

Tilapäisten liikennejärjestelyjen kustannusten ennustaminen pikaraitiotiehankeessa

Case Raide-Jokeri

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Energiatekniikka ja Ympäristö

2021

Uljas Järvenpää

Tiivistelmä

Tekijä(t) Uljas Järvenpää	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 35	Valmistumisaika 2021
Työn nimi Tilapäisten liikennejärjestelyjen kustannusten ennustaminen pikaraitiotiehankeessa Case Raide-Jokeri		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Patrik Skogster, Yhdyskuntasuunnittelu lehtori LAB		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Joonas-Petteri Kallonen, TLJ tekniikkavastaava, tuotanto. YIT rakennus Suomi, Raide-Jokeri		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tietoutta tilapäisten liikennejärjestelyiden kustannuksista ja tavoitekustannusten määrittelyprosessista, parantaa rakennusvaiheen tilapäisten liikennejärjestelyiden kustannusten ennustamista sekä tuoda esille keinoja, jolla voidaan vähentää niiden kustannuksia. Työssä tuotiin myös esille seikkoja, jotka vaikuttavat tilapäisten liikennejärjestelyiden kustannuksiin sekä menetelmiä, jolla niiden tavoitekustannuslaskentaa voidaan tehdä.</p> <p>Opinnäytetyön tieto pohjautuu asiantuntijahaastatteluihin, alan kustannushallinnan kirjallisuuteen, Raide-Jokerin kirjallisuuteen sekä omaan kokemukseen. Työhön haastateltiin hankkeen TLJ-suunnittelijoita, tuotantosuunnittelijoita, kustannuslaskijoita sekä työmaainsinöörejä.</p> <p>Tärkeitä huomioita olivat toimivan muutoksenhallinnan tärkeys, liikennejärjestelyjen sidonnaisuus muuhun rakentamiseen ja allianssin tulokseen. Näiden ja muiden johtopäätelmien perusteella, koottiin teoreettiset kuvaajat, jotka tiivistävät tilapäisten liikennejärjestelyiden kustannustarkkuuden kehitystä allianssin strategia-, kehitys- ja rakennusvaiheesta. Kuvaajat tuovat esille kustannusten määrittelyn tapoja, joita voidaan käyttää erityisesti allianssin kehitys ja rakennusvaiheessa. Kuvaajissa tulee myös esille liikennejärjestelyjen kustannusten määrittelyn kannalta tärkeitä dokumentteja ja selvityksiä.</p>		
Asiasanat Pikaraitiotie, tilapäiset liikennejärjestelyt, TLJ, kustannuslaskenta, kustannukset, tavoitekustannukset, allianssi, kehitysvaihe, rakennusvaihe		

Abstract

Author(s) Uljas Järvenpää	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 35	
Title of Publication Temporary traffic arrangement's expenditure estimating in Light Railway Project Case Jokeri Light Rail		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the supervising teacher Patrik Skogster, Civic engineering lecturer, LAB		
Name, title and organization of the client Joonas-Petteri Kallonen, Site Supervisor, temporary traffic arrangements. YIT rakennus Suomi.		
<p>The goal of this thesis was to create information about the costs and the definition process of temporary traffic arrangements, evolve construction phase cost prediction of temporary traffic arrangements and create tools to lower the impact of these costs. In this thesis is shown factors, that affects temporary traffic arrangements and also methods to calculate the costs of the arrangements.</p> <p>The thesis is based on professional interviews, literature of cost management in the field of infrastructure, literature of Jokeri Light Rail and own experience in industry. Interviews were made with temporary traffic arrangement desingers, construction planners, cost accountants and site engineers.</p> <p>Conclusions of this thesis were the importance of management of change, the linkage of traffic arrangements with the construction and with the results in alliance. Based on these and other conclusions there are theoretial diagrams, that sums up temporary traffic arrangements cost accuracy in alliances' strategy, development and construction stages. These diagrams point out cost definition styles, that can be used in different stages. In these diagrams are shown the importance of the cost definition documents and project's researches of temporary traffic arrangements.</p>		
Keywords Light rail, Temporary traffic arrangement's, cost accounting, costs, target cost, alliance, development phase, construction phase		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Raide-Jokeri	3
2.1	Yleistä Raide-Jokerista	3
2.2	Allianssin vaiheet ja tavoitteet.....	3
2.3	Huomioitavaa Raide-Jokerin TLJ:ssä.....	4
3	Kustannushallinnan teoriaa.....	6
3.1	Infrarakentamisen kustannushallinnan pääjulkaisut	6
3.2	Tavoitteet ja intressit kustannushallinnassa	7
3.3	Miten kustannushallintaa tulisi tehdä	8
4	TLJ:n kustannusten muodostuminen	10
4.1	Kustannusjaottelu	10
4.2	TLJ-tuotteet	10
4.3	Asentaminen, ylläpito, purku.....	12
4.4	Liikenteenohjaajien kustannukset	13
4.5	Muut erityisratkaisut.....	16
5	Raide-Jokerin kehitysvaihe	18
5.1	Uusi kustannusarvio hankesuunnitelmasta	18
5.2	Kehitysvaiheen porttijärjestelmä	19
5.3	Rakentamisen vaiheistus.....	20
5.4	TLJ-vaiheiden muutos	21
5.5	TLJ:n vaiheistus ja suunnittelu.....	22
5.6	TLJ:n vertailu, tyyppimallit ja määrälaskenta.....	23
5.7	Kehitysvaiheen haasteet ja onnistumiset	24
6	Raide-Jokerin rakennusvaihe.....	26
6.1	Kustannusseuranta.....	26
6.2	TLJ:n hankinta	26
6.3	Muutokset allianssissa	27
6.4	TLJ:n muutokset suunnitellusta.....	28
6.5	Toimet TLJ:n kustannusten pienentämiseen.....	29
7	Johtopäätökset ja yhteenveto	30
7.1	Strategia- ja muodostusvaihe	30
7.2	Kehitysvaihe	31
7.3	Rakennusvaihe.....	33
7.4	Kokonaisuus ja yhteenveto.....	35

Lähteet	37
---------------	----

Liitteet

Liite 1. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen strategia ja muodostusvaiheessa

Liite 2. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen kehitysvaiheessa

Liite 3. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen rakennusvaiheessa

Liite 4. Teoreettinen TLJ:n kustannustarkkuuden kehitys allianssin eri vaiheissa

Liite 5. Haastattelukysymykset

Käsitteet ja termit

Hankesuunnitelma: Tilaajan laatima inventointi ja suunnitelma hankkeen lähtötilanteesta, toteutustavoista, vaikutuksista ja tavoitetilasta. Voidaan myös kutsua esisuunnitelmaksi.

Kaivantotyyppi: Kertoo kaivannon tyypeistä, jotka voidaan jakaa luiskattuihin ja tuettuihin kaivantoihin. Tuetuissa kaivannoissa käytetään erilaisia väliaikaisia rakenteita. Luiskatussa kaivantojen seinämät jätetään viistoksi ja pinta tiivistetään. Näillä menetelmillä taataan kaivannon seinämien kestävydet.

Katusuunnitelma: Kaupungin yhdyskuntalautakunnan hyväksymä suunnitelma, jossa esitetty katualueen tavoitetila. Hallinnollinen suunnitelma, joka ohjaa mm. rakentamissuunnittelua. Rakentaminen edellyttää katusuunnitelman hyväksymistä.

MVR-mittaus: MVR-mittauksessa käydään silmämääräisesti läpi työmaan osio ja kirjataan sekä kunnossa olevat, että parannusta vaativat kohteet. Mittauksesta saadaan tulos, joka ilmaisee työmaan turvallisuuden ja siisteyden tasoa.

TLJ: Tilapäiset liikennejärjestelyt. Kokonaisuus laitteineen ja tavaroineen, jotka ohjaavat normaalia poikkeavaa liikennettä katurakentamisen aikana.

TLJ suunnitelma / liikenteenohjaussuunnitelma: Suunnitelma tilapäisistä liikennejärjestelyistä. Suunnitelma muodostuu kuvasta/kartasta sekä sanallisesta selostuksesta ja siitä käy ilmi kaikkien eri liikennemuotojen kulkureitit työkohteen kohdalla.

TLJ vaihe: Tilapäisten liikennejärjestelyjen sen hetkinen tilanne, jota muutetaan asteittain työalueiden muuttuessa. Jos työ toteutetaan useassa eri vaiheessa, on jokaisesta työvaiheesta oma suunnitelmansa.

Tuotantolohko: Urakoinnin sisällä pienempi yksikkö, joka rakentaa tietyn osa-alueen projektista.

Yleissuunnitelma: Ensimmäinen suunnitelma, jossa yleispiirteisesti käydään mm. toteutustapoja ja aluerajauksia. Yleissuunnitelmien avulla voidaan käydä keskustelua ja yhteensovittaa asioita. Yleissuunnitelma ohjaa kohti lopullisia suunnitelmia.

***Strategiavaihe:** Allianssin ensimmäinen vaihe, jossa tilaaja valmistelee projektia kohti allianssia, määrittää omat tavoitteensa ja hankintamenettelynsä sekä suunnittelee urakoitsija- ja suunnittelija-valinnat.

***Muodostusvaihe:** Allianssin toinen vaihe, jossa kilpailutetaan urakoitsija- ja suunnitteluosapuolet. Vaiheen lopussa tilaaja valitsee urakoitsija- ja suunnitteluyritykset.

***Kehitysvaihe:** Kehitysvaiheessa mm. tarkennetaan hankesuunnitelmaa, luodaan allianssin avaintulos-alueet, määritetään tavoitekustannus ja rakentamisurakan sisältö.

***Rakennusvaihe:** Allianssin vaihe, jossa rakennetaan hanke.

***Toteutusvaihe:** Allianssihankeeseen toteutusvaihe, joka sisältää rakentamis- ja jälkivastuvaiheen. Jälkivastuvaiheessa otetaan toteutettu tuote käyttöön ja korjataan ilmenevät viat.

1 Johdanto

Raide-Jokeri on pääkaupunkiseudun tämän hetken yksi merkittävin, suurin ja näkyvin katuhanke. Kun 386 miljoonalla eurolla rakennetaan tiiviiseen kaupunkiympäristöön 25 km raitiotietä, tarvitaan suuri määrä erilaisia tilapäisiä liikennejärjestelyjä ja liikenteenohjausta. Rakentaminen ja sen tilapäiset liikennejärjestelyt eivät saa aiheuttaa muulle liikenteelle merkittävää haittaa, mutta silti määritetyissä aikataulussa ja kustannuksissa on pysyttävä.

Allianssivetoisissa katuhankkeissa tavoitekustannukset lasketaan hankkeen kehitysvaiheessa. Kehitysvaiheen jälkeen, kun päätös rakentamisesta on tehty, tulevat kustannukset on oltava tunnistettuna ja määritetyissä tavoitekustannuksissa on pysyttävä. TLJ:n tavoitekustannuksien määrittämiseen liittyy kuitenkin useita haasteita ja ongelmatilanteita. Ideaalista olisi, että TLJ:n laajuus ja kustannukset pystyttäisiin määrittämään täysin kohdalleen ja täten TLJ:n kustannusriskit poistuisivat. Onnistuneiden tavoitekustannusten laskennassa tarvitaan valtava määrä tietoa ja sen ymmärrystä. Ongelmallista on, että todellisuudessa TLJ:n tavoitekustannusten määrittelyn hetkenä ei voida vielä tietää kaikkea tarvittavaa, sillä monet asiat tarkentuvat vasta rakennusvaiheen edetessä.

Opinnäytetyössä tuodaan esille yleisesti kustannushallinnan vaiheet allianssihankeessa, kustannuslaskennan ja -hallinnan tärkeitä asioita sekä kustannushallinnan tavoitteita. Opinnäytetyössä pyritään saamaan yleiskäsitys tekijöistä, jotka vaikuttavat todellisuudessa TLJ:n kustannuksiin. Tavoitteena on luoda tietoutta TLJ:n kustannuksista ja tavoitekustannusten määrittelyprosessista, parantaa rakennusvaiheen TLJ:n kustannusten ennustamista sekä tuoda esille keinoja, jolla voidaan vähentää rakennusvaiheen TLJ:n kustannuksia. Selvityksessä on, mitä tulisi ottaa huomioon jo niiden kustannuslaskentahetkellä ja mitä tulisi ottaa huomioon tulevien pikaraitiotiehankeiden TLJ:n tavoitekustannuksien määrittelyssä. Tärkeää on ymmärtää TLJ:n suunnittelun, toteutuksen suunnittelun ja toteutuksen elinkaarta, jotta voi ymmärtää niiden kustannuksia.

Opinnäytetyötä varten toteutettiin monia asiantuntijahaastatteluita, sillä TLJ:t ja niiden kustannukset yhdistettynä allianssivetoiseen pikaraitiotiehankeeseen on julkisesti hyvin vähän tutkittu aihe. Työhön haastateltiin hankkeen TLJ-suunnittelijoita, tuotantosuunnittelijoita, kustannuslaskijoita sekä työmaainsinöörejä, jotka ovat olleet osana TLJ:n toteutusta. Opinnäytetyötä varten selvitettiin monia toteutuneita kustannusrakenteita, mutta niitä ei voida avata julkiseen opinnäytetyöhön salassapitosyistä.

Tämä opinnäytetyö ei ota kantaa asioihin, jotka eivät merkittävästi liity TLJ:n kustannuksiin. Työstä on rajattu pois urakoinnin ulkopuoliset TLJ:n kustannukset, kuten suunnittelu, järjestelyjen onnistuneisuus, turvallisuus, viestintä, ympäristöasiat ja tarkempi riskienhallinta.

Työn toimeksiantajana toimii YIT Suomi Oy ja työ toteutetaan Raide-Jokeri allianssissa. Työn tietoutta voidaan hyödyntää ja soveltaa Raide-Jokerilla ja muissa tulevissa katu- ja raitiotiehankeissa.

2 Raide-Jokeri

2.1 Yleistä Raide-Jokerista

Raide-Jokeri allianssina rakentaa pikaraitiotielinjan Helsingin Itäkeskuksesta Oulunkylän ja Leppävaaran kautta aina Espoon Keilaniemeen asti. Raide-Jokeri on merkittävä osa pääkaupunkiseudun tiivistyvää aluekehitystä sekä osa pääkaupunkiseudun tavoitetta tehdä liikumisesta kestävämpää ja toimivampaa. Raide-Jokerin on määrä korvata ruuhkautuva runkobussilinja 550, jolla tehdään tällä hetkellä noin 40 000 matkaa arkipäivässä. Raide-Jokerin on ennustettu kaksinkertaistavan matkojen määrän vuonna 2030 nykyiseen bussilinjaan verrattuna. Raide-Jokerin rakentaminen aloitettiin kesällä 2019 ja liikennöinnin on määrä alkaa kesällä 2024. (Raide-Jokeri 2020a.)

Raitiotieinfran rakentamisen lisäksi Raide-Jokeri rakentaa paljon muita liittyviä hankkeita, jotka on hyvä toteuttaa samalla kertaa. Radan läheisyydestä uusitaan paljon muuta infraa kuten sähkö- ja telekaapeleita sekä vesi-, jätevesi-, hulevesi- ja kaasuputkia. Myös ajo-, kävely- ja pyöräliikenteen reittejä ja muuta ympäristöä kehitetään ja rakennetaan. Radan pituus on noin 25 km ja sen rakentaminen on jaettu kuuteen alueelliseen tuotantolohkoon, josta kuudes on raitiotievarikko. Rakentaminen toteutetaan vaiheittain eri aikaan eri alueilla. Raide-Jokerin rakentamisen takia kaupunkiympäristöön joudutaan tekemään paljon erilaisia mittavia tilapäisiä liikennejärjestelyjä. (Raide-Jokeri 2020a.)

2.2 cAllianssin vaiheet ja tavoitteet

Raide-Jokeri toimii allianssina. Allianssi perustuu eri yrityksistä ja toimijoista luotavaan tiiviiseen organisaatioon, joka tekee läpinäkyvää yhteistyötä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi läpi hankkeen. Tavoitteet ja päätökset laaditaan yhdessä, mutta myös onnistumiset ja epäonnistumiset koetaan yhdessä. Tilaajaosapuolena toimii Espoon ja Helsingin kaupungit sekä Helsingin Kaupungin Liikenne. Allianssissa suunnittelusta vastaa Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy ja Sweco Finland Oy. Urakoitsijana toimii NRC Group Finland Oy ja YIT Suomi Oy. (Raide-Jokeri 2020b.) Allianssin työskentely voidaan jakaa viiteen vaiheeseen: strategiavaihe, allianssin muodostus, kehitysvaihe, rakennusvaihe sekä jälkivastuvaihe ja takuu aika (Karhu 2020).

Raide-Jokerin onnistuneisuutta mitataan kehitysvaiheessa määritettyjen ATA-mittarien avulla. Mittarin osiin kuuluu aikataulussa ja tavoitekustannuksissa pysyminen, hankkeen saama mediajulkisuus, ulkoiset rakentamisen tunnustukset, lopputuloksen laatu, tapaturmataajuus sekä MVR-mittaukset. Allianssin yrityksiä palkitaan ATA-mittareiden tavoitteiden saavuttamisista ennalta sovitulla katteilla ja työntekijöitä bonuksilla. Vastaavasti mikäli

tavoitteita ei saavuteta tai syntyy muuta negatiivista tulosta, katteita ja bonuksia menetetään. (Raide-Jokeri 2020c.) Tilapäisten liikennejärjestelyjen laadulla on vahva vaikutus kaikkiin edellä mainittuihin mittareihin. Tämä on yksi syy panostaa järjestelyjen toimivuuteen, mikä saattaa näkyä joltain osin TLJ:n kustannuksissa.

2.3 Huomioitavaa Raide-Jokerin TLJ:ssä

TLJ:tä ja katutyöskentelyä ohjaa valtioneuvoston asetukset, tieliikennelaki, kunnossapitolaki, tieliikenneasetukset ja työturvallisuuslaki. Niiden perustella on määritelty monia ohjeistuksia ja vaatimuksia työskentelystä. Ohjeita TLJ:hin on väylävirastolla, Suomen kuntatekniikan yhdistyksellä ja kaupungeilla (Mäkitalo 2015, 2). Raide-Jokeri noudattaa monia Väyläviraston, Helsingin - ja Espoon kaupungin ohjeistuksia kuten muutkin alueen hankkeet. Helsingin kaupungille on tullut vuonna 2020 työmaaopas.fi -sivusto. Ohje on suunnattu katurakentamisen tilaajille, suunnittelijoille sekä urakoitsijoille ja opas sisältää monia todella käytännöllisiä työkaluja ja ohjeistuksia työmaan toteuttamiseen niin, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa kaupunkilaisille (Helsingin kaupunki 2021). Raide-Jokeri noudattaa tätä ohjetta perustasoltaan, mutta koska ohje on tullut hankkeen aloittamisen ja laajuuspäätösten jälkeen, ei hanke noudata oppaan lisätasoja (Kallonen 2021).

