tilinpaa-tos_2010.pdf

Liikennevirasto. (2013). Tien suuntauksen suunnittelu. Helsinki. Haettu 04. Marraskuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-30_tien_suuntauksen_suunnittelu.pdf

Liikennevirasto. (2017). Erikoiskuljetusajoneuvot ja niiden huomioon ottaminen ohjeissa. Helsinki: Liikennevirasto. Haettu 25. Syyskuuta

2019 osoitteesta https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/141667/lts_2017-32_978-952-317-435-1.pdf?sequence=2

Logistiikan maailma. (n.d.). Haettu 27. Syyskuuta 2019 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>

Mesimäki, H. P. (Maaliskuu 2019). Tasoliittymän väistötilan liikenneturvallisuusvaikutukset. Helsinki. Haettu 4. Marraskuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vt_2019-09_tasoliittymän_vaistotilan_web.pdf

Sirkkiä, A. (Marraskuu 2019). Käyttöönnotosta aiheutuvat tasoliittymien korjaustarpeet (Luonnos 25.11.2019). Espoo.

Pöysti, V. (2010). Selvitys ajourien käytöstä liittymäsuunnittelussa. Tampere. Haettu 21. Lokakuuta 2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16116/Poysti_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ristikartano, J. (Joulukuu 2012). Tiensuunnittelun liikennetekniset mitoitusperusteet. Helsinki: Liikennevirasto. Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2012-50_tiensuunnittelun_liikennetekniset_web.pdf

SKAL. (25. Lokakuuta 2018). Tulevaisuuden mitat ja massat & ajankoh- taista lainsäädännöstä. Helsinki. Haettu 29. Lokakuuta 2019 osoitteesta https://www.skal.fi/sites/default/files/sisaltosivujen_tiedot/murto_adr_seminaari_2018.pdf

Suomen kuntatekniikan yhdistys. (2003). Katu 2002, Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. Helsinki.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. (2006). 165-2 Liikenne ja väylät II. Helsinki.

Tie- ja vesirakennushallitus. (1986). Tasoliittymät, suunnitteluperiaatteita ja esimerkkejä. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/132450/tie860.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tiehallinto. (2001). Tasoliittymät. Helsinki. Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf

Tieliikennelaki 729/2018 § 12 (10. Elokuuta 2018) Haettu 4. Joulukuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180729>

Tilastokeskus. (1. Helmikuu 2019). Haettu 3. Syyskuuta 2019 osoitteesta http://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/ajoneuvokannan_kehitys

Traficom. (16. Huhtikuu 2019a). Haettu 14. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat>

Traficom. (18. Tammikuu 2019b). Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/pidemmat-jaraskaamat-hct-rekat>

Traficom. (14. Tammikuu 2019c). Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/traficom-antanut-maarayksen-ajoneuvoyhdistelmien-teknisista-vaatimuksista>

Valtioneuvoston asetus 31/2019. (10. Tammikuu 2019). Finlex. Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190031>

Valtioneuvoston asetus 407/2013 § 52. (6. Kesäkuu 2013). Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta Finlex: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407>

Valtonen, J. (28. maaliskuu 2019). Tieliikennelain kokonaisuudistus. Haettu 27. Syyskuuta 2019 osoitteesta https://www.liikenne-turva.fi/sites/default/files/2_valtonen_tll-1.pdf

Väylävirasto. (10. Elokuu 2019). Väylävirasto. Haettu 3. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://vayla.fi/en/tapamme-toimia#.XgCqx0czZhE>

Väylävirasto. (2019). Mittauudistus (HCT) ja erikoiskuljetukset liikenneväylien suunnittelussa tilaisuuden aineistot. Haettu 24. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://vayla.fi/-/erikoiskuljetukset-ja-mittauudistus-liikennevaylien-suunnittelussa#.XdKivVczZhF>

Väylävirasto. (17. Tammikuu 2019). Uusien pidempien ajoneuvoyhdistelmien vaikutukset maantieverkolla. (P. Nuutinen, Toim.) Haettu 25. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/HCT%20infravaikutukset.pdf>

KUVIEN LÄHTEET

Kuva 2. Väylävirasto. (2019a). Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala. Haettu 09. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://vayla.fi/-/liikennevirastosta-tulee-vaylavirasto-viestintavirasto-ja-trafi-yhdistyvat-liikenne-ja-viestintavirastoksi#.XZ27QUYzZhE>

Kuva 3. Väylävirasto. (2019b). Väyläviraston tunnuslukuja. Haettu 09. Lokakuuta 2019 osoitteesta <https://vayla.fi/tapamme-toimia#.XZ3CbEYzZhE>

Kuva 8–11, 13, 15. SKAL. (2018). Tulevaisuuden mitat ja massat & ajan kohtaista lainsäädännöstä. ADR-seminaari 2018, Helsinki 25.10.2018. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta https://www.skal.fi/sites/default/files/sisaltosivujen_tiedostot/murto_adr_seminaari_2018.pdf

Kuva 12 mukailten: Knaapi, J. (2017). Suomessa tarjolla olevan henkilöautokaluston analysointi. Turku. Haettu 29. Lokakuuta 2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132519/Knaapi_Joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kuva 14 mukailten: Liikenne- ja viestintäministeriö (2019). HCT-Foorum 17.1.2019. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/LVM%20HCT%20Forum.pdf>

Kuva 16. Väylävirasto. (17. Tammikuu 2019c). Uusien pidempien ajoneuvoyhdistelmien vaikutukset maantieverkolla. (P. Nuutinen, Toim.) Haettu 25. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/HCT%20infravaikutukset.pdf>

Kuva 17. ELY-keskus. (n.d.). ELY-keskus muistuttaa - Tiekunta tai liitymäluvun haltija vastaa yksityistieliittymän näkemän ja rumpujen kunnossapidosta. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.pieksamaki.fi/wp-content/uploads/Yksityistielytym%C3%A4n-kunnossapito-ELY-keskuksen-ohje.pdf>

Kuva 18, 28–31, 35. Tiehallinto. (2001). Tasoliittymät. Helsinki. Haettu 30. Elokuuta 2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf

Kuva 19. Mustaniemi, A. (2019). HCT-yhdistelmän operointi risteyksessä ilman väistötilaa, videon kuvakaappaus.

Kuva 20. Traficom. (2019). Pitkän rekan perässä lukee jatkossa PITKÄ – ota pituus huomioon ohituksessa. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://autotoday.fi/pitkan-rekan-perassa-lukee-jatkossa-pitka-ota-pituus-huomioon-ohituksessa/>

Kuva 25–26 skannattu kansioista ja muokattu: Tie- ja vesirakennuslaitos. Teiden suunnittelu (kansio A), luku III 3. Liittymien suunnittelu. (1974).

Kuva 27. Tie- ja vesirakennushallitus. (1986). Tasoliittymät, suunnitteluperiaatteita ja esimerkkejä. Haettu 20. Syyskuuta 2019 osoitteesta <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/132450/tie860.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kuva 47 skannattu: Suomen kuntatekniikan yhdistys. (2003). Katu 2002, Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. Helsinki.

HAASTATTELUT

Kiiskinen, J. (2019). Pelisuunnittelija, Ramboll. Haastattelu 3.10.2019.

Lahti, O. (2019). Erityisasiantuntija, Traficom. Haastattelu 15.10.2019.
D. Nazarov, Haastattelija.

Lappalainen, O. (2019). Kadunsuunnittelupäällikkö, Vantaan kaupunki
& Pajunen, J. (2019). Liikenneinsinööri, Vantaan kaupunki. Yhteishaastattelu 14.11.2019.

Pennanen, T. (2019). Suunnittelupäällikkö, Espoon kaupunki & Kuronen, P. (2019). Katuinsinööri, Espoon kaupunki. Yhteishaastattelu 30.10.2019.

Saarelainen, J. (2019). Tieinsinööri, Väylävirasto. Haastattelu 12.11.2019. D. Nazarov, Haastattelija.

Haastattelukysymykset Joonas Kiiskiselle.

Kysymykset liittyvät Deniss Nazarovin opinnäytetyöhön ”Raskaan liikenteen mittauudistuksen vaikutukset tasoliittymien suunnitteluohjeen näkökulmasta” liittyen ajouratarkastelujen kehityksestä tulevaisuuden kannalta.

1. Peliteknologia ajouratarkasteluissa

Pelimoottori tietomallinnuksessa, mitä se on?

Minkälaiset skenaariot voidaan pelimoottorilla toteuttaa ja onko niiden toteutus kuinka kallista tänä päivänä vs tulevaisuudessa?

2. Tulevaisuuden näkymät

Kuinka ajouratarkasteluja tulevaisuudessa voisi hyödyntää tietomallinnuksessa?

Miten voitaisiin hyödyntää tietomallinnuksen dataa (esim. reunakivien tai saarekkeiden siirtämisen vaikutukset kustannuksiin yms.)

Voidaanko tulevaisuudessa hyödyntää Virtual Reality teknologiaa ajouratarkastelussa ja kuinka pian se voisi olla arkipäivää?

Haastattelukysymykset Otto Lahdelle.

Traficom, Vallila, Helsinki, 15.10.2019.

Kysymykset liittyvät Deniss Nazarovin opinnäytetyöhön ”Raskaan liikenteen mittauudistuksen vaikutukset tasoliittymien suunnitteluohjeen näkökulmasta” ja sen haastattelututkimukseen liittyen mitoitusajoneuvojen ajantasaisuuteen.

Asetusmuutoksen 120-asteen kääntyvyyden tulkinta, onko oletettavissa, että tulee uusia mitoitusajoneuvoja, jotka täyttävät uudet kääntyvyysvaatimukset?

Varsinaisen perävaunuyhdistelmän rakenneratkaisu, onko mahdollista kasvattaa enimmäispituutta (31,0m → 34,5m)?

Moduulirekan (25,25m) ajantasaisuus, mitkä olisivat uudet mitat moduulirekan sijaan? Uudenlaiset kombinaatiot kts. yllä

Nykyisen perävaunullisen kuorma-auton (22.0m) (KATP) mitoitusajoneuvon tarve?

Ajoneuvorekisteritietojen käyttö ja ajoneuvojen mittatietojen (pituus ja leveys) päivitys.

Miten pitkän ajoneuvoyhdistelmän kuljettaja tarkistaa asiakirjoista, että yhdistelmä on laillinen, esim. kääntyvyysvaatimukseltaan?

Haastattelukysymykset Tarja Pennaselle ja Pauliina Kuroselle.

Espoon kaupunki, 30.10.2019.

Kysymykset liittyvät Deniss Nazarovin opinnäytetyöhön ”Raskaan liikenteen mittauudistuksen vaikutukset tasoliittymien suunnitteluohjeen näkökulmasta” ja sen haastattelututkimukseen liittyen mitoitusaajoneuvojen ajantasaisuuteen.

Kääntävyysvaatimus (120-asteen käänös), liittymägeometria ja siihen liittyvät ajotavat, kuinka nämä otetaan huomioon katuverkon liittymien suunnittelussa ja kuntien omissa suunnitteluohjeissa?

Millä katuverkon osilla mitoituksessa käytetään mittauudistuksen mukaisia enimmäispituudeltaan sallittuja ajoneuvoyhdistelmiä, onko mitoittavat liikennetilanteet syytä päivittää esim. Katu 2002 katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet kirjan liikennetilanteissa (Esim. pääkatujen keskinäiset liittymät)?

Tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusaajoneuvojen ajantasaisuus ja mahdollinen tarve uusille mitoitusaajoneuvoille erityisesti katuympäristössä?

Tarve pakettiautolle tai kevyelle kuorma-autolle omana luokkana mitoitusaajoneuvona.

Pelastusaajoneuvojen liikennöitävyys, pelastusreittien ja huoltoreittien eroavaisuudet (tarkistusajoneuvo).

Tilapäiset liikennejärjestelyt. Liikenteenohjaussuunnitelmiin muutoksia? Miten mittauudistuksen suurimpien sallittujen mittojen mukainen raskas liikenne selviytyy tilapäisistä liikennejärjestelyistä.

