

Opinnäytetyö  
3/2021



Väylävirasto  
Trafikledsverket

## Hankeosalaskenta infrahankkeissa

Edellytyksiä hankeosalaskentasovelluksen  
toteuttamiseen





Heidi Kaukinen

# **Hankeosalaskenta infrahankkeissa**

Edellytyksiä hankeosalaskentasovelluksen toteuttamiseen

Opinnäytetyö 3/2021

*Kannen kuva: Väyläviraston kuva-arkisto*

Verkkójulkaisu pdf ([www.vayla.fi](http://www.vayla.fi))

ISSN 2490-1202

ISBN 978-952-317-879-3

Väylävirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
puh. 0295 343 000

**Heidi Kaukinen: Hankeosalaskenta infrahankkeissa - Edellytyksiä hankeosalaskentasovelluksen toteuttamiseen.** Väylävirasto Helsinki 2021. Opinnäytetyö 3/2021. 61 sivua. ISSN 2490-1202, ISBN 978-952-317-879-3.

**Avainsanat:** hankeosalaskenta, hankeosittelu, hankeosa, rakennusosa, infrahanke, väylähanke, infrastruktuuri, tie, rata, valtion virasto, kustannushallinta

## Tiivistelmä

Hankeosalaskenta on infrahankkeiden varhaisemmissa suunnitteluvaiheissa käytetty laskentamenetelmä, jossa hankkeen kustannusarvioita pyritään ennustamaan vielä puutteellisten ja epävarmojen lähtötietojen pohjalta. Sitä voidaan kutsua tavoitekustannuksen asettamisen ja kustannusohjauksen välineeksi. Hankeosalaskennalla ei pyritä hinnoittelemaan suunnitelman mukaisia ratkaisuja, vaan hankeosamalli mallintaa kustannukset laajuuden, olosuhteiden ja tavoitelaatutason pohjalta.

Tämän diplomityön pyrkimyksenä on selvittää edellytyksiä hankeosalaskennan toteuttamiseen. Työssä selvitetään, mihin tarpeisiin hankeosalaskennalla voidaan vastata, mitä lähtötietoja on käytettävissä sekä voiko tietomallintamista hyödyntää hankeosalaskennassa. Työssä lähestytään hankeosalaskentaa väylähankkeiden avulla, tarkemmin tie- ja ratahankkeiden. Työssä tiehankkeen näkökulma painottuu kuitenkin enemmän.

Diplomityön tutkimusmenetelmänä käytettiin infra-alan ammattilaisten teema-haastatteluja. Eri alan ammattilaiset antavat oman näkökulmansa hankeosalaskennan toteuttamiseen. Hankeosalaskentaa toteuttaessa on tärkeää tunnistaa lähtötiedot huolimatta siitä, että ne ovat puutteellisia ja epävarmoja infrahankkeiden varhaisissa vaiheissa. Lisäksi hankkeiden osittelussa hanke-, tuote- ja rakennusosiin tulee olla systemaattinen ja noudattaa mahdollisia standardeja. Toisaalta hankkeiden kaikki oleelliset hankeosat tulisi tunnistaa, vaikkei niitä olisikaan esitetty standardoidussa muodossa. Hankeosalaskennan toteuttamisessa tulee painottaa ratkaisuja, jotka ovat pitkällä tähtäimellä kannattavia, eikä vain sitä, mikä on sillä hetkellä helpointa.

Tässä työssä ei tarkastella hankeosalaskennan muutosherkkyyttä, mutta se voisi olla tarpeellinen jatkotutkimuksen kohde.

**Heidi Kaukinen: Projektdelsberäkning i infrastrukturprojekt – förutsättningarna för att införa appar för projektdelsberäkning.** Trafikledsverket. Helsingfors 2021. Lärdomsprov 3/2021. 61 sidor. ISSN 2490-1202, ISBN 978-952-317-879-3.

## Sammanfattning

Projektdelsberäkning är en beräkningsmetod som används i den tidigaste planeringsfasen i infrastrukturprojekt, i vilken målet är att göra kostnadsuppskattningar för projektet utifrån källdata som fortfarande är bristfällig och osäker. Den kan kallas för ett verktyg för fastställande av målkostnader och kostnadsstyrning. Målet med projektdelsberäkning är inte att prissätta lösningar enligt planen, utan projektdelsmodellen modellerar kostnaderna utifrån omfattningen, förhållandena och den eftersträlvade kvalitetsnivån.

Syftet med detta diplomarbete är att utreda förutsättningarna för att genomföra projektdelsberäkning. I arbetet utreds det vilka behov som kan bemötas med projektdelsberäkning, vilken källdata som är tillgänglig och om det är möjligt att dra nytta av datamodellering i projektdelsberäkning. I arbetet närmar man sig projektdelsberäkning via trafikledsprojekt, närmare sagt väg- och banprojekt. I arbetet är dock vägprojektssynvinkeln mer accentuerad.

Som studiemetod för diplomarbetet användes tematiska intervjuer av yrkespersoner inom infrastrukturbranschen. Olika branschens yrkespersoner ger sin egen synvinkel om genomförandet av projektdelsberäkning. Vid projektdelsberäkning är det viktigt att identifiera källdata, oberoende av om den är bristfällig och osäker i de tidigaste faserna av infrastrukturprojekt. Därtill ska indelningen i projekt-, produkt- och byggdelar vara systematisk och förenlig med eventuella standarder. Å andra sidan borde projektens alla väsentliga projektdelar identifieras, trots att de inte presenterats i standardiserad form. I genomförandet av projektdelsberäkning ska betoningen ligga på lösningar som på lång sikt är lönsamma, och inte enbart på det som för tillfället är enklast.

I detta arbete granskas inte förändringskänsligheten i projektdelsberäkning, men detta kunde vara ett nödvändigt mål för en fortsatt studie.

---

**Heidi Kaukinen: Project part calculation in infrastructure projects – pre-requirities to implement project part calculation programme.** Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2021. Thesis 61 pages. ISSN 2490-1202, ISBN 978-952-317-879-3.

## Abstract

Project part calculation is a calculation method which is used in the early phases of infrastructure projects. This calculation method tries to predict the cost estimates of infrastructure projects, while the raw data is insufficient and uncertain. Project part calculation can be described as a tool to set cost target and to manage the expenses. Project part calculation method models the costs according to extent, circumstances and target quality level of infrastructure projects.

This research answers which needs project part calculation meets, what raw data can be used in project part calculation and can infra modelling be used in project part calculation. This research approaches part calculation in transport infrastructure projects' point of view, more accurately road and rail projects' point of view. However, road projects' point of view is highlighted more.

This research used interviews as the research method. Various skilled experts in the infrastructure field were interviewed. It is important to identity all the raw data nevertheless the raw data is insufficient and uncertain. Dividing infrastructure projects into parts should be done systematically and according the standards. It is important to highlight solutions which are the most lucrative in the end.

## Esipuhe

Tämä diplomityö on tehty toimeksiantona Väylävirastolle osana Infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmän (Inku) kehitysprojektia. Diplomityön tavoitteena oli selvittää edellytyksiä ja luoda pohjaa infrahankkeiden hankeosalaskennan toteuttamiseen.

Työtä on ohjannut Väylävirastolta kehittämispäällikkö Ari Huomo. Työn valvojana on toiminut Aalto-yliopiston professori Jussi Leveinen.

Helsingissä toukokuussa 2021

Väylävirasto  
Hankehallinta



# Sisältö

LYHENTEET JA SELITYKSET .....	9
1 JOHDANTO.....	11
1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet.....	12
1.2 Tutkimuksen rajaukset .....	12
1.2.1 Tutkimuksen rakenne .....	12
1.3 Alkutyö hankeosalaskennasta Ihkussa .....	13
2 INFRAHANKE .....	14
2.1 Infrahankkeen vaiheet.....	14
2.2 Hankeohjelma.....	15
2.3 Infrahankkeen osittelu.....	17
2.3.1 Hankeosittelu.....	17
2.3.2 Tuoteosittelu.....	18
2.4 Infrahankkeen kustannusten määräytyminen .....	19
3 VÄYLÄHANKE.....	21
3.1 Tie- ja ratahankkeiden suunnitteluvaiheet.....	21
3.2 Suunnitteluperusteet .....	23
3.3 Käytettävissä olevia lähtötietoja väylähankkeissa .....	25
3.3.1 Tiehankkeiden lähtötietoja .....	26
3.3.2 Kävely- ja pyöräilyväylien lähtötietoja .....	27
3.3.3 Ratahankkeiden lähtötietoja.....	28
4 INFRA-NIMIKKEISTÖJÄRJESTELMÄ JA INFRABIM-NIMIKKEISTÖ.....	30
4.1 Hankeosanimikkeistö.....	31
4.2 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö .....	32
4.3 Muut Infra-nimikkeistöjärjestelmän nimikkeistöt.....	33
4.4 InfraBIM-nimikkeistö .....	33
5 KUSTANNUSTEN HALLINTA JA OHJAUS.....	35
5.1 Hankearviointi ja hyöty-kustannusanalyysi hankeosalaskennan sekä kustannusten ohjattavuuden kannalta .....	36
6 HANKEOSALASKENTA, TUOTEOSALASKENTA JA RAKENNUSOSALASKENTA .....	37
6.1 Hankeosalaskenta .....	37
6.1.1 Hankeosalaskennan tämänhetkinen työkalu .....	38
6.2 Tuoteosalaskenta .....	38
6.3 Rakennusosalaskenta .....	39
7 TIETOMALLINTAMINEN ELI INFRAMALLINTAMINEN .....	40
8 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT .....	42
8.1 Kirjallisuusselvitys .....	42
8.2 Tutkimusstrategioita ja strategia tutkimuksen toteutukseen .....	42
8.3 Haastattelumenetelmiä ja menetelmä tutkimuksen toteutukseen .....	43
8.4 Toteutetut teemahaastattelut .....	44
9 HAASTATTELUJEN TULOKSET.....	46
9.1 Hankeosalaskennan nykytila: hyvät puolet ja haasteet .....	46

---

9.2	Eri toimijoiden tarpeet hankeosalaskennalle.....	46
9.3	Hankeosanimikkeistö ja tuoteosanimikkeistö.....	47
9.4	Hanke- ja tuoteosittelu.....	47
9.5	Hankeosalaskennassa hyödynnettävät lähtötiedot.....	48
9.6	Hankeosalaskelman raportointi.....	49
9.7	Kustannusohjauksen tarpeet hankeosalaskennassa.....	50
9.8	Tietomallintaminen hankeosalaskennassa.....	50
9.9	Haastateltavien muita nostoja hankeosalaskennan toteutukseen.....	51
10	ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	53
10.1	Diplomityön tutkimuskysymyksiin vastaaminen.....	56
	LÄHDELUETTELO.....	58

## LIITTEET

Liite 1 Haastattelukysymykset

## Lyhenteet ja selitykset

### Lyhenteet

BIM	Building Information Model
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Ihku	Infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmä ja -palveluallianssi
InfraRYL	Intelligent Traffic Management Finland
ITMF	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
KKL	kertakuormitusluokka
KL	kuormitusluokka
KVL	keskimääräinen vuorokausiliikenne
MAKU-indeksi	maanrakennuskustannusindeksi
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL

### Selitykset

Elinkaari	Tarkoitetaan infra-/väylähankkeen "ajanjaksoa maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta ja raaka-aineiden hankinnasta rakentamiseen ja aina hankkeen purkuun ja purkutuotteiden lajitteluun saakka. elinikä (Rakennusteollisuus 2021).
FORE	Ohjelmisto, jolla hallitaan infrahankkeiden taloutta ja käsitellään tietoaineistoja sekä tietokanta, johon tallennetaan kustannuslaskelmia (Liikennevirasto 2013, 7).
Hankeosa	Infrahankkeen toiminnallisesti itsenäinen osa, jonka toteuttaminen hankkeessa edellyttää erillistä päätöstä (Rakennustieto 2011, 1).
Herkkyystarkastelu	Menetelmä, jolla pyritään selvittämään, mitkä tekijät vaikuttavat milläkin tavalla lopputulokseen (VTT 2007, 39).
HOLA	Foren hankeosalaskentasovellus
Hyöty-kustannussuhde	"Hyötyjen ja kustannusten suhde. Suomessa väyläinvestoinnin kannattavuus lasketaan nettoperiaatteella eli tuloksena esitetään nykyarvoisen nettohyödyn suhde investointikustannukseen (bruttoperiaate tarkoittaisi bruttohyötyjen vertaamista investoinnin ja vuotuisten kustannusten summaan). (Väylävirasto 2020, 7)
Inframodel	Avoin tiedonsiirtoformaatti, joka perustuu kansainväliseen LandXML-formaattiin. Tällä hetkellä käytössä Suomessa infraalalla. (BuildingSMART Finland 2019, 10.)

---

Infra-nimikkeistöjärjestelmä	Infra-alan yhteinen nimikkeistöjärjestelmä, joka "kattaa infrarakentamisen kaikki keskeiset lopputuotteet, mahdollistaa organisaatiokohtaisten sovellusten teon, ja on rakenteeltaan systemaattinen ja yhteensopiva muiden infrarakentamista sivuavien nimikkeistöjen kanssa." (Rakennustieto 2015, 3.)
InfraBIM-nimikkeistö	Infra-alan nimikkeistö, joka toimii inframallintamisessa. Nimikkeistössä esitetään infrarakenteiden ja -mallien elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Nimikkeistö perustuu Infra2015-rakennusosanimikkeistöön. (BuildingSMART Finland 2021)
InfraWorks	Tietomallialusta paikkatieto- ja suunnitteluaineistojen yhdistelyyn, vaihtoehtojen tarkasteluun ja esitysten tekemiseen (Civilpoint 2021a).
Kustannusarvio	Arvio hankkeen toteuttamisen kustannuksista ilmoitetussa kustannusindeksissä. Yleensä indeksinä käytetään Tilastokeskuksen julkaisemaa maarakennuskustannusindeksiä (MAKU). Arvio pitää sisällään tilaajan kustannukset ja riskit, joita ei pystytä poistamaan. Yleissuunnittelussa ja sitä edeltävässä suunnittelussa käytetään termiä "alustava kustannusarvio" (Liikennevirasto 2013, 7).
Kustannustavoite	"Suunnitteluvaiheen alussa asetettu tavoite hankkeen kustannusarvioksi" (Liikennevirasto 2013, 8).
Rakennusosa	Infrarakenteen fyysinen osa, jota voidaan käsitellä itsenäisenä (Rakennustieto Oy 2018, 42).
Tuoteosa	Yleiskäsite, joka erittelee eri hierarkiatasolla hankkeen rakenteiden osia ja komponentteja. Tuoteosaa käytetään, kun hankeosia ei voida suoraan jakaa rakennusosiin tai, kun on tarve jäsentää suuria hankeosia osatuotteiksi. (Rakennustieto Oy 2018, 44.)

# 1 Johdanto

Vuosittain käytetään noin 2 miljardia euroa infran rakentamiseen ja ylläpitoon. Tyypillisesti infrahankkeiden suunnitteluprosessit ovat monivaiheisia ja kestävät vuosia. Tärkeitä päätöksiä hankkeiden kustannuksista sekä jatkosuunnittelua ajatellen tehdään varhaisessa vaiheessa. Tämä on syy, miksi kustannuksista suhteessa tavoiteltaviin vaikutuksiin täytyy olla hyvä ymmärrys jo varhaisessa vaiheessa. (Ihku-allianssi 2020a.) Lisäksi realistisen kustannusarvio/-tavoite on erityisen tärkeä, sillä rahoituspäätökset hankkeelle tehdään sen perusteella.

Suurin osa infrahankkeista on väylähankkeita, jotka rahoitetaan julkisin varoin. Väylähankkeiden ongelmana on ollut, että kustannusarvioiden toteuttamishinnat ovat ylittäneet eduskunnan myöntämät valtuudet. Tämä on ollut erityisesti tiehankkeiden ongelma. Rata ja katuhankeet ovat pystytty toteuttamaan ilman merkittäviä kustannusnousuja. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 3.) Hankkeiden kustannusarviot nousevat suunnitteluvaiheiden edetessä, mikä seurauksena eduskunta ja kaupunginvaltuustot ynnä muut joutuvat päättämään hankkeiden lisärahoituksista. Tästä esimerkkinä toimii Kruunuvuoren siltojen raitiovaunuyhteys. Vuonna 2016 Helsingin kaupungin valtuusto sitoutui päätöksessään 260 miljoonan euron arvoiseen hankkeeseen, mutta nykyinen kustannusarvio on 350 miljoonaa euroa. Tämän johdosta Helsingin kaupunginvaltuusto joutunee tekemään hankkeesta uuden päätöksen kohonneen hinnan vuoksi. Kustannusarvion paisumista perustellaan rakentamisen haastavuudella ja laatutason kohoamisella. (Helsingin Sanomat 2021.)

Kustannusarvioiden tekemiseen käytetään hankeosalaskentaa ja rakennusosalaskentaa. Hankeosalaskenta toimii varhaisten vaiheiden kustannusarvion laskemisen välineenä aina tarveselvityksestä yleissuunnitelmaan, välillä jopa tie- ja ratasuunnitelmiin asti. Rakennusosalaskentaa käytetään kustannusarvion laskemisen välineenä, kun hankkeen rakennusosien määrät ovat selvillä suunnitelmista. Tällä hetkellä menetelmien välillä on raja – hankeosalaskennan kustannusarviota ei voida hyödyntää rakennusosalaskennalla tehtävän kustannusarvion pohjana, vaan rakennusosalaskelma täytyy aloittaa nolasta.

Diplomityö tehdään Ihku-allianssiin eli infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmä ja palveluallianssiin, jossa kehitetään kustannuslaskentajärjestelmää ja –palvelua, jolla tuotetaan infra-alalle avointa kustannustietoa. Kustannuslaskentajärjestelmän tavoitteena on vastata tulevaisuuden tarpeisiin ja haasteisiin sekä tarjota ajankohtaista ja luotettavaa tietoa lisäämällä kustannustietoa tiedon avoimuudella ja läpinäkyvyydellä. Kustannuslaskentajärjestelmän laskenta perustuu Infra-nimikkeistöjärjestelmän mukaisiin osiin. Allianssin palveluntuottajia ovat Civilpoint Oy, Mittaviiva Oy, Ramboll Finland Oy ja Solita Oy. Tilaaajakonsortioon kuuluvat Väylävirasto, Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Turku ja Jyväskylä. (Ihku-allianssi 2020b; Ihku-allianssi 2020c.)

Ihkussa on tässä vaiheessa mallinnettu rakennusosalaskenta. Seuraavaksi tullaan mallintamaan hankeosalaskentaa ja kehittämään sovellus sen toteuttamiseksi. Rakennusosavaiheen laskentamalli kattaa tie- rata-, katu- ja ynnä muun viranomais-tason suunnittelun sekä rakennussuunnittelun. Lisäksi hankkeessa tullaan huomiomaan mallipohjaisen kustannuslaskennan tarpeet. (Ihku-allianssi 2020c.)

## 1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Infrahankkeissa varhaisten suunnitteluvaiheiden haasteina ovat epävarmat ja puutteelliset lähtötiedot, joiden perusteella luotettava ja realistinen kustannustavoite tulisi saada käyttäen hyväksi hankeosalaskentaa. Haastetta tuo lisää se, että hankkeiden varhaisissa vaiheissa on vielä useampia vaihtoehtoja linjausten ja toteutusratkaisujen suhteen.

Diplomityön tavoitteena on tarkastella hankeosalaskentaa yleisesti ja selvittää toimintatapoja hankeosalaskennan toteutukseen.

Tutkimuskysymyksiä:

- Mihin tarpeisiin hankeosalaskennalla voidaan vastata?
- Mitä lähtötietoja on käytettävissä hankeosalaskentaa varten?
- Miten hankeosalaskenta kytkeytyy suunnitteluprosessiin?

Ihkussa tullaan huomioimaan mallipohjaisen kustannuslaskennan tarpeet, minkä takia tutkimuskysymyksiä on täydennetty alla olevalla lisäkysymyksellä.

Lisätutkimuskysymys:

- Voiko tietomallintamista hyödyntää hankeosalaskennassa?

## 1.2 Tutkimuksen rajaukset

Diplomityö tutkii hankeosalaskentaa, joka on yksi kustannushallinnan välineistä. Hankeosalaskennan tavoitteena on saada mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa mahdollisimman tarkka kustannusarvio epävarmoista lähtötiedoista huolimatta. Vaikka hankeosalaskenta keskittyy infrahankkeen alkuvaiheen suunnitteluun eli infrahankkeen vaiheista tarveselvityksestä yleissuunnitelmavaiheeseen ja välillä jopa tie-, ja ratasuunnitelmavaiheisiin, teoriaosuudessa käydään läpi kaikki infra- ja väylähankkeiden vaiheet aina tarveselvityksestä käyttöön ja ylläpitoon.

Diplomityössä tutkitaan väylähankkeiden hankeosalaskentaa eli niiden hanketyyppien, joita Ihkun aikaisemman vaiheen, rakennusosalaskentasovelluksen, kehittämisessä on huomioitu. Hanketyypit ovat tie- katu- ja ratakankkeet, mutta tässä diplomityössä ei käsitellä hankeosalaskentaa katuhankkeiden osalta. Sitä käsitellään Jere Laineen (2021) diplomityössä.

## 1.3 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus jakautuu viiteen osaan: johdantoon, kirjallisuusselvitykseen, tutkimusmenetelmiin sekä työn tuloksiin sekä tulosten analysointiin ja johtopäätöksiin. Luku yksi on diplomityön johdanto, jossa esitetään tausta diplomityölle ja miksi se tehty. Lisäksi johdannossa kerrotaan tutkimuksen ongelmasta, tavoitteesta ja rajauksista.

Johdannon jälkeen on kirjallisuusselvitys luvusta kaksi lukuun seitsemän. Näissä käydään laajasti läpi teoriaa. Toisessa luvussa käsitellään infrahankkeen teoriaa aina infrahankkeen vaiheista sen ositteluun. Lisäksi luvussa käsitellään hankeohjelma sekä, miten infrahankkeen kustannukset määräytyvät.

Infrahankkeiden käsittelyn jälkeen luvussa kolme käydään läpi väylähankkeet, jotka ovat infrahankkeiden osa-alueita. Väylähankkeista käydään läpi tarkemmin tie- ja ratahankkeiden vaiheet sekä niistä saatavilla olevia lähtötietoja.

Luvussa neljä käydään läpi Infra-nimikkeistöjärjestelmä. Järjestelmä toimii infra-hankkeen jaottelun standardina ja pitää eri toimijoiden välisen viestinnän yhtenäisenä. Nimikkeistöjärjestelmiä käytetään kustannusjaottelun pohjana. Luvussa on käyty tarkemmin läpi hankeosa- sekä rakennusosa- ja hankenimikkeistöt.

Luvussa viisi käsitellään tiiviisti kustannusten hallintaa ja ohjausta. Luku luo perustan seuraavalle luvulle kuusi, jossa käsitellään rakennus-, tuote- ja hankeosalaskentaa infra-alalla. Nämä kaikki ovat osa kustannusten hallintaa. Hanke-, tuote- ja rakennusosalaskennan teoriaa käydään perusteellisemmin läpi. Luku seitsemän käsittelee lyhyesti tietomallintamista.

Luvussa kahdeksan esitellään tutkimuksessa käytetyt metodit, ja lisäksi arvioidaan kirjallisuusselvityksen aineistoja. Luvussa yhdeksän esitellään tutkimuksen tulokset ja luvussa kymmenen analysoidaan tuloksia ja vedetään tutkimuksen johtopäätökset.

