

VÄYLÄHANKKEEN ESISUUNNITTELUVAIHEEN KUSTANNUSHALLINTA

Ari-Pekka Manninen



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TEKNISKA HÖGSKOLAN
HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
TECHNISCHE UNIVERSITÄT HELSINKI
UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE D'HELSINKI

Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta

Ari-Pekka Manninen

Tekniikan tohtorin tutkinnon suorittamiseksi laadittu väitöskirja, joka esitetään Teknillisen korkeakoulun Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunnan luvalla julkisesti tarkastettavaksi korkeakoulun luentosalissa 432 (Otakaari 7B, Espoo) kesäkuun 26. päivänä 2009, kello 12.

Jakelu:
Teknillinen korkeakoulu
Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos
PL 2100
02015 TKK
FINLAND
URL: <http://tl.tkk.fi/>
Puh. +358 (9) 451 1
Fax.+ 358 (9) 451 37858
E-mail:Elsa.Nissinen@tkk.fi

© 2009 Ari-Pekka Manninen

Kansikuva: Ari-Pekka Manninen

ISBN 978-951-22-9969-0
ISBN 978-951-22-9970-6 (PDF)
ISSN 1797-481X
ISSN 1797-4828 (PDF)
URL: <http://tl.tkk.fi/publications/.pdf>

1. Painos

Multiprint Oy
Espoo 2009

VÄITÖSKIRJAN TIIVISTELMÄ	TEKNILLINEN KORKEAKOULU PL 1000, 02015 TKK, http://www.tkk.fi		
Tekijä	Ari-Pekka Manninen		
Väitöskirjan nimi	Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta		
Käskikirjoituksen päivämäärä	7.4.2009	Korjatun käsikirjoituksen päivämäärä	9.6.2009
Väitöstilaisuuden ajankohta	26.6.2009		
<input checked="" type="checkbox"/> Monografia	<input type="checkbox"/> Yhdistelmäväitöskirja (yhteenveto + erillisartikkelit)		
Tiedekunta	Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta		
Laitos	Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos		
Tutkimusala	Rakentamistalous		
Vastaväittäjä(t)	Professori Pauli Kolisoja, Tampereen teknillinen yliopisto Dosentti Ari Pennanen, Tampereen teknillinen yliopisto		
Työn valvoja	Professori Jouko Kankainen, Teknillinen korkeakoulu		
Työn ohjaaja	Professori Jouko Kankainen, Teknillinen korkeakoulu		
Tiivistelmä	<p>Väylähankkeiden suunnittelu- ja kustannushallintaprosessi on epätydyttävällä tasolla, joka on johtanut useissa hankkeissa kustannusarvioiden ylittymiseen. Hankkeiden esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta perustuu valmiiden suunnitelmien pohjalta tehtäviin kustannusarvioihin, sen sijaan että hankkeen kustannuksia ohjattaisiin systemaattisesti vaihtoehtoisilla suunnitteluratkaisuilla. Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli, että hankkeiden kustannushallintaa voidaan parantaa ottamalla tuotemallintaminen ja tietotekniset ratkaisut osaksi prosessia.</p> <p>Tutkimus oli metodiikaltaan kvalitatiivinen ja tutkimusongelmaa lähestyttiin konstruktiivisella tutkimusotteella. Tutkimus perustui nykyisen prosessin keskeisiin ongelmakohtiin, jotka kartoitettiin teemahaastattelujen avulla. Tunnistettujen ongelmien ja kirjallisuustarkastelun perusteella tutkimuksessa konstruointiin ratkaisumallit, joiden hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytyksiä arvioitiin infra-alan toimijoille suunnatuilla workshoppeilla. Tutkimuksen tuloksena syntyi väylähankkeen esi- ja yleis-suunnitteluvaiheen prosessimalli, jota testattiin case – hankkeella.</p> <p>Tutkimuksessa kehitetyn prosessimallin avulla parannetaan nykyistä prosessia merkittävästi tietotekniikan hyödyntämisen, hankkeelle esitettävien vaatimusten hallinnan, kustannusohjauksen ja epävarmojen lähtötietojen hallinnan näkökulmasta. Tutkimuksessa kehitetty prosessimalli hyödyntää tietoteknisiä ratkaisuja, jotka koskevat visuaalista mallintamista, massataloussuunnittelua ja kustannustiedostoihin perustuvaa kustannusohjausta. Konstruoidun prosessimallin lähtökohtana on tilaajan tahtotilaa määrittävä väylän elinkaaren kattava hankeohjelma, jonka avulla määritetään ja kuvataan hankkeen tilaajan hankkeelle kohdistamat vaatimukset toimivuus- ja laatuvaatimuksina. Tietotekniikkaa hyödyntävä prosessi mahdollistaa tehokkaan edullisuusvertailun suunnitteluratkaisuille ja edesauttaa edullisimman suunnitteluratkaisun löytämistä. Tutkimuksessa esitetyn epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmän avulla pystytään määrittämään hankkeen kustannusarvion vaihteluväli, hallitsemaan epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvaa kustannusriskiä ja kohdentamaan lähtötietojen hankintaresursseja kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiin paikkoihin.</p>		
Asiasanat :	väylähanke, kustannushallinta, kustannusohjaus, massataloussuunnittelu, hankeohjelma, tuotemalli, epävarmat lähtötiedot		
ISBN (painettu)	978-951-22-9969-0	ISSN (painettu)	1797-481X
ISBN (pdf)	978-951-22-9970-6	ISSN (pdf)	1797-4828
Kieli	Suomi	Sivumäärä	173
Julkaisija	TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos		
Painetun väitöskirjan jakelu	TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos		
<input checked="" type="checkbox"/> Luettavissa verkossa osoitteessa	http://lib.tkk.fi/Diss/		

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION	HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY P.O. BOX 1000, FI-02015 TKK, http://www.tkk.fi		
Author Ari-Pekka Manninen			
Name of the dissertation: The Cost Management of Road and Railroad Projects in Preliminary Designing Phase			
Manuscript submitted	April 7, 2009	Manuscript revised	June 9, 2009
Date of the defence June 26, 2009			
<input checked="" type="checkbox"/> Monograph		<input type="checkbox"/> Article dissertation (summary + original articles)	
Faculty	Faculty of Engineering and Architecture		
Department	Department of Structural Engineering and Building Technology		
Field of research	Construction Economics and Management		
Opponent(s)	Professor Pauli Kolisoja, Tampere University of Technology Adjunct Professor Ari Pennanen, Tampere University of Technology		
Supervisor	Professor Jouko Kankainen, Helsinki University of Technology		
Instructor	Professor Jouko Kankainen, Helsinki University of Technology		
Abstract			
<p>Present designing process and cost management of road and railroad building projects is in unsatisfying level, which has led the situation to cost overruns and budget failures of projects. The cost management of preliminary designing phase has based since now on cost estimates of complete plans. The problem with the current process is that the preliminary designing phase does not include element of cost control which would consider cost comparison of the alternative designing solutions. Basis in this research was development of cost management of projects by using product data modeling and information technology solutions.</p> <p>The research method was qualitative and based on constructive approach. The research was based on the problematic of the current process, which were specified in theme interviews. A new preliminary designing process for road and railroad projects was developed in this research. The new process which was based on problems specified in theme interviews and literature review was verified by workshops and case study test.</p> <p>The new process model, developed in this research, improves the current process significantly. The new process model improves cost control of the preliminary designing phase and utilizes new information technology solutions concerning software of the visualization, mass economy planning and cost management. The basis of the new process model was a project briefing which defines and describes alternative solutions for the road and railroad. The process which utilizes information technology allows an efficient cost estimation comparing for the alternative designing solutions. It also supports to find out the most economical design solution.</p> <p>Research also brings out a new uncertain initial data management process. By the aid of the process range of the cost estimation can be defined and cost risk management can be improved.</p>			
Keywords	cost management, cost control, mass economy planning, project briefing, product data model, uncertain initial data, road and railroad building project		
ISBN (printed)	978-951-22-9969-0	ISSN (printed)	1797-481X
ISBN (pdf)	978-951-22-9970-6	ISSN (pdf)	1797-4828
Language	Finnish	Number of pages	173
Publisher	TKK Structural Engineering and Building Technology		
Print distribution	TKK Structural Engineering and Building Technology		
<input checked="" type="checkbox"/> The dissertation can be read at http://lib.tkk.fi/Diss/			

*Me hukumme informaatioon, mutta
näännymme tiedonjanoon.*

- John Naisbitt -

ALKUSANAT

Väylähankkeiden kustannushallinnan taso niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa vaatii kehittämistä. Hankkeiden toteutuneet kustannukset ylittyvät luvattoman usein. Tämä leimaa infra-alaa julkisessa keskustelussa kehityskyvyttömäksi. Kustannushallintaan liittyvät haasteet muodostivat selkeän raamin tutkimukselleni, jonka pohjalta päädyin esittämään ratkaisumalleja väylähankkeiden kustannushallinnan ja prosessien kehittämiseksi. Työni on tältä osin päätöksessä ja uskon, että saavuttamani tulokset tuovat väylähankkeiden kustannushallintaan kaivattua kehitystä.

Tutkimuksen läpiviemiselle olen saanut tukea ja kannustusta useilta henkilöiltä, joiden kaikkien mainitseminen tässä erikseen on mahdotonta. Muutamia henkilöitä haluan kiittää erikseen, jotka ovat vaikuttaneet työni valmistumiseen merkittävästi. Kiitokset professori Jouko Kankaiselle työni ohjaamisesta ja valvomisesta, TkL, KTM Juha-Matti Junnoselle palautteesta ja kielenhuollosta, professori Seppo Junnilalle tieteellisestä annista, DI Jussi Hiekalle hyvästä työstä tutkimusapulaisena ja ei ollenkaan vähäisimpänä kiitokset TkT Laura Apilolle tutkimuksen käynnistämisestä ja auttamisesta tutkimuksen alkutaipaleella.

Tutkimukseen kuului useita workshop –tilaisuuksia, joiden vetämisestä kiitokset TkT Jukka Pekkaselle. Lisäksi haluan kiittää TkT Heikki Jämsää ja dosentti Ari Pennasta rakentavasta palautteesta väitöskirjani esitarkastajina.

Erityinen kiitos kuuluu vaimolleni Nanalle, joka on jälleen kerran perehtynyt miehensä opinnäytteeseen ja kommentoinut sitä sekä kielellisesti että sisällöllisesti. Ilman antamaasi panosta en olisi saanut tehtyä tätä työtä. Kiitokset myös tyttärelleni Olivialle, joka on jaksanut olla reippaana – asuimme sitten Suomessa tai DownUnder.

And finally, thanks to Dr Michael Regan for his hospitality and advices when I had a possibility to work in Bond University. Hope to collaborate with You again!

Sundsbergissä 8.6.2009

A-P Manninen

SISÄLLYSLUETTELO

1	<i>Johdanto</i>	1
2	<i>Tutkimuksen tavoitteet, rajaus ja tutkimusote</i>	4
2.1	Tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja hypoteesit	4
2.2	Tutkimuksen rajaus	5
2.3	Tutkimusmenetelmä ja -ote	6
2.4	Tutkimuksen rakenne, suoritustapa ja aineisto	7
2.4.1	Tutkimuksen päävaiheet	7
2.4.2	Nykyisen prosessin kuvaamiseen käytetty menetelmä	8
2.4.3	Teemahaastattelut, nykyisen prosessin ongelmien kartoittaminen	9
2.4.4	Kirjallisuustarkastelu ja ratkaisumallien kehittäminen	10
2.4.5	Ratkaisumallien syventäminen ja yleisen hyväksyttävyyden varmentaminen workshoppien avulla	10
2.4.6	Workshopin tulosten syventäminen kyselytutkimuksella	12
2.4.7	Tulosten testaaminen case - hankkeella	13
3	<i>Väylän rakentamisprosessin nykytila ja sen kehittämisen keskeiset haasteet</i> ...	15
3.1	Nykyinen prosessi	15
3.1.1	Väylän kokonaisprosessin päävaiheet	15
3.1.2	Tiedonhallinta	16
3.1.3	Kustannusten arviointi ja ohjaus	17
3.1.4	Sidosryhmätyöskentely	19
3.2	Nykyprosessin keskeiset ongelmakohdat	20
3.2.1	Johtaminen ja päätöksen tekeminen prosessissa	20
3.2.2	Tiedon ja tietämyksen hallinta prosessissa	22
3.2.3	Kustannusarvioinnin haasteet	29
3.3	Yhteenveto nykyisen prosessin keskeisistä kehitystarpeista	31
4	<i>Rakentamisprosessin hallinnan ja johtamisen kirjallisuustarkastelu</i>	33
4.1	Johtaminen ja päätösten tekeminen rakentamisprojektissa	33
4.2	Tiedon ja tietämyksen hallinta rakentamisprosessissa	37
4.2.1	Perinteinen tiedonhallinta rakennusprosessissa	37
4.2.2	Tuotemallintamiseen perustuva tiedonhallinta	38
4.2.3	Epävarmojen tietojen hallinta	41
4.3	Prosessin hallinta	45
4.3.1	Kustannushallinta, -arviointi ja -ohjaus	45
4.3.2	Sidosryhmien hallinta	49
4.3.3	Iteratiivinen hankkeen vaatimusten ja asiakkuuden hallinta	52

5	<i>Infrarakentamisen prosessin ratkaisumalli</i>	55
5.1	Ratkaisumallin tausta	55
5.2	Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen prosessi.....	57
5.2.1	Prosessikuvaus	57
5.2.2	Prosessimallin workshop – arvioinnin tulokset	60
5.2.3	Alustavan hankeohjelman laatiminen ja tarkentuminen	62
5.2.4	Geometriamallien ja perushankeosien määrittäminen maastomalliin.....	65
5.2.5	Alustava massataloussuunnittelu suunnittelua ohjaavana tekijänä.....	66
5.2.6	Vaihtoehtojen keskinäinen vertaaminen kustannusten näkökulmasta hankeosalaskentamenetelmällä.....	68
5.2.7	Hankkeen epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvan kustannusvaihteluvälän määrittäminen ja hallinta.....	69
5.2.8	Parhaista vaihtoehdoista päättäminen sekä valittujen vaihtoehtojen tarkentaminen ja visualisoiminen.....	84
5.2.9	Hankeohjelma tilaajan ja sidosryhmien vaatimusten kuvaajana.....	84
5.3	Väylän tuotemallin täsmentyminen hankkeen elinkaaren aikana.....	91
5.3.1	Tuotemallintamisen päävaiheet.....	91
5.3.2	Geometriamalli.....	92
5.3.3	Rakennemalli.....	94
5.3.4	Toteutusmalli	94
5.3.5	Toteumamalli	95
5.3.6	Hoito- ja ylläpitomalli.....	96
5.4	Case VT 12 - ratkaisumallin testaaminen	97
5.4.1	Alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 laatiminen	98
5.4.2	Väylävaihtoehtojen muodostaminen ja perushankeosien määrittäminen.....	99
5.4.3	Alustava massataloussuunnittelu.....	101
5.4.4	Kustannuslaskelmien muodostaminen vaihtoehdoille	104
5.4.5	Kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittäminen.....	106
6	<i>Tulosten ja tutkimuksen arviointi</i>	110
6.1	Tutkimuksen vastaaminen nykyisen prosessin ongelmakohdista johdettuihin johtopäätöksiin	110
6.1.1	Johtopäätös 1: "Tilaajan tahtotilan kuvaaminen"	110
6.1.2	Johtopäätös 2: "Yleinen hyväksyttävyyys".....	112
6.1.3	Johtopäätös 3: "Sidosryhmien vaatimusten välittäminen"	113
6.1.4	Johtopäätös 4: "Lähtötietojen hallinta"	113
6.1.5	Johtopäätös 5: "Tietojen hallinta"	114
6.1.6	Johtopäätös 6: "Massataloussuunnittelu"	115
6.1.7	Johtopäätös 7: "Kustannusten ohjaus, hallinta ja arviointi"	117
6.2	Yhteys aiempiin tutkimuksiin ja kehityshankkeisiin	119

6.3	Tutkimuksen uutuusarvot.....	120
6.4	Prosessin kehitysehdotusten hyväksyttävyyys ja vaikuttavuus.....	122
6.5	Tutkimusmenetelmän arviointi	123
6.5.1	Yleistä tutkimusmenetelmästä.....	123
6.5.2	Tutkimuksen validiteetti	124
6.5.3	Lähdeaineisto ja sen riittävyys.....	125
6.5.4	Haastateltavien ja workshopeihin osallistujien sekä case -hankkeen valinta.....	127
6.5.5	Haastattelutilanteet, workshop – tilaisuudet ja testin suorittaminen case –hankkeella .	127
6.5.6	Tutkimusotteen valinta.....	129
6.5.7	Tutkimuksen reliabiliteetti	129
7	<i>Yhteenveto ja johtopäätökset</i>	132
	<i>LÄHDELUETTELO</i>	135
	<i>LIITTEET</i>	144

1 JOHDANTO

Infrarakentaminen on luonteeltaan projektirakentamista, joka koostuu useista osaprosesseista. Rakennusprojektien menestyksellä läpivienti vaatii hyvää kokonais- ja osaprosessien hallintaa, jota on pyritty parantamaan infra-alalla tutkimus- ja kehitystoiminnalla. Useissa tutkimus- ja kehityshankkeissa on tarkasteltu tietoteknisten ratkaisujen mukana tuomaa hyötyä prosessien tehostamisen kannalta (Infra 2004, Inframodel2). Kehittämisen painopistealue on ollut etenkin tuotemallien¹ käyttöönoton tarkasteluissa, koska tuotemallintamisella on katsottu olevan merkittävä rooli infra-alan toiminnan kehittämisen kannalta. Tuotemallintamisen käyttöönottoa infra-alalla on käsitelty muun muassa Infra 2010 – kehittämisohjelmassa, jonka keskeisimpiä tavoitteita on ollut tukea ja edistää uuden teknologian käyttöönottoa alalla (Infra 2004, 29).

Tuotemallien käyttöönotto tuo mukanaan sekä mahdollisuuksia että haasteita. Tuotemallintamisesta saatavaa hyötyä pystytään nostamaan, mikäli siihen liittyvät osaprosessit on sovitettu vastaamaan tuotemallipohjaista tiedonhallintaa. Sovittaminen on haasteellinen tehtävä, koska osaprosessien hallinnan taso ei nykyisellään ole tyydyttävällä tasolla.

Eräs keskeisimmästä infra-alan haasteista koskee projektien kustannushallintaa². Tilaa-
jien³ kustannushallinta rakennusprosessin eri vaiheissa ei ole edelleenkään tyydyttävällä tasolla, vaikka sitä on tutkittu ja edistystä on tapahtunut. Kustannushallinnan ja kustannusarvioinnin tasoa kuvaa hyvin liikenneministeri Anu Vehviläisen toteama:

”Alan markkinat eivät toimi oikein ja terveellä tavalla, jos urakoihin ei tule riittävästi tarjouksia ja kustannukset ylittyvät arvioiduista useita kymmeniä prosentteja. Myös tarjouspyyntö- ja laskentamenetelmissä lienee korjaamista, kuten myös urakoiden hallintamenetelmissä.” (Vehviläinen 2007)

Liikenneministerin Vehviläisen asettaman selvitysmiehen mukaan Tiehallinnon hankkeiden urakkakilpailuissa toteutuneet kustannukset ovat ylittäneet huomattavasti alkupe-
räisen sopimusvaltuuden mukaisen kustannusarvion. Kustannusylitysten vaihteluväli on ollut 20 – 60 prosenttia. Selvityksen mukaan tiehankkeiden kustannusylityksiin on usei-

¹ Rakennuksen tuotemalli on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuus (Penttilä et al. 2006a, 59).

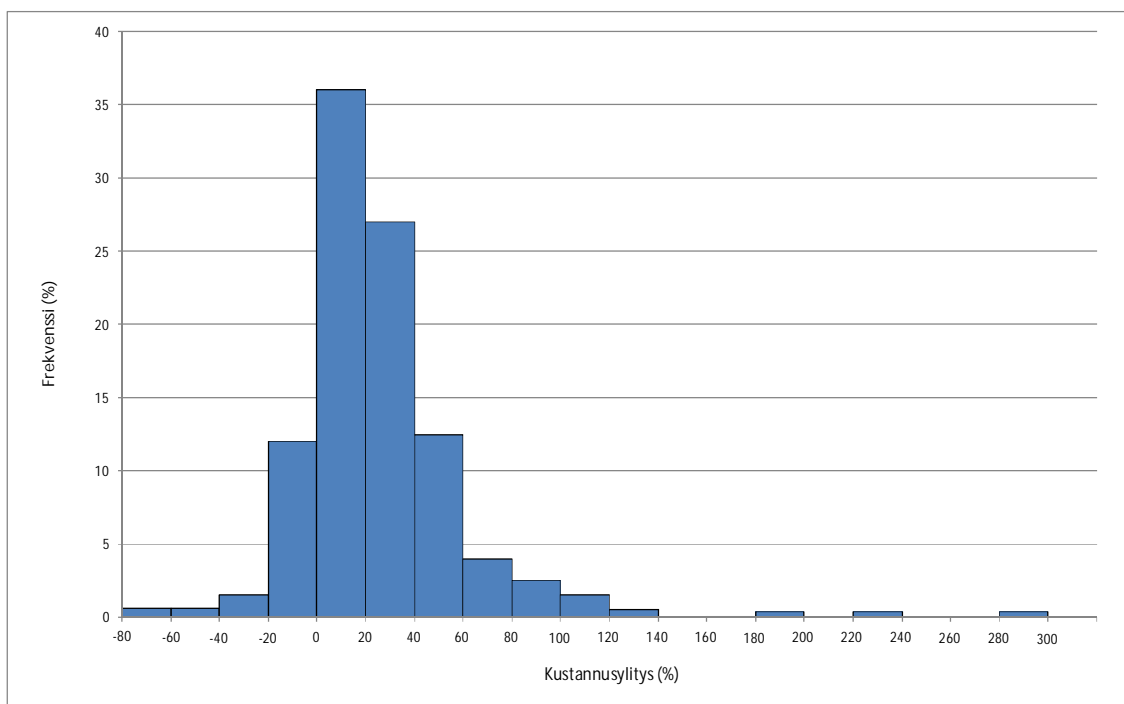
² Tässä tutkimuksessa kustannusten hallinnalla käsitetään prosessin osa-alueita, joka sisältää kustannusten arvioimisen ja ohjauksen sekä budjetoinnin (PmBok 2004, 157).

³ Tässä tutkimuksessa tilaajalla käsitetään tahoja, joka kustantaa hankkeen. Suomessa väylähankkeiden merkittävimpiä tilaajia ovat Tiehallinto ja Ratahallintokeskus (RHK).

ta syitä, joista yhtenä voidaan pitää ennakoitavissa olevien riskien hallitsemattomuutta kustannusten näkökulmasta. Laaditun selvityksen johtopäätöksissä todetaan, että hankkeiden kustannusohjaus on nostettava uudelle tasolle etenkin kaupunkiseutujen hankkeissa ja että hankkeen suunnitteluun pitää liittää elementti kustannusohjauksesta. Lisäksi selvityksessä todetaan, että riskien tunnistamista on lisättävä ja hankkeen jokaisessa vaiheessa tulee tehdä kustannuslaskenta. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 24-35)

Kansainvälisesti kustannushallinnan kannalta on havaittavissa yhteneväisiä ongelmia Suomessa havaittujen haasteiden kanssa. Flyvbergin (2005, 1) mukaan merkittävin ongelma suurien infrahankkeiden suunnitteluohjauksessa on kustannuksia ja hankkeen hyötyjä koskevien tietojen virheellisyys. Virheelliset tiedot ovat ongelma etenkin päätöksenteon kannalta, koska kustannuksilla ja hyödyillä on suuri merkitys hankkeen kannattavuuteen ja siihen liittyviin päätöksiin. Flyvbergin mukaan yhdeksässä tapauksessa kymmenestä hankkeen rakentamiskustannukset ovat ylittyneet arvioidusta. Flyvbergin lisäksi MacDonald (2002, 9-10) on todennut, että rakennushankkeiden kustannusten, kestojen ja hankkeella saavutettavan hyötyjen välistä suhdetta yliarvioidaan selkeästi. Yliarvioinnin syyksi MacDonald on tunnistanut virheet hankkeiden riskien tunnistamisessa ja hallinnassa.

Flyvberg et al. (2003, 73-86) on verrannut 58 rautatiehankkeen, 33 silta- ja tunnelihankkeen sekä 167 tiehankkeen toteutuneita kustannuksia laadittuihin kustannusarvioihin.



Kuva 1. Kustannusylitykset ja niiden frekvenssit infrahankkeissa (Flyvberg et al. 2003, 78)

Vertailun mukaan kustannusylityksiä tapahtuu liki 90 prosentissa hankkeista (kuva 1). Flyvbergin tutkimusryhmä esittää johtopäätöksessään, että käytetyt infrahankkeiden kustannusarviot julkisessa keskustelussa, hankkeen mainonnassa ja päätöksenteossa ovat olleet systemaattisesti ja voimakkaasti harhaanjohtavia.

Väylähankkeiden alkuvaiheiden suunnittelun merkitys hankkeen kustannusten määräytymisen kannalta on tunnistettu (Haahtela & Kiiras 1980), mutta alkuvaiheiden suunnittelu- ja kustannusohjauksesta on puuttunut systemaattiset menetelmät ja toimintatavat.

Nykyisen kustannushallinnan tilan perusteella voidaan asettaa kysymys, kuinka infrahankkeiden kustannushallinta ja – arviointi saadaan tyydyttävälle tasolle? Kysymyksen asettelu on perusteltua prosessien kehittämisen ja tuotemallintamisen käyttöönoton kannalta. Tuotemallintamisen tarkastelu on avainasemassa, koska sillä pystytään luomaan uudenlainen lähestymistapa ja toimintaympäristö hankkeen suunnittelun ja tiedonhallinnan lisäksi myös kustannushallintaan.

Kustannushallinnan ongelmat oli yksi tärkeimmistä syistä tämän tutkimustyön käynnistämiseen. Kustannushallintaan liittyvien haasteiden lisäksi tutkimus nähtiin tarpeelliseksi infra-alan kannalta, koska

- alan toimijat ovat kokeneet, että infrahankkeiden kokonaisprosessinhallinta on epätydyttävällä tasolla ja
- tietotekniikan mukana tuomat mahdollisuudet vaativat kokonais- ja osaprosessin kehittämistä ja tarkastelua uudesta näkökulmasta.

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, RAJAUS JA TUTKIMUSOTE

Luvussa esitetään tutkimukselle asetetut tavoitteet ja rajaukset sekä käytetyt menetelmät tutkimusongelman ratkaisemiseksi.

2.1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen tavoitteiden ja tutkimuskysymysten muodostamisen lähtökohtana oli infrarakentamisen kokonaisprosessin nykyinen tila, jonka on todettu olevan epätyytyväväällä tasolla (Infra 2004, 3-5). Tutkimuksen päätavoite oli parantaa nykyistä infrarakentamisen kokonaisprosessin hallintaa taloudellisesta näkökulmasta. Päätavoitteen saavuttamiseksi muodostettiin osatavoitteet, jotka mahdollistivat tutkimuksen systemaattisen lähestymistavan ja läpi viemisen. Osatavoitteet ja toimenpiteet niiden saavuttamiseksi olivat:

- Selvittää nykyisen väylän rakentamisprosessin keskeisimmät ongelmat. Tavoitteen täyttämiseksi tutkimuksessa kuvattiin nykyinen prosessi, jonka perusteella määritettiin keskeisimmät ongelma-kohtat käyttäen infra-alan asiantuntijoiden teemahaastatteluja.
- Määrittää teemahaastattelujen perusteella tunnistetuille keskeisille ongelmille ratkaisumalli. Tavoitteen täyttämiseksi tehtiin kirjallisuustarkastelu, jonka tuloksia käytettiin hyödyksi ratkaisumallin konstruoimisessa.
- Selvittää ratkaisumallin hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytykset. Tavoitteen täyttämiseksi järjestettiin workshop – tilaisuuksia, joissa infra-alan toimijat pysyivät tuomaan näkemyksensä esille ratkaisumallista.
- Varmentaa ratkaisumallin toimivuus ja määrittää vaikutukset prosessiin ja toimintatapoihin. Tavoitteen täyttämiseksi ratkaisumallia testattiin case - hankkeella.

Tutkimuskysymysten asettelu perustui teemahaastattelujen avulla selvitettyihin nykyisen prosessin ongelma-kohtiin, joista keskeisimmäksi nousi hankkeiden kustannushallinta. Väylähankkeiden esi- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannushallinta perustuu valmiiden suunnitelmien pohjalta tehtäviin kustannusarvioihin, sen sijaan että kustannusten määräytymistä pyrittäisiin hallitsemaan suunnittelun ohjaustoimenpiteillä. Hankkeiden esi- ja yleissuunnitteluvaiheiden ohjaustoimenpiteiden puuttuminen on merkittävä epäkohta prosessin kannalta, koska hankkeen elinkaaren kustannukset määräytyvät juuri hankkeen alkuvaiheessa tehtävien suunnitteluratkaisujen perusteella (Smith et al. 2006,

80; Kankainen & Junnonen 2001, 42). Hankkeiden kustannushallintaa koskevan ongelman perusteella muodostettiin keskeisin tutkimuskysymys:

1. Voidaanko infrahankkeen alkuvaiheen kustannushallinnan lähtökohtana käyttää kustannusohjausta?

Kustannushallinnan ja -ohjauksen vaikuttavien taustatekijöiden ymmärtämiseksi ensimmäiselle tutkimuskysymykselle muodostettiin alisteiset kysymykset, jotka olivat:

2. Millaisilla kustannusohjausmenetelmillä ja prosesseilla infrahankkeiden kustannushallintaa voidaan parantaa?
3. Mikä on näiden menetelmien ja prosessien vaikutus kustannushallintaan?

Tutkimuskysymyksiin vastaaminen vaati työhypoteeseja, koska tutkimuksen läpivieminen ei olisi ollut mahdollista ilman ennalta määritettyjä pääperiaatteita ja olettamuksia. Tutkimuksessa määritettiin seuraavat työhypoteesit:

- hankkeen alkuvaiheen kustannushallinnan perustuminen ohjausteoriaan arviointiteorian sijasta on projektin kannalta parempi vaihtoehto
- hankkeen kokonais- ja osaprosesseja pystytään tehostamaan tietoteknisten ratkaisujen käyttöönotolla
- hankkeen ja sidosryhmien⁴ välistä vuorovaikutusta koskevien menetelmien, toimintatapojen ja välineiden kehittämällä pystytään vastaamaan nykypäivän toimintaympäristön ja arvomaailman asettamiin haasteisiin.

2.2 TUTKIMUKSEN RAJAUS

Tutkimus rajattiin koskemaan tie- ja rataväylien rakentamisprosesseja esisuunnitteluvaiheesta hoito- ja ylläpitovaiheeseen. Infra-alan toimijoille suunnatuista teemahaastatteluista saatujen tulosten perusteella rajausta täsmennettiin koskemaan esi- ja yleissuunnitteluvaiheita. Tutkimuksen lähtökohtana oli uusinvestointien kustannushallinnan näkökulma, jota lähestyttiin etenkin epävarmojen lähtötietojen ja hankkeelle esitettävien vaatimusten kannalta.

⁴ Tässä tutkimuksessa sidosryhmillä käsitetään tahoja, jotka haluavat vaikuttaa rakennushankkeen sisältöön ja suunnitteluratkaisuihin. Sidoryhmät ovat muun muassa kunnat, julkishallinnon yksiköt, yhdistykset, järjestöt, elinkeinoelämä, väylän käyttäjät ja maanomistajat. Asiaa on käsitelty tarkemmin kappaleessa 5.2.9 Hankeohjelma tilaajan ja sidosryhmien vaatimusten kuvaajana.

Tietoteknisten ratkaisujen suhteen tutkimuksessa keskityttiin tarkastelemaan ohjelmia, joilla katsottiin olevan merkitystä prosessin kehittämisen kannalta. Ohjelmat rajattiin koskemaan massataloussuunnittelua, kustannushallintaa ja -arviointia sekä visuaalista mallintamista. Visuaalinen mallintaminen liitettiin osaksi tutkimusta, koska se tukee tuotemallintamista ja teemahaastattelujen tulosten mukaan visuaalisilla malleilla pystytään parantamaan sidosryhmävuorovaikutusta.

Prosessia ja kustannushallintaa koskevaa tutkimusongelmaa lähestyttiin tehtävälähtöisesti. Tutkimuksessa muodostettiin prosessimalli, jonka tehtävät jaettiin infra-alan toimijoiden näkökulmasta. Tehtävät rajattiin koskemaan prosessin ydintehtäviä ja toimijat rajattiin koskemaan tilaajaorganisaatiota⁵, suunnittelijoita, urakoitsijoita ja infra-alan asiantuntijoita. Asiantuntijoihin lukeutuivat kustannusarvioinnin ja – hallinnan, massatalouden hallinnan, visuaalisen mallintamisen sekä tuotemallintamisen asiantuntijat.

Teollisessa tuotannossa prosessien kehittämisen avainasemassa on lean –paradigma, jolla tarkoitetaan tuotteen arvon maksimointia ja prosessin kannalta turhien ja tarpeettomien asioiden minimointia (Howell & Ballard 1998, 2). Lean –paradigman valossa tutkimuksessa rajauduttiin tarkastelemaan tuotteen arvoa sidosryhmien vaikutusmahdollisuuksien kannalta. Vastaavasti turhien ja tarpeettomien asioiden poistamista tutkimuksessa lähestyttiin erityisesti tietoteknisten sovellusten käyttöönotolla, joilla pyritään pienentämään osaprosesseihin käytettävää aikaa. Esimerkiksi väylähankkeiden sidosryhmien odotusten ja tarpeiden selvittäminen ja käsitteleminen ennen suunnitelmien laatimista vähentää riskiä uudelleen suunnittelusta, joka on hankkeen kannalta turhaa työtä.

Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu väylähankkeen elinkaaren aikaista kokonaisprosessia, koska tutkimus rajattiin koskemaan hankkeen alkuvaiheen osaprosesseja.

2.3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA -OTE

Tutkimus oli metodiikaltaan kvalitatiivinen eli laadullinen ja tutkimusongelmaa lähestyttiin konstruktiivisella tutkimusotteella (kuva 2). Konstruktiivisessa tutkimusotteessa haetaan ongelmaratkaisua mallin, kuvion, tai suunnitelman rakentamisen avulla. Konstruktiivinen tutkimusote jaetaan kuuteen eri vaiheeseen seuraavasti (Kasanen et al. 1991, 305-306):

1. ajankohtaisen ja tutkimuksellisesti mielenkiintoisen ongelman etsiminen

⁵ Tässä tutkimuksessa tilaajalla käsitetään tahoaa, joka rakennushankkeeseen ryhtyvää tahoaa. Suomessa väylähankkeiden merkittävimpiä tilaajia ovat Tiehallinto ja Ratahallintokeskus (RHK).

2. esiyymmärryksen hankkiminen tutkimuskohteesta
3. innovaatiovaihe, ratkaisumallin konstruointi
4. ratkaisun toimivuuden testaus eli konstruktion oikeellisuuden osoittaminen
5. ratkaisussa käytettyjen teoriakytkentöjen näyttäminen ja ratkaisun tieteellisen uutuusarvon osoittaminen
6. ratkaisun soveltamisalueen laajuuden tarkastelu.

Täyttääkseen tieteellisen tutkimuksen ehdot konstruktiivisen tutkimusotteen ongelmat on kytkettävä aiempaan tietämykseen aiheesta. Tämän lisäksi ongelmaratkaisun toimivuus ja uutuusarvo on kyettävä osoittamaan. (Kasanen et al. 1991, 305-306)

Tutkimus perustui abduktiiviseen logiikkaan, jonka keskeinen elementti on ajattelu. Anttilan (2000, 132) mukaan abduktiivisessa ajattelussa lähdetään liikkeelle jostakin konkreettisesta pyrkien jäsentämään sitä ensin teoreettisesti ja palaamaan sen jälkeen konkretiaan. Abduktiivinen logiikka vaatii johtoajatuksen, jonka avulla havainnot keskitetään seikkoihin joiden odotetaan tuottavan uusia näkemyksiä ja ideoita.

Tämän tutkimuksen liikkeelle lähdön konkretia oli nykyisen prosessin keskeiset ongelmat ja kipupisteet, joita lähestyttiin teemahaastattelujen ja kirjallisuustarkastelun avulla. Palaaminen konkretiaan tapahtui prosessin kehitysmallin muodostamisen ja sen arvioimisen kautta. Tutkimuksen keskeinen johtoajatus oli prosessin kustannushallinnan kehittäminen ohjausteorian ja uusien tietoteknisten ratkaisujen valossa.

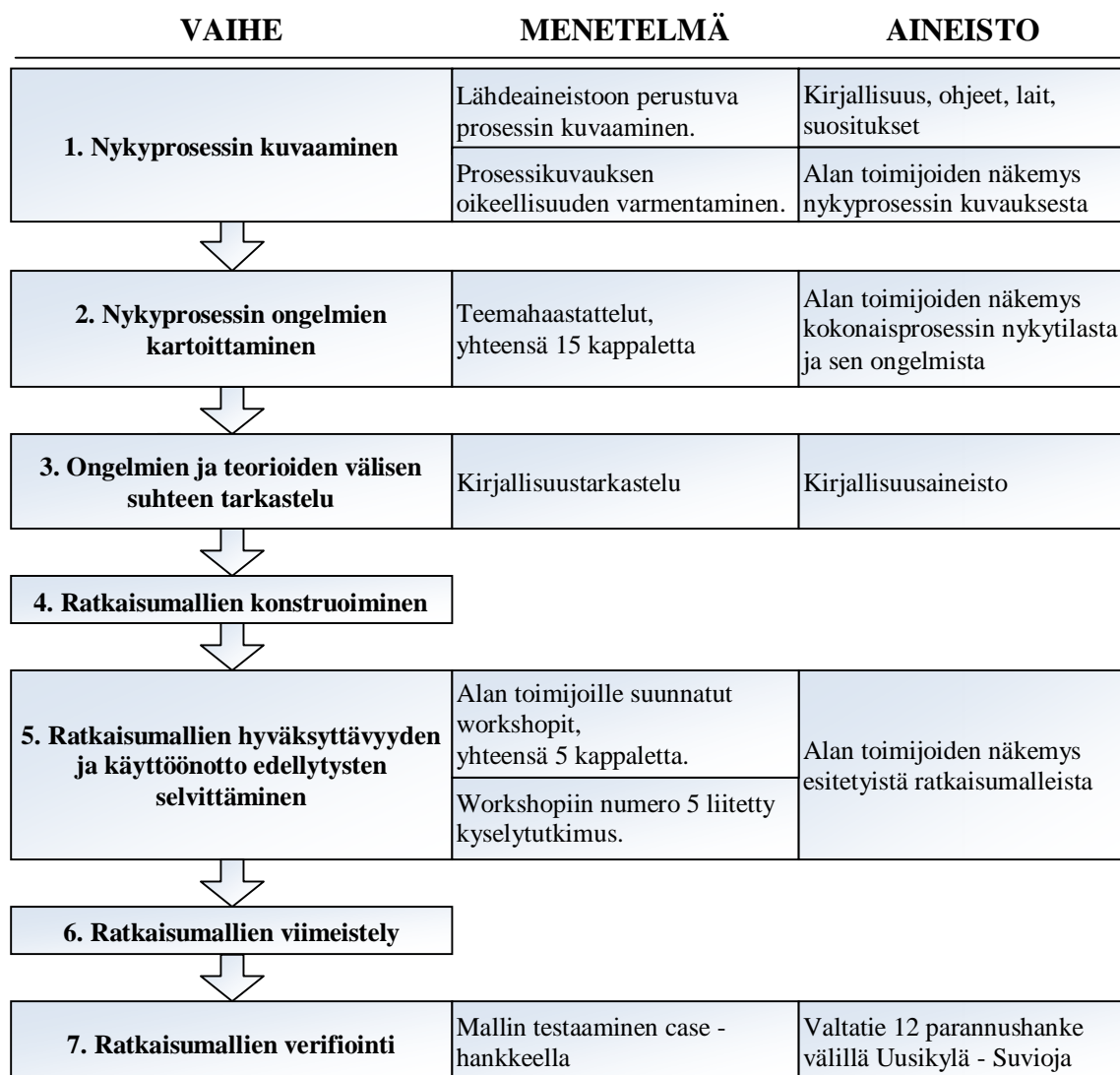


Kuva 2. Konstruktiivisen tutkimuksen osat. (Kasanen et al. 1991, 303)

2.4 TUTKIMUKSEN RAKENNE, SUORITUSTAPA JA AINEISTO

2.4.1 Tutkimuksen päävaiheet

Tutkimus jakautui seitsemään päävaiheeseen (kuva 3). Tutkimuksen lähtökohtana oli nykyinen prosessi, josta selvitettiin sen ongelmakohdat ja kipupisteet. Keskeisiä on-



Kuva 3. Tutkimuksen päävaiheet sekä käytetyt menetelmät ja aineistot.

gelmakoh tia lähestyttiin kirjallisuustarkastelulla, jonka tuloksia käytettiin uuden prosessimallin kehittämiseen. Ratkaisumallin hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytyksiä arvioitiin workshoppeilla, joiden tulokset varmennettiin kyselytutkimuksella. Ratkaisumalli viimeisteltiin workshopien ja kyselytutkimuksen tulosten perusteella, jonka jälkeen prosessimalli verifioitiin yhdessä hankkeessa.

2.4.2 Nykyisen prosessin kuvaamiseen käytetty menetelmä

Nykyisen prosessin kuvaamisella luotiin pohja ongelmakohtien ja kipupisteiden kartoittamiselle. Prosessikuvaukset tehtiin sekä tien että radan rakentamisen kokonaisprosessista, jotka rajattiin koskemaan väylän elinkaarta esisuunnitteluvaiheesta hoito- ja ylläpitovaiheeseen. Nykyisten prosessien kuvaamisen lähdeaineistona käytettiin pääsääntö-

sesti Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen RHK aineistoa (liite A), jotka sisälsivät ohjeita, määräyksiä, julkaisuja ja selvityksiä. Laaditut prosessikuvaukset esitettiin infra-alan toimijoille (liite B), jotka esittivät kantansa prosessikuvausten oikeellisuudesta.

Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen RHK aineistojen sisällön perusteella voitiin todeta, ettei nykyisistä tie- ja rataväylistä ole olemassa yhtenäisiä, hankkeen elinkaaren kattavia prosessikuvauksia. Tutkimuksessa laadittujen kokonaisprosessien kuvausten tarkkuus ja oikeellisuus saatettiin sille tasolle, että ongelmakohtien ja kipupisteiden kartoittaminen voitiin tehdä. Tutkimuksessa ei esitetty nykyisten prosessien kuvauksia, koska niitä käytettiin haastatteluteemojen muodostamiseen ja ne eivät olleet relevantteja tutkimustulosten muodostumisen kannalta.

Tutkimuksen tulosten kannalta oleellista oli selvittää suunnitteluprosesseihin vaikuttavat lähtötiedot, joiden kartoitus tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa lähtötietoja tarkasteltiin kirjallisuuden perusteella. Toisessa vaiheessa prosessiin vaikuttavia lähtötietoja selvitettiin tutkimuksen teemahaastatteluissa. Teemahaastattelujen avulla pyrittiin löytämään lähtötiedoista ne, jotka ovat niin sanottua ”hiljaista tietoa”.

Tässä tutkimuksessa laadittuja nykyisten kokonaisprosessien kuvauksia ei esitetä koko laajuudessaan, koska niiden tehtävänä oli toimia ongelmakentän määrittämisen perustana.

2.4.3 Teemahaastattelut, nykyisen prosessin ongelmien kartoittaminen

Nykyisen prosessin ongelmien selvittämiseksi tutkimuksessa tehtiin ongelmakartoitus 15 teemahaastattelun eli puolistrukturoidun haastattelun avulla (liite C). Tutkimuksessa päädyttiin teemahaastattelujen käyttöön, sillä niiden avulla infra-alan toimijoiden näkemykset nykyisen prosessin keskeisimmistä ongelmakohtista voitiin selvittää joustavasti ja laaja-alaisesti (Hirsjärvi & Hurme 2001, 103; Eskola & Suoranta 1998).

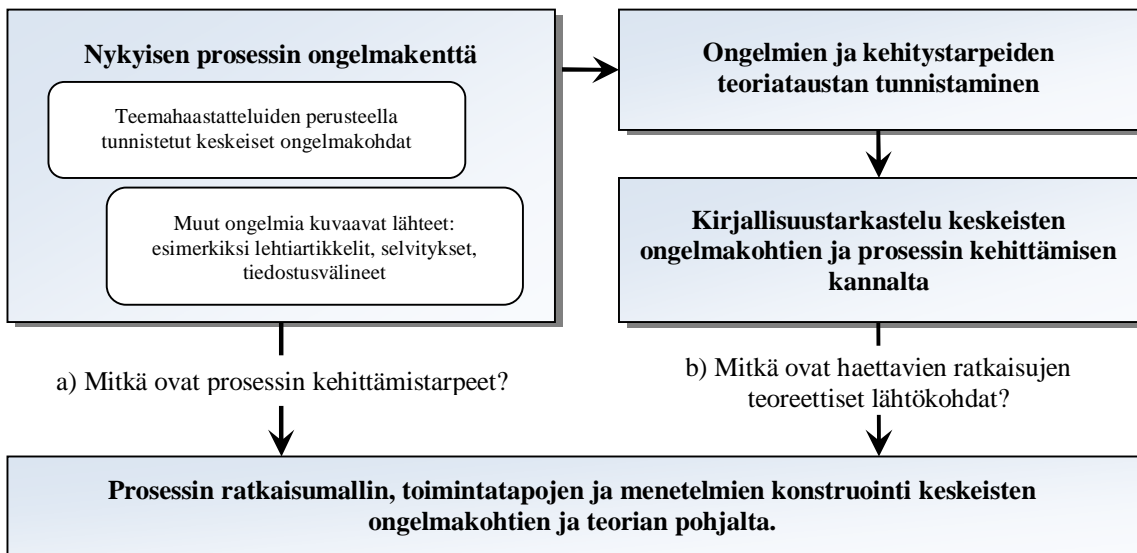
Teemahaastattelujen teemat koskivat nykyisen prosessin ongelmia ja tietovirtoja. Haastattelujen tukena käytettiin aikaisemmin tutkimuksessa laadittua kokonaisprosessikuvausta, jonka perusteella haastateltavat esittivät näkemyksensä prosessia koskevista ongelmista ja epäkohdista sekä kehitystarpeista. Teemahaastattelujen pohjalta valmistui infrahankkeen tietovirtoja ja sen keskeisiä ongelmia käsittelevä opinnäytetyö⁶.

⁶ Diplomityö Jussi Hiekka 2006. Teknillinen korkeakoulu. Infrahankkeen tietovirrat; sisältö ja kehitystarpeet.

2.4.4 Kirjallisuustarkastelu ja ratkaisumallien kehittäminen

Ratkaisumallien kehittäminen perustui nykyisen prosessin keskeisiin ongelma-kohtiin ja kirjallisuustarkastelun tuloksiin (kuva 4). Kyseisten asioiden kytkemisellä toisiinsa pystyttiin muodostamaan synteesi ongelmien, teorian ja ongelmaratkaisujen välille. Kirjallisuustarkastelun lähtökohtana oli selvittää nykyisen prosessin ongelmiin liittyvät teoriat. Ongelmiin liittyviksi teorioiksi tunnistettiin:

- johtaminen ja päätösten tekeminen rakentamisprosessissa
- tiedon ja tietämyksen hallinta rakentamisprojektissa ja
- prosessin hallinta.



Kuva 4. Tutkimuksen keskeisten ongelmien, teorian ja ratkaisumallin välisen synteessin syntyminen sekä kehitetyn konstruktion peruskysymykset.

2.4.5 Ratkaisumallien syventäminen ja yleisen hyväksyttävyyden varmentaminen workshoppien avulla

Tutkimuksen puitteissa järjestettiin viisi workshopia (kuva 5). Neljässä ensimmäisessä workshopissa (liite E) käsiteltiin kehitettyyn prosessimalliin liittyvien menetelmien ja toimintatapojen käyttöönoton edellytyksiä ja hyväksyttävyyttä kahden teeman avulla. Viidennessä workshopissa (liite F) arvioitiin koko prosessimallin hyväksyttävyyttä ja käyttöönotettavuutta niin ikään kahden teeman avulla.

<p>Workshopit 1- 4</p>	<p>Prosessin liittyvien menetelmien ja toimintatapojen arvioiminen</p> <p>Teema 1: Epävarmojen lähtötietojen hallinta</p> <p>Teema 2: Hankeohjelmajoinen sidosryhmien hallinta</p>
<p>Workshop 5</p>	<p>Prosessin ratkaisumallin arvioiminen</p> <p>Prosessin hyväksyttävyyden ja kehitysehdotukset</p> <p>Prosessin tietovirrat eri osapuolten välillä</p>

Kuva 5. Tutkimuksen puitteissa järjestettiin viisi workshopia, joissa arvioitiin prosessimallia ja siihen liittyviä menetelmiä ja toimintatapoja.

Workshopien osallistujiksi valittiin infrahankkeiden asiantuntijoita, jotka eivät kuuluneet tutkimuksen johtoryhmään tai eivät osallistuneet tutkimuksen teemahaastatteluihin. Valintamenettelyllä varmistettiin prosessin kehittäminen laajasta näkökulmasta ja estettiin asioiden useaan kertaan toistamista.

Workshoppien 1 - 4 ensimmäisessä teemassa käsiteltiin epävarmojen lähtötietojen ja kustannushallintaa. Toisessa teemassa käsiteltiin hankeohjelman käyttöön perustuvaa sidosryhmätyöskentelyä. Näiden kahden teeman pohjalta esitettiin workshoppeissa neljä kysymystä. Ensimmäistä teemaa koskevat kysymykset olivat:

- 1) Kattaako tutkijan näkemys kaikki infrahankkeen merkittävät lähtötiedot? Ellei, mitkä muut lähtötiedot ovat merkittäviä infrahankkeen suunnittelun ja kustannushallinnan kannalta?
- 2) Ovatko tutkijan esittämät vaikutus ja muutosherkkyys oleellimmat lähtötiedon ominaisuudet hankkeen kustannushallinnan kannalta?
- 3) Mitä vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) esitetty lähtötietojen vaikutukseen ja muutosherkyyteen perustuva kustannushallintamalli sisältää?

Ensimmäisen kysymyksen avulla varmistettiin tutkimuksessa esitetyt infrahankkeen kustannuksiin vaikuttavat merkittävät lähtötiedot. Lähtötietojen kattavuuden arvioinnin lisäksi workshopin osallistajat pohtivat myös esitettyjä lähtötietoja ja niiden merkitystä.

Toisen ja kolmannen kysymyksen avulla workshoppien osallistajat arvioivat esitetyn menetelmän hyväksyttävyyttä osana väylähankkeiden hallintaa.

Workshoppien 1 – 4 toista teemaa lähestyttiin kysymyksellä:

- 4) Mitä vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) edellä esitetty hankeohjelmaan perustuva sidosryhmien hallinta sisältää?

Ennen workshoppeja Liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi selvityksen, jossa käsiteltiin varsin kattavasti hankkeiden kustannusylitysten syitä ja yleisimpiä tekijöitä (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2007). Tästä johtuen tutkimuksen workshoppeissa ei katsottu aiheelliseksi tarkastella kustannusylitysten syitä, vaikka alkuperäinen workshop - suunnitelma sisälsi syiden selvittämisen.

Viidennessä workshopissa tarkasteltiin tilaajan, suunnittelijan, visuaalisen mallintajan ja asiantuntijoiden tehtäviä ja yhteistoimintaa tutkimuksessa kehitetyssä prosessimallissa. Lähtötietojen tuottamisen ja tarkentamisen sekä sidosryhmä vuorovaikuttamisen tehtävät rajattiin workshopin ulkopuolelle, koska kyseisiä aiheita käsiteltiin neljässä aikaisemmassa workshopissa. Tehtävien tarkastelun lisäksi workshopissa arvioitiin kehitetyn prosessimallin hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytyksiä.

2.4.6 Workshopin tulosten syventäminen kyselytutkimuksella

Tutkimukseen liitettiin kyselytutkimus, jolla pyrittiin syventämään ja varmentamaan viidennen workshopin tuloksia sekä varmistamaan se, että workshoppien osallistajat saivat tuoda näkemyksensä prosessimallista esille anonymisti.

Kyselytutkimus järjestettiin lomakekyselynä, joka lähetettiin sähköpostilla workshoppiin osallistuneille kahden viikon päästä workshop – tilaisuudesta.

Kysymyksiä aseteltiin avoimeen kysymysmuotoon (Anttila 2000, 359), jolla etsittiin prosessimallin puutteita ja kehitystarpeita. Kysymykset olivat:

1. Minkä asioiden katsotte olevan suurimmat haasteet workshopissa esitetyn prosessimallin käyttöönotolle toimialanne näkökulmasta?
2. Onko prosessimallissa joitakin osa-alueita tai tehtäviä, jotka mielestänne vaativat lähempää tarkastelua ja syventymistä ennen prosessimallin käyttöönottoa? Jos on, mitkä osa-alueet ja tehtävät?

3. Sisältääkö liitteessä⁷ 3 esitetyt tietovirrat prosessin kannalta oleelliset tiedot? Ellei, millä tiedoilla täydentäisitte tietovirtoja?
4. Kommentoi vapaasti prosessimallia ja siihen liittyviä tietovirtoja.

2.4.7 Tulosten testaaminen case - hankkeella

Tutkimuksessa kehitetty prosessimalli viimeisteltiin workshopien ja kyselytutkimuksen tulosten perusteella. Viimeistelyä prosessimallia testattiin case - hankkeella. Testauksessa keskityttiin tarkastelemaan prosessimallin kriittisiä tehtäviä niiden toimivuuden, sisällön ja tietovirtojen näkökulmasta. Testi jakautui kuuteen päävaiheeseen, jotka olivat:

1. testin aloittaminen, testiin osallistujien ja testattavan kohteen valitseminen
2. alustavan hankeohjelman laatiminen
3. vaihtoehtojen määrittäminen maastomalliin geometriamallien avulla
4. perushankeosien⁸ määrittäminen linjauksen ja geometrian perusteella
5. alustavan massataloustarkastelun tekeminen ja
6. kustannusarvion laatiminen ja kustannusvaihteluvälin määrittäminen.

Testi aloitettiin asiantuntijoiden valitsemisella ja heidän osallistumishalukkuuden selvittämisellä (liite G). Testiin osallistui kustannushallinnan ja massataloussuunnittelun sekä visualisoinnin asiantuntijoita. Testin kohteeksi valittiin suunnitteilla oleva hanke, valtatie 12 parantaminen tieosuudella Uusikylä - Suvioja. Hankkeen valintaan vaikuttivat erityisesti sen ajankohtaisuus ja laajuus⁹. Valtatie 12 hanke edustaa varsin mittavaa uudisrakentamista, josta katsottiin saatavan riittävän kattava aineistopohja testiä varten. Ennen tutkimuksen testin aloittamista hankkeesta oli tehty ympäristön vaikutusten arvioinnin (YVA) tasoinen mallinnus.

⁷ Liite viittaa workshopin liitteeseen, joka on esitetty väitöskirjan liitteissä F-6 ja F-7.

⁸ Perushankeosalla käsitetään tässä tutkimuksessa hankeosan karkeinta tasoa. Perushankeosat tämän tutkimuksen valossa ovat esimerkiksi sillat, tunnelit, väylät ja liittymät.

⁹ Infranhankkeiden laajuutta koskeva käsite ei ole yksiselitteinen. Tässä tutkimuksessa laajuudella käsitetään hankeosien muodostamaa kokonaisuutta.

Testin toisessa vaiheessa hankkeesta laadittiin alustava hankeohjelma aiemmin tehtyjen selvitysten perusteella¹⁰. Hankkeelle oli määritetty jo ennen testiä väylän linjausvaihtoehdot, joten varsinaista vaihtoehtojen määrittämistä ei tehty. Vaihtoehtojen määrittämisen sijasta tutkimuksessa asetettiin kysymys:

Sisältääkö alustava hankeohjelma riittävästi tietoa, jotta väylälle voidaan muodostaa vaihtoehtoiset linjaukset ja geometriat?

Kolmannen vaiheen tulos eli väylämalli toimi pohjana testin neljännelle vaiheelle eli perushankeosien määrittämiselle. Perushankeosien määrittämisen keskeisenä lähdeaineistona käytettiin väylämallin lisäksi kartta-aineistoa ja alustavan hankeohjelman sisältöä.

Testin viidennessä vaiheessa hankkeelle laadittiin alustava massataloussuunnitelma, joka laadittiin väylämallista saadun paalukohtaisen massaluettelon perusteella. Massataloussuunnittelulla hankkeelle määritettiin alustava massansiirtosuunnitelma, mitoitettu massansiirtoaikataulu ja massatasapainotarkastelu. Lisäksi massataloussuunnittelun tuloksena syntyivät toimenpide-ehdotukset suunnittelun ohjaamiseksi.

Testin viimeisessä eli kuudennessa vaiheessa hankkeelle määritettiin perushankeosien perusteella kustannusarvio sekä sen kustannusvaihteluväli. Kustannusvaihteluväli muodostui epävarmojen lähtötietojen perusteella, joiden arvioimisessa käytettiin tutkijan subjektiivista näkemystä.

¹⁰ VT 12 Lahti – Kouvola kehittäminen; Selvitys yhteysvälihankkeen sisällöstä (Tiehallinto) ja Valtatie 12 Lahti – Kouvola; Yhteysvälin kehittämiselvitys (Tiehallinto)

3 VÄYLÄN RAKENTAMISPROSESSIN NYKYTILA JA SEN KEHITTÄMISEN KESKEISET HAASTEET

Tässä luvussa tarkastellaan väylän rakentamisprosessin nykytilaa ja keskitytään sen keskeisiin haasteisiin prosessin kehittämisen näkökulmasta. Luku sisältää tutkimuksen kannalta prosessin keskeisimmät elementit sekä niiden oleelliset kehityskohteet ja -tarpeet. Väylän rakentamisprosessi on tässä esitettyä huomattavasti monimuotoisempi ja sisältää useita osaprosesseja, jotka ovat rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

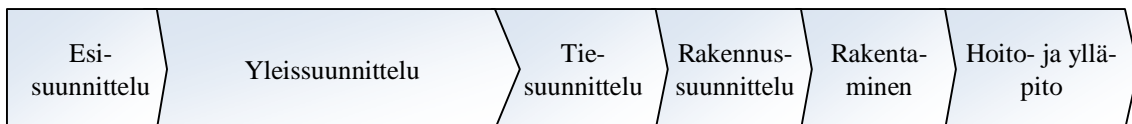
3.1 NYKYINEN PROSESSI

3.1.1 Väylän kokonaisprosessin päävaiheet

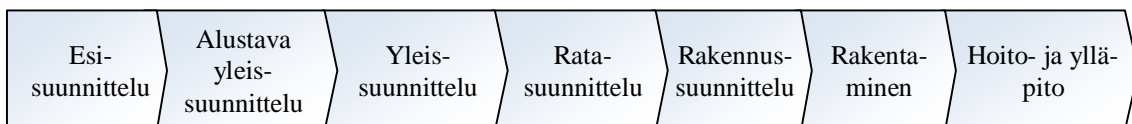
Tutkimustyön ongelmakenttää lähestyttiin tarkastelemalla nykyisiä tien ja radan suunnitteluun, rakentamiseen sekä hoitoon ja ylläpitoon liittyviä prosesseja. Tarkastelun aiheistona käytettiin Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen julkaisuja (liite A) sekä asiantuntijoiden (liite B) näkemyksiä kokonaisprosessista ja sen osaprosesseista.

Väylähankkeen kokonaisprosessi on vaiheittainen (kuva 6). Ensimmäinen vaihe on esisuunnittelu, jonka avulla tunnistetaan väylän kehittämis- tai investointitarve yleis- ja maakuntakaava tasolla. Esisuunnittelusta hanke etenee yleissuunnitteluvaiheeseen, jossa muodostetaan väylälle vaihtoehtoiset linjaukset. Tie- ja ratahankkeen yleissuunnittelu eroaa toisistaan. Ratahankkeen yleissuunnittelu on jaettu kahteen osaan, jotka ovat alustava yleissuunnittelu ja varsinainen yleissuunnittelu. Tie- ja ratasuunnitteluvaihe on

TIEHANKKEEN PÄÄVAIHEET



RATAHANKKEEN PÄÄVAIHEET



Kuva 6. Väylähankkeiden rakentamisprosessin päävaiheet esisuunnitteluvaiheesta hoito- ja ylläpitovaiheeseen. Vaiheet voivat limittyä hankkeesta riippuen.

hankkeen yksityiskohtaisempaa suunnittelua, jossa päätetään väylän sijainti ja rakenteelliset perusratkaisut. Rakennussuunnitteluvaiheessa tuotetaan suunnitelmat, joiden avulla rakentaminen voidaan toteuttaa. Hoito- ja ylläpitovaiheessa taataan väylän liikennöitävyys käytön aikana. Väylän elinkaari voi päättyä väylän käytön lopettamiseen ja rakenteen poistamiseen, joskin se on harvinaista. Pääsääntöisesti väylän elinkaari jatkuu hoito- ja ylläpitovaiheella.

Käytännössä väylän rakentamisen päävaiheet eivät 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.

3.1.2 Tiedonhallinta

Tiedonhallinnan kannalta nykyinen väylän kokonaisprosessi perustuu pääsääntöisesti dokumenttipohjaiseen tiedonhallintaan, jossa osapuolten välinen tiedonvaihto perustuu piirustuksiin, taulukoihin ja teksteihin. Alalla on otettu viime vuosina käyttöön hankekohtaisia projektipankkeja, joiden avulla hallitaan dokumenttien ja suunnitelmien säilytystä, päivitystä sekä jakamista hankkeen eri osapuolten välillä. Projektipankkien lisäksi alan toimijoilla on omia tiedon hallinnan sovelluksia. Suurin osa hankkeen tiedosta siirtyy edelleen perinteisellä tavalla osapuolelta toiselle ilman keskitettyä tietojärjestelmää, vaikka projektipankkien käyttö on yleistynyt alalla.

Väylähankkeen suunnittelun lopputulokset ovat pääsääntöisesti dokumentteja ja kaksikulotteisia piirustuksia. Suunnitelmien siirtämisessä on hyödynnetty viime vuosina sähköistä tiedonsiirtoa, kuten sähköpostia ja tiedonsiirto-sovelluksia. Sähköisen tiedonsiirron yleistymisestä huolimatta huomattava osa toteutusvaiheen suunnitelmista ja dokumenteista siirtyy edelleen suunnittelun ja toteutuksen välillä tulosteina.

Viime vuosina infrarakentamisen prosessien kehittämisen yhtenä painopistealueena on ollut tuotetietomallin¹¹ käyttöönotto osaksi väylähankkeiden tiedonhallintaa. Väylän tuotetietomallipohjaisella suunnittelulla ja omaisuuden hallinnalla on katsottu saavutettavan merkittäviä etuja ja kustannussäästöjä nykytilanteeseen verrattuna¹². Tuotetietomallin käyttöönoton myötä odotetaan parannusta etenkin tietojen siirtämiseen ja jakami-

¹¹ Tuotetietomalli on tuotetietojen formaali, yksikäsitteinen ja systemaattisella menetelmällä tehty määrittely, joka kuvaa tuotetietojen tietosisällön (Penttilä 2006a, 60)

¹² Infrahankkeiden tuotetietomalli ja tiedonsiirto on ollut yksi INFRA 2010 –ohjelman keskeisistä kehittämisen painopistealueista (Infra 2004, 5).

seen hankkeen osapuolten välillä sekä tietojen varastoinnin luotettavuuteen. Infrahankkeiden tuotetietomallitarkastelussa pääpaino on ollut tiedon siirron teknisten ratkaisujen kehittämisessä¹³. Infra-alaa koskevan tuotetietomallintamisen ja kokonaisprosessin yhteensovittamisen tutkiminen ja kehittäminen on jäänyt pienemmälle huomiolle.

