



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

RAITIOTIEN YHTEENSOVITUS KATUYMPÄRISTÖÖN

Case Tampereen Raitiotieallianssi

Hanna Isotalo

Opinnäytetyö
Helmikuu 2019
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

ISOTALO HANNA:
Raitiotien yhteensovitus katuympäristöön
Case Tampereen Raitiotieallianssi

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Helmikuu 2019

Opinnäytetyö tehtiin Tampereen Raitiotieallianssille ja toimeksiantajana oli VR Track Oy, joka on yksi Raitiotieallianssin osapuolista. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia raitiotiesuunnittelun yhteensovituskäytäntöjä Raitiotieallianssin sisällä sekä tunnistaa kehitystarpeita yhteensovitusprosessissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää käytäntöjä sekä yhtenäistää yhteensovitusprosessia Raitiotieallianssin sisäisessä suunnittelussa. Opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmänä käytettiin asiantuntijahaastatteluja sekä havainnointia työympäristössä. Havainnointi suoritettiin työharjoittelun aikana, joka ajoittui toukokuun 2017 ja lokakuun 2018 väliselle ajalle. Haastatteluja tehtiin viisi kappaletta ja ne toteutettiin henkilökohtaisina- sekä sähköpostihaastatteluina syys–marraskuussa 2018. Osa opinnäytetyön aineistosta on kerätty myös suunnittelualan kirjallisuutta hyödyntäen.

Koska yhteensovitus suunnittelutyössä on erittäin laaja ja haastava aihe, keskityttiin tässä opinnäytetyössä raitiotiesuunnittelun yhteensovitusprosessiin allianssihankeessa. Yhteensovitus kulkee mukana koko raitiotien suunnitteluprosessin ajan, ja on siten elintärkeä osa suunnittelua. Siksi on hyvin tärkeää, että yhteensovitus toteutetaan suunnitteluvaiheessa erittäin huolellisesti, jotta ongelmilta voidaan myöhemmissä vaiheissa välttyä.

Tampereen raitiotiehankkeen vaiheen yksi suunnittelun aikana tunnistettiin tehdyksi hyvin paljon ylimääräistä työtä eriävien yhteensovituskäytäntöjen vuoksi. Tästä syystä yhteensovitusprosessin yhtenäistämiseksi oli selkeä tarve. Näiden seikkojen takia opinnäytetyössä kuvaillaan raitiotiesuunnittelun yhteensovitusprosessi sekä siihen liittyvät käytännöt hyvin yksityiskohtaisesti suunnitteluprosessin alusta luovutukseen. Opinnäytetyön teoriaosuudessa kuvaillaan myös raitiotiesuunnitteluun liittyvien tekniikkalajien erityispiirteitä, jotka tulisi ottaa huomioon raitiotiesuunnittelua ja etenkin yhteensovitusta tehdessä.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tuloksena saatiin yhteensovitusprosessia yhtenäistettyä jokaisen raitiotiesuunnittelijan käyttöön sopivaksi. Tämä osaltaan helpottaa sekä pääsuunnittelijoiden että alikonsulttien työtä, kun yhteensovituksen tehtävät ja tavoitteet ovat kaikille selvillä.

Asiasanat: raitiotie, yhteensovitus, katuympäristö, suunnittelu, Raitiotieallianssi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

ISOTALO, HANNA:
Integrating Tramway System to Street Environment
Case Tampere Tramway Alliance, Finland

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 4 pages
February 2019

This thesis was made for Tampere Tramway Alliance and the principal was commissioned by VR Track Oy which is one of the partners of the alliance. The purpose of the thesis was to study the coordination practices of tramway planning within the Tramway Alliance and to identify development needs in the coordination process.

The aim of the thesis was to clarify the practices and to harmonize the coordination process in the planning of the Tramway Alliance. Expert interviews and observation in the work environment were used as data collection methods for the thesis. The observation was carried out during an internship which took place between May 2017 and October 2018. Total of five expert interviews were conducted on different agendas during September and November 2018. Some of the material in the thesis has also been collected using the industry literature.

Since the coordination in design work is a very broad and challenging topic, this thesis was focused on the coordination process of tramway planning in the alliance project. Coordination goes along the entire tramway design process and is a vital part of the designing process. Therefore, it is very important that coordination is carried out with great care at every stage of the designing process so that problems can be identified and dealt with effectively.

During the designing of the Tampere tramway project, a lot of unnecessary work was identified being done due to various coordination practices. For this reason, there was a clear need for harmonizing of the coordination process. Because of these facts, the thesis describes the process of coordination in the tramway designing and the related practices in great detail from the beginning of the planning process to the handover. The theoretical part of the thesis also describes the special features of the areas of engineering involved in tramway planning, which should be taken in to account when designing trams.

The main goal of the thesis was to harmonize the coordination process for the use of tramway designers. It facilitates the work of lead designers and sub-consultants when the tasks and objectives of coordination are clear to everyone.

Key words: tramway, alliance, street environment, consulting

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TAMPEREEN RAITIOTIE.....	6
	2.1 Raitiotiehanke	6
	2.2 Tampereen raitiotie Oy.....	7
	2.3 Raitiotieallianssi.....	8
3	YHTEENSOVITUS	10
	3.1 Tausta	10
	3.2 Tavoitteet.....	10
4	TEKNIKKALAJIT JA NIIDEN ERITYISPIIRTEET.....	11
	4.1 Tausta	11
	4.2 Katu- ja raitiotiesuunnittelu	12
	4.3 Geotekniikka.....	13
	4.4 Johtosiirrot	14
	4.5 Sähköratasuunnittelu	16
	4.6 Päälysrakenne	18
	4.7 Liikennevalot	21
	4.8 Kaapelireitti	22
	4.9 Liikenteenohjaus	23
	4.10 Taitorakenteet	24
	4.11 Katumiljö	25
5	YHTEENSOVITUKSEN KÄYTÄNNÖT	29
	5.1 Nykyiset käytännöt.....	29
	5.2 Parannustarpeet ja kehitysehdotukset.....	30
6	YHTEENSOVITUSPROSESSI.....	31
	6.1 Muistettavaa.....	31
	6.2 Aloituskokous	33
	6.3 Ensimmäinen yhteensovitusvaihe: Kadun kuivatus ja johtosiirrot.....	34
	6.4 Toinen yhteensovitusvaihe: Ratasähköistys	36
	6.5 Kolmas yhteensovitusvaihe: Kaapelireitit- ja kaivot	40
	6.6 Yhteensovituksen tarkistuskokous.....	43
	6.7 Sisäinen tarkistus.....	44
7	POHDINTA	46
	LÄHTEET	47
	LIITTEET.....	49
	Liite 1. Yhteensovituskaavio	49

1 JOHDANTO

Tampereen raitiotien suunnittelu on aloitettu vuonna 2015 ja ensimmäisen vaiheen suunnittelun on tarkoitus valmistua vuonna 2019. Vaiheen kaksi suunnittelu on alkanut vuoden lopussa 2018, joten opinnäytetyön tekeminen aiheesta on ajankohtaista.

Tarve tämän opinnäytetyön tekemiselle syntyi Tampereen Raitiotieallianssin raitiotiesuunnittelun edetessä osan kaksi kehitysvaiheeseen. Vaiheen yksi rakennussuunnittelun valmistuttua alettiin pohtia suunnittelukäytäntöjen toimivuutta ja kehitystarpeita, joista suurimmaksi kehitystä kaipaavaksi osa-alueeksi tunnistettiin yhteensovituskäytännöt.

Työn tavoitteena on löytää konkreettisia keinoja, joilla raitiotiesuunnittelun yhteensovitusprosesseja voidaan yhtenäistää. Näin voidaan välttyä ylimääräiseltä työltä, jota toisistaan eriävät yhteensovituskäytännöt ovat raitiotiesuunnittelussa tuottaneet. Työssä pyritään hyödyntämään allianssihankeeseen etuja suunnittelijoiden keskinäisessä yhteistyössä.

Opinnäytetyön teoriaosuus on koostettu perehtymällä katu- ja raitiotiesuunnittelua koskevaan aineistoon sekä haastatteleamalla Raitiotieallianssin asiantuntijoita aiheesta. Asiantuntijoita tässä tapauksessa olivat eri tekniikkalajien suunnittelijat, jotka osallistuivat olennaisesti yhteensovitusprosessiin.

Koska Tampereen raitiotiehankeeseen ensimmäisessä kehitysvaiheessa on kartoitettu laajasti sekä muun Euroopan että Helsingin raitiotiehankeiden käytäntöjä ja suunnitteluohjeita, ei näiden seikkojen tutkimista enää tässä opinnäytetyössä pidetty kannattavana. Tämän vuoksi opinnäytetyössä keskitytään tarkasti Tampereen raitiotiehankeeseen.

2 TAMPEREEN RAITIOTIE

2.1 Raitiotiehanke

Tampereelle rakennetaan nykyaikainen raitiotiejärjestelmä. Raitiotiejärjestelmä rakennetaan vastaamaan kasvavan kaupungin ja kaupunkiseudun tarpeita. Tärkeimpiä tavoitteita ovat sujuvoittaa kuntalaisten arkea ja liikkumista, tukea kaupunkiseudun kasvua ja kehitystä sekä lisätä kaupunkiseudun houkuttelevuutta. (Haukka ym. 2016, 4.)

Tampereen raitiotie on jaettu kahteen osaan, jotka on esitetty kartalla kuvassa 1. Ensin rakennetaan osa 1 vuosina 2017–2021. Ensimmäinen osa sisältää raitiotieradat Pyynikintorilta itään Hervantajärvelle ja Tampereen Yliopistolliselle keskussairaalalle sekä lisäksi raitiotievarikon Hervantaan. Tampereen kaupunginvaltuusto teki 7.11.2016 toteutus päätöksen raitiotien ensimmäisen vaiheen rakentamisesta.

Osa 2 sisältää läntisen raitiotieradan Pyynikintorilta Lentävänniemeeseen. Osan 2 tavoiteaikatauluna on suunnitella osuus vuosina 2018–2020 ja rakentaa vuosina 2021–2024. Raitiotielinjaston pituus tulee olemaan yhteensä 23 km. Raitiotien liikennöinnin on määrä alkaa ensimmäisellä osalla vuonna 2021. (Raitiotieallianssi 2018)



KUVA 1. Raitiotie rakennetaan kahdessa osassa (Raitiotieallianssi 2018)

Raitiotiehanke sisältää raitinfraktuurin ja varikon rakentamisen allianssimallilla, uusien raitiovaunujen hankinnan, raitiotiejärjestelmän operoinnin ja ylläpidon organisoitumisen sekä joukkoliikenteen maksu-, matkustajainformaatio- ja ohjausjärjestelmien uudistamisen (Haukka ym. 2016, 6). Raitiotiehankkeen osapuolet on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Tampereen raitiotiehankkeen osapuolet (Tampereen Raitiotieallianssi 2018)

2.2 Tampereen raitiotie Oy

Tampereen Raitiotie Oy on Tampereen kaupungin omistama yhtiö, joka vastaa tilaajana Tampereen raitotieinfrastruktuurin rakentamisesta, kalustohankinnasta ja rahoituksen järjestämisestä sekä raitiotiejärjestelmän toimivuudesta, kun liikennöinti alkaa kahdella linjalla vuonna 2021. Raitiotien valmistuessa Tampereen Raitiotie Oy tulee omistamaan järjestelmän sekä koordinoimaan kunnossapidon yhdessä Tampereen kaupungin kanssa. (Tampereen Kaupunki 2018).

Yhtiön tehtävänä on yhdessä kaupungin ja Raitiotieallianssin kanssa varmistaa hankkeen kustannusarvion ja aikataulun pitäminen sekä toteuttaa raitiotien rakentaminen turvallisesti ja niin, että töistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa kaupunkilaisille ja alueen yrittäjille. Lisäksi yhtiö on mukana kehittämässä raitiotiestä tulevaisuuden liikennejärjestelmää, joka tukee kaupunkiseudun kasvua. (Tampereen ratikka 2018).

2.3 Raitiotieallianssi

Allianssimalli on hankkeen keskeisten toimijoiden välinen, kaikille osapuolille yhteiseen sopimukseen perustuva toteutusmuoto, jossa osapuolet vastaavat hankkeen suunnittelusta ja rakentamisesta yhdessä yhteisellä allianssiorganisaatiolla. Toimijat jakavat hankkeeseen liittyvät riskit ja hyödyt sekä noudattavat avoimuuden periaatteita kiinteää yhteistyötä toteuttaen.

Tampereen Raitiotieallianssin muodostavat tilaajaosapuoli Tampereen kaupunki sekä palveluntuottajaosapuolet VR Track Oy (nyk. NRC Group Finland Oy), YIT Rakennus Oy (nyk. YIT Suomi Oy) ja Pöyry Finland Oy. Palveluntuottajista sekä VR Track Oy että YIT Rakennus Oy ovat organisaatiomuutosten myötä vaihtaneet nimiään vuoden 2019 alussa.

Osan 1 toteutussisältöön allianssin osalta kuuluvat raitiotieradan ja raitiotiepysäkkien rakentaminen, raitiotien edellyttämä maa- ja katurakentaminen, varikon ja sähkönsyöttöasemien rakentaminen, tarvittavat johto- ja kaapelisiirrot, siltojen ja tukimuurien rakennus- ja muutostyöt, tekniset järjestelmät kuten ratajohto, liikennevalot, tietoverkot sekä valvonta- ja ohjausjärjestelmät. Osan 1 kokonaiskustannusarvio on 238,8 miljoonaa euroa. (Haukka ym. 2016, 4.)

Vuoden 2018 loppupuolella Tampereen raitiotien ensimmäisen osan toteutus on hankkeen toisena rakennuskautena edennyt suunnitelmien mukaan. Raitiotien näkyvintä osaa eli kiintoraidelaattaa ja kiskoja on vuonna asennettu kaikille raitiotien kaduille: kaksoisraidetta on asennettu lähes kuusi kilometriä eli yli kolmasosa 15 kilometrin mittaisesta raitiotiestä. Osa katuosuuksista ovat jo lähes valmiita raitiotieliikenteelle. Esimerkkinä tämän kaltaisesta lähes valmiista katuosuudesta on kuvassa 2 esitetty Insinöörinkadun alkuosa Hervannassa. Rakentaminen on osalla kaduista edellä aikataulua ja myös hankkeen kustannukset ovat suunnitellun tavoitteen mukaiset. (Raitiotieallianssi 2018).



KUVA 2. Insinöörinkadun alkuosa Tampereen Hervannassa (Raitiotieallianssi 2018)

Vaiheen 2 kehitysvaihe käynnistyi allianssissa vuoden 2018 loppupuolella. Kehitysvaiheen aikana laaditaan toteutussuunnitelmat Pynikintorilta Lentävänniemeen asti ulottuvalle raitiotieosuudelle. Kehitysvaiheen tavoitteena on valmistella raitiotiehankkeen osa 2 valmiiksi toteutusvaiheeseen siirtymiselle. Toisen osan toteuttamisesta tullaan päättämään Tampereen kaupunginvaltuustossa viimeistään lokakuussa 2020. Toteutusvaiheen tavoiteajankohta on vuosien 2021-2024 aikana. Aikataulu voi kuitenkin vielä muuttua johtuen Hiedanrannan alueen suunnitelmien tarkentumisesta sekä kaavoitushaasteista.