Lainsäädäntö ja ohjeet ohjaavat täten vahvasti TLJ:n kustannuksia, mutta TLJ:t voidaan silti toteuttaa hyvinkin erilaisilla tavoilla ja kustannuksilla. Pyrkimyksenä on löytää ratkaisuja, jotka ovat ensi sijaisesti turvallisia työntekoon ja muulle liikenteelle, mutta niin ettei kustannukset nousisi kohtuuttomiksi.

Raide-Jokerille 2019 vuonna on yleisten TLJ:n ohjeiden suhteen lisäksi sovittu tilaajan kanssa erityisvaatimuksia verrattuna muihin katuhankkeisiin pääkaupunkiseutualueella. Erityisvaatimuksia ovat:

- Runkolinja 550 on etuajo-oikeutettu myös rakentamisen aikana ja työt on ajoitettava niin, ettei sama bussi joudu pysähtymään useampaan kertaan ajomatkan aikana. Käytännössä TLJ:t suunnitellaan linjan 550 mukaan.
- Erityisesti runkolinja 550 bussipysäkkien toimivuuteen ja käyttäjäpalveluun on kiinnitetty erityistä huomiota. Käytännössä korvaavien bussipysäkkien tulisi olla samalla laatutasolla kuin alkuperäiset pysäkit.
- Yhdistetyn jalkakäytävän ja pyöriteiden tavoiteleveys on 3 metriä, kun yleisesti Helsingissä työmailta vaaditaan 2,5 metriä.
- Jalkakäytävän ja pyöriteiden tilapäiset väylät tulee toteuttaa samantasoisena kuin alkuperäinen väylä on ollut. Eli käytännössä nämä reitit tulee olla aina päällystettyjä.

- Katualueita voidaan tehtävän työn ajaksi sulkea tiettyjen liikennemuotojen osalta tai kokonmaan kaikelta liikenteeltä aikataulu- ja kustannussyistä.
(Raide-Jokeri 2020d)

Koska kaupungin rakentamiseen liittyy useita eri määräyksiä ja ohjeita sekä kaupunkien ohjeistukset ovat hyvin laajat, on Raide-Jokerilla laadittu myös omia ohjekortteja. Niissä ohjeistetaan usein toistuvista töistä, jotka työmaa toteuttaa suunnitelmien ja ohjekorttien mukaisesti tai joissa tarvitaan lisäsuunnittelua ennen toteutusta.

Raide-Jokerilla TLJ:n osalta ohjekortteja on laadittu muun muassa seuraavista töistä:

- HSL koeajot työmaalla
- HSL pysäkin tilapäissiirto
- Kevyet suoja-aidat
- Liikennemerkkien asennus
- Lopullisten liikennemerkkien asennus
- Lyhytaikainen työskentely jalankulku- ja pyörätiellä
- Muutokset liikennevaloihin ja liikennevalojen käytöstä poistaminen tai siirtäminen
- Pelastustiet ja nostopaikat
- Ratatyön tilantarve
- Siirtokehotuskyltit
- Talvikunnossapito
- Tilapäinen valaistus kiertotiellä/työmaan vaikutusalueella
- Tilapäiset liikennemerkkit
- Tilapäiset liikennevalot
- Tilapäiset suojatiet
- Tilapäisten liikennejärjestelyjen tarkastus MVR-mittauksen yhteydessä
(Raide-Jokeri 2020d)

Raide-Jokerin konseptissa joukkoliikennettä - erityisesti runkolinjan 550, pyöräilyn sekä kävelyn sujuvuutta pidetään korkeassa prioriteetissa TLJ:n suunnitellessa ja toteuttaessa (Kallonen 2021). Rakentaminen tapahtuu laajalti eri kohteissa eri aikaan ja täten TLJ-tuotteet ovat uudelleen käytettävissä useissa työkohteissa.

3 Kustannushallinnan teoriaa

3.1 Infrarakentamisen kustannushallinnan pääjulkaisut

Infrarakentamisen kustannusten hallinnasta on hyvin vähän laajempaa ohjeistusta. Alan pääjulkaisuita on kaksi, ja ne ovat tarkoitettu lähinnä tilaajaosapuolelle:

- Suomen Rakennusinsinöörien Liiton laatimat *Infrarakentamisen kustannusten hallinta RIL 231-1-2006 Tekstiosa* ja *RIL 231-2-2007 Hanke- ja rakennushinnasto*
- Väyläviraston laatima *Väylähankkeiden kustannushallinta 2013*

Nämä julkaisut sisältävät laajat ohjeet väylä-, rata- ja muusta infrarakentamisesta sekä niiden kustannusten hallinnasta. Ohjeissa ei silti oteta kantaa raitioteiden kustannusten hallintaan. Tähän syynä luultavasti on, että uudet kaupunkiraitiotiehankkeet ovat todella tuore, vielä nouseva trendi, eikä tietoa niistä ole vielä ollut riittävästi saatavilla tai toisaalta tiedolle ei olla nähty tarvetta. Toisaalta katurakentamisen tieto on jalostettavissa myös pikaraitiotiehankkeisiin.

Myöskään tilapäisiä liikennejärjestelyjä ja niiden kustannuksia ei ole avattu ohjeisiin juuri-kaan. Ohjeessa RIL 231-1-2006 (2006, 46) mainitaan tekijöistä, joita ei ole mielekästä kohdistaa muille hankeosille ja TLJ:t ovat yksi näistä tekijöistä. TLJ:n kustannukset tulisi siis ositella ja laskea erikseen. Väyläviraston (2013a, 30) mukaan hankkeissa, jossa TLJ:llä on merkittävä vaikutus, lasketaan niiden kustannukset erikseen asiantuntijan kustannusarvioina.

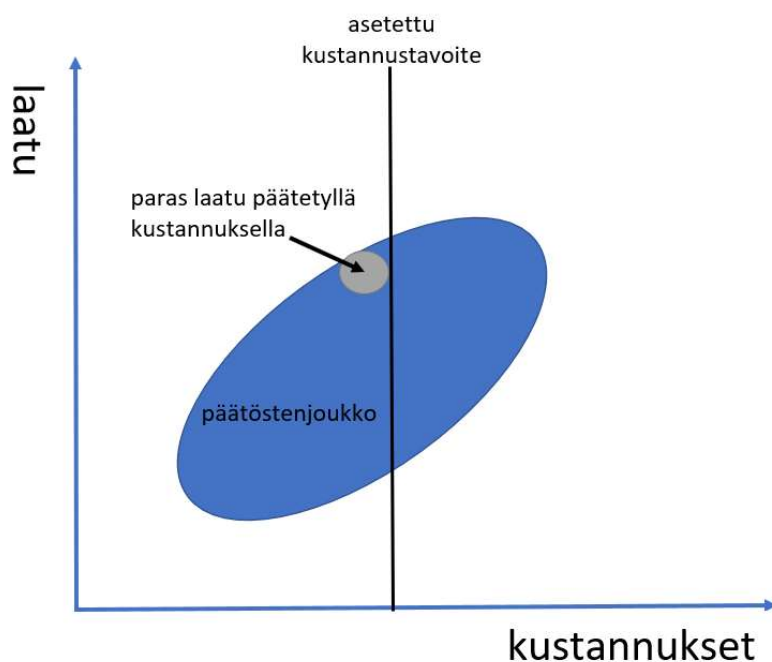
Monilla väylä- ja katuhankkeilla strategiavaiheessa tilaajalla on yleisesti käytössä kustannushallinnassa Fore -ohjelmistokokonaisuus, joka on korvannut RIL 231-2-2007 Hanke- ja rakennushinnaston. Myös Raide-Jokerilla tilaaja käytti laskennassa Forea (Raide-Jokeri 2019a, 3). Ohjelmistolla voidaan käsitellä laajaa tietoaaineistoa materiaalin määristä, suunnitelmista ja hinnoista sekä ositella kustannuslaskelmia. Esimerkiksi liittymiä, siltoja ja tie-suoria jaetaan omiksi hankeosiksi. Laskentaa tehdään hankeosassa uuden tien tai radan rakennuskustannuksen ”nauhakustannuksena” eli euroa metriä kohden. Osa laskennasta perustuu pitkälti asiantuntija-arvioon, koska osaa tiedosta ei välttämättä ole mallinnettu riittävällä tasolla. (Väylävirasto 2013a.) TLJ:n kustannuksien suuruus arvioitiin tilaajan laskelmissa tiettyinä prosenttina kadun rakentamisen kustannuksista TLJ:n arvioidun vaativuuden perusteella. (Raide-Jokeri 2019a, 3).

Raide-Jokerilla on ollut tavoitekustannuslaskennassaan käytössä C7- sekä Quintet-ohjelmistot, jotka toimivat käytännössä samoin menetelmin (Huttunen 2021). Näistä Quintet-ohjelmistoa on käytetty TLJ:n laskentaan (Hannula 2021). Laskennassa on myös käytetty

asiantuntijoiden tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa työteho- ja kustannustietoutta, tarkempia suunnitelmia sekä lisätutkimuksia, joten laskennassakin pyritään tarkempiin tuloksiin. (Raide-Jokeri 2019a, 3.)

3.2 Tavoitteet ja intressit kustannushallinnassa

Kustannushallinnan tavoitteena on saavuttaa haluttu lopputulos kohtuullisin kustannuksin. Tavoitteena ei siis ole minimoida kustannuksia, vaan optimoida hanketta ja sen lopputuotteen ominaisuuksia siten, että kustannustavoitteen puitteissa saavutetaan mahdollisimman laadukas lopputulos (kuva 1.). Hankkeen laadun ja hinnan välillä on siis heikko korrelaatio. Laadukasta lopputulosta voidaan pitää osittain epäonnistuneena, mikäli hankkeen kustannukset ovat karanneet hallitsemattomiksi. Kustannusten hallinta ei kuitenkaan ole itseisarvo, vaan tukitoimi hankkeen kaikissa vaiheissa. (RIL 231-1-2006, 8, 9, 14.)



Kuva 1. Hankkeen laadun ja hinnan teoreettinen korrelaatio (Mukailtu RIL 231-1-2006; Hahtela & Kiiras. 2005, 9)

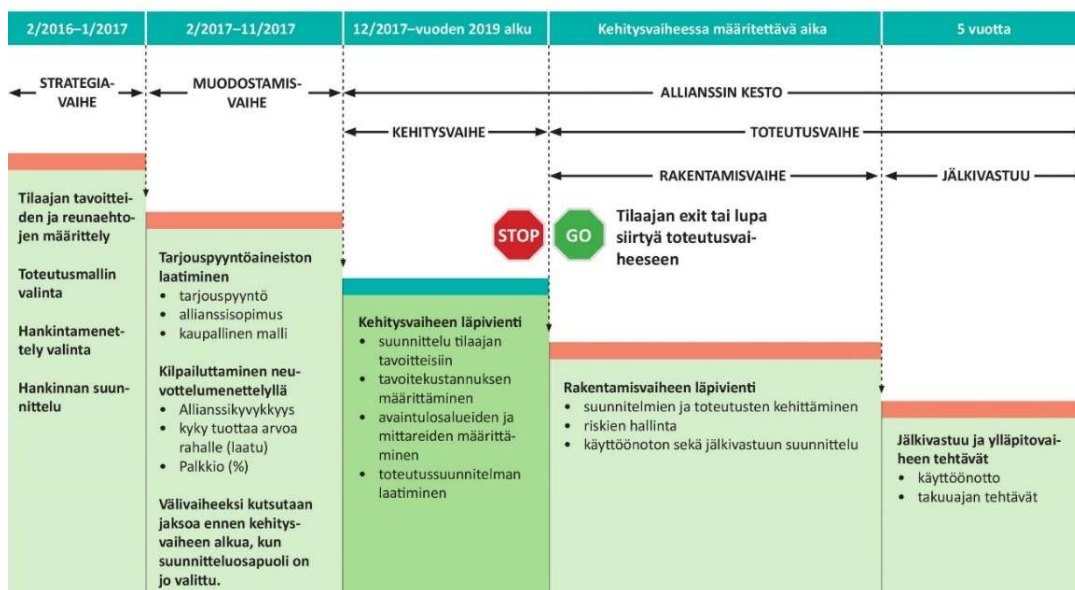
Infrahankkeeseen liittyy aina lukuisia intressejä ja lopputulos on kompromissi eri toimijoiden välillä. Monien käytävien neuvottelujen ydin on kustannuskysymyksissä. Päätöksentekoprosessissa otetaan aina kantaa siihen, minkä osapuolen intressi on merkittävämpi ja minkä vähemmän merkittävä. Kaikkia täysin tyydyttävä ratkaisu on epärealistista. (RIL 231-1-2006, 9)

Raide-Jokerilla tilaajan kanssa on neuvoteltu muun muassa usean katualueen sulkemisista rakentamisen ajaksi. Tilaajan näkökulmasta on parempi, että kadut pysyvät auki kadun käyttäjille ja bussiliikenne toimii mahdollisimman normaalisti. Urakoitsijan näkökulmasta katuosuuksien sulkeminen tekee työskentelystä helpompaa ja turvallisempaa. Molempia yhdistävä tekijä on ollut kustannus- ja aikataulusäästöt. Tilaajan kanssa on myös neuvoteltu joidenkin katuosuuksien hetkellisestä päällysteettömyydestä, mikäli sillä saadaan huomattavasti nopeutettua katualueen valmistumista ja avaamista normaalille liikenteelle. Käytännössä kaikkien intressien huomioimiseksi Raide-Jokerilla käydään jatkuvasti neuvotteluja eri osapuolien välillä, joihin kuuluu tilaajan lisäksi myös paikallisia yrityksiä, asukasyhdistyksiä ja muita yhdistyksiä. (Kallonen 2021).

3.3 Miten kustannushallintaa tulisi tehdä

Kustannushallinnan on oltava jatkuvaa, hallittua ja päämäärätietoista. Kustannusarviot ovat suuri rajaava tekijä hankkeen sisällön kannalta, ja sillä on myös vaikutusta etenemisaikatauluun. Koska kustannushallinta on niin merkityksellistä hankkeen onnistumisen kannalta, tulisi sille varata riittävästi aikaa ja osaavia resursseja. Ratkaisuissa ja kustannuksissa on aina riskejä. Ne on tiedostettava ja niiden kanssa on pystyttävä toimimaan. Riskien on kuitenkin vähennyttävä ja pienennyttävä hankkeen edetessä. (Väylävirasto 2013a. 9, 14.) Mitä aikaisemmassa vaiheessa hankkeessa ollaan, sitä sitä enemmän kustannuksia tulisi myös määrittää. Mitä pidemmälle hankkeessa edetään sitä enemmän päätökset, ja kustannukset tulisi olla lukittuna. (RIL 231-1-2006, 17.) Tämä pätee myös allianssihankkeissa, jossa kuitenkin päätökset ja kustannukset ovat hankkeen edetessä urakkahankkeisiin verrattuna pidempään muunneltavissa hankkeen sisällä (Kallonen 2021).

Kustannushallintaa tehdään läpi hankkeen kaikissa sen vaiheissa (kuva 2). Strategiavaiheessa tilaaja arvioi kohteen kustannuksia hankesuunnitelma-tasolla ja tekee hankinnan suunnittelua. Muodostusvaiheessa kilpailutetaan ja valitaan allianssin muut toimijat sekä tehdään hankesuunnittelua. Kehitysvaiheessa määritetään koko hankkeen tavoitekustannukset usein keskeneräisten suunnitelmien avulla sekä tehdään suurimpien linjojen kilpailutuksia ja suunnitellaan rakentamisen ensimmäiset vaiheet. Kun tavoitekustannukset ovat määritetty, ne lukitaan ja esitetään tilaajalle (Raide-Jokeri 2020d). Tässä vaiheessa tilaaja päättää toteutetaanko hanke suunnitellussa laajuudessa vai ei, eli siirrytäänkö rakennusvaiheeseen. Rakennusvaiheessa rakennetaan määritetyt asiat, jatketaan suunnittelua, tehdään kilpailutusta, ja hallinnoidaan kustannuksia. (Raide-Jokeri 2020d.) Jälkivastuuajalle budjetoidaan osa kustannuksista mahdollisten vikojen korjaamiseksi.



Kuva 2. Raide-Jokeri Allianssin vaiheet (Raide-Jokeri 2020d)

Kustannushallinnan kannalta tärkeä työkalu on projektin osittelu. Osittelussa projekti jaetaan selviin vastuukokonaisuuksiin eli osaprojekteihin ja luodaan osa-alueille hierarkiat (RIL 231-1-2006 26). Kun projekti pilkotaan yhä pienempiin hankeosiin asiat ja kustannukset selkeytyvät ja tarkentuvat.

Kehitysvaiheessa kustannusarviointia voidaan tehdä kahdella menetelmällä; arvioimalla suunniteltujen ratkaisuiden hintaa eli tekemällä panoslaskentaa tai peilaamalla kustannuksia vastaavien edellisten hankkeiden ja suunniteltavan hankkeen kesken. (Väylävirasto 2013a 15.) Käytännössä näitä molempia menetelmiä sovelletaan keskenään kustannusarviota tehdessä. Arviointia tehdään, kun tiedetään nykyisen hankkeen suunnitteluratkaisuista riittävällä tarkkuudella. Arvioinnissa lasketaan yksinkertaistettuna jokaiselle yksikölle määrä ja hinta ja kerrotaan nämä keskenään. Kaikkien yksiköiden määrien hinnat lasketaan yhteen ja saadaan kokonaiskustannus. (Väylävirasto 2013a.)

Peilaukseen joudutaan tukeutumaan, mikäli suunniteltavan hankkeen yksityiskohtia ei vielä tunneta tarpeeksi hyvin, mutta tiedetään riittävällä tasolla, miten edellisen vastaavan hankkeen ratkaisuja on toteutettu ja mitkä ovat olleet niiden kustannukset. Peilauksessa on huomioitava muun muassa kustannusindeksit, hankkeen laajuuksien erot ja muut eroavat olosuhteet ja ympäristötekijät. (RIL 231-1-2006.) Väyläviraston (2013a) mukaan TLJ:n kustannuksien suuruutta voidaan tarvittaessa arvioida tietyinä prosenttina muista kustannuksista vastaavan tyyppisen hankkeen suunnitteluvaiheen tai toteutuneen rakentamiskustannuksien pohjalta, mikäli tarkempaa tietoa niiden laajuudesta ei ole.

4 TLJ:n kustannusten muodostuminen

4.1 Kustannusjaottelu

Kustannuksien syntyminen ymmärtämiseksi on tärkeää pystyä jaottelemaan kustannuksia eri osiin. Käytännössä TLJ:n kustannukset voidaan jakaa seuraaviin osioihin:

- liikennesuunnittelun kustannuksiin
- materiaalien kustannuksiin
- asentamisen, ylläpidon ja purun kustannuksiin
- liikenteenohjaajien kustannuksiin
- sekä muihin erikoisratkaisuihin.