Haastattelukysymykset Olli Lappalaiselle ja Jarmo Pajuselle.

Vantaan kaupunki, 14.11.2019.

Kysymykset liittyvät Deniss Nazarovin opinnäytetyöhön ”Raskaan liikenteen mittauudistuksen vaikutukset tasoliittymien suunnitteluohjeen näkökulmasta” ja sen haastattelututkimukseen liittyen mitoitusaajoneuvojen ajantasaisuuteen.

Kääntyvyysvaatimus (120-asteen käänös), liittymägeometria ja siihen liittyvät ajotavat, kuinka nämä otetaan huomioon katuverkon liittymien suunnittelussa ja kuntien omassa suunnitteluohjeissa?

Millä katuverkon osilla mitoituksessa käytetään mittauudistuksen mukaisia enimmäispituudeltaan sallittuja ajoneuvoyhdistelmiä, onko mitoittavat liikennetilanteet syytä päivittää esim. Katu 2002 katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet kirjan liikennetilanteissa (Esim. pääkatujen keskinäiset liittymät)?

Tasoliittymien suunnitteluohjeen mitoitusaajoneuvojen ajantasaisuus ja mahdollinen tarve uusille mitoitusaajoneuvoille erityisesti katuymäristössä?

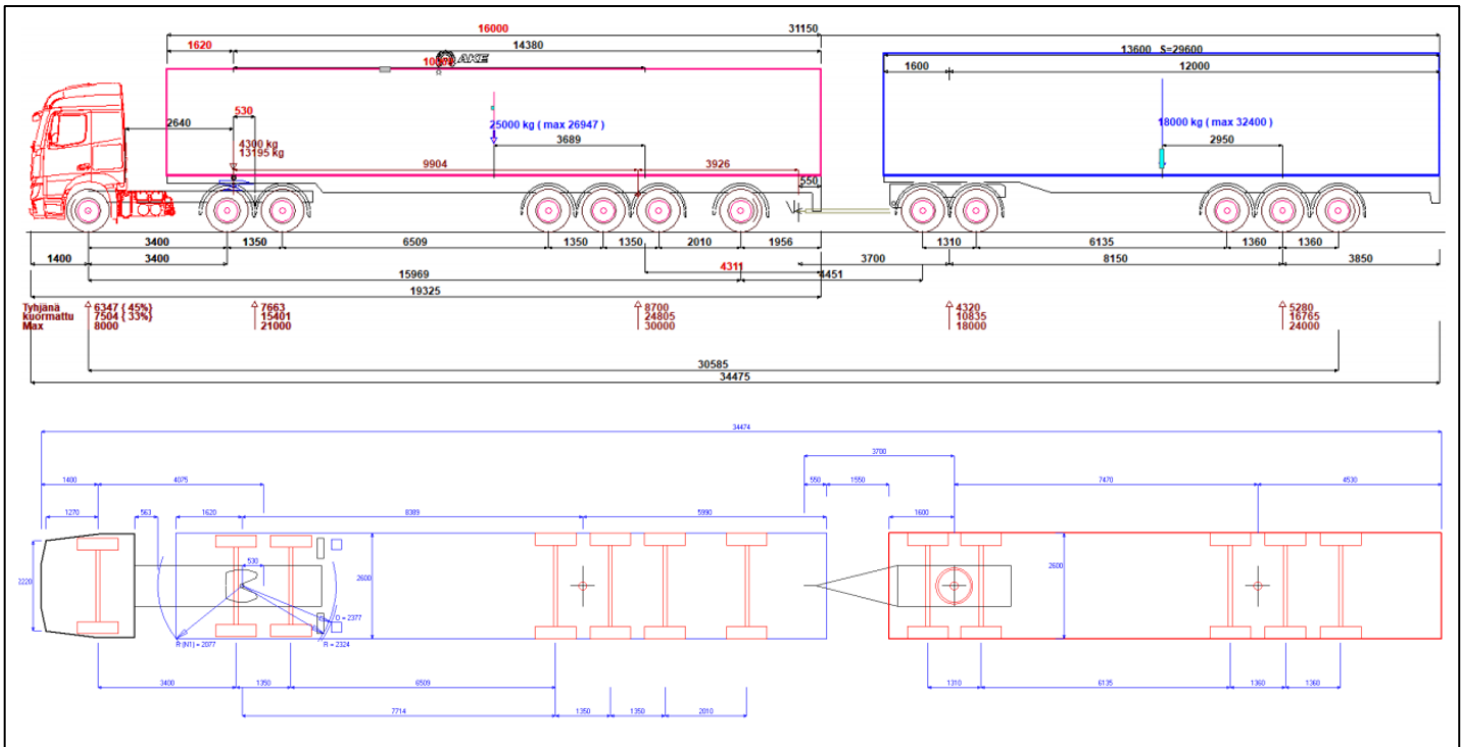
Tarve pakettiautolle tai kevyelle kuorma-autolle omana luokkana mitoitusaajoneuvona.

Pelastusaajoneuvojen liikennöitävyys, pelastusreittien ja huoltoreittien eroavaisuudet (tarkistusajoneuvo).

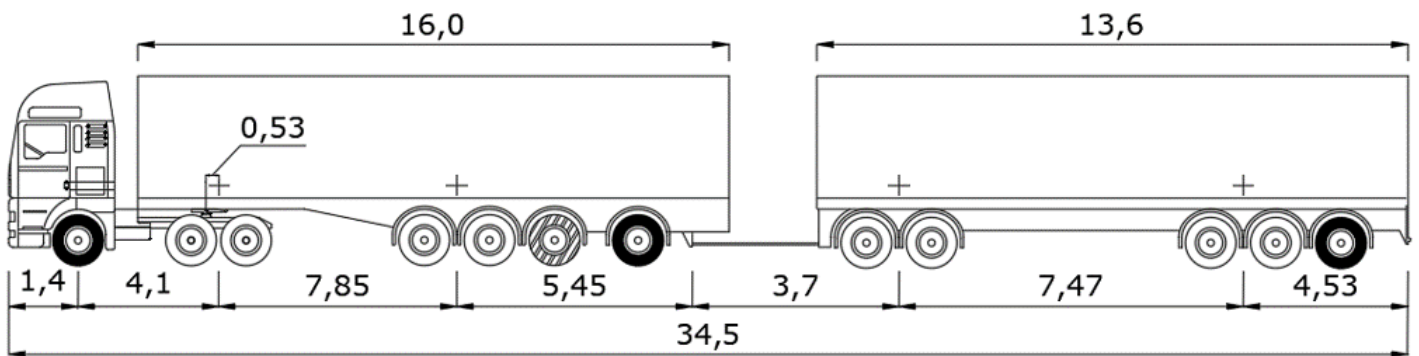
Tilapäiset liikennejärjestelyt. Liikenteenohjaussuunnitelmiin muutoksia? Miten mittauudistuksen suurimpien sallittujen mittojen mukainen raskas liikenne selviytyy tilapäisistä liikennejärjestelyistä.

Liite 5/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, A-tupla 16,0 + 13,6 metrin kuormatiloilla.



A-tupla 16,0 m + 13,6 m kuormatiloilla



Pituus: 34,5 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m



Keventävä akseli



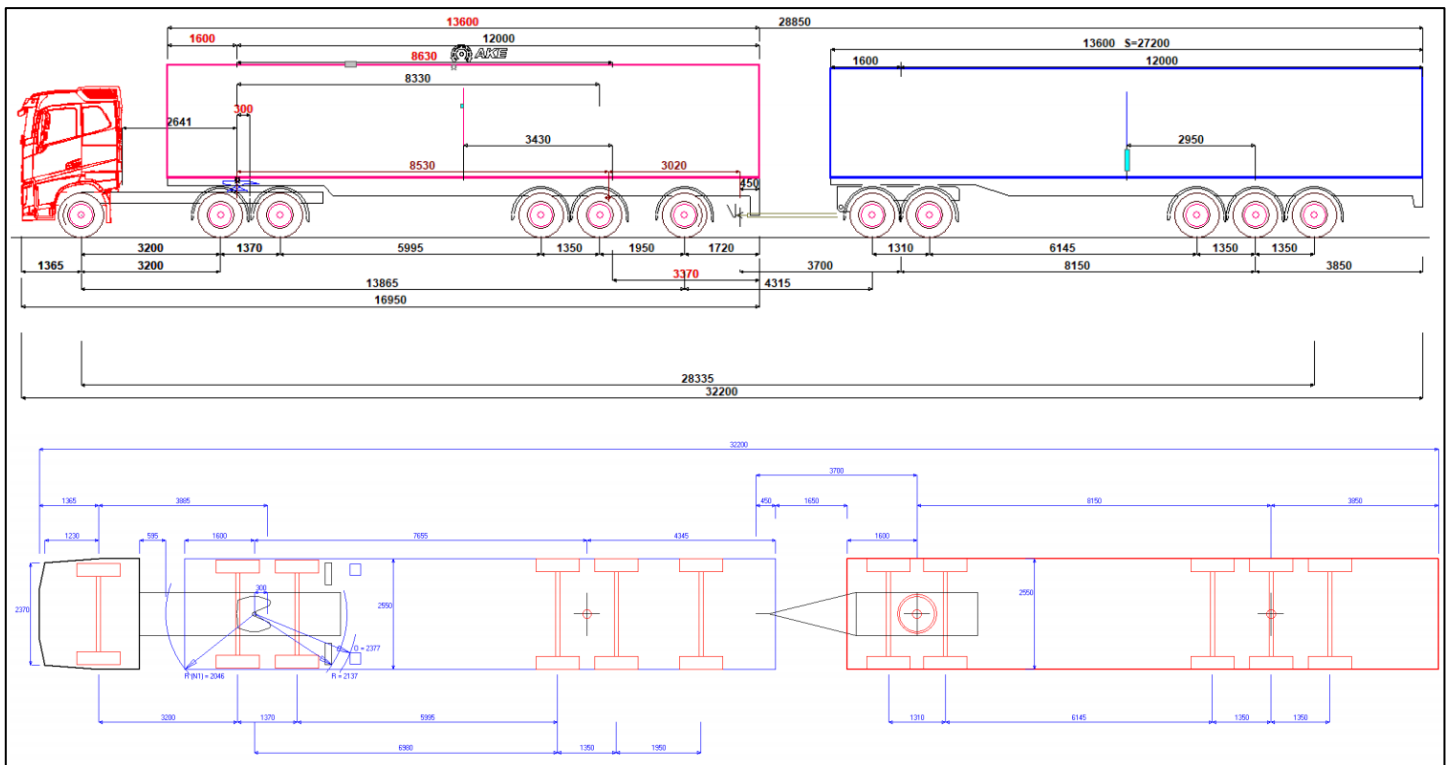
Kääntyvä akseli



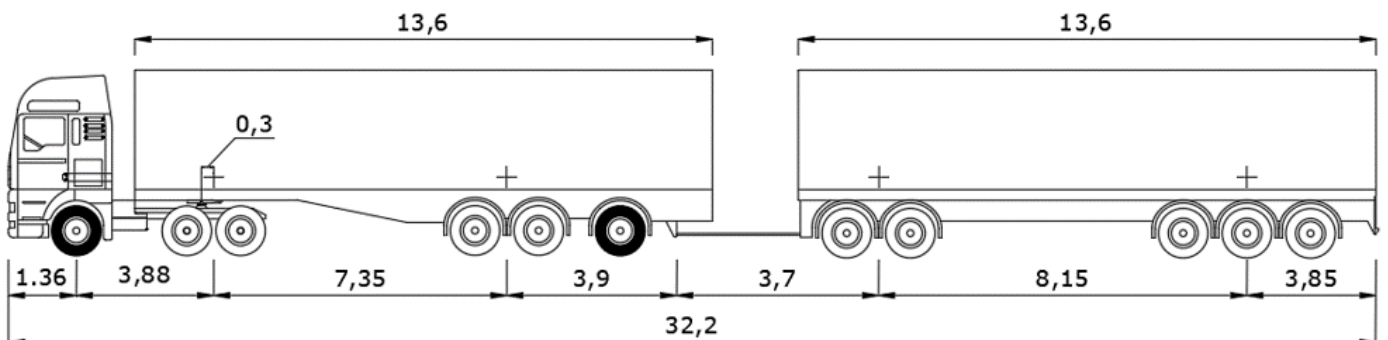
Kääntökeskipiste

Liite 6/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, A-tupla 13,6 + 13,6 metrin kuormatiloilla.