3 YHTEENSOVITUS

3.1 Tausta

Yhteensovitus raitiotiesuunnittelussa käsittää käytännössä jokaisen raitiotien rakennuspalikan yhteensopivuutta toisiinsa nähden. Täydelliseen yhteensopivuuteen jokaisen tekniikkalajin kesken harvoin päästään, mikä tarkoittaaakin sitä, että yhteensovitusprosessi on täynnä kompromisseja.

Tampereen raitiotiehanke vaiheen yksi suunnittelun aikana tunnistettiin tehdyksi hyvin paljon ylimääräistä työtä eriävien yhteensovituskäytäntöjen vuoksi. Kun suunnitelmat olisi voinut saada nopeasti valmiiksi allianssimallista tuttua yhteistyötä eri alojen suunnittelijoiden kesken järjestelmällisesti tekemällä, yritettiin kuitenkin syystä tai toisesta yhteensovittaa kaikkia suunnitelmia yhtäaikaisesti. Tästä syystä suunnitelmia jouduttiin joka taholla korjailemaan, kun huomattiinkin päällekkäisyyksiä, jotka olisi voitu välttää jo paljon aiemmassa vaiheessa yhteistyötä ja etenkin yhteensovitusjärjestystä kehittämällä. Myös rakentamisen aikana ilmenneet muutos- ja parannustarpeet toivat yhteensovitukseen haasteita.

Tästä syystä tässä opinnäytetyössä tutkitaan osin erittäin yksityiskohtaisesti raitiotiesuunnittelun tekniikkalajien erityispiirteitä, jotka tulee yhteensovitusprosessin edetessä ottaa huomioon.

3.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ensisijaisesti helpottaa raitiotiesuunnittelijoiden työtaakkaa luomalla yhtenevä ohjeistus suunnittelun yhteensovituskäytäntöihin. Tästä syystä opinnäytetyö on suunnattu erityisesti suunnittelijoille, joten työssä käytetään paljon ammattisanastoa.

Tavoitteena opinnäytetyölle oli luoda toimiva yhteensovituskaavio, jota seuraamalla ja tätä opinnäytetyötä apuna käyttäen, katuosuuden pääsuunnittelija saisi suunnitelmat yhteensovitettua onnistuneesti ja turhaa työtä jäisi tekemättä. Kaavion tarkoituksena on antaa suunnittelijalle ohjenuora, jota mukailten yhteensovitus onnistuu hyvin ja tehokkaasti.

4 TEKNIKKALAJIT JA NIIDEN ERITYISPIIRTEET

4.1 Tausta

Tässä kappaleessa käsitellään suurimpia suunnitteluun liittyviä tekniikkalajeja, ja erityisesti niiden raitiotiestä johtuvia erityispiirteitä, jotka tulee ottaa huomioon etenkin yhteensovitusvaiheessa. Asiasisältö tähän kappaleeseen on kerätty oman työkokemuksen lisäksi haastattelemalla Tampereen Raitiotieallianssin asiantuntijoita sekä eri alojen suunnitteluohjeita tutkimalla.

Sanalla tekniikkalaji tarkoitetaan tässä yhteydessä raitiotien eri rakenneosia. Raitiotiesuunnitteluun liittyviä tekniikkalajeja on lukuisia. Tässä kappaleessa käsitellyt tekniikkalajit ovat raitiotiesuunnittelun ja etenkin yhteensovituksen kannalta suurimpia kokonaisuuksia. Alla listattuna raitiotien toteuttamiseen liittyvät merkittävimmät tekniikkalajit, joita tässä kappaleessa käsitellään.

- Katu- ja raitiotiesuunnittelu
- Geotekninen suunnittelu
- Johtosiirtosuunnittelu
- Sähköratasuunnittelu
- Päälysrakennesuunnittelu
- Liikennevalosuunnittelu
- Liikenteenohjaussuunnittelu
- Kaapelireittisuunnittelu
- Taitorakennesuunnittelu
- Katumiljöosuunnittelu

Raitiotie tuo uuden näkökulman väylän suunnitteluun kaikille sen eri osa-alueille. Suurin kaikkia raitiotiesuunnittelun tekniikkalajeja yhdistävä ja haastava tekijä on ehdottomasti kaupunkiympäristö rakennuskohteena. Tampereen suhteellisen tiivis kaupunkirakenne tuo hyvin paljon reunaehtoja sekä haasteita suunnittelutyöhön, mikä heijastuu osaltaan jokaiseen tässä kappaleessa käsiteltävään tekniikkalajin suunnitteluprosessiin.

4.2 Katu- ja raitiotiesuunnittelu

Raitiotie tuo katusuunnittelijan suunnittelutyöhön hyvin monia, usein täysin uusiakin haasteita. Suurin katusuunnitteluakin koskevista haasteista aiheutuu katu ympäristön tiivistä rakenteesta, jonka vuoksi raitiotie täytyy sovittaa useissa kohteissa erittäin ahtaisiin kohteisiin. Tällöin katusuunnittelijan täytyy usein suunnitella koko katutilan liikennejärjestelyt uudelleen. Esimerkkinä tästä on kuvassa 3 kiertoliittymä Tampereen Hervanassa, jonka liikennejärjestelyt on suunniteltu raitiotie huomioon ottaen täysin uudelleen. Ahtauden vuoksi myös kiinteistöjen rakenteet voivat tuottaa haasteita, kun ylimääräistä tilaa kiinteistöjen ja katutilan välillä ei ole käytettävissä. Tämänkaltaisia haasteita voivat olla esimerkiksi kiinteistöjen ränni- ja salaojavesien johtamisen uudelleensuunnittelu. (Heinonen 2018)



KUVA 3. Kiertoliittymä, jonka läpi raitiotie kulkee (Raitiotieallianssi 2018)

Osa raitiotielinjasta kulkee täysin omalla väylällään, jolloin radan ei ole syytä olla asfalttipäällysteistä kiintoraidetta. Esimerkiksi Hervannan valtaväylän varrella kulkeva osuus Tampereen raitiotiestä on toteutettu rautatiemäiseen tyyliin sepeliradalla. Tämän kaltaisen osuuden suunnittelu muistuttaakin suurimmilta osin ratasuunnittelua, mikä taas eroaa täysin tavanomaisesta katusuunnittelusta. (Kiviniemi 2018)

Katusuunnittelijan harteilla on myös raitiotien ja muun katutilan kuivatuksen suunnittelu. Radan kuivatus on Tampereella kiintoraideoosuuksilla toteutettu erilaisin kiskonkuivatuskaivoihin. Kaivoihin pyritään johtamaan urakiskoille sekä kiskojen väliin kertyvä sadevesi kuivatuskaivoihin niin, ettei vesi pääsisi kulkeutumaan muuhun katutilaan. Raitiotien kuivatuksen suunnittelu onkin tästä syystä toteutettava tiiviisti geometrioiden ja muun katualueen suunnittelun lomassa. Tämän vuoksi katusuunnittelija suunnittelee usein myös ratageometrian itse tai tiiviissä yhteistyössä ratasuunnittelijan kanssa.

Tampereen raitiotiehankkeella katusuunnittelija vastaa pääsuunnittelijana koko yhteensovituksen kulusta, ja tästä syystä tämän pitääkin ottaa huomioon kaikki raitiotiesuunnitteluun liittyvät tekniikkalajit ja niiden rakenteet suunnittelutyössään. Näiden tekniikkalajien huomioon otettavista piirteistä on kerrottu tulevissa kappaleissa tarkemmin.

4.3 Geotekniikka

Raitiotie asettaa geotekniselle suunnittelulle huomattavasti tavanomaista katusuunnittelua tiukempia vaatimuksia. Geoteknisesti raitiotien vaatimukset muistuttavat hieman rautatien vaatimuksia, jonka takia voidaan geoteknisessä suunnittelussa soveltaa Liikenneviraston Ratateknisten ohjeiden osaa kolme, joka käsittelee radan rakenteita (Liikennevirasto 2014). Rautatien vaatimukset ovat kuitenkin usein hieman liiallisia, jonka vuoksi on niitä pitänyt lieventää raitiotien suunnittelua varten.

Pohjatutkimusten suunnittelu ja toteutuksen valvonta aloittavat geoteknisen suunnittelun prosessin raitiotiesuunnittelussa. Raitiotien pohjamaalle asettamien vaatimusten vuoksi pohjatutkimuksia tehdään tällä projektilla huomattavasti tavanomaista katusuunnitteluprojektia enemmän. Myös siltojen ja tukimuurien runsas määrä tuo lisävaatimuksensa pohjamaan tyyppin sekä kantavuuden määrittämiseen.

Haasteita geosuunnitteluun tuo erityisesti raitiotielle suunniteltu tasaus. Kun tasaus on saatu muun ympäristön kannalta suunniteltua sopivaksi, voi se olla geoteknisesti hyvinkin hankala. Yhdessä kohteessa tasaus voi olla pohjamaan kannalta korkealla: penkereen aiheuttamat kuormat altistavat pohjamaan liialliselle painumalle. Toisessa kohteessa tasaus voi taas olla pohjamaan kannalta hieman matalalla, mikä voi aiheuttaa hankaluuksia kuivatuksen, pohjaveden sekä radan rakennekerrosten kanssa. Myös radan rakenteiden altistumisen roudan vaikutuksille estävän routalevyn sekä vaahtolasikiilojen yhteensovitus muihin radan rakenteisiin voi tyypillisesti tuottaa ongelmia sekä yhteentörmäyksiä. (Leinonen 2019)

Kuten muillekin tekniikkalajeille, myös geosuunnittelulle tuottaa katu ympäristön tiivis rakentaminen haasteita erityisesti kaivantosuunnitelmien osalta. Geoteknisesti esimerkiksi johtosiirtokaivannolle vaaditaan joko riittävän loivat luiskat tai kaivannon tuentaa. Myös liikenne pitäisi saada riittävän kauas kaivannosta, jotta se ei aiheuta kaivannon sortumavaaraa lisääviä voimia maaperään. Muun muassa näiden vaatimuksien takia kaivantojen työnaikainen tilantarve voi kasvaa hyvinkin suureksi, mikä taas tuottaa runsaasti haasteita liikennöidyllä kadulla työskennellessä. (Oldén 2019)

4.4 Johtosiirrot

Johtosiirrot ovat yksi eniten aikaa vievistä rakennusajan työvaiheista. Periaatteena koko raitiotieverkolla Tampereella on, että raitiotien alta siirretään kaikki pituussuuntainen putki- ja johtoinfra pois. Tämä tarkoittaa käytännössä jokaiselle olemassa olevalle kadulle totaalista uudelleenrakentamista, sillä kaikki kunnallistekniikka on aikanaan rakennettu juuri katujen, ja etenkin ajoratojen alle.

Kaikki pituussuuntaiset putket ja johdot siirretään siis raitiotien alta pois riittävän etäälle, jotta tulevien saneeraus- tai korjaustöiden aikana raitiotieliikenne ei häiriintyisi korjauksien vuoksi. Raitiotien poikkisuunnassa alittavissa linjoissa on myös huomioitava alitusputkien riittävä vahvuus sekä suojauputkien päiden riittävä etäisyys raitiotiestä, jotta ne ovat auki kaivettavissa raitiotienliikennettä häiritsemättä. Siirrettäviä putki- ja johtolinjoja ovat muun muassa seuraavat: vesihuolto (jäte- ja hulevesilinjat sekä vesijohdot), kaukolämpö ja kaukokylmä, sähkö- ja telekaapelit sekä maakaasulinjat.



KUVA 4. Työskentelyä putki- ja johtolinjojen keskellä. (Raitiotieallianssi 2017)

Tavanomaisista johtosiirroista poiketen raitiotien läheisyyteen sijoitettavien johtolinjojen suunnittelussa on otettava huomioon raitiotien sähköiset vaikutukset. Raitiotien sekä katu ympäristön maanpäälliset osat maadoitetaan sen ollessa tarpeellista, mikä tarkoittaa käytännössä hajavirtojen johtamista maaperään. Tämä pitää ottaa huomioon johtosiirtosuunnittelussa etenkin valurautaisissa vesijohdoissa sekä katodisuojuatuissa kaasuputkissa. Kosteaa maanainesta johtaa sähköä, jonka takia tulee estää sähkövirtojen pääsy valurautaisiin vesijohtoihin. Sähkö voi aiheuttaa putkiin sekä venttiileihin pistemäistä korroosiota, mikä voi johtaa näiden rikkoutumiseen.

Sähkön pääsy johtolinjoihin on estettävissä pääosin riittävällä suojaetäisyydellä. Vesijoh-
tojen normaali peitesyvyysvaatimus on yleensä itsessään riittävä suojaetäisyydeksi rai-
tiotien risteämissä, mutta jos vesijohto joudutaan jostain syystä sijoittamaan maanpintaan
nähdessä korkeammalle, täytyy sähköiset vaikutukset huomioida esimerkiksi käyttämällä
muovikalvolla päällystettyjä vesijohtoja. (Jaatinen 2018)

Lisähaasteen johtosiirtojen suunnitteluun tuo kaupunkiympäristön tilanahtaus sekä putki-
ja johtolinjojen suuri lukumäärä. Osa olemassa olevista putkista ja johdoista pyritään säi-
lyttämään ennallaan johtosiirtotyön tai muun rakentamisen aikana, mikä korostaa entises-
tään tilan rajallisuutta. Säilytettävien johtolinjojen keskellä työskentely on sekä hidasta,
että riskialtista. Näitä haasteita havainnollistaa erittäin hyvin kuva 4, jossa on kuvattuna
putki- ja johtolinjojen keskellä työskentelyä Raitiotieallianssin työmaalta Tampereen Ka-
levasta.

