

Espeen infrahankkeiden kustannuslaskenta

Reima Rauhala

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Rakennusalan työnjohto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työjohto

RAUHALA, REIMA:
Espoon infrahankkeiden kustannuslaskenta

Opinnäytetyö 26 sivua
Toukokuu 2022

Tämän opinnäytetyön taustalla on Espoon kaupungin infrahankkeiden kustannuslaskennan toimintamalli, joka on kokenut merkittävän uudistuksen. Käyttöön on otettu uusi infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmä Ihku-laskentasovellus. Opinnäytetyössä tutkitaan kustannuslaskennan ongelmia, joita saattaa tulla vastaan infrahankkeita laskiessa. Opinnäytetyö on rajattu tutkimaan rakennusosien ja työmaatehtävien kustannuksia.

Tutkimuksen ymmärtämiseksi perehdytään infrahankkeiden kustannuslaskentaan ja Ihku-laskentasovelluksen käyttöön. Espoon kaupungin kilpailutettuja infrahankkeita vertaillaan Ihkun kustannusarvion, alkuperäisen kustannusarvion ja urakoitsijoiden tarjousten välillä. Tutkimusta tuetaan Espoon kaupungin työntekijöiden haastatteluilla, joista saadaan selville Ihku-laskentasovelluksen käyttökemuksia ja kehitysideoita. Tiedot opinnäytetyössä on haettu Ihku-allianssilta, Espoon kaupungilta, Infra-nimikkeistöstä, muista opinnäytetöistä ja luentomateriaaleista.

Tutkimusmateriaaliksi syntyi kaksi erilaista tuotosta, joita voidaan hyödyntää Ihku-laskentasovelluksen kehitystyössä. Haastattelututkimus on Word-pohjainen tutkimus, jossa kerätään kokemuksia Ihku-laskentasovelluksesta eri näkökulmista. Vertailututkimus on Word- ja Excel-pohjainen tutkimus, jossa analysoidaan Ihkun toimivuutta ja selvitetään kustannusarvioiden eroavaisuuksia.

Opinnäytetyö sisältää haastattelututkimuksen tulokset kokonaisuudessaan. Vertailututkimuksessa rakennushankkeiden ja urakoitsijoiden nimet on salattu. Opinnäytetyötä käytetään Ihku-laskentasovelluksen kehitykseen ja kalibrointiin.

Tutkimuksista syntyneet kehitysideat liittyvät rakennusosien puutteellisuuteen ja ongelmallisuuteen. Tilaajien vesihuollon kustannuksien laskentaa tulee kehittää ja antaa mahdollisuus lisätä oman tuotannon rakennusosia, jotka toistuvat rakennushankkeissa. Kustannusarvioiden tulkitseminen ja erojen analysointi vaatii jatkotoimenpiteitä ja laajempaa otantaa rakennushankkeita.

Asiasanat: infra, kustannuslaskenta, vertailu, kehitys

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Management

RAUHALA, REIMA:
Cost Accounting of Infrastructure Projects in Espoo

Bachelor's thesis 26 pages
May 2022

This thesis is based on operational model of City of Espoo's infrastructure projects' cost accounting which has experienced a significant overhaul. A new cost accounting system for infrastructure, lhku, has been put into service. The thesis examines the problems that may be encountered when calculating infrastructure projects. The thesis is limited to research the costs of building elements and construction site assignments.

To understand the research, you will become familiar with the cost accounting of infrastructure projects and the use of the lhku calculation application. The city of Espoo's tendered infrastructure projects are compared between lhku's cost estimate, the initial cost estimate, and the contractors' offers. The research is endorsed through interviews with employees of the city of Espoo to find out user experiences and development ideas for lhku calculation application. Information on the thesis has been obtained from lhku-allianssi, the city of Espoo, Infra-nimikkeistö, other theses and lecture materials.

Two different outputs were generated as research materials, which can be utilized in the development of the lhku application. The interview survey is Word-based research that examines the functionality of the lhku calculation application from different perspectives. The comparative study is Word- and Excel-based research, in which the functionality of lhku is analyzed and the differences in cost estimates are investigated.