## 1.4 Alkutyö hankeosalaskennasta Ihkussa

Ihkussa tullaan mallintamaan ja toteuttamaan kustannuslaskentasovellus hankeosalaskennan toteuttamiseksi. Ihkussa teetettiin kaksi diplomityötä hankeosalaskentaan liittyen. Yksi diplomitöistä on tämä ja toinen diplomityö on Jere Laineen (2021) diplomityö, jonka aiheena on katuhankkeiden hankeosalaskenta ja laskentalogiikan kehittäminen. Hankeosalaskennan kehittäminen Ihkussa aloitettiin syksyllä 2020.

Ihkun tavoitteena on luoda suunnittelun edetessä tarkentuva kustannuslaskentajärjestelmä, joka palvelee koko suunnitteluelinkaarta. Tämä tarkoittaisi, että hankeosat tulisi mallintaa katkeamattomana ketjuna suurista kokonaisuuksista aina panoksiin asti. Päämääränä olisi, että aina käytetään tarkinta olemassa olevaa määrätietoa, mikä johtaisi siihen, että hanke- ja rakennusosia käytettäisiin ristiin. Tämä lähtökohtainen idea voisi poistaa ongelmana olevan rajan hanke- ja rakennusosalaskennan välillä ja luoda kustannusten laskennan prosessin yhtenäiseksi ja jatkuvaksi.

Mallinnuksen lähtökohtana on, että tarvittava hierarkia hankeosiin asti muodostetaan Ihkun aikaisemmassa vaiheessa mallinnetuista rakennusosista. Tämä periaatteessa poistaisi hinnoittelun tarpeen hankeosille, sillä hankeosalaskennassa olisi mahdollista hyödyntää rakennusosalaskennassa jo tuotettuja tuotanto- ja hinnoittelurakenteita. Tehtäväksi jäisi hankeosien mallintaminen ja niitä sisältävien rakennusosien määrien mallintaminen.

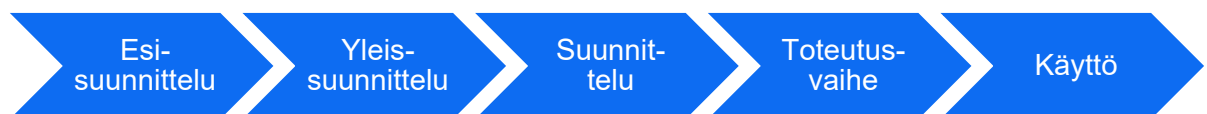
## 2 Infrahanke

Infrastrukturi käsittää yhteiskunnan toiminnalle, tuotannolle ja taloudelliselle kehitykselle välttämättömiä palveluita. Infrarakentamisella tarkoitetaan infrastruktuurin rakentamista. Pääosin infrarakentaminen on maa-, vesi- ja kalliorakentamista, mutta infrahankkeisiin liittyy usein rakennuksiin, sekä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksiin liittyvää rakentamista. Täten infrarakentamiseen voidaan katsoa kuuluvan liikenneväylien rakentamisen (kadut, tiet, radat), lentokenttien rakentamisen, satamarakentamisen, energiasektorin rakentamisen, vesihuollon rakentamisen, maanalaisten kalliotilojen rakentamisen, ympäristörakentamisen, teollisuusrakentamisen sekä tietoliikenneyhteyksien ja sähköverkkojen rakentamisen. (Lindholm & Junnonen 2012, 5.)

Infrahankkeet syntyvät tarpeesta luoda, korjata, parantaa tai ylläpitää edellisessä kappaleessa mainittuja rakenteita. Tyypillistä infrahankkeille on, että ne ovat suuria, kalliita ja pitkäkestoisia sekä usein monimutkaisia. Ne syntyvät julkisen sektorin tarpeesta. Täten ne usein rahoitetaan julkisin varoin ja päätös niiden toteuttamisesta tehdään julkisissa päätöksentekoaikavälissä. Päätöstä varten tarvitaan tietoa hankkeesta ja sen vaikutuksista. (Lindholm & Junnonen 2012, 5-6; RIL 2006, 7.) Karkeasti infrahankkeet voidaan jakaa käyttötarkoituksensa perusteella uusinvestointeihin ja nykyisten kohteiden parantamiseen. (Lindholm & Junnonen 2012, 5-6.)

### 2.1 Infrahankkeen vaiheet

Infrahankkeen vaiheiden nimet ja vaihejako ovat erilaisia riippuen infrarakentamisen osa-alueesta. Kuvassa yksi on esitetty perinteiset infrahankkeen vaiheet. Lindholmin ja Junnonen mukaan (2012, 7) kustannushallinnan näkökulmasta ei ole väliä, vaikka suunnitteluvaiheiden nimet vaihtelevat riippuen infrahankkeesta. (Lindholm & Junnonen 2012, 6-7.)



Kuva 1. Infrahankkeiden vaiheet. (mukailtu Lindholm & Junnonen 2012, 7.)

**Esisuunnittelu** on infrahankkeen ensimmäinen vaihe, jonka alussa todetaan, että jokin syy tai tilanne on aiheuttanut tarvetta rakentaa uutta, korjata, tai muuttaa olemassa olevaa infrarakennetta tai olemassa olevia infrarakenteita. Yleensä tässä vaiheessa ratkaisuja on useita. (RIL 2006, 10.) On olemassa eri nimisiä ja sisällöltään erilaisia esisuunnitteluvaiheita, joita tarvitaan eri tarkoituksiin. Näitä ovat esimerkiksi esiselvitys, kehittämiselvitys, tarveselvitys ja toimenpideselvitys. (Liikennevirasto 2010b, 9.) Tarveselvityksessä hanke perustellaan tarvelähtöisesti ja kuvataan sen tarpeiden kannalta tarkoituksenmukainen ympäristö. Tuloksena on alustava hankeohjelma, joka toimii seuraavien suunnitteluvaiheiden lähtötietoina sekä tilaajan tahdon ja tavoitteiden kuvaajana. (Lindholm & Junnonen, 2012, 7.) Infrahankkeen rahoitus päätetään usein esisuunnitteluvaiheessa, mikä asettaa



suuret vaatimukset hankkeen kustannuslaskennalle ja -suunnittelulle lähtötietojen ollessa vielä puutteellisia (RIL 2006, 11).

**Yleissuunnitelmavaihe** seuraa esisuunnittelua. Lindholm ja Junnonen (2012, 8) sekä RIL (2006, 11) kutsuvat tätä vaihetta ohjelmointivaiheeksi. Tässä vaiheessa esisuunnitteluvaiheen alustavia hankeohjelmia tarkennetaan, vaihtoehtoja karsitaan ja päätetään, mitkä vaihtoehdoista otetaan rakennussuunnittelun ja toteutuksen lähtökohdaksi. Valituista vaihtoehdoista laaditaan yleissuunnitelmatasoiset suunnitelmat ja hankeohjelma. (Lindholm & Junnonen 2012, 8.) Tärkeintä on kuvata tilaajan tahtotila ja tavoitteet (RIL 2006, 11). Tässä vaiheessa tehdään myös hankkeen perusosittelu ja päätetään hankeosien lopullinen mitoitus. Hankeohjelmaan tulee myös päivittää hankeosien määrä ja laatutaso, olosuhdetekijät, hankkeen kustannusarvio ja budjetti, aikataulu, rahoitussuunnitelma sekä suunnittelu päätös. (RIL 2006, 11.) Lisäksi suunnitelmassa esitetään kuvaukset tarvittavasta hankeryhmästä, hankkeen tarvitsemista luvista, niiden prosesseista ja voimaantuloista suhteessa hankkeen aikatauluun (Manninen 2009, 62). Hankesuunnitelmassa tehdyt päätökset hankkeesta vaikuttavat kertaluokallisesti enemmän kuin toteutusvaiheessa tehtävät pienet päätökset. Hankesuunnitelma tulee tarkistaa ja päivittää tarvittaessa suunnittelun edetessä, jotta se vastaa koko ajan hankkeen reaalista tilannetta. (RIL 2006, 32, 35-36.)

**Suunnitelmavaiheessa** lähtötietoina on hankkeen hankeohjelma ja yleissuunnitelmatasoiset suunnitelmat. Hankkeelle laaditaan ohjelmointivaiheessa asetettujen tavoitteiden mukaiset toteutussuunnitelmat. (Lindholm & Junnonen 2012, 8) Jos hyväksytään suunnitelmia, jotka poikkeavat näistä tavoitteista, vaaditaan tämän päätösprosessin läpikäyminen ja tavoitetilan uudelleen kuvaamisen hankeohjelman kautta. Hankeohjelmien vastaisia suunnitelmia ei tule hyväksyä ilman painavaa syytä. (RIL 2006, 11.)

**Toteutusvaiheessa** infrahankkeen kohde pyritään toteuttamaan suunnitelmien mukaisesti. Toteutusvaiheeseen kuuluvat rakentamissuunnittelu ja itse rakentaminen. Tämän vaiheen lähtötietoina toimivat hankkeen urakka-asiakirjat (RIL 2006, 12). Jotta toteutusvaihe onnistuu, edellytyksenä on hyvin tehty hankesuunnittelu ja suunnittelun ohjaus. Tavoitteiden asettaminen ja hankeohjelman laatiminen ovat toteutusmuodosta huolimatta aina tilaajan vastuualueita. Pääurakkamuodoissa vastuu hankesuunnittelun jälkeisestä suunnitteluttamisesta ja suunnittelunohjauksesta ovat tilaajalla ja suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa vastuu on urakoitsijalla. (Lindholm & Junnonen 2012, 9.)

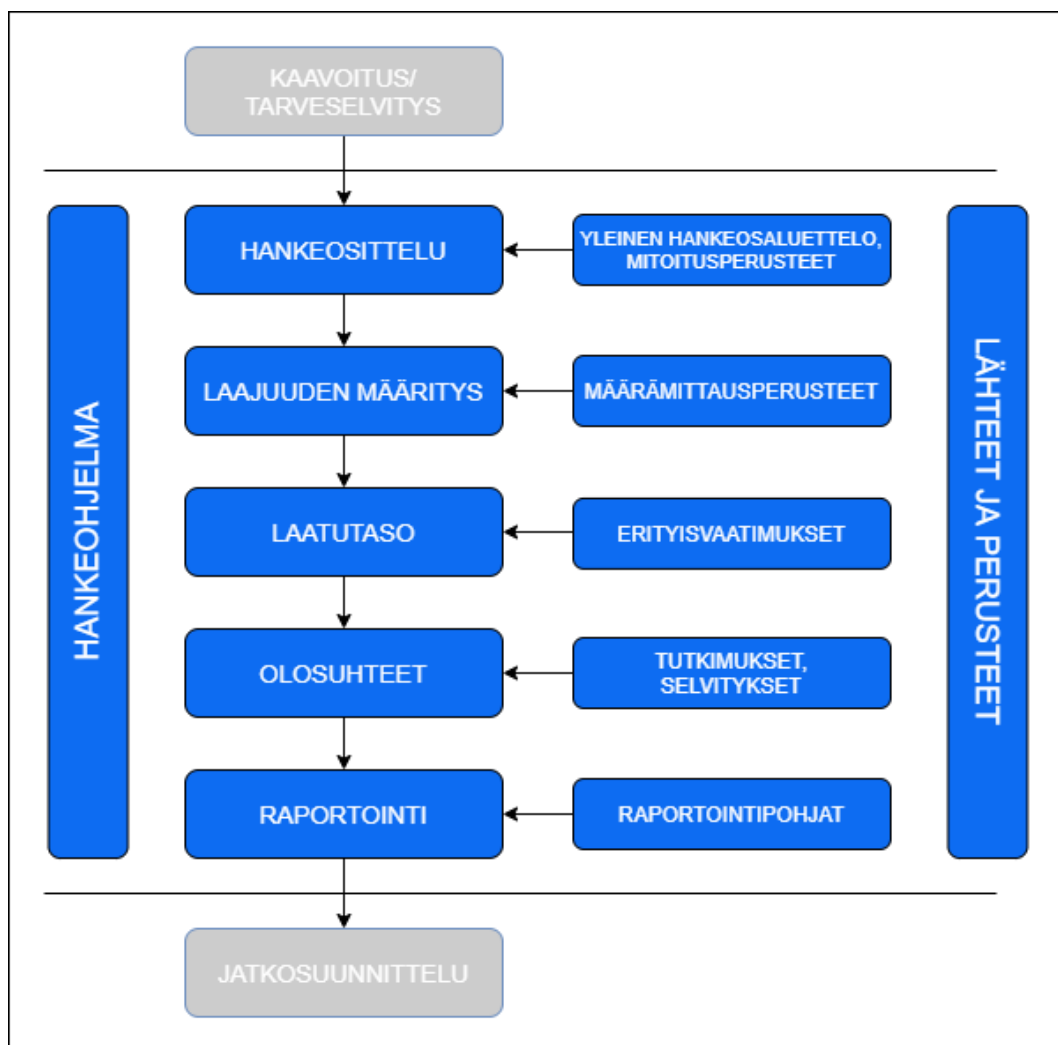
**Käyttövaiheessa** vaiheen lähtötietoina toimivat hankkeen loppupiirustukset, käyttö- ja hoitosuunnitelmat sekä -budjetit ja korjausohjelma. Elinkaariajattelusta voidaan puhua, kun hoito- ja käyttövaiheeseen otetaan kantaa jo hankkeen alkuvaiheessa. (RIL 2006, 12.)

## 2.2 Hankeohjelma

Alustava hankeohjelma on infrahankkeen ensimmäisen vaiheen lopputulos. Siinä esitetään vaihtoehtojen muodostamista koskevat vaatimukset ja reunaehdot. Alustava hankeohjelma täsmentyy yleissuunnitteluvaiheessa varsinaiseksi hankeohjelmaksi. (Manninen 2009, 91.) Hankeohjelmassa tulee esittää hankkeeseen liittyvät tavoitteet ja tarpeet, rekisteröidä ohjauksen kautta tulevat muutokset ja toimia hankkeen hallinnan dokumenttina. Lisäksi sen tulee olla päätöksenteon tukena.

Hankeohjelmaa laadittaessa voi olla kaksi eri näkökulmaa: rakennetaan uutta tai korjataan vanhaa. (RIL 2006, 32.) Lyhyesti hankeohjelma kuvaa infrahankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet ja mahdollistaa elinkaari- ja investointikustannustavoitteen asettamisen hankkeen suunnitteluratkaisuille (Rakennustieto Oy 2015, 53) sekä sitä voidaan pitää yleisesti kaikkia hankkeita ohjaavana dokumenttina.

Hankeohjelman perusteella tehdään päätös suunnittelun aloittamisesta. Siihen dokumentoidaan infrahankkeen hankeosat mitoitettuna, hankeosien laatutason kuvaukset, hankkeen hankeosien ja toteuttamisolosuhteiden kuvaukset, korjaushankkeen korjausohjelma, suunnitteluajataulu, hankkeen budjetti ja rahoitus-suunnitelma. (RIL 2006, 34-35.) Mikäli olosuhdetiedot, kuten pohjaolosuhteet, eivät ole tiedossa, hankeohjelmaan kirjataan tieto tästä. Hankkeen kustannusarviossa tulee varautua riskeihin, joita puutteelliset olosuhdetiedot aiheuttavat. (RIL 2006, 17.)



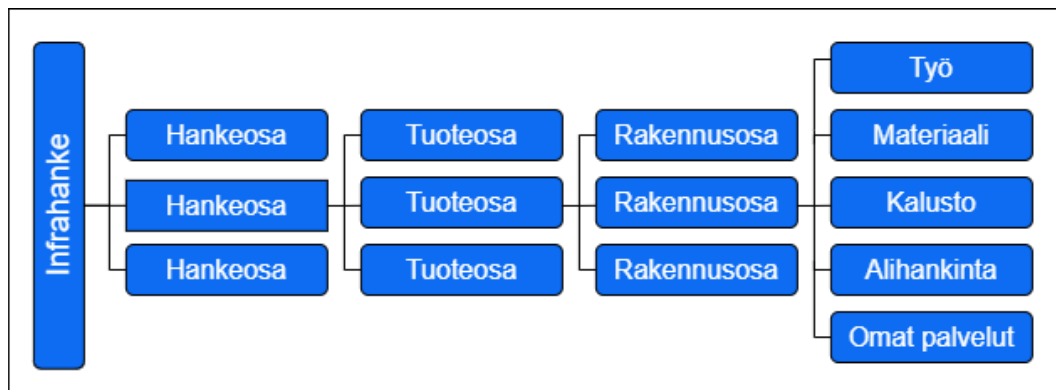
Kuva 2. Prosessi hankeohjelman laadinnasta. (RIL 2006, 35.)

Kuvassa kaksi kuvataan prosessia hankeohjelman laatimisesta. Prosessi voidaan jakaa viiteen osaan: hankeositteluun, laajuuden, laatutason ja olosuhteiden määrittämiseen sekä raportointiin. Hankeosittelussa laaditaan yleinen hankeosaluettelo ja mitoitusperiaatteet. Laajuuden määrittäminen perustuu määrittämisperusteisiin. Laatu määrittyy tilaajan ja kohteen erityisvaatimuksista. Olosuhteet määritty-

tyvät hankkeelle tehtyjen tutkimusten ja selvitysten perusteella. Raportointi toteutetaan erilaisten raportointipohjien perusteella. Hankeohjelman perusteella jatketaan hankkeen jatkosuunnittelua, jos sen perusteella on tehty päätös hankkeen toteuttamisesta.

## 2.3 Infrahankkeen osittelu

Hanke jaetaan pienempiin osiin infrahankkeen osittelulla. Osittelun tavoitteena on jakaa hanke selviin vastuukokonaisuuksiin ja osaprojekteihin, jakaa hankkeen aikataulut erillisiksi osa-aikatauluiksi, joihin on merkitty niiden keskinäiset riippuvuussuhteet, sekä luoda edellytykset hankkeen ajalliselle ohjaukselle. Lisäksi osittelun tavoitteena on luoda kustannusohjauksen puitteet määrittämällä pienimmät seurattavat kustannuskohteet, mahdollistaa koko hankkeen kustannusarvion, aikataulun ja tarvittavien resurssien tarkan määrityksen ja antaa hankkeen osille hierarkkinen koodaus sekä integroida hankkeen ajallinen ja taloudellinen suunnittelu ja ohjaus. Osittelusta on hyötyä hankkeen suunnittelussa, toteutuksessa ja valvonnassa. (Lindholm & Junnonen 2012, 11.)



Kuva 3. Periaate infrahankkeen osittelusta. (Kankainen & Junnonen 2012, 402.)

Kuvassa kolme on esitetty periaate infrahankkeen osittelusta. Infrahankkeen osittelun voi jakaa neljään osaan: aluksi hanke jaetaan hankeosiin, jotka voidaan ositella perusten rakenteeseen ja sijaintiin. Hankeosat voidaan jakaa pienempiin kokonaisuuksiin tuoteosiksi. Tästä eteenpäin tuoteosat voidaan jakaa rakennusosiksi, jotka voivat koostua panoksista eli työstä, materiaalista, kalustosta, alihankinnasta ja omista palveluista. (RIL 2006, 22; Lindholm & Junnonen 2012, 12, 14.)

### 2.3.1 Hankeosittelu

Hankeosittelu on infrahankkeen karkein taso, jossa hanke jaetaan laajoihin kokonaisuuksiin tilaajan tarpeiden kuvaamiseksi (Rakennustieto Oy 2015, 8). Hankeosalla tarkoitetaan infrahankkeen toiminnallisesti itsenäistä osaa. Vaatimuksella toiminnallisesti itsenäinen tarkoitetaan, että hankeosalla on toiminnallinen tarkoitus, jonka toteuttaminen hankkeessa edellyttää erillistä päätöksen tekoa. Muuttamalla hankeosien määriä ja/tai ominaisuuksia voidaan vaikuttaa hankkeen laajuuteen ja ohjata hanke kustannustavoitteeseen. (Rakennustieto Oy 2012, 1.) Tavallisimmin hankeohjelmassa on kuvattu hankeosat sekä niiden laajuus ja laatutaso. Laatutasoa kuvataan tuote- ja toimivuusvaatimuksina tai viitetietojen avulla. (Rakennustieto Oy 2015, 8.)

Lähtökohtaisesti hankeosat määritellään perustuen hankeosanimikkeistöön (Infra 2011 Hankeosanimikkeistö), jota käsitellään kappaleessa 3.1 Hankeosanimikkeistö. Hankeosanimikkeistössä hankeosa on kuvattu itsenäisesti toiminnallisena infrahankkeen lopputuotteen osana kaikkine rakennusosineen. Hankeosien laajuutta tarkastellaan hankeosaa kuvaavalla mittayksiköllä kuten metri, kappale, neliometri. Hankeosien määrät mitataan määrämittauserusteiden mukaisesti. (RIL 2006, 32.) Infrahankkeen eri lopputuotteissa voi olla samoja hankeosia (RIL 2006, 23).

Hankeosittelussa tulee tunnistaa kaikki hankkeen sisältämät toiminnalliset osat, olivat ne hankeosanimikkeistön mukaisia tai eivät. Hankeosittelun määrittelyn apuna voidaan käyttää hankeohjelmaa, jos sellainen on laadittu. Hankeosittelusta tulee laatia hankeosaluettelo, johon on kirjattu hankeosien nimet ja määrät. Hankeosien hinnoitteluun vaikuttaa hankeosan peruskustannukset ja mahdolliset lisäkustannukset, jotka voivat esimerkiksi liittyä pohjaolosuhteisiin tai rakennettuun ympäristöön. Mikäli hankeosia ei voida nimetä hankeosanimikkeistön mukaisesti, tulee hankeosien sisältö kirjata ylös. (RIL 2006, 44-45.)

Hanketekijöiden kustannusten arviointi sisältää koko hankkeen kustannukset, joita ei ole mielekästä kohdistaa millekään hankeosalle. Näitä ovat esimerkiksi pilaantuneet maat, purettavat rakennukset sekä työnaikaiset liikennejärjestelyt. Hankepalveluiden kustannusten arviointi sisältää tilaajan, suunnittelijan sekä urakoitsijan väliset kustannukset. Hankeosalaskennasta tulee laatia raportti, josta ilmenee laskennan perusteet, tehdyt oletukset ja laskennan tulokset, Lisäksi raporttiin tulee liittää analyysi ja mahdolliset kehittämissuositukset päätöksentekoa varten. (RIL 2006, 45-46.)

### **2.3.2 Tuoteosittelu**

Tuoteosalla tarkoitetaan yleiskäsitettä, ”joka erittelee eri hierarkiatasoilla hankkeen rakenteiden osia ja komponentteja”. Tuoteosaa käytetään, kun hankeosia ei voida jakaa suoraan rakennusosiin, tai kun suuria hankeosia on tarve jäsentää osatuotteiksi. Tietojen täsmentyessä tuoteosat korvataan rakennusosilla. Infrahankkeen hankeosissa voi olla samoja tuoteosia. (RIL 2006, 23.) Talopuolella tuoteosalla tarkoitetaan toimittajan valmista fyysistä rakennuksen osaa, jossa on enemmän kuin yksi rakennusosa. Näitä voivat esimerkiksi olla runkoelementit, kuten välipohjat ja -seinät sekä ulkoseinät. (Rakennustieto Oy 2018, 44.)