Oman haasteensa johtosiirtojen suunnitteluun tuo myös olemassa olevien putki- ja johto-
linjojen sijaintiin ja korkeusasemaan liittyvä epävarmuus. Maanalaisia linjoja on raken-
nettu eri aikakausina, eikä niiden sijaintitietojen paikkansapitävyydestä voi kukaan antaa
täyttä varmuutta. Tämän takia olemassa olevien sekä uusien putki- ja johtolinjojen suun-
nittelu perustuu mittaustietoihin (viettoviemärit), johtokarttoihin ja arkistopiirustuksiin ja
lähtötietojen puutteellisuuden vuoksi suunnitelmat voivat toteutusvaiheessa poiketa to-
dellisuudesta. (Jaatinen 2018)

Vasta työmaalla johtolinjat esiin kaivettaessa voidaan varmistaa näiden sijainti ja kor-
keusasema, jonka jälkeen voidaan lopulta varmentaa johtosiirtosuunnitelmien toimivuus.
Tästä syystä suunnitelmiin voi olla tarpeen tehdä muutoksia erittäin nopealla aikataululla
rakentamisen aikana. Tämän kaltaisessa toiminnassa allianssimallin hyödyt korostuvat,
kun työmaan henkilöt voivat olla suoraan yhteydessä suunnittelijaan, joka taas voi tehdä
ratkaisuja ja päivittää suunnitelmia työmaalta saatujen tarketietojen mukaan suoraan, il-
man välikäsiä tai lisäyötarjouksia. (Jaatinen 2018)

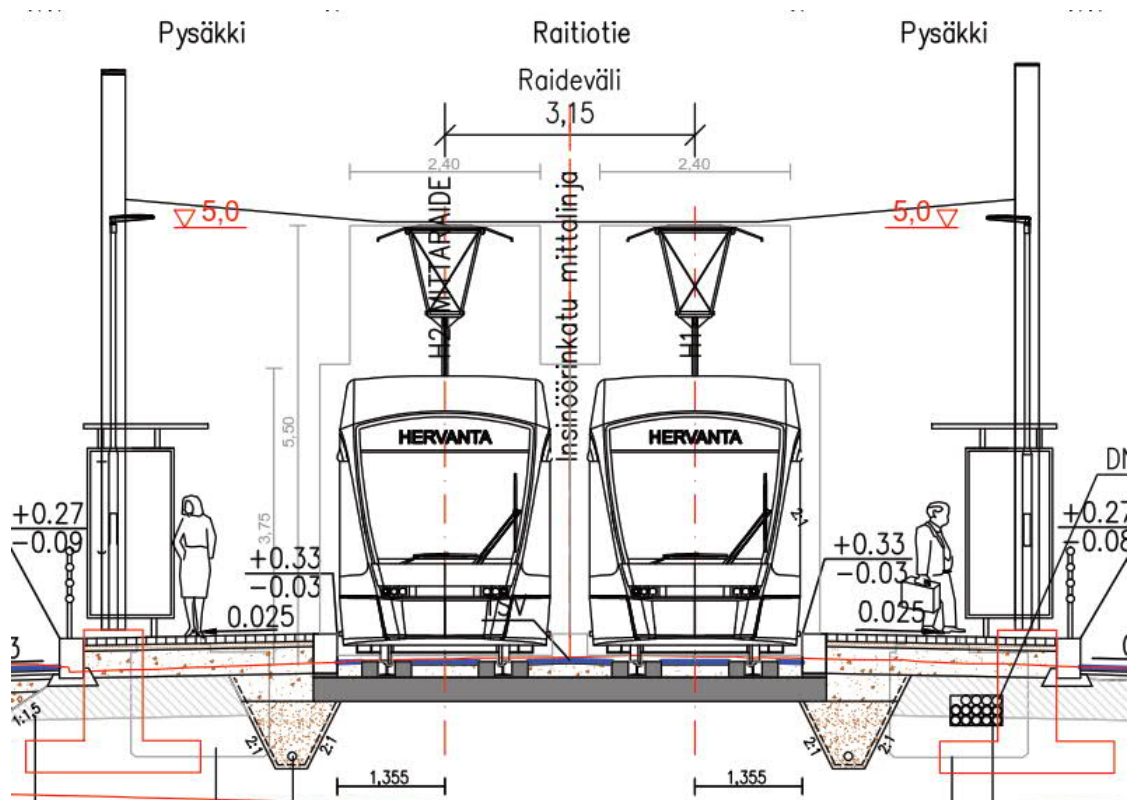
4.5 Sähköratasuunnittelu

Sähköratasuunnittelua on Suomessa tehty hyvin monien vuosikymmenien ajan rautatie-
verkostolle. Maallikon silmin sähköratarakenteet näyttävät sekä rautatiellä että raitiotiellä

hyvin samantyyppiseltä, mutta toteutus on todellisuudessa hyvin erilainen näiden kahden ratatyyppin välillä.

Kaupunkiympäristö tuo sähköradan suunnitteluun aivan täysin uuden näkökulman. Koska kaupungissa sähköratarakenteet ovat hyvin lähellä ihmisiä ja yleisiä kulkuväyliä, täytyy ne eristää tai maadoittaa niin, että ohikulkijoille ei aiheudu vaaraa sähköradasta.

Rautatieverkolla Suomessa on käytössä 25 kV vaihtovirtajärjestelmä, jossa suojaetäisyys sähköradan osiin kuten ratajohtopylväisiin on maallikolle kaksi metriä. Merkittävä ero tässä raitiotien sähköverkkoon on se, että raitiotie sähköistetään 750V tasavirtajärjestelmällä, jonka kaikki kiinteät osat on joko maadoitettu tai eristetty niin, että esimerkiksi ratajohtopylväitä voidaan käsitellä täysin jännitteettömänä osana. Tämä mahdollistaa raitiotien rakentamisen hyvin ahtaisiin paikkoihin, sillä suojaetäisyyksiä ei sähköradan takia sivusuunnassa tarvita. Tästä hyvänä esimerkkinä Tampereen raitiotien pysäkit, joihin osaan on sijoitettu ratajohtopylväs pysäkkilaiturin reunaan ihmisten kulkureitin ja oleskelutilan sivuun. Tämän kaltainen ratkaisu on kuvassa 5, joka esittää rakenteellista tyyppi-poikkileikkausta eräältä Hervannan raitiotiepysäkiltä. (Järvinen 2018)



KUVA 5. Rakenteellinen tyyppi-poikkileikkaus pysäkkialueelta (Raitiotieallianssi 2018)

Yhteensovitusmielessä tärkein asia sähkörataa raitiotielle suunniteltaessa on ratajohtopylväiden sijoitus. Pylväät vievät jonkin verran tilaa katu ympäristössä, eikä pylväiden alle voi jäädä rakenteita, kuten putkia. Pylväiden sijoitukseen ja pylväsväliin vaikuttaa eniten päätös siitä, toteutetaanko valaistus raitiotieosuudella yhteiskäyttöpylväillä vai erillisillä valaistuspylväillä. Yhteiskäyttöpylväitä käytettäessä sekä valaistus että ratajohtokannatimet sijoitetaan samaan pylväaseen, mikä puolestaan vähentää kadunvarsille tarvittavien pylväiden määrää huomattavasti. Ratajohdon kannalta pylväiden maksimijänneväli on 60 m, johon ei kuitenkaan tähän mennessä olla sähköratasuunnittelussa millään Tampereen Raitiotieallianssin hankeosalla päästy radan muiden rakenteiden takia.

Yhteiskäyttöpylväiden maksimiväli määrittyy suoraan Tampereen kaupungin valaistusohteesta: maksimiväli valaisimille katualueella on 40 m (Tampereen kaupunki 2015). Tästä syystä yhteiskäyttöpylväitä käyttäessä tarvitsee pylväitä sijoittaa 40 metrin välein, kun taas pelkän ratajohdon asettama vaatimus maksimivälille on 60 m. Yhteiskäyttöpylväiden käytöllä siis pylväsväli lyhenee hiukan, mutta pylväsmäärät vähentyvät huomattavasti. Tästä syystä yhteiskäyttöpylväiden käyttöä suositellaan myös Tampereen Raitiotieallianssin suunnitteluperusteissa. (Raitiotieallianssi 2018)

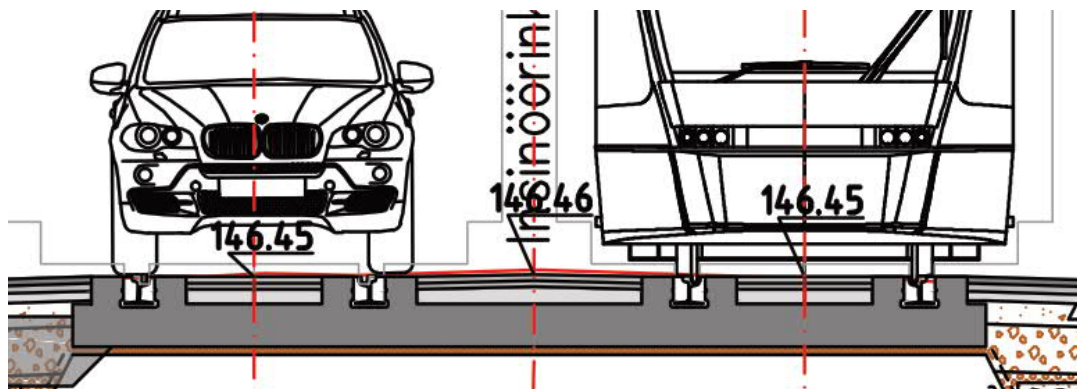
Reunakivilinjat tuovat myös oman haasteensa ratajohtopylväiden sijoitteluun. Ratajohtopylväät sijoittuvat luonnollisesti hyvin usein reunakivilinjan viereen nurmialueelle, mutta koska pylväissä on kohtuullisen järeät perustukset, aiheutuu niistä päällekkäisyyksiä väkisinkin. Näissä kohteissa on työmaalla toteutusvaiheessa jouduttu soveltamaan työtekniikkaa joko reunakiviä matalammaksi leikkaamalla tai vaihtoehtoisesti pylväasperustukseen reunakivelle loven jättämällä.

4.6 Päällysrakenne

Päällysrakenne tarkoittaa raitiotierakentamisessa maarakenteiden yläpuolista osuutta, johon on sijoitettu kiskot. Päällysrakennetyyppejä Tampereen raitiotiellä on muutamia, joita käsitellään tarkemmin seuraavissa kappaleissa. Päällysrakenne on hyvin suuri ja yksi merkittävimmistä raitiotien komponenteista, joita ilman ei raitiotietä voisi toteuttaa.

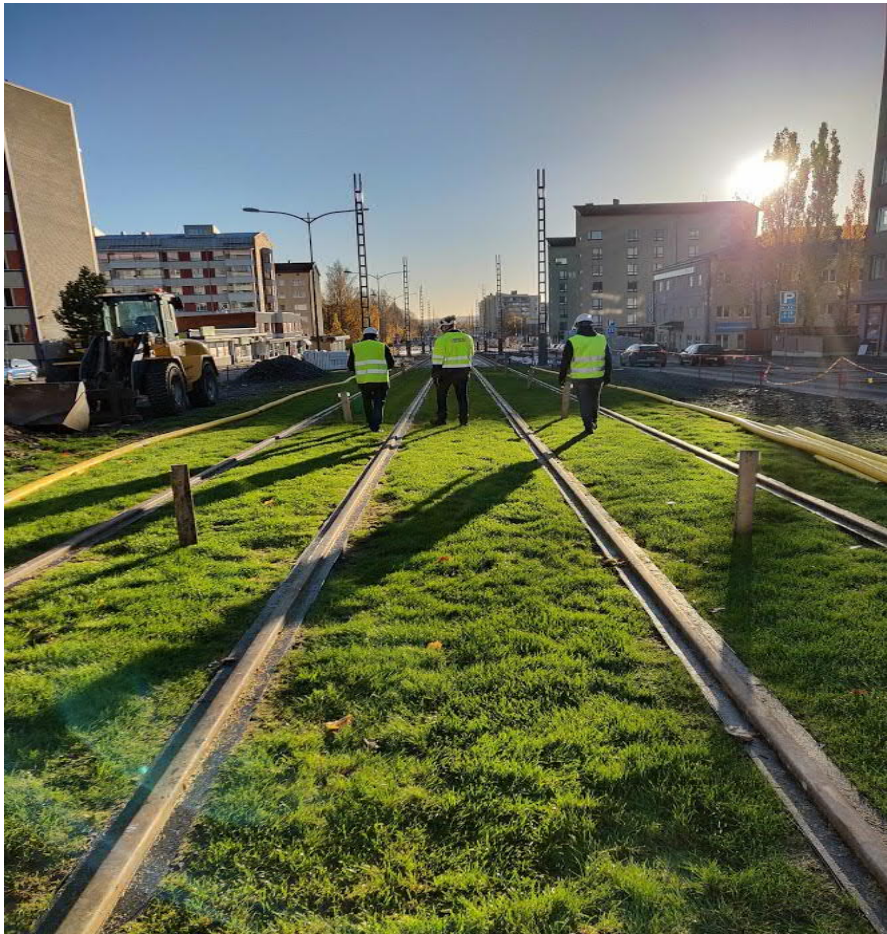
Päällysrakennetyyppi pyritään määrittämään jo allianssin kehitysvaiheessa katutilan käyttötarkoituksen mukaan. Ymmärrettävistä syistä sekaliikennekäytöllä olevalla katuosuudella ei voi raitiotien päällysrakennetyyppi olla viherraide, kun taas omalla linjallaan irti katurakenteista kulkevan raitiotien ei ole mitään tarvetta olla asfalttipäällysteistä kiintoraidetta.

Sekaliikennekaistalla tarkoitetaan kadun osaa, jossa sekä raitiotie että ajoneuvoliikenne kulkevat samalla kaistalla. Sekaliikennekaistaa on Tampereen raitiotien linjalla pakotetusti joitakin kilometrejä, mutta pyrkimys on liikenteen sujuvuuden ja raitiotien käyttövarmuuden takia ollut saada sijoitettua raitiotie omalle kaistalle katutilassa. Sekaliikennekaistalla raitiotien kiskot ovat kiinnitetty betonilaattaan kuvassa 6 esitetyn tyyppikuvan mukaisesti. Kiskojen väliin sekä ulkopuolelle jäävät välit ovat täytetty eri paksuisilla asfalttikerroksilla, jotka varmistavat rakenteen kulutuskestävyyden. Sekaliikennekaistalla kiskotyyppi on aina urakisko, joka on upotettu asfalttiin kuvan 6 osoittamalla tavalla. Omalla kaistallaan kulkeva, asfaltilla päällystetty rataosuus on betonilaataltaan sekä kestävyysominaisuuksiltaan hieman kevennetty versio sekaliikennekaistasta. Liikenteen aiheuttamat kuormat ovat tämän kaltaisella osuudella huomattavasti pienempiä.



KUVA 6. Sekaliikennekaistan kiintoraidelaatta (Raitiotieallianssi 2018)

Kun siirrytään täysin omalla kaistalla kulkevalle raitiotiekaistalle, on etenkin kaupunkiympäristössä suotavaa käyttää radalla viherratarakennetta. Viherrata on raitiotierakenne, jonka pintamateriaalina on nimensä mukaisesti nurmi. Viherrataa on pyritty käyttämään Tampereella jokaisessa käyttökelpoisessa kohteessa, sillä sen fyysiset ja psyykkiset vaikutukset kaupunkiympäristön viihtyvyyteen ovat merkittäviä. Kuvassa 7 on kuvattuna viherrataa Tampereen Sammonkadulta.



KUVA 7. Viherrataa Tampereen Sammonkadulta (Raitiotieallianssi 2018)

Suomen kylmät talvet sekä toisinaan haastavat kasvukaudet tuovat kuitenkin omat haasteensa kestävään nurmipintaiseen ratarakenteeseen. Tästä syystä Tampereen raitiotiehankkeella viherradan päällysrakenne suunniteltiin täysin uudelleenlaiseksi rakenteeksi Malla Sipilän toteuttamassa diplomityössä ”Nurmiradan päällysrakenteen suunnittelu”. Viherradan rakenteista ja vaatimuksista voikin lukea yksityiskohtaisemmin Sipilän diplomityöstä. (Sipilä 2018).