Tuotemallintamisesta on saatu rohkaisevia tuloksia siltojen tuotemallintamiseen liittyvässä tutkimuksessa (Heikkilä 2008, 44). Tuotemallintamisen on katsottu nopeuttavan ja tehostavan suunnittelutyötä, vähentävän suunnitteluvirheitä, helpottavan muutosten hallintaa sekä palvelevan visualisoinnin tarkoituksia. Tutkimuksen mukaan tuotemallintamisen hyödyt eivät rajoitu pelkästään suunnitteluvaiheeseen. Toteuttamisen tarjousvaiheessa urakoitsija pystyy hyödyntämään tuotemallia tarjouslaskennassa, hankintatoimessa, aikatauluhallinnassa ja mittauksissa.

3.1.3 Kustannusten arviointi ja ohjaus

Väylähankkeen kustannusarvioinnin nykytilannetta lähestytään käytännössä kahdesta eri näkökulmasta. Ensimmäinen tapa on arvion päivittäminen indeksien avulla, jolloin arvio päivitetään vastaamaan yleistä kustannustasoa. Indeksien käyttämisellä tarkastellaan hankkeen kustannusarvion suhdetta ulkoisiin muuttuviin tekijöihin, ottamatta huomioon epävarmoista lähtötiedoista johtuvia tekijöitä. Toinen lähestymistapa on kokonaisvaltainen uudelleen arviointi, jolloin arvioinnissa käytettävät parametrit edustavat tarkasteluhetken tilannetta ja lähtötiedon tasoa. Uudelleen arviointiin perustuva kustannusarviointi on koettu työlääksi menetelmäksi, koska alalta on puuttunut menetelmät ja toimintatavat sen tehokkaaseen kytkemiseen osaksi väylähankkeiden kustannusarviointia. Kustannusarvioita pyritään päivittämään, mutta yleensä suunnitteluratkaisujen ja olosuhteiden muuttuessa kustannusarvioiden muuttaminen laiminlyödään (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 28).

Väylän investoinnit ovat luonteeltaan uus-, laajennus- ja korjausinvestointeja. Hankkeiden kustannukset eritellään hankekohtaisesti keskeisimpiin tekijöihin ja osahankkeisiin. Keskeisimmiksi tekijöiksi ymmärretään esimerkiksi tunneleita, väyliä ja liittymiä. Osahankkeilla ymmärretään hankkeen suurimpia osakokonaisuuksia, kuten esimerkiksi sataman liikenneväyliä. Erittelyssä on perusteltua esittää merkittävimmät kustannuserät ja tiettyyn kulkumuotoon kohdistuvien toimenpiteiden, meluntorjunnan ja pohjavesisuojausten kustannukset. Nykyisessä prosessissa vaihtoehtoitain eriteltävät investointikustannukset rahoituspäätöksen osalta koostuvat suunnittelu-, maanhankinta-, rakentamis-

¹³ Tuotetietomallin käyttöönottoa suomalaisessa infrarakentamisessa on käsitelty inframodel2 – hankkeessa, jonka ensisijaisena tavoitteena on ollut dokumentoidun tiedonsiirtostandardin alalle tuominen (Inframodel2).

ja muista kustannuksista. Hankkeesta tehdään uusi kustannusarvio, mikäli sen ei ole katsota vastaavan tarkasteluhetken tilannetta. Jos uutta kustannusarviota ei laadita, kustannukset muutetaan arviointihetken hintatasoon indeksien avulla. Indeksinä käytetään maanrakennuskustannusindeksiä tai muita infrarakentamisen osaindeksejä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2003, luku 4.1; Lindholm 1994, 12)

Kustannusarvioiden merkitystä osana väylähankkeen kokonaisprosessia kuvaa hyvin se, että niiden perusteella tehdään hankkeen keskeisimmät päätökset. Näin ollen luotettavan ja tarkasteluhetken lähtötietojen tasoa kuvaavan kustannusarvion merkitys korostuu.

Väylähankkeiden kustannusarvioiden laatimisessa on hiljattain alettu hyödyntämään ”Infrarakentamisen kustannushallintaprojektissa” (IK -hanke¹⁴) kehitettyjä menetelmiä ja tiedostoja jotka on ryhmitelty Infra 2006 nimikkeistöä käyttäen. IK -hankkeen ja Infra 2006 nimikkeistön myötä sekä tie- että ratahankkeiden kustannusvertailua ja -arviointia on kehitetty systemaattisemmaksi, yhteismitallisemmaksi sekä paremmin tietotekniikkaa hyödyntäväksi.

Väylähankkeiden kustannusohjaus on useissa hankkeissa puutteellista. Usein väylähankkeesta laaditaan kustannusarvio, jonka perusteella hankkeita karsitaan budjettirajaan mukaiseksi. Vaihtoehtoisesti hankkeen toteutusmuodoksi valitaan suunnittelua sisältävä hankemuoto, jossa kustannusraami pyritään saavuttamaan urakoitsijan ja suunnittelijan innovatiivisuuden kautta.

Hankkeiden suunnitteluratkaisujen muodostumista ei ohjata kustannusten näkökulmasta. Kustannushallinta perustuu valmiiden suunnitelmien perusteella tehtäviin kustannusarvioiden laatimiseen. Tällä hetkellä hankkeen kustannusarviossa ei oteta huomioon massansiirtokustannuksia ja niiden suunnittelua ohjaavaa vaikutusta. Ohjauksen sijasta suunnitteluvaiheen massataloussuunnittelu kohdistuu pääsääntöisesti vain massatapainotarkasteluihin, joissa tarkastellaan väylän leikkaus- ja täyttömassojen tasapainoa. Tällöin hankkeiden suunnitteluvaiheessa jätetään määrittämättä massansiirrosta aiheutuvat kustannukset ja aikatauluvaikutus.

Tutkimuksen teemahaastattelujen mukaan useissa hankkeissa toteutusvaiheen massansiirron suunnittelussa käytetään hyväksi tietoteknistä sovellusta, jolla optimoidaan massojen siirtoa kustannusten näkökulmasta. Osassa väylähankkeita massataloussuunnittelu on otettu osaksi tuotannonohjausta, jolloin massataloussuunnitelma on päivitetty vastaamaan tarkasteluhetken lähtötietoja.

¹⁴ IK - hanke on kumppanuuteen perustuva yhteishanke infrahankkeiden kustannushallinnan kehittämiseksi. Hankkeeseen kuuluu Rapal Oy ja yhdeksän tilaajaorganisaatiota.

3.1.4 Sidosryhmäyöskentely

Väylähankkeiden aikana tehdään sidosryhmäyöskentelyä, josta on Tiehallinnolla ja Ratahallintokeskuksella omat ohjeistuksensa. Vuoropuhelu sidosryhmien kanssa on esitetty laissa, joka antaa sidosryhmille oikeuden vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin. Laki velvoittaa kannanottojen selvittämisen sekä yleis- että tiesuunnitteluvaiheessa, mutta se ei ohjeista millä tavoin kannanottojen selvittäminen järjestetään. Maantie- ja ratalaissa on säädetty: (Maantielaki 27§; Ratalaki 22§)

” Yleis- ja tie/ratasuunnitelmaa laadittaessa on kiinteistön omistajille ja muille asianosaisille sekä niille, joiden asumiseen, työntekoon tai muihin oloihin suunnitelma saattaa vaikuttaa, varattava mahdollisuus osallistua suunnitelman valmisteluun, arvioida suunnitelman vaikutuksia ja lausua kirjallisesti tai suullisesti mielpiteensä asiassa.”

Maantie- ja ratalaki määrittävät asianosaisten vuorovaikutusmahdollisuuden väylähankkeen suunnitteluun. Perustuslaki määrittää oikeuden vaikutusmahdollisuuteen elinympäristöä koskevassa päätöksenteossa. Laissa todetaan, että (Perustuslaki 20§):

”Julkisen vallan on pyrittävä turvaamaan jokaiselle oikeus terveelliseen ympäristöön sekä mahdollisuus vaikuttaa elinympäristöään koskevaan päätöksentekoon.”

Myös muilla kuin varsinaisilla asianosaisilla on mahdollisuus lausua mielpiteensä hankkeesta. Hallintolaissa on säädetty (Hallintolaki 41 §):

”Jos asian ratkaisulla voi olla huomattava vaikutus muiden kuin asianosaisten elinympäristöön, työntekoon tai muihin oloihin, viranomaisen tulee varata näille henkilöille mahdollisuus saada tietoja asian käsittelyn lähtökohdista ja tavoitteista sekä lausua mielpiteensä asiasta. Asian vireilläolosta ja vaikuttamismahdollisuuksien käyttämisestä on ilmoitettava asian merkityksen ja laajuuden kannalta sopivalla tavalla.”

Viime vuosien kehityssuuntana on ollut vuoropuhelun tehostaminen ja vuorovaikutuksen lisääminen hankkeen sidosryhmien kanssa. Tiehallinnon suunnittelun kehittämisen yhtenä suuntana on asiakaslähtöisyys, jonka kautta sidosryhmät voivat vaikuttaa väylän palvelutasoon ja sen ratkaisuvaihtoehtoihin entistä paremmin. Tiehallinto on tunnistanut, että suunnitteluajankautaisen vuorovaikutuksen onnistumisen edellytyksenä ovat uudenlaiset toimintatavat ja työkalut. (Tiehallinto 2006a, 17-18)

3.2 NYKYPROSESSIN KESKEISET ONGELMAKOHDAT

Tutkimuksen yhteydessä järjestettiin teemahaastatteluja, joilla selvitettiin nykyisen prosessin keskeisimmät ongelmakohdat. Ongelmakohdat keskittyivät erityisesti prosessin johtamiseen, päätösten tekemiseen, tiedon ja tietämyksen hallintaan sekä kustannusten arviointiin ja hallintaan.

3.2.1 Johtaminen ja päätöksen tekeminen prosessissa

Johtamisen ja päätöksenteon keskeisiksi ongelmiksi tutkimuksessa tunnistettiin hanketta koskevien vaatimusten, tarpeiden ja odotusten määrittäminen sekä niiden esittäminen suunnittelua ohjaavana tekijänä. Useat haastateltavista kokivat, että tilaajan tahtotilan esittämisessä ja sisällössä on selkeä kehittämistarve.

Tilaajan tahtotila muodostuu useimmiten sidosryhmien tarpeiden perusteella. Väylähankkeissa yksi keskeisimmistä sidosryhmien tarpeista on liikenteen välityskyvyn parantaminen, johon tilaaja vastaa suunnittelemalla ja toteuttamalla välityskyvyltään tarpeita vastaavan ratkaisun. Hankkeen suunnittelun edetessä yksi keskeisimmistä tilaajan tahtotilaa määrittävistä tekijöistä on sidosryhmien kannanotot laadituista suunnitelmista. Haastatteluissa ilmeni usealta taholta, että suunnitelmien esittämisen tueksi kaivataan mallinnuksia, joilla on mahdollisuus esittää väylä visuaalisessa muodossa ja saada päätöksen teon tueksi asianmukaista tietoa sidosryhmien mielipiteistä.

”...nyt tarjotaan sille [väylän käyttäjä] näissä eri vaiheissa varsin teknisluontoista suunnitelmaa. Pahimmillaan se on niin kuin joku rakennussuunnitelma jota ymmärtää periaatteessa vain insinööri ja me [tilaaja]. Mökin mummulle sillä samalla suunnitelmalla ei kerrota asiaa.”

Hankkeen sidosryhmille esittämisen lisäksi suunnitelmiin kohdistuvien kannanottojen ymmärtäminen koettiin haasteelliseksi. Sidosryhmille on pystyttävä tarjoamaan mahdollisuus esittää hanketta koskevat vaatimukset muodossa, josta tilaajan on mahdollista muodostaa suunnittelua ohjaavat vaatimukset ja reunaehdot.

”...sen [hanke] pitäisi lähteä mun mielestä aina siitä käyttäjän tarpeesta, niille jotka käyttää sitä infraa -- sen [käyttäjä] pitää pystyä muotoilemaan se halunsa semmoseen [ymmärrettävään] muotoon.”

Tutkimuksen teemahaastatteluissa ilmeni myös, ettei tilaajalla ole aina selkeää mielikuvaa lopputulokselle asetettavista vaatimuksista. Tällöin syntyy riski siitä, että suunnittelija tekee suunnitteluratkaisut tietämättä mitkä ovat tilaajan tavoitteet, tarpeet ja odotukset.

set hanketta kohtaan. Kun tilaajan ja sidosryhmien hankkeen lopputulosta kohtaan asettamia vaatimuksia, toiveita ja odotuksia ei pystytä esittämään ja ottamaan huomioon suunnittelussa, hankkeen kannalta syntyy riski siitä, ettei hanke valmistuessaan täytä sille asetettuja odotuksia. Haastatteluissa ilmeni usean tahon osalta, että tilaajien tahtotilan määrittäminen kaipaa tältä osin parantamista.

”...ne [tarjousten laatiminen] on aika isoja tehtäviä -- tilaajan pitäisi pystyä omalla päätöksellään siinä työn alkuvaiheessa määrittelemään mitkä on ne siinä hankkeessa ne tärkeät asiat, joista pidetään kiinni läpi prosessin.”

Osa tutkimuksen teemahaastatteluihin osallistuneista koki, että vaatimuksista muodostetaan liian tarkkoja lähtötietojen tasoon nähden. Tarkoilla vaatimuksilla rajoitetaan perusteettomasti suunnittelun vaihtoehtoisia ratkaisuja ja rajoitetaan innovatiivisten suunnittelukaisujen syntymistä. Tällöin tarpeettoman tarkat vaatimukset saattavat nostaa hankkeen kustannuksia.

”On ikään niin kuin lainausmerkeissä huonosti tutkittu ratkaisu ja sitten kirjoitetaan millimetrin tarkat tekniset tai tuotevaatimukset jolla sidotaan se huonosti tutkittu ratkaisu ja hirttäydytään siihen.”

Tilaajan tahtotilan kuvaaminen suunnittelua ohjaavana menettelynä on usein henkilöriippuvaista. Tilannetta kuvaa hyvin haastatellun kommentti tilaajan kyvystä kuvata haluamaansa yleissuunnitteluvaiheessa:

”Varmaan vähän henkilöriippuvainenkin [tahtotilan kuvaaminen]. Toiset vähän paremmin, toiset osaa vaatia enämpi, toiset vähän vähempi, toiset luottaa konsulttiin enämpi ja kuin toiset, riippuu tilaajan kokemuksesta.”

Johtopäätös 1: Nykyisillä menetelmillä ja toimintatavoilla ei pystytä kuvaamaan väylähankkeen suunnittelua ohjaavaa tilaajan tahtotilaa riittävän kattavasti. Ongelmaan liittyy se, että prosessissa ei ole tunnistettu laatutasoon liittyvää vaatimusten määrittämisen systematiikkaa.

Useissa haastatteluissa nousi voimakkaasti esille yleisen hyväksyttävyyden merkitys hankkeen onnistumisen kannalta. Jotta hankkeelle saavutetaan yleinen hyväksyttävyys, asettaa se vaatimuksen tarkoituksenmukaiselle ja hyvälle tiedon hallinnalle ja vuorovaikutukselle hankkeen sidosryhmiä kohtaan. Jotta yleistä hyväksyttävyyttä tukevia ja parantavia päätöksiä voidaan tehdä, on hankkeen esitysmuotoon kiinnitettävä huomiota ja sitä koskevilla päätöksillä otettava huomioon tahot, joihin hanke vaikuttaa tai joilla on vaikutusta suunnitteluratkaisuihin.

”...suunnitelmissa on siirrytty korostamaan tämmöistä yleistä hyväksyttävyyttä, teknisen suunnittelun kustannuksella – ajatuksena on se, että sellasella suunnitelmalla jota ei saada yleisesti läpi, yleisesti hyväksyttyä, sillä ei tee yhtään mitään.”

”...nykyisinhän yleissuunnitteluvaiheessa pitää jo saada myytyä se hanke tavallaan myös yleisölle, niin sen takia pitää olla ne hyvännäköiset suunnitelmat.”

Johtopäätös 2: Väylähankkeen yleiseen hyväksyttävyyteen vaikuttavien päätösten tekeminen vaatii menetelmän ja välineet, joilla saavutetaan vuorovaikutteinen sidosryhmätyöskentely.

3.2.2 Tiedon ja tietämyksen hallinta prosessissa

Johtamisen ja päätöksenteon lisäksi hankkeen sidosryhmätyöskentelyn ongelmana on tiedon hallinta ja sen menetelmät. Tutkimuksessa tehtyjen teemahaastatteluiden perusteella voidaan todeta, että väline sidosryhmien näkemysten huomioonottamiseen suunnittelua ohjaavana tekijänä puuttuu. Teemahaastattelujen perusteella välineen puuttumisen lisäksi erityisesti asiantuntijat ja suunnittelijat kokivat ongelmaksi sen, millä tavoin sidosryhmien tarpeet esitetään. Nämä tekijät johtavat tiedonhallinnan kannalta ongelmaan, jossa sidosryhmien vaatimukset lopputuotetta kohtaan eivät välity suunnittelijalle. Puutteellinen tiedonkulku kasvattaa riskiä, ettei hankkeen lopputulos vastaa sille asetettuja odotuksia.

”Niin, mikä meiltä puuttuu tässä vaiheessa [yleissuunnittelu], tai on puuttunut aina, meiltä puuttuu väline jolla me muutetaan se sen sidosryhmän halut ja tarpeet ja se käyttäjän halut ja tarpeet sille kielelle, jota tää projekti, tää suunnitteluprosessi tarvitsee.”

Haastattelujen perusteella saatiin myös ristiriitaista tietoa sidosryhmien huomioonottamisesta infrahankkeissa. Eräiden haastateltavien mukaan sidosryhmät otetaan huomioon, kun taas toisten mielestä sidosryhmien ja ihmisten mielipiteitä ei oteta huomioon. Toisaalta valtaosa haastateltavista olivat sitä mieltä, että sidosryhmien huomioon ottaminen hankkeissa vaatii kehittämistä. Haastatteluissa ilmeni myös, että sidosryhmätyöskentelyn yksi tulevaisuuden haasteista on sen jatkuvuus läpi hankkeen.

”Mut ensisijainen juttu on, miten se tarve tai halu joka näillä sidosryhmillä on, miten se kuvataan. Siihen liittyy ihan älyttömiä ongelmia, että miten näiden tämmösten ryhmien kanssa keskustellaan ja miten pidetään se keskustelu jatkuvana.”

Teemahaastattelujen perusteella tiiviistä ja asianmukaisesta sidosryhmätyöskentelystä suunnittelua ohjaavana tekijänä esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa on saatu positiivisia kokemuksia. Hyvä sidosryhmätyöskentely on mahdollistanut käyttäjien kannalta tarpeettomien hankeosien karsimisen sekä suunnitteluratkaisujen muuttamisen kustannusten kannalta edullisemmaksi.

”...silta oli suunniteltu siten, jonka yhdessä reuna-aukossa olisi ollut tiejärjestely - kaks vanhaapoikaa sano, että tehkää vaan tommonen, se tulvi aina [sillan alittava joki] ja kukaan ei käytä tietä. Me tehtiin snadi silta Mäntsälänjoelle ja tehtiin erillinen vino kehä pikkusen kauemmas. Ja itse asiassa tässäkin ratkaisussa säästettiin 1,2 miljoonaa.”

Haastatteluissa ilmeni, että sidosryhmätyöskentelyn välineissä on otettava huomioon se seikka, että valtaosa sidosryhmien edustajista eivät ole rakennusalan ammattilaisia. Välineillä on pystyttävä esittämään teknisen tiedon lisäksi myös hanketta koskevia pehmeitä arvoja. Lisäksi työvälineiden täytyy olla riittävän yksinkertaisia ja havainnollisia, jotta suunniteltu hankkeen lopputulos tulee oikein ymmärretyksi sidosryhmien keskuudessa.

”...vaikka sitä insinööripuoli pystyy teknisessä mielessä tuomaan faktaa pöytään, tuomaan kovia arvoja, niin sillä ei oo merkitystä, jos niitä pehmeitä arvoja ei hallita.”

Hankkeeseen vaikuttavien lähtötietojen osalta tuotevaatimukset ovat keskeisessä asemassa hankkeen suunnittelun ohjauksen kannalta. Tutkimuksen teemahaastatteluissa ilmeni, että sidosryhmien hanketta koskevat vaatimukset, tarpeet ja odotukset eivät välity aina hankkeen tuotevaatimukseksi. Osassa hankkeista tietoa kerätään, mutta sitä ei hyödynnetä tai oteta huomioon. Tilannetta kuvaa haastattelujen kommentti:

”Miten se [sidosryhmiltä saatava tieto] saadaan tähän prosessiin? Koska mun mielestä se on vähän älytöntä, jossain auditoriossa istutaan, juodaan kahvia, syödään pehmeitä pullaa, sit siellä vastaillaan kysymyksiin, plaa plaa plaa, sit tehdään varmaan pöytäkirja, laitetaan mappiin ja jatketaan niin kuin ennenkin.”

Johtopäätös 3: Menetelmä ja väline sidosryhmien väylähankkeelle asettamien vaatimusten, odotusten ja toiveiden välittämiseen suunnittelijoille puuttuu.

Hankkeen lähtötietoihin liittyvät ongelmat kiteytyvät pääsääntöisesti niiden niukkuuteen ja virheellisyyteen tehtäessä hanketta koskevia päätöksiä, suunnitteluratkaisuja ja kustannusarvioita. Toisaalta toisinaan tuotetaan tietoa, joka ei ole hankkeen kannalta rele-

vanttia, jolloin tiedon tuottaminen kuluttaa tarpeettomasti lähtötietojen hankintaresursseja.

Haastatteluissa ilmeni selkeästi, että olosuhteita koskevien lähtötietojen luotettavuuden parantamisessa on kehittämistä. Lähtötietojen tarkastamiseen kuuluu resursseja, kun niiden luotettavuuteen ja oikeellisuuteen ei luoteta. Epäluotettavuus on johtanut usein siihen, että lähtötieto tuotetaan useaan kertaan hankkeen eri osapuolten toimesta.

”...ei voi luottaa niihin tietoihin – pitää mennä maastoon katsomaan, että onko se koulu, joka tossa on, niin onko se siellä, onko se vielä käytössä se koulu – näihin rekistereihin ei voi mitenkään luottaa tänä päivänä”

Lähtötietojen hallinnan kannalta tutkimuksen haastatteluissa ilmeni myös ongelma hankkeen kannalta oleellisten lähtötietojen riittävän aikaisesta tunnistamisesta. Haastatteluihin osallistuneet suunnittelijat kokivat lähtötietojen tunnistamisen ja ennakkoinnin työlääksi ja haasteelliseksi. Voidaankin todeta, että lähtötietojen hankintaa ei voi arvioida ja johtaa, mikäli lähtötietojen tarpeellisuutta ei tunnisteta riittävän ajoissa.

”Ennakointi, se on ammattitaitoa – tunnistetaan että millä tiedolla on merkitystä omaan suunnittelualueeseen. Se vie meiltä [suunnittelijat] kamalasti aikaa, mut se on erittäin tärkeä asia.”

Teemahaastattelujen lisäksi kirjallisuudessa on tunnistettu lähtötietojen hallintaan liittyviä ongelmia. Lähtötietojen osalta infrahankkeen prosessin muutosten hallinnan merkitys korostuu liikennemääräennusteen muuttuessa, koska liikennemäärä vaikuttaa oleellisesti hankkeen laajuuden määrittämiseen. Laajuuden uudelleen määrittäminen on hyvin todennäköistä, koska infrahankkeet ovat kestoltaan pitkiä ja pitkäkestoinen liikennemääräennustaminen epätarkkaa. Flyvberg et al. (2006, 17) on havainnut tekemässään tutkimuksessaan, että infrahankkeissa merkittävien lähtötietojen arviointi on epätyytyväisellä tasolla. Hankkeen laajuuteen vaikuttavien tekijöiden arvioinnin tason epätarkkuutta kuvaa hyvin se, että Flyvbergin tutkimustulosten mukaan yhdeksän kymmenestä ratahankkeen matkustajamäärästä yliarvioidaan yli 100 prosenttia. Tieväylien liikennemääräennusteista yli puolet arvioidaan enemmän väärin kuin ± 20 prosenttia. Flyvberg on myös todennut, ettei arvioinnin tarkkuus ole parantunut kolmen vuosikymmenen aikana.

Johtopäätös 4: Suunnitteluun vaikuttavien olosuhteita koskevien lähtötietojen hallinta ja liikennemäärän ennustaminen prosessissa on epätyytyväisellä tasolla.

Haastatteluissa ilmeni selkeästi tiedon konvertoimiseen liittyviä ongelmia. Konvertoinnin suhteen ongelmat keskittyvät usein sen luotettavuuteen ja tiedon säilyvyyteen.

”Eli jos kaikki tiedot on eri muodossa, vaikka ne periaatteessa on saavutettavissa, mut se vaatii aina vaan konvertointityötä, niin käytännössä se vaikeutuu niin paljon, että kovin monesta lähteestä, niin tietoja [paikkatiedot] ei helposti saa vietyä ja sitte osa tiedoista häviää.”

”Kyllä tänä päivänä, et jos sitä formaattia joudutaan muuttamaan, niin kyllähän siinä tapahtuu muunnosvirheitä ja, ja osa tiedosta on häviää ja ne ei kerta kaikkiaan siirry ja ne pitää tuottaa uudestaan.”

Tiedon konvertointiongelman lisäksi lähtötietojen hajanaisuus koettiin merkittäväksi ongelmaksi. Lähtötietojen kokoaminen useasta eri paikasta vaatii paljon resursseja.

”...geneerinen ongelma, et tieto on ollut pirstoutunutta, puhuttiin nyt sitten tie-suunnittelusta tai ihan mistä vaan. Ja sitä on monessa lähteessä, monessa varastossa ja nyt koetetaan saada vähän isompiin kokonaisuuksiin...”

Eräs syy väylähankkeiden lähtötietojen hajanaisuuteen on erilaisten rekisterien suuri määrä. Haastatteluissa toivottiin parannusta usealta taholta tiedon tallentamiseen sekä rekistereiden luotettavuuden nostamiseen ja niiden määrän pienentämiseen.

”Siinä on se ongelma, että se [tieto väylän nykykunnosta ja kunnossapitotieto], että tieto taltioituu tällä hetkellä vähän erilaisiin rekistereihin, että se ei oo täysin tietotekninen ratkasu vielä.”

Haastatteluissa ilmeni usealta taholta, että suunnittelusta puuttuu ”testamentti”. ”Testamentin” puuttuminen johtaa tilanteeseen, jossa suunnittelun edetessä ei tiedetä aikaisempien suunnitteluvaiheiden perusteluja. Mikäli suunnittelutyön perusteita ei tiedetä, suunnitelmien muuttamisesta aiheutuu riski, ettei palvella enää sidosryhmiä suunnitellulla tavalla. Tästä johtuen päätösten tekijöiden pitää varmistaa, että suunnitteluratkaisujen perustelut tulevat kirjatuksi hanketta koskeviin asiakirjoihin.

Hankkeiden massataloussuunnittelun osalta haastatteltu asiantuntija koki ongelmaksi yhtenäisen tiedonsiirtoformaatin puuttumisen teknisen suunnittelun ja massataloussuunnittelun väliltä. Tällä hetkellä suunnitteluvaiheen massataloussuunnittelija joutuu usein syöttämään tarvitsemansa tiedon käsin, jolloin virheen mahdollisuus kasvaa.

”Ne [paalukohtaiset massat] ei tuu sieltä suunnittelujärjestelmästä nappiini painamalla, vaan jokainen joutuu tekeen oman tulostuksen ja pahimmassa tapauksessa naputtaa tämmösen taulukon käsin.”

Haastatteluissa ilmeni usean tahon osalta, että suunnitteluaineiston hallinta on hajanaista ja suunnittelujärjestelmiä on useita. Myös yhtenäisen tiedonsiirtoformaatin puuttuminen aiheuttaa ongelmia.

”...aineistoo [suunnitteluun] tulee kolmesta neljästä eri suunnittelujärjestelmästä ja kolmesta neljästä AutoCADista ja versioista, et kyllä se varmaan joillakin tasoilla, joillakin toimijoilla on jonkunlainen ongelma -- niin eli tavallaan se lähtötietojen haaliminen useasta eri paikasta.”

Teemahaastatteluissa nousi selkeästi myös tiedonsiirtoformaatin luotettavuusongelma. Mikäli tiedonsiirtoformaatti ei ole luotettava, tästä aiheutuu riski, että tieto katoaa tai muuttuu. Tämä ei ollut tutkimuksen haastateltavien mukaan ainoa tiedonsiirtoformaattiin liittyvä riski. Jos tiedon käyttäjä ei koe saamaansa tietoa luotettavaksi, joutuu hän käyttämään resursseja tiedon oikeellisuuden varmentamiseen.

Tiedon hallinnassa on myös sopimuksellisia näkökohtia. Nämä liittyvät tiedon omistajuuteen, varastointiin ja hallintaan sekä jakamiseen. Haastattelun perusteella koettiin ongelmaksi tilanne, jossa tiedon tuottaja ei jaa tietoa omistajuuteen vedoten.

Osassa rakennushankkeista tietovirrat ovat hyvin henkilösidonnaista. Henkilösidonnaisuus ei johda tietovirtojen osalta yhtenäiseen toimintatapaan. Yhtenäisen toimintatavan puuttuminen johtaa siihen, että hanketta koskeva tiedonvaihto ei tallennu tarkoituksen mukaisesti.

”Ja se kysymys siitä, että millä tavalla se info kulkee sitten materiaalitiedon [rataväylien erikoismateriaalit] osalta, kun toteutus lähtee käyntiin, niin vois sanoa, että se prosessi välttämättä ei oo ainakaan mun mielestä aina ihan hallinnassa, eli se perustuu yksittäisten henkilöiden välisiin puhelinkeskusteluihin, sähköposteihin...”

Teemahaastatteluissa ilmeni toteuttamisvaiheen osalta ongelmia toteutuneiden työmäärien kirjaamisessa ja tallentamisessa. Työmäärät kirjataan käsin paperilapuille, josta ne siirretään tietojärjestelmiin. Tällainen toimintatapa johtaa siihen, että toteuttamisen aikainen massataloushallinta ei ole reaaliaikaista ja se sisältää väärästä tiedosta aiheutuvan riskin.

”...jokaisesta kaivinkoneesta ja autosta tulee lappu, ja me kerätään kaikki ne laput ja syötetään ne järjestelmään. Se on ainut tapa saada se pysymään hallinnassa [toteutuneet työmäärät]. Näinkin hölmö ja yksinkertainen, mut et silloin me tiedetään missä me mennään.”

Myös toteuttamisvaiheen tiedon siirtymisessä urakoitsijalta suunnittelijalle on havaittu sisältävän ongelmia. Tiedon välittyminen on usein myös kiinni henkilöiden välisestä suhteesta. Ongelmaa kuvaa hyvin haastatteluissa ilmennyt toteama tiedon siirtymistä vasta tuotannosta suunnitteluun:

”Ihan näillä kaikilla perinteisillä [tavoilla] huutaen ja itkien -- ja totuus on se, että sitä paremmin [tieto siirtyy] mitä paremmin suunnittelija ja rakentaja on niinkuin väleissä.”

Haastatteluissa vahvistui näkemys siitä, että olemassa olevan tiedon hyödyntäminen nykyisin ei ole tyydyttävällä tasolla. Olemassa olevan tiedon hallinnan parantamisella voitaisiin tehostaa prosessi oleellisesti.

”...varmaan voisi sanoa, että nykyisen tiedon tehokkaampi hyödyntäminen, niin tehostais prosessia kyllä merkittävästi.”

Hankkeessa tuotetun tiedon tallentumisen ongelmaa kuvaa tilaajan näkemys väylän kunnossapidon tiedon hallinnasta, jossa tuotettu tieto ei tallennu tyydyttävällä tavalla ja keskitetysti. Tästä seuraa se, että kunnossapitourakoitsijan vaihtuessa seuraava urakoitsija toimii puutteellisilla ja epätydyttävillä lähtötiedoilla.

Tiedon hallinnan osalta haastatteluissa koettiin myös ongelmaksi se, että suunnittelijoiden yhteistyö ei ole saumatonta. Tilannetta kuvaa hyvin massataloussuunnittelun kytkeytyminen muuhun suunnitteluun. Useissa tapauksissa massataloussuunnittelun tuloksia ei hyödynnetä osana muuta suunnittelua, ja tiedon siirto on yksi suuntaista, geometria- ja rakennesuunnittelusta massataloussuunnitteluun sekä tarjouslaskentavaiheesta toteutussuunnitteluun.

”...tuntuu, että ne ei oo ollenkaan puhunu keskenään, että siellä jokainen on tehnyt oman työnsä ja sit ne laitetaan yhteen nippuun ja sit katotaan, että tallainen tuli, puol miljoonaa kuutio alijäämää – se pitäis palauttaa, se massataloustieto takaisin sinne suunnittelijoille.”

Johtopäätös 5: Prosessin tietojen hallinnassa on teknisesti parannettavaa

Osa tilaajaorganisaatiosta koki nykyisen prosessin raskaaksi ja siinä katsottiin olevan resursseja kuluttavia elementtejä. Prosessiin kaivattiin yksinkertaistusta ja uuden teknologian nykyistä parempaa hyödyntämistä.

”...meil [tilaajaorganisaatio] on suuria tarpeita uudistaa ja yksinkertaistaa taa prosessi ja ottaa tää uuden teknologian tietotekniikan mahdollisuudet käyttöön.”

Tutkimuksen teemahaastatteluissa tuli selkeästi esille, että infra-alalla on olemassa erityisesti kansallisella tasolla olevia innovatiivisia ohjelmistoja ja kokonaisprosessia tukevia järjestelmiä. Ongelmana ollut näiden ohjelmistojen sovittaminen osaksi kokonaisprosessia, jota kuvaa hyvin teemahaastatteluun osallistuneen asiantuntijan mielipide massatalouden suunnittelun kytkemisen nykytilasta väylän rakentamisprosessiin:

”Näis on niin monta kertaa mokattu [hankkeen massatalous] -- Mä en tajua miten tää [massatalouden huomioon ottaminen osana prosessia] voi olla näin vaikeeta, koska kaikki vehkeet on olemassa. Tämösten tarkastelujen tekeminen ei vaadi edes kauheesti duunii, siinä menee muutama tonni rahaa noissa isoissa hankkeissa ja sillä saadaan miljoonien säästö.”

Asiantuntijan mukaan suunnittelun ja massatalouden yhteensovittaminen nykyisessä suunnitteluprosessia on epätyydyttävällä tasolla. Massatalouden liittyminen väylän geometriaan, pohjavahvistustapaan ja toteutusaikatauluun kaipaa nykyistä enemmän huomiota.

”...massatalouden pitäisi ohjata muuta suunnittelua tai väylägeometrian suunnittelua, pohjavahvistusten suunnittelua, kaikkeen, mikä jollakin tavalla liittyy massaan tai aikatauluun. Niin, niitten pitäis kaikkien olla jollakin tavalla yhteydessä toisiinsa.”

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheiden massatalouden ongelmiksi koettiin myös sen tarkoituksenmukaisuus. Massataloussuunnittelulla ei koeta olevan merkitystä kokonaisuuden kannalta ja siksi se jätetään usein tekemättä.

”Tossa vaiheessa [yleissuunnittelu] lähtötilanne on sen verran surkealla tasolla tai epätarkalla tasolla, että moni varmaan kokee sen, että se massatarkastelun tekeminen on yhtä tyhjän kanssa.”

Yleissuunnitteluvaiheen massataloustarkasteluissa tulisi ottaa nykyistä enemmän huomioon massojen kokonaismäärien lisäksi myös niiden siirrosta aiheutuvat kustannukset ja aikatauluvaikutukset. Massansiirtosuunnitelma tarkoittaa omalta osaltaan myös arviota massojen riittoisuudesta hankkeessa. Asiaa kuvaa hyvin teemahaastatteluissa tullut asiantuntijan kommentti:

”Se on tärkeä asia [massatalous] – sil on iso merkitys väylälle isoissa väylähankkeissa. Otetaan toi metro [länsimetro], siit lähtee 2 miljoonaa kuutioo kivee. Ja sille kannattas varmaan jotain tehdä, se maksaa aika paljon semmonen, sen kuljettaminen mihin tahansa.”

Suunnitelmissa saavutettavan yleisen hyväksyttävyyden ja massatalouden välillä on yhteensovittamisen haaste. Haastateltavat toivat esiin, että eräissä hankkeissa ongelmaksi on muodostunut yleisen hyväksyttävyyden saavuttaminen massatalouden kustannuksella. Näissä hankkeissa yleisen hyväksyttävyyden saavuttamiseksi väylän geometria on suunniteltu taloudellisesti epäedulliseksi.

”...hyväksyttävyyden hyvin helposti merkitsee sitä, että tätä massataloutta ei huomioida juuri lainkaan.”

On olemassa myös hankkeita, joissa tekninen suunnittelu ja massataloussuunnittelu on kytketty toisiinsa onnistuneesti. Tällainen hanke on ollut Oikorata -hanke, jossa massataloussuunnittelu oli osana väylän linjauksen ja geometrian suunnittelua rata- ja rakennussuunnitteluvaiheessa.

”...jos ajatellaan sitä, mikä oli edellytys sille, että me pysyttiin kustannusarviossa oli se, että siellä ei kuutiotaakaan siirry tarpeettomasti edes takas siellä. Ja siitä syystä se oli massatatasapainoalueiden pohtiminen oli meille se kynnyskysymys. Kaikki meidän tekeminen perustu siihen. -- massatatasapainoalueiden tarkastelu tossa rakennus- ja ratasuunnitteluvaiheessa, niin se oli tärkeintä, mitä meillä koko hankkeessa oli.”

Johtopäätös 6: Nykyisessä prosessissa ei hyödynnetä tehokkaasti tietoteknisiä ratkaisuja hankkeiden massatalouden suunnittelussa ja hallinnassa. Tästä seuraa, että massataloussuunnittelun suunnittelua ohjaava vaikutus on vähäinen.

3.2.3 Kustannusarvioinnin haasteet

Tutkimuksen haastattelussa tunnistettu ongelma hanketta koskevien vaatimusten, tarpeiden ja odotusten määrittämisessä johtaa kustannusarvioinnin kannalta haasteeseen. Puutteellinen määrittäminen johtaa lisä- ja muutostöihin vaatimustason täyttämiseksi, mikäli hanke ei vastaa sidosryhmien näkemystä sen lopputuloksesta. Haastatteluissa ilmeni myös, että toiminnallisten ja laadullisten vaatimusten esittämisessä on kohdattu ongelmia. Tämä johtaa myös kustannusriskiin lisä- ja muutostöiden muodossa, kun puutteellisiin vaatimuksiin perustuvat suunnitteluratkaisut eivät vastaa tavoitetta. Voidaan todeta, että selkeän päämäärän puuttuessa on nykyinen johtaminen ja siihen liittyvä kustannusarviointi epätydyttävällä tasolla.

Hankkeen hyväksyttävyyden voi olla erittäin merkittävä tekijä hankkeen kustannusten kannalta. Hyväksyttävyyden voi olla prioriteetiltaan suurempi kuin mitä suunnitteluratkaisusta määräytyvät kustannukset. Hankkeen yleinen hyväksyttävyyden voi vaatia väylän

linjaukselta ja tasaukselta sekä massatalouden kannalta hyvinkin epäedullisia ratkaisuja. Tutkimuksen teemahaastatteluissa kävi ilmi, että joissakin väylähankkeissa yleinen hyväksyttävyyden on vaikuttanut olennaisesti väylän linjaukseen ja tasaukseen, jolloin väylälle ei ole pystytty muodostamaan edullisimpia suunnitteluratkaisuja. Näissä hankkeissa johtamisen kannalta on syntynyt vastakkain asettelu hankkeen yleisen hyväksyttävyyden ja kustannusten välille. Vastakkain asettelua voidaan hallita suunnitteluperusteilla, joilla määritetään hankkeen prioriteetit.

Teemahaastatteluiden perusteella hankkeiden suunnitteluun vaikuttavien lähtötietojen hallinnassa on merkittäviä puutteita. Hankkeiden kannalta puutteet johtavat usein yllättäviin kustannusten ylittämiseen ja kustannusarvioiden pettämiseen. Nykyinen prosessi ei myöskään sisällä määrämuotoista menetelmää kustannusarvioiden vaihteluvälin määrittämiseen, jolloin hankkeen mahdollisuudet ja riskit eivät tule kustannusten näkökulmasta esille.

”Mutta siihen [väylän linjauksesta päätettäessä] joku semmonen vaihteluväli pitää olla tiedossa, jos kaikki menee hyvin, meillä on näin paljon, mejän massatalous maksaa näin paljon, jos kaikki menee huonosti, maksaa näin paljon.”

Teemahaastattelujen lisäksi Liikenne- ja viestintäministeriö on havainnut puutteita väylähankkeiden riskien ja kustannushallinnassa lähtötietojen suhteen. Liikenne- ja viestintäministeriön asettaman selvitysmiehen laatiman raportin mukaan tie- ja ratahankkeiden kustannusarvioihin vaikuttavat tunnistettavissa olevien riskien hinnoittelu on ollut epätydyttävällä tasolla. Vaikka maarakennusala on kehittänyt viime vuosina kustannuslaskenta- ja -ohjausvälineitä, niiden käytössä ja käyttöönotossa on parantamisen varaa. Tieväylähankkeiden osalta selvityksessä todetaan, että tiesuunnitelmatason suunnitelmissa ei ole ennakoitu riskejä ja suunnitelmien muuttamisen seurauksena aiheutuvat kustannukset jäävät usein hinnoittelematta. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 4-28).

Johtopäätös 7: Väylähankkeiden kustannushallinta ja – arviointi on puutteellista ja kustannusohjausta ei hyödynnetä osana suunnitteluprosessia.

3.3 YHTEENVETO NYKYISEN PROSESSIN KESKEISISTÄ KEHITYSTARPEISTA

Edellä esitetty nykyinen väylähankkeen elinkaaren prosessi on epätydyttävällä tasolla etenkin suunnitteluvaiheiden osalta. Keskeiset haasteet voidaan tunnistaa hankkeiden vaatimusten esittämisestä, kustannusten ja massatalouden hallinnasta, sidosryhmätyökentelystä sekä yleisen hyväksyttävyyden saavuttamisesta.

Tilaaajan tahtotilan eli hanketta koskevien vaatimusten esittämisessä on merkittävästi parantamista. Parantaminen kohdistuu etenkin suunnittelua ohjaavien tekijöiden esittämismuotoon ja – tapaan. Nykyinen prosessi ei myöskään ota riittävästi huomioon sidosryhmälähtöistä vaatimusten muodostumista.

Väylähankkeiden suunnitteluprosessista puuttuu systemaattinen päätöksenteon vaatima kustannushallintamenetelmä. Nykyisessä prosessin kustannushallinnassa ja -arvioinnissa ei oteta riittävästi huomioon väylähankkeelle luonteenomaisia epävarmoja lähtötietoja ja niiden vaikutusta hankkeiden kustannusriskeihin. Kustannushallinnassa ja -arvioinnissa ei hyödynnetä riittävästi tietotekniikan mukana tuomia mahdollisuuksia väylävaihtoehtojen analysoinnissa ja vaihtoehtojen keskinäisessä edullisuusvertailussa.

Massatalouden hallinta osana prosessia ei ole tyydyttävä tasolla. Ongelma keskittyy erityisesti väylävaihtoehtojen määrittämiseen ja keskinäiseen vertailuun, joissa massataloussuunnittelua ei hyödynnetä suunnittelua ohjaavana tekijänä. Väylän suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon massatalous leikkausten ja täyttöjen suhteen, mutta massojen siirtojen kustannuksia ja aikatauluvaikutusta ei määritetä suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi. Hankkeiden massataloussuunnittelussa ei myöskään hyödynnetä olemassa olevan teknologian mukana tuomia mahdollisuuksia.

Sidosryhmien mielipiteiden huomioon ottamista ei ole kytketty systemaattisesti osaksi väylähankkeen kokonaisprosessia. Nykyinen prosessi tuottaa teknisiä suunnitelmatuloksia. Tällä ei kuitenkaan pystytä vastaamaan sidosryhmien huomioon ottamisen haasteisiin, koska suurella osalla väylähankkeen sidosryhmistä ei ole kompetenssia arvioida teknisiä suunnitelmia. Tämä asettaa selkeän kehittämistarpeen hankeen esittämiselle ja markkinoimiselle sidosryhmille.

Sidosryhmiin liittyen ongelmaksi on tunnistettu myös väylähankkeen yleinen hyväksyttävyys. Yleisen hyväksyttävyyden parantaminen asettaa vaatimuksia hankkeen asianmukaiselle esittämiselle ja markkinoinnille sidosryhmille. Osana yleistä hyväksyttävyyttä on myös ympäristövaikutusten arviointi (YVA) menettelyn aseman nostaminen hankkeissa. Yleisen hyväksyttävyyden tarkasteluun liittyy myös prosessin johtamis- ja

päätöksentekokysymyksiä, esimerkiksi minkä tasoisia ja millaisia suunnitelmia missäkin vaiheessa tuotetaan ja mitä tuloksia sidosryhmille esitetään?

Nykyisen prosessin tietojen hallinnan ongelmat kohdistuvat etenkin sen formaattiin, hajanaisuuteen, tiedon tallentumiseen ja tiedon siirtymiseen hankkeen osapuolten välillä. Lisäksi tiedon omistamista ja vastuuta ei ole määritetty riittävän yksiselitteisesti.

4 RAKENTAMISPROSESSIN HALLINNAN JA JOHTAMISEN KIRJALLISUUSTARKASTELU

Luvussa esitetään teoreettiset taustatekijät, jotka liittyvät tutkimuksessa tunnistettuihin väylän rakentamisprosessin ongelmiin ja esitettyihin ongelmaratkaisumalleihin. Käsiteltävät teoriat sisältävät tiedonhallinnan, johtamisen ja prosessin hallinnan sekä soveltuvien osin niihin liittyviä riskienhallinnan teorioita.

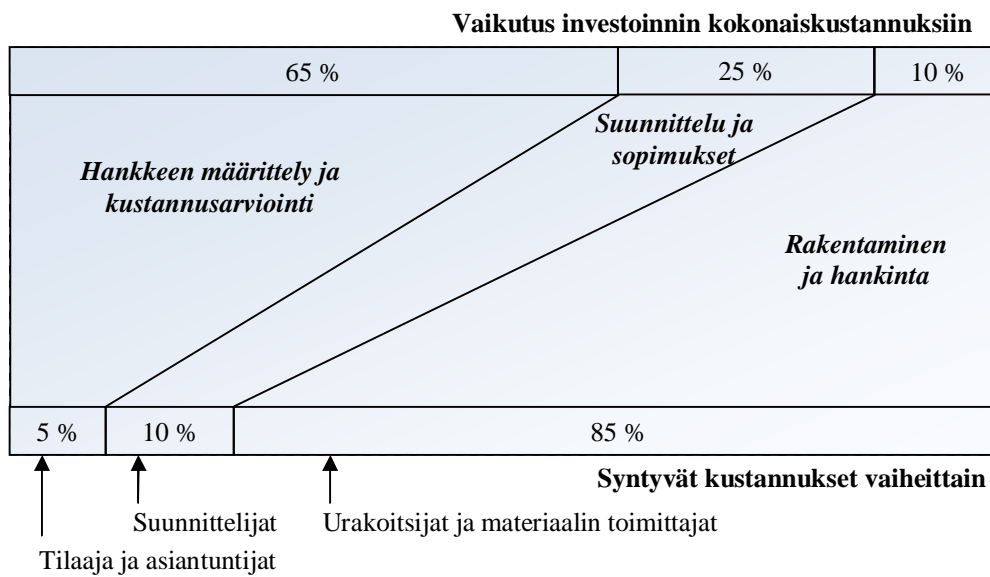
4.1 JOHTAMINEN JA PÄÄTÖSTEN TEKEMINEN RAKENTAMISPROJEKTISSA

Johtamismalleissa on korostunut 1980-luvulta lähtien resurssi- ja prosessiajattelu (Vanhalala et al. 1998, 258). Rakentamisprosessien hallinta liittyy oleellisesti projektinjohtamiseen, koska rakennushankkeet ovat luonteeltaan projekteja. Projektinjohtaminen on projektitehtäviin liittyvien tietämyksen, taitojen, välineiden ja tekniikoiden sovellus, jolla pyritään saavuttamaan hankkeelle asetetut vaatimukset. Projektinjohtamisen yksi osa-alue on vaatimusten tunnistaminen sekä niihin perustuvien tavoitteiden muodostaminen. Tavoitteiden muodostamisen peruseriaatteena on, että tavoitteet ovat selkeät ja saavutettavissa. Projektinjohtamiseen kuuluu myös tasapainon löytäminen kilpailevien vaatimusten välillä, jotka kohdistuvat laatuun, laajuuteen, aikatauluun ja kustannuksiin. (PMBok 2001, 8)

Rakennushankkeen alkuvaiheissa tilaajan esittämällä vaatimuksilla ja tavoitteilla on suuri merkitys hankkeen kustannusten määräytymisen kannalta. Hankkeen määrittämisellä ja määrittämisen sisällöllä on merkittävä osuus kustannusten muodostumisen kannalta (Kelly et al. 2004, 186). Useimmissa hankkeissa valtaosa hankkeen kustannuksista määräytyy tilaajan ja suunnittelijan päätösten perusteella (kuva 7).

Tarkasteltaessa osapuolten vaikutusta hankkeen kustannusten määräytymiseen, voidaan todeta seuraavaa (Kelly et al. 2004, 187):

- hankkeen kustannuksista 90 prosenttia määräytyy tilaajien ja suunnittelijoiden tekemien päätösten perusteella
- hankkeen kustannuksista 10 prosenttia määräytyy rakentamisvaiheen osapuolten tekemien päätösten perusteella.



Kuva 7. Semanttinen suhde rakennushankkeen vaiheiden, vaikuttamisen, kustannusten toteutumisen ja toimijoiden välillä. (vrt. Kelly et al. 2004, 187)

Vastaavasti tarkasteltaessa hankkeesta syntyviä kustannuksia, voidaan todeta seuraavaa (Kelly et al. 2004, 187):

- tilaajien ja suunnittelijoiden toiminnan osuus syntyvistä kustannuksista on 15 prosenttia
- rakentamisvaiheen osapuolten osuus syntyvistä kustannuksista on 85 prosenttia.

Tämä osoittaa sen, että hankkeen kokonaiskustannusten muodostumisen kannalta hankkeen määrittelyllä on merkittävä rooli, johon vaikuttavat erityisesti hankkeen alkuvaiheessa tehtävät päätökset ja suunnitteluratkaisut.

Ulkomaisen kirjallisuuden perusteella tilaajien ongelmat voidaan kiteyttää kahteen asiaan: tilaaja ei pysty ilmaisemaan mitä ne haluavat ja kuinka ne saavat haluamansa hankittua (Boyd & Chinyio 2006, 10). Jotta tilaajan tahtotila rakennushankkeessa voidaan määrittää, on tarkasteltava tilaajan käyttäjälähtöistä tahtotilan muodostumista projektin sisällön ja tavoitteiden suhteen.

Barretin ja Baldryn (2003, 104) rakennusprosessin tavoitteiden määrittämiseen vaikuttaa pääsääntöisesti kolme eri ryhmää, jotka ovat suunnittelijat, tilaaja ja käyttäjä¹⁵. Barretin ja Baldryn mukaan osapuolten välisen kommunikoinnin ongelmana on ollut perinteisesti se, että tilaaja ja suunnittelija ovat tehneet käyttäjän puolesta päätöksiä ilman, että käyttäjän mielipiteitä olisi otettu huomioon riittävän kattavasti.

¹⁵ Väylähankkeissa käyttäjiä ovat pääsääntöisesti raskas- ja henkilöliikenne. Henkilöliikenne jakautuu vapaa-ajan ajan työmatkaliikenteeseen.

Hanketta koskevien tavoitteiden asettamista haittaa käyttäjiltä kerättävän tiedon vähäinen määrä ja käyttäjien monitahoisten tarpeiden tunnistamattomuus (Barret & Stanley 1999, 6; Pennanen 2004, 145). Hallasuo (1993, 23-24) on todennut tutkimuksessaan, että käyttäjän odotukset tielle ja tiestöllä on vaikeasti määriteltävissä. Perinteisesti tiedon määrä on ollut hankkeeseen nähden liian vähäistä, jolloin ei ole pystytty suunnittelemaan käyttäjän tarpeita vastaavaa lopputulosta. Hallasuon mukaan on tyypillistä, että:

- käyttäjän odotukset ovat korkeat
- käyttäjien odotukset laadun suhteen vaihtelevat
- eri käyttäjäryhmillä on erilaiset odotukset
- asiakkaat mieltävät ja hyväksyvät eri tiet niiden koettavuuden mukaan
- asiakas sietää huonoa laatua valintamahdollisuuksien puuttuessa.

Mikäli tie ei vastaa käyttäjän odotuksia, siinä on tien ominaisuuksista tunnistettava puute. Tien laatu puutteet koskevat kuntoa, liikennöitävyyttä, leveyttä, päällystettä, geometriaa, turvallisuutta ja ympäristöä. (Hallasuo & Kankainen 1992, 11)

Käyttäjien monitahoisten tarpeiden tyydyttämiseksi rakennushankkeissa on kokeiltu työryhmätyöskentelyä (Barret & Stanley 1999, 6). Työryhmille on annettu rajattu määrä vaihtoehtoja, joista niiden on pitänyt valita jatkosuunnittelussa käytettävä vaihtoehto. Kokeilun tulokset ovat olleet huonoja, koska työryhmät eivät ole pystyneet välittämään valintaansa ja saavuttamiaan tuloksiaan suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi.

Projektin määrittämisessä on koettu myös se ongelma, ettei urakoitsijoilla ole selkeää kuvaa tilaajan päämääristä. Vaikkakin hankkeen määrittäminen on tehty asianmukaisella tavalla, ongelmaksi on havaittu se, että tilaaja ei tarkista täyttääkö suunnittelun lopputulos tilaajan tuotteelle asettamat vaatimukset. (Barret & Stanley 1999, 7-8)

Rakennushankkeiden päätösten ja hallinnan osalta Haahtela (1981, 29) esittää, että rakennushankkeessa yksityiselle päätökselle ei ole helppoa ja mielekästä asettaa tavoitteita eikä todeta sen poikkeamaa, vaan taloudellisen ohjauksen kannalta tavoitteiden asettelu ja siihen liittyvä testaus pitää tehdä kokonaisuuksien avulla.

Tahtotilan yksi keskeisin tehtävä on suunnittelua ohjaavien reunaehtojen määrittäminen. Reunaehtojen määrittämisessä on olemassa neljä elementtiä, jotka voivat olla ristiriidassa keskenään. Nämä elementit ovat: (Fewings 2005, 43; Hellard 1993, 32)

1. toiminnallisuus (tekniset ja fyysiset vaatimukset)
2. esteettisyys (ihmisten subjektiivisten näkökannan tyydyttäminen)
3. kustannukset (sekä pääoma- että toimintakustannukset)
4. aika (vaatimukset valmistumiselle ja toiminnalle).

Infrahankkeissa tilaajan tahtotilan esittämisessä voidaan käyttää hankeohjelmaa. Hankeohjelmassa esitetään hankkeen laajuus, toimivuusvaatimukset, laatutaso, olosuhteet, reunaehdot sekä päätöksentekijän muut tarpeet ja tavoitteet. (RIL 2006, 32-33)

Hankeohjelman tarkoituksena on määrittää hankkeeseen liittyvät tarpeet ja tavoitteet, rekisteröidä ohjauksesta tulevat muutokset, toimia hankkeen hallinnan dokumenttina ja tukea päätöksentekoa. Hankeohjelman laatimisessa tärkeimpänä vaiheena voidaan pitää toiminnallisuus- ja laatutavoitteiden sekä kannattavuuden asettamista. Tavoitteiden asettaminen hankkeen alussa on haasteellinen tehtävä, koska kaikki hankkeeseen vaikuttavat tekijät eivät ole tiedossa. (RIL 2006, 32-33)

Suunnittelua ohjaavien reunaehtojen määräytymistä on käsitelty tässä tutkimuksessa toiminnallisuuden ja kustannusten näkökulmasta. Toiminnallisuutta koskevia reunaehtoja on tarkasteltu hankeohjelman kautta, jonka muodostumisen lähtökohtana on tilaajan toiminnallisten vaatimusten esittäminen. Suunnittelua ohjaavia kustannuksia koskevia reunaehtoja on lähestytty hankkeiden kustannustavoitteen muodostumisprosessin kautta.

Emmitt ja Gorse (2003, 134 - 136) ovat todenneet, että tilaajan ja suunnittelijan välisessä kommunikoinnissa on parantamista. Kommunikointia voidaan parantaa suunnittelun vaatimukset ja hankkeen parametrit sisältävän dokumentin muodostamisella. Dokumentti, joka esitetään useimmiten projektisuunnitelmana, on usein puutteellinen eikä se sisällä hyvälle hankkeen kuvaukselle ominaisia elementtejä, joita ovat tilaajan päämäärät, aikataulu, ajoitus, kustannuspuite ja vaadittava laatutaso.

Rakennushankkeen osalta tiloihin ja rakennukseen kohdistuvat vaatimukset voidaan ilmaista toimivuusvaatimuksina (Koivu 2002, 83). Toimivuusvaatimusten määrittämisen ja esittämisen etuna on se, että sen avulla asiakasketjun seuraavalle osapuolelle ei anneta valmista ratkaisua vaatimuksena. Toimivuusvaatimusta koskevaa periaatetta voidaan soveltaa myös väylähankkeiden tahtotilan esittämiseen. Väylien toimivuusajattelun perustuvalla kunnossapitourakoinnilla tavoitellaan hyötyjä väylän käyttäjille ja kunnossapitourakoitsijoille sekä tilaajille muuan muassa innovaatioiden, tuotekehityksen, asiakaslähtöisyyden kautta (Kurki et al. 2004, 15).

4.2 TIEDON JA TIETÄMYKSEN HALLINTA RAKENTAMISPROSESSISSA

4.2.1 Perinteinen tiedonhallinta rakennusprosessissa

Tiedon ja tietämyksen hallinnan ongelmia, riskejä ja hallintaa tarkastellaan usein teollisen tuotannon näkökulmasta. Vastaavat tarkastelut rakennusalalla keskittyvät pääsääntöisesti talonrakentamisen prosesseihin.

Perinteinen tiedonhallintamenetelmä rakennusteollisuudessa on dokumenttipohjainen, jossa tietoa siirretään osapuolten välillä piirustuksilla, selostuksilla ja määräluetteloilla. Laitinen (1998, 18) on todennut väitöskirjassaan, että dokumenttipohjainen tiedonvaihto rakennusprosessissa on hidasta. Lisäksi Laitinen esittää, että dokumenttipohjaisessa tiedonhallinnassa urakoitsija ei pysty hyödyntämään suunnittelutietoa tehokkaasti omis- sa sovelluksissaan ja urakoitsijoiden oma sisäinen tiedonsiirto eri sovellusten välillä on epätydyttävällä tasolla. (Laitinen 1998, 18, 38)

Perinteisellä suunnitelmapiirustuksiin pohjautuvalla tiedonhallinnalla rakennusprosessissa ei pystytä luomaan riittävää yhteyttä tuotteen vaatimusten ja suunnitteluratkaisujen välille. Tämän lisäksi monivaiheisessa suunnitteluprosessissa osa esitetyistä vaatimuksista voi kadota (Koskela 2000, 119).

Kiviniemi (2005, 6-8) on käsitellyt väitöskirjassaan perinteisen prosessihallinnan ongelmia rakennusprosessissa. Vaatimusten, tiedonhallinnan, ja käyttäjän näkökulman perusteella Kiviniemi on tunnistanut rakennusprosessissa seuraavat ongelmakohdat:

- Vaatimusten ja suunnitelmien väliltä puuttuu yhteys. Mikäli yhteyttä ei ole olemassa, suunnitelmista ei käy ilmi, mihin suunnitteluratkaisut perustuvat.
- Projektin henkilöstön vaihtumisen vuoksi menetetään projektitietoa, joka vaikuttaa projektin kokonaisekseen. Tieto vaatimusten muutoksista on pirstaleisena ja vaikeasti löydettävänä tietona. Jos projektin avainhenkilö vaihtuu, tieto vaatimusten muuttumisesta katoaa.
- Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet prosessiin ovat puutteelliset. Käyttäjä ei pääse vaikuttamaan suunnittelu- ja rakennusprosessiin. Tällöin vaarana on se, että käyttäjällä on vanhaa ja virheellistä tietoa prosessin aikaisista vaatimusten muutoksista.

- Välittömien ja välillisten vaatimusten¹⁶ hallinta on epätydyttävällä tasolla. Suunnittelun eri vaiheissa voi olla vaikeaa muistaa tai huomata tuotteen välillisten vaatimusten vaikutusta tuotteeseen. Esimerkiksi tuotteen loppuvaiheen suunnittelijoilla ei ole välttämättä tietoa tuotteelle prosessin alussa asetetuista välittömistä ja välillisistä vaatimuksista, koska he eivät ole olleet alusta saakka mukana prosessissa.

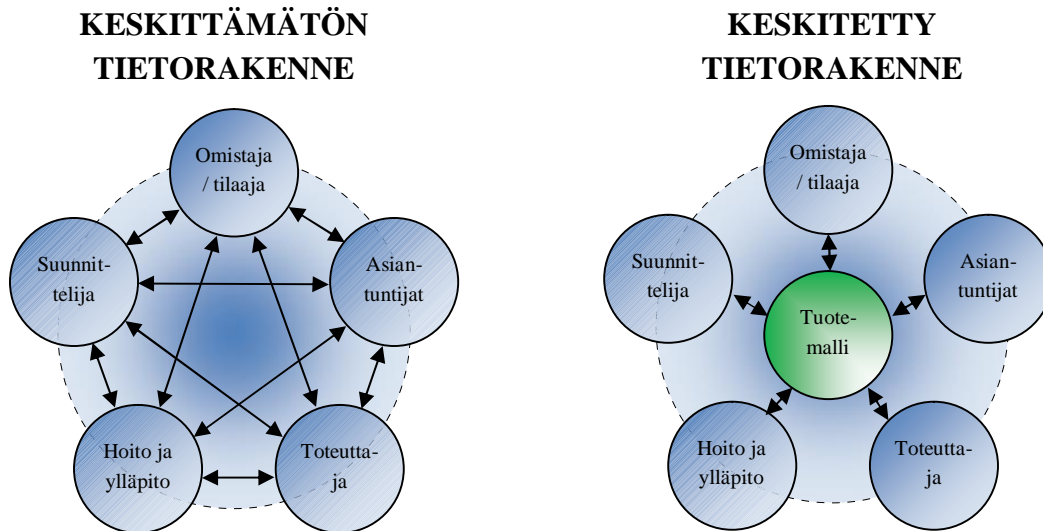
4.2.2 Tuotemallintamiseen perustuva tiedonhallinta

Kiviniemen (2005) ja Laitisen (1998) tuotemallintamista koskevien väitöskirjojen mukaan, tiedonsiirtoon liittyviä ongelmia voidaan ratkaista tuotemallien avulla. Toisaalta kirjallisuudessa ei ole osoitettu, mistä ongelmien häviäminen aiheutuu. Infrarakentamisessa tuotemallintamista on käytetty rajoitetusti, ja näin ollen sen hyödyistä on vain vähän kokemuksia.