4.2 TLJ-tuotteet

Liikenteenohjauksen tuotteiden ensisijainen tarkoitus on ohjata ja opastaa liikenne turvallisesti työkohteen ohitse sekä ennaltaehkäistä vaaratilanteita. Vaaratilanteen sattuessa, esimerkiksi auton suistuessa kohti työaluetta, on tuotteiden toinen tarkoitus minimoida henkilövahingot suojaten tienkäyttäjiä ja työalueella työskenteleviä. TLJ-tuotteet voidaan siis karkeasti jakaa ohjaustuotteisiin ja suojaustuotteisiin. Monet suojaustuotteet toimivat huomiovärien ja merkintöjen ansiosta suojatessaan myös ohjaustuotteina. Väylävirasto (2013b) on jaotellut tuotteet sulkua- ja varoituslaitteiksi.

Ohjaustuotteita / varoituslaitteita ovat:

- erilaiset varoituslaitteet
- työnaikaiset - ja pysyvät liikennemerkkit
- sulkupylyvät ja -kartiot
- varoitusvilkut
- kaistamaalaukset ja suojatiet sekä muut katumaalaukset
- opasteet.

Suojaustuotteita / sulkulaitteita ovat:

- työnaikaiset kevyet ja raskaat kaiteet
- sulkuidat
- sulkupuomit
- suoja ja varoitusautot.

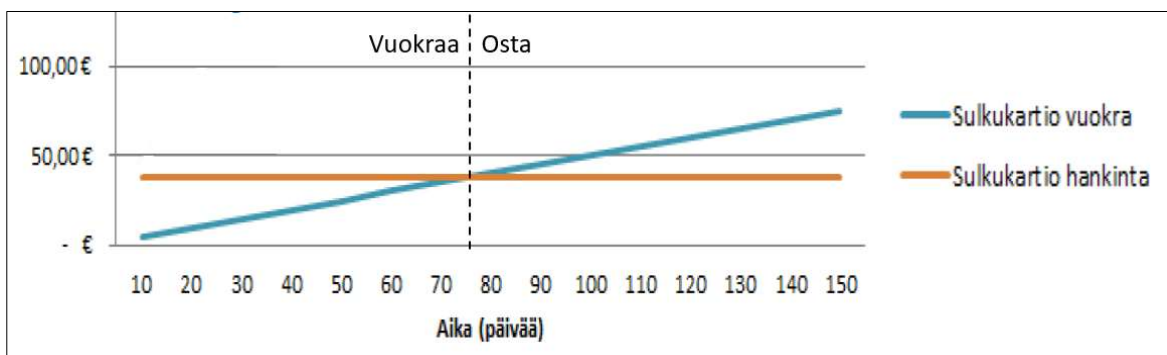
Sulku- ja varoituslaitteet jaetaan kolmeen toimintaympäristöluokkaan, jotka määrittävät laitteiden koon ja laatuvaatimukset. Toimintaympäristöluokka määritetään kadun liikennemäärästä ja toiminnallisuudesta (taulukko 1.). (Väylävirasto 2013b.) Luonnollisesti suuremman toimintaympäristöluokan, eli S3, materiaalit maksavat enemmän, ja S1 luokan materiaalit vähemmän. Suurin osa Raide-Jokerin katukohteista kuuluu toimintaympäristöluokkaan S3 ja sen takia TLJ-tuotteissa käytetään kaikkialla S3 tuotteita muutamia poikkeuksia lukuunottamatta. Pääsääntöisesti TLJ-tuotteet on tehty kestäviksi, mutta monissa kohteissa myös ohikulkijoiden ihmismäärät ovat niin suuria, että tuotteiden kestävyys takia joudutaan hankkimaan erityiskestäviä tuotteita. Tuotteiden laadulla ja tarvittavilla erityisratkaisulla on iso merkitys kokonaiskustannuksiin.

	Toimintaympäristöluokka (S3, S2 ja S1)		
	S3	S2	S1
Käyttöalue (korkein käyttöaluevaatimus määrää toimintaympäristön)	Moottoritiet Moottoriliikennetiet Kaksiajorataiset tiet Vilkasliikenteiset tiet (KVL > 6000 ajon/d)	Muut valta- ja kantatiet Keskivuorokausiliikennemäärältään 1500–6000 ajon/d tiet Taajamassa muualla kuin tonttikaduilla tai pelkästään kevyen liikenteen väylillä tehtävät työt, jos S3 vaatimustaso ei ylity	Päiväaikaan tehtävät liikkuvat työt (päällystys-, tiemerkintäyms. työt), jos tien KVL < 1500 ajon/d Pelkästään kevyen liikenteen väylillä tehtävät työt Taajamissa vähäliikenteisillä tonttikaduilla tehtävät työt
Laitteiden kunto (Liikenne-merkkien kuntoluokitus, TIEH 2200060-v-09)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4) Tyydyttävä (kuntoluokka 3)	Erittäin hyvä (kuntoluokka 5) Hyvä (kuntoluokka 4) Tyydyttävä (kuntoluokka 3) Välttävä (kuntoluokka 2)
Heijastavien laitteiden pintamateriaali	Päiväloistekalvo, jonka paluuheijastavuusluokka on vähintään R2	Päiväloistekalvo, jonka paluuheijastavuusluokka on vähintään R2	Vähintään paluuheijastavuusluokan R1 kalvo
Muita tyypillisiä ominaisuuksia (esimerkkejä)	Sulkuaidan tai hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on 3700–4000 mm Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa käytetään ylikokoa olevaa merkkiä 417 (Ø1800 mm) Sulkupylväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on 2600–4000 mm Sulkuaidassa ja hinattavassa varoituslaitteessa merkki 417 on ylikokoinen (Ø1800 mm/Ø1500 mm) tai suurikokoinen (Ø900 mm). Sulkupylväiden profiili on levymäinen.	Sulkuaidan ja hinattavan varoituslaitteen yläreunan korkeus maasta on vähintään 2000 mm. Sulkupylväiden profiili on levymäinen tai pyöreä.
Muuta	Sulku- ja varoituslaitteiden on oltava puhtaita ja ehjiä. LVM kanssa on sovittu, että toimintaympäristöluokassa S2 saa käyttää ylikokoisena 417 merkinä halkaisijaltaan 1500 mm merkkiä. Jos urakkapapereissa ei muuta sovita, tulee S2 toimintaympäristössä käyttää 3700–4000 mm korkeaa sulkuaitaa jos tien KVL ≥ 4000 ajon/d.		

Taulukko 1. Sulku ja varoituslaitteiden toimintaympäristöluokat (Väylävirasto 2013b, 10)

Tilapäisten liikennejärjestelyjen kestolla on suuri merkitys materiaalien hintaan. TLJ:n ajallinen pituus määrittää kannattaako tuotteet ostaa vai vuokrata (Kuvio 2.). Vuokratessa hinta on korkeampi, mitä pidempää järjestelyt kestävät. Raide-Jokerilla on tehty laskelmia läpi hankkeen siitä, kannattaisiko osa TLJ-tuotteista ostaa vuokraamisen sijaan. Päädyttiin tulokseen, että suurin osa materiaalista kannattaisi kustannussyistä ostaa, sillä projekti on hyvin pitkäkestoinen ja materiaali uudelleen käytettävissä aina uudestaan uusilla katusuuksilla rakentamisen edetessä. Toisaalta omistamisen kannalta mitä pidempää järjestelyt kestävät, sitä vähemmän niitä voidaan uusiokäyttää muissa kohteissa ja sitä enemmän niitä on ostettava.

Rakentamisen ensimmäisen vuoden aikana on hankittu muun muassa 2400 liikennemerkkiä, 9 kilometriä raskassuojaa ja 28 km työmaa-aitaa (Kivistö 2020). Osa liikennemerkeistä jää pysyväksi rakentamisen jälkeen, eikä niitä silloin lasketa mukaan TLJ:n kustannuksiin (Nieminen 2021).



Kuvio 1. Esimerkkivertailu hinnan muodostumisesta ostetun ja vuokratun välillä. (mukailtu Lith 2015, 16)

4.3 Asentaminen, ylläpito, purku

Kustannuslaskennassa TLJ:n materiaalikustannuksiin huomioidaan ja lasketaan usein mukaan materiaalien asennukset, ylläpito ja purkaminen. Raide-Jokerilla isompien järjestelyjen asentaminen ja purkaminen tilataan Ramuddenilta, jolta tulee myös suuri osa tuotteista. Pienempien TLJ:n asennuksen ja purkamisen hoitaa kohteen rakennusmiehet.

Asennus ja purkutyö on huomattavasti kalliimpaa normaalin työajan ulkopuolella. Työn toteuttaminen illalla voi olla tarpeellista silloin, kun tarvitaan muu liikenne vähäisimmilleen. Monissa tapauksissa tällaiset työskentelyajat ovat välttämättömiä ja asennus- tai purkutyö

voi myös olla tehokkaampaa liikenteen ollessa vähäisempää. Ilta- ja yötoiden veloitus on noin 15 % suurempi, lauantaina noin 40 % suurempi ja sunnuntaina noin 80 % suurempi. TLJ-tuotteiden asentaminen ja purkaminen pitäisi siis pyrkiä tilaamaan normaalille työajalle, mutta aina se ei ole mahdollista tai työtehollisesti järkevää.

Mikäli TLJ:t ovat pidempikestoisia, nousee myös niiden ylläpitokustannukset, kun rikkiäisiä tuotteita joudutaan vaihtamaan ehjiin. Talvella katukohteita auratessa ja hiekoittaessa välittömässä tien läheisyydessä, tuotteita rikkoutuu huomattavasti enemmän kuin kesällä, ja ylläpitokustannukset nousevat huomattavasti. (Lith 2015, 10). Raide-Jokerilla avoimien katujen kunnossapito on kaupungin vastuulla. Mikäli rakennuskohteen ympäristö estää tavanomaisen kunnossapidon, on hankkeen vastuulla huolehtia työkohteeseen liittyvän alueen kunnossa- ja puhtaanapidosta.

4.4 Liikenteenohjaajien kustannukset

Liikenteenohjaajia tarvitaan useissa rakentamisen vaiheissa, joissa työkohteen läheisyydessä olevaa muuta liikennettä on ohjattava poikkeavalla tavalla. Liikenteenohjaaja huolehtii, että hänen valvonnassaan ei tapahdu ajoneuvojen kohtaamisia ja liikenne voi turvallisesti ohittaa työmaa-alueen. (Väylävirasto 2015, 22.) Usein liikenteenohjaajia käytetään, kun tarvitaan hetkellisiä liikenteen pysäytyksiä, eikä pysäytystä ole järkevää hoitaa liikennevaloilla liikenteen turvallisuuden, sujuvuuden tai pysäytystarpeiden epäsäännöllisyyksien takia. Myös pyöräilijät ja kävelijät tarvitsevat liikenteenohjaajien ohjausta vastaavissa tilanteissa.

Joissakin tilanteissa tilapäiset liikennevalot ovat parempi ratkaisu liikenteenohjaajan sijaan. Esimerkiksi, kun tilapäisen vuorottelevan liikenteen järjestäminen on pidempikestoista sekä tarpeeksi säännöllistä ja pysyvää, on kustannustehokkaampaa toimia liikennevaloilla.

Töitä, joissa liikenteenohjaajia usein käytetään:

- tien läheisyydessä olevat louhinta ja räjäytystyöt
- asfaltointityöt
- työmaan erikoiskuljetukset
- välittömässä tienläheisyydessä tehtävät puunkaato-työt
- valaisinasennukset tai muut nopeasti liikkuvat asennukset
- vaaralliset työmaaliitynnän risteyskohdat.

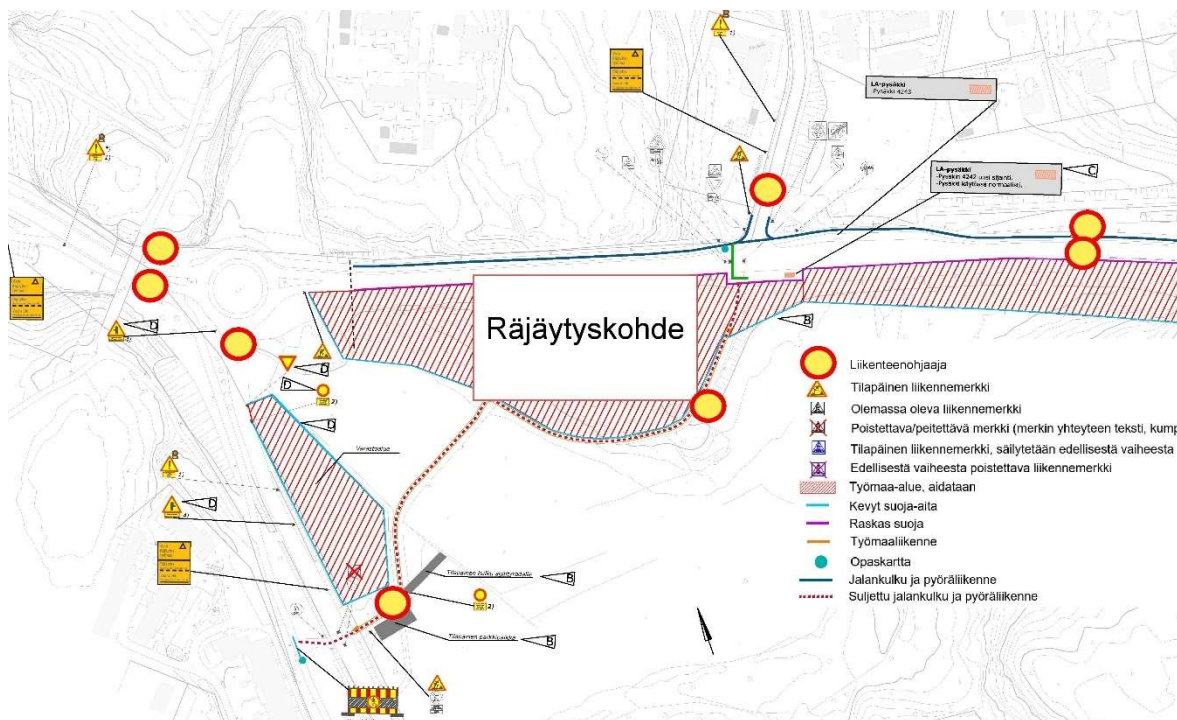
Liikenteenohjaajien määrän mitoittamisen ja kustannuksen kannalta huomioitavaa:

- Liikenteenohjaajat työskentelevät turvallisimmin ryhmänä, mikäli liikennettä on useista suunnista tai useammilla kaistoilla.
- Liikenteenohjaajalle ei saa määrittää muita tehtäviä ohjaamisen ajaksi.

- Yhtäjaksoisessa työssä tauot on taattava vähintään kahden tunnin välein.
- Liikenteenohjaajalle on hoidettava varahenkilöitä, jotka hoitavat tehtävää varsinaisen liikenteenohjaajan lepo- ja lounastaukojen aikana.
- Liikenteenohjaajat kannattaa mieluummin ylimitoittaa kuin alimitoittaa turvallisuussyistä ja tauottamisen takaamiseksi.
- Helppoissa ja erittäin lyhytkestoisissa kohteissa myös muuta työmaahenkilöstöä voidaan käyttää liikenteenohjauksessa.
- Isommissa liikenteenohjauskohteissa voidaan tarvita liikenteenohjaajauksen työnjohtaja, joka koordinoi ja vastaa tapahtumapaikalla olevasta liikenteenohjauksesta.

Esimerkiksi H18 Viilarintiellä tehtiin suuria kallionlouhintatöitä, joihin kuului monia räjäytyksiä välittömässä tienläheisyydessä (Kuva 3). Liikenteenohjaajia tarvittiin pysäyttämään liikenne kaikista kulkusuunnista jokaisena räjäytyshetkenä, jotta voitiin taata työmaan ulkopuolisten turvallinen etäisyys räjäytyskohteesta. Räjäytyskohteen turvaetäisyyden määrittää räjäytystöiden johtaja. Mikäli kulkusuunta on vilkas, on turvallisempaa hoitaa pyörä- ja kävelytielle oma ohjaajansa.

Ensimmäisessä työvaiheessa kuvan mukaisesti toimittiin noin kuukauden ja koko katualueen louhintatyöt räjäyttäen kestivät noin neljä kuukautta. Liikenteenohjaajia tarvittiin ensimmäisessä työvaiheessa kahdeksan, mutta myöhemmissä vaiheissa liikenteenohjaajien tarpeen määrä väheni neljään kulkusuuntien vähentyessä. Räjäytyksiä, jolloin liikenteenohjaajat pysäyttivät liikennettä, oli päivän aikana 2 - 4, joista ruuhka-ajan ulkopuolella yksi aamupäivällä ja loput iltapäivällä. Liikenteenohjaajat varattiin työhön koko räjäytyspäivän ajaksi, sillä räjäytyshetket ja määrät olivat epäsäännöllisiä ja liikenteenohjaajan minimilaskutusaika on neljä tuntia. Räjäytystyötä ja liikenteenohjausta tehtiin vain arkipäivisin. Liikenteenohjaajien henkilötunnit näkyivät merkittävästi katualueen TLJ:hin varatuissa kustannuksissa.



Kuva 3. H18 Viilarintien kallioiden louhinta TLJ-suunnitelma (mukailtu Raide-Jokeri 2019c)

Raide-Jokerilla on sopimus liikenteenohjaajista Ramudden Oy:n kanssa, joka on suuri pohjoismaalainen TLJ:n ratkaisuita tarjoava yritys. Liikenteenohjaajien kustannuksien analysoinnissa ongelmallista on, että liikenteenohjaajat on rakentamisen kustannuslaskennassa kirjattu samalle litteralle kuin muut katukohteen TLJ:n kustannukset.

Monissa tapauksissa liikenteenohjausta voidaan joutua tekemään myös normaalin työajan ulkopuolella. Esimerkiksi silloin, kun halutaan, että muu liikenne on vähäisimmillään tai jos ohjausta vaativalle tapahtumalle on erityistarve tiettyinä hetkenä. Liikenteenohjauksen iltaja yötoiden veloitus on noin 20 % suurempi, lauantaina 50 % suurempi ja sunnuntaina kaksinkertainen veloitus normaalityöaikaan verrattuna. Liikenteenohjaajien tarpeen tarkkaa määrää ei pystytä ennustamaan vielä kehitysvaiheessa. Liikenteenohjaajien tarpeen määrää ja kustannuksia tulisi kuitenkin jo joltain osin arvioida kehitysvaiheessa ja siihen tulisi varata huomattava osa tavoitekustannuksista, sillä liikenteenohjauksella voi olla merkittävä osuus TLJ:n kokonaiskustannuksista.