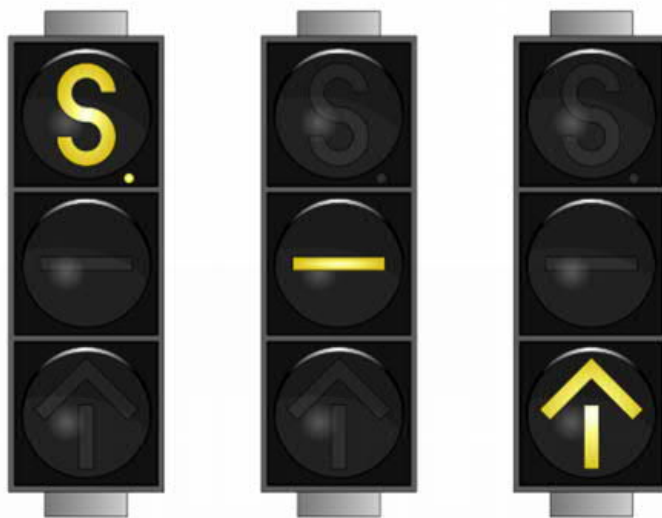
Viimeinen radan päällysrakennetyypeistä on sepelirata. Sepelirata muistuttaa erittäin paljon Suomen rautatieverkolla käytettävää sepeliratarakennetta, joskin hieman kevennetyin vaatimuksin. Tämän kaltaista ratarakennetta on Tampereella suunniteltu muun muassa Hervannan valtavyhlän, Hermiankadun ja Paasikivenkadun varteen. Sepeliradalla kisko-profiili on rautatiekiskonakin käytetty vignole-profiili, jotka kiinnitetään betonisilla rata-

pölkkyillä toisiinsa. Kiskot pölkkyineen tuetaan ratasepeliin, jolloin ne muodostavat toimivan ratarakenteen ilman massiivista betonilaattarakennetta. Sepelirata on päällysrakennetyypeistä halvin, mutta myös massiivisin. Sepeliradan karun ulkomuodon vuoksi sen esteettisyys kaupunkiympäristössä jakaa mielipiteitä. (Kiviniemi 2018)

4.7 Liikennevalot

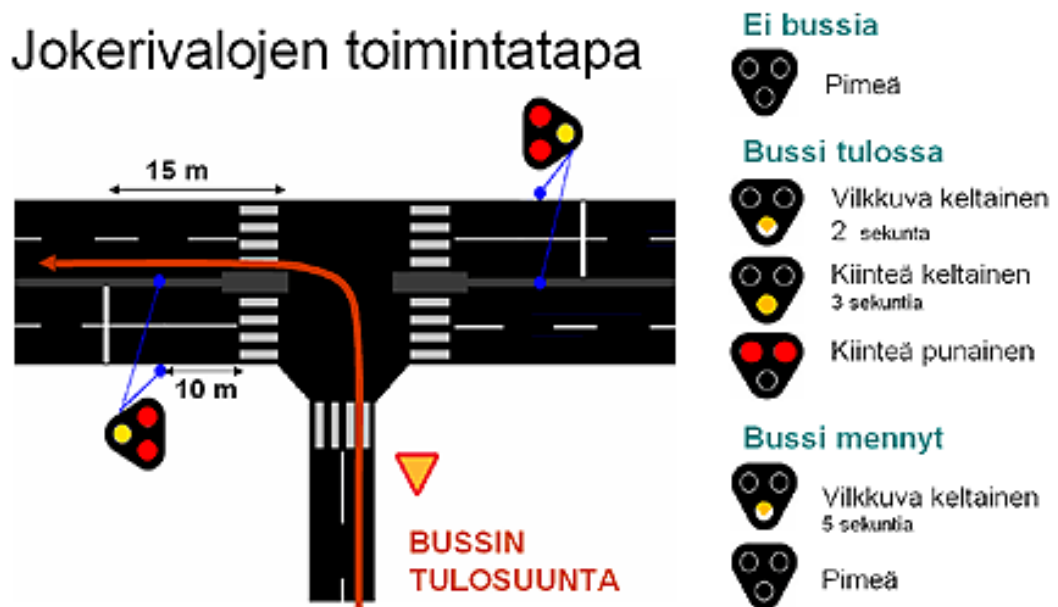
Liikennevalosuunnitteluun ei raitiotien vuoksi tule muihin tekniikkalajeihin verrattain suuria erityspiirteitä. Suunnittelutyö koostuu lähinnä jo olemassa olevien liikennevalo-ohjattujen liittymien muokkaamisesta raitiotieliikenteelle sopivaksi sekä uusien liittymien valo-ohjauksen suunnittelusta. Suurin raitiotien tuoma selkeä ero on raitiotien etuisuudet suhteessa muihin liikennemuotoihin.

Raitiovaunuliikenteelle pyritään järjestämään sujuva kulku raitiotielinjalle sijoittuvien liikennevalo-ohjattujen liittymien läpi käyttämällä raitiotien liikennevalo-opastimia sekä kolmionmuotoisia raitiovaunuvaloja. Molempien opastintyyppien toiminta perustuu raitiovaunujen liikkeen tunnistamiseen, jolloin vaunun saapuessa risteykseen voidaan muuta ajoneuvoliikennettä varoittaa saapuvasta raitiovaunusta. Kuvassa 8 on esitetty Tanskan Aarhusissakin käytetyt Suomen lain mukaiset raitiotien liikennevalo-opastimet. (Hakala 2014).



KUVA 8. Suomen lain mukaiset raitiotien liikennevalo-opastimet (Letbanen 2014)

Kolmionmuotoisia raitiovaunuvaloja käytettäessä kyseessä on epätäydellinen valo-ohjaus. Tavallisissa kolmivärisissä liikennevaloissa, niin sanotusti täydellisessä valo-ohjauksessa, tienkäyttäjän kulkeminen on tarkoin määriteltyä. Raitiovaunuvaloissa, eli epätäydellisessä valo-ohjauksessa, määrätään käyttäjälle vain pysähtyminen ja muuten kulkeminen tapahtuu muiden liikennesääntöjen ja liikenteenohjauksen mukaan (Hakala 2014). Samankaltaisia liikennevalo-opastimia käytetään myös bussiliikenteen etuisuuksia toteuttaessa, ja niitä kutsutaan tässä yhteydessä jokerivaloiksi. Jokerivalojen ainoa ero raitiovaunuvaloihin on se, että raitiovaunuvalojen punainen valo vilkkuu ja jokerivaloissa se on kiinteä. Kuvassa 9 on esitettyä jokerivalot sekä niiden toimintaperiaate. (Sane 2014)



KUVA 9. Jokerivalojen toimintaperiaate (Sane 2014)

4.8 Kaapelireitti

Kaapelireittisuunnittelu on yksi iso osa teknisten järjestelmien suunnittelutyöstä. Kaapelireitillä tarkoitetaan tässä tapauksessa noin kymmenen kaapelin kaapelilauttaa, jossa kulkee raitotien kannalta olennaisia kaapeleita. Kaapelireitti on pyritty sijoittamaan tästä syystä mahdollisimman lähelle raitiotietä, mutta kuitenkin niin etäälle, että vikatilanteissa se on auki kaivettavissa raitiotieliikennettä häiritsemättä. Kuvassa 5 on esitettyä kaapelireittiä kulkemassa raitotien oikealla puolella pysäkkilaiturin alla.

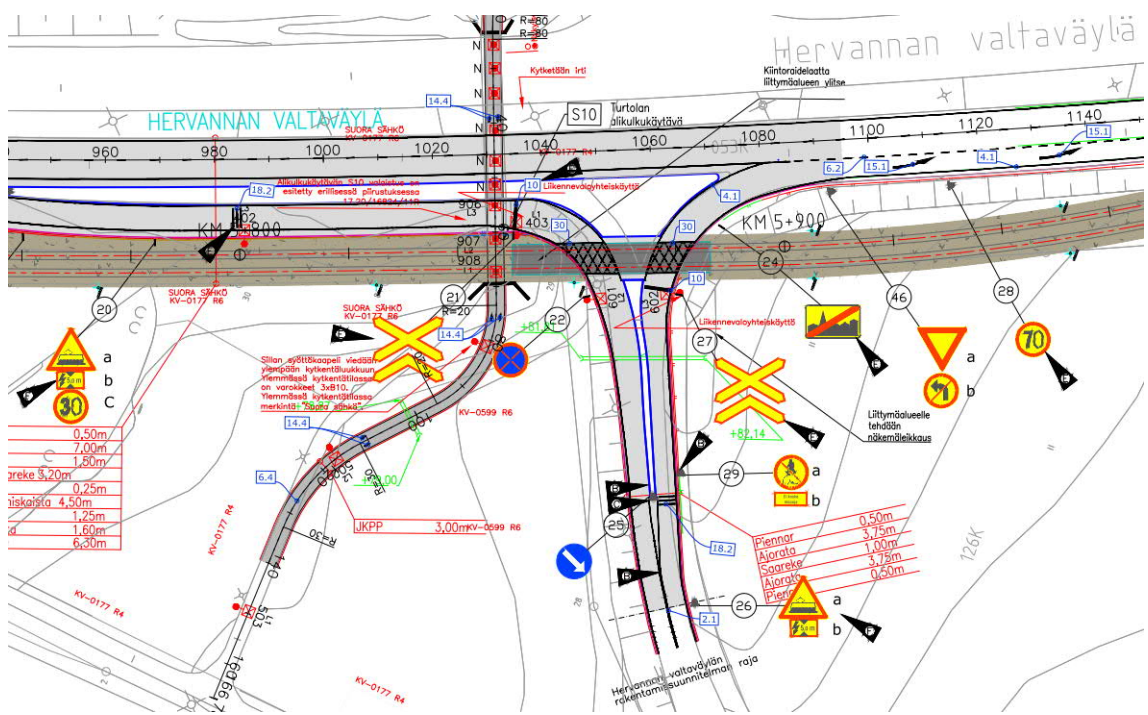
Kaapelireitti vaatii myös kaapelikaivoja tietyin määrävälein. Kaapelikaivot ovat hyvin massiivisen kokoisia, joten niiden sijoituksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota yhteensovitukseen muiden rakenteiden kanssa. Myös itsessään kaapelireitti on hyvin yleisesti yhteensovituksessa ongelmia tuottava raitiotien elementti, joten yhteensovitus tulee tehdä huolellisesti. Kaapelireittien yhteensovituksesta on kerrottu lisää kappaleessa 5.5. Kaapelireittisuunnitteluun kuuluu myös yksittäisten kaapeleiden ja johtojen suunnittelua.

4.9 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjaussuunnittelun kannalta raitiotie tuo mukanaan kokonaan uuden ja erilaisen liikkumistavan, mikä aiheuttaa osaltaan merkittäviä muutoksia kadun liikenteenohjaukseen. Merkittävällä osalla Tampereen raitiotielinjaa raitiotie kulkee kokonaan omalla, vain sille tarkoitettulla kaistallaan. Tästä syystä sekä ajoneuvoliikenne että jalankulku- ja pyöräilyliikenne tulee ohjata omille väylilleen. Tampereen raitiotielinjalta löytyy myös alueita, joilla sekä raitiovaunu että ajoneuvoliikenne kulkevat samalla kaistalla. Tässä tapauksessa tulee autoilijoita varoittaa raitiotiestä liikennemerkein.

Kohteissa, joissa raitiotie tulee ajoneuvoliikennettä vastaan yllättäen, tulee kulkijoita varoittaa liikennemerkein sekä erittäin haastavissa ja onnettomuusalttiissa paikoissa varoitusvaloin. Raitiotien sähköradan korkeudesta tulee myös varoittaa, jos korkeus rajoittaa normaalia alikulkukorkeutta, tai jos kohde sijaitsee erikoiskuljetusreitillä. Raitiotie-merkkiä käytetään, kun raitiotie risteää muuta liikennettä poikkeuksellisesti tai kun raitiotie jatkuu yllättäen ajoneuvoliikenteen käyttämälle ajoradalle. (Tiehallinto 2003)

Hyvänä esimerkkinä tämänkaltaisesta kohteesta on Hervannan valtaväylän varrella sijaitseva Nekalantien liittymärampin tasoristeys, jonka liikenteenohjaussuunnitelman otetta esittää kuva 10. Tästä tasoristeyksestä erityisen hankalan tekee ajoneuvoliikenteen risteämiskulma tultaessa Hervannan valtaväylältä lohenpyrstötyyppiseen tasoliittymään, mikä vaikeuttaa huomattavasti raitiovaunun havaittavuutta. Kohteessa raitiotiellä on myös verrattain suuri nopeusrajoitus, jonka takia tasoristeysturvallisuuteen on pitänyt myös liikenteenohjauksen näkökulmasta kiinnittää erityistä huomiota.



KUVA 10. Ote Nekalantien tasoristeyksen liikenteenohjaussuunnitelmasta (Raitiotieallianssi 2018)

Yhteensovituksen kannalta merkittävimpiä asioita liikenteenohjaussuunnittelussa ovat sekä ajoneuvo- että raitiotieliikenteen liikennemerkkien yhteensovitus sekä fyysisten liikennemerkkien sijoitus. Liikennemerkkit tulee sijoittaa yhteistyössä katusuunnittelijan kanssa siten, että niistä aiheutuvat haitat sekä ongelmat muille tekniikkalajeille voidaan minimoida, mutta siten että ne ovat parhaalla mahdollisella paikalla liikenteenohjauksen näkökulmasta. Liikennemerkkien sijoituksessa tulee huomioida erityisesti ratajohtopylväät sekä ATU eli aukean tilan ulottuma, jotta merkit eivät jää massiivisten pylväiden taakse tai aukean tilan ulottuman sisään.

4.10 Taitorakenteet

Taitorakenteilla tarkoitetaan tässä kappaleessa pääosin siltoja sekä tukimuureja. Molempia näistä on Tampereen raitiotielinjan varrelle rakennettu lukuisia, joista yksikään ei ole samanlainen. Raitiotien rakentaminen ahtaaseen katu ympäristöön luo tarpeen sekä pienille että suurille tukimuureille ja silloille. Yksi raitiotielinjan massiivisimmista taitorakenteista on kuvassa 11 esitetty Tampereen kehätien ylittävä raitiotiesilta.



KUVA 11. Tampereen kehätien ylittävä raitiotiesilta (Raitiotieallianssi 2018)

Tukimuurit sijoittuvat usein hyvin lähelle raitiotietä, mikä tuo oman haasteensa tilankäyttöön. Tukimuurin ja raitiotien väliin tulee jäädä ATU:n lisäksi riittävä tila pelastautumiseen. Tämä tilantarve tulee ottaa huomioon raitiotien linjausta sekä tukimuureja suunniteltaessa.

Tukimuureja, mutta etenkin siltoja suunniteltaessa on ne suunnittelu hyvin runsaasti sidoksissa raitiotien ratageometriaan. Koska ratageometriaa ei voida täysin lukita heti suunnittelun alussa, on mahdollisiin muutoksiin varauduttava myös siltasuunnittelussa. Ratageometriaa voi olla tarpeen muuttaa siltapaikan lähellä sijaitsevien pakkopisteiden takia, mikä voi puolestaan vaikuttaa myös sillan korkomaailmaan.

4.11 Katumiljö

Ympäristön kannalta merkittävin yhteensovittettava asia on puut ja niiden sijoitus. Puuta on etenkin Tampereella jouduttu kaatamaan rakennustöiden takia runsaasti, mikä on osaltaan vaikuttanut kaupunkiympäristön karuun ulkomuotoon rakennustöiden aikana. Puut ja katuvihreä koetaan lähes aina positiivisina sekä rauhoittavina elementteinä, joiden puuttuminen huomataan varmasti monellakin tasolla.

Tampereella puiden kaatotöiden aloittaminen sai hyvin paljon näkyvyyttä, ja kaupunkilaiset ilmaisivatkin huolensa katumiljöön lopputuloksesta sekä puiden kohtalosta erittäin kuuluvasti.

Uusia puita ja niiden sijoitusta suunniteltaessa suurimmaksi ongelmaksi muodostuu jälleen katutilan ahtaus. Kun putket ja johdot ovat raitiotien alta siirretty sivuun, osuvat ne tai raitiotien oma kaapelireitti valitettavan usein välikaistan alle, jolle olisi mahdollista sijoittaa puita. Tämän seikan vuoksi katumiljöön suunnittelu tulee pitää mukana koko yhteensovitusprosessin ajan, jotta vältytään näiltä päällekkäisyyksiltä. Joidenkin putki- ja johtolinjojen päälle on mahdollista sijoittaa puita, kunhan linjat kulkevat riittävän syvällä ja puutyypin valitaan näiden vaatimusten mukaiseksi. Nämä kaksi asiaa eivät siis sulje toisiaan pois.