Rakennushankkeen tuotemallintamisella tarkoitetaan kokonaisvaltaista tapaa hallita rakennushankkeen tietoja digitaalisessa muodossa. Verrattuna perinteiseen piirustus- ja dokumenttipohjaiseen tiedonhallintaan rakennusprosessissa tuotemallipohjainen tiedonhallinta eroaa oleellisesti. Tuotemallimuotoinen tieto on sekä tulkittavissa että luettavissa eri tietokonesovellusten ja -järjestelmien välillä, kun perinteisessä menetelmässä rakennushanketta koskeva tieto on lähes poikkeuksetta vain ihmisten tulkittavissa. Perinteiseen tiedonsiirtotapaan verrattuna tuotemallin tiedonsiirto on nopeampaa, luotettavampaa ja tehokkaampaa. Tuotemallipohjaisessa tiedonhallinnassa jaettava tieto tallennetaan käytettävään tietokantaan vain yhden kerran, jonka jälkeen tallennettu tieto on prosessin eri osapuolten käytettävissä. (Laitinen 1998, 18, 38; Penttilä et al. 2006a, 8-9)

Tuotemallipohjaista tiedonhallintaa voidaan verrata keskitettyyn tietoverkkoon ja perinteistä tiedonhallintaa keskittämättömäksi tietoverkoksi (kuva 8). Emmit ja Gorse (2003, 75) esittävät, että tiedonhallinnan kannalta keskitetyssä tietoverkossa tieto kasautuu yhteen pisteeseen ja voi aiheuttaa etenkin henkilötasolla informaation ylikuormituksen. Keskitetty tietorakenne asettaa siten vaatimuksen toimintavoille, jotta vältetään kyseinen ylikuormitus. Emmit ja Gorse esittävät myös, että keskittämättömässä tietoverkossa päätöstenteko voi olla vaikeaa.

¹⁶ Kiviniemi (2005, 251-252) on esittänyt väitöskirjassaan välittömän ja välillisen vaatimuksen termit. Välittömän vaatimuksen määrittää ja sitä hallitsee tilaaja tai sen osoittama projektitiimi. Talorakennushankkeissa välittömiä vaatimuksia ovat esimerkiksi vaadittava pinta-ala ja tilan lämpötila. Välilliset vaatimukset johtuvat tai ovat yhteydessä välittömiin vaatimuksiin. Esimerkiksi huoneelle asetetut välittömät vaatimukset lämpötilan suhteen voivat aiheuttaa välillisen vaatimuksen huoneen seinän eristykselle.



Kuva 8. Tuotemallipohjaisessa tietojenhallinnassa tieto tallennetaan vain kerran tuotemalliin, josta prosessin eri osapuolet saavat tarvitsemansa tiedot. (vrt. Laitinen 1998, 39; Emmit & Gorse 2003, 75).

Tuotemallipohjainen suunnittelu muuttaa oleellisesti suunnittelun dokumentaatiota rakennusprosessissa verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen tiedonhallintaan. Tuotemalleihin pohjautuvissa tuotemalleissa käyttäjä¹⁷ voi hyödyntää mallista saatavaa tietoa suoraan, ilman että käyttäjän tarvitsee muokata tietoa käyttämäänsä tietokonesovellukseen sopivaksi (kuva 9). Mallinnus palvelee tiedonkäsittelyä koko tuotteen elinkaaren ajan, aina tuotteen suunnittelusta tuotteen tuotantoon ja käyttöön saakka. Tuotemallin käyttö tiedonhallinnassa ei rajoitu pelkästään geometrisen tiedon siirtoon. Geometrisen tiedon lisäksi tuotemallin avulla voidaan jakaa ja vaihtaa erilaista tuotetietoa läpi tuotteen elinkaaren. (Björk 1995, 14; Svensson 1998, 61)

Anumban et al. (2005, 58) mukaan tiedon hallintaa koskevat teknologiat voidaan jakaa karkeasti neljään eri kategoriaan, jotka ovat:

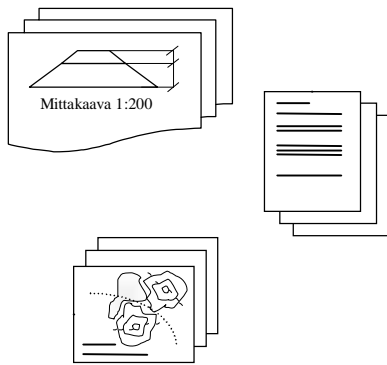
- 1) ihmisiä avustavat sovellukset (profilointi, taitojen kartoittaminen, ”keltaiset sivut”)
- 2) projekteja avustavat sovellukset (dokumenttien hallinta, arkistointi)
- 3) organisaatiota avustavat sovellukset (projektien välinen yhteistyö, ideoiden generoiminen)
- 4) toimialaa avustavat sovellukset (organisaatorajat ylittävät sovellukset).

Anumban et al. esittämän jaon mukaan tuotemallintaminen voidaan nähdä projekteja, organisaatiota ja toimialaa avustavana sovelluksena. Projektikohtaisesti tuotemallinta-

¹⁷ Tässä asiayhteydessä käyttäjällä ymmärretään tiedon käyttäjää

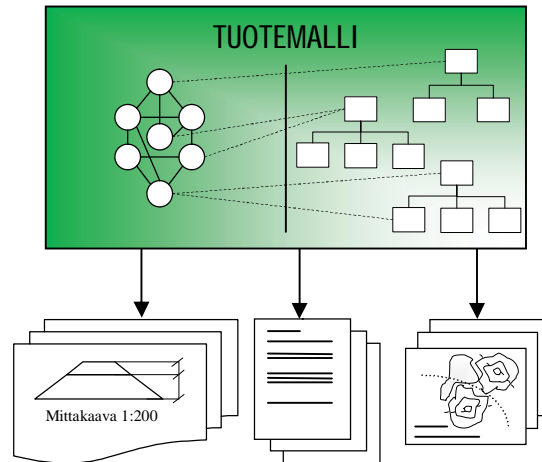
Perinteinen piirustuksiin perustuva tietorakenne

Kaikki tieto on alkuperäisissä dokumenteissa ja piirustuksissa



Tuotemalliin perustuva tietorakenne

Kaikki tieto on tuotemallissa. Dokumentit ja piirustukset ovat tuotemallin tulosteita.

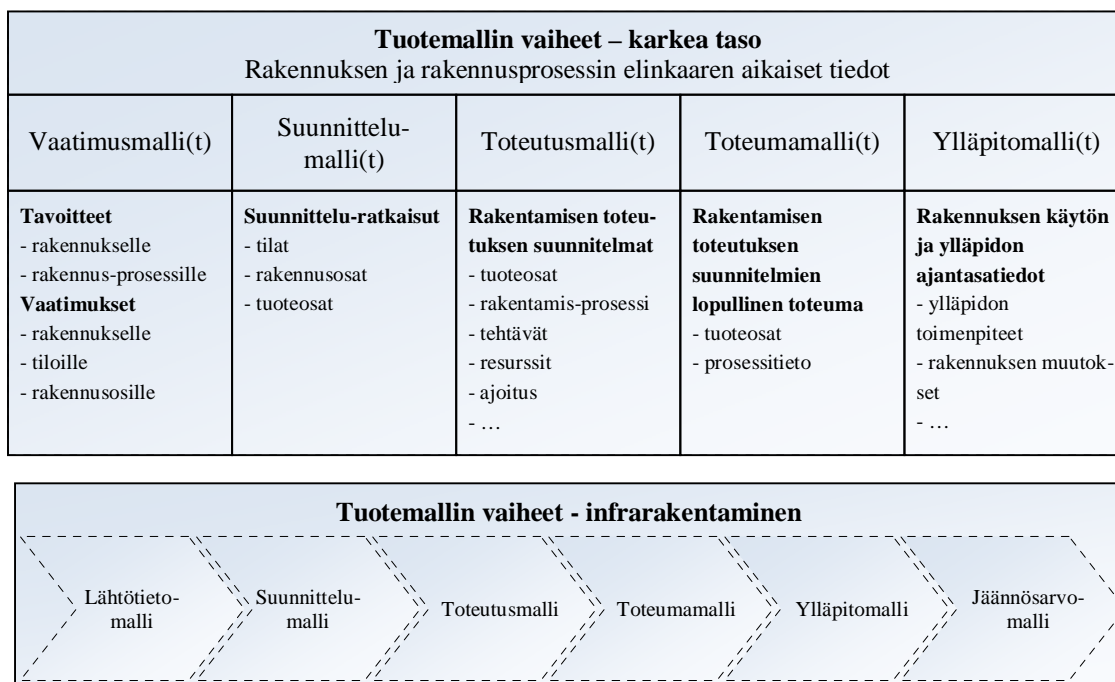


Kuva 9. Perinteiseen piirustus- dokumenttipohjaiseen tiedonhallintaan verrattuna tuotemallipohjaisessa tiedonhallintamenetelmässä käyttäjä saa tarvitsemansa tiedon yhdestä mallista (muokattu lähteestä Björk 1995, 15).

minen tarjoaa menetelmän dokumenttien hallintaan ja tiedon jakamiseen. Organisaatio-
tasolla tuotemallin avulla voidaan siirtää esimerkiksi toteutunutta kustannustietoa seu-
raaviin projekteihin. Toimialan näkökulmasta tuotemalli toimii organisaatioiden välise-
nä tiedonhallintasovelluksena.

Suunnitelmien muutosten hallinnan kannalta tuotemalli tarjoaa parannuksen verrattuna
perinteiseen dokumenttipohjaiseen menetelmään. Perinteisessä menetelmässä suunnitte-
lija tekee muutokset omiin dokumentteihinsa lähettäen ne muille suunnittelijoille. Täl-
löin syntyy riski siitä, että suunnitelmiin tehdyt muutokset eivät siirry toisten suunni-
telmiin. Tuotemallipohjaisessa suunnitelmien muutostenhallinta perustuu muutosten
tekemiseen tuotemalliin, jolla taataan muutoksia koskevien tietojen välittyminen projek-
tin jokaiselle osapuolelle. Tuotemallipohjainen suunnitelmien muutosten hallinta edel-
lyttää kuitenkin, että projektin alussa määritetään mikä on muutos ja mikä on normaalia
suunnitelmien täydentymistä suunnittelun edetessä sekä sovitaan yhteisistä pelisään-
nöistä. Yhteisissä pelisäännöissä sovitaan muun muassa kenen vastuulla tuotemallin
tekeminen on. (Penttilä et al. 2006a, 8-9; Penttilä et al. 2006b, 15-16)

Tuotemallipohjaisessa rakennushankkeessa korostuu vaatimusmallin tekeminen hankkeen alkuvaiheessa. Talonrakennushankkeessa vaatimusmalli määrittää asiakkaan, tilaajan ja rakennuttajan oleelliset hanke- ja tilavaatimukset. Infrarakentamisen tuotemallin vaiheet ovat yhteneväisiä rakennuksen tuotemallin vaiheiden kanssa (kuva 10). (Penttilä et al. 2006a, 9-31; Infra 2010)



Kuva 10. Tuotemallintamisen vaiheet talo- ja infrarakentamisessa (vrt. Penttilä et al. 2006a, 29; Infra 2010).

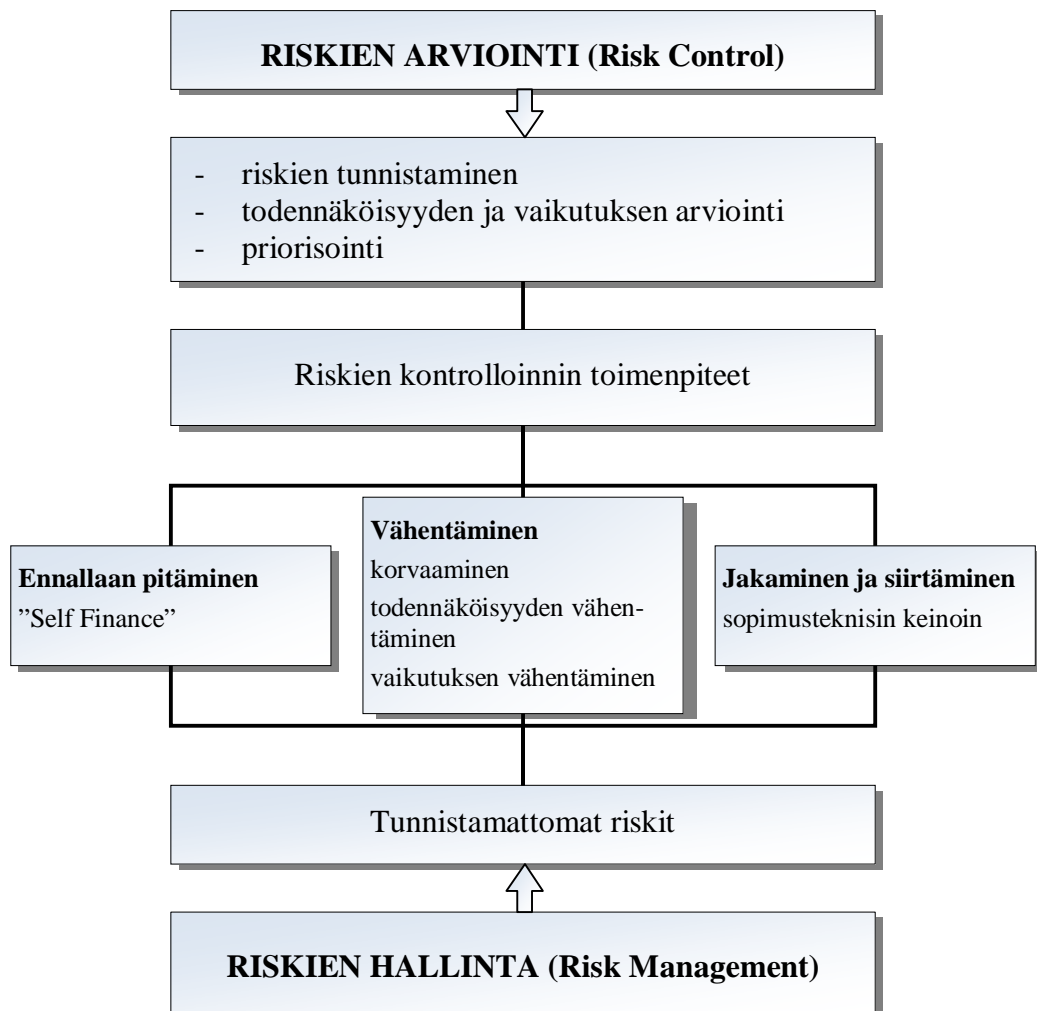
4.2.3 Epävarmojen tietojen hallinta

Menestyksenkäs tiedon hallinta rakentamiseen liittyvillä osapuolilla vaatii henkilöitä, joilla on tietämys¹⁸ asioista. Henkilöiden ja osapuolten päätöksenteko perustuu tietämykseen, jonka taustalla vaikuttavat informaatiot ja tiedot. Tiedolla käsitetään organisoimatonta ja prosessoimatonta tietoa. Informaatio on päätöksentekoa helpottava tietojen kertymä ja ryhmittäminen. Toisin kuin tieto, informaatio ottaa huomioon tietojen väliset suhteet, relaatiot. Tietämys on koulutuksen tai kokemuksen kautta hankittu ymmärrys, tietoisuus tai tuntemus asioista. (Awad & Ghaziri 2004, 36-55; Anumba et al. 2005, 51)

¹⁸ Tässä asiayhteydessä tietämyksellä käsitetään englanninkielistä termiä ”knowledge”, informaatiolla termiä ”Information” ja tiedolla termiä ”Data”.

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, 23).

Tässä tutkimuksessa epävarmojen lähtötietojen hallintaa on lähestytty niistä johtuvien kustannusriskien vähentämisen kautta. Riskien vähentäminen koostuu sen korvaamisesta tai vaikutuksen ja todennäköisyyden vähentämisestä (kuva 11). Vähentämisen lisäksi riskit voidaan joko jakaa, siirtää tai pitää ennallaan. Jotta riskejä voidaan vähentää, on ne tunnistettava, priorisoitava ja arvioitava. Arviointi sisältää riskien todennäköisyyden



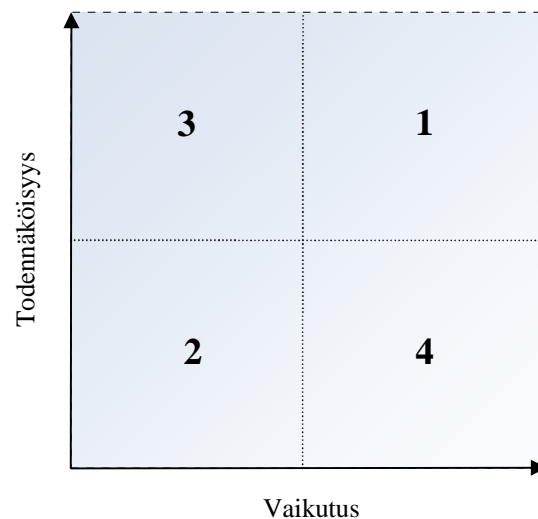
Kuva 11. Riskien hallinta prosessin kaksi tasoa: Arviointi ja hallinta. (muokattu lähteestä Cooke 2007, 73; Fellows et al. 2002, 151)

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, 73).

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

Riskien tunnistamista voidaan lähestyä myös olettamusanalyysin kautta, jossa tehdyt olettamukset perustuvat aikaisempaan kokemukseen ja tietoon. Analyysissä riskit jaetaan neljään eri kategoriaan todennäköisyyden ja vaikutuksen suhteen (kuva 12). Morledgen mukaan riskit, joilla on suuri vaikutus ja korkea todennäköisyys, on otettava riskien hallinnan piiriin. (Morledge et al. 2006, 159; Kendrick 2003, 166)

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, 252)



1. Suuri vaikutus – korkea todennäköisyys
2. Pieni vaikutus – alhainen todennäköisyys
3. Pieni vaikutus – korkea todennäköisyys
4. Suuri vaikutus – alhainen todennäköisyys

Kuva 12. Aikaisempaan kokemukseen ja tietoon perustuva riskien kategorisointi. (Morledge & al. 2006, 159)

Riskien vähentäminen ja välttäminen käsittää rakennushankkeissa lähinnä uudelleen suunnittelua tai merkittäviä muutoksia hankkeeseen. Ääritapauksessa riskien välttäminen voi johtaa koko hankkeesta luopumiseen. Riskien hyväksyminen johtaa yleensä hintojen nousemiseen. (Fellows et al. 2002, 253; Flanagan & Norman 1993, 61; Morledge et al. 2006, 167; Kelly et al. 2004, 303)

Lichtenberg (Lichtenberg 2000, 34-36) on tarkastellut epävarmuuksiin liittyvien mahdollisuuksien hyödyntämistä ja riskien hallintaa menetelmän avulla, joka tunnetaan nimellä osittamisperiaate¹⁹. Menetelmä käsittää kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen vaiheen. Kvalitatiivisessa eli laadullisessa vaiheessa muodostetaan avainhenkilöistä analysointiryhmä, jonka ensimmäinen tehtävä on käydä läpi projekti, sen tavoitteet, ominaisuudet, laajuus ja muut ehdot. Lisäksi laadullinen vaihe sisältää epävarmuutta aiheuttavien tekijöiden tunnistamisen. Kvantitatiivisessa eli laskennallisessa vaiheessa luodaan ja määritetään hallinnan perusrakenne, esitetään laskelma käyttäen tilastollisia menetelmiä, tarkennetaan kriittisiä tietoja sekä laaditaan toimintasuunnitelma.

Epävarmuuksien lähteiden tunnistamisesta Lichtenberg on todennut, että usein keskitytään vain riskeihin ja niistä johtuviin negatiivisiin vaikutuksiin. Riskien ja negatiivisten vaikutusten lisäksi tunnistamisen pitää sisältää myös epävarmuudesta johtuvien positiivisten asioiden tunnistamisen, koska hyvät kehitysideat syntyvät usein tulevaisuuden ennakoimisesta. (Lichtenberg 2000, 62)

Lichtenberg (Lichtenberg 2000, 86-94) lähestyy epävarmojen parametrien käsittelyä hierarkiaan perustuvan tekijöiden kuvaamisen ja kolmipistemenetelmän avulla. Hierarkkinen kuvaaminen perustuu ylätasoon tekijöiden osittamisen lähtötietojen kannalta oleellisiin alatasoihin (top-down). Kolmipistemenetelmän lähtökohtana on epävarmojen tekijöiden (numeroiden) pienin, suurin ja todennäköisin arvo sekä näiden perusteella muodostettu keskiarvo. Lukuun liittyvä epävarmuus kuvataan vaihteluvälinä, jonka neliötä kutsutaan prioriteettiluvuksi²⁰. Prioriteettilukujen perusteella tunnistetaan suurimmat epävarmuutta aiheuttavat tekijät, jotka toimivat jatkotarkastelussa epävarmuuden pienentämisen perustana. Osittamisperiaatteen mukaan suurimmat epävarmuutta aiheuttavat tekijät ositetaan pienempiin osatekijöihin, joille määritetään omat prioriteettiluvut. Osittamisprosessi päätetään, kun suurimmat prioriteettiluvut kuuluvat tekijöille, joiden epävarmuutta ei voida pienentää. Osittamisen jälkeen analysointiryhmä päättää epävarmuutta vähentävistä toimenpiteistä niille tekijöille, joiden epävarmuutta ei voi pienentää enää osittamalla.

¹⁹ englanninkielinen termi ”Successive Principle”

²⁰ englanninkielinen termi ”Priority Figure”

4.3 PROSESSIN HALLINTA

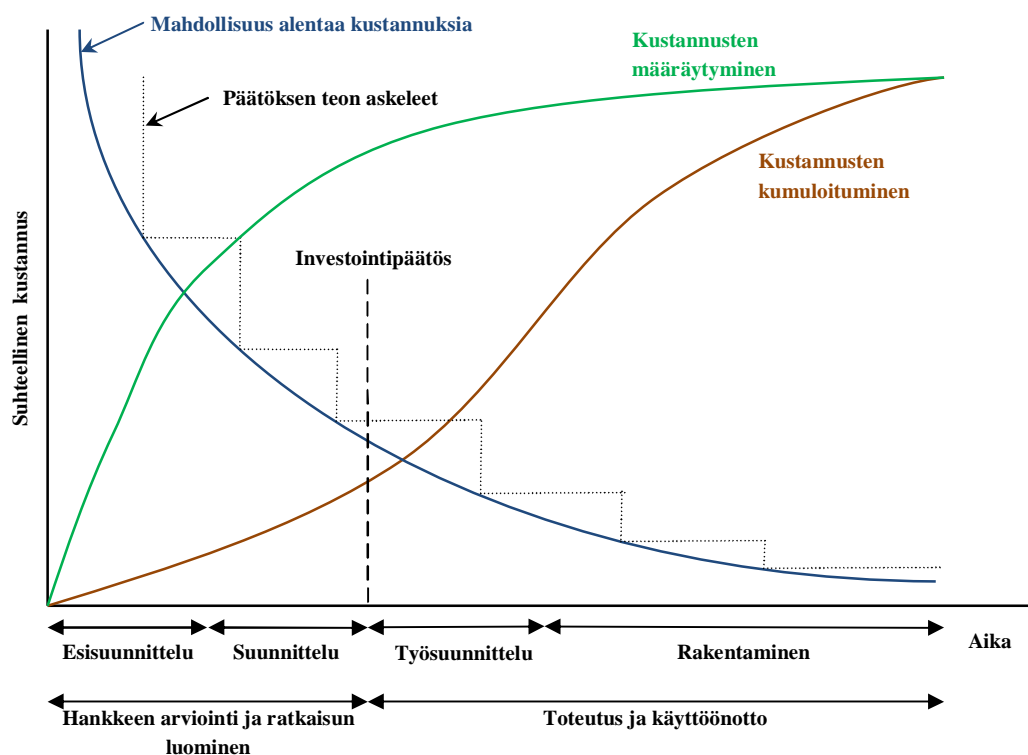
4.3.1 Kustannushallinta, -arviointi ja -ohjaus

Kustannushallinta

Projektin kustannushallinta sisältää kustannusarvioinnin ja –ohjauksen sekä budjetoinnin (PMBok 2004, 157). Projektin kustannushallintaan kuuluu myös kustannusarvion muutoksia aiheuttavien tekijöiden tunnistamisen ja niiden hallinnan. Muutosten hallinta käsittää muutosten kirjaamisen ja muutosten vaikutuspiirissä olevien sidosryhmien tiedottamisen. Kustannushallintaan on olemassa työkaluja ja menetelmiä, joista (PMBok 2004, 171-172):

- 1) Kustannusten muutosten hallintajärjestelmä määrittää kustannusarvion muuttamisen menettelytavat. Järjestelmän sisältö koostuu lomakkeista, dokumentaatiosta, jäljittämisjärjestelmistä ja muutosten hyväksymisen tasoista.
- 2) Toiminnan mittausanalyysi määrittää kustannusvaihteluvälin. Menetelmä on erityisen käyttökelpoinen kustannusten ja resurssien hallintaan.
- 3) Ennustaminen sisältää arvion tai ennusteen laatimisen projektin kustannuksista.
- 4) Projektin toiminnan tarkastelussa verrataan kustannuksia, tehtäviä tai tehtäväkokonaisuuksia budjetin ylityksiin ja alituksiin.
- 5) Projektin hallinnan ohjelmistoilla tarkastellaan usein suunnitellun arvon suhdetta todellisiin kustannuksiin sekä ennustetaan muutosten vaikutusta.
- 6) Vaihtelun hallintamenetelmällä määritetään, kuinka kustannusvaihtelu hallitaan. Usein kustannusten suurempi vaihteluväli sallitaan projektin alussa kuin lopussa.

Kustannushallinnan kannalta on tärkeää, että päätöksiä pystytään tekemään projektin alusta saakka. Investointipäätöstä tehtäessä on otettava huomioon myös muita kuin taloudellisia tekijöitä, kuten mm. strategiat ja päämäärät sekä resurssien saatavuus. Totutusvaiheessa vaikutusmahdollisuudet kokonaiskustannuksiin ovat rajalliset. Suurimmat kustannuksia alentavista päätöksistä voidaan tehdä projektin määrittely ja suunnitteluvaiheissa (kuva 13). (Smith et al. 2006 et al., 80; Smith & Jaggar 2007, 34; Kankainen & Junnonen 2001, 42; Haahtela 1981, 74)

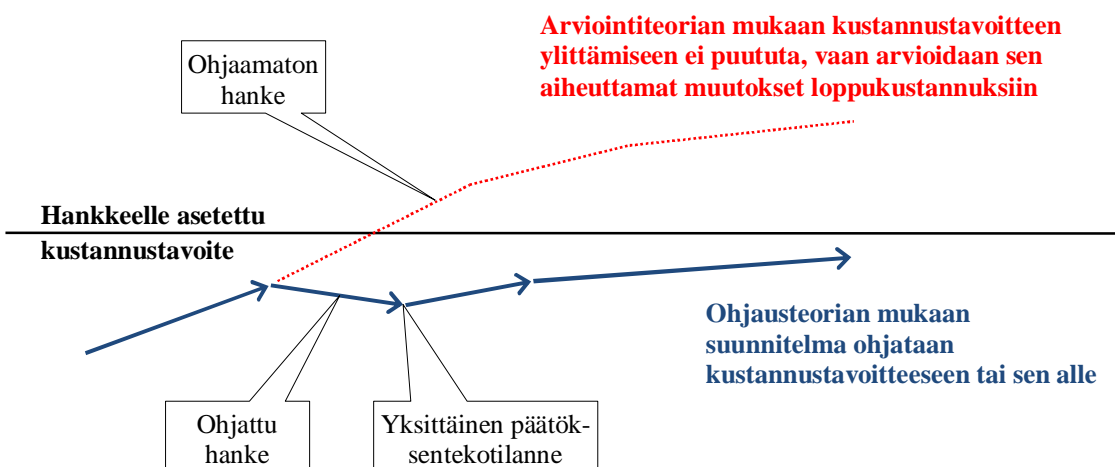


Kuva 13. Vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin ovat suuremmat projektin alussa mitä sen lopussa. Projektin kannalta on oleellista, että päätöksiä tehdään hankkeen alusta saakka (muokattu lähteestä Smith 2006 et al., 80; Kankainen & Junnonen 2001, 42).

Kustannusohjaus

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 hankkeen aikana tehtävillä päätöksillä (kuva 14). Huomattavaa on, että kustannuksia ei ohjata vaan ohjaus kohdistetaan hanketta koskeviin suunnitelmiin. (Haahtela & Kiiras 1980, 21-22; RIL 2006, 14)

Hankkeen alkuvaiheissa kustannusten ennakoinnin ja arvioinnin sijasta tulee käsitellä hankkeen tavoitteiden asettelua, koska tietoisuus hankkeesta on laajuutta lukuun otta-



Kuva 14. Hankkeen ohjausteorian mukaisesti suunnitelmien ohjauksella pyritään hankkeen kustannustavoitteeseen tai sen alle. (vrt. Haahtela & Kiiras 1980, 21; RIL 2006, 15)

matta vähäistä. Tavoitteet kuvataan käyttäjän tulevana toimintaympäristönä²¹, tilaajan hintatavoitteena, hankkeen aikatauluna ja muina ei mitattavina vaatimuksina. (Haahtela 1981, 28; Haahtela & Kiiras 2008, 27)

Rakennushankkeen kustannusohjaus on tavoitejohtamista, jossa talouden hallinnan päämääränä on saavuttaa asetetut tavoitteet kohtuullisilla menoilla. Hankkeen taloudellisuuden hallinta perustuu tavoitteiden määrittämiseen ennen suunnittelua ja rakentamista. Tavoitteet perustuvat hankkeen kannattavuuteen. Tätä asetelmaa tulee lähestyä tavoitejohtamisen keinoilla, jotka ovat tavoitteen asettaminen eli ohjelmointi ja tavoitteiden mukainen suunnitteleminen. Kustannustavoitteen asettamisen lähtökohdaksi käytetään käyttäjän ja tilaajan toiminnallista informaatiota. (Haahtela & Kiiras 2008, 27; Pennanen & Ballard 2008; 591)

Kustannusohjaus kohdistuu hankkeen ohjelmointivaiheessa tilaajiin ja käyttäjiin ja suunnitteluvaiheessa suunnittelijoihin ja suunnitelmiin. Kustannusohjauksen lähtökohdaksi ohjelmointivaiheessa on taloudellisen palautteen antaminen käyttäjien ilmaistaessa toiminnallisia tarpeita. Palautteen avulla käyttäjä sitoutetaan hankkeen tavoitteisiin ja kustannuksiin. (Haahtela & Kiiras 2008, 28)

Kustannustavoitteen asettamiseen liittyy käsitteet sallittu kustannus ja odotettu kustannus²². Sallittu kustannus määrittää sen, mitä tilaaja on valmis maksamaan tuotteesta ja odotettu kustannus määrittää sen, millä kustannuksilla tilaajan toiminnalliset tarpeet

²¹ Talonrakentamisessa toimintaympäristöinä ymmärretään tiloja ja niiden laajuutta ja ominaisuuksia.

²² Sallitulla kustannuksella ymmärretään tässä tutkimuksessa englannin kielistä termiä "Allowable cost" ja odotetulla kustannuksella termiä "Expected cost".

pystytään täyttämään. Odotettu kustannus perustuu hyvään rakentamistapaan ja tavoitteita vastaaviin kustannuksiin. Hanke ei käynnisty, mikäli toiminnallisin perustein määritetty odotettu kustannus ylittää tilaajan maksukyvyyn tai tuotteen arvon käyttäjälle. Tällöin hankkeen tavoitteita muutetaan niin, että hankkeen kustannukset laskevat tai tuotteen arvo kasvaa. Hankkeelle asetetaan kustannustavoite, kun odotettu kustannus on yhtä suuri tai pienempi kuin sallittu kustannus. (Pennanen & Ballard 2008, 592-593; Ballard 2006, 84; Ballard 2007, 6)

Kustannustavoitteen asettaminen vaatii nopeaa palautetta ja tehokkaita työkaluja. Talon rakennusalalla työkaluina on käytetty tietomalleja, tavoitehinta- ja rakennusosa-arviomenettelyjä. Talonrakennushankkeen kustannustietojärjestelmän²³ ohjelmointivaiheessa käytetään tavoitehintamenettelyä ja suunnitteluvaiheessa käytetään rakennusosa-arviomenettelyä. Tavoitehintamenettely kuvaa rakennushankkeen tilaajalle ja käyttäjälle tarkoituksen mukaisella tavalla toimintaympäristönä, joka koostuu tiloista ja niiltä haluttavista ominaisuuksista. Rakennusosa-arvio kuvaa rakennuksen suunnittelijoille tarkoituksen mukaisella tavalla, rakennusosina. (Haahtela & Kiiras 2008, 28)

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

Infrahankkeissa kustannusarviointi on asteittain tarkentuva prosessi, jota tehdään hankkeen kaikissa elinkaaren vaiheissa. Kustannusarviointi on rakenteeltaan hierarkkinen, jonka ylin käsite on hankeosa. Hankeosa koostuu rakennusosista, jotka vastaavasti koostuvat panoksista. Hankkeen kustannusohjaus perustuu hankkeelle hankeosahinnastojen avulla määritettyyn kustannustavoitteeseen. Hankeosahinnastot laaditaan laskennallis-empirisesti²⁴ vastaamaan käypää tarjoushintatasoa ja edustamaan hyvien suunnitteluratkaisujen mukaisia kustannuksia. Hanke- ja rakenneosiin perustuvilla kustannusarvioilla pystytään vertaamaan eri suunnitteluratkaisujen välisiä kustannuseroja. (RIL 2006, 45- 50).

²³ Talonrakennuksen kustannustietojärjestelmän avulla hallitaan hankkeen taloutta. Kustannustietojärjestelmässä yhdistyvät talouden hallintaa koskevat teoria, ajattelutapa, menetelmät ja hintatiedot. (Haahtela & Kiiras, 2008, 13)

²⁴ Laskennallis-empirisessä menetelmässä hankeosien suunnitelmaratkaisujen erot kuvataan laskennallisesti ja hankeosien kustannukset määritetään empiriaan perustuvilla kustannustiedoilla (Montin, Pekka. 2009; Lindholm 1994, 55; Pussinen 1997, 7-8)

Talonrakennuksen kustannustietojärjestelmän lähtökohtana on tilojen, rakennusosien ja yksityisten tuotteiden hankintahinnat. Rakennuksen hintaan vaikuttaa tarjoushintataso ja suunnitteluratkaisujen kalleus. Tarjoushintatasoa ei pidä sekoittaa suunnitteluratkaisujen kalleuden ajalliseen muutokseen, johon vaikuttaa muutokset määräyksissä ja suunnittelukäytännöissä²⁵. Talonrakennushankkeissa suunnitteluratkaisujen kalleuden on todettu nousevan pitkällä aikavälillä noin 2 prosenttia vuodessa. (Haahtela & Kiiras 2008, 14 - 15)

Talonrakennuksen kustannustietojärjestelmään vaikuttavia tietoja testataan empiirisen aineiston perusteella tiloille asetettavien vaatimusten, suunnitelmaratkaisujen kalleuden ja rakentamisen hintatason suhteen. Testeissä havaitut muutokset indeksoidaan ja esitetään indeksipistelukuna. (Haahtela & Kiiras 2008, 16)

4.3.2 Sidosryhmien hallinta

Projektin sidosryhmillä ymmärretään projektiin osallistuvia tahoja, joiden intresseinä on vaikuttaa projektin toteuttamiseen tai lopputulokseen. Sidosryhmät voivat olla joko yksittäisiä henkilöitä tai organisaatioita. Projektin menestyksekkään johtamisen kannalta on oleellista tunnistaa sidosryhmät, määrittää niiden vaatimukset ja odotukset sekä välittää sidosryhmien näkemykset ja odotukset projektin vaatimukseen. (PMBok 2004, 24)

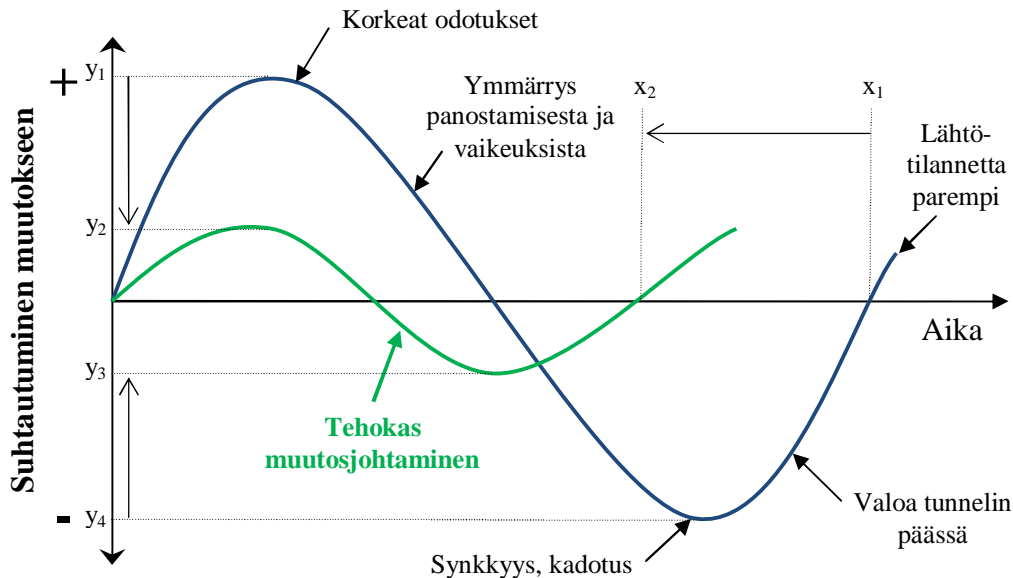
Sidosryhmiin kohdistuvan vuorovaikutuksen tason ja tiedotuskulttuurin on koettu olevan epätydyttävällä tasolla. Ongelman ratkaisemiseksi on tunnistettu vuorovaikutusmenetelmiin ja tiedotuksen toimintatapoihin kohdistuva kehittämistarve. Vuorovaikutuksessa on muistettava, että päätöksenteko ei pohjautu pelkästään rationaaliin perusteisiin. Rationaalisten perusteiden lisäksi vuorovaikutuksessa on otettava huomioon eri henkilöiden arvot ja pyrkimykset. (Tiehallinto 2004, 73-75)

Sidosryhmät voivat joko hyötyä projektista tai sillä voi olla negatiivinen vaikutus sidosryhmän kannalta. Projektissa ei oteta huomioon useasti negatiivisia sidosryhmiä koska ne katsotaan projektin lopputuloksen kannalta riskinä. (PMBok 2004, 25)

²⁵ Talonrakennushankkeissa kalleuden muutosta on kuvattu vuodesta 1998 lähtien Haahtela – tuoteindeksillä.

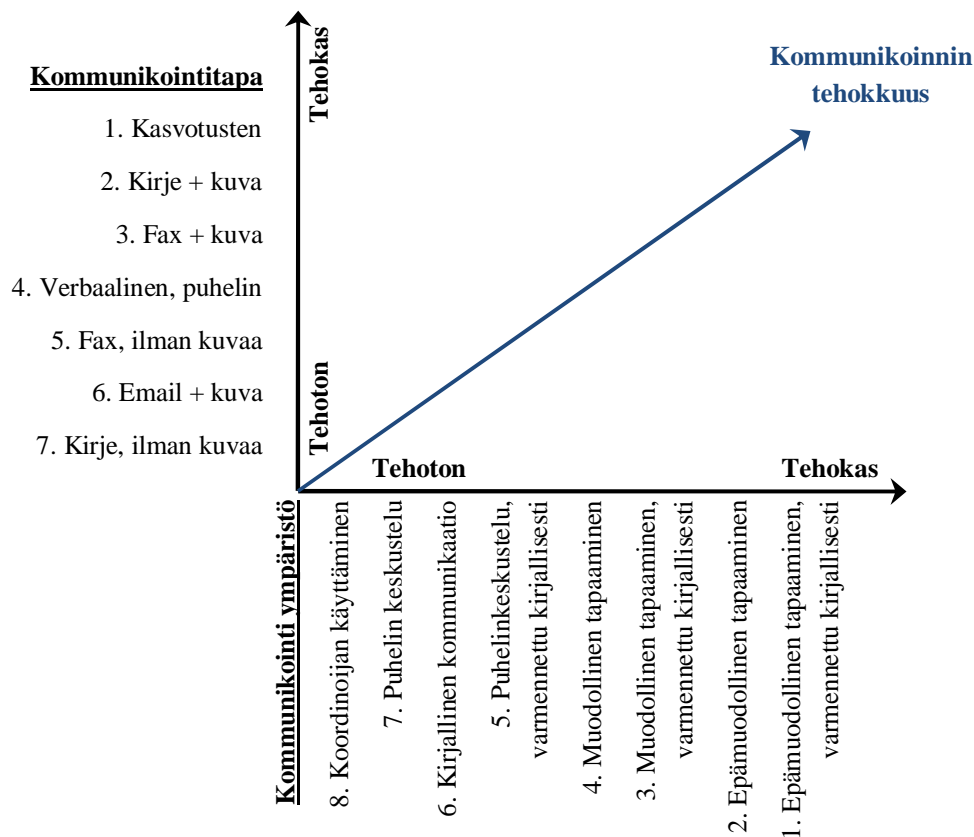
Infrahankkeet aiheuttavat hyvin usein muutoksia hankkeen sidosryhmien ja sidosryhmiin kuuluvien ihmisten ympäristöön ja toimintaan ja ihmiset suhtautuvat muutoksiin vaihtelevasti. Barret ja Baldry (2003, 199-200) esittävät, että muutoksen alussa ihmiset asettavat odotukset liian korkealle muutoksen lopputulosta kohtaan. Kun ihmiset ymmärtävät muutosten aiheuttamat rajoitukset ja ongelmat, seuraa tästä taantumusvaihe, jossa ihmiset tuntevat muutokset negatiivisiksi. Kun ihmiset näkevät ”valoa tunnelin päässä”, muutoksesta tulee positiivinen asia, ja lopputulos koetaan parempana kuin nykyinen tilanne. Muutosjohtamisen tavoitteena on vähentää ihmisten kokemia jyrkkiä suhteutumiseen liittyviä vaihteluita (kuva 15, $y_1 \rightarrow y_2$ ja $y_4 \rightarrow y_3$). Loivemmilla motivaatiovaihteluilla saavutetaan lyhyempi muutoksen hyväksymisaika (kuva 15, $x_2 \rightarrow x_1$).

Aktiivisella projektin sidosryhmähallinnalla saavutetaan suurempi todennäköisyys sille, että projektissa pystytään turvaamaan sidosryhmien etu ja kasvattamaan henkilöiden kykyä työskennellä synergisesti. Osapuolten hallinnassa määritellään käytettävä kommunikointimenetelmä jokaiselle osapuolelle. Yleensä kasvotusten tapahtuva kommunikointi on tehokkain menetelmä. (PMBok 2004, 235)



Kuva 15. Tehokkaan muutosjohtamisen vaikutus ihmisten motivaatioon (muokattu lähteestä Barret & Baldry 2003, 199)

Kommunikointitavan valintaa vaikuttavat kommunikointitilanteen luonne ja kommunikointiin liittyvät osapuolet. Emmittin ja Gorsen (2003, 119 – 127) mukaan tehokkaimpia tapoja kommunikoida on kasvotusten tapahtuva epämuodollinen tapaaminen (kuva 16). Emmitt ja Gorse nostavat esille erityisesti mallien käyttämisen kommunikoimisen apuvälineenä henkilöiden kanssa, joilla ei ole rakentamisen ammattilaisia. Emmitt ja Gorse toteavat myös, että 3D-mallit ovat tehokkaampia kommunikoimisen välineitä mitä 2D-kuvat.



Kuva 16. Kommunikoimisen tehokkuus ympäristön ja tavan suhteessa (vrt. Emmitt & Gorse 2003, 119-120, taulukot 10.1 ja 10.2)

4.3.3 Iteratiivinen hankkeen vaatimusten ja asiakkuuden hallinta

Rakennushankkeen voidaan käsittää olevan luonteeltaan tietopohjainen organisaatio²⁶, koska hankkeeseen liittyvän tiedon määrä on suuri ja sitä käsittelee usea osapuoli. Druckerin (1989, 213-214) mukaan tietopohjainen organisaatio vaatii toimiakseen samalla selkeän, yksinkertaisen ja yhteisen päämäärän. Hänen mukaansa tietopohjaiseen organisaatioon pitää sisällyttää palautejärjestelmä, jolla verrataan keskenään aikaansaatuja tuloksia ja odotuksia. Vertaamisen avulla organisaation osapuolet voivat suorittaa itsearviointia oman toimintansa tulosten vastaavuudesta asetettuihin tavoitteisiin.

Tarkasteltaessa vaatimusten suhdetta tuotannon ohjaukseen on olemassa kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on sisällyttää asiakkaan tarpeet ja toiveet tuotteen vaatimukseen²⁷, jotka ohjaavat tuotteen suunnittelua. Toinen vaihtoehto on asiakkaan suora kommunikointi suunnittelun ja tuotannon kanssa, jolloin suunnittelussa ja tuotannossa tehdyt päätökset ovat asiakkaan kannalta relevantteja. Asiakkaan tarpeiden ja toiveiden huomioon ottaminen on tärkeää, koska menestyksekkään liiketoiminnan taustalta löytyy tyytyväinen asiakas. (Koskela 2000, 77; Karlsson & al. 1998, 540; Drucker 1989, 230-231)

Koskelan (2000, 122-123) esittämän arvon muodostumisen²⁸ kannalta suunnittelun tavoitteena on tuottaa asiakkaalle mahdollisimman suuri arvo. Tällöin korostuvat tarkka vaatimusten analysointi ja hallintamenetelmät sekä nopea suunnitelmien iterointiprosessi. Pennanen ja Ballard (2008, 592-594) esittävät, että rakennusten kustannustavoitteen hallinta kompleksisessä ympäristössä vaatii iteratiivisen projektin määrittämisprosessin²⁹. Pennanen ja Ballardin mukaan Suomessa on käytetty pitkään talonrakennussektorilla tietomallinnusta, jonka avulla kuvataan asiakkaan vaatimuksia sekä kustannuksia joilla vaatimukset pystytään täyttämään. Tietomallin on koettu olevan avainasemassa vaatimusten ja siihen liittyvässä kustannushallinnassa.

Kompleksisen ympäristössä arvon muodostuminen edellyttää, että asiakas ottaa suoraan osaa tuotantoon koskevaan päätöksentekoon. Menettelyllä pystytään hallitsemaan ja vähentämään ympäristön kompleksisuutta. Arvon muodostuminen jakautuu tällöin neljään periaatteeseen, jotka ovat arvoa tuottavien vaatimusten tunnistaminen, vaatimusten siir-

²⁶ Englannin kielinen termi ”Information-based organization”

²⁷ Karlsson et al. (1998) käsittelevät tuotteen vaatimuksia englannin kielisellä termillä ”Specification of the product”.

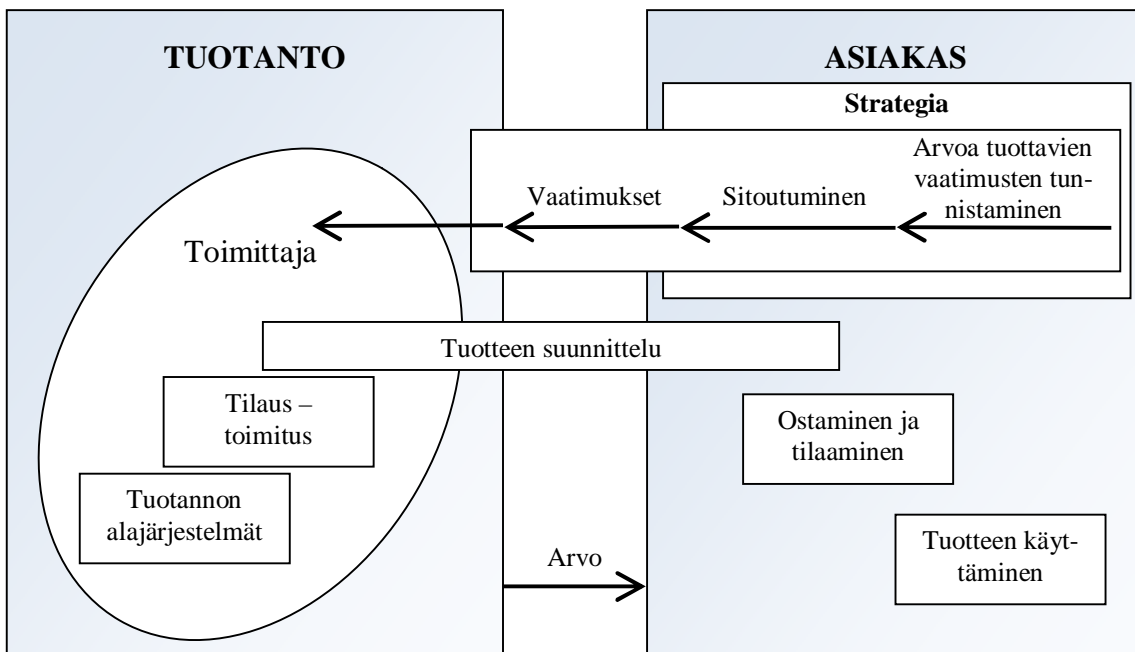
²⁸ Englannin kielen termi ”Value generation concept”.

²⁹ Englannin kielen termi ”Iterative project definition process”.

tyminen suunnitteluun ja tuotantoon, tuotannon alajärjestelmien kykyyn vastata asetettuihin vaatimuksiin sekä arvon mittaaminen (kuva 17). (Pennanen 2004, 34-35)

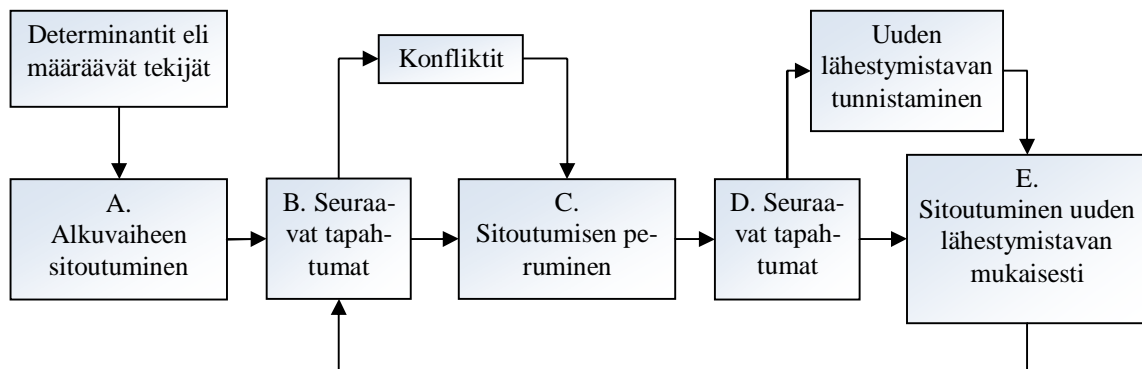
Pennanen (2004, 34) mukaan arvoon tähtäävän tuotannon kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että sidosryhmät sitoutuvat yleisiin arvoihin ja vaatimuksiin. Abrahamsson (2002, 147-148) on tutkinut sitoutumisen merkitystä teollisten ohjelmistoprosessien kehittämisessä. Hänen mukaansa ohjelmistoprosessien kehittämisessä on mahdollisuus aikaansaada nopeita ja mielekkäitä tuloksia, mikäli kehittämisen kustannukset ja hyödyt dominoivat projektin alkuvaiheessa. Abrahamsson toteaa, että tämä johtaa sitoutumisen roolin ja sen sosiaalisten ja psykologisten ajureiden kasvamiseen operatiivisella tasolla.

Kärnän (2004, 73) mukaan rakentamisessa asiakkaan tyytyväisyys perustuu vertaamiseen kolmella osa-alueella. Ensimmäisellä osa-alueella asiakas vertaa rakennuksen laatua odotuksiinsa ja asettamiinsa päämääriinsä. Toisella osa-alueella asiakas vertaa rakentamisprosessin laatua ja rakentamisen aikaisia kokemuksiaan. Kolmannella osa-alueella asiakas vertaa odotuksiaan ja kokemuksiaan rakentamisen aikana.



Kuva 17. Kompleksisen ympäristön arvon muodostumisen pääperiaatteet. Periaatteiden mukaisesti asiakkaalla on mahdollisuus vaikuttaa tuotteen suunnitteluratkaisuun. (vrt. Pennanen 2004, 35)

Newman ja Sabherwal (1996, 43-45) ovat esittäneet dynaamisen sitoutumisprosessin tietojärjestelmiä hyödyntäviin projekteihin. Kokonaisprosessissa on viisi alaproessia, joista kolme on päätöksiä (kuva 18, A-E). Tekemässään tutkimuksessaan Newman ja Sebherwal ovat päätyneet tulokseen, jonka mukaan determinantit³⁰ ovat avainasemassa alkuvaiheen sitoutumisen suhteen. Dynaaminen sitoutumismalli perustuu sitoutumisprosessiin, jossa konfliktit johtavat uuden lähestytävän tunnistamiseen ja siihen sitoutumiseen.



Kuva 18. Dynaaminen sitoutumismalli (vrt. Newman & Sabherwal 1996, 44; Pennanen 2004, 37)

³⁰ Projektia ja rakennetta koskevat determinantit (englanninkieliset termit ”Project determinants” ja ”Structural determinants”).

5 INFRARAKENTAMISEN PROSESSIN RATKAISUMALLI

Luvussa esitetään prosessin ratkaisumalli sekä tarkastellaan sen hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytyksiä Ratkaisumallin arvioinnin tulokset on saavutettu tutkimuksessa workshoppeilla ja testaamalla prosessimallia case -hankkeella. Luku sisältää myös tarkastelun kehitetyn prosessimallin täsmentymisestä ja sijoittumisesta väylähankkeen elinkaareen tuotemallipohjaisessa tiedonhallinnassa.

5.1 RATKAISUMALLIN TAUSTA

Tutkimuksen teemahaastattelujen mukaan infra-alan toimijoiden keskuudessa vallitsee yhtenevä näkemys siitä, että nykyinen väylien rakentamisprosessin hallinta ei ole tyydyttävällä tasolla. Rakentamisprosessin kehittämistarpeet kohdistuivat sekä kokonaisprosessiin että sen osaprosesseihin. Viime vuosien kehityshankkeet koskevat lähinnä osaprosessien kehittämistä tilaajien näkökulmasta ja kokonaisprosessin osalta kehitystä on vienyt eteenpäin tuotemallin käyttöönoton tutkiminen³¹ ja kokonaisprosessin kehittäminen Lean –paradigman³² mukaisesti.

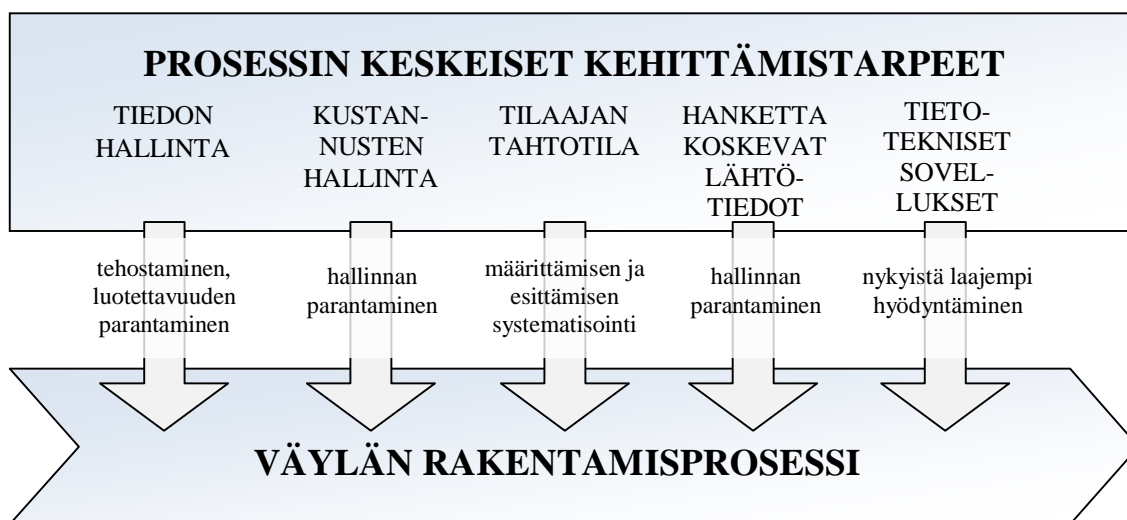
Tutkimuksen teemahaastatteluissa nousi selkeästi esille kehitystarpeet, jotka kohdistuvat (kuva 19):

- tiedonhallinnan tehostamiseen ja sen luotettavuuden parantamiseen
- kustannushallinnan parantamiseen etenkin esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa
- tilaajan tahtotilan määrittämiseen ja esittämiseen suunnittelua ohjaavana tekijänä
- hankekohtaiseen epävarmojen lähtötietojen hallinnan parantamiseen
- nykyisten tietotekniikkaan pohjautuvien työkalujen tehokkaampi hyödyntämiseen.

Tuotemallintaminen edellyttää prosessien kehittämistä. Kokonaisprosessiin ei ole kytetty tietoteknisiä ratkaisuja systemaattisesti, jolloin niiden käyttö on ollut satunnaista ja ohjaamatonta. Tämän tutkimuksen kannalta keskeisimmät osaprosesseja tukevat tietotekniset ratkaisut koskevat kustannushallintaa, massataloussuunnittelua ja väylän suunnittelua mallintamisen avulla.

³¹ Esimerkiksi Infra 2010 – kehityshanke (Infra 2004).

³² Esimerkiksi TUKEFIN –kehittämishanke (TUKEFIN 2009)



Kuva 19. Keskeisten kehittämistarpeiden kohdistumisen osa-alueet väylän rakentamisprosessin näkökulmasta.

Hankkeiden johtamisen ja päätöksenteon osalta tutkimuksessa keskityttiin tarkastelemaan tilaajan hankkeelle asettamien tavoitteiden muodostumisen taustatekijöitä ja niiden esittämistä. Tutkimuksessa tehdyn kirjallisuustarkastelun perusteella voidaan todeta, että kustannushallinnan kannalta hankkeen vaatimusten määrittäminen ja systemaattinen esittäminen on avainasemassa onnistuneen hankkeen läpiviennissä.

Hankkeiden tiedon- ja tietämyksen hallintaa lähestyttiin kirjallisuustarkastelulla, joka rajattiin koskemaan sekä tuotemallipohjaista tiedon että epävarmojen lähtötietojen hallintaa. Tuotetietomallipohjainen tiedonhallinta tarjoaa pohjan tutkimuksessa kehitetyille asteittain täsmentyville väylämallille ja epävarmojen lähtötietojen hallinnalle. Lisäksi se tarjoaa perinteiseen dokumenttipohjaiseen tiedon hallintaan verrattuna systemaattisen lähestymistavan. Kirjallisuustarkastelun perusteella epävarmojen lähtötietojen hallinnan ja riskiteorioiden välillä on havaittavissa analogia, joka kohdistuu riskien ja lähtötietojen tunnistamiseen, arvioimiseen ja hallinnan toimenpiteisiin. Epävarmojen lähtötietojen hallintaa on lähestytty myös Lichtenbergin (2000) esittämän osittamisperiaatteen kautta. Osittamisperiaatteen avulla pystytään hallitsemaan hankeosia, joilla on suuri vaikutus hankkeen epävarmojen lähtötietojen aiheuttamaan kustannusvaihteluun.

Kirjallisuudessa tarkastellaan rakennusprosessin kustannushallintaa pääsääntöisesti valmiiden suunnitelmien avulla tehtyjen kustannusarvioiden laadinnan näkökulmasta. Kustannusohjausteorian mukaan suunnitteluratkaisuihin ja niistä aiheutuviin kustannuksiin vaikutetaan hankkeen alustavien suunnitelmien laatimisesta hoito- ja ylläpitovaiheeseen saakka. Ohjausteorian näkökulmasta rakennussuunnittelu vaatii toiminnallis-

taloudellisen tavoitteen asettamisen. Tässä työssä on tarkastelu tämän toiminnallis-taloudellisen tavoitteen asettamista hankkeen esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa.

Sidosryhmien hallintaa tarkastellaan muutosten hallinnan ja vuorovaikutukseen vaikuttavien tekijöiden kautta. Kirjallisuusaineiston avulla prosessiin haettiin menetelmiä, joilla nopeutetaan suunnitelmien hyväksymistä ja parannetaan vuorovaikutuksessa käytettyä esittämistapaa.

Kehittämislle asetettavat vaatimukset perustuvat tutkimuksen teemahaastattelujen tuloksiin ja kirjallisuustarkasteluun, joiden perusteella uudelle suunnittelun alkuvaiheita koskevalle prosessimallille ja siihen liittyville menetelmille asetetaan seuraavat vaatimukset:

- prosessimallin pitää pystyä toimimaan verkostomaisessa ja tuotemallipohjaisessa tiedonhallinta ympäristössä
- prosessissa pitää pystyä hallitsemaan epävarmat lähtötiedot kustannusriskin näkökulmasta
- hankkeen kustannusohjaus pitää kytkeytyä osaksi prosessia jo esisuunnitteluvaiheessa
- sidosryhmien mielipiteiden huomioon ottaminen suunnittelua ohjaavana tekijänä pitää olla systemaattista
- prosessin pitää pystyä hyödyntämään nykyistä tehokkaammin tietoteknisiä ratkaisuja osana suunnitteluprosessia.

5.2 ESI- JA YLEISSUUNNITTELUVAIHEEN PROSESSI

5.2.1 Prosessikuvaus

Prosessin kehittäminen ja ongelmien ratkaiseminen keskittyy tässä tutkimuksessa erityisesti suunnitteluprosessin hallintaan hankkeen esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa. Prosessin kehittämisen rajaaminen suunnittelun alkuvaiheisiin on perusteltua, koska hankkeen kustannukset määräytyvät suunnittelun alkuvaiheissa tehtävien päätösten perusteella. Tutkimuksessa kehitetty prosessimalli perustuu geometriamallin, hankeohjelman ja massataloussuunnittelun hyödyntämiseen osana prosessia hankkeen kustannushallinnan näkökulmasta.

Prosessi jakautuu seitsemään päävaiheeseen (kuva 20). Prosessin lähtökohtana on väylän rakentamisen tai kehittämistarpeen tunnistaminen, joka esitetään yleensä tarveselvityksen muodossa.