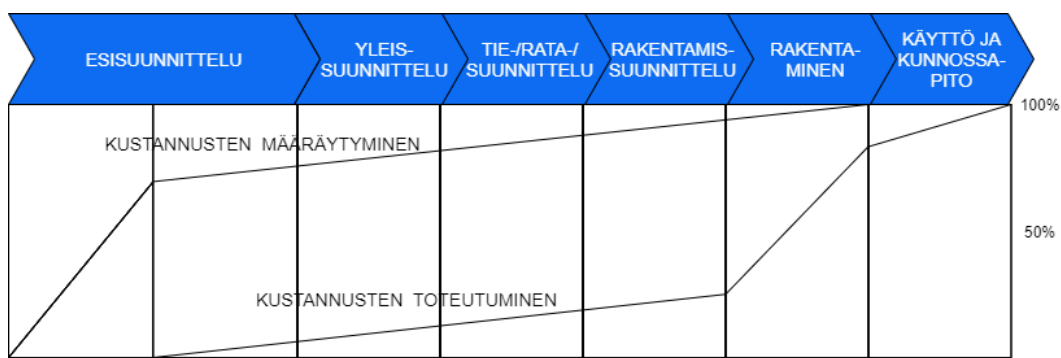
### **2.3.3 Rakennusosiin osittelu**

Rakennusosaksi määritellään infrarakenteen fyysistä osaa, jota voidaan käsitellä itsenäisenä (Rakennustieto Oy 2018, 42). Infra-alalla rakennusosat ovat esitettynä alan yhteisessä standardoidussa nimikkeistössä, rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Tätä käsitellään kappaleessa 3.3. Rakennusosat voivat muodostua useista eri panoslajeista. Tavallisesti rakennusosa jakautuu työhön, materiaaliin, kalustoon, alihankintaan ja omiin palveluihin kuten kuvassa kolme on esitetty.

Rakennusosat hinnoitellaan siihen kuuluvien työsuoritusten ja materiaalien hintojen perusteella. Panoslajien laskemiseksi tarvitaan panoksen työn ja materiaalin menekkitieto, hinnat ja hukka. Nämä kolme arvoa kerrotaan keskenään ja saadaan panoksen hinta suoriteyksikköä kohti. Kun rakennusosaan kuuluvat suoritteet yhdistetään, saadaan sen kustannusarvio. (Rakennustieto Oy 2018, 46.)

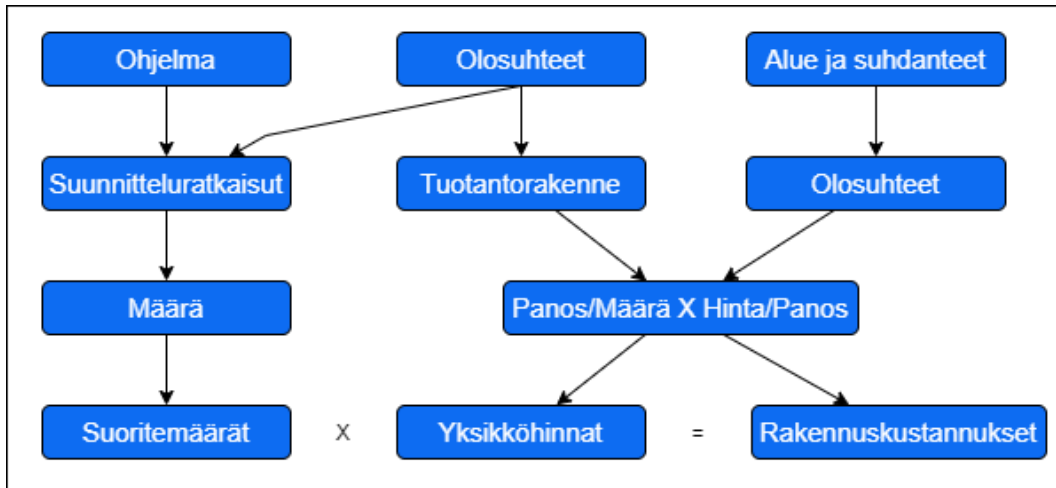
## 2.4 Infrahankkeen kustannusten määräytyminen

Infrahankkeen kustannukset ja niiden hallinta kulkevat käsi kädessä hankkeen laajuuden, aikataulun ja laadun kanssa. Kustannusten hallinnassa korostuu yhteisten tavoitteiden merkitys. Tavoitteet tulee asettaa realistiselle, ymmärrettävälle ja toteutettavalle tasolle, minkä jälkeen hanketta ohjataan kohti sovittua päämäärää. Jotta kustannushallinta on onnistunut, tulee kustannuspuutteen olla realistinen ja kustannusten hallintaa tehdään aktiivisesti koko hankkeen ajan. Infrahankkeen alussa esisuunnitteluvaiheessa mietitään hankkeen tarpeet ja laajuus ja näiden avulla arvioidaan, mihin puitteisiin kustannukset asettuvat. (Talorakennusteollisuus ry 2018, 6.)



*Kuva 4. Kustannusten määräytyminen ja toteutuminen infrahankkeessa. Muokattu vastaamaan infra-alan hankkeiden vaiheita. (Talorakennusteollisuus ry 2018, 8.)*

Infrahankkeen kustannusten ohjauksen kannalta on merkityksellistä tiedostaa kustannusten määräytyminen infrahankkeen eri vaiheissa. Yllä olevassa kuvassa neljä on esitetty infrahankkeen kustannusten määräytymistä ja toteutumista. Infrahankkeen kustannukset määräytyvät koko sen eri vaiheiden ajan, mutta voimakkaimmin niihin voidaan vaikuttaa hankkeen esisuunnitteluvaiheessa. Tässä vaiheessa tehdään hankkeen keskeiset päätökset hankkeen laajuuden ja laatutason suhteen. Käytännössä hankkeen kustannukset konkretisoituvat rakentamisen aikana, mutta kustannuksiin ei voida enää juurikaan vaikuttaa valmiiden suunnitelmien perusteella. (Lindholm & Junnonen 2012, 36.)



Kuva 5. Kustannusten muodostuminen. (RIL 1995; Lindholm & Junnonen 2012, 37.)

Kustannusten muodostuminen on esitetty yllä olevassa kuvassa viisi. Hankkeiden kustannusvaikutukset voivat poiketa johtuen hankeohjelman, rakennuspaikan olosuhteiden, suunnitteluratkaisujen, rakennuttamis- ja tuotantoratkaisuiden sekä hinta- ja suhdannetekijöiden aiheuttamista eroista. Rakennuspaikan perustamisolosuhteet, rakennettu ympäristö, ympäristötekijät ja muut olosuhteet aiheuttavat kohdekohtaisia eroja. Sijoittamalla tai linjaamalla infrahanke edullisiin pohjaolosuhteisiin voidaan merkittävästi vaikuttaa perustamisolosuhteiden ja rakennetun ympäristön aiheuttamiin kustannuksiin. Valitettavasti perustamisolosuhteisiin ei voida aina vaikuttaa, vaan heikoillekin pohjamaille on rakennettava. Tällöin heikkojen pohjaolosuhteiden kustannusvaikutuksiin pyritään vaikuttamaan suunnitteluratkaisujen valinnalla. (Lindholm & Junnonen 2012, 37-38; RIL 2006, 17.)

### 3 Väylähanke

Väylähankkeet ovat infrahankkeiden osa-alueita, joita voidaan kutsua liikenneinfrahankkeiksi. Alla olevassa kuvassa kuusi on esitetty liikenneinfrahankkeen eteneminen tie- ja ratahankkeiden avulla.

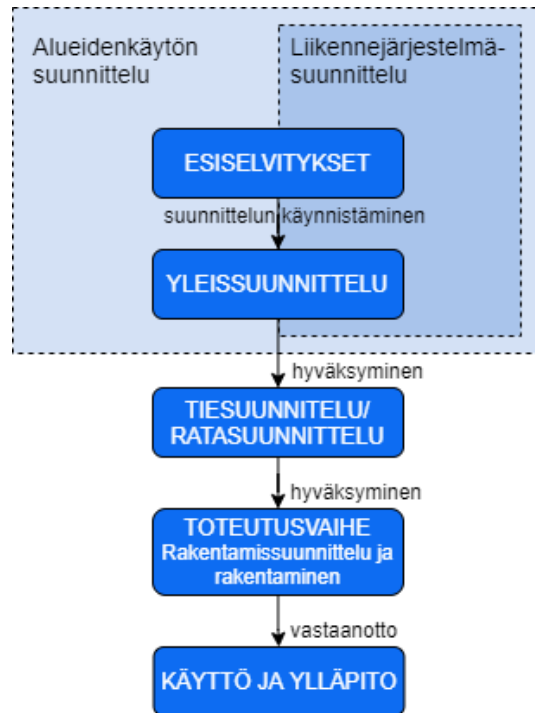


Kuva 6. Liikenneinfrahankkeen eteneminen. (Väylävirasto 2019, 35.)

Hanke alkaa esiselvityksistä ja tämä vaihe on sidottuna maakuntakaavaan. Esiselvitystä seuraa yleissuunnitelma, joka on maakunta- ja yleiskaavan mukainen. Yleissuunnitelmaa seuraa tie-/ratasuunnitelma, joiden suunnittelu on asemakaavatasolla. Yleis- sekä tie- ja ratasuunnitelmat päättyvät hyväksymispäätökseen. Tie- ja ratasuunnitelmaa seuraa rakentamissuunnitelma, jonka aikana tehdään investointipäätös. Näiden vaiheiden jälkeen seuraavat rakentaminen sekä käyttö ja kunnossapito. (Väylävirasto 2019, 35.)

#### 3.1 Tie- ja ratahankkeiden suunnitteluvaiheet

Tie- ja ratahankkeiden suunnitteluvaiheet etenevät samalla tavalla. Prosessi alkaa alueiden käytön suunnittelusta ja liikennejärjestelmäsuunnittelusta. Tästä edetään esiselvityksien kautta yleissuunnitteluun sekä tie- ja ratasuunnitteluun. Toiseksi viimeinen vaihe on toteutusvaihe, joka jakautuu rakentamissuunnitteluun ja rakentamiseen. Lopussa on hankkeen käyttö ja kunnossapito. Tämä kaikki on esitettyä kuvassa seitsemän.



Kuva 7. Tie- ja ratahankkeiden suunnittelutasot. (Liikennevirasto 2017, 4.)

**Liikennejärjestelmäsuunnitteluvaihe** on työnä jatkuva prosessi, jolla vaikutetaan koko liikennejärjestelmän kehittämiseen eri toimijoiden yhteistyönä. Eri toimijoita ovat ELYt, kunnat sekä maakunnat. Kehittäminen liittyy läheisesti maankäytön, asumisen, palvelujen ja elinkeinoelämän toimintaedellytysten yhteensovittamiseen. Suunnittelun lähtökohtina ovat liikennesektoria laajemmat kohdealueen kehittämistavoitteet ja valtakunnalliset liikennepoliittiset tavoitteet ja reunaehdot. (Liikennevirasto 2017, 4.)

**Esiselvitysvaiheessa** tutkitaan tie- ja ratahankkeiden tarvetta ja ajoitusta maankuntakaavan ja yleiskaavan likimääräisellä tarkkuustasolla. Tässä vaiheessa väylän sijainnista voi olla vaihtoehtoisia linjauksia. Suunnittelun tarkentuessa vaihtojen määrä vähenee. Esiselvityksen tuloksia ovat hankkeen tavoitteet, vaihtoehdot, likimääräiset toimenpiteet, alustavat vaikutusarviot ja kustannusennusteet. Esiselvityksen perusteella voidaan päättää suunnittelun aloittamisesta, mikäli nähdään hankkeen olevan tarpeellinen. (Liikennevirasto 2010b, 9.)

**Yleissuunnitteluvaiheessa** määritetään tie- ja rautatiehankkeiden vaihtoehdot, määritetään likimääräinen sijainti, tilantarve ja suhde ympäröivään maankäyttöön. Lisäksi hankkeille määritetään "liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, hankkeen vaikutukset ja alustava kustannusarvio sekä ympäristöhaittojen torjumisen periaatteet". Suunnittelun tarkkuus toteutetaan niin, että "ratkaisujen tekninen, taloudellinen ja ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus voidaan varmistaa". (Liikennevirasto 2010a, 1.) Yleissuunnittelun tuloksena ovat tien ja rautatien likimääräinen sijainti, liikenne- sekä tie- ja ratatekniset perusratkaisut, ympäristön maisemoinnin ja viheralueiden käsittelyn periaatteet, ympäristöhaittojen torjumisen periaatteet, vaikutusten arviot, kustannusarvio sekä rakentamisen tavoitteellinen ajoitus ja rakentamisvaiheet.



**Tie- ja ratasuunnittelu** ovat hankkeen toteutukseen tähtäävää yksityiskohtaista suunnittelua. Lainvoimaisen tie- ja ratasuunnitelman perusteella tarvittava tie- tai rautatiealue otetaan haltuun tien ja rautatien rakentamista varten. Tie- ja ratasuunnittelun tuloksena on tarkka tie- tai rata-alue, yksityiskohtaiset ratkaisut sekä kustannusarvio ja mahdollinen kustannusten jako. (Liikennevirasto 2010b, 11.)

Tiesuunnittelun lähtökohtana voi toimia maantielain mukainen yleissuunnitelma, toimenpidesuunnitelma, aluevaraussuunnitelma tai esiselvitys. Hyväksytyin tiesuunnitelman perusteella on oikeus tiesuunnitelmassa ositettujen alueiden ja oikeuksien lunastamiseen (Liikennevirasto 2010c, 4.) Sama pätee hyväksytyillä ratasuunnitelmalla, joka oikeuttaa siinä osoitettujen alueiden lunastamisen (Ratalaki 110/2007, 21 §).

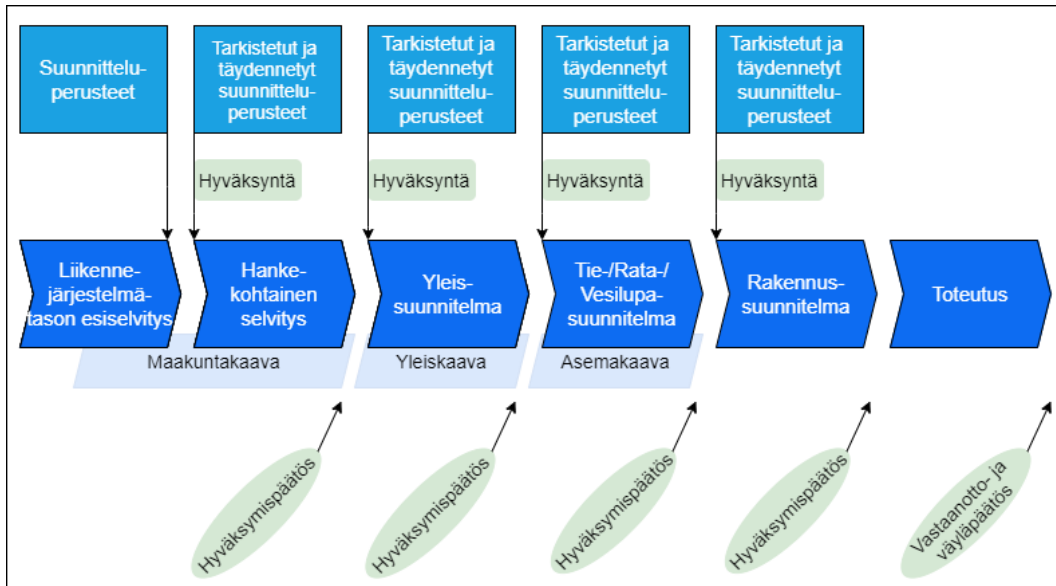
**Toteutusvaiheeseen** kuuluvat rakennussuunnitelma- ja rakennussuunnitteluvaiheet sekä itse rakentaminen. Rakennussuunnitelmavaiheessa laaditaan kaikki tie- ja ratarakentamiseen tarvittavat asiakirjat, jotka ovat tämän suunnitteluvaiheen lopputulos. Rakentamisesta vastaavat, maanomistajat ja muut asianomaiset ovat vuorovaikutuksessa koko suunnittelun ja rakentamisen ajan tie- ja ratasuunnitelmien asettamissa rajoissa. (Liikennevirasto 2010b, 11.)

## 3.2 Suunnitteluperusteet

Suunnitteluperusteita käytetään väylähankkeiden ohjaavana asiakirjana, jonka voi rinnastaa infrahankkeiden hankeohjelmaan. Asiakirjaan on koottuna suunnittelu-kohteen tilaajan asettamat tavoitteet, lähtökohdat sekä sellaiset suunnittelua ohjaavat tekniset asiat, joista on tehty päätöksiä muutoin ennen varsinaisen suunnittelutyön käynnistymistä. Suunnitteluprosessin alkupäässä suunnitteluperusteissa korostuvat palvelutaso- ja toiminnalliset tavoitteet. Loppupäässä korostuvat tekniset tavoitteet ja lukuarvot sekä niitä koskevat tehdyt päätökset. Suunnitteluperusteet laaditaan kaikissa Väyläviraston tie-, rata vesiväylähankkeista, kehittämishankkeista vastaavista hankkeista, muiden kuin valtioiden rahoittamista tiehankkeista, kaavoitukseen liittyvissä suunnitelmahankkeissa ja ELY-keskusten keskitettyä suunnittelurahoitusta saavissa tiehankkeissa. (Liikennevirasto 2011a, 6.)

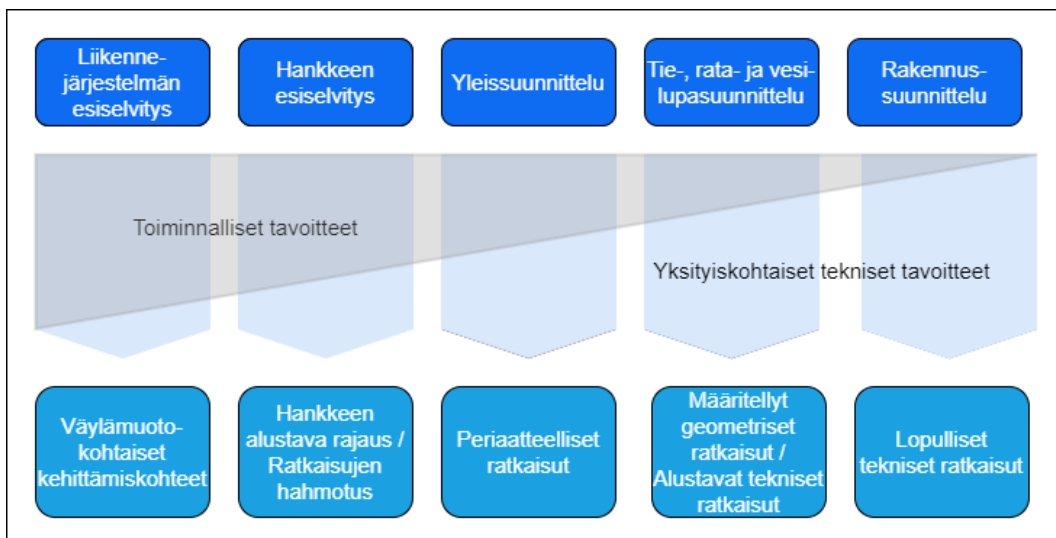
Eri väylämuotoja koskevat suunnitteluperusteet luotiin osana Liikenneviraston (nykyisen Väyläviraston) toiminnan yhtenäistämistä sekä hyvien käytäntöjen laajempaa käyttöönottoa. (Liikennevirasto 2011a, 4). Suunnitteluperusteiden menettelykuvaus yhtenäistää teiden, ratojen ja vesiväylien suunnittelun käytännöt. Sen tarkoituksena on antaa lähtökohta suunnittelijoille hankkeessa tapahtuvia selvityksiä, suunnittelua ja erilaisia valintoja varten. Pyrkimyksenä on, että hankkeeseen osallistuvat tahot ymmärtävät paremmin eri valintoihin liittyviä vaikutuksia. Näitä ovat esimerkiksi hyväksyttävyyden, ympäristö-, ja tekniset riskit sekä kustannus- ja aika-vaikutukset. (Liikennevirasto 2011a, 6.)

Kuvassa kahdeksan on esitettyä väylän suunnitteluprosessi ja sen edetessä tarkentuvat suunnitteluperusteet. Ensimmäisen kerran suunnitteluperusteet laaditaan hankekohtaisen esiselvitysvaiheen tai yleissuunnittelun alussa, ja seuraavissa suunnitteluvaiheissa niitä täydennetään. Suunnitteluperusteet tarkentuvat suunnittelun edetessä. Suunnitteluperusteiden avulla sitoutetaan tilaajaorganisaation, konsultti ja suunnitteluun osallistuvat tahot hankkeen toiminnallisiin ja teknisiin tavoitteisiin sekä laatutason määrittelyihin. Tällä tavalla parannetaan kaikkien osapuolten hanketietoisuutta. (Liikennevirasto 2011a, 6-7.)



Kuva 8. Väylän suunnitteluprosessi ja tarkentuvat suunnitteluperusteet. (Liikennevirasto 2011a, 6.)

Suunnitteluperusteisiin kuvataan hankkeen nykytila, ongelmat ja tarpeet, hankkeen tavoitteet, suunnittelun laajuus sekä muu hankkeeseen liittyvä suunnittelu, rakentaminen ja sitoumukset (Liikennevirasto 2011a, 9).



Kuva 9. "Hankkeen suunnitteluperusteiden muotoutuminen toiminnallisten tavoitteiden ja teknisten perusteiden kautta" (Liikennevirasto 2011a, 8).

Yllä olevassa kuvassa yhdeksän on esitettyä suunnitteluperusteiden muotoutuminen toiminnallisten tavoitteiden ja teknisten perusteiden kautta. Suunnitteluperusteet, jotka on laadittu hankekohtaisen esiselvityksen perustaksi, on muodostettu liikennejärjestelmävaiheen tai muun alustavan toimenpidemäärittelyn tulosten perusteella. Tässä vaiheessa suunnitteluperusteet määritellään karkean tavoitetasen pohjalta, kun hanke on vielä vasta hahmottumassa. Yleissuunnitelmavaiheen suunnitteluperusteet laaditaan hankekohtaisen esiselvityksen tulosten pohjalta. Kun tie-

ja ratasuunnittelun vaiheet alkavat, suunnitteluperusteita täydennetään yleissuunnitelmassa esitettyjen ratkaisujen perusteella. Tie- ja ratasuunnitelmavaiheen suunnitteluperusteissa esitetään hankkeen hallinnolliset ja eri tekniikka-alojen tavoitteet. Rakennussuunnitelmavaiheessa suunnitteluperusteet laaditaan yksityiskohtaisiksi. (Liikennevirasto 2011a, 7.)

Ratapuolella suunnitteluperusteiden laatimisen tarpeesta päättää Väylävirasto. Suunnitteluperusteet laaditaan ainakin hankkeista, joille laaditaan ratasuunnitelma, tehdään tasoristeyksien poistoja tai varoituslaitosten uusimisia, uusia vaihteyhteyksiä tai muutoksia, jotka vaikuttavat rautatieturvallisuuteen. (Liikennevirasto 2018a, 15.)

### 3.3 Käytettävissä olevia lähtötietoja väylähankkeissa

Eri väylähankkeiden lähtötiedot ovat samankaltaisia ja ne kumuloituvat hankkeen edetessä. Alussa lähtötiedot ovat vähäiset ja epävarmat, mutta siirryttäessä hankkeen vaiheesta toiseen lähtötiedot karttuvat ja täsmentyvät suunnittelutason tarkentuessa. Yhteisiä saatavilla olevia lähtötietoja hankkeille ovat esimerkiksi väylän pituus, leveys ja sijainti. Hankkeille on myös yhteistä, että lähtötietoina niiden alkuvaiheissa toimivat karttatarkastelut ja aikaisemmat suunnitelmat. Lisäksi pohjatutkimustiedot kumuloituvat väylähankkeissa samalla tavalla, mikä on esitettynä taulukossa yksi. Rakentamisen jälkeen on tiedossa alueen todelliset pohjaolosuhteet, jotka voivat toimia tulevien hankkeiden lähtötietoina samalla alueella.