Raitiotie itsessään tuo täysin uudenlaisia haasteita puuston suunnitteluun. Suurin ongelma-kohta, mikä asettaa rajoitteita puulajien suhteen on ehdottomasti syksyisin saapuva lehtien putoaminen ja niiden aiheuttama liukkaus kiskoilla. Istutettavien lajien määrittelyssä tuleekin ottaa huomioon lehtien koko ja määrä, jotta liukkauden aiheuttama ongelma pystyttäisiin välttämään. Ideaalitalanne vain raitiotietä ajatellen olisi, että sen lähellä ei olisi lehtiä pudottavia puita lainkaan, kun taas katu ympäristön viihtyvyyden kannalta puita tulisi olla mahdollisimman paljon. Kompromisseja on siis väistämättä tehtävä, toki kaikkia kunnioittaen.

Tampereella on käytetty suunnitteluohjeena kolmen metrin etäisyyttä kiskosta puun rungon keskiosaan, jolla pyritään pitämään puunlatvus tarpeeksi kaukana ratajohdoista ja radalla kulkevista vaunuista. Puut vaativat kasvaessaan leikkausta ja oksien poistoa, jotta suunnittelupöydällä tehty ratkaisu toimisi vielä vuosien jälkeenkin. Kuvassa 12 on Tampereen raitiotiehankkeen aikana ensimmäiseksi istutettuja katupuita Hermiankadulla Hervannassa. (Lehtimäki 2018)



KUVA 12. Istutettuja katupuita Tampereen Hervannassa (Raitiotieallianssi 2018)

Raitiotien myötä Tampereen katuympäristöön tulee uusi kulkumuoto, joka kulkee pääosin omalla väylällä, mutta välillä myös sekakaistalla ajoneuvoliikenteen kanssa. Katumiljööön on kerrottava selkeästi, koska raiteille saa mennä muutkin tienkäyttäjät ja koska ei. Esimerkiksi raitotiekaistalla käytettävät nurmi- ja sepeliraide toimivat visuaalisena elementtinä tässä tarkoituksessa hyvin. Ne kuitenkin vievät tilaa huomattavasti, jolloin tiiviimmässä kaupunkiympäristössä täytyy erottelu tehdä muilla pintamateriaaleilla, kuten kiveyksellä tai erivärisellä asfaltilla. Tampereella esimerkiksi Sepänkadulla päällystetään raitotiekaista punaisella sävyasfaltilla, mikä kertoo ajoneuvoa kuljettavalle henkilölle selvästi, että kyseessä on vain raitiovaunulle tarkoitettu kaista.

Suuri katumiljöösuunnittelua koskeva asia on myös esteettömyys, jonka suunnittelu on osoittautunut odotettua haastavammaksi. Raitiotielinjalla esimerkiksi pysäkkiympäristöt on pyritty suunnittelemaan sekä näkö- että liikuntarajoitteiset huomioon ottaen niin, että liikkuminen olisi kaikille käyttäjille esteetöntä. Tässä suurimpia haasteita ovat tuoneet materiaalivalinnat sekä raitiotieliikenteen häiriötilanteisiin varautuminen. Esteetöntä ympäristöä suunniteltaessa on käytetty apuna laajasti SuRaKu- ohjekortteja (SuRaKu 2008).

Materiaalivalinnoissa haastavimpana yksittäisenä asiana ovat olleet reunakivet sekä niiden korkeus. Näkörajoitteiselle esteettömyyden takaava reunakiven pieni pykälä ei olekaan enää esteetön esimerkiksi pyörätuolia apuvälineenä käyttävälle henkilölle. Näissäkin tapauksissa on jouduttu osin tyytymään kaikille osapuolille parhaaseen mahdolliseen kompromissiin. Kuvassa 13 on esimerkkinä näkörajoitteiselle huomiokivien avulla esteettömäksi tehty raitiotiepysäkki. (Leppänen 2018)



KUVA 13. Esteetön raitiotiepysäkki Tampereen Kalevassa (Raitiotieallianssi 2018)

5 YHTEENSOVITUKSEN KÄYTÄNNÖT

5.1 Nykyiset käytännöt

Aiempia yhteensovituskäytäntöjä tutkiessa kävi ilmi, että tämän työn kaltaisen ohje-
nuoran puuttuminen on aiheuttanut hyvin paljon ylimääräistä työtä Tampereen Raitiotie-
allianssissa. Kun yhteensovituskäytännöt olivat jokaisella pääsuunnittelijalla erilaiset,
tuotti se myös muiden tekniikkalajien suunnittelijoille hankaluuksia.

Joillakin katusuunnittelijoista oli tapana pitää suuria yhteensovituskokouksia, joihin kut-
suttiin lähes kaikkien tekniikkalajien suunnittelijat, työmaan työnjohtajia sekä työmaain-
sinöörejä, suunnittelun johdon henkilöstöä sekä tilaajan edustajia. Lopputuloksena itse
kokouspäivänä oli kuitenkin se, että lähes puolet kutsutusta henkilöstöstä jäi tulematta
paikalle. Silti osa paikalla olleista henkilöistä oli paikalla tarpeettomasti jopa puolet ko-
koukseen käytetystä ajasta.

Osalla suunnittelijoista, ja etenkin alikonsulttiyritysten edustajista, oli suuria hankaluuk-
sia ymmärtää yhteensovituksen tarpeita ja käytäntöjä. Tämä ongelma ilmeni etenkin sel-
laisten suunnittelijoiden kohdalla, jotka eivät syystä tai toisesta työskennelleet Raitiotie-
allianssin BigRoom- toimistolla. Hankaluuksien vuoksi yhteensovitus varhaisessa suun-
nitteluvaiheessa jäi hyvin vajavaiseksi, mikä osaltaan tuotti lisätyötä niin katuosuuden
pääsuunnittelijalle kuin alikonsultin edustajalle. Tämä voi osaltaan aiheutua myös siitä,
että allianssityöskentelyyn tottuneet pääsuunnittelijat eivät osanneet kommunikoida riit-
tävän selkeästi täysin muualla työskentelevien suunnittelijoiden kanssa.

Kävi myös ilmi, että osa suunnittelijoista piti yhteensovitusta hieman itsestäänselvytenä,
jolloin se ei kulkenut tehokkaasti koko suunnitteluprosessin mukana. Tämä aiheutti osal-
taan hankaluuksia, kun eri tekniikkalajien suunnitelmia yritettiin yhteensovittaa keske-
nään. Usein lopputuloksena oli useita yhteentörmäyksiä, jotka olisi voitu välttää huomi-
oimalla muut tekniikkalajit hieman paremmin jo aikaisemmassa vaiheessa.

Positiivisena yllätyksenä kuitenkin kävi ilmi, että suurimmalla osalla suunnittelijoista
löytyi halua ja ideoita kehittää yhteensovituskäytäntöjä, jotta niin oma kuin muidenkin
kollegoiden työ sujuisi sujuvammin ja tehokkaammin.

5.2 Parannustarpeet ja kehitysehdotukset

Tärkein parannustarve on mielestäni ehdottomasti suurkokousten poistaminen. Suurissa yhteensovituskokouksissa hyötysuhde on olematon, kun saman pöydän ääressä istuu aivan liian paljon ihmisiä. Tarve suurille kokouksille voidaan poistaa seuraavassa luvussa käsittelemälläni yhteensovitusprosessilla, jossa suuret kokoukset korvataan useilla pienillä kokouksilla. Poikkeuksena tästä on yhteensovituksen tarkistuskokous, jonka onnistumisen kannalta tulee osallistujamäärä olla suhteellisen laaja, jotta kokouksen tavoitteet saadaan täytettyä tarvittavilta osin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selventää yhteensovitustarpeita ja -käytäntöjä, jotka osaltaan helpottaa tiedon kantautumista myös BigRoomin ulkopuolella työskenteleville suunnittelijoille. Opinnäytetyötä tuleekin käyttää yhtenä työkaluna yhteensovituskäytäntöjen yhdenmukaistamisessa. Tämä tehostaisi osaltaan suunnittelijoiden työtä, kun käytännöt ja tavoitteet yhteensovituksen osalta olisivat kaikilla samankaltaiset.

Seuraavassa luvussa on käyty yksityiskohtaisesti läpi koko yhteensovitusprosessi alusta loppuun, pohjautuen liitteenä 1 olevaan yhteensovituskaavioon. Luku itsessään toimii ohjenuorana suunnittelijoille, etenkin pääsuunnittelijalle.

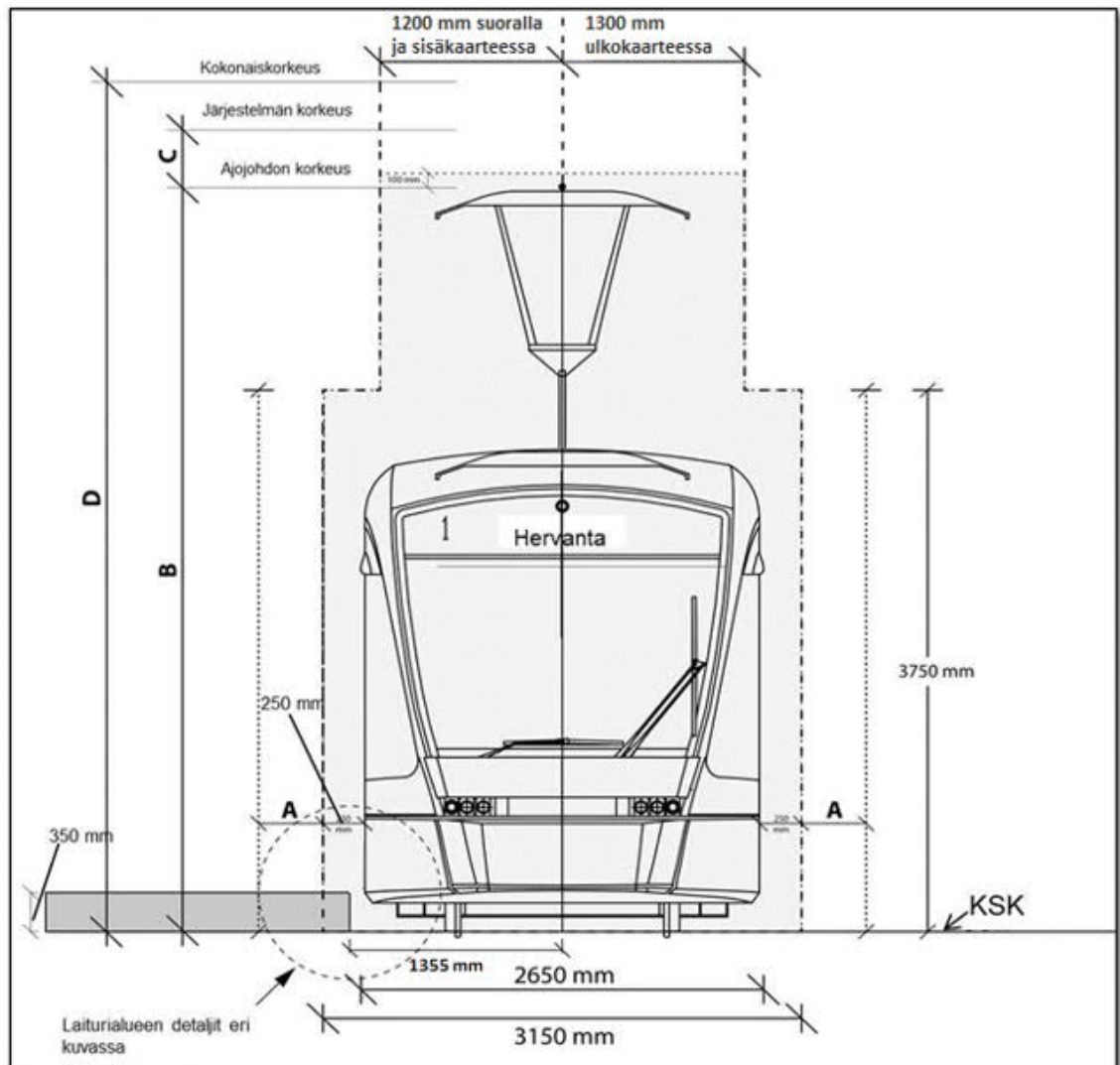
6 YHTEENSOVITUSPROSESSI

Tässä kappaleessa käsitellään työn yhteydessä kehitettyä yhteensovituskaaviota ja sen eri tavoitteita. Koko opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda toimiva yhteensovituskaavio raitiotiesuunnittelun pääsuunnittelijoille, jota seuraamalla raitiotiesuunnittelun yhteensovitusprosessi saadaan käytyä läpi järjestelmällisesti ja tehokkaasti. Yhteensovituskaavion avulla toteutetun yhteensovitusprosessin lopputuotteena on siis tarkoitus olla täysin valmis, tarkastettu suunnitelma-aineisto.

Seuraavissa kappaleissa on käyty läpi koko yhteensovitusprosessi aloituskokouksesta suunnitelmien luovutukseen asti. Tämän luvun tarkoituksena on avata yhteensovituskaavion tavoitteita niin, että yhteensovitusprosessin tarkoitus ja tavoitteet selviävät niin pääsuunnittelijalle kuin muiden tekniikkalajien suunnittelijoille. Kun tavoitteet ovat kaikille selviä, on työn toteuttaminen yhteistyössä helpompaa, nopeampaa ja huomattavasti mutkattomampaa. Tällä tavoin tehdään myös tärkeää taloudellista säästöä.

6.1 Muistettavaa

Yhteensovituksen näkökulmasta tärkein koko prosessin ajan mukana pidettävä asia on ATU, eli rautateiltäkin tuttu aukean tilan ulottuma. ATU tulee ottaa huomioon jokaisessa yhteensovituksen vaiheessa, jotta suurilta ongelmilta vältyttäisiin. ATU- tarkastelu lyhykäisyydessään tarkoittaa sitä, että aukean tilan ulottuman sisään ei saa missään tilanteessa jäädä kiinteitä rakenteita, joihin raitiovaunu voisi törmätä. Radan kaarrekohdissa tulee ottaa huomioon myös vaunun kallistumisen vuoksi tarvittavat ATU:n kaarrelevitykset. Näitä seikkoja havainnollistamassa on kuvassa 14 Tampereen raitiotien ATU, sekä tämän teknisiä mittoja.



- A = Vaakasuuntainen turvaetäisyys
 B = Ajojohtimen korkeus
 C = Järjestelmän korkeus, ajojohdinasennus
 D = Kokonaiskorkeus

KUVA 14. Tampereen raitiotien ATU (Raitiotieallianssi 2018)

Myös geosuunnittelu tulee pitää ajan tasalla jatkuvasti, vaikkei sitä seuraavissa kappaleissa välttämättä erikseen mainita. Pohjamaan olosuhteilla on suora vaikutus kaikkiin raitiotien rakenteisiin, ja pahimmillaan geotekniikan taka-alalle jättäminen voi aiheuttaa vakavia ongelmia. Tämän kaltaisia ongelmia voivat olla esimerkiksi suuret ja hallitsemattomat painumat tai ongelmat pohjaveden pinnan kanssa.