The thesis includes the results of the interview survey in its entirety. In the comparative study, the names of construction projects and contractors are encrypted. The thesis is used for the development and calibration of the lhku calculation application.

The development ideas generated from the research are related to the incompleteness and problematic nature of the building components. The calculation of customers' water supply costs must be developed, and it must be possible to add building components for own production that are repeated in construction projects. Interpreting and analyzing cost estimates require further action and a broader sample of construction projects.

Key words: infrastructure, cost accounting, comparison, development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	INFRAHANKKEIDEN-KUSTANNUSLASKENTA.....	6
2.1	Infra-nimikkeistö	6
2.1.1	Osanimikkeistöt	6
2.2	Kustannuslaskentamenetelmät	9
2.2.1	Suoritelaskenta.....	10
2.2.2	Rakennusosalaskenta	10
2.2.3	Tuoteosalaskenta	10
2.2.4	Tilapohjainen laskenta.....	11
2.3	Tarjouslaskenta.....	11
2.3.1	Määrälaskenta.....	11
2.3.2	Kustannuslaskennan hinnoittelu	11
3	INFRAHANKKEIDEN KUSTANNUSLASKENTAJÄRJESTELMÄ JA PALVELUALLIANSSI.....	12
3.1	Laskentasovellus.....	12
4	HANKEVERTAILUTUTKIMUS.....	16
4.1	Yhteenveto	16
4.2	Hankekohtaiset analysoinnit	17
4.2.1	Hankkeen perustiedot ja yleiset kustannukset.....	18
4.2.2	Rakennusosien erittely	18
4.2.3	Yhteenveto tuloksista	21
5	HAASTATTELUTUTKIMUS	23
6	POHDINTA	24
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Huolellinen ja asiantunteva kustannuslaskenta varsinkin infrahankkeissa voi määrittää hankkeen onnistumisen jo lähtötasolla. Infrahankkeiden kustannuslaskennan tukena hyödynnetään kehittyneitä laskentasovelluksia. Opinnäytetyön taustana toimii merkittävä muutos Espoon kaupungin infrahankkeiden kustannuslaskennassa.

Espoon kaupungin työkaluna infrahankkeiden kustannuslaskennassa toimii nykyään uusi Ihku-laskentapalvelu, joka otettiin käyttöön kesällä 2021. Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Espoon kaupungin ja Ihku-allianssin kanssa.

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää tekijöitä, joilla kehittää Ihku-laskentasovellusta, jonka myötä Espoon infrahankkeiden kustannuslaskenta kehittyy mahdollisimman käyttökäytännölliseksi ja kustannusarvioiltaan tarkaksi.

Opinnäytetyön materiaaleina käytettiin pääasiassa Ihku-laskentasovellusta, Excel-tilinlaskentaohjelmaa, Espoon kaupungin työntekijöiden haastatteluja ja luotettavaa lähdemateriaalia. Materiaalin avulla luotiin kaksi tutkimusta ja työn ohella syntyi omaa pohdintaa, joiden pohjalta Ihku-laskentasovellusta voitaisiin kehittää.

2 INFRAHANKKEIDEN KUSTANNUSLASKENTA

Infrahankkeet ovat yhteiskuntaa muokkaavia rakennushankkeita, jotka ovat usein laajoja ja taloudellisesti mittavia kokonaisuuksia. Edellä mainittujen tekijöiden johdosta kustannushallinnan rooli kasvaa projekteissa merkittäväksi. Infrahankkeet ovat olemassa tarpeesta luoda, korjata ja ylläpitää yhteiskunnan rakenteita. (Pehkonen 2016, 12.)

Laadukkaasti ja aikataulun mukaisesti tehty hanke voi epäonnistua, jos kustannustavoitteet ovat kaukana totuudesta. (Vesa 2020, 7.)

2.1 Infra-nimikkeistö

Rakennushankkeen keskeisimpiä onnistumistekijöitä on toimiva ja luotettava tiedonvaihto eri osapuolten välillä. Nimikkeistöjärjestelmä tukee onnistunutta hanketta. Nimikkeistö on standardi, jota hyödynnetään kaikkien osapuolten kanssa toimivassa hankkeen tiedonvaihdossa. (Infra-nimikkeistö 2015, 5.)