A-tupla 2 x 13,6 m kuormatiloilla



Pituus: 32,2 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m



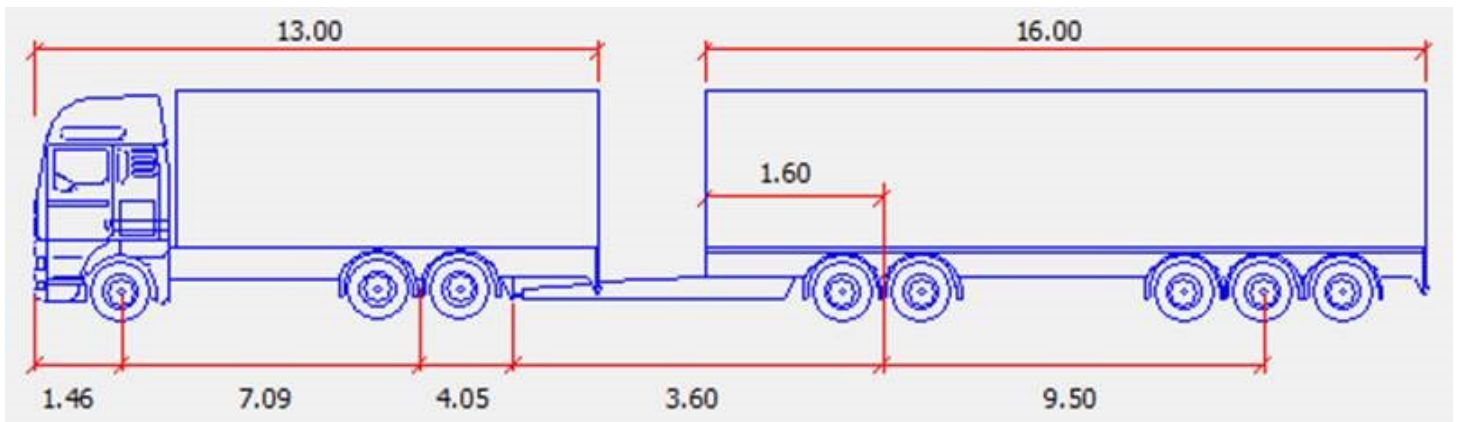
Kääntyvä akseli



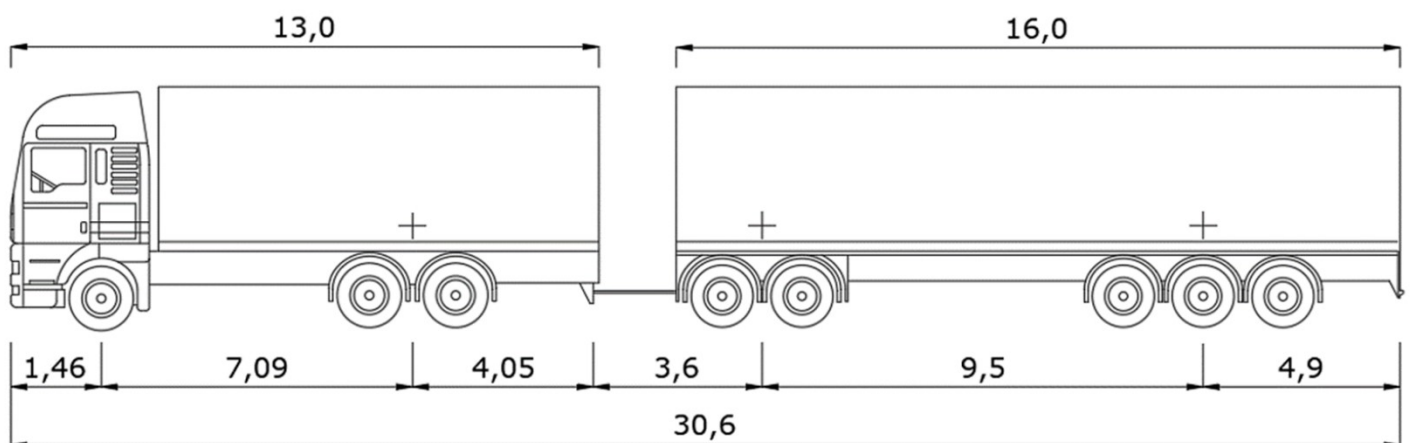
Kääntökeskipiste

Liite 7/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, varsinainen perävaunuyhdistelmä 13,0 metriä pitkällä vetoautolla ja 16,0 metriä pitkällä perävaunulla.



Varsinainen perävaunuyhdistelmä 13,0 m vetoautolla + 16,0 m perävaunulla

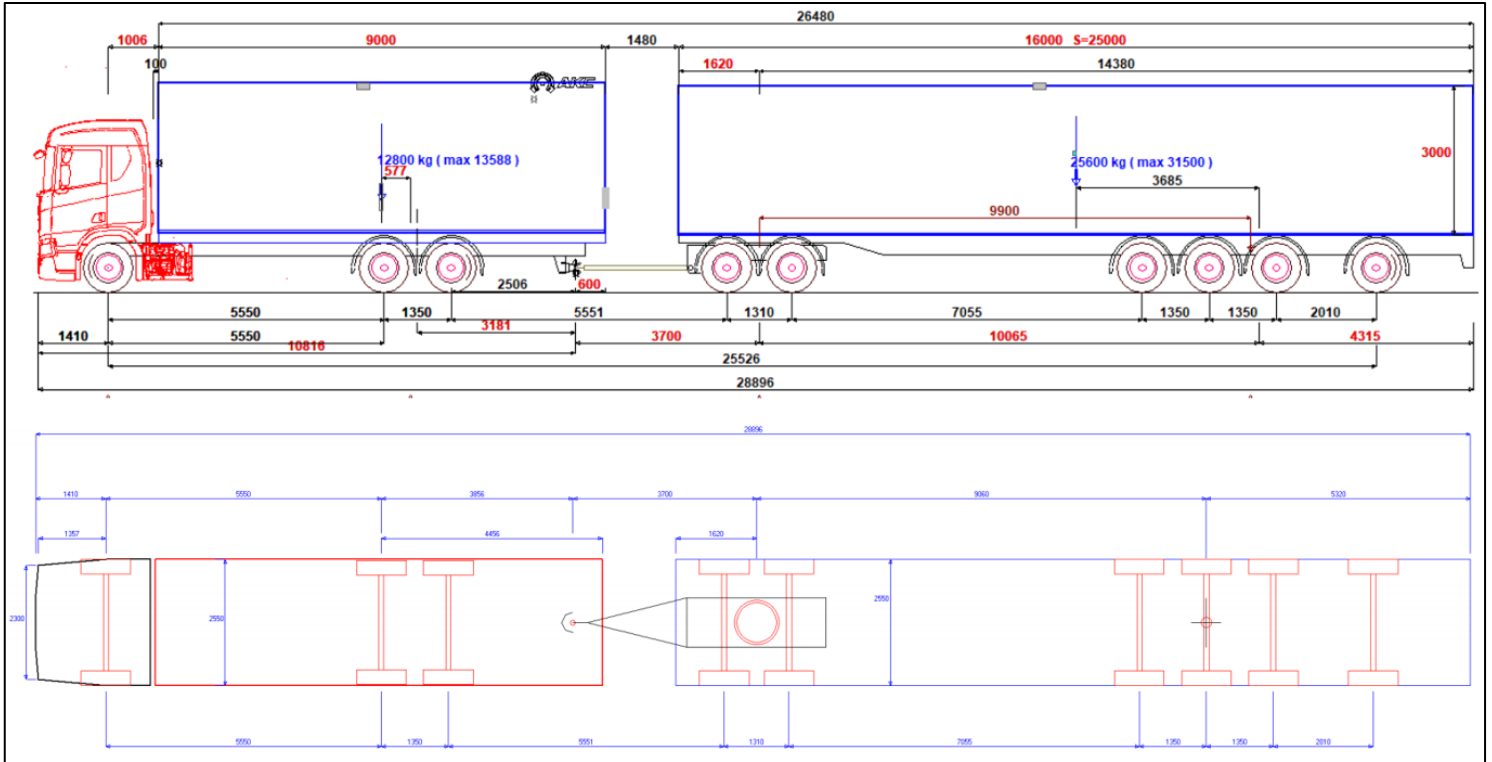


Pituus: 30,6 m
Leveys: 2,6 m
Korkeus: 4,4 m

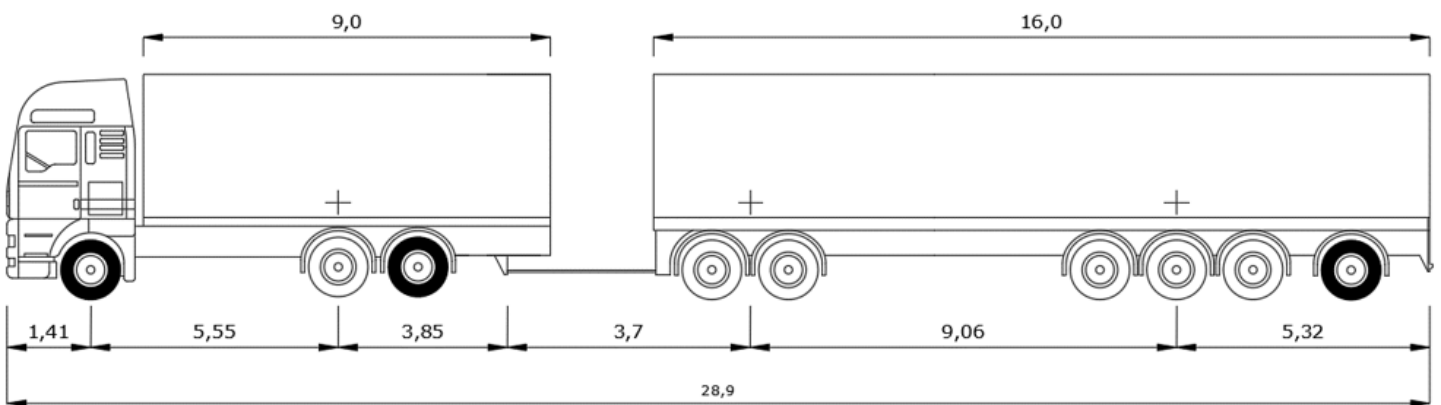
+ Käänökeskipiste

Liite 8/19

Traficom in tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, varsinainen perävaunuyhdistelmä 11,5 metriä pitkällä vetoautolla, 9,0 + 16,0 metrin kuormatiloilla.