6.2 Aloituskokous

Ennen aloituskokousta on päätettävä raitiotien linjauksen vaihtoehtoista toteutettava versio, jotta suunnittelu voidaan aloittaa. Tämän jälkeen seuraavassa vaiheessa päätetään raitiotien sijoituksesta katupoikkileikkaukseen sekä muiden kadun toimintojen sijoituksesta, kuten ajoratojen sijainnista sekä jalankulku- ja pyöräilyväylistä ja alustavista viheralueiden sijainneista. Kun raitiotien paikka poikkileikkauksessa on päätetty, on ennen aloituskokousta hyvä saada luonnos raitiotien sekä kadun geometriasta, jotta kokouksessa on selvillä alustava korkomaailma muita tekniikkalajeja varten.

Kokouksen osallistujat

Aloituskokouksen tärkein tavoite on määrittää tilaajan tavoitteet ja tahtotilat suunniteltavalle katuosuudelle. Tämän takia tilaajan edustajien läsnäolo kokouksessa on ehdottoman tärkeää. Mukana kokouksessa on myös erittäin hyödyllistä olla rakentamisen puolelta vähintään tuotantopäällikkö sekä kyseisen katuosuuden lohkopäällikkö, jotta kadun rakennettavuus voidaan varmistaa jo näin varhaisessa vaiheessa. Tavoitteiden määrittäminen kaikkien tekniikkalajien suunnittelijoiden läsnä ollessa helpottaa huomattavasti tulevaa työtä, kun kaikilla on yhteinen käsitys lopputuloksesta. Jos joitakin asioita ei vielä ole lyöty lukkoon, on se tärkeää tehdä viimeistään aloituskokouksessa, jotta suunnittelu voidaan joka tekniikkalajeilla aloittaa.

Yhteensovitus

Kokouksessa on tärkeää käydä läpi koko katuosuus alusta loppuun yhteensovituksen näkökulmasta. Tähän erittäin toimivaksi havaittu keino on esitellä katuosuuden asemapiirustus, josta voidaan tekniikkalajeittain käydä läpi hankalia kohteita ja tärkeimpiä yhteensovitettavia asioita. Tämän takia kokouksessa on hyvä olla läsnä kaikkien raitiotiesuunnittelun tekniikkalajien edustajat, jotta yhteensovitusasiat voidaan käydä läpi kaikkien tekniikkalajien kannalta. Usein jo tässä vaiheessa voidaan havaita mahdollisia riskejä sekä suunnittelun että rakentamisen kannalta, jolloin näihin on vielä mahdollista vaikuttaa.

Kun edellä mainitut asiat saadaan käsiteltyä, on seuraavaksi vuorossa alustavien aikataulujen luonti. Tärkeintä tässä vaiheessa on tieto siitä, koska suunnittelun alla olevan katuosuuden rakentaminen on tarkoitus aloittaa. Tämän tiedon pohjalta saadaan tavoitepäivämäärä suunnitelmien valmistumiselle, jonka jälkeen voidaan alkaa aikatauluttamaan itse yhteensovitusprosessia.

Kun aikataulut sovitaan yhteisesti sekä tilaajan, rakentajan ja suunnittelijoiden kesken, on siitä mahdollista saada todenmukainen ja toteutettavissa oleva. Avainseikkoina yhteensovituksen aikataulutuksessa on sopia tarvittaville kokouksille alustavat ajankohdat, joihin mennessä tiettyjä suunnitelmia on saatava tehtyä. Näin yhteensovitusprosessiin osallistuvat henkilöt tietävät tavoitteet seuraaviin kokouksiin sekä suunnitelmien tekemiseen käytettävissä olevan aikamäärän. Kun aikataulu luodaan yhteisesti näin varhaisessa vaiheessa suunnitteluprosessia, luo se selkeän käsityksen prosessin kulusta ja antaa selkeät tavoitteet suunnittelijoille. Aikatauluun on myös hyvä varata aikaa suunnittelijoiden, rakentajien ja tilaajaosapuolien yhteisille maastokäynneille.

6.3 Ensimmäinen yhteensovitusvaihe: Kadun kuivatus ja johtosiirrot

Ensimmäisen yhteensovitusvaiheen tavoitteena on saada katualueen kuivatus yhteensovittua tehtävien johtosiirtojen kanssa yhteensopivaksi kokonaisuudeksi. Tämä on toisinaan hyvin haastavaa, sillä tavoite on hyödyntää katualueen olemassa olevia kuivatusjärjestelyitä mahdollisimman paljon. Raitiotiestä johtuvien johtosiirtojen takia tämä voi kuitenkin osoittautua hyvin hankalaksi, etenkin jos kuivatusvesiä keräävä huleveden runkolinja joudutaan siirtämään pois raitiotien alta.

Yhteensovituksen osallistujat

Tämän yhteensovitusvaiheen ei välttämättä tarvitse tapahtua kokouksen välityksellä, vaan on täysin mahdollista tehdä yhteistyötä katu- ja johtosiirtosuunnittelijoiden kesken lyhyiden keskustelujen sekä pienien yhteensovitustuokioiden avulla, jos molemmat osapuolet työskentelevät allianssin BigRoomissa. Kuivatuksen suunnittelu onkin tehokkainta tilanteessa, jossa suunnittelua voidaan toteuttaa kohde kerrallaan nopeasti tarkastamalla esimerkiksi mahdollisten kaivojen paikat suhteessa purkulinjoihin liitettävyyteen

runkoreitillä näiden suunnittelijoiden kesken. Tämä on yksi lukuisista esimerkeistä, jolla voidaan vähentää turhaa ajankäyttöä ja tehostaa suunnittelutyötä BigRoom-työskentelyllä.

Yhteensovitus

Ennen kuivatuksen yhteensovitusta on tärkeää saada tehtyä alustava suunnitelma tarvittavista johtosiirroista. Tämän pohjalta selviää yleensä erittäin hyvin olemassa olevien kuivatusjärjestelmien käytettävyys. Myös erittäin tärkeää tässä yhteensovituksen vaiheessa on tieto mahdollisista siltarakenteista sekä tukimureista, jotta ne voidaan ottaa huomioon kuivatusjärjestelyjä suunniteltaessa. Tavoitteena on myös saada alustavat luonnokset geosuunnittelulta pohjarakenteista sekä mahdollisista pohjanvahvistuksista, sillä näillä voi olla suurikin merkitys kuivatusta ja johtosiirtoja suunniteltaessa.

Kuivatuksen ja johtosiirtojen yhteensovittamisessa tärkeää on jo olemassa olevien rakenteiden käytettävyyden selvittäminen. On selvää, että mitä enemmän voidaan jo olemassa olevaa infraa hyödyntää, sitä halvemmaksi rakentamiskustannukset muodostuvat. On myös todettu, että vaikka olemassa olevia kuivatuskaivoja ei voitaisi sellaisenaan hyödyntää, voidaan saada merkittäviä kustannussäästöjä käyttämällä esimerkiksi säädettävillä kartioilla ja kitakansilla varustettuja kaivoja. Tyypillisiä kohteita tällaiselle muokkaukselle ovat tapaukset, jossa reunakivilinja siirtyy kuivatuskaivon välittömään läheisyyteen, mutta on kuitenkin sijoitettu niin, että kansistoa muuttamalla kaivo saadaan säilytettyä samalla paikalla. Näin säästytään olemassa olevien kaivojen ja putkilinjojen siirtämisen aiheuttamilta kustannuksilta.

Kuivatuksen yhteensovituksen tavoitteena on saada koko katualueen sekä raitiotien kuivatusjärjestelyt suunniteltua mahdollisimman paljon olemassa olevia rakenteita hyödyntäen. Tavoitteena on myös varmistaa kuivatuksen yhteensopivuus kunnallistekniikkaan mahdollisten johtosiirtojen jälkeen. On myös varmistettava, että suunnitellut ratkaisut ja etenkin uudet rakenteet ovat mahdollisia rakennusvaiheessa toteuttaa. Lopputuloksena tästä yhteensovitusvaiheesta tulee saada katualueen kuivatuksen luonnos valmiiksi, jolloin johtosiirtojen alustavaa luonnosta päästäisiin myös jatkamaan.

6.4 Toinen yhteensovitusvaihe: Ratasähköistys

Kun katualueen kuivatus on saatu suunniteltua ja yhteensovitettua, voidaan suunnittelua jatkaa johtosiirtojen ja ratasähköistyksen osalta. Edellisen yhteensovitusvaiheen valmistuttua tulee toimittaa lähtötiedot ratajohtosuunnitteluun alustavaa pylvässijoitusta varten. Lähtötiedot tässä suunnittelun vaiheessa tulevat sisältää vähintään luonnokset kadun asemapiirustuksesta sekä johtosiirroista ja kunnallistekniikasta.

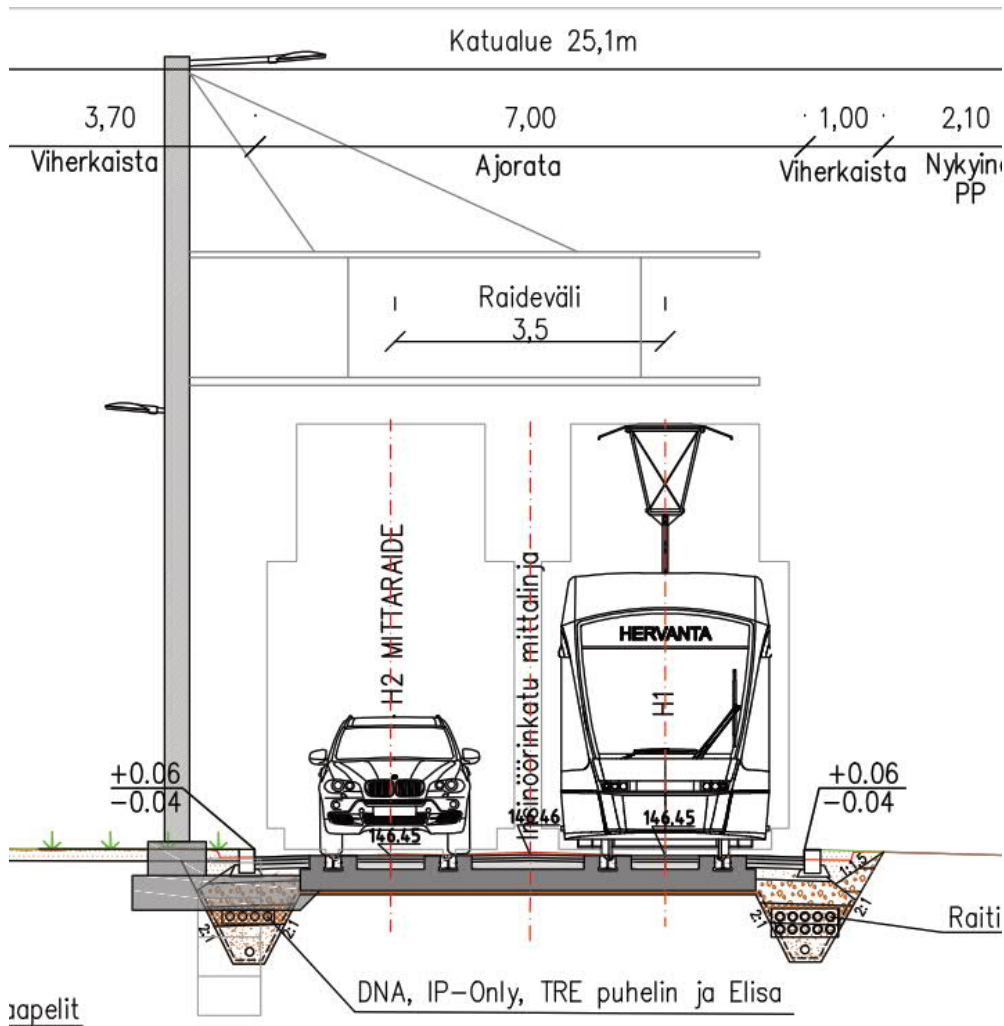
Toiseen yhteensovituskokoukseen mennessä tulee saada valmiiksi hieman aiempaa tarkemmat luonnokset johtosiirroista, ratajohtopylväiden sijoituksesta sekä mahdollisista taitorakenteista. Edellä mainittujen rakenneosien suunnitteluvaiheessa on erittäin tärkeää tehdä yhteistyötä geosuunnittelijoiden kanssa, jotta pohjamaan olosuhteiden vaikutukset suunnitteluun eivät jää huomioimatta.

Yhteensovitus

Tärkeimmät huomioon otettavat seikat ratasähköistyksen pylvässijoituksessa ovat maanalaiset putket ja johdot sekä katutilan käyttötarkoitukset. Ratajohtopylväitä ei tule sijoittaa suoraan putkilinjojen päälle, eikä niin lähelle, ettei auki kaivuu vikatilanteissa onnistuisi. Pylväät tulee sijoittaa katualueella sellaiseen kohtaan, jossa se ei aiheuta näkemäestettä, ei vie turhaan tilaa kadun toiminnoilta ja samaan aikaan pysyy riittävän lähellä raitiotietä. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi kadun reunojen viher- tai kiveysalueet, ajoradan ja raitiotien erottavat kiveysalueet sekä saarekkeet. Ahtaissa katutiloissa voidaan käyttää myös seinäkiinnikkeitä, jotka nimensä mukaisesti kiinnitetään rakennuksen seinään.

Tampereella on hyvin monessa kohteessa pyritty käyttämään pylväsperustusta, joka on valettu yhtenäiseksi rakenteeksi kiintoraiteen laattaan. Näin pylväsperustukset ovat osa suurta kiinteää rakennetta, joka valetaan betonista samanaikaisesti. Tämän kaltainen rakenne on esitetty kuvassa 15. Tätä rakennetta voidaan kuitenkin käyttää vain sellaisissa kohteissa, joissa raitiotie kulkee joko sekaliikennekaistana kuten kuvassa 15, tai omassa tilassaan, jossa sen ympärillä on tarpeeksi tilaa ratajohtopylväälle.

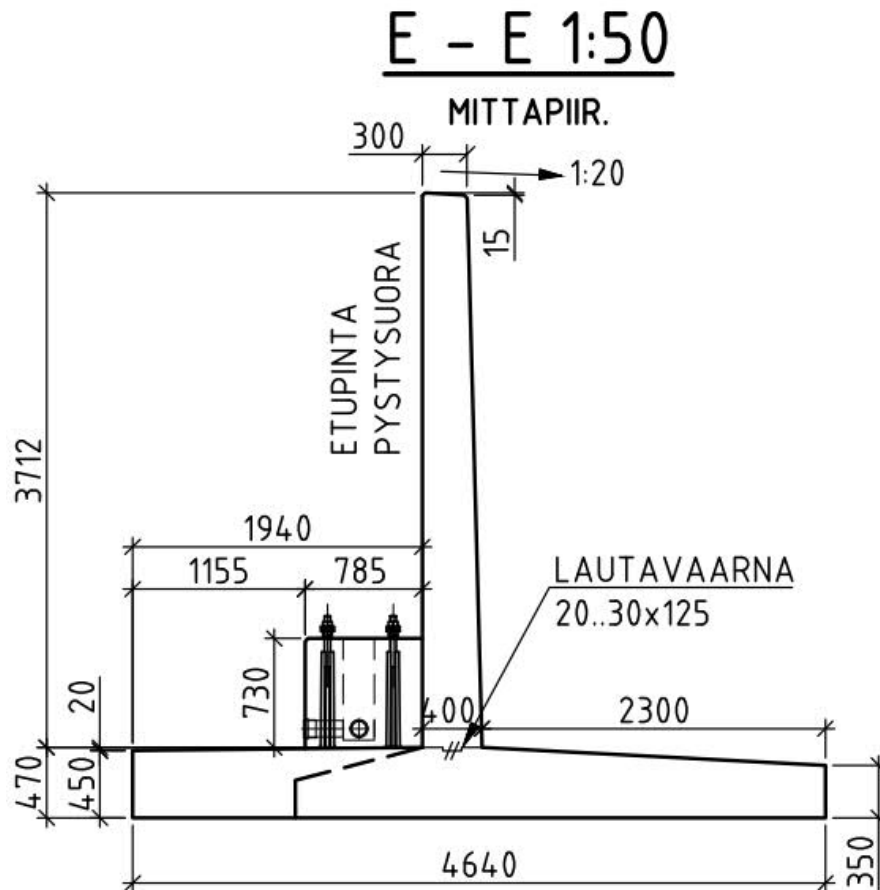
Pylväsperustuksen levikettä suunniteltaessa on myös huomioitava yhteensovitus reunakivivilinjojen kanssa. Jos pylväsperustuksen levike suunnitellaan reunakivivilinjan alle kuten kuvassa 14, täytyy perustusta madaltaa niin, että reunakivet pystytään asentamaan perustuksen päälle kiviä leikkaamatta. Näin säästytään ylimääräiseltä työltä reunakivien asennusvaiheessa.