Työvaiheen liikenteenohjaajien tarpeen arviointi ja kustannusarvion muodostaminen:

1. Arvio liikenteenohjaajien tarpeellisuudesta työkohteessa?
 - a. Voidaanko liikennettä ohjata käyttäen omaa työmaahenkilöstöä?
 - b. Voidaanko hoitaa liikennevaloilla, jos kyllä, tuleeko kalliimmaksi ja onko tarpeeksi turvallista?
2. Määrän arviointi
 - a. TLJ-Yleissuunnitelma / TLJ-suunnitelma / työsuunnitelma / oma arvio
 - b. Huom. Ylimiöitus ja onko tauotukselle tarvetta?
3. Arvioitu työskentelyaika ja työn kesto
 - a. Kauanko työssä tarvitaan liikenteenohjaajia?
 - b. Mikä on liikenteenohjaajien todellinen työskentelyaika?
 - c. Sopimuksen määrittämä työskentelyaika?
 - minimilaskutusaika?
 - Maksimityöaika?
 - Yötyö-, pyhä- tai viikonloppukorvaus?
4. kokonaishinnan laskeminen
 - Määrä * aika * yksikköhinta

4.5 Muut erityisratkaisut

Usein TLJ:ssä joudutaan rakentamaan erikoisratkaisuita, jotka saattavat nostaa huomattavasti katukohteen TLJ:n kustannuksia. Näitä ratkaisuita ovat:

- tilapäispäällysteet ja pohjat
- tilapäiset valaistukset
- kaivantosillat
- tilapäiset bussipysäkit.

Kustannuksia nostavat esimerkiksi kiertoreitit, joita varten pitää tehdä kaivuu- ja täyttötöitä, asfaltoimaan sekä maalaamaan ajoratamerkinät. (Tiehallinto 2003; Lith 2015, 10.) Usein nämä kiertoreitit joudutaan tekemään miltei samalla laatusolla kuin lopullisetkin rakenteet. Osassa tapauksista kiertoreitin rakenteet joudutaan vielä purkamaan työn päätyttyä ja reitin tarpeellisuuden loputtua.

Mikäli katualueen normaalit katuvalot on jouduttu ottamaan pois, eikä uutta olla vielä pystytty rakentamaan, voidaan pimeällä tavikaudella joutua asentamaan tilapäiset katuvalot.

Nämä valot voivat tulla kalliiksi. Kustannus on vältettävissä, jos valaistuksen katkaisuun tarvittavat työt pystytään toteuttamaan valoiseen aikaan vuodesta.

Usein liikennekohdissa putki- ja johtokaivantojen päälle asennettavat kaivantosillat ovat kappalehinnaltaan suuria, mutta kuitenkin monissa työkohteissa välttämättömiä, eikä niitä voida korvata muilla ratkaisuilla. Ympäristössä, jossa on erityisen suuret jalankulkijavirtaukset ja työ on pitkäaikaista, on usein tarvetta hintavimmille mutta kestävimille aitaratkaisuille.

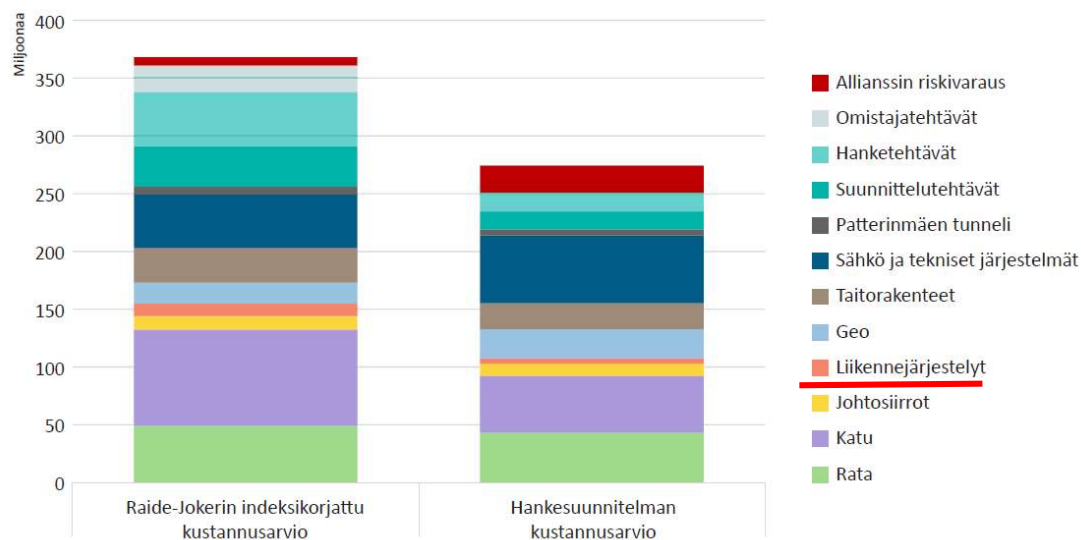
Edellä mainitut ratkaisut voivat viedä osoitetusta budjetista erittäin suuren osan ja siksi ne tulisi huomioida jo hyvissä ajoin. Monet näistä erityisratkaisuista ovat välttämättömiä monestakin syystä ja vaikka ne nostaisivat TLJ:n kustannuksia, niin usein ne alentavat kuitenkin muita rakentamisen kustannuksia työtehon lisääntymisellä.

5 Raide-Jokerin kehitysvaihe

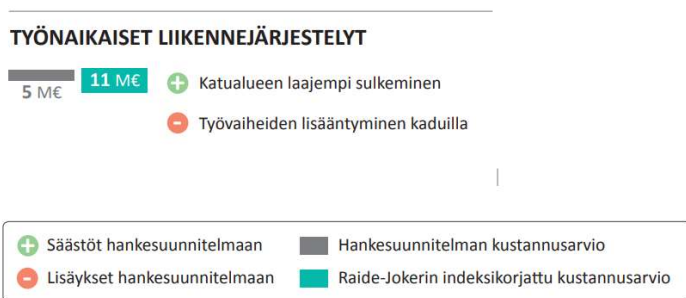
5.1 Uusi kustannusarvio hankesuunnitelmasta

Tilaajan määrittämästä Raide-Jokerin hankesuunnitelman 275 miljoonan euron kustannusarviosta TLJ:hin oli arvioitu noin 5 miljoonaa euroa (Raide-Jokeri 2016). Alkuvuodesta 2019 kehitysvaiheen loppupuolella, kun kaikki allianssin osapuolet olivat mukana määrittämässä uutta arviota, kustannusarviota nostettiin Raide-Jokerin indeksikorjatussa kustannusarviossa 386 miljoonaan euroon ja TLJ:n kustannukset nousivat 11 miljoonaan euroon.

Kustannukset nousivat, koska hankesuunnitteluun jouduttiin tekemään lisäyksiä ja alkuperäiset laskelmat olivat laskettu olettamuksella, että hanke toteutetaan yhtenä kokonaisurakana. Esimerkiksi TLJ:n kustannuksia nostivat erityisesti työvaiheiden lisääntyminen kauduilla. Erityisesti putki- ja johtosiirtojen määrän huomattava kasvu hankesuunnitelmasta on lisännyt kohdekohtaisten työvaiheiden määrää (kuvio 2. ja kuva 4.). (Raide-Jokeri 2019a). Lisäksi Raide-Jokeri rakentaa muita liittyviä hankkeita, joiden kustannukset eivät kuulu tavoitekustannuksiin. Liittyviä hankkeita ovat muun muassa raitiotievarikko ja uusi bussivarikko.



Kuvio 2. Raide-Jokerin kustannusarviot ja tilapäisten liikennejärjestelyjen osuus (Raide-Jokeri 2019a, 6)



Kuva 4. Tilapäisten liikennejärjestelyjen muuttuneet kustannusarviot (Raide-Jokeri 2019a, 6.)

5.2 Kehitysvaiheen porttijärjestelmä

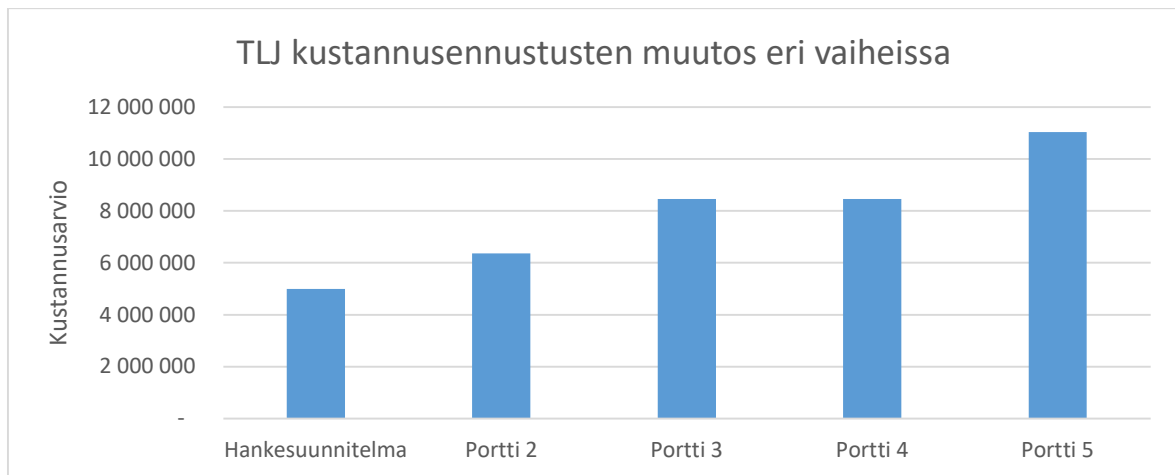
Raide-Jokerilla kehitysvaihe oli jaettu viiteen tavoitejaksoon eli porttiin, joissa asetettiin erilaisia aikaan sidonnaisia tavoitteita kehitysvaiheen osalta. Porttijärjestelmän ideana on tarkentaa suunniteltua ja innovoida suunnitelmia yhdessä kohti seuraavaa porttia ja lopulta alkavaa rakennusvaihetta, niin, että saadaan tavoitekustannus laskettua parhaimmalla mahdollisella tarkkuustasolla kehitysideat huomioiden (Hannula 2021).

Tavoitekustannusten määrittelyssä porteissa toimittiin seuraavasti:

- Portissa 1. tehtiin muun muassa suunnitelma tavoitekustannuksien määrittämiseksi.
- Portissa 2. tehtiin tilaajan määrittämän hankesuunnitelman tarkastuslaskelma, eli laskettiin hankesuunnitelman mukaiset määrät ja niiden kustannukset uudestaan.
- Portissa 3. laskettiin tarkentuneita määriä ja kustannuksia karkeasti hankeosa tarkkuudella keskeneräisten katusuunnitelmien ja työn vaiheistusten pohjalta.
- Porteissa 4. ja 5. jaettiin kadut kahteen osaan. Porteissa laskettiin kustannukset karkealla rakennusosatarkkuudella keskeneräisten katusuunnitelmien pohjalta. Samoihin aikoihin laadittiin myös *toteutusvaiheen tekninen laajuus* -dokumentti sekä sovittiin riskien jaosta.

(Hannula 2021.)

Tavoitekustannukset lyötiin kokonaan lukkoon vuoden 2019 alussa ja laskelmilla aloitettiin rakentaminen kesällä 2019. TLJ:n kustannusten tarkentuessa, nousivat niiden kustannukset hankesuunnitelmasta aina kohti viimeistä porttilaskelmaa kuvion 3. mukaisesti.



Kuvio 3. TLJ:n kustannusten muodostuminen kustannuslaskennan eri vaiheissa.

5.3 Rakentamisen vaiheistus

Kehitysvaiheessa ensimmäisiä asioita oli luoda karkea rakentamisen vaiheistus, josta syntyy työjärjestys ja aikataulu. Rakentamisen vaiheistuksen tarkoitus on luoda suunnittelun, kadun rakentamisen, aikatauluttamisen, TLJ:n ja tavoitekustannusten laskemisen runko, joka on kokonaisuuden kannalta mahdollisimman toimiva ja tehokas. Rakentamisen vaiheistus asettaa tietynlaiset reunaehdot suunnittelulle, tuotannolle, tekniikkalajeille ja muille sidosryhmille allianssissa. (Nieminen 2021.)

Karkea rakentamisen vaiheistus lähtee ensimmäisistä alustavista isojen työkohteiden suunnitelmista, joiden pohjalta suunnitellaan työjärjestystä. Tämän jälkeen syvennyttään tarkempaan katukohtaiseen vaiheistukseen, jolloin suunnitelmien on oltava jo sillä tasolla, että tiedetään suunnilleen mitä rakennetaan ja miten. Selvitetään esimerkiksi, mitä putkulinjoja on siirrettävä, millaiset ovat niiden työalueen tarpeet ja miten liikenne ohjataan. Kaupungilta on oltava tiedossa tieto muista työmaista ja niiden varauksista sekä kesken-eräisistä kaavoista. Suunnitelmien kehittyessä rakentamisen vaiheistus kehittyy ja näin kehittyy myös kustannusarvio, joka johtaa lopulta tavoitekustannuksiin. (Nieminen 2021.)

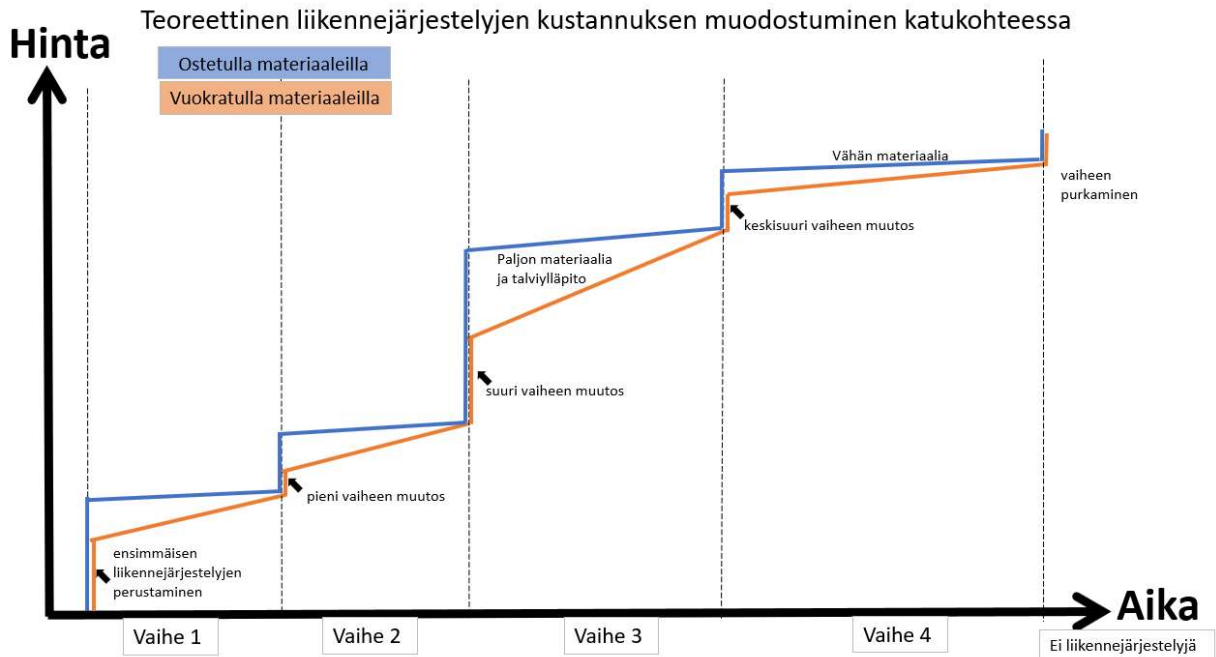
Pääsääntöisesti kun rakennetaan katualueella, raitiotiekiskojen asennus luo usein tarpeen yhdelle TLJ-vaiheelle enemmän verrattuna vastaavaan katurakentamiseen, jossa itse raitiotietä ei rakennettaisi. Tämä on pitkälti kiinni rakentamisympäristöstä ja toisinaan raitiotien vaikutusta vaiheiden määrälle ei juurikaan ole. Mitä tarkemmin rakentamisen vaiheistuksien määrä ja laatu tunnetaan, sitä tarkempi ja luotettavampi on siihen liittyvä kustannuslaskenta. Tärkeintä on kuitenkin tunnistaa vaiheistuksen ja TLJ:n päälinjat sekä suljettavat kadut ja kohteet. Rakentamisen vaiheistuksessa on myös tunnistettava muutoksiin

liittyvät riskit ja sille jätettävä riskivarausta tavoitekustannuksiin. Kehitysvaiheessa pitäisi myös pyrkiä varautumaan järkevään muutosten hallintaan, jota vaativassa infrarakentamisessa rakennusvaiheessa tyypillisesti tarvitaan. (Nieminen 2021.)

5.4 TLJ-vaiheiden muutos

Hellstedtin (2019) mukaan Raide-Jokerilla tavoitteena on ollut suunnitella TLJ:t niin, että ne toteutetaan mahdollisimman suurina muuttumattomina kokonaisuuksina ja TLJ-vaiheita tehtäisiin mahdollisimman vähän. Näin minimoidaan TLJ:n muutostarpeet ja pienennetään muutoksista aiheutuvat kustannukset ja reitit pysyvät mahdollisimman johdonmukaisina. Lappalaisen (2021a) mukaan mikäli työalue toteutettaisiin pienempinä kokonaisuuksina, saataisiin liikenteelle kerralla enemmän tilaa. Silloin kuitenkin liikennettä jouduttaisiin jatkuvasti muuttamaan sekä sovittamaan ja pahimmassa tapauksessa voitaisiin olla tilanteessa, jossa ei onnistu tehokkaasti rakentaminen eikä liikenne. Mitä enemmän vaiheita laaditaan, sitä enemmän menee aikaa ja rahaa TLJ:n suunnitteluun, toteuttamiseen, neuvotteluihin sekä tiedottamiseen. TLJ:n vaiheiden lisääntyttyä, kasvaa myös riski, että jotain menee pieleen tai jää huomioimatta.

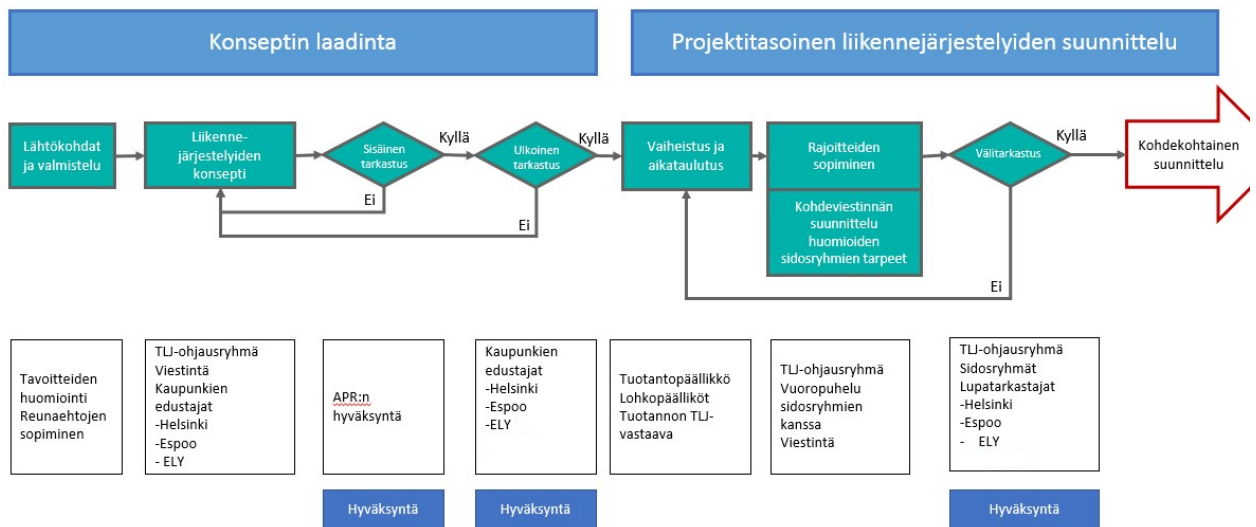
Kehitysvaiheessa TLJ-vaiheen muutokset jaettiin karkeasti pieneen, keskisuureen tai suureen vaihemuutokseen, riippuen vaihemuutoksen haastavuudesta ja suuruudesta. Jokaisen vaiheen muutokselle laskettiin TLJ:n teoreettinen kustannus. Suuruus arvioitiin aina vaihekohtaisesti ja monet laskelmat perustuivat hyvin pitkälti asiantuntija-arvioon. (Nieminen 2021.) Kuvioon 4. on luonnehdittu katukohteen TLJ:n kustannusten muodostuminen rakentamisen vaiheissa teoreettisesti. Ostetulla materiaalilla kustannukset realisoituvat heti ja vuokratulla materiaalilla kustannukset kertyvät ajan kanssa. Molemmissa tapauksissa on teoriassa samat asennus-, ylläpito- ja purkukustannukset.