Varsinainen perävaunuyhdistelmä 9,0 m + 16,0 m kuormatiloilla



Pituus: 28,9 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m



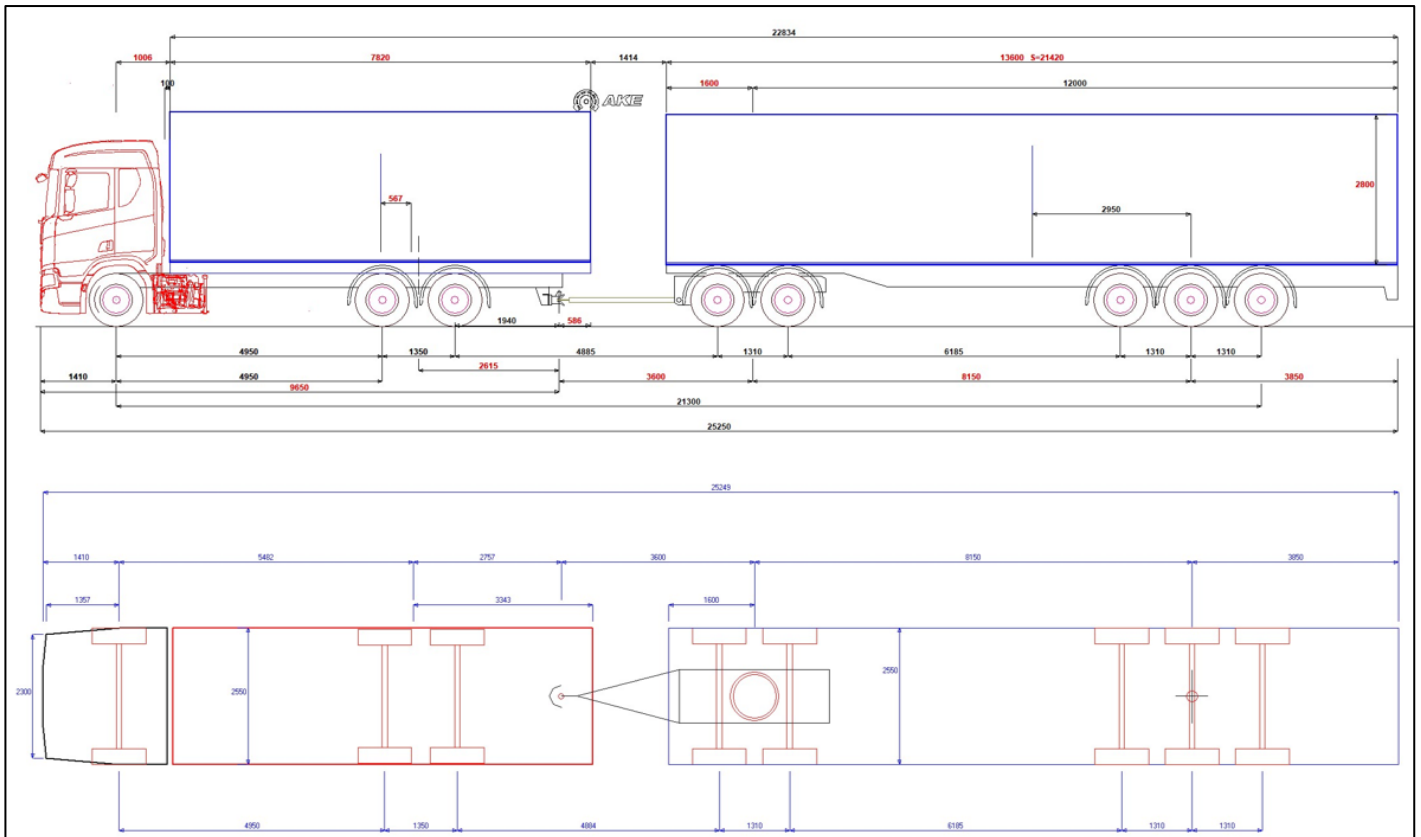
Kääntyvä akseli



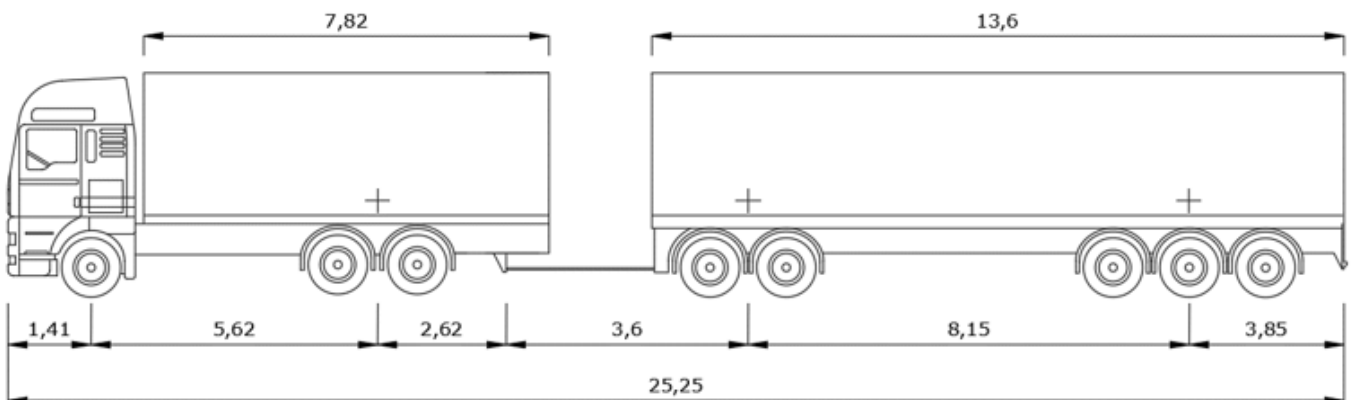
Kääntökeskipiste

Liite 9/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, moduuliyhdistelmä 7,82 + 13,6 metrin moduulimittaisilla kuormatiloilla.



Päivitetty moduuliyhdistelmä moduulimittaisilla kuormatiloilla

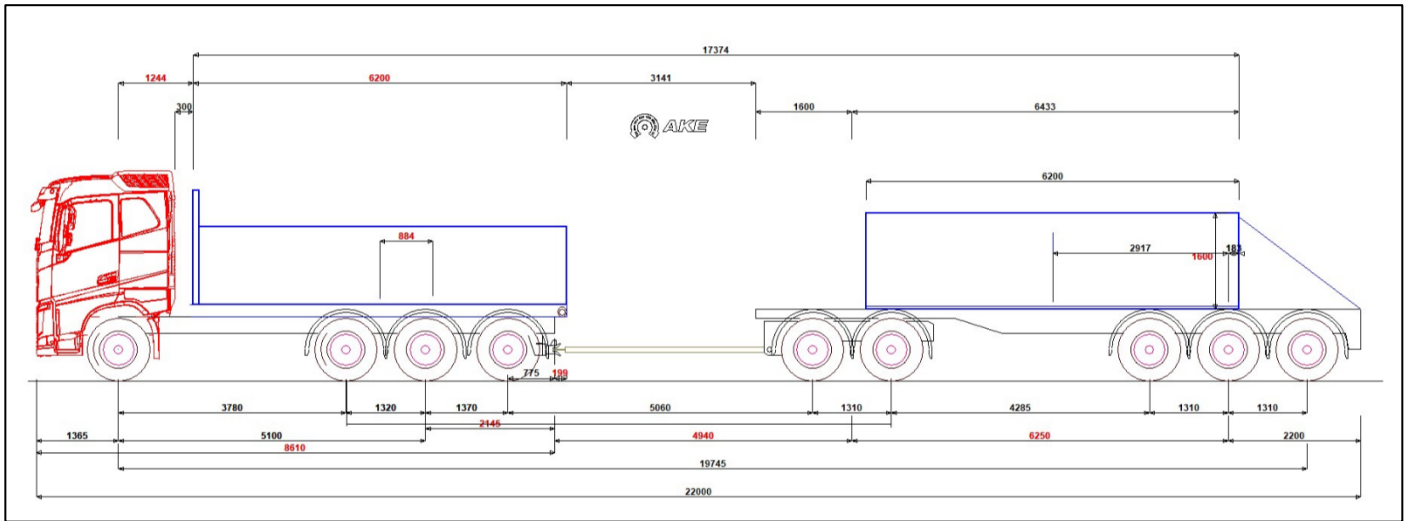


Pituus: 25,25 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m

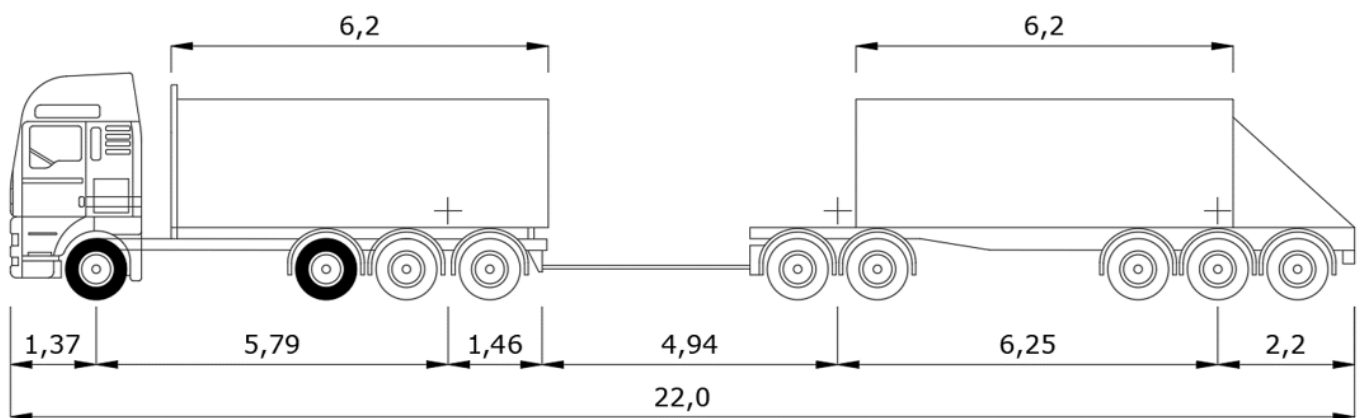
⊕ Kääntökeskipiste

Liite 10/19

Traficom in tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, sorakasettiyhdistelmä 6,2 + 6,2 metrin pituisilla kuormatiloilla.