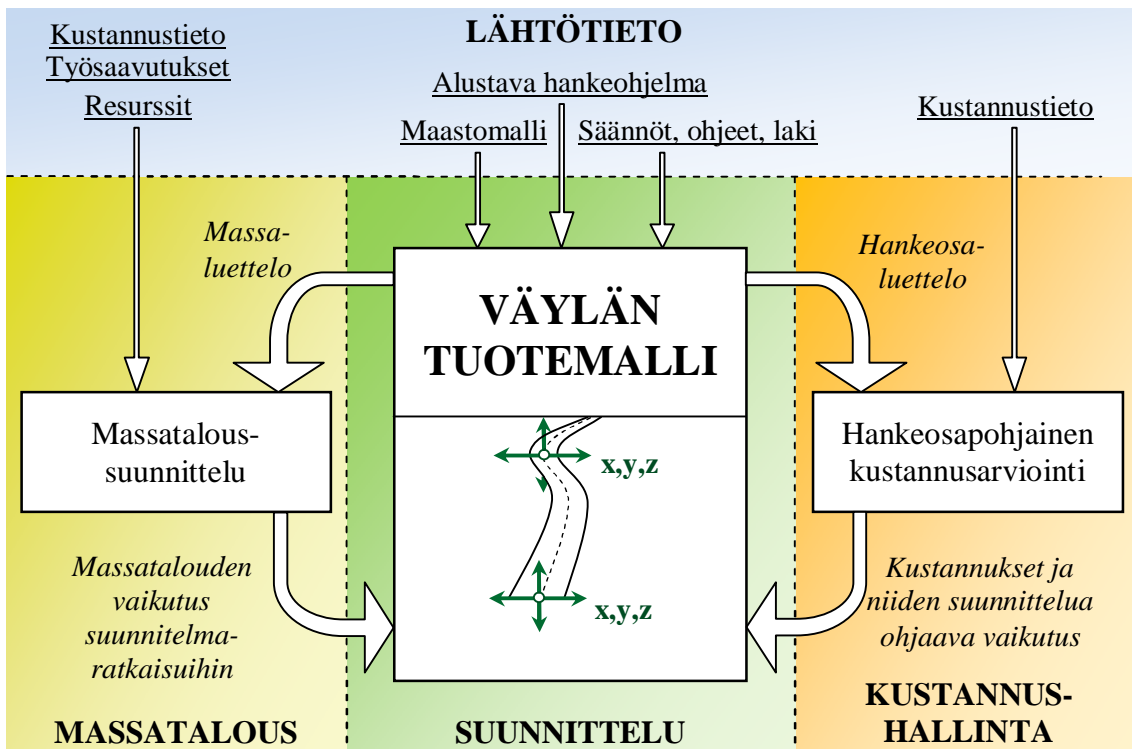
Selvitysten ja muun olemassa olevan aineiston perusteella hankkeelle laaditaan alustava hankeohjelman luonnos L1, joka toimii vaihtoehtojen muodostamisen perustana. Alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 tärkein tehtävä on esittää väylän mitoituksen edellyttämät liikennettä koskevat tiedot ja vaatimukset.

Vaihe	Viite
1. Väylän rakentamisen tai kehittämisen tarpeen toteaminen (tarveselvitys)	
2. Alustavan hankeohjelman laatiminen (luonnos L1)	luku 5.2.3
3. Vaihtoehtojen muodostaminen	
3 a) maastomallin luominen ja vaihtoehtojen määrittäminen maastokäytäviin geometriamallien avulla	luku 5.2.4
3 b) maastoa ja maaperätietoa koskevien tietojen kokoaminen ja siirtäminen malliin	luku 5.2.4
3 c) linjausten ja maaston geometriasta johtuvien perushankeosien määrittäminen geometriamalleihin	luku 5.2.4
3 d) vaihtoehtojen alustava massataloussuunnittelu	luku 5.2.5
3 e) vaihtoehtojen hankeosittelu, kustannuslaskelmien laatiminen ja vaihtoehtojen keskinäisen edullisuuden vertaaminen	luku 5.2.6
3 f) kustannusarvioiden vaihteluvälin eli ala- ja yläraja-arvojen määrittäminen (epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvat kustannusriskit), alustavan hankeohjelman täydentäminen (luonnos L2)	luku 5.2.7
3 g) vaihtoehtoista päättäminen	luku 5.2.8
3 h) <u>valittujen vaihtoehtojen tarkentaminen</u> ; maaperätietojen hankkiminen kriittisistä maastokohdista, geometriamallien ja massataloussuunnitelman tarkentaminen, alustavien kustannusarvioiden laatiminen vaihtoehdoille, alustavan hankeohjelman tarkistaminen ja täydentäminen (luonnos L3)	luku 5.2.8
3 i) parhaiden vaihtoehtojen mallintaminen ja visualisoiminen	
4. Sidosryhmien kuuleminen hankeohjelman ja visualisoitujen mallien avulla	luku 5.2.9
5. Vaihtoehdosta päättäminen	
6. Valitun vaihtoehdon tarkentaminen yleissuunnitelmaksi	
6 a) alustavan hankeohjelman tarkentaminen varsinaiseksi hankeohjelmaksi	
6 b) varsinaisen kustannustavoitteen asettaminen	
6 c) väylän mallintaminen yleissuunnitelmaksi	
7. Yleissuunnitelman esittäminen ja kuuleminen	

Kuva 20. Prosessi koostuu seitsemästä päävaiheesta, jotka voivat hankkeesta riippuen limittyä.

Vaihtoehtojen muodostaminen perustuu geometriamallien sijoittamiseen maastomalliin alustavassa hankeohjelmassa esitettyjen liikennettä koskevien tarpeiden ja ennusteiden mukaisesti. Ennen päätöstä yleissuunnitelman pohjana käytettävästä vaihtoehdosta, kaikki vaihtoehdot esitetään sidosryhmille hankeohjelman ja visualisoitujen mallien avulla. Menetelmällä varmistetaan se, että tehdyillä suunnitteluratkaisuilla pystytään vastaamaan sidosryhmien hankkeelle asettamiin odotuksiin ja tarpeisiin. Valittu vaihtoehto täsmennetään yleissuunnitelmaksi, josta visualisoituja malleja käytetään hyödyksi lakisäätöisessä sidosryhmien kuulemisessa.

Kustannusten muodostumisen ja hallinnan näkökulmasta prosessin keskeisin osa muodostuu vaiheista³³ 3a – 3e, jotka käsittävät väylämallien muodostamisen, olemassa olevien lähtötietojen siirtämisen malliin, perushankeosien määrittämisen, alustavan massataloussuunnittelun ja vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen edullisuusvertailun. Kyseiset vaiheet ovat osa iteratiivista prosessia, jonka tehtävänä on muodostaa rakennuskustannusten kannalta edullisimmat ja vertailukelpoiset vaihtoehtoiset ratkaisut (kuva 21).



Kuva 21. Väylän sijainnin ja geometrian mallintamisessa käytetään hyödyksi hankeosapohjaista kustannusarvioinnin ja massataloussuunnittelun suunnittelua ohjaavaa vaikutusta.

³³ Kuva 20

Vaihtoehtojen muodostamisen yhteydessä määritetään suhteelliset kustannusarviot, joiden tarkoitus on tuoda esille hankkeelle asetetuista tavoitteista johdettujen suunnitteluratkaisujen väliset kustannuserot. Vaihtoehtoilta määritetään alustavat kustannusarviot sen jälkeen, kun lähtötietoja on tarkennettu kustannusten muodostumisen kannalta kriittisistä paikoista.

Epävarmojen lähtötietojen hallinnan kannalta avainasemassa prosessin on vaihe, jossa määritetään vaihtoehtojen kustannusvaihteluvälit eli kustannusarvioiden ala- ja ylärajat. Vaihteluvälin tehtävä on toimia päätöksenteon tukena sekä ohjata lähtötietojen hankintaa kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiin paikkoihin.

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen muita osa-alueita³⁴ ei käsitelty tässä tutkimuksessa, koska tutkimuksen tavoitteena oli kustannushallinnan kehittäminen. Kehitetyn prosessimallin johtoajatuksena on kustannusarvion taso, joka vastaa prosessin vaihetta ja sen lähtötiedontasoa.

5.2.2 Prosessimallin workshop – arvioinnin tulokset

Prosessimallia ja siihen liittyvien menetelmien hyväksyttävyyttä ja käyttöönoton edellytyksiä arvioitiin alan toimijoiden keskuudessa workshoppien ja kyselytutkimuksen avulla.

Kehitetyn prosessimallin vahvuudeksi workshopissa koettiin sen selkeä ja systemaattinen etenemistapa. Vahvuutena pidettiin myös kustannusten arvioinnin, hallinnan ja ohjauksen parempaa lähestymistapaa nykytilanteeseen verrattuna.

Keskeiseksi mahdollisuudeksi workshopissa koettiin prosessimallin potentiaali nopeuttaa suunnitteluprosessia nykyisestä, kun rutiinimaisia toimintoja voidaan automatisoida. Linjavaihtoehtojen määrittäminen ja käsittely uusia suunnittelu- ja mallinnusohjelmia käyttäen säästää suunnitteluresursseja ja aikaa saa säästöjä suunnittelukustannuksissa. Kokonaisprosessin osalta workshoppien osallistujat kokivat, että prosessimallin avulla voidaan saavuttaa nykyistä tehokkaampi ja nopeampi suunnittelun läpivientiaika. Kuitenkin prosessiin liittyvä suunnitelmien julkinen kuulemismenettely ja siihen liittävät valitukset voivat pienentää prosessimallista saatavaa hyötyä oleellisesti.

Suunnittelun osalta prosessin vahvuudeksi koettiin suunnitelmien tarkkuustason vastaaminen suunnitteluvaihetta. Mallin avulla voidaan välttää viemästä suunnittelua liian

³⁴ Esimerkiksi hankintamenettelyjä ja laadunhallintaa.

pitkälle suunnitteluvaiheeseen nähden, jolloin säästytään tarpeettomilta lähtötietojen tarkentamiselta.

Workshopeissa koettiin mahdollisuudeksi se, että esitetyn prosessimallin avulla saavutetaan väylän vaihtoehtojen suhteen paremmat ratkaisut. Ratkaisut perustuvat suunnittelua ohjaavien vaatimusten ja reunaehtojen nykyistä parempaan esittämiseen, jolloin pystytään takamaan suunnitteluratkaisujen tarkoituksenmukaisuus.

Workshopeissa tunnistettiin, että tietotekniikan hyödyntäminen rutiininomaisissa suunnittelutehtävissä vapauttaa suunnitteluresursseja sen luovalle osalle, jolloin suunnittelijalla on mahdollisuus keskittyä ammattitaitonsa mukaisiin tehtäviin. Alan toimijat totesivat myös, että mallissa korostuu paremmin alkuvaiheen suunnittelun tärkeys ja merkitys nykyiseen suunnitteluprosessiin verrattuna.

Prosessimalli perustuu tuotemallipohjaiseen ajatteluun, jolla parannetaan prosessin tietojen hallintaa. Workshopeissa tunnistettiin kaksi oleellista parannusta tietojen hallinnan kannalta. Prosessimallin ja tuotemallin avulla voidaan saavuttaa tilanne, jossa tieto tallentuu asianmukaisesti ja säilyy nykyistä paremmin. Toisena merkittävänä asiana tiedon hallinnan osalta workshopeissa nähtiin tiedon systemaattinen asteittainen tarkentuminen ja sen hallinta. Workshoppien osallistujien näkemys tiedon asteittaisesta täsmentymisestä vastaa hyvin tutkimuksen tavoitteita kehittää hankkeen epävarmojen lähtötietojen hallintaa asteittain täsmentyväksi.

Workshopeissa prosessimallin vahvuudeksi koettiin sen soveltuvuus uusien tietokoneohjelmien käyttöönotolle osaksi suunnitteluprosessia, koska prosessimalli tarjoaa ohjelmille toimintaympäristön ja säännöt. Toisaalta workshopeissa tunnistettiin uhka, että ohjelmien käyttöönotto voi vaatia muutoksia tutkimuksessa esitettyyn prosessimalliin.

Mahdollisuudeksi koettiin, että prosessimalli selkeyttää toimijoiden tehtäviä ja vastuita. Malli myös helpottaa toimijoiden yhteistoimintaan, kun prosessimalli luo raamit yhteistoiminnan perusteille. Toisaalta uhaksi tunnistettiin sopimustekniikka. Prosessimallin käyttöönotto vaatii osapuolten välisten sopimusten kehittämistä tiedonkulun, tiedon omistusoikeuden ja vastuuden osalta.

Prosessimalliin liittyy monia muita tehtäviä, joita ei ole käsitelty prosessimallin yhteydessä. Mikäli prosessimallia ei rajata koskemaan nimenomaan taloudellista näkökulmaa, antaa malli liian yksinkertaisen kuvan suunnitteluprosessista. Tilaajien edustajat totesivat, että päätösvaiheita on huomattavasti enemmän, mitä prosessissa on esitetty. He toivat myös esille, että vuorovaikutusta sidosryhmien kanssa on huomattavasti

enemmän kuin prosessimallissa on esitetty ja esitetty malli sisältää vain sidosryhmätyöskentelyn peruseriaatteen.

Prosessimallin uhaksi tunnistettiin se, että prosessista tulee liian mekaaninen, eikä sillä pystytä vastaamaan infrahankkeiden erityispiirteisiin. Pelkkien rakentamisen kustannusten lisäksi edullisuutta verrattaessa pitää ottaa huomioon myös väylän omistajille aiheutuvia hoito- ja ylläpitokustannuksia sekä päästöistä ja turvallisuudesta aiheutuvia kustannuksia. Lisäksi uhaksi koettiin myös, että päätöksiä tehdään liian vähäisillä lähtötiedoilla.

Tutkimuksessa esitetyn prosessimallin käyttöönoton kannalta keskeiseksi haasteeksi tunnistettiin prosessimallin kytkeytyminen maankäyttöön ja kaavoitukseen. Käyttöönoton uhaksi nähtiin myös se, että muutos on liian suuri nykyiseen ja uuden oppimisen määrä vaatii alan toimijoilta suurta panostusta. Tarveselvityksen, alustavan hankeohjelman ja vaihtoehtojen määrittäminen katsottiin olevan keskeisiä tekijöitä, joita on syytä tarkastella tarkemmin ennen prosessimallin käyttöönottoa. Mallia pitää kehittää ennen käyttöön ottoa kustannusten kannalta suuntaan, jossa otetaan huomioon myös melun ja tärinän torjuntakustannukset sekä kiinteistöjen lunastuskustannukset osana vaihtoehtojen edullisuusvertailua.

5.2.3 Alustavan hankeohjelman laatiminen ja tarkentuminen

Väylän rakentaminen ja kehittäminen perustuu tarpeeseen, joka esitetään usein tarveselvityksen muodossa. Tarveselvityksen ja muun käytettävissä olevan aineiston pohjalta laaditaan alustava hankeohjelman ensimmäinen luonnos L1 (kuva 22). Alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 keskeisin tehtävä on esittää hankkeen tarpeeseen perustuva laajuus, mitoistustekijät ja laatuvaatimukset. Keskeisimmät kysymykset joihin alustavan hankeohjelma vastaa, ovat:

- Missä hanke sijaitsee?
- Mikä on hankkeen laajuus?
- Mitkä ovat mitoittavat parametrit?
- Mitkä ovat hankkeen reunaehdot?
- Mikä on suunnitteluratkaisujen laatutaso?

Hankkeen sijainti esitetään karkealla tasolla, käyttäen apuna maastokarttapohjaa, jossa esitetään väylän päätepiisteet ja alueelliset rajoitukset kuten suojelalueet.

Hankkeen laajuus ja mitoittavat tekijät ovat hankeohjelman yksi tärkeimmistä kohdista. Vaihtoehtojen muodostamisen kannalta on oleellista tuoda esille väylän ennustettu lii-

- hankkeelle asetetut tavoitteet, hankkeen päämäärä ja sisältö
- laajuus, (tie)luokka, toimivuusvaatimukset (karkealla tasolla)
- suunnittelualue; alueellinen sijainti ja alueelliset pakkopisteet
- suunnittelutilanne
- nykyiset väylät
- liikenne; liikennevirrat nykytila ja ennuste
- aluerakenne ja maankäyttö; nykyinen aluerakenne, kaavoitustilanne, kehitysnäkymät
- ympäristön kokonaiskuva ja kuormitustekijät
- kehittämistarpeet
- tutkitut vaihtoehdot
- vaikutustarkastelut
- liikenneturvallisuudelle asetetut vaatimukset
- perustieto olosuhteista (karttapohja tarkkuustaso)

Kuva 22. Alustavan hankeohjelman (L1) laatimiseen tarvittava keskeisin syötetieto.

kennemäärä, nopeusluokka ja ratakannkeessa junien pituudet ja akselipainot. Kyseisillä tekijöillä on merkittävä vaikutus väylän geometriaan ja väylän välityskykyyn vaikuttavien perussuunnitteluratkaisujen muodostamiseen. Perussuunnitteluratkaisuilla tässä yhteydessä tarkoitetaan kaistojen tai kiskoparien määrää sekä niiden geometriaa.

Alustavassa hankeohjelmassa esitettäviin reunaehtoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Reunaehdoilla sidotaan useissa tapauksissa suunnitteluratkaisuja tarpeettomasti, jolloin innovatiivisten ratkaisujen mukanaan tuomat kustannussäästöt menetetään. Reunaehtoihin luetaan myös väylän sijainnin pakkopisteet, kuten esimerkiksi sijoittuminen tietyn taajaman läheisyyteen sekä liian aikaisin yksilöidyt tekniset ratkaisut³⁵.

Alustavan hankeohjelman muutokset, siihen vaikuttavat lähtötiedot ja päätökset on voitava jäljittää. Hankeohjelman muutoksen kirjaus sisältää muutoksen sisällön, päivityksen tekijän ja ajankohdan. Muutokset alustavassa hankeohjelmassa edellyttävät myös hyväksymispäätöksen, joka kirjataan osaksi hankeohjelmaa.

Alustava hankeohjelma täsmentyy asteittain suunnittelun edetessä ja lähtötietojen tarkentuessa (kuva 23). Ensimmäisessä alustavan hankeohjelman luonnoksessa L1 esitetään vaihtoehtojen muodostamisen kannalta oleelliset tekijät.

Alustava hankeohjelma täsmentyy vaihtoehtojen muodostamisen ja alustavan massatuloosuunnittelun yhteydessä. Tällöin muodostuu alustavan hankeohjelman luonnos L2,

³⁵ Teknisillä ratkaisuilla ymmärretään esimerkiksi melun torjuntaa koskevia ratkaisuja.

Hankeohjelman vaihe	Keskeisin sisältö kustannushallinnan näkökulmasta (tietojen täsmentyminen)
Alustava hankeohjelma, luonnos L1	Vaatimukset, laajuus, mitoittavat tekijät, reunaehdot ja laatutaso
Alustava hankeohjelma, luonnos L2	Väylävaihtoehtojen vertailukelpoiset kustannuslaskelmat ja kustannusten ala- ja yläraja-arvot
Alustava hankeohjelma, luonnos L3	Vaihtoehtojen alustavat kustannusarviot (kustannusten kannalta kriittisiä lähtötietoja on tarkennettu).
Hankeohjelma	Valitun vaihtoehdon varsinaisen kustannustavoitteen määrittäminen (varsinainen hankeohjelma laaditaan yleissuunnittelun yhteydessä)

Kuva 23. Hankeohjelman sisällön täsmentyminen hankkeen kustannushallinnan näkökulmasta esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa.

jossa esitetään muodostettujen vaihtoehtojen perushankeosat ja niiden vertailukelpoiset kustannukset sekä kustannusarvion vaihteluväli.

Alustavan hankeohjelman luonnos L3 laaditaan vaihtoehtojen tarkentamisen yhteydessä. Alustavan hankeohjelman luonnoksen L3 tarkkuus kustannusten osalta on suurempi kuin edellisen luonnosvaiheen L2, koska lähtötietoja on tarkennettu kustannusten muodostumisen kannalta kriittisimmistä paikoista.

Alustava hankeohjelma L3 tarkentuu varsinaiseksi hankeohjelmaksi yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä. Varsinainen hankeohjelman laatimisen yhteydessä kustannusarvion avulla muodostetaan hankkeen kustannustavoite.

Väylähankkeen esi- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannusohjaus perustuu iteratiiviseen prosessiin, jossa tarkastellaan tilaaja ja sidosryhmälähtöisiä vaatimuksia³⁶ sekä sallittua odotettua kustannusta³⁷. Sallitut kustannukset määrittävät sen, mitä hanke saa maksaa. Odotetut kustannukset kertovat sen, mitä hanke maksaa käytettäessä tavanomaisia suunnitteluratkaisuja. Vaatimusten perusteella hankkeelle laaditaan hankeosalaskentamenetelmällä odotetut kustannukset, jota verrataan sallittuun kustannukseen. Mikäli odotetut kustannukset ylittävät sallitut kustannukset, hanke ei käynnisty. Jotta odotetut ja sallitut kustannukset saadaan kohtaamaan, vaatimuksiin on tehtävä muutoksia tai vastaavasti väylän arvoa on nostettava. Vaatimusten muuttaminen ja arvon nostaminen on osa iteratiivista prosessia, jolla hallitaan tilaajan ja sidosryhmien tahtotilaa.

³⁶ Väylähankkeissa vaatimukseen kuuluu erityisesti toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset.

³⁷ Vastaa englannin kielen termejä ”Allowable cost” ja ”Expected cost”. (Pennanen & Ballard 2008, 592)

Kustannusohjauksen kannalta iteratiivinen prosessi jatkuu niin pitkään, että odotetut kustannukset joko kohtaavat tai alittavat sallitut kustannukset. Mikäli sallittuja kustannuksia muutetaan, hankkeelle on tehtävä uusi liikenne- tai liiketaloudellinen kannattavuustarkastelu. Iteratiivisen prosessin tuloksena syntyvät hanketta koskevat vaatimukset ja kustannustavoite. Kustannustavoitetta suunnittelijat eivät saa ylittää ja suunnitteluratkaisujen tulee olla asetettujen vaatimusten mukaiset.

Iteratiivinen kustannusohjausprosessi sisältää palautejärjestelmän, jolla verrataan keskenään hankkeelle asetettuja tavoitteita ja saavutettuja tuloksia. Palautejärjestelmä on osa väylän tuotemallia, joka mahdollistaa nopean ja tehokkaan palautteen saamisen ja hankkeen ohjaamiseen.

Menetelmän avulla luodaan jo hankkeen alkuvaiheessa toiminnallis-taloudellinen tavoite, joka on hankkeen kustannusohjauksen ja rakennesuunnittelun kannalta välttämätön. Samalla menetelmä on läpinäkyvä prosessi, jolla tilaaja ja sidosryhmät pystytään sitouttamaan jo hankkeen alkuvaiheessa hankkeen vaatimuksiin ja kustannustavoitteeseen.

5.2.4 Geometriamallien ja perushankeosien määrittäminen maastomalliin

Väylän mallintamisen ensimmäinen vaihe on vaihtoehtoisten linjavaihtoehtojen määrittäminen maastomalliin geometriamallien avulla. Vaihtoehtojen muodostaminen koostuu neljästä peruselementistä, jotka ovat:

1. alustavan hankeohjelman suunnittelua ohjaava vaikutus
2. maastomallin luominen (mikäli ei ole olemassa)
3. maasto- ja maaperätietojen kokoaminen ja siirtäminen malliin
4. geometriamallien ja perushankeosien sijoittaminen maastomalliin

Väylän vaihtoehtojen muodostaminen ja perushankeosien määrittäminen maastomalliin perustuu alustavassa hankeohjelmassa L1 esitettyihin parametreihin, vaatimuksiin ja

- alustavan hankeohjelman sisältö, erityisesti:
 - o tavoitteet, erityisesti laajuudesta ja toimivuusvaatimuksista
 - o suunnittelualue
 - o nykyiset väylät
 - o liikenne liikennevirrat nykytila ja ennuste
 - o aluerakenne ja maankäyttö
- kartta-aineistotasoinen ympäristö- ja maastotieto (karkea taso)
- hankeosien mitoitustieto (mikäli on saatavilla)
- väylän geometriaan ja sijaintiin vaikuttavat säännöt, ohjeet ja lait

Kuva 24. Väylän linjausvaihtoehtojen sekä perushankeosien määrittämisen keskeisin syötetieto.

reunaehtoihin (kuva 24). Mikäli hankkeelle on olemassa yksi vaihtoehtoinen ratkaisu, siitä laaditaan geometriamalli. Mallien muodostamista ohjaavat oleellisesti geometriaan vaikuttavat tekijät, kuten maastonmuoto ja väylälle asetetut vaatimukset. Väylälle asetuista vaatimuksista korostuu väylän nopeusluokka ja liikennemääräennuste, koska väylän geometria on sääntöohjattu nopeusluokan suhteen ja perushankeosien määrittäminen on yhteydessä liikennemäärään.

Vaihtoehtojen geometriamallit muodostetaan maastomalliin. Maastomallin lähtökohtana on ympäristö- ja maastotieto, joka esittää suunnittelualueen topografian ja maanpinnan laadun. Maanpinnan laadun esittäminen vastaa metsien, pehmeikköalueiden, peltojen, asuinalueiden ja vesistöjen esittämisen tarkkuustasoa. Maastomallin laatimisen yhteydessä geometriamalleihin kootaan olemassa oleva tieto maastosta ja maaperästä. Olemassa olevaa tietoa tällöin ovat aikaisemmin tehdyt pohjatutkimukset sekä maaperäkartat.

Väylän vaihtoehtoiset linjaukset muodostetaan maastomalliin geometriamalleilla, joiden muodostamista ohjaa alustavan hankeohjelman sisältö, säännöt, ohjeet, lait, ympäristö ja maasto. Linjavaihtoehtojen luomisen yhteydessä määritetään vaihtoehtojen perushankeosat. Perushankeosien muodostamisen apuna käytetään olemassa olevaa hankeosatasoista kustannustietoa.

5.2.5 Alustava massataloussuunnittelu suunnittelua ohjaavana tekijänä

Tutkimuksessa kehitetyn prosessimallin lähtökohtana on massataloussuunnittelun liittäminen osaksi väylän linjauksen ja perushankeosien määrittämistä suunnittelua ohjaavana tekijänä. Massatalouden liittäminen osaksi esisuunnitteluprosessia on perusteltua, koska useissa tapauksissa väylähankkeiden kustannuksiin vaikuttaa oleellisesti massatalousratkaisut. Massataloussuunnittelun keskeisin syötetieto saadaan väylän tuotemallista (kuva 25).

Massataloussuunnittelun avulla ohjataan suunnitteluratkaisuja ja sitä kautta saavutetaan

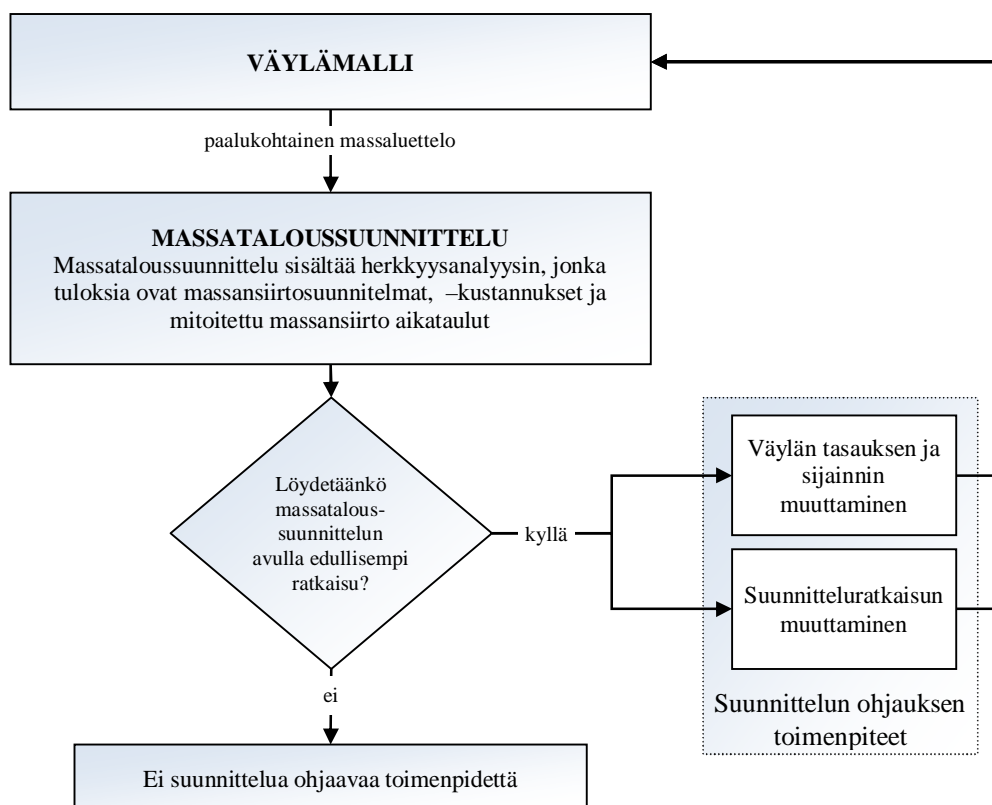
- likimääräinen tieto leikkaus- ja täyttömäärästä, sijainti
- olemassa olevat maasto- ja maaperätiedot, erityisesti leikkauksista syntyvien massojen laatu
- yleisen liikenteen vaikutus, mikäli parannetaan nykyistä väylää
- nykyinen ja tuleva maankäyttö, mahdolliset sorakuopat, läjitysalueet jne.

Kuva 25. Alustavan massataloussuunnittelun keskeisin syötetieto.

hankkeen kannalta kustannussäästöjä. Suunnittelunohjaustoimenpiteitä ovat väylän tasauksen ja linjauksen sekä suunnitteluratkaisujen muuttaminen, joilla vaikutetaan merkittävästi massojen määrän syntymiseen, tarpeeseen ja sijaintiin (kuva 26). Suunnitteluohjauksen lisäksi massataloussuunnittelun tuloksena syntyy materiaalien käyttösuunnitelma ja siihen liittyvät alustava massojen siirtosuunnitelma ja mitoitettu massansiirtoaikataulu.

Suunnitteluratkaisujen ohjaamisen lisäksi alustavan massataloussuunnitelman avulla saavutetaan perusteltu kustannusarvio, jolloin rakennuskustannusten määräytymisessä on otettu huomioon massojen siirron vaikutus sekä massoja hyödyntävät tai korvaavat suunnitteluratkaisut. Esisuunnitteluvaiheen massatalouden kustannusarvio palvelee erityisesti vaihtoehtojen keskinäisen edullisuuden vertaamista.

Oleellisena osana alustavaa massataloussuunnittelua on tehtyjen ratkaisujen perusteluiden ja laskentaparametrien luotettava tallentaminen. Hankkeen edetessä massataloussuunnitelmaa päivitetään vastaamaan hankkeen sen hetkistä vaatimuksia ja lähtötietojen tarkkuustasoa.



Kuva 26. Massataloussuunnittelulla pystytään ohjaamaan suunnittelua. Massataloussuunnittelun herkkyysanalyysissä käytetään hyödyksi tietotekniikkaa, jolloin vaihtoehtotarkastelujen tekeminen on tehokasta.

Alustava massataloussuunnitelma toimii prosessin seuraavissa vaiheissa pohjana massataloussuunnitelman tarkentamiselle, varsinaisen massataloussuunnitelman laatimiselle ja lähtötietojen hankkimisen ohjaamiselle kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiin paikkoihin.

5.2.6 Vaihtoehtojen keskinäinen vertaaminen kustannusten näkökulmasta hankeosalaskentamenetelmällä

Väyliä vaihtoehtovertailujen keskeisimmät tekijät muodostuvat väylästä aiheutuvien hyötyjen ja haittojen suhteesta investointikustannuksiin ja korkoihin. Tässä tutkimuksessa on keskitytty tarkastelemaan erityisesti investointikustannusten muodostumista ja tietotekniikkaa hyödyntävää hallintaa, koska tutkimuksen teemahaastattelujen tehtyjen havaintojen perusteella tietotekniikkaa ei hyödynnetä nykyisessä prosessissa riittävästi. Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannushallinta jakautuu kahteen osa-alueeseen. Ensimmäinen osa-alue sisältää standardihintoihin perustuvan vertailukelpoisten kustannuslaskelmien laatimisen. Toisessa osa-alueessa³⁸ vertailukelpoisen kustannuslaskelman lisäksi muodostetaan vaihtoehtojen kustannusvaihtelun rajat, joissa on otettu huomioon epävarmojen lähtötietojen vaikutus kustannuksiin. Lisäksi toinen osa-alue sisältää päätökset kustannusvaihtelun pienentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä.

Vertailukelpoiset kustannuslaskelmat muodostetaan hankeosalaskentamenetelmällä vaihtoehtojen määrittämisen yhteydessä. Kustannuslaskelmat ovat suhteellisia, ja niiden tehtävänä on vaihtoehtojen keskinäinen kustannusvertailu absoluuttisen kustannusarvion esittämisen sijasta.

Kustannusarvioinnin näkökulmasta väylän ratkaisuvaihtoehdon hankeosittelu koostuu välttämättömistä ja harkinnanvaraisista hankeosista. Välttämättömät hankeosat sisältävät väylän kannalta oleelliset hankeosat, joilla taataan väylän toiminnan perusta. Tällaisia hankeosia ovat itse väylä, sillat, tunnelit ja välttämättömimmät liittymät. Harkinnanvaraiset hankeosat perustuvat tilaajan tarpeeseen, joiden poisjättäminen tai myöhemmin toteuttaminen ei vaikuta oleellisesti väylän käyttöön. Harkinnanvaraisia hankeosia ovat esimerkiksi levähdysalueet, kevyenliikenteen väylät ja ympäristöaideteokset. Välttämättömien ja harkinnanvaraisten hankeosien sekä niiden laatutasokuvausten perusteella väylän vaihtoehdosta määritetään standardihintoihin perustuva kustannusarvio. Kustannusarviossa eritellään sekä välttämättömien että harkinnanvaraisten hankeosien kustannukset (kuva 27).

³⁸ Käsitelty tarkemmin luvussa 5.2.7 ”Hankkeen epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvan kustannusvaihteluvälin määrittäminen ja hallinta”

Väylän tuotemalli		
Kustannuslaskelma (standardihinta)	<p><u>Välttämättömät hankeosat:</u></p> <p>HO₁: Väylä €</p> <p>HO₂: Tunneli €</p> <p>HO₃: Silta €</p> <p>HO₄: Eritasoliittymä €</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Yhteensä €</p>	<p><u>Harkinnanvaraiset hankeosat:</u></p> <p>HO₅: Eritasoliittymä €</p> <p>HO₆: Levähdysalue €</p> <p>HO₇: Kevyenliik.väylä €</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Yhteensä €</p>

Kuva 27. Esimerkki väylän vaihtoehdolle muodostettavasta standardihintaan perustuvasta vertailukelpoisesta kustannuslaskelmasta. Sekä välttämättömien että harkinnanvaraisen hankeosien laatu- ja tuotevaatimukset kuvataan hankeohjelmassa.

Alustavassa hankeohjelmassa esitetään välttämättömien ja jo tiedossa olevien harkinnanvaraisten hankeosien laatu- ja tuotevaatimukset. Kuvaamisella varmistetaan tilaajan tahtotilan toteutuminen ja pienennetään riskiä kustannusarvion nousemisesta hankkeen myöhemmissä vaiheissa lisä- ja muutostöiden muodossa.

Vaihtoehtojen kustannuslaskelmilla on suunnittelua ohjaava vaikutus. Väylämallin suunnittelu ratkaisujen kustannuksia tarkastellaan hankeosalaskennan avulla, jolloin esimerkiksi kallioiden osalta pystytään tarkastelemaan standardihintoihin perustuvia kustannuksia avoleikkauksen ja tunneliratkaisun välillä.

Alustavan hankeohjelman luonnosta L1 täydennetään vaihtoehtojen suhteellisilla kustannusarvioilla ja kustannusarvion perusteilla. Täydentämisen yhteydessä alustava hankeohjelma täsmenyy luonnos L2:seksi.

5.2.7 Hankkeen epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvan kustannusvaihteluvälän määrittäminen ja hallinta

Tutkimuksessa lähestyttiin väylähankkeen epävarmojen lähtötietojen kustannushallinnan näkökulmasta. Tutkimuksessa esitetty lähtötietojen hallintamenetelmä koskee koko väylän elinkaarta, ja sitä voidaan hyödyntää hankkeissa myös esi- ja yleissuunnittelun jälkeisissä vaiheissa. Pääpaino on kuitenkin suunnitteluvaiheen lähtötiedoissa, koska val-

taosa väylän kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä määräytyy juuri suunnitteluvaiheessa tehdyistä päätöksistä.

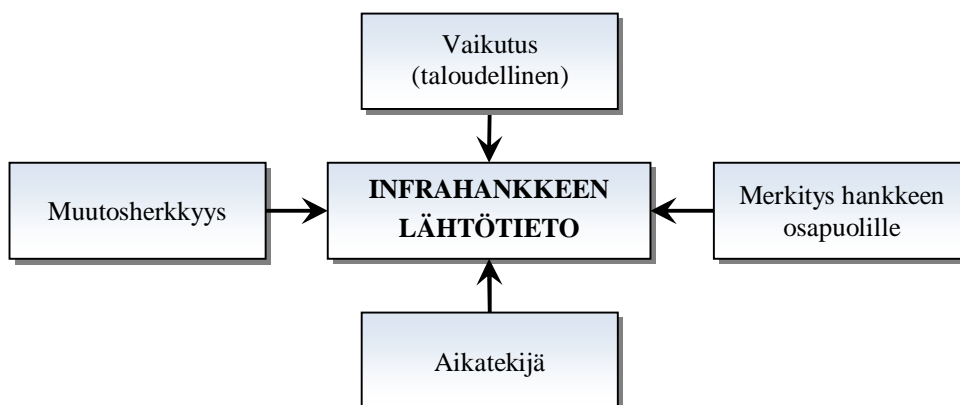
Hankkeiden epävarmojen lähtötietojen hallinnassa on syytä tunnistaa asiat joihin voidaan vaikuttaa ja joihin ei voida vaikuttaa. Tässä luvussa esitetty epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvan kustannusvaihteluvälin määrittäminen ja hallinta koskee nimen omaa niitä suureita, joihin ei voida vaikuttaa. Tällaisia suureita ovat muun muassa olosuhde-tekijät. Suure johon voidaan vaikuttaa, on esimerkiksi sidosryhmien tahtotila³⁹.

Väylähankkeen lähtötiedon ominaisuudet voidaan jakaa hankkeen kustannushallinnan kannalta neljään peruselementtiin, jotka ovat (kuva 28):

- vaikutus (taloudellinen)
- muutosherkkyys (varmuustaso hankkeen eri vaiheissa)
- aikatekijä (merkitys hankkeen eri vaiheissa)
- merkitys hankkeen eri osapuolille.

Vaikutuksella käsitetään lähtötiedon taloudellista vaikutusta hankkeen kannalta. Esimerkiksi infrahankkeiden uusinvestointikohteissa pohjaolosuhteilla on yleensä suuri vaikutus hankkeen talouden kannalta.

Muutosherkkyys kuvaa lähtötiedon varmuustasoa. Mikäli lähtötiedon oletetaan muuttuvan tai tarkentuvan oleellisesti, sen muutosherkkyys on suuri. Esimerkiksi väylähankkeiden pohjaolosuhteiden muutosherkkyys on suuri, mikäli pohjatutkimusten määrä on vähäinen hankkeen laajuuteen ja pohjaolosuhteiden homogeenisuuteen nähden.



Kuva 28. Infrahankkeen lähtötietojen peruselementit taloudellisesta ja siihen liittyvästä lähtötietojen hallinnan näkökulmasta.

³⁹ Käsitelty luvussa 5.2.3 Alustavan hankeohjelman laatiminen ja tarkentuminen.

Lähtötiedon merkitys voi muuttua hankkeen edetessä. Esimerkiksi pohjaolosuhdetiedolla on suurempi merkitys hankkeen kannalta suunnitteluvaiheessa mitä hoito- ja ylläpito-vaiheessa.

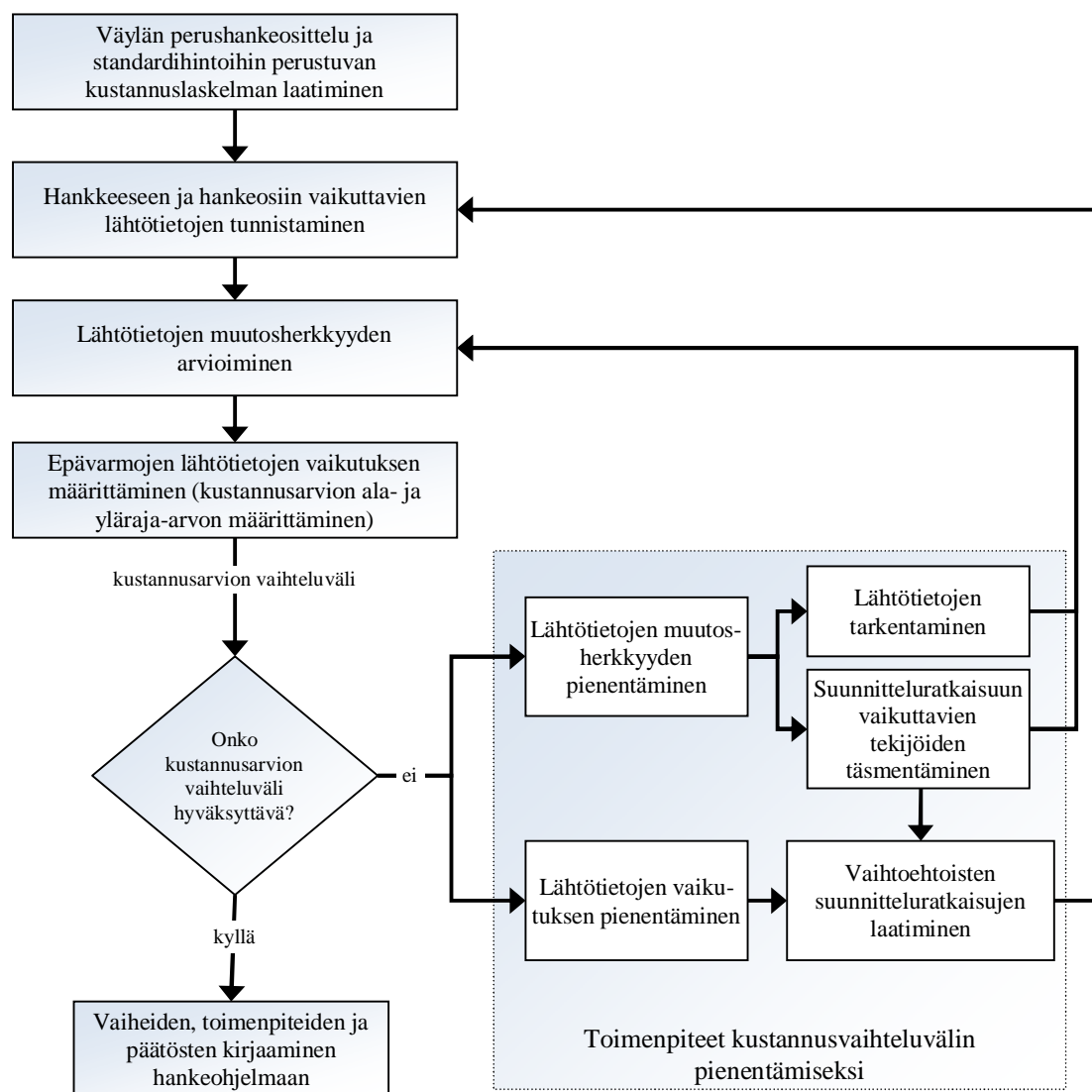
Lähtötietojen merkitys hankkeen eri osapuolille on erilainen. Esimerkiksi poliittisten päätösten merkitys tilaajalle on erilainen kuin toteuttajalle. Päätöksenteon kannalta lähtötieto voi olla oleellinen tai se voi tukea päätöksentekoa. Kun merkitys eri osapuolten toimintaan tunnistetaan, voidaan pienentää riskiä siitä, että hankkeen kannalta oleellinen lähtötieto jää ottamatta huomioon.

Lähtötietojen peruselementtejä arvioitiin workshoppeilla, joissa ne koettiin oikeiksi ja keskeisiksi infrahankkeen lähtötietojen osalta. Erityisesti urakoitsijoiden ja asiantuntijoiden mielestä aikatekijällä on suuri merkitys erityisesti materiaalien hankinnan kannalta. Useissa hankkeissa esimerkiksi teräksen hinnalla on suuri vaikutus hankkeen kokonaiskustannusten muodostumiseen. Teräksen hinnan vaihtelu voi olla voimakasta, joten ajalla on merkittävä vaikutus urakoitsijan kustannusten muodostumiseen.

Yleisesti on tunnistettu, että väylähankkeen kustannusarvioiden vaihtelut perustuvat muuttuviin lähtötietoihin. Jotta kustannusarvioiden vaihtelua halutaan pienentää tai hallita, on syytä tarkastella epävarmojen lähtötietojen hallintaa. Hankkeiden kustannusarvioiden hallinta epävarmojen lähtötietojen näkökulmasta perustuu lähtötietojen vaikutusten ja muutosherkkyyksien arvioimiseen sekä sen pohjalta tehtäviin kustannusarvion vaihteluvälin määrittämiseen. Tutkimuksessa päädyttiin epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmään, joka koostuu kuudesta päävaiheesta. Nämä vaiheet ovat (kuva 29):

1. väylän perushankeosien muodostaminen ja standardihintoihin perustuvan kustannuslaskelman laatiminen⁴⁰
2. hankkeeseen ja hankeosiin vaikuttavien lähtötietojen tunnistaminen
3. tunnistettujen lähtötietojen muutosherkkyyden arvioiminen hankkeen taloudellisesta näkökulmasta
4. epävarmojen lähtötietojen vaikutuksen määrittäminen (kustannusarvion vaihteluvälin eli ala- ja yläraja-arvojen määrittäminen)
5. kustannusarvion vaihteluvälin pienentäminen lähtötietoja tarkentamalla ja suunnitteluratkaisujen muuttamisella sekä päättäminen kustannusarvion vaihteluvälin hyväksymisestä
6. hankeohjelman lähtötietohallinnan päivittäminen ja tutkittujen vaihtoehtojen dokumentoiminen.

⁴⁰ Käsitelty luvussa 5.2.6 ”Vaihtoehtojen keskinäinen vertaaminen kustannusten näkökulmasta hankeosalaskentamenetelmällä”



Kuva 29. Kustannusarvion vaihteluvälin pienentäminen perustuu muutosherkkyyden pienentämiseen tai hankeosan vaihtoehtoisen suunnitelmaratkaisun laatimiseen. Epävarmojen lähtötietojen hallinnan keskeisin tekijä on kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittäminen, jolla tunnistetaan merkittävimmät kustannusvaihteluvälin tekijät.

Lähtötietojen tunnistamiseen, muutosherkkyyden ja vaikutuksen arvioimiseen sekä kustannusvaihtelun ala- ja ylärajan määrittämiseen perustuvaa epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmää arvioitiin workshoppeissa SWOT -analyysin avulla. Kaikissa workshoppeissa ilmeni menetelmän vahvuudet, jotka ovat yhdenmukainen toimintatapa, lähtötietojen systemaattinen hallinta ja hankkeiden yhteismitallistaminen lähtötietojen hallinnan osalta. Workshoppeissa mahdollisuudeksi koettiin myös lähtötietojen hallinnan oppimisprosessi, jossa pystytään hyödyntämään toteutuneiden hankkeiden tietoja. Etenkin suunnittelijat kokivat tutkimuksessa esitetyn menetelmän tarpeelliseksi tukitoimin-

noksi. Rakennuttajien mielestä menetelmän selkeänä vahvuutena on, että kustannusarvioille saadaan perustellut vaihteluvälit. Tiedonhallinnan kannalta menetelmän vahvuudeksi koettiin se, että lähtötiedot ovat koottuna yhdessä paikassa ja tiedon jäljittäminen myöhemmin on mahdollista. Workshoppiin osallistujien mielestä lähtötietojen hallinnan dokumentoituminen ja historiatietojen tallentuminen on tärkeää, koska tämä auttaa osaltaan tulevaisuudessa toteutettavien hankkeiden lähtötietojen hallintaa.

Rakennuttamistehtävistä vastaavat ja suunnittelijat kokivat workshoppeissaan, että menetelmän avulla urakkaan liittyvät riskit tunnistetaan nykyistä paremmin ja niiden vaikutusta taloudellisesta näkökulmasta voidaan pienentää. Menetelmä auttaa myös riskien tarkoituksenmukaisessa jakamisessa, jolloin riskien jako ei ole sattumanvaraista, vaan se perustuu tietoon.

Workshopeissa koettiin, että menetelmä mahdollistaa kustannushallinnan paremman ja syvällisemmän analyysin, jossa keskitytään hankkeen kannalta merkittäviin asioihin.

Rakennuttajille suunnatussa workshopissa ilmeni, että lähtötietojen hankintaresurssien allokointi ei rajoitu pelkästään yhteen hankekohtaisuuteen. Menetelmän avulla voidaan ohjata lähtötietojen hankintaresursseja myös hankkeiden välillä.

Kaikissa workshoppeissa ilmeni menetelmän osalta uhka, että mikäli teknisluonteisten lähtötietojen tunnistamista ei tee asiantuntija, jotakin oleellista jää ulkopuolelle ja tunnistamaton tekijä aiheuttaa hankkeelle taloudellisen riskin. Workshoppeissa tunnistettiin myös lähtötietojen yhteisvaikutuksesta muodostuva uhka. Vaikka yksittäisen lähtötiedon riski on merkitsemätön, voi sen vaikutus olla merkitsevä jonkun toisen lähtötiedon kanssa. Eli uhkana on, ettei tunnisteta lähtötietojen yhteisvaikutuksesta syntyviä riskejä. Lähtötietojen hallinnan suhteen workshoppeissa ilmeni myös, että esitetty malli voi sulkea pois vaikeasti mitattavia tai arvioitavia tekijöitä. Tämä asettaa haasteen tällaisten asioiden mittaamiselle ja arvioimiselle.

Menetelmän heikkoudeksi nousi selkeästi lähtötietojen vaikutuksen ja muutosherkkyysarvioinnin vaikeus. Mikäli lähtötiedon vaikutus tai muutosherkkyys arvioidaan väärin, on olemassa riski, että se jätetään pois herkkyyssanalyyseistä ja riski toteutuu hallitsemattomasti. Lähtötietojen tunnistaminen ja arvioiminen katsottiin riippuvan myös henkilöstä. Ihmiset näkevät asiat eri tavalla, joka voi vaikeuttaa lähtötietojen tunnistamisen tärkeyden painottamista sekä vaikutuksen ja muutosherkkyysarvioinnin määrittämistä. Menetelmä voi sulkea vaikeasti mitattavia ja arvioitavia tekijöitä pois. Workshoppeissa uhkaksi koettiin myös menetelmän integroituminen muihin hankkeen osaprosesseihin. Hankkeen lähtötietojen uudelleen tarkastelun puuttuminen koettiin myös uhaksi. Jos

uudelleen tarkastelua ei tehdä, lähtötietojen hallinta ei ole hankkeen kannalta ajan tasalla ja voi johtaa suurinkin taloudellisiin ongelmiin.

Workshopeissa tuli esille, että menetelmä parantaa päätöksenteon perusteita. Menetelmällä koettiin olevan merkitystä hankkeen ohjauksen kannalta, koska se auttaa erityisesti hankkeen alkuvaiheiden suunnittelun ohjausta.

Lähtötietojen tunnistaminen

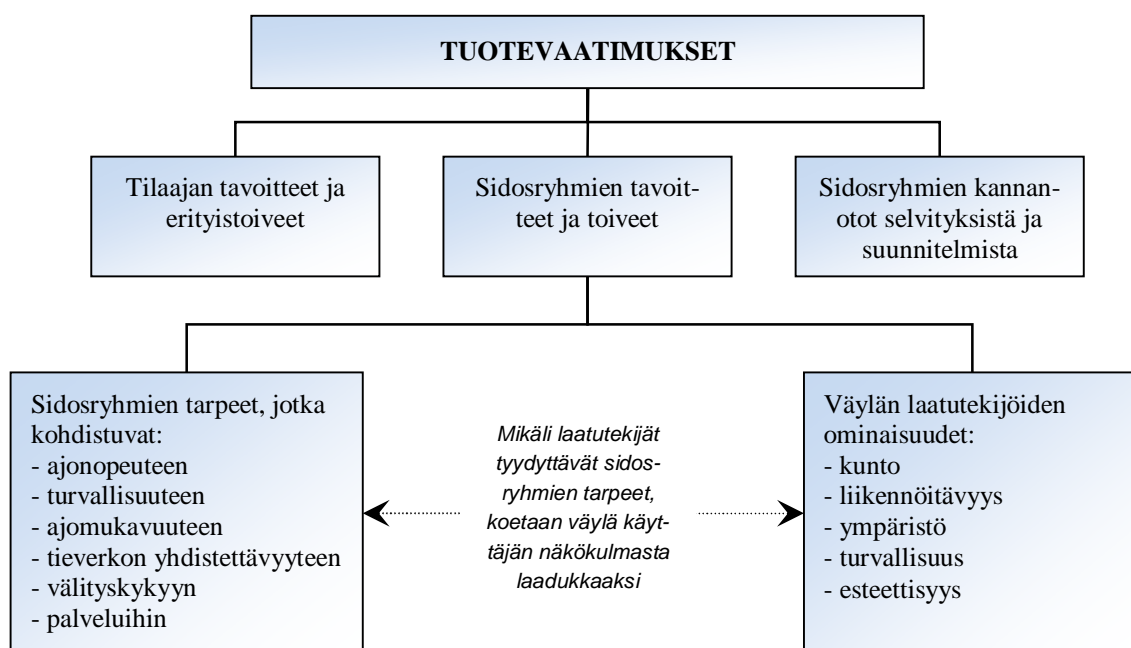
Lähtötietojen tunnistamisessa korostuu lähtötiedon aikatekijä ja merkitys osapuolille. Tunnistettujen lähtötietojen joukon voidaan jopa katsoa kuvastavan aikakautensa arvomaailmaa. Esimerkiksi nykypäivän lähtötietojoukon tekijöistä useat liittyvät hankkeen yleiseen hyväksyttävyyteen, jossa korostuu sidosryhmien arvomaailma hankkeen ympäristöä ja ympäristövaikutuksia kohtaan. Lähtötietojen jatkuva tunnistaminen ja uudelleen arviointi läpi hankkeen elinkaaren on tärkeää, koska hankkeen osapuolilla on oman toimialansa ja tehtävänsä näkökulmasta lähtötietoja kohtaan erilainen tarve ja vaikutus.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lähtötietoja, jotka ovat suunnittelua ohjaavia ja joilla on hankkeen kannalta taloudellisia vaikutuksia. Tutkimuksen tuloksena syntyi lähtötietojoukko, joka voidaan jakaa viiteen pääryhmään:

- tuotteelle asetettavat vaatimukset (tuotevaatimukset)
- olosuhdetekijät
- toteutusmuoto
- toteutuksen ajoitus
- kaavoitus.

Pääryhmien lähtötiedot jaetaan koskemaan koko hanketta tai hankeosaa. Koko hanketta koskevia lähtötietoja ovat esimerkiksi poliittiset päätökset. Hankeosaa koskevat lähtötiedot ovat esimerkiksi pohjaolosuhteet ja hankeosan toteutusaikataulu.

Tuotevaatimukset muodostuvat sidosryhmien ja tilaajan väylälle asettamista tavoitteista, toiveista ja reunaehdoista (kuva 30). Kolmantena tekijänä tuotevaatimukseen vaikuttaa myös hankkeen suunnittelun aikana saatava palaute sidosryhmiltä. Palautteen mukainen tuotevaatimusten tarkastelu on ensisijaisessa asemassa etenkin hankkeen suunnittelun alkuvaiheissa, koska tällöin määritetään perussuunnitteluratkaisut, joilla on si-



Kuva 30. Tuotevaatimusten muodostuminen infrahankkeessa ja laadun kokeminen käyttäjän näkökulmasta (vrt. Hallasuo 1993)

dosryhmien kannalta suurin merkitys sekä hankkeen kannalta suurimmat taloudelliset vaikutukset. Tuotevaatimukset luokitellaan koskemaan⁴¹:

- toimivuusvaatimuksia
- teknisiä vaatimuksia.

Tekniset ja toimivuusvaatimukset määritetään hankeosittain (RIL 2006, 37). Hankeosiin perustuvaa esittämisperiaatetta voidaan käyttää myös laajuuden ja laatuvaatimusten esittämiseen.

Hallasuon (1993, 22) mukaan käyttäjän kokema laatu on riippuvainen siitä, kuinka hyvin tie täyttää käyttäjän tarpeet. Näin ollen tuotevaatimuksia määritettäessä pitää tarkastella suunnitteluratkaisuilla saavutettavien laatuominaisuuksien ja sidosryhmien tarpeiden välistä suhdetta sekä käytön aikaista laadun säilymistä. Mikäli sidosryhmien kokema laatu tyydyttää niiden tarpeet, sidosryhmät kokevat väylän laadukkaaksi. Edellä mainittua suhdetta tarkastellaan hankkeen eri vaiheissa. Sidosryhmien tarpeet kohdistuvat yleensä ajonopeuteen, turvallisuuteen, ajomukavuuteen, tieverkon yhdistettävyyteen, välityskykyyn ja palveluihin. Sidosryhmien tarpeissa voi olla myös lopputuotteelle ase-

⁴¹ ”InfraRYL on järjestetty toimivuusvaatimuksiin, joiden pohjana ovat suunnitteluperusteet, ja teknisiin vaatimuksiin (työnosanluvut), jotka esittävät rakennustuotteiden (materiaalien), työn ja valmiin rakennusosan laatuvaatimukset.” (InfraRYL 2007, 20).

tettuja taloudellisia tuottovaatimuksia, joskin tällaiset tuottovaatimukset koskevat vain pientä osaa hankkeita. Väylän laatutekijöillä ymmärretään kunto-, liikennöitävyys-, ympäristö- ja turvallisuusominaisuutta. Laatutekijät voivat olla osittain päällekkäisiä ja toisistaan riippuvia (vrt. Hallasuo 1993, 22).

Hallasuon (1993) esittämien sidosryhmien tarpeiden lisäksi myös palvelut voidaan käsitellä sidosryhmien tarpeeksi. Palvelutarpeita ovat mm. tieväylän levähdysalueet oheistoimintoinen. Tiepalvelutason nostamisella parannetaan erityisesti väylän koettavuutta.

Väylän laatutekijöihin voidaan katsoa liittyvän myös esteettisyys, kuten kaupunkikuvaliset ja maisemalliset tekijät. Tutkimuksen workshoppeissa tuli ilmi, että tänä päivänä esteettisyys on hyvin tärkeässä roolissa. Esteettisyydellä katsottiin olevan yhteys myös hankkeen hyväksyttävyyteen, koska esteettisillä ratkaisulla saavutetaan parempi hyväksyttävyyttä. Workshoppien tulosten perusteella lähtötietojoukkoa täydennettiin esteettisyystekijällä.

Tuotevaatimusten osalta tilaaja kuvaa ja määrittelee hanketta koskevat määrälliset ja laadulliset odotukset yhteisen nimikkeistöjärjestelmän avulla⁴². Tuotevaatimusten määrittämiseen kuuluvat myös tilaajan tavoitteet ja toiveet, jotka eivät ole lähtöisin suoraan sidosryhmistä. Urakoitsijan kannalta nimikkeistöjärjestelmä palvelee urakoitsijan kustannushallintaa. Tilaaja mallintaa hankkeen laajuuden ja laatutason suunnittelutoimeksiantoa varten nimikkeistöjä hyödyntäen. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa ja ohjauksessa käytetään rakennusosanimikkeistöä. Tuotantonimikkeistöä käytetään projektinosittelutekniikkana, kun kuvataan materiaaliosan aikaansaamiseksi vaadittavaa työsuoritusta. (InfraRYL Hankeosanimikkeistö 2007; Hankeosanimikkeistö 2007, 5-8)

Tutkimuksen suunnitteluttamisesta vastaaville järjestetyssä workshopissa todettiin, että onnistuneen suunnitteluttamisen edellytyksenä on tuotevaatimusten määrittäminen. Hankeohjelman katsottiin tarjoavan pohjan tuotevaatimusten esittämiselle. Workshoppeissa ilmeni myös, että lähtötietojen osalta ratahankkeiden tuotevaatimusten määrittämisessä on erityispiirteitä. Tiehankkeisiin verrattuna oleellisia lähtötietoja ovat akselipainot, junan pituudet, liikenteestä aiheutuvat meluhaitat ja junien nopeudet. Tutkimuksen workshoppeissa ilmeni, että erityisesti nopeusluokan määrittäminen on oleellinen suunnittelua ohjaavana tekijä.

Workshoppeissa lähtötietojen osalta suunnittelijat ja rakennuttajakonsultit kaipaivat tietoa tilaajan hankkeelle asettamista tavoitteista, joka ohjaavat suunnitteluratkaisuja hoidon ja ylläpidon talouden näkökulmasta. Tuotevaatimus määrittää sen, että käytetäänkö

⁴² Yhteisiä nimikkeistöjärjestelmiä ovat hankeosa- ja rakennusosanimikkeistöt

taloudellisia resursseja hankkeessa kalliimpiin suunnitteluratkaisuihin vai hyväksytäänkö se, että halvempien suunnitteluratkaisujen hoito- ja ylläpito kustannuksen ovat suuremmat.

Tuotevaatimukseen kuuluvat myös menetelmiin liittyvät vaatimukset ja rajoitukset. Tutkimuksen workshopissa suunnittelijat ja rakennuttajakonsultit kaipasivat selkeämpiä vaatimuksia ja rajoituksia suunnittelu- ja työmenetelmille.

Olosuhdetekijät jotka määritetään pääsääntöisesti hankeosittain (RIL 2006, 39), ovat tuotevaatimusten lisäksi yksi merkittävimmistä väylähankkeiden suunnitteluratkaisuihin vaikuttavista tekijöistä. Lähtötiedon iteratiivisen luonteen vuoksi olosuhdetekijöiden hallinnalla on merkittävä rooli hankkeen kustannusriskin hallinnan kannalta. Olosuhdetekijät voidaan ryhmitellä viiteen pääryhmään, jotka ovat:

- ympäristöolosuhteet
- pohjaolosuhteet
- maasto
- rakennettu ympäristö ja varaukset
- hankkeen yleinen hyväksyttävyys.

Ympäristöolosuhteilla käsitetään ympäristönsuojelun, pilaantuneiden maiden ja suojele-alueiden merkitystä lähtötietona.

Pohjaolosuhteilla on etenkin uusinvestointikohteissa suuri merkitys kustannusten muodostumisen kannalta. Pohjaolosuhteita käsittävän tiedon pääasiallisia lähteitä ovat kartat ja rekisterit, olemassa oleva pohjatutkimusaineisto sekä uudet pohjatutkimukset. Olemassa oleva pohjatutkimusaineisto korostuu etenkin kaupunkialueella, missä on vanhaa infrarakennetta.

Pohjaolosuhteilla on merkittävä vaikutus suunnitteluratkaisuihin. Väylähankkeissa pohjanvahvistustavasta päättäminen ei ole mielekästä suunnittelun alkuvaiheissa, jos käytävissä oleva tieto pohjaolosuhteista on epävarmaa ja maa- ja kalliomateriaalien käytettävyyttä ei tunneta. Pohjanvahvistamisen osalta suunnitteluratkaisusta päätetään vasta kun kustannusten kannalta kriittisistä paikoista on hankittu lisätietoa eli pohja- sekä maa- ja kallioerätutkimuksilla on saavutettu riittävän luotettava tieto.