Nimikkeistöjärjestelmä on pohja toimialojen ja yritysten omien sovellusten kehityksen tueksi. Infra-nimikkeistöjärjestelmällä on mahdollista saavuttaa merkittäviä hyötyjä. Rakennusalan toiminta tehostuu ja kustannusten vertailu kehittyy, kun suunnittelijat ja urakoitsijat hyödyntävät yhteistä käsitteistöä. (Infra-nimikkeistö 2015, 7.)

2.1.1 Osanimikkeistöt

Infra-nimikkeistöjärjestelmä sisältää seuraavat osanimikkeistöt:

- *Hankeosanimikkeistö*
- *Rakennusosa- ja hankenimikkeistö*
- *Panosnimikkeistöt*
- *Tuotantonimikkeistö*
- *Lopputuote- ja toimenpidenimikkeistö*

Jokaisella osanimikkeistöillä on erilainen merkitys hankkeen eri osapuolille (taulukko 1). Yhteinen infrahankkeen osapuolia koskeva osanimikkeistö on rakennusosa- ja hankenimikkeistö. (Infra-nimikkeistö 2015, 7.)

Hankeosittelussa hanke eritellään laajoihin kokonaisuuksiin vastaamaan tilaajien tarpeita. Hankeosanimikkeistö on infrahankkeen eri roolien olennainen työkalu. Hankeosanimikkeistö on määritetty yleisenä perusnimikkeistönä. (Infra-nimikkeistö 2015, 8–9.)

Rakennusosa- ja hankenimikkeistöllä tulkitaan suunnittelun lopputulosta ja laadullisia vaatimuksia. Rakennusosanimikkeistöä hyödyntämällä on mahdollista mallintaa hankkeeseen sisältyvät kustannukset ja määrät omiin kokonaisuuksiin sekä analysoida hanketta koskevat laatuvaatimukset. Nimikkeistö toimii perustana tilaajan, urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden väliselle sopimukselle sekä hankkeen eri osapuolten tiedonvaihdon. (Infra-nimikkeistö 2015, 9.)

TAULUKKO 1. Rakennusosien pääryhmien jaottelu (Infra-nimikkeistö 2015, 12.)

1000	Maa-, pohja ja kalliorakenteet
2000	Päälly- ja pintarakenteet
3000	Järjestelmät
4000	Rakennustekniset rakennusosat

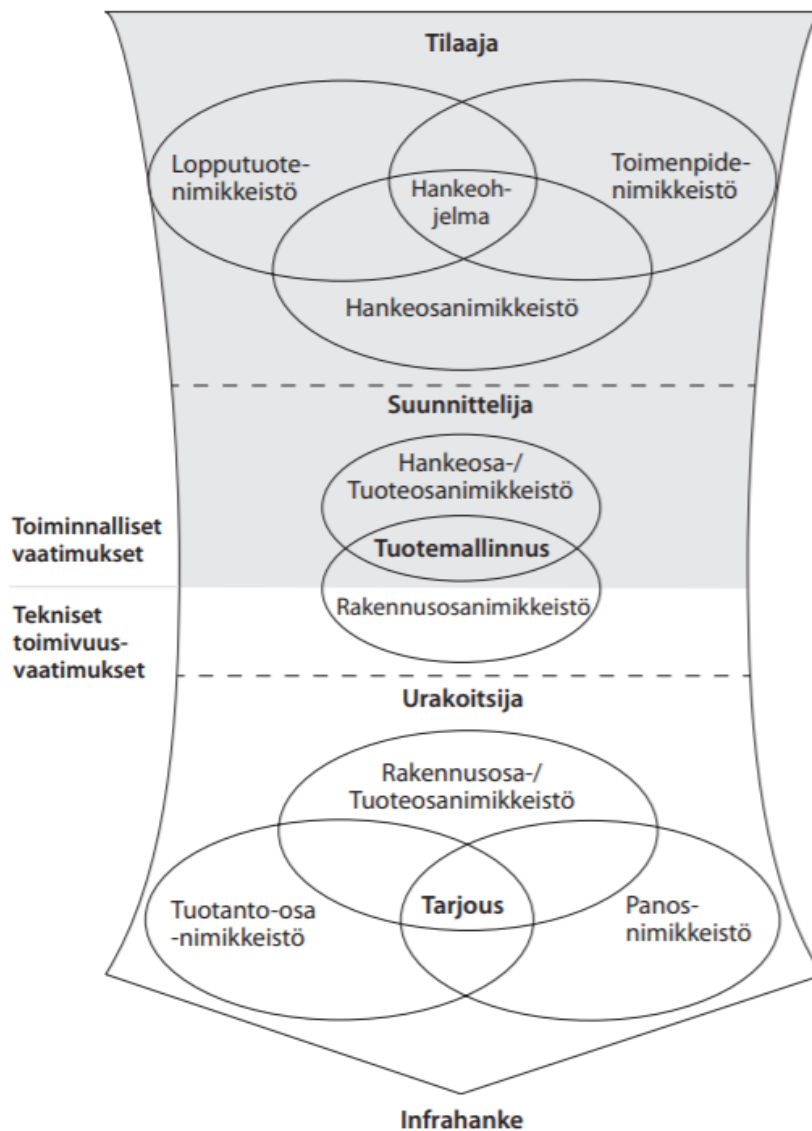
TAULUKKO 2. Hanketehtävien jaottelu (Infra-nimikkeistö 2015, 12.)