Kuvio 4. Teoreettinen katukohteen TLJ:n kustannuksen muodostuminen vuokratuilla ja ostetuilla materiaaleilla

5.5 TLJ:n vaiheistus ja suunnittelu

TLJ:n vaiheistusta ja suunnittelua varten on tiedettävä liikenteen vaatimukset ja määrät, erikoiskuljetusreitit, rakennuskohteet ja niiden kaivantotyyppit, niiden kesto ja ajoittuminen sekä rakentamisen vaatima tila. Kehitysvaiheessa TLJ:n tavoitekustannusten määrittelyä varten tuli pohtia päätoteutustapoja, jolla liikennettä voitaisiin ohjata katutöiden läpi. Kysymyksenä oli esimerkiksi, voidaanko kadulle tehdä vuorottelevaa liikennettä ja mitä katukohteista voidaan sulkea osittain. Katukohteista tehtiin ensin rakentamisen yleissuunnitelmat ja alustavat työsuunnitelmat, joiden pohjalta tehtiin TLJ-yleissuunnitelmat ja niiden vaiheistukset. Yleissuunnitelmat sisältävät rungon, jonka pohjalta rakennusvaiheen suunnittelu- ja toteutusresurssit voidaan arvioida. Liikennesuunnittelijat tekivät yhteistyötä erityisesti tuotantolohkojen sekä katu- ja geosuunnittelijoiden kanssa. (Rautio 2020.) Suunnitteluprosessissa toimitettiin kuvan 5 mukaan.



Kuva 5. TLJ:n suunnitteluprosessi kehitysvaiheessa (Raide-Jokeri 2019b)

5.6 TLJ:n vertailu, tyyppimallit ja määrälaskenta

Kehitysvaiheessa kun joillekin katukohteille ei vielä ollut saatu riittäviä TLJ:n yleissuunnitelmia laskentamääräaikaan mennessä, jouduttiin laskennassa soveltamaan. Tehtiin vertailevaa peilausta vastaavien isojen katuhankkeiden kanssa kuten muun muassa Tampereen Raitiotieallianssiin ja Raide-Jokerin katukohteiden välillä. Vertailussa verrattiin muun muassa rakennettavan kadun kokoa, liikenneympäristön luonnetta ja liikenteen määriä. Vertailujen pohjalta pystyttiin tekemään arvioita esimerkiksi liikennemerkeistä ja niiden määrästä. (Tuomola 2020.) Vertailun pohjalta luotiin myös muutamia erikokoisia TLJ:n tyyppimalleja, joille laskettiin arvioitu kustannus. Näiden tyyppimallien kustannusarvioita käytettiin laskemaan kadun erikokoisia tilapäisiä liikennejärjestelyitä. (Huttunen 2021; Nieminen 2021.)

Liikennesuunnittelijat määrittivät TLJ-yleissuunnitelmien avulla TLJ-tuotteiden luokat sekä määrät määrälaskentataulukoihin kohteista, joissa TLJ:n yleissuunnitelmat olivat hyvällä tasolla. Tavoitteena ei ollut laskea määriä esimerkiksi yhden aidan tarkkuudella, vaan tehdä rajallisen tiedon avulla paras arvio. Samaan aikaan eri aliurakoitsijoilta pyydettiin ennakkotarjouksia eri tuotteista sekä hyödynnettiin edellisten urakoiden materiaalien hintatietoja. Niistä määritettiin tuotteille kappalehinta ja kokonaiskustannukset, joihin sisältyy asennus, ylläpito ja purku. (Rautio 2020.)

Koska kustannuslaskennan eri vaiheissa TLJ:stä on hyvin paljon erilaista tietoa, eri menetelmät sopivat eri vaiheeseen kustannuslaskentaa. Vertailut, tyyppimallit, määrälaskenta ja asiantuntija-arvioiden menetelmät oikein vertailtuna tukevat myös toisiaan. Voidaan verrata

esimerkiksi saman kadun eri laskentatavalla saatuja tuloksia ja huomata laskentavirheitä. Mikäli jonkun laskentatavan tulokset eivät ole linjassa, ja tietyllä laskentatavalla tuloksissa on usein eroavaisuuksia muihin, voidaan menetelmästä huomata virheitä ja korjata itse menetelmää ja kustannusarvioita kehitysvaiheessa. Myös kesken kehitysvaiheen on tärkeää saada tietoa eri TLJ:n kustannuksista, jotta pystytään tekemään kustannuksiin perustuvia päätöksiä.

5.7 Kehitysvaiheen haasteet ja onnistumiset

Usein TLJ:n tarkempi suunnittelu on suunnitteluhierarkian viimeisimpiä vaiheita. Kaupunkiympäristössä rakentamisen tilat ovat hyvin pieniä, mutta työalueille on saatava vaadittava toimintatilansa. TLJ:t ja niiden vaiheistukset suunnitellaan työalueiden mukaan, mutta niin, että työalueen ulkopuoliselle alueelle ja sen käyttäjille ei aiheudu merkittävää haittaa. Tuomolan (2020) ja Raution (2020) mukaan Raide-Jokerilla kuitenkin onnistuttiin sisällyttämään TLJ:n suunnittelu hyvin muun suunnittelun alkuvaiheisiin ja tuotannon kanssa tehtiin todella tärkeää yhteistyötä.

Kehitysvaiheessa haasteita aiheuttivat seuraavien asioiden määrittäminen:

- Kuinka paljon samoja liikennemerkkejä pystytään hyödyntämään eri TLJ-vaiheissa.
- Mihin vuodenaikaan eri vaiheiden rakentaminen sijoittuu ja siten missä määrin korvaavalle valaistukselle on tarvetta.
- Myös työmaan sisällä oleva kaivantosuojaus eli kaikki mihin TLJ:n materiaalia käytetään.
- Sähkörataperustusten ja -pylväiden sekä ajolankojen asentamiseen vaadittavat TLJ:n määrät.
- Bussipysäkkisiirtojen tarkan määrän arviointi.
- Tilapäisen asfaltoinnin määrän arviointi.
- Pienempien TLJ:n välivaiheiden arviointi.
- Liikenteenohjaajien tarpeen määrän arviointi.

(Tuomola 2020; Rautio 2020.)

Määrien arviointia hankaloitti, kun monia suuria linjauksia, kuten joidenkin katujen sulkemista, ei ollut vielä lyöty lukkoon määrityshetkinä (Tuomola 2020; Rautio 2020). Monet päätökset ja laatutasot tulisi jatkossa määrittää vielä aikaisemmassa vaiheessa. Hannulan mukaan (2021) kehitysvaiheen suunnittelutyötä tekevät laskivat samalla määriä, mikä hidasti suunnittelutyötä. Kustannuslaskentahetkellä suunnittelutyötä ei joissakin kohteissa ollut saatu riittävästi tehtyä, mikä aiheutti omat epävarmuustekijänsä laskentaan. Kokonaisuuden hallinta kolmen eri suunnitteluyrityksen ja urakoitsijan välillä sekä yleinen

tiedonkulku aiheutti omat haasteensa. Asioita kuitenkin helpotti ja nopeutti huomattavasti allianssilähtöisyys ja se, että monet tahot sijaitsisivat saman katon alla. Parhaimmillaan yhteistyö oli hyvin hedelmällistä.

Selvitysten, suunnittelu ja yhteensovittaminen monen tahon kanssa ja pitkien prosessien myötä, on yllättävän aikaa vievää. Lähtötietojen selvittäminen, tiedot Espoon ja Helsingin kaupungeilta, kaupunkien kanssa neuvottelut, rakentamisen vaiheistus, aikataulut, suunnittelu, tarkempi laskenta, katujen sulkemisen päätökset sekä koko rakentamisen ja TLJ:n aikatauluttaminen on pitkä prosessi, josta aika meinasi loppua kesken. (Nieminen 2021.) Kehitysvaihe aiheutti omat haasteensa Raide-Jokerilla ja jälkikäteen on helpompi sanoa, missä suurimmat vaikeudet olivat ja mitä olisi pitänyt tehdä toisin.

Raide-Jokerilla onnistuttiin neuvottelemaan hyvin TLJ:n periaatteista kaupunkien, HSL:n, ELY:n sekä paikallisten toimijoiden kanssa. Raide-Jokerilla suunnitellut TLJ:t ovat pääsääntöisesti toimineet erittäin hyvin ja laajoista liikennejärjestelyistä aiheutuneita vaaratilanteita on sattunut poikkeuksellisen vähän (Lappalainen 2021a). Kallosen (2021) mukaan kaupungilta on tullut paljon positiivista palautetta TLJ:stä. Usein jos rakentamisessa saadaan palautetta, se on negatiivista ja jokin on pielessä.

6 Raide-Jokerin rakennusvaihe

6.1 Kustannusseuranta

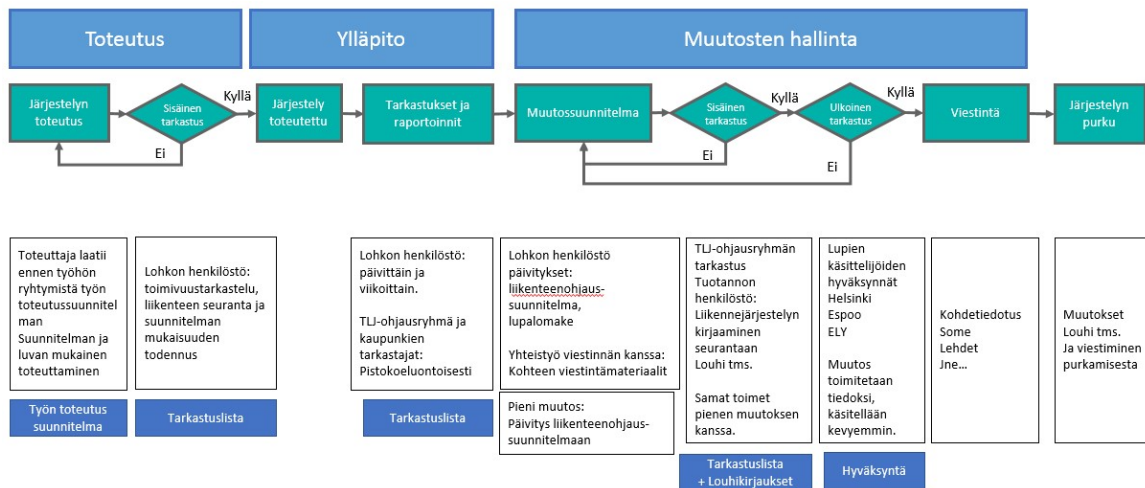
Raide-Jokerilla on määritetty kustannushallintasuunnitelma, jonka mukaan kustannushallintaa toteutetaan rakennusvaiheessa. Kustannushallintaa tehdään PLM Alliance -ohjelmalla. Allianssiprojektisen luonteen takia myös kustannustiedonkulku on erityisen tärkeää ja kustannusseuranta tekee jatkuvasti eri tekniikkalajiryhmät ja työlohkot. Tietoja kootaan säännöllisesti yhteiseksi kustannusennusteeksi. (Huttunen 2021.)

Kustannuksien muodostumista ja ennustamista suhteessa asetettuun tavoitekustannukseen valvotaan jatkuvasti. Tehdystä työstä syntyneitä kustannuksia arvioidaan seuraaviin tuleviin työvaiheisiin. Työn edetessä arvioidaan työn valmiusastetta ja edessä olevaa työmäärää. Tätä tietoa suhteutetaan ja budjetoidaan työvaiheisiin, jotta pysytään tavoitekustannuksissa. (Huttunen 2021.) Esimerkiksi TLJ:ssä katsotaan edellisten vaiheiden toteutunutta kustannusta ja tulevia vaiheiden määriä ja suuruutta ja näillä arvioidaan tulevia TLJ:n kustannuksia. Täten kehitysvaiheessa monet TLJ:hin budjetoidut kustannukset tarkentuvat. (Nieminen 2021.)

6.2 TLJ:n hankinta

Käytännössä TLJ:n osalta katukohteelle hankitaan TLJ-suunnitelmien mukaiset tavarat sopimuskumppaneilta ja laskutus litteroidaan tuotantolohkolle. Materiaalia ei litteroida katukohteeseen vaan tuotantolohkon TLJ:n alle, sillä niitä voidaan käyttää taas seuraavassa viereisessä katukohteessa tuotantolohkon sisällä. Tämä litterointimenettely helpottaa rakentamisvaiheessa toimimista, mutta näin katukohteen TLJ:n jälkilaskennassa ei pystytä laskemaan katukohteen TLJ:n tarkkoja kustannuksia.

Asentaminen, ylläpito ja purkaminen litteroidaan katukohteen TLJ -litteralle. Näitäkään tietoja ei ole eroteltu laskutuksessa sekä materiaali ja työ ovat usein samoilla laskuilla, mikä tekee tarkemmasta analysoinnista hankalaa. Osa hankinnoista tehdään niin sanottuna yhteishankintana koko Raide-Jokerille. Muuten TLJ:n suunnittelun jälkeen Raide-Jokerilla toimitaan seuraavan prosessin mukaan. (kuva 6).



Kuva 6. Prosessikuvaus TLJ:n toteutuksesta purkamiseen (Raide-Jokeri 2019b)

6.3 Muutokset allianssissa

Perinteisessä urakassa urakan kustannuksia lasketaan jo pitkälle suunniteltujen rakenteiden tiedoilla ja kesken urakan tulevat suunnitelmamuutokset usein lasketaan laskutettavaksi lisätyöksi. Raide-Jokerilla on laskettu tavoitekustannuksia enemmänkin kehitysvaiheessa määritettyjen tavoitteiden mukaan. Laskennan pohjalla on ollut *Toteutusvaiheen tekninen laajuus* -dokumentti, jossa on sanallisesti, keskeneräisten katusuunnitelmien ja tyyppikuvien avulla määritelty, mitä asioita Raide-Jokerin rakentamiseen kuuluu ja mitä ei sekä miten mahdolliset riskit jakaantuvat. Suunnitelman tilanteiden muuttuessa tulkitaan *Toteutusvaiheen tekninen laajuus* -dokumenttia ja päätetään, onko kyseessä laajuusmuutos vai ei. Tilaajalle osoitetut riskit ovat lähtökohtaisesti laajuusmuutoksia. Allianssin riskeiksi määritellyt muutokset eivät ole laajuusmuutoksia vaan kustannusmuutoksia, eivätkä ne nosta allianssin tavoitekustannuksia. Ainoastaan siis laajuusmuutokset vaikuttavat Raide-Jokerin tavoitekustannuksiin, mutta kustannusmuutokset eivät. (Huttunen 2021; Hannula 2021.)

Kun muutos on todettu laajuusmuutokseksi, tehdään arviointi, jossa todetaan sen vaikutukset TLJ:hin ja niiden tavoitekustannuksiin. Usein laajuusmuutoksilla on vaikutusta TLJ:hin ja siten ne myös muuttavat TLJ:n kustannuksia ja tavoitekustannuksia. Joskus laajuusmuutokset koskevat pelkästään TLJ:tä. Esimerkiksi TLJ:tä muutettiin alkuperäisestä arviosta, kun Väylävirastolta tuli vaatimus liikenteen sujuvoittamiseksi Turunväylän kohdalla. (Hannula 2021.)

Muutokset ovat allianssissa hyvin yleisiä ja usein ne vaikuttavat myös työskentelyn vaiheistukseen, kun vaiheistusta joudutaan sovittamaan muutoksiin. Kun hankkeen suunnittelu ja

rakentaminen kestää useita vuosia, kerkeää kaupunki ympärillä muuttumaan ja työskenteilyn on sopeuduttava muuttuneeseen ympäristöön. Joidenkin katujen kohdalla vaiheistukset saattavat muuttua täysin kehitysvaiheesta. Kehitysvaiheessa tavoitekustannuksissa ja rakennusvaiheessa kustannusennustamisessa riskit vaiheistuksien muutoksiin on otettava huomioon. Mikäli muutokset eivät ole laajuusmuutoksia reagoidaan niihin usein muuttamalla työvaiheistusta edullisempaan suuntaan, tekemällä työ tehokkaammin tai myydään kohteita aliurakoiksi, jolloin säästetään omia resursseja ja saadaan mahdollisesti halvempi tapa toteuttaa työ. (Nieminen 2021.)

6.4 TLJ:n muutokset suunnitellusta

Allianssiprojektissa erityisesti TLJ:n suunnittelu ajoittuu vielä pitkälle rakennusvaiheeseen. Rakennusvaiheessa tarkempaa liikennesuunnittelua tehdään kehitysvaiheen TLJ:n yleissuunnitelmien pohjalta muiden suunnitelmien tarkentuessa. (Rautio 2020.) Rakentamisen edetessä työalueiden tarpeisiin ja ajoituksiin saattaa tulla muutoksia muista yllättävistä asioista, joita rakentamisen aikana kohdataan. Rakennusvaiheessa saatetaan myös huomata, että joitakin asioita ei olla osattu ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi liittyvien suunnitelmien valmistuminen saattaa viivästyä, maaperästä voi löytyä odottamattomia yllätyksiä tai avainasemassa olevan materiaalin toimitusaikoihin voi tulla muutoksia. Tuolloin liikennesuunnittelussa pyritään vastaamaan työalueiden muutoksiin, tekemällä muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin. Usein tämä näkyy TLJ-vaiheiden määrän lisääntymisenä. (Nieminen 2021.)

Raide-Jokerilla rakennusvaiheessa TLJ:n suunnittelu toimii palveluperiaatteella. Liikennesuunnittelussa keskustellaan työmaan tarpeesta ja lainalaisuuksista ja luodaan näiden pohjalta kadulle liikennesuunnitelmat. Työmaan prioriteetti on rakentaa ja liikennesuunnittelun tehtävä on tukea tätä ja tehdä rakentaminen liikenteen osalta mahdolliseksi. Tärkeää on siis tiivis työmaan ja TLJ:n suunnittelun kommunikaatio ja yhteistyö. (Lappalainen 2021a.)