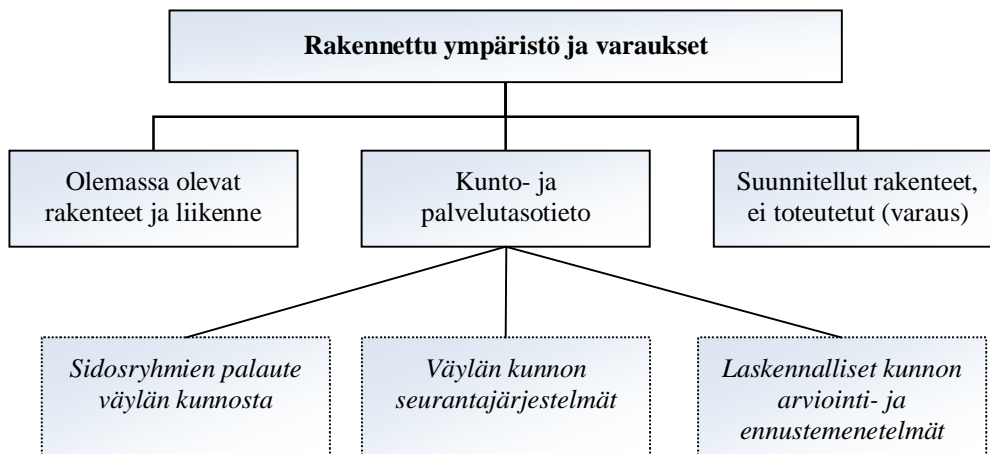
Maasto vaikuttaa väylän geometriaan, leikkauksiin ja penkereisiin, massatalous- ja läjitysalueisiin sekä ostettaviin materiaaleihin. Maastotieto sisältää myös tiedon alueen topologiasta.

Rakennettu ympäristö ja varaukset⁴³ sisältävät olemassa olevat ja suunnitellut rakenteet sekä kunto- ja palvelutasotiedon (kuva 31). Kunto- ja palvelutasotieto palvelevat etenkin hoito- ja ylläpitovaihetta sekä liikenteen palvelutasoa nostavia hankkeita. Olemassa olevien rakenteiden merkittävä tietolähde väylissä on toteutuksen aikana tuotetut tarke- ja toteumatiedot. Hoito- ja ylläpitovaiheen keskeinen lähtötieto on väylän kuntotieto. Kuntotietoa saadaan sidosryhmien palautteesta, seurantajärjestelmistä, laskennallisista arviointimenetelmistä ja kuntotiedon vertaamisesta aikaisempaan kuntotietoon.

Hankkeen yleinen hyväksyttävyyden saavutetaan paremmin, mikäli hankkeen lopputuloksella pystytään vastaamaan sidosryhmien hanketta kohtaan esittämiin vaatimuksiin, tavoitteisiin ja odotuksiin. Tutkimuksessa tehtyjen teemahaastatteluiden perusteella viime vuosina yleisen hyväksyttävyyden merkitys hankkeen suunnittelua ohjaavana tekijänä on korostunut.

Rakennuttajille järjestetyssä workshopissa ilmeni, että hankkeen perusteluilla ja esittämistavalla on merkittävä rooli hankkeen yleisen hyväksyttävyyden kannalta. Rakennuttajien mukaan yleisen hyväksyttävyyden kannalta keskeisiä asioita ovat ympäristösuojelunäkökohtien huomioon ottaminen ja hankkeen esitys ja markkinointi.

Suunnitteluttamisesta vastaaville kohdistetussa workshopissa ilmeni, että useissa hankkeissa olemassa oleva liikenne ja siihen liittyvät vaatimukset työnaikaisille liikennejärjestelyille on merkittävä lähtötieto. Erityisesti ratahankkeissa korostuu junaliikenteen liikennekatkot ja liikenteestä aiheutuvat ajalliset rajoitukset työn suorittamiselle.



Kuva 31. Rakennetun ympäristön ja varausten ryhmittely sekä kunto- ja palvelutasotiedon pääasialliset lähteet.

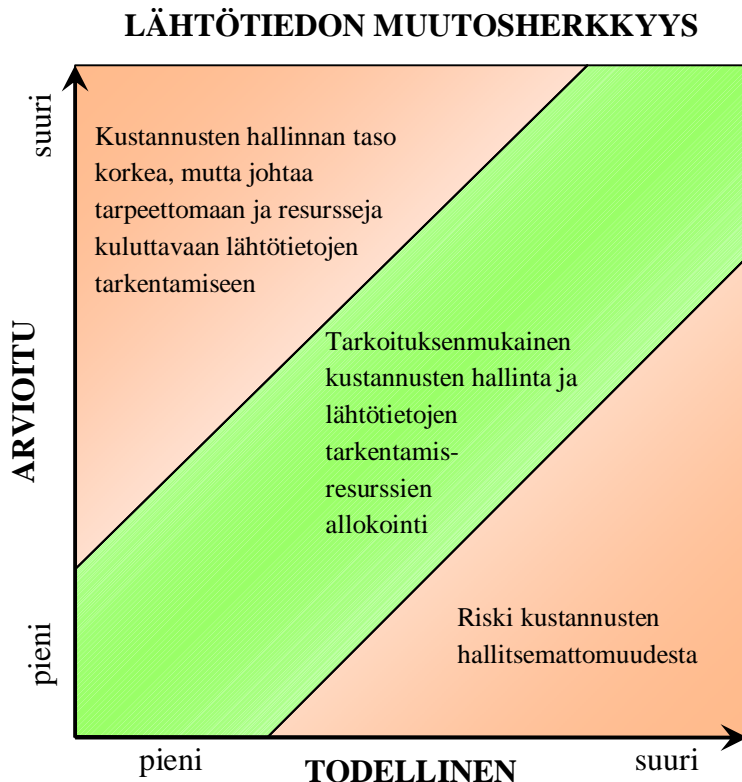
⁴³ Rakennetun ympäristön varauksilla ymmärretään maankäyttösuunnitelmia ja kaavoja.

Toteutusmuoto määrää osapuolten väliset tehtävät ja sillä voidaan vaikuttaa osapuolten väliseen riskinjakoon. Esimerkiksi suunnittelua sisältävissä toteutusmuodoissa tilaaja siirtää riskejään urakoitsijan vastuulle. Hankkeiden riskien jaon päämääränä jakaa riskit osapuolille, jotka pystyvät hallitsemaan niitä.

Kaavoitus määrittää merkittävän osan väylän reunaehdoista ja suunnittelua ohjaavista tekijöistä. Kaavoitukseen vaikuttavien lähtötietojen käsittely on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Lähtötietojen muutosherkkyyden arvioiminen

Tutkimuksessa kehitetty prosessimalli vaatii lähtötietojen muutosherkkyyden eli luotettavuuden arvioimista. Kustannusarvion vaihteluvälin määrittämisen kannalta muutosherkkyyden arvioimisella on merkittävä rooli. Arvioidun muutosherkkyyden vastaaminen todelliseen muutosherkkyyteen voidaan jakaa kolmeen luokkaan (kuva 32). Mikäli muutosherkkyys arvioidaan todellisuutta suuremmaksi, johtaa se menetelmässä tarpeettomaan lähtötiedon tarkentamiseen ja lähtötietojen tarkentamisresurssien väärään allokoimiseen. Kustannushallinnan kannalta epäedullisin tilanne on arvioida muutosherk-



Kuva 32. Lähtötietojen muutosherkkyyden arvioinnin tavoitteena on todellista tilannetta vastaava arvion taso.

kyys pienemmäksi kuin se todellisuudessa on. Tällöin lähtötietojen tarkentamisresursseja ei allokoita oleellisiin asioihin, jolloin muodostuu riski siitä, että hankkeen kustannuksia ei hallita epävarmojen lähtötietojen osalta. Lähtötietojen tarkentamisresurssien allokoinen ja kustannushallinnan suhteen saavutetaan tarkoituksen mukaisin tilanne, kun lähtötietojen arvio muutosherkkydestä vastaa todellista tilannetta.

Kustannusarvion epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvan vaihteluvälin määrittäminen

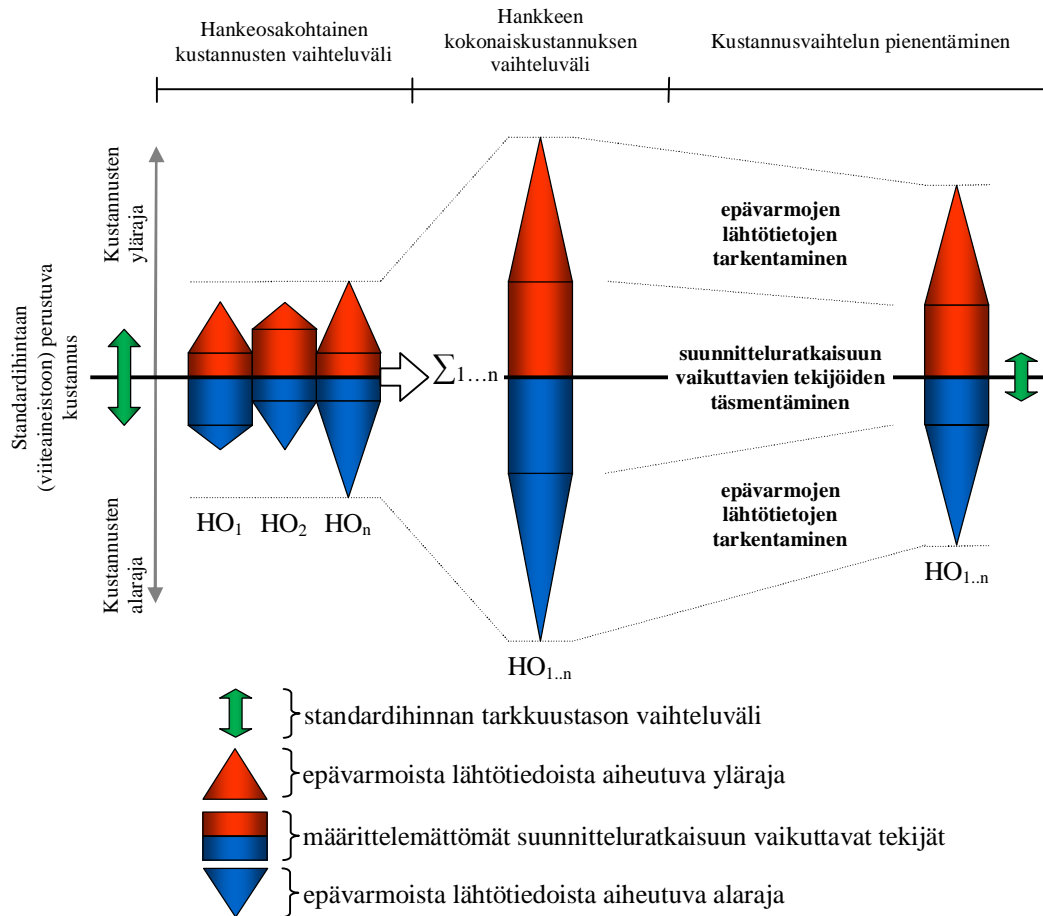
Hankkeen kustannusarvion vaihteluvälin ala- ja yläraja-arvo määritetään hankeosittain. Kustannusarvion vaihteluvälin määrittämiseksi lähtötiedoille arvioidaan odotettavissa oleva pahin mahdollinen arvo, jolloin kustannusarvion yläraja kuvastaa hankeosan suurinta odotettavissa olevaa kustannusta. Vastaavasti kustannusarvion alarajan määrittämiseksi lähtötiedon arvoksi määritetään odotettavissa oleva edullisin tilanne.

Hankkeen kustannusarvion vaihteluvälin todennäköisyys muodostuu yksittäisten hankeosien ala- ja yläraja-arvojen todennäköisyyksistä. Todennäköisyyksien tarkastelu on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Kustannusvaihteluvälin pienentäminen

Hankkeen kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittämisen jälkeen päätetään joko kustannusarvion vaihteluvälin hyväksymisestä tai sen pienentämisestä. Kustannusvaihtelun pienentäminen koostuu epävarmojen lähtötietojen muutosherkkyden ja vaikutuksen pienentämisestä. Muutosherkkyden pienentäminen jakautuu epävarmojen lähtötietojen tarkentamiseen ja määrittelemättömien suunnitteluratkaisuja ohjaavien tekijöiden täsmentämiseen (kuva 33).

Tässä tutkimuksessa ei oteta kantaa mikä on hankeosien ja niiden summana muodostuvan kustannusvaihteluvälien todennäköisyys, vaan tavoitteena on vähentää epävarmoista lähtötiedoista aiheutuva kustannusepävarmuus kohdentamalla esimerkiksi maaperätutkimukset niihin väylän osiin, joista aiheutuu suurin kustannusepävarmuus. Prosessin kannalta kyseessä ei ole lähtötiedon oikeellisuuden todennäköisyys, vaan tavoitteena hankkia luotettava lähtötieto niistä asioista, joilla on suuri kustannusvaikutus.



Kuva 33. Hankkeen kustannusvaihteluväli muodostuu väylään liittyvien hankeosien kustannusarvioiden summana. Suunnitteluratkaisuun vaikuttavia tekijöitä voidaan täsmentää iteratiivisella vaatimusten ja asiakkuuden hallinnalla.

Epävarmoja lähtötietoja tarkennetaan esimerkiksi tekemällä pohjatutkimuksia paikkoihin, jotka ovat kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiä. Väylähankkeissa lähtötietojen muutosherkkyyden vähentämisessä pohjaolosuhdetiedon tarkentamisella on merkittävä rooli. Erityisesti kallionpinnan korkeusasemalla ja kallion laadulla on suuri merkitys kustannusvaihteluvälin suuruuteen.

Toinen merkittävä lähtötietojen tarkentamisen kohde on määrittelemättömät suunnitteluratkaisuihin vaikuttavien tekijät, jotka koostuvat hankkeelle ja hankeosille asetetuista vaatimuksista. Suunnitteluratkaisuun vaikuttavien tekijöiden täsmentämisessä on tarkoituksenmukaista selvittää sidosryhmien mielipiteet suunnitteluratkaisusta. Mielipiteiden selvittämisellä varmistetaan, että suunnitteluratkaisu vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Tekijöiden tarkentaminen voi johtaa tilanteeseen, jossa todetaan, että suunnitteluratkaisu ei täytä hankkeelle asetettuja vaatimuksia. Tällöin laaditaan uusi suunnitteluratkaisu,

jolle tehdään epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmän mukaisesti lähtötietojen tunnistaminen, muutosherkkyyden arvioiminen ja epävarmojen lähtötietojen vaikutuksen arvioiminen.

Suunnitteluratkaisua ohjaava vaatimus voidaan esittää käyttäen viitetietoja, jolloin vaatimuksen määrittämisessä käytetään aikaisemmin toteutettua hankeosaa. Tällöin suunnitteluratkaisu sidotaan toteutuneeseen ratkaisuun ja kustannukseen pienentäen suunnitteluratkaisuun liittyvää kustannusvaihtelua.

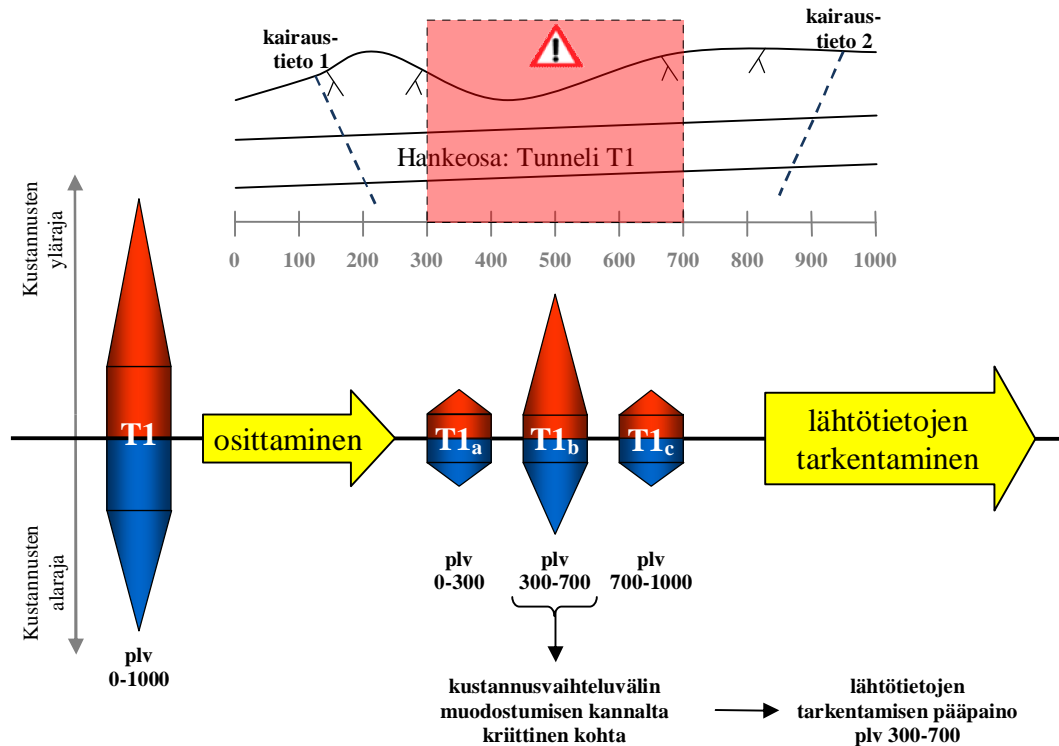
Lähtötiedon kustannusvaikutuksen pienentäminen perustuu vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen laatimiseen, joilla on pienempi epävarmojen lähtötietojen muutosherkkyys. Esimerkki vaikutuksen pienentämisestä suunnitteluratkaisua muuttamalla, on väylä linjauksen siirtäminen pehmeikköalueelta paikkaan, jossa pohjanvahvistustavalla ei ole kustannusten muodostumisen kannalta merkittävää vaikutusta.

Mikäli jollekin hankeosalle tunnistetaan suuri kustannusarvion vaihteluväli, sille on perusteltua tehdä hankeosan jatko-osittelu. Jatko-osittelulla parannetaan lähtötietojen hankinnan kohdentamista kustannusarvion vaihteluvälin muodostumisen kannalta kriittisiin kohtiin (kuva 34). Jatko-osittelun ja Lichtenbergin esittämän osittamisperiaatteen⁴⁴ välillä on olemassa analogia. Molemmissa tapauksissa tavoitteena on kohdentaa huomio kohtiin, jotka aiheuttavat suurimman kustannusarvion vaihteluvälin.

Kustannusarvio pohjautuu tilaajan asettamien tavoitteiden mukaiseen standardisuunnitteluratkaisujen perustuviin kustannuksiin, jotka on määritetty laskennallis-empiirisellä menetelmällä⁴⁵. Kustannusten ajantasaisuuden varmentaminen perustuu testeihin, joissa verrataan yksikköhintojen tai hinnoiteltujen tuoterakenteiden ajanmukaisuutta käypään tarjoushintatasoon.

⁴⁴ Käsitelty luvussa 4.2.3 ”Epävarmojen tietojen hallinta”.

⁴⁵ Laskennallis-empiirisessä menetelmässä hankeosien suunnitelmaratkaisujen erot kuvataan laskennallisesti ja hankeosien kustannukset määritetään empiriaan perustuvilla kustannustiedoilla (Montin, Pekka. 2009; Lindholm 1994, 55; Pussinen 1997, 7-8)



Kuva 34. Esimerkki hankeosan osittamisesta lähtötietojen hankinnan kohdentamisen näkökulmasta. Hankkeen perushankeosittelun ja siihen liittyvän kustannusten ala- ja yläraja-arvon määrittämisen yhteydessä tunnelille T1 saadaan suuri kustannusten vaihteluväli. Osittelun avulla pystytään määrittelemään lähtötietojen tarkentaminen plv 300-700, koska kyseisen paaluvälin kustannusvaihtelu on tunnelin kannalta suurin.

Lähtötietojen päivittäminen ja jälkilaskenta-aineiston tuottaminen

Lähtötietoja päivitetään koko hankkeen elinkaaren. Lähtötietojen päivittämisestä päätetään hankkeen lähtötietojen hallinnan suunnittelun yhteydessä. Jotta lähtötietohallinnasta saadaan täysi hyöty, on tärkeää tuottaa jälkilaskenta-aineistoa. Jälkilaskenta-aineiston avulla voidaan tulevissa hankkeissa tunnistaa paremmin hankkeelle tyypilliset epävarmat lähtötiedot sekä arvioida tarkemmin niiden taloudellista vaikutusta ja muutosherkkyyttä.

5.2.8 Parhaista vaihtoehtoista päättäminen sekä valittujen vaihtoehtojen tarkentaminen ja visualisointi

Parhaista vaihtoehtoista päätettäessä rakentamiskustannusten lisäksi otetaan huomioon myös muita tekijöitä, kuten vaihtoehtojen vaikutukset, hankkeelle asetettujen tavoitteiden täyttyminen ja sidosryhmien kannanotot (kuva 35).

Parhaiden vaihtoehtojen valinta voi johtaa vain yhden vaihtoehdon valitsemiseen, jolloin vaihtoehdon tarkentaminen kohdistuu siihen. Parhaiden vaihtoehtojen tarkentamisen lähtökohtana ovat valitut vaihtoehdot ja valintaan vaikuttaneet perustelut. Ennen tarkentamista tarkistetaan alustavan hankeohjelman sisältö. Sisällön tarkistaminen on aiheellista, koska alustavan hankeohjelman laatimisesta on voinut kulua pitkä aika.

Tarkentamisen keskeinen tehtävä kustannusarvion näkökulmasta on maaperätietojen hankkiminen kriittisistä kohdista. Kriittisiksi kohdiksi ymmärretään esimerkiksi siltojen perustusten kohdat, tunnelien suuaukot ja pehmeikköalueet. Tarkentuneiden maaperätietojen avulla voidaan tarkentaa massataloussuunnitelmaa, muokata väylän geometriaa ja tarkastella suunnitteluratkaisujen toimivuutta sekä niiden kustannusvaikutuksia.

Tarkentamisen yhteydessä laaditaan alustava kustannusarvio, joka liitetään osaksi alustavaa hankeohjelmaa. Lisäksi sidosryhmiä kiinnostavat vaihtoehdot visualisoidaan.

- kustannukset, sis. maanlunastusten kustannukset
- toiminnallisuus tekijät
- estetiikka ja kulttuuriset näkökulmat
- luontovaikutus, ympäristövaikutus, ekologinen jalanjälki
- vaikutusten vähentäminen (melu, ympäristövaikutukset)
- asetettujen tavoitteiden täyttäminen
- sidosryhmien kannanotot vaihtoehtoista

Kuva 35. Parhaista vaihtoehtoista päättämisen keskeiset syötetiedot.

5.2.9 Hankeohjelma tilaajan ja sidosryhmien vaatimusten kuvaajana

Sidosryhmien kuulemisen apuna käytetään hankeohjelman pohjalta tehtyjä visualisoituja malleja. Sidosryhmien kuulemisen jälkeen päätetään vaihtoehdosta, joka toimii jatko-suunnittelun perustana. Valittu vaihtoehto täsmennetään yleissuunnitelmaksi, jolloin alustava hankeohjelma tarkentuu varsinaiseksi hankeohjelmaksi. Hankkeen jatkosuunnittelulle asetetaan tässä vaiheessa kustannustavoite.

Workshopeissa ilmeni, että suunnitteluvaiheen esitystapaan sidosryhmille tulee panostaa. Sidosryhmille pitää pystyä kertomaan, että yleissuunnitelmatasoisen suunnitelman

väylän sijainti voi vaihdella useita metrejä. Haasteeksi tunnistettiin, että kuinka tämä ominaisuus voidaan esittää visuaalisessa mallissa?

Ongelmaksi voi muodostua suunnittelun ja virtuaalimallintamisen yhteensovittaminen. Jos suunnittelutaso ei vastaa virtuaalimallintamisen vaatimuksia, mallintamisen tekeminen vaikeutuu tai se on jopa mahdotonta tehdä.

Sidosryhmät osana suunnitteluprosessia

Väylähankkeen sidosryhmät on jaettu tässä työssä kuuteen eri ryhmään:

- kunnat, maakuntaliitot (alueen kehittäjän roolissa)
- julkishallinnon yksiköt (ympäristökeskukset, viranomaistahot)
- yhdistykset, järjestöt
- elinkeinoelämä (teollisuus, logistiikka)
- väylän käyttäjät ja
- maanomistajat.

Sidosryhmien vaikutus hankkeeseen vaihtelee hankkeen vaiheen perusteella. Kuntien ja maakuntien vaikutus korostuu väylänvaihtoehtojen määrittämisen yhteydessä, koska väylän sijainnilla on merkittävä vaikutus maankäytölle ja sen kehittämiseksi. Julkishallinnon yksiköillä on merkittävä rooli läpi hankkeen. Etenkin ympäristökeskuksen rooli nykypäivänä on merkittävä ympäristövaikutusten suhteen. Yhdistykset ja järjestöt toimivat yksityisen ihmisen kollektiivisena vaikutusmahdollisuutena hankkeeseen. Elinkeinoelämän vaikutus hankkeen sisällön kannalta voi olla merkittävä. Väylän loppukäyttäjien vaikutukset kohdistuvat erityisesti väylän laatutekijöihin. Maanomistajiin vaikuttaa hankkeen aiheuttama maan arvon muutos, joka voi olla vaikutukseltaan joko positiivinen ja negatiivinen.

Hankeohjelman sisällön muodostuminen

Hankeohjelman muodostumisen peruserä on asteittain täsmentyminen. Hankeohjelma sisältö ja sen tarkkuustaso kuvastaa hankkeen vaihetta ja lähtötietojen tarkkuustasoa. Hankkeen alussa ennen vaihtoehtotarkasteluja muodostetaan alustava hankeohjelma, joka täsmentyy varsinaiseksi hankeohjelmaksi yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä. Täsmentyminen on seurausta hanketta koskevien tietojen tarkentumisesta, jotka koskevat muun muassa maastoa, maaperää, maankäyttöä ja olosuhteita koskevia tietoja. Varsinaisessa hankeohjelmassa esitetään valittu vaihtoehto ja valintaan vaikuttaneet

perustelut. Lisäksi varsinaisessa hankeohjelmassa esitetään hankkeelle asetetut tavoitteet ja varsinainen kustannustavoite, jotka ovat muodostuneet osana iteratiivista toiminnallis-tavoitteen luomisprosessia.

Hankeohjelman sisällön lähtökohtana on palvelun luominen sidosryhmille, koska väylä itsessään ei tuota lisäarvoa sidosryhmille vaan väylän tuottama palvelu.

Sidosryhmähallinnan peruste hankkeessa on sidosryhmien kuuleminen ja niiden kannanottojen huomioon ottaminen suunnittelua ohjaavana tekijänä (kuva 34). Sidosryhmät muodostavat kannanottonsa sekä hankeohjelman sisältöön että hankkeesta tehtyihin visualisointeihin ja havainnekuviin. Kannanotot käsitellään hankkeen hankeohjelmassa, jonka sisällöstä päättää tilaaja. Sidosryhmien kannanottojen käsittely on osa tässä työssä esitettyä iteratiivista toiminnallis-taloudellisten tavoitteiden hallintaa.

Hankeohjelmassa sidosryhmien kannanotoista muodostetaan hankkeelle vaatimuksia ja reunaehtoja. Näin ollen hankeohjelma kuvaa sidosryhmälähtöistä tilaajan tahtotilaa. Suunnittelija perustaa suunnitteluratkaisut hankeohjelmassa esitettyjen asioiden pohjalta. Suunnittelun lopputulosta verrataan hankeohjelmassa esitettyihin asioihin, jolloin varmistetaan tilaajan tahtotilan täyttyminen ennen toteuttamisen alkamista.

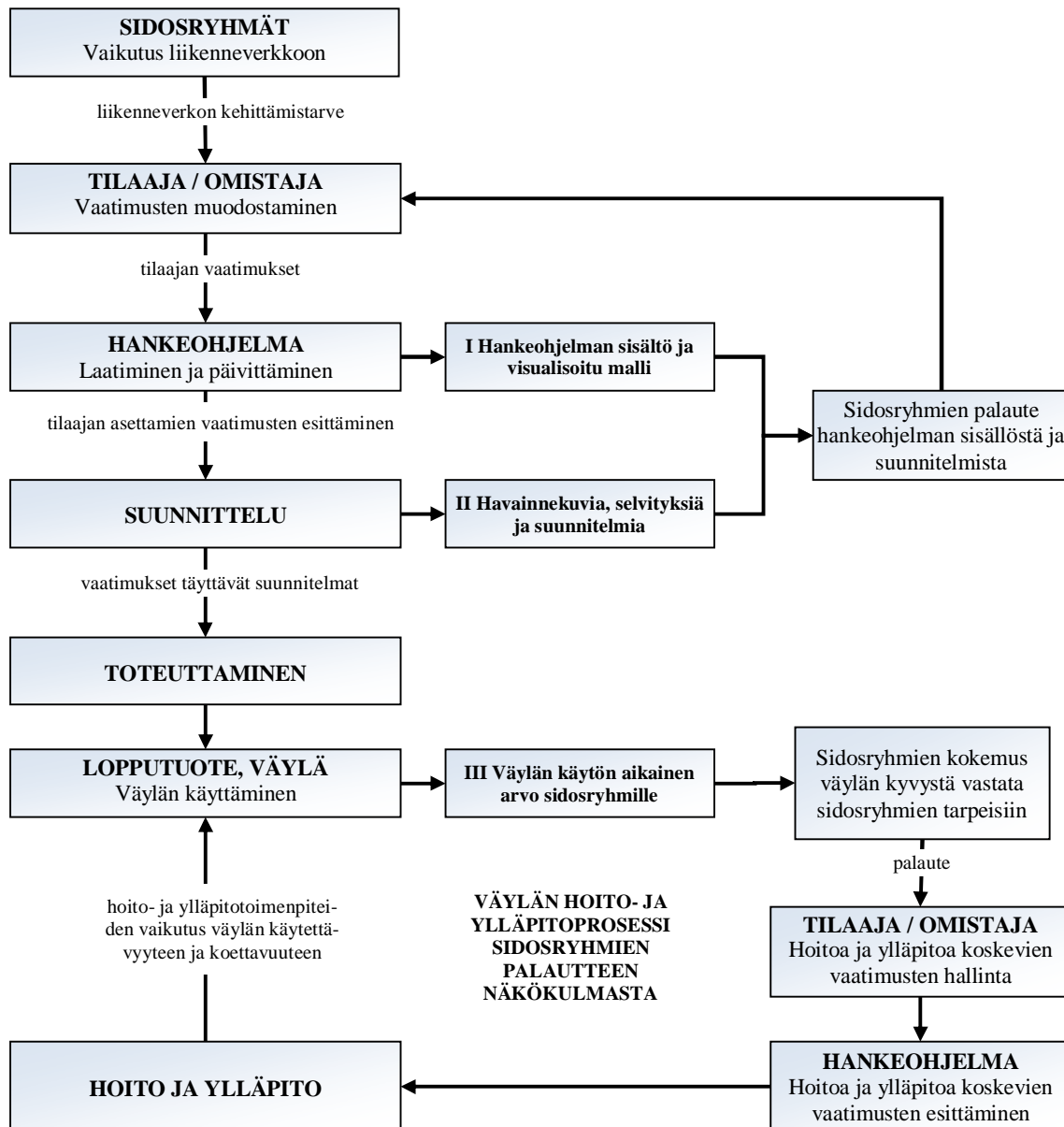
Hankeohjelmassa esitetään sidosryhmien vaatimuksia, odotuksia ja tarpeita läpi hankkeen. Tällöin hankeohjelma toimii sidosryhmät huomioon ottavana suunnitteluun vaikuttavana tekijänä.

Sidosryhmien palaute hankeohjelmasta ja suunnitelmaratkaisuista

Hankeohjelmaan perustuvan sidosryhmähallintaprosessilla tuotetaan sidosryhmien odotuksia vastaavia suunnitelmia, joiden perusteella toteutetaan odotuksia vastaava väylä. Tutkimuksessa päädyttiin kolmivaiheiseen sidosryhmien tahtotilan hallintamenetelmään, joka on osa iteratiivista toiminnallis-taloudellista tavoitteiden hallintaa. Menetelmän päävaiheet ovat (kuva 36):

- 1) hankeohjelman sisällön arvioiminen ennen suunnitelmien laatimista
- 2) suunnitelmien esittäminen, arviointi ja hyväksyminen sidosryhmätasolla
- 3) väylän käytönaikainen sidosryhmien huomioon ottaminen.

Hallinnan ensimmäisessä vaiheessa sidosryhmille esitetään hankeohjelman sisältö. Sisällön esittämisellä ja arvioinnilla varmistetaan se, että tilaaja on ymmärtänyt oikein sidosryhmien hanketta kohtaan esittämät tarpeet, odotukset ja näkemykset. Esittämisen



Kuva 36. Hankeohjelmassa esitetyt suunnittelua ohjaavat vaatimukset (I) tarkistetaan sidosryhmiltä ennen suunnittelun aloittamista. Sidosryhmät arvioivat laaditut suunnitelmat (II) ennen toteuttamista, jotta valmistuessaan väylä vastaa sidosryhmien tarpeita (III) ja tuottaa mahdollisimman suuren arvon väylän elinkaaren ajan.

apuna on hyvä käyttää havainnekuvia, kuten esimerkiksi maastoon sijoitettuja 3D visualisointeja. Sidosryhmien vaatimusten lisäksi hankeohjelman sisältöön vaikuttaa merkittävästi tilaajan strategiset päätökset.

Menetelmän toisessa vaiheessa sidosryhmille esitetään suunnitelmat. Suunnitelmien esittäminen sidosryhmille perustuu maantielaisissa esitettyihin kohtiin. Suunnitelmien käsitteleminen ja hyväksyminen lain mukaisessa kuulemisessa on nopeampaa, kun han-

keohjelman arviointivaiheella⁴⁶ on varmistettu sidosryhmien osalta vaatimusten täyttyminen ja tarkoituksenmukaisuus. Suunnitelmien laatu sidosryhmien kannalta on parempi, koska sidosryhmät ovat pystyneet vaikuttamaan suunnitteluratkaisuihin hankeohjelman arvioimisen yhteydessä. Ennen toteuttamisvaihetta on syytä varmistaa suunnitelmien vastaaminen hankeohjelmassa esitettyihin asioihin.

Sidosryhmähallinnan lopputuloksena on sidosryhmiä palveleva lopputuote. Väylän käytön aikana sidosryhmät arvioivat väylän kykyä vastata tarpeisiinsa koko elinkaaren ajan. Arvioinnin perusteella voidaan ohjata hoito- ja ylläpitotoimenpiteitä vastaamaan sidosryhmien odotuksia.

Havainnekuvien (kuva 37) käyttö on perusteltua, koska sidosryhmät ovat usein maallikoita teknisten suunnitelmien suhteen ja hankkeen sisällön kuvaaminen ainoastaan suunnitelmien avulla voi johtaa väärinymmärryksiin. Kansantajuiset ja asianmukaiset havainnekuvat parantavat myös hankkeen yleistä hyväksyttävyyttä ja vähentävät riskiä valituksista hankkeen myöhäisimmissä vaiheissa.

Edellä esitettyä hankeohjelmapohjaista sidosryhmien hallinnan soveltuvuutta osaksi infrahankkeiden hallintaa arvioitiin alan toimijoiden keskuudessa workshoppien avulla. Workshoppeissa koettiin, että esitetty prosessi on määrämuotoinen, ja on sovellettavissa



Kuva 37. Esimerkki visuaalisesti mallista, joka toimii sidosryhmätyöskentelyn apuvälineenä (lähde: Vianova Systems Finland Oy)

⁴⁶ Kuva 36, vaihe 1.

myös toteutusmuodoltaan erilaisiin hankkeisiin. Hankeohjelman luominen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa koettiin tärkeäksi tekijäksi. Hankeohjelman pohjaisen sidosryhmähallinnan yhdeksi suurimmaksi mahdollisuudeksi koettiin hankeohjelman määrittäminen juridiseksi välineeksi osaksi prosessia. Hankeohjelman aseman rinnastaminen yleis- ja tiesuunnitelmaan vähentäisi todennäköisesti nykyiseen prosessiin liittyviä ongelmallisia valitusprosesseja. Tämä perustuu siihen, että hankeohjelmavaiheessa tehtävä valitusprosessi ei vaadi vielä täsmällisiä suunnitelmia. Peruskysymykseksi muodostuukin, voiko sidosryhmät perustaa kannanottonsa pelkän hankeohjelman ja visualisoitujen kuvien perusteella?

Workshopeissa ilmeni, että menetelmällä saavutetaan hankkeelle avoimempi vuorovaikutussuhde. Avoimemmalla vuorovaikutussuhteella saavutetaan hankkeen alkuvaiheessa nykyistä parempi suunnitelma, joka tyydyttää hankkeen sidosryhmiä. Hyvin hallittuna menetelmä johtaa sidosryhmiä tyydyttävän ratkaisun löytämiseen, koska sidosryhmät ovat suunnittelussa mukana aikaisemmassa vaiheessa. Sidoryhmiä tyydyttävä ratkaisu johtaa positiiviseen asenteeseen hanketta kohtaan, joka puolestaan lisää hankkeen yleistä hyväksyttävyyttä. Lisäksi sidosryhmät sitoutuvat hankkeeseen nykyistä aikaisemmin ja vahvemmin. Suunnitteluttamisesta vastaavien keskuudessa tunnistettiin, että esitetty menetelmä tukee lain henkeä hankkeiden sidosryhmätyöskentelystä.

Selkeäksi uhaksi workshopeissa nousi sidosryhmien tunnistaminen. Jos hankkeeseen vaikuttavien sidosryhmien tunnistamista ei tehdä huolellisesti, syntyy riski siitä, että joku oleellinen ja tärkeä sidosryhmä jää kuulematta. Tämä asettaa menetelmä käyttöön otolle vaatimuksen, että hankekohtaiseen sidosryhmien kuulemisen suunnitteluun ja hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Sidoryhmien suunnittelussa ja hallinnassa on kiinnitettävä huomiota sidosryhmien painoarvoon, ja arvioitava kuinka tasavertaisia sidosryhmät ovat hankkeen kannalta. Myös sidosryhmien tasavertaisuus ja kannanottojen arviointi vaatii hankeohjelmaan perustuvan hallinnan tarkempaa tarkastelua. Hankkeessa on myös määritettävä, kuinka paljon eri sidosryhmien kannanotot ohjaavat hanketta.

Uhaksi koettiin myös se, että sidosryhmät ovat maallikoita arvioimaan hankeohjelmaa ja visualisoituja kuvia. Menetelmän ensimmäisen vaiheen tulokset voivat olla liian karkealla tasolla ja kommentoivalle sidosryhmälle voi syntyä turhia ennakkoluuloja ja pelkotiloja hanketta kohtaan. Uhkana koettiin myös se, että sidosryhmille tuotetaan liian teknisiä kuvia. Sidoryhmät voivat myös ymmärtää väärin, että ensimmäisen vaiheen tulokset ja ratkaisut ovat lukittu ja niihin ei ole mahdollisuutta vaikuttaa. Uhaksi koettiin myös se seikka, että menetelmä voi lisätä yksittäisen ihmisen valituksia. Mikäli sidosryhmät eivät kykene ymmärtämään hankeohjelmassa esitettyjä asioita, on esitetyn me-

netelmän ensimmäinen vaihe turha ja menetelmä aiheuttaa jatkossa ristiriitoja sidosryhmien ja hankkeen välille.

Tietojen hallinnan osalta hankeohjelmaan perustuvan sidosryhmähallintaprosessin mahdollisuudeksi koettiin se, että sidosryhmiltä tuleva palaute kirjataan kootusti yhteen paikkaan, hankeohjelmaan. Menetelmän katsottiin myös parantavan hankkeen viestintää. Tietojen hallinnan kannalta menetelmä tarjoaa myös kootun paikan dokumentointiin sekä hankkeesta tiedottaminen tehostuu.

Workshoppien tulosten mukaan menetelmän avulla nostetaan suunnittelutyön laatua hankkeiden alkuvaiheessa. Laadun paraneminen johtuu osittain siitä, että menetelmä helpottaa ja yksinkertaistaa suunnittelutyötä, kun kommentit saadaan aikaisemmassa vaiheessa. Joskin workshoppeissa tunnistettiin se uhka, että menetelmä aiheuttaa raskautta suunnitteluprosessiin eikä vaihtoehtoja enää hallita. Raskautta voi aiheuttaa se, että hankkeen vaihtoehtojen määrä kasvaa sidosryhmien mielipiteitä kysyessä. Menetelmä voi sitoa myös resursseja liikaa saavutettavaan hyötyyn nähden. Tämän vuoksi menetelmän ensimmäinen vaihe, hankeohjelman arviointi, vaatii tilaajalta vahvaa vääntöä ja päätöksentekokykyä. Rakennuttamisesta vastaavat kokivat workshopissaan menetelmän osalta, että mikäli tilaaja on liian ”lepu”, sidosryhmät alkavat viemään hanketta.

Tutkimuksen workshoppeissa koettiin, että menetelmästä puuttuu rakentamisen aikainen linkki ja muuttuvien lähtötietojen hallinta. Muuttuvia lähtötietoja ovat tässä tapauksessa sidosryhmien tarpeet ja odotukset väylää kohtaan. Jotta menetelmä voidaan ottaa käyttöön, on tähän asiaan kiinnitettävä huomiota. Workshoppien tulosten mukaan myös menetelmän ensimmäisen vaiheen havainnollistaminen eli visualisointi voi olla haaste. Uhkana koettiin myös se, että ensimmäistä vaihetta ei hallita, ja hankkeessa jumiudutaan tähän vaiheeseen kun ei osata tehdä päätöstä. Workshoppeissa tunnistettiin myös, että esitetty menetelmä ei sovellu suoraan eri toteutusmuotoihin, vaan siitä on muodostettava eri toteutusmuodolle omat sovelluksensa.

5.3 VÄYLÄN TUOTEMALLIN TÄSMENTYMINEN HANKKEEN ELINKAAREN AIKANA

5.3.1 Tuotemallintamisen päävaiheet

Väylän tuotemallilla on erilainen merkitys hankkeen eri vaiheissa, jonka vuoksi tuotemallin vaiheistaminen on perusteltua kustannushallinnan ja massataloussuunnittelun näkökulmasta. Väylän tuotemalli on jaettu tässä tutkimuksessa viiteen päävaiheeseen, jotka ovat (kuva 38):

- alustava hankeohjelma
- suunnittelumallit (geometria- ja rakennemalli)
- toteutusmalli
- toteumamalli
- hoito- ja ylläpitomalli.

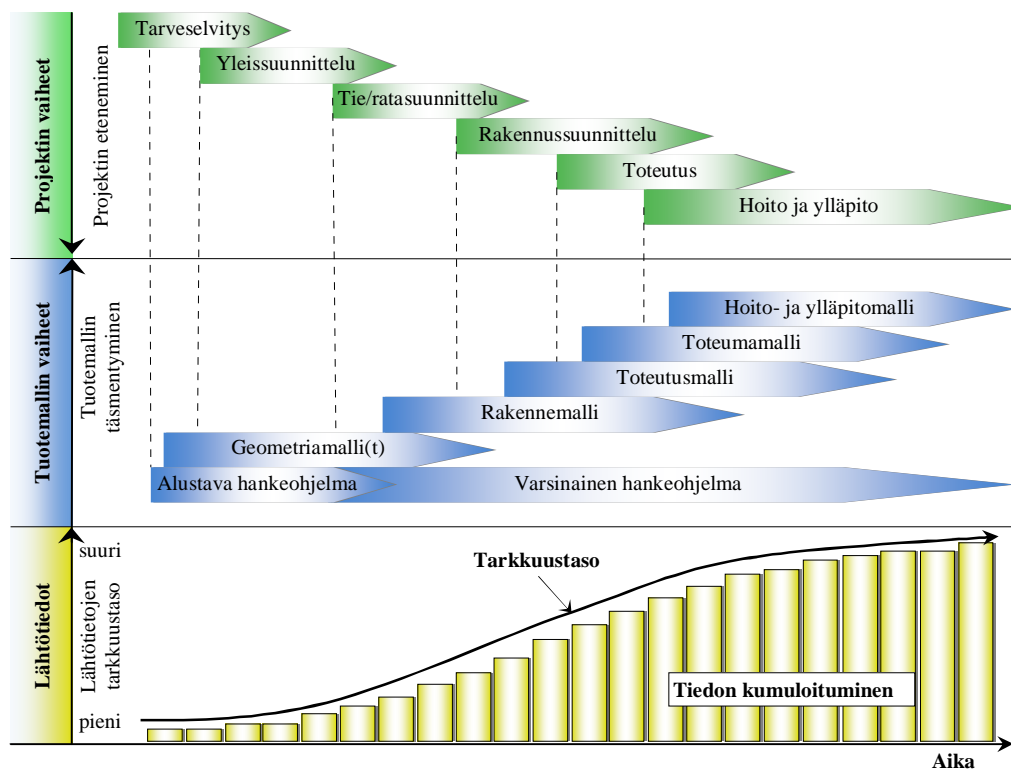
Nykyisen käsityksen mukaan väylähankkeen tuotemallintamisen ensimmäinen malli on lähtötietomalli. Käsitteenä lähtötietomalli infrarakentamisessa tämän tutkimuksen valossa on harhaanjohtava, koska infrahankkeen lähtötiedot ovat luonteeltaan asteittain täsmentyviä läpi hankkeen elinkaaren eikä sitä näin ollen voi käsittää erilliseksi malliksi. Väylähankkeiden lähtötietoja tulee käsitellä jatkuvana, asteittain täsmentyvänä.

Väylän tuotemallin vaihe	Kuvaus
Alustava hankeohjelma	Alustavassa hankeohjelmassa esitetään vaihtoehtojen muodostamista koskevat vaatimukset ja reunaehdot. Alustava hankeohjelma täsmentyy yleissuunnitteluvaiheessa varsinaiseksi hankeohjelmaksi.
Geometriamalli	Geometriamallin avulla esitetään väylän vaihtoehdot. Väylän linjauksen ja tasauksen tarkkuustaso on likimääräinen ja hankeosien tarkkuustaso vastaa perushankeosien tasoa. Geometriamalli kytkeytyy oleellisesti vaihtoehtovertailuun, massataloussuunnitteluun ja hankeosapohjaiseen kustannusten hallintaan.
Rakennemalli	Rakennemallissa täsmennetään väylän geometria lopulliseen muotoonsa. Rakennemallissa määritetään väylän rakenteet hankeohjelman vaatimusten mukaisesti. Tässä vaiheessa päätetään mm. pohjanvahvistustavasta, mikäli sitä ei ole tehty aikaisemmissa vaiheissa.
Toteutusmalli	Toteutusmalli toimii koneautomaation ohjausmallina, jolloin sillä annetaan teoreettinen malli toteutukselle. Mallissa esitetään myös projektin ajoitus, resurssit, rakentamisprosessi ja tehtävät.
Toteumamalli	Toteumamalli kuvastaa toteutunutta rakennetta. Malli toimii merkittävänä lähtötietona hoito- ja ylläpitovaiheelle.
Hoito- ja ylläpitomalli	Malli sisältää hoidolle ja ylläpidolle asetetut vaatimukset, kuntotiedon ja tehdyt toimenpiteet. Malli sisältää myös hoidon- ja ylläpidon ajoituksen, hoito- ja ylläpitoprosessin, resurssit ja tehtävät.

Kuva 38. Väylän tuotemallin päävaiheet hankkeen elinkaareissa.

Väylän suunnittelun ensimmäinen vaihe sisältää geometriamallin muodostamisen. Geometriamalli täsmentyy hankkeen edetessä rakenne-, toteutus- ja toteumamallin kautta hoito- ja ylläpitomalliksi. Samalla hankkeen lähtötietojen määrä ja tarkkuustaso kasvaa (kuva 39).

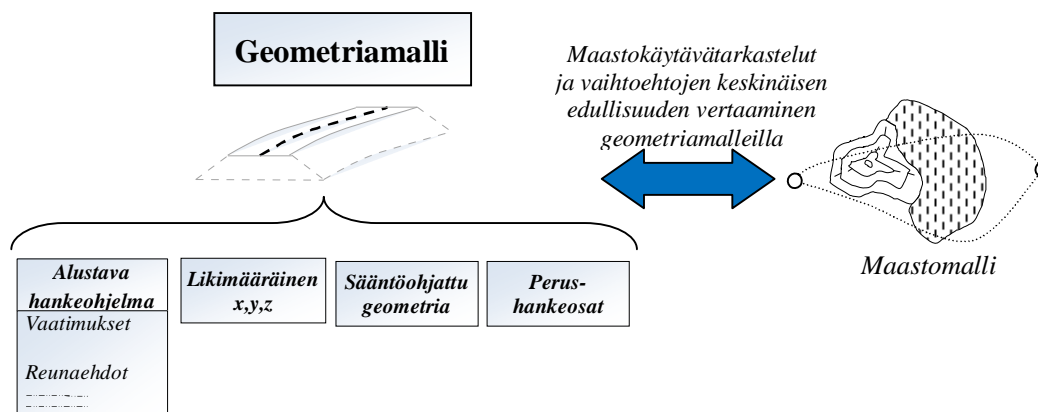
Tuotemalleihin liittyy jäännösarvomallin käsite. Jäännösarvomallia ja sen sisältöä ei määritetty tässä tutkimuksessa, koska väylät ovat lähes poikkeuksetta pysyviä rakenteita eikä niitä poisteta käytöstä.



Kuva 39. Väylän tuotemallin vaiheet suhteessa projektin päävaiheisiin. Hankkeen lähtötiedot ovat asteittain täsmentyviä ja tiedon määrä kumuloituu hankkeen edetessä.

5.3.2 Geometriamalli

Väylän ensimmäinen suunnittelumalli on geometriamalli (kuva 40), joka laaditaan alustan hankeohjelman perusteella. Geometriamallin avulla määritetään väylän sijainti, geometria ja perushankeosat. Geometriamalli visualisoidaan ja esitetään hankkeen sidosryhmille. Sidosryhmät perustavat kannanottonsa visualisoituun malliin.



Kuva 40. Geometriamallit perustuvat alustavassa hankeohjelmassa esitettyihin vaatimuksiin ja reunaehtoihin. Väylävaihtoehtojen vertailussa käytetään maastomalliin muodostettuja geometriamalleja.

Vaihtoehtotarkasteluissa väylän vaihtoehtoiset sijainnit ja geometriat perushankeosineen määritetään maastomalliin. Maastomallilla ymmärretään yleisesti digitaalista kolmiulotteista mallia maastosta, jonka avulla kuvataan pinnan korkeusasema ja sen ominaisuus.

Väylän geometria täsmentyy likimääräiseen muotoonsa viimeistään tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa. Ennen lopullisesta geometriasta päättämisestä on tarkoituksenmukaista tarkastella massatalouden vaikutusta kustannuksiin. Kuten aikaisemmin tässä tutkimuksessa on esitetty, massataloussuunnittelu on aloitettava viimeistään geometriamallin määrittämisen yhteydessä, jotta massatalouden kustannusvaikutukset tulevat otetuksi huomioon hankkeen kustannusarvioihin ja vaihtoehtojen edullisuusvertailuihin.

Geometriamallin laatimisen yhteydessä lähtötietoja täsmennetään pohjaolosuhteiden osalta esimerkiksi maatutkaluotauksilla ja kriittisten paikkojen kairauksilla. Pohjaolosuhteiden tarkentamisella on merkittävä vaikutus kustannusarvion vaihteluvälin pienentämisen kannalta. Tarkennetuilla pohjaolosuhdetiedoilla on vaikutusta myös massataloussuunnitteluun, koska leikkaus- ja täyttömäärien lisäksi leikattavien massojen laadulla on merkittävä hankkeen massatalouden hallintaan.

Geometriamallin merkitys hankkeen kustannusten ja vaikutusten määräytymisen kannalta on erittäin suuri, koska sen avulla määritetään:

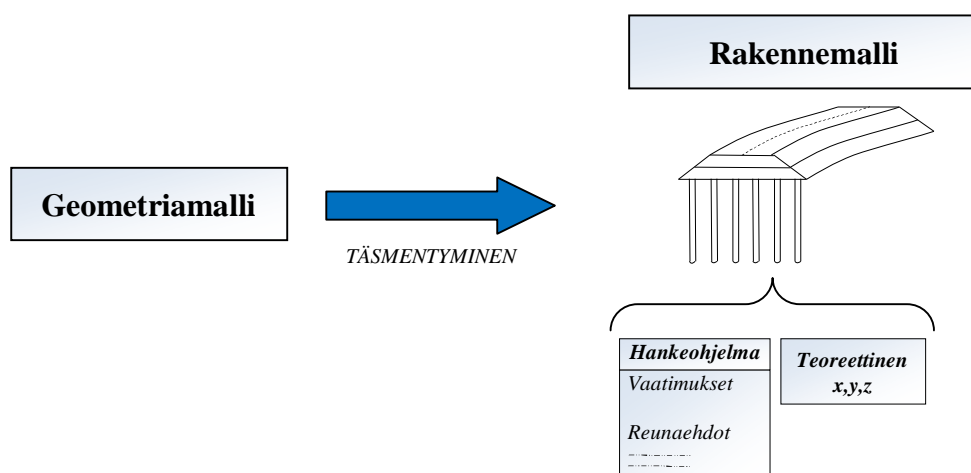
- vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut
- massatalouden perusratkaisut
- suurimmalta osin hankkeen kustannukset (hankeosatasoiset suunnitteluratkaisut)
- hankkeen suunnitteluratkaisujen vaikutus ympäristöön ja sidosryhmiin

5.3.3 Rakennemalli

Rakennemallissa väylän geometria ja sijainti määritetään lopulliseen muotoonsa sekä mitoitetaan rakenteet (kuva 41). Rakenteelliset ratkaisut perustuvat hankeohjelmassa esitettyihin vaatimuksiin ja reunaehtoihin. Etenkin suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa on tarkoituksenmukaista päättää vasta tässä vaiheessa rakenteelliset ratkaisut, jotta urakoitsijan suunnittelutyölle ja innovatiivisuudelle taataan riittävät vapausasteet.

Rakennemallissa väylän kustannusarvio tarkentuu rakennusosalaskennan mukaisen mukaiseen tarkkuustasoon. Kustannusarvio on myös tarkempi epävarmojen lähtötietojen osalta, koska niitä on tarkennettu kriittisistä paikoista.

Rakennemallin laatimisen yhteydessä tarkennetaan massataloussuunnitelma. Rakennemallin massataloussuunnittelu ei ole niin merkittävässä asemassa kuin geometriamallin määrittämissä vaiheissa, jossa on määritetty massatalouden perusratkaisut.

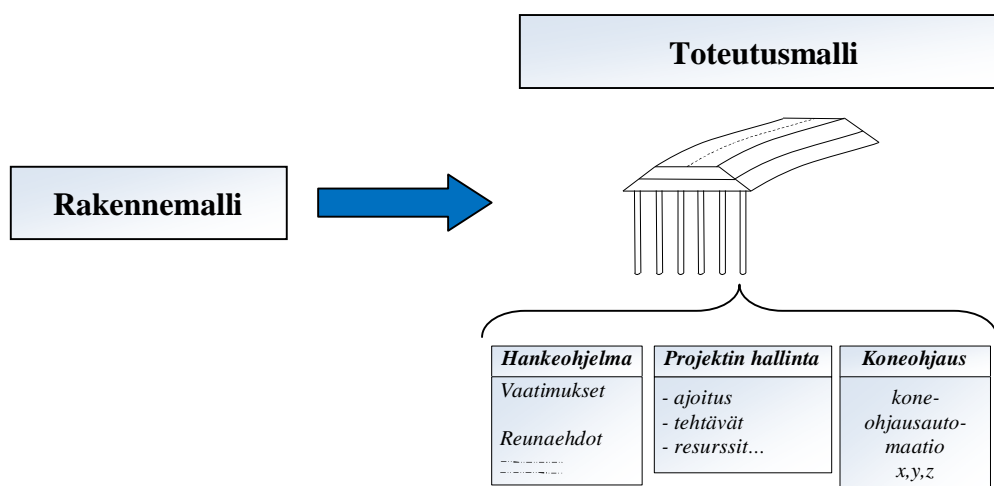


Kuva 41. Geometriamalli täsmentyy suunnittelun edetessä rakennemalliksi.

5.3.4 Toteutusmalli

Toteutusmalli on väylän teoreettinen malli, joka sisältää valmiin rakenteen mallin. Malli toimii koneautomaation ja hankkeen toteutusvaiheen ohjausmallina. Hankeohjelman vaatimusten lisäksi se sisältää työsuunnittelun, työvaiheiden ajoitukset, tehtävät ja resurssit (kuva 42).

Hankkeen rakennemalli täsmentyy toteutusmalliksi hankeosittain. Hankeosittain täsmentyminen mahdollistaa hankkeen eri hankeosien toteuttamisen käynnistämisen vaiheittain. Tämä asettaa omalta osaltaan vaatimuksen hankkeen hankeosittelulle. Hankeosittelu on tehtävä täsmällisesti, ja erityisesti hankeosien välisiin rajapintoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota.



Kuva 42. Toteutusmalli perustuu teoreettiseen rakennemalliin. Toteutusmallin päätarkoitus on toimia koneohjausautomaation perustana ja hankkeen toteutuksen ohjaamisen välineenä.

Toteutusmallin yhteydessä täsmennetään myös hankkeen massataloussuunnitelma. Varsinkin suurissa uusinvestointikohteissa massataloussuunnitelman, ajoituksen ja työsuunnitelman välillä on merkittävä yhteys.

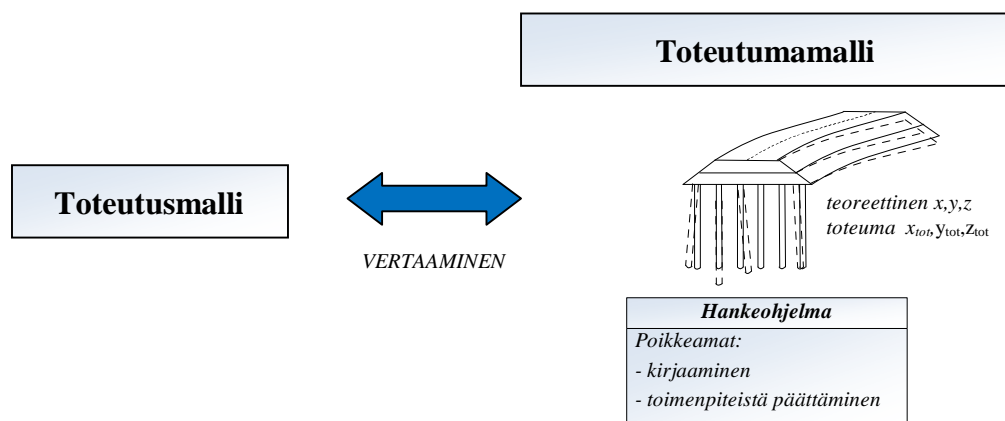
Ennen toteutusmallia on määritetty hankkeen kustannukset, joihin voidaan vaikuttaa suunnitteluratkaisuilla. Lopulliset väylän rakentamiskustannukset määräytyvät toteutusmallista eteenpäin toteutuksen aikana tehdyistä valinnoista ja päätöksistä. Toteutusmallin kustannusarviossa otetaan huomioon rakennusprosessi, resursseista syntyvät kustannukset eli panoshinnat ja ajoitus. Panoskustannusten määrittämisessä tulevissa hankkeissa voidaan hyödyntää koneautomaatiosta saatavaa tietoa.

5.3.5 Toteumamalli

Toteumamallissa esitetään rakenteen todellinen lopputulos ja sitä verrataan toteutusmalliin (kuva 43). Mikäli toteuma ei ole toteutusmallin ja siihen liittyvien toleranssien mukainen, poikkeamien syyt tuodaan esille ja ne saatetaan päätöksenteon alaiseksi.

Hankkeen massatalouden osalta toteumamalliin liitetään toteuma massojen leikkauksista, siirroista ja täytöistä kustannuksineen. Jotta toteuma voidaan kirjata toteumamalliin, massatalouden seurannan täytyy olla systemaattista ja luotettavaa. Massatalouden toteumamallia käytetään hyväksi jälkilaskenta-aineistona seuraavissa hankkeissa.

Kustannushallinnan kannalta toteumamalliin kootaan toteutuneet kustannuksen hankkeja rakenneosittain. Toteutuneet kustannukset toimivat jatkossa suunniteltavien ja toteutavien hankkeiden kustannushallinnan viiteaineistona.



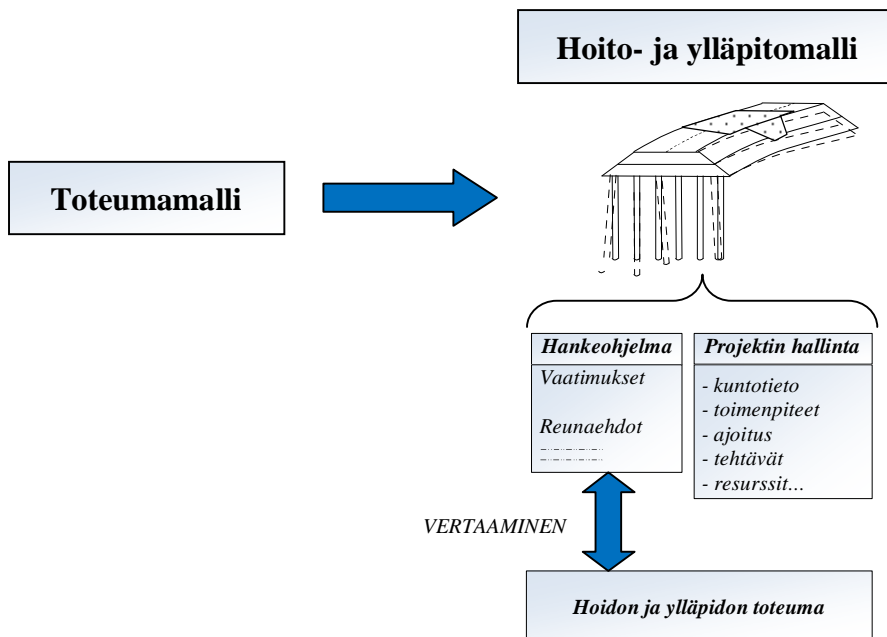
Kuva 43. Toteutumamallin avulla verrataan toteutunutta rakennetta vaatimuksiin ja teoreettiseen suunnitelmaan. Poikkeamat suunnittelusta saatetaan päätöksen teon alaiseksi.

5.3.6 Hoito- ja ylläpitomalli

Hoito- ja ylläpitomalli perustuu toteutumamalliin. Mikäli kyseessä on väylä, josta ei ole luotu toteutumamallia, väylästä luodaan tarkoituksen mukainen toteutumamalli hoito- ja ylläpitovaiheen tarpeisiin. Kuten toteutusmallissakin, hoito- ja ylläpitomalli sisältää hankeohjelman vaatimusten lisäksi hoito- ja ylläpitovaiheiden osasuunnitelmat (kuva 44).

Hoidon ja ylläpidon vaatimukset esitetään hankeohjelmassa toiminnallisuus- ja laatuvaatimuksina. Mallia päivitetään tehdyillä hoito- ja ylläpitotoimenpiteillä koko väylän elinkaaren ajan ja toimenpiteiden lopputulosta verrataan hankeohjelmassa esitettyihin vaatimuksiin. Lisäksi hoito- ja ylläpitomallia täydennetään väylän kuntotiedolla, jota saadaan väylän käyttäjältä, laskennallisista menetelmistä ja kuntomittauksista.

Hoito- ja ylläpitomalliin kootaan hoidon ja ylläpidon toteutuneita kustannuksia hankeosittain. Kustannustiedon kerääminen palvelee väylän hoito- ja ylläpitokustannusten seurantaan. Lisäksi kerätyn kustannustiedon avulla voidaan tarkastella suunnitteluvaiheessa eri suunnitteluratkaisujen vaikutusta hoito- ja ylläpitokustannuksiin hankkeen elinkaaren kustannusten näkökulmasta.



Kuva 44. Hoito- ja ylläpitomalli sisältää vaatimusten ja reunaehtojen esittämisen lisäksi projektin hallinnan elementit. Hoidon ja ylläpidon toteumaa verrataan asetettuihin vaatimuksiin.