*Taulukko 1. Pohjatutkimustietojen kumuloituminen väylähankkeen eri vaiheissa. Koottu Liikenneviraston (2015) ohjeesta.*

Esiselvitys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maasto- ja karttatarkastelu               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ maanmittauslaitoksen kartta</li> <li>○ vanhat kartat</li> <li>○ ilmakuvat</li> </ul> </li> <li>• mahdolliset vanhat pohjatutkimukset</li> </ul>
Yleissuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uusia pohjatutkimuksia               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutkimuksia keskimäärin 1 kpl / 60m</li> </ul> </li> </ul>
Tie-/Ratasuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lisää pohjatutkimuksia koko hankkeen alueelta               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutkimuksia keskimäärin 2 kpl / 10m</li> </ul> </li> </ul>
Rakennus-/Rakentamissuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pohjatutkimukset niin kattavasti, että kaikki pohja- ja taitorakenteet sekä maa- ja päällysrakenteet voidaan suunnitella ja mitoittaa yksityiskohtaisesti               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutkimuksia keskimäärin 3 kpl / 10m</li> </ul> </li> </ul>
Rakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahdolliset täydennystutkimukset</li> <li>• tieto todellisista pohjaolosuhteista viimein, kun pohja avataan</li> <li>• toteutuneista rakenteista, täytöistä tms. tarkemittaukset → lähtötieto tuleviin hankkeisiin samalla paikalla/alueella</li> </ul>

### 3.3.1 Tiehankkeiden lähtötietoja

Tiehankkeiden esiselvitysvaiheessa käytettävissä olevat lähtötiedot ovat puutteellisia ja epävarmoja. Niitä on kuitenkin käytettävä paremman tiedon puutteessa. Tiehankkeisiin voi kuulua myös kävely- ja pyöräilyväyliä.

Lähtötietoja tiehankkeella (koottu Liikennevirasto 2013b; Liikennevirasto 2013c; Liikennevirasto 2018a, Rapal Oy 2021):

- suunnitteluperusteet
- asemakaavat ja -luonnokset
- sijainti
- aluekerroin
- rakennettu ympäristö
- tien pituus
- liikennemäärä
- tieluokka
- tien vaatimusluokka
- mitoitusnopeus
- tien poikkileikkaus
- kuormitusluokka
- pohjaolosuhteet
- alusrakenneluokka
- alusrakenteen laatu
- mitoittava roudan syvyys
- tien leveys
- sallittu painuma

#### Sijainti

Lähtötietona sijainnin avulla saadaan tierakenteen mitoittava roudan syvyys, joka vaihtelee 1,4 metrin ja 2,2 metrin välillä. Sijaintiin voi myös sijoittaa mahdollisen aluekertoimen, jota Fore on käyttänyt omassa laskentasovelluksessaan.

#### Pohjaolosuhteet, alusrakenneluokka ja sen laatu

Kun pohjaolosuhteet ovat tiedossa, voidaan määrittää pohjamaan alusrakenneluokka, pohjamaan laatu ja mahdolliset pohjanvahvistusten tarpeet. Alusrakenteen laatu voi olla joko tasa- tai sekalaatuinen. Alusrakenteen laatu vaikuttaa tierakenteen suurimpaan sallittuun laskennalliseen routanousuun. Sekalaatuisessa alusrakenteessa routanousua sallitaan vähemmän kuin tasalaatuisessa. Lisäksi alusrakenteet voidaan jakaa kuivatusolosuhteiden mukaan kuivaan tai märkään alusrakenteeseen (Liikennevirasto 2018a, 18). Alusrakenneluokkia on kahdeksan: A, B, C, D, E, F, H ja J. Niistä routimattomia luokkia ovat A-D.

#### Routa/Routamitoitus

Routamitoitus tehdään tieosuuksille, joissa on routivia alusrakenneluokkia. Routimattomia alusrakenneluokkia ovat A, B, C ja D ja näitä alusrakenneluokkia sisältävillä tieosuuksilla routamitoitusta ei tarvitse tehdä. Routiville alusrakenneluokille on määritetty tietty routaturpoama, jota käytetään hyväksi laskettaessa routanousua.

Tierakenteen routamitoituksella ei yleensä pyritä ratkaisuun, joka olisi täysin routanousuton. Tielle sallitaan tietty routanousu. (Liikennevirasto 2018a, 25.)

### **Liikennemäärä, kuormitusluokka**

Liikennemäärän lyhenne on KVL eli keskimääräinen vuorokausiliikenne. Liikennemäärän avulla saadaan kuormitusluokka, väylän poikkileikkaus ja jollakin tarkkuudella tieluokka. Tien yleissuunnitelmaan kuormitusluokka voidaan määrittää liikennemäärän ja olosuhteiden mukaan Liikenneviraston (2018a, 38) taulukon kymmenen mukaisesti. Kun kuormitusluokka on määritelty, voidaan väylälle määrittää tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet Liikenneviraston (2018a, 40–42) taulukoiden 12–18 mukaisesti.

### **Tieluokka**

Tieluokkia on neljä. Niitä ovat valta-, kanta-, seutu- ja yhdystiet. Tieluokka on yksi lähtötiedoista, joka määrittelee tien poikkileikkausta.

### **Tien vaatimusluokka**

Tien vaatimusluokkaa kuvaavia tietoja ovat muun muassa KVL ja mitoitus. Tien vaatimusluokan avulla saadaan tierakenteelle siirtymäkiilan kaltevuus ja suurin sallittu laskennallinen routanousu yhdessä alusrakenteen laadun. Nämä arvot tieluokittain ovat esitettynä Liikenneviraston (2018a, 30) taulukossa 8. Tien vaatimusluokkia on yksitoista:

- V1, Moottoriväylät
- V2, Päätiet
- V3, Seututiet 80...100 km/h
- V4, Seututiet 60 km/h
- V5, Yhdystiet KVL enintään 1000 ajoneuvoa
- R1, Reunatuellinen 80 km/h, KVL > 1000 ajoneuvoa
- R2, Reunatuellinen 50...70 km/h, KVL > 1000 ajoneuvoa
- R3, Reunatuellinen, alle 50 km/h, KVL < 1000 ajoneuvoa
- R4, Viemäroity tai muita viettoputkia sisältävä
- K1, JK+PP –tie, erillinen, päällystetty
- K2, JK+PP –tie korotettu

### **Tien poikkileikkaus**

Tien poikkileikkausta määrittelevät muun muassa liikennemäärä, mitoitusnopeus sekä tieluokka. Väyläviraston (2013c) ohjeessa, "Tien poikkileikkauksen suunnittelu", on esitettynä useita poikkileikkausvaihtoehtoja.

### **3.3.2 Kävely- ja pyöräilyväylien lähtötietoja**

Lähtötietoja kävely- ja pyöräilyväylille (koottu Liikennevirasto 2014):

- asemakaavat ja -luonnokset
- sijainti
- väylän pituus
- pyöräilyverkon toiminnallinen luokitus
- alueluokitus

- mitoitusnopeus (pyörätielle)
- nopeus ja liikennemäärä (ajoneuvot)
- jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrät
- väylän poikkileikkaus

### **Pyöräilyverkon toiminnallinen luokitus ja alueluokitus**

Toiminnallisia luokituksia on yhteensä kolme, Niitä ovat pää-, alue- ja paikallisverkko. Luokittelu voidaan toteuttaa maakunta alueiden mukaisesti. Näitä on yhteensä neljä ja ne ovat kaupunki- ja paikalliskeskus sekä palvelu- ja asutuskylä. (Liikennevirasto 2014, 36.)

### **Poikkileikkaus sekä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrät**

Pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden määrän avulla voidaan määrittää yhdistetyn pyörätien ja jalkakäytävän päällystetyn poikkileikkauksen suositeltavat perusmitat (Liikennevirasto 2014, 62). Pelkästään pyöräilijöiden määrien avulla voidaan määrittää päällysteen vähimmäisleveys riippuen siitä, mikä on pyöräilyverkon toiminnallinen luokitus (Liikennevirasto 2014, 60).

### **Ajoneuvojen nopeus ja liikennemäärä**

Ajoneuvojen nopeuden ja liikennemäärän avulla kävely- ja pyöräilyväylille määritellään esimerkiksi pyöräilyn erottelun tarve autoliikenteestä (Liikennevirasto 2014, 48), jalankulun ja pyöräilyn erottelun tarve (Liikennevirasto 2014, 49), välikaistan vähimmäisleveys ja laatu (Liikennevirasto 2014, 54) sekä suojatien tarve ja laatu (Liikennevirasto 2014, 96).

### **3.3.3 Ratahankkeiden lähtötietoja**

Ratahankkeilla on tiukemmat vaatimukset ja ohjeet kuin tiehankkeilla eikä poikkeuksia sallita kuin erityisyistä (Mäenpää 2020).

Lähtötietoja ratahankkeella (koottu Liikennevirasto 2018b; Liikennevirasto 2018c):

- suunnitteluperusteet
- rataluokka
- alusrakenneluokka
- sallittu painuma
- ulottuma
- akselipaino
- radan nopeus
- raiteiden lukumäärä
- radan poikkileikkaus
- laiturin hyötypituus (henkilöliikenne)
- junan pituus (tavaraliikenne)
- pohjaolosuhteet
- rataosan kuntoluokka

## **Pohjaolosuhteet ja sen laatu sekä routa/routamitoitus**

Pohjamaa voidaan "luokitella joko routivaksi tai routimattomaksi" (Liikennevirasto 2018c, 22). Routasuojaus toteutetaan ensisijaisesti vaihtamalla routivat materiaalit routimattomiksi ja toissijaisesti käyttämällä routalevyjä. Ratarakenteet mitoitetaan routimattomaksi eli routanousua ei sallita. Routamitoitus tehdään Liikenneviraston (2018c) liitteen yksi mukaisesti, kun käytetään routalevyjä. (Liikennevirasto 2018c, 22.)

## **Rataluokka**

Rataluokkia on yhteensä neljä ja ne ovat C4, D4, E4 ja G12. Näiden perusteella määritellään suurin sallittu akseli- ja metripaino tonneissa (Liikennevirasto 2018b, 10). Tavarajunille suurin sallittu nopeus määräytyy akselipainon perusteella (Liikennevirasto 2018b, 11).

## **Alusrakenne luokka ja sallittu painuma**

Alusrakenneluokat jaetaan viiteen Liikenneviraston (2018c, 16) taulukon yksi mukaisesti. Ne ovat 0–4 ja niiden perusteella henkilö- ja tavaraliikenteelle annetaan suurimman sallitut nopeudet (Liikennevirasto 2018c, 16). Lisäksi alusrakenneluokille on määritelty sallittu tasainen kokonaispainuma 100 vuodelle sekä sallitut pituus- ja sivuttaiskaltevuuden muutoksen 0-2 sekä 2-9 vuoden aikana tapahtuvaksi (Liikennevirasto 2018c, 18).

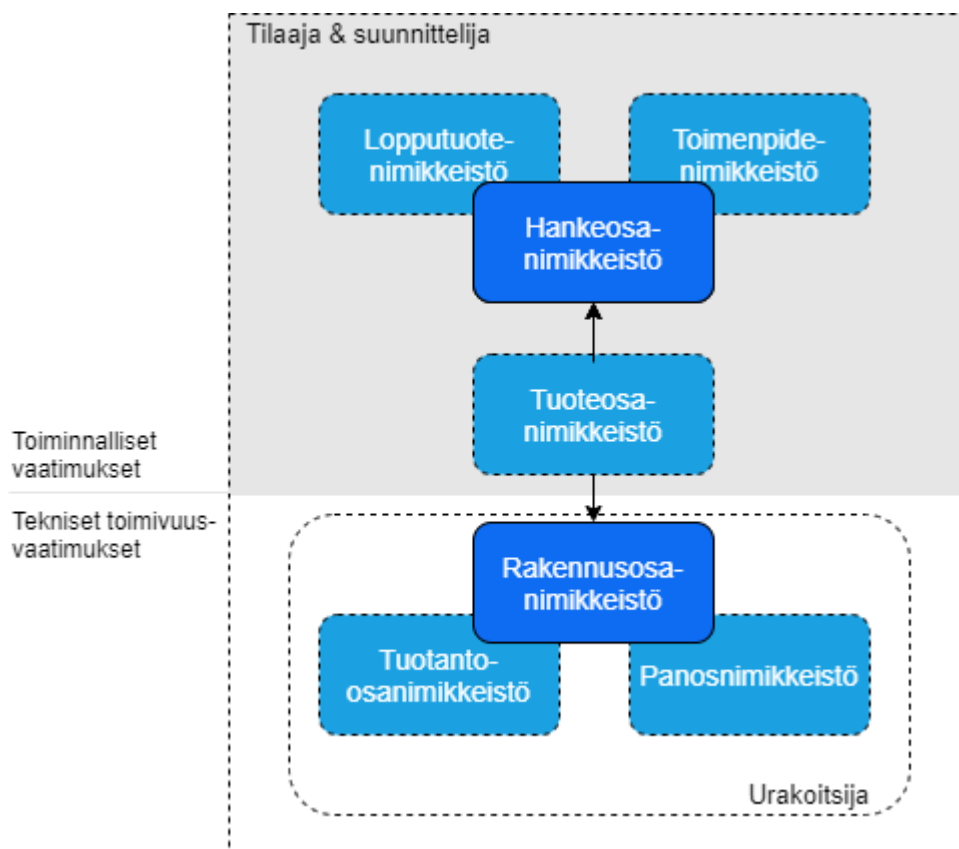
## **Radan poikkileikkaus**

Radalle on laadittu rakenteen normaalipoikkileikkaukset, joissa on esitetty rakennetyyppien mitat. Kaikki radan normaalipoikkileikkaukset on esitetty (2018c) liitteessä kaksi. Tunnelipoikkileikkaukset on esitetty Liikenneviraston (2018d) ohjeessa. (Liikennevirasto 2018c, 35.) Radalla valitaan normaalipoikkileikkaus raitteiden lukumäärän ja radan nopeuden mukaan sekä sen perusteella onko rata penkereellä, maaleikkauksessa vai kallioleikkauksessa.

## 4 Infra-nimikkeistöjärjestelmä ja InfraBIM-nimikkeistö

Nimikkeistö on standardi hankkeen osittelulle, mikä mahdollistaa infrahankkeessa toimivan ja luotettavan tiedonvaihdon eri osapuolten kesken. Näkökulma tietoon, sen jäsentelyyn ja yksityiskohtaisuuteen vaihtelee riippuen hankkeen osapuolista. Nimikkeistöt ovat hankkeen osittelua varten luotuja standardeja, joita kaikki hankkeen osapuolet käyttävät tiedonvaihdossa hankkeen eri vaiheissa. Tiedonvaihto koskee esimerkiksi hankkeen määrällisiä, taloudellisia ja laadullisia tietoja, vaatimuksia ja ohjeita. Jotta nimikkeistö toimii tiedonvaihdossa, tulee sen toimia eri tarkkuuksilla. (Rakennustieto Oy 2015, 5.)

Infra-nimikkeistöjärjestelmään kuuluvat hankeosanimikkeistö, rakennusosa- ja hankenimikkeistö, panosnimikkeistöt, tuotantonimikkeistö sekä lopputuote- ja toimenpidenimikkeistö. (Rakennustieto Oy 2015, 5.) Nimikkeistöjärjestelmä on laadittu alan yhteistyönä ja nimikkeistön kehitystyön tavoitteena on ollut tehdä yleisesti hyväksyttävissä oleva nimikkeistö. Infranimikkeistön tarkoituksena on kattaa infrarakentamisen kaikki keskeiset lopputuotteet, mahdollistaa organisaatiokohtaisten sovellusten teon ja olla rakenteeltaan systemaattinen ja yhteensopiva muiden infrarakentamista sivuavien nimikkeistöjen kanssa. (Rakennustieto Oy 2015, 5.)



Kuva 10. Infra-nimikkeistöjen kytkeytyminen toisiinsa sekä infrahankkeen eri osapuolet. (mukailtu Rakennustieto Oy 2015, 8.)



Kuvassa 10 on esitetty eri nimikkeistöjen kytkeytyminen toisiinsa ja mitä nimikkeistöjä kukin infrahankkeen osapuolista käyttää. Lisäksi kuvassa on esitetty, mitkä nimikkeistöt ovat jaoteltu osiin toiminnallisten vaatimusten mukaan ja mitkä taas teknisten toimivuusvaatimusten mukaan. Tilaaja ja suunnittelija saattavat käyttää kaikkia mahdollisia nimikkeistöjä. Urakoitsija käyttää pääosin rakennus-, tuotanto- ja panosnimikkeistöjä Kustannuslaskennan näkökulmasta käytetyt nimikkeistöt ovat rakennusosa- ja hankeosanimikkeistöt, kun taas kustannuslaskennan mallintamisen kannalta edellä mainittujen lisäksi tarvitaan tuoteosanimikkeistöä sekä tuotanto- ja panosnimikkeistöä mallintamisen apuna.

## 4.1 Hankeosanimikkeistö

Hankeosanimikkeistössä ositellaan infrahankkeen toiminnallisesti itsenäiset osat eli hankeosat. Sen käyttö painottuu infrahankkeen alkuvaiheen suunnitteluun, jossa tehdään suurin osa kustannuksiin vaikuttavista päätöksistä. (Rakennustieto Oy 2012, 1.) Hankeosanimikkeistöä voidaan kuvata toiminnallisena nimikkeistönä (Liukas 2020). Tällä tarkoitetaan, että nimikkeistö on jaettu osiin toiminnallisten vaatimusten mukaan.

Rakennustieto Oy:n (2012a, 1) hankeosanimikkeistön johdannossa todetaan, että infrastruktuuri on laaja-alainen, minkä takia sen hallinnointivastuut ovat hyvin hajautuneet, muun muassa yksityisellä ja julkisella puolella, eikä hankeosittelu ole vakiinnuttanut asemaan kaikilla toimialoilla (Rakennustieto Oy 2012a, 1).

Hankeosanimikkeistöä käyttävät tilaajat, suunnittelijat, kustannusasiantuntijat sekä tuote- ja rakennemallien käyttäjät. (Rakennustieto Oy 2015, 8). Hankeosanimikkeistöä voidaan kuvailla infrahankkeen tarpeen ja tilaajan tavoitteiden kuvaamisen välineenä (RIL 2006, 26), mikä on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Hankeosanimikkeistö tarpeen ja tilaajan tavoitteiden kuvaamisen välineenä (RIL 2006, 26).

Infra 2011 Hankeosanimikkeistöön on määritelty väylä- ja kunnallistekniikan infrastruktuurin hankeosat ja muita toimialoja koskevat keskeiset hankeosat. Hankeosanimikkeistöstä puuttuu muun muassa energia-, sähkö- ja tietoliikennetoimialojen sekä satama- ja lentokenttätoimialojen hankeosat. (Rakennustieto Oy 2012a, 2.) Talonrakennusalalla hankeosanimikkeistöä vastaa yleinen tilanimikkeistö (Rakennustieto Oy 2015, 9).

Hankeosanimikkeistö on jaettu neljään osaan:

1. tilat,
2. alueet,
3. rakenteet ja
4. järjestelmät.

Tiloiksi on määritelty oleskelua tai toimintaa varten osoitetut tilat. Alueiksi hankeosanimikkeistössä on määritelty liikennettä, oleskelua tai toimintaa varten osoitetut alueet. Rakenteita ovat tiloihin ja alueille sijoittuvat rakenteet, kuten sillat, melunsuojarakenne ja hidasterakenteet. Järjestelmiä ovat tilojen ja alueiden käyttöä palvelevat järjestelmät, joita ovat vesihuollon järjestelmät, energiansiirtojärjestelmät, tietoliikenneverkot, huoltojärjestelmät ja informaatiojärjestelmät. (Rakennustieto Oy 2012a, 2-3.) Hankeosanimikkeistössä ei ole otettu kantaa hanketehtäviin. Ne ovat esitetty rakennusosa- ja hankenimikkeistössä.

## 4.2 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö

Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä käytetään kuvaamaan suunnittelun lopputulosta ja laadullisia vaatimuksia sekä kaikkia infra-alan lopputuotteita. Hanke mallinnetaan määrinä ja kustannuksina nimikkeistön avulla. "Lisäksi nimikkeistö muodostaa tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välisen sopimusperustan." (Rakennustieto Oy 2015, 9.)

Nimikkeistön pääryhmät tällä hetkellä ovat:

1. maa- ja pohja- ja kalliorakenteet,
2. päällyys- ja pintarakenteet,
3. järjestelmät,
4. rakennustekniset rakennusosat ja
5. hanketehtävät

Rakennusosa- ja hankenimikkeistön päivitys on käynnissä ja sen aloitustyöt ovat vuonna 2020-21. Ehdotus nimikkeistön muutoksista tulee ottamaan huomioon InfraBIM-nimikkeistötarpeet sekä taitorakenteiden, geotekniikan, vesihuollon, maisemarakentamisen, liikuntapaikkarakentamisen ynnä muiden eri tekniikkalajien nimikkeistötarpeet. Hanketehtävät tulevat poistumaan nimikkeistöstä omaksi nimikkeistöksi. Työssä pyritään ottamaan huomioon rakenteiden koko elinkaari suunnittelusta, rakentamiseen, kunnossapitoon, omaisuuden hallintaan sekä rekistereihin. Edellä mainittu tieto on peräisin 18.1.2021 järjestetystä infranimikkeistö-työpajasta.

## 4.3 Muut Infra-nimikkeistöjärjestelmän nimikkeistöt

### Toimenpide- ja lopputuotenimikkeistöt

”Toimenpidenimikkeistö jäsentee infrarakentamisen toiminnot yleisellä tasolla.” Sen pääasiallinen käyttötarkoitus palvelee tilaajan budjetointia ja kustannusseuranta. Muita käyttötarkoituksia voivat esimerkiksi olla tilaajan sisäinen menoseuranta, lakien, määräysten ja standardien ylläpito, ylläpidon urakka-asiakirjojen tehtävien jäsentely sekä tilastointien ja vertailujen luokittelu. (Rakennustieto 2012b, 2.) Lopputuotenimikkeistössä infrahankkeet jäsenellään niiden käyttötarkoituksen mukaisesti (Rakennustieto 2015, 11).

### Tuotantonimikkeistö

Tuotantonimikkeistössä hanke ositellaan tuotannon kannalta. Tuotantonimikkeistön ”nimikkeet kuvaavat rakennusosien ja palvelujen tuottamiseen tarvittavat työt ja työvaiheet.” Tuotantonimikkeet ovat erityyppisiä ja yhden ryhmän muodostavat toisiaan kiinteästi seuraavat työvaiheet. Toisena ryhmänä voidaan pitää yhden rakennusosan muodostamat valmistuskokonaisuudet. Tuotantonimikkeistöä voidaan ennen kaikkea pitää urakoitsijan työvälineenä. (Rakennustieto 2015, 10.)

### Panosnimikkeistö

Panosnimikkeistöön kuuluvat osat ovat perusosittelun alimmalla tasolla. Tämä tekee panosnimikkeistön yksityiskohtaisimmaksi nimikkeistöksi. Panokset voidaan jaotella osanimikkeiksi seuraavan kaltaisesti:

- palkkaryhmittely tai ammattinimikkeistö
- kalustonimikkeistö ja rakennustuotenimikkeistö

Kalustonimikkeistöön kuuluvat kuljetus- ja siirtovälineet sekä rakennuskoneet ja -laitteet. Rakennustuotenimikkeistöön kuuluvat materiaalit, rakennustarvikkeet, teollisesti valmistetut rakennusosat. (Rakennustieto 2015, 10.)