Ideaalitilanteessa TLJ:n yleissuunnitelmien pohjalta olisi voinut rakennusvaiheessa piirtää puhtaaksi TLJ:n suunnitelmat lisäämällä lähinnä vain liikennemerkkejä ja muut pienet yksityiskohdat. Todellisuudessa rakennusvaiheessa huomattiin, että TLJ-vaiheiden määrä lisääntyi huomattavasti monella katukohteella ja täten kehitysvaiheessa toimittiin TLJ-vaiheiden suhteen liian optimistisesti. (Rautio 2020.) Tällaisissa tilanteissa lisätyöstä aiheutuneet kustannukset on vain lisättävä toteutuneen päälle ja pyrittävä minimoimaan ylimääräiset kustannukset ja pyrittävä löytämään säästökohteita muualta.

Kehitysvaiheessa määritettyjen suurempien TLJ-vaiheiden määrät ovat pitäneet aika hyvin paikkansa, mutta on tullut paljon pienempiä välivaiheita. Joissakin kohteissa suunnitelmat

olivat niin alustavia kehitysvaiheessa, että niiden täydennyttyä on muuttunut työjärjestys ja sitä kautta TLJ-vaiheet erittäin paljon. Rakentamisessa on todettu TLJ-vaiheiden määrän vähentymisen suunnitellusta olevan harvinaisempaa, kuin määrän lisääntymisen. (Nieminen 2021.)

6.5 Toimet TLJ:n kustannusten pienentämiseen

Taloudellisuuden, aikataulujen ja työturvallisuuden kannalta on parempi, mitä isompi työalue saadaan kerralla käyttöön. Isolla työalueella työskentely on tehokkaampaa ja se vähentää TLJ-vaiheita ja niiden siirtoja, mikä tekee työskentelystä myös turvallisempaa. (Nieminen 2021.) Isoilla vaiheilla tarvittavasta työstä pystytään toteuttamaan mahdollisimman paljon kerralla eikä siirtymisiin kulu työ- tai materiaaliresursseja. (Olli 2021; Lappalainen 2021b.) Myös raitiotien asentaminen tehokkaasti vaatii mahdollisimman pitkän työalueen kerralla. Raitiotietä saadaan määrällisesti nopeammin rakennettua, kun rakennetaan paljon kerralla, verrattuna pieniin kiskonpätkiin. Mitä pidempi alue rataa saadaan siis rakenteille kerralla, sitä tehokkaampaa kiskon asennus on. (Nieminen 2021.)

TLJ:n kustannuksia saadaan pienemmäksi toteuttamalla mahdollisimman vähän erilaisia TLJ-vaiheita. Järjestelyjen muuttaminen varaa aina kalliita resursseja ja saattaa hetkellisesti vaikuttaa työtehoon negatiivisesti. Usein eri TLJ:tä varten joudutaan hankkimaan myös sellaista tavaraa, joka poistuu käytöstä seuraavissa vaiheissa. Isoilla ja vähäisillä TLJ-vaiheiden määrillä säästetään erityisesti työnteossa, vaikka se saattaisikin näkyä negatiivisena TLJ-kustannuksissa. (Olli 2021; Lappalainen 2021b.)

Joitakin kohteita on pakko sulkea rakentamisen ajaksi, jotta ne voidaan ylipäätään rakentaa. Katukohteissa voi esimerkiksi olla niin iso ja syvällä oleva siirrettävä vesiputki, että sulkeminen on välttämätöntä. Katujen sulkemisella on myös suuret vaikutukset aikatauluihin, turvallisuuteen muulle liikenteelle ja työmaalle. Töiden suunnittelu on helpompaa, vaiheistaminen joutuisampaa ja siten vaiheet vähenevät huomattavasti. (Nieminen 2021.)

7 Johtopäätökset ja yhteenveto

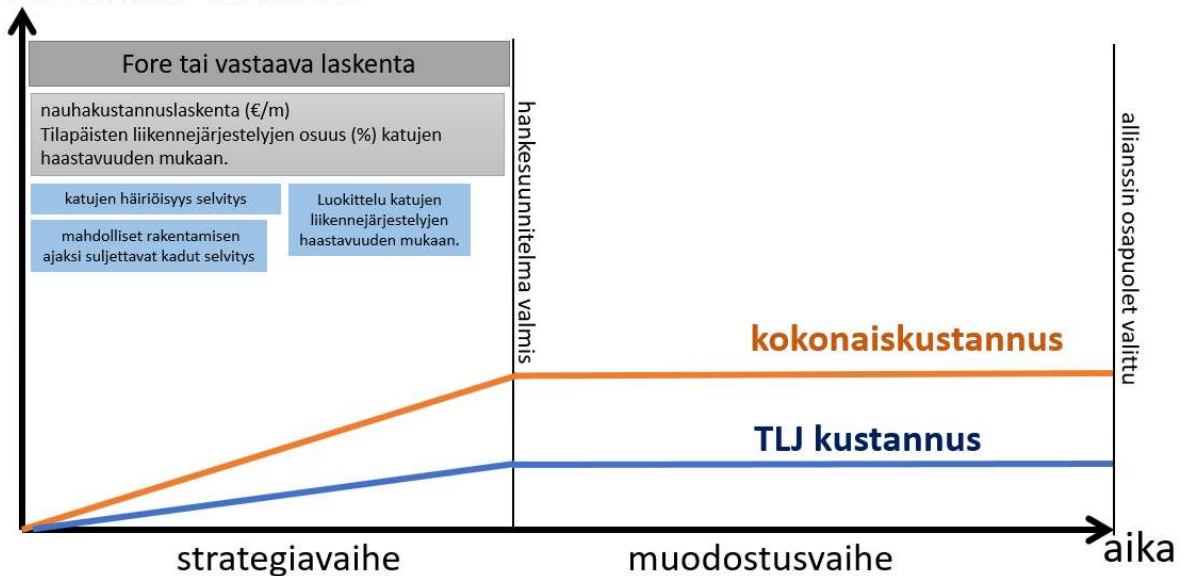
7.1 Strategia- ja muodostusvaihe

Strategiavaiheessa on suotavaa, että TLJ:n osuus lasketaan kohteen kokonaiskustannuksesta prosentteina esimerkiksi Fore -ohjelmistolla tai vastaavalla ohjelmistolla hankesuunnitelmaan. Kadun tulevien TLJ:n haastavuuteen ja häiriöisyyteen tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota laskennassa ja eri katuosuuksien TLJ:hin käytetty prosentti tulisi määrittää katukohtaisesti. Strategiavaiheessa tulisi myös kiinnittää huomiota urakointimallin vaikutuksiin TLJ:ssä. Kun urakointimalliksi valikoituu allianssi, on tärkeä tiedostaa, että myös TLJ:t voivat kustantaa enemmän, koska suunnitelmassa syntyy enemmän muutoksia vielä rakennusvaiheessa ja nämä muutokset vaikuttavat erityisesti TLJ:n kustannuksiin.

TLJ:t ovat kustannustarkkuudeltaan kokonaiskustannuksista jäljessä, sillä TLJ:n kustannuksia ei lasketa samalla tarkkuudelle eikä niihin kiinnitetä vielä kustannuksien osalta niin paljon huomiota kuin muuhun rakentamiseen. Muodostusvaiheessa vielä kilpailutuksessa olevat erilliset urakointi ja suunnitteluyritykset tekevät omia sisäisiä laskelmia hankkeesta, mutta kustannustarkastelua ei tehdä hankkeelle, eikä siten kustannusarvio tarkennu muodostusvaiheessa. (Kuvio 5; Liite 1.)

Tilajaat eli kaupungit voisivat jatkossa jo hankesuunnitelmaan määrittää ja selvittää alustavasti mahdollisesti suljettavia katukohteita raitiotien rakentamisen ajaksi, sillä tilaaja on kuitenkin yhdessä viranomaisten kanssa päättävässä asemassa katukohteiden mahdollista sulkemisesta rakentamisen ajaksi. Katujen sulkemisen aikaisella selvityksellä tilaaja pystyisi tarkemmin määrittämään jo hankesuunnitelmaan katukohteiden kustannuksia, ja siten kehitysvaiheen kriittisestä alkuosasta säästyisi paljon aikaa. Kehitysvaiheessa tilaajan selvityksen pohjalta yhdessä kaikkien allianssiosapuolten kesken voitaisiin määrittää, mitkä kohteet ovat käytännössä kannattavia sulkea, ja mitä muita edellytyksiä sulkemisilla on.

Kustannus tarkkuus



Kuvio 5. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen strategia ja muodostusvaiheessa.

7.2 Kehitysvaihe

Kehitysvaiheessa erityisesti TLJ:n osalta on toimittava hyvin yleissuunnitelmallisella tasolla. TLJ:ssä moni asia on kiinni muiden suunnitelmien valmiudesta. Monet liikenteen yleiset päätökset ja laatutasot tulisi määrittää hyvin aikaisessa vaiheessa ennen tarkempaa liikennesuunnittelua. Myös ratkaisuiden innovoinnille on jätettävä aikaa ja tilaa. Kehitysvaiheessa tärkeintä on vähintään tunnistaa rakentamisen vaiheistuksen ja TLJ-vaiheiden päälinjat sekä suljettavat kadut ja kohteet.

Allianssissa TLJ:n suurimmat kustannusriskit liittyvät TLJ:n suunnitelmien muutoksiin. TLJ-vaiheiden osalta budjetoinnissa ei saa toimia liian optimistisesti vaan suunnitelmamuutoksiin on varauduttava. Muutoinkin pitäisi varautua järkevään muutosten hallintaan, jota vaativassa infrarakentamisessa rakennusvaiheessa tyypillisesti usein tarvitaan.

TLJ-vaiheet tulisi suunnitella mahdollisimman isoina ja vähin vaihein, mutta myös mahdollisille pienemmille välivaiheille on jätettävä varausta. Pääsääntöisesti kun rakennetaan katurakentamisella, raitiotiekiskojen asennus luo usein tarpeen yhdelle vaiheelle enemmän verrattuna vastaavaan katurakentamiseen, jossa itse raitiotietä ei rakennettaisi.

Heti kehitysvaiheen alettua, katujen sulkemisista tulisi tehdä selvitykset ja neuvotella liikennejärjestelyn toteutustavoista ja kriteereistä kaupungin kanssa. Kehitysvaiheen alussa kustannuksia kannattaa laskea vertailemalla kustannuksia jo toteutuneiden ja sen hetkisen suunniteltavan hankkeen välillä. Voidaan myös määrittellä hyvin yleisiä TLJ:n tyyppikuvia ja

– tyyppivaihemuutoksia kustannuksineen, jotta saataisiin yleinen käsitys katukohteen TLJ:n kustannuksista. Kun rakentamisen suunnitelmat ovat tarkentuneet riittävälle tasolle, TLJ:n yleissuunnitelmat ovat hyvällä tasolla ja on ensimmäisiä TLJ-suunnitelmia, voidaan tehdä tarkempaa määrälaskentaa. Kehitysvaiheessa kustannuksien tulisi tarkentua huomattavasti. TLJ:n kustannukset ovat väistämättä aina kokonaiskustannuksia jäljessä, sillä TLJ:n suunnittelu pohjautuu rakentamisen muuhun suunnitteluun. (Kuvio 6; Liite 2). TLJ:n kustannusten laskennassa korostuu erityisesti käytännön kokemus ja asiantuntijuus.

TLJ:n tavoitekustannusten määrittelyä varten tärkeimpiä määritettäviä dokumentteja ovat:

- kaupunkien ja väyläviraston hankekohtaiset ohjeet
- ATA-tavoitteet
- *toteutusvaiheen tekninen laajuus* -dokumentti
- yleinen TLJ-konsepti
- rakentamisen yleisaikataulutus ja vaiheistus
- katusuunnitelmat
- katujen TLJ-yleissuunnitelmat.

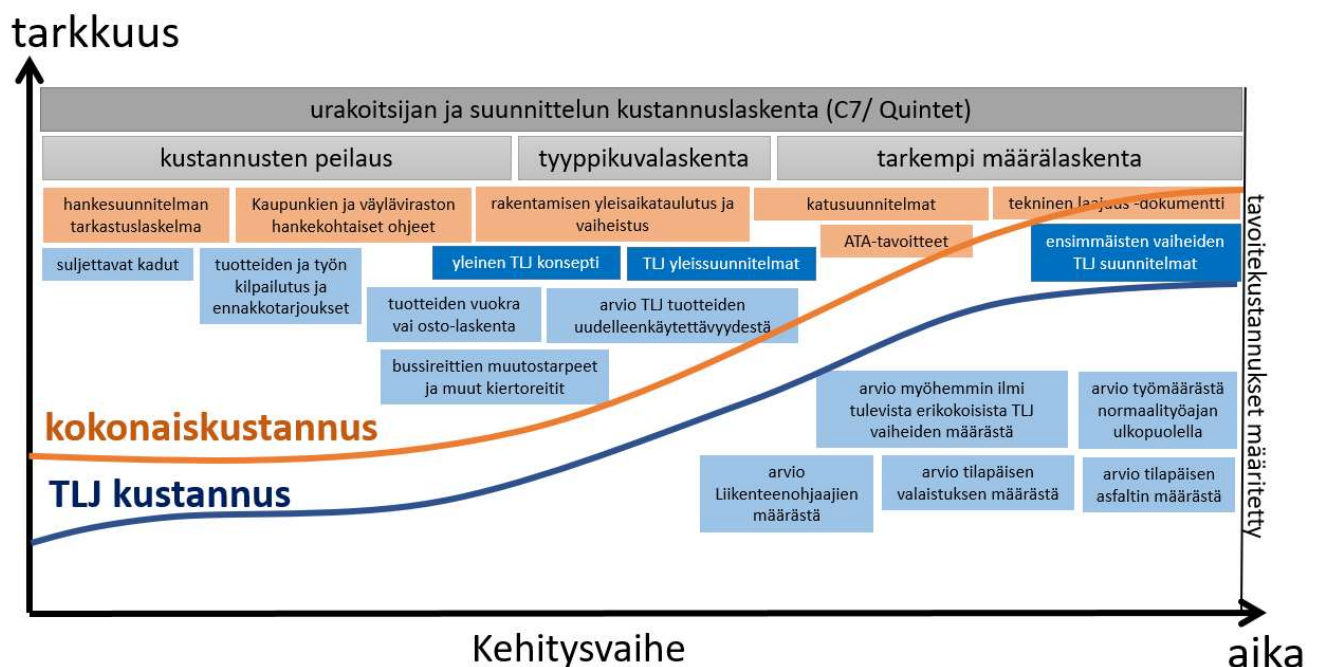
Kehitysvaiheessa tulisi lyhyessä ajassa saada mahdollisimman laaja ja hyvä kuva tulevista TLJ:stä tavoitekustannuksia varten. Tarkempi TLJ:n detajisuunnittelu kehitysvaiheessa on järkevää vain ensimmäisistä TLJ-vaiheista. Voidaan tehdä useita selvityksiä, joilla pystytään tarkentamaan kustannuslaskentaa ja joista voi olla suuri apu myöhemmissä tarkemmissa suunnitteluvaiheissa. Myös kustannuksiin vaikuttavat muut tekijät on hyvä olla tunnistettuna.

TLJ:n kustannuslaskentaa tarkentavat selvitykset muun muassa:

- suljettavat kadut ja kiertoreitit
- tuotteiden ja asennustyön kilpailutus sekä ennakkotarjoukset
- urakoiden ulosmyynti liikennejärjestelyineen
- arvio tulevien suunnittelelmattomien ja yllättävien erikokoisten TLJ-vaiheiden määrästä
- arvio TLJ:n asennuksen, ylläpidon ja purun määrästä normaalityöajan ulkopuolella
- mitä tuotteita kannattaa vuokrata ja mitä ostaa laskenta
- talvikunnossapidon ja talvivalaistuksen tarpeen arviointi
- työvaiheiden liikenteenohjaajien tarve, mitoittaminen ja hinnan arviointi
- arvio tilapäisten liikennemerkkien ja muiden TLJ:n tuotteiden uudelleenkäytettävyydestä.

Tekijöitä, jotka vaikuttavat TLJ:n kustannuksiin:

- kaupungin ohjeistukset liikennejärjestelyistä
- kadun toimintaympäristöluokka
- liikennemäärät
- erityskulutusta kestävien tuotteiden tarve
- erikoiskuljetusreitit
- bussireittien muutostarpeet
- TLJ:n kesto
- tilapäispäällysteiden tarve
- tilapäiset valaistukset
- työalueiden kaivantotyypit.



Kuvio 6. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen hankkeen kehitysvaiheessa.

7.3 Rakennusvaihe

Kehitysvaiheessa määritettyjen TLJ:n tavoite-kustannusten todelliset kustannukset realisoituvat rakennusvaiheessa. Kehitysvaiheessa laadittuja suunnitelmia ja mietittyä konseptia pitäisi pyrkiä toteuttamaan mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman hyvin. Kustannuksia koskevissa päätöksissä tulisi seurata laajempaa kokonaisuutta eikä vain TLJ:n kustannuksia. TLJ:llä on valtavat vaikutukset ATA-tavoitteisiin sekä rakentamisen tehokkuuteen ja sitä

kautta kokonaistulokseen. Toteutustavoilla ja oikeilla toimilla pystytään pienentämään TLJ:n kustannuksia. Täytyy myös muistaa, että TLJ:t ovat rakentamisen tukitoimi ja mahdollistaja, eikä itse tarkoitus. Tämän takia onnistuneisuutta punnittaessa ei pitäisi tuijottaa pelkkiä TLJ:n kustannuksia, vaan nähdä kokonaiskuva, joka panostetulla ja toimivalla TLJ:llä saadaan aikaan.

Rakennusvaiheen alussa ensimmäiset TLJ:t toteutetaan kehitysvaiheessa suunniteltujen suunnitelmien avulla. Myöhempien vaiheiden tarkempi detaljisuunnittelu tapahtuu rakennusvaiheessa. Toisinaan muihin rakentamisen suunnitelmiin saattaa tulla muutoksia monista syistä, kuten esimerkiksi laajuusmuutoksista, jolloin usein TLJ:hin on tehtävä suunnitelman muutoksia. Erityisesti tällaisissa tilanteissa tiivis ja tehokas yhteistyö liikennesuunnittelun ja työmaan välillä takaa onnistuneet TLJ:t ja hallitut kustannukset. Vaativassa infarakentamisessa isoissakin muutoksissa on pystyttävä toimimaan ja niihin on kyettävä reagoimaan ajoissa. Rakennusvaiheessa kannattaa hyödyntää kehitysvaiheessa tehtyjä selvityksiä sekä tarvittaessa luoda lisää tietoa. (Kuvio 7; Liite 3).