5.4 CASE VT 12 - RATKAISUMALLIN TESTAAMINEN

Tutkimuksen tuloksena syntynyt prosessimallia testattiin case – hankkeella. Hankkeeksi valittiin valtatie 12 parannushanke välillä Uusikylä – Suvioja, jonka keskeisimmät tavoitteet ovat väylän palvelutason nostaminen ja liikenneturvallisuuden merkittävä parantaminen. Hankkeesta oli tehty jo mallinnus, joka vastaa ympäristövaikutusten arviointia. Hanke etenee yleissuunnitteluvaiheeseen vuonna 2009.

Testissä tarkasteltiin prosessin alkuvaihetta alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 laatimisesta kustannusarvion vaihteluvälin määrittämiseen. Testin rajaus kyseisiin vaiheisiin oli perusteltua, koska vaiheet ovat prosessin toimivuuden kannalta kriittisiä. Prosessi on kyseisistä vaiheista eteenpäin luonteeltaan täsmentyvää, joka käsittää hankeosien yksityiskohtaista suunnittelua ja rakenteiden mitoittamista. Testin päävaiheet olivat:

- alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 laatiminen
- väylävaihtoehtojen muodostaminen ja perushankeosien määrittäminen
- alustavan massataloussuunnitelman laatiminen
- hankeosittelu, kustannuslaskelmien laatiminen ja edullisuusvertailu
- kustannusarvion vaihteluvälin määrittäminen.

Tutkimuksessa esitetystä prosessimallista⁴⁷ poiketen maastoa ja maaperätietoa koskevia tietoja ei koottu ja siirretty malliin, koska testissä käytetty malli sisälsi riittävällä tarkkuustasolla kyseiset tiedot.

5.4.1 Alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 laatiminen

Tutkimukseen kuuluvassa testissä laadittiin malli alustavan hankeohjelman luonnoksesta L1 (liite H). Laatimisen keskeisimpänä lähteenä käytettiin hankkeen yhteysvälin kehittämisselvitystä⁴⁸ ja selvitystä yhteysvälinhankkeen sisällöstä⁴⁹.

Testi osoitti, että alustavan hankeohjelman reunaehtojen ja vaatimusten esittämisessä rajoitetaan helposti suunnittelun innovatiivisuutta. Tutkimuksen testihankkeessa yhdeksi ongelmakohtaksi oli tunnistettu nykyisen väylän kulkeminen Kausalan taajama-alueen läpi, jossa tien nopeusrajoitus on 50 – 60 km/h. Yhteysvälin tavoitetilan nopeusrajoitukseksi oli asetettu 100 km/h. Testin alustavan hankeohjelman laatimisen yhteydessä havaittiin, että tavoitetilan nopeusrajoitus johtaa helposti väärin vaatimusten ja reunaehtojen määrittämiseen. Vaatimukseksi voidaan virheellisesti määrittää, että väylää ei saa sijoittaa kulkemaan Kausalan taajama-alueen kautta. Tällöin asetettu vaatimus sulkee pois Kausalan taajama-alueelle sijoittuvat suunnitteluratkaisut, jotka voivat olla taloudellisesti ja vaikutuksiltaan edullisempi kuin taajama-alueen kiertävät suunnitteluratkaisut.

Testissä havaittiin, että vaatimuksia esitettäessä piti tunnistaa onko kyseessä:

- a) vaatimus nopeusluokan nostamisesta vai
- b) Kausalan taajama-alueen kiertämisestä?

Tässä tapauksessa nopeusluokan nostaminen oli todellinen vaatimus, jolle oli olemassa perusteet ja vaatimus taaja-alueen kiertämisestä olisi muodostunut suunnittelua ohjauvaksi perusteettomaksi vaatimukseksi.

⁴⁷ Kuva 20

⁴⁸ Valtatie 12 Lahti – Kouvola, yhteysvälin kehittämisselvitys, Tiehallinto, joulukuu 2002.

⁴⁹ Vt 12 Lahti – Kouvola kehittäminen, selvitys yhteysvälihankkeen sisällöstä, Tiehallinto / Ramboll Finland Oy 2005.

Testin keskeisimmät havainnot alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 laatimisesta olivat:

- alustavan hankeohjelmaan sisältöön vaikuttava aineisto oli koottava useasta lähteestä
- lähteissä oli toistettu samoja asioita
- ristiriitaisuuksia lähteiden sisällössä ei juuri ollut
- vaatimusten ja reunaehtojen määrittämisen pitää olla perusteltuja
- hankeohjelman laatimisessa pitää erottaa vaatimusten ja suunnitteluratkaisujen välinen ero.

5.4.2 Väylävaihtoehtojen muodostaminen ja perushankeosien määrittäminen

Väylävaihtoehdot oli muodostettu maastomalliin geometriamalleilla jo ennen testin aloittamista. Testiin osallistujien mukaan maastomalli muodostuu korkeusmallista ja ympäristömallista. Korkeusmalli määrittää maaston kolmiulotteisen pinnan ja ympäristömalli kuvaa pinnan ominaisuutta rajatulla alueella. Ominaisuuksia ovat muun muassa metsä, pelto ja vesistöalueet.

Tutkimuksen testissä havaittiin, että vaihtoehtojen määrittämisen kannalta oleellisia lähtötietoja ovat:

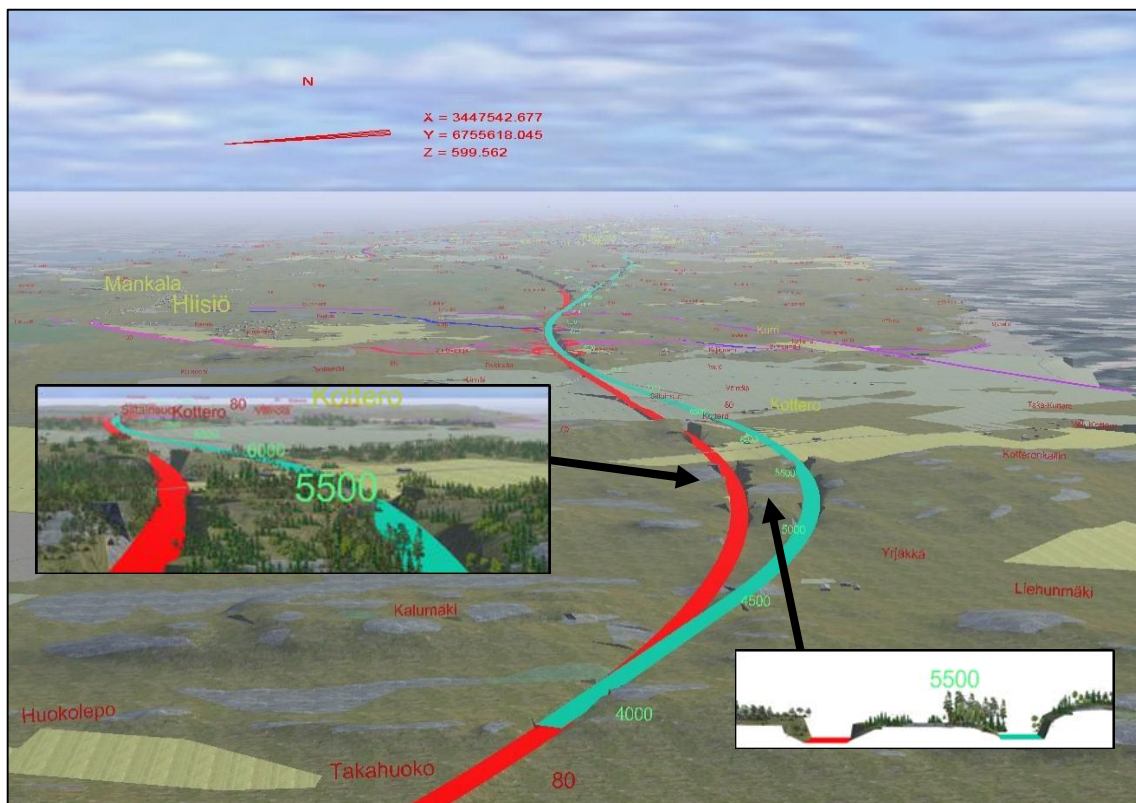
- kaavoitustilanne (maankäyttösuunnitelmat)
- pakkopisteet ja rajoitukset (suunnittelun päätepisteet, suojelualueet)
- tieluokka (ajonopeus, liikennemäärä)
- rakennettavuus (pohjaolosuhteet).

Alustavan hankeohjelman luonnoksen L1 avulla pystytään esittämään ajonopeuteen ja liikennemäärään liittyvät suunnittelua ohjaavat vaatimukset, pakkopisteet ja rajoitukset. Tiedot kaavoitustilanteesta ja pohjaolosuhteista saadaan toisista lähteistä, joita ei käsitelty testissä.

Testissä tunnistettiin kalliopinnan korkeusasemalla olevan suuri merkitys perushankeosien määrittämisen kannalta. Korkeusasema vaikuttaa etenkin päätökseen tunneli- ja avoleikkausratkaisun valinnassa. Testin osallistajat kokivat, että nykytilanteessa tietoa kalliopinnan korkeusasemasta ei ole käytössä riittävän kattavasti vaihtoehtoja määritettäessä.

Testissä ilmeni hyvin nykyisen tietotekniikan mukana tuoma hyöty väylän esittämisessä (kuva 45). Väylän pituusleikkausta ja paalukohtaisia poikkileikkauksia voidaan tarkastella läpi väylälinjan, kun väylän geometria ja maastomalli on luotu. Väylän visuaalinen malli auttaa nykyistä paremmin löytämään merkittävät geometriset virheet. Mallin avulla testissä havaittiin tarpeettoman suuri pengerrys, jonka kustannusvaikutus oli merkittävä.

Tietotekniikka mahdollistaa myös lähtötietojen tuottamisen toisten suunnitteluosa-alueiden käyttöön. Testissä maastomalliin sijoitusta geometriamallista tuotettiin paalukohtainen massaluettelo⁵⁰, joka palvelee leikkaus- ja pengermassojen kokonaismäärän hahmottamisen lisäksi myös massataloussuunnittelua. Testissä havaittiin myös, että automaattinen perushankeosaluettelon saaminen mallista on mahdollista.



Kuva 45. Esimerkki geometriamalleilla määritetyistä vaihtoehtoisista väylälinjauksista. Kuvassa on esitetty myös osasuurennos ja poikkileikkaus paalulta 5500. (lähde: Vianova Systems Finland Oy).

⁵⁰ Testin paalukohtaisen massaluettelon tarkastelutarkkuus oli 10 metriä. Testin osalta massaluettelossa esitettiin kallio- ja maaleikkaukset sekä penkereet.

Testin keskeisimmät havainnot vaihtoehtojen muodostamisen ja perushankeosien määrittämisen suhteen olivat:

- mallintamisen avulla voidaan tuottaa havainnollisia kuvia vaihtoehtoista kohtuullisella työmäärällä
- väylän linjauksen ja geometrian muuttaminen vaivatonta
- mallista voidaan tuottaa suunnittelua tukevien ohjelmistojen, esimerkiksi massataloussuunnittelun, tarvitsema syötetieto automaattisesti
- vaihtoehtojen suunnittelua ohjaavien vaatimusten esittämisen pitää olla systemaattista ja yksiselitteistä
- kallionpinnan korkeusasemalla on merkittävä vaikutus tunneli ja avoleikkaus vaihtoehdon valitsemisen välillä.

5.4.3 Alustava massataloussuunnittelu

Tutkimukseen liittyvässä testissä tarkasteltiin tietotekniikkaa hyödyntävää massataloussuunnitteluohjelmiston⁵¹ soveltuvuutta väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen suunnittelunohjaukseen. Testin massataloussuunnittelu rajattiin koskemaan vain yhtä väylävaihtoehtoa, koska vaihtoehtojen välisellä vertailulla ei ole tutkimuksen kannalta merkitystä.

Massataloussuunnittelun lähtötietoaineistona käytettiin väylän geometriamallista tuotettua paalukohtaista massaluetteloja, maastokarttapohjaa ja pituusleikkausta. Linjauksen maaperän laatu arvioitiin karttamerkintöjen avulla. Arvioinnin tuloksena syntyi paalu-kohtainen käsitys leikkausten laadusta (kallio, maa), penkereiden tarpeesta sekä massanvaihtoalueista.

Testin massataloussuunnittelu muodostui neljästä osa-alueesta, jotka olivat massatasapainotarkastelu, massansiirtosuunnittelu, mitoitettujen massansiirtoaikataulun laatiminen ja ehdotukset suunnitelman muuttamiseksi.

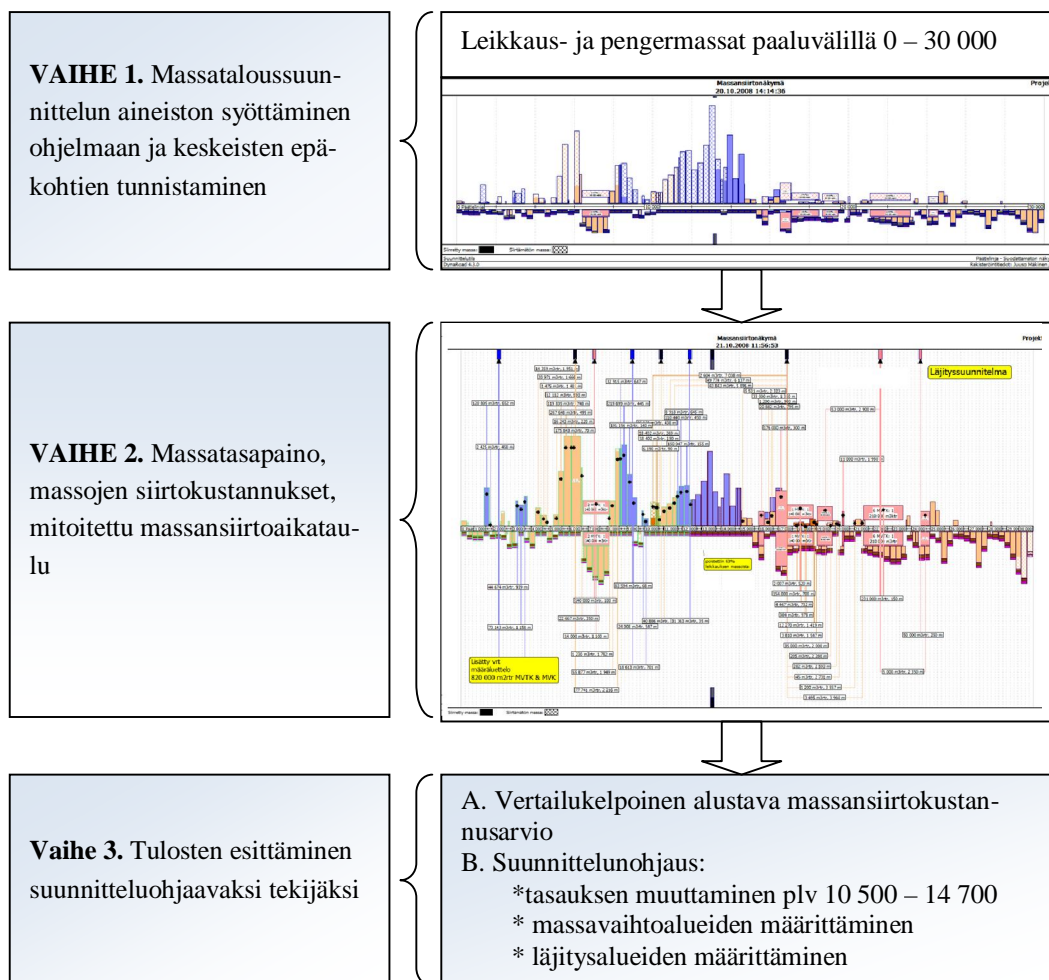
Testi aloitettiin tarkastelemalla muodostetun geometriamallin massatasapainoa ja massansiirtokustannuksia. Tarkastelun avulla osoitettiin, että vaihtoehdon massatasapaino oli voimakkaasti ylijäämäinen ja massojen siirtokustannukset olivat erittäin korkeat.

⁵¹ Dynaroad -ohjelmisto

Alustavasta massataloussuunnittelusta saatujen tulosten perusteella muodostettiin suunnittelun ohjaustoimenpide-ehdotukset, jotka koskivat (kuva 46):

- väylän tasauksen nostamista paaluvälillä 10500-14700
- pehmeikköalueiden suunnitteluratkaisujen määrittämistä massanvaihdolla toteutettavaksi ja
- läjitysalueiden (käytännössä meluvallien) tekemistä asuinalueiden ja väylän väliin.

Ehdotetuilla toimenpiteillä pystyttiin perustellusti ohjamaan suunnittelua massansiirto- ja kokonaiskustannusten kannalta edullisemmaksi.



Kuva 46. Massataloussuunnittelun suunnitteluohjaus vaikutuksen syntyminen päävaiheet tutkimuksen testissä. Merkille pantavaa on, että testi ja sen tulokset ovat viitteellisiä. (lähde: Dynaroad Oy)

Testissä havaittiin myös, että massataloussuunnittelun kannalta materiaalien käyttökelpoisuudella on suuri merkitys. Kallio- ja maaleikkauksilla on selkeä ero aikatauluun ja leikkauksista saatavien massojen käytettävyyteen pengermaalina.

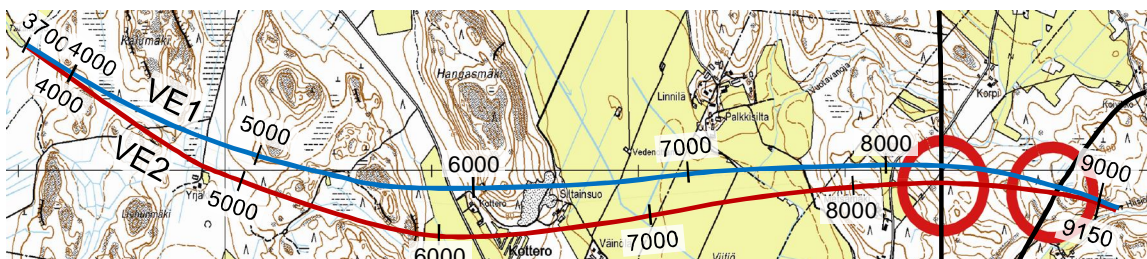
Testin keskeisimmät havainnot alustavasta massataloussuunnittelusta esisuunnitteluvaiheessa olivat:

- massataloussuunnittelulla voidaan tarkistaa väylälinjauksen massatalouden vaikutus kustannuksiin ja löytää merkittävät kustannuksiin vaikuttavat tekijät
- massataloussuunnittelulla pystytään määrittämään hankkeen kokonaistalouden kannalta edullisimpia suunnitteluratkaisuja
- massataloussuunnittelulla voidaan ohjata väylän geometriaa ja linjausta perustellusti kohti kustannustehokkaampaa ratkaisua
- tietotekniikan käyttö massatalouden optimoinnissa ja herkkyytarkastelussa vapauttaa suunnitteluresursseja rutiininomaisesta laskemisesta varsinaiseen suunnittelutyöhön
- massataloussuunnittelulla pystytään ohjaamaan väylähankkeen vaikutuksia.

5.4.4 Kustannuslaskelmien muodostaminen vaihtoehdoille

Testissä tarkasteltiin standardihintaan perustuvaa väylän kustannuslaskelman muodostumista hankeosalaskentaa hyödyntäen. Testissä muodostettiin kahden linjavaihtoehdon kustannuslaskelmat (kuva 48, liite I).

Hankeosat ryhmiteltiin välttämättömiin ja harkinnanvaraisiin hankeosiin. Välttämättömät hankeosat käsittivät väylän, paikallistien alikulun, porrastetut tasoliittymät ja välttämättömät rummut. Hankeosittelu perustui pituusleikkaukseen ja kartta-aineiston perusteella tehtyihin arvioihin leikkaus- ja pengerkorkeuksista sekä niiden laadusta. Harkinnanvaraisiksi hankeosiksi määritettiin meluvalli, levähdysalue, valaistus porrastettujen tasoliittymien alueelle ja ympäristötaide.



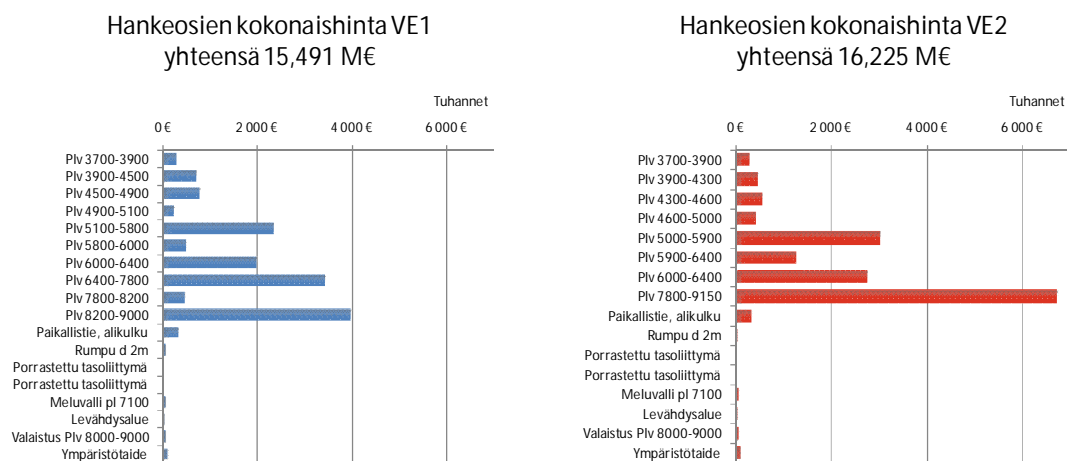
Kuva 48. Tutkimuksen testissä määritettiin hankeosapohjaiset kustannuslaskelmat väylän kahdelle vaihtoehdolle.

Hankeosien kustannusten kannalta oleelliseksi tiedoksi muodostui leikkausten osalta kallioinnin korkeusaseman sijainti. Kustannusten muodostumisen kannalta on oleellista, onko kyseessä kallio- vai maaleikkaus. Testin perusteella vaihtoehdoille saatiin vertailukelpoiset hankeosapohjaiset kustannusarviot⁵²:

- vaihtoehto 1 (VE1)
 - o välttämättömät hankeosat 15,203 M€
 - o harkinnanvaraiset hankeosat 0,287 M€
- vaihtoehto 2 (VE2)
 - o välttämättömät hankeosat 15,938 M€
 - o harkinnanvaraiset hankeosat 0,287 M€

Kuten tutkimuksen aineistosta (liite I, kuva 49) voidaan todeta, molemmat vaihtoehdot sisältävät hankeosia, joiden yksikköhinta on korkea ja joiden vaikutus kokonaiskustannuksiin on merkittävä. Kustannushallinnan kannalta näihin hankeosiin on syytä kiinnittää erityistä huomiota ja hakea kustannustehokkaampaa ratkaisua.

Testin myötä voidaan todeta, että standardihintatietoon perustuvalla kustannusarviolla voidaan sekä verrata väylävaihtoehtojen keskinäistä edullisuutta että ohjata suunnitteluratkaisuja kokonaistaloudelliseen ratkaisuun. Esimerkiksi vaihtoehdon 2 (VE2) hankeosa numero kahdeksan⁵³ yksikköhinta on oleellisesti korkeampi mitä muiden vastaavien hankeosien ja kokonaisvaikutus hankkeen kokonaiskustannusten kannalta on suuri.



Kuva 49. Testin vaihtoehtojen VE1 ja VE2 kokonaiskustannusten muodostuminen hankeosien kustannusten summana.

⁵² Hinnat sisältävät urakoitsijan työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset sekä katteen ja hintojen aluekerrotoimen.

⁵³ Hankeosa: valtatie, plv 7800 – 9150.

Tunnistetulla tiedolla voidaan ohjata suunnittelua saavuttamaan taloudellisesti edullisempi ratkaisu kyseisen hankeosan suhteen, esimerkiksi väylän tasausta muuttamalla.

Testin keskeisimmät havainnot tietotekniikkaa hyödyntävästä hankeosapohjaisesta kustannuslaskennasta esisuunnitteluvaiheessa olivat:

- tietotekniikkaa hyödyntävällä hankeosalaskennalla voidaan tuottaa kohtuullisella panoksella nopeasti vertailukelpoisia kustannuslaskelmia vaihtoehtoisille väylälinjauksille ja suunnitteluratkaisumuunnoksille
- hankeosalaskennan avulla pystytään tunnistamaan kustannusten muodostuminen hankeosittain ja ohjaamaan suunnittelua niiltä osin kustannustehokkaampaan ratkaisuun
- täysipainoinen hankeosalaskennan hyödyntäminen vaatii perushankeosien systemaattista ja automaattista saamista väylän tuotemallista
- leikkausten osalta kustannuslaskelmaan vaikuttaa oleellisesti onko kyseessä maa- vai kallioleikkaus.

5.4.5 Kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittäminen

Tutkimuksen testissä määritettiin kustannusarvion ala- ja yläraja-arvo vaihtoehdolle VE1⁵⁴, jonka hankeosittelu oli tehty jo kustannuslaskelman laatimisen yhteydessä.

Testin kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittämisen vaiheet olivat tutkimuksessa kehitetyn menetelmän mukaisesti:

- hankeosiin vaikuttavien lähtötietojen tunnistaminen
- hankeosiin vaikuttavien lähtötietojen muutosherkkyyden arvioiminen
- epävarmojen lähtötietojen vaikutuksen eli kustannusarvion vaihteluvälin määrittäminen.

Testi aloitettiin kustannusarvion ala- ja yläraja-arvon määrittämisen suhteen tunnistamalla hankeosiin vaikuttavat lähtötiedot ja arvioimalla niiden muutosherkkyyttä eli luotettavuutta (taulukko 1). Valtatiehen, kehäsiltaan ja tasoliittymiin tunnistettiin vaikuttavan epävarmana lähtötietona pohjaolosuhteet. Erityisesti paaluvälin 6400 – 7800 stabiointialueen ja paaluvälin 8200 – 9000 kallioleikkauksen pohjaolosuhteita koskevat lähtötiedot arvioitiin erittäin epävarmaksi.

⁵⁴ Kuva 48.

Taulukko 1. Testin hankeosien lähtötietojen tunnistaminen ja niiden muutosherkkyyksien arvioiminen.

HANKEOSA		TUOTEVAATIMUKSET		OLOSUHTEET
Nro	Selite	toimivuus- vaatimukset	laajuus	pohjaolosuhteet
1	Valtatie plv 3700 - 3900			++
2	Valtatie plv 3900 - 4500			++
3	Valtatie plv 4500 - 4900			++
4	Valtatie plv 4900 - 5100			++
5	Valtatie plv 5100 - 5800			++
6	Valtatie plv 5800 - 6000			++
7	Valtatie plv 6000 - 6400			++
8	Valtatie plv 6400 - 7800			+++
9	Valtatie plv 7800 - 8200			++
10	Valtatie plv 8200 - 9000			+++
11	Kehäsilta, alikulku			++
12	Rumpu D 2m			
13	Porrastettu tasoliittymä 1			+++
14	Porrastettu tasoliittymä 1			+++
15	Meluvalli pl 7100		+++	
16	Levähdysalue			
17	Valaistus plv 8000 - 9000	+		
18	Ympäristötaide			
Tunnistettujen lähtötietojen arvioitu muutosherkkyys (+) pieni (++) kohtalainen (+++) suuri				

Meluvallin ja valaistuksen suhteen arvioitiin, että epävarmoja lähtötietoja ovat tuotevaatimukset. Meluvallin laajuuden suhteen arvioitiin, että sen muutos on hyvin todennäköinen. Valaistuksen toimivuusvaatimusten oletettiin olevan kohtuullisen varmoja, joten niiden muutosherkkyyden arvioitiin olevan pieni. Lähtötiedot jotka koskivat rumpua, levähdysaluetta ja ympäristötaidetta arvioitiin muutosherkkyydeltään merkityksettömiksi.

Lähtötietojen tunnistamisen ja muutosherkkyyden perusteella hankeosien kustannusarvion ylärajan määrittämiseksi lähtötiedot oletettiin huonoimman mahdollisen tilanteen mukaiseksi. Hankeosalaskennan arvioita⁵⁵ muutettiin seuraavasti:

⁵⁵ Vaihtoehtojen vertailua varten laadittu kustannuslaskelma, joka esittää todennäköisintä kustannusta tarkasteluhetken lähtötietojen tasolla.

- plv 6 400 – 7 800 stabilointi määritettiin 3 metrin sijasta 5 metriin
- kaikilla maaleikkausalueilla maa-aineksen laatu määritettiin routivasta erittäin routivaksi
- massanvaihtoalueilla pehmeikön paksuus määritettiin 3 metrin sijasta 5 metriin
- kehäsillan perustamisolosuhde määritettiin routivasta/routimattomasta pehmeäksi ja sen paksuudeksi 5 metriä sekä perustamismenetelmäksi määritettiin teräsbetoninen siltapaaluperustus
- porrastettujen tasoliittymien pohjamaaksi tasausviivan alapuolella määritettiin routimattomasta kallioksi
- valaistuksen pylväsväliksi määritettiin 50 metrin sijasta 44 metriä
- meluvallin kokonaishinnaksi määritettiin 50 000 euron sijasta 70 000 euroa
- plv. 8 200 – 9 000 kalliroleikkauksen yksikköhinnaksi määritettiin 4 967 €/m³ sijasta 5 700 €/m³

Lähtötietojen tunnistamisen ja muutosherkkyyden perusteella hankeosien kustannusarvion alarajan määrittämiseksi lähtötiedot oletettiin odotettavissa olevinta edullisinta vaihtoehtoa vastaavaksi. Hankeosalaskennan arvioita⁵⁶ muutettiin seuraavasti:

- plv 6 400 – 7 800 määritettiin stabiloinnin sijasta toteutettavaksi ylipenkereellä
- kaikilla maaleikkausalueilla maa-aineksen laatu määritettiin routivasta routimattomaksi
- pehmeikköjen massanvaihdot muutettiin ylipenkereeksi
- kehäsillan perustamisolosuhde määritettiin massanvaihdon sijasta maanvaraiseksi perustamiseksi
- valaistuksen pylväsväliksi määritettiin 50 metrin sijasta 56 metriä
- meluvallin kokonaishinnaksi määritettiin 50 000 euron sijasta 40 000 euroa
- plv. 8 200 – 9 000 kalliroleikkauksen yksikköhinnaksi määritettiin 4 967 €/m³ sijasta 3 500 €/m³

Tehdyillä olettamuksilla hankeen todennäköisimmäksi kustannukseksi sekä ala- ja yläraja-arvojenvaihteluväliksi saatiin (liite I):

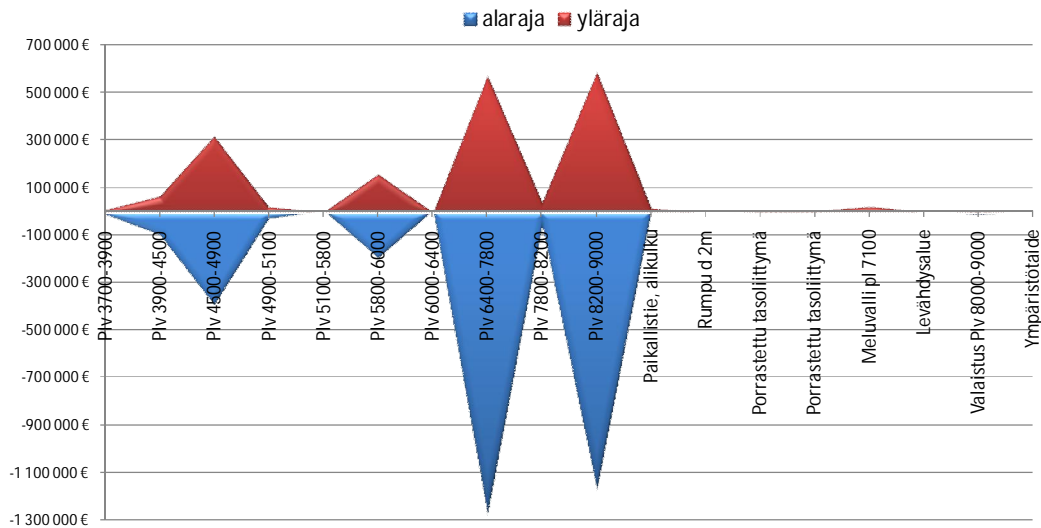
- | | |
|---------------------------|---------------------|
| - alarajakustannus | 12 200 738 €(-21 %) |
| - todennäköisin kustannus | 15 490 649 € |
| - ylärajakustannus | 17 321 659 €(+12 %) |

Tutkimuksessa tehdyn havainnon mukaan kustannusarvion vaihteluväliä voidaan pienentää merkittävästi pelkällä maastokäynnillä paikkoihin, jotka on tunnistettu kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiksi.

Tarkasteltaessa hankeosien välistä eroa kustannusarvion ylä- ja alarajoja nähdään, että hankeosien välillä on merkittäviä eroja (kuva 50). Suurimmat kustannusarvion ylä- ja

⁵⁶ Vaihtoehtojen vertailua varten laadittu kustannuslaskelma, joka esittää todennäköisintä kustannusta tarkasteluhetken lähtötietojen tasolla.

alarajan vaihtelut olivat väylän hankeosissa paaluvälillä 6 400 – 7 800 ja 8 200 – 9 000. Näiden kahden hankeosan yhteenlaskettu vaikutus väylän kustannusten ylärajaan oli 63 prosenttia ja alarajaan 74 prosenttia. Testihankkeen osalta voidaan todeta, että kustannusarvion vaihteluvälin pienentämisen kannalta näiden hankeosien lähtötietojen tarkentaminen on avainasemassa.



Kuva 50. Vaihtoehdon VE1 kustannuksen ala- ja yläraja-arvot hankeosittain.

Testin keskeisimmät havainnot ala- ja yläraja-arvon määrittämisen osalta olivat:

- hankkeen kokonaiskustannusvaihteluväli voidaan määrittää hankeosien kustannusvaihteluvälien summana
- hankeosien kustannusvaihteluvälien määrittäminen tietotekniikkaa ja hankeosanimikkeistöä hyödyntäen on tehokasta
- menetelmä vaatii hankkeelta selkeän hankeosittelun, systemaattisen lähtötietojen tunnistamisen ja muutosherkkyuden arvioimisen
- laskentaparametrit on pystyttävä tallentamaan luotettavasti
- menetelmän avulla voidaan tunnistaa merkittävimmät hankeosat ja sen lähtötiedot, jotka aiheuttavat hankkeen kokonaiskustannuksen vaihteluvälin
- kustannusvaihteluväliin vaikutti oleellisesti kalliopinnan korkeusasema ja maaperän laatu.

6 TULOSTEN JA TUTKIMUKSEN ARVIOINTI

*Luvussa tarkastellaan tutkimuksen vastaamista tunnistettuihin ongelmiin ja arvioidaan tulosten hyväksyttävyyttä sekä tutkimusmenetelmän soveltuvuutta ongelmien ratkaisujen kehittämiseen. Lisäksi luku sisältää tutkimuksen validiuden ja reliaabe-
liuden arvioimisen.*

6.1 TUTKIMUKSEN VASTAAMINEN NYKYISEN PROSESSIN ONGELMAKOHDISTA JOHDETTUIHIN JOHTOPÄÄTÖKSIIN

Tutkimuksen vastaamista tunnistettuihin prosessin ongelma-kohtiin tarkastellaan kolmella tasolla, joita ovat olemassa olevan kirjallisuuden, kehitetyn prosessimallin ja case – testin vastaavuustarkastelut (taulukko 2).

Tutkimuksessa tehtiin teemahaastattelut, joiden perusteella tunnistettiin seitsemän keskeistä nykyiseen prosessiin liittyvää ongelmaa. Ongelmien ratkaisemiseksi tehtiin kirjallisuustarkastelu, jonka pohjalta määritettiin viitekehys ongelmien ratkaisumalleille. Kirjallisuustarkastelu koski kuutta ongelma-kohtaa seitsemästä (6 / 7). Ongelmien ja kirjallisuustarkastelun pohjalta tutkimuksessa kehitettiin prosessimalli ja siihen liittyvät menetelmät, joilla vastattiin kuuteen ongelmaan seitsemästä (6 / 7).

Prosessimallia ja siihen liittyviä menetelmiä tarkasteltiin case – hankkeen testillä, joka koski neljää ongelma-kohtaa seitsemästä (4 / 7). Testissä pidätyttiin käsittelemään prosessin ja toimintatapojen kannalta kriittisiä kohtia. Yleiseen hyväksyttävyyteen ja sidosryhmien vuorovaikutukseen liittyviä toimintamalleja ei testattu, koska ne rajautuivat testatun prosessiosan ulkopuolelle. Prosessin tietojen hallinta tuotemallipohjaisessa ympäristössä rajattiin tutkimuksen testin ulkopuolelle, koska asiaa tarkastellaan riittävän kattavasti muissa alan tutkimus- ja kehityshankkeissa (Inframodel2; Yli-Villamo 2008).

6.1.1 Johtopäätös 1: ”Tilaaajan tahtotilan kuvaaminen”

Hankkeen suunnitteluprosessia on täydennetty hankeohjelmalla. Hankeohjelman avulla varmistetaan, että tilaajan hanketta kohtaa esittämät vaatimukset ja reunaehdot ovat nykyistä paremmin suunnittelijan tiedossa suunnittelua ohjaavana tekijänä. Hankeohjelman ja tehtyjen suunnitelmien vertaamisella pystytään tunnistamaan poikkeamat esite-
tyistä vaatimuksista ja tuomaan poikkeamat päätöksenteon alaiseksi.

Taulukko 2. Tutkimuksen vastaaminen tunnistettuihin ongelmiin.

	Kirjallisuus- tarkastelun vastaaminen ongelmaan	Prosessimal- lin vastaa- minen on- gelmaan	Testauksen vastaaminen ongelmaan
Johtopäätös tunnistetuista ongelmista (x) kyllä			
1 Nykyisillä menetelmillä ja toimintatavoilla ei pysyttyä kuvaamaan väylähankkeen suunnittelua ohjaavaa tilaajan tahtotilaa riittävän kattavasti. Ongelmaan liittyy se, että prosessissa ei ole tunnistettu laatutasoon liittyvää vaatimusten määrittämisen systematiikkaa.	x	x	x
2 Väylähankkeen yleiseen hyväksyttävyyteen vaikuttavien päätösten tekeminen vaatii menetelmän ja välineet, joilla saavutetaan vuorovaikutteinen sidosryhmätyöskentely	ei tarkastelua kirjallisuuden pohjalta	x	rajattu testin ulkopuolelle
3 Menetelmä ja väline sidosryhmien väylähankkeelle asettamien vaatimusten, odotusten ja toiveiden välittämiseen suunnittelijoille puuttuu.	x	x	rajattu testin ulkopuolelle
4 Suunnitteluun vaikuttavien olosuhteita koskevien lähtötietojen hallinta ja liikennemäärän ennustaminen prosessissa on epätydyttävällä tasolla	x	x	x
5 Prosessin tietojen hallinnassa on teknisesti parannettavaa	x	prosessi hyödyntää tuotemallipohjaista tiedonhallintaa	rajattu testin ulkopuolelle
6 Nykyisessä prosessissa ei hyödynnetä tehokkaasti tietoteknisiä ratkaisuja hankkeiden massatalouden suunnittelussa ja hallinnassa. Tästä seuraa, että massataloussuunnittelun suunnittelua ohjaava vaikutus on vähäinen	x	x	x
7 Väylähankkeiden kustannushallinta ja – arviointi on puutteellista ja kustannusohjausta ei hyödynnetä osana suunnitteluprosessia.	x	x	x
yhteys tunnistettuihin ongelmiin	6 / 7	6 / 7	4 / 7

Suunnittelijan näkökulmasta hankeohjelma selkeyttää ja systematisoi suunnittelijan työtä. Suunnittelijalla on hankeohjelman myötä käytössä määrämuotoinen suunnittelun ohjausväline, joka on samanmuotoinen eri hankkeissa. Hankeohjelmassa suunnittelun ohjaus tapahtuu laatu- ja toimivuusvaatimuksina, jolla taataan suunnittelijoille riittävät vapausasteet innovatiivisille suunnitteluratkaisuille etenkin suunnittelua sisältävissä toteutusmuodoissa. Hankeohjelman sisältö on jäsennelty suunnittelun ohjauksen kannalta tarkoituksenmukaiseksi, jolloin suunnittelijan on nykyistä menettelytapaa helpompi hahmottaa hankkeelle asetetut vaatimukset ja tavoitteet.

Ratkaisumalliin kuuluu hankeohjelman avulla pidettävä kuulemistilaisuus sidosryhmillä ennen suunnittelutyön aloittamista. Toimintapa karsii tarpeetonta suunnittelutyötä ja parantaa suunnitelmien laatua, kun suunnittelutyö perustuu sidosryhmien näkemyksiin, toiveisiin ja tarpeisiin. Menetelmä parantaa sidosryhmien vaikutusmahdollisuuksia hankkeen ja hankeosien tarpeellisuuteen, laatu- ja palvelutasoon, vaikutuksiin sekä suunnitteluratkaisuihin jo hankkeen alkuvaiheissa, kun sidosryhmillä on mahdollisuus antaa palaute hankeohjelman sisällöstä.

Hankeohjelman käyttö selkeyttää hankkeiden päätösten tekemistä. Hankeohjelmaa koskevilla päätöksillä määritetään lopputuloksen vaatimukset ja vastaavasti suunnitteluratkaisuja koskevilla päätöksillä vastataan asetettuihin vaatimuksiin. Hankeohjelma käyttö selkeyttää päätöksen tekoa, kun hankkeen osapuolet vastaavat vain päätöksistä, jotka kuuluvat niille.

Hankeohjelman hyödyntäminen tilaajan vaatimusten esittämisessä sisältää tarkistusvaiheen, jossa laadittuja suunnitelmia verrataan hankeohjelman sisältöön. Toimintamallilla varmistetaan, että suunnittelijat ovat ymmärtäneet esitetyt vaatimukset oikein ja laaditut suunnitelmat vastaavat tilaajan tahtotilaa.

Tutkimus vastasi kohtuullisesti johtopäätökseen, jonka mukaan tilaajan tahtotilan esittäminen vaati parantamista. Tutkimus vastasi johtopäätökseen kohtuullisesti, koska case – hankkeen avulla luotiin vain viitekehys hankeohjelman sisällön muodostumiselle.

6.1.2 Johtopäätös 2: ”Yleinen hyväksyttävyyys”

Hankkeiden ja niiden suunnitteluratkaisujen yleinen hyväksyttävyyys paranee, kun suunnitelmien esittämisessä käytetään visualisoituja malleja. Sidosryhmien on helpompi hyväksyä hanke, mikäli hankkeen suunnitteluratkaisut ja niiden vaikutukset sidosryhmien ympäristöön ja toimintaan esitetään helposti ymmärrettävässä ja havainnollisessa muodossa. Tällöin helposti ymmärrettävä esitysmuoto vähentää hankkeeseen kohdistuvia sidosryhmien pelkoja ja negaatioita. Hankkeen yleistä hyväksyttävyyttä lisää myös se, että esitettävä visuaalinen mallin perustuu hankeohjelmassa esitettyihin vaatimuksiin ja reunaehtoihin, joihin sidosryhmillä on ollut mahdollisuus vaikuttaa ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista.

Visualisoiduilla malleilla pystytään tuomaan esille paremmin sidosryhmien suunnitelmien parannusehdotukset, kun suunniteltu lopputulos on ymmärretty oikein. Parannusehdotusten myötä pystytään saavuttamaan sidosryhmiä paremmin palveleva ratkaisu ja kasvattamaan hankkeen yleistä hyväksyttävyyttä.

Hankkeen yleiseen hyväksyttävyyteen liittyvään johtopäätökseen tutkimus vastasi heikosti, koska tutkimuksessa ei käsitelty asiaa syvällisemmin. Tutkimuksen tuloksena tältä osin olivat hypoteesien muodostaminen, joiden mukaan sidosryhmien vaikutusmahdollisuudet hankkeen sisältöön ja visuaaliset mallit parantavat hankkeen yleistä hyväksyttävyyttä.

6.1.3 Johtopäätös 3: ”Sidosryhmien vaatimusten välittäminen”

Prosessimalliin on liitetty hankeohjelma, jonka avulla sidosryhmien näkemyksistä, odotuksista ja toiveista tilaaja muodostaa suunnittelua ohjaavia tekijöitä. Tällöin hankkeen johtaminen perustuu sidosryhmälähtöiseen tahtotilaan. Prosessissa sidosryhmille varataan mahdollisuus palautteen antamiselle hankeohjelman sisällöstä ennen suunnitteluratkaisuista päättämistä. Tällöin vältetään sellaisten suunnitteluratkaisujen tarkastelusta, joiden hylkäämisen todennäköisyys on suuri.

Hankeohjelma seuraa hanketta koko sen elinkaaren. Sidosryhmille varataan mahdollisuus vaikuttaa hankeohjelman sisältöön myös hoito- ja ylläpitovaiheessa, jolloin väylän käyttövaihe palvelee sidosryhmien muuttuvia näkemyksiä, odotuksia ja tarpeita.

Johtopäätökseen sidosryhmien vaatimusten välittämismenetelmään tutkimus vastasi kohtuullisesti, koska asiaa käsiteltiin tutkimuksessa päättelemällä. Esitetyn toimintatapa vaatii lisätutkimuksia, kehittämistä ja tarkentamista ennen käyttöönottoa.

6.1.4 Johtopäätös 4: ”Lähtötietojen hallinta”

Prosessia on täydennetty menetelmällä, jolla hallitaan epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvaa hankkeen kustannusriskiä sekä ohjataan suunnittelua ja lähtötietojen hankintaa. Menetelmä eroaa merkittävästi nykyisestä toimintatavasta, jossa epävarmojen lähtötietojen kustannusvaikutusta ei tunnisteta ja hallita systemaattisesti.

Menetelmä parantaa epävarmojen lähtötietojen hankinnan kohdentamista kustannusten muodostumisen kannalta kriittisiin paikkoihin. Kohdentamisen paraneminen aikaansaa kustannussäästöjä lähtötietojen hankinnan osalta ja pienentää hankkeen kustannusriskiä.

Hallintamenetelmä helpottaa päätöksentekoa nykyiseen toimintatapaan verrattuna. Menetelmällä pystytään muodostamaan hankkeelle perusteltu kustannusarvion vaihteluväli. Vaihteluväli joko hyväksytään tai päätetään toimenpiteistä joiden avulla lähtötietoja tarkennetaan ja samalla kustannusarvion vaihteluväliä pienennetään. Vaihteluvälin muodostamisen lisäksi menetelmän avulla pystytään tuottamaan päätöksentekoa tukevaa

tietoa, jota ovat muun muassa tieto kustannusriskiin vaikuttavista tekijöistä ja niiden vaikutuksista.

Lähtötietojen hallintamenetelmä vastasi tutkimuksessa tehtyyn johtopäätökseen hyvin. Nykyiseen toimintatapaan verrattuna tutkimuksessa esitetty menetelmä tuo merkittävän parannuksen. Case – hanke osoitti, että menetelmä kustannusarvion vaihteluvälin määrittämiseksi on käyttökelpoinen ja sen tuoma lisäarvo prosessiin on merkittävä.

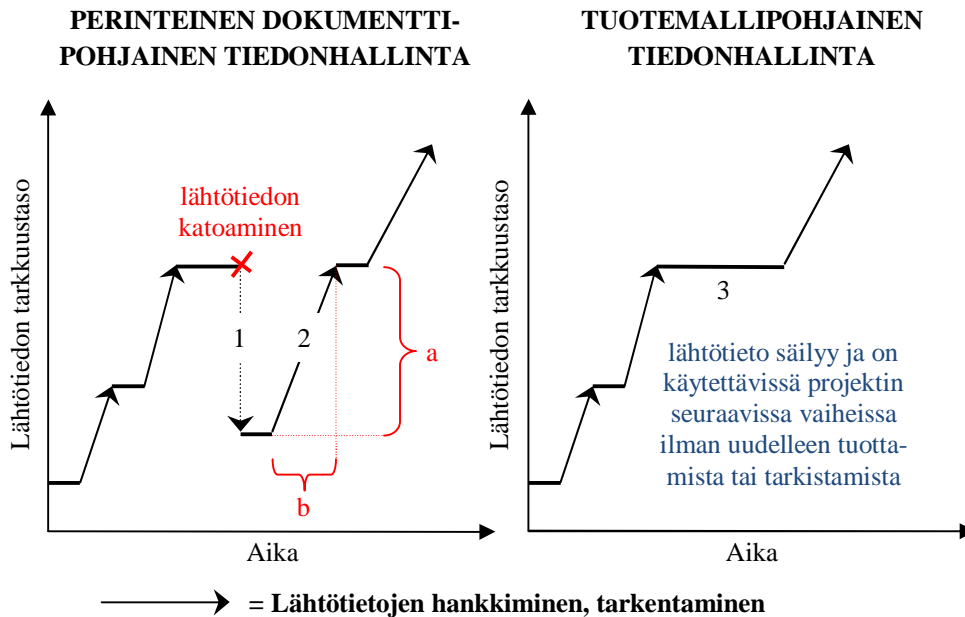
6.1.5 Johtopäätös 5: ”Tietojen hallinta”

Tuotemallintamisen hyödyntäminen infraprosessissa perustuu asteittain täsmentyvään mallintamiseen. Nykyisestä toimintatavasta poiketen hankkeeseen liittyvät tiedot hallitaan yhden mallin avulla. Tällöin edellisten suunnitteluvaiheiden tulokset periytyvät seuraavaan suunnitteluvaiheeseen, joka parantaa nykyiseen toimintatapaan verrattuna tiedon säilymistä ja tukee tiedon asteittaisesta täsmentymistä.

Tuotemallipohjainen projektin hallinta parantaa epävarmojen lähtötietojen tarkentumista ja hallintaa. Lähtötiedot tallennetaan malliin, jolloin ne ovat nykyisestä poiketen tallennettu yhteen paikkaan. Lähtötietojen uudelleen tuottaminen vähenee ja siihen kuluvia resursseja ja aikaa säästetään, kun lähtötiedot ovat löydettävissä yhdestä paikasta (kuva 51).

Tutkimuksessa tarkasteltiin väylän tuotemallin vaiheita väylähankkeen kokonaisprosessin kannalta. Tuotemallin vaiheistus on perusteltua, koska tuotemallilla on erilainen merkitys hankkeen eri osapuolille. Tilaajalla on merkittävä vaikutus tuotemallin kaikkiin vaiheisiin hankeohjelman laatimisesta hoito- ja ylläpitomalliin. Suunnittelijoiden rooli korostuu suunnittelumallien yhteydessä ja urakoitsijoille on merkitystä erityisesti toteutus-, toteuma- sekä hoito- ja ylläpitomalleilla. Tuotemallin vaiheistamisella luodaan kokonaisprosessiin kiintopisteitä, joilla voidaan ohjata ja hallita projektia nykyistä paremmin.

Prosessimallin kehittämisen lähtökohdaksi määritettiin tuotemallipohjainen tiedonhallinta. Tutkimuksessa havaittiin, että tuotemallipohjaisella suunnittelulla pystytään tehostamaan prosesseja ja parantamaan hankkeen osapuolten yhteistoimintaa. Tutkimuksessa kehitettyä prosessimallia pystytään hyödyntämään myös perinteisessä dokumenttipohjaisessa tiedonhallinnassa, joskin silloin sen kaikkia ominaisuuksia ei pystytä hyödyntämään tehokkaimmalla tavalla.



- 1) Tiedon ”hukkuminen”. Lähtötieto ei siirry osapuolelta toiselle tai tuotettuun lähtötietoon ei voida luottaa.
- 2) Lähtötiedon uudelleen tuottaminen. Lähtötietojen uudelleen tuottaminen (a) vaatii aikaa ja resursseja (b).
- 3) Lähtötieto on tallennettu asianmukaisesti tuotemalliin. Lähtötieto on saatavilla ja se on luotettavaa. Lähtötiedon uudelleen tuottamista tai tarkastamista ei tarvita.

Kuva 51. Tuotemallipohjaisessa tiedonhallinnassa lähtötiedot on koottu yhteen malliin, jolloin säästetään lähtötietojen uudelleen tuottamiseen kuluva resursseja ja aikaa.

Johtopäätökseen tietojen hallinnan teknisistä ongelmista tutkimus vastasi kohtuullisesti. Teknisten ongelmien ratkaisujen sijasta tutkimuksessa keskityttiin hyödyntämään tuotemallintamisen mukana tuomia mahdollisuuksia ja sen liittämistä kehitettyyn prosessiin.

6.1.6 Johtopäätös 6: ”Massataloussuunnittelu”

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen osalta nykyisen prosessin massataloussuunnittelu keskittyy pääsääntöisesti leikkaus- ja täyttömassojen tasapainotarkasteluihin. Kustannushallinnan ja suunnitteluohjauksen kannalta nykyinen toimintatapa on puutteellinen. Tutkimuksessa kehitettiin toimintamalli, jossa yhdistettiin tietotekniikan hyödyntämiseen perustuva massataloussuunnittelu osaksi väylähankkeen kokonaisprosessia. Toimintamalli eroaa nykytilanteesta seuraavasti:

- massataloussuunnittelulla on nykyistä suurempi painoarvo suunnittelua ohjaavana tekijänä

- väylävaihtoehtojen kustannusvertailut ovat perustellumpia, kun ne sisältävät massojensiirrosta aiheutuvat kustannukset
- hankkeelle pystytään laatimaan alustava toteutusaikataulu (toteutuksen kesto) massojen siirtojen näkökulmasta jo esisuunnitteluvaiheessa
- urakoitsijoiden työmäärä vähenee hankkeen tarjousvaiheessa, kun tarjouslaskenta-aineisto sisältää alustavan mitoitettun massansiirtosuunnitelma ja – aikataulun
- massataloussuunnittelu liittyy nykyistä voimakkaammin hankkeen ympäristövaikutuksiin
- massataloussuunnittelu osoittaa tarpeen tutkia massojen käyttöön liittyviä suunnitteluratkaisuja.

Tietotekniikan liittäminen osaksi massataloussuunnittelua nopeuttaa ja automatisoi suunnittelun rutiinitehtäviä, jolloin suunnittelijan resursseja pystytään käyttämään nykyistä paremmin suunnittelutyöhön. Tietotekniikan avulla voidaan tarkastella tehokkaasti eri suunnitteluratkaisujen vaikutusta ja löytämään edullisempi ratkaisu massatalouden näkökulmasta.

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheeseen liitettyllä massataloussuunnittelulla on merkittävä suunnittelun ohjausvaikutus. Massataloussuunnittelun elementit esitetyssä prosessimallissa ovat massatasopainotarkastelu, massojen käyttökelpoisuuksien tarkastelu ja massojen siirtokustannusten määrittäminen. Massataloussuunnittelu tuottaa suunnittelun ohjaustoimenpiteitä, jotka kohdistuvat väylän korkeusasemaan, sijaintiin ja perushankeosia koskeviin suunnitteluratkaisuihin. Massataloussuunnittelun käyttö suunnittelun ohjauksen välineenä vaatii rinnalleen prosessimallin mukaisesti systemaattisen hanke- ja rakennusosalaskennan, joilla pystytään määrittämään tehtyjen suunnittelunohjaustoimenpiteiden vaikutus hankkeen kustannuksiin.

Massojen siirroilla on merkittävä vaikutus toteutuksen aikatauluun etenkin uusinvestointikohteissa. Tutkimuksessa kehitetyllä toimintamallilla pystytään määrittämään esisuunnitteluvaiheessa alustava mitoitettu massasiirtoaikataulu, joka auttaa toteutukseen kuluvan ajan ja hankkeen kokonaisuikataulun arvioinnissa ja hallinnassa.

Alustavan massataloussuunnitelman avulla voidaan määrittää ja esittää massatalouden perusratkaisut ennen hankkeen toteutuksen kilpailuttamista. Tällöin toteutuksen tarjoajien ei tarvitse erikseen muodostaa perusratkaisuja tarjouslaskennassaan, joka osaltaan nopeuttaa ja vähentää tarjousvaiheen työmäärää. Perusratkaisua ei kuitenkaan tule esittää vaatimuksena, vaan tarjoajille tulee antaa mahdollisuus muodostaa omat perusratkaisunsa. Tällä varmistetaan riittävä liikkumatila tarjoajien innovatiivisuudelle ja sen mukana tuomille hankkeen kustannussäästöille.

Massataloussuunnittelulla on merkitystä hankkeen vaikutusten kannalta. Massataloussuunnittelu ohjaa väylän ja hankeosien suunnitteluratkaisuja sekä geometrian sijaintia ja korkeusasemaa. Tutkimuksessa esitetyllä toimintatavalla pystytään hallitsemaan vaikutuksia nykyistä paremmin. Esimerkiksi läjitysalueiden määrittämisellä massataloussuunnittelun avulla pystytään hallitsemaan ympäristövaikutuksia nykyistä paremmin.

Massataloussuunnittelulla ja sen suunnitteluratkaisuja ohjaavalla vaikutuksella aikaansaadetaan hankkeelle kokonaistaloudellinen ratkaisu. Väylän massatasapainolla ja materiaalien käytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa tehtäviin suunnitteluratkaisuihin. Esimerkiksi leikkauksista saatavien massojen määrää voidaan lisätä väylän tasausta muuttamalla, mikäli osoitetaan, että pehmeikköalueen massanvaihto leikattavilla massoilla on paalulaattaan verrattuna kokonaistalouden kannalta edullisempi suunnitteluratkaisu.

Tutkimuksen toimintamallilla luodaan edellytykset hankkeen elinkaaren kestävä systemaattinen massatalouden hallinta. Esisuunnitteluvaiheessa luodaan alustava massataloussuunnitelma, joka sisältää massansiirtosuunnitelman ja – kustannukset sekä mitoitettun massansiirtoaikataulun. Alustava massataloussuunnitelma täsmentyy hankkeen edetessä, kun lähtötiedot tarkentuvat ja hankkeessa tehdään päätöksiä suunnitteluratkaisujen suhteen.

Johtopäätökseen massataloussuunnittelun ohjelmistojen puutteelliseen kytkeytymiseen nykyiseen prosessiin tutkimus vastasi erinomaisesti. Case – hankkeella pystyttiin osoittamaan selkeästi massataloussuunnittelun merkitys suunnittelua ohjaavana tekijänä esisuunnitteluvaiheessa sekä tuomaan esille tietotekniikan laskentatehokkuuden lisäarvo prosessiin.

6.1.7 Johtopäätös 7: ”Kustannusten ohjaus, hallinta ja arviointi”

Kustannusten ohjauksen, hallinnan ja arvioinnin kehittyminen nykyiseen prosessiin nähdessä pohjautuvat tutkimuksessa kehitettyihin toimintamalleihin ja menetelmiin, jotka perustuvat:

- hankeosalaskennan hyödyntämiseen väylän vaihtoehtojen ja suunnitteluratkaisujen vertailuissa sekä suunnittelun ohjauksessa
- kustannusarvioihin, jotka vastaavat suunnitelmavalmiutta
- epävarmojen lähtötietojen aiheuttaman kustannusvaihteluvälin hallintaan
- hankkeen päätöksenteon kehittämiseen ja
- massataloussuunnittelun hyödyntämiseen suunnittelua ja suunnitteluratkaisuja ohjaavana tekijänä kustannusten muodostumisen näkökulmasta
- iteratiiviseen toiminnallis-taloudellisen tavoitteen hallintaan.

Tutkimuksen tuloksena syntynyt prosessimalli parantaa erityisesti esisuunnitteluvaiheen vaihtoehtoisten linjavaihtoehtojen ja suunnitteluratkaisujen kustannusvertailua. Menetelmä perustuu systemaattisuuden ja määrämuotoisuuden lisäämiseen hankkeiden kustannusarvioinnissa. Kustannusarviointi hyödyntää hankeosalaskennan ja nimikkeistön mukana tuomia mahdollisuuksia sekä tietoteknisten ratkaisujen liittämistä osaksi hankkeen kokonaisprosessia. Hankeosalaskennalla pystytään muodostamaan esisuunnitteluvaiheessa väylävaihtoehtojen vertailukelpoiset kustannuslaskelmat, tuomaan esille vaihtoehtojen väliset kustannuserot sekä tunnistamaan kustannuseroja aiheuttavat tekijät. Menetelmä mahdollistaa lähes reaaliaikaisten kustannusarvioiden tuottamisen suoraan väylän tuotemallista, jolloin vaihtoehtojen edullisuuden vertailu on nopeaa. Nykyiseen verrattuna käytettävissä olevan ajan puitteissa pystytään vertaamaan useampia vaihtoehtoisia ratkaisuja ja niiden kustannuksia. Useampien vaihtoehtojen vertailu kasvattaa todennäköisyyttä kustannuksiltaan edullisimman ratkaisun löytämisestä.

Merkille pantavaa kuitenkin on, että tutkimuksessa kehitetty menetelmä ei vähennä suunnittelijan tarvetta ottaa huomioon työssään muita suunnittelua ohjaavia tekijöitä, kuten muun muassa nykyistä maankäyttöä ja maankäyttösuunnitelmia. Muut ohjaavat tekijät määrittävät tutkimuksessa kehitetylle suunnittelunohjausmenetelmälle reunaehdot.

Tutkimuksessa kehitetyn menetelmän avulla voidaan tuottaa suunnitelmavalmiutta vastaava kustannusarvio ja tunnistaa myöhemmin tehtävien päätösten vaikutukset kustannuksiin.

Kustannuslaskelmien ja – arvioiden laatimisen lisäksi hankeosapohjaisella kustannusarviointimenetelmällä pystytään ohjaamaan suunnittelua. Hankeosittain tehdyn arvion perusteella pystytään tunnistamaan hankeosat, joilla on kokonaiskustannusten kannalta suurin vaikutus. Tunnistamisen perusteella kokonaiskustannuksiin merkittävästi vaikuttaville hankeosille voidaan hakea edullisempaa ratkaisua.

Tutkimuksessa kehitetyllä menetelmällä pystytään määrittämään ja hallitsemaan epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvia kustannusriskejä ja välttämään niistä aiheutuvat taloudelliset seuraamukset. Menetelmän tuloksena syntyy suunnitteluvaiheen mukainen rakentamiskustannusarvion vaihteluväli. Kustannusarvion todennäköisimmän arvon kustannukset perustuvat sen hetkisten lähtötietojen perusteella laadittuun kustannusarvioon. Alaraja-arvo perustuu kustannuksiin, jossa lähtötietoihin liittyvien riskien ei katsota realisoituvan. Yläraja-arvo perustuu vastaavasti riskitasoon, jossa kaikki riskit toteutuvat.

Päätöksenteon kannalta hankeosat on jaettu välttämättömiin ja harkinnanvaraisiin hankeosiin. Jaottelun avulla pystytään määrittämään vähimmäishinta, jolla väylä on mahdollista toteuttaa liikennöitäväksi. Itsenäisiin päätöksiin perustuvilla harkinnanvaraisilla hankeosilla pystytään nostamaan ja vaikuttamaan väylän koettavuuteen, palvelukykyyn ja laatutasoon.

Massataloussuunnittelulla pystytään määrittämään suunnittelua ohjaavia tekijöitä, joilla yhdessä hanke- ja rakennusosalaskemisen avulla voidaan tuottaa edullisempia suunnitteluratkaisuja. Hankkeen kustannusarviot sisältävät esisuunnitteluvaiheesta lähtien massansiirtokustannukset, jolloin kustannusarviot ovat perustellumpia.

Iteratiivisella toiminnallis-taloudellisen tavoitteen luomisella ja hallinnalla saavutetaan sidosryhmien ja tilaajien sitoutuminen hankkeen vaatimuksiin, päämääriin ja tavoitteisiin jo hankkeen alkuvaiheissa. Tavoitteen luominen edesauttaa tilaajien ja sidosryhmien päätöksentekoa, kun hankkeen päättäjillä on tietous päätöstensä vaikutuksista kustannuksiin.