Sorakasettiyhdistelmä 6,2 m + 6,2 m kuormatiloilla



Pituus: 22,0 m
Leveys: 2,6 m
Korkeus: 4,4 m



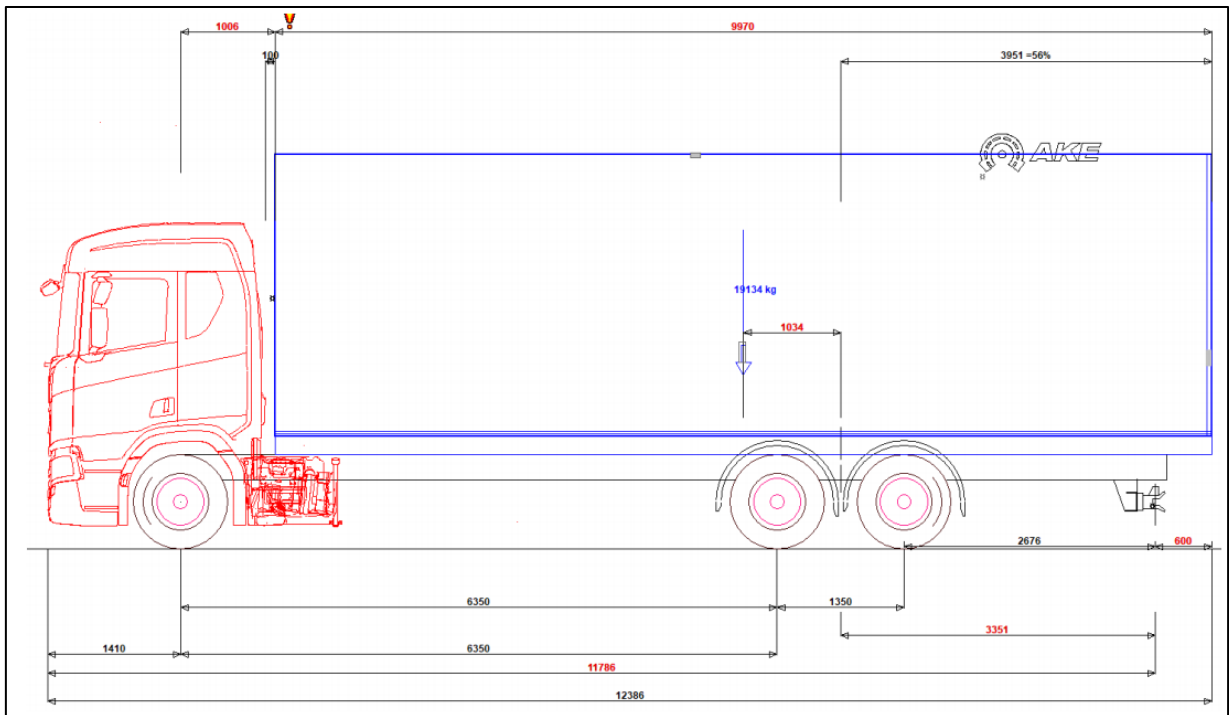
Kääntyvä akseli



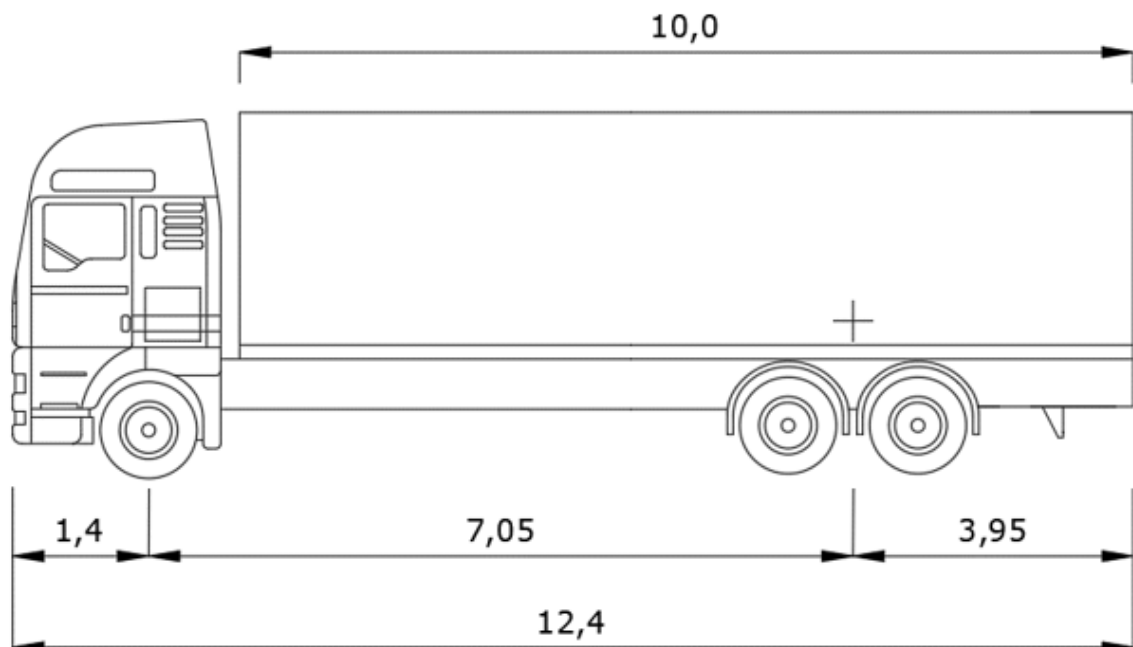
Kääntökeskipiste

Liite 11/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, 12,4 metriä pitkä kuorma-auto n. 10,0 metrin kuormatilalla.



12,4 metriä pitkä kuorma-auto

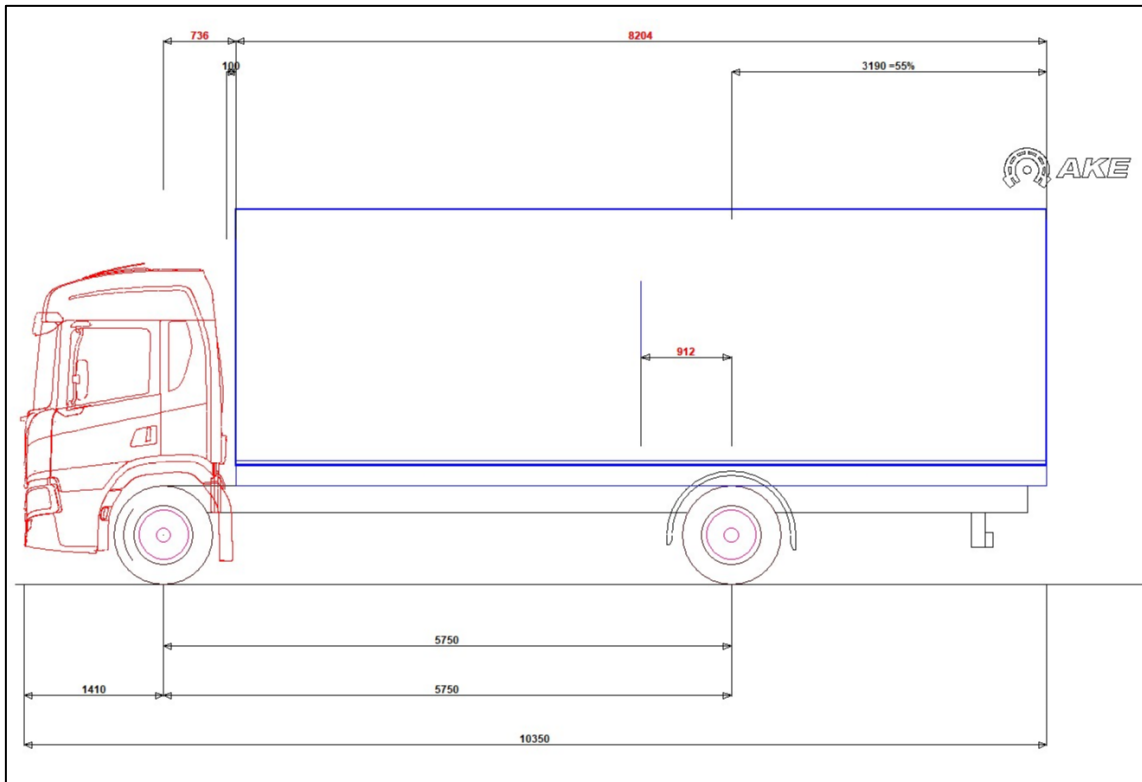


Pituus: 12,4 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m

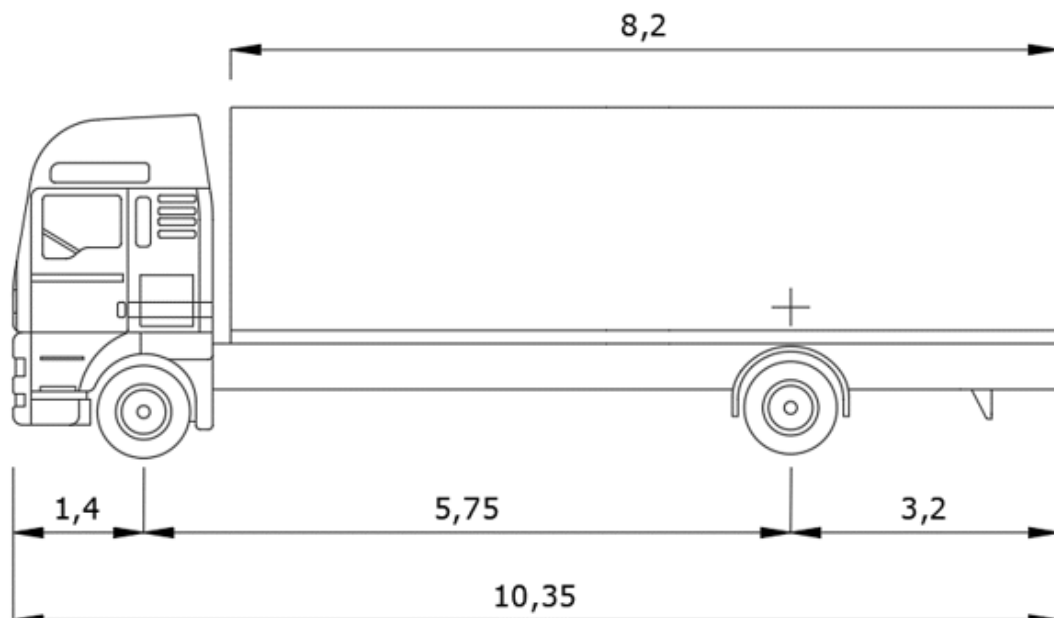
⊕ Kään­to­kes­kipiste

Liite 12/19

Traficommin tekninen piirros ja sen pohjalta piirretty mitoitusajoneuvo, 10,35 metriä pitkä kuorma-auto 8,2 metrin kuormatilalla.



10,35 metriä pitkä kuorma-auto

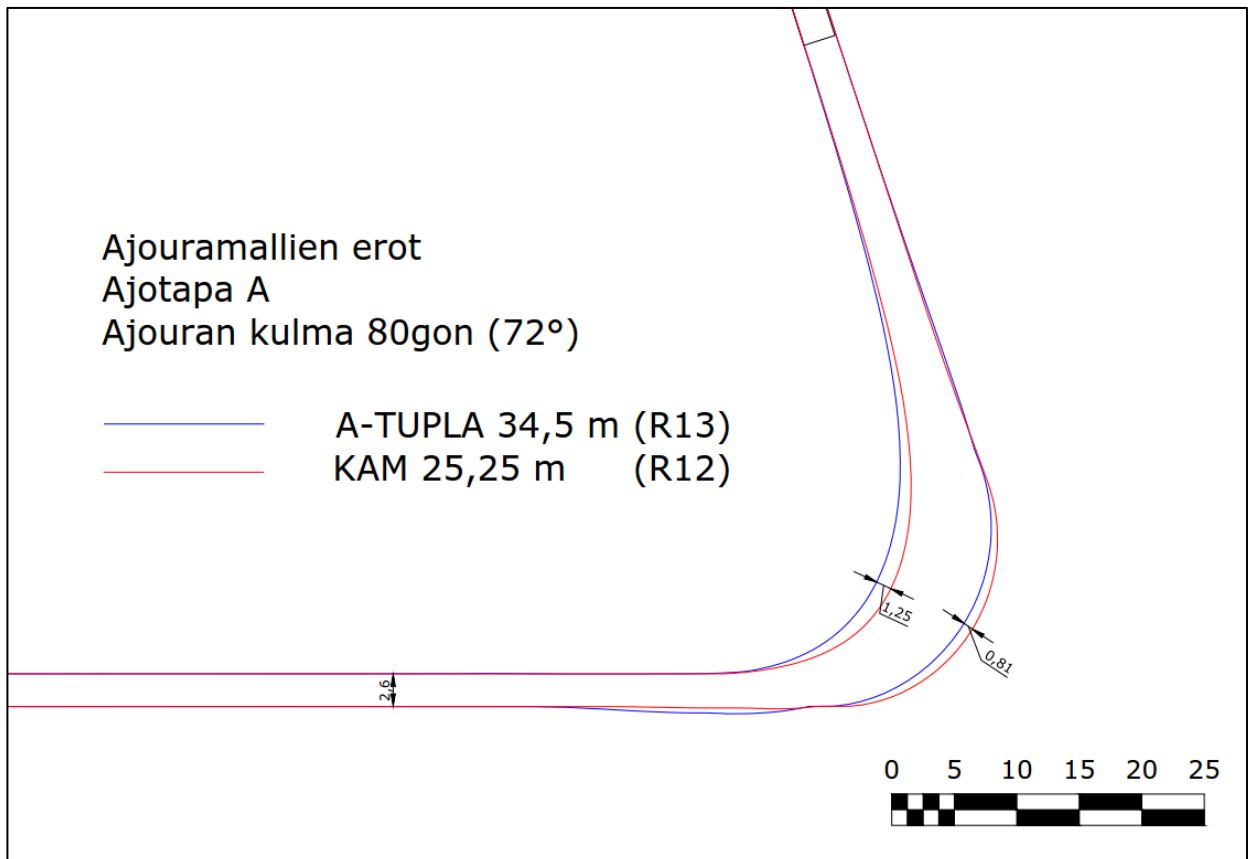
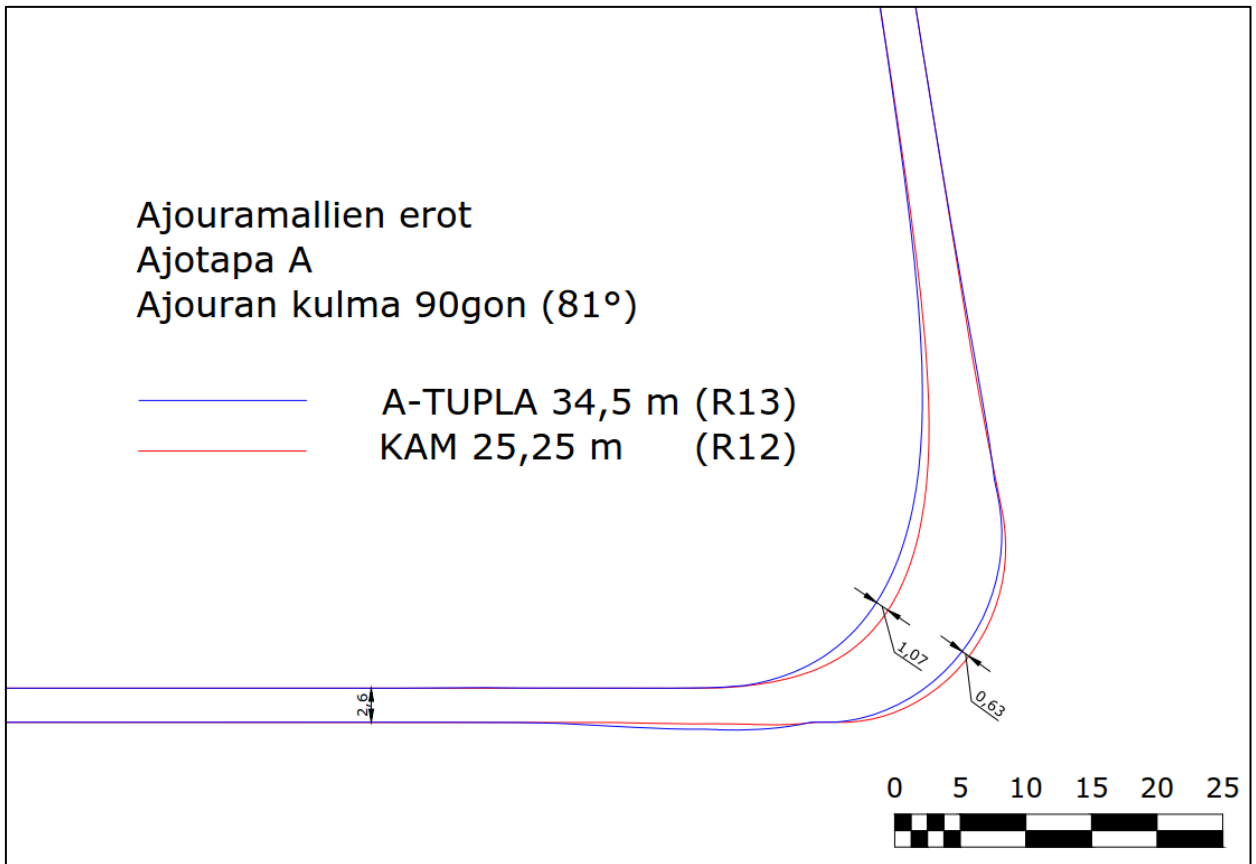