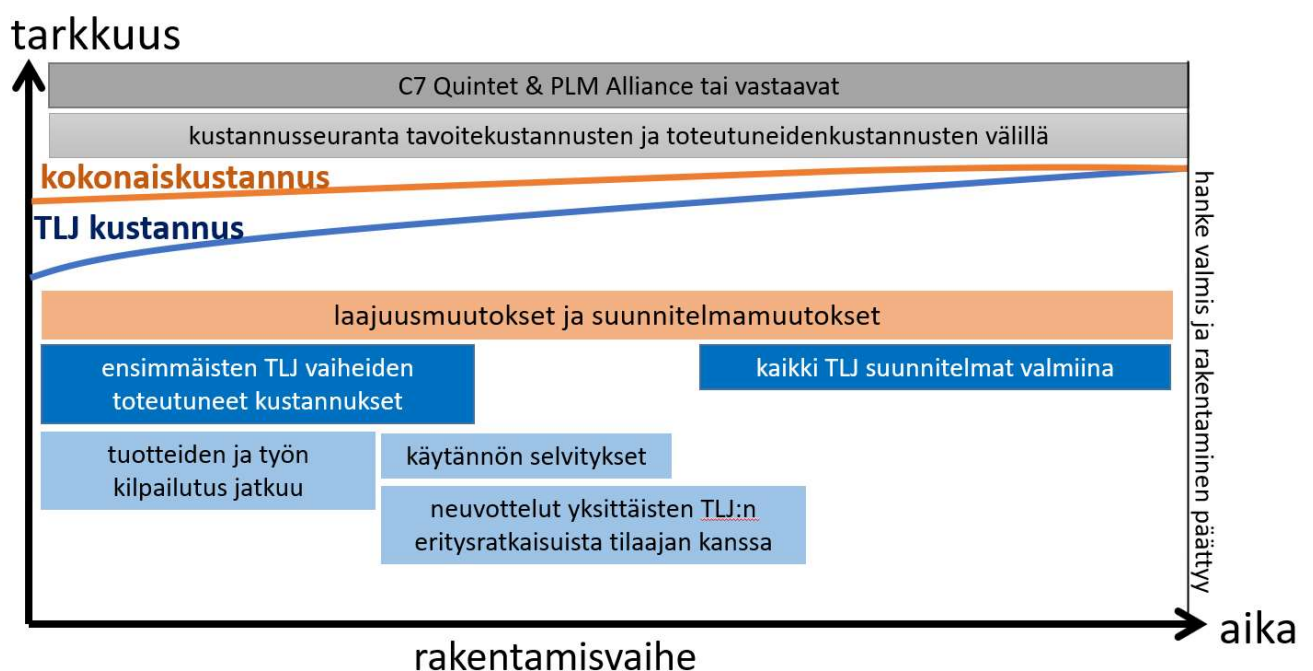
Allianssin sisällä myös TLJ:n kustannukset ovat tietoja tarvitseville mahdollisimman läpinäkyviä. TLJ:n toteutuneista kustannuksista tulisi pystyä vähintään erottelemaan katukohde, vaihe, materiaali ja työ, jotta saataisiin jälkilaskentaa ja myöhempien vaiheiden suunnittelua varten tarkempaa tietoa TLJ:n toteutuneista kustannuksista. Kun laskussa on katukohde selvillä, pystytään laskun aikatiedoista erottelemaan myös sen TLJ-vaihe tai vaihemuutos. Siten laskutukseen tulisi vaatia erotelluksi työ ja materiaali.

Katukohtaista tietoaineistoa tulisi ylläpitää materiaaleista. Kun materiaalia tilataan työmaalle tai siirretään katukohteelta toiselle, on vaivatonta merkata materiaalin tiedon kohdalle vain aika ja tuleva katu. Näin tiedettäisiin jatkuvasti, mitä materiaalia työmaalla on ja mitä mikäkin vaihe ja vaihemuutos kustantaa.

Rakennusvaiheen toimet ja asiat, joilla TLJ:n kustannuksia pystytään pienentämään:

- TLJ:t toteutetaan mahdollisimman isoina vaiheina ja vaiheiden muutokset mahdollisimman pieniksi.
- Varataan TLJ:llä radan rakentamiselle kerralla mahdollisimman iso alue.
- Tehostetaan TLJ-tuotteiden uudelleen käyttöä ja vältetään turhan materiaalin hankintaa.
- Ajoitetaan TLJ:n asennus- ja purkutyö normaalille työajalle, mikäli se on mahdollista ja työteholtaan järkevää.
- Kilpailutetaan suuria ja selkeitä työalueita aliurakoinniksi, jotta säästetään aikaa ja omia resursseja.

- Kilpailutetaan sellaiset asiat, joista ei ole tehty sopimusta jo kehitysvaiheessa, esimerkiksi tilapäiset valaistukset.
- Työkohteiden liikenteenohjaajien tarpeen arviointi ja oikea mitoittaminen.
- Neuvottelut tilaajan kanssa sovittujen vaatimusten poikkeuksista esim. suurien kohteiden hetkelliset päällystämiset.
- Hallinnoidaan ja seurataan jatkuvasti kustannuksia.
- Innovoidaan erilaisia toiminta- ja suunnittelutapoja ja jaetaan niitä eri tuotanto- ja suunnittelulohkojen välillä.
- Ollaan valmiina tarvittaessa tekemään muutoksia aikaisemmin suunnitellusta.

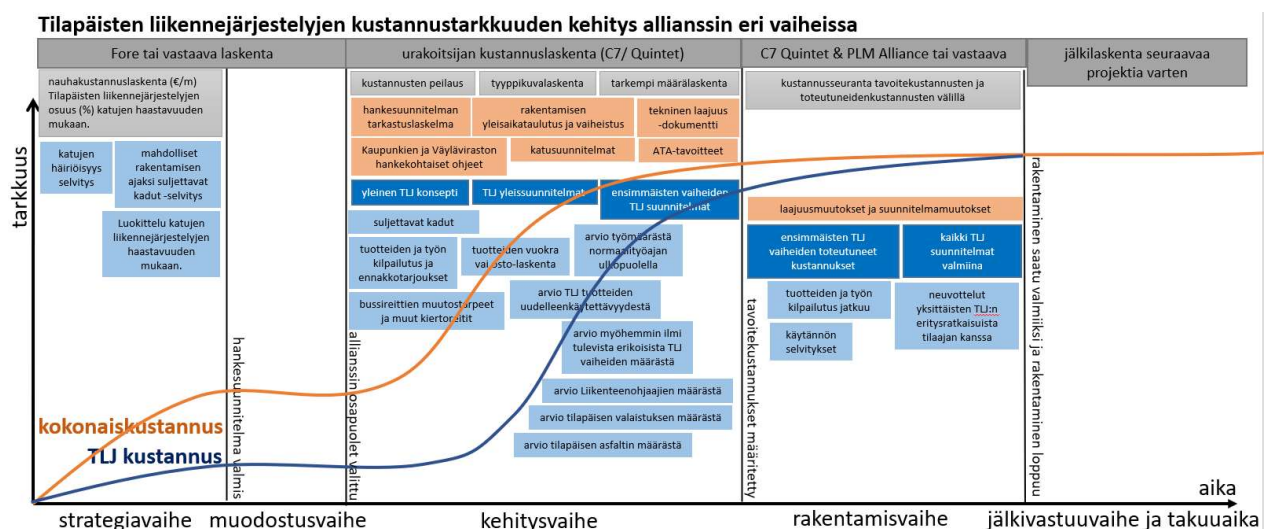


Kuvio 7. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen rakennusvaiheessa.

7.4 Kokonaisuus ja yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tulee haastattelujen kautta esille vain osa Raide-Jokerin, ja vielä pienempi murto-osa kaikista näkemyksistä TLJ:n suunnittelun ja toteutuksen prosessista sekä niiden kustannuksista ja niiden ennustettavuudesta. Allianssit, pikaraitiotiet ja liikennejärjestelyt ovat hyvin trendikkäitä nykypäivänä, mutta vielä toistaiseksi niiden tarkempia kustannusrakenteita on hyvin vähän julkisesti tutkittu. Tämän selittää se, että tarkka kustannustietous on jokaisen suunnittelu- ja urakointiyrityksen yksi tärkeimmistä kilpailuvalteista ja liikesalaisuuksista.

Raide-Jokerin TLJ:t ja yleisesti tiiviiseen kaupunkiympäristöön allianssivetoisesti tulevat TLJ:t käyvät läpi monet selvitykset, neuvottelut, dokumentaatiot, suunnitelmat, kustannusten laskentatavat ja monet erilaiset toteutukset läpi allianssin eri vaiheissa. Kustannusten ennustamista varten on tärkeää ymmärtää prosessia: missä vaiheessa allianssia ollaan, kuinka tarkasti ja millä tavoin kustannuksia voidaan ennustaa sekä mitä toimia ja huomioita ennustuksen tarkentamiseen voidaan käyttää. On myös tärkeää ymmärtää, millä tavoin ja kuinka paljon myös suunnitellut ja sovitut asiat voivat muuttua allianssissa. Kustannukset tarkentuvat läpi hankkeen aina kohti toteumaa. (Kuvio 8; Liite 4.)



Kuvio 8. Teoreettinen kustannusten tarkentuminen hankkeen edetessä.

Raide-Jokeri on hankkeena ainutlaatuinen, kuten myös muut tulevat suuret kaupunki-infran parantamiseen keskittyvät hankkeet. Kustannuksia tai toimia - erityisesti TLJ:n kustannuksia - ei voida peilata suoraa edellisistä hankkeista. On kuitenkin kannattavaa soveltaa hyviksi havaittuja toimia ja suhteuttaa todettuja kustannuksia jo toteutuneista hankkeista. Näin taas seuraavien uniikkien hankkeiden, esimerkiksi liikennejärjestelyjen, suunnittelu ja toteutus lähtee aina hieman valmiimmalta tasolta. Myös uusille innovaatioille on jätettävä tilaa.

Lähteet

Haahtela, Y. & Kiiras, J. 2005. Talonrakentamisen kustannustieto. Helsinki. Haahtela-Ke-hitys Oy.

Hannula, M. 2021. Projekti-insinööri, katusuunnittelun ohjaus ja laajuusmuutokset. YIT Suomi Oy. Haastattelu 20.1.2021.

Hellstedt, S. 2019. Työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset joukkoliikenteeseen – Case Raide-Jokeri. Opinnäytetyö. Hämeen Ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.12.2020. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019121626832>

Helsingin kaupunki. Oppaan taustaa ja yhteystiedot. Viitattu 23.1.2020. Saatavissa <https://tyomaaopas.fi/taustaa-ja-yhteystiedot/>

Huttunen, T. 2021. Projekti-insinööri, kustannuslaskenta. YIT Suomi Oy. Haastattelu 14.1.2021.

Kallonen, J.-P. 2021. TLJ tekniikkavastaava, tuotanto. YIT Suomi Oy. Haastattelu 23.1.2021.

Karhu, J. 2020. Allianssimalli rakentamisessa 10 kysymystä ja vastausta. A-insinöörit. Viitattu 27.12.2020. Saatavissa <https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/allianssimalli-rakentamisessa-10-kysymysta-ja-vastausta>

Kivistö, R. 2020. Tilapäisten liikennejärjestelytuotteiden työmaavarastoinnin kehittäminen Case: Raide-Jokeri. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.12.2020. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020110322130>

Lappalainen, I. 2021a. Liikennesuunnittelija. Ramboll Finland Oy. Haastattelu 11.2.2021.

Lappalainen, O. 2021b. Työmaainsinööri: aikataulut ja kustannushallinta. YIT Suomi Oy. Haastattelu 15.1.2021

Lith, N. 2015. Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannukset tie ja katurakentamisen kohteessa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.12.2020. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015112617951>

Mäkitalo, P. 2015. Työnaikaiset liikennejärjestelyt: Case: Lahden Matkakeskus. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 31.12.2020. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201504275168>

Nieminen, E. 2021. Projekti-insinööri. Tuotannon suunnittelu, aikataulutus. YIT Suomi Oy. Haastattelu 11.2.2021

Olli, M. 2021. Työmaainsinööri, tilapäiset liikennejärjestelyt ja turvallisuus. NRC Group Finland Oy. Haastattelu 15.1.2021

Raide-Jokeri. 2016. Raide-Jokeri Hankesuunnitelma 2015. Espoon ja Helsingin kaupungit. Viitattu 12.12.2020. Saatavissa <http://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2016/01/hankesuunnitelma.pdf>

Raide-Jokeri. 2019a. Raide-Jokeri projektin Kustannusarvion perustelu. Viitattu 17.12.2020. Saatavissa <https://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2019/01/Kustannusten-perustelu.pdf>

Raide-Jokeri. 2019b. RJ_000_LKT; TUO_Raportti-TLJ_konsepti 2019. Karjalainen J. Raide-Jokeri M-files. Sisäiseen käyttöön. Viitattu 25.1.2021.

Raide-Jokeri. 2019c. RJ_H15_TLJ100_Liikenteenohjaussuunnitelma_Vaihe1b_rev_B_800vh. 2019. Rautio L. Raide-Jokeri M-files. Viitattu 27.1.2021. Saatavissa tarvittaessa pyytämällä.

Raide-Jokeri. 2020a. Usein kysyttyä. Raide-Jokeri. Viitattu 16.12.2020. Saatavissa <https://raidejokeri.info/usein-kysyttya/>

Raide-Jokeri. 2020b. Allianssimalli. Raide-Jokeri. Viitattu 21.12.2020. Saatavissa <https://raidejokeri.info/allianssimalli/>

Raide-Jokeri. 2020c. ATA-mittariton rakenne. Raide-Jokeri. Viitattu 28.12.2020. Saatavissa https://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2019/01/RJ_000_PRJ_Raportti-ATA-mittariston-rakenne-ID-20778.pdf

Raide-Jokeri. 2020d. Allianssin vaiheet. Raide-Jokeri. Viitattu 23.12.2020. Saatavissa <https://raidejokeri.info/allianssin-vaiheet/>

Rautio, L. 2020. Liikennesuunnittelija. Sweco Finland Oy. Haastattelu 21.12.2020.

RIL 231-1-2006. Infrarakentamisen kustannushallinta tekstiosa. Helsinki. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL ry. Viitattu 21.12.2020.

RIL 231-2-2007. Infrarakentamisen kustannushallinta Hanke ja rakennushinnasto. Helsinki. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL ry. Viitattu 21.12.2020.

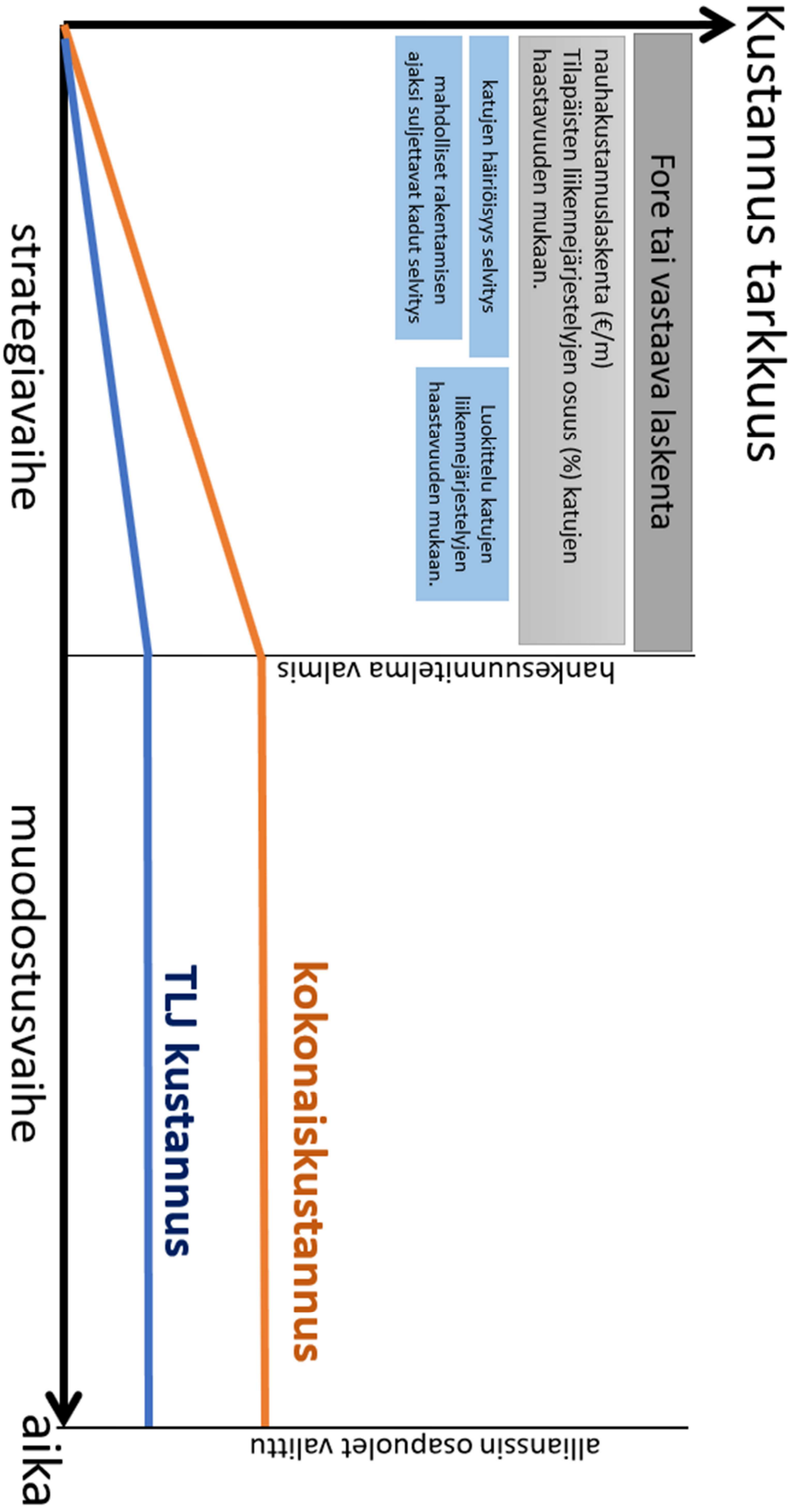
Tuomola, K. 2020. Liikennesuunnittelija. Sitowise Oy. Haastattelu 21.12.2020.