## 4.4 InfraBIM-nimikkeistö

InfraBIM-nimikkeistö ei suoranaisesti ole osa Infra-nimikkeistöjärjestelmää, mutta se perustuu Infra-nimikkeistöjärjestelmässä olevaan rakennusosanimikkeistöön ja laajentaa rakennusosanimikkeistöä. InfraBIM-nimikkeistön numerointi- ja nimeämiskäytännöt ovat yhteneväisiä rakennusosanimikkeistön kanssa. Yhteneväisten käytäntöjen on tarkoitus palvella ”infrarakenteita ja -malleja koko elinkaaren ajan sen eri vaiheissa”. (BuildingSMART Finland 2018, 4.)

InfraBIM-nimikkeistö on periaatteessa jaettu kuuteen osaan, jos johdannon ja ohjeet rajataan pois. InfraBIM-nimikkeistö on jaettu seuraavan kaltaisesti:

1. rakennepintojen mallikuvat
2. taiteviivat
3. geometrialinjat
4. maastomallin ja maaperämallin koodit
5. vesihuollon järjestelmät, attribuutit
6. rakennepintataulukko

Osiossa rakennepintojen mallikuvat on esitetty erilaisten tapausten mallikuvia rakennepintoineen ja taiteviivoineen. Toisessa osiossa on esitetty eri väylämuotojen taiteviivat. Jokaiselle taiteviivalle on annettu koodi ja nimi. Kolmannessa osiossa eri geometrialinjoille on annettu koodi ja sitä vastaava nimi. Osiossa neljä on esitetty maastomallin ja maaperämallien koodit. Jokaiselle mallille on annettu pinta-koodi, kuvaus ja lisätiedot. Vesihuollon järjestelmät, attribuutit-osissa on esitetty eri rakenteille attribuutteja vastaavat Inframodel-vastineet. Viimeisessä osiossa, rakennepintataulukossa, on esitetty rakennusosanimikkeistöä vastaavat rakennusosat yhteneväisillä numerointi- ja nimeämiskäytännöillä. (BuildingSMART Finland 2018.)

## 5 Kustannusten hallinta ja ohjaus

Kustannushallinta kattaa kustannusohjatun suunnittelun, kustannusarvion laadinnan sekä riskiarvioiden ja herkkyystarkasteluiden tekemisen. Kustannushallinnan tulisi olla jatkuvaa, hallittua ja päämäärätietoista. Kustannushallinta on keskeinen määrärahojen arvioinnissa budjetteja, ohjelmia ja hankintoja varten. (Liikennevirasto 2013, 8-9.) Kustannusten hallintaa ajatellaan onnistuneena, kun hankkeen kustannuspuite on realistinen ja kustannusten hallinta toteutuu koko hankkeen läpi (Talonstrakennusteollisuus ry Oy 2018, 6). Kustannustavoitteesta poikkeaminen vaatii erillisen päätöksen ja perustellun syyn. Kaikki käytetyt menettelyt ja niissä tehdyt oletukset kustannusten hallinnassa tulee dokumentoida, mikä mahdollistaa laskentojen tarkistamisen, niiden muuttamisen tarvittaessa ja suunnitteluvaiheesta toiseen tapahtuvan jatkuvan kustannusten hallinnan. (Liikennevirasto 2013, 9.)

Suunnittelun edetessä kustannustavoite päivittyy kustannusarvioksi. Alkuvaiheessa on laadittu kustannustavoite, joka ohjaa suunnitteluratkaisuja. Tämän jälkeen laaditaan hankkeen eri vaihtoehdoille kustannusarviot, Kustannusarvioluonnos laaditaan suunnitelmien luonnosvaiheessa. Kun suunnitelma on viimeistelyvaiheessa, hankkeelle kootaan kustannusarvio. Se tulee päivittää aina, kun hankkeen laajuus tai sisältö muuttuu tai kun siirrytään suunnitteluvaiheesta toiseen. (Liikennevirasto 2013, 10.)

Kustannusten hallinta dokumentoidaan muistioon, jossa sen lähtökohdat, oletukset ja tulokset esitetään kaikissa suunnitteluvaiheissa. Kustannushallinnan muistion runko on seuraavan kaltainen (Liikennevirasto 2013, 11):

- hankkeen lähtökohdat, laajuus ja laatutaso
- kustannuslaskennan menettelyt ja oletukset
- vaihtoehtojen vertailukustannukset
- kustannuslaskentojen tulokset
- kustannusriskitarkastelut
- herkkyystarkastelut
- hankkeen kustannus- ja määräraha-arvio

Kustannusten ohjausta voidaan luonnehtia päätösten tekemiseksi, johon kuuluu tavoitteiden asettaminen hankkeelle ja sisällön ja taloudellisuuden ohjauksen varmistamista sisällölle sekä sisällöllisten ja taloudellisten tavoitteiden varmistamista (RIL 2006, 16). Kustannuslaskenta voidaan jakaa esisuunnitteluvaiheeseen sekä rakennussuunnitelma- ja tuotantovaiheeseen. Esisuunnitteluvaiheessa tilaaja asettaa hankkeelle puitteet sekä tilaaja tai hänen alaisuudessaan työskentelevät konsultit ennustavat kustannuksia. Rakennussuunnitelmavaiheessa ohjataan kustannuksia ja tuotantovaiheessa toteutetaan hankelaskenta. Hankelaskenta jakautuu tarjouslaskentaan, tuotantolaskentaan, tuotannon suunnitteluun, työnaikaiseen tarkkailuun ja jälkilaskentaan. (Lindholm & Junnonen 2012, 37.)

Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä:

- ohjelmatekijät
- olosuhteet
- suunnitelmaratkaisut
- ominaisuuksien suhde korjattavaan rakenteeseen
- toteutusmuoto

- suhdannetilanne
- aikataulu

Kustannuseroja, jotka suunnitteluratkaisut aiheuttavat, syntyvät pienistä tekijöistä. Näiden kustannusvaikutus voi olla suuri, minkä takia on kiinnitettävä huomiota kaikkiin rakennusosiin kustannuksia ohjattaessa. Lisäksi kustannuksiin vaikuttaa infra-kohteen yleisratkaisu, varuste- ja viimeistelytaso, järjestelmien määrä ja kalteus sekä rakenne- ja tuotantotekniset ratkaisut. ”Päätöksentekijän ei tarvitse hyväksyä suunnitteluratkaisusta aiheutuvia kohtuuttomaksi katsomiaan kustannuksia.” Hankeosalaskelmalla saadaan arvio hankkeen kustannustavoitteesta, kun hankkeelle on asetettu laajuus ja laatutaso. Rakennusosalaskelmalla havaitaan suunnitteluratkaisujen vaikutukset ja saadaan arvio suunnitelmaratkaisujen mukaisista kustannuksista. (Lindholm & Junnonen 2012, 38; RIL 2006, 19.)

Kustannussuunnittelu kuuluu rakennustaloustaloustuntijan tehtäväksi hankkeen kaikissa vaiheissa. Tehtäviin kuuluu kustannusvaikutusten määrittäminen ja laskeminen eri vaihtoehdoille sekä taloudellisesti vaikuttavien tekijöiden etsiminen pyrkien estämään näistä aiheutuvia turhia tai kohtuuttomia kustannuksia. Rakennustaloustaloustuntija käyttää kustannuslaskentaa kustannusten hallinnan ja ohjauksen apuvälineenä hankkeen kaikissa vaiheissa. (RIL 2006, 15.)

Väyläviraston ohjeen, Väylähankkeiden kustannushallinta, päivitystyö on tällä hetkellä käynnissä.

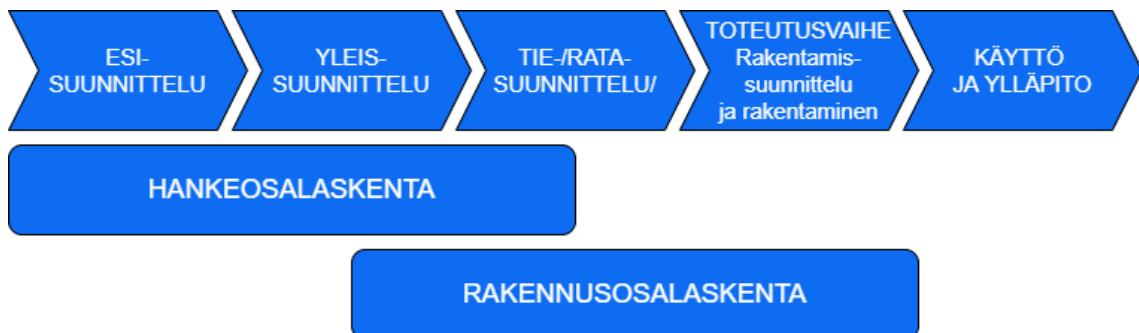
## 5.1 Hankearviointi ja hyöty-kustannusanalyysi hankeosalaskennan sekä kustannusten ohjattavuuden kannalta

Hankkeiden kannattavuutta arvioidaan eri tavoin. Hankearvioinnin perusteella tuotettua tietoa tarvitaan suunnittelussa tehtäviin valintoihin sekä hankkeen ohjelmointiin ja rahoitusta käsittelevään päätöksentekoon (Väylävirasto 2020, 11). Yksittäisten liikenneväylähankkeiden vaikutusten arviointiin sisältyy hankkeen lähtökohtien, tavoitteiden ja vaikutusten kuvaus, vaikuttavuuden arviointi, kannattavuuslaskelma, toteutettavuuden arviointi, päätelmät sekä seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelma. Liikenneväylähankkeiden vaikutusten arviointi on lain liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005) ja ratalain (110/2007) mukaisia. ”Hankearvioinnin tulokset esitetään erillisenä raporttina tai osana suunnitelmaraporttina.” (Väylävirasto 2020, 7, 12-13.)

Hyöty-kustannusanalyysi on yhteiskunnallisen päätöksenteon apuväline sekä yksi hankearvioinnin työkaluista. Analyysin avulla määritetään annetun projektin tai kaavaillun toimenpideohjelman toteuttamisen yhteiskunnallinen kannattavuus. Kannattavuudella tässä yhteydessä tarkoitetaan, ylittävätkö suunnitellusta projektista saadut hyödyt sen kustannukset. Hyöty-kustannussuhde saa arvon yksi, kun hankkeen yhteiskuntataloudelliset hyödyt ovat yhtä suuret kuin investointikustannukset. Hanketta pidetään yhteiskuntataloudellisesti kannattavana, jos hankkeen hyöty-kustannussuhde on suurempi kuin yksi. (Väylävirasto 2020, 30.) Hyöty-kustannussuhde ei ota huomioon kaikkia hankkeen vaikutuksia. Tämän takia ei tarkoita, ettei hanke ole kannattava, hyöty-kustannussuhteen jäädessä alle yhden. Päinvastoin hyöty-kustannussuhteen ollessa yli yhden, ei hanke välttämättä ole kannattava. (Väylävirasto 2021.)

## 6 Hankeosalaskenta, tuoteosalaskenta ja rakennusosalaskenta

Hanke- tuote- ja rakennusosalaskenta ovat kaikki kustannushallinnan välineitä, joilla lasketaan hankkeille kustannustavoitteita tai –arvioita. Kuvassa 12 on esitetty hanke- ja rakennusosalaskennan sijoittuminen väylä-/infrahankkeiden eri vaiheisiin. Hankeosalaskenta sijoittuu selkeästi hankkeiden varhaisiin vaiheisiin, kun taas rakennusosalaskenta hankkeiden myöhäisempiin vaiheisiin.



Kuva 12. Hanke- ja rakennusosalaskennan sijoittuminen infrahankkeiden eri vaiheisiin.

### 6.1 Hankeosalaskenta

Hankeosalaskenta on tavoitekustannuksen asettamisen ja kustannusohjauksen väline. Hankeosalaskennalla ei pyritä hinnoittelemaan suunnitelman mukaisia ratkaisuja, vaan hankeosamalli mallintaa kustannukset laajuuden, olosuhteiden ja tavoitelaatutason pohjalta. Hankeosalaskennassa hinnoiteltavat hankeosat ovat itsenäisiä kokonaisuuksia, joille määritetään mitat, olosuhteet ja laatu. (RIL 2006, 43.) Hankeosalaskennassa tulisi mallintaa suurempia kokonaisuuksia kuin yksittäisiä rakennusosia puutteellisista ja epävarmoista lähtötiedoista.

Hankeosalaskenta on menetelmä, jota käytetään yleisesti varhaisten vaiheiden kustannusarvioiden laadinnassa, ja joka on lähinnä hankesuunnittelun apuväline (RIL 2006, 43). Toisaalta hankeosalaskentaa käytetään pääsääntöisesti yleissuunnitelmavaiheen kustannusarvion laadinnassa, mikäli kustannuserien suunnittelutarkkuus ei ole riittävä rakennusosalaskentaan (Väylävirasto 2013, 24). Manninen (2009, 68) toteaa väitöskirjassaan, että hankeosalaskelmamenetelmällä saadut kustannuslaskelmat ovat suhteellisia, ja niiden tehtävänä on vaihtoehtojen keskinäinen kustannusvertailu eikä esittää absoluuttista kustannusarviota.

Hankeosa-arvion laadinta koostuu seuraavista vaiheista (RIL 2006, 32):

- hankeosittelu
- hankeosien määrrien mittaaminen
- hankeosaluettelon laadinta
- tyyppihankeosien laadinta
- hankeosien hinnoittelu
- hanketekijöiden kustannusvaikutusten arviointi

- hankepalveluiden kustannusarviointi
- muiden kustannusten määrittäminen
- raportointi.

*"Hankeosalaskentaan on sisällytettävä koko suunnittelualueen laajuus"*  
(Väylävirasto 2013a, 18).

### **6.1.1 Hankeosalaskennan tämänhetkinen työkalu**

Tällä hetkellä hankeosalaskennan työkaluna käytetään Foren Holaa, jolla hinnoitellaan hankkeen tavoite ja arvioidaan alkuvaiheen kustannusarviointi. Fore on Rapal Oy:n kehittämä kustannuslaskentaohjelmisto, jolla voidaan laskea kustannuksia infrahankkeille. (Rapal 2021.)

Foren holassa on 250 hankeosamallia, jotka perustuvat rakentamisen käytäntöihin ja joiden taustalla käytetään Rolan panosrakenteisia rakennusosia. Holassa kustannusarvio laaditaan hankkeen ominaisuustietojen perusteella, ja sillä voi analysoida vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannuseroja. (Rapal Oy 2021.)

Holassa käyttäjä määrittelee hankkeelle ominaisuustiedot: hankkeen laajuus ja laatuso, vaikuttavat olosuhdetekijät, muut halutut erikoisominaisuudet sekä riskit ja varaukset. Laskenta alkaa perustietojen syöttämisellä, kuten aluekerroin, laskelman hintataso ja hankeosien oletuskuljetusmatkat. Tämän jälkeen Holaan syötetään hankeosien määrät ja hankeosakortin kautta otetaan kantaa hankeosan ominaisuuksiin. Näiden tietojen perusteella HOLA antaa tavoitekustannuksen hankeosalle hyödyntämällä tuoterakenteita ja hinnastoja. Laskelman lopussa otetaan kantaa hanketehtävien kustannuksiin. (Rapal Oy 2011, 4-5.) Hanketehtäviä ovat tilaajatehtävät ja urakoitsijan työmaatehtävät.

Holassa työmaatehtävät ovat sisällytetty hankeosien kustannuksiin, mutta hanketehtävät ja tilaajatehtävien kustannukset esitetään erikseen (Väylävirasto 2013, 19). Tieshankeita laskettaessa Holalla on otettava huomioon, etteivät hankeosat "sisällä esimerkiksi suunnittelu, ohjelmointia ja käyttöönoton kustannuksia." Nämä tulee "laskea erikseen eikä niitä saa sisällyttää hanketehtäviin." (Väylävirasto 2013, 26)

Holassa kustannusten raportointi hankkeessa voidaan esittää ryhmittäin tai nimikkeistöittäin. Raportit ovat nimetty "Kustannusarvio ryhmittäin", "Kustannusarvio nimikkeittäin" ja "Kustannusarvio tuoteosittain". Lisäksi "ryhmä- ja nimiketasot voidaan esittää erillisen suodatuksen avulla." (Rapal Oy 2011, 9-10.)

## **6.2 Tuoteosalaskenta**

Tuoteosalaskenta ei ole vakiintunut infra-alalla, joten sille ei ole kuvattu standardeitua tapaa. Talopuolella tuoteosalaskenta on menetelmä, jossa määränimikkeet käsitellään tuoteosittain. Menetelmää käytetään, kun hinnoitellaan rakennusosaa suurempia tuoteosakaupan mukaisia kokonaisuuksia. Tällöin määräluettelo sisältää eri tasoisia nimikkeitä eli suorite, rakennusosa tai tuoteosa. Tuoteosalaskentaa käytetään, kun tuoteosiin perustuvalla kustannuslaskentamallilla määritetään rakennuskustannusten puitehinta. (Rakennustieto Oy 2018, 44-45.)



## 6.3 Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskenta on menetelmä, jossa lasketaan hankkeelle kustannukset, kun rakennusosien määrät ovat selvillä (Väylävirasto 2013a, 18). Menetelmää voi käyttää, kun laaditaan kustannusarvioita suunnitteluvaiheessa, tarjouslaskennassa sekä hankinnan vertailulaskelmissa. Lisäksi sitä voidaan käyttää ”myös eri suunnitteluratkaisujen kustannusvertailussa ja toteuttajan tarjous- ja omakustannehinnan määrittämisessä. (Rakennustieto Oy 2018, 42.) Rakennusosien määrät saadaan valmiista suunnitelmista ja tietomalleista, ja niiden määrätiedot on kerättävä huolellisesti. Määrät eivät saa tulla laskentaan mukaan useaan kertaan, minkä takia eri tekniikkalajien kesken on sovittava rajaukset. Jos kaikista rakennusosista ei ole saatavilla määrätietoja, on käytettävä hankeosalaskentaa. (Väylävirasto 2013a, 18; Rakennustieto Oy 2018, 42.)

Rakennusosalaskelmassa infra-alan rakennusosat on kuvattu rakennusosa- ja hankemikikeistö määramittausohjeen (InfraRYL) mukaisesti. Yksikkökustannusten sisällön on vastattava hinnoiteltavan rakennusosan sisältöä, jotta voidaan varmistaa laskelmien luotettavuus ja kattavuus. Rakennusosalaskennan eduiksi voidaan laskea kohtuullinen työmäärä, tarkkuuden riittäminen tarjouslaskennan perustaksi, jos rakennusosat on eritelty huolella ja kustannuksien vertailukelpoisuus vastaavanlaisiin hankkeisiin suhteellisten määrien avulla. Lisäksi rakennusosalaskennan hyviksi puoliksi voidaan laskea, että sen taso vastaa yrityksen mukaista hyvää suoritustasoa, laskentatyö vähenee, kun rakennusosalaskelmaa ja rakennusosarakenteita voidaan käyttää tuotantolaskennan perustana sekä rakennusosalaskelma voidaan myös tehdä puutteellisista suunnitelmista huolimatta yrityksen rakennusosarakennetiedon avulla. (Rakennustieto Oy 2018, 42-44.)

Rakennusosalaskennan oikean kustannustason luotettavuutta voidaan arvioida laatimalla hankeosalaskenta. Jos tulokset poikkeavat merkittävästi, on määrätiedot varmistettava. (Liikennevirasto 2013, 15.)

## 7 Tietomallintaminen eli inframallintaminen

Infra-alalla tietomallintamisesta käytetään termiä inframallintaminen. Inframallintamisen tavoitteena on tukea suunnittelun ja rakentamisen laatua sekä tehokkuutta, turvallisuutta ja kestävän kehityksen mukaisia hanke- ja elinkaari prosessien tukemista. Inframalleja olisi tarkoitus päästä hyödyntämään koko infrakohteen elinkaaren ajan. Inframallintaminen mahdollistaa muun muassa investointipäätöksiä tuen vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia sekä havaitsemalla riskejä sekä eri tekniikkalajien yhteensovittamisen ja energia-, ympäristö-, ja elinkaarianalyysien vertailun suunnittelun kunnossapidon tavoite-seuranta varten. Lisäksi inframallintaminen mahdollistaa suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen. (BuildingSMART Finland 2019, 14.)

Tavoitetilanteessa mallipohjainen suunnittelu alkaa mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa ja tämän jälkeen suunnitelma kulkee mallimuotoisena vaiheesta toiseen täydentyen. Suurimmat hyödyt tavoitetaan, kun mallia ei tarvitse luoda uudestaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa. Vielä toistaiseksi mallien hyödyntäminen jatkosuunnittelussa on haasteellista formaattien puutteellisuuden ja ohjelmistojen rajoitteiden takia. (BuildingSMART Finland 2019, 15.)

Inframallintamisen päätehtävät ovat ohjaus ja koordinointi, lähtöaineiston hankinta ja harmonisointi, suunnittelu ja tekniikkalajien yhteensovitus, vuorovaikutus ja yhteistyö, laadunvarmistus sekä rakentaminen. Ohjaukseen ja koordinointiin kuuluu mallinnuksen aikataulut, valvonta ja ohjaus. Lähtöaineiston hankinnassa ja harmonisoinnissa lähtötiedot hankitaan eri lähteistä sekä muokataan ja dokumentoidaan lähtöaineistoluetteloon. Suunnittelussa ja tekniikkalajien yhteensovittamisessa on tärkeää, että yhdistelmämallin kokoamiseen ja tiedon välittämiseen on sovittu yhteiset pelisäännöt. Rakentamisen aikana inframalleja voidaan hyödyntää mittauksessa, työkoneohjauksessa sekä rakentamisen resursoinnissa ja aikataulutuksessa. Vuorovaikuttaminen ja yhteistyö tehostuvat, kun inframallit ovat käytössä ja suunnitelmaratkaisujen hahmottaminen selkeytyy. (BuildingSMART Finland 2019, 22.) Laadunvarmistuksessa tavoitteen on, että tieto tuotetaan hankkekohtaisten ja alan yleisten vaatimusten mukaisesti vaiheesta toiseen (BuildingSMART Finland 2019, 29). Palveluntuottaja tekee jatkuvaa laadunvarmistusta ja dokumentoi itselleluovutuksen. Tilaaaja voi käyttää ulkopuolista teknistä asiantuntijaa inframallien laadunvarmistukseen. (BuildingSMART Finland 2019, 22.)

Erityyppisistä ja -kokoisista hankkeista tehdään selvityksiä hankkeen alkuvaiheissa. Tarkkojen ja kaikissa kohteissa pätevien mallinnusohjeiden antaminen on vaikeaa hankkeiden ollessa heterogeenisiä. Lisäksi tuotettava aineisto voi vaihdella tapauskohtaisesti. Esisuunnitteluvaiheessa pääpaino on vaihtoehtoverailujen havainnollistamisessa ja sidosryhmätyöskentelyssä. Tässä vaiheessa tehty malli voi usein toimia kaavoituksen lähtötietona mallin sisältäessä tietoja esimerkiksi metatietoja kustannuksista, ympäristövaikutuksista, riskienhallinnan tuottamaa tietoa kohteesta sekä muita hankkeeseen vaikuttavia tietoja. Lähtötietoaineistosta voi löytyä myös tietoa suunniteltavan alueen ympäristön nykytilasta. (BuildingSMART Finland 2019, 17.)

Yleissuunnitelmavaiheessa tehdään päätös hyväksymiskäsittelyyn menevästä päävaihtoehdosta. Vaiheen tavoitteena on mallintaa päävaihtoehdot sekä niiden vaikutukset paremman kustannus- ja vaikutusarvioinnin, yhteensopivuuden varmistamisen ja vaihtoehtojen helpomman havainnollistamisen vuoksi. Vaihtoehtoja kuvaavien mallien tarkkuus tulee harkita hankekohtaisesti. (BuildingSMART Finland 2019, 17.) Liian tarkka mallinnus tässä vaiheessa on vain ylimääräistä työtä suhteessa siitä saatuihin etuihin.