Pituus: 10,35 m
 Leveys: 2,6 m
 Korkeus: 4,4 m

+ Kääntökeskipiste

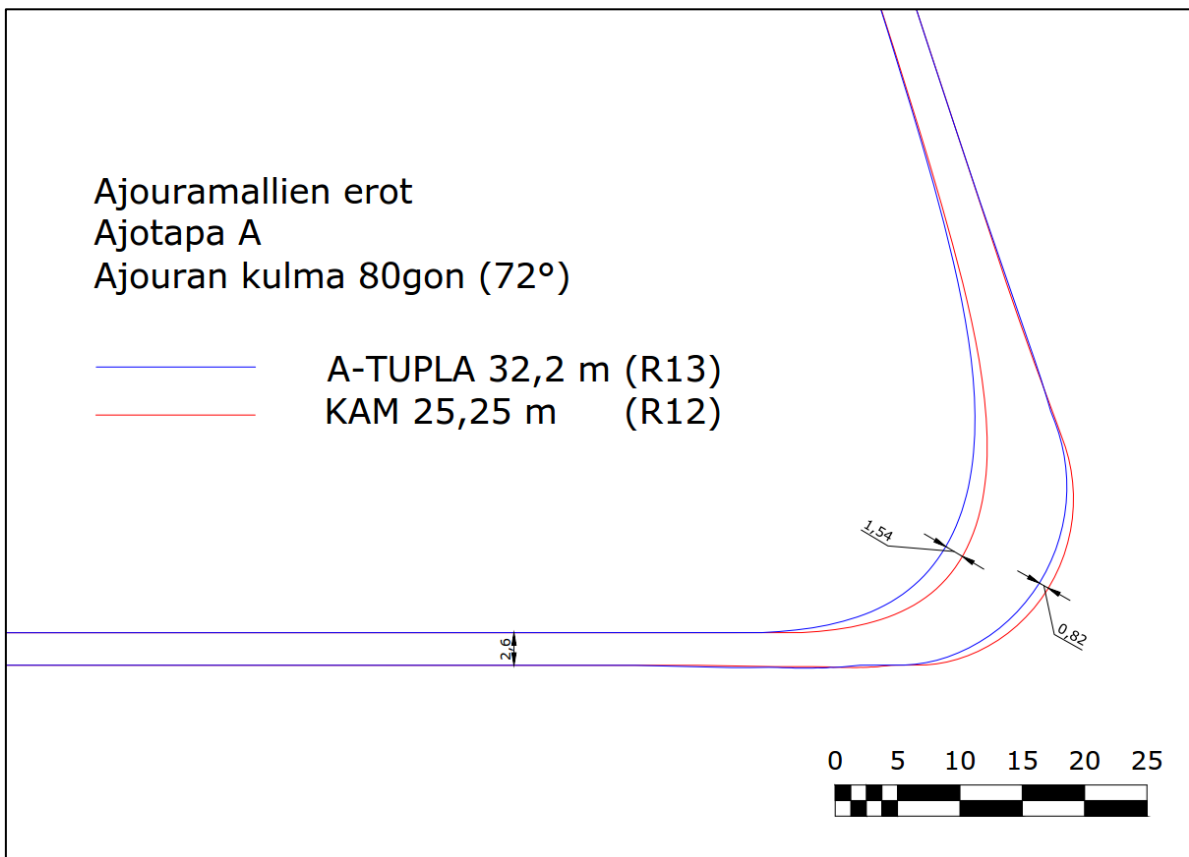
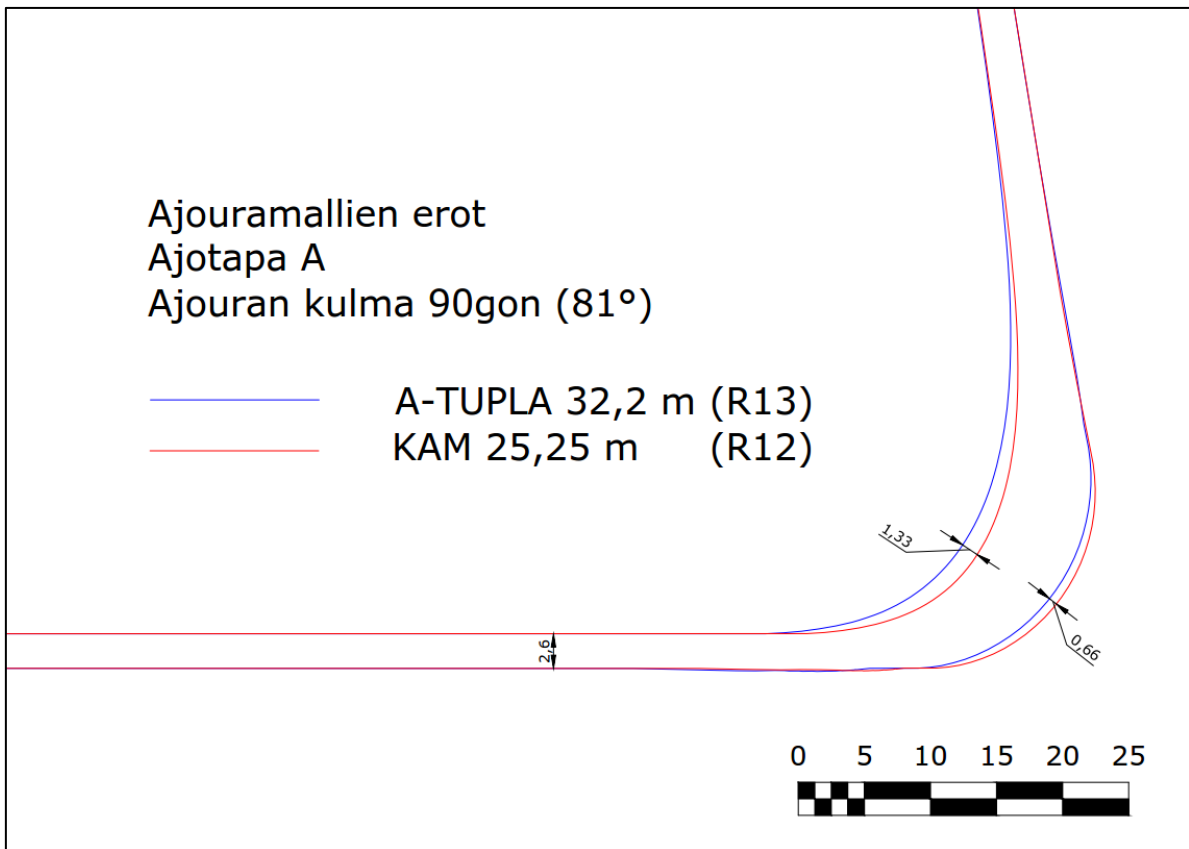
Liite 13/19

Ajouramallien eroavaisuudet, A-tupla (34,5 m) ja moduulirekka (Kam) (25,25 m).
Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.