5100	Rakentamisen johtotehtävät
5200	Urakoitsijan yritystehtävät
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut
5400	Työmaapalvelut
5500	Työmaakalusto
5600	Suunnittelutehtävät
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät
5800	Omistajan hoito- ja ylläpitopalvelut

Panosnimikkeistöt ovat perusosittelun perusteellisin nimikkeistö, joka koostuu erilaisista tarvike- ja materiaalipanoksista. Panokset on ryhmitelty kolmeen eri osanimikkeeseen: palkkaryhmittelyyn, kalustonimikkeistöön ja rakennustuotenumikkeistöön. Palkat perustuvat työmarkkinajärjestöjen luomaan palkkaryhmittelynimikkeistöön. Kalustonimikkeöstä huolehtivat infra-alan rakennuttaja- ja urakoitsijajärjestöt. Rakennustuotenumikkeistöön lisätään Rakennustiedon nimikkeistöä puuttuvia rakennustuotteita. (Infra-nimikkeistö 2015, 10.)

Tuotantonimikkeistö sisältää rakennusosien ja palvelujen tuottamiseen tarvittavia työvaiheita ja muita tuotannon kustannuksia. Nimikkeistön hyödyntämällä luodaan tuotantoprosessi. Tuotantonimikkeistö on pääasiallisesti työväline urakoitsijan käyttöön. Nimikkeistön avulla voidaan laskea kohteen kustannuksia, suunnitella rakennushankkeita, luoda aikatauluja ja kontrolloida tuotantoa. (Infra-nimikkeistö 2015, 10.)

Lopputuote- ja toimenpidenimikkeistö pitää sisällään taloudellisia katselmuksia kirjanpitoa ja omaisuutta ylläpitääkseen. Toimenpidenimikkeistössä taloudelliset satsaukset jaotellaan investointiperiaatteiden mukaisesti. Toimenpiteet on määritelty kuuteen eri pääryhmään: maankäytön suunnitteluun, hankkeiden ohjelmointiin, rakentamiseen, ylläpitoon, liikenteen hallintaan sekä käytön hallintaan. Lopputuotenumikkeistö ryhmittelee infrahankkeet niiden käyttötarkoituksen mukaisesti. Monissa yhteyksissä rakennusosalalla on käytetty lopputuotenumikkeistöä: tie-, katu-, raideliikenne-, tietoliikenne-, vesi-, ja energianhuoltoverkosto sekä ympäristö- ja vapaa-ajan rakenteet ja muut rakenteet. (Infra-nimikkeistö 2015, 10–11.)



TAULUKKO 1. Nimikkeistöjärjestelmä ja rakennushankkeen osapuolet (Infra-nimikkeistö 2015, 8.)