Inframallin käyttötarkoituksia hankkeen alkuvaiheissa voi esimerkiksi olla visualisointi, hankkeen sisäinen kommunikointi ja tiedonvaihto sekä päätöksenteon tukeminen, kommunikointi ulkopuolisten sidosryhmien kanssa, kustannusten hallinta ja määrälaskenta sekä hankintojen laadun paraneminen. (BuildingSMART Finland 2019, 15.)

Tietomallintaminen on viime aikoina kehittynyt nopeaa tahtia ja tavoitteena on saada tietomallintaminen hankkeeseen käyttöön mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tietomallintamisesta on tehty useita opinnäytteitä, joissa on tutkittu tietomallintamisen erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia. Yksi uusimmista opinnäytteistä on Anni Heilalan (2020) diplomityö, jossa on tutkittu tietomallipohjaista kustannuslaskentaa infra-alalla, tarkemmin tiedonsiirtoa kustannuslaskenta- ja suunnittelujärjestelmien välillä. Useiden muiden tietomallintamista käsittelevien opinnäytteiden (Saarnikko 2016; Inkiläinen 2017) tuloksissa todetaan, ettei tietomallintamista päästä hyödyntämään kunnolla ilman yhteensopivia nimikkeistöjä ja standardeja. Lisäksi opinnäytteissä (Saarlo 2017; Tuominen 2018) mainitaan, että tietomallintaminen on hyödyllinen työkalu, mutta tämänhetkiset tietotekniset rajoitteet estävät tietomallintamisen täyden hyödyntämisen.

## 8 Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen menetelmänä on käytetty kirjallisuusselvitystä ja asiantuntijoiden haastatteluita puolistrukturoidulla menetelmällä. Kirjallisuusselvityksen tarkoituksena on antaa perusymmärrys tutkimuksen taustalle ja auttaa kohdentamaan tutkielman selvitettäviä aiheita. Päättökäsimenetelmänä on käytetty teemahaastatteluita, joiden avulla on tarkoitus kerätä infra-alan asiantuntijoilta tietoa.

### 8.1 Kirjallisuusselvitys

Diplomityön kirjallisuusselvitys kattaa laajasti teoriaa infrahankkeiden vaiheista, nimikkeistöistä sekä kustannusten hallinnasta hankeosalaskennan lisäksi. Kaikesta muusta paitsi infra-alan hankeosalaskennasta löytyi laajasti eri kirjallisuutta. Hankeosalaskennasta kirjallisuutta löytyi muutamista eri lähteistä, joita esimerkiksi ovat:

- Kankaisen ja Junnosen Infrarakentamisen nimikkeistöt, esiselvitys
- Kankaisen ja Kemppisen Infra-nimikkeistöjärjestelmä.
- RIL 231-1-2006 Infrarakentamisen kustannushallinta
- Kankaisen ja Savolaisen Infra-nimikkeistöjärjestelmä ja sen käyttö
- Rakennustiedon Hankeosanimikkeistö ja INFRA 2015 Rakennusosa- ja hanke-nimikkeistö ja määrämittaushje
- Lindholmin ja Junnosen Infrahankkeen tuotannonhallinta

Kaikki nämä edellä mainitut lähteet hankeosalaskennasta perustuvat ensimmäisenä listattuun Kankaisen ja Kemppisen (ei pvm.) kirjoittamaan teoriaan Infra-nimikkeistöjärjestelmästä sekä RILin (2006) Infrarakentamisen hallintaan, joka osittain myös pohjautuu Kankaisen ja Kemppisen teoriaan sekä Savolaisen (2002) diplomityöhön. Maininnan arvoisena on myös, että hankeosalaskennasta on vain suomenkielistä kirjallisuutta, sillä menetelmänä hankeosalaskenta ei ole tunnettu muualla maailmassa. Tästä johtuen hankeosalaskennasta ei ole kunnollista englanninkielistä termiä. Fore on käyttänyt hankeosalaskennasta englanninkielistä termiä "project part calculation".

### 8.2 Tutkimusstrategioita ja strategia tutkimuksen toteutukseen

Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa varaudutaan siihen, että ongelma saattaa muuttua tutkimuksen edetessä. Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus, joka jakautuu selvemmin erottuviin vaiheisiin, asettaa selvemmin näkyviin tutkimusongelmat (Hirsjärvi 2007, 122.)

Kolme perinteistä tutkimusstrategiaa:

1. kokeellinen tutkimus
2. survey-tutkimus
3. tapaustutkimus

Lyhyesti, kokeellisessa tutkimuksessa mitataan yhden käsiteltävän muuttujan vaikutusta toiseen; Survey-tutkimuksessa kerätään tietoa standardoidussa muodossa joukolta ihmisiä; Tapaustutkimuksessa kerätään yksityiskohtaista, intensiivistä tietoa yksittäisestä tapauksesta tai pienestä joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia. (Hirsjärvi 2007, 130.)

**Kokeellinen tutkimus:** tietystä populaatiosta valitaan näyte. Näytettä analysoidaan erilaisten koejärjestelyjen valossa, harkitusti ja systemaattisesti olosuhteita muunnellen. Koejärjestelyitä suunniteltaessa tulee suunnitella, miten saadaan aikaan muutos yhdessä tai useammassa muuttujassa. Muutokset mitataan numeerisesti ja muut muuttujat kontrolloidaan. Tavallisesti kokeellisissa tutkimuksissa testataan hypoteesia. (Hirsjärvi 2007, 130.)

**Survey-tutkimus:** tietystä ihmisjoukosta poimitaan otos yksilöitä, josta kerätään aineisto jokaiselta yksilöltä strukturoidussa muodossa. Tavallisesti käytetään kyselylomaketta tai strukturoitua haastattelua. Kerätyn aineiston avulla pyritään kuvailemaan, vertailemaan ja selittämään ilmiöitä. (Hirsjärvi 2007, 130.)

**Tapaustutkimus:** valitaan yksilöity tapaus, tilanne tai joukko tapauksia. Kohteenä voi olla yksilö, ryhmä tai yhteisö. Tapaustutkimuksessa kiinnostuksen kohteena useinkin prosessi. Yksittäistapausta tutkitaan yhteydessä ympäristöönsä (luonnollisissa tilanteissa), josta yksittäistapaus on osa. Aineistoa kerätään usein metodeja käyttämällä, muun muassa havainnoin, haastatteluin ja dokumentteja tutkien. Tavoitteena tyypillisimmin ilmiöiden kuvailu. (Hirsjärvi 2007, 130.)

Tämä tutkimus on laadullinen tutkimus, jonka strategiana on tapaustutkimus. Tutkimuksessa kerätään tietoa eri osaamisalan infra-alan asiantuntijoilta hankeosalakennasta ja miten se tulisi jatkossa toteuttaa.

## 8.3 Haastattelumenetelmiä ja menetelmä tutkimuksen toteutukseen

Haastattelu on joustava menetelmä, joka sopii monenlaisiin erilaisiin tutkimusmenetelmiin. Haastattelun suora kielellinen vuorovaikutus tutkittavan kanssa luo mahdollisuuden suunnata tiedonhankintaa itse tilanteessa. Lisäksi haastatteluissa haastateltavalle annetaan mahdollisuus tuoda esille itseään koskevia asioita ja haastattelut luovat myös mahdollisuuden selvittää ja syventää vastauksia pyytämällä perusteluja vastauksille tai kysymällä lisäkysymyksiä. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 34-35.)

Haastattelut voidaan jakaa strukturoimattomaan haastatteluun, puolistrukturoituun haastatteluun sekä lomakehaastatteluun. Strukturoituja haastatteluja voidaan kutsua myös lomakehaastatteluiksi. Lomakehaastattelussa kysymysten ja väitteiden muoto sekä esittämisjärjestys on täysin määrätty. Lisäksi oletetaan, että kaikilla kysymyksillä on sama merkitys kaikille, mikä luo lomakehaastattelujen vaikeudeksi kysymysten muotoilun, jotta ne ovat yksiymmärteisiä kaikille. Strukturoimattomissa haastatteluissa kysymykset ovat avoimia ja haastattelijan päätehtävänä on syventää vastauksia ja rakentaa haastattelun jatko näiden varaan. Puolistrukturoituja haastatteluja voidaan kutsua myös teemahaastatteluiksi. Teemahaastatteluissa kysymysten muoto on sama kaikille, mutta haastattelijalla on vaihtelua kysymysten järjestystä. Keskeistä teemahaastatteluissa on, että haastattelu

kohdennetaan tiettyihin teemoihin, ja haastattelu etenee näiden keskeisten teemojen varassa. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 44-48.)

Koska haastateltavat asiantuntijat edustivat infrahankkeen eri osapuolia (tilaaja, suunnittelija), valikoitui haastattelun muodoksi teemahaastattelut. Riippumatta siitä, mitä infrahankkeen osapuolta haastateltavat edustavat, hankeosalaskennan teemat ovat samoja kaikille. Haastattelun teemoja olivat esimerkiksi lähtötiedot, nimikkeistöt sekä tietomallintaminen.

Haastatteluja varten valmistelin teemoihin liittyviä kysymyksiä, joihin haastateltavat saivat tutustua etukäteen. Haastattelukysymykset löytyvät diplomityön liitteestä 1. Haastattelurungoksi muodostui laaja kokonaisuus kysymyksiä. Osa kysymyksistä oli selkeästi suunnattu enemmän tilaajille ja osa suunnittelijoille. Tästä huolimatta jokainen kysymys esitettiin kaikille haastateltaville, vaikkei ne välttämättä kuuluneet heidän omiin osaamisalueisiin. Lisäksi haastatteluissa esitettiin lisäkysymyksiä, joita ei ole kirjattuna ylös, riippuen haastateltavien vastauksista ja asiantuntemuksesta. Tällä tavalla hankittuihin vastauksiin saatiin perusteluja, mikä auttoi selventämään ja syventämään niitä.

## 8.4 Toteutetut teemahaastattelut

Teemahaastattelu valikoitui tutkimuksen pääsääntöiseksi tutkimusmenetelmäksi ja ne toteutettiin videohaastatteluina loppuvuodesta 2020 vallitsevan koronapandemian takia. Videohaastattelut toteutettiin Microsoft Teams-sovelluksen avulla. Pidetty haastattelut tallennettiin yhtä lukuun ottamatta myöhemmin muistiinpanojen tekemistä varten. Tämän toimintatavan avulla haastattelujen aikana pystyi keskittymään vain haastattelemiseen. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1.

Haastatellut infra-alan asiantuntijat:

5.11.2020	Tarmo Savolainen	Työskentelee Väylävirastossa InfraBIMin johtavana asiantuntijana. Tehnyt diplomityön liittyen hankeosalaskentaan ja on työkokemusta hankeosalaskennasta.
18.11.2020	Ari Mäkelä	Työskentelee Väylävirastossa projektipäällikkönä. Työtehtäviin kuuluu suunnitelmien tilaaminen ja toteuttaminen sekä hankkeen elinkaaren hallinta. Aikaisempi työkokemus urakointiyrityksissä ja tuotannon puolella.
19.11.2020	Heidi Mäenpää	Työskentelee Väylävirastossa radan suunnittelun projektipäällikkönä. Työtehtävinä tarjouspyyntöjen tekeminen konsulttien valintaan, viraston projektien vieminen eteenpäin ja projektien suunnittelujen vastaanottaminen. Aikaisempaan työkokemuksena konsulttina väyläsuunnitelmien tekeminen katurahankkeista moottoritiehankkeisiin yleissuunnitelmavaiheesta rakentamissuunnitelmaan.

- 
- |            |                |   |
|------------|----------------|---|
| 23.11.2020 | Matti Ryyänen  | Työskentelee Väylävirastossa tiensuunnittelun johtavana asiantuntijana. Yhtenä työtehtävänä on suunnittelun ohjaus ja ELY-keskuksien maanteiden suunnittelun ohjaus. Alueisiin kuuluvat Uudenmaan sekä Varsinais-Suomen ELYkeskusten ohjaus.  |
| 30.11.2020 | Mika Lindholm  | Työskentelee Metropoliasa rakentamistalouden yliopettajana. Ollut kehittämässä teoreettista perustaa hankeosalaskennalle ja työskennellyt Rapal Oy:ssä kehittämässä kustannuslaskentaa. Ylipäättänsä ollut pitkään mukana kustannushallinnan prosessissa.   |
| 1.12.2020  | Janne Rantanen | Työskentelee Rapal Oy:ssä infrapuolen liiketoimintajohtajana. Ollut vastuussa Foren liiketoiminnasta vuodesta 2015 lähtien. Työskentelee enemmän omaisuudenhallinnan parissa ja yrittänyt viedä Fore-työkalua siihen suuntaan.  |
| 7.12.2020  | Kirsi Lilja    | Työskentelee Rapal Oy:ssä vanhempana asiantuntijana, rakentamistalousammattilainen. Työtehtäviin kuuluu kustannussuunnittelijan tehtävät väylähankkeissa, pääpainona ratahankkeet. Kustannussuunnittelu on painottunut varhaisiin suunnitteluvaiheisiin.  |
| 10.12.2020 | Peik Salonen   | Työskentelee Espoon kaupungilla kaupunkitekniikkainvestointi osastolla suunnitteluryhmässä. Työtehtäviin kuuluu suunnittelun ohjaus uudishankkeista korjaushankkeisiin. Aikaisemmin ollut Helsingin kaupungilla, jossa laatinut kustannusarvioita kaavahankkeista.  |
| 14.12.2020 | Juha Liukas    | Työskentelee Sitowisellä johtavana konsulttina. Tällä hetkellä työtehtäviin kuuluu infran tiedonhallinnan ja tietomallintamisen edistäminen firma-, kansallisella sekä kansainvälisellä tasolla. Aikaisempana työkokemuksena geosuunnittelua ja ohjelmistokehitystä. Pohjarakennuspuolen DI ja valmistunut 1988 Teknillisestä korkeakoulusta. |
| 17.12.2020 | Anna Elf       | Työskentelee Uudenmaan ELY-keskuksessa projektipäällikkönä. Työtehtävinään teettää tie- ja rakennussuunnitelmia sekä avaa esisuunnitteluvaiheen projekteja. Ennen ELY-keskus aikaa ollut suunnittelukonsultilla töissä, jossa työskennellyt tie- ja rakennussuunnitelmien parissa.  |

## 9 Haastattelujen tulokset

Tässä luvussa käydään läpi haastattelututkimuksen tuloksia. Tuloksien kappaleet on jaoteltu kysymysten teemojen mukaan. Jokaisen haastateltavan vastaukset tulevat esiin teemojen sisällä. Lisäksi loppuun on kerätty vastauksia, jotka eivät suoranaisesti kuulu minkään aikaisemman teeman alle.

### 9.1 Hankeosalaskennan nykytila: hyvät puolet ja haasteet

Haastateltavilta kysyttiin, mitä hyvää, sekä mitä haasteita hankeosalaskentamenetelmässä on. Monet haastateltavista nostivat esiin sen, että hankeosalaskentamenetelmällä tehdyt kustannusarviot ovat karkeita epävarmoista lähtötiedoista johtuen. Tämä nähtiin sekä hankeosalaskennan hyvänä puolena että haasteena. Hyvää on, että karkean suuntaa antavan kustannusarvion saa laskettua nopeasti vähillä lähtötiedoilla. Lisäksi tällä tavalla saa nopeasti laskettua kustannusarvioita erilaisille toteutusvaihtoehdoille, ja niitä pääsee vertailemaan keskenään. Näin toteutetulla vaihtoehtovertailulla pääsee myös käsiksi suhteelliseen kustannuseroon, vaikkei kustannusarviot olisikaan oikeita. Riittää, että laskennat on tehty samoilla oletuksilla. (Savolainen 2020.) Toisaalta haasteeksi nähtiin, ettei hankeosalaskennalla tehty karkea kustannusarvio ole riittävän tarkka ja luotettava.

Monet haastateltavista totesivat, että jos laskentasovelluksen käyttäjä tietää, miten laskenta toteutetaan, ja miten laskentatyökalu toimii, hankeosalaskentamenetelmästä voi saada paljon irti. Toisaalta haastatteluista nousi esiin hankeosalaskentamenetelmän haasteeksi, ettei se ole vakiintunut kustannuslaskentatapa, eikä hankeosalaskentamenetelmälle ole yhtenäistä ohjeistusta, miten se tulisi toteuttaa. Jokaisella toimijalla (kunnat, kaupungit, ELYt, Väylävirasto) on omat käytäntönsä hankeosalaskennan toteuttamiselle. Lisäksi jokainen laskija toteuttaa hankeosalaskennan omalla tavallaan tai miten laskenta on aikoinaan opetettu laskijalle toteutettavaksi, mitä voidaan pitää yhtenä hankeosalaskennan riskitekijöinä. (Mäkelä 2020.)

Yhden haastateltavan, Mäkelän (2020), mielestä hankeosalaskennan haasteena on, että se on menetelmänä vanhentunut. Hänen henkilökohtaisena mielipiteenä on, ettei hankeosalaskentaa enää tarvittaisi. Enää ei olisi tarvetta laskea kustannusarvioita hankeosalaskennalla, vaan mahdollisimman pian pitäisi päästä käsiksi rakennusosiin ja niiden määriin. Tämä on hänen mielestään mahdollista, sillä tänä päivänä pitäisi päästä käsiksi rakennusosiin pienellä panostuksella automaation ja tietomallien avulla. Jatkokehitystä vaaditaan määrien saamisessa varhaisessa vaiheessa. Lisäksi Mäkelä (2020) puhuisi mieluummin terminä rakenneosakokonaisuuksista kuin hankeosista.

### 9.2 Eri toimijoiden tarpeet hankeosalaskennalle

Haastatteluissa ei suoraan ollut kysymyksenä, mitkä ovat eri toimijoiden tarpeet hankeosalaskennalle, vaan ne ilmenivät haastatteluissa. Eri toimijoilla tarkoitetaan tilaajaa, suunnittelijaa/konsulttia sekä urakoitsijaa.



Tilaja tilaa konsultin/suunnittelijan laatimaan hankeosalaskelman tavoitteiden ja laatutason perusteella ja ohjaa konsultin työtä. Tilajia esimerkiksi kaupungit, kunnat, ELY-keskukset ja Väylävirasto. Kaupungeilla omia hankeosalaskelman laatijoita. Tilajan tulee ymmärtää, miten hankeosalaskelmat laaditaan ja miten hankkeelle tulee asettaa tavoitteet ja laatutaso, jotta hankeosalaskelma on mahdollista laatia.

Konsulteilla/suunnittelijoilla, jotka laativat hankeosalaskelmia, tulee olla perustavanlaatuisen ymmärrys hankeosalaskennasta. Urakoitsijoilla ei ole tarvetta hankeosalaskennalle. Heidän pääsääntöisenä kustannusten laskentamenetelmänä toimii rakennusosalaskenta.

### 9.3 Hankeosanimikkeistö ja tuoteosanimikkeistö

Haastattelujen kysymysten avulla liittyen hanke- ja tuoteosanimikkeistöön yritettiin saada selville, onko nykyinen Infra 2011 Hankeosanimikkeistö toimiva, sekä onko standardoidulle tuoteosanimikkeistölle tarvetta. Jos infra-alalla on standardoidulle tuoteosanimikkeistölle tarvetta, tulee aloittaa kehitystyö sellaisen luomiseksi. Jos taas standardoidulle tuoteosanimikkeistölle ei nähdä tarvetta, voidaan hankeosalaskennan mallintamisessa luoda tuoteosia laskennan tarpeen mukaan ja vapausasteita laskennan toteuttamiselle olisi enemmän.

Lähtökohtaisesti Ihkussa on ajateltu, että laskenta perustuu standardoituihin rakennus- ja hankeosiin, jotka perustuvat nykyisiin ja tuleviin standardeihin. Kaikki haastateltavatkin olivat sitä mieltä, että laskennan tulisi perustua infra-alan yhteisiin standardeihin: luodaan yhteneväisyyttä ja edellytykset jatkokehitykselle sekä mahdollistetaan eri järjestelmien yhteensopivuus.

Useammalle haastateltavalle Infra 2011 Hankeosanimikkeistö ei ollut tuttu, mutta nopean esittelyn jälkeen hankeosanimikkeistö vaikutti haastateltavien mielestä loogiselta, vaikkei se kaikkia mahdollisia hankeosia sisältänytkään. Monen haastateltavan mielestä hankeosanimikkeistön vahvuutena oli sen antama vapaus: mitään hankeosaa ei olla määritelty liian tarkasti. Savolaisen, Mäkelän, Lindholmin ja Liukka (2020) mielestä hankeosanimikkeistö on toimiva tällaisenaan, vaikkei se olekaan kovin tunnettu. Ylätasolla jaotellut hankeosat antavat kustannuslaskenta-sovelluksen toteuttamiseen vapausasteita.

Kukaan haastateltavista ei kokenut tarvetta infra-alan omalle standardisoidulle tuoteosanimikkeistölle. Heidän mielestään standardisoitu tuoteosanimikkeistö rajoittaisi kustannuslaskentaa. Lisäksi ei olisi edes mahdollista tehdä nimikkeistöä, joka olisi kattava. Haasteeksi muodostuisi, että tuoteosat voivat sisältää eri rakennusosia riippuen hankkeen laatutasosta.

### 9.4 Hanke- ja tuoteosittelu

Haastattelukysymyksillä liittyen hanke- ja tuoteositteluun oli tarkoitus selvittää, onko nykyinen tapa hanke- ja tuoteosittelulle toimiva, vai kaipaisiko se kehittämistä. Lisäksi kysymyksillä yritettiin selvittää, millaisia näkemyksiä haastateltavilla on hanke- ja tuoteosittelusta.

Useamman haastateltavan mielestä nykyinen menetelmä hankeosittelulle on toimiva eli hankeosat ovat itsenäisiä kokonaisuuksia, joiden toteuttaminen on erillisen päätöksen takana. Tärkeintä on, että hankeosien tulisi vastata mahdollisimman hyvin todellisuutta (Mäenpää 2020). Haastateltavilta tuli yhtenäisiä ja konkreettisia ajatuksia, miten hankkeet tulisi hankeosittella. Hankeosia ovat esimerkiksi väylä, sillat ja tunnelit. Haastateltavien mukaan osittelussa tulisi esimerkiksi huomioida pituusleikkauksen ja olosuhteiden muutokset karkealla tasolla. Harva otti kantaa, miten tuoteosittelu tulisi toteuttaa. Savolainen (2020) vertasi infra-alan tekniikkalajeja tuoteosiksi, kuten pohjanvahvistukset ja päällysrakenteet. Lilja painotti (2020), että hanke- ja tuoteosia muodostaessa tulee huomioida raportointitarpeet sekä mitä kustannuksia on tarpeen seurata hankkeen edetessä. Mäenpäällä (2020) oli yksityiskohtaisempia näkemyksiä osittelusta ja hän luetteli ratahankkeiden osia. Hän esimerkiksi nosti esiin, että rataan kuuluisi laskea pelkät yläkerrokset eli rata-rakenteet ja päällysrakennekerrokset. Geotekniikkaan taas kuuluisi kaikki ratakeroisien alapuolella olevat asiat.

Elf (2020) muisteli, etteivät Foren Holassa olleet hankeosat olleet systemaattisia: esimerkiksi risteyksissä oli eri rakennusosia mukana, tai jotakin puuttui eikä tätä oltu kirjattu selkeästi. Toiveena oli, että hanke- ja tuoteosien muodostaminen tehtäisiin systemaattisesti, jotta olisi selkeästi esillä, mitä kukin hanke- ja tuoteosa sisältää. Lisäksi Elf (2020) nosti, että hankeosat olisi hyvä muodostaa niin, että on mahdollista saada irti eri toimijoille kuuluvia hanke- ja kustannuseriä, kuten valtion, kunnan ja ITMF (Intelligent Traffic Management Finland) rakenteiden kustannukset. (Elf 2020.)