KUVA 15. Ratajohtopylvään perustus yhdistettynä kiintoraidelaattaan. (Raitiotieallianssi, 2018)

Sillat ja muut taitorakenteet tulee huomioida myös pylvässijoittelua tehdessä. Siltojen sijainti vaikuttaa osaltaan pylväiden sijoitteluun sillan molemmilla puolilla, ja hyvin usein ratajohtoa pitää sillan ali mennessä laskea pidemmältä matkalta. Tukimuurit puolestaan tulee ottaa huomioon ratajohtopylväiden perustuksia suunniteltaessa. Perustukset voidaan valaa kuvan 16 mukaisesti kiinni tukimuureihin samalla periaatteella kuin kiintoraidelaat-

taakin. Tämä vähentää työvaiheita ja nopeuttaa valmistumista huomattavasti, kun pylväiden perustuksia ei tarvitse valaa erikseen. Tukimuurin antama tukireaktio mahdollistaa myös perustuksen koon pienentämisen, jonka vuoksi perustus mahtuu pienempään tilaan.



KUVA 16: Ratajohtopylvään perustus liitettynä tukimuriin. (Raitiotieallianssi, 2018)

Ratasähköistystä suunniteltaessa tulee huomioida myös maadoitus. Koska raitiotiellä käytetään tasasähköjärjestelmää, tulee sähköradan kaikki osat maadoittaa, jotta sähkö ei pääse purkautumaan väärään paikkaan, ja jotta raitiotien lähellä on turvallista liikkua. Yhteensovitettavia asioita maadoituksen kannalta ovat lähinnä vaadittavat putkitukset ja niiden yhteensopivuus muiden maan alla kulkevien johtolinjojen kanssa.

Katumiljöötä suunniteltaessa tulee sähköradan tuoma tilantarve huomioida puulajeja valitessa. Vaikka raitiotien tasavirtajärjestelmä ei aseta erityisiä vaatimuksia puille, tulee huomiota kiinnittää etenkin puiden kasvustojen leveyteen niiden kasvaessa.

Puiden oksien ei olisi suotavaa levittäytyä raitiotien ylle, jotta mahdolliset ongelmatilanteet ratajohdon kanssa voidaan välttää. Myös puiden ylläpito ja mahdollinen leikkaus vaikeutuvat huomattavasti, jos puut ovat liian lähellä raitiotietä.

Pylvässijoitusta tarkastettaessa tulee myös huomioida ratajohtopylväiden aiheuttamat katvealueet näkemien osalta. Tämän kaltaisia ongelmakohtia voi syntyä esimerkiksi risteyksialueilla sekä suojateiden läheisyydessä.

Kokouksen osallistujat

Tässä yhteensovituskokouksessa on tarpeellista olla mukana katu-, sähkörata-, ja johtosiirtosuunnittelijoiden lisäksi myös rakentamisen tuotantopäällikkö, päällysrakenteen työpäällikkö sekä sillanrakennuksen työpäällikkö. Rakentajat ovat tärkeä osa kokousta, jotta suunniteltujen rakenteiden rakennettavuus voidaan selvittää, ja mahdolliset haastavat kohteet havaita välittömästi. Päällysrakenteen työpäällikkö pystyy myös osaltaan ottamaan kantaa ratajohtopylväiden perustusten kiintoraidelaattaliitoksiin ja niiden mahdollisiin ongelmakohtiin. Tämä vähentää osaltaan hukkaa hyvin paljon, kun suunnitelmia ei tarvitse näiden seikkojen takia muokata enää myöhäisemmässä vaiheessa.

Kokouksessa on myös toivottavaa käsitellä hieman mahdollisia silta- ja tukimuurirakenteita, ja etenkin niiden vaikutuksia johtosiirtoihin sekä sähköratasuunnitteluun. Tästä syystä mukana on tarpeellista olla myös taitorakennesuunnittelija, geosuunnittelija sekä taitorakenteiden työpäällikkö.

Yhteensovituskokous

Kokouksen tarkoituksena on saada käytyä läpi koko suunniteltava katuosuus ja siihen sijoitetut luonnokset ratajohtopylväiden sijoituksesta sekä johtosiirroista. Kokouksen aikana on tärkeää havainnoida pylväiden sijoitusta kokonaisuutena ja pääsuunnittelijan tuleekin ottaa jo tässä vaiheessa huomioon myös muiden tekniikkalajien mahdollisia tarpeita. Rakentajien edustajien tulee myös ottaa kantaa jo tässä vaiheessa suunnittelua, jos suunnitelmissa ilmenee ongelmakohtia toteutuksen kannalta, jotta näihin voidaan reagoida nopeasti.

Yleisimmin korjattuja kohtia tässä yhteensovituksen vaiheessa ovat yhteentörmäykset putkien ja johtojen kannalta sekä törmäykset reunakivilinjojen kanssa. Näihin on syytä kiinnittää kokouksessa erityistä huomiota, jotta ongelmakohtat voidaan havaita ja korjata heti. Myös näkemiin on syytä paneutua, sillä ratajohtopylväät ovat kohtuullisen suuria näkemäesteitä, jos ne sijoittuvat kriittiseen paikkaan esimerkiksi liittymä-alueilla tai suo-jateiden yhteydessä. Tukimuureihin ja siltoihin on myös tarpeen kiinnittää erityis-huomiota, jotta jatkossa näiden kanssa ei tule esiin yhteentörmäyksiä.

Tavoitteena tässä kokouksessa on saada koko katuosuuden suunnitelmaluonnosten yhteensovitus tarkistettua niin, että kokouksessa esiin nousseiden mahdollisten ongelmakohtien korjaamisen jälkeen saadaan valmiiksi luonnokset sekä ratajohtopylväiden sijoituksesta että johtosiirroista.

6.5 Kolmas yhteensovitusvaihe: Kaapelireitit- ja kaivot

Kun edellä mainitut yhteensovitusvaiheet on tehty ja ensimmäinen pienkokous pidetty, voidaan siirtyä suunnittelemaan raitiotien läheisyydessä kulkevia kaapelireittejä sekä niiden tuomia kaapelikaivoja ja kaappeja. Näiden suunnittelu edellyttää kuitenkin, että edellisissä yhteensovitusvaiheissa havaitut ongelmat on ratkaistu ja luonnokset katu- johtosiirto- ja ratajohtosuunnitelmista sekä silta- ja taitorakennesuunnitelmista on saatu valmiiksi ja toimitettu kaapelireittisuunnittelijalle sekä katumiljöösuunnittelijalle. Ennen kaapelireittisuunnittelun aloittamista tuleekin saada myös katumiljöösuunnittelulta karkea luonnos uusien puiden sijoituspaikoista sekä puutyypin maanalaiselle infralle asettamista vaatimuksista, jotta nämä osataan ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Yhteensovitus

Tämän yhteensovitusvaiheen tavoitteena on yhteensovittaa teknisten järjestelmien kaapelireitit ja muu laitteisto kaikkien raitiotien rakenteiden kannalta parhaimpaan paikkaan. Etenkin koko raitiotienlinjan läpi kulkevaa kaapelireittiä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon törmäystarkastelu muiden maanalaisten rakenteiden kanssa, sillä kaapelireitin sijoituspaikka on tavanomaisesti hyvin lähellä rataa.

Taitorakenteet ja niiden tuomat rajoitteet kaapelireiteille tulee ottaa huomioon jo kaapelireittisuunnittelun alkuvaiheessa. Siltatyypistä riippuen kaapelireitit pyritään siltapaikoilla sijoittamaan sillan reunoilla kulkeviin kaapelikanaviin. Kanavien määrä ja sijoitus riippuvat tarvittavien kaapeleiden määrästä sekä sillan käyttötilan ryhmittelystä. On todennäköistä, että kaapelireitti voidaan joutua vaihtamaan radan toiselle puolelle siltapaikan kohdalla, jos sillalle suunniteltujen toimintojen sijoitus sitä vaatii. Taitorakenteiden toinen osa, eli tukimuurit ja etenkin niiden maanalaiset osat tulee myös ottaa huomioon kaapelireittejä sekä -kaivoja suunniteltaessa, jotta törmäyksiltä vältyttäisiin. Suurien kulmatukimuurien anturaosat voivat ylettyä hyvinkin etäälle tukimuurin seinämästä, joten tukimuurisuunnitelmat on hyvä pitää mielessä suunnittelutyötä tehdessä.

Maanalaiset putket ja johdot tuovat myös merkittäviä haasteita kaapelireittisuunnitteluun. Etenkin kaupunkialueella putki- ja johtoinfraa on runsaasti eikä kaikkia jo olemassa olevia linjoja ole tarpeen purkaa, joten jatkuvan törmäystarkastelun tekeminen on välttämätöntä. Suuria sekä merkittäviä putkilinjoja, kuten kaukolämpö- ja maakaasulinjoja ei ole järkevää pelkän kaapelireitin takia siirtää, joten kaapelireitin on nämä linjat kierrettävä tavalla tai toisella. Muiden putki- ja johtolinjojen sijaintiin tulee kiinnittää erityistä huomiota myös kaapelikaivojen sijoittelua suunniteltaessa kaivojen poikkeuksellisen suuren koon takia.

Kokoukseen osallistujat

Tässä kokouksessa on tarkoitus tunnistaa yhteensovituksen ongelmakohdat kaapelireittisuunnitelmien sekä katumiljöösuunnitelmien osalta. Tästä syystä katusuunnittelijan lisäksi paikalla tulee olla johtosiirtosuunnittelija, kaapelireittisuunnittelija sekä katumiljöösuunnittelija. Suunnitelmien rakennettavuuden varmistamiseksi paikalle on myös ehdotoman tärkeää saada rakentamisen tuotantopäällikkö sekä teknisten järjestelmien rakentamisen työpäällikkö. Jos kyseiset henkilöt pääsevät kokoukseen osallistumaan, helpottaa se huomattavasti yhteensovituksen tarkastusta ja jouduttaa prosessia.

Yhteensovituskokous

Tämän yhteensovituksen pienkokouksen tavoitteena on saada varmistettua kaapelireitien, kaapelikaivojen ja -kaappien sekä puiden sijoitus raitiotielinjalla yhteensopivaksi muiden rakenteiden kanssa. Kokoukseen osallistujien onkin hyvä perehtyä suunnitelmiin jo etukäteen, jotta kokouksen kulku on sujuvaa, eikä aikaa kuluisi turhaan kertaukseen.

Kokouksen aikana tulee koko katuosuus käydä jälleen läpi osuus kerrallaan, jotta mahdolliset yhteensovituksen ongelmakohdat sekä törmäykset muihin rakenteisiin huomattaisiin. Tyypillisimpiä tässä vaiheessa huomattuja ongelmakohtia ovat olleet kaapelireitien törmäykset siltoihin ja tukimuureihin, kiintoraidelataan, ratajohtopylväiden perustuksiin sekä puurivistöön. Etenkin liittymäalueilla sekä suojateiden läheisyydessä tulee myös näkemiin kiinnittää erityistä huomiota kaappien ja puiden sijoitusta tarkastellessa. Myös reuna- sekä paasikivilinjojen yhteensopivuuteen kaapelikaivojen ja kaappien sijoitusta tarkastaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta virheitä välttyttäisiin.

Puiden sijoitukseen ja etenkin puulajeihin tulee jo tässä suunnittelun vaiheessa kiinnittää erityistä huomiota, jotta ongelmilta välttyttäisiin. Yksi Tampereen raitiotiehankkeella havaittu ongelma tässä asiassa on puiden sijoitus kaapelireitin putkipatteriston päälle. Nämä molemmat ratarakenteen elementit sopivat yleensä sijoitettavaksi samaan tilaan katualueella, jonka vuoksi yhteentörmäyksiltä ei olla välttytty. Joitakin puulajeja on mahdollista sijoittaa kaapelipatteriston päälle, mutta tämä asia tulee huomioida tarkasti suunnitteluvaiheessa, jotta puiden juurakot eivät aiheuta ongelmia tulevaisuudessa.

Jotta kokouksen tavoitteet saavutettaisiin, tulee kokouksen aikana saada varmistettua edellä mainittujen rakenteiden yhteensovitus ja sopia mahdollisista korjaustoimenpiteistä. Myös rakentajien edustajien tulee tässäkin yhteensovituksen vaiheessa varmistaa, ettei suunnitelmaluonnoksista löydy suuria rakentamista haittavia asioita. Kun yhteensovitus on kokouksen jälkeen saatu varmistettua ja virheet korjattua, tulee olla valmiina luonnokset kaapelireitti- ja katumiljöosuunnitelmista. Tämän jälkeen tulee kadun pääsuunnittelijan toimittaa lähtötietoaineistot liikennevalo-, liikenteenohjaus- ja turvalaite-suunnittelijoille, jotta he voivat aloittaa suunnittelutyönsä.

6.6 Yhteensovituksen tarkistuskokous

Tämän yhteensovitusvaiheen on tarkoitus varmistaa koko suunnitelma-aineiston yhteensopivuus. Kun kaikki suunnitelmat tekniikkalajeittain ovat valmistuneet, tulee ne koota yhteen, jotta yhteensovitusta voidaan tarkastella tarkemmin. Yhteensovituksen tarkistuskokouksessa havaittujen virheiden korjauksen jälkeen suunnitelmien tulee olla valmiita.

Raitiotieallianssin toimesta on tätä yhteensovituksen vaihetta silmällä pitäen laadittu kaikki raitiotien rakenteet huomioiva yhteensovituksen tarkistuslista. Lista onkin hyvä käydä viimeisen kerran läpi tarkistuskokouksessa, jotta jokainen tekniikkalaji ja rakenneosa huomioitaisiin tarkistuksessa.

Kokoukseen osallistujat

Yhteensovituksen tarkistuskokoukseen tulee osallistua kaikkien suunniteltujen tekniikkalajien suunnittelijat, suunnittelupäällikkö sekä rakentajista vähintään lohkopäällikkö sekä tuotantopäällikkö. Myös päällysrakenteen sekä taitorakenteiden työpäälliköiden on hyödyllistä olla paikalla. Suunnittelijoista paikalla tulee olla katusuunnittelijan lisäksi johtosiirtosuunnittelija, sähkörata- ja valaistus suunnittelijat, liikenteenohjaus- sekä liikennevalosuunnittelijat, turvalaitesuunnittelijat sekä kaapelireitti- ja katumiljöosuunnittelijat. Myös hankeosan rakennuttajan on hyvä olla paikalla.