Johtopäätökseen väylähankkeiden kustannusten ohjauksen, hallinnan ja arvioinnin nykyisen prosessin puutteellisuuteen tutkimus vastasi erinomaisesti. Prosessiin liitettiin suunnittelunohjausmenetelmä, jolla voidaan ohjata kustannusten muodostumista. Menetelmässä yhdistyy tietotekniikkaa hyödyntävät massataloussuunnittelu sekä hanke- ja rakennusosalaskenta. Case – hanke osoitti hyvin, että hankeosapohjainen kustannuslaskenta pystytään liittämään osaksi tuotemallipohjaista suunnittelua ja kehitetyllä prosessimallilla pystytään määrittelemään epävarmoista lähtötiedoista aiheutuva kustannusvaihteluväli.

6.2 YHTEYS AIEMPIIN TUTKIMUKSIIN JA KEHITYSHANKKEISIIN

Tutkimus liittyy alan kehityshankkeisiin, joissa on tarkastelu infrahankkeiden kustannushallintaa, massataloussuunnittelua ja tuotemallipohjaista suunnittelua.

Tutkimuksissa hyödynnettiin IK – hankkeen⁵⁷ tuloksia, joita ovat infrahankkeiden talouden hallintamenetelmät ja hinnastot. Hankeosa- ja rakennusosalaskenta tarjoaa tässä tutkimuksessa kehitetylle menetelmälle systemaattisen lähestymistavan kustannusvertai-

⁵⁷ IK- hanke on kumppanuuteen perustuva yhteishanke infrahankkeiden kustannushallinnan kehittämiseksi. Hankkeeseen kuuluu Rapal Oy ja yhdeksän tilaajaorganisaatiota.

lulle ja – hallinnalle. Hankeosalaskennan ja siihen liittyvien hinnastojen sekä massataloussuunnittelun avulla voidaan vertailla eri vaihtoehtojen kustannusten keskinäistä edullisuutta.

Massatalouden osalta alalla on olemassa vähän tutkimustuloksia. Tässä tutkimuksessa esitetty massataloussuunnittelun liittäminen osaksi esi- ja yleissuunnitteluvaihetta suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi pohjautuu positiivisiin tuloksiin ja kokemuksiin, joita on saatu rakennus- ja työsuunnitteluvaiheiden massataloussuunnitteluista⁵⁸.

Infrahankkeiden tuotemallipohjaisen suunnittelun tutkimus- ja kehitystoiminta on keskittynyt yhteisen tiedonsiirtostandardin määrittämiseen, jota on käsitelty muun muassa Inframodel2 - hankkeessa⁵⁹. Lisäksi ohjelmistoyritykset ovat panostaneet huomattavasti omien ohjelmistojensa kehittämiseen tuotemallin käyttöönoton näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa on tunnistettu alan yhteisen tuotemallipohjaisen tiedonsiirtostandardin mukana tuoma mahdollisuus tehokkaaseen vuorovaikutukseen väylän tuotemallin, massataloussuunnittelun sekä hanke- ja rakennusosalaskennan välillä.

6.3 TUTKIMUKSEN UUTUUSARVOT

Tutkimuksen uutuusarvot keskittyvät:

- väylän esi- ja yleissuunnitteluvaiheen ohjaukseen
- hankkeen epävarmojen lähtötietojen hallintaan
- tietotekniikkaa hyödyntävien ratkaisujen liittämiseen osaksi prosessia.

Tutkimuksen merkittävin uutuusarvo käsittää prosessimuutoksen, jossa väylähankkeen esi- ja yleissuunnitteluvaiheeseen on liitetty suunnittelua ohjaavia tekijöitä taloudellisesti näkökulmasta. Kehitetyn menetelmän avulla parannetaan merkittävästi väylän suunnittelun alkuvaiheiden kustannusohjausta ja – hallintaa sekä vaihtoehtojen kustannusvertailua. Menetelmän myötä hankkeen alkuvaiheiden kustannushallinta vastaa nykyistä paremmin kustannusohjausteoriaa arviointiteorian sijasta. Ohjausteoriaan perustuvan menetelmän avulla pystytään tunnistamaan paremmin hankkeessa tehtävien päätösten kustannusvaikutus ja hallitsemaan hankkeen sisältöä ja kustannuksia tilaajan tahtotilan

⁵⁸ Massataloussuunnittelua on käsitelty Juuso Mäkisen diplomityössä ”Pääurakoitsijan massatalouden hallinta suunnittelua sisältävissä urakoissa”.

⁵⁹ Inframodel2 – hankkeen ensisijaisena tavoitteena on ollut dokumentoidun tiedonsiirtostandardin alalle tuominen (Inframodel2)

mukaisesti. Lisäksi menetelmän avulla voidaan muodostaa hankkeen kokonaiskustannusten kannalta nykyistä edullisempia suunnitteluratkaisuja.

Tutkimuksen uutuusarvoihin kuuluu myös hankeosien jakaminen varsinaisiin ja harkinnanvaraisiin hankeosiin. Varsinaisten hankeosien kustannusarvio kuvastaa rakennuskustannuksia, joilla väylä saadaan liikennöitävään kuntoon. Harkinnanvaraisia hankeosia koskevilla päätöksillä vaikutetaan väylän koettavuuteen, palvelukykyyn ja laatuun. Harkinnanvaraisten hankeosien poisjättäminen tai myöhemmin toteuttaminen ei vaikuta merkittävästi väylän käyttöönottoon ja käyttöön.

Toinen merkittävä tutkimuksen uutuusarvo sisältää epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmän, jolla määritetään hankkeen kustannusarvion vaihteluväli. Vaihteluväli muodostuu hankkeen rakennuskustannusten halvimasta, todennäköisimmästä ja kallimmasta arvosta. Hallintamenetelmä sisältää myös viitekehysten vaihteluvälin pienentämisen toimenpiteistä ja menetelmistä. Menetelmä parantaa nykyistä prosessia merkittävästi kustannusriskien hallinnan näkökulmasta. Hankkeen kustannusriski, jonka suuruutta vaihteluväli kuvaa, voidaan joko hyväksyä tai sen perusteella voidaan päättää riskin pienentämiseen johtavista toimenpiteistä.

Lisäksi tutkimuksen uutuusarvona osoitettiin, että tietoteknisillä ratkaisuilla voidaan tehostaa merkittävästi väylähankkeen osaprosesseja. Tietotekniikkaa hyödyntävillä massataloussuunnittelulla, kustannuslaskennalla, hankeohjelman hallinnalla ja tuotemallipohjaisella suunnittelulla tehostetaan etenkin väylän suunnitteluprosessia. Nykyiseen prosessiin verrattuna tietotekniikan hyödyntäminen nopeuttaa ratkaisuvaihtoehtojen muodostamista, vertaamista, tuottaa tietoa päätöksen teon tueksi sekä tehostaa suunnitteluprosessia. Tutkimuksessa on voitu osoittaa, että eri ohjelmistojen yhteensovittaminen prosessin tehokkuuden parantamiseksi on mahdollista.

6.4 PROSESSIN KEHITYSEHDOTUSTEN HYVÄKSYTTÄVYYS JA VAIKUTTAVUUS

Prosessin kehitysehdotusten hyväksyttävyyttä prosessiin arvioitiin tutkimuksen workshoppien tulosten ja case – hankkeen perusteella. Prosessin kehitysehdotukset sisältävät:

- hankeohjelman käyttöönoton osaksi väylähankkeen kokonaisprosessia
- visuaalisten geometriamallien hyödyntämisen esisuunnitteluvaiheessa
- massataloussuunnittelun liittämisen prosessiin suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi
- epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmän käyttöönoton osaksi kustannushallintaa.

Hankeohjelman käytöllä parannetaan hankkeen vaatimusten esittämistä, lisätään sidosryhmien vaikutusmahdollisuutta suunnitteluratkaisuihin sekä selkeytetään päätösten tekemistä. Sidosryhmien vaikutusmahdollisuuksien osalta alan toimijat suhtautuivat varuksella hankeohjelman käytön hyötyihin. Osa workshoppien osallistujista koki menetelmän hankaloittavan prosessia, kun sidosryhmien monimuotoisia tarpeita pyritään täyttämään hankkeen alkuvaiheissa. Toisaalta workshoppeissa koettiin, että menetelmän myötä saavutetaan nykyistä avoimempi vuorovaikutus ja määrämuotoisempi prosessin hallinta. Avoimempi vuorovaikutus vähentää sellaisten suunnitelmien laatimista, joille ei saavuteta sidosryhmien hyväksyntää.

Case – testi osoitti visuaalisten geometriamallien käyttökelpoisuuden vaihtoehtojen vertaamisessa ja esittämisessä. Mallien avulla pystytään nykyistä paremmin löytämään esisuunnitteluvaiheen epäkohdat, tuottamaan massataloussuunnittelun ja kustannuslaskennan tarvitsemat lähtötiedot sekä esittämään suunnittelun tuloksen sidosryhmille. Näillä tekijöillä on merkittävä vaikutus suunnitteluprosessin tehostumisen ja tarkoituksenmukaisuuden sekä hankkeen sidosryhmätyöskentelyn kannalta. Tutkimuksessa havaittiin, että hankkeiden mallintaminen on hyväksyttävää ja jopa toivottavaa suunnitteluprosessin ja sidosryhmätyöskentelyn kannalta.

Mallintaminen helpottaa hankkeen osapuolia hahmottamaan helposti ja nopeasti suunnittelutyön tuloksia, jonka seurauksena hankkeen sisäinen vuorovaikutus tehostuu. Mallintaminen parantaa myös sidosryhmien kanssa käytävää vuorovaikutusta, kun hankkeen tulokset ja vaikutukset ovat helposti ymmärrettävässä visualisoidussa muodossa. Menetelmän avulla pystytään ymmärrettävyyden lisäksi tuomaan esille paremmin hankkeen ”pehmeitä arvoja”. Tämä lisää omalta osaltaan mallintamisen käyttöönoton hyväksyttävyyttä, koska nykyisen prosessin ”pehmeiden arvojen” esittämistapa on ollut epätydyttävällä tasolla ja siihen on kaivattu merkittävää parannusta.

Esisuunnitteluvaiheen massataloussuunnittelulle ja sen ohjausvaikutukselle infra-alalla on lähes varaukseton hyväksyttävyyys. Tutkimuksessa kehitettyä menetelmää kohdistunut kritiikki koski massataloussuunnittelun ohjausvaikutuksen asemaa kokonaisprosessin kannalta. Esisuunnitteluvaiheen päätöksissä on otettava huomioon massatalouden ohjausvaikutuksen lisäksi muitakin tekijöitä, kuten esimerkiksi hankkeen ympäristövaikutukset, nykyinen maankäyttö ja maankäyttösuunnitelmat sekä yleinen hyväksyttävyyys. Tutkimuksen Case – hanke osoitti, että massataloussuunnittelulla on merkittävä vaikutus hankkeen suunnittelu- ja kustannusohjauksen kannalta. Vaikutuksen osoittaminen lisäsi merkittävästi menetelmän hyväksyttävyyttä case – hankkeeseen osallistujien keskuudessa.

Epävarmojen lähtötietojen hallintamenetelmän vaikutus prosessiin on merkittävä. Infra-hankkeiden pohjaolosuhteista aiheutuvaa kustannusriskiä pyritään hallitsemaan nykyisessä prosessissa pohjatutkimusten määrän lisäämisellä ja aikaistamisella (Tiehallinto 2006b, 30). Tästä seuraa, että hankkeen kannalta tehdään tarpeettomia tutkimuksia, joiden hyödynnettävyys myöhäisemmissä vaiheissa on pieni. Tutkimuksessa esitetty hallintamenetelmä oli workshoppien ja case – hankkeen tulosten perusteella hyväksyttävissä lähes esitetyssä muodossaan. Menetelmän hyväksyttävyyttä infra-alalla pystytään parantamaan jatkotarkasteluilla, jotka koskevat lähtötietojen tunnistamista ja muutosherkkyyden arvioimista.

6.5 TUTKIMUSMENETELMÄN ARVIOINTI

6.5.1 Yleistä tutkimusmenetelmästä

Tutkimusongelmaa lähestyttiin tässä tutkimuksessa kvalitatiivisella menetelmällä. Kvantitatiivisen tutkimuksen yhteydessä on syntynyt validiuden ja reliabeliuden käsitteet, joiden käyttöä kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään välttämään. Kuitenkin jokaisen tutkimuksen luotettavuutta ja pätevyyttä tulee arvioida, vaikkei kyseisiä termejä halutakaan käyttää. (Hirsjärvi et al. 2008, 227)

Hirsjärven (2008, 228) mukaan laadullisen tutkimuksen validiutta voidaan tarkentaa käyttämällä useita menetelmiä, josta käytetään termiä triangulaatio. Tässä tutkimuksessa ongelmakentän kuvaamisessa käytettiin aineisto- ja tutkijatriangulaatiota. Tutkimukses-

sa esitettyjen ratkaisujen toimivuuden, vaikutuksen ja hyväksyttävyyden arvioimiseen käytettiin menetelmä- ja tutkijatriangulaatiota⁶⁰.

Ongelmakentän kuvaaminen perustui kirjallisuusaineiston analysointiin sekä tutkimuksen teemahaastatteluiden tuloksiin. Ongelmakentän aineistotriangulaatio vastasi hyvin tutkimuksen tarpeita. Sillä pystyttiin määrittämään nykyisen prosessin keskeisimmät ongelmakohdat ja saavuttamaan hyvä luotettavuus määritetyille ongelmille.

Ratkaisujen menetelmätriangulaatio perustui pidettyihin workshoppeihin, kyselytutkimukseen ja prosessimallin testaukseen case – hankkeella. Menetelmän avulla saavutettiin riittävän kattava kuva prosessimallin hyväksyttävyydestä, vaikutuksista infra-alaan ja käyttöönoton edellytyksistä. Etenkin case – hankkeeseen perustuva testi laajensi ja syvensi tutkimuksen validiutta.

Tutkimuksen tutkijatriangulaatio kohdistui ongelmakentän ja esitetyn ratkaisumallin hyväksyttävyyden analysointiin. Tutkija ja teemahaastatteluista vastannut henkilö⁶¹ analysoivat ensin erikseen haastatteluiden aineistoa. Tämän jälkeen analyysien tulokset yhdistettiin ja niistä tehtiin yhtenäinen johtopäätös. Merkille pantavaa on, että erikseen tehdyt analyysit eivät poikenneet toisistaan olennaisesti. Workshoppeihin ja Case – hankkeen testiin liittyvissä tutkijatriangulaatioissa saavutettuja tuloksia verrattiin infra-alaa pitkään tutkineen ja hyvin perehtyneen asiantuntijan⁶² näkemykseen. Workshopien ja case - hankkeen testin tulokset vastasivat asiantuntijan näkemystä hyvin. Näin ollen voidaan todeta, että tutkijatriangulaatio paransi tutkimuksen validiutta.

Tämän tutkimuksen menetelmää arvioidaan validiteetin ja reliabiliteetin kannalta.

6.5.2 Tutkimuksen validiteetti

Tutkimuksen validiteetilla eli pätevyydellä ymmärretään mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä toimia tutkimuksen mittarina. Tämän tutkimuksen validiteettia on arvioitu rakennevaliditeetin, sisäisen ja ulkoisen validiteetin sekä tutkimusotteen valinnan näkökulmasta (Hirsjärvi et al. 2008, 227; Hirsjärvi & Hurme 2001, 18-185; Yin 2003, 34).

⁶⁰ Triangulaatiosta erotetaan neljä päätyyppiä, joita ovat aineisto-, tutkija-, teoria- ja menetelmätriangulaatio (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

⁶¹ Apulaistutkija Jussi Hiekka, Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalouden laboratorio

⁶² Professori Jouko Kankainen, Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalouden laboratorio

Järvenpää ja Kosonen (2000, 21) esittävät, että kvalitatiivisen tutkimuksen validiuden arviointi perustuu ensisijaisesti koko tutkimusprosessin tarkasteluun. Tutkimusprosessin kuvauksessa on esitettävä yksityiskohtaisesti kaikki olennaiset asiat tutkimuksesta.

Rakenne- eli käsitevalidius määrittää tutkimuksessa sen, että koskeeko tutkimus sitä, mitä sen on oletettu koskevan eli heijastaako tutkimuksessa käytetyt käsitteet tutkittavaa ilmiötä (Hirsjärvi & Hurme 2001, 187). Tutkimuksen käsitteistöä lähestytään tässä tutkimuksessa kahdesta näkökulmasta, joita ovat olemassa olevan käsitteistön ymmärtäminen tutkimuksessa ja tutkimuksen tuloksena syntyneiden käsitteiden ymmärrettäväksi saattaminen.

Tutkimuksessa laadittiin nykyisestä prosessista kuvaus, jota arvioitiin infra-alan toimijoiden keskuudessa. Lisäksi tutkimuksessa tehtiin kirjallisuuskatsaus, jolla vahvistettiin käsitteistön ymmärrystä tutkittavasta aiheesta. Menettelyllä varmistettiin se, että tutkija ymmärsi alalla vallitsevan käsitteistön.

Tutkimustulosten yhteydessä määritetyt keskeiset käsitteet esitettiin workshopeihin ja case - hankkeen testiin osallistuneille ennen asian käsittelyä. Tällä varmistettiin se, että tutkimukseen osallistuneet infra-alan toimijat ymmärsivät käytettyjen käsitteiden merkityksen ja sisällön.

Näin ollen voidaan todeta, että tutkittavan ilmiön käsitteistö tutkimuksessa on luotettava.

Sisäistä validiutta määritettäessä tarkastellaan, ovatko tutkimusongelmat, käsitteet ja johtopäätökset loogisia. Tämän tutkimuksen osalta voidaan todeta, että tutkimus on sisäisesti validiteetti. Tutkimusongelmat johdettiin infra-alan keskeisistä ongelmista teemahaastatteluiden ja muun aineiston perusteella. Johtopäätökset perustuvat tutkimusongelmien perusteella laadittuihin ratkaisumalleihin ja niiden arviointiin.

Tutkimustulosten yleistettävyyttä ymmärretään käsitteellä ulkoinen validiteetti, jota laadullisessa tutkimuksessa voidaan arvioida tarkastelemalla johtopäätösten ja empiirisen aineiston välistä suhdetta (Järvenpää & Kosonen 2000, 21; Yin 2003, 34). Tässä tutkimuksen ulkoista validiteettiä tarkastellaan kolmesta näkökulmasta, jotka ovat lähdeaineiston, aineiston keräämisen ja tulosten käsittelyn analysointi.

6.5.3 Lähdeaineisto ja sen riittävyys

Nykyprosessin kuvaamiseen käytetty lähdeaineisto koostui pääasiassa julkaisuista, joissa oli esitetty väylähankkeen osaprosessit. Lähdeaineistoon kuului 27 julkaisua, yhteen-

sä noin 2000 sivua. Nykyprosessista tehtyä kuvausta arvioitiin infra-alan toimijoiden keskuudessa yhteensä kahdeksassa haastattelussa, joihin osallistui yhteensä 11 henkilöä. Lähdeaineiston määrä ja laatu oli riittävä nykyisen kokonaisprosessin kuvaamiseen ja tutkijan ymmärryksen saavuttamiseen nykyisen prosessin tilasta.

Nykyisen prosessin keskeiset ongelmakohdat selvitettiin 15 teemahaastattelulla (Hirsjärvi & Hurme 2001, 45), joihin osallistui 21 alan toimijaa. Haastatteluiden edetessä voitiin todeta, että haastattelujen määrä oli riittävä nykyisen ongelmakentän kuvaamiseen. Aineiston kumulatiivinen tarkastelu haastattelujen aikana osoitti, että samoja asioita alkoi toistua haastattelutilanteissa, joskin toimijasta riippuen eri näkökulmasta. Haastattelujen avulla selvitettiin prosessia koskevat yleisimmät ongelmat ja erityisongelmat. Erityisongelmia ei esitetty ja käsitelty tutkimuksessa, koska ne eivät olleet relevantteja kokonaisprosessin kehittämisen kannalta.

Tutkimuksessa esitettyä prosessimallia ja sen elementtejä arvioitiin viiden workshopin avulla, joihin osallistui 21 infra-alan toimijaa. Neljä ensimmäistä workshopia koski prosessin elementtejä ja viides koski koko prosessia. Neljän ensimmäisen workshopin tulokset lähdeaineistona olivat riittävät. Jo kolmannen workshop – tilaisuuden aikana pystyttiin havaitsemaan, ettei uusia näkökulmia tullut. Viidennen workshopin tarkoituksena oli tehdä prosessimallin ennakoarviointi ennen varsinaista case – hankkeen testiä. Viidennen workshopin perusteella pystyttiin toteamaan, että prosessimallia pystytään testaamaan lähes sellaisenaan case – hankkeella. Näin ollen myös viidennen workshopin, eli prosessimallin arvioinnin tuottama tulos oli tutkimuksen kannalta riittävä.

Viidennen workshopin tuloksia syvennettiin kyselytutkimuksella, joka lähetettiin viidennen workshopiin osallistuneille. Kyselytutkimukseen vastasi 17 prosenttia osallistujista, josta voidaan tehdä kaksi toisistaan poikkeavaa johtopäätöstä. Joko prosessi oli hyväksyttävissä workshopissa esitetyssä muodossaan tai kyselytutkimukseen ei haluttu vastata. Kyselytutkimus ei ollut avainasemassa tutkimustulosten kannalta, vaan sillä pyrittiin varmistamaan saamaan toimijoiden näkemys esille ilman painetta muiden toimijoiden läsnäolosta. Näin ollen kyselytutkimuksen merkitys tutkimustulosten muodostumisen kannalta on vähäinen.

Case – hankkeella suoritettu prosessimallin testi koski valtatie 12 perusparannushanketta välillä Uusikylä Suvioja. Testiin osallistui tutkijan lisäksi neljä henkilöä kolmesta infra-alan yrityksestä. Prosessimallin testaamisen ja tutkimustulosten muodostumisen kannalta sekä case – hankkeen laajuus että testiin osallistuneiden määrä oli riittävä.

6.5.4 Haastateltavien ja workshoppeihin osallistujien sekä case -hankkeen valinta

Haastattelut ja workshopit

Haastateltavat ja workshoppeihin osallistujiksi valittiin henkilöitä, joilla oli usean vuoden kokemus infra-alasta. Sekä teemahaastatteluihin että workshoppeihin osallistui lähes kaikki pyydytyt. Workshoppeihin pyrittiin valitsemaan henkilöitä, jotka eivät olleet ottaneet osaa teemahaastatteluihin. Workshoppien 21 osallistujasta neljä oli osallistunut aikaisemmin tutkimuksessa pidettyihin teemahaastatteluihin. Näin ollen voidaan todeta, että henkilövalinnoilla pystyttiin saavuttamaan riittävän suuri riippumattomuus ongelmakentän ja ratkaisumallien välille.

Case - hanke

Case – hankkeeksi valittiin valtatie 12 perusparannushanke. Hanke oli edennyt yleissuunnitteluvaiheeseen ja väylälle oli määritetty vaihtoehtoiset linjaukset. Yleissuunnitteluvaiheeseen edenneen hankkeen valinta oli perusteltua, koska testin tavoitteena oli suunnittelun sijasta tarkastella ohjelmistojen yhteistoimintaa ja toimivuutta tutkimuksessa esitetyssä prosessimallissa.

6.5.5 Haastattelutilanteet, workshop – tilaisuudet ja testin suorittaminen case – hankkeella

Nykyisestä prosessista tehtyä kuvausta arvioitiin infra-alan toimijoille kohdistetuilla haastatteluilla. Prosessikuvaus oli lähetetty ennakkoon haastateltaville tutustumista varten. Haastattelutilanteessa prosessikuvaus käytiin läpi ja toimijoilla oli mahdollisuus kommentoida prosessimallin oikeellisuutta ja tuoda esille omat näkemyksensä sen toimivuudesta. Haastattelupaikkana oli haastateltavan toimipaikka.

Nykyisen prosessin keskeiset ongelmakohdat selvitettiin 15 teemahaastattelun avulla, joista 13 haastattelua suoritti tutkijan tehtävään perehdyttämä henkilö. Menetelmällä varmistettiin ongelmakentän kuvaamisen objektiivisuus ja se, että tutkijan nykyisen prosessikuvauksen aikana saamat ennakkokäsitykset eivät vaikuttaneet teemahaastatteluiden tilanteisiin ja tuloksiin. Tutkija otti osaa neljään haastattelutilanteeseen havainnoijan roolissa. Havainnoinnilla varmistettiin se, että haastattelujen tekijä oli ymmärtänyt nykyisestä prosessista tehdyn kuvauksen oikein ja että tutkija ymmärsi oikein haas-

tattelijan tekemät johtopäätökset. Haastattelut järjestettiin yhtä lukuun ottamatta haastatteluvaiheiden toimipaikoissa.

Workshop – tilaisuudet järjestettiin Teknillisen korkeakoulun tiloissa tutkimuksen neutraalisuuden takaamiseksi. Workshopien aineisto lähetettiin ennen tilaisuutta osallistujille, jotta heillä oli mahdollisuus perehtyä käsiteltävään aineistoon etukäteen. Aineiston lähettäminen etukäteen osoittautui hyödylliseksi, koska useimmat osallistujista olivat tutustuneet siihen ja sisäistäneet workshopin tavoitteen ennen tilaisuutta. Workshopien puheenjohtajana toimi henkilö, jolla oli kompetenssia työryhmätyöskentelystä ja joka ei ollut aiemmin ottanut osaa tutkimukseen. Menetelmällä taattiin tilaisuuksien objektiivisuus. Tutkijan rooli workshop – tilaisuuksissa oli käsiteltävän aiheen esitleminen ja havaintojen tekeminen.

Case – hankkeen testin eri vaiheet tehtiin testiin osallistuneiden toimipaikoilla lukuun ottamatta massataloussuunnittelun tulosten käsittelyä, joka tehtiin käytännön syistä Teknillisen korkeakoulun tiloissa. Testin osavaiheissa käsitelty materiaali lähetettiin toimijoille etukäteen ennen varsinaista vaiheen suorittamista. Itse testin vaihe suoritettiin tutkijan ollessa läsnä lukuunottamatta massataloussuunnittelun ensimmäistä vaihetta, jonka toimija suoritti itsenäisesti. Tutkijan rooli testissä oli syötetietojen ja oletusten määrittäminen sekä havainnointi.

Tulosten kokoaminen ja luokittelu

Nykyistä prosessikuvausta koskevat haastattelut tallennettiin tekemällä muistiinpanoja, joiden perusteella muodostettiin teemahaastatteluissa käytetyt prosessikuvaukset.

Teemahaastatteluja käytiin läpi useaan kertaan, ja niistä tehtiin haastattelukohtaiset tiivistelmät. Tiivistelmiä verrattiin toisiinsa, jonka perusteella muodostettiin käsitys keskeisimmistä ongelmakohdista.

Workshop – tilaisuuksien tulosten käsittely oli kolmivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa ryhmät kokosivat näkemyksensä lehtiötaulupaperille. Toisessa vaiheessa ryhmät esittelivät tuloksensa toisille ryhmille. Tulosten perusteella laadittiin yhteenveto, jossa määriteltiin oleellimmat tulokset. Lisäksi tutkija teki workshopin aikana muistiinpanoja. Kolmannessa vaiheessa workshopien tuloksista ja muistiinpanoista muodostettiin tutkimustuloksia.

Case – hankkeen testin tulosten tallentaminen suoritettiin muistiinpanojen ja testin vaiheissa syntyneiden tiedostojen avulla. Menettelytapa oli sopiva ja sillä saavutettiin tutkimuksen kannalta riittävä luotettavuus.

6.5.6 Tutkimusotteen valinta

Tutkimuksessa käytettiin konstruktiivista tutkimusotetta, joka oli onnistunut valinta. Tutkimuksessa pystyttiin löytämään relevantti ja mielenkiintoinen tutkimusongelma, johon konstruointiin ratkaisumalli. Kasanen & al. (1991, 305) mukaan konstruktiivinen tutkimus vaatii ongelman aiempaan tietämykseen sitomisen lisäksi myös ratkaisun toimivuuden osoittamisen. Tässä tutkimuksessa ratkaisun uutuus ja toimivuus osoitettiin case – hankkeen testillä, jonka avulla pystyttiin vertaamaan nykyistä menetelmää ja kehitettyä ratkaisumallia.

6.5.7 Tutkimuksen reliabiliteetti

Reliabiliteetilla käsitetään tutkimuksen toistettavuutta (Hirsjärvi et al. 2008, 226). Toisaalta reliabiliudella tarkoitetaan myös tutkimuksessa käytetyn mittarin tarkkuutta satunnaisvirheiden näkökulmasta (Järvenpää & Kosonen 2000, 28).

Tutkimuksessa käytetyn konstruktiivisen menetelmän tieteelliset ehdot ovat konstruktion askelten tarkistettavuus ja toimivuus. Tarkastettavuus takaa sen, että konstruktio voidaan puolueettomasti toistaa. Toimivuuden tieteellisyyden edellytykseksi ei riitä konstruktion toimiminen omalla erityisalueellaan, vaan sen toimivuus on osoitettava muualla kuin omassa erityistapauksessaan (Kasanen et al. 1991, 321-322).

Tämän tutkimuksen reliabiliteettia on tarkasteltu aineiston ja sen analyysin luotettavuudella, raportoinnin luotettavuudella sekä tulosten yleistettävyydellä.

Aineiston ja sen analyysin luotettavuus

Teemahaastattelut perustuivat tutkimuksessa tehtyyn nykyisen prosessin kuvaukseen, jonka oikeellisuus ja hyväksyttävyyys arvioitiin ennen teemahaastatteluja. Kaikki teemahaastattelut nauhoitettiin ja muutettiin tekstimuotoon. Tutkimuksen kannalta luotettavuutta heikentää se, että tilaisuuden nauhoittaminen saattoi vaikuttaa haastateltavien vastaamiseen. Kuitenkin verrattuna käsin tehtäviin muistiinpanoihin haastattelutilanteiden nauhoittaminen osoittautui onnistuneeksi ratkaisuksi aineiston laajuuden takia.

Teemahaastatteluiden analysoinnin taso oli hyvä, koska analysoinnissa käytettiin tutkijatriangulaatiota. Ensimmäisessä vaiheessa aineistoa analysoi kaksi eri tutkijaa ja toisessa vaiheessa analysoinnin tuloksia verrattiin keskenään ja niistä muodostettiin yhteenveto.

Workshopeista neljä ensimmäistä järjestettiin toimijakohtaisesti. Menettelyllä varmistettiin se, että toimijat uskalsivat tuoda näkökantansa esille ilman intressiristiriitaa. Viidennen workshopiin valittiin eri toimijoiden henkilöitä. Vaikka viidennen workshopin osallistujat edustivat eri toimijoita, intressiristiriitaa ei havaittu. Luotettavuutta parannettiin lähettämällä workshoppeissa käytetty aineisto ennakoon osallistujille. Menettelyllä varmistettiin se, että osallistujilla oli jo ennen tilaisuutta käsitys läpi käydystä aiheesta. Workshopien luotettavuutta heikensi tilaisuuksien tallentamisen puuttuminen. Muistiinpanojen ja yhteenvetojen lisäksi tilaisuuksien nauhoittamisella olisi saavutettu parempi luotettavuus. Workshoppien tulosten analysoinnin luotettavuutta paransi tutkijatriangulaatio, jossa saatuja tuloksia arvio infra-alaa pitkään tutkinut tutkija.

Case – hankkeen testin aineiston luotettavuutta parantaa se, että testin vaiheet toteutettiin oikeassa toimintaympäristössä eli toimijoiden omissa toimitiloissa. Tällöin aineiston tuottaminen tapahtui toimijalle tutussa ympäristössä, joka edesauttoi todellisten tulosten syntymistä. Lisäksi tulosten arvioinnissa käytetty tutkijatriangulaatio ja tulosten tallentaminen tiedostoiksi nostaa testin tuloksena syntyneen aineiston luotettavuutta. Testin luotettavuutta heikentää testitilanteiden tallentaminen, joka tapahtui muistiinpanojen ja tuotettujen tiedostojen avulla. Toisaalta tilanteiden tallentamisella olisi nostettu luotettavuuden tasoa vain vähän, koska tuotettujen tiedostojen luotettavuus oli hyvä.

Raportoinnin luotettavuus

Tutkimuksen raportoinnissa on esitetty yksityiskohtaisesti tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja aineistot, joiden perusteella konstruktio voidaan puolueettomasti toistaa. Lisäksi tutkimusraportissa on pyritty selkeään ja johdonmukaiseen järjestykseen ja sisältöön.

Yleistettävyys

Tutkimuksessa esitettyä menetelmää sidosryhmälähtöisestä suunnittelun ohjauksesta voidaan yleistää muihin kuin tutkimuksessa esitettyyn hankkeeseen. Menetelmässä tiilajan tahtotila muodostuu sidosryhmien tahtotilasta, jota tarkistetaan hankeohjelman

avulla ennen varsinaista suunnittelutyötä. Menetelmän avulla pystytään laatimaan suunnitelmia, joiden hyväksyttävyyks on parempi ja hylkäämisen todennäköisyys pienempi.

Tutkimuksessa kehitetyn prosessimallin yksi keskeisin näkökulma on se, että hankkeita koskeva epävarmuus voidaan hyväksyä ja hallita. Kustannushallinnan kannalta tämä tarkoittaa sitä, että hankkeiden alkuvaiheissa pelkän kustannusarvioinnin sijasta kustannuksia ohjataan systemaattisesti suunnitteluratkaisuilla.

Yleistettävyyteen kuuluu myös tietoteknisten ratkaisujen ohjausvaikutus. Nykyiset prosessit käyttävät tietotekniikkaa useissa tapauksissa vain esittämiseen ja todentamiseen. Esimerkiksi rakennusalalla suunnitteluratkaisut esitetään tietotekniikkaa hyödyntäen. Tässä tutkimuksessa osoitettiin, että tietotekniikalla pystytään vertailemaan eri vaihtoehtoja tehokkaasti ja tuottamaan suunnittelunohjaustoimenpiteitä.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Infra-alan toimijat ovat kokeneet väylähankkeiden kokonais- ja osaprosessien hallinnassa olevan merkittäviä puutteita. Tässä tutkimuksessa prosesseihin liittyviä ongelmia lähestyttiin alan toimijoille suunnatuilla teemahaastatteluilla, joiden tulosten mukaan ongelmat liittyvät hankkeiden kustannushallintaan, suunnittelunohjaukseen, sidosryhmäyöskentelyyn ja tietoteknisten ratkaisujen puutteelliseen hyödyntämiseen.

Nykyisessä prosessissa ei oteta systemaattisesti huomioon epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvaa kustannusriskiä, joka on johtanut useissa hankkeissa kustannusten ylittymiseen arvioidusta. Lisäksi väylähankkeiden esi- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannushallinta on perustunut valmiiden suunnitelmien pohjalta tehtäviin kustannusarvioihin, sen sijaan, että kustannusten määräytymistä pyrittäisiin hallitsemaan suunnitteluun vaikuttavilla ohjaustoimenpiteillä.

Viime vuosina infrarakentamisen prosesseissa on otettu huomioon entistä paremmin sidosryhmien väylään kohdistuvat tarpeet ja odotukset. Prosessista on kuitenkin puuttunut menetelmä ja väline tarpeiden ja odotusten välittämiseen suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa tilaajien on ollut haasteellista esittää sidosryhmälähtöisiä suunnittelua ohjaavia parametreja ja reunaehtoja. Puutteellinen sidosryhmienhallinta ja suunnittelunohjaus saavat aikaan riskin, jossa hankkeen lopputulos ei vastaa parhaalla mahdollisella tavalla sille asetettuja vaatimuksia ja odotuksia.

Tietoteknisiä ratkaisuja on hyödynnetty infra-alalla pääsääntöisesti suunnitelmien tuottamisessa ja tiedonsiirrossa osapuolten välillä. Alalla on tunnistettu tietotekniikan mukana tuomat mahdollisuudet prosessin tehostamiseen, jonka seurauksena alalle on syntynyt useita ohjelmia ja tietoteknisiä ratkaisuja. Ohjelmat koskevat muuan muassa kustannushallintaa, suunnitelmien visualisointia, aikatauluhallintaa sekä massatalouden hallintaa ja suunnittelua. Kyseisten ohjelmien käyttö osana prosessia on edelleen ohjaamatonta ja vaihtelevaa, vaikka niiden käytöstä on saatu hyviä kokemuksia. Ohjelmien yhteensovittamisen hyötyjä ei ole tarkasteltu prosessien kehittämisen näkökulmasta.

Teemahaastatteluissa havaituista prosessin keskeisimmistä ongelmista muodostettiin tutkimusongelmat, joita lähestyttiin konstruktiiivisella tutkimusotteella. Ongelmien ratkaisemiksi tutkimuksessa kehitettiin konstruktio, jonka hyväksyttävyyttä ja käyttöönotettavuutta arvioitiin alan toimijoille suunnatuilla workshopeilla ja case – hankkeen testillä. Tutkimuksessa päädyttiin tulokseen, jonka mukaan:

- väylähankkeen prosessiin on liitettävä koko hankkeen elinkaaren kattava hankeohjelma, jonka avulla hanketta koskevat vaatimukset esitetään pääsääntöisesti toimivuus- ja laatuvaatimuksina
- tietotekniikkaa hyödyntävä massataloussuunnittelu, visualisointi ja kustannushallinta on liitettävä osaksi väylähankkeen esi- ja yleissuunnitteluvaihetta suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi
- tietoteknisten ratkaisujen yhteiskäyttöä on lisättävä väylähankkeen esi- ja yleissuunnitteluprosessissa kustannushallinnan näkökulmasta
- prosessiin on liitettävä menetelmä, jolla pystytään hallitsemaan epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvaa kustannusriskiä.

Tutkimuksessa esitetyillä menetelmillä ja toimintatavoilla parannetaan infrahankkeiden projektien hallintaa erityisesti esi- ja yleissuunnittelun ohjauksen ja kustannushallinnan näkökulmasta. Tutkimustulosten käyttöönottolla ja hyödyntämisellä saavutetaan tilanne, jossa hankkeiden esi- ja yleissuunnitteluvaiheiden kustannushallinta vastaa nykyistä paremmin kustannusohjausteoriaa arviointiteorian sijasta.

Hankeohjelman ja tietoteknisten ratkaisujen liittämällä osaksi prosessia on luotu perusteet väylähankkeiden sidosryhmälähtöiselle suunnittelun ohjaukselle. Hankeohjelman myötä sidosryhmillä on mahdollisuus vaikuttaa hankeohjelman sisältöön ja sen perusteella tehtäviin suunnitteluratkaisuihin. Sidosryhmien vaikuttamisen lisäksi suunnittelunohjausta on kehitetty liittämällä tietotekniikkaa hyödyntävä massataloussuunnittelu, hankeosapohjainen kustannushallinta ja tuotemallintamiseen pohjautuva suunnittelu osaksi prosessia.

Tutkimuksessa esitetyllä tietoteknisten ratkaisujen yhteiskäytöllä tehostetaan erityisesti väylän esi- ja yleissuunnitteluvaiheen vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen tarkastelua hankkeen kokonaistalouden näkökulmasta. Yhteiskäytöllä pystytään nykyistä paremmin esille tuomaan suunnitteluratkaisujen väliset kustannuserot ja löytämään hankkeen kokonaistalouden kannalta edullisin ratkaisu. Tietoteknisistä ratkaisuista ja niiden yhteiskäytöstä saadaan suurin hyöty tuotemallipohjaisessa tiedonhallinnassa.

Tutkimuksessa lähestyttiin infrahankkeiden epävarmoja lähtötietoja niistä aiheutuvien kustannusriskien näkökulmasta. Tutkimuksessa esitetty menetelmä parantaa hankkeiden epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvaa kustannusriskien tunnistamista, vaikutusten arvioimista ja hallintaa. Menetelmän avulla lähtötietojen hankintaresurssit pystytään kohdentamaan tekijöihin, joilla on suurin merkitys kustannusarvion vaihteluvälin muodostumisen kannalta.

Tutkimuksessa saavutettiin välivaihe, jossa luotiin viitekehys prosessin kehittämiseksi. Ennen varsinaista käyttöönottoa prosessimalli vaatii jatkotutkimuksia ja kehitystyötä, jotka kohdistuvat:

- massataloussuunnittelun, visualisoinnin, teknisen suunnittelun ja kustannushallinnan yhteistoiminnan tarkasteluun
- hankintamenettelyjen ja esitettyjen toimintatapojen yhteensovittamisen tarkasteluun, erityisesti hankeohjelmaan perustuvissa suunnittelutoimeksiannoissa ja suunnittelua sisältävissä toteutusmuodoissa
- epävarmojen lähtötietojen hallinnan kehittämiseen ohjelmistojen näkökulmasta
- suunnittelun aikaisen kustannusohjauksen tutkimiseen tässä tutkimuksessa esitetyn iteratiivisen toiminnallis-taloudellisen tavoitteen hallinnan näkökulmasta.

Lisäksi tutkimuksessa esitettyjen menetelmien ja prosessimallin toimivuutta ja suhdetta infrahankkeen kokonaisprosessiin voidaan kehittää tarkastelemalla aiheita, jotka koskevat:

- prosessimallin ja menetelmien suhdetta vaikutuksiin, kuten esimerkiksi ympäristövaikutusten arviointiin (YVA)
- lähtötietojen hankinnan kehittämiseen, etenkin geofysikaalisten menetelmien kehittämiseen siten, että kalliopinnan korkeusasema voidaan määrittää nopeasti ja vaivattomasti
- prosessimallin ja menetelmien sekä hankkeen yleisen hyväksyttävyyden ja nykyisen sidosryhmien arvomaailman välistä suhdetta
- hankeohjelman asemaa hankkeen päätöksenteossa ja lainvoimaisena välineenä
- Lean Construction paradigman liittämiseen kokonaisprosessiin.

Tutkimuksessa kehitettyä ratkaisumallia voidaan laajentaa tarkastelemalla rakentamisen ja käytön aikaisten sekä maankäytön ympäristöä kuormittavien tekijöiden suhdetta hankkeiden elinkaaren kattavaan talouden hallintaan yhteiskunnan näkökulmasta.

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää soveltuvin osin muussakin projektitoiminnassa kuin infrarakentamisen projekteissa. Prosessimallia ja menetelmiä voidaan soveltaa myös kansainvälisessä projektitoiminnassa, kun malli ja menetelmät on lokalisoitu vastaamaan kohdemaan parametreja.

LÄHDELUETTELO

Abrahamsson 2002

Abrahamsson, Pekka. 2002. The Role of Commitment in Software Process Improvement. Oulu University Press. 158 s. ISBN 951-42-6729-X.

Anttila 2000

Anttila, Pirkko. 2000. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Akatiimi Oy. Hamina. 488 s. ISBN 952-5978-00-1.

Anumba et al. 2005

Anumba, C. J. Egbu, C. Carrillo, P. 2005. Knowledge Management in Construction. Blackwell Publishing Ltd. United Kindom. 226 s. ISBN-10: 1-4051-2972-7.

Awad & Ghaziri 2004

Awad, E. & Gahziri, H. 2004. Knowledge Management. Pearson Education, Inc. 456 s. ISBN 0-13-034820-1.

Ballard 2006

Ballard, Glenn. 2006. Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing. Proceedings of the 14th annual conference of the International Group of Lean Construction. Chile.

Barret & Stanley 1999

Barret, S. & Stanley, C. 1999. Better Construction Briefing. Blackwell Science Ltd. 157 s. ISBN 0-632-05102-7.

Barret & Baldry 2003

Barret, P. & Baldry, D. 2003. Facilities Management – Towards best practice. Second edition. United Kindom. . Blackwell Science Ltd. 280 s. ISBN 0-632-06445-5.

Björk 1995

Björk, Bo-Christer. 1995. Requirements and information structures for building product data models. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 163 s. VTT Publications 245. ISBN 951-38-4783-7.

Boyd & Chinyio 2006

Boyd, D. & Chinyio, E. 2006. Understanding the Construction Client. Blackwell Publishing Ltd. United Kindom. 314 s. ISBN-10: 1-4051-2978-7.

Cooke & Williams 2007

Cooke, B. & Williams, Peter. 2007. Construction Planning, Programming & Control. Second Edition. United Kindom. Blackwell Publishing Ltd. 443 s. ISBN: 978-1-4051-2148-4.

Drucker 1989

Drucker, Peter F. 1989. The New Realities – In Government and Politics/In Economics and Business/In Society and World View. Harper & Row. New York. 276 s. ISBN 0-06-016129-9.

Emmitt & Gorse 2003

Emmitt, S. & Gorse, C. Construction Communication. United Kindom. Blackwell Publishing Ltd. 212 s. ISBN 1-4051-0002-8.

Eskola & Suoranta 1998

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen, 2. painos. Vastapaino. Tampere. 268 s. ISBN 951-768-035-X.

Fellows et al. 2002

Fellows, R. Langford, D. Newcombe, R. 2002. Construction Management in Practice. Second Edition. United Kindom. Blackwell Science Ltd. 378 s. ISBN 0-632-06402-1

Fewings 2005

Fewings, Peter. 2005. Uudelleen painettu 2007. Construction Project Management – An Integrated Approach. United Kindom. Taylor & Francis Group. 403 s. ISBN 10: 0-415-35905-8.

Flanagan & Norman 1993

Flanagan, R. & Norman, G. 1993. Risk Management and Construction. United Kindom. Blackwell Science Ltd. 208 s. ISBN 0-623-02816-5.

Flyvberg et al. 2003

Flyvberg, B. Skamris Holm, M. Buhl, S. 2003. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? Transport Reviews, vol. 23, No. 1, 71-78. 17 s. ISSN 1464-5327.

Flyvberg 2005

Flyvberg, Bent. 2005. Policy and Planning for Large Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures. World Bank Policy Research Working Paper 3781. 32 s.

Flyvberg et al. 2006

Flyvberg, B. Skamris Holm, M. Buhl, S. 2006. Inaccuracy in Traffic Forecasts. Transport Reviews. Vol. 26 No. 1. 24 s. ISSN 1464-5327.

Haahtela 1981

Haahtela, Yrjänä. 1981. Talonrakennushankkeiden normaalihintamenettely. Helsingin teknillinen korkeakoulu, rakentamislouden laboratorio, raportti 44. 169 s. ISBN 951-752-218-5.

Haahtela & Kiiras 1980

Haahtela, Y. & Kiiras, J. 1980. Rakennuttajan ja suunnittelijan kustannustieto. Insinöörityö Oy. Helsinki. 137s. ISBN 951-793-258-8.

Haahtela & Kiiras 2008

Haahtela, Y. & Kiiras, J. 2008. Talonrakennuksen kustannustieto. Haahtela-kehitys Oy. Helsinki. 388 s. ISBN 978-952-5403-13-8.

Hallasuo 1993

Hallasuo, Vesa. 1993. Tien arvon käyttö strategisessa johtamisessa. Licensiaatintyö. Teknillinen korkeakoulu.

Hallasuo & Kankainen 1993

Hallasuo, V. & Kankainen J. 1993. TAM – Tien Arvon Mittaus. Helsinki. Tielaitos. 39 s. ISBN 951-47-6628-8.

Hankeosanimikkeistö 2007

Hankeosanimikkeistö, luonnos ver1.10_HO-Nimikkeistö, Rakennustieto. 2007.

Heikkilä 2008

Heikkilä, Rauno. 2008. Siltojen tuotemallintamisen ja rakentamisautomaation kehittäminen (5D-SILTA). Tiehallinnon selvityksiä 22/2008. 52 s. ISBN 978-952-221-049-4.

Hellard 1993

Hellard, Ron. 1993. Total quality in construction projects. Great Britain. Thomas Telford Services Ltd. 188 s. ISBN 0 7277 1951 3.

Hirsjärvi & Hurme 2001

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. University Press. 197 s. ISBN 951-570-458-8.

Hirsjärvi et al. 2008

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2008. Tutki ja kirjoita. Keuruu. Otavan kirjapaino Oy. 448 s. ISBN 978-951-26-5635-6.

Infra 2004

Infra 2010 –ohjelman esiselvitys. 2004. Rakennusteollisuus RT ry. Helsinki. 47 s. ISBN 952-5472-24-8.

InfraRYL 2007

InfraRYL 200x, Hankeosanimikkeistö. 23.4.2007. Luonnos.

Järvenpää & Kosonen 2000

Järvenpää, E. & Kosonen, K. 2000. Johdatus tutkimusmenetelmiin ja tutkimuksen tekemiseen. Teknillinen korkeakoulu. Otamedia Oy, Espoo. 101 s. ISBN 951-22-3321-5.

Kankainen & Junnonen 2001

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2001. Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy. Helsinki. Tammer-Paino, Tampere. 100 s. ISBN 951-682-631-8.

Karlsson & al. 1998

Karlsson, C. Nellore, R. Söderquist, K. 1998. Black Box Engineering: Redefining the Role of Product Specifications. Journal of Product Innovation Management, Vol. 15, No. 6, pp. 534-549. ISSN 0737-6782.

Kasanen et al. 1991

Kasanen, E. Lukka, K. Siitonen, A. 1991. Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. The Finnish journal of business economics, VOL. 40 no. 3 301-327. ISBN 951-0-17457-2.

Kelly et al. 2004

Kelly, J. Male, S. Graham, D. 2004. Value Management of Construction Projects. Blackwell Publishing Company. United Kingdom. 369 s. ISBN 0-632-05143-4.

Kendrick 2003

Kendrick, Tom. 2003. Identifying and Managing Project Risk. American Management Association. United States of America. 354 s. ISBN-10: 0-8144-0761-7.

Koskela 2000

Koskela, Lauri. 2000. An exploration towards a production theory and its application to Construction. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 297 s. ISBN 951-38-5565-1.

Koivu 2002

Koivu, Tapio. 2002. Toimintamalli rakennusprosessin parantamiseksi. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 174 s. ISBN 951-38-6007-8.

Kurki et al. 2004

Kurki, T. Spoo, H. Malmivuo, M. Petäjä, S. Leinonen, J. 2004. Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset. Espoo. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 130s. ISBN 951-38-6509-6.

Kärnä 2004

Kärnä, Sami. 2004. Analysing customer satisfaction and quality in construction – the case of public and private customers. Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research, Special Series, Vol. 2. s. 67-80.

Lichtenberg 2000

Lichtenberg, Steen. 2000. Proactive management of uncertainty using the Successive Principle. Copenhagen. Polyteknisk Press.334 s. ISBN 87-502-0822-5.

Kiviniemi 2005

Kiviniemi, Arto. 2005. Requirements management interface to building product models. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 328 s. VTT Publications 572. ISBN 951-38-6656-4.

Laitinen 1998

Laitinen, Jarmo. 1998. Model based Construction Process Management. Stockholm. Kungl Tekniska Högskolan. 136 s. ISBN 91-7170-301-2.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2003

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2003. Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje, LVM julkaisuja 34/2003. 2003. Helsinki. 76 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2007

Liikenne- ja viestintäministeriö. Arvio väylähankkeiden kustannusarvioiden ylityksistä ja ehdotukset toimenpiteiksi. Selvitysmiehen raportti. 2007. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 69/2007. 46 s. ISBN 978-952-201-7.

Lindholm 1994

Lindholm, Mika. 1994. Tierakennushankkeen määrien hallinta suunnittelun ohjausta varten. Lisensiaatintyö. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto.

Morledge et al. 2006

Morledge R. Smith, A. Kashiwagi, D. 2006. Building Procurement. United Kindom. Blackwell Publishing Ltd. 330 s. ISBN 0-632-06466-8.

Newman & Sabherwal 1996

Newman M., Sabherwal R. 1996. Determinants of Commitment to Information Systems Development: A Longitudinal Investigation. MIS Quarterly, Vol. 20. No. 1, March 1996. pp. 23-54. Published by Management Information Systems Research Center, University of Minnesota.

Pennanen 2004

Pennanen, Ari. 2004. User activity based workspace definition as an instrument for workplace management in multi-user organizations. Haahtela -kehitys Oy. Helsinki. 192 s. ISBN 952-5403-04-1.

Pennanen & Ballard 2008

Pennanen, A. Ballard, G. 2008. Determining expected cost in the target costing process. The 16th International Group of Lean Construction University of Salford. pp. 589-600.

Penttilä et al. 2006a

Penttilä, H. Nissinen, S. Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, Yleiset periaatteet. Tampere. Rakennusteollisuus RT ry. 64 s. ProIt julkaisusarja. ISBN-13: 978-951-682-796-7.

Penttilä et al. 2006b

Penttilä, H. Nissinen, S. Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Tampere. Rakennusteollisuus RT ry. 96 s. ProIt julkaisusarja. ISBN-13: 978-951-682-798-1.

PMBok 2004

Project Management Institute, Inc. 2004. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Third Edition. Pennsylvania. 388 s. ISBN 1-930699-45-X.

Pussinen 1997

Pussinen Tarja. 1997. Puutöiden standardiaikajärjestelmän käyttö työmaan tehtäväsuunnittelussa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto. Rakentamistalouden laboratorio. 68 s.

RIL 2006

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 231-1-2006 Infrarakentamisen kustannushallinta, tekstiosa. Helsinki. 67 s. ISBN 951-758-462-8.

Smith et al 2006

Smith, N. Merna, T. Jobling, P. 2006. Managing Risk in Construction Projects. Second Edition. United Kindom. 244 s. ISBN-13: 978-1-4051-3012-7.

Smith & Jaggar 2007

Smith, J. & Jaggar, D. Building Cost Planning for the Design Team. Second Edition. United Kindom. 401 s. ISBN 13: 978 0 7506 8016 5.

Svensson 1998

Svensson, Kjell. 1998. Model Integrating Facilities Management Information: A Process and Product Model Approach [verkkodokumentti]. Stockholm. Kungl Tekniska Högskolan [viitattu 7.11.2006]. 235 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.diva-portal.org/kth/theses/abstract.xsql?dbid=2646>.

Tarandi 1998

Tarandi, Väino. 1998. Neutral Intelligent CAD communication: Information exchange in construction based upon a minimal schema [verkkodokumentti]. Stockholm. Kungl Tekniska Högskolan [viitattu 7.11.2006]. 187 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.indek.kth.se/indek/research/modules.php?op=modload&name=UpDownload&file=index&req=viewdownload&cid=9>.

Tiehallinto 2004

Tiehallinto. 2004. Infrahankkeen hallinta – politiikkaa ja tekniikkaa. Tiehallinto. 79 s. ISBN 951-803-243-2.

Tiehallinto 2006a

Tiehallinto. 2006. Suunnittelun lähivuosien keskeiset muutossuunnat – SUUNTA 2010. Tiehallinto. 37 s. ISBN 951-803-740-X.

Tiehallinto 2006b

Tiehallinto. 2006. Tarjouspyyntövaiheen pohjatutkimusten ja tierakenteiden selvitysten määrän ja laadun optimointi ST – urakoissa. Tiehallinto. 54 s. ISBN 978-951-803-802-6.

Vanhala et al. 1998

Vanhala, S. Laukkanen, M. Koskinen, A. 1998. Liiketoiminta ja johtaminen. KY-palvelu Oy. 288 s. ISBN 951-96629-8-7.

Yin 2003

Yin, Robert. 2003. Case study research: design and methods. Third edition. Sage Publications Inc. 181 s. ISBN 0-7619-2552-X.

SÄHKÖISET JULKAISUT

Ballard 2007

Ballard, Glenn. 2007. Target Costing in the Construction Industry. Esitys P2SL konferenssissa 7.2.2007. Berkeley, California. Saatavilla: p2sl.berkeley.edu/2007-02-07/Presentations/03-Ballard-TargetCosting.pdf (Viitattu 5.6.2009)

Howell & Ballard 1998

Howell, G. & Ballard G. 1998. Implementing Lean Construction: Understanding and Action. Verkkodokumentti, saatavilla: http://www.iglc.net/conferences/1998/Papers/Implementation/Howell%20Ballard_Implementing%20Lean%20Construction%20-%20Understanding%20and%20Action.pdf (Viitattu 26.5.2009)

Inframodel2

Inframodel2. Kotisivut. <http://cic.vtt.fi/projects/inframodel2/>). (viitattu 23.2.2009).

Infra 2010

Infra 2010 –ohjelma. Kalvosarja Infra-alan tuotetietomalliselvitys. Saatavissa osoitteesta <http://www.asuntotieto.com/INFRA2010/Aineisto/11-10-06/Kiviniemi.pdf> (Viitattu 28.5.2009)

Montin, Pekka. 2009

Montin, Pekka. 2009. RE: Tarkistaminen – väikkäri [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaaottajat: Ari-Pekka Manninen, Teknillinen korkeakoulu. Lähetetty 26.3.2009 klo. 12.38. (GMT +0200).

MacDonald 2002

MacDonald, Mott. 2002. Review of Large Public Procurement in the UK. 96 s. Elektroninen lähde, saatavilla: www.hm-treasury.gov.uk/media/a/e/greenbook_mott.pdf. (Viitattu 13.2.2007)

Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere : Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>>. (Viitattu 2.3.2009).

TUKEFIN 2009

TUKEFIN –kehityshanke. 2009. Tuottavuuden kehittäminen – TUKEFIN –hanke. Kotisivut.

<http://www.rakennusteollisuus.fi/Talonrakennus/Rakentamisen+kehitys/Tuottavuuden+kehitt%C3%A4minen++TUKEFIN+-hanke/>. (Viitattu 28.5.2009)

Vehviläinen 2007

Vehviläinen Anu. 2007. Liikenne- ja viestintäministeriö. Tiedotteet, 20.8.2007 Liikenneministeri Vehviläinen: Tierakentaminen on ylikuumentunut. Saatavissa osoitteesta www.mintc.fi. (Viitattu 4.8.2008).

Yli-Villamo 2008

Yli-Villamo, Harri. 2008 Infra TM –valmisteluhanke. Esitys Infra 2010 loppuseminaarissa 31.10.2008. Saatavissa osoitteesta www.rts.fi/InfraTM/InfraTM_Pohjanpoika_hanke_ehdotus.pdf (Viitattu 28.5.2009)

LIITTEET

- Liite A Tien ja radan nykyrakennusprosessin kuvauksen lähdeaineisto
- Liite B Nykyprosessin kuvauksen arvioinnin ajankohdat, osallistujat, yritykset ja roolit
- Liite C Teemahaastatteluiden ajankohdat, osallistujat, yritykset ja roolit.
- Liite D Workshoppien osallistujat ja yritykset.
- Liite E Workshoppien 1-4 aineisto
- Liite F Workshopin 5 aineisto
- Liite G Case – hanke testiin osallistuneet ja roolit
- Liite H Alustava hankeohjelma, luonnos L1
- Liite I Testin hankeosapohjaiset kustannukset väylän linjavaihtoehdoille VE1 ja VE2
- Liite J Testin linjavaihtoehdon VE1 kustannusarvion vaihteluvälin määrittäminen

LIITE A-1: Tien ja radan nykyrakennusprosessien kuvauksen lähdeaineisto

Nro	Aineisto
1	Tielaitos, Tarveselvitys - Sisältö ja esittämistapa, Helsinki, 1994, ISBN 951-47-8758-7
2	Tielaitos, Siltojen suunnitelmat, Helsinki, 2000, ISBN 951-726-615-4
3	Tie- ja vesirakennushallitus, Maarakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita osa 3, Helsinki, 1970 - käytetty vain prosessin laadinnan tukimateriaalina
4	Tiehallinto, Tiensuunnittelun laatujärjestelmä, Toimintaohjeet, Kokoelma eri vuosilta julkaisuista ohjeista.
5	Tiehallinto, Tiensuunnittelun kulku, esite, 2002.
6	Tiehallinto, Tiehankkeiden suunnitelmien käsittelyohje, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2006, ISBN 951-803-654-3
7	Tiehallinto, Infraohjelman hallinta - politiikkaa ja tekniikkaa, Tiehallinnon selvityksiä 16/2004, Helsinki, 2004, ISBN 951-803-243-2
8	Tiehallinto, Tiehallinnon vuoropuheluopas, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2006, ISBN 951-803-684-5
9	Tiehallinto, Liikenteen hallinta osana tienpitoa, suunnitteluohje koekäyttöön, Helsinki, 2005, ISBN 951-803-538-5
10	Tiehallinto, Tiehankkeiden arviointiohje, suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2004, ISBN 951-803-336-6
11	Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje, LVM julkaisu 34/2003, Helsinki, 2003
12	Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennehankkeiden hallinnollisten menettelyjen kehittäminen, LVM julkaisu 36/2003, Helsinki, 2003
13	Tiehallinto, Geotekniset laskelmat, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2003, ISBN 951-803-061-8
14	Vaiheittainen päätöksenteko tiehankkeiden suunnittelussa, tiivistetty versio - ei virallinen julkaisu
15	Tiehallinto, Yleissuunnittelu, suunnitelman sisältö ja esitystapa (.pdf), Helsinki, 2006, 20.11.2006 julkaisun luonnos

LIITE A-2: Tien ja radan nykyrakennusprosessien kuvauksen lähdeaineisto

Nro	Aineisto
16	Tiehallinto, Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2001, ISBN 951-726-743-6
17	Tiehallinto, Siltojen pohjatutkimukset, Tielaitoksen selvityksiä 1/1999, Helsinki, 1999, ISBN 0788-3722
18	Tiehallinto, Teiden pehmeikkötutkimukset, Tielaitoksen selvityksiä 28/1998, Helsinki, 1998, ISBN 951-726-447-X
19	Tiehallinto, Tieleikkausten pohjatutkimukset, Tielaitoksen selvityksiä 79/1995, Helsinki 1995, ISBN 951-726-155-1
20	Tiehallinto, Tiesuunnitelma, sisältö ja esitystapa, Helsinki, 1999, ISBN 951-726-547-6
21	Tiehallinto, Tiehankkeidenympäristövaikutusten arviointi, Ohje suunnittelijoille, Helsinki, 1997, ISBN 951-726-329-5
22	Tiehallinto, Suunnittelun lähivuosien keskeiset muutossuunnat - Suunta 2010, Helsinki, 2006, ISBN 951-803-740-X
23	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, RIL 165-1 Liikenne ja väylät osa 1, Helsinki, 2005, ISBN 951-758-459-8
24	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, RIL 165-2 Liikenne ja väylät osa 2, Helsinki, 2006, ISBN 951-758-464-4
25	Tiehallinto, Sillansuunnittelun lähtötiedot, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki, 2005, ISBN 951-803-528-8
26	Tiehallinto, Investoinnin HANKINTA-arkki työpaja 9.1.2006, Helsinki
27	SML:n Maarakentajapalvelu Oy, Yhteistyö maarakennustyömaalla, Saarijärvi, 2004, ISBN 952-9697-05-8
28	Maantielaki
29	Tiehallinto, Infrahankkeen hallinta - politiikkaa ja tekniikkaa, Tiehallinnon selvityksiä 16/2004, Helsinki, 2004, ISBN 951-803-243-2
30	Ratahallintokeskus, Ratainvestointien hankearviointiohje, Helsinki, 2004, ISBN952-445-107-7

LIITE A-3: Tien ja radan nykyrakennusprosessien kuvauksen lähdeaineisto

Nro	Aineisto
31	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, RIL 165-2 Liikenne ja väylät osa 2, Helsinki, 2006, ISBN 951-758-464-4
32	Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje, LVM julkaisuja 34/2003, Helsinki, 2003
33	Ratahallintokeskus, Radan suunnitteluohje, Helsinki, 2000, ISBN 952-445-038-2
34	Ratahallintokeskus, Radan suunnitteluohje, Helsinki, 2008, ISBN 978-952-445-227-4

LIITE B: Nykyprosessin kuvauksen arvioinnin ajankohdat, osallistajat, yritykset ja roolit.