2.2 Kustannuslaskentamenetelmät

Kustannuslaskennan tehtävä on saada selville hankkeen vaihtelevat kustannukset. Kustannuslaskelma on kustannuslaskennan tuloste, joka muodostuu kustannuslaskentanimikkeistön mukaan eritellystä, hinnoitellusta määräluettelosta. Kustannuslaskelma voi koostua eri karkeustasoisista nimikkeistä, kuten suoritteista, rakennusosista, tuoteosista tai näiden yhdistelmästä. Kustannuslaskenta-

nimikkeistö on ohje, jonka mukaisesti määrät eritellään kustannuslaskelmaa laadittaessa. Kustannuslaskentanimikkeistö voi olla yrityskohtainen. (Lehtonen 2021.)

2.2.1 Suoritelaskenta

Yleinen käytäntö kohde- ja urakkakohtaisen kustannuslaskelman ja panospohjaisen kustannusarvion luominen tarjousvaiheessa on suorituslaskenta. Suoritelaskentaa hyödynnetään suunnitelmien ollessa vähintään pääpiirustustasoisia sisältäen rakennusselostuksen liitteineen. Suoritelaskenta on myös usein lisä- ja muutostöissä tai vaihtoehtoisessa toteutusmenetelmässä käytettävä työkalu.

Määräluettelo jaetaan suoritteisiin ja ne hinnoitellaan panosrakenteena tai -lajeittain suoritelaskentaa hyödynnettäessä. (Välitalo 2014, 11–12.)

2.2.2 Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskenta toimii urakoitsijan kustannuslaskentamenetelmänä tarjouslaskennassa, kun piirustukset ovat ehdotus- tai luonnospiirustustasoisia ja laskenta-asiakirjoihin sisältyy rakennustapaselostus. Rakennusosalaskentaa hyödynnetään ohjatessa suunnittelua ja vaihtoehtoratkaisun kustannuslaskennassa. (Välitalo 2014, 16.)

Rakennusosalaskentaa käytettäessä määräluettelo on eritelty rakennusosina. Rakennusosa hinnoitellaan rakennusosaan liittyvien suoritteiden avulla. (Lehtonen 2021.)

2.2.3 Tuoteosalaskenta

Tuoteosalaskentaa käytettäessä määräluettelo on eritelty tuoteosina. Tuoteosa hinnoitellaan tuoteosaan kuuluvien rakennusosien perusteella. Tuoteosalaskenta ei omaa kuvattua standardoitua tapaa, sillä menetelmä ei ole vakiintunut infra-alalla. (Lehtonen 2021.)

2.2.4 Tilapohjainen laskenta

Tilapohjaisella laskennalla tarkoitetaan menetelmää, jossa rakennuksen hankekustannuksille määritetään kustannuspuite tilaohjelman, laatumääritysten ja olosuhdetekijöiden perusteella. Tilalaskennassa määrät eritellään tiloittain. Tilapohjaiseen laskentaan tarvitaan arkkitehtisuunnittelun tilamalli. (Lehtonen 2021.)

2.3 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskenta koostuu tarjouspolitiikan mukaisista katetavoitteista ja urakkoiteen ominaisuuksiin pohjautuvista riskivarouksista, jotka lisätään urakan kustannusarvioon. Pohjana käytetään urakan kustannusarviota. Arvio sisältää omakustannushinnan urakoitsijalle, johon lisätään tarjouslaskennassa riskivaraus ja kate. (Pihlaja 2017, 20.)

2.3.1 Määrälaskenta

Määrälaskennassa tuotetaan määriä koskevaa informaatiota hyödynnettäväksi hankkeen eri osapuolille ja työvaiheisiin. Määrätiedot vaihtelevat lähtötiedoista ja suunnitelmista riippuen. Määrätietoja hyödyntää hankkeen jokainen osapuoli, ja ne toimivat päätöksenteon sekä yhteistyön työkaluna. Rakennusosien määrät pohjautuvat yleisesti InfraRYL-määrälaskentaohjeen mukaisesti. (Pihlaja 2017, 21.)