Kokous

Kokouksen tärkeimpänä tavoitteena on varmistaa, että kaikki suunnitelmat ovat yhteensopivia keskenään. Jotta tämä voidaan toteuttaa, tulee suunnitelmien luonnosten olla valmiita ennen kokousta. Ennen kokousta pääsuunnittelijan tulee myös käydä yhteensovitus itse läpi, ja yrittää löytää ongelmakohtat niin, että niihin voidaan kokouksessa keksittyä tarkemmin.

Kokouksessa tulee käydä vielä kerran läpi koko suunnittelualue osuus kerrallaan tarkastellen yhteensovitusta joka tekniikkalaji huomioon ottaen. Rakentajien edustajien tulee

myös olla tarkkana, jotta vasta työmaalla huomattavilta ongelmilta voidaan välttyä. Toisin sanoen suunnitelmien rakennettavuus tulee viimeistään tässä vaiheessa varmistaa.

Myös tähän yhteensovitusvaiheeseen valmistuneet liikennevalo-, liikenteenohjaus- ja turvalaitesuunnitelmat tulee huomioida erityisesti kokouksessa, jotta niiden yhteensopivuus muihin suunnitelmiin nähden voidaan varmistaa. Edellä mainittujen suunnitelmien kohdalla tulee kiinnittää erityistä huomiota näkemiin liittymien ja suojateiden kohdalla, jotta katvealueita ei laitekaappien tai esimerkiksi liikennemerkkien takia pääse syntymään.

Myös liikennevalojen näkyvyys tulee varmistaa, sillä esimerkiksi ratajohtopylväs voi estää liikennevalojen näkyvyyden täysin.

Kun suunnitelmat on käyty läpi ja tarvittavat korjaustarpeet huomioitu, tulee tämän yhteensovitusvaiheen olla valmiina. Kun sovitut korjaukset on saatu tehtyä, pitäisi lopputuloksena olla varsinaiseen suunnitelmien tarkistuskokoukseen valmiit suunnitelmat.

6.7 Sisäinen tarkistus

Yhteensovituksen viimeinen vaihe eli suunnitelmien sisäinen tarkistus tulee suorittaa huolella, ja ajankäytöstä tinkimättä. Tarkistuksessa on hyvä olla mukana suunnitellun hankeosan rakennuttajan edustaja, rakentamisen tuotantopäällikkö sekä suunnitteluvaiheesta riippuen myös lohkopäällikkö. Suunnittelun puolesta paikalla tulee olla pääsuunnittelijan lisäksi vähintään suunnittelupäällikkö.

Vaikka yhteensovitusprosessi on pyritty tämän työn avulla tekemään mahdollisimman huolellisesti, voi suunnitelmiin silti jäädä virheitä tai vaikeasti toteutettavia asioita. Tästä syystä sisäiseen tarkastukseen tulee käyttää reilusti aikaa, jotta suunnitelmien laatu voidaan taata ennen luovutusta. Tarkistuksessa tulee käydä läpi hankeosa tai suunniteltu osuus siitä alue kerrallaan, kokonaisuus mielessä pitäen. Paperiset dokumentit, kuten suunnitelmakartat, sekä pituus- ja poikkileikkaukset ovat tässä tarkoituksessa ehdottoman hyviä ja käyttökelpoisia.

Sisäisen tarkastuksen tarkoituksena on käytännössä varmistaa rakenteiden toimivuus, oikeellisuus sekä rakennettavuus. Tarkastuksessa voidaan törmätä myös hyvin yksityiskohdaisiin asioihin, kuten piirustusten esitystapaan tai piirtotyylisiin. Näihin ei kuitenkaan tule

käyttää tarpeettoman paljon aikaa, jotta voidaan keskittyä olennaiseen, eikä aika loppuisi kesken varsinaisten ongelmakohtien etsimisestä.

Tavoitteena sisäiselle tarkistukselle on havaita kaikki mahdolliset virheet sekä ongelmakohtat ennen luovutusta. Tarkistuksen jälkeen suunnittelija päivittää korjausta vaativat asiat, jonka jälkeen suunnitelmat ovat valmiita luovutukseen. Jos yhteensovitusprosessi on tehty huolellisesti tätä työtä hyväksikäyttäen, tässä tarkastuspalaverissa ei pitäisi ilmetä suuri vikoja tai puutteita suunnitelmissa.

7 POHDINTA

Suunnitteluvaiheen yhteensovitukseen tulisi käyttää riittävästi aikaa ja resursseja, jotta suunnittelutyö voisi edetä suunnitelmallisesti ilman suuria ongelmia tai esteitä. Tampereen raitiotien ensimmäistä vaihetta suunniteltaessa jokainen suunnittelija joutui omaksumaan täysin uuden liikennemuodon suunnittelun jokapäiväiseen työhönsä eikä tästä syystä pieniltä virheiltä voitu välttyä. Virheistä on kuitenkin opittu ja raitiotiehanke toista vaihetta onkin lähdetty suunnittelemaan jo hyväksi kasvaneella kokemuspohjalla.

Yhteensovitus on yksi raitiotiesuunnittelijan tärkeimmistä tehtävistä. Kun yhteensovitus on tehty huolellisesti koko suunnitteluprosessin ajan, syntyy lopputuloksena laadukkaita ja etenkin toteutettavissa olevia suunnitelmia. Vastaavasti, jos yhteensovitus jää muun tekemisen varjoon, eikä sitä toteuteta suunnitelmallisesti, saadaan suurella todennäköisyydellä tulokseksi monia yhteentörmäyksiä ja suunnitteluvirheitä sisältäviä suunnitelmia. Suunnittelupöydällä virheiden korjaaminen on huomattavasti edullisempaa kuin työmaalla. Sen takia suunnittelijoiden tulee tehdä kaikkensa, ettei virheellisiä suunnitelmia joutuisi toteutukseen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on edistää suunnitteluosaamista ja helpottaa etenkin katuosuuksien pääsuunnittelijoiden työtaakkaa luomalla selkeät raamit yhteensovitukseen. Tämän tavoitteen koen onnistuneen hyvin, vaikkakin matka tähän pisteeseen ei ollut helppo. Erityishaasteen opinnäytetyön tekemiseen toi ehdottomasti Tampereen kaltaisen kaupunkiraitiotien ainutlaatuisuus Suomessa. Tämän vuoksi raitiotiesuunnittelusta, ja etenkin yhteensovituskäytännöistä ei ollut olemassa juurikaan kirjallisuutta suomeksi. Jouduinkin turvautumaan tutkimusmenetelmissäni erityisesti asiantuntijahaastatteluihin, jotka toisaalta toivat esiin rehellisen kuvan juuri tämän kyseessä olevan hankkeen ominaisuuksista ja toimintatavoista.

Tämä opinnäytetyö antaa hyvän yleiskäsityksen raitiotiesuunnittelun yhteensovitukseen liittyvistä asioista ja käytännöistä myös hankkeeseen uutena tulevalle suunnittelijalle. Tästä johtuen opinnäytetyötä voi jatkossa käyttää osana uuden suunnittelijan perehdytystä Raitiotieallianssin suunnittelun toimintatapoihin.

LÄHTEET

- Hakala, P. 2014. Raitiotien kytkeytyminen liikennevalojärjestelmään. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö
- Haukka, A. & Jokinen, E. & Yrjölä, S. 2016. Tampereen raitiotien toteutussuunnitelma. Suunnitelmaselostus osalle 1: Hervanta-keskusta-Tays. Raitiotieallianssi. Luettu 12.11.2018 https://www.tampere.fi/tiedostot/t/xOxdPt2ot/Raitiotieallianssi_toteutus-suunnitelma_osa1_20160905.pdf
- Heinonen, J. Katu- ja raitiotiesuunnittelija. 2018. Haastattelu 15.11.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Jaatinen, T. Johtosiirtosuunnittelija. 2018. Haastattelu 15.11.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Järvinen, J. Sähköratasuunnittelija. 2018. Haastattelu 2.11.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Kiviniemi, A. Katu- ja raitiotiesuunnittelija. 2018. Haastattelu 15.11.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Lehtimäki, J. Ympäristösuunnittelija. 2018. Haastattelu 17.12.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Leinonen, J. Geosuunnittelija. 2019. Haastattelu 11.1.2019. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Leppänen, O. Liikennesuunnittelija. 2018. Haastattelu 30.11.2018. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Letbanen. 2014. PQ Signalling System - Aarhus Letbane. Luettu 30.1.2019 <http://www.letbanen.dk/nyheder/2014/pq-signalling-system/>
- Liikennevirasto. 2014. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3. Luettu 3.1.2019. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-17_rat3_web.pdf
- Oldén, T. Geosuunnittelija. 2019. Haastattelu 11.1.2019. Haastattelija Isotalo, H. Tampere.
- Raitiotieallianssi. 2018. <https://raitiotieallianssi.fi/>
- Sane, K. 2014. Jokerivalot. Luettu 15.1.2019 <http://www.liikennevalot.info/tieto/jokerivalot.shtml>
- Sipilä, M. 2018. Nurmiraadan päällysrakenteen suunnittelu. Ympäristötekniikan diplominsinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö
- SuRaKu- projekti. 2008. Esteettömän ympäristön suunnitteluohjekortit. Luettu 1.12.2018. <https://www.hel.fi/helsinki/kaikille/fi/ohjeita-suunnitteluun/esteettoman-rakentamisen-ohjeet>

Tampereen kaupunki. 2015. Ulkovaistuksen suunnittelu. Luettu 15.11.2018. <https://www.tampere.fi/tiedostot/u/mUcgxQ6vj/ulkovaistuksensuunnitteluohje.pdf>

Tampereen kaupunki. 2018. Raitiotie. Luettu 15.1.2019. <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie.html>

Tampereen ratikka. 2018. Tampereen raitiotie Oy. Luettu 15.1.2019. <https://www.tampereenratikka.fi/rakentaja/tampereen-raitiotie-oy/>

Tiehallinto. 2003. Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä. Luettu 12.11.2018. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2000006-v-03liikennemerkkiohje.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Yhteensovituskaavio

YHTEENSOVITUSKAAVIO

Ennen aloituspalaveria

Linjaus kadulle ja katujärjestelyt
Raitiotien sijoitus poikkileikkaukseen ja kaistajärjestelyt
Geometriat
Liikenteenjakajat,
suojatiet, mahd.
viheralueet

Aloituspa- veri

Kokouksessa mukana:

Pääsuunnittelija
Suunnittelupäällikkö
Tilaaajan edustaja
Lohkopäällikkö
Tuotantopäällikkö
Päällysrakenteen tekniikkalajivastaava
Ratageometriasuunnittelija
Kiintoraidesuunnittelija
Ratajohtosuunnittelija
Taitorakennesuunnittelija
Geosuunnittelija
Teknisten järjestelmien tekniikkalajivastaava

Kokouksen tavoitteet

Määritetään tilaaajan tavoitteet ja tahtotilat katuosuudelle.
Pääsuunnittelija esittelee hankeosan.
Käydään läpi tekniikkalajeittain yhteensovittavat asiat ja hankalat kohteet.
Määritetään tulevien kokousten sekä suunnittelun ja rakentamisen aikataulut

Ennen seuraavaa kokousta

Alustava johtosiirtokartoitus ja vanhojen linjojen käytettävyyden selvitys
Alustavat silta- ja tukimuuriluonnokset
Geolta luonnokset pohjarakenteista ja mahdollisista vahvistustarpeista

1. Pienkokous: Kuivatussuunnittelu

Kokouksessa mukana:

Katusuunnittelu

Johtosiirtosuunnittelu

Kokouksen tavoitteet

Tavoitteena sijoittaa katualueen kuivatus paikalleen
hyödyntäen mahdollisia vanhoja kaivoja ja purkulinjoja

Ennen seuraavaa kokousta:

Lähtötiedot ratajohtosuunnitteluun alustavaa sijoitusta varten (Geo mukana)

Tarkempaa johtosiirtojen kartoitusta

Kuivatuksen luonnos valmiiksi ja liitoskohdat selvitetty.

Ratajohtopylväiden alustava sijoitusluonnos valmiiksi

2. Pienkokous: Ratajohtopylväiden sijoitus ja johtosiirrot

Kokouksessa mukana:

Katusuunnittelu

Johtosiirtosuunnittelu

RJ- suunnittelu / valaistus

Rakentamisen tuotantopäällikkö

Päällysrakenteen työpäällikkö

Taitorakenteen työpäällikkö

Geosuunnittelija

Kokouksen tavoitteet

Tavoitteena saada ratajohtopylväät ja johtosiirrot sijoiteltua järkevästi ja tehokkaasti.

Mukana päällysrakenne, jotta pylväslevikkeet ym. voidaan selvittää heti.

Myös mahdolliset silta/tukimuurisuunnittelijat mukaan

→Lähtötiedot kaapelireittisuunnittelijalle, katumiljöösuunnittelulle (puut) ja

vahvavirtasuunnittelulle

Ennen seuraavaa kokousta:

Ratajohtosijoitukseen, johtosiirtoihin ja kuivatukseen sekä kadun suunnitteluun tehtävät muutokset valmiiksi.

Kaapelireittisuunnitelmasta luonnos kokoukseen

3. Pienkokous: Kaapelireitit ja -kaivot sekä kaapit

3(4)

Kokouksessa mukana:

Katusuunnittelu
Johtosiirtosuunnittelu
Tuotantopäällikkö
Rakennuspäällikkö
Kaapelireittisuunnittelu
Katumiljöosuunnittelu

Kokouksen tavoitteet

Tavoitteena sijoittaa kaapelireitit ja kaivotärkevimpään mahdolliseen paikkaan.

Tehty törmästarkastelu reuna- ja paasikiviin, kaivoihin, valaisimiin, RJ- pylväisiin, kiintoraidealataan.

→Korjaukset jo tehtyihin suunnitelmiin kokouksen perusteella

→Lähtötiedot liikennevalo-, liikenteenohjaus-, turvalaite-,

Ennen seuraavaa kokousta:

Luonnokset em. mainituilta tekniikkalajeilta valmiiksi kokoukseen.

Rakentajalta työnaikaiset liikennejärjestelyt sekä rakentamisaikataulut ja järjestykset

Yhteensovituksen tarkistuskokous**Kokouksessa mukana:**

Hankeosan rakennuttaja
Katusuunnittelu
Johtosiirtosuunnittelu
RJ- suunnittelu / valaistus
Lohkopäällikkö
Liikennevalosuunnittelu
Liikenteenohjaussuunnittelu
Turvalaitesuunnittelu
Katumiljöosuunnittelu
Kaapelireittisuunnittelu

Kokouksen tavoitteet

Tavoitteena saada kaikki loput tekniikkalajit sijoitettua kartalle yhteensopivasti ja rakennettavasti. Tarkistetaan kaikkien tekniikkalajien yhteensopivuus.

→Korjaukset jo tehtyihin suunnitelmiin kokouksen perusteella

Itselleluovutus

4(4)

Suunnittelija tarkistaa itse tekemänsä suunnitelmat

Valmiiden suunnitelmien sisäinen tarkistus

Kokouksessa mukana:

Hankeosan rakennuttaja

Tuotantopäällikkö

Lohkopäällikkö

Suunnittelupäällikkö

Pääsuunnittelija

Kokouksen tavoitteet

Tavoitteena varmistaa kaikkien rakenteiden yhteensovitus ja rakennettavuus

→Korjaukset jo tehtyihin suunnitelmiin kokouksen perusteella

→Suunnitelmat valmiit itselleluovutukseen