Väylävirasto. 2013a. Väylähankkeen kustannushallinta. Väylävirasto, entinen liikennevirasto. Viitattu 4.12.2020. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-46_vaylahankkeiden_kustannushallinta_web.pdf

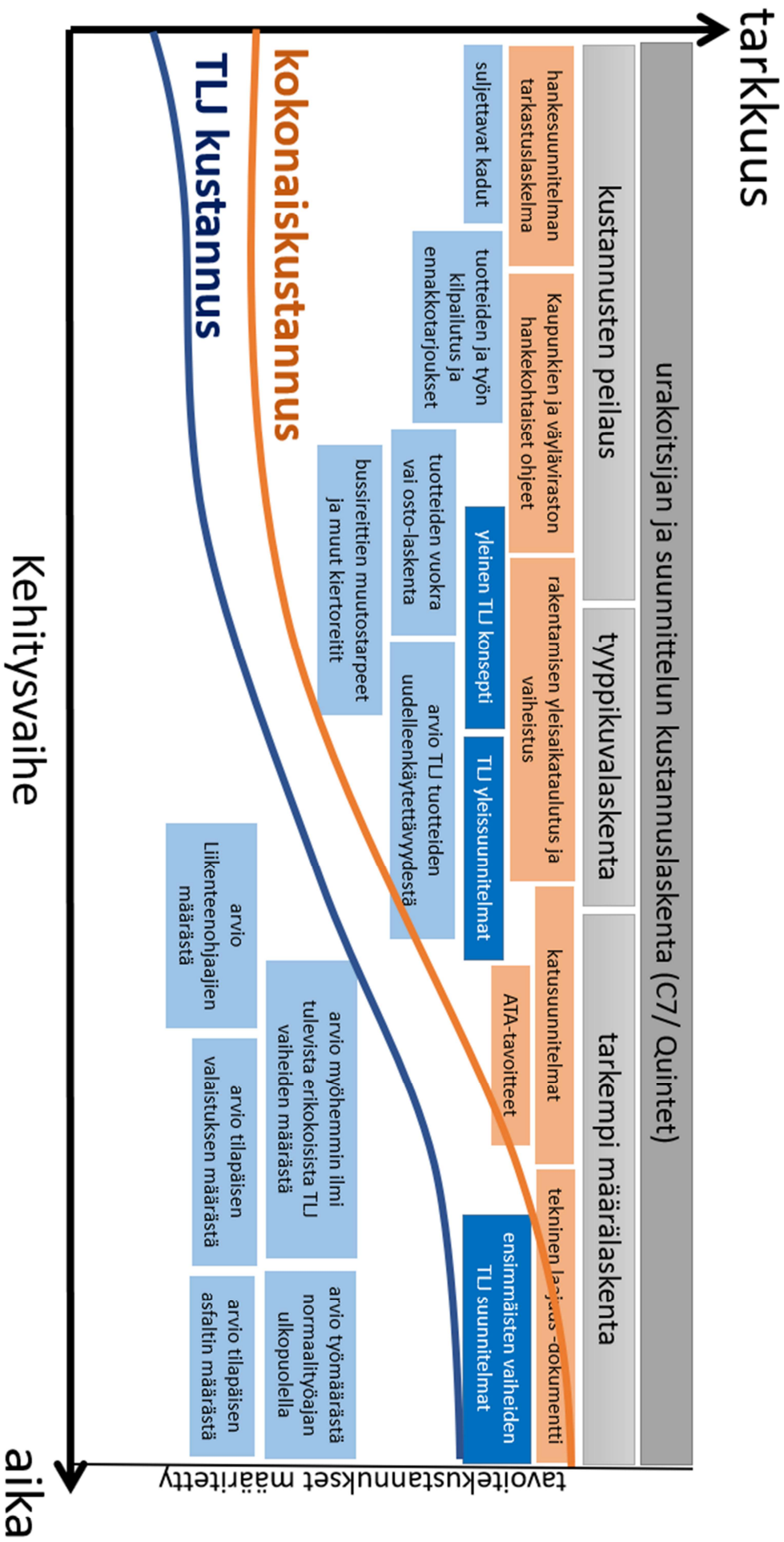
Väylävirasto. 2013b. Sulku ja varoituslaitteet. Väylävirasto, entinen liikennevirasto. Viitattu 5.1.2021. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-39_sulku_varoituslaitteet_web.pdf

Väylävirasto. 2015. Liikenne tietyömaalla - Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset. Väylävirasto, entinen liikennevirasto. Viitattu 5.1.2021 Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-02_liikenne_tietyomaalla_web.pdf

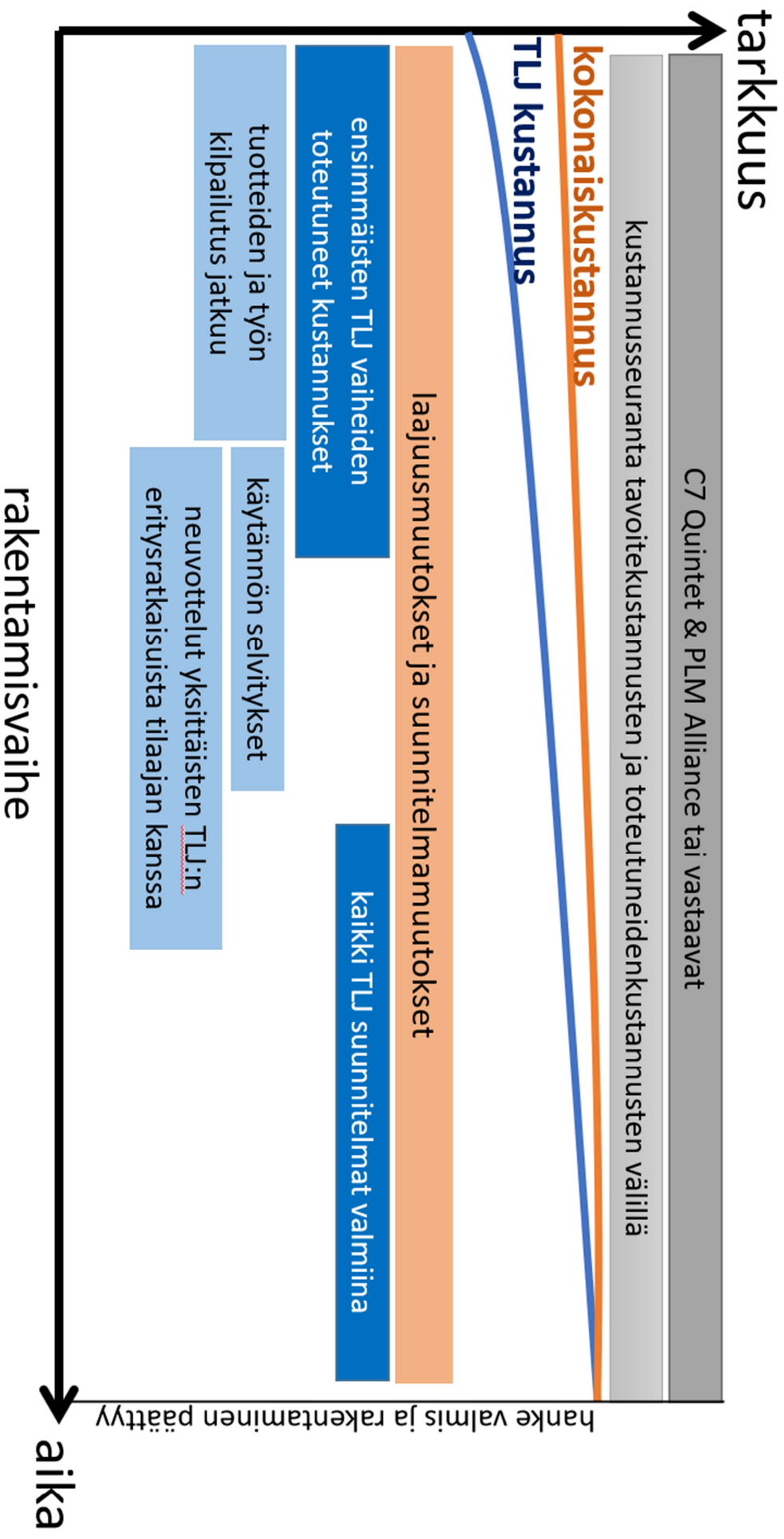
Liite 1. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen strategia ja muodostusvaiheessa



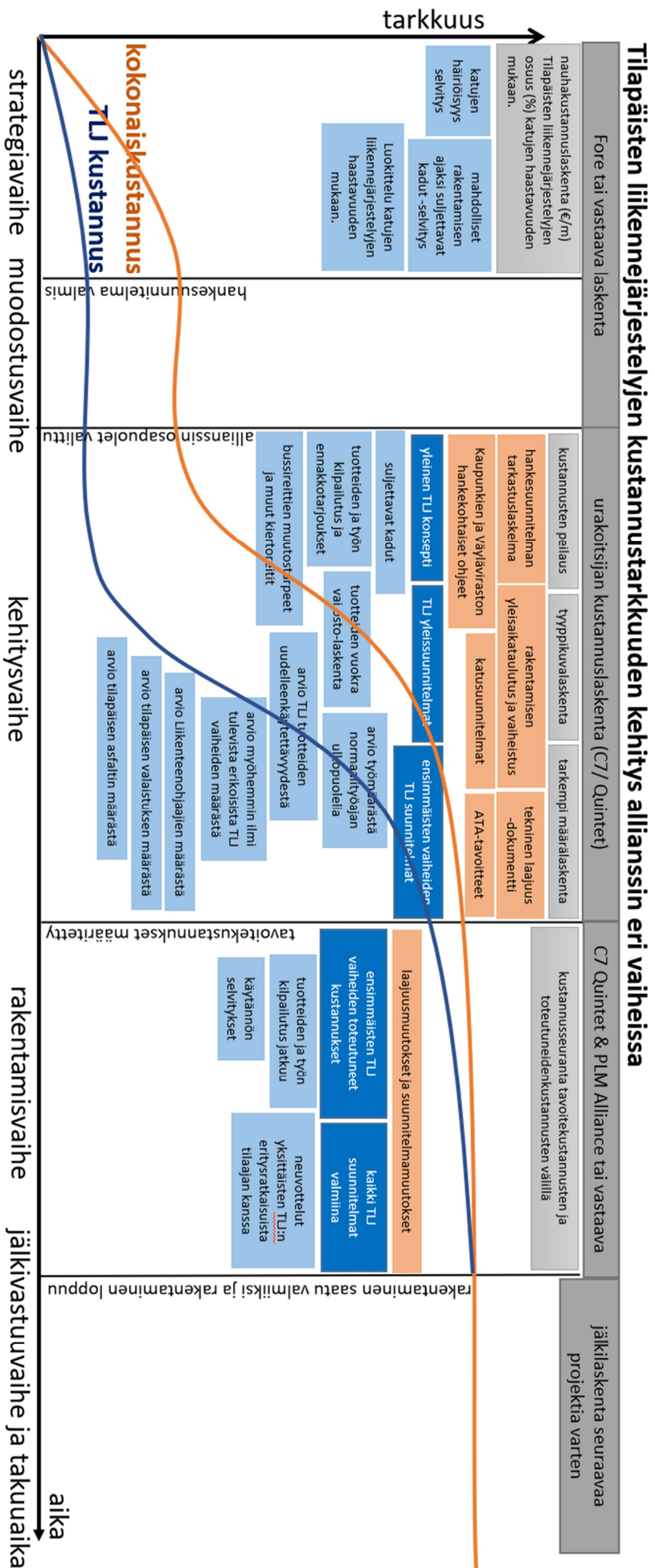
Liite 2. Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen kehitysvaiheessa



Liite 3 Teoreettinen TLJ:n kustannusten tarkentuminen rakennusvaiheessa



Liite 4. Teorettinen TLJ:n kustannustarkkuuden kehitys allianssin eri vaiheissa



Liite 5. Haastattelujen kysymykset

Haastattelu 1. Kehitysvaiheen tavoite kustannukset

Haastateltavat: Rautio L (Sweco) & Tuomola K (Sitowise)

Kysymykset:

1. Minkä katujen TLJ:n tavoite kustannusten määrittämisessä olit mukana?
2. Millaisesta muuta henkilöstöstä TLJ:n tavoite kustannuksien määrittäessä oli mukana?
3. Millaisia taustatietoja oli käytettävissä?
 - a. Mitä taustatietoja jouduitte vielä selvittämään?
 - b. Jäikö jotain olennaista puuttumaan?
4. Mitä erityisvaatimuksia Raide-Jokerin TLJ:ssä oli määritelty?
5. Laskettiinko kehitysvaiheessa jo TLJ-vaiheiden määrää?
 - a. Jos kyllä, niin kuinka hyvin ne ovat pitäneet käytännössä?
6. Millä ohjelmistoilla tai laskentatavoilla tai tiedostoilla määrititte kustannuksia?
 - a. Fore ohjelmisto?
 - b. Exel laskenta?
 - c. Yleisuunnitelmat?
 - d. Katusuunnitelmat?
 - e. Työsuunnitelmat?
7. Miten erittelitte/osittelitte/litteroitte TLJ:n tavoite kustannuksia?
8. Jos nyt saisit palata ajassa kehitysvaiheeseen, mitä tekisit erillailla tavoite kustannusten määrittämisessä?

Haastattelu 2. Tavoite kustannuksen laskenta ja kustannusseuranta

Haasteltava: Huttunen T (YIT)

kysymykset:

1. Yleisesti: Kuinka käytännössä tavoite kustannuslaskentaa tehdään?
 - a. Millaisella aikataululla?
 - b. Millaisilla lähtötiedoilla?
 - c. Verrataanko edellisiin hankkeisiin vai lasketaanko arvioituina määrinä?
 - d. Mistä määrien hinnat on laskettu?
 - i. Sopimukset ja ennakkotarjoukset?
 - ii. Vanhat urakat?
2. Aiheuttaako allianssimalli perinteiseen urakkamalliin verrattuna jotain haasteita tavoite kustannusten määrittelyssä tai kustannushallinnassa?
3. Millaisissa hankkeissa fore-palvelu on käytössä?
 - a. Onko kuinka yleinen?
 - b. Onko muita ohjelmistoja?
 - c. Miksi raidejokerilla on päädytty käyttämään Fore-ohjelmistoa?
4. Miten rakentamisen aikana tehdään kustannusennustusta?
5. Miten päädyttiin tulokseen, että TLJ-tuotteita kannattaisi vuokrata ostamisen sijaan?
6. Onko jotain erityisen merkittävää TLJ:hin liittyvää, josta Raide-Jokerilla jouduttiin neuvotelemaan tilaajan kanssa?

Haastattelu 3. Liikenteenohjauksen kustannukset

Haastateltavat: Olli M. (NRC Group), Lappalainen O. (YIT)

Kysymykset:

1. Millaisissa muissa (ks. alla) kohteissa tai työvaiheissa liikenteenohjausta tarvitaan?
 - Tien läheisyydessä olevat räjäytystyöt
 - Asfaltointityöt
 - Työmaan erikoiskuljetukset
 - Välittömässä tienläheisyydessä olevat puunkaato työt
 - Valaisinasennukset tai muut nopeasti liikkuvat asennukset
 - Erityisen vaaralliset ja poikkeavat liikenneeristeyvät
2. Mitä erityishuomioita käytännössä TLJ:n järjestämisellä tai tilaamisilla on?
3. Miten liikenteenohjauksen kustannuksiin oli varauduttu kehitysvaiheessa?
 - a. Miten olisi pitänyt varautua?
4. Miten TLJ:n kustannuksia pystytään minimoimaan?
5. Mitkä kadut olisi hyvä ottaa esimerkkikohteiksi TLJ:tä laskiessa?
6. Mitä sopimuksia on laadittu liikenteenohjaukselle?
7. Miten liikenteenohjauksen laskutus toimii ja miten ne on litteroitu?
8. Mille litteralle työalueiden suoja-aidat ja työmaatukikohdan aidat on laskettu?

Haastattelu 4. Kehitysvaiheen prosessi

Haastateltava: Hannula M. (YIT)

Kysymykset:

1. Kuinka Raide-Jokerissa TLJ:n kustannukset on laskettu tavoitekustannuksiin?
2. Missä allianssin vaiheessa ATA tavoitteet määritettiin?
3. Aiheuttaako allianssimalli perinteiseen urakkamalliin verrattuna jotain haasteita tavoitekustannusten määrittelyssä?
4. Entä kustannushallinnassa?
5. Miten TLJ:tä laskettiin C7 tai Quintet ohjelmistolla?
6. Mistä muista projekteista on otettu Raide-Jokerilla mallia erityisesti TLJ:n suhteen?

Haastattelu 5. Katukohteiden onnistumiset ja haasteet

Haastateltava: Lappalainen I. (Ramboll)

Kysymykset:

1. Todellisuudessa kuinka monta isoa ja pientä TLJ-vaihetta kaduilla X tehtiin?
 - a) Millaisia nämä vaiheet ovat olleet suurpiirteisesti? Mitä missäkin vaiheessa tehtiin TLJ:n osalta?
 - b) Milloin rakentaminen kaduilla on aloitettu ja milloin lopetettu?
 - c) Millaisia etuja kadun sulkeminen tai liikenteen muu rajoittaminen on antanut toteuttamiseen?
 - d) Millaisia hyötyjä on ollut vähäisestä katuympäristön liikenteestä?
2. Mitä haasteita ja onnistumisia TLJ:n suunnittelussa katukohteissa on ollut?
3. Mitä haasteita ja onnistumisia TLJ:n kustannusarvioinnissa katukohteissa on ollut?
4. Mitä haasteita ja onnistumisia TLJ:n toteutuksessa katukohteissa on ollut?

Haastattelu 6. Työn ja TLJ:n vaiheistus

Haastateltava: Nieminen E. (YIT)

Kysymykset:

1. Mitkä ovat vaiheistuksen tavoitteet ja mitä vaiheistukselta haetaan?
2. Millainen on työalueiden ja TLJ:n vaiheistuksen prosessi.
 - a. Mitä asioita on oltava tiedossa vaiheistusta tehtäessä?
 - b. Entä mitä usein on vielä selvitettävä?
 - c. Mitä asioita otetaan huomioon työalueiden vaiheistuksessa?
 - d. Millaisia tahoja vaiheistuksessa on mukana?
3. Kuinka pitkälle ja tarkasti vaiheistukset allianssissa tulisi olla suunniteltuna ennen kehitysvaiheessa ennen rakennusvaihetta?
 - a. Mitä rakentamisvaiheessa vielä vaiheistetaan?
4. Miten TLJ:n vaiheistuksen kustannusvaikutuksia otetaan huomioon?
5. Mitä etuja vaiheistamisen kannalta kokonaan muulta liikenteeltä suljettu katu tai moottoriajoneuvolta suljettu katu antaa verrattuna siihen, että kaikki liikenne sallitaan?
6. Miten TLJ-vaiheiden määrän arvioitiin vaikuttavan TLJ:n hintaan?
7. Miten TLJ:n vaiheistus on erilaista pikaraitiotiehankeessa verrattuna vastaavaan katurakentamiseen, jossa ei rakenneta raitiotietä?
 - a. Aikataulullisia eroja?
 - b. Vaiheiden määriä?
 - c. Muuta?
8. Mitkä ovat pääsyitä, joiden takia monilla Raide-Jokerin kaduilla liikenne vaiheiden määrä on lisääntynyt alkuperäisestä suunnitelmasta?
9. Miten asiat voivat tai ovat muuttuneet alkuperäisestä suunnitellusta vaiheistuksesta?
 - a. Mistä syistä vaiheistukset ovat muuttuneet?
 - b. Laajuusmuutokset?
 - c. Yllättävät muutokset?
 - d. Miten muutoksiin reagoidaan?