Nro	Pvm.	Nimi	Yritys	Rooli
1	1.2.2007	Harry Harjula	Oy VR-Rata Ab	Urakointi
2	6.2.2007	Jari Niskanen	Vianova Systems Finland Oy	Asiantuntija-palvelut
3	8.2.2007	Timo Vikström	Lemcon Infra Oy	Urakointi
4	14.2.2007	Outi Ryyppö Matti K. Hämäläinen	Tiehallinto	Tilaaaja
5	15.2.2007	Mikko Mäkelä	Destia	Urakointi
6	16.2.2007	Juha Kansonen	Ratahallintokeskus	Tilaaaja
7	22.2.2007	Hannu Tolonen Matti Hämäläinen Ari Kuotesaho	Tiehallinto	Tilaaaja
8	4.4.2007	Harri Yli-Villamo	Ratahallintokeskus	Tilaaaja

LIITE C: Teemahaastatteluiden ajankohdat, osallistujat, yritykset ja roolit.

Nro	Pvm.	Nimi	Yritys	Rooli
1	9.3.2007	Timo Vikström	Lemcon Infra Oy	Urakointi
2	14.3.2007	Heikki Halttula	Vianova Systems Finland Oy	Asiantuntija-palvelut
3	16.3.2007	Ilpo Virtanen	Destia	Urakointi
4	22.3.2007	Erkki Mäkinen Jukka Lehtimäki Olli-Matti Haikala	Tekla Oy	Asiantuntija-palvelut
5	19.3.2007	Pekka Montin	Rapal Oy	Asiantuntija-palvelut
6	28.3.2007	Juuso Mäkinen	Dynaroad Oy	Asiantuntija-palvelut
7	30.3.2007	Kimmo Fischer Ray Ottman	Sito Oy	Suunnittelu
8	3.4.2007	Seppo Massinen	Ramboll Finland Oy	Suunnittelu
9	5.4.2007	Harry Harjula	Oy VR-Rata Ab	Urakointi
10	17.4.2007	Jouni Kekäle	Oy VR-Rata Ab	Urakointi
11	20.4.2007	Harri Yli-Villamo Juha Kansonen	Ratahallintokeskus	Tilaaaja
12	24.4.2007	Outi Ryyppö Matti K. Hämäläinen	Tiehallinto	Tilaaaja
13	3.5.2007	Markku Teppo Markku Tervo	Tiehallinto	Tilaaaja
14	16.5.2007	Pekka Kontiala	Tiehallinto	Tilaaaja
15	23.5.2007	Kari Karstila	Eurostep Oy	Asiantuntija-palvelut

LIITE D: Workshoppien osallistajat ja yritykset.

Nro	Pvm.	Nimi	Yritys
1-5		Jukka Pekkanen, puheenjohtaja	INFRA 2010 johtoryhmä jäsen
		Ari-Pekka Manninen, sihteeri	Teknillinen korkeakoulu
1	18.12.2008	Pekka Kontiala	Tiehallinto
		Ari Mäkelä	Tiehallinto
		Esko Liimatta	Tiehallinto
		Osmo Torvinen	Helsingin kaupungin rakennusvirasto
2	7.1.2008	Jussi Lindberg	Ratahallintokeskus
		Tommi Rosenvall	Ratahallintokeskus
		Tapani Toivanen	Lemcon Oy
		Jukka Meriläinen	Destia
3	22.5.2008	Ulla Valtonen	SWECO CMU Oy
		Tapani Peltola	Pöyry CM Oy
		Antti Haapalahti	CC Infra Oy
4	5.6.2008	Timo Vikström	Lemminkäinen Infra Oy
		Mikko Mäkelä	Destia
		Kimmo Laatonen	VR-Rata Oy
		Juuso Mäkinen	Dynaroad Oy
5	21.8.2008	Matti K. Hämäläinen	Tiehallinto
		Matti Piispanen	Tiehallinto
		Siru Koski	Ratahallintokeskus
		Jarkko Sireeni	Vianova Systems Finland Oy
		Juuso Mäkinen	Dynaroad Oy
		Pekka Montin	Rapal Oy
		Tuomas Peltonen	Ramboll Finland Oy

LIITE E-1: Workshoppien 1-4 aineisto

1. Johdanto

Tämä workshop (WS) on osa INPRO-tutkimushanketta. Tutkimuksen puitteissa järjestetään viisi (5) workshop-tilaisuutta infrasektorin eri toimijoille. Workshoppeihin valitut toimijat ovat:

- WS1: Rakennuttamisesta vastaavat
- WS2: Suunnitteluttamisesta vastaavat
- WS3: Suunnittelijat
- WS4: Asiantuntijat (erityisesti tuotetietomalli)
- WS5: Urakoitsijat

INPRO-tutkimuksen aikaisemmissa vaiheissa on kartoitettu infraprosessin keskeisiä ongelmakohtia. Näiden pohjalta tutkimusryhmä on laatinut infraprosessin kehittämismalleja. Workshoppien tavoitteena on selvittää mallien hyväksyttävyyttä ja kehitysideat. Workshop on jaettu kahteen teemaan, jotka ovat:

Teema 1: Kustannusriskit ja kustannusten hallinta epävarmoilla lähtötiedoilla

Teema 2: Infrahankkeen sidosryhmien hallinta hankeohjelman avulla

Workshoptyöskentely perustuu tuplatiimimenetelmään. Menetelmän vaiheet ovat:

- Tutkija esittelee teemaan liittyvät taustat sekä teemaan liittyvän prosessin kehittämismallin ja kysymykset (teeman alustus).
- Osallistujat pohtivat teeman liittyviä kysymyksiä (yksilötyöskentely).
- Teemaan liittyviä kysymyksiä käsitellään parettain (parityöskentely).
- Parit esittelevät muodostamansa vastaukset ryhmälle (esitys).
- Parien esittämät vastaukset ryhmitellään ja niistä valitaan tärkeimmät, esimerkiksi äänestämällä (yhteen veto).

Workshoptit toimivat konsensusperiaatteella. Teemojen kysymyksiin muodostettuihin vastauksiin haetaan workshop-ryhmän keskeistä konsensususta.

2. Teema 1: Kustannusriskit ja kustannustenhallinta epävarmoilla lähtötiedoilla

Kustannusriskien (budjetointiriskien) hallinta infrahankkeissa voi perustua neljään (4) eri ajattelutapaan. Nämä ajattelutavat ovat:

- tilastollinen tarkastelu hankkeen eri vaiheissa (vrt. Haahtela - epäluotettavuus tilastollisena ilmiönä)
- ”klassisten” riskien hallinta eli aikaisempien kipupisteiden torjuminen esimerkiksi sopimuksilla ja suunnitelmaratkaisuilla
- ohjauksen hallinta, tilaajan tahtotilan määrittäminen ja
- epävarmojen lähtötietojen hallinta.

Tilastollisessa tarkastelussa kustannusriskejä hallitaan tarkastelemalla toteutuneiden hankkeiden kustannuksia. ”Klassisten” riskien hallinta perustuu oppimismenetelmään, jossa tarkastellaan aikaisempien hankkeiden tyypillisiä toteutuneita riskejä ja pyritään välttämään niitä. Nämä kaksi ajattelutapaa hyödyntävät aikaisemmista hankkeista saatua tietoa.

Tutkimusryhmän tavoitteena on kehittää kustannushallinnan menetelmiä, jotka perustuvat aikaisemman tiedon hyödyntämisestä poiketen hankkeen ohjaukseen ja epävarmojen lähtötietojen hallintaan. Kehitettävien menetelmien avulla voidaan pienentää ja hallita infrahankkeiden kustannusarvioiden hajontaa sekä parantaa kustannusarvioiden luotettavuutta. Tavoitteena on myös ymmärtää epävarman tiedon merkitys infrahankkeessa ja löytää hyväksyttävissä (=kohtuullinen) oleva epävarmuuden taso hankkeen eri vaiheissa.

LIITE E-2: Workshoppien 1-4 aineisto

MERKITTÄVÄT LÄHTÖTIEDOT

Infrahankkeen päätöksen teko ja suunnittelu perustuu lähtötietoihin, jotka ovat usein epävarmoja ja asteittain täsmentyviä. Epävarmoin lähtötietoihin liittyvän kustannushallinnan perusta on merkittävien lähtötietojen tunnistaminen. Tutkimusryhmän näkemyksen mukaan hankkeen suunnitteluun vaikuttavat merkittävimmät lähtötiedot ovat:

- väylälle asetettavat vaatimukset (toimivuus-, tekniset- ja laatuvaatimukset sekä laajuus)
- olosuhdetekijät (ympäristö- ja pohjaolosuhteet, maasto, sekä rakennettu ympäristö)
- toteutusmuoto (riskijako ja vaikutusmahdollisuus suunnitelmiin)
- toteutusaikataulu (poliittiset päätökset ja suhdannetekijät)
- kaavoitus.

Kysymys 1: Kattaako tutkijan näkemys kaikki infrahankkeen merkittävät lähtötiedot (kts. liite 1)? Ellei, mitkä muut lähtötiedot ovat merkittäviä infrahankkeen suunnittelun ja kustannushallinnan kannalta?

LÄHTÖTIEDON OMINAISUUDET JA KUSTANNUSTEN HALLINTA

Lähtötiedon ominaisuudet voidaan jakaa kustannushallinnan kannalta neljään päätekijään. Nämä päätekijät ovat (kuva 1):

- vaikutus
- muutosherkkyys
- aika ja
- merkitys hankkeen eri osapuolille.

Vaikutuksella ymmärretään lähtötiedon taloudellista vaikutusta hankkeen kannalta. Esimerkiksi infrahankkeiden uudiskohteissa pohjaolosuhteilla on yleensä suuri vaikutus hankkeen talouden kannalta. Muutosherkkyys kuvaa lähtötiedon varmuustasoa. Mikäli lähtötiedon oletetaan muuttuvan tai tarkentuvan oleellisesti, sen muutosherkkyys on suuri. Esimerkiksi väylähankkeiden pohjaolosuhteiden muutosherkkyys on suuri, mikäli pohjatutkimusten määrä on vähäinen hankkeen laajuuteen nähden. Lähtötiedoilla on erilainen merkitys hankkeen eri vaiheissa. Esimerkiksi hanketta koskevien poliittisten päätösten merkitys tilaajataholla esisuunnitteluvaiheessa on erilainen mitä toteutusvaiheen poliittiset päätökset. Poliittisten päätösten merkitys on erilainen myös hankkeen eri osapuolille. Esimerkiksi poliittisten päätösten merkitys tilaajalle on erilainen mitä toteuttajalle.



Kuva 1. Infrahankkeeseen vaikuttavan lähtötiedon neljä päätekijää.

LIITE E-3: Workshoppien 1-4 aineisto

Hankkeiden kustannusten hallinta epävarmojen lähtötietojen näkökulmasta perustuu lähtötiedon vaikutuksen ja muutosherkkyyden hallintaan. Vaikutus kuvaa lähtötiedon vaikutusta hankkeen kustannuksiin ja muutosherkkyydellä ymmärretään lähtötiedon luotettavuutta. Mikäli muutosherkkyys on suuri, on oletettavaa että lähtötieto muuttuu tai täsmentyy oleellisesti. Tutkimusryhmän esityksen mukaan epävarmojen lähtötietojen hallinta ja simulointi perustuu seuraaviin vaiheisiin (kts. myös taulukko 1):

- Tunnistetaan hankkeeseen vaikuttavat lähtötiedot. Tunnistettavat lähtötiedot ryhmitellään:
 - o koko hanketta koskeviin lähtötietoihin (poliittiset päätökset jne..)
 - o hankeosittain (pohjaolosuhteet, toteutusaikataulu jne.)
- Arvioidaan lähtötietojen vaikutus hankkeen kustannusten kannalta lähtötietokohtaisesti.
- Arvioidaan lähtötietojen muutosherkkyys lähtötietokohtaisesti.
- Tehdään herkkyysanalyysi lähtötiedoille, joilla on merkittävä vaikutus kustannuksiin ja/tai suuri muutosherkkyys. Herkkyysanalyysi tehdään HOLA-menetelmää hyväksikäyttäen. Herkkyysanalyysin tuloksena esitetään lähtötietojen tarkentumisesta ja muuttumisesta aiheutuvat kustannusvaihtelut.
- Allokoidaan lähtötietojen hankintaresurssit herkkyysanalyysin perustella.
- Päivitetään lähtötietohallintaa läpi hankeen.

Taulukko1. Epävarmojen lähtötietojen hallinnan peruskysymykset ja ratkaisut tutkijaryhmän esittämän mallin mukaan.

Hallinnan peruskysymykset	Vastaus/ratkaisu
Mitkä lähtötiedot ovat hankkeen kustannusten hallinnan kannalta oleellisia?	Tarkastellaan lähtötietojen vaikutusta hankkeen kustannuksiin ja arvioidaan niiden muutosherkkyyttä – tunnustetaan hankkeen kannalta oleelliset lähtötiedot.
Miten oleelliset lähtötiedot vaikuttavat hankkeen kustannuksiin?	Oleellisille lähtötiedoille tehdään herkkyysanalyysi HOLA-menetelmää hyväksikäyttäen.
Missä vaiheessa tehdään ensimmäinen hankkeen kustannuksiin perustuva herkkyystarkastelu?	Ensimmäinen herkkyystarkastelu voidaan tehdä hankeohjelman ja väylän alustavien linjausvaihtoehtojen perusteella.
Miten herkkyysanalyysin tuloksia hyödynnetään hankkeen kustannusten hallinnassa?	a) herkkyysanalyysin tulokset (=kustannusarvion vaihtelut) toimivat päätöksenteon tukena b) allokoidaan lähtötietojen hankintaresurssija c) ohjataan suunnittelua
Millä varmistetaan kustannusten hallinta hankkeen eri vaiheissa?	Lähtötietoja tarkastellaan hankkeen jokaisessa vaiheessa, koska ne ovat luonteeltaan iteratiivisia. Tarkentuneille ja muuttuneille lähtötiedoille tehdään tarvittaessa uusi vaikuttavuuden ja muutosherkkyyden arviointi sekä herkkyysanalyysi.

Kysymys 2: Ovatko tutkijan esittämät vaikutus ja muutosherkkyys oleellisimmat lähtötiedon ominaisuudet hankkeen kustannusten hallinnan kannalta?

Kysymys 3: Mitä vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) edellä esitetty lähtötietojen vaikutukseen ja muutosherkkyyteen perustuva kustannusten hallintamalli sisältää?

LIITE E-4: Workshoppien 1-4 aineisto

TEEMA 2: Infrahankkeen sidosryhmien hallinta hankeohjelman avulla

Tässä työssä infrahankkeen sidosryhmät on jaettu viiteen eri ryhmään. Nämä ryhmät ovat:

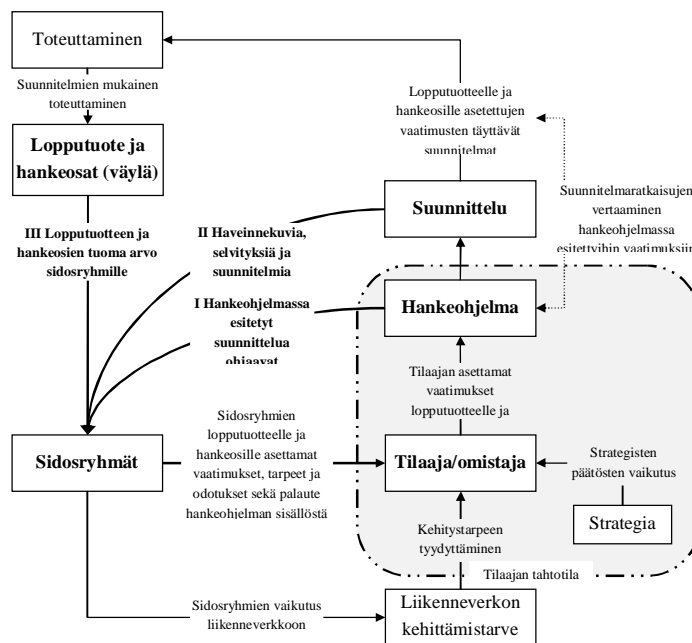
- kunnat, maakuntaliitot (alueen kehittäjän roolissa)
- julkishallinnon yksiköt (ympäristökeskukset, viranomaistahot)
- yhdistykset, järjestöt
- elinkeinoelämä (teollisuus, logistiikka)
- maanomistajat.

Sidosryhmähallinnan peruste hankkeessa on sidosryhmien kuuleminen (kuva 2). Sidosryhmät muodostavat kannanottonsa tutkimusryhmän esityksen mukaisesti sekä hankeohjelman sisällöstä että prosessin tuotoksista. Prosessin tuotoksia ovat mm. havainnekuvat, selvitykset ja suunnitelmat.

Sidosryhmien kannanotot käsitellään hankkeen hankeohjelmassa. Hankeohjelmassa sidosryhmien kannanotoista muodostetaan hankkeelle mm. vaatimuksia ja reunaehtoja. Hankeohjelman sisällöstä päättää tilaajataho. Näin ollen hankeohjelma kuvaa sidosryhmälähtöistä tilaajan tahtotilaa. Suunnittelija perustaa suunnitteluratkaisut hankeohjelmassa esitettyjen asioiden pohjalle. Suunnittelun lopputulosta verrataan hankeohjelmassa esitettyihin asioihin. Vertaamisella varmistetaan tilaajan tahtotilan täytyminen.

Hankeohjelmassa esitetään sidosryhmien vaatimuksia, odotuksia ja tarpeita läpi hankkeen. Tällöin hankeohjelma toimii sidosryhmät huomioon ottavana suunnittelua ohjaavana tekijänä. Hankeohjelman sisältö sidosryhmien osalta infraprosessin eri vaiheissa on esitetty liitteessä numero kaksi (2).

Kysymys 4: : Mitä vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) edellä esitetty hankeohjelmaan perustuva sidosryhmien hallinta sisältää?



Kuva 2. Hankeohjelmassa esitetyt suunnittelua ohjaavat vaatimukset (I) tarkistetaan sidosryhmiltä ennen suunnittelun aloittamista. Tällä varmistetaan sidosryhmien tarpeita vastaava suunnittelu. Toisessa vaiheessa (II) hankeohjelman mukaan tehdyt suunnitelmat esitellään sidosryhmille, ennen toteuttamisen aloittamista.

LIITE F-1: Workshopin 5 aineisto

WORKSHOP 5 :

VÄYLÄHANKKEIDEN UUSI ESI- JA YLEISSUUNNITTELUPROSESSI

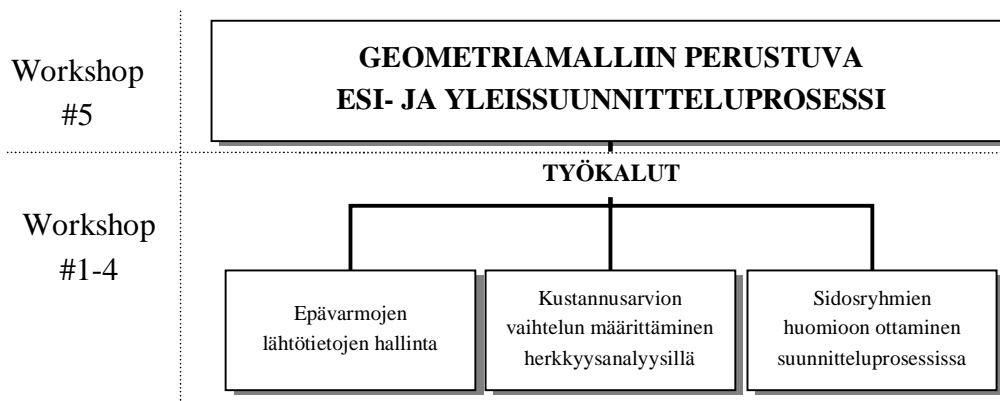
Yleistä Tämä workshop (WS) on osa INPRO -tutkimushanketta. Hankkeen aikaisemmissa vaiheissa on selvitetty väylähankkeiden rakentamisprosessiin liittyviä keskeisiä ongelma-kohtia ja kipupisteitä, joiden pohjalta tutkimuksessa on kehitetty uusi esi- ja yleissuunnitteluvaiheen prosessimalli.

Uuden prosessimallin lisäksi tutkimuksessa on luotu malliin liitettäviä työkaluja, joilla parannetaan väylähankkeen epävarmojen lähtötietojen hallintaa sekä tehostetaan sidosryhmätyöskentelyä. Työkalujen hyväksyttävyyden arviointi ja kehitysideoiden selvittäminen on tehty aikaisemmin workshoppeissa 1-4 (kuva 1).

Tavoite Tämän workshopin (WS 5) keskeisin tavoite on selvittää uuden prosessimallin hyväksyttävyys, käyttöönoton edellytykset ja kehitysideat sekä tarkastella prosessiin liittyviä tietovirtoja.

Vaiheet Uuden prosessimallin arviointi ja siihen liittyvien tietovirtojen tarkastelu jakautuu neljään (4) päävaiheeseen:

- 1. Koolle kutsuminen:** Workshopin osallistujien valitseminen alan toimijoiden keskuudesta sekä heidän osallistumishalukkuutensa selvittäminen.
- 2. Ennakkoinformaation lähettäminen:** Workshop -aineiston lähettäminen osallistujille tutustumista varten noin viikkoa ennen workshop -tilaisuutta.
- 3. Workshop-tilaisuuden järjestäminen:** Uuden prosessimallin arviointi ja siihen liittyvien tietovirtojen tarkastelu ”työpöytätestin” avulla.
- 4. Jälkiarvioiminen (kyselytutkimus):** Prosessimallin ja sen tietovirtojen jälkiarvioiminen kyselytutkimuksen avulla noin kahden viikon sisällä workshopista. Kyselytutkimus tehdään sähköpostilla ja jälkiarviointin tulokset esitetään anonyymisti.



Kuva 1. INPRO -tutkimuksen puitteissa järjestetään viisi (5) workshopia. Neljässä ensimmäisessä workshopissa on käsitelty uuden prosessin työkaluja. Viidennessä workshopissa käsitellään prosessin kehittämistä ja sen tietovirtoja.

LIITE F-2: Workshopin 5 aineisto

Workshop	<p>Workshop perustuu alan toimijoiden subjektiiviseen näkemykseen prosessista ja sen tietovirroista. Workshoppiin osallistujat jaetaan osaamisalueensa mukaisesti seuraaviin ryhmiin (liitteen 2 mukaisesti):</p> <ul style="list-style-type: none">Ø tilaajatØ suunnittelijat ja visualisoijatØ asiantuntijat (hankeohjelma, kustannus ja massatalous) <p>Workshopissa keskitytään tarkastelemaan kyseisten ryhmien välistä vuorovaikutusta sekä niiden välillä tapahtuvaa tiedonvaihtoa uuden prosessinmallin mukaisesti.</p> <p>Edellä mainittujen lisäksi prosessiin kuuluvat ryhmät</p> <ul style="list-style-type: none">Ø lähtötietojen hallinnasta ja tuottamisestaØ sidosryhmistä <p>Näillä kahdella ryhmällä ei kuitenkaan ole tässä workshopissa merkittävää roolia, joten näistä ryhmistä ei ole osallistujia.</p> <p>Prosessimalli käydään läpi tehtävittäin (liite 2, tehtävät 1-7) ja pääpaino on tehtävissä 1-3, eli esisuunnitteluprosessissa. Workshopissa selvitetään tehtävien väliset tietovirrat (liitteet 2 ja 3, kohdat A-M). Näin ollen workshopin ryhmien tuleekin vastata kysymykseen:</p> <p style="text-align: center;">”Mitä tietoa tarvitsen (input), jotta voin tuottaa prosessissa vaadittavan seuraavan tiedon (output)?”</p> <p>Tietovirrat (A-M) kirjataan matriisiin (liite 3), joka on esitetyt. Tarvittaviin tietoihin kirjataan myös muu tehtävän kannalta oleellinen tieto, mikä ei tule edellisestä vaiheesta. Tietovirtamatriisista ilmenee myös tehtävässä tarvittavan tiedon pääasiallinen käyttäjä (liite 3, (x) = tiedon käyttäjä). Tietovirtamatriisi on luonteeltaan täsmennyvä, joten pääsääntöisesti aikaisemmassa vaiheessa esitettyä tietoa ei esitetä uudelleen mikäli se ei ole tehtävän suorittamisen kannalta oleellinen tieto.</p>
Prosessi	<p>Prosessi jakautuu seitsemään päävaiheeseen, jotka ovat esitetty tarkemmin liitteessä yksi (1). Päävaiheet ovat:</p> <ol style="list-style-type: none">1) väylän rakentamisen tai kehittämisen tarpeen toteaminen (vrt. tarveselvitys tai tieverkko-suunnitelma)2) alustavan hankeohjelman laatiminen3) geometriamallin (-mallien) laatiminen, vaihtoehtojen muodostaminen4) sidosryhmien kuuleminen (visualisoidut malli(-t) ja hankeohjelma)5) vaihtoehdosta päättäminen6) valitun geometriamallin tarkentaminen yleissuunnitelmaksi ja7) yleissuunnitelman esittäminen ja kuuleminen.

LIITE F-3: Workshopin 5 aineisto

Workshop Workshop perustuu alan toimijoiden subjektiiviseen näkemykseen prosessista ja sen tietovirroista. Workshoppiin osallistujat jaetaan osaamisalueensa mukaisesti seuraaviin ryhmiin (liitteen 2 mukaisesti):

- Ø tilaajat
- Ø suunnittelijat ja visualisoijat
- Ø asiantuntijat (hankeohjelma, kustannus ja massatalous)

Workshopissa keskitytään tarkastelemaan kyseisten ryhmien välistä vuorovaikutusta sekä niiden välillä tapahtuvaa tiedonvaihtoa uuden prosessinmallin mukaisesti.

Edellä mainittujen lisäksi prosessiin kuuluvat ryhmät

- Ø lähtötietojen hallinnasta ja tuottamisesta
- Ø sidosryhmistä

Näillä kahdella ryhmällä ei kuitenkaan ole tässä workshopissa merkittävää roolia, joten näistä ryhmistä ei ole osallistujia.

Prosessimalli käydään läpi tehtävittäin (liite 2, tehtävät 1-7) ja pääpaino on tehtävissä 1-3, eli esisuunnitteluprosessissa. Workshopissa selvitetään tehtävien väliset tietovirrät (liitteet 2 ja 3, kohdat **A-M**). Näin ollen workshopin ryhmien tuleekin vastata kysymykseen:

”Mitä tietoa tarvitsen (input), jotta voin tuottaa prosessissa vaadittavan seuraavan tiedon (output)?”

Tietovirrät (**A-M**) kirjataan matriisiin (liite 3), joka on esitetyt. Tarvittaviin tietoihin kirjataan myös muu tehtävän kannalta oleellinen tieto, mikä ei tule edellisestä vaiheesta. Tietovirtamatriisista ilmenee myös tehtävässä tarvittavan tiedon pääasiallinen käyttäjä (liite 3, (x) = tiedon käyttäjä). Tietovirtamatriisi on luonteeltaan täsmäntäytävä, joten pääsääntöisesti aikaisemmassa vaiheessa esitettyä tietoa ei esitetä uudelleen mikäli se ei ole tehtävän suorittamisen kannalta oleellinen tieto.

Prosessi Prosessi jakautuu seitsemään päävaiheeseen, jotka ovat esitetty tarkemmin liitteessä yksi (1). Päävaiheet ovat:

- 8) väylän rakentamisen tai kehittämisen tarpeen toteaminen (vrt. tarveselvitys tai tieverkkosuunnitelma)
- 9) alustavan hankeohjelman laatiminen
- 10) geometriamallin (-mallien) laatiminen, vaihtoehtojen muodostaminen
- 11) sidosryhmien kuuleminen (visualisoidut malli(-t) ja hankeohjelma)
- 12) vaihtoehdosta päättäminen
- 13) valitun geometriamallin tarkentaminen yleissuunnitelmaksi ja
- 14) yleissuunnitelman esittäminen ja kuuleminen.

LIITE F-4: Workshopin 5 aineisto

Johtojatoksena prosessissa on suunnittelutyö ja mallintaminen asteittain täsmennyillä lähtötiedoilla. Prosessi perustuu suunnittelutasoon, joka vastaa kyseisen vaiheen lähtötiedon tasoa. Suunnitelmaa ja mallia täydennetään prosessissa lähtötiedoilla, joiden hankinta on kohdistettu hankkeen kustannusten muodostumisen ja suunnittelun kannalta kriittisiin paikkoihin ja tietoihin.

Toisena johtojatoksena prosessissa on hankeohjelman ja visualisointityökalujen käyttö osana prosessia.

Tehtävät

Eri ryhmien tehtävät on esitetty hankkeen toteutusmuodosta riippumattomasti, joten eri toteutusmuodot vaativat prosessimallin soveltamista. Prosessin osapuolten tehtävät on esitetty liitteessä kaksi (2), joista tehtävät 3c, 3g ja 6 on määritetty yhteistehtäväksi. Yhteistehtävän tarkoituksena on hankkeen osapuolten osaamisalueiden yhdistäminen hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi.

Tilaaajan tehtävät on rajattu koskemaan vain hankkeen kannalta keskeisimpiä päätöksiä. Prosessi sisältää useita tilaaajan päätöksiä, joita ei ole kuvattu prosessimallissa. Tällaisia päätöksiä ovat mm. hankeohjelmien hyväksymiset.

Suunnittelijan ja visualisoijan tehtävät ovat samassa ryhmässä, johtuen osapuolten tehtävien luonteen samankaltaisuudesta.

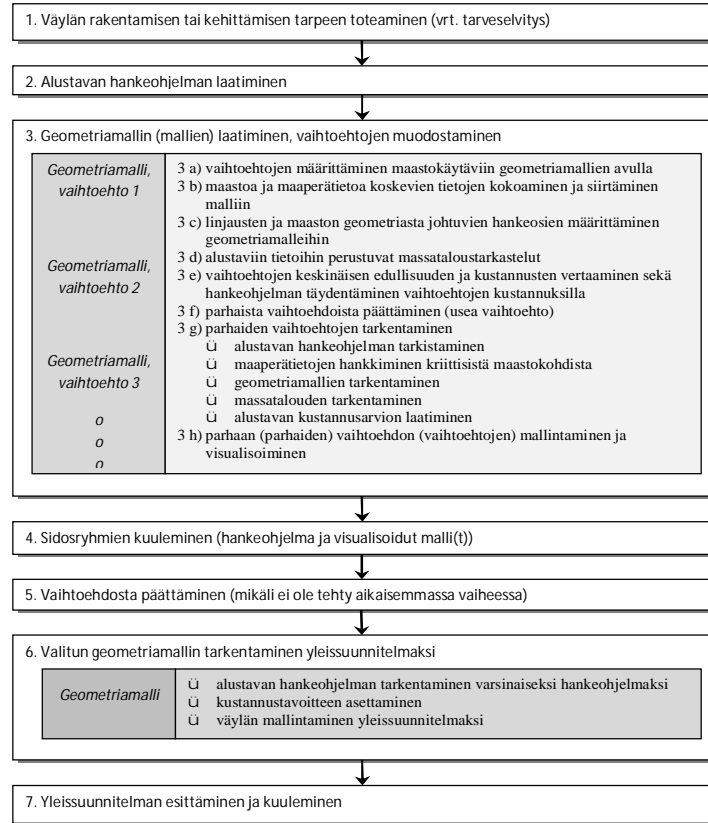
Hankeohjelman ja kustannusten hallinnan sekä massatalouden asiantuntijoiden tehtävät sisältävät hankkeen asiantuntijoiden osaamisalueeseen liittyviä tehtäviä.

Lähtötietojen tuottajan tehtäviin kuuluvat tarvittavien lähtötietojen tuottaminen ja tarkentaminen. Näiden tehtävien syvällisempi tarkastelu on rajattu tämän workshopin ulkopuolelle.

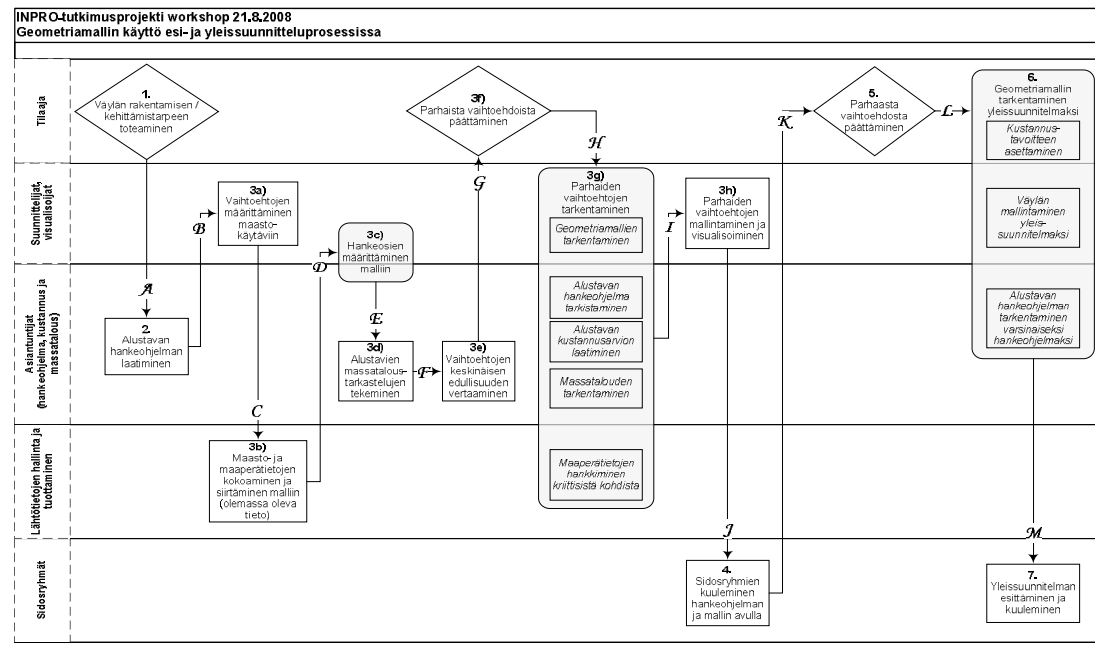
Sidosryhmien tehtäviin kuuluvat suunnitelmien arviointi ja palautteen antaminen suunnitteluvaiheen tuotoksista. Näiden tehtävien syvällisempi tarkastelu on rajattu tämän workshopin ulkopuolelle.

LIITE F-5: Workshopin 5 aineisto

Workshop 5, aineiston liite 1



Workshop 5, aineiston liite 2



LIITE F-6: Workshopin 5 aineisto

Workshop 5, aineiston liite 3 sivu 1

Tietovirta	(x) = tiedon käyttäjä						Tehtävä nro, nimi Tiedon sisältö (täydennetään workshopin tuloksilla) "Mitä tietoa tarvitaan tehtävän suorittamiseen?"
	Tilaaja	Suunnittelija / visualisoija	Asiantuntija: Hanke-ohjelma ja kust. hallinta	Asiantuntija, massatalous	Lähtötietojen tuottaja	Sidosryhmät ja muut hankkeen osapuolet	
A			x				Tehtävä 2 Alustavan hankeohjelman laatiminen Tarveselvityksen sisältö, tavoitteet ja perustelut - Hankeelle asetetut tavoitteet - Suunnittelualue; alueellinen sijainti ja alueelliset pakkopisteet - Suunnittelutilanne - Nykyinen tiestö - Liikenne; liikennevirrat nykytila ja ennuste - Aluerakenne ja maankäyttö; nykyinen aluerakenne, kaavoitus-tilanne kehitysnäkymät - Ympäristön kokonaiskuva ja kuormitustekijät - Muut lähtötiedot - Kehittämistarpeet - Tutkitut vaihtoehdot - Vaikutustarkastelut
B		x					Tehtävä 3a Vaihtoehtojen määrittäminen maastokäytäviin - Alustavan hankeohjelman sisältö, erityisesti: <ul style="list-style-type: none"> o tavoitteet o suunnittelualue o nykyinen tiestö o liikenne o aluerakenne ja maankäyttö
C					x	x	Tehtävä 3b Maasto- ja maaperätietojen kokoaminen ja siirtäminen malliin Ü Sijainti Ü Leikkaukset ja täytöt
D		x	x				Tehtävä 3c Hankeosien määrittäminen malliin - Alustavan hankeohjelman sisältö, erityisesti: <ul style="list-style-type: none"> • Olemassa olevat maasto- ja maaperätiedot (tehtävä 3b)
E				x			Tehtävä 3d Alustavien massataloustarkastelujen tekeminen - Likimääräinen tieto leikkaus- ja täyttömääristä, sijainti - Olemassa olevat maasto- ja maaperätiedot (tehtävä 3b)
F			x				Tehtävä 3e Vaihtoehtojen keskinäisen edullisuuden vertaaminen - Hankeosista aiheutuvat kustannukset - Massatalouden vaikutus kustannuksiin - Hyötykustannussuhteet

LIITE F-7: Workshopin 5 aineisto

Workshop 5, aineiston liite 3 sivu 2

Tietovirta	(x) = tiedon käyttäjä						Tehtävä nro, nimi Tiedon sisältö (täydennetään workshopin tuloksilla) "Mitä tietoa tarvitaan tehtävän suorittamiseen?"
	Tilaaaja	Suunnittelija / visualisoija	Asiantuntija: Hanke-ohjelma ja kust. hallinta	Asiantuntija, massatalous	Lähtötietojen tuottaja	Sidosryhmät ja muut hankkeen osapuolet	
G	x						Tehtävä 3f Parhaista vaihtoehdoista päättäminen - Eri vaihtoehtojen kustannukset, kustannusarviot suhteellisia – vertailua varten
H		x	x	x	x	x	Tehtävä 3g Parhaiden vaihtoehtojen tarkentaminen Ü Lähtökohtana valitut vaihtoehdot ja valintaan vaikuttaneet peruste- lut Ü Erityisesti <ul style="list-style-type: none"> • kriittisten kohtien maaperätiedot
I		x					Tehtävä 3h Parhaiden vaihtoehtojen mallintaminen ja visuali- soiminen - Tarkennetut vaihtoehdot väylän linjaukset (tehtävä 3g)
J						x	Tehtävä 4 Sidosryhmien kuuleminen hankeohjelman ja mallin avulla Ü Alustava hankeohjelma Ü Visualisoitu malli väylästä
K	x						Tehtävä 5 Parhaasta vaihtoehdosta päättäminen Ü Vaihtoehdoille määritetyt <ul style="list-style-type: none"> • alustavat kustannusarviot • päivitetty hyötykustannuslaskelmat • sidosryhmien kommentit
L	x	x	x				Tehtävä 6 Geometriamallin tarkentaminen yleissuunnitel- maksiksi Ü Päätös parhaasta vaihtoehdosta (tehtävä 5) Ü Muut yleissuunnitteluun vaikuttavat tiedot
M						x	Tehtävä 7 Yleissuunnitelman esittäminen ja kuuleminen Ü 3D mallinnettu ja visualisoitu yleissuunnitelma (tuotemalli)

LIITE G: Case – hanke testiin osallistuneet ja roolit.

Vaihe	Nimi	Yritys
1 Testin aloittaminen, testiin osallistujien valinta, testattavan kohteen valitseminen	Pekka Montin	Rapal Oy
	Jarkko Sireeni	Vianova Systems Finland Oy
	Jari Niskanen	Vianova Systems Finland Oy
	Juuso Mäkinen	Dynaroad Oy
2 Alustavan hankeohjelman laatiminen	Pekka Montin	Rapal Oy
3 Vaihtoehtojen määrittäminen	Jarkko Sireeni	Vianova Systems Finland Oy
	Jari Niskanen	
4 Perushankeosien määrittäminen vaihtoehtoon	Pekka Montin	Rapal Oy
5 Alustavan massataloustarkastelun tekeminen	Juuso Mäkinen	Dynaroad Oy
6 Kustannusarvion laatiminen ja kustannusvaihteluvälin määrittäminen	Pekka Montin	Rapal Oy

LIITE H-1: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

TKK

ALUSTAVA HANKEOHJELMA LUONNOSVAIHE: L1

INPRO – tutkimushankkeen testi



Pekka Montin / Ari-Pekka Manninen

HUOM! Tämä alustava hankeohjelma on laadittu malliksi tutkimuksen tuloksiin liitettäväksi.

LIITE H-2: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

Alustava hankeohjelma, luonnosvaihe L1

1 HANKE

1.1 PERUSTIEDOT

1.1.1 Hanketiedot

Hankkeen nimi:	VT 12: Uusikylä – Suvioja, INPRO –tutkimuksen testihanke
Dokumentin muokkaaja:	Pekka Montin / Ari-Pekka Manninen
Hankkeen vaihe:	Hankesuunnittelu
Hankkeen sijainti:	Kymenlaakson maakunta
Viimeksi päivitetty:	1.12.2008 15:49:50

1.1.2 Hankeohjelman päivitykset ja hyväksyminen

Päivitys	Hyväksytty
Hankeohjelma luotiin 6.11.2008 12:00:10	Manninen 6.12.2008
Henkilö Pekka Montin päivitti hankeohjelmaa 6.11.2008 12:01:53	Manninen 6.12.2008
Henkilö Ari-Pekka Manninen päivitti hankeohjelmaa 1.12.2008 15:49:50	MUUTOKSIA EI OLE HYVÄKSYTTY

1.1.3 Vastuutahot

Tilaaajaorganisaatio:	Teknillinen korkeakoulu, INPRO-projekti, prosessimallin testi
Projektipäällikkö:	Ari-Pekka Manninen

LIITE H-3: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

1.2 TAVOITTEET JA TARPEET

1.2.1 Nykytilan kuvaus

Valtatien 12 yhteysvälin Lahti – Kouvola liikennemäärä on 6 900 - 12 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen osuus on noin 14 - 17 % kokonaisliikenteestä. Eri-tyisen ongelmallinen on yhteysvälin keskiosuus Nastolan Uusikylästä Iitin Tillolaan: tie on paikoin kapea ja huonokuntoinen, ohittamismahdollisuudet ovat puutteelliset ja Kausalassa valtatieliikenne kulkee Kausalan taajaman läpi. /1/

Vuorokausiliikenteen oletetaan kasvavan vuoteen 2030 mennessä siten, että Lahden ja Nastolan välillä on 14.200 ajoneuvoa, Nastolasta Jokeueen 7.800–8.600 ajoneuvoa ja Kausalasta Kouvolaan 9.300 ajoneuvoa vuorokaudessa. /2/

Yhteysväli Lahti – Kouvola on osa raskaan liikenteen kuljetusreittejä. Raskaan liikenteen määrä oli vuonna 2000 noin 800 – 1200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Riittävien ohitusmahdollisuuksien puuttumisen takia liikenteen sujuvuus on heikentynyt etenkin Uusikylän ja Tillolan välisellä ongelmallisimmalla tieosuudella. Kausalan taajamarakenteen kohdalla nopeustaso on tällä hetkellä 50..60 km/h ja liittymät ovat pääsuunnassa kanavoituja. Etenkin iltahuipputunnin aikana liittymien sivusuunnista päätielle on vaikeaa ja odotusajat muodostuvat pitkiksi. Yhteysvälin tiepituudesta 60 %:lla nopeusrajoitus on 100 km/h. Poikkileikkausleveydeltään alle 10,5 metrin osuutta yhteysvälillä on noin 50 %:lla tiepituudesta. /2/

Yhteysvälin länsiosa Lahden Joutjärveltä Nastolan Uusikylään (17 km) on leveäkais- taista tietä. Kouvolan päässä on noin 6 km moottoriliikennetietä, joka on osittain le- veäpientareista. /1/

Yhteysvälin keskivaiheilla, välillä Uusikylä–Kausala, on lähes 20 km pitkä osuus hyvin kapeaa ja huonokuntoista tietä. Ohittamismahdollisuudet ovat vähäiset ja etenkin raskas liikenne aiheuttaa liikenteen jonoutumista. /1/

Valtatien palvelutaso ei täytä valtateille asetettuja vaatimuksia Kausalassa, jossa liikenne kulkee taajamarakenteen läpi ja tiellä on 60 km/h nopeusrajoitus noin viiden kilometrin matkalla. Valtatie aiheuttaa myös merkittävän estevaikutuksen Kausalan kohdalla. /1/

Koko yhteysvälillä on huono liikenneturvallisuus ja se kuuluu kuolemantiheydessä pää- teiden vaarallisimpaan viidennekseen. /1/

LIITE H-4: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

Pohjaveden suojaustarvetta on Nastolan Villähteellä ja Uusikylässä sekä Iitin Kausalassa. Eniten liikenteen meluhaittoja asutukselle aiheutuu Villähteellä ja Kausalassa. /1/

Yhteysvälihanketta koskien on parhaillaan laadittavana yleissuunnitelmat väleille Joutjärvi-Uusikylä sekä Uusikylä-Tillola. Hankkeen itäistä osuutta (Tillola-Keltti) koskeva tiesuunnitelma valmistuu keväällä 2008. /1/

1.2.2 Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on parantaa yhteysvälin Lahti - Kouvola ongelmallisimmat osuudet palvelutasoltaan ja turvallisuudeltaan runkoverkon tiestölle asetetut tavoitteet täyttäväksi ja tasoltaan yhtenäisiksi. Merkittävänä tavoitteena on vilkkaan ja nopeasti lisääntyvän tavaraliikenteen olosuhteiden parantaminen. /1/

Kehittämisselvityksen mukaa päätavoitteita ovat olleet: /2/

- Yhteysväliä tarkastellaan kokonaisuutena ja osana pääteiden runkoverkon kehittämistä.
- Pääpaino ensimmäisen vaiheen toimenpiteissä on liikenneturvallisuuden parantaminen ja siinä erityisesti kuolemanonnettomuuksien merkittävä vähentäminen.
- Liikenteen aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentäminen.
- Liikenteen sujuvuuden turvaaminen

1.3 VAATIMUKSET

1.3.1 Toiminnalliset vaatimukset

Vuorokausiliikenteen oletetaan kasvavan vuoteen 2030 mennessä siten, että Lahden ja Nastolan välillä on **14.200 ajoneuvoa**. Vaatimus on mitoittaa väylän välityskyky vastaamaan em. vuorokausiliikennettä.

Koko yhteysvälillä on tavoitetilassa **nopeusrajoitus 100 km/h**.

Tieosuus on tarkoitus toteuttaa **keskikaiteellisena jatkuvana ohituskaistatienä** ja valtatie **liittymät suunnitellaan eritasoliittymiksi**. Nykyinen valtatie jää uuden valtatie rinnakkaistieksi palvelemaan mm. maankäyttöä sekä jalankulkua ja pyöräilyä. /1/

Yhteysvälin tavoitetilana on valtatie parantaminen seuraavasti: /1/

- tieosuus Lahden Joutjärveltä Nastolaan muutetaan nykyisestä leveäkaistatiestä keskikaiteelliseksi nelikaistatieksi (2+2)

LIITE H-5: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

- tieosuus Nastolasta Uuteenkylään muutetaan nykyisestä leveäkaistatiestä keskikaiteelliseksi jatkuvaksi ohituskaistatieksi (2+1)
- **tieosuus Uusikylä-Kausala rakennetaan uuteen maastokäytävään keskikaiteellisena jatkuvana ohituskaistatienä (2+1)**
- tieosuus Kausala-Tillola rakennetaan uuteen maastokäytävään keskikaiteellisena nelikaistatienä (2+2)
- tieosuus Tillolasta itään muutetaan nykyisestä leveäpiennartiestä keskikaiteelliseksi nelikaistatieksi (2+2)

Tavoitetilassa koko yhteysvälin kaikki liittymät ovat eritasoliittymiä ja valtatieosuudella on jatkuva rinnakkaisväylä, joka palvelee mm. maankäyttöä sekä jalankulkua ja pyöräilyä. Tavoitetilaan voidaan edetä vaiheittain.

Kun yhteysväli on kehitetty tavoitetilan mukaiseen tasoon, silloin:

- Liittyminen valtatielle tapahtuu eritasoliittymien kautta
- Valtatien poikittainen liikenne risteää tietä eritasossa
- Rinnakkaistiet palvelevat niiden varrella olevaa maankäyttöä
- Valtatien suuntainen kevyt liikenne käyttää rinnakkaistietä
- Valtatie on valaistu eritasoliittymien kohdilla
- Valtatiellä on riista-aita koko matkalla
- Syrjään jäävät nykyisen valtatie osuudet muuttuvat osaksi alempiasteista rinnakkaistiestä paikallisen liikenteen käyttöön
- Tiellä on automaattinen nopeudenvälontajärjestelmä ja muuttuvat nopeusrajoitukset

1.3.2 Tekniset vaatimukset

Täsmennetään myöhemmin

1.3.3 Koettavuutta koskevat vaatimukset

Täsmennetään myöhemmin

1.4 VAIKUTUKSET

1.4.1 Maankäytön vaikutukset

Selvitetään vaihtoehtojen määrittämisen yhteydessä.

1.4.2 Ympäristövaikutukset

Linjaamalla Kausalan kohdalla valtatie 12 ohi taajamarakenteen vähennetään erittäin paljon liikenteen haittavaikutuksia asutukselle. Nykyisellä paikallisen liikenteen käyt-

LIITE H-6: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

töön jäävällä tiellä meluhaitat vähenevät liikenteen vähentyessä, päästöhaitat vähenevät raskaan liikenteen siirtyessä uudelle tielinjaukselle ja tien estevaikutus pienenee. /2/

Tärkeiden pohjavesialueiden kohdille tehtävillä suojaustoimenpiteillä on pienennetään pilaantumisriskiä. Liikenteen meluhaittoja asutukselle vähennetään melusuojausten rakentamisella. /2/

1.4.3 Liikenteelliset vaikutukset

Tavoitetilanteen mukaisella ratkaisulla kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien on arvioitu vähenevän noin kolmannekseen ja henkilövahinko-onnettomuuksien noin puoleen nykyisestä. /1/ Tavoitetilan mukaisilla parantamistoimenpiteillä yhteysvälillä voidaan vähentää liikennekuolemia nykytilaan verrattuna 67 %, joten toimenpiteillä saavutetaan liikennekuolemien vähentämisen tavoite 45 %. Vastaavasti henkilövahinko-onnettomuuksien määrä vähenee 48 %. Kuolemanonnettomuuksien vähentämisessä vaikuttavin toimenpide on kaiteiden käyttäminen ajosuuntien erottajana. Myös muut esitetyt toimenpiteet parantavat liikenneturvallisuutta vähentäen henkilövahinko-onnettomuuksia. /2/

Liikenteen toimivuus paranee merkittävästi, kun koko yhteysvälistä Lahti - Kouvola muodostuu standardiltaan ja palvelutasoltaan yhtenäinen. Kevyen liikenteen ja paikallisen liikenteen turvallisuus paranee kevyen liikenteen väylien ja rinnakkaistiejärjestelyjen myötä. Liikenteen haitat (turvattomuus, melu, estevaikutus) vähenevät merkittävästi erityisesti Iitin Kausalassa. /1/

Kapean nelikaistatien ja ohituskaistatien toteuttamisella parannetaan myös raskaan liikenteen palvelutasoa ja se mahdollistaa yhteyden toimimisen edelleen merkittävänä raskaan liikenteen reittinä. /2/

Valtatien siirtäminen pois Kausalan taajamarakenteen sisältä parantaa alueen paikallisen liikenteen olosuhteita erittäin paljon. Kausalan keskustassa entisen valtatie 12 tasoliittymän muuttaminen kiertoliittymäksi parantaa sekä liittymän toimivuutta että liikenneturvallisuutta. Kevyen liikenteen yhteys Jokuesta Kausalaan parantaa kevyen liikenteen palvelutasoa ja turvallisuutta. /2/

Tavoitetilassa liikenteen sujuvuus yhteysvälillä vastaa runkoverkkoon kuuluville päätteille asetettuja vaatimuksia. Nopeustaso on lähes koko matkalla 100 km/h ja ohittamismahdollisuudet on turvattu. /2/

LIITE H-7: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

1.5 OLOSUHTEET

1.5.1 Rakennettu ympäristö

1.5.2 Rakennusolosuhteet

1.5.3 Maasto ja ympäristö

1.6 MUUT

1.6.1 Kaavoitustilanne

2 HANKEOSAT JA KUSTANNUKSET

2.1 VAATIMUKSET JA KUSTANNUKSET

YHTEENVETO⁶³	Vaihtoehto 1 (VE1)	Vaihtoehto 2 (VE2)	Vaihtoehto 3 (VE3)	Vaihtoehto 4 (VE4)
Välttämättömät hankeosat	€	€	€	€
Harkinnanvaraiset hankeosat	€	€	€	€
Yhteensä	€	€	€	€

⁶³ Määritetään vaihtoehtojen muodostamisen yhteydessä

LIITE H-8: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

Vaihtoehto 1 (VE1):

Välttämättömät hankeosat	Perustiedot, vaatimukset, mitoitus	Kustannus⁶⁴
Väylä	Väli : Uusikylä – Suvioja Mitoitusperuste, KVL: 14.200 ajoneuvoa/vrk Mitoitusperuste, nopeusluokka: 100 km/h Väylätyyppi: keskikaiteellinen jatkuva ohituskaistatie (2+1)	€
Liittymät	Liittymätyyppi: eritasoliittymä	€
	YHTEENSÄ	€
Harkinnanvaraiset hankeosat	Perustiedot, vaatimukset, mitoitus	Kustannus⁶⁵
Meluvalli	Palkkisilta-Linnilä alue (mikäli väylä sijoittuu ko. alueelle)	
Levähdysalue	Mitoitus:5 henkilöautoa, 5 raskaanliikenteen ajoneuvoa Palvelutaso: Varaus kioskityyppiselle palveluliiketoiminnalle	
Tievalaistus	Merkittävimmät liittymät, 1000 metriä	
Ympäristötaide	Hajautettu ympäristötaide, 5 sijaintipaikkaa väylän varrella	
	YHTEENSÄ	€

⁶⁴ Hankeosan kustannusarvio määritetään vaihtoehtojen määrittämisen yhteydessä

⁶⁵ Hankeosan kustannusarvio määritetään vaihtoehtojen määrittämisen yhteydessä

LIITE H-9: Alustava hankeohjelma, luonnos L1

2.2 EPÄVARMOJEN LÄHTÖTIETOJEN HALLINTA

Täsmennetään myöhemmin.

2.3 KUSTANNUSARVION ALA- JA YLÄRAJA-ARVO

Täsmennetään myöhemmin.

3 RYHMÄKORTTI RYHMÄLLE VÄYLÄT

3.1 HANKEOSAT

Täsmennetään myöhemmin.

4 LIITETIEDOSTOT

LÄHTEET

/1/ www.tiehallinto.fi/vt12lahti-kouvola

/2/ Tiehallinto. 2002. Valtatie 12 Lahti – Kouvola yhteysvälin selvittäminen

LIITE I: Testin hankeosapohjaiset kustannukset väylän linjavaihtoehdoille VE1 ja VE2.**VAIHTOEHTO 1 HoLa - Hankeosalaskenta (in | infra.net)**

N:o	Littera	Tyyppi	Hankeosan nimi	Määrä	Yks.	Yks.hinta	Kokonaishinta	%	
Välttämättömät hankeosat									
1	111	Valtatie	Plv 3700-3900	200 m		1 488 €	297 600 €	2,0 %	
2	111	Valtatie	Plv 3900-4500	600 m		1 192 €	715 200 €	4,7 %	
3	111	Valtatie	Plv 4500-4900	400 m		1 966 €	786 400 €	5,2 %	
4	111	Valtatie	Plv 4900-5100	200 m		1 193 €	238 600 €	1,6 %	
5	111	Valtatie	Plv 5100-5800	700 m		3 367 €	2 356 900 €	15,5 %	
6	111	Valtatie	Plv 5800-6000	200 m		2 527 €	505 400 €	3,3 %	
7	111	Valtatie	Plv 6000-6400	400 m		4 967 €	1 986 800 €	13,1 %	
8	111	Valtatie	Plv 6400-7800	1400 m		2 449 €	3 428 600 €	22,6 %	
9	111	Valtatie	Plv 7800-8200	400 m		1 192 €	476 800 €	3,1 %	
10	111	Valtatie	Plv 8200-9000	800 m		4 967 €	3 973 600 €	26,1 %	
11	312	Kehäsilta tie/katu	Paikallistie, alikulku	20 m		16 666 €	333 320 €	2,2 %	
12	9013	Muu kappale [kpl]	Rumpu d 2m	2 kpl		34 953 €	69 906 €	0,5 %	
13	611	T-liittymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	0,1 %	
14	611	T-liittymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	0,1 %	
							Yhteensä	15 203 934 €	100,0 %
Harkinnanvaraiset hankeosat									
15	9013	Muu kappale [kpl]	Meluvalli pl 7100	1 kpl		58 254 €	58 254 €	20,3 %	
16	9013	Muu kappale [kpl]	Levähdysalue	1 kpl		34 953 €	34 953 €	12,2 %	
17	1081	Tievalaistus	Valaistus Plv 8000-9000	1000 m		77 €	77 000 €	26,9 %	
18	9031	Muu kappale [kpl]	Ympäristötaide	1 kpl		116 508 €	116 508 €	40,6 %	
							Yhteensä	286 715 €	100,0 %
							Hankeosat yhteensä	15 490 649 €	

VAIHTOEHTO 2 HoLa - Hankeosalaskenta (in | infra.net)

N:o	Littera	Tyyppi	Hankeosan nimi	Määrä	Yks.	Yks.hinta	Kokonaishinta	%	
Välttämättömät hankeosat									
1	111	Valtatie	Plv 3700-3900	200 m		1 488 €	297 600 €	1,9 %	
2	111	Valtatie	Plv 3900-4300	400 m		1 192 €	476 800 €	3,0 %	
3	111	Valtatie	Plv 4300-4600	300 m		1 897 €	569 100 €	3,6 %	
4	111	Valtatie	Plv 4600-5000	400 m		1 099 €	439 600 €	2,8 %	
5	111	Valtatie	Plv 5000-5900	900 m		3 367 €	3 030 300 €	19,0 %	
6	111	Valtatie	Plv 5900-6400	500 m		2 527 €	1 263 500 €	7,9 %	
7	111	Valtatie	Plv 6000-6400	1400 m		1 966 €	2 752 400 €	17,3 %	
8	111	Valtatie	Plv 7800-9150	1350 m		4 967 €	6 705 450 €	42,1 %	
9	312	Kehäsilta tie/katu	Paikallistie, alikulku	20 m		16 666 €	333 320 €	2,1 %	
10	9013	Muu kappale [kpl]	Rumpu d 2m	1 kpl		34 953 €	34 953 €	0,2 %	
11	611	T-liittymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	0,1 %	
12	611	T-liittymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	0,1 %	
							Yhteensä	15 937 831 €	100,0 %
Harkinnanvaraiset hankeosat									
13	9013	Muu kappale [kpl]	Meluvalli pl 7100	1 kpl		58 254 €	58 254 €	20,3 %	
14	9013	Muu kappale [kpl]	Levähdysalue	1 kpl		34 953 €	34 953 €	12,2 %	
15	1081	Tievalaistus	Valaistus Plv 8000-9000	1000 m		77 €	77 000 €	26,9 %	
16	9031	Muu kappale [kpl]	Ympäristötaide	1 kpl		116 508 €	116 508 €	40,6 %	
							Yhteensä	286 715 €	100,0 %
							Hankeosat yhteensä	16 224 546 €	

LIITE J: Testin linjavaihtoehdon VE1 kustannusarvion vaihteluvälin määrittäminen

VAIHTOEHTO 1 HOLA - Hankeosaslaskenta (in infra.net)		ALARAJA		STANDARDIHINTA		YLÄRAJA		YKSIKKÖHINTA		KOKONAISHINTA	
N:o	Littera	Tyyppi	Hankeosan nimi	Määrä	Yks.	Yks.hinta	Kokonais-hinta	Yks.hinta	Kokonais-hinta	alaraja	yläraja
				%			alaraja	yläraja			
Valittamattomat hankeosat											
1	111	Valtatie	Piv 3700-3900	200 m		1 488 €	297 600 €	1 537 €	307 400 €	-5 %	3 %
2	111	Valtatie	Piv 3900-4500	600 m		1 192 €	715 200 €	1 302 €	781 200 €	-14 %	9 %
3	111	Valtatie	Piv 4500-4900	400 m		1 966 €	786 400 €	2 761 €	1 104 400 €	-50 %	40 %
4	111	Valtatie	Piv 4900-5100	200 m		1 193 €	238 600 €	1 302 €	260 400 €	-14 %	9 %
5	111	Valtatie	Piv 5100-5800	700 m		3 367 €	2 356 900 €	3 367 €	2 356 900 €		
6	111	Valtatie	Piv 5800-6000	200 m		2 527 €	505 400 €	3 322 €	664 400 €	-39 %	31 %
7	111	Valtatie	Piv 6000-6400	400 m		4 967 €	1 986 800 €	4 967 €	1 986 800 €		
8	111	Valtatie	Piv 6400-7800	1400 m		2 449 €	3 428 600 €	2 857 €	3 999 800 €	-37 %	17 %
9	111	Valtatie	Piv 7800-8200	400 m		1 192 €	476 800 €	1 302 €	520 800 €	-14 %	9 %
10	111	Valtatie	Piv 8200-9000	800 m		4 967 €	3 973 600 €	5 700 €	4 560 000 €	-30 %	15 %
11	312	Kehäsilta tie/katu	Paikallissite, alkuku	20 m		16 666 €	333 320 €	17 425 €	348 500 €	0 %	5 %
12	9013	Muu kappale [kpl]	Rumpu d 2m	2 kpl		34 953 €	69 906 €	34 953 €	69 906 €		
13	611	T-ilitymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	11 284 €	22 568 €		30 %
14	611	T-ilitymä tie	Porrastettu tasoliittymä	2 kpl		8 702 €	17 404 €	11 284 €	22 568 €		30 %
						11 942 674 €	15 203 934 €	17 005 642 €	17 005 642 €	-3 261 260 €	1 801 708 €
Harkinnanvaraiset hankeosat											
15	9013	Muu kappale [kpl]	Meluvalli pl 7100	1 kpl		46 603 €	46 603 €	81 556 €	81 556 €	-20 %	40 %
16	9013	Muu kappale [kpl]	Levähdysalue	1 kpl		34 953 €	34 953 €	34 953 €	34 953 €		
17	1081	Tievalaistus	Valaistus Piv 8000-9000	1000 m		77 €	77 000 €	83 €	83 000 €	-22 %	8 %
18	9031	Muu kappale [kpl]	Ympäristötiede	1 kpl		116 508 €	116 508 €	116 508 €	116 508 €		
						258 064 €	286 715 €	316 017 €	316 017 €	-28 651 €	29 302 €
Hankeosat yhteensä						12 200 738 €	15 490 649 €	17 321 659 €	17 321 659 €	-3 289 911 €	1 831 010 €

TKK RAKENNE- JA RAKENNUSTUOTANTOTEKNIIKAN LAITOKSEN VÄITÖSKIRJOJA:

- TKK-R-VK1 Kruus, Matti
Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa, Helsinki 2008
- TKK-R-VK2 Majamaa, Wisa
The 4th P-People-in Urban Development Based on Public-Private-People Partnership, Espoo 2008
- TKK-R-VK3 Keinänen, Jyrki
Rakennusalan konfliktinratkaisujen kehittäminen, Espoo 2009
- TKK-R-VK4 Merikallio, Tarja
Betoniastian ”riittävän” kuivumisen määrittäminen uudisrakentamisessa, Espoo 2009
- TKK-R-VK5 Manninen, Ari-Pekka
Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta, Espoo 2009

ISBN 978-951-22-9969-0
ISBN 978-951-22-9970-6 (PDF)
ISSN 1797-481X
ISSN 1797-4828 (PDF)