2.3.2 Kustannuslaskennan hinnoittelu

Yksityiskohtainen rakennusluettelo syntyy tarjouslaskentavaiheen määrälaskennan tuloksena, joka hinnoitellaan rakennelaskelmaksi rakennusosien yksikkökustannuksia käyttämällä. Rakennusosien yksikkökustannukset pohjautuvat rakennusosarakenteen, yrityksen tai hankkeen panosrakenteen, panoshinnaston tai ennakkokyselyjen ja -tarjouksien tietoihin. (Pihlaja 2017, 24.)

3 INFRAHANKKEIDEN KUSTANNUSLASKENTAJÄRJESTELMÄ JA - PALVELUALLIANSSI

Infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmä ja -palveluallianssissa eli Ihkussa kehitetään kustannuslaskentajärjestelmää ja -palvelua, jolla luotiin infra-alalle avointa kustannustietoa. Kustannuslaskentajärjestelmä vastaa tulevaisuuden edellytyksiä tarjoten ajankohtaista ja luotettavaa kustannustietoa infrahankkeiden hyötykäyttöön. (Ihku-allianssi 2022.)

Järjestelmän kehitys organisoidaan allianssimallilla. Toteutusvaiheessa luodaan Infra-nimikkeistöön pohjautuviin rakennusosiin perustuva laskenta, joka toimii rakennussuunnitelmavaiheiden erityyppisissä hankkeissa. Järjestelmä on otettu käyttöön vuoden 2021 aikana ja hanke on palveluvaiheessa. Parhailaan Ihku-laskentapalveluun kehitetään mm. hankeosalaskentaa, joka julkaistaan vuonna 2022. (Ihku-allianssi 2022.)

Allianssin palveluntuottajia ovat Arkance Systems Finland Oy, Mittaviiva Oy, Ramboll Finland Oy ja Solita Oy. Tilaajia ovat Espoo, Helsinki, Vantaa, Tampere, Turku, Jyväskylä ja Väylä. (Ihku-allianssi 2022.)

3.1 Laskentasovellus

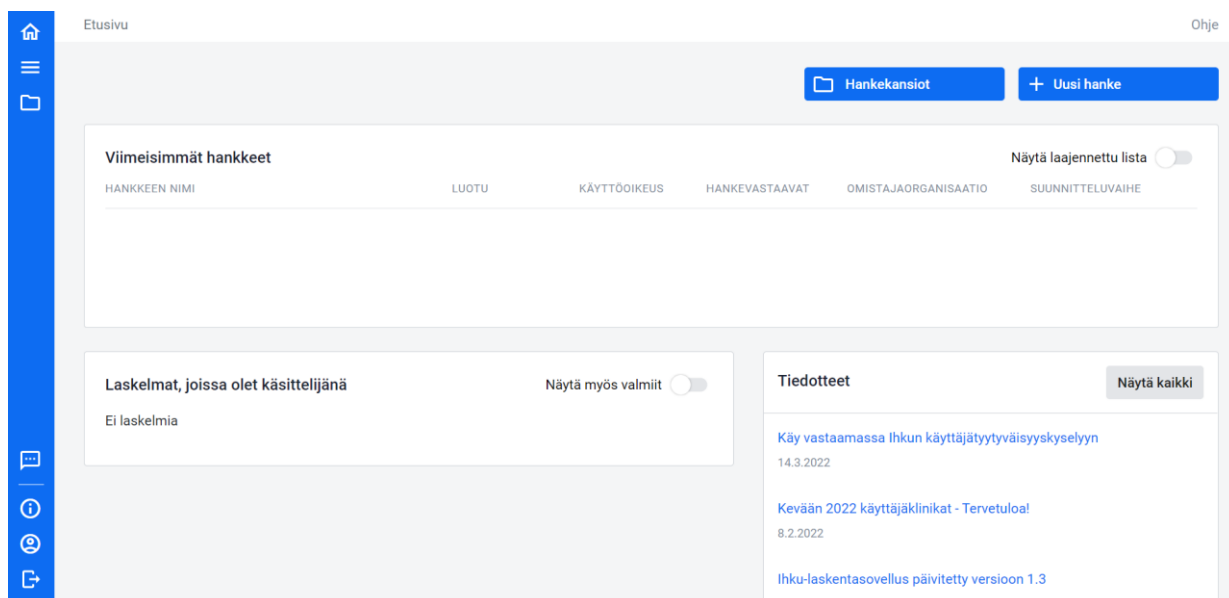
Ihku-laskentajärjestelmän olennaisin osa käyttäjälle on suunnittelijan työkalu Ihku-laskentasovellus (kuva 1), jolla suunnittelija voi laskea hankkeen kustannuksia ja luoda raportteja. Laskentajärjestelmän pohjana on rakennusosakirjasto, joka sisältää uusilla rakennusosilla sekä päivittyvillä hinnoilla ja työsaavutuksilla täydentyvän kustannusdatan. Hanketietokanta on laskentasovelluksen organisaatiokohtainen tietopankki, johon hankkeiden kustannuslaskelmat tallentuvat. Palveluiden ohella, Ihku-laskentajärjestelmällä voi tulevaisuudessa integroida ulkopuolisia ohjelmistoja. (Ihku-allianssi 2022.)

Ihku-laskentapalvelu



KUVA 1. Ihku-laskentapalvelu. (Ihku-allianssi 2022.)

Laskentasovellus on rakennusosalaskentaan soveltuva selainpohjainen työkalu, jonka taustalla on panospohjainen rakennusosakirjasto ja kustannusmallit. (kuva 2.) (Peltola 2022.)



KUVA 2. Laskentasovelluksen etusivunäkymä. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

Laskentasovellus muokkaa olosuhdemuuttujien avulla vaikutukset kustannuksiin rakennusosien panosrakenteiden ja työsaavutusten kautta (kuva 3). Ihkussa olosuhdemuuttujina ovat hanketyyppi ja toteutusympäristö. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

Hankkeen nimi*

Anna hankkeelle tunnistettavissa oleva nimi

Hanketyyppi

Valitse hanketyyppi

Toteutusympäristö

Valitse toteutusympäristö

Ihku-laskentapalvelun lisenssin omistajuus

Espoon kaupunki

Hankekansio

Hanketta ei ole vielä liitetty hankekansioon. [Valitse hankekansio](#)

KUVA 3. Uuden hankkeen luominen. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

Hanke itsessään jakautuu sovelluksessa viiteen eri osaan: perustietoihin, käyttöoikeuksiin, hankerakenteeseen, hanketehtäväprosentteihin ja raportointiin. Perustiedot sisältävät hankkeen yleistiedot, muuttujat, osapuolet, hintatason ja oletuskuljetusmatkat. Käyttöoikeuksissa hallitaan hankkeen käyttäjäoikeuksia. Käyttäjällä voi olla yksi kolmesta eri roolista:

- *Luku*, käyttäjä pystyy lukemaan hankkeen tietoja.
- *Muokkaus*, lukuoikeuksien lisäksi käyttäjä pystyy muokkaamaan ja lisäämään laskelmia.
- *Hankevastaava*, luku- ja muokkaus-oikeuksien lisäksi hankkeen käyttöoikeuksien hallinta sekä hankkeen omistajuuden vaihto. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

Hankerakenne mahdollistaa hankkeen eri osa-alueiden jakamista omiin kokonaisuuksiinsa, jotka helpottavat kustannuksien tulkintaa. (kuva 4.)

Testi

Perustiedot Käyttöoikeudet **Hankerakenne** Hanketehtäväprosentit Raportointi Kirjastopäivitys

▼ Testi ●	47 484 €	<input type="checkbox"/>
▼ Testi 1 ●	21 362 € 9 100 €	<input type="checkbox"/>
Testi 1.1 ●	12 262 €	<input type="checkbox"/>
Testi 2 ●	322 €	<input type="checkbox"/>
Testi 3 ●	25 800 €	<input type="checkbox"/>
Muut kustannukset		<input type="checkbox"/>

KUVA 4. Esimerkki hankerakenteesta. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

Hanketehtäväprosentteja käyttötarkoitus on laskea hankkeen työmaa- ja tilaaja-tehtäviin kuluva kustannuksia. Tehtävien laskenta perustuu rakennettujen hankkeiden toteumatietoihin. Prosentit määräytyvät automaattisesti hankkeiden olosuhdemuuttujien perusteella. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