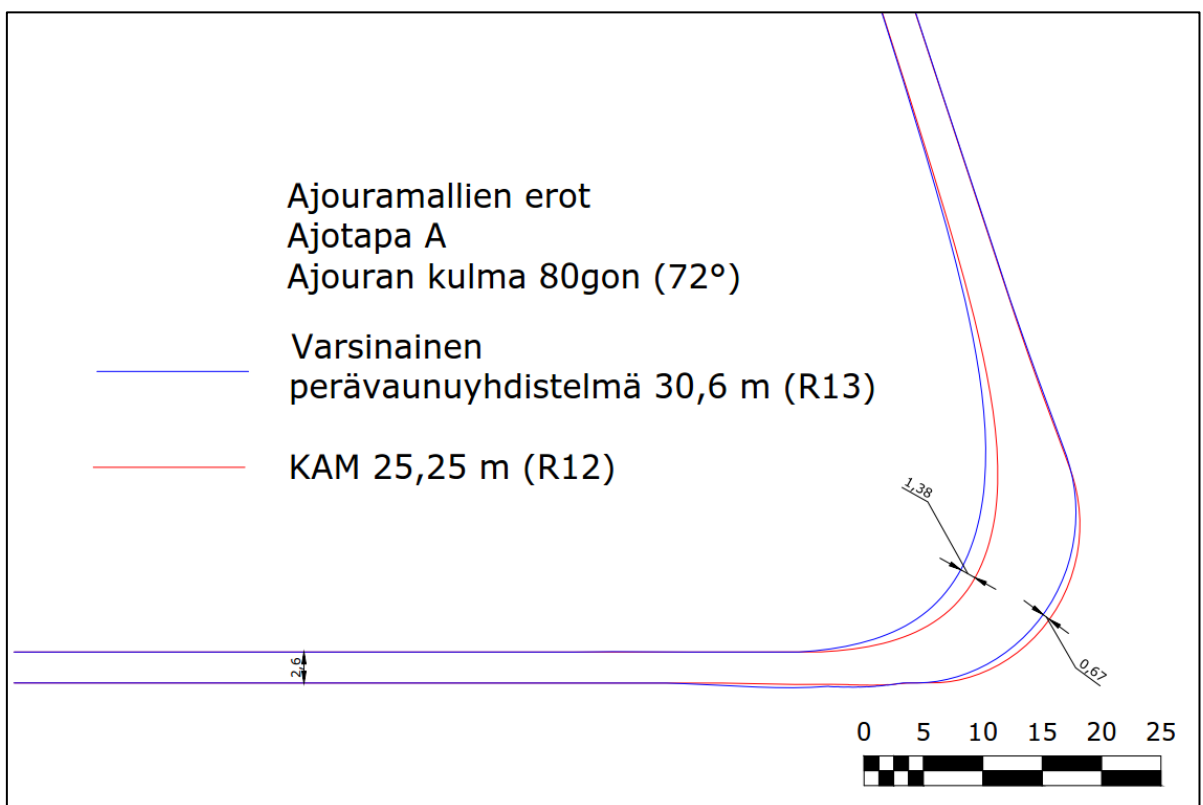
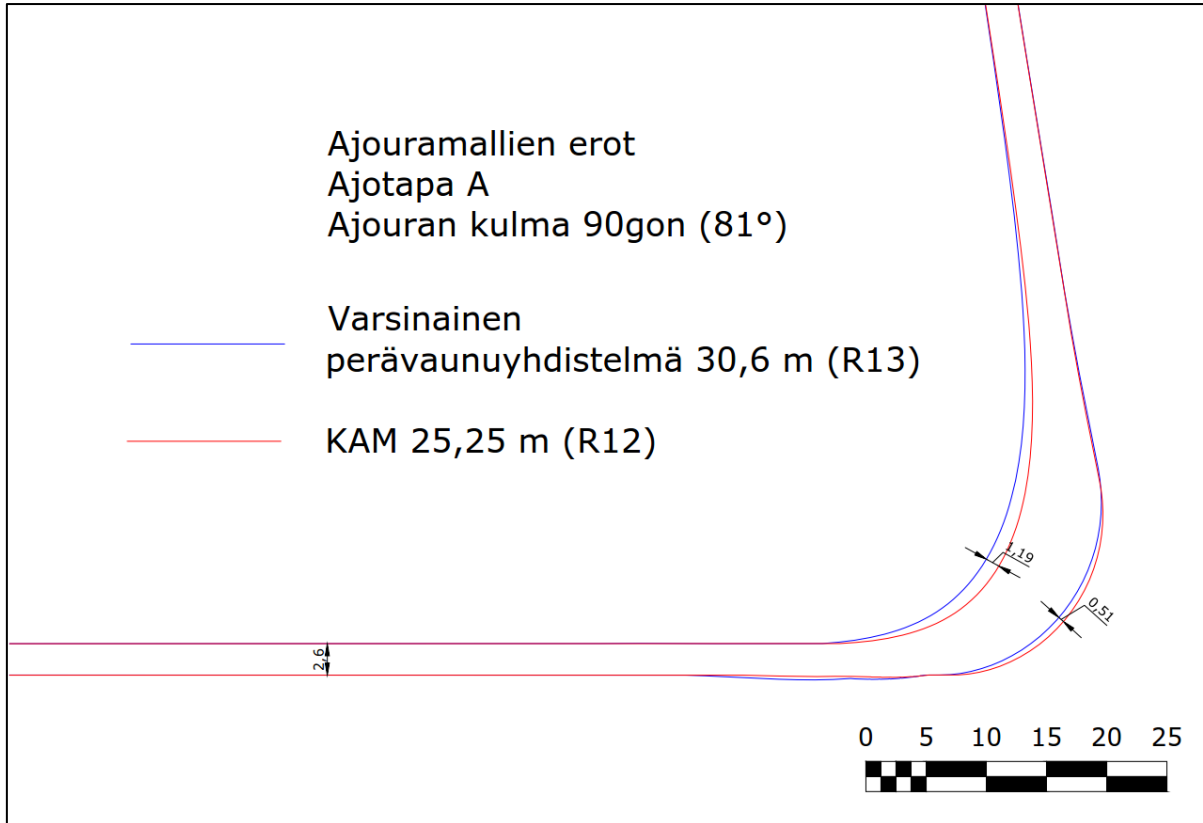
Liite 14/19

Ajouramallien eroavaisuudet, A-tupla (32,2 m) ja moduulirekka (Kam) (25,25 m).
Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.



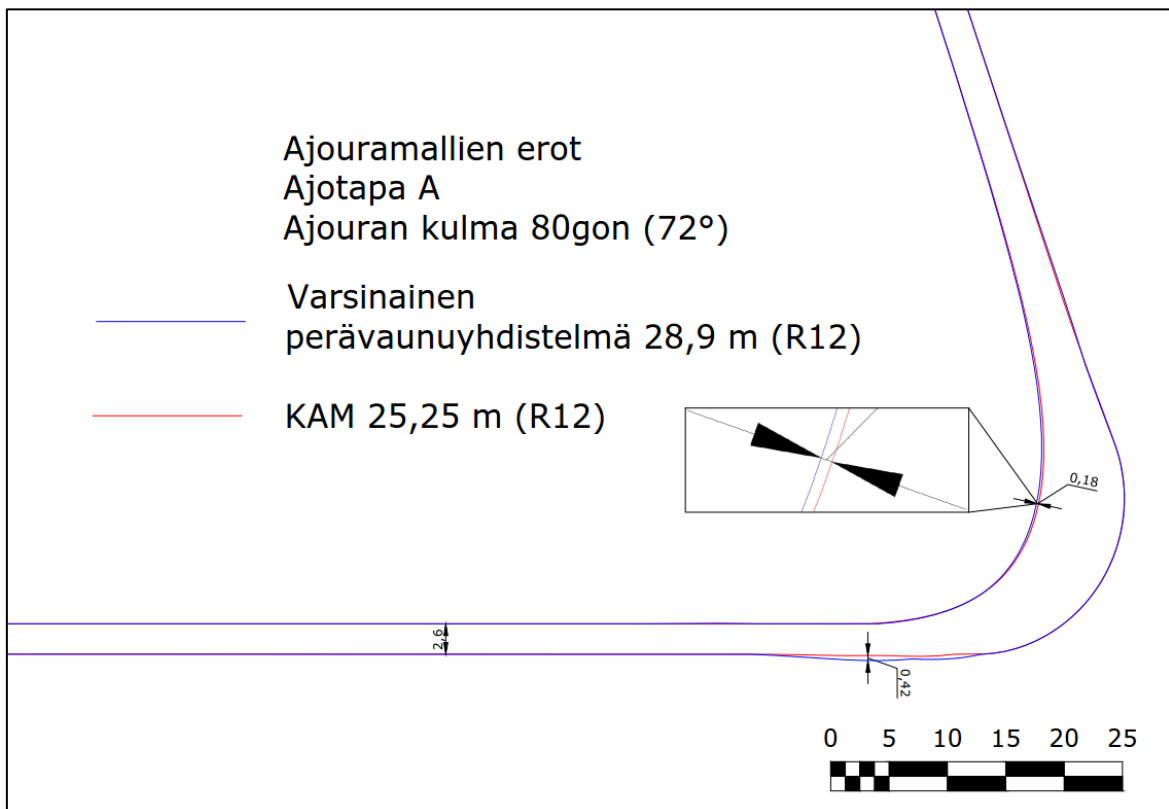
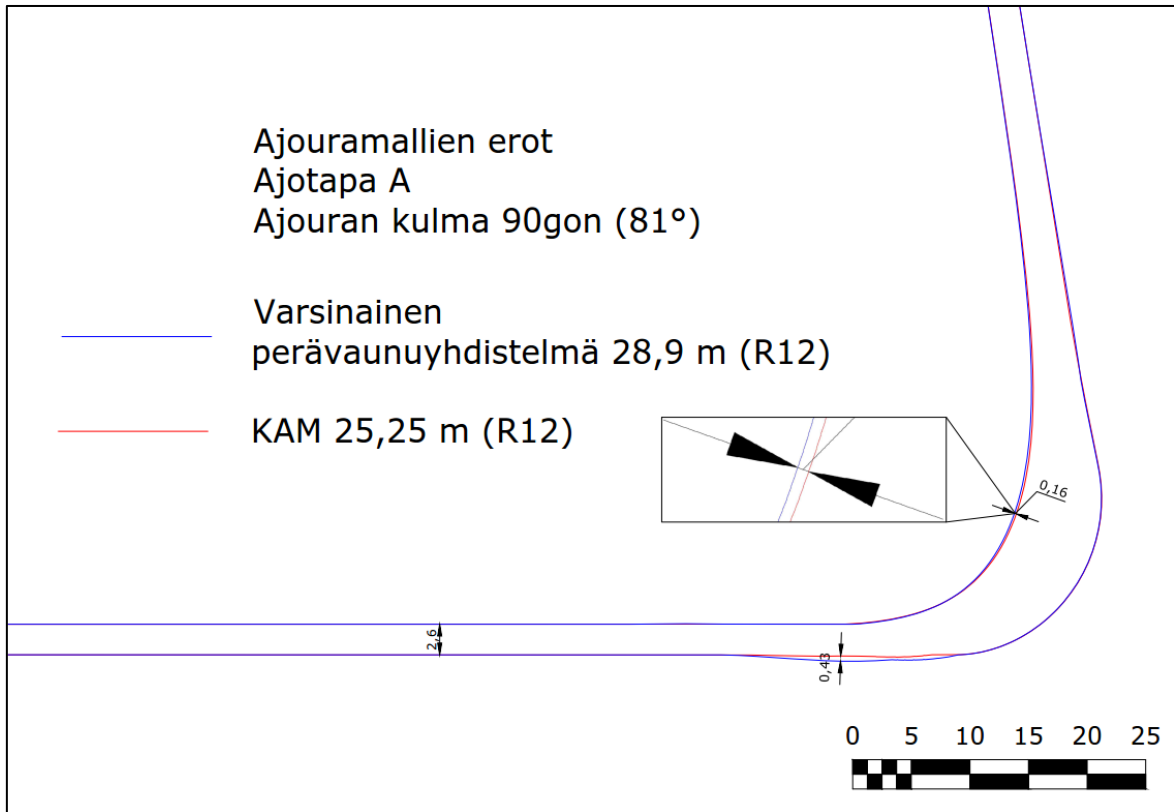
Liite 15/19

Ajouramallien eroavaisuudet, varsinainen perävaunuyhdistelmä (30,6 m) ja moduulirekka (Kam) (25,25 m). Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.