Lindholm (2020) totesi haastattelussa, ettei hankeosista päästä rakennusosiin muutamalla askeleella, vaan niitä täytyy olla useampi kuin mitä infrahankkeen perusosittelussa on esitetty. Lindholm ei kuitenkaan ottanut kantaa, kuinka paljon hierarkiatasoja pitäisi olla. Lisäksi Lindholm (2020) mainitsi, ettei hankeosista rakennusosiin myöskään päästäisi perinteisellä puukaaviomenetelmällä, sillä eri hankeosat voivat sisältää samoja rakennusosia, ja samat hankeosat voivat sisältää eri rakennusosia riippuen laadusta.

## 9.5 Hankeosalaskennassa hyödynnettävät lähtötiedot

Haastattelukysymyksillä väylähankkeiden lähtötietodoista oli tarkoitus selvittää, mitä lähtötietoja on saatavilla hankkeiden eri suunnitteluvaiheissa, ja minkä tasoista lähtötiedot ovat. Lähtökohtana tiedossa oli, että infrahankkeen alkuvaiheissa lähtötiedot ovat puutteelliset ja epävarmat. Hankkeen edetessä lähtötiedot muuttuvat tarkemmiksi tiedon karttuessa eli tiedon kumuloituessa. Epävarmojen lähtötietojen hallintaa esisuunnitteluvaiheessa on käsitelty Mannisen (2009) väitöskirjassa.

Haastatteluissa pohjaolosuhteet nousivat ylivoimaisesti infra-/väylähankkeiden tärkeimmäksi lähtötiedoksi. Pohjaolosuhteet ovat myös lähtötiedoista epävarmimmat ja mitä todennäköisimmin pohjaolosuhdetiedot muuttuvat hankkeen edetessä. Pohjaolosuhteet tarkentuvat, kun pohjatutkimuksia tehdään enemmän. Muuten haastatteluissa esille nousseet lähtötiedot vastaavat kappaleessa 3.3 käsitellyjä lähtötietoja. Mäkelä (2020) totesi haastattelussaan, ettei hankeosalaskentaan tule ryhtyä, jos hankkeelle ei ole tiedossa lähtötietoja, joita vaaditaan esisuunnitteluun lähtiessä.

## 9.6 Hankeosalaskelman raportointi

Haastattelukysymyksellä liittyen hankeosalaskennan tuottamiin raportteihin toivottiin selvitetävän, minkälaiset tarpeet ja toiveet eri raporttityypeille on.

Yksi hankeosalaskennan tuottamista raporteista on kustannusarvio/kustannustavoite. Haastateltavat toivoivat, että sovelluksen tuottaman kustannusraportin jäsentelyyn ja sisältöön olisi mahdollista vaikuttaa. Lisäksi toivottiin mahdollisuutta luoda useampia eri tavalla jäsenneityjä kustannusraportteja riippuen siitä, kenen käyttöön ja nähtäväksi raportti on tarkoitettu. Elfin (2020) mukaan tilaajapuolen odotuksena on, että kustannusraporteista on mahdollista erottaa eri toimijoille kuuluvat kustannus- ja hanke-erät. Yleisesti kustannusraporttiin toivottiin loogista jaottelua suuremmista kokonaisuuksista pienempiin. Haastateltavat nostivat esiin, että jaottelun olisi hyvä toimia myös hankkeen seuraavissa vaiheissa, jotta kustannusten vertailtavuus säilyy läpi hankkeen.

Haastateltavat toivoivat, että hankeosalaskentasovellus tuottaisi raportin, jossa on selkeästi esitetty laskennassa käytetyt oletukset sekä lähtötietojen tarkkuus. Oletukset, jotka on asetettu koko hankkeelle, voivat päteä kaikkiin hankeosiin tai joidenkin hankeosien oletuksia voi olla muutettu poikkeamaan hankkeelle alun perin asetetuista oletuksista. Lisäksi toivottiin hankkeen riskiraporttia. Haastateltavien mukaan riskiraportin tulisi vähintään sisältää epävarmoista lähtötiedoista aiheutuvat riskit.

Savolainen (2020) nosti esiin, että hankeosalaskennan olisi hyvä tuottaa hankeosien sisältämät rakennusosien määrät raporttina. Tämän avulla on helppo saada vahvistusta, onko hankeosalaskentamenetelmällä tehty kustannustavoite oikein. Mäkelä (2020) oli samoilla linjoilla Savolaisen ehdotuksen kanssa. Haastateltavat nostivat esiin haasteen, ettei tässä kohtaa hanketta olisi mahdollista saada mallinnettua rakennusosien oikeita määriä ja kaikkia hankkeeseen kuuluvia rakennusosia hankeosien perusteella. Lisäksi haastateltavat mainitsivat, etteivät raporttiin tuotetut määrät ole vielä lopullisia, minkä takia tulisi nostaa esille mallinnettujen määrien epätarkkuus. Ryytäsen (2020) mielestä olisi tärkeämpää saada ensin mallinnettua rakennusosien määrät hankeosista oikein kuin hankeosien hinnat. Jos mallinnetut määrät ovat oikein, on helpompi muuttaa hankeosien hintoja kuin lähteä muokkaamaan mallinnukseen käytettyjä kaavoja. (Ryytäsen 2020.)

Rakennusosien määrien lisäksi hankkeelta olisi hyvä saada päämassat raporttimuodossa. Savolainen (2020) mainitsi, kun hankkeen massat on arvioitu mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, päästään ajoissa suunnittelemaan hankkeen massataloutta. Massatalous voi aiheuttaa suuren kustannuserän hankkeelle. Kukaan haastateltavista ei ottanut kantaa, tuleeko raportissa esittää koko hankkeen leikkaus-, pengerrys- ja kalliomassat hankeosittain vai yksittäisinä lukuina koko hankkeelle.

## 9.7 Kustannusohjauksen tarpeet hankeosalaskennassa

Haastattelujen yksi kysymys liittyi kustannusohjaukseen ja sen tarpeisiin hankeosalaskennassa. Tavoitteena oli selvittää, onko hankeosalaskentasovellukseen tarvetta sisällyttää menetelmiä kustannusten ohjaukseen, sekä millaisille tekijöille kustannusohjauksesta voisi olla hyötyä. Tähän myös tiiviisti liittyi lähtötietojen tunnistamisen auttaminen.

Moni haastateltava koki, että kustannusten ohjaukselle olisi tarvetta kustannuslaskentasovelluksessa. Muutama toi esiin esimerkin nykyisestä hankeosalaskentasovelluksesta, Foren Holasta, jossa on rajattu pohjanvahvistusten vaihtoehtoja pois annettujen lähtötietojen perusteella. Tämä oli haastateltavien mielestä hyvä ominaisuus, jota voisi jalostaa hankeosalaskentasovelluksen toteuttamisessa pidemmälle. Lisäksi Ryyänen (2020) mainitsi, ettei hankeosalaskentasovelluksessa olisi haittaa jonkin tapaisesta muistilistasta. Tämän avulla varmistettaisiin, että kaikki hankkeissa vähintään huomioitavat asiat on varmasti käyty läpi. Esimerkkinä muistilistasta Ryyänen (2020) mainitsi lähtötietomallissa käytettävän muistilistan.

## 9.8 Tietomallintaminen hankeosalaskennassa

Ihkussa on tarkoitus huomioida mallipohjaisen kustannuslaskennan tarpeet, minkä takia kysymys tietomallintamisesta esitettiin haastateltaville. Tietomallintamiseen liittyvän kysymyksen avulla pyrittiin selvittämään haastateltavien näkemyksiä tietomallintamisen hyödyntämisestä hankeosalaskennassa.

Jokainen haastateltava oli samaa mieltä, että tietomallintamista tulisi hyödyntää hankeosalaskennassa. Lindholmin (2020) mukaan ideaalissa tilanteessa hankeosalaskentasovellus ja ylipäätänsä kustannuslaskentasovellukset linkittyisivät tietomallintamiseen. Haastateltavat nostivat esiin, että sovellusta kehittäessä on erityisen tärkeää huomioida avoimet rajapinnat sekä standardoidut tiedonsiirtoformaatit, jotta jatkossa voidaan tuoda ja viedä tietoja kustannuslaskentasovelluksen ja muiden ohjelmien välillä. Tätä vahvistavat myös Heilalan (2020) diplomityön tutkimuksen tulokset.

Suurin osa haastateltavista nosti esille paikkatiedon ja maaperämallin sitomisen hankeosalaskentaan. Haastateltavien vision mukaisesti maaperämalli sidotaan sovellukseen, johon esimerkiksi syötettäisiin väylän geometriamalli hankkeelle asetettujen olettamuksien kera. Tämän jälkeen sovelluksen on mahdollista laskea hankkeen päämassat, pohjanvahvistusten tarpeet tai jopa suorittaa hankkeen osittelu automaattisesti. Hankeosalaskennan tekijä voisi tarpeen mukaan muokata, muuttaa tai tarkentaa sovelluksen tekemiä oletuksia asiantuntemuksensa mukaan.

Haastateltavien tiedon mukaan tällä hetkellä ei ole paljon tai lähes ollenkaan tietomallintamishohjelmia, joita voisi hyödyntää hankeosalaskennassa. Lähimpänä tietomallipohjaista ohjelmaa, josta voisi olla hyötyä, oli Liukkaan (2020) mainitsema InfraWorks, mutta hänelle ohjelma ei ollut sen tutumpi. Autodesk InfraWorks -ohjelmisto on yhdysinfrastruktuurin konseptisuunnitteluohjelma, jonka avulla voidaan mallintaa, analysoida ja visualisoida suunnittelukonseptia todellisessa rakennetussa ympäristössä (Autodesk 2021). InfraWorks toimii tietomallialustana paikkatieto- ja suunnitteluaineistojen yhdistelyyn. Ohjelmalla on helppo tarkastella

vaihtoehtoja ja tehdä visualisointeja. Ohjelmalla voidaan mallintaa kohteita yksittäisistä kortteleista kokonaiseen kaupunkiin tai satoja kilometrejä pitkiin väyliin. (Civilpoint 2021.) Ennen mallintamista maaperän olemassa olevat tiedot tulee tuoda InfraWorks-ohjelmaan CAD-, GIS-, rasteri ja BIM-datana (Symetri 2021).

Liukas (2020) totesi, että infra-alan tietomallintamisen nimikkeistö (InfraBIM-nimikkeistö) ja infra-alan hankeosanimikkeistö tulisi sovittaa yhteen ennen kuin tietomallintamista hyödynnetään hankeosalaskennassa. Liukkaan (2020) mielestä yhteensovittamisen voisi toteuttaa yksinkertaisen taulun avulla, johon listattaisiin rinnakkain toisiaan vastaavat rakenteelliset ja toiminnalliset nimikkeet.

Savolaisen (2020) sanoin, tietomallintamisen keskeisin ajatus on tiedon koneluettavuus. Hän nosti esiin, että lähtötiedot olisi hyvä saada koneluettavasti hankeosalaskentasovellukseen. Esimerkiksi Savolaisen (2020) ideana oli, että maaperäkartta/pohjaolosuhteet olisivat koneluettavia. Esimerkkinä koneluettavuudesta karttaan/pohjaolosuhteisiin voisi piirtää linjan, mihin väylä sijoittuu tai syöttää jo tehdyn geometrialinjan ohjelmaan. Syötetyn linjan ja maaperätiedon perusteella saataisiin nopeasti pengerrys-, leikkaus- ja kalliomassat. (Savolainen 2020.) Monella muulla haastateltavalla oli samankaltaisia ideoita ja ehdotuksia lähtötietojen koneluettavuudesta. Lindholmin (2020) mukaan hankeosalaskentaan olisi hyvä lisätä automatisaatiota: syötetyn linjan perusteella hankeosalaskentasovellus voisi jakaa hankkeen valmiiksi hankeosiin.

Savolaisen (2020) näkemyksenä ensimmäinen hankeosalaskenta voisi olla sketsaus tiestä, joka on määritelty maastoin hankkeen vaatimilla järjestelmillä ja tähän kaikkeen on sidottuna hintatieto. Sketsaus olisi mahdollista pyöräyttää avoimessa formaatissa ulos. Tätä voisi myös käyttää suunnittelun lähtötietona. (Savolainen 2020.)

Lisäksi Savolainen (2020) mainitsi, että englantilainen firma Bright & Wood on kehittänyt parametrisoitua väylän suunnittelua. Tähän voisi olla hyödyllistä tutustua hankeosalaskennan näkökulmasta. Tätä käsitellään vuoden 2021 InfraBIM Ope-  
nissa.

## 9.9 Haastateltavien muita nostoja hankeosalaskennan toteutukseen

Haastateltavat nostivat esiin, että hankeosalaskelmaa olisi tarvetta saada muokata. Hankeosalaskelman muodostaminen alkaa lähtötietojen syöttämisellä. Oletettavasti nämä lähtötiedot tulevat periytymään hankeosille, jotka lisätään hankkeeseen, mutta todennäköisesti kaikki lähtötiedot eivät ole samoja kaikille hankeosille. Tällainen tilanne tuo esille tarpeen muokata hankeosien lähtötietoja.

Lisäksi hankeosalaskentasovellusta tehdessä hankeosille tullaan olettamaan tiettyjä rakennusosia ja materiaaleja. Jos laskelman tekijällä on parempaa tietoa, joka eroaa laskentasovelluksen oletusrakennusosista tai -materiaaleista, tulee tekijälle mahdollisesti tarve muuttaa, vaihtaa tai poistaa näitä hankeosan oletusrakennusosia tai -materiaaleja.

Mäenpää (2020) nosti esiin MAKU-indeksin tärkeyden ja se tulisi ehdottomasti olla käytössä hankeosalaskentasovelluksessa. Kun indeksi on tiedossa, mikä kustannusarvio tahansa voidaan muuttaa mihin tahansa indeksitasoon. Hankkeiden vertailu helpottuu, kun hankkeiden kustannusarviot voidaan muuttaa samalle indeksitasolle. Mäenpää ehdotti, että Ihkun laskentasovellukseen olisi hyvä lisätä toiminto indeksin muutoksesta eli olisi mahdollista muuttaa saatu kustannustavoite eri indekseihin. (Mäenpää 2020.)

Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, ettei urakkamuotoa tarvitse ottaa huomioon hankeosalaskentaa tehdessä, sillä hankkeen alkuvaiheessa urakkamuoto tuskin on edes tiedossakaan. Elinkaariajattelu oli taas haastateltavien mielestä tärkeää ja ylipäättänsä se tulisi ottaa huomioon paremmin. Toisaalta haastateltavat olivat sitä mieltä, ettei elinkaariajattelun mallintaminen ole prioriteetti hankeosalaskennan mallintamisen alkuvaiheissa, mutta sen edellytykset olisi hyvä ottaa huomioon mahdollista jatkokehittämistä ajatellen.

## 10 Analysointi ja johtopäätökset

Haastatteluissa ilmeni, ettei hankeosalaskennan toteuttamiselle ole yhteisiä käytäntöjä, vaan jokaisella toimijalla ja heidän työntekijöillään on omat tavat hankeosalaskennan toteuttamiselle. Lisäksi jokaisesta hankkeesta ei edes tehdä hankeosalaskentaa. Hankeosalaskennasta tulisi tehdä vakiintunut käytäntö. Jotta tämä onnistuisi, jokaisen toimijan tulee ottaa tavaksi suorittaa hankeosalaskenta jokaisesta hankkeestaan. Lisäksi hankeosalaskennan suorittamisesta olisi hyvä laatia yleinen ohje, jota tulee noudattaa laskentaa tehdessä. Henkilökohtaisesti ohjetta tehdessä ei tule ottaa huomioon eri toimijoiden käytäntöjä vaan ohjeesta tulisi tehdä yleisesti kattava. Jokainen toimija voi halutessaan tehdä omat käytännöt ohjeen soveltamisesta, tuleeko hankeosalaskennassa ottaa huomioon jotakin muuta kuin yleisessä ohjeessa määritellyt asiat.

Haastateltavat kokivat hankeosalaskennan haasteiksi, että sillä tavalla tehdyt kustannusarviot ovat karkeita ja siinä käytetyt lähtötiedot ovat puutteellisia ja epävarmoja. Nämä hankeosalaskennassa haasteeksi koetut asiat ovat ennemminkin hankeosalaskennan ominaisuuksia, joihin ei voi vaikuttaa. Niillä lähtötiedoilla, jotka ovat saatavilla hankkeen hankeosalaskentaa varten, tulee laskenta suorittaa. Suunnitteluvaiheiden edetessä hankkeen varhaisimpien vaiheiden lähtötiedot tarkentuvat ja laskennasta tulee tarkempaa.

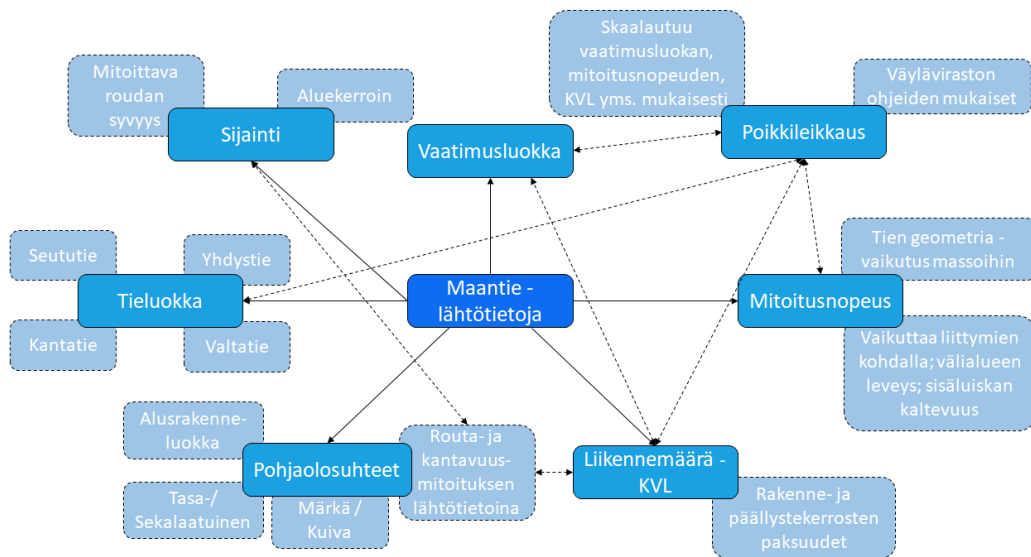
Haastattelut vahvistivat, että hanke- ja tuoteosien muodostaminen tulee toteuttaa systemaattisesti perustuen standardoituihin hanke- ja rakennusosiin. Toisin sanoen tulee käyttää hyväksi infra-alan yhteisiä nimikkeistöjä, hankeosanimikkeistöä sekä hanke- ja rakennusosanimikkeistöä. Kuten haastatteluissa kävi ilmi, hankeosanimikkeistössä ei ole kaikkia mahdollisia hankeosia. Tästä huolimatta hankeosittelussa tulee tunnistaa hankkeiden kaikki hankeosat, olivat ne nimikkeistön mukaisia tai eivät. Kun nimikkeistöjen puutteita huomataan, tulee ne kirjata ylös ja välittää tieto eteenpäin mahdollista nimikkeistöjen päivittämistä varten. Toisaalta hankeosanimikkeistössä hankeosat on esitetty ylätasolla, mikä antaa paljon vapauksia hankeosien muodostamiseen. Tuoteosille ei ole standardoitua muotoa eikä omaa nimikkeistöä. Haastattelujen perusteella sellaiselle ei olisi tarvettakaan. Kun standardoitua tuoteosanimikkeistöä ei ole olemassa, tuoteosat voidaan muodostaa laskennan tarpeiden mukaan. Tämä antaa vapausasteita hankeosalaskentasovelluksen toteuttamiselle. Tuoteosat voidaan nähdä oleellisena toteuttaessa hankeosalaskentasovelluksen mallintamista, mutta itse kustannuslaskennan näkökulmasta oleellisimmat nimikkeistöt ovat hankeosa- sekä rakennusosa- ja hankeosanimikkeistöt. Näistä kahdesta rakennusosa- ja hankenimikkeistö on tärkeämpi, sillä sen avulla on mahdollista sitoa hankkeet muihin asioihin.

Haastattelujen perusteella hankkeen osittelu on tällä hetkellä toimiva. Elfin (2020) toive hankeosien muodostamisesta niin, että eri toimijoiden kustannus- ja hankeosat saadaan irti, ei voi toimia hankeosien muodostamisen prioriteettina. Tärkeintä on, että kustannuslaskentasovellukseen muodostetut hankeosat palvelevat kattavasti eri hankkeita. Ehdottoman tärkeää on, että hanke- ja tuoteosien muodostamisessa ollaan läpinäkyviä. Kaikille tulisi olla selvää, mistä hanke- ja tuoteosat muodostuvat, ettei väärinkäsityksiä syntyisi.

Hankeosalaskentaa tehdessä tulisi ainakin seuraavat lähtötiedot olla tiedossa, esimerkiksi tiehanke:

1. sijainti
2. tien pituus
3. tieluokka
4. liikennemäärä
5. pohjaolosuhteet
6. tien tasausviivan etäisyys maan pinnasta

Edellä mainittujen lähtötietojen perusteella on mahdollista saada muut kappaleessa 3.3 esitetyt lähtötiedot.



Kuva 13. Esimerkki hahmotelma tiehankkeen lähtötietojen vaikutuksesta hankeosiin ja muihin tekijöihin.

Yllä olevassa kuvassa 13 on esitetty tiehankkeen lähtötietoja ja mihin ne vaikuttavat. Hankkeen sijainnin perusteella määräytyvät mitoittava roudan syvyys sekä mahdollinen aluekerroin. Tien pituus ja tien tasausviivan etäisyys maan pinnasta ovat välttämättömiä tietoja, jotta hanke- ja rakennusosien määrät ovat mahdollista laskea. Tieluokan ja liikennemäärän avulla saadaan tiehankkeelle mitoitusnopeus, tien vaatimusluokka, kuormitusluokka sekä käytettävä tien poikkileikkaus. Lisäksi kuormitusluokan perusteella tiehankkeelle määräytyvät päällysteen tavoitekantavuus ja vähimmäispaksuus sekä kantavan kerroksen tavoitekantavuus ja tyyppi. Lisäksi hankkeella on muitakin hankeosia, joiden laatutaso määräytyy edellä mainittujen lähtötietojen perusteella. Esimerkiksi valaistus määräytyy tieluokan perusteella. Pohjaolosuhteet määräävät mitoittavan roudan syvyyden, tarvittavat pohjanvahvistukset sekä on määräävänä tekijänä rakennekerrosten paksuudessa. Tielinjan etäisyys maanpinnasta on määräävä tekijä, kuinka paljon hankkeelle kertyy leikkaus-, pengerrys ja kalliomassoja. Ilman tätä niitä ei ole mahdollista määrittää. Lisäksi hankkeen lähtötietoina tulee syöttää hanketyyppi ja toteutusympäristö, mikä on Ihkun kannalta olennaista.



Hankeosalaskennasta tulisi olla mahdollista raportoida ainakin seuraavat asiat haastatteluissa ilmenneiden tarpeiden mukaan:

1. kustannusraportti
2. raportti lähtötiedoista ja laskennassa käytetyistä oletuksista
3. määräraportti
4. riskiraportti

Kustannusraporttiin olisi hyvä lisätä ominaisuus, jolla laskija saa itse päättää, millä tarkkuudella kustannukset esitetään. Hankeosalaskennassa ei välttämättä ole tarve esittää kustannuksia senttien tarkkuudella, mutta toisaalta se tarve voi tulla. Lisäksi kustannusraportissa olisi tarve saada eriteltyä eri toimijoille kuuluvia kustannuksia. Raportti lähtötiedoista ja laskennassa käytetyistä oletuksista on tärkeä, sillä on tärkeää nähdä millaisiin lähtötietoihin ja oletuksiin hankeosalaskenta perustuu.

