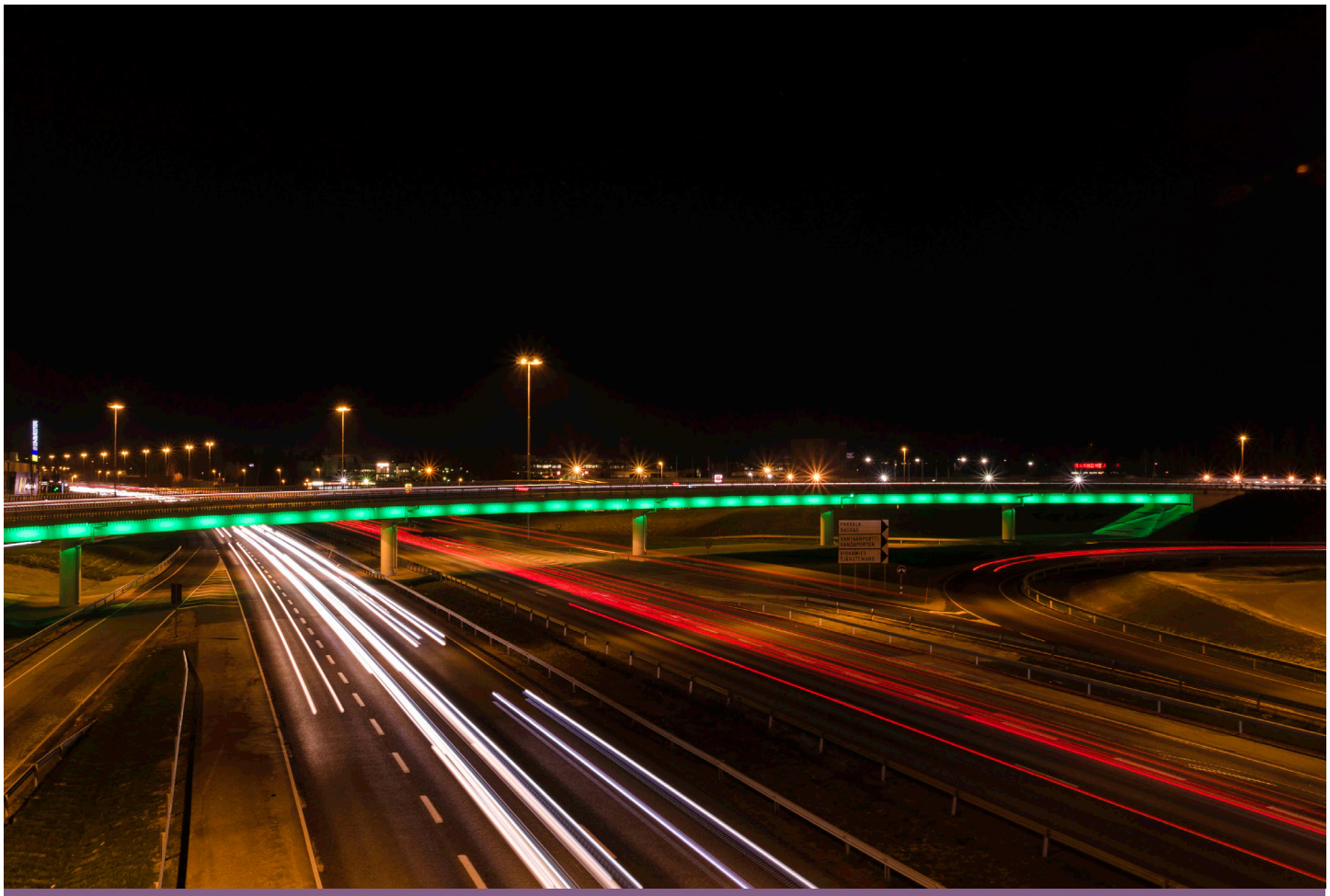
Liikenneviraston

Opinnäytetyö

17/2016

Reima Sipari

Kustannusriskien hallinnan kehittäminen julkisissa liikenneväylähankkeissa



Reima Sipari

Kustannusriskien hallinnan kehittäminen julkisissa liikenneväylähankkeissa

Opinnäytetyö 17/2016

Liikennevirasto
Helsinki 2016

Kansikuva: Liikenneviraston kuva-arkisto

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN 2343-1741
ISBN 978-952-317-900-4

Liikennevirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0295 34 3000

Reima Sipari: Kustannusriskien hallinnan kehittäminen julkisissa liikenneväylähankkeissa. Liikennevirasto. Helsinki 2016. Opinnäytetyö 17/2016. 65 sivua ja 7 liitettä. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-900-4.

Asiasanat: kustannushallinta, kustannusriski, infrastruktuuri, liikenne, hanke

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen keskeisempänä tavoitteena on kehittää kustannusriskien tunnistamista ja hallintaa julkisen organisaation liikenneväylähankkeissa. Hankkeiden kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden tunnistaminen ja minimointi varhaisessa vaiheessa nähdään keinona parantaa organisaation kokonaistuottavuutta ja -taloudellisuutta.

Kyseinen diplomityö on tutkimusmenetelmältään laadullinen tapaustutkimus, jossa kustannusriskejä pyritään ymmärtämään ilmiöinä ja luomaan uutta tietoa. Työn empiirisenä aineistona on viisi eri liikenneväylähanketta. Kustannusriskien taustalla olevien tekijöiden tunnistamista varten on haastateltu näiden viiden väylähankkeen kustannushallinnan ydinhenkilöitä. Tähän menetelmään kiteytyy työn uutuusarvo aihepiirin aiempaan tutkimukseen verrattuna.

Tutkimuksen keskeisin tulos on kustannusriskien tunnistustaulukko, jota ehdotetaan käytettävän kustannusarviointiin epävarmuutta aiheuttavien tekijöiden tunnistamiseen. Kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden minimointia varten tarkistustaulukossa on lueteltu kunkin kustannusriskin hallintaan ehdotettu hallintakeino. Tunnistustaulukkoa voidaan käyttää missä tahansa suunnitteluvaiheessa ja tarvittaessa päivittää tulevaisuudessa.

Reima Sipari: Improving the cost risk management in public transport infrastructure projects. Finnish Transport Agency 2015. Thesis 17/2016. 65 pages and 7 appendices. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-900-4.

Keywords: cost management, cost risk, infrastructure, transport, project

Abstract

The main objective of this study is to improve the identification and management of cost risks in public transport infrastructure projects. Identifying and minimizing uncertainties in the cost estimates at early stages of the projects is seen as a way to increase the overall productivity of organizations in charge of the projects.

By its research methods this thesis is a qualitative case study, where the cost risks are described as a phenomenon and new information is created. For this purpose a group of experts responsible for cost management of a sample of five transport projects have been interviewed. In this method lays the novelty value of this study compared to the previous research done of the topic.

The main result of the study is a cost risk revision table, which is to be used to identify the factors causing uncertainty in the cost estimates of the transport infrastructure projects. For the purpose of minimizing uncertainties in the cost estimations, the revision table lists the means of risk management for each of the presented cost risks. The revision table can be used at any design phase of the transport projects and it may be updated in the future, if necessary.

Esipuhe

Opinnäytetyön on tehnyt Reima Sipari Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa, tuotantotalouden opintolinjalla.

Työn tarkastajina toimivat professori Timo Kärri ja TkT Miia Pirttilä. Työn ohjaajana toimi dipl.ins. Ari Huomo Liikennevirastosta.

Helsingissä joulukuussa 2015

Liikennevirasto

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO 7
1.1 Työn tausta 7
1.2 Tavoitteet ja rajaukset 7
1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto 8
1.4 Työn rakenne 9

2 KUSTANNUSRISKIEN MEKITYS JA HALLINTA LIIKENNEVÄYLÄ-HANKKEISSA 10
2.1 Liikenneväyläinvestointien erityispiirteet 10
2.2 Kustannusarviot osana liikenneväylähankkeiden suunnittelua 12
2.3 Kustannusriskit käsitteenä ja seuraukset 14
2.4 Kustannusriskien aiheuttajat 17
2.5 Kustannusriskien hallinnan keinot 19

3 HANKKEIDEN NYKYISET KUSTANNUSRISKIEN HALLINNAN KEINOT SEKÄ OLEMASSA OLEVA OHJEISTUS 23
3.1 Hankkeiden merkitys Liikenneviraston toiminnassa 23
3.2 Kehittämishankkeiden arviointi ja vaiheet suunnittelusta toteutukseen 25
3.3 Hankkeiden kustannushallinta ja kustannushallinnan laadunvarmistus 26
3.4 Fore-palvelun käyttö hankkeiden kustannushallinnassa 28
3.5 Hankkeiden riskienhallinta 31
3.6 Kustannusriskien hallinnan ohjeistuksen nykytilan arviointi 34

4 TOTEUTUKSEEN EDENNEIDEN HANKKEIDEN ANALYSOINTI 36
4.1 Tiehankkeet 36
4.2 Rautatiehankkeet 43
4.3 Yhteenveto ja oppimismahdollisuudet tuleviin hankkeisiin 46

5 UUSIEN HANKKEIDEN KUSTANNUSRISKIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN 49
5.1 Valtatie 12 Lahden eteläinen kehätie 49
5.2 Riihimäen kolmioraide 52

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET 55
6.1 Kustannusriskien tunnistustaulukon käyttäminen kustannusriskien hallinnassa 55
6.2 Välittömät toimenpiteet kustannusriskien hallinnan parantamiseksi 57
6.3 Toiminnan jatkuva kehittäminen ja mahdolliset jatkotutkimukset 58
6.4 Tulosten arviointi ja johtopäätökset kustannusriskien hallinnasta 59

7 YHTEENVETO 60

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Liikenneväylähankkeisiin käytetään maailmanlaajuisesti valtavia määriä julkisia varoja. Hankkeiden kustannuksiin liittyviä riskejä ei kuitenkaan usein tunneta tarpeeksi hyvin, jotta niitä voitaisiin hallita. Toteutuessaan riskit johtavat merkittäviinkin ylityksiin hankkeiden aikatauluissa ja budjeteissa.

Suomen valtio ja kunnat käyttävät liikenneväylärakentamiseen vuosittain noin kolme miljardia euroa (Vainio & Nippala 2013, s. 24, 27-29). Kehittämishankkeiden rakentaminen on osa tätä kokonaisuutta. Vuonna 2015 Liikennevirastossa on käynnissä kehittämishankkeita yhteenlaskettuna 4,4 miljardin euron arvosta (Metsäpelto 2015).

Liikennevirastossa on havaittu, että erityisesti liikenneväylähankkeiden kustannusriskien hallinta ja dokumentointi tarvitsevat systematisointia. Hankkeiden kustannusarviot halutaan saada tarkemmiksi ja luotettavammiksi, jotta hankkeilla aikaansaataville positiivisille vaikutuksille pystytään arvioimaan todenmukainen hinta, ja budjetointi olisi realistista.

Hankkeiden kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden tunnistaminen ja minimointi varhaisessa vaiheessa nähdään keinona parantaa kokonaistuottavuutta ja -taloudellisuutta. Lisäksi, kustannusriskien hallinnalla pystytään määrittämään hankkeiden optimaalinen laajuus tarkoituksenmukaiseksi.

Aihealueen aiempi tutkimus on ollut kvantitatiivista ja kokonaisuuksiin keskittyvää. Suomessa tehty tutkimus on ollut aiheen merkittävyyteen nähden vähäistä. Tämän työn uutuusarvo liittyy ongelman ja ratkaisujen käsittelyyn kvalitatiivisesti tilaajaorganisaation kannalta.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn tutkimusongelmana on kustannusriskeistä johtuva liikenneväylähankkeiden kustannusarvioinnin epävarmuus. Ongelmaa jäsennetään tarkemmin tutkimuskysymyksillä, joihin työssä tullaan vastaamaan:

1. Millaisia kustannusriskejä kohdistuu tilaajalle liikenneväylähankkeissa?
2. Mistä kustannusriskit aiheutuvat?
3. Miten kustannusriskejä ja niiden aiheuttajia voidaan hallita?

Työn keskeisempänä tavoitteena on kehittää kustannusriskien hallintaa työn teettävän organisaation liikenneväylähankkeissa. Tavoitteeseen päästään luomalla konkreettisia toimintatapoja hankesuunnittelun yhteydessä käytettäväksi ja hankkeilla sovellettavaksi. Työn pohjalta laaditaan kustannusriskien tarkistuslista ja ohjeistusta terävöitetään. Tutkimuksen osia tullaan hyödyntämään myös organisaation muissa selvityksissä.

Liikennevirasto tulee hyödyntämään työn tuloksia soveltamalla vanhoista hankkeista opittua uusiin hankkeisiin. Näin tehdään, jotta tulevaisuudessa uusien hankkeiden suunnitteluvaiheissa osattaisiin ja muistettaisiin ottaa huomioon mahdolliset kustannusriskit.

Työ on rajattu seuraavasti:

- Tilaajaorganisaation näkökulma.
- Liikenneviraston toteuttamat tie- ja rautatiehankkeet (ei vesiväyliä).
- Kokonaisurakat sekä suunnittele ja toteuta -urakat (ei PPP).
- Parannusehdotukset suunnitteluprosessin ajalle (ei toteutusvaihe).

Tutkittavaa aihetta käsitellään työssä tilaajaorganisaation näkökulmasta, koska valtio ja kunnat käyttävät tilaajina julkisia varoja. Juuri tästä perspektiivistä tutkimuksen yhteiskunnallinen merkittävyys korostuu. Lisäksi, diplomityön teettävä taho on julkinen tilaajaorganisaatio. Tutkittaviksi väylämuodoiksi valitaan tie- ja rautatiehankkeet, koska niillä on suurempi vaikutus Liikenneviraston toiminnan taloudellisuuteen hankkeiden rahallisista arvoista johtuen. Toisaalta, työn tuloksia voidaan tietyin rajoituksin hyödyntää myös vesiväylähankkeissa. Työssä analysoitaviksi hankintamuodoiksi valitaan kokonaisurakat (KU) sekä suunnittele ja toteuta -urakat (ST). Elinkaarimallilla (PPP) toteutettujen urakoiden kustannusriskit poikkeavat edellä mainituista niin merkittävästi, että niiden tutkiminen vaatisi erillisen työn, mikä voikin olla mahdollinen jatkotutkimuksen aihe. Tutkimuksen tuloksissa esitetyt parannusehdotukset rajataan suunnitteluvaiheeseen, koska tuolloin tilaajilla on parhaat mahdollisuudet vaikuttaa hankkeiden kustannusriskeihin.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tämä diplomityö on tutkimusmenetelmältään laadullinen tapaustutkimus, jossa kustannusriskejä pyritään ymmärtämään ilmiöinä ja luomaan uutta tietoa. Tähän menetelmään kiteytyy työn uutuusarvo aihepiirin aiempaan tutkimukseen verrattuna. Työssä kolmesta tapauksesta muodostettua tietoa sovelletaan ja testataan kahdessa muussa tapauksessa. Käytännössä, rakentamisvaiheeseen edenneiden kahden tiehankkeen ja yhden rautatieurakan kustannusriskien hallinnasta pyritään löytämään puutteita ja parannuskohteita, joihin voidaan puuttua uusissa väylähankkeissa jo suunnitteluvaiheissa. Nykyisten toimintatapojen mahdollisten puutteiden paikantamiseksi analysoidaan myös olemassa olevaa ohjeistusta. Tutkimuksen teoriaosuus toimii viitekehyksenä, johon empiiristä tietoa verrataan. Esimerkiksi Liikenneviraston kustannushallinnan ohjeistusta verrataan teorian ehdottamiin malleihin.

Työn aineistona hyödynnetään monipuolisesti erilaisia lähteitä. Luvussa 2 tehdään katsaus aihepiirin relevanttiin ulkomaiseen ja kotimaiseen kirjallisuuteen, jossa lähteinä ovat muun muassa tunnetut kansainväliset tutkimusartikkelit ja tieteelliset julkaisut sekä suomalainen väitöskirja ja kustannushallintaopas. Tätä seuraavassa luvussa pyritään kuvaamaan, kuinka hankkeiden kustannusohjausta toteutetaan ja kustannusriskejä pyritään hallitsemaan tutkimuksen organisaatiossa tällä hetkellä. Aineistoina toimivat Liikenneviraston ja sitä edeltäneiden organisaatioiden ohjeistukset, selvitykset, Internet-sivut ja muut vastaavat, pääasiassa julkiset, lähteet. Toteutukseen edenneiden hankkeiden kustannusarvioita on haettu Liikenneviraston ostamasta kustannushallintaohjelmistosta Foresta. Kustannusarvioiden lisäksi numeroaineistoa on saatu Liiken-

neviraston sisäisistä järjestelmistä kuten hankinnan mittari -taulukoista ja sopimushintoja tarjousasiakirjoista. Työn empiriaosuudessa mennään numeroaineistoa syvemmälle hankkeiden ydinhenkilöille tehdyillä haastatteluilla ja kyselyillä, joiden keskeisimpiä tuloksia analysoidaan työssä sanallisesti. Kyselyt toteutettiin organisaation oman ohjeistuksen mukaisella lomakkeella, jota käytetään kustannushallinnan laadun jälkiarviointiin. Haastattelun runko luotiin tämän työn tutkimuskysymysten pohjalta. Haastatteluihin osallistui kaikkiaan 13 henkilöä.

1.4 Työn rakenne

Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa on johdanto, jossa määritellään tutkimuksen tausta, rajoitukset sekä menetelmät ja aineisto. Ensimmäisessä teorialuvussa 2 käydään läpi kustannusriskien teoriaa. Kustannusriskien teoriassa tarkastellaan aihepiirin aiempaa tutkimusta kustannusriskien käsitteen, aiheuttajien, seurausten ja hallinnan keinojen kannalta. Luvussa 3 käydään läpi hankkeiden merkitystä Liikenneviraston toiminnassa ja miten Liikennevirastossa ohjeistetaan toteuttamaan liikenneväylähankkeiden kustannushallintaa.

Luvusta 4 alkaa työn käytännön empiriaosuus toteutuneiden hankkeiden kustannusriskien hallinnan analysoimisella. Luvun 4 lopuksi otetaan kantaa, onko kustannushallinta ohjeistuksen osoittamalla, halutulla tasolla. Toteutuneista hankkeista johdetaan toimintatapoja uusiin, suunnitteilla oleviin hankkeisiin, jotka esitellään luvussa 5. Luvussa 5 kerrotaan tarkemmin, kuinka vanhoista hankkeista opittua voidaan hyödyntää tulevissa hankkeissa ja testataan luvussa 4 muodostettua tietoa. Luvussa 6 esitellään työn tulokset ja annetaan suositukset välittömiksi toimenpiteiksi sekä toiminnan jatkuvaksi kehittämiseksi. Viimeisenä lukuna 7 on yhteenveto tutkimuksesta.

2 Kustannusriskien mekitys ja hallinta liikenneväylähankkeissa

2.1 Liikenneväyläinvestointien erityispiirteet

Liikenneväylähankkeiden rakentaminen on osa liikenneväylien rakentamista, joka puolestaan on osa infrastruktuurin rakentamista. Infrarakentaminen on luonteeltaan projektirakentamista, joka koostuu useista osaprosessista. Rakennusprojektien menestyksekäs läpivienti vaatii hyvää kokonais- ja osaprosessien hallintaa. (Manninen 2009, s. 1; Vainio & Nippala 2013, s. 6)

Liikenneväylähankkeet eroavat jonkin verran muista investoinneista omine erityispiirteineen. Nijkamp & Ubbelsin (1998, s. 3-4) mukaan liikenneväylähankkeista voidaan karkeasti erottaa seitsemän eri seikkaa, jotka tekevät niistä poikkeavia:

1. Hankkeiden pitkä elinkaari.
2. Alhaiset käyttökustannukset.
3. Suuri sitoutunut pääoma rakentamisen ajaksi.
4. Pitkä valmisteluaika ennen rakentamista.
5. Investoinnin peruuttamattomuus toteuttamisen alettua.
6. Pitkä rakennusaika.
7. Jokaisen hankkeen yksilöllisyys.

Infrastruktuurihankkeiden taloudelliselle käyttöiälle annetaan todella pitkiä odotuksia. Odotukset voivat vaihdella 20 vuodesta jopa vuosisataan. Infrastruktuuri-investointien hyväksyttävä takaisinmaksuaika on myös pitkä. Investoinnin tilaavalta taholta saadaan usein suostumus 15-30 vuoden takaisinmaksuajalle. Suomessa liikenneväylähankkeen hyötykustannussuhteen tyypillinen arvo vaihtelee yhden ja kahden välillä, eli hankkeiden odotetaan kuitenkin maksavansa itsensä lopulta takaisin. Yksityisten investointien takaisinmaksuajalle annetaan yleensä ylärajaksi huomattavasti lyhyempi aika. (Liikennevirasto 2012; Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3)

Liikenneväylähankkeiden käytönaikaiset kustannukset ovat monissa tapauksissa suhteellisen pienet. Toki väylän käytöstä aiheutuu joitakin yleis-, kunnossapito- ja työkustannuksia, mutta verrattuna hankkeen rakentamisen investointikustannuksiin tai muuntyyppisten investointien käyttökustannuksiin, ne kustannukset ovat suhteellisen pieniä. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3)

Rakennusaikana liikenneväylähankkeisiin sitoutuu suuria määriä pääomaa. Lainarahalla rakennettaessa, lainattujen määrien suuruudesta johtuen, korkokulut kasvavat myös suhteellisen suuriksi. Korkokuluihin vaikuttaa paljon se, mikä taho hankkeen rahoittaa. Julkiset toimijat saavat lainaa usein yksityisiä tahoja edullisemmin ehdoin. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3)

Valmisteluaika ideoinnista rakentamisen alkamiseen saattaa olla infrastruktuurihankkeissa erittäin pitkä. Tämä johtuu useista lailla säädellyistä lupa- ja päätöksentekomenettelyistä, hankkeiden vastuksesta sekä muista aikaa vievistä muodollisuuksista. Hankkeiden edellä mainitut muodollisuudet johtavat usein muutoksiin, joilla on merkittävä vaikutus hankkeiden kokonaiskustannuksiin.

Suunnitteluvaiheen aikana voi tapahtua odottamattomia asioita, joilla on kriittinen vaikutus koko hankkeeseen ja jotka voivat johtaa pahimmillaan suunnittelukatastrofeihin. Tämän erityispiirteen aiheuttaman epävarmuuden seurauksena luotettavien kustannusarvioiden tekeminen suunnittelun alussa on haasteellista. Ideaalissa tapauksessa epävarmuustekijöistä on päästy eroon rakentamisen alkuun mennessä ja tarkan ennusteen tekeminen on tuolloin mahdollista. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3)

Investoinnin peruuttamattomuus on liikenneväylähankkeiden tyypillinen erityispiirre. Jos rakentaminen keskeytetään, hankkeeseen käytetyt resurssit on käytännössä tuhlattu, koska yleensä hanketta ei ole mahdollista hyödyntää muulla tavalla kuin valmiina kokonaisuutena. Sitä ei esimerkiksi pystytä myymään eteenpäin. Todellisuudessa, aloitettu hanke rakennetaan loppuun, mikäli se mahtuu hallinnon budjettiin. On siis selvää, että hankkeesta vastaava viranomainen haluaa varmistua hankkeen rahoituksesta niin pian kuin mahdollista. Voidaan olettaa, että rahoituspäätöksen tekohetkellä hankkeen kustannukset ovat mahdollisimman alhaiset, jotta hanke toteutettaisiin. Siksi hankkeiden kustannuksia saatetaan aliarvioida suunnittelun alussa. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3)

Liikenneväylähankkeiden rakentamisvaihe saattaa olla erityisen pitkä, jopa kahdesta seitsemään vuoteen hankkeen laajuudesta riippuen. Rakentamisen aikana hankkeesta ei vielä saada hyötyjä, mutta siitä aiheutuu jo kustannuksia. Pitkä rakentamisvaihe vaikeuttaa myös hyvien kustannusarvioiden tekemistä, sillä useat ulkoiset tekijät voivat vaikuttaa hankkeeseen tuona aikana. Esimerkiksi rakennusmateriaalien hinnat voivat nousta. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 3-4)

Jokainen liikenneväylähanke on jollain tavalla yksilöllinen, mikä korostuu uudishankkeissa. Tällä on todennäköisesti vaikutus kustannusarvioihin, koska tekijöiltä puuttuu kokemusta, oppimisen mahdollisuus ja vertailtavuus vanhoihin hankkeisiin. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 4)

Edellä mainitut erityispiirteet tiivistävät, kuinka liikenneväylähankkeet vaativat pelkästään käynnistyäkseen suuria määriä sidottua pääomaa. Yksityiset sijoittajat ovat haluttomampia osallistumaan hankkeisiin, joissa joustavuus heille laskee. Korkeita rakentamiseen sitoutuvia kustannuksia ei myöskään kompensoida välittömästi korkeilla kassavirroilla. Lisäksi, liikenneväylärakentamiseen liittyy muita riskejä. (Nijkamp & Ubbels 1998, s. 4)

2.2 Kustannusarviot osana liikenne-väylähankkeiden suunnittelua

Kuva 1. Väylähankkeen kokonaisprosessi (Mukaillen Manninen 2009, s. 15)

Väylähankkeen kokonaisprosessi on vaiheittainen (kuva 1). Kokonaisprosessista käytetään myös nimitystä elinkaari. *Suunnittelu* jakautuu yleensä neljään erotettavaan vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on esisuunnittelu, jonka avulla tunnistetaan kehittämistarve yleis- ja maakuntakaava tasolla. Esisuunnittelusta hanke etenee yleissuunnitteluvaiheeseen, jossa muodostetaan väylälle vaihtoehtoiset linjaukset. Tie- ja ratasuunnitteluvaihe on hankkeen yksityiskohtaisempaa suunnittelua, jossa päätetään väylän sijainti ja rakenteelliset perusratkaisut. Rakennussuunnitteluvaiheessa tuotetaan suunnitelmat, joiden avulla rakentaminen voidaan toteuttaa. *Rakentamisen* valmistuttua väylä avataan liikenteen käyttöön. Sen jälkeen, itse *käyttövaiheessa*, väylän hoidolla ja ylläpidolla taataan liikennöitävyys käytön aikana. Väylän elinkaari voi päättyä väylän käytön lopettamiseen ja rakenteen poistamiseen, joskin se on harvinaista. Pääsääntöisesti väylän elinkaari jatkuu käyttövaiheella. (Manninen 2009, s. 15-16)

Käytännössä väylän kokonaisprosessin päävaiheet eivät aina ole peräkkäisiä, vaan hankkeesta riippuen ne voivat limittyä hyvinkin voimakkaasti. Useissa hankkeissa jo yleissuunnitteluvaiheessa tuotetaan tie- ja ratasuunnitelmatasoisia suunnitelmia. Rakennussuunnittelu ja rakentamisvaihe limittyvät väylähankkeissa oleellisesti toisiinsa, etenkin suunnittelua sisältävissä toteutusmuodoissa, eli ST-urakoissa. (Manninen 2009, s. 16)

Kukin hanke on taloudellisesti itsenäisesti johdettu ja sillä on omat taloudelliset tavoitteensa, joiden toteutuminen tarkastetaan hankkeen valmistututtua. Näin hanke tukee organisaation ylempiä strategisia tavoitteita ja tulostavoitteita. Usein hankkeet ovat toimitusprojekteja, joilla on asiakas ja kiinteä sopimushinta. Tällöin projektin kustannusarvioinnin ja -ohjauksen onnistuminen on todella tärkeää projektin tilaavalle taholle. (Pelin 2009, s. 169)

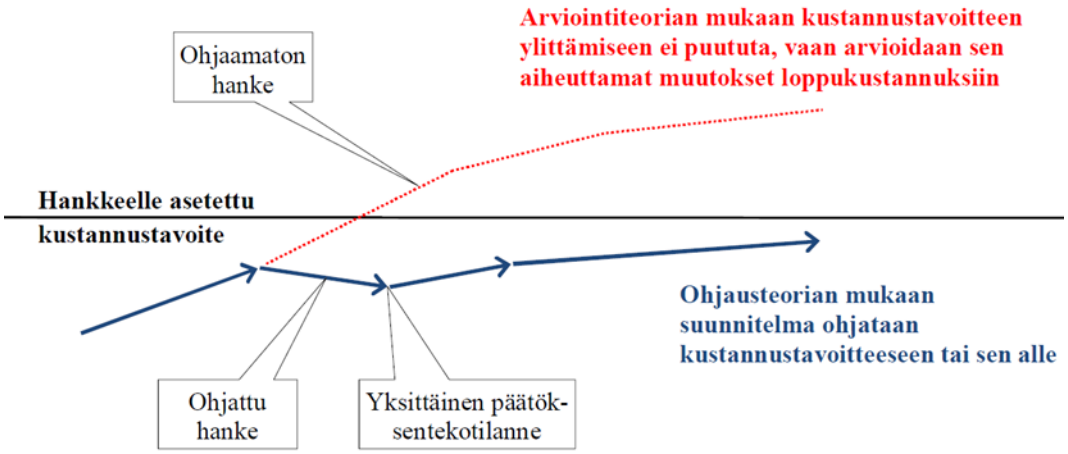
Pelinin (2009, s. 170) mukaan hankkeiden kustannusohjauksen tärkein tehtävä on taloudellisesti edullinen hankkeen toteutus. Kustannusohjaukseen sisältyy:

- kustannusarviointi
- projektin budjetointi
- aikataulun ja kustannusten optimointi
- kassavirtalaskenta
- kustannusraportointi
- ohjauspäätökset
- jälkilaskenta

Toimivan kustannusohjauksen tulee keskittyä hankkeen alkuvaiheisiin. Suurin osa kustannuksiin vaikuttavista ratkaisuista tehdään hankkeen suunnitteluvaiheessa. Jo suunnittelun aikana lyödään lukkoon 60-80 prosenttia hankkeen kustannuksista. Tämän jälkeen hankkeen aikana tehtävällä detaljisuunnittelulla ja toteutuksen ohjauksella voidaan vaikuttaa enää noin 30 prosenttiin kustannuksista. (Pelin 2009, s. 171)

Suunnittelulle voidaan myös asettaa kustannustavoitteet (design to cost). Kustannustavoitteellisessa suunnittelussa hankkeen tai sen osatehtävän kustannukset määritellään ennakkoon siten, että toiminta on liiketaloudellisesti kannattavaa. Suunnittelussa on löydettävä aikataulu ja tekniset ratkaisut, joilla asetettuun kustannustavoitteeseen päästään. Kyseinen menettely on ollut lisääntymässä rakennus- ja teollisuusprojekteissa. (Pelin 2009, s. 172)

Mannisen (2009, s. 46) mukaan, kustannushallinta perustuu joko kustannusten arviointi- tai ohjausteoriaan. *Arviointiteorian* mukaan hankkeen kustannukset arvioidaan ja kustannuksiin ei pyritä vaikuttamaan hankkeen edetessä. *Ohjausteorian* mukaan hankkeelle asetetaan kustannustavoite, jonka toteutumista seurataan jatkuvana prosessina. Ohjausteorian mukaan erot kustannustavoitteeseen analysoidaan ja hanketta pyritään ohjamaan kustannustavoitteeseen tai sen alle hankkeen suunnittelun aikana tehtävillä päätöksillä (kuva 2). Huomattavaa on, että itse kustannuksia ei ohjata vaan ohjaus kohdistetaan hanketta koskeviin suunnitelmiin.



Kuva 2. Hankkeen kustannushallinnan arviointi- ja ohjausteorian erot. (Manninen 2009, s. 47)

Tavoiteohjatulla suunnittelulla saavutetaan kaksi merkittävää etua. Sillä voidaan määrittää hankkeen kustannukset ohjelmointivaiheessa niin, ettei kustannustavoitetta ylitetä jatkosuunnitteluvaiheessa. Toisaalta tavoiteohjatulla suunnittelulla ohjataan suunnitteluratkaisuja ja niiden kustannukset pidetään tavoitteen mukaisina, jolloin vältytään hankkeen sisällön karsimiselta. (Lindholm 1994, s. 15)

Infrastruktuurihankkeiden kustannusarviointi on asteittain tarkentuva prosessi, jota tehdään hankkeen kaikissa elinkaaren vaiheissa. Kustannusarviointi on rakenteeltaan hierarkkinen. Sen ylin käsite on hankeosa. Hankeosa koostuu rakennusosista, jotka vastaavasti koostuvat panoksista. Hankkeen kustannusohjaus

perustuu hankkeelle hankeosahinnastojen avulla määritettyyn kustannustavoitteeseen. Hankeosahinnastot laaditaan laskennallis-empiirisesti vastaamaan käypää tarjoushintatasoa ja edustamaan järkevien suunnitteluratkaisujen mukaisia kustannuksia. Hanke- ja rakenneosiin perustuvilla kustannusarvioilla pystytään vertaamaan eri suunnitteluratkaisujen välisiä kustannuseroja. (Manninen 2009, s. 48)

Kustannusarviot ovat pohjana investointihankkeiden kannattavuuslaskelmille, joissa arvioituja kustannuksia verrataan hankkeista saataviin hyötyihin. Kun hankkeen toteuttamisesta on tehty päätös, kustannusarviot toimivat kustannusvalvonnan vertailukohteina. Kustannusten arviointi tarkentuu vaiheittain, kuten hankkeen suunnittelukin. Kulloinkin voimassaoleva arvio on kustannusvalvonnan perustana. (Pelin 2009, s. 174-175)

Jälkiarviointi ja kustannusten jälkilaskelma ovat varsin usein laiminlyötyjä projektinhallinnan osia. Jälkiarvioinnin tehtävänä on muun muassa koota tiedot hankkeen kustannuksista, analysoida poikkeamat ja niiden syyt sekä toimia tulevien hankkeiden kustannuslaskennan perustietoina. Hankkeiden alkuvaiheessa tehdyt laskelmat menettävät osan merkityksestään, ellei niiden toteutumista selvitetä perusteellisesti ja samalla analysoida ilmaantuneiden poikkeamien syitä. Erityisesti tulisi dokumentoida yllätykset ja miten ongelmiin pitäisi varautua seuraavissa hankkeissa. (Pelin 2009, s. 186-187)

Kustannusarvioiden merkitystä osana väylähankkeen kokonaisprosessia suunnittelusta käyttöön kuvaa hyvin se, että arvioiden perusteella tehdään hankkeen keskeisimmät päätökset. Näin ollen luotettavan ja tarkasteluhetken lähtötietojen tasoa kuvaavan kustannusarvion merkitys korostuu. (Manninen 2009, s. 18)

Toisaalta, kustannusarvioiden perusteella tehdään myös yksittäisen hankkeen ylittäviä päätöksiä. Tehtäessä valintoja useiden tarjolla olevien hankkeiden välillä, rajoitetuissa rahoitusraameissa, kustannusarvioilla on keskeinen rooli hankkeita vertailtaessa.

2.3 Kustannusriskit käsitteenä ja seuraukset

Kustannusarvioinnin onnistumista tarkastellaan kirjallisuudessa useimmin mittarilla *kustannusylitys*, joka lasketaan seuraavasti:

$$Kustannusylitys\ (\%) = \frac{(Todellinen\ kustannus - Arvioitu\ kustannus)}{Arvioitu\ kustannus} * 100 \qquad (1)$$

Kustannusylitys on suora käännös englanninkielisestä termistä ”cost overrun”. Kustannusylitys tapahtuu, kun todellinen toteutunut kustannus ylittää arvioidun kustannuksen. Toisaalta, kustannusarviot voivat myös alittua, jolloin laskennan tuloksena saatava prosenttiluku on negatiivinen. Tuolloin käytetty termi on *kustannusalitus*, ”cost underrun”. Kustannusylityksen ja -alituksen yhdistävänä käsitteenä puhutaan *kustannuspoikkeamasta*. Kustannusylitysten arvioinnin kannalta on tärkeää ymmärtää, että laskukaava sisältää kaksi muuttujaa: *todellinen kustannus* ja *arvioitu kustannus*.

Kustannusarvioiden muutoksista on tehty useita tutkimuksia, joissa on keskitytty useimmiten yksittäisten maiden tilanteisiin. Taulukossa 1 on yhteenveto näistä tutkimuksista, niiden maantieteellisistä tutkimusalueista sekä kustannusarvioiden ylittymisten yleisyyksistä ja ylittymisten suuruuksista. Kannattaa kuitenkin huomata, että tutkimusotokset ja tutkimusmateriaalin käsittelytavat eivät ole täysin yhteneväisiä eri tutkimuksissa. Esimerkiksi, otoskoot ovat erittäin pienet Pickrellin (N=8) ja Ruotsin valtiontalouden tarkastusviraston (N=15) tutkimuksissa. Toisaalta, Bordat et al. otos oli erittäin suuri (N=2668), mutta otoksessa oli mukana myös teiden kunnossapidon urakoita. Tyhjä solu taulukossa tarkoittaa, että tutkimuksessa ei saatu kyseistä tietoa.

Taulukko 1. Kirjallisuusyhteenveto kustannusarvioiden ylittymisten yleisyydestä ja suuruudesta (Mukaillen Cantarelli et al. 2012, s. 2)

Tutkimus	**Tutkimusalue**	**Kustannusarvion ylittymisen yleisyys (%)**	**Kustannusarvion ylittymisen suuruus (%)**		
			Tie	Rautatie	Silta tai tunneli
Merewitz (1973)	USA	79	26	54	
Morris (1990)	Intia			164	
Pickrell (1990, 1992)	USA	88		61	
Valtiontalouden tarkastusvirasto (1994)	Ruotsi		86	17	
Nijkamp ja Ubbels (1998)	Alankomaat, Suomi	75			
Bordat et al. (2004)	USA	55	5		
Odeck (2004)	Norja	52	8		
Dantata (2006)	USA	81		30	
Ellis et al. (2007)	USA		9		
Lee (2008)	Etelä-Korea	95	11	48	
Flyvbjerg et al. (2003)	Maailma	86	20	41	34
Cantarelli et al. (2011)	Alankomaat	55	19	11	22
	Luoteis-Eurooppa		21	27	35
	Muu maailma		18	44	36

Kuten taulukosta 1 huomataan kustannusarvioiden ylittymisen yleisyys ja ylittymisen keskimääräinen suuruus ovat vaihdelleet huomattavasti tutkimuksesta toiseen. Ylittymisen yleisyys on vaihdellut 52 prosentista 95 prosenttiin. Tiehankkeissa keskimääräinen ylittymisen suuruus on ollut välillä 5 - 86 %. Ratahankkeissa vaihteluväli on ollut vielä suurempi (11 - 164 %). Tutkimusten tulosten vaihteluista johtuen, tutkimusten johtopäätökset ovat ymmärrettävästi myös kovin erilaisia. Kuitenkaan, yhdessäkään tarkastellussa tutkimuksessa ei ole havaittu kustannusarvioiden alittuvan yleisesti. Tämän työn teoriaosuudessa tarkastellaan tarkemmin tutkimuksia Flyvbjerg et al. (2003) ja Cantarelli et al. (2011). Syyt näiden tutkimusten valintaan ovat: maailmanlaajuinen näkökulma, otosten laajuus ja homogeenisuus, tutkimusten pohjalta tehty jatkotutkimus sekä viittausten määrä.

Flyvbjerg et al:n tutkimus vuodelta 2003 on ensimmäinen tilastollisesti merkitsevä tutkimus liikenneväylähankkeiden kustannusarvioista maailmanlaajuisesti. Heidän otoksensa sisälsi 258 rakennettua väylähanketta 20 eri maasta vuosien 1927-1998 välillä. Flyvbjergin tutkimusryhmä käytti pelkästään aineiston keräämiseen neljä vuotta. Tutkimuksessa verrattiin erityyppisten liikenneväylähankkeiden kustannusarvioita valmistumisen toteutuneisiin kustannuksiin. Vertailun kustannusarviona käytettiin kunkin hankkeen rakentamispäätöksen tekohetken ajankohtaisinta kustannusarviota. Tulokset osoittivat, että 86 % hankkeista olivat ylittäneet kustannusarvionsa. Tiehankkeiden keskimääräinen ylitys oli 20 % ja rautatiehankkeiden 41 %. Tuloksista tutkimusryhmä päätteli, että kustannusylitykset olivat maailmanlaajuinen ilmiö, eikä kustannusarviointi ollut kehittynyt ajan myötä. Cantarelli et al. jatkoivat aiheen tutkimista Flyvbjergin menetelmillä laajentamalla otosta 806 hankkeeseen. Cantarelli et al. saivat tiehankkeiden osalta keskimääräisen kustannusylityksen vaihteluväliksi 18-21 % eri alueittain, mikä myötäilee Flyvbjergin tulosta ja osoittaa, että tiehankkeiden kustannusylityksissä ei ole merkittäviä eroja maantieteellisesti. Rautatiehankkeiden keskimääräinen kustannusylitys laski 41 prosentista 34 prosenttiin näiden kahden tutkimuksen välillä, mikä selittyy suureksi osin sillä, että Cantarellin tutkimuksessa oli suhteellisesti vähemmän "muun maailman" rautatiehankkeita, joissa kustannusylitykset ovat keskimäärin suurempia. (Cantarelli et al. 2011, s. 114-116; Flyvbjerg et al. 2003, s. 71-73)

Cantarellin ryhmä halusi selvittää tarkemmin, missä vaiheessa hankkeita kustannusylitykset tapahtuvat ja jatkoi aiheen tutkimista pienemmällä otoksella. Selvitystä varten hankkeen kokonaisprosessi jaettiin kahteen vaiheeseen: virallisesta päätöksentekohetkestä rakentamisen alkamiseen ja rakentamisen alusta hankkeen valmistumiseen. Tutkimuksen tulosten mukaan kustannusylitys näyttäisi olevan erityisesti aiemman vaiheen ongelma, eli vaiheen ennen rakentamista. Kustannusylityksen todennäköisyys (70 %) ja kustannusylityksen keskimääräinen suuruus (20 %) olivat korkeampia kuin rakennusvaiheen vastaavat luvut, jotka olivat 38 % ja -5 %. Toisin sanoen, rakennusvaiheessa kustannusten alittuminen oli siis jopa todennäköisempää kuin ylittyminen. (Cantarelli et al. 2011, s. 79-82)

Edellä mainituille tuloksille löydettiin neljä eri selitystä. Ensimmäiseksi syyksi mainitaan kustannusarvioiden tarkentuminen suunnitelmien tarkentuessa. Toiseksi, kustannusarvion luonne muuttuu hankkeen edetessä. Suunnitteluvaiheessa kustannusarvion tehtävä on olla enemmän suuntaa-antava, mutta rakentamisen alkaessa arviosta muodostetaan budjetti, jonka tarkoitus on rajoittavampi eikä budjettiin enää sallita muutoksia samalla tavalla kuin aikaisemmin.

Kolmanneksi, kustannusarviot ovat usein optimistisia ja tulevat realistisemmiksi, kun suunnitelmat tarkentuvat. Koska hankkeiden suunnitelmat muuttuvat eniten suunnitteluvaiheessa, kustannusten lisääntyminen voi olla seurausta aiempien suunnitelmien optimistisuudesta. Neljänneksi, kustannukset saatetaan esittää tarkoituksella alhaisina, jotta hanke-ehdotus hyväksyttäisiin toteutettavaksi. Vasta hyväksymispäätöksen jälkeen hankkeen todelliset kustannusarviot tulevat julki tai hankkeen todellinen laajuus "paljastetaan", mikä nostaa hankkeen kustannuksia. (Cantarelli et al. 2011, s. 82-83)

2.4 Kustannusriskien aiheuttajat

Kustannusriskien aiheuttajia on suunnittelun- ja rakentamisenaikaisia. Jos asiaa ajatellaan kustannusylittymisen laskukaavan kautta, riski kustannusten ylittymiseen muodostuu vastaavasti suunnittelun arvioiduista ja rakentamisen toteutuneista kustannuksista. Kustannukset on voitu arvioida liian alhaisiksi suunnitteluvaiheessa tai toteutuneet kustannukset ovat voineet kasvaa rakentamisen aikana. Toteutuneen kustannuksen kasvaminen selittyy usein lisä- ja muutostöillä, joita joudutaan tekemään urakassa erinäisistä syistä. Lisätyöllä tarkoitetaan urakoitsijan suoritusta, joka urakkasopimuksen mukaan ei kuulu urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen. Muutostyö on sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan suorituksen muutos.

Kustannusriskien aiheuttajien teoreettinen määrittely on oleellista, koska se tukee kustannusylitysten selityksiä ja tarjoaa mahdollisuuksia ratkaisukeinojen luomiseen. Cantarelli et al. ovat etsineet aihepiirin kirjallisuudesta syitä, mistä riski kustannuksien ylittymiselle aiheutuu väylähankkeissa. Kokonaisuudessaan selitykset voidaan erotella, taulukon 2 mukaisesti, neljään kategoriaan: *teknisiin*, *taloudellisiin*, *psykologisiin* ja *poliittisiin*. (Cantarelli et al. 2010, s. 6, 16)

Taulukko 2. Kustannusylitysten selitysten kategoriat ja syyt (Mukaillen Cantarelli et al. 2010, s. 12).

Selitykset	**Syyt**
Tekniset	Ennustamisen virheet sisältäen hintojen nousun, heikon projektisuunnittelun ja arvioiden vajavaisuuden Laajuusmuutokset Epävarmuus Epäsopiva organisaatiorakenne Riittämätön päätöksentekoprosessi Riittämätön suunnitteluprosessi
Taloudelliset	Tahallinen aliarviointi, joka johtuu: • kannustimien puutteesta, • resurssien puutteesta, • resurssien tehottomasta käytöstä • sitoutuneista rahoitusprosesseista • heikosta rahoittamisesta/sopimusten hallinnasta • strategisesta käyttäytymisestä

Selitykset	Syyt
Psykologiset	Optimistiset ennakkoasenteet paikallisten viranomaisten keskuudessa Kognitiivinen harha Varovaiset asenteet riskejä kohtaan
Poliittiset	Tahallinen kustannusten aliarviointi Ennusteiden manipulointi Henkilökohtainen informaatio

Tekniset selitykset mainitaan usein kustannusylityksiä käsittelevässä kirjallisuudessa. Hintojen nousu, heikko projektisuunnittelu ja suunnitelman implementointi sekä vajavaiset arviot nähdään kaikki syinä kustannusylityksiin. Tulevaisuuden hintojen nousua on vaikeaa ennustaa. Heikko suunnittelu ja suunnitelman implementointi voivat viestiä kokemuksen puutteesta. Vajavaiset arviot kertovat usein riittämättömistä arvioinnin lähtötiedoista. Näillä tekijöillä on selvä vaikutus kustannusylityksiin, mutta ne eivät itsessään suoraan johda kustannusten kasvamiseen. Laajuusmuutokset, epävarmuus, sopimaton organisaatiorakenne, riittämättömät päätöksentekoprosessit ja suunnitteluprosessit ovat kaikki teknisiä selityksiä kustannusylityksille. Näillä syillä on yhteys vaikeuteen ennustaa tulevaisuutta, ja niitä voidaankin pitää "rehellisinä" virheinä. Laajuusmuutoksilla tarkoitetaan muutoksia hankkeen suunnitteluratkaisuihin, joita ei ole etukäteen osattu odottaa. Nämä muutokset voivat sisältää lisäkustannuksia. Sopimaton organisaatiorakenne, riittämättömät päätöksentekoprosessit ja riittämättömät suunnitteluprosessit ovat kaikki merkkejä tehottomuuksista, jotka johtavat odotettuja suurempiin kustannuksiin. Näissä syissä on kyse kykenemättömyydestä sopeutua tarpeeksi hyvin muuttuviin olosuhteisiin sekä puutteista vastuullisuuteen, valvontaan ja suunnitteluun liittyen. (Cantarelli et al. 2010, s. 12)

Taloudellisina selityksinä kustannusylitysten määrään vaikuttavat: kannustimien ja resurssien puute, sitoutuneet rahoitusprosessit sekä julkisten hyötyjen tehoton suunnittelu. Kustannusarvioiden tekijöillä ei usein ole kannustinta tuottaa tarkkoja laskelmia ja tästäkin johtuen he aliarvioivat ennusteissaan, koska se on heidän omien etujensa mukaista. Resurssien puutteen vuoksi päättäjien täytyy valita eri hankkeiden välillä, mikä johtaa kilpailuun hankkeiden kesken. Seurauksena, hankkeiden puolestapuhujat aliarvioivat kustannuksia tahallisesti saadakseen hankkeensa näyttämään houkuttelevammilta, mikä lisää hankkeen mahdollisuuksia tulla valituksi toteutukseen. Saatavilla olevien resurssien tehoton hyödyntäminen voi myös johtaa kustannusylityksiin. Näin käy, kun kannattavuudeltaan huonompia projekteja toteutetaan eikä niihin käytettyjä resursseja voida käyttää enää uudestaan. Lisäksi, sitoutuneet rahoitusprosessit ja strateginen käyttäytyminen ovat omia syitään kustannusylityksiin, mutta molempiin liittyy ajatus rahoituksen takaaminen tietylle hankkeelle kustannusten aliarvioinnin kautta. (Cantarelli et al. 2010, s. 12-13)

Psykologiset selitykset perustuvat suunnittelun virhepäätelmien ja optimismiharhan konsepteihin. Ne sisältävät ihmisten kognitiiviset harhat ja varovaiset asenteet riskejä kohtaan päätöstilanteissa. Tehdessään päätöksiä riskejä sisältävissä näkymissä ihmisillä on tapana olla riskejä vastaan ja muotoilla päätöksiensä ongelmat kapeasti. Eli ihmiset harkitsevat ongelmia yksi kerrallaan, usein eristäen kunkin ongelman muista kyseisen hetken ja tulevaisuuden valinnoista. Kognitiivinen harha johtaa optimistisiin ennusteisiin, mistä seuraa kustannusten

ylittymistä jatkossa. Lisäksi, ihmiset puoltavat tuotoksia, jotka maksimoivat hyödyn, riskeihin varovasti suhtautuvien asenteidensa vuoksi. Suurempi henkilökohtainen hyöty saavutetaan, kun hanke valitaan toteutettavaksi. (Cantarelli et al. 2010, s. 13)

Poliittiset selitykset ovat kirjallisuudessa yleisesti tärkeimmiksi nostetut selitykset riskiin kustannusylityksistä. Poliittisten selitysten alle kuuluviksi syiksi on löydetty tahallinen kustannusten aliarviointi ja ennusteiden manipulointi. Kustannuksia aliarvioidaan tahallisesti hankkeen hyväksyttävyyden parantamiseksi. Tutkimuksissa on todettu, että ennusteita manipuloidaan, koska henkilöiden käyttäytyminen pohjautuu enemmän asianajamiseen ja kannattamiseen kuin objektiivisuuteen. Lisäksi, kirjallisuudessa syiksi kustannusylityksiin mainitaan strategiset väärinkäsitykset, joihin kuuluvat: oppiminen, koordinoinnin puute, pitkäntähtäimen sitoutumisen puute, kurin puute, organisaation sisäinen ja poliittinen paine sekä epäsymmetrinen informaatio. Oppimisella tarkoitetaan, kuinka valveutuneita johtajat ja päättävät ovat siitä, että ennustettujen tulosten tulee olla suosiollisia, jotta hankkeet tulisivat valituiksi. Seurauksena, he toimivat strategisesti ja esittävät ennusteet väärin. Koordinoinnin, sitoutumisen ja kurin puute mahdollistavat strategisen käyttäytymisen, koska seurausten puute on yhteydessä kuvattuun toimintaan. Organisaation sisäiset ja poliittiset paineet aiheuttavat strategista toimintaa, koska ennusteita säädetään antamaan poliittisesti miellyttävimpiä tuloksia. Viimeisimpänä, epäsymmetrinen informaatio on tärkeä syy tahalliseen aliarviointiin ja strategiseen hämäykseen. Päätöksentekijöillä ei ole samaa tietoa hankkeista ja he joutuvat luottamaan ennusteisiin. Tämä mahdollistaa päätöksentekoon vaikuttamisen ennusteiden vääristelyn avulla kustannusarvioiden tekijöiden tahoilta. (Cantarelli et al. 2010, s. 13)

Jenpanitsubin (2011, s. 47) mukaan eri tutkimuksissa kustannusriskien aiheuttajiksi ovat toistuvasti varmistuneet hankkeen sijainti ja toteuttamisvaiheen pituus. Hankkeet, joiden suunnittelun jälkeinen toteuttamisvaihe on valmiiksi pitkä tai pitkittyy, osoitettavasti ylittävät suunnitellut kustannuksensa. Hankkeen sijainti on varsin monimutkaisesti määritelty syy, koska vaihteluita sijainnille on maidenvälisiä ja maidensisäisiä. Hankkeiden tyyppien, koon ja omistusmuotojen vaikutuksista kustannusriskeihin on tutkimuksissa ristiriitaisempia tuloksia. Esimerkiksi, aiemminkin mainitun Flyvbjerg et al. (2003) tutkimuksen mukaan ratahankkeet ylittävät arvioidut kustannuksensa keskimäärin useammin ja merkittävämmin kuin tiehankkeet. Kaikki tutkimukset eivät kuitenkaan tue tätä johtopäätöstä. Vastaavasti, toisissa tutkimuksissa hankkeen koolla on todettu olevan vaikutus kustannusriskeihin ja toisissa sillä ei ole havaittu olevan merkitystä.

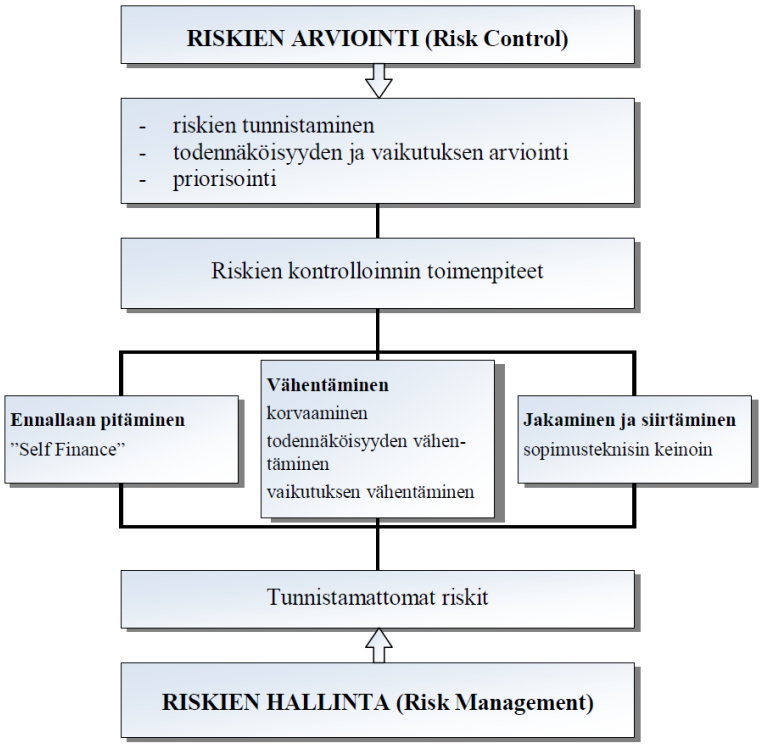
2.5 Kustannusriskien hallinnan keinot

Berechman & Chenin (2011, s. 103) tärkein johtopäätös oli, että riski liikenneväylähankkeiden kustannusmuutokselle voidaan ja pitää ottaa huomioon hankkeiden arvioinnissa ja päätöksenteossa. Näin toimimalla paremmat hankkeet valitaan toteutukseen, hankkeiden arviot ovat realistisempia ja kustannusriskejä voidaan pyrkiä hallitsemaan. Lisäksi, riskienhallinnasta saadaan suurin hyöty, kun se otetaan käyttöön hankkeessa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja sitä jatketaan läpi hankkeen koko elinkaaren (APM Risk Management Specific Interest Group 2007, s. 84).

Infrahankkeiden menestyksellinen hallinta perustuu usein hyvään muutosten hallintaan, koska projektin lähtötiedot ovat epävarmoja ja niiden varmentaminen tapahtuu hitaasti. Flanaganin ja Normanin mukaan vaikeinta ei ole löytää tekniikoita tai työkaluja riskien ja epävarmuuden analysoimiseen vaan vaikeinta on hyväksyä se, että epävarmuus on luonnollinen osa toimintaa (Flanagan & Norman 1993, s. 23).

Perinteisesti, tilapäisiä ad hoc metodeja käytetään vastaamaan mahdollisiin kustannusriskeihin liikenneväylähankkeissa. Yleisin menetelmä on lisätä hankkeen budjettiin varausosa suunnitteluvaiheessa myöhemmin mahdollisesti toteutuvien riskien varalle. Arviointivarauksella pyritään lieventämään liittyvien virhe- ja epävarmuustekijöiden vaikutuksia. Varaukset voidaan kohdistaa tiettyyn riskiin, jolloin ne voidaan käyttää vain kyseiseen kohtaan. Tarvittavien varausten arvioinnissa kannattaa käyttää apuna kokemuksia aiemmista hankkeista. Hankkeiden epävarmuuskohdat ja riskit voidaan arvioida, samoin hintojen muutokset. Varausten suuruus on tavanomaisesti noin 10 prosenttia hankkeen kokonaiskustannuksista. Varausten tulee olla suhteessa arvioiden tarkkuuteen ja pienentyä samalla kun kustannusarviot tarkentuvat. (Berechman & Chen 2011, s. 85; Pelin 2009, s. 179)

Riskien vähentäminen koostuu sen korvaamisesta tai vaikutuksen ja todennäköisyyden vähentämisestä (kuva 3). Vähentämisen lisäksi riskit voidaan joko jakaa, siirtää tai pitää ennallaan. Jotta riskejä voidaan vähentää, on ne tunnistettava, priorisoitava ja arvioitava. Arviointi sisältää riskien todennäköisyyden ja vaikutuksen arvioimisen. Projektin osapuolten on myös ymmärrettävä, että kaikkia riskejä ei pystytä tunnistamaan ja sitä kautta kontrolloimaan. Riskien hallinnan päätehtävä onkin varmistaa, että tällaiset riskit hallitaan. (Cooke & Williams 2007, s. 73)



Kuva 3. Riskienhallintaprosessin kaksi tasoa: arviointi ja hallinta. (Manninen 2009, s. 42)

Riskien tunnistaminen sisältää hanketta koskevien riskien ja epävarmuuksien tunnistamisen. Merkittävien riskien vaikutusten arvioinnin apuna käytetään yleensä lopputuloksen vaihtelun mittaamista, jonka työkaluina voidaan käyttää MonteCarlo ja Delphi tekniikoita sekä herkkyysanalyysejä. (Fellows et al. 2002, s. 251-252)

Riskien jakaminen ja siirtäminen hankkeen eri osapuolten välillä tehdään yleensä sopimusteknisin keinoin. Siirtämisellä käsitetään esimerkiksi aliurakoitsijoiden käyttöä eli riski siirretään toisen osapuolen kannettavaksi. Pääperiaatteena riskien jakamisessa ja siirtämisessä on se, että se osapuoli joka pystyy hallitsemaan tietyn riskin, ottaa vastuun siitä. Riskien jakamiseen ja siirtämiseen kuuluu myös se, että mikäli urakoitsija ei pysty hallitsemaan riskiä, tilaaja ottaa vastuun siitä. (Fellows et al. 2002, s. 252)

Toimitusprojekteissa käytettävät sopimusmuodot vaikuttavat hankkeen kustannusohjaukseen. Sopimusvariaatioita on monia, mutta ne muodostuvat kahdesta perustyypistä: *kokonaisurakka* ja *laskutustyö*. Kokonaisurakassa hanke määritellään sopimuksen teknisissä liitteissä tarkasti. Toimittaja ansaitsee mahdollisen katteen toteuttamalla hankkeen kilpailijoita tehokkaammin. Toimittajalla on kuitenkin riski työmäärän aliarvioinnista ja toteuttamisen aikana ilmaantuvista yllättävistä ongelmista. Tämä riski toimittajan on lisättävä hankkeen hintaan. Tilaajan etuna kokonaisurakassa on kilpailutilanteen aikaansaaminen. Tilaaja voi valita edullisimman tarjouksen ja siten pudottaa hankkeen kustannuksia. Kokonaisurakoita voidaan käyttää, kun hankkeen suunnittelu on tehty riittävän tarkasti. (Pelin 2009, s. 172-173)

Kiinteään hintaan tehtyä sopimusta pidetään yleensä parhaana sekä tilaajan että toimittajan kannalta, etenkin, koska se yksinkertaistaa projektin hallintoa. Tilaajan ei tarvitse valvoa toimittajan tehtävien kustannuksia. Toimittaja on motivoitunut työn tehokkaaseen suorittamiseen ja taloudelliseen toteuttamiseen, koska tehokkuus näkyy suoraan työstä saadussa katteessa. Toisaalta, kokonaisurakoiden heikkouksiin luetaan hankkeen keston piteneminen määrittely- ja sopimusvaiheiden takia. On myös mahdollista, että toimittaja pyrkii tinkimään työn tai materiaalien laadusta maksimoidessaan omaa voittoaan, minkä estäminen vaatii sopimuksen yksityiskohtaisempaa teknistä määrittelyä. Mikäli tilaaja haluaa poiketa sopimuksen määrittelyistä toteutuksen aikana, muutos- ja lisätöiden rahallinen merkitys on arvioitava. Suuremmat muutokset edellyttävät lisätilausten tekemistä. (Pelin 2009, s. 172-173)

Edellisessä kappaleessa läpikäydyn sopimusten perustyypin kokonaisurakan alle lasketaan tässä yhteydessä myös suunnittele ja toteuta -urakkamuoto (ST), vaikka niitä muuten käsitellään monesti erillisinä sopimustyyppeinä. Tässä teoriayhteyden ymmärtämistä edesauttaa, jos ajatellaan, että ST-urakoissa varsinaisen hankkeen rakentamisen lisäksi kilpailutettu kokonaisuus sisältää myös rakentamissuunnittelun. Lukijan ei pidä sekoittaa käsitteitä muuten keskenään. ST-urakoissa määrittely- ja sopimusvaiheet sekä halutun laatutason määrittäminen korostuvat erityisesti, koska tyypillisesti tietynlaista vapautta rakennussuunnitteluun halutaan jättää urakoitsijalle. Suunnitteluvapaudella mahdollistetaan innovatiivisten ratkaisujen etsiminen.

Laskutustyönä toteutettavassa hankkeessa toimittaja raportoi tilaajalle tehdyt työtunnit ja veloittaa niistä sopimuksen mukaisella suoritehinnalla, joka voi olla tuntihinta. Tämä sopimustyyppi mahdollistaa hankkeen nopean käynnistymisen ja sopii erityisen hyvin korkean teknologian kehitysprojekteille sekä projekteille, joissa odotetaan olevan paljon muutoksia alkuperäisiin määrittelyihin. Laskutustyön suurin heikkous on, ettei toimittajalla ole juurikaan motivaatiota hankkeen kustannusten pienentämiseen. Mitä enemmän kustannuksia hankkeesta koituu, sitä enemmän toimittaja ansaitsee. Tilaaja joutuu valvomaan tarkasti työn edistymistä ja kustannusten kertymistä. (Pelin 2009, s. 173-174)

Riskien vähentäminen ja välttäminen käsittää rakennushankkeissa lähinnä uudelleen suunnittelua tai merkittäviä muutoksia hankkeeseen. Ääritapauksessa riskien välttäminen voi johtaa koko hankkeesta tai sen osasta luopumiseen. Riskien hyväksyminen johtaa yleensä hintojen nousemiseen. (Fellows et al. 2002, s. 253; Flanagan & Norman 1993, s. 61; Morledge et al. 2006, s. 167)

Eräs mahdollisuus on lähestyä riskien arviointia olettamusanalyysin kautta, jossa tehdyt olettamukset perustuvat aikaisempaan kokemukseen ja tietoon. Analyysissä riskit jaetaan eri kategorioihin todennäköisyyden ja vaikutuksen suhteen. Morledgen mukaan riskit, joilla on suuri vaikutus ja korkea todennäköisyys, on otettava riskienhallinnan piiriin. (Morledge et al. 2006, s. 159)

3 Hankkeiden nykyiset kustannusriskien hallinnan keinot sekä olemassa oleva ohjeistus

3.1 Hankkeiden merkitys Liikenneviraston toiminnassa

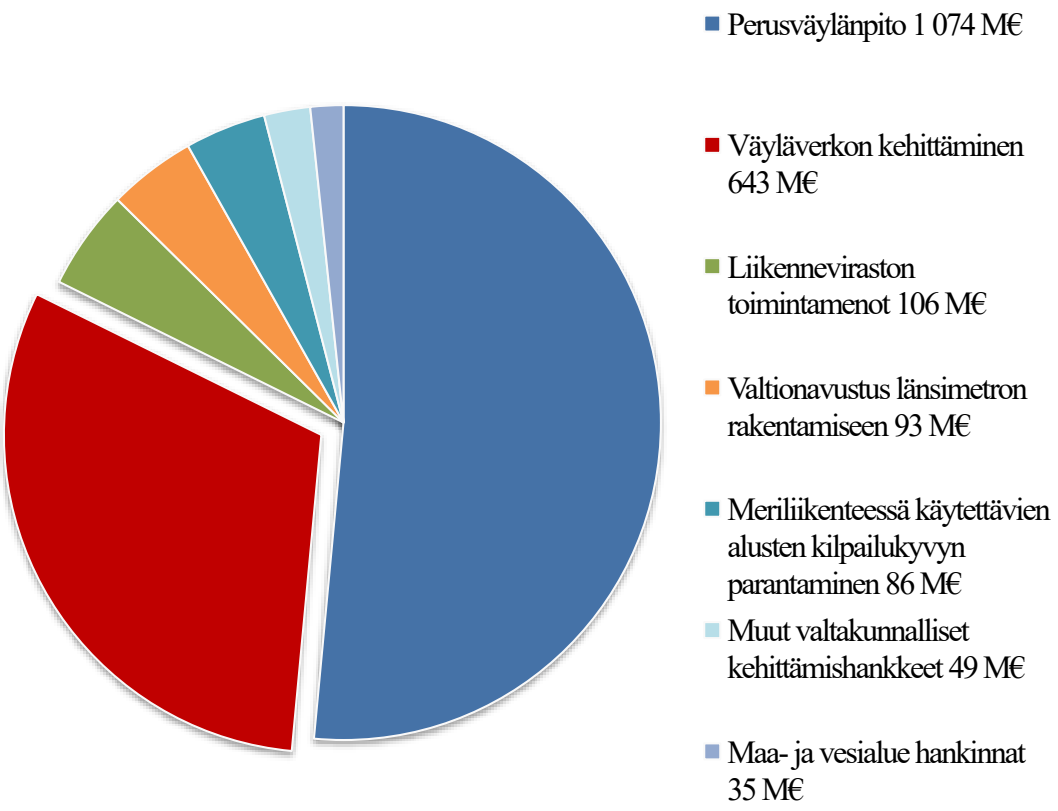
Liikennevirasto vastaa Suomen valtion maa- ja vesiliikenneverkon kehittämisestä ja kunnossapidosta sekä tämän verkon liikenteen hallinnasta. Liikenneviraston vastuulla on noin 78 000 kilometriä (km) maanteitä, noin 5 900 km rautateitä ja noin 16 200 km vesiteitä. Liikennevirasto toimii liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla ja sen palveluksessa työskentelee suoraan noin 650 asiantuntijaa. Oman henkilöstön tehtävät vaihtelevat liikenteen asiantuntijatehtävistä operatiiviseen liikenteen ohjaukseen ja hallinnollisiin tehtäviin. (Liikennevirasto 2014a)

Liikenneviraston tehtäviin kuuluu (Liikennevirasto 2014a):

- ylläpitää ja kehittää liikennejärjestelmää yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa;
- vastata valtion tie- ja rataverkosta sekä hallinnoimistaan vesiväylistä ja niihin kohdistuvien toimien yhteensovittamisesta sekä ohjata ja valvoa vesiväylänpitoa koko maassa;
- vastata suurten tiehankkeiden toteuttamisesta sekä ratojen ja vesiväylien suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta;
- vastata Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten toiminnallisesta ohjauksesta tienpidon alueella;
- osallistua liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen;
- huolehtia liikenteen hallinnasta ja sen kehittämisestä valtion liikenneväylillä ja meriliikenteessä;
- turvata talvimerenkulun edellytykset;
- kehittää ja edistää liikenteen palveluja ja niiden markkinoiden toimivuutta;
- edistää väylänpidon tuottavuuden parantamista;
- kehittää julkisen liikenteen toimintaedellytyksiä sekä myöntää merenkulun ja muiden liikennemuotojen edistämiseen tarkoitettuja avustuksia;
- huolehtia merikartoituksen ylläpidosta ja kehittämisestä;
- varautua toimialallaan huolehtimaan liikennejärjestelmän toimivuudesta poikkeusoloissa ja normaaliolojen häiriötilanteissa.

Liikennevirasto ei itse tuota väylärakentamisen palveluita, vaan toimii tilaajaviranomaisena. Välillisesti Liikenneviraston toiminta työllistääkin noin 12 000 henkilöä (Liikennevirasto 2014a). Viraston tehtävänä on tunnistaa asiakkaiden eli eri väylän käyttäjien ja yhteiskunnan tarpeet, määritellä palvelut ja vastata palveluiden tuottamisesta hankkimalla niitä toimittajamarkkinoilta. Palveluntuottajat toteuttavat vaaditut palvelut loppukäyttäjille. (Liikennevirasto 2013a)

Liikennevirastossa on yleisesti linjattu, että olemassa olevan liikenneväylän parantaminen on ensisijainen toimenpide uuden tien, rautatien tai vesiväylän tekemiseen verrattuna (Liikennevirasto 2014b). Kuitenkin, vuonna 2015 Liikennevirastossa on käynnissä kehittämishankkeita yhteensä 4,4 miljardin euron arvosta (Metsäpelto 2015). Kuvasta 4 nähdään, kuinka viranomaistehtävien erilaiset painotukset käytännössä näkyvät Liikenneviraston vuoden 2015 budjetissa.



Kuva 4. Liikenneviraston budjetti 2015 (Liikennevirasto 2015a).

Kuvan 4 "Väyläverkon kehittämisellä" tarkoitetaan tässä työssä käsiteltäviä liikenneväylien kehittämishankkeita, joita on lähteistä riippuen kutsuttu myös väyläinvestoinneiksi tai investointihankkeiksi. Väyläverkon kehittämiseen käytetään siis melkein kolmasosa (31 %) Liikenneviraston vuoden 2015 budjetista, eli sillä on suuri merkitys viraston toiminnassa. Hankkeiden taloudellisella toteuttamisella on siis vaikutus koko viraston tehokkuuteen. Väyläverkon kehittämiseen budjetoidun 643 miljoonan euron lisäksi osa toimintamenoista kuluu hankkeiden parissa työskentelevään henkilöstöön. Näiden ohella maa- ja vesialue hankintoja tehdään hankkeiden niitä edellyttäessä. Lisäksi, länsimetro on yhteiskunnallisesti erittäin merkittävä liikenneväylien kehittämishanke, jonka rakentamiskustannuksiin valtio on sitoutunut 30 prosentin rahoitusosuudella (Länsimetro 2015).

3.2 Kehittämishankkeiden arviointi ja vaiheet suunnittelusta toteutukseen

Väylähankkeiden arviointiin käytetään hyöty-kustannusanalyysia ja vaikuttavuuden arviointia. Hankearvioinnilla varmistetaan parhaan hankevaihtoehdon eteneminen suunnittelussa. Viimekädessä hankearvioinnin tuottama tieto tukee päätöstä hankkeen toteuttamisesta. Rahassa mitattavia vaikutuksia lasketaan hyöty-kustannusanalyysillä. (Liikennevirasto 2015b)

Hyöty-kustannusanalyysissa arvioidaan väylänpidon kustannusten (rakentamis- ja ylläpitokustannukset) ja hankkeiden toteuttamisesta seuraavien rahamääräisten nettohyötyjen muutosta. Laskelmassa otetaan huomioon vaikutukset: matka-aikaan, onnettomuuksiin, meluun, päästöihin sekä ajoneuvon, aluksen ja junan käyttökustannuksiin. Arvioinnissa vaikutusten arvioidut määrät kerrotaan eri kustannuslajeille määritetyillä yksikköarvoilla, jotka on johdettu markkinoilta saatujen tai arvotettujen hintojen perusteella. (Liikennevirasto 2015b)

Lisäksi, kannattavuuslaskelmassa arvioidaan hankkeen ja sen vertailuvaihtoehdon välistä eroa. Jos säästöt ovat investointia suuremmat, on hyöty-kustannussuhde (HK-suhde) yli yhden ja hanke on rahamääräisten vaikutusten osalta kannattava. HK-suhteen jääminen alle yhden ei kuitenkaan välttämättä merkitse hankkeen kannattamattomuutta, koska HK-suhde ei ota huomioon kaikkia hankkeen vaikutuksia. Vastaavasti HK-suhteen ollessa yli yhden, ei hanke ole välttämättä kannattava, koska sillä voi olla merkittäviä laskelman ulkopuolelle jääviä haittoja. (Liikennevirasto 2015b)

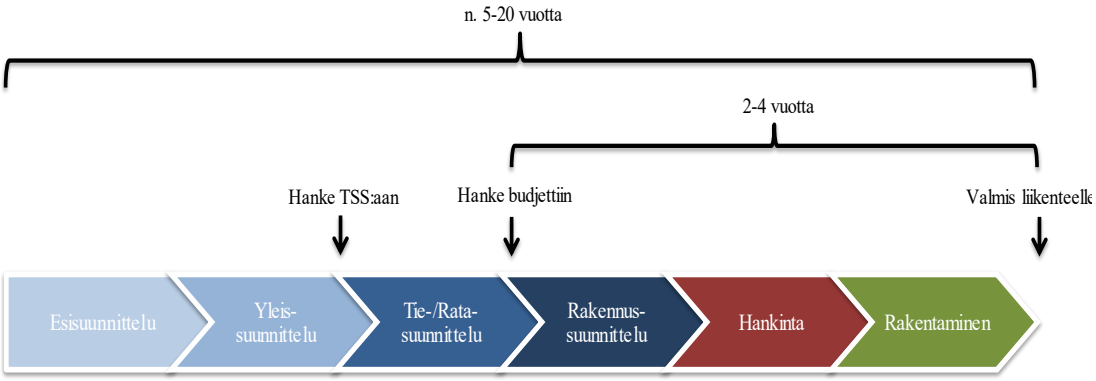
Suuret valtakunnalliset liikenneväylien kehittämishankkeet ohjelmoidaan keskitetysti, ja niiden toteuttamisesta päättää eduskunta. Ohjelmoinnilla tarkoitetaan tässä hankkeiden ajoituksen suunnittelua. Pienemmät tiehankkeet ohjelmoidaan alueellisissa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksissa (ELY-keskuksissa). Pienemmät valtakunnalliset ratahankkeet ja vesiväylähankkeet ohjelmoidaan Liikennevirastossa. (Liikennevirasto 2014b)

Liikenneviraston suunnitteluohjelmat muodostetaan yhteistyössä muiden yhdyskuntasuunnittelun osapuolten kanssa. Aikajänteeltään ohjelmia on kolmitasoisia (Liikennevirasto 2014b):

- pitkän tähtäimen suunnitelma (10-30 vuotta),
- toiminta- ja taloussuunnitelma, TTS (4 vuotta) ja
- vuosittain tehtävä talousarvioon perustuva toteutusohjelma

Valtioneuvoston valmistelema ja eduskunnan hyväksymä valtion budjetti ohjaa suurten kehittämishankkeiden toteuttamista. Kunkin vuoden budjettiesitykseen virastot antavat hanke-esityksensä kustannusarvioon edellisen vuoden keväällä. Hankearviot annetaan käytännössä tie- tai ratasuunnitelmatasoisten suunnitelmien pohjalta. Jokainen yksittäinen kehittämishanke saa oman valtuutensa, joka oikeuttaa urakkakokonaisuuden tilaamiseen ja määrää kuluvan budjettivuoden rahankäyttöoikeuden. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, s.17)

Tie- ja ratahankkeiden suunnittelu on vaiheittain tarkentuva prosessi (kuva 5). Kunkin vaiheen suunnittelutarkkuus ja päätöksenteko sovitetaan yhteen maankäytön suunnittelun kanssa. Kaikkia suunnitteluvaiheita ei aina tarvita, jos hankkeen vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Vaiheita voidaan tarvittaessa yhdistää. (Liikennevirasto 2015c)



Kuva 5. Keskimääräisen hankekokonaisuuden aikajänne (Mukaillen Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, s.17)

Kuva 5 havainnollistaa esimerkinomaisesti keskimääräisen hankekokonaisuuden kulkua tarveselvityksestä toteutukseen ja hankkeen luovutukseen liikenteelle. Kuten työssä on aiemmin todettu, käytännössä väylän rakentamisen päävaiheet eivät ole peräkkäisiä, vaan hankkeesta riippuen ne voivat limittyä hyvinkin voimakkaasti. Esimerkiksi ST-urakoissa rakentamisen lisäksi kilpailutukseen sisältyy myös suunnittelu, jolloin kuvassa 5 *Hankinta* siirtyy *Rakennussuunnittelun* edelle. Kustannusarvioinnin kannalta haasteellista on kokonaisprosessin aikajänne ja arvion suhteuttaminen toteutusajankohtaan.

Tiehankkeen suunnittelutyön taustalla on aina muun muassa liikenne- ja tieolosuhteiden sekä tien lähiympäristön olosuhteiden seuranta ja niiden kehittymisen ennakointi. Ratahankkeiden taustalla on rataverkon kehittäminen ja liikennöitävyyden ylläpitäminen. Suunniteltaessa uutta tietä tai nykyisen tien parantamista taikka uutta rautatietä tai rataosuuden parantamista, on suunnittelun perustuttava maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen kaavaan. (Liikennevirasto 2015c)

3.3 Hankkeiden kustannushallinta ja kustannushallinnan laadunvarmistus

Liikennevirastossa on ohjeistettu hankkeiden kustannushallintaa erityisesti kahdessa ohjeessa: 26/2011 "Fore-palvelu väylähankkeiden kustannushallinnassa" ja 46/2013 "Väylähankkeiden kustannushallinta". Osittain ohjeet sisältävät samoja asioita ja osittain ne täydentävät toisiaan. Hankkeisiin liittyviä kustannusriskejä käsitellään yksityiskohtaisemmin ohjeessa 46/2013. Väylähankkeiden kustannushallinta -ohjeen (Liikennevirasto 2013b, s. 9) mukaan hankkeiden kustannushallinta kattaa kustannusohjatun suunnittelun, kustannusarvion laadinnan sekä riskiarvioiden ja herkkyystarkastelujen tekemisen.

Kustannushallinnassa on useita tavoitteita. Keskeistä on, että kustannushallinta on jatkuvaa, hallittua ja päämäärätietoista. Kustannusarviot vaikuttavat hankkeiden sisältöön ja niiden etenemisaikatauluun. Ne ovat myös tärkeä osa hankkeiden suunnitteluperusteita. Kustannushallinnan merkittävyyden vuoksi kustannusarvioiden laatimiseen on varattava riittävästi aikaa ja osaavat resurssit. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Suunnitteluprosessin kannalta kustannushallinta tarkoittaa kustannusohjattua suunnittelua. Ilman käsitystä suunnitteluratkaisujen tai niiden vaihtoehtojen kustannuksista ei voida saavuttaa teknis-taloudellisesti optimaalisia ratkaisuja. Suunnittelun kohdentaminen kustannusriskejä sisältäviin osiin on myös osa suunnittelun aikaista kustannushallintaa. Kustannusohjattu suunnittelu on pääosin suunnittelukonsulttien vastuulla. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Kustannushallintaa tarvitaan määrärahojen arviointiin budjetteja ja ohjelmia sekä hankintaa varten. Mitä lähempänä toteutusta ollaan, sitä tarkempaa ja luotettavampaa tietoa tarvitaan. Määrärahavarausten arvioinnissa tilaajan päätökset ja asiantuntemus korostuvat. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Tilaajana Liikennevirasto voi tehdä kustannushallintaa hankkeen suunnitteluvaiheiden ulkopuolella. Hankkeen kilpailutus ja sen ajoitus vaikuttavat merkittävästi kokonaiskustannuksiin. Markkinatilannetta ja sen hallintaa ei saa kuitenkaan sekoittaa kustannusarvion laadintaan. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Kustannushallinnan menettelyt tulee valita kustannushallinnan tavoitteiden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Esisuunnittelussa menettelyt voivat vaihdella käyttötarkoituksen ja tarpeen mukaan. Mitä lähempänä toteutusta ollaan, sitä säädellymmäksi menettelyt tulevat. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Kaikille suunnitteluvaiheille yhteisenä menettelynä tulee suunnittelun alkuvaiheissa laatia hankkeen kustannustavoite. Se muodostuu hankkeen sisällön perusteella laadittavasta hankeosalaskennasta tai muusta vastaavasta asiantuntija-arviosta. Kustannustavoite laaditaan sillä tarkkuudella, että se ohjaa suunnittelua. Hankekohtaisesti päätetään, kirjataanko kustannustavoite suunnitteluperusteisiin. Kustannustavoitteesta voidaan suunnittelun aikana poiketa vain erillisellä päätöksellä ja perustellusta syystä. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Laskentamenettelystä ja tekijästä riippumatta kustannushallinnassa keskeistä on, että käytetyt menettelyt ja niissä tehdyt olettamukset dokumentoidaan. Tämä mahdollistaa laskentojen tarkistamisen, tarvittaessa niiden muuttamisen ja suunnitteluvaiheesta seuraavaan tapahtuvan jatkuvan kustannushallinnan. (Liikennevirasto 2013b, s. 9)

Dokumentoitavia asioita ovat mm:

- laskennan kattavuus ja tarkkuus;
- laskentakertoimet (alueelliset, toimintaympäristö, vaikeusaste, kokoluokka,…);
- käytetyt indeksit, hinnastot, yksikköhinnat ja tarvittaessa niiden lähteet;
- kuljetusmatkat;
- hanketehtävät ja niiden perusteet (Liikennevirasto 2013b, s. 9 ja 13)

Dokumentoinnissa voi käyttää *kustannushallinnan muistion* (liite 1) mukaista valmista pohjaa tai muokata sitä vastaamaan hankkeen sisältöä ja suunnitteluvaihetta. Jos kustannuslaskennassa käytetään jotain muuta kuin Fore-palvelua, on myös laskentamenettely kuvattava. (Liikennevirasto 2013b, s. 13)

Kustannushallinnan laadunvarmistus tapahtuu normaalia suunnittelun laadunvarmistusta mukaillen. Määrälaskennalle ja kustannusarviolle on tehtävä "itselleluovutus", jossa tarkistamiseen osallistuu hankkeen laadunvarmistaja tai toinen suunnittelija. Sisäisessä tarkastuksessa voi käyttää *kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslistan* (liite 2) mukaista pohjaa tai muokata sitä vastaamaan hankkeen sisältöä ja suunnitteluvaihetta. Kustannusarvion luotettavuuden kannalta on tarkistettava kustannuslaskennan kattavuus ja määrien oikeellisuus. Erityisesti tekniikkalajien ja työvaiheiden rajapinnat on syytä käydä läpi kattavuuden varmistamiseksi ja päällekkäisyyksien poistamiseksi. Yksi keino rakennusosalaskennan oikean tason varmistamiseksi on laatia hankeosalaskenta. Jos tulosten poikkeama on merkittävä, on määrätiedot varmistettava. (Liikennevirasto 2013b, s. 15)

Kustannushallinnan onnistumista voidaan omalta osaltaan peilata arvioimalla suunnittelun alussa asetetun kustannustavoitteen, mahdollisesti muokatun kustannustavoitteen ja suunnittelun lopputuloksena laaditun kustannusarvion suhteita. Vertailut eivät ole yksiselitteisiä, mutta ne antavat kuvaa hankkeen sisällön ja laadun sekä suunnitteluratkaisujen ja niiden kustannusten kokonaishallinnasta. Erityinen laadunvarmistuksen vaatimus asetetaan valtion tulo- ja menoarvioon esitettäville hankkeille. Niiden kustannusarviot varmennetaan ulkoisella tarkastuksella. Ulkoinen tarkastus tai sen päivittäminen on tehtävä toteutuspäätöksen jälkeen. (Liikennevirasto 2013b, s. 15)

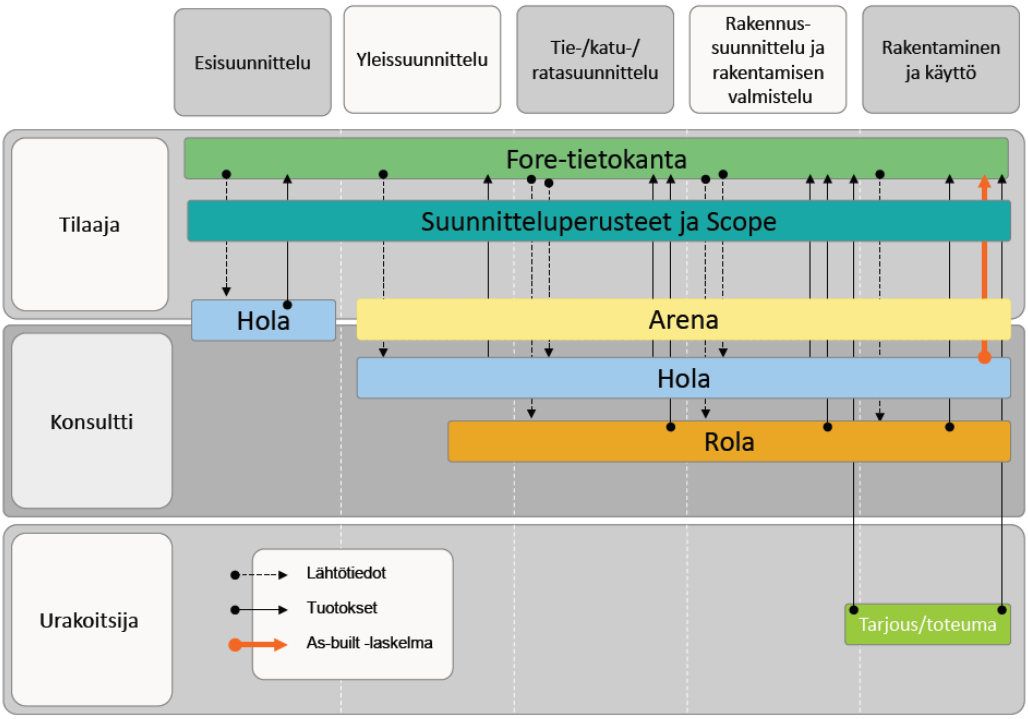
3.4 Fore-palvelun käyttö hankkeiden kustannushallinnassa

Vuosien 2003-2008 aikana Tiehallinto, Ratahallintokeskus ja kaupunkitilaajat kehittivät IK-hankkeessa yhdessä Rapal Oy:n kanssa infrarakentamisen kustannushallinnan menetelmiä ja hinnastoja. Kehitystyön perusteella Rapal Oy kehitti ja julkaisi Fore-palvelun vuonna 2008. Foren sisältämät ohjelmistot ja hinnastot noudattavat IK-hankkeen kehitystyön tuloksia. (Liikennevirasto 2011, s. 7)

Liikenneviraston ja ELY-keskusten hankkeissa käytetään pääsääntöisesti Fore-palvelun ohjelmistoja ja hinnastoja. Fore-palvelussa julkaistujen hinnastojen lisäksi toimijoiden edellytetään käyttävän talouden hallinnassa kokemusperäistä viitetietoa tai muuta saatavilla olevaa tietoa sikäli kun palvelun hinnastot eivät vastaa hankkeiden sisältöä tai vaatimuksia. Liikenneviraston ja Elyjen hankkeiden hyväksytyt kustannuslaskelmat tallennetaan suunnitteluvaiheittain Fore-palveluun Liikenneviraston tietokantaan. Konsulteille käyttöoikeudet tietokantaan myönnetään hanke- ja projektikohtaisesti Liikennevirastosta tai Elystä. Kustannusarviot hyväksyy Liikenneviraston tai Elyn projektipäällikkö tai hänen nimeämänsä henkilö. (Liikennevirasto 2011, s. 20)

Fore-palvelu sisältää seuraavat osatuotteet, joiden yhteyttä hankeprosessin vaiheisiin havainnollistetaan kuvassa 6:

- Scope
  - Hankeohjelmamenettely hankkeen tavoitteiden ja olosuhteiden määrittämiseen sekä kuvaamiseen
- Hola
  - Hankeosalaskentamenetelmä ja -hinnasto hankkeen tavoitteiden hinnoitteluun
- Rola
  - Rakennusosalaskentamenetelmä ja -hinnasto hankkeen suunnitteluratkaisujen kustannusarviointiin
- Arena
  - Ohjelmisto yhteenvetojen ja vertailujen tekemiseen useista laskelmista. (Liikennevirasto 2011, s. 8)



Kuva 6. Väylähankkeen suunnittelun yleinen kulku, kustannushallinnan työkalut, toimijat ja tiedonsiirto (Liikennevirasto 2011, s. 12).

Kuten kuvassa 6 esitetään, Liikenneviraston ja Elyjen hankkeiden laajuus-, laatutaso- ja sisältötavoitteet (suunnitteluperusteet) sekä hankeosittelu viedään lähtötietoina Scope-ohjelmistoon kustannustavoitteen määrittelyä varten. Liikenneviraston ja Elyjen hankkeista laaditaan kustannusarviot kaikissa hankevaiheissa Hola-ohjelmistolla. Mikäli rakennusosien määrät ovat suunnitelmista mitattavissa, Liikenneviraston ja Elyjen hankkeista laaditaan suunnitteluratkaisun mukaiset kustannusarviot kaikissa hankevaiheissa Rola-ohjelmistolla. Liikenneviraston ja Elyjen hankkeissa edellytetään hyödynnettävän Arena-ohjelmiston raportointia hankkeiden yhteenvetojen sekä määrä- ja kustannusvertailujen laatimisessa. (Liikennevirasto 2011, s. 9-11)

Hola- ja Rola-laskelmissa hankkeen kustannukset on jaettu kahteen ryhmään: *hanke-/rakennusosiin* ja *hanketehtäviin*. Hola-laskelmissa materiaalit ja välittömät palkat sisältyvät hankeosiin. Hankeosia ovat esimerkiksi: päätiet, rampit, kevyen liikenteen väylät, sillat ja meluesteet. Rola-laskelmassa materiaalit ja välittömät palkat sisältyvät rakennusosiin. Rakennusosissa mennään hankeosiin verrattuna tasoa syvemmälle. Rakennusosissa puhutaan esimerkiksi pääteiden päällysteistä tarkkoina määrinä. Sekä Hola- että Rola-laskelmissa hankkeen kustannusarvion yleiskustannukset lasketaan hanketehtäviin. Hanke-/rakennusosien ja hanketehtävien täydennykseksi Foren kustannusarvioihin voidaan lisätä *muita kustannuksia*, jotka voivat olla esimerkiksi muilla ohjelmilla arvioituja hankeosia. Fore ei laske lisätyille muille kustannuksille yleiskustannuksia. Siksi, esimerkiksi tällä tavalla lisätyn sillan tulee sisältää itsessään yleiskustannukset.

Hanke- ja rakennusosien sekä hanketehtäväprosenttien lisäksi Foressa kustannusarvion loppusummaan vaikuttavat laskelman "Perustiedoissa" määritettävät: hintataso (MAKU-indeksi), hinnastoversio, aluekerroin, hankkeen kokovaikutus sekä toteutusympäristö. Nämä kertoimet vaikuttavat suoraan laskennassa käytettävien rakennusosien yksikköhintoihin ja sitä kautta myös hankeosien kustannuksiin. Laskelmakertoimien vaikutus päivittyy laskelmaan, kun käyttäjä tallentaa laskelman perustiedot. Hankkeessa käytettävät laskelmakertoimet tulee käydä hankkeen projekti-/hankeryhmässä läpi yhdessä tilaajan ja asiantuntijoiden kanssa. (Liikennevirasto 2011, s. 17-18)

Kustannuslaskennassa keskeistä on, että arvioidaan koko hankkeen kustannukset Rakennusosa- ja hankeosanimikkeistö Määrämittausohjeen (InfraRYL) mukaan mitään sen osatekijää unohtamatta. Hankeosalaskentaan on sisällytettävä koko suunnittelualueen laajuus. Rakennusosalaskennassa puolestaan on kerättävä määrätiedot suunnitelmista oikein ja kattavasti. Eri tekniikkalajien kesken on sovittava rajaukset, jotta määrät eivät tule laskentaan mukaan usean kertaan. Jos määrätietoja ei kaikista rakennusosista ole, on käytettävä hankeosalaskentaa. (Liikennevirasto 2013b, s. 18)

Hanketehtävät esitetään laskelmissa kahdessa ryhmässä. Toinen ryhmä on *työmaatehtävät*, joissa esitetään urakoitsijan kustannuksia. Niiden suuruuteen vaikuttavat muun muassa urakkakoko ja -muoto, markkinoiden kilpailutilanne sekä työnaikaisten liikennejärjestelyjen tarve ja laajuus. Infra 2006 hanke- ja rakennusosanimikkeistön mukaisessa jaottelussa ne esitetään litteroina 5100 - 5500 ja ne sisältyvät yleensä urakkahintaan. Toisena ryhmänä ovat *tilaajatehtävät*, jossa esitetään erilaisia tilaajalle kuuluvia kustannuksia. Niiden suuruuteen vaikuttavat suunnittelutehtävien kustannusten lisäksi esimerkiksi pohjatutkimusten ja mittausten tarve ja laajuus. Infra 2006 nimikkeistön mukaisessa jaottelussa tilaajatehtävät ovat litteroina 5600-5700. (Liikennevirasto 2013b, s. 19)

Laskelmissa oletusarvoisesti käytettävät hanketehtäväprosentit on esitetty taulukossa 3. Kyseisiä prosentteja käytetään aina, jos tilaajan kanssa ei ole muuta sovittu. Näistä prosenteista työmaatehtävät (5100-5500) pidetään kaikissa tie- ja ratahankkeiden suunnitteluvaiheissa samoina. Tilaajatehtävät vähenevät hankkeen suunnittelun edetessä ja tarkentuessa. Rakennuttamis- ja omistajatehtävät vaihtelevat suuresti hanke- ja suunnitteluvaihekohtaisesti. Varauksissa voidaan ottaa huomioon esimerkiksi tunnistamattomien riskien kustannukset sekä urakan lisä- ja muutostyöt. Taulukossa 3 *ES* tarkoittaa esisuunnittelua, *YS* yleissuunnittelua, *TS* tie-/ratasuunnittelua ja *RS* rakennussuunnittelua. (Liikennevirasto 2013b, s. 19)

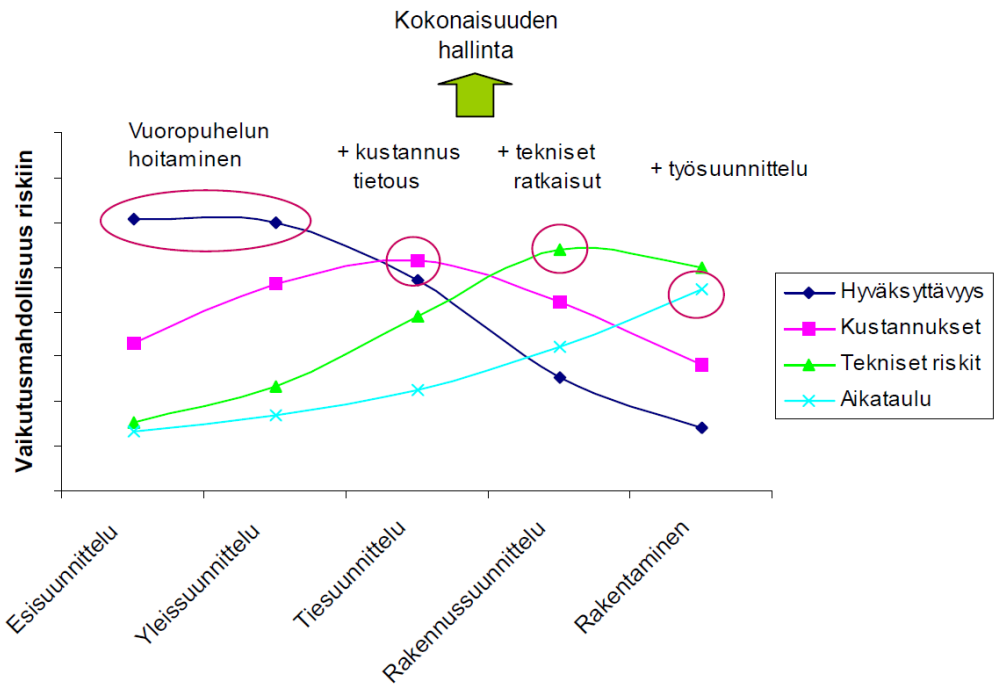
Taulukko 3. Väylähankkeissa käytettävät hanketehtäväprosentit eri suunnitteluvaiheissa (Liikennevirasto 2013b, s. 20)

	Työmaatehtävät	**ES**	**YS**	**TS**	**RS**
5100	Rakentamisen johtotehtävät	5	5	5	5
5200	Urakoitsijan yritystehtävät	10	10	10	10
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut	2	2	2	2
5400	Työmaapalvelut	2	2	2	2
5500	Työmaan kalusto	1	1	1	1
	Työmaatehtävät yhteensä	**20**	**20**	**20**	**20**
	Tilaajatehtävät				
5600	Suunnittelutehtävät	8	7	5	1
	5620 Esi- ja yleissuunnittelu	1	0	0	0
	5630 Tie-/ratasuunnittelu	2	2	0	0
	5640 Rakennussuunnittelu	4	4	4	0
	5650 Työnaikainen suunnittelu	1	1	1	1
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät	22	17	13	10
	5710 Rakennuttamistehtävät	7	6	5	4
	5730 Omistajatehtävät	1	1	1	1
	5761 Varaukset	14	10	7	5
	Tilaajatehtävät yhteensä	**30**	**24**	**18**	**11**

Kustannusanalyyseissa tulee ottaa kantaa laskelman herkkyyteen tärkeimpien kustannuksiin vaikuttavien tekijöiden suhteen. Forella laskettuihin kustannusarvioihin lisätään riskianalyysin perusteella laskettu riskivaraus. Riskikustannukset ja niiden käsittely määritellään ohjeissa seuraavasti: "Riskikustannukset = Tunnistettujen riskien mahdollisesti toteutuvat kustannukset. Tunnistettujen riskien kustannukset arvioidaan riskikohtaisesti. Hankekohtaisesti päätetään, sisällytetäänkö riskikustannus kustannusarvioon. Tunnistamattomille riskeille tehdään varaus hanketehtävissä (5761 Varaukset). Riskien vaikutusta voi simuloida matemaattisesti eri ohjelmilla (esim. @Risk)." (Liikennevirasto 2013b, s. 8)

3.5 Hankkeiden riskienhallinta

Lehti-Miikkulaisen (2005, s. 11) mukaan suunnittelun eri vaiheissa voidaan vaikuttaa riskien syntyyn. Hankkeen hyväksyttävyyteen, kustannuksiin, teknisiin riskeihin ja aikatauluun voidaan vaikuttaa merkittävästi heti esisuunnittelusta lähtien kuitenkin siten, että eri suunnitteluvaiheessa korostuvat eri asiat kuvan 7 mukaisesti.



Kuva 7. Vaikutusmahdollisuus riskiin suunnittelun eri vaiheissa (Lehti-Miikkulainen 2005, s. 11)

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa eniten hankkeen yleiseen hyväksyttävyyteen. Kustannusriskien merkitys kasvaa yleis- ja tiesuunnitteluvaiheessa. Teknisiä riskejä voidaan pienentää eniten rakennussuunnitteluvaiheessa. Rakentamisen aikana aikatauluriskit korostuvat ja niitä voidaan pienentää huolellisella työsuunnittelulla. (Lehti-Miikkulainen 2005, s. 11)

Liikennevirastossa ohjeistetaan yleisesti, että kustannusriskitarkastelut laaditaan valtion tulo- ja menoarviossa erikseen mainituista hankkeista tai, kun erityisiä riskejä on tunnistettu. Tarvittaessa laaditaan erillinen dokumentti, johon voi käyttää *kustannuslaskennan riskitarkastelulomakkeen* mukaista pohjaa (liite 3). Lisäksi, kustannushallinnan muistioon tulee tiivistelmä riskikustannuksista. Dokumentaatiosta tulee käydä selville riskin peruste ja sen arvioitu vaikutus kustannusarvioon. Hankekohtaisesti päätetään, mitkä kustannusriskit sisällytetään kustannusarvioon ja mitkä jäävät kustannusriskeinä ohjaamaan jatkosuunnittelua. Kustannusarvioon sisältymättömien riskien määrän ja suuruuden tulee pienentyä suunnittelun edetessä. Hankkeen riskien lisäksi voi hankekohtaisesti olla tarpeen kuvata myös kustannusarvion alenemisen mahdollisuuksia. Mahdollisuuksien tunnistaminen on dokumentoitava yhtä lailla kuin riskienkin. (Liikennevirasto 2013b, s. 12, 14)

Liikennevirastossa (2013b, s. 23) on ohjeistettu, että esisuunnittelussa vaihtoehtojen tunnistetut ja jatkosuunnittelussa tarkennettavat kustannusriskit dokumentoidaan tarvittaessa. Kustannusriskinä on syytä dokumentoida myös suunnittelun lähtötietojen puute tai suunnittelun epätarkkuus ja kohdentaa nämä jatkosuunnittelun ohjaamiseksi.

Yleissuunnitteluvaiheessa riskitarkastelujen keskeinen tehtävä on tunnistaa hankkeen suunnittelun sekä sen lähtötietojen määrään ja tarkkuuteen liittyvät riskit. Erityisesti lähtötietojen puutteellisuus tulee dokumentoida, jotta siihen voidaan reagoida ennen seuraavaa suunnitteluvaihetta tai viimeistään sen aikana. Riskien vaikutus kustannuksiin arvioidaan karkeasti asiantuntijan arvioina tai hankeosalaskennan oletuksia muuttamalla. Tyypillisesti tällainen voi olla laajuuden muutos, esimerkiksi laajenevat yksityistiejärjestelyt. Vaihtoehtojen vertailussa kustannusriskejä on arvioitava, jos vaihtoehdoilla on merkittäviä eroja. Riskien tunnistamisen ja vaikutusten arvioinnin tarkkuus sovitaan hankekohtaisesti. Riskin ja sen kustannusvarauksen lisäksi dokumentoidaan riskikustannuksen arvioinnin peruste. Apuna voi käyttää liitteen 3 mukaista taulukkoa. Tilaaja päättää erikseen, mitkä kustannusriskit sisällytetään yleissuunnitelman kustannusarvioon ja mitkä jäävät kustannusriskeinä ohjaamaan jatkosuunnittelua. Tunnistamattomille riskeille tehdään varaus hanketehtävissä. Suunnittelun tarkkuus on otettu huomioon sen perusarvoissa. Fore-laskelman litterassa 5761 on mahdollisuus esittää varauksia euroina tai prosenttina, jos epämääräisten ja yksilöimättömien riskien määrä on keskimääräistä suurempi. (Liikennevirasto 2013b, s. 27)

Tie- ja ratasuunnittelussa tarkennetaan yleissuunnitelmassa tehtyjä riskiarvioita ja tarvittaessa tunnistetaan uusia riskejä. Jos yleissuunnitelmaa ei ole laadittu, on kustannusriskien tunnistaminen tämän vaiheen tehtävä. Kustannusriskien tunnistamisella tie- ja ratasuunnittelun alkuvaiheessa tulee olla suunnittelua ohjaava vaikutus. Riskien vaikutus kustannuksiin arvioidaan suunnitelmatarkkuuden mukaisesti. Vaihtoehtoja vertailtaessa on arvioitava, onko vaihtoehdon sisältämä riski enää hyväksyttävissä. Riskikustannuksen suuruus arvioidaan asiantuntijan laskennalla tai suunnittelun tarkkuudesta riippuen Holan tai Rolan oletuksia muuttamalla. Merkittäviä riskejä ei valmiissa tie- tai ratasuunnitelmassa voida enää hyväksyä, vaan ne on poistettava suunnittelun aikana. Vain vähäisiä lähtötietojen tarkentamisen kautta poistettavia riskejä voi jättää rakennussuunnitteluun. Riskien tunnistamisen ja vaikutusten arvioinnin tarkkuus sovitaan hankekohtaisesti. Tie- ja ratasuunnitelman aikana voi hyödyntää liitteen 3 mukaista taulukkoa. Kaikille valtion tulo- ja menoarviossa erikseen mainituille hankkeille tehdään erillinen riskitarkastelu. Tilaaja päättää erikseen, mitkä kustannusriskit sisällytetään tie- ja ratasuunnitelman kustannusarvioon ja mitkä jäävät kustannusriskeinä ohjaamaan jatkosuunnittelua. Pääsääntönä on, ettei kustannusriskejä enää jätetä. Tunnistamattomille riskeille tehdään yleissuunnittelun tapaan riskivaraus. (Liikennevirasto 2013b, s. 32)

Rakennussuunnittelussa tarkennetaan tie- tai ratasuunnitelmassa tehtyjä riskiarvioita. Niiden vaikutus kustannuksiin arvioidaan suunnitelmatarkkuuden mukaisesti. Rakennussuunnitelmaan ei tule sisällyttää rakenteita, joissa on isoja ratkaisemattomia kustannusriskejä, joten ne on suunnittelun aikana kyettävä poistamaan. Riskien tunnistamisen ja vaikutusten arvioinnin tarkkuus sovitaan hankekohtaisesti. Kaikille valtion tulo- ja menoarviossa erikseen mainituille hankkeille tehdään erillinen riskitarkastelu tai päivitetään edellisessä suunnitteluvaiheessa tehty tarkastelu. Rakennussuunnitelmaan ei tule jättää hallitsemattomia riskejä. Näin ollen kaikki kustannusriskit sisällytetään kustannusarvioon. Tunnistamattomille riskeille tehdään edellisten suunnitelmavaiheiden tapaan riskivaraus. (Liikennevirasto 2013b, s. 36)

3.6 Kustannusriskien hallinnan ohjeistuksen nykytilan arviointi

Ohjeistusta ja ohjeistuksen noudattamista arvioitaessa voidaan välijohtopäätöksenä todeta, että hankkeiden kustannushallinta on sisäisten selvitysten pohjalta havaittu tärkeäksi kehittämiskohteeksi Liikennevirastossa. Kustannushallintaa varten on hankittu Fore-ohjelmisto ja laadittu tarvittavaa ohjeistusta. Kuitenkin, kustannushallinnan ohjeiden mukainen toiminta on ollut osittain puutteellista. Siihen, ettei ohjeita ole noudatettu voi olla useita syitä, joita pyritään löytämään tutkimuksen seuraavissa luvuissa.

Luvun 2 projektien kustannusriskien hallinnan kirjallisuuteen peilaten, Liikennevirastossa on pyritty ohjaamaan toimintaa tutkimuksissakin havaittuihin menettelytapoihin. Suurelta osin toiminnanohjaus on ollut tiedostettua ja sisäiset selvitykset ovat tukeneet sitä. Liikennevirastossa on esimerkiksi ohjeistettu siirtymään kustannusohjattuun suunnitteluun, johon kuuluu olennaisesti kustannustavoitteen asettaminen hankkeelle. Lisäksi, on tunnistettu, että hankkeen kustannusriskeihin pystytään vaikuttamaan merkittävimmin suunnittelun varhaisimmissa vaiheissa. Uuden ohjeistuksen ja uusien toimintatapojen ”jalkauttaminen” organisaatioon vie kuitenkin aikansa, mikä näkyy vielä Liikenneviraston toiminnassa.

Ensinnäkin, laajemmalti katsottuna hankesuunnitteluun ei ole vielä iskostunut ajatusta suunnittelun kustannusohjautuvuudesta. Eri suunnitteluvaiheiden alussa sovittu kustannustavoite on käsitteenä toistaiseksi harvoin käytetty, vaikka tavoitteen tulisi olla suunnitteluratkaisuja ohjaava raami, josta ohjeistuksen mukaan ”voidaan suunnittelun aikana poiketa vain erillisellä päätöksellä ja perustellusta syystä.”

Toiseksi, kustannusarvioita lasketaan yhä eri järjestelmillä tai laskentaan tarkoitettua Fore-järjestelmää ei ole käytetty oikein. Lisäksi, Forella tehtyjen laskelmien nimeämistä ja arkistointia ei ole tehty oikein. Tästä johtuen lopullisia, kilpailutettuja urakoita vastaavia laskelmia on haasteellista löytää Foren tietokannasta. Foren neljästä tuotteesta on yleisesti käytetty vain Holaa ja Rolaa, joista kahdesta yleisemmin on käytetty Rolaa. Syitä tähän voi olla ainakin käyttäjien toiminnassa, järjestelmässä tai ohjeistuksessa. Näitä syitä pyritään löytämään seuraavissa pääluvuissa.

Kustannusriskien hallintakeinona ohjeistetaan ensisijaisesti riskien poistamista suunnitelmista. Ainoastaan merkitykseltään vähäisiä riskejä voidaan hyväksyä. Kustannusriskien jakamiseen sopimusteknisin keinoin ei kehoteta suunnittelemaan. Tunnistamattomiin riskeihin neuvotaan tekemään hankkeen kustannusarvioon riskivaraus, joka laskee oletusarvoisesti suunnittelun tarkentuessa 14 prosentista viiteen prosenttiin.

Riskien vaikutusten arviointia ei ole tarkastelluissa ohjeissa neuvottu riittävän tarkasti. Lähinnä mainitaan, että vaikutusta voi simuloida matemaattisesti eri ohjelmilla, mutta ei ohjeisteta milloin ja miten tämä käytännössä tehdään. Tällä ohjeistuksella jätetään hankkeiden ydinhenkilöiden vastuulle harkinta siitä, kuinka kustannusriskien vaikutuksia arvioidaan. Kustannusriskien tunnistaminen ja priorisointi jätetään samalla tavalla ydinhenkilöiden asiantuntemuksen varaan.

Toteutusvaiheeseen edenneiden hankkeiden kustannusriskien hallintaa tarkasteltaessa ja arvioidessa tulee saada tietoa kustannushallinnasta vastaavilta hankkeiden ydinhenkilöiltä. Osittain näin joudutaan toimimaan dokumentoinnin puutteellisuuden vuoksi. Toisaalta, ydinhenkilöillä on parhaat tiedot muun muassa hankkeiden suunnitelmaratkaisuista ja kustannusriskeistä sekä kykyä arvioida kustannusriskien hallinnan onnistumista, joten henkilöiden kuuleminen on joka tapauksessa perusteltua. Tilaajan puolesta kustannushallinnasta vastaa projektipäällikkö, joka voi olla hankkeen suunnitteluvaiheessa eri henkilö kuin toteutusvaiheessa. Sekä suunnittelu- että toteutusvaiheen näkökulma kustannusriskien hallintaan on tämän tutkimuksen kannalta arvokas. Suunnittelun aikainen suunnitelmatoimittajan vastaava suunnittelijakonsultti on myös kustannushallinnan keskeinen vastuuhenkilö.

Toteutukseen edenneiden hankkeiden tutkimisen kannalta potentiaaliset virheet kustannusarvioinneissa on syytä luokitella. Kustannusarvioiden virheet voidaan jakaa kolmeen tyyppiin Liikennevirastossa:

1. Lähtötietovirhe, jossa Fore-ohjelmistoon syötetään väärä laskennan lähtötieto suunnitelmasta tai suunnitelman tieto on virheellinen.
2. Käyttäjävirhe, jossa ohjelmiston käyttäjä tekee virheen esimerkiksi MAKU-indeksin tai laskelmakertoimien määrittelyssä.
3. Järjestelmävirhe, jossa Fore-ohjelmiston hinnasto tai laskelma antaa väärän hinnan kustannusarvion osalle.

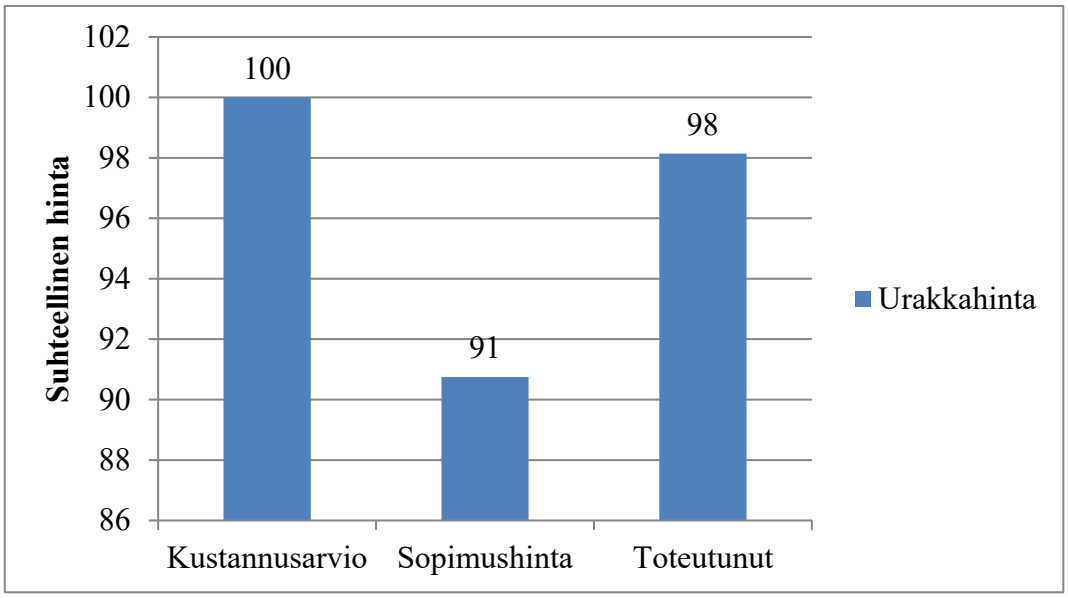
Jos yksikin yllä esitetyistä virheistä tehdään kustannuksia arvioitaessa, voidaan olettaa koko laskelmaan tulevan jonkin asteista virheellisyyttä. Tarkoittaen esimerkiksi, että vaikka laskelman suunnitelmiin perustuvat lähtötiedot ja ohjelmiston hinnasto olisivat täydelliset, ohjelmiston käyttäjä voi virheellään aiheuttaa kustannusarvioinnin epäonnistumisen. Tämä taas saattaa johtaa kustannusylitykseen tai -alitukseen.

Kustannushallinnan ohjeistuksen arviointia vaikeuttaa osin Foren ja siihen liittyvien ohjeiden suhteellisen lyhyt olemassaolo hankkeiden suunnittelun elinkaareen nähden (kuva 5, luvussa 3.2). Esimerkiksi hankkeissa, jotka ovat edenneet rakennusvaiheeseen tämän tutkimuksen tekohetkellä, ei ole ollut Forea käytössä vielä esi- tai yleissuunnitteluvaiheessa. Tuolloin alkuvaiheen suunnittelun kustannusohjaus on toteutettu tavalla, joka poikkeaa ymmärrettävästi nykyisistä toimintatavoista. Toisaalta, hankkeet, jotka ovat jo valmistuneet ja joista on tarjolla kokonaisuutta vastaavaa toteumatietoa, on suunniteltu vieläkin aiemmin eikä nykyistä ohjeistusta ole ollut käytössä myöhemmissäkään suunnitteluvaiheissa. Edellä mainituista syistä johtuen seuraavassa luvussa tullaan vertaamaan keskeneräisten hankkeiden kustannusarvioita niiden sopimushintoihin.

4 Toteutukseen edenneiden hankkeiden analysointi

4.1 Tiehankkeet

Liikennevirastossa, ELY-keskuksissa ja niitä edeltäneissä organisaatioissa on jo usean vuoden ajan seurattu tienrakentamisen toimittajamarkkinoita. Seurantaan käytetyissä taulukoissa *hankinnan mittareissa* vertaillaan muun muassa kustannusarvioita sopimushintoihin ja sopimushintoja toteutuneisiin kustannuksiin. Alla olevaan kuvaan 8 on koostettu havainnollistus urakkahinnan suhteellisesta kehittymisestä arvioidusta kustannuksesta toteutuneeseen kustannukseen vuosien 2004-2014 hankinnan mittareiden pohjalta. Muutokset on laskettu painotettuna keskiarvona uusrakentamisen urakoista ja 100-tasoksi on valittu kustannusarvion taso.



Kuva 8. Urakkahinnan suhteellinen kehitys kustannusarvioinnista toteutuneeseen hintaan ELY-keskusten ja Liikenneviraston tieurakoissa vuosina 2004-2014

Kustannusarvion vertailussa sopimushintaan kuvan 8 aineistona on 943 urakkaa, joiden yhteenlaskettu sopimusarvo on noin 1,8 miljardia euroa. Sopimushinnan vertailussa toteutuneeseen urakkahintaan aineisto on suppeampi: 546 urakkaa, joiden arvo yhteensä on 0,8 miljardia euroa. Keskimäärin sopimushinnat ovat olleet 9,25 prosenttia pienemmät kuin kustannusarviot ja toteutuneet urakkahinnat ovat olleet 8,15 prosenttia suuremmat kuin sopimushinnat.

Yleisesti ajatellaan, että markkinatilanne vaikuttaa merkittävästi kilpailutuksessa saatujen tarjousten tasoon. Tyypillisesti, matalasuhdanteessa kilpailu kiristyy ja sopimushinnat laskevat. Toisaalta, korkeasuhdanteessa tapahtuu päinvastoin. Vuosien 2004-2014 tarkastelujaksolle mahtuu erilaisia markkinatilanteen vuosia. Tästä voidaan varauksellisesti todeta, että Liikenneviraston ja ELY-keskusten tiehankkeissa kustannusarvio on keskimääräisesti yliarvioitu verrat-

tuna sopimushintaan. Asiaa tarkemmin tutkittaessa tulisi kuitenkin ottaa huomioon kilpailun kireys, koska edullisin hinta ei välttämättä anna realistista kuvaa urakan todellisesta kustannuksesta. Kilpailun kireys kertoo, kuinka paljon voittanut tarjous eroaa seuraavaksi tulleesta tarjouksesta.

Urakkahinnan kasvaminen sopimushinnasta lopulliseen, toteutuneeseen hintaan selittyy suurelta osin lisä- ja muutostöillä, joita joudutaan tekemään urakassa erinäisistä syistä. Lisätyöllä tarkoitetaan urakoitsijan suoritusta, joka urakkasopimuksen mukaan ei kuulu urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen. Muutostyö on sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan suorituksen muutos. Lisä- ja muutostöitä saatetaan tehdä vapaaehtoisesti tai ne voidaan joutua tekemään urakan toteutumiseksi. Lisätöillä saatetaan esimerkiksi tehdä hankkeen kannalta ehdollisia kohteita, joiden tekeminen ei ole välttämätöntä ensisijaisten suunnitteluperusteiden kannalta. Yksinkertaistettuna, hankkeen budjettivarauksesta säästynyttä rahaa saatetaan käyttää hankkeen laajuutta kasvattaen. Toisaalta, muutostöillä taas joudutaan vastaamaan suunnitelmien epävarmuuteen tai puutteisiin. Esimerkiksi uutta maantietä tehtäessä maan pohjaolosuhteet saattavat poiketa mittausten perusteella tehdyistä oletuksista. Koska urakoiden toteutuneet kustannukset näyttävät nousevan sopimusten urakkahinnoista, voidaan todeta, että urakoissa on vielä kustannusten kasvamista aiheuttavia kustannusriskejä.

Liikenneviraston tieurakoiden hankinnan mittari -taulukoiden tarkastelun päätelmät eivät näytä myötäilevän kansainvälisten tutkimusten tuloksia, jotka osoittavat tiehankkeiden kustannusarvioylitysten olevan keskimäärin noin 20 %. Tämän perusteella näyttäisi, että tiehankkeiden kustannusarviointi on ollut Liikennevirastossa ja ELY-keskuksissa viimeisen kymmenen vuoden aikana parempaa kuin kansainvälisesti pidemmällä aikavälillä. Kuitenkin, hankinnan mittari -taulukoilla on tietyt rajoitteensa. Niissä ei esimerkiksi oteta kantaa minkä suunnitteluvaiheen kustannusarvioista on kyse. Oletettavasti taulukoihin merkataan tuorein ja tarkin, eli lähimpänä toteutushetkeä laskettu kustannusarvio, josta arviota merkittävästi muuttavat epävarmuudet on jo hallittu. Tästä poiketen, Flyvbjergin ja Cantarellin tutkimuksissa kustannusarvioksi huomioitiin rakentamispäätöksen tekohetken arvio.

Seuraavaksi kustannusriskejä ja niiden hallintaa käsitellään tarkemmin kahden tiehankkeen osalta. Hankkeista etsitään asioita, joista voidaan oppia tuleviin hankkeisiin.

Valtatien 4 parantaminen Rovaniemen kohdalla

Kustannusarvio (TS)	Kustannusarvio (RS)	Varaukset (RS)	Sopimus-hinta
19 545 900 €	16 924 100 €	507 723 €	18 105 000 €

Valtatie 4 on merkittävä väylä Suomen läpi aina Barentsin alueelle saakka. Rovaniemen kohdalla tie on vilkas ja ruuhkainen, ja liikennevirta joutuu usein pysähtelemään valoissa. Hankkeessa valtatietä parannetaan noin 2,5 kilometriä kaupungin ydinkeskustasta etelään päin Oijustielle saakka. Tieltä puretaan kolme valo-ohjattua liittymää ja osuudelle rakennetaan kaksi uutta eritasoliittymää, Oijustien ja Vierustien liittymät. Viirinkankaantien liittymän tilalle rakennetaan alikulkuyhteys Vierustielle. Samoin pohjoispäässä rakennetaan kokonaan uusi Lehtikadun alikulkuyhteys. Eteläpäässä tie laskee noin neljä metriä nykyistä

alemmaksi. Projektiin kuuluu myös Rovaniemen kaupungin katujen ja kevyen liikenteen väylien parantamista. Rakennustyöt tehdään vuosien 2014-2016 aikana. Urakan valmistuttua henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrän arvioidaan vähenevän neljänneksellä. (Liikennevirasto 2015d)

Hankkeen yleissuunnitelma valmistui vuonna 1996. Suunnitelma sisälsi laajemman kokonaisuuden välillä Alakorkalo-Rovaniemi. Samasta osuudesta tehtiin myös tiesuunnitelma vuonna 2004, mutta sitä ei saatettu lainvoimaiseksi. Kyseisen tiesuunnitelman kustannusarvio oli noin 60 miljoonaa euroa. Vuonna 2012 projekti supistettiin kustannussyistä koskemaan lyhyempää väliä Oijustie-Erottaja. Tämän osuuden tiesuunnitelmasta tehtiin hyväksymispäätös heinäkuussa 2013. Hankkeen rakennussuunnitelma valmistui toukokuussa 2014, ja rakennustyöt aloitettiin saman vuoden elokuussa. Urakan on määrä olla valmis vuoden 2016 loppuun mennessä. Nykyisen hankkeen ulkopuolelle jätetty osuus toteutettaneen myöhempinä vuosina. Aikataulua sen toteuttamiselle ei vielä ole. Koska hankkeen on tarkoitus valmistua vuoden 2016 loppuun mennessä, siitä ei ole vielä kokonaisuutta vastaavaa toteumatietoa tätä tutkimusta tehdessä. (Liikennevirasto 2015d)

Hankkeesta tehtyjen kustannusarvioiden laatua ja hankkeen kustannushallinnan tasoa yleisesti selvitettiin Fore-laskelmia tutkimalla, liitteen 4 tarkastuslistalla ja hankkeen ydinhenkilöille tehdyillä teemahaastatteluilla. Rovaniemen kohdan hankkeesta ei ole tehty Foren Hankeosalaskelmaa, koska ohjelmisto ei ollut vielä käytössä aiempien suunnitelmavaiheiden aikana. Esisuunnittelu- ja yleissuunnitelmavaiheessa hankkeen kustannukset on siis muodostettu jonkinlaisena asiantuntija-arviona. Tämä ei välttämättä suoraan johda huonoon lopputulokseen kustannushallinnassa, jos suunnittelun kustannusohjaus kuitenkin toteutuu. Rakennusosalaskelma on tehty sekä tiesuunnitteluvaiheessa että rakennussuunnitteluvaiheessa. Siitä huolimatta, kustannusarviot ja tarjoukset eivät vastaa samoja kokonaisuuksia. Esimerkiksi, rakennussuunnitteluvaiheen Rola-laskelmasta puuttuvat hankkeeseen kuuluvat sillat.

Tiesuunnitteluvaiheen kustannusarviossa on käytetty Maarakennuskustannusindeksin (MAKU-indeksi) 2005=100 tasoa 150 ja rakennussuunnitteluvaiheessa tasoa 137, joka oli kutakuinkin kilpailutusajankohdan taso. Korkeampi indeksin taso tarkoittaa myös korkeampaa kustannusarviota. Kustannusarviossa on käytetty laskelman alue-, koko- ja toteutusympäristökertoimia. Hankkeesta ei ole tehty kustannushallinnan muistiota, eli kustannushallinnan dokumentointi on ollut siltä osin puutteellista.

Hankkeen toteuttamisen projektipäällikön ja suunnittelukonsultin teemahaastatteluissa kävi ilmi, että tilaajalle on kohdistunut erilaisia kustannusriskejä, joista suurin osa on pystytty tunnistamaan ja hallitsemaan jo suunnitteluvaiheiden aikana. Hankkeen merkittävimmät kustannusriskit ovat liittyneet:

- pilaantuneiden maiden käsittelyyn, jossa erityisesti määrät ovat olleet epävarmoja;
- pohjaveden suojaukseen;
- tulvavaaraan rakennusaikana, mikä toteutui eräällä työmaalla;
- järjestelmiin, liikennevaloihin ja telematiikkaan;
- siltojen perustusten geotekniikkaan;
- rautatien ylittävän uuden kevyen liikenteen sillan rakentamiseen;
- rautatien ylittävän vanhan sillan peruskorjaamiseen;

- kaupungin katusuunnitelmien hallinnolliseen käsittelyyn ja valituksista aiheutuvaa mahdolliseen myöhästymisriskiin. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Koska hankkeen uusi tiesuunnitelma tehtiin supistetusta kokonaisuudesta, se saatiin aloittaa käytännössä puhtaalta pöydältä. Kustannusriskit tunnistettiin asiantuntijoiden kokemuksella sitä mukaa, kun suunnitelmaa laadittiin. Rovaniemen kaupungin rooli toisena tilaajana ja heidän tietämyksensä kaupungin alueen pilaantuneiden maiden sijainnista auttoi niiden tunnistamisessa. Hankkeen tie- ja rakennussuunnitelmat ovat saman organisaation tekemiä ja tilaajan puolesta projektipäällikkönä on toiminut sama henkilö, mistä on osittain hyötyä ja osittain haittaa kustannusriskien hallinnan kannalta. Hyötynä hankkeen projektipäällikkö mainitsee dokumentoimattoman, hiljaisen tiedon siirtymisen. Toisaalta, kustannusriskejä saattaa jäädä tunnistamatta, kun samat henkilöt vastaavat sekä tie- että rakennussuunnitelmasta. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Rovaniemen kohdan hankkeen tunnistettuja kustannusriskejä on hallittu päivittämällä ja muuttamalla suunnitelmia, eli poistamalla riskejä ja vähentämällä riskin toteutumisesta aiheutuvia vaikutuksia. Yksi merkittävä kustannusriski on siirretty urakoitsijan vastuulle sopimusteknisin keinoin. Hankealueen väylä saa lopullisen päällysteen vasta vuonna 2018. Tuon hetken tien kuluma on vielä toistaiseksi tuntematon, mistä voi aiheutua odottamattomia kustannuksia, jotka ovat näin ollen urakoitsijan vastuulla. Kustannusriskejä on osittain pystytty hallitsemaan, mutta eräistä rakentamisvaiheessa toteutuneista riskeistä on aiheutunut lisä- ja muutostöiden tuomia kustannuksia. Esimerkiksi pilaantuneen maa-aineen määrään on liittynyt huomattavaa epävarmuutta suunnittelussa. Pilaantuneita maita jouduttiin siirtämään suunniteltua enemmän. Tunnistamattomia kustannusriskejä varten hankkeen budjettiin on tehty kustannusvaraus. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Lisä- ja muutostöitä on suunniteltu tarvittavan yhteensä noin puolen miljoonan euron edestä, mikä projektipäällikön mukaan tulee todennäköisesti olemaan lähellä lopullista lisä- ja muutostöiden määrää. Osa näistä töistä on ehtinyt jo toteutua laskutettuina ja osasta on olemassa sopimukset toimittajien kanssa. Tämä töiden yhteenlaskettu määrä on hankkeen kokonaishintaan ja budjettivaraukseen suhteutettuna melko pieni. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Rovaniemen hankkeen ydinhenkilöiden mukaan hankkeen kustannusriskeistä voidaan ottaa oppia tuleviin hankkeisiin ja toimintaa kehittää. Erityisen tärkeäksi todetaan sillan perustamistason muutoksen sisäisen prosessin läpiviennin ripeyttäminen toteutuksen aikana. Nykyinen hidas Liikenneviraston oma hyväksymisprosessi seisottaa töitä työmaalla vähintään kaksi viikkoa, vaikka tavoiteaika voisi olla, projektipäällikön mukaan, päivän luokkaa. Kyseinen viivästys on toistunut Rovaniemen hankkeella kaksi kertaa, mutta se on myös ennestään tuttu ongelma muilta hankkeilta. Toisaalta, suunnittelijakonsultin mukaan on hyvä, että tilaaja on tarkka siltasuunnitelmien laadusta. Toisena oppimisen arvoisena asiana mainitaan rautatien ylittävän uuden sillan rakentamiseen käytetyt riittävät resurssit. Hankkeen projektipäälliköllä ei ollut aiempaa kokemusta rautatieasioista ja hän olisi voinut mielestään hyötyä toisen asiantuntijan avusta tämän osaprojektin tukena. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Rovaniemen hankkeen ulkopuolelta nostettiin esiin kustannusriskien hallinnan kannalta tärkeitä liikenneväylähankkeiden rakentamisen toimenpiteitä. Merkittäviksi asioiksi mainittiin:

- Kallioleikkaukset, joita ei ollut Rovaniemen kohdalla yhtäkään.
- Geotekniikan erilaiset riskit maantieteellisesti. Etelä-Suomessa ja rannikoilla pohjaolosuhteet ovat keskimäärin vaikeammat ja riskialttiimmat.
- Kustannusriskeistä viestiminen avoimesti urakoitsijalle, millä vältytään myöhemmiltä riitautumisilta.
- Päällysteen tilaaminen tehdään paksuus millimetreissä tai kilogrammoissa neliötä kohden. Käytettäessä kilogrammoja päällysteen tiheys vaikuttaa lopputulokseen kustannusriskiä lisäten.
- Kaapeleiden ja laitteiden siirrot. Muun muassa teleoperaattoreiden kaapelit, sähköjohdot, vesi- ja kaukolämpöputket ovat siirtoaikataulujen kannalta hankalia. Usein urakoitsijoiden työt viivästyvät ja he joutuvat esittämään kustannusvaatimuksia tilaajalle. Tietomalli voisi edistää toimintaa, jos kaapelien sijainti myös korkeussuunnassa pystytään määrittämään tarkasti. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Pidemmällä tähtäimellä Liikenneviraston kustannusriskien hallinnan uskottiin paranevan parhaiten, kun Foren kustannustietous paranee laskelma- ja tarjousinformaation kasvaessa. Erityisesti toteutuneiden yksikköhintojen saaminen Foren kehittämisen käyttöön nähtiin huomattavana mahdollisuutena. (Heikkilä 2015; Heikkinen 2015)

Valtatien 5 parantaminen Mikkelin kohdalla

Kustannusarvio (RS)	Sopimushinta
29 702 620 €	21 736 000 €

Valtatie 5 on itäisen Suomen pääväylä, jota pitkin kulkee päivittäin noin 15 000 ajoneuvoa. Mikkelin keskusta-alueen ohittava tie toimii sekä Itä-Suomen alueen kannalta tärkeänä runkoyhteytenä että Mikkelin kaupungin sisäisen liikenteen väylänä. Väylän käyttäjämäärän on arvioitu kasvavan 1,5-kertaiseksi vuoteen 2030 mennessä. Valtatien tämänhetkiset edellytykset eivät Mikkelin kohdalla vastaa kasvavia liikennemääriä: eritasoliittymät ovat vanhanaikaisia, ja nykyisistä liittymäjärjestelyistä seuraa liikenteen ruuhkautumista sekä turvallisuuspuutteita. Liikennekuolemien ja henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien tiheydellä mitattuna tiejakso on vilkkaiden pääteiden synkimpiä. (Liikennevirasto 2015e)

Mikkelin ohitustien parannushankkeessa rakennetaan toinen ajorata välille Pitkäjärvi-Kaihun eritasoliittymä sekä lisäkaistoja Kaihun ja Aseman eritasoliittymien välille. Hanke sisältää myös eritasoliittymien ramppien ja niiden katuliittymien parantamisen. Kevyen liikenteen yhteyksiä parannetaan, minkä lisäksi ympäristöä huomioidaan rakentamalla melu- ja pohjavesisuojauksia. Parannushankkeen sisältämien lisäkaistojen sekä eritasoliittymien parantamisen myötä valtatien liikenneturvallisuus lisääntyy ja edellytykset liikenteen sujuvalle kulkemiselle kohentuvat. Jouhevasti kulkevan liikennevirran lisäksi valtatielle liittyminen ja sieltä poistuminen helpottuvat. On arvioitu, että henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät 50 prosenttia. (Liikennevirasto 2015e)

Hankkeen yleissuunnitelma valmistui vuonna 1997 ja se on tarkistettu 2005. Tiesuunnitelma on valmistunut vuonna 2009. Eduskunta myönsi hankkeelle rahoituksen vuoden 2014 talousarviossaan. Hankkeen rakennussuunnitelma valmistui urakkatarjouspyyntövalmiuteen kesäkuussa 2014. Urakka kilpailutettiin alkukesällä 2014 ja sen rakentaminen alkoi syyskuussa 2014. Hankkeen on määrä valmistua syksyllä 2017. Koska hanke valmistuu vasta vuonna 2017, siitä ei ole saatavilla kokonaisuutta kuvaavaa toteumatietoa tämän tutkimuksen aikana. (Liikennevirasto 2015e)

Hankkeesta tehtyjen kustannusarvioiden laatua ja hankkeen kustannushallinnan tasoa yleisesti selvitettiin Fore-laskelmia tutkimalla, liitteen 5 tarkastuslistalla ja hankkeen ydinhenkilöille tehdyillä teemahaastatteluilla. Mikkelin kohdan hankkeesta ei ole tehty Foren Hankeosalaskelmaa, koska ohjelmisto ei ollut vielä käytössä aiempien suunnitelmavaiheiden aikana. Esisuunnittelu- ja yleissuunnitelmavaiheessa hankkeen kustannusarviot on siis muodostettu jonkinlaisena asiantuntija-arviona.

Hankkeen Forella tehdyt kustannusarviot on laskettu Maarakennuskustannusindeksin (MAKU-indeksi) 2005=100 -tasolla indeksin arvoon 150, vaikka kilpailutushetkellä indeksin todellinen arvo oli alempi: noin 138. Tämä nostaa hankkeen kustannusarviota suhteessa saatuihin tarjouksiin. Näiden kahden eri indeksin aiheuttama ero kustannusarvioon on noin 9,5 %, eli sama kustannusarvio on sen verran korkeampi indeksin arvolla 150. Kustannusarviossa ei ole myöskään käytetty hankkeen kokokerrointa, jota on ohjeistettu käytettäväksi, jos hankkeen koolla on odotettavissa taloudellisia vaikutuksia yksikkökustannuksiin. Ainakin joitain kokovaikutuksia yksikkökustannuksiin olisi voitu olettaa, sillä hanke on määritelmän mukaan erittäin suuri (arvio > 20 M€). Tämän kokoluokan hankkeelle määritellyn kertoimen käyttäminen olisi myös laskenut kustannusarviota.

Kustannusarvion Hanketehtäväprosenteissa on myös ohjearvoa suuremmat varaukset, joilla jouduttiin projektipäällikön mukaan varautumaan muun muassa tiesuunnitelman epävarmuuteen. Hankkeesta ei ole laadittu kustannushallinnan muistiota, mutta hankkeen projektipäällikön mukaan sitä ei ole tiedonsiirtomielessä tarvinnut tehdä, vaan hänellä on ollut reaaliaikainen tietous kustannuksiin vaikuttavista ratkaisuista (Nurmi 2015). Toisaalta, kustannushallinnan dokumentoinnin kannalta muistio olisi ollut tarpeellinen. Lisäksi, tässä tutkimuksessa on havaittu, että kustannusarvioiden arkistointi Foreen on ollut puutteellista.

Hankkeen toteuttamisen projektipäällikön ja rakennussuunnitelmakonsultin teemahaastatteluissa kävi ilmi, että tilaajalle on kohdistunut erilaisia kustannusriskejä, joista osa on pystytty tunnistamaan ja hallitsemaan jo suunnitteluvaiheiden aikana. Kustannusriskien tunnistamiseksi on järjestetty tilaajan ja suunnitelmatoimittajan yhteisiä asiantuntijakokouksia, joissa edeltävän suunnitteluvaiheen ratkaisuja on arvioitu toteuttamista ennakoiden. Asiantuntijoilla on ollut laajan kokemuksen tuoma kyky tunnistaa mahdollisia riskikohteita. Suunnitelmatoimittajan puolesta kokouksissa on ollut eri suunnitelmaosien asiantuntijoita esimerkiksi silta-, geo-, ympäristö- ja väyläasiantuntijoita. Hankkeen tiesuunnitelma oli toisen organisaation tekemä, joten sen suunnitelmaratkaisuihin etsittiin syitä rakennussuunnitelmavaiheessa. Osalle ratkaisuista tehtiin vaihtoehtovertailuja. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Mikkelin kohdan hankkeen tunnistettuja kustannusriskejä on hallittu päivittämällä ja muuttamalla edeltävän vaiheen suunnitelmia, eli poistamalla riskejä ja vähentämällä riskin toteutumisesta aiheutuvia vaikutuksia. Kustannusriskejä on osittain pystytty hallitsemaan, mutta eräistä rakentamisvaiheessa toteutuneista riskeistä on aiheutunut lisä- ja muutostöiden tuomia kustannuksia. Tunnistamattomia kustannusriskejä varten hankkeen budjettiin on tehty kustannusvaraus. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Lisä- ja muutostöitä on suunniteltu tarvittavan yhteensä 527 000 euron edestä, mikä projektipäällikön mukaan tulee todennäköisesti olemaan lähellä lopullista lisä- ja muutostöiden määrää. Osa näistä töistä on ehtinyt jo toteutua laskutettuina ja osasta on olemassa sopimukset toimittajien kanssa. Tämä töiden yhteenlaskettu määrä on hankkeen kokonaishintaan ja budjettivaraukseen suhteutettuna melko pieni. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Merkittävimmät kustannusriskit, joista on aiheutunut lisätöitä, ovat olleet:

- läheisen vedenottamon veden laadun turvaamiseksi pohjavesialueella rakennettu pohjavedensuojaus,
- pilaantuneiden maiden kuljetukset ja läjitykset,
- siltojen korjaaminen, joista erityisesti yhden vanhan sillan kannen uusiminen,
- aiemmin käytetyn hautausmenetelmän maata jouduttiin kaivamaan tien alta ja korvaamaan uudella maa-aineella. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Mikkelin hankkeen ydinhenkilöiden mukaan hankkeen kustannusriskeistä voidaan ottaa oppia tuleviin hankkeisiin ja toimintaa kehittää. Ensimmäiseksi opittavaksi asiaksi mainittiin lähtötietojen parantaminen. Jos edellinen väylän kokonaisprosessin vaihe on tehty huonosti, riskit seuraavat jatkossa. Kunkin suunnitelmavaiheen lopuksi tulisi tehdä suunnitelmien tarkastus, jossa ennakoitaisiin tulevaa kokonaisprosessin vaihetta. Toiseksi tärkeäksi asiaksi tulevien hankkeiden kannalta mainittiin vuorovaikutus suunnittelijoiden välillä, jos eri suunnitteluvaiheet ovat eri organisaatioiden vastuulla. Kolmas hankeprosessiin liittyvä parannusehdotus oli tuotetietomallin käyttäminen tarjouspyyntövaiheessa, mikä projektipäällikön mukaan vähentää urakoitsijoiden tarjousriskiä. Tämä puolestaan vaikuttaa positiivisesti tilaajan kustannusriskeihin. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Hankkeen ydinhenkilöiden parannusehdotukset hankkeiden rakentamisen tekniikkaan liittyivät pilaantuneiden maiden kanssa toimimiseen, vanhojen siltojen korjaamiseen ja Museoviraston huomioimiseen suunnittelussa. Pilaantuneiden maiden käsittely ja läjitykset tulisi suunnitella toteuttamiskelpoisella tarkkuudella. Vanhojen siltojen korjaamisen kannattavuudesta tulisi tehdä vaihtoehtovertailu uuden sillan rakentamiseen. Projektipäällikön mukaan Museoviraston lausunto tiesuunnitteluvaiheessa nousee esiin yllättävän usein. Arkeologisesti tärkeät alueet tulisi huomioida ja mahdolliset tutkimukset suorittaa mieluiten jo suunnitteluvaiheessa, jotta rakentamisen työt eivät seisahdu. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Mikkelin kohdan hankkeen ulkopuolelta nostettiin esiin kustannusriskien hallinnan kannalta tärkeitä liikenneväylähankkeiden rakentamisen toimenpiteitä. Merkittäviksi asioiksi mainittiin:

- Määrälaskentavirheiden ehkäiseminen ja tarvittavien rakennusosien listaaminen.
- Itse toteuttamisen suunnittelu yksityiskohtaisemmaksi. Erityisesti rakentamisenaikaisten liikennejärjestelyiden osalta.
- Rakennekerroksiin lisäystä muta- ja hiekkarakenteisiin. Ei liikaa optimistisuutta kerrospaksuuksiin.
- Louhintatarkkuuden lisääminen kalliolouhintaan.
- Vihersuunnitelman istutusten määrät ovat usein tiheydeltään liian suuret. Vähentämisestä on saatu säästöä, mutta on jouduttu maksamaan hyvityksiä tarjouspyyntösuunnitelmaan verrattuna.
- Paalujen pituudet.
- Kustannusriskien dokumentointi, jotta riskitietoisuus siirtyy suunnitteluvaiheesta toiseen. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

Pidemmällä tähtäimellä Liikenneviraston kustannusriskien hallinnan uskottiin kehittyvän tuotetietomallin käyttöönotolla ja kustannuslaskennan resurssien lisäämisellä. Laskennan valvonta ja tarkastaminen useiden henkilöiden tahoilta nähtiin keinona jakaa hankevetäjille nykyään kasautuvaa vastuuta kustannusriskien hallinnasta. Lisätarkistaminen voisi myös vähentää sitä vaaraa, että hankkeen vetäjä "sokaistuu" omille virheilleen. Erityisen "kustannushallintapäivän" järjestäminen hankkeen alussa parantaisi ydinhenkilöiden kustannustietoutta. Lisäksi, ehdotettiin kustannusriskien tarkistuslistaa, jolla voitaisiin varmistua tyypillisimpien riskien tunnistamisesta. (Hätinen 2015; Nurmi 2015)

4.2 Rautatiehankkeet

Rautatiehankkeiden lähtökohtina ovat nyky- ja ennustetilannetta koskevat puutteet ja ongelmat. Tällaisia voivat olla esimerkiksi radan huono kunto, rataosan ruuhkautuneisuus, matkojen ja kuljetusten palvelutason riittämättömyys, yhdyskuntarakenteen hajanaisuus tai rataosan huono liikenneturvallisuus. Ratainvestoinnin ensisijaiset tavoitteet liittyvät nykyisen tai tulevan liikenteen palvelutason ja kustannustehokkuuden parantamiseen, liikenteen haittojen vähentämiseen sekä alueen liikennejärjestelmän ja maankäytön kehittämiseen. Ratahankkeen tavoitteiden kannalta toissijaisia syitä ovat välilliset vaikutukset kuten aluekehityksen tukeminen. (Liikennevirasto 2013c)

Suuret ratahankkeet poikkeavat tiehankkeista kokoluokassaan. Niiden arvioidut kokonaiskustannukset nousevat jopa yli 800 miljoonaan euroon, mikä on huomattavasti enemmän kuin Liikenneviraston suurimmat tiehankkeet. Kokoluokasta johtuen, on taloudellisesti tehokasta ja markkinoiden toimivuuden kannalta perusteltua jakaa hankkeet pienempiin urakoihin julkisesti kilpailutettaviksi.

Rautatiehankkeisiin sisältyy myös tyypillisesti kustannusten kannalta suhteellisesti suurempi osuus järjestelmiä verrattuna tiehankkeisiin. Näillä järjestelmillä tarkoitetaan muun muassa sähkö- ja turvalaitejärjestelmiä.

Rautatiehankkeiden kustannusylitykset ovat olleet maailmanlaajuisesti keskimääräisesti suurempia kuin tiehankkeissa, kuten tässä työssä on aiemmin todettu. Ratahankkeiden ylityksissä on myös ollut enemmän hajontaa. Tutkimuksiin viitaten voidaan siis todeta, että ratahankkeiden kustannusten arvioinnissa ja kustannusriskien hallinnassa on epäonnistuttu tiehankkeita merkittävämmin ja yleisemmin.

Kempeleen liikennepaikan muutostyöt

Kustannusarvio (RS)	Varaukset	Sopimushinta
7 447 000 €	225 026 €	5 185 000 €

Kempeleen liikennepaikan muutostyöt ovat urakkana osa suurempaa "Pohjanmaan radan" hanketta, joka tunnetaan myös nimellä "Seinäjoki–Oulu-radan palvelutason parantaminen". Hankkeen tavoitteena on turvata junaliikenteen jatkuminen perusparantamalla nykyinen ratarakenne. Pohjanmaan radan hankkeen kustannusarvio on 860 miljoonaa euroa. Hankkeen avulla lyhennetään henkilöliikenteen matka-aikoja nostamalla suurinta sallittua nopeutta koko rataosuudella. Tavaraliikenteen kilpailukykyä parannetaan akselipainon korottamisella ja sähkötehon riittävyys varmistetaan junapainon kasvaessa. Turvallisuutta lisätään poistamalla tasoristeykset koko rataosuudelta. Liikennepaikkamuutoksia tehdään kaikkiaan 29 kohteessa, joten Kempelettä vastaavia parannustöitä tehdään myös muilla hankkeen osilla. (Liikennevirasto 2014c; Liikennevirasto 2015f).

Kempeleen ratapiha ja asema-alue tullaan rakentamaan uudelleen henkilöliikenteen käyttöön vuoden 2015 aikana. Kempeleen asema oli viimeksi käytössä henkilöliikenteen pysähdyspaikkana vuonna 1990. Lakisääteistä ratasuunnitelmaa urakasta ei ole tehty, vaan yleissuunnitelmasta siirryttiin suoraan rakennussuunnitelmaan. Poikkeusjärjestely perusteltiin Pohjanmaan radan hankkeen kokonaisaikataulun kiireellä. Itse urakka sisältää Seinäjoki-Oulu rataosalla sijaitsevan Kempeleen rautatieliikennepaikalla tehtäviä rakennustöitä sisältäen alus- ja päällysrakennetöitä, pohjanvahvistustöitä, sillanrakennus- ja korjaustöitä, asemalaiturin rakentamistöitä, kadun rakentamistöitä sekä sähköra-ta-, vaihteenlämmitys-, valaistus- ja turvalaitetöitä. Lisäksi, kilpailutettu urakka sisältää pääurakoitsijan ja päätoteuttajan tehtävät. (Liikennevirasto 2015g)

Kempeleen liikennepaikan muutostöiden kustannusarvioinnissa ei ole tehty Foren Hankeosalaskelmaa. Myöskään tehty Rakennusosalaskelma ei vastaa suoraan kilpailutettua kokonaisuutta. Rola-laskelman kertoimet on arvioitu ohjeistuksen mukaisesti. Aluekerroin on määräytynyt toteutuspaikan sijainnin perusteella arvoon 0,91 ja kokokerroin on 1,00. Riskeihin on tehty 3 % varaus, joka on pienempi kuin ohjeessa suositeltu 5 %. Urakasta ei ole laadittu kustannushallinnan muistiota, jossa tähän ratkaisuun päätyminen olisi perusteltu. Laskelmien dokumentoinnissa on ollut puutteita sekä nimeämisien että tallennuspaikan osalta. Laskelmien saamiseksi Liikenneviraston järjestelmään Foressa, jouduttiin tämän työn puitteissa ottamaan yhteyttä laskelman tehneeseen suunnittelijakonsulttiin. Ilmeisesti, suunnitelmakonsulttien ohjeistus dokumentoinnin osalta on epäonnistunut.

Urakan toteuttamisen projektipäällikön, toteuttamisesta vastanneen konsultin ja suunnittelukonsultin teemahaastatteluissa kävi ilmi, että tilaajalle on kohdistunut erilaisia kustannusriskejä, joista osa on pystytty tunnistamaan ja hallitsemaan jo suunnitteluvaiheiden aikana. Seuraavat seikat ovat aiheuttaneet urakan merkittävimmät kustannusriskit:

- Hankalat pohjaolosuhteet.
- Suunnitelmien puutteellisuus, koska yleissuunnittelusta oli siirrytty suoraan rakennussuunnitteluun.
- Urakan laajuusmuutokset, sillä alkuperäisessä suunnitelmassa liikennepaikkaa ei kaavailtu avattavaksi henkilöliikenteelle.
- Junaradan alittava alikulkusilta. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Koska Kempeleen urakasta ei ollut tehty ratasuunnitelmaa ja liikennepaikan rakentaminen henkilöliikenteen käyttöön oli sisällytetty Pohjanmaan radan hankkeeseen vasta myöhemmässä vaiheessa, urakan yleissuunnitelman ratkaisuihin tuli ymmärrettävästi lukuisia muutoksia, kun rakennussuunnitelmaa tehtiin. Kustannusriskit tunnistettiin asiantuntijoiden kokemuksella sitä mukaa, kun suunnitelmaa laadittiin. Suunnittelijalla oli käytössä oma suunnittelun mukana edennyt riskienhallintaprosessinsa, jonka osana kustannusriskit huomioitiin. Suunnittelija käytti riskien tunnistamiseen riskilistoja sekä eri suunnitteluosien asiantuntijoiden kuulemisia oman organisaationsa sisällä. Riskilistoihin on koostettu muun muassa yleisimpiä riskien aiheuttajia. Tilaajan puolella riskit on huomioitu ylemmällä, Pohjanmaan radan hankkeen tasolla. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Kempeleen liikennepaikan urakan tunnistettuja kustannusriskejä on hallittu päivittämällä ja muuttamalla suunnitelmia, eli poistamalla riskejä ja vähentämällä riskin toteutumisesta aiheutuvia vaikutuksia. Pohjaolosuhteisiin tehtiin myös lisätutkimuksia, joilla osoitettiin mahdolliseksi edullisemman perustusratkaisun tekeminen. Käytännössä paalulaatta korvattiin esikuormituksilla. Suunnittelijan mukaan tehtiin 200 000 eurolla lisää suunnittelua, mutta säästettiin 1,5 M€ rakentamisessa. Päätöksen myötä hyväksyttiin, että käyttövaiheessa joudutaan mahdollisesti tekemään tehostettua kunnossapitoa. Toisaalta, haastatteluissa korostettiin, että rautatierakentaminen on yleisesti tarkemmin säänneltyä kuin tierakentaminen. Lisäksi, urakan tulee toteuttaa laajemmat Pohjanmaan radan hankkeelle asetetut tavoitteet muun muassa akselipainon nostamisen ja tasoristeysten poistamisen osalta. Näistä syistä vaihtoehtoisten suunnitelmaratkaisujen etsimiseen ei välttämättä ole mahdollisuuksia. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Sopimusteknisin tai muilla keinoilla riskejä ei ole juuri siirretty urakoitsijan vastuulle. Tilaajan vastuu suunnitelmariskien kantamisesta tekee urakan edullisemmaksi KU-hankintamallissa. Osa esimerkiksi pohjaolosuhteisiin liittyneistä kustannusriskeistä jouduttiin hyväksymään ja tietyntasoinen epävarmuus sallimaan. Tunnistamattomia kustannusriskejä varten hankkeen budjettiin on tehty kustannusvaraus. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Tilaajan edustajien mukaan yleisesti erittäin tärkeä Pohjanmaan radan kustannustasoa laskenut ja yksittäisten urakoiden kustannusten ylittymisen riskiä pienentänyt toimintatapa on ollut jakaa laaja hanke markkinoille sopiviin osiin. So-

piva osa tarkoittaa tässä urakkakokonaisuutta, johon odotetaan saatavan toimittajamarkkinoilta tarjouskilpailua aikaiseksi. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Urakan rakennussuunnittelussa on pyritty ohjaamaan kustannuksia aktiivisesti. Tilaaja on tehnyt suunnittelijalle selväksi urakan kustannustavoitteen, jota enempää suunnitelmaratkaisuista muodostuvan vaihtoehdon ei tulisi maksaa. Tavoite on muodostettu käytännössä Pohjanmaan radan puitteista. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Kempeleen liikennepaikan ydinhenkilöiden mukaan urakan kustannusriskeistä voidaan ottaa oppia tuleviin hankkeisiin ja toimintaa kehittää. Aikataulupaineet voivat lisätä hankkeen kustannusriskejä ja pilata hyvän lopputuloksen. Tässä urakassa erityistä oli ratasuunnitelmavaiheen väliin jättäminen, mikä johti suunnittelijan mukaan yllätyksiin, joihin olisi voitu varautua väliin jätetyssä ratasuunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi hankalien pohjaolosuhteiden kanssa toimimiseen olisi voitu varautua paremmin. Jatkossa asiaan tulisi vastata riittävillä varauksilla, kun tiedetään pohjan olevan haasteellinen. Kustannushallinnan ohjeistuksen noudattamisesta todettiin, että pelkkä ohjeen tekeminen ei ole riittävä toimenpide sen käyttämisen varmistamiseksi, vaan käyttämistä tulee myös vaatia. Lisäksi, tulisi erikseen nostaa esiin tärkeitä, kohdennettuja ohjeen osia ja esittää selkeämmät vaatimukset tilaajan taholta. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Kempeleen liikennepaikan muutostöiden ulkopuolelta nostettiin esiin kustannusriskien hallinnan kannalta tärkeitä liikenneväylähankkeiden rakentamisen seikkoja. Merkittäviksi asioiksi mainittiin:

- Kilpailuttaminen keskeneräisistä suunnitelmista. Joudutaan paikkaamaan lisä- ja muutostöillä.
- Urakkamuodon valinnalla on suuri merkitys kustannusriskeihin. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

Pidemmällä tähtäimellä Liikenneviraston kustannusriskien hallinnan uskottiin paranevan parhaiten, kun Foren kustannustietous paranee laskelma- ja tarjousinformaation kasvaessa. Suunnittelijaorganisaatiossa on havaittu muun muassa, että vaihteenvaihto on ollut arvioitu laskelmissa huomattavasti alakanttiin. Erityisesti toteutuneiden yksikköhintojen saaminen Foren kehittämisen käyttöön nähtiin huomattavana mahdollisuutena. Tietomalli voi vähentää suunnitelmavirheitä ja -puutteita tulevaisuudessa. Lisäksi, malli voi mahdollistaa eri tekniikkavaiheiden yhtenäisyyden ja pohjatutkimuksien parantuminen. (Onnela 2015; Paukkeri 2015; Takkinen 2015)

4.3 Yhteenveto ja oppimismahdollisuudet tuleviin hankkeisiin

Liikenneviraston toteutukseen edenneissä hankkeissa kustannusriskejä on pystytty tunnistamaan suunnittelun aikana ja havainnot tukevat osittain aiheen teoriaa. Esimerkiksi havainto siltojen riskialttiudesta tukee teoriaa, jonka mukaan siltojen kustannusarviot ylittyvät todennäköisemmin ja niiden kustannusarvioissa on enemmän hajontaa.

Yleisesti tilaajan käyttämät tunnistamismetodit ovat olleet käytännönläheisiä. Kustannusten kannalta riskialttiita hankeosia on tunnistettu sitä mukaa kun uutta suunnitelmaa on laadittu tai kun edellisen suunnitelmavaiheen ratkaisuja on tarkistettu. Kustannusriskien tunnistaminen on ollut hankkeiden ydinhenkilöiden asiantuntemuksen ja kokemuksen varassa. Osittain siksi, tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena on edistää kustannusriskien tunnistamista. Yhdessä suunnittelijaorganisaatiossa riskien tunnistamiseksi on käytetty erityistä riskilistaa, joka sisältää luettelon yleisesti toistuvista kustannus- ja muista riskeistä. Tätä toimintatapaa hyväksikäyttäen ja vanhoista hankkeista oppimiseksi on liitteessä 7 olevaan taulukkoon koottu toteutukseen edenneiden hankkeiden tarkastelussa esiin tulleita kustannusriskejä. Hallintakeinot ovat myös tutkimuksen teemahaastatteluissa mainittuja.

Liitteessä 7 esitettyä taulukkoa täydennettäessä on otettu huomioon työn rajaus, eli kustannusriskejä ja riskienhallintakeinoja on listattu ensisijassa suunnittelunaikaista toimintaa huomioiden. Toisin sanoen, toteutukseen edenneiden hankkeiden riskeistä on noteerattu ne, joihin voidaan suunnittelun aikana vaikuttaa. Liitteen 7 taulukkoa tullaan käyttämään seuraavan luvun tulevien hankkeiden kustannusriskien tunnistamiseen. Taulukkoa tullaan myös täydentämään uusista hankkeista saadun tiedon perusteella, jotta taulukosta saadaan mahdollisimman kattava.

Kustannusriskien hallintaa on tehty osittain tietoisesti ja osittain osana muuta suunnitteluprosessia. Kustannusriskien poistaminen tai vaikutusten vähentäminen suunnitelmia muuttamalla sekä kustannusriskin ennallaan pitäminen ja hyväksyminen ovat olleet tutkituissa hankkeissa yleisimpiä riskienhallinnan keinoja. Riskien jakaminen urakoitsijalle vastuuta siirtämällä on ollut harvinaisempaa. Urakkamuodon valinnalla uskotaan olevan merkittävin riskien jakamiseen liittyvä vaikutus. Suunnittele ja toteuta -urakassa urakoitsija ottaa vastuun myös laatimaansa suunnitelmaan sisältyvistä riskeistä.

Kansainvälisiin tutkimuksiin verrattuna kustannusylitykset eivät ole Liikenneviraston hankkeissa ja urakoissa selvästi kustannusalituksia yleisempiä. Tietyin aiemmin mainituin rajoituksin voidaan todeta kustannusarvion alittumisen sopimushintoihin verrattuna olevan tyypillisempää ainakin tiehankkeissa. Toisaalta, voidaan pohtia, ovatko kustannusalitukset aina positiivinen asia. Yhteen hankkeeseen sidottu ylimääräinen raha on jostain muualta pois, eikä taloudellinen toteutus välttämättä onnistu ”löysällä” budjetilla. Myöskään kustannusohjatun suunnittelun periaate ei toteudu väljällä kustannustavoitteella, koska tavoite ei ohjaa suunnitteluratkaisuja, jos se on selvästi ylimitoitettu.

Liikenneviraston toteutukseen edenneissä liikenneväylähankkeissa ei ole käytetty Fore-ohjelmiston kaikkia tuotteita. Rakennusosalaskelmalla (Rola) on tehty yleisimmin suunnitelmien kustannusarviot tie-, rata- ja rakennussuunnitteluvaiheissa. Esi- ja yleissuunnitelmavaiheiden arvioita ei ole tehty Hankeosalaskelmalla (Hola), vaan käytössä ovat olleet muut asiantuntija-arviot hankkeen kustannuksista. Hola-laskelmalla voitaisiin kuitenkin saavuttaa parempi tarkkuus varhaisissa kustannusarviossa varsin vähäisellä vaivalla ja suunnittelun kustannusohjaus voisi toteutua aiempaa paremmin. Myöhempien suunnitteluvaiheiden kustannustavoitteen tulisi myös perustua aiempiin kustannusarvioihin.

Fore-ohjelmiston varsinaiseen laskennassa tehdään myös joitain käyttäjävirheitä, jotka vaikuttavat kustannusarvion lopputulokseen. Hankkeiden ydinhenkilöille lähetetyn kyselylomakkeen perusteella virheitä tehdään enemmälti laskennan perustietojen ja hanketehtäväprosenttien määrittelyissä kuin varsinaisten rakennusosien luetteloinnissa. Perustiedoilla ja hanketehtäväprosenteilla on myös huomattavampi kustannusvaikutus laskelman kokonaisuuden kannalta. Hanketehtäviin kuuluvat hankkeen yleiskustannukset, jotka jakautuvat työmaatehtäviin ja tilaajatehtäviin. Perustiedoissa määritellään laskelman kertoimet, tietoaineisto ja hinnasto.

Liikennevirastossa on sovittu, että eri hankkeiden kustannusarviot tehdään MAKU-indeksin samaan tulevaisuuden tasoon, jotta hankkeita voidaan vertailla toisiinsa. Lisäksi, indeksin taso on sovittu riittävän kauas tulevaisuuteen, koska kullakin hetkellä suunnitteilla olevien hankkeiden toteutusaikataulusta ei vielä ole tuolla hetkellä varmuutta. Kuitenkin, jos MAKU-indeksin vaikutus kustannusarvioon jätetään huomioimatta verrattaessa kilpailutuksen tarjouksia arvioon, näiden kahden urakkakustannuksen välille tulee tarpeetonta eroa. Tässä työssä tämän virheen on havaittu nostavan kustannusarvioita suhteessa urakkatarjouksiin.

Kustannusarvioiden jälkiarviointia vaikeuttavat puutteet arvioiden dokumentoinnissa. Valmiita laskelmia ei toistuvasti ole tallennettu niille tarkoitettuun paikkaan tilaajan Fore-tietokannassa tai laskelman nimeämisestä on vaikea erottaa valmista kustannusarviota keskeneräisestä. Käsitellyissä kahdessa hankkeessa ja yhdessä urakassa ei ollut käytetty ohjeistettua kustannushallinnan muistiota dokumentoinnin apuna.

Toteutukseen edenneiden hankkeiden analysoinnin kannalta haasteellista oli Foren käyttöönoton ajoittuminen suhteessa hankkeiden kokonaisprosesseihin. Forea ja siihen liittyvää kustannushallinnan ohjeistusta ei ole vielä ollut käytössä hankkeiden esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa, mikä näkyy muun muassa Holan käytön puuttumisena. Käyttöönoton ajoittuminen hankaloittaa kustannusriskien hallinnan nykytilan arviointia. Kuitenkin, kustannushallinnan teoria osoittaa, että hankkeiden kustannuksiin ja niihin liittyviin riskeihin pystytään parhaiten vaikuttamaan juuri varhaisemmissa suunnitteluvaiheissa, joissa merkittävimmät rakentamista koskevat päätökset tehdään.

Toteutuneiden hankkeiden kustannusriskejä pyrittiin löytämään myös rakennusosittain kustannusarvioita ja tarjousten yksikköhintaluetteloita vertailemalla. Tehtävä osoittautui odotettua haastavammaksi, eikä vertailun tuloksia voitu juuri hyödyntää tässä työssä. Kilpailutettujen tarjousten yksikköhinnat koskevat lisä- ja muutostöitä ja hinnoille annetaan tarjousten vertailuissa painoarvoja vaihtelevasti. Toimittajien ei välttämättä tarvitse ilmoittaa, mitä kukin rakennusosa heille todellisuudessa maksaa, vaan tähän jää tietty määrä spekulointivaraa. Tästä johtuen toimittajien ilmoittamia rakennusosien yksikköhintoja ei voida verrata luotettavasti Foren Rola-laskelman yksikköhintoihin.

5 Uusien hankkeiden kustannusriskien hallinnan kehittäminen

5.1 Valtatie 12 Lahden eteläinen kehätie

Valtatie 12 on valtakunnallinen ja seudullinen itä-länsisuuntainen päätieyhteys, joka nykytilanteessa kulkee Lahden kaupungin keskusta-alueen läpi. Nykyisellään se sijoittuu keskelle Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin rakennettua aluetta, minkä vuoksi liikenne ruuhkautuu ajoittain ja tien liikenneturvallisuus on erittäin huono. Liikenteen lisääntyessä nykyinen valtatie palvelee entistä heikommin valtakunnallista ja seudullista itä-länsisuuntaista liikennettä. Lahden eteläinen kehätie -hankkeen tarkoituksena on siirtää Valtatie 12 kulkemaan Lahden kaupungin eteläpuolelle 12,4 km pitkään uuteen maastokäytävään. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015)

Lahden eteläisen kehätien tiesuunnitelmavaihetta edeltää poikkeuksellisen monivaiheinen suunnittelu- ja päätöksentekohistoria. Valtatie 12 Lahden eteläisen kehätien rakentamista on suunniteltu jo 1970-luvulta lähtien. Tiesuunnitelma laaditaan vuonna 2008 valmistuneen yleissuunnitelman perusteella, josta Liikennevirasto on tehnyt hyväksymispäätöksen toukokuussa 2011. Kehätie suunnitellaan niin sanotun Launeen linjauksen mukaisesti, joka on hyväksytty yleissuunnitelman lisäksi maakuntakaavassa ja asemakaavoissa. Suunnittelussa on ollut kolme päälinjausvaihtoehtoa, joita kaikkia on tutkittu runsaasti eri suunnitteluvaiheissa: nykyisen tien parantaminen, ”Renkomäen vaihtoehto” sekä ”Launeen vaihtoehto”. Viimeisimmät päivitykset vertailuihin on tehty vuosien 2001-2005 aikana. Niissä on todettu, että nykyisen tien parantamisella ei kyetä pysyvästi turvaamaan kasvavan liikenteen ja kehittyvän maankäytön tarpeita. Tieosuudelle asetetut tavoitteet ja sen rooli Suomen ja Lahden seudun liikennejärjestelmässä ja maankäytössä edellyttävät uuden kehätien rakentamista. Launeen vaihtoehto on todettu liikenteen, talouden, maankäytön ja ympäristön kannalta esillä olleista vaihtoehdoista toteuttamiskelpoisimmaksi. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015; Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2014)

Tiesuunnitelma on valmistunut vuoden 2015 aikana. Tiesuunnitelmassa täsmennetään tarvittavat tie- ja liittymäjärjestelyt noin 13 kilometrin matkalle Soramäen ja Kujalan välille. Tiesuunnitelman laatimisen yhteydessä on tarkasteltu hankkeen keventämistä ja toteuttamiskustannusten alentamista ensimmäisen rakennusvaiheen toteutuksen osalta. Tiesuunnittelun aluksi on tarkasteltu hankkeen tavoitteita, suunnitteluperusteita, perusratkaisuja ja kokonaiskustannuksia vuorovaikutteisesti keskenään. Hanketta on kevennetty merkittävästi yhden tunnelin ja kehätien kaistojen osalta. Yksi yleissuunnitelman kolmesta tunnelista on korvattu avoleikkauksella, millä on kokonaisuuden kannalta merkittävä kustannusvaikutus ja kustannusriskejä vähentävä vaikutus. Koko kehätietä ei myöskään tehdä nelikaistaiseksi, kuten aiemmin oli suunniteltu. Kehätie rakennetaan uuteen maastokäytävään Soramäen ja Okeroisten välillä kaksikaistaiseksi 1-ajorataiseksi tieksi (7,2 km) sekä Okeroisten ja Kujalan välillä nelikaistaiseksi 1-ajorataiseksi valtatieksi (5,2 km). (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015)

Liikennevirasto tulee ehdottamaan Liikenne- ja viestintäministeriölle hankekokonaisuuden sisällyttämistä valtion vuoden 2017 talousarvioesitykseen eduskunnan päätettäväksi ja Hollolan kunta sekä Lahden kaupunki tekevät vastaavat esitykset vuoden 2017 talousarvioon kunnan- ja kaupunginvaltuustoille. Osapuolten tavoitteena on saada hankekokonaisuus toteutukseen vuosina 2017-2020. Vt 12 Lahden eteläisen kehätien rakennustöiden arvioidaan alkavan vuonna 2018. Tämä edellyttää kuitenkin puoltavia päätöksiä. Tarkan kustannusarvioinnin haasteena onkin toteutusajankohdan ennakoiminen ja sen ottaminen huomioon.

Lahden eteläisen kehätien hankinta-/toteuttamismalleista on tehty lisäselvityksiä, mutta päätöstä mallin valinnasta ei ole vielä toistaiseksi tehty (Wikström 2015). Tässä työssä keskitytään KU tai ST mallilla tehtävään hankintaan. Muut harkitut mallit ovat sinänsä oleellisia kustannusriskienkin kannalta, mutta ne jäävät tämän työn rajauksen ulkopuolelle.

Hankkeen suunnittelijakonsultti on tehnyt Lahden eteläisestä kehätiestä tiesuunnitelmaa varten laskelmia Foren Hola-laskennalla yleissuunnitelmien pohjalta, mikä ei ole ollut yleistä vielä Liikenneviraston toteutukseen edenneiden hankkeiden kohdalla. Hankkeen tiesuunnitelmavaiheen kustannusarvio on tehty Foren Rola-laskennalla. Laskelmakertoimet on määritetty Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti. Aluekerroin (1,00) on määräytynyt automaattisesti kohteen sijainnin perusteella. Kokokerroin (0,90) laskee kustannusarviota, koska näin suuressa hankkeessa on odotettavissa mittakaavahyötyjä esimerkiksi massakuljetuksissa. Toteutusympäristökerroin (1,00) on ohjeistuksen mukainen. Toteutusympäristön helppoutta puoltaa hankkeen sijoittuminen uuteen maastokäytävään. Toisaalta, sijoittuminen hankalien pohjaolosuhteiden alueelle tekee toteutusympäristöstä vaikean.

Laskelman MAKU-indeksi on 110,6 indeksin 100-tasolla 2010. 110,6 on heinäkuun 2015 taso, eli indeksi tulee päivittää myöhemmin, jos kustannusarviota halutaan verrata varsinaisen toteutusajankohdan indeksitasossa. On huomioitava, että tässä työssä aiemmin käsitellyissä hankkeissa indeksin 100-taso on ollut vuosi 2005.

Foren kustannusarviossa on käytetty 46/2013 ohjeistuksen mukaisia hanketehtäväprosentteja. Työmaa- ja tilaajatehtäväprosentit vastaavat tarkalleen tiesuunnitelmavaiheen kustannusarvioille ohjeistettuja prosentteja. Tilaajatehtäviin on tehty seitsemän prosentin varaus hankkeen kustannusriskejä varten.

Lahden eteläisestä kehätiestä on myös laadittu tiesuunnittelun aikana ohjeistuksen mukainen kustannushallinnan muistio, jota on päivitetty kustannusarvioinnin tarkentuessa. Muistioon on dokumentoitu muun muassa kustannusriskejä ja vastaavasti kustannuksia alentavia mahdollisuuksia. Kustannushallinnan muistion olemassaolo tekee hankkeen kustannushallinnan ratkaisujen analysoimisesta huomattavasti helpompaa. Lisäksi, verrattuna tässä työssä edellä käsiteltyihin hankkeisiin, ulkopuolisen tarkkailijan on mahdollista havaita, mitkä ovat Lahden eteläisen kehätien kustannusriskit ja niiden arvioidut kustannusvaikutukset.

Tilaajan projektipäällikön ja suunnitelmakonsulttien mukaan (Kukkonen 2015; Mero 2015; Wikström 2015) hankkeen merkittävimmät kustannusriskit ovat:

- Pohjaolosuhteet, jotka ovat todella hankalat ja aiheuttavat epävarmuutta muun muassa massatalouteen.
- Massojen siirrot ja läjityspaikkojen sijainnit.
- Sillat, joista erityisesti pitkät maisemasillat ja rautatien ylittävä silta.
- Tunnelirakenteet ja tunneleihin liittyvät järjestelmät.

Näillä hankkeen osilla on hankekokonaisuuden kannalta suuri kustannusvaikutus, joten pienempikin epävarmuus voi aiheuttaa suuren absoluuttisen kustannuksen. Tunneleiden osuus tiesuunnitelman kustannusarviosta on noin 38 % ja siltojen osuus noin 22 %. Pohjaolosuhteiden epävarmuus vaikuttaa erityisesti itse tien rakentamiseen. Lisäksi, johto- ja laitesiirtojen kustannus on arvioitu riskialttiiksi, mutta siirtojen osuus koko hankkeen kustannuksista on vain 1,5 %.

Kustannushallinnan muistiossa todetaan, että riskikustannukset on arvioitu konsulttiryhmän asiantuntija-arviona. Riskin suuruuteen on vaikuttanut suunnitelmavalmius. Riskien todennäköisyyttä ei ole vielä tiesuunnitelmavaiheessa määritelty. Suunnittelijakonsultit ovat käyttäneet sivistyneempiä, Monte Carlo -menetelmään pohjautuvia, riskienarviointimenetelmiä yleensä vasta rakennussuunnitelmien tarkkuudesta, koska tuolloin saaduilla riskiarviolla voidaan päästä järkevään tarkkuuteen (Kukkonen 2015; Mero 2015).

Hankkeen projektipäällikön kanssa käytiin läpi liitteessä 7 esitetty tarkistuslista hankkeiden yleisistä kustannusriskeistä. Lisäksi, riskien kohdalla pohdittiin, millaisia toimenpiteitä kyseinen riski aiheuttaa tällä hankkeella. Useat taulukkoon listatuista kustannusriskeistä oli tunnistettu Lahden eteläisen kehätien suunnittelussa ja niitä oli hallittu tiesuunnitelmavaiheessa. Esimerkiksi pohjaolosuhteisiin on tehty tarkat tutkimukset, joiden perusteella tunnetaan olosuhteiltaan hankalat ja myös mahdollisesti oletettua helpommat paikat maastossa. Rakenteissa on lähtökohtaisesti suunniteltu ”varman päälle”, eli suunniteltu rakennepaksuuteen, jolla tie on ainakin mahdollista toteuttaa. Asian vahvistavat myös suunnittelijakonsultit. Projektipäällikön mukaan, rakennussuunnitteluvaiheessa joistakin ratkaisuista voidaan tehdä niin sanotusti kevyempiä ja näin saada aikaan kustannussäästöjä. (Kukkonen 2015; Mero 2015; Wikström 2015)

Osa tarkistuslistan kustannusriskeistä ei koskenut tätä hanketta tai ne eivät olleet vielä ajankohtaisia tässä vaiheessa hankkeen kokonaisprosessia. Esimerkiksi väylän sijainnin takia pilaantuneiden maiden ei uskota aiheuttavan riskejä kustannuksiin. Tiedonsiirron ongelmista aiheutuvaan riskiin on varauduttu pitämällä projektin ydinryhmä samana ja dokumentoimalla kustannustietoa muun muassa kustannushallinnan muistoon. Jos hanke ei päätyisikään suunnitellusti toteutukseen ja hankeryhmä vaihtuisi, olisivat tärkeimmät kustannusriskitiedot tallessa. Kuten tiedetään, tämän ja muiden hankkeiden historiasta, seuraavan kokonaisprosessin vaiheen viivästyminen on mahdollista. Lisäksi, hankkeen toteutuksen oletettu projektipäällikkö on tullut hankkeeseen mukaan jo hyvissä ajoin tiesuunnittelun aikana. (Kukkonen 2015; Mero 2015; Wikström 2015)

Tässä hankkeessa poikkeavaa aiemmin työssä käsiteltyihin hankkeisiin ovat tunnelit ja niiden suuri osuus kokonaiskustannuksista. Tiesuunnitelman sisältävien Patomäen ja Liipolan tunneleiden yhteinen osuus koko hankkeen kustannuksista on noin 38 prosenttia. Lisäksi, ne on arvioitu kustannushallinnan muistiossa erityisen riskialttiiksi. Tunneleilla tulee siis olemaan suuri vaikutus hank-

keen onnistumiseen kustannushallinnan mielessä. Kuten aiemmin todettiin, yhden yleissuunnitelmassa linjatun tunnelin korvaaminen avoleikkauksella nähtiin kustannuksien kannalta järkeväksi.

Hankkeen projektipäällikön (Wikström 2015) mukaan yleisesti tunneleiden kanssa toimimista leimaa Suomessa kokemuksen puute, mikä tekee niiden rakentamisesta riskialtista. Lisäksi, tunnelirakentaminen on nopeasti kehittyvä ja turvallisuusvaatimuksiltaan jatkuvasti tarkentuva rakentamismuoto. Tunneleihin liittyvät kustannusriskit voidaan erottaa kahteen osaan: itse tunnelirakenteisiin ja tunneleiden järjestelmiin liittyviin riskeihin. Kalliot tai muut rakenteet, joihin tunneleita tehdään, ovat aina yksilöllisiä ja ne täytyy tutkia huolellisesti. Kallioperäkairauksilla pitää saada riittävä tieto kallion rikkonaisuudesta ja vesiinjektoinneilla tietoa tiiviydestä. Tutkimusten perusteella tunnelin linjauksessa olevaa mahdollista liikkumavaraa voidaan käyttää löytämään rakenneolosuhteiden kannalta paras linjausvaihtoehto. Näin voitaisiin hallita tunnelirakenteisiin liittyvää kustannusriskiä. Tunneleiden turva- ja muihin järjestelmien kustannuksia arvioitaessa niille on vaikea laskea "metrihintaa", koska erilaisia tuotteita on monia. Lisäksi, turvavaatimuksien muutoksiin on haastavaa varautua. Tunnelien järjestelmien kustannusriskinhallintaan ehdotetut keinot ovat laaja-alaisen asiantuntijaosaamisen varmistaminen ja joustavuus vaatimusten muuttumiseen toteutuksen aikana. (Wikström 2015)

Lahden eteläisen kehätien hankkeen esille tulleista kustannusriskeistä lisätään viimeisteltyyn kustannusriskien tarkistuslistaan tarpeellisiksi nähdyt tunneleiden rakenteet ja tunneleihin liittyvät järjestelmät. Näihin molempiin sisältyy merkittäviä kustannusriskejä.

5.2 Riihimäen kolmioraide

Suuri osa Riihimäen ratapihan kautta kulkevasta tavaraliikenteestä on Kouvolan ja Tampereen suunnan välistä liikennettä. Nykytilanteessa Kouvolan ja Tampereen suuntien välinen tavaraliikenne joutuu vaihtamaan Riihimäellä kulkusuuntaa. Tämä edellyttää veturin vaihtoa tai sen ympäriajoa, mistä aiheutuu liikenteelle sekä ajanhukkaa että lisäkustannuksia. Kulkusuunnan vaihtamisen takia junien kulku hidastuu tunnista kahteen tuntiin ja niiden ajaminen henkilöratapihan läpi kuormittaa muutoinkin vilkkaan ratapihan läpäisykykyä. (Liikennevirasto 2013d)

Kolmioraiteen toteuttaminen tehostaa tavarajunien liikennöintiä, pienentää liikenteen hoidon kustannuksia ja vähentää Riihimäen ratapihojen ympäristöhaittoja. Kolmioraiteella tarkoitetaan Kouvolan ja Tampereen ratasuuntien välistä noin 1,2 kilometrin pituista yhdysraidetta, jonka toteuttaminen mahdollistaa Kouvolan ja Tampereen suuntien välisen suoran tavaraliikenteen. Kolmioraiteen rakentaminen luo edellytykset myös Tampereen ja Lahden/Kouvolan välisille suorille henkilöliikennevuoroille tulevaisuudessa. (Liikennevirasto 2013d)

Varsinaiseen rautatiehen liittyvien osien lisäksi hanke sisältää seuraavat keskeiset hankeosat:

- lyhyt noin 100 metrin tunneli, joka on kalliotunnelin ja avoleikkauksen yhdistelmä
- huoltotie tunnelin suuaukoille ja veturimiesten vaihtopaikoille
- huoltotien tasoristeys kolmioraiteen sisälle, "Vuorelan laanin" alueelle

Hankkeesta on laadittu vuonna 2005 tarveselvitys ja vuonna 2007 yleissuunnitelma. Ratasuunnitelma on valmistunut marraskuussa 2014. Liikennevirasto on päätöksellään 4.3.2015 hyväksynyt hankkeen ratasuunnitelman. Rakentamissuunnittelu aloitetaan alkuvuodesta 2015. Hankkeen toteutus tulee kestämään arviolta 1-2 vuotta. (Liikennevirasto 2013d)

Riihimäen kolmioraiteen ratasuunnitelmavaiheessa hankkeesta on tehty Foren Rola-laskelma, johon tuorein kustannusarvio perustuu. Kustannusarviossa on käytetty MAKU-indeksin arvoa 136,40 (2005=100), joka on kutakuinkin arviointihetken indeksin arvo. Kuitenkaan, kustannusarvioinnin ja kustannushallinnan tärkeimpiä päätöksiä ei ole dokumentoitu ohjeistettuun kustannushallinnan muistioon, minkä vuoksi asian selvittelyssä joudutaan ottamaan yhteyttä hankkeen ydinhenkilöihin. Myöskään kustannusarvio ei ole Liikenneviraston henkilöstön saatavilla, vaan se on toimitettu tulosteena tilaajan suunnittelun projektipäällikölle.

Hankkeen merkittävimmät tunnistetut kustannusriskit ovat:

- Tunnelirakenne, jonka kaivantoon ja lujitukseen liittyy epävarmuutta.
- Tunnelin suunnitelmaratkaisun muutos alkuperäiseen kaavaan verrattuna.
- Pohjaolosuhteet.
- Meluntorjunta.
- Pilaantuneet maat. (Miettinen 2015; Valin 2015; Vellonen 2015)

Hankesuunnittelun projektipäälliköiden kanssa käytiin läpi liitteessä 7 esitetty tarkistuslista hankkeiden yleisistä kustannusriskeistä. Lisäksi, riskien kohdalla pohdittiin, millaisia toimenpiteitä kyseinen riski aiheuttaa tällä hankkeella. Jotkin taulukkoon listatuista kustannusriskeistä oli tunnistettu Riihimäen kolmioraiteen suunnittelussa ja niitä oli hallittu ratasuunnitelmavaiheessa. Esimerkiksi pilaantuneiden maiden kustannusriskiin liittyen on tehty tutkimuksia suunnittelun aikana. Tutkimuspisteiden alueilta ei todettu kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. (Miettinen 2015; Vellonen 2015)

Tunnelin rakenteeseen liittyy kahdentyyppistä kustannusriskiä, joilla molemmilla on yhteys määriin liittyvään epävarmuuteen. Ensimmäinen riski on kallion tiiviys ja lujitus, johon käytetään ruiskubetonia. Käytetyn betonin määrä riippuu pinta-alasta, jolle tiivistystä tarvitaan. Kyseiseen pinta-alaan liittyy vielä epävarmuutta. Toinen riski liittyy kallioleikkaukseen ja tunnelikaivantoon. Tunnelin rakenteeseen liittyen on tehty kairaustutkimuksia, millä on vähennetty epävarmuutta. Tunnelin aiheuttamien kustannusten ja kustannusriskien vähentämiseksi tunneliratkaisu muutettiin alkuperäisestä osittain betonirakenteisesta tunnelista osittain avoleikkaukseksi. Lisäksi, tunneli on suunniteltu tarpeeksi lyhyeksi, jotta riskiä aiheuttavia tunnelijärjestelmiä ei tarvitse tehdä. (Miettinen 2015; Valin; 2015; Vellonen 2015)

Ratasuunnittelun suunnittelukonsultin (Valin 2015) mukaan, pohjaolosuhteiden epävarmuudesta johtuen alusrakenteisiin suunnitellut kustannukset voivat vielä muuttua. Lisäksi, meluntorjuntaan suunnitellun meluvallin ratkaisun muuttumisella voi olla merkittävä kustannuksia nostava tai laskeva vaikutus. Muutos aiheutuu kaupungin näkemästä tarpeesta joko lisätä tai vähentää meluvaatimuksia kaavoittamallaan asuinalueella.

Osa tarkistuslistan kustannusriskeistä ei koskeneet tätä hanketta tai ne eivät olleet vielä ajankohtaisia tässä vaiheessa hankkeen kokonaisprosessia. Suunnittelualueella ei ole maisemallisesti tai kulttuurihistoriallisesti arvokkaita alueita. Kolmioraiteen alueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita eikä kiinteistöjen vedenottokaivoja. (Miettinen 2015; Valin 2015; Vellonen 2015)

Haastateltavien mukaan kustannusriskien tunnistustaulukko sisältää kattavasti eri kustannusriskien aiheuttajia. Kuitenkin, taulukkoon lisättäväksi ehdotetaan eläintensuojeluun liittyviä prosesseja, jolla voi olla hankkeiden suunnittelua ja toteutumista viivästyttävä vaikutus, mikä taas johtaa kustannusten kohoamiseen. Tällä hankkeella liito-oravien elinympäristön häiriintyminen on ollut otettava huomioon ratasuunnittelussa ja sama riski on tullut suunnittelun projektipäälliköiden mukaan esiin muillakin hankkeilla. Hallintakeinoksi ehdotetaan mahdollisimman aikaista selvitystä ja tähän riskiin varautumista. Toinen lisättäväksi ehdotettu kustannusriski on meluntorjunta. Tämä riski pitäisi hallita myös suunnittelemalla mahdollisimman aikaisin ja erityisesti kustannusvelvoitteista tulisi sopia selvästi. (Miettinen 2015; Valin 2015; Vellonen 2015)

Erityistä ja hankkeiden tulevaisuuden kannalta olennaista on Riihimäen kolmioraiteen ratasuunnitelman toteuttaminen tietomallipohjaisena suunnitteluna. Kyseessä on yksi useammasta Liikenneviraston pilottihankkeesta. Tarkoituksena on ollut laatia tietomalli, jota käytetään rakentamissuunnittelun lähtökohtana. Hallinnollista käsittelyä ja arkistointia varten laaditaan suunnitelmia myös perinteisessä muodossa, mutta tulevaisuudessa tietomallilla on potentiaalia hallinnollisten dokumenttien digitalisointiin. (Miettinen 2015; Valin 2015; Vellonen 2015)

6 Tulokset ja johtopäätökset

6.1 Kustannusriskien tunnistustaulukon käyttäminen kustannusriskien hallinnassa

Kustannusriskien hallinnassa olennaisia toimenpiteitä ovat kustannusriskien tunnistaminen ja sopivan hallintakeinon valinta. Liikennevirastossa hankkeiden kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden tunnistaminen ja minimointi varhaisessa vaiheessa on nähty keinona parantaa kokonaistuottavuutta ja -taloudellisuutta. Tämän tutkimuksen tuloksena on koottu oheinen *Kustannusriskien tunnistustaulukko*, taulukko 4, jolla pyritään parantamaan Liikenneviraston hankkeiden kustannusriskien hallintaa. Taulukko on luotu toteutukseen edenneiden hankkeiden tarkastelujen perusteella ja tiedon lähteenä ovat erityisesti toimineet hankkeiden ydinhenkilöille tehdyt teemahaastattelut. Taulukon ensimmäistä versiota on tämän jälkeen testattu myöhemmin toteutukseen menevillä hankkeilla ja saadun palautteen perusteella taulukkoon on tehty joitakin muutoksia ja lisäyksiä.

Tunnistustaulukkoa käyttämällä varmistutaan, että kustannusarvioon merkittävää epätarkkuutta aiheuttavia riskejä ei jäisi tunnistamatta. Taulukkoa voidaan käyttää missä tahansa hankesuunnittelun vaiheessa kustannusriskien tunnistamiseen. Taulukon käyttäjän tulisi miettiä kunkin kustannusriskin kohdalla, mitä toimenpiteitä riskistä aiheutuu hankkeella, mikäli kyseinen kustannusriski on relevantti. Toimenpide voi olla taulukossa ehdotettu hallintakeino tai harkinnan mukaan jokin muu. Kustannusriskit on jaettu taulukossa kahteen osaan: *teknisiin* ja *hankeprosessiin liittyviin* kustannusriskeihin.

Taulukko 4. Kustannusriskien tunnistustaulukko.

KUSTANNUSRISKI	**HALLINTAKEINOT**
Tekniset kustannusriskit	
Pohjaolosuhteet	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla. Pienen epävarmuuden hyväksyminen ja riskin toteutumiseen varautuminen.
Rakennekerrosten paksuudet	Pienen riskin hyväksyminen ja lisävarausten käyttäminen muta- ja hiekkarakenteisiin. Ennen rakennussuunnittelua suunnittelu "varman päälle".
Pilaantuneiden maiden määrien arviointi ja käsittely	Määrien epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla. Käsittelyä varten selvitettävä loppusijoituspaikka.
Kallioleikkaukset	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla.
Meluntorjunta	Yhteistyö kaupunkien ja kuntien kanssa. Kustannusvelvoitteista sopiminen tarkasti.
Pohjavesialueiden suojaus	ELY-keskusten ympäristövastuualueen lausunto mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa.
Historiallisesti merkittävät alueet	Museoviraston lausunto haettava jo suunnittelun aikana.
Eläinlajien suojelu	Asian vaikutus hankkeeseen selvitettävä suunnittelun aikana.
Työmaan tulvavaara	Töiden aikataulutuksessa voidaan suunnittelun aikana varautua, jos mahdollista. Talvisin vedenkorkeuden kannalta pienin riski.
Järjestelmät, liikennevalot ja telematiikka	Rakennussuunnitelmassa suunniteltava loppuun asti ja varattava riittävä rahoitus.
Johto- ja laitesiirrot	Kohteiden omistajille ilmoitus siirtämistarpeesta riittävän aikaisin.
Siltojen perustusten geotekniikka	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla.
Vanhojen siltojen peruskorjaus	Vaihtoehtovertailut uuden sillan rakentamiseen. Epävarmuuden hyväksyminen ja riskin toteutumiseen varautuminen.
Rautatien ylittävien siltojen rakentaminen	Suunnittelu- ja toteutusvaiheiden asiantuntemus on varmistettava.
Rautateiden alikulkujen rakentaminen	Suunnittelu- ja toteutusvaiheiden asiantuntemus on varmistettava.
Tunnelirakenteet	Riittävät tutkimukset. Suunnitelmien liikkumavaran käyttö linjauksessa.
Tunnelijärjestelmät	Joustavuus ja varautuminen vaatimusten muuttumiseen. Asiantuntemus.
Hankeprosessiin liittyvät kustannusriskit	
Suunnitelmavaiheen puuttumisesta johtuvat lähtötietopuutteet	Lisävaraus kustannusarvioon.
Suunnitelmavaiheen puuttumisesta johtuvat laajuusmuutokset	Lisävaraus kustannusarvioon.
Kaupungin katusuunnitelmien hallinnollisen käsittelyn myöhästyminen	Jos hankkeeseen liittyy kaupungin katuja, molempien tilaajien suunnitelmien käsittelyn tulisi olla samanaikaista.
Kilpailuttaminen keskeneräisistä suunnitelmista	Suunnittelulle on varattava riittävästi aikaa.
Lisä- tai muutostöistä riitautuminen urakoitsijan kanssa	Avoin viestintä hankkeen riskeistä toteutusta valmisteltaessa voi ehkäistä myöhemmän riitautumisen.
Tiedonsiirto toimijoiden vaihtuessa. Erityisesti hiljainen tieto.	Kustannusriskien ja kustannushallinnan dokumentointi.

6.2 Välittömät toimenpiteet kustannusriskien hallinnan parantamiseksi

Tutkimuksessa on aiemmin todettu, että Fore-ohjelmiston kustannushallinnassa voidaan tehdä kolmentyyppisiä virheitä: lähtötieto-, käyttäjä- tai järjestelmävirheitä. Virheistä aiheutuu eroa kustannusarvion ja toteutuneen kustannuksen välille. Toisin sanoen, virheet johtavat kustannusriskeihin. Kustannushallinnan ohjeistuksen parempi noudattaminen on todennäköisesti tehokkain keino käyttäjävirheiden vähentämiseen.

Ohjeistusta ei ole tarvetta lisätä, vaan nykyisessä ohjeistuksessa kerrotaan riittävän tarkasti, millä tavalla kustannushallintaa odotetaan tehtävän Liikenneviraston hankkeissa. Ohjeistuksen määrän lisäämisen sijaan olemassa olevan ohjeistuksen selventäminen ja noudattamisen ehdottomampi vaatiminen tilaajan taholta ovat riittäviä toimenpiteitä käyttäjävirheiden vähentämiseen.

Keskeisimmät ohjeistuksen noudattamisen toimet kustannusriskien hallinnan kannalta:

1. Hankeosalaskennan (Hola) käyttäminen hankkeiden suunnittelun aikana.
2. Fore-ohjelmiston oikeaoppinen käyttäminen erityisesti kustannusarvioiden perustietojen ja hanketehtäväprosenttien määrittelyssä.
3. Laskelmien arkistointi tilaajan tietokantaan.
4. Kustannushallinnan muistion käyttäminen laskentamenettelyn dokumentointiin.
5. Kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslistan käyttäminen kustannusarvioiden oikeellisuuden takaamiseksi.

Muun muassa virheet liittyen laskelmakertoimiin, MAKU-indeksiin ja hanketehtäväprosentteihin poistuvat ohjeita noudattamalla. Mahdollisten käyttäjävirheiden tunnistamiseen oletettavasti riittävä menettely on kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslistan (liite 2) käyttäminen ohjeistuksen mukaisesti.

Kustannusarvioinnin dokumentoinnin paraneminen ohjeiden noudattamisen myötä auttaa itse Fore-ohjelmiston jatkokehityksessä ja järjestelmävirheiden vähenemisessä, kun ohjelmistotoimittaja saa enemmän toteumatietoa hanke- ja rakennusosien kustannustiedon tueksi. Laskelmien sijainti ohjelmiston tietokannassa tulisi olla ohjeistetun mukainen ja tilaajan edustajan tiedossa, mitä se ei ole toistuvasti ollut tähän mennessä. Järjestelmävirheisiin ei juuri voida Liikenneviraston tai suunnittelijaorganisaatioiden sisällä itse vaikuttaa, joten keskeistä on toimijoiden välinen viestintä ja palaute Foren toimittajan Rapal Oy:n suuntaan. Järjestelmävirheet voidaan havaita yksinkertaisesti Fore-laskelmia tehtäessä. Jos esimerkiksi tiettyjen rakennusosien hinnoissa havaitaan huomattavaa poikkeamaa valistuneeseen asiantuntija-arvioon, voi olla syytä ilmoittaa asiasta Rapal Oy:n.

Kustannusarvioinnin lähtötietovirheiden vähentämiseen voidaan vaikuttaa tämän tutkimuksen keskeisimmän konkreettisen tuotoksen, kustannusriskien tunnistamistaulukon avulla. Tunnistamistaulukkoa käyttämällä varmistutaan, että kustannusarvioon epätarkkuutta aiheuttavia riskejä ei jäisi tunnistamatta suunnittelun aikana. Taulukkoa voidaan käyttää missä tahansa hankesuunnittelun vaiheessa kustannusriskien tunnistamiseen. Taulukko sisältää myös ehdotetut

toimenpiteet kyseisten kustannusriskien hallintaan. Lisäksi, hankkeen ydinhenkilöiden oman asiantuntemuksen käyttö on suotavaa.

6.3 Toiminnan jatkuva kehittäminen ja mahdolliset jatkotutkimukset

Kustannusriskien tunnistamiseen liittyen toimintaa voidaan kehittää tässä tutkimuksessa esitetyn tarkistustaulukon päivittämisellä kustannusriskien ja hallintakeinojen osalta. Aivan kuten tässä työssä tarkistuslista ensin luotiin toteutuneiden hankkeiden kokemusten pohjalta ja sen jälkeen testattiin tulevilla hankkeilla, sitä voidaan myös jatkossa päivittää ja ylläpitää tulevien kokemusten kautta. Tarkistuslistaan voidaan lisätä riveinä uusia kustannusriskejä tai sarakkeina uusia ulottuvuuksia hallintakeinojen lisäksi. Uudet sarakkeet voivat esimerkiksi liittyä riskin arviointiin oletettavan kustannusvaikutuksen kautta tai kustannusriskien priorisointiin. Tällä hetkellä kustannusriskien vaikutusten arviointi ja priorisointi ovat hankkeiden ydinhenkilöiden harkinnassa.

Tämän tutkimuksen pohjalta on noussut esiin ainakin seuraavia arvokkaita jatkotutkimusmahdollisuuksia:

- Miten tämän tutkimuksen tuloksia hyödynnetään Liikennevirastossa tekeillä olevissa *projektikäsikirjassa* ja *laatukäsikirjassa*?
- Millä menetelmillä tunnistettuja kustannusriskejä tulisi arvioida ja priorisoida?
- Milloin on taloudellisesti kannattavampaa lisäsuunnittelun sijaan hyväksyä tunnistettu kustannusriski? (Selvitettävää erityisesti pohjatutkimusten kannalta)
- Millä tavalla urakkamuodon valinta vaikuttaa kustannusriskeihin ja toimijoiden vastuisiin niistä?
- Millaisia vaikutuksia kustannusarvioiden huomattavalla ylittymisellä tai alittumisella on tilaajaorganisaation toimintaan laajemmin?

Laajemmasta näkökulmasta toiminnan kehittyminen tulee riippumaan Infra FINBIM tietomallin vaikutuksesta kustannushallinnan tulevaisuuteen, mihin on varauduttava. Viime vuosina infrarakentamisen prosessien kehittämisen yhtenä merkittävimpänä painopistealueena on ollut tietomallin käyttöönotto väylähankkeiden tiedonhallinnassa. Rakennushankkeen tietomallintamisella tarkoitetaan kokonaisvaltaista tapaa hallita rakennushankkeen tietoja digitaalisessa muodossa. Väylän tietomallipohjaisella suunnittelulla ja omaisuuden hallinnalla on katsottu saavutettavan merkittäviä etuja ja kustannussäästöjä nykytilanteeseen verrattuna. Tietomallin käyttöönoton myötä odotetaan parannusta etenkin tietojen siirtämiseen ja jakamiseen hankkeen osapuolten välillä sekä tietojen varastoinnin luotettavuuteen.

Tietomallintamisesta on saatu rohkaisevia tuloksia muun muassa siltojen mallintamiseen liittyvässä tutkimuksessa. Tietomallintamisen on katsottu nopeuttavan ja tehostavan suunnittelutyötä, vähentävän suunnitteluvirheitä, helpottavan muutosten hallintaa sekä palvelevan visualisoinnin tarkoituksia. Mallintamisen hyödyt eivät rajoitu pelkästään suunnitteluvaiheeseen. Toteuttamisen tarjousvaiheessa urakoitsija pystyy hyödyntämään tietomallia tarjouslaskennassa, hankintatoimessa, aikatauluhallinnassa ja mittauksissa.

6.4 Tulosten arviointi ja johtopäätökset kustannusriskien hallinnasta

Työn tulokset vastaavat johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Työ myös täyttää sille alun perin asetut tavoitteet. Yleisesti, tässä työssä tuotetun kustannusriskien tunnistustaulukon käyttäminen on kannattavaa liikenneväylähankkeiden suunnittelun yhteydessä, koska siitä mahdollisesti saadut hyödyt ovat suhteessa merkittävämmät kuin sen käyttämiseen vaaditut resurssit. Oletettavasti, tarkistustaulukon hyödyntäminen maksaa takaisin taulukon läpikäymiseen kuluneen ajan, jos yksikin muuten huomioimattomaksi jäänyt kustannusriski tunnistetaan ja toteutuvien kustannusten kohoamisen mahdollisuus pienenee toimenpiteiden johdosta. Jotkin havaitut riskit voidaan toki poistaa kokonaan. Mitä yleisemmin taulukkoa käytetään ja mitä paremmin kustannusriskejä päivitetään, sitä enemmän hyötyä taulukosta voidaan saada. Taulukon hyödyntäminen ei myöskään vaadi käyttäjältä erityistä osaamista. Kuitenkin, tunnistustaulukon käyttöön liittyy tiettyjä rajoituksia ja huomioitavia asioita.

Kustannusriskien tunnistustaulukkoa käytettäessä ei tulisi jättää hyödyntämättä henkilöstön omaa asiantuntemusta. Kuten tiedetään, liikenneväylähankkeet ovat hyvin yksilöllisiä. Siksi ainoastaan taulukossa lueteltujen riskien huomioiminen hankkeiden suunnitteluvaiheessa saattaa aiheuttaa joidenkin kustannusriskien sivuuttamisen, mikä ei tietenkään ole kustannushallinnan kannalta toivottua.

Tunnistustaulukko huomioi tällä hetkellä enemmän työn teoriaosuudessa ”teknisiksi” ja ”taloudellisiksi” riskeiksi luokiteltuja kustannusriskejä. Jos todellisuudessa psykologiset ja poliittiset riskit ovatkin merkittävämpiä kustannusriskien aiheuttajia, taulukkoa tulee päivittää huomioimaan kyseiset riskit paremmin.

Liikenneviraston kustannushallinnan ohjeistukseen liittyvät tulokset ovat osittain rajoittuneet tällä hetkellä käytössä olevaan kustannushallinnan ohjelmistoon ja tekniikkaan. Ohjeistus on todettu riittäväksi nykyisiin toimintatapoihin nähden. Mikäli tulevaisuudessa käyttöön otetaan esimerkiksi muita ohjelmistoja, tulee ohjeistuksen riittävyys arvioida uudelleen.

7 Yhteenveto

Tutkimuksen tilanneessa organisaatiossa on panostettu liikenneväylähankkeiden kustannushallintaan hankkimalla kustannusarviointiin käytettävä ohjelmisto ja laatimalla kustannushallintaan tarvittavaa ohjeistusta. Lisäksi, on havaittu, että liikenneväylähankkeiden kustannusriskien hallinta ja dokumentointi tarvitsevat systematisointia. Erityisesti hankkeiden kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden tunnistaminen ja minimointi varhaisessa vaiheessa nähdään keinona parantaa kokonaistuottavuutta ja -taloudellisuutta.

Kustannusarviointiin epävarmuutta aiheuttavien tekijöiden tunnistamiseen ehdotetaan tämän tutkimuksen tuloksena käytettävän kustannusriskien tunnistamistaulukkoa, joka on koottu toteutukseen edenneiden hankkeiden kokemusten pohjalta ja testattu tulevaisuudessa toteutukseen menevillä hankkeilla. Kustannusarvioinnin epävarmuustekijöiden minimointia varten tarkistustaulukossa on lueteltu kunkin kustannusriskin hallintaan ehdotettu hallintakeino. Tarkistustaulukkoa voidaan käyttää missä tahansa suunnitteluvaiheessa. Taulukkoa voidaan myös tarvittaessa päivittää vastaamaan mahdollisiin uusiin kustannusriskeihin, joita väylähankkeiden toteuttamiseen liittyy tulevaisuudessa. Kustannusriskien universaalisuuden vuoksi taulukkoa voidaan hyödyntää myös muissa organisaatioissa. Esimerkiksi kunnat ja kaupungit voivat hyödyntää työn tuloksia tilatessaan väylähankkeita.

Tässä tutkimuksessa on todettu tilaajaorganisaation kustannushallintaan liittyvän ohjeistuksen olevan kattavaa ja riittävää, mutta ohjeistuksen mukaisen toiminnan olevan osittain puutteellista. Ohjeistuksen tarkemmalla noudattamisella pystytään todennäköisesti pääsemään eroon suuresta osasta käyttäjien tekemistä kustannusarviointivirheistä ja kustannushallinnan dokumentointi saavuttaa toivotun tason. Tätä varten tilaajaorganisaation on viestittävä tarkemmin kustannushallintaan liittyvistä vaatimuksista suunnittelijakonsulteille.

Mukaillen tunnettuja kansainvälisiä tutkimuksia liikenneväylähankkeiden kustannusarvioiden ja toteutuneiden kustannusten välillä on havaittu olevan poikkeamia. Vastaavuuksia tämän tutkimuksen ja muiden tutkimusten välillä on myös kustannuspoikkeamien syissä. Toisaalta, toteutuneiden kustannusten ei ole havaittu yleisesti ylittävän kustannusarvioita, ja urakoiden sopimushinnat ovat olleet keskimäärin kustannusarvioita alempia. Kustannusarvioihin epävarmuutta aiheuttavista tekijöistä osa tuloksista myötäilee aiempia tutkimuksia. Esimerkiksi hankkeiden laajuusmuutokset ja puutteelliset suunnitelmat ovat tässäkin työssä havaittuja kustannusriskien aiheuttajia. Täydellisen vertailtavuuden saavuttamiseksi ongelmaa tulisi kuitenkin tarkastella identtisillä tutkimusmenetelmillä. Tämän tutkimuksen uutuusarvo perustuu laadullisen menetelmän käyttöön kustannusriskien ymmärtämiseksi.

Lähteet

APM Risk Management Specific Interest Group. 2007. Project Risk Analysis and Management Guide. Buckinghamshire. APM Publishing Limited. 186 s.

Berechman, J., Chen, L. 2011. Incorporating Risk of Cost Overruns into Transportation Capital Projects Decision-Making. *Journal of Transport Economics and Policy*. Vol. 45, s. 83-104

Bordat, C., McCullouch, B.G., Labi, S., Sinha, K.C. 2004. An analysis of cost overruns and time delays of INDOT projects, Transportation Research Board, Washington D.C.

Cantarelli, C., Flyvbjerg, B., Molin, E., van Wee, B. 2010. Cost Overruns in Large-scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical Embeddedness. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. Vol. 10, s. 5-18.

Cantarelli, C. 2011. Cost Overruns in Large-Scale Transport Infrastructure Projects - A theoretical and empirical exploration for the Netherlands and worldwide. Väitöskirja. Delft University of Technology. Delft. 180 s.

Cantarelli, C., Molin, E., van Wee, B., Flyvbjerg, B. 2012. Characteristics of cost overruns for Dutch transport infrastructure projects and the importance of the decision to build and project phases. *Transport Policy*. Vol. 22, s. 49-56

Cooke, B., Williams, P. 2007. Construction Planning, Programming & Control. Second Edition. United Kindom. Blackwell Publishing Ltd. 443 s.

Dantata, N.A., Touran, A., Schneck, D.C. 2006. Trends in US Rail Transit Project Cost Overrun, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Ellis, R., Pyeon, J.H., Herbsman, Z., Minchin, E., Molenaer, K. 2007. Evaluation of alternative contracting techniques on FDOT construction projects, Florida Department of Transportation, Tallahassee.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2014. Taustat, ongelmat ja vaikutukset. [www-sivu]. [Viitattu: 22.9.2015]. Saatavissa: http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-uusimaa-tiehankkeet-valtatie-12-lahden-etelainen-kehatie-hankkeen-taustat-ja-ongelmat

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2015. Valtatie 12 Lahden eteläinen kehätie. [www-sivu]. [Viitattu: 22.9.2015]. Saatavissa: http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-uusimaa-vt-12-lahden-etelainen-kehatie

Fellows, R., Langford, D., Newcombe, R. 2002. Construction Management in Practice. Second Edition. United Kindom. Blackwell Science Ltd. 378 s.

Flanagan, R., Norman, G. 1993. Risk Management and Construction. United Kindom. Blackwell Science Ltd. 208 s.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M., Buhl, S. 2003. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*. Vol. 23, Nro. 1, s. 71-88

Jenpanitsub, A. 2011. Cost Overruns in Transport Projects – Experiences from Sweden. Pro gradu. KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE), Transport Science. Tukholma. 128 s.

Lee, L. 2008. Cost Overrun and Cause in Korean Social Overhead Capital Projects: Roads, Rails, Airports, and Ports. *Journal of Urban Planning and Development*. Vol. 134, Nro. 2, s. 59-62

Lehti-Miikkulainen, O. 2005. Riskienhallinnan systematisointi tiensuunnittelun ja
investointien hankinnassa. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.5.2015]. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/4000452-vriskien-hallinnan_systematisointi.pdf

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2007. Arvio väylähankkeiden kustannus-arvioiden ylityksistä ja ehdotukset toimenpiteiksi. Selvitysmiehen raportti. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.6.2015]. Saatavissa: http://www.lvm.fi/fileserver/LVM69_2007.pdf

Liikennevirasto. 2011. Fore-palvelu väylähankkeiden kustannushallinnassa, versio 1.0. Liikenneviraston ohjeita 26/2011. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.5.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-26_fore-palvelu_vaylahankkeiden_web.pdf

Liikennevirasto. 2012. Liikenneverkon kehittäminen 2012-2022. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.11.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_liikenneverkon_kehittaminen_2012-2022_web.pdf

Liikennevirasto. 2013a. Hankinnan toimintalinjat. Tavoitetilaraportti. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 11.6.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lto_2013-02_hankinnan_toimintalinjat_tavoitetilaraportti_web.pdf

Liikennevirasto. 2013b. Väylähankkeiden kustannushallinta. Liikenneviraston ohjeita 46/2013. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.5.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-46_vaylahankkeiden_kustannushallinta_web.pdf

Liikennevirasto. 2013c. Ratahankkeiden arviointiohje. Liikenneviraston ohjeita 15/2013. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 11.8.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-15_ratahankkeiden_arviointiohje_web.pdf

Liikennevirasto. 2013d. Riihimäen kolmioraiteen yleissuunnitelma. [www-sivu]. [Viitattu 28.9.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/suunnitteilla/riihimaen_kolmioraide/riihimaen_kolmioraide1

Liikennevirasto. 2014a. Liikennevirasto. [www-sivu]. [Viitattu: 27.5.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto

Liikennevirasto. 2014b. Suunnittelun lähtökohdat. [www-sivu]. [Viitattu: 28.5.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/strategia

Liikennevirasto. 2014c. Seinäjoki–Oulu-radan palvelutason parantaminen. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 19.8.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/kaynnissa/seinajoki_oulu/Seinajoki_Oulu_90x210_FI_230114_1.pdf

Liikennevirasto. 2015a. Raportointiportaali. [www-sivu]. [Viitattu: 23.6.2015]. Ei julkisesti saatavissa

Liikennevirasto. 2015b. Liikenneväylien hankearviointi. [www-sivu]. [Viitattu: 23.6.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/strategia/vaikutusten_arviointi/hyoty_kustannus

Liikennevirasto. 2015c. Hankkeiden suunnittelun vaiheet. [www-sivu]. [Viitattu: 5.6.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/strategia/suunnittelun_vaiheet

Liikennevirasto. 2015d. Valtatie 4, Rovaniemi. [www-sivu]. [Viitattu: 17.8.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/vt4_rovaniemi

Liikennevirasto. 2015e. Hankkeen perustiedot. [www-sivu]. [Viitattu: 19.8.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/vt5mikkelinkohta/perustiedot

Liikennevirasto. 2015f. Sisältö ja aikataulu. [www-sivu]. [Viitattu: 26.8.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/seinajoki_oulu/sisalto_ja_aikataulu

Liikennevirasto. 2015g. Ajankohtaista. [www-sivu]. [Viitattu: 26.8.2015]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/seinajoki_oulu/ajankohtaista

Lindholm, M. 1994. Tierakennushankkeen määrien hallinta suunnittelun ohjausta varten. Lisensiaatintyö. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto. Espoo. 128 s.

Länsimetro. 2015. Tietoa hankkeesta. [www-sivu]. [Viitattu: 28.5.2015]. Saatavissa: http://www.lansimetro.fi/tietoa-hankkeesta/kustannukset.html

Manninen, A-P. 2009. Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 27.5.2015]. Saatavissa: http://lib.tkk.fi/Diss/2009/isbn9789512299706/isbn9789512299706.pdf

Merewitz, L. 1973. How do urban rapid transit projects compare in cost estimating experience? Kalifornia. Institute of Urban & Regional Development, University of California. 10 s.

Metsäpelto, R. 2015. Liikenneviraston perehdytyspäivä 3.6.2015. PowerPoint-esitys. Liikennevirasto.

Morledge R., Smith, A., Kashiwagi, D. 2006. Building Procurement. United Kindom. Blackwell Publishing Ltd. 330 s.

Morris, S. 1990. Cost and Time Overruns in Public Sector Projects. *Economic and Political Weekly*. Vol. 15, Nro. 47, s. 154-168

Nijkamp, P., Ubbels, B. 1998. How reliable are estimates of infrastructure costs? A comparative analysis. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.6.2015]. Saatavissa: http://dspace.ubvu.vu.nl/bitstream/handle/1871/1461/19980029.pdf?sequence=1

Odeck, J. 2004. Cost overruns in road construction – what are their sizes and determinants? *Transport Policy*. Vol. 11, Nro. 1, s. 43-53

Pelin, R. 2009. Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä. Projektijohtaminen Oy. 413 s.

Pickrell, D. 1990. Urban rail transit projects: forecasts versus actual ridership and cost. US Department of Transportation, Washington D.C.

Pickrell, D. 1992. A Desire Named Streetcar: Fantasy and Fact in Rail Transit Planning. *Journal of the American Planning Association*. Vol. 58, Nro. 2, s. 158-176

Vainio, T., Nippala, E. 2013. Infrarakentaminen muutoksessa - Osa 1. Infrarakentamisen rakenne. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.5.2015]. Saatavissa: http://www2.vtt.fi/files/sites/infra2030/1_Infrarakentamisen_rakenne.pdf

Haastattelut

Heikkilä, Keijo. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 26.8.2015.

Heikkinen, Viljo. 2015. Projektipäällikkö. WSP Finland Oy. Haastattelu. 7.9.2015

Hätinen, Heimo. 2015. Ryhmäpäällikkö, johtava konsultti. Destia Oy. Haastattelu. 13.8.2015.

Kukkonen, Reijo. 2015. Johtaja. Sito Oy. Haastattelu. 8.10.2015.

Mero, Paavo. 2015. Projektipäällikkö. Sito Oy. Haastattelu. 8.10.2015.

Miettinen, Anna. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 30.9.2015.

Nurmi, Hannu. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 12.8.2015.

Onnela, Ari-Pekka. 2015. Hankepäällikkö. Ramboll CM Oy. Haastattelu. 4.9.2015.

Paukkeri, Seppo. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 4.9.2015.

Takkinen, Janne. 2015. Suunnittelija. VR Track Oy. Haastattelu. 8.9.2015.

Valin, Eerik. 2015. Projektipäällikkö. VR Track Oy. Haastattelu. 12.10.2015.

Vellonen, Ilkka. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 30.9.2015.

Wikström, Janne. 2015. Projektipäällikkö. Liikennevirasto. Haastattelu. 24.9.2015.

Ohjeen 46/2013 mukainen Liikenneviraston kustannushallinnan muistio

1. Tiivistelmä

Kustannusarvio x.x.xxxx	Kustannusarvio, M€ (makuind. 150, 2005=100)	Riskien/ epävarmuuksien aiheuttama lisäkustannus, M€	Kustannus yhteensä, M€
Valtatiet	100	5,0	105
Eritasoliittymät	5	0,5	5,5
Maantiet	5	0,5	5,5
Tunneli	10	0,8	10,8
Saattopysäköinti	0,1		0,1
Yksityistiet	5	0,5	5,5
J-tiet	1	0,2	1,2
Kadut	0,5		0,5
Johtosiirrot	1	0,2	1,2
Meluntorjunta	4	0,4	4,4
Sillat ja tukimuurit	40	4,0	44,0
Nykyisten siltojen korjaaminen	0,5	0,1	0,6
Ympäristö	0,1		0,1
Telematiikka	6	0,5	6,5
Läjitysalueet	1		1,0
Valaistus	3	0,3	3,3
AVI:n lisävaatimukset vesistösiltakohteisiin		0,2	0,2
LITU- auditointien vaatimat muutokset		0,2	0,2
YHTEENSÄ	182,2	13,4	195,6

2. Hankkeen lähtökohdat, laajuus ja laatutaso

Kustannusarvio on laadittu tiesuunnitelmaluonnoksesta (xx.x.xxx). Hankkeen laajuus ja laatutaso on kuvattu suunnitteluperusteissa. Kustannustavoitteeksi on asetettu xxx M€.

3. Kustannusarvion menettelyt ja olettamukset

Yleiset asiat

Kustannusarviota ja sen laskentatarkkuutta on käsitelty:

- Kustannusriskineuvottelu xx.xx.xxxx, erillinen muistio
- Työkokous xx.xx.xxxx, erillinen muistio

Eri tekniikkalajit on arvioitu suunnitelmavalmiuden mukaisella tarkkuudella. Laskentamenetelmänä on käytetty rakennusosalaskentaa (RoLa), kun suoritemäärät ovat olleet suunnittelujärjestelmistä arvioitavissa. Kun suunnitelmatieto on rakennusosalaskennalle vielä vaillinaista, laskentaperusteena on ollut joko hankeosalaskelma (HoLa) tai päivitetty yleissuunnitelman kustannusarvio. Hankeosien laajuudessa on otettu huomioon yleissuunnitelman tarkistukset xx.x.xxxx mennessä.

Rakennusosalaskennan yleiset perusteet

- Rakennusosalaskennan yksikköhinnat ovat Foren mukaiset (suuri hanke). Yksikköhintoja ei ole sopeutettu erittäin laajan hankkeen mukaisiksi.
- Aluekertoimena ROLA:ssa on käytetty ohjelmiston maakunnalle määritettyä kerrointa x,xx.
- Laskennassa on käytetty hankkeen kokokerrointa x,xx.
- MAKU- kokonaisindeksi on laskennassa 150 (2005=100) ja sillanrakennustöiden indeksi on 178,7 (2000=100, Maku00/ Sillanrakennustyöt), joka vastaa käytettyä MAKU- kokonaisindeksiä.
- ROLA:ssa on käytetty hinnastoa huhtikuu 2013 ja hintatasoa 136,4.
- Työmaa- ja tilaajatehtäviksi (yleiskustannukset) on sovittu yhteensä 33 %:
    - Työmaatehtävät 21 %
    - tilaajatehtävät 12 %
- Erityistä rakennusosittain:
    - Massamäärät ja massojen siirrot perustuvat DYNAROAD- tarkasteluun xx.xx.xxxx. Kaikki sitomattomat kiviainekset saadaan hankkeen kallioista. Kallion massaylijäämä on noin 600 000 m3rtr. Kaikki maamassat käytetään maapenkereisiin, meluvalleihin ja luiskatäyttöihin. Rakenteisiin kelpaamattomat massat kuljetetaan läjitysalueille.

- Jakavaa kerrosta ei ole laskettu erikseen louherakenteisille teille, vaan määrät sisältyvät louhepenkereen määriin ja kustannukset kallioleikkausten kustannuksiin. Louhepenkereen yläosan kiilaukselle on esitetty kustannus.
- Sitomattoman kantavan kerroksen murskaukselle, kuljetukselle rakenteeseen, levittämiselle ja tiivistämiselle on oma litteransa.
- Moottoritien sidottu kantavakerros ja päällysteet ovat luokan 25 AB mukaiset ja kaikki päällystekerrokset sisältyvät kustannusarvioon.

Hankeosalaskennat/ yleissuunnitelman kustannusarvioiden päivittämisen perusteet

Erilliset kiertoliittymät
- Arvioitu erilliskustannuksena muiden hankkeiden yhteydessä laadittujen rakennussuunnitelmien perusteella.

Maantie M1
- Arvioitu erilliskustannuksena yksikköhintaperusteisena xxx €/m (sis. hanketehtävät).

Tunneli
- Kustannus tunnelivaihtoehtovertailun raportin mukaan.

Erilliset J-tiet
- Arvioitu yksikkökustannuksen mukaan xxx €/m (sis. hanketehtävät).

Saattopysäköinti
- Arvioitu yksikkökustannuksen mukaan, kustannus xx €/m2 (sis. hanketehtävät).

Yksityistiet
- Arvioitu yksikkökustannuksen mukaan (4 m leveä sorapäällysteinen xxx €/m, 5,5 m leveä sorapäällysteinen xxx €/m, päällystetty 8/7 xxx €/m). Hinnat sisältävät hanketehtävät.

Johtosiirrot
- Tarkistettu indeksillä yleissuunnitelman kustannusarviota.

Meluntorjunta
- Arvioitu yleissuunnitelman mukaan ottaen huomioon muuttuneet y-tie- ja siltaratkaisut.
- Lisätty melukaidekustannus, joka puuttui yleissuunnitelman kustannuslaskennasta.
- Meluaitojen yksikköhintoja ja laskentaperusteita on tarkistettu muitten hankkeiden rakennussuunnitelmien kustannusarvioiden perusteella.

Sillat ja tukimuurit
- Arvioitu tarkentaen yleissuunnitelman kustannusta
- Huomioitu liikenneteknisten mitoitusten muutokset ja siltavähenemät
- Lisätty korjattavat nykyisen valtatien sillat
- Lisätty sillat S45, S46, S47

Ympäristörakentaminen
- RoLa

Ympäristötaide

- Tarkistettu indeksillä yleissuunnitelman kustannusta

Telematiikka

- Arvioitu TS- luonnostarkkuudella, siis tehty täsmennetty uusi kustannusarvio.
- Huomioon otettu "kevein" tunneliin liittyvä liikenteenhallintajärjestelmä

Kiinteä liikenteen ohjaus

- RoLa

Laskentatarkkuus on hankeosittain seuraava:

Hankeosa	**Laskentatapa**
Päätie/ Maantiet	
Päämassat	Rola/Hola
Päällysrakenteet	Rola/Hola
Varusteet	Rola/Hola (kaiteet, riista-aidat yms.)
Kuivatus	Rola/Hola
Tiekohtaiset erilliskustannukset • Kiertoliittymät • Maantie M11 • Maantie M2 • Nyk. maantie kevyen liikenteen järjestelyt	 • arvioitu muitten hankkeiden rakennussuunnitelmien perusteella • lisätty yksi kiertoliittymä • HoLa-hinta • HoLa-hinta • ys-kustannusarvio korotettu tämän hetken indeksillä, karkea arvio
Yksityistiet / Jtiet / Kadut	Yksikkökustannus/ m
Pohjavahvistaminen, pohjaveden suojaus	Rola/Hola
Sillat	Yleissuunnitelma (YS), otettu huomioon määrien vähenemät ja tietekniset muutokset, hinnoittelu tarkennettu
Ympäristörakentaminen/ -taide	Rola/Hola
Meluntorjunta	Meluesteiden hinnastoa tarkistettu viimeaikaisten rakennussuunnitelmahankkeiden perusteella
Tunneli	Rola/Hola
Telematiikka	Täsmennetty YS (Telematiikkaryhmä) laajuus, huomioitu suunnitteluperusteet. Suunnittelutarkkuus ja määrälaskenta parantunut merkittävästi
Kiinteä liikenteen ohjaus	Rola/Hola
Valaistus	Täsmennetty YS
Johto- ja laitesiirrot	YS:n mukaiset siirrot, indeksikorotus

4. Vaihtoehtojen vertailukustannukset

Taulukko tehdyistä vaihtoehtovertailuista.

5. Kustannuslaskentojen tulokset

Viittaus sijaintiin Fore-palvelussa tai erillislaskentojen dokumentointi.

6. Kustannusriskitarkastelut

Rakennusosalaskennat

Päätien ja maanteiden massatilanne (DYNAROAD)

- Maa- ja kallioperämallit ovat vielä puutteellisia. Kaikkia tiejärjestelymuutosten aiheuttamia täydennystutkimuksia ei ole ollut käytettävissä.
- Pohjavahvistusten tyypit ja laajuus ovat epävarmoja.

Arviomme riskikustannukseksi on:

- Maan ja kallion leikkaukset, pengerrykset, massanvaihdot yhteensä noin 65,9 M€, josta 5 % = noin 3,3 M€
- Pohjavahvistukset (Paalulaatat ja stabiloinnit), yhteensä noin 4,7 M€, josta 20 % = noin 1,0 M€.
- Päätien riskeihin lisätty kuivatus ja ympäristörakentaminen sekä osa (0,6 M€) kiinteästä liikenteen ohjauksesta ja ajoratamerkinnöistä = yhteensä 2,0 M€

Hankeosalaskennat ja yleissuunnitelman kustannusarvion täsmentäminen

Tunneli
Riskivaraus 10 % kokonaiskustannuksista, 800 000 €

J-tiet
Riskivaraus 200 000 €. Ei ole laskettu Rolalla.

Yksityistiet
Laajuus voi vielä vähän muuttua. Suunnittelutarkkuus parantunut, riskivaraus pienennetty 0,5 M€:oon (noin 10% kustannuksista). Ei ole laskettu Rolalla.

Johtosiirrot
Kustannus perustuu yleissuunnitelman arvioon, johtosiirtojen laajuus muuttunee.
Riskivaraus 20 % kokonaiskustannuksista, 200 000 €.

Meluntorjunta
Suunnittelutarkkuus parantunut, pienennetty 0,4 M€:oon (noin 10% kustannuksista)

Sillat ja tukimuurit
Riskivaraus 10 % kokonaiskustannuksista, 4 000 000 €.

Telematiikka
Suunnittelutarkkuus parantunut, riskivaraus pienennetty 0,5 M€:oon

Valaistus

Riskivaraus noin 10 % kokonaiskustannuksista, 300 000 €.

AVI:n lisävaatimukset vesistösiltakohteisiin

Arvioitu seuraavasti:

- Rakentamisen aikaiset saostusaltaat 100 000 €.
- Ympäristövaatimukset 100 000 €.

LITU-auditointien vaatimat muutokset

Riskivaraus 200 000 €.

Mahdollisuudet

Päällystyksien vaiheittain toteuttaminen

Yhden päällystyskerroksen toteuttaminen vasta ylläpitojaksolla alentaisi kustannusarviota vähintään n. x M€:lla.

Ylijäämä kallioleikkauksissa

Ylijäämä pienentynyt xxx xxx m3rtr:n. Massaylijäämän leikkaustyö on mukana kustannusarviossa. Sen vaikutus yleiskustannuksineen on noin x,x - x,x M€.

7. Herkkyystarkastelut

Herkkyystarkasteluna on pienennetty hanketehtäviä.

Laskennan yleiskustannusten olettamukset

Viiden prosenttiyksikön muutos (33 → 28) yleiskustannuksissa pienentää hankkeen rakennusosalaskennan osuuden kustannusarviota noin x M€.

8. Hankkeen kustannusarvio ja määräraha-arvio

Esitetty taulukossa. Jaottelu tekniikkalajeittain (kts. 1. sivun tiivistelmä).

	Kustannusarvio	**Määräraha-arvio**
Maku2005=100	Maku=135	Maku=150
Kustannusarvio (M€)	100,0	111,1

Ohjeen 46/2013 mukainen Liikenneviraston kustannus-hallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslista

Kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslista			
	KYLLÄ	EI	Huomioitavaa
Onko hankkeesta on laadittu Hankeosalaskelma (Hola)?			
Sisältääkö Hola kaikki tunnistetut hankeosat?			
Vastaavatko hankeosien ominaisuusvalinnat hankkeen olosuhteita?			
Onko hankkeesta on laadittu Rakennusosalaskelma (Rola)?			
Sisältääkö Rola kaikki tunnistetut rakennusosat?			
Vastaavatko rakennusosien nimikevalinnat hankkeen olosuhteita?			
Onko laskelmat on ryhmitelty toimenpiteittäin?			
Ovatko määräluettelot asianmukaiset?			
Ovatko muut kustannukset mukana ja dokumentoitu?			
Onko laskelman hinnasto päivitetty ja kustannustaso (MAKU-indeksi) sovitun mukainen?			
Onko aluekerrointa käytetty?			
Onko hankkeen kokokerrointa käytetty?			
Onko hankkeen toteutusympäristökerrointa käytetty?			
Ovatko hanketehtävä prosentit ohjeen mukaiset?			
Ovatko riskikustannukset arvioitu?			
Ovatko hankkeen sisäiset massat ja niiden siirrot tarkasteltu?			
Ovatko massat hankkeen ulkopuolelta/ulkopuolelle tarkasteltu?			
Onko hankkeesta laadittu kustannushallinnan muistio?			
Onko laskelmat nimetty ohjeen mukaan?			

Ohjeen 46/2013 mukainen Liikenneviraston kustannuslaskennan riskitarkastelulomake

Hanke xxx

Kustannustarkastelut Päivitetty x.xx.20xx/Nmi

Tiesuunnitelma MAKU=150,0, 2005=100				
Hankeosa/tekniikkalaji	**Yleissuunnitelma**	**Kustannusarvio (11.9.2011)**	**Perustelu**	
Päätie, valtatie	98,3	92,2	Poikkileikkauksen kavennus, rekkakaistan poisto, valaistuksen pituuden vähentäminen, massaylijäämään varautuminen	
Rampit	9,5	10,0	Lisätty pisaraliittymät	
Rinnakkaistie	1,8	2,2	Valaistuksen purku ja saneeraus, vanhan telematiikan purku	
Muut maantiet	5,8	8,8	Hankkeen laajennukset	
Levähdysalue	1,8	2,8	Lisätty varustelu	
Kevyen liikenteen väylät	3,1	3,3	Hankkeen laajennus	
Yksityistiet	4,9	4,9		
Sillat	43,4	36,2	Päivitetty siltataulukko (lisätty 3, poistettu 9, kavennettu 1 silta)	
Pohjanvahvistukset	23,8	23,8		
Meluntorjunta	3,1	3,1		
Pohjavedensuojaus	1,7	1,7		
Telematiikka	6,1	7,1	Lisätty tunnelin edellyttämä telematiikka (vaihtoehtovertailun ve1)	
Ympäristörakentaminen ja taide	4,6	4,6		
Johto- ja laitesiirrot	0,6	0,6		
Tunneli	7,7	8,0	Tunnelin vaihtoehtovertailun mukainen kustannus	
Muut	0,0	5,0	Kuivatus ja kaidemäärät	
SUMMA	**216,1**	**214,2**		
Lisäys yleissuunnitelmaan		-0,9 %		

Tiesuunnitelma MAKU=150,0, 2005=100				
Hankeosa/tekniikkalaji	**Kustannusarvio**	**Riskivaraus**	**Perustelu**	**Riskilaskenta**
Päätie, valtatie	92,2	5,0	Tasaus kiinnittämättä	97,2
Rampit	10,0			10,0
Rinnakkaistie	2,2	1,0	Toimenpiteiden tarkentuminen	3,2
Muut maantiet	8,8	0,5	Hallinnollisten muutosten yhteydessä tehtävät kuntoonpanot	9,3
Levähdysalue	2,8	0,5	Kunnallistekniikka yms.	3,3
Kevyen liikenteen väylät	3,3	0,0		3,3
Yksityistiet	4,9	1,0	Laajuusmuutokset (20%)	5,9
Sillat	36,2	3,6	Määrien, massojen ja laatutason muutokset (10%)	39,8
Pohjanvahvistukset	23,8	2,4	Laajuusmuutokset, toimenpiteet, yksikköhinnat (10%)	26,2
Meluntorjunta	3,1	0,9	Laajuusmuutokset, toimenpiteet, yksikköhinnat	4,0
Pohjavedensuojaus	1,7	0,0		1,7
Telematiikka	7,1	1,4	Laajuusmuutokset, määrät, yksikköhinnat (20%)	8,5
Ympäristörakentaminen ja taide	4,6	0,9	Laajuusmuutokset, määrät, yksikköhinnat (20%)	5,5
Johto- ja laitesiirrot	0,6	0,2	Laajuusmuutokset, määrät, kustannusarvioiden tarkkuus	0,8
Tunneli	8,0	0,8	Laajuusmuutokset, määrät, kustannusarvioiden tarkkuus (10%)	8,8
Muut	5,0	2,4	Litu-auditointi, liikenteen ohjauksen määrät, ajoratamerkinnät, lupien ehtojen toteuttaminen, siltojen korjaukset	7,4
SUMMA	**214,2**	**20,6**		**234,8**
Lisäys kustannusarvioon		9,6 %		

Kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslista, Vt 4 parantaminen Rovaniemen kohdalla / Keijo Heikkilä

	Kyllä	Ei	Huomioitavaa
Onko hankkeesta on laadittu Hankeosalaskelma (Hola)?		X	
Sisältääkö Hola kaikki tunnistetut hankeosat?		X	
Vastaavatko hankeosien ominaisuusvalinnat hankkeen olosuhteita?		X	
Onko hankkeesta on laadittu Rakennusosalaskelma (Rola)?	X		On tehty sekä tiesuunnittelu- että rakennussuunnitteluvaiheessa. (Vt 4 Tiesuunnitteluvaihe ja vt4 HO1). Huom! Kustannusarviot vt4 HO2-Tekniset palvelut ja vt4 HO2 Vesihuolto ovat Rovaniemen kaupungin hankkeita, jotka kilpailutettiin samalla.
Sisältääkö Rola kaikki tunnistetut rakennusosat?	X		Rakennussuunnittelun ROLA- laskennasta puuttuu sillat. Konsultti lisää ne sinne vielä lähiaikoina.
Vastaavatko rakennusosien nimikevalinnat hankkeen olosuhteita?	X		
Vastaavatko kustannusarviot kilpailutettuja kokonaisuuksia?		X	Telematiikka on poistettu kilpailutuksesta, arvo 301 400 € (tiesuunnitelmassa). Lisäksi urakkaan on sisällytetty pilaantuneiden maiden poistoa 1500 m3, jonka kustannusvaikutus on 100 000 €. Tiesuunnitelman ROLA:ssa on mukana urakkaan kuulumattomat rakennussuunnittelu 0,781 M€, työnaikainen suunnittelu 0,195 M€, rakennuttamis- ja omistajatehtävät 2,668 M€. Rakennussuunnitelman rakennusosalaskennasta näyttäisi puuttuvan kaikki sillat, sen kustannusarvio on vain 13,2739 M€ (indeksi on 137). =>Konsultti lisää nämä siltatiedot!
Onko laskelmat on ryhmitelty toimenpiteittäin?	X		Laskelmat on ryhmitelty maksajan (valtio, kaupunki, vesilaitos) mukaan, laskelmissa on

	Kyllä	Ei	Huomioitavaa
			kustannukset eroteltu väylittäin (tai vastaavan jaottelun mukaisesti).
Ovatko määräluettelot asianmukaiset?	X		
Ovatko muut kustannukset mukana ja dokumentoitu?			kaupungin ja vesilaitoksen kustannusarviot löytyvät Foresta
Onko laskelman hinnasto päivitetty ja kustannustaso (MAKU-indeksi) sovitun mukainen?	X		MAKU on 150 (2005=100) Tiesuunnitelmassa, rakennussuunnitelamssa se on 137. Urakkahinta on tarjouskuukauden indeksi (kesäkuu 2014).
Onko aluekerrointa käytetty?	X		Aluekerroin on 1 (Rovaniemi)
Onko hankkeen kokokerrointa käytetty?	X		Kokokertoimena on oletettavasti käytetty 1,0. Näkyy Foressa laskelman tiedoissa. Ohjeen mukaan käytetään 0,95 (hankkeen koko 8–20 M€)
Onko hankkeen toteutusympäristökerrointa käytetty?	X		Toteutusympäristökertoimena on oletettavasti käytetty 1,0 (normaali). Näkyy Foressa laskelman tiedoissa.
Ovatko hanketehtävä prosentit ohjeen mukaiset?			Syytä varmistaa. Näkyy Foressa laskelman tiedoissa.
Ovatko riskikustannukset arvioitu?		X	Ei ole.
Ovatko hankkeen sisäiset massat ja niiden siirrot tarkasteltu?	X		Leikkausmassat on eritelty penkereisiin ja läjitykseen. Mahdollisia kuljetuksen lisäkustannuksia ei ole arvioitu.
Ovatko massat hankkeen ulkopuolelta/ulkopuolelle tarkasteltu?	X		
Onko hankkeesta laadittu kustannushallinnan muistio?		X	Ei ole.
Onko laskelmat nimetty ohjeen mukaan?			Ohje ei määrittele tarkasti nimeämiskäytäntöä (”laskelmien nimien tulee olla kuvaavia niiden sisällön suhteen”): laskelma nimetty **kustannusarvio vt4 H01**
Sijaitsevatko valmiit laskelmat niille tarkoitetussa paikassa Foressa?	X		

Kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslista, Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla / Hannu Nurmi

	Kyllä	Ei	Huomioitavaa
Onko hankkeesta on laadittu Hankeosalaskelma (Hola)?			Tekijät eläkkeellä
Sisältääkö Hola kaikki tunnistetut hankeosat?			Tekijät eläkkeellä
Vastaavatko hankeosien ominaisuusvalinnat hankkeen olosuhteita?			Tekijät eläkkeellä
Onko hankkeesta on laadittu Rakennusosalaskelma (Rola)?	X		
Sisältääkö Rola kaikki tunnistetut rakennusosat?	X		
Vastaavatko rakennusosien nimikevalinnat hankkeen olosuhteita?	X		
Vastaavatko kustannusarviot kilpailutettuja kokonaisuuksia?	X		
Onko laskelmat on ryhmitelty toimenpiteittäin?	X		
Ovatko määräluettelot asianmukaiset?	X		
Ovatko muut kustannukset mukana ja dokumentoitu?	X		
Onko laskelman hinnasto päivitetty ja kustannustaso (MAKU-indeksi) sovitun mukainen?	X		
Onko aluekerrointa käytetty?	X		
Onko hankkeen kokokerrointa käytetty?		X	
Onko hankkeen toteutusympäristökerrointa käytetty?		X	
Ovatko hanketehtävä prosentit ohjeen mukaiset?	X		
Ovatko riskikustannukset arvioitu?	X		
Ovatko hankkeen sisäiset massat ja niiden siirrot tarkasteltu?	X		
Ovatko massat hankkeen ulkopuolelta/ulkopuolelle tarkasteltu?	X		
Onko hankkeesta laadittu kustannushallinnan muistio?		X	ei, mutta kokouksia pidetty useita, mutta on hanketehtäväraportti. Millaistahan tämä tarkoittaa? Kustannusarvion tarkastamisesta pidettiin useita kokouksia ja loppusilaus eli sovittavat %:t päätettiin porukalla Liivissä
Onko laskelmat nimetty ohjeen mukaan?	X		
Sijaitsevatko valmiit laskelmat niille tarkoitetussa paikassa Foressa?	X		

Kustannushallinnan laadunvarmistuksen tarkastuslista, Kempeleen liikennepaikan muutostyöt / Seppo Paukkeri

	Kyllä	Ei	Huomioitavaa
Onko hankkeesta on laadittu Hankeosalaskelma (Hola)?		X	
Sisältääkö Hola kaikki tunnistetut hankeosat?		X	
Vastaavatko hankeosien ominaisuusvalinnat hankkeen olosuhteita?		X	
Onko hankkeesta on laadittu Rakennusosalaskelma (Rola)?	X		
Sisältääkö Rola kaikki tunnistetut rakennusosat?	X		
Vastaavatko rakennusosien nimikevalinnat hankkeen olosuhteita?	X		
Vastaavatko kustannusarviot kilpailutettuja kokonaisuuksia?		X	
Onko laskelmat on ryhmitelty toimenpiteittäin?	X		
Ovatko määräluettelot asianmukaiset?	X		
Ovatko muut kustannukset mukana ja dokumentoitu?			
Onko laskelman hinnasto päivitetty ja kustannustaso (MAKU-indeksi) sovitun mukainen?	X		
Onko aluekerrointa käytetty?	X		
Onko hankkeen kokokerrointa käytetty?		X	arvaus, rakennuttajalla ei pääsyä foren kautta
Onko hankkeen toteutusympäristökerrointa käytetty?		X	arvaus, rakennuttajalla ei pääsyä foren kautta
Ovatko hanketehtävä prosentit ohjeen mukaiset?		X	arvaus, rakennuttajalla ei pääsyä foren kautta
Ovatko riskikustannukset arvioitu?		X	
Ovatko hankkeen sisäiset massat ja niiden siirrot tarkasteltu?	X		niitä ei ole
Ovatko massat hankkeen ulkopuolelta/ulkopuolelle tarkasteltu?	X		
Onko hankkeesta laadittu kustannushallinnan muistio?		X	
Onko laskelmat nimetty ohjeen mukaan?		X	
Sijaitsevatko valmiit laskelmat niille tarkoitetussa paikassa Foressa?		X	hankkeella ei ole ohjeistettu eikä rakennut-tajalla ainakaan pääsyä foren kautta.

Kustannusriskien tunnistustaulukko, ei testattu versio

KUSTANNUSRISKI	HALLINTAKEINOT
Pohjaolosuhteet	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla. Pienen epävarmuuden hyväksyminen ja riskin toteutumiseen varautuminen.
Rakennekerrosten paksuudet	Pienen riskin hyväksyminen ja lisävarausten käyttäminen muta- ja hiekkarakenteisiin.
Pilaantuneiden maiden määrien arviointi ja käsittely	Määrien epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla. Käsittelyä varten selvitettävä loppusijoituspaikka.
Kallioleikkaukset	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla.
Pohjavesialueiden suojaus	ELY-keskusten ympäristövastuualueen lausunto mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa.
Historiallisesti merkittävät alueet	Museoviraston lausunto haettava ja tutkimukset tehtävä jo suunnittelun aikana.
Työmaan tulvavaara	Töiden aikataulutuksessa voidaan suunnittelun aikana varautua, jos mahdollista. Talvisin vedenkorkeuden kannalta pienin riski.
Järjestelmät, liikennevalot ja telematiikka	Rakennussuunnitelmassa suunniteltava loppuun asti ja varattava riittävä rahoitus.
Kaapelisiirrot	Kaapeleiden omistajille ilmoitus siirtämistarpeesta riittävän aikaisin.
Siltojen perustusten geotekniikka	Epävarmuuden vähentäminen/poistaminen lisätutkimuksilla.
Vanhojen siltojen peruskorjaus	Vaihtoehtovertailut uuden sillan rakentamiseen. Epävarmuuden hyväksyminen ja riskin toteutumiseen varautuminen.
Rautatien ylittävien siltojen rakentaminen	Suunnittelu- ja toteutusvaiheiden asiantuntemus on varmistettava.
Rautateiden alikulkujen rakentaminen	Suunnittelu- ja toteutusvaiheiden asiantuntemus on varmistettava.
Suunnitelmavaiheen puuttumisesta johtuvat lähtötietopuutteet	Lisävaraus kustannusarvioon.
Suunnitelmavaiheen puuttumisesta johtuvat laajuusmuutokset	Lisävaraus kustannusarvioon.
Kaupungin katusuunnitelmien hallinnollisen käsittelyn myöhästyminen	Jos hankkeeseen liittyy kaupungin katuja, molempien tilaajien suunnitelmien käsittelyn tulisi olla samanaikaista.
Kilpailuttaminen keskeneräisistä suunnitelmista	Suunnittelulle on varattava riittävästi aikaa.
Lisä- tai muutostöistä riitautuminen urakoitsijan kanssa	Avoin viestintä hankkeen riskeistä toteutusta valmisteltaessa voi ehkäistä myöhemmän riitautumisen.
Tiedonsiirto toimijoiden vaihtuessa. Erityisesti hiljainen tieto.	Kustannusriskien ja kustannushallinnan dokumentointi.

ISBN 978-952-317-900-4
ISSN 2343-1741
www.liikennevirasto.fi

Liikennevirasto