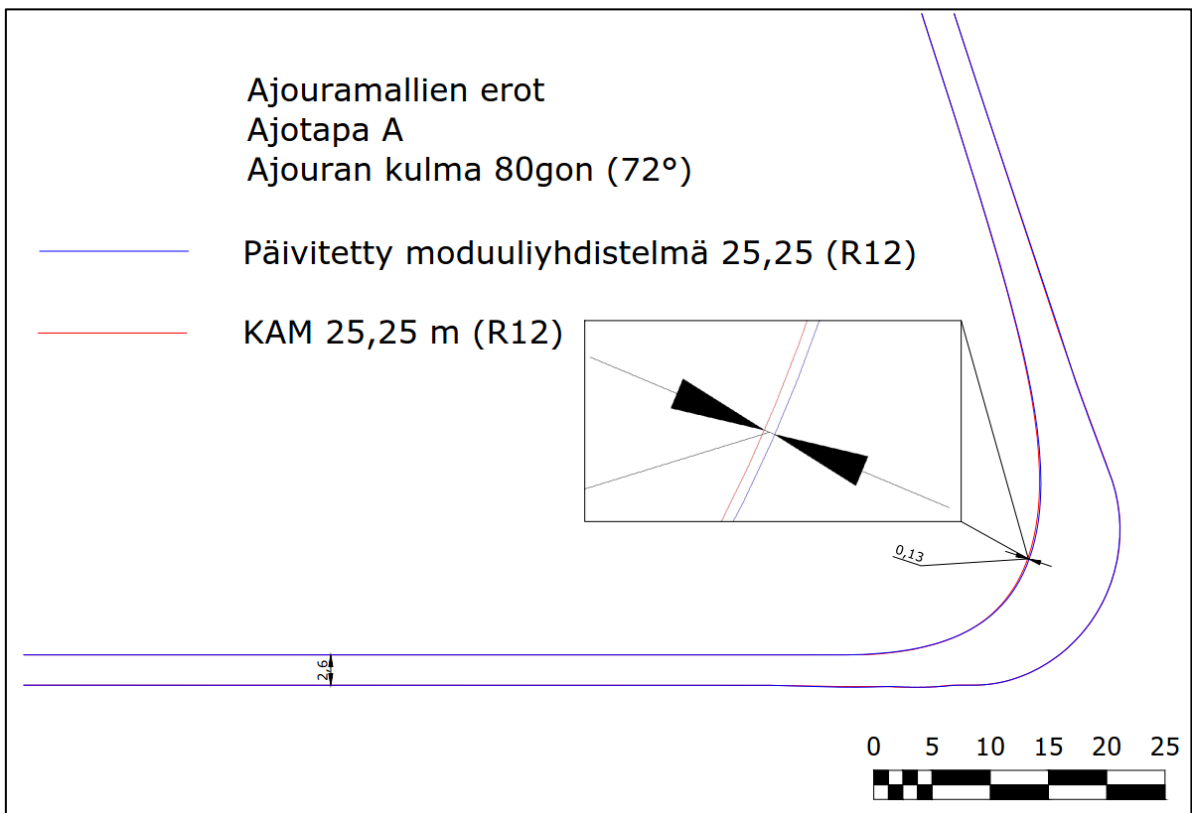
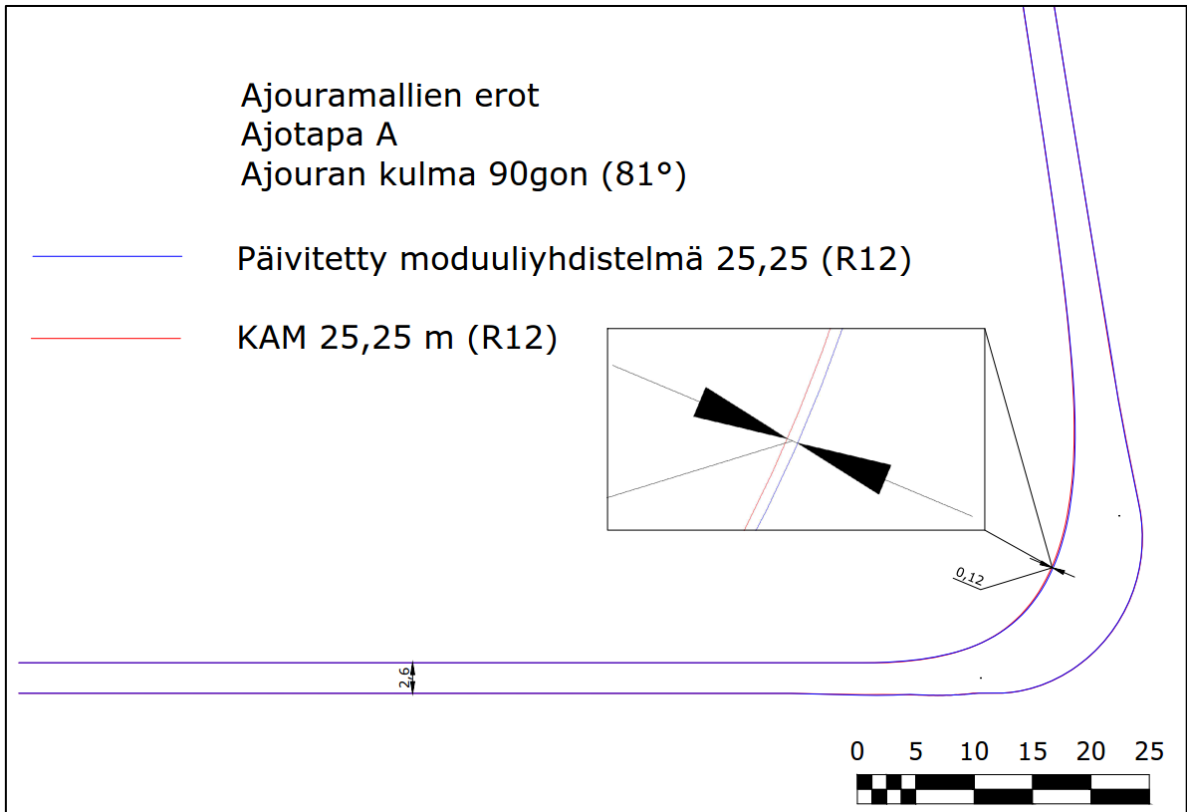
Liite 16/19

Ajourmallien erot, varsinainen perävaunuyhdistelmä (28,9 m) ja moduulirekka (Kam) (25,25 m). Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.



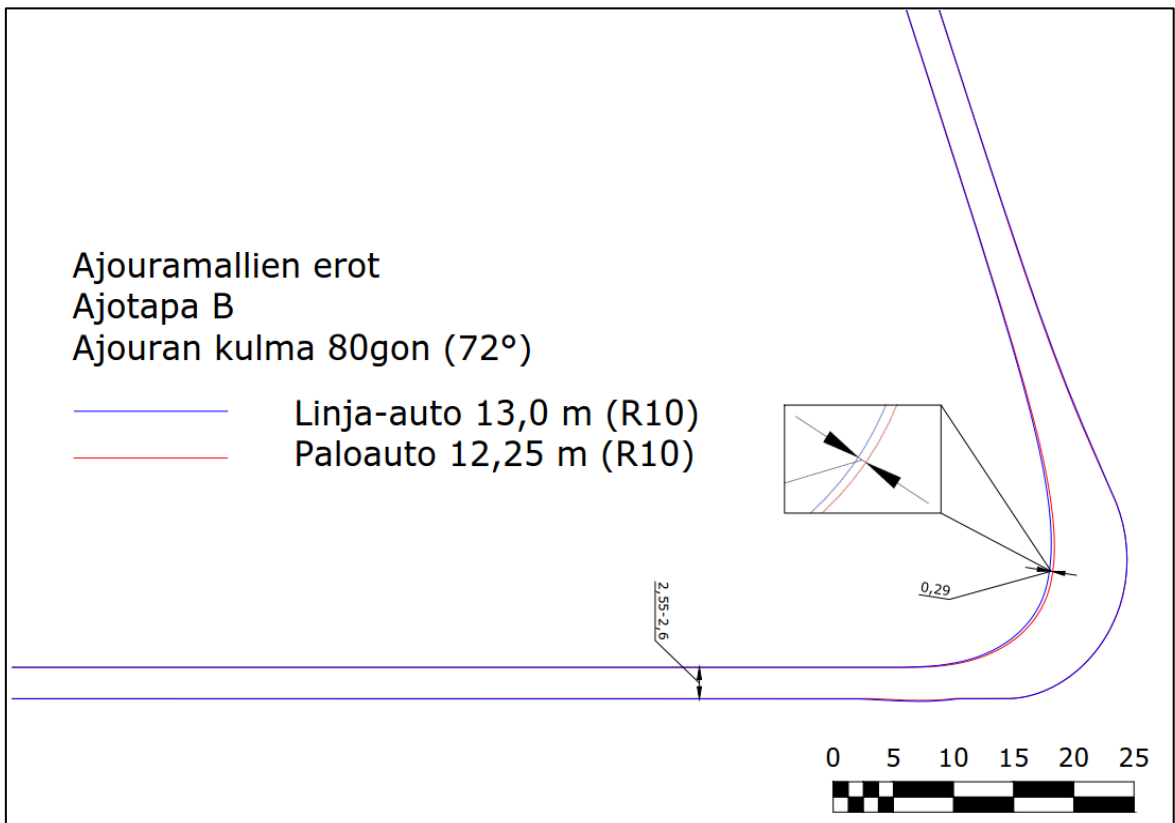
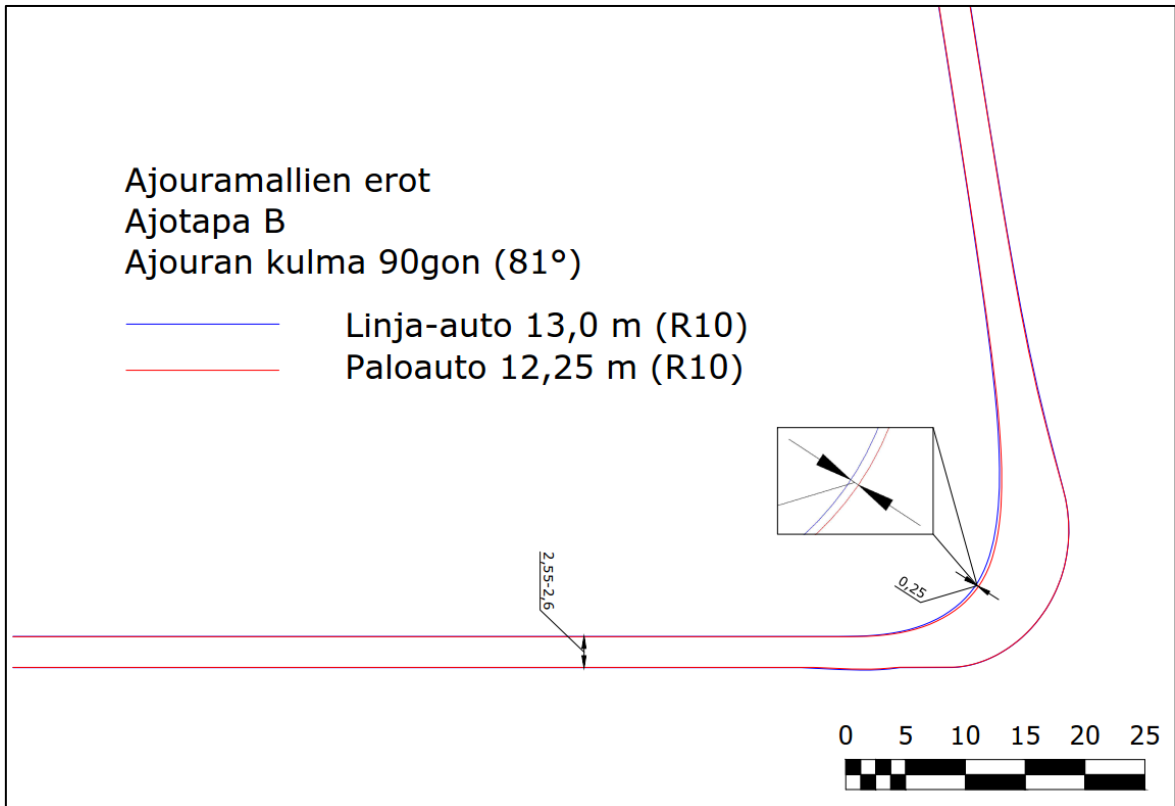
Liite 17/19

Ajourmallien erot, päivitetty moduuliyhdistelmä (25,25 m) ja moduulirekka (Kam) (25,25 m). Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.



Liite 18/19

Ajouramallien erot, mitoitusajoneuvo linja-auto (La) (13,0 m) ja Helsingin kaupungin käyttämä paloauto mitoitusajoneuvo (12,25 m). Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet B-ajotavan mukaiset.



Ajourmallien erot, HCT-yhdistelmien A-tupla ja varsinaisen perävaunuyhdistelmän rakenteellisten kääntösäteiden eroavaisuudet. Ajourien kääntyvyys kulmat 90 gon ja 80 gon. Kääntösäteet A-ajotavan mukaiset.