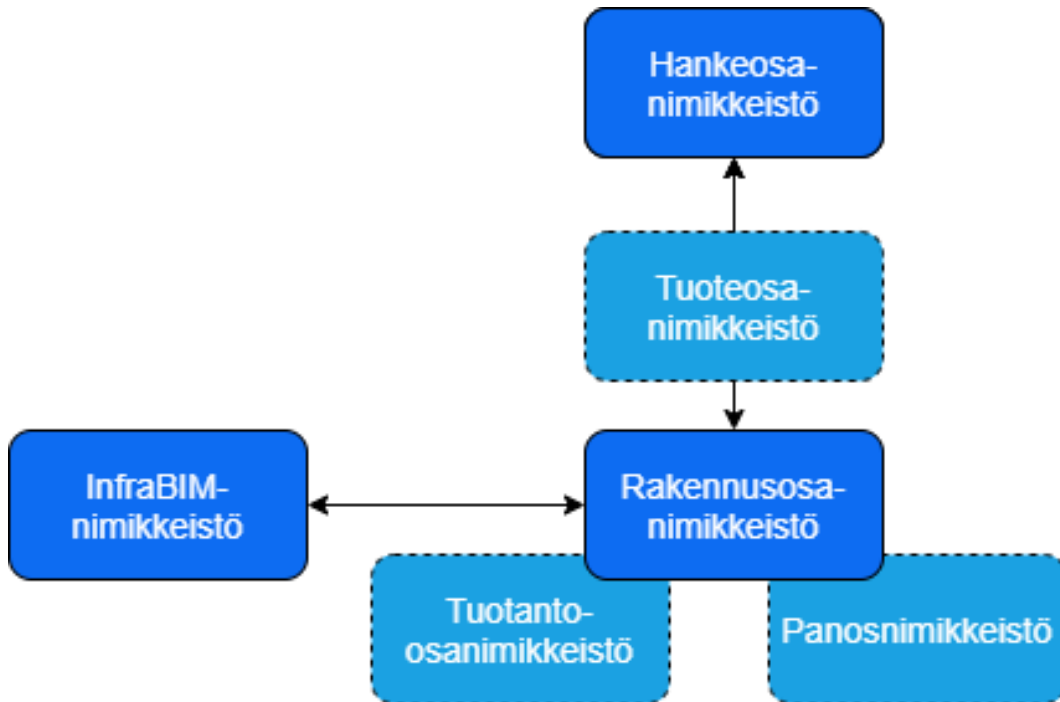
Kolmannessa raportissa, määräraportissa, olisi hyvä esittää hankeosien sisältämät rakennusosien määrät sekä hankkeeseen kuuluvat leikkaus-, pengerrys- ja kalliomassat. Leveisen (2021) kommentin perusteella massat määräraportissa olisi hyvä esittää hankeosittain, jotta massansiirrot osataan ennakoida ja suunnitella sekä saadaan oikeaa kiviaineista oikeaan paikkaan, sillä joka paikassa kunnon asfaltti- ja ratakiviainesta ei ole saatavilla helposti.

Riskiraportissa olisi tarkoitus raportoida hankkeelle kuuluvia riskejä. Riskien tarkastelu voitaisiin toteuttaa jonkintasoisena herkkyystarkasteluna. Esimerkiksi hankkeelle tai yksittäisille hankeosille voitaisiin luoda kustannusarvion vaihteluväli, joka johtuisi pohjaolosuhteiden, hankkeen laatutason tai rakentamisympäristön muutoksesta.

Haastattelujen perusteella hankeosalaskennassa ei päästä tällä hetkellä hyödyntämään tietomallintamista, mutta tulevaisuudessa se voisi olla mahdollista. Tietomallintaminen vaatii sovelluskehitystä ja kehitystä itsessään, jotta sitä pystyttäisiin hyödyntämään hankeosalaskennassa. Tällä hetkellä tietomallintamisessa on mallinnettu rakennusosat, seuraavaksi tulisi mallintaa hankeosat. Tietomallintamista ajatellen hankeosalaskentasovelluksen kehittämisessä tulee huomioida sen vaatimukset, kuten avoimet rajapinnat ja standardoidut tiedonsiirtoformaatit. Haastatteluissa mainittiin Autodeskin InfraWorks -ohjelmisto, jota voisi olla mahdollista käyttää tietomallintamiseen hankeosalaskennan tukena. Ohjelman mahdollisuuksia hankeosalaskennan tietomallintamisessa olisi hyvä tutkia.

Liukas (2020) nosti esiin, etteivät InfraBIM-nimikkeistö ja Infra-nimikkeistöjärjestelmän hankeosanimikkeistö ole yhteneviä. Liukkaan (2020) ehdottama yhteensovittamisen toteuttaminen yksinkertaisen taulun avulla ei todennäköisesti ole yksinkertainen tapa yhtenäistää nimikkeistöjä. Mitä todennäköisimmin hankeosanimikkeistön toiminnalliset nimikkeet vaativat useamman rakenteellisen nimikkeen InfraBIM-nimikkeistöstä vastaamaan niitä. Lisäksi yksi rakenteellinen osa voisi esiintyä useammassa toiminnallisissa osissa.

Kuten kappaleessa 4.3 on todettu, että InfraBIM-nimikkeistö on tehty yhteneväksi rakennusosanimikkeistön kanssa. Tämän perusteella rakennusosanimikkeistöä voisi olla mahdollista käyttää hyväksi hankeosa- ja InfraBIM-nimikkeistöjen yhteensovittamisessa. Tällä tavalla rakennusosanimikkeistö toimisi keskiössä ja olisi Mäkelän (2020) sanoin infra-alan ydin. Tämä on esitetty alla olevassa kuvassa 14.



Kuva 14. Rakennusosanimikkeistön toimiminen tiedonvälittäjänä InfraBIM-nimikkeistön ja hankeosanimikkeistön välillä.

Haastattelujen perusteella hankeosalaskelmaa on tarvetta muokata. Tarve kattaa hanke-, tuote- ja rakennusosien muokkaamisen lisäksi tarpeen muokata laskennalle asetettuja oletuksia. Elinkaariajattelu on tärkeä osa hankkeita ja se tulisi jatkossa ottaa huomioon paremmin. Toisaalta tässä kyseisessä tapauksessa, jossa Ihku alkaa mallintaa hankeosalaskentasovellusta, elinkaariajattelun mukaan ottaminen ei ole prioriteetti. Kuitenkin hankeosalaskentasovelluksen mallintamisen toteuttamisessa olisi hyödyllistä huomioida elinkaariajattelun vaatimat tarpeet jatkokehitystä ajatellen. Hankeosalaskentaa tehdessä ei ole tarpeen huomioida urakamuotoa.

## 10.1 Diplomityön tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Tämän diplomityön tavoitteena oli tarkastella hankeosalaskentaa yleisesti ja selvittää parhaat toimintatavat hankeosalaskennan mallintamiseen ja laskentasovelluksen toteutukseen epävarmoista ja puutteellisista lähtötiedoista huolimatta.

Diplomityön tutkimuskysymyksiä olivat:

- Mihin tarpeisiin hankeosalaskennalla voidaan vastata?
- Mitä lähtötietoja on käytettävissä hankeosalaskentaa varten?
- Miten hankeosalaskenta kytkeytyy suunnitteluprosessiin?

Diplomityön lisätutkimuskysymyksenä oli:

- Voiko tietomallintamista hyödyntää hankeosalaskennassa?

Tutkimuskysymyksiin vastaaminen onnistui, vaikkei diplomityössä ole vastattu suoraan, mihin tarpeisiin hankeosalaskennalla voidaan vastata, mutta hankeosalaskennalla voidaan:

- vertailla hankkeen eri vaihtoehtoja keskenään
- laskea hankkeelle kustannustavoite ja
- hallita hankkeen kustannuksia.

Lähtötietoja on käsitelty melko kattavasti ja uskoisin, että suurin osa niistä on saatu listattua työhön. Tiehankkeiden lähtötietoja on käsitelty diplomityössä paremmin kuin ratahankkeiden.

#### Lähtötietoja tiehankkeelle:

- suunnitteluperusteet
- asemakaavat ja -luonnokset
- sijainti
- aluekerroin
- rakennettu ympäristö
- tien pituus
- liikennemäärä
- tieluokka
- tien vaatimusluokka
- mitoitusnopeus
- tien poikkileikkaus
- kuormitusluokka
- pohjaolosuhteet
- alusrakenneluokka
- alusrakenteen laatu
- mitoittava roudan syvyys
- tien leveys
- sallittu painuma

#### Lähtötietoja ratahankkeella:

- suunnitteluperusteet
- rataluokka
- alusrakenneluokka
- sallittu painuma
- ulottuma
- akselipaino
- radan nopeus
- raiteiden lukumäärä
- radan poikkileikkaus
- laiturin hyötypituus (henkilöliikenne)
- junan pituus (tavaraliikenne)
- pohjaolosuhteet
- rataosan kuntoluokka

Hankeosalaskennan kytkeytyminen suunnitteluprosessiin on esitetty kuvassa 12. Hankeosalaskentaa käytetään hankkeiden varhaisissa vaiheissa jopa tie- ja rata-suunnitelmaan asti. Lisätutkimuskysymyksenä toimineeseen tietomallintamiseen vastattiin. Tulevaisuudessa tietomallintamista on mahdollista käyttää hyväksi hankeosalaskennassa, kun sitä on kehitetty vastaamaan hankeosalaskennan tarpeita.

## Lähdeluettelo

- Autodesk. 2021. Käyty 2.2.2021. <https://www.autodesk.fi/products/infra-works/subscribe?plc=IW360P&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- BuildingSMART Finland. 2018. InfraBIM -nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö). [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM\\_nimikkeist%C3%B6\\_v1\\_721.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM_nimikkeist%C3%B6_v1_721.pdf)
- BuildingSMART Finland. 2019. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1.
- Civilpoint. 2021a. Käyty 2.2.2021. <https://civilpoint.fi/ohjelmistot/autodesk/infra-works/>
- Civilpoint. 2021b. Käyty 2.2.2021. <https://civilpoint.fi/asiakastarinat/tampereen-kaupunki-infracworks-hyodyntaminen-hankkeiden-visualisoinnissa/>
- Heilala, A. 2020. Tietomallipohjainen kustannuslaskenta infra-alalla – Tiedonsiirto kustannuslaskenta- ja suunnittelujärjestelmien välillä. Diplomityö. Insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto. Espoo. 83 + 8 s.
- Helsingin Sanomat. 2021. Käyty 20.1.2021. <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000007751300.html>
- Hirsjärvi, S. Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. Yliopistopaino. 231 s. ISBN 951-570-458-8.
- Hirsjärvi S. Remes, P. Sajavaara P. 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu. Otavan Kirjapaino Oy. s. ISBN-10 951-26-5635-3.
- Ihku-allianssi. 2020a. Käyty 16.9.2020. <https://ihkuallianssi.fi/blogi-mirja-noukka/>
- Ihku-allianssi. 2020b. Käyty 16.9.2020. <https://ihkuallianssi.fi/>
- Ihku-allianssi. 2020c. Käyty 16.9.2020. <https://ihkuallianssi.fi/hankkeen-sisalto/>
- Inkiläinen, O. 2017. Tietunneleiden toteumatiedon luovutusvaatimukset omaisuudenhallinnan ja kunnossapidon näkökulmasta. Diplomityö. Insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto. Espoo. 54+1 s. [https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman\\_lahtoaineisto/raportti\\_hankeohjelma\\_ohje.pdf](https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman_lahtoaineisto/raportti_hankeohjelma_ohje.pdf) (luettu/ladattu/viitattu 17.9.2020)
- Kankainen, J. Junnonen, J-M. 2002. Infrarakentamisen nimikkeistöt esiselvitys. Espoo. Teknillinen korkeakoulu. ISBN 951-22-6239-8 (PDF). <http://www.cem.tkk.fi/fsr/Julkaisut/Selvitys%2046.pdf>
- Kankainen, J. Kemppinen, J. ei pvm. Infra-nimikkeistöjärjestelmä. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050102.pdf>
- Kankainen, J. Savolainen, T. ei pvm. Infra-nimikkeistöjärjestelmä ja sen käyttö. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080103.pdf>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2007. Arvio väylähankkeiden kustannusarvioiden ylityksistä ja ehdotukset toimenpiteiksi. Selvitysmiehen raportti. 2007. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 69/2007. 46 s. ISBN 9789522017.

Ratalaki 110/2007. Annettu Helsingissä 1.1.2008. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110>

Laine, J. 2021. Katuhankkeiden hankeosalaskenta esi- ja yleissuunnittelussa. Diplomityö. Insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto. Espoo.

Leveinen, J. 2021. Kommentit tähän diplomityöhön 12.4.2021.

Liikennevirasto 2010a. Tien yleissuunnitelma – esite. [https://vayla.fi/documents/25230764/0/tien\\_yleissuunnitelma\\_esite.pdf/02579c02-f9fc-4c2c-8578-00f4d537775c](https://vayla.fi/documents/25230764/0/tien_yleissuunnitelma_esite.pdf/02579c02-f9fc-4c2c-8578-00f4d537775c)

Liikennevirasto 2010b. Tiesuunnittelun kulku – esite. [https://vayla.fi/documents/25230764/0/tiesuunnittelun+kulku\\_esite.pdf/1341b1b2-4629-4bdf-a763-32f41c7334e4](https://vayla.fi/documents/25230764/0/tiesuunnittelun+kulku_esite.pdf/1341b1b2-4629-4bdf-a763-32f41c7334e4)

Liikennevirasto. 2010c. Tiesuunnittelun toimintajärjestelmä, Tiesuunnitelma, Toimintaohjeet. Helsinki. ISBN 978-952-255-571-7.

Liikennevirasto. 2011a. Väylähankkeiden suunnitteluperusteiden menettelykuvaus. Helsinki. ISBN 978-925-255-062-0.

Liikennevirasto. 2013a. Väylähankkeiden kustannushallinta. Helsinki. ISBN 978-952-255-398-0.

Liikennevirasto. 2013b. Tien rakennussuunnitelma. Helsinki. ISBN 978-952-255-395-9.

Liikennevirasto 2013c. Tien poikkileikkauksen suunnittelu. Helsinki. ISBN 978-952-255-335-5.

Liikennevirasto 2014. Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu. Helsinki. ISBN 978-952-255-429-1.

Liikennevirasto. 2015. Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. ISBN 978-952-317-172-5.

Liikennevirasto. 2017. Hankkeiden suunnitteluvaiheet, kustannusarviot ja maankuntamuistio. Erika Karjalaisen PowerPoint-esitys 30.10.2017.

Liikennevirasto. 2018a. Tierakenteen suunnittelu. Helsinki. ISBN 978-952-317-632-4.

Liikennevirasto. 2018b. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 1, Yleiset perusteet. Helsinki. ISBN 978-952-317-604-1.

Liikennevirasto. 2018c. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3, Radan rakenne. Helsinki. ISBN 978-952-317-534-1.

Liikennevirasto. 2018d. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 18. Rautatietietunnelit. Helsinki. ISBN 978-952-317-559-4.

Lindholm M., Junnonen J-M. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy. 156 s. ISBN 978-952-269-065-4.

Manninen, A-P. 2009. Väylähankkeen esisuunnitteluvaiheen kustannushallinta. Väitöstyö. Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos. Teknillinen korkeakoulu. Espoo. 173 s. ISBN 978-951-22-9970-6 (PDF).

Rakennustieto Oy. 2012a. RT 10-11092 Infra 2011 Hankeosanimikkeistö.

Rakennustieto Oy. 2012b. RT 10-11091 Infra 2011 Toimenpidenimikkeistö.

Rakennustieto Oy. 2015. INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö ja määrittämissuositus. Tampere: Rakennustietosäätiö RTS. ISBN 978-952-267-082-3.

Rakennustieto Oy. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki. ISBN 978-952-267-291-9.

Rakennusteollisuus. 2021. Käyty 25.2.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rapal Oy. 2011. Espoo. Infrarakentamisen kustannushallinnan ohje Helsingin kaupungille. 11/2011. Tiivistelmä konsulttien käyttöön aluesuunnitelmien laadinnassa. Luettu 29.1.2021. [https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman\\_lahtoaineisto/raportti\\_%20kustannushallintaohje\\_tiivis%20.pdf](https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman_lahtoaineisto/raportti_%20kustannushallintaohje_tiivis%20.pdf)

Rapal Oy. 2021. Käyty 29.1.2021. <https://www.rapal.com/fi/infran-kustannuslaskentaohjelmisto>

Saarlo, L. 2017. Tietomallinnuksen vaikutus kustannusarvioiden tarkkuuteen valtion väylähankkeiden hankesuunnittelussa. Diplomityö. Tuotantotalous. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Lappeenranta. 117+2 s.

Saarnikko, J. 2016. Infraomaisuuden hallinnan nimikkeistö. Diplomityö. Insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto. Espoo. 108+24 s.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 1995. RIL 156-1995 Maarakennus. Helsinki. 486 s. ISBN 951-758-343-5.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 231-1-2006 Infrarakentamisen kustannushallinta, Tekstiosa. Helsinki. 63 s. ISBN 951-758-462-8.

Symetri. 2021. Käyty 2.2.2021. <https://www.symetri.fi/tuotteet/infraworks>

Tuominen, L. 2018. Tietomallintamisen hyödyntäminen infrahankkeiden riskienhallinnassa. Insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto. Espoo. 82+6 s.

VTT. 2007. Talotekniikan elinkaarikustannukset. Espoo. ISBN 978-951-38-6962-5.

Väylävirasto. 2019. Kehittyvä liikennejärjestelmä - sidosryhmätalaisuuden esittelykalvot. Käyty 17.2.2021. [https://www.fintraffic.fi/sites/default/files/2019-10/TMFG\\_sidosryhm%C3%A4tilaisuus\\_02102019\\_KariWihlman.pdf](https://www.fintraffic.fi/sites/default/files/2019-10/TMFG_sidosryhm%C3%A4tilaisuus_02102019_KariWihlman.pdf)

Väylävirasto. 2020. Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Helsinki. Verkkojulkaisu. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-36\\_liikennevaylien\\_hankearvioinnin\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-36_liikennevaylien_hankearvioinnin_web.pdf)

Väylävirasto. 2021. Käyty 25.1.2021. <https://vayla.fi/suunnittelu/hankeiden-suunnittelu/vaikutusten-arviointi/liikennevaylat>

### **Haastattelut:**

Elf, A. 2020. Teemahaastattelu. 17.12.2020. Helsinki.

Lilja, K. 2020. Teemahaastattelu. 7.12.2020. Helsinki.

Lindholm, M. 2020. Teemahaastattelu 30.11.2020. Helsinki.

Liukas, J. 2020. Teemahaastattelu. 14.12.2020. Helsinki.

Mäenpää, H. 2020. Teemahaastattelu 19.11.2020. Helsinki.

Mäkelä, A. 2020. Teemahaastattelu 18.11.2020. Helsinki.

Salonen, P. 2020. Teemahaastattelu. 10.12.2020. Helsinki.

Savolainen, T. 2020. Teemahaastattelu 5.11.2020. Helsinki.

Rantanen, J. 2020. Teemahaastattelu. 1.12.2020. Helsinki.

Ryynänen, M. 2020. Teemahaastattelu 23.11.2020. Helsinki

# Haastattelukysymykset

## 1. Hankeosalaskenta omassa työssä

- Miten hankeosalaskenta liittyy työhösi? / Teetkö hankeosalaskentaa työssäsi?
- Missä suunnitteluvaiheissa/-vaiheissa teet/tarvitset hankeosalaskentaa?

## 2. Nimikkeistöt

- Hankeosanimikkeistö
  - Miten hyvin tunnet hankeosanimikkeistön? (Esittele, jos ei tunne)
  - Onko nykyinen hankeosanimikkeistö toimiva?
  - Mitä hyvää nykyisessä hankeosanimikkeistössä on?
  - Mitä huonoa nykyisessä hankeosanimikkeistössä on?
  - Toimiiko nykyinen hankeosanimikkeistö tällaisenaan hankeosalaskennassa
  - Pitääkö hankeosanimikkeistöä kehittää?
- Tuoteosanimikkeistö
  - Onko tarvetta infra-alan omalle tuoteosanimikkeistölle?

## 3. Hankeosittelu, tuoteosittelu

- Miten hanke tulisi ositella hankeosiin? (tässä voi kertoa oman osaamisalueen hankkeista)
- Miten hankeosa muodostetaan?
- Miten tuoteosa muodostetaan?

## 4. Hankeosalaskenta tällä hetkellä

- Missä erilaisissa asioissa hankeosalaskentaa voi hyödyntää?
- Mitä hyvää hankeosalaskentamenetelmässä on?
- Mitä haasteita hankeosalaskentamenetelmässä on?
- Tarvitseeko hankeosalaskentaa kehittää?
- Mitä riskejä on hankeosalaskennassa, joilla on kustannusvaikutus? (Taloudelliset, tekniset ja olosuhteisiin liittyvät riskit)
  - Mitkä riskit on tärkeä tunnistaa hankeosalaskennassa?
  - Miten näitä riskejä voi hallita?
- Otetaanko urakkamuoto huomioon hankeosalaskennassa? / Tarvitseeko urakkamuoto ottaa huomioon hankeosalaskennassa?
- Miten hankeosalaskenta etenee väylähankkeessa?
- Otetaanko elinkaari-ajattelu huomioon hankeosalaskennassa?

## 5. Lähtötiedot

- Mitkä tekijät otetaan huomioon hankeosalaskennassa?
- Mitä lähtötietoja on saatavilla eri suunnitteluvaiheissa?
- Mitä tietoja vaaditaan vähintään väylän suunnitteluun?
- Mitä lähtötietoja on erilaisilla hankkeilla? (rata vs. tie vs. katu)
- Mitkä lähtötiedot ovat tärkeimpiä?
- Miten tarvittavat lähtötiedot tunnistetaan?
- Voisiko hankeosalaskentasovellus auttaa tunnistamaan lähtötietoja jollakin tavalla?



- Miten mielestäsi sovellus voisi auttaa lähtötietojen tunnistamisessa?

## **6. Suunnitteluratkaisujen mitoitus**

- Missä määrin suunnitteluratkaisut perustuvat mitoitushjeiseihin?
- Kuinka paljon käytetään suunnittelijan omaa tietoutta aiheesta?

## **7. Hankeosalaskenta tulevaisuudessa**

- Miten hankeosalaskenta tulisi toteuttaa?
  - Mihin hankeosalaskennan tulisi perustua?
- Mitä raportteja hankeosalaskentasovelluksen olisi hyvä tuottaa (kustannusarvion lisäksi?)
- Voiko tietomallintamista käyttää apuna hankeosalaskennassa?
- Onko suuntaa ohjaavalla kustannussovelluksella tarvetta?
  - Millä tavoilla kustannuksia voi ohjata hankeosalaskentavaiheessa?
  - Mitä tekijät ovat tärkeitä ja millä tekijöillä ohjauksesta olisi hyötyä?
- Tarvitseeko hankeosalaskennalla tehty kustannusarvio olla vertailukelpoinen hankkeen muilla tavoilla tehtyihin kustannusarvioon?
  - Miten tämä voitaisiin/pitäisi toteuttaa?



Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-1202  
ISBN 978-952-317-879-3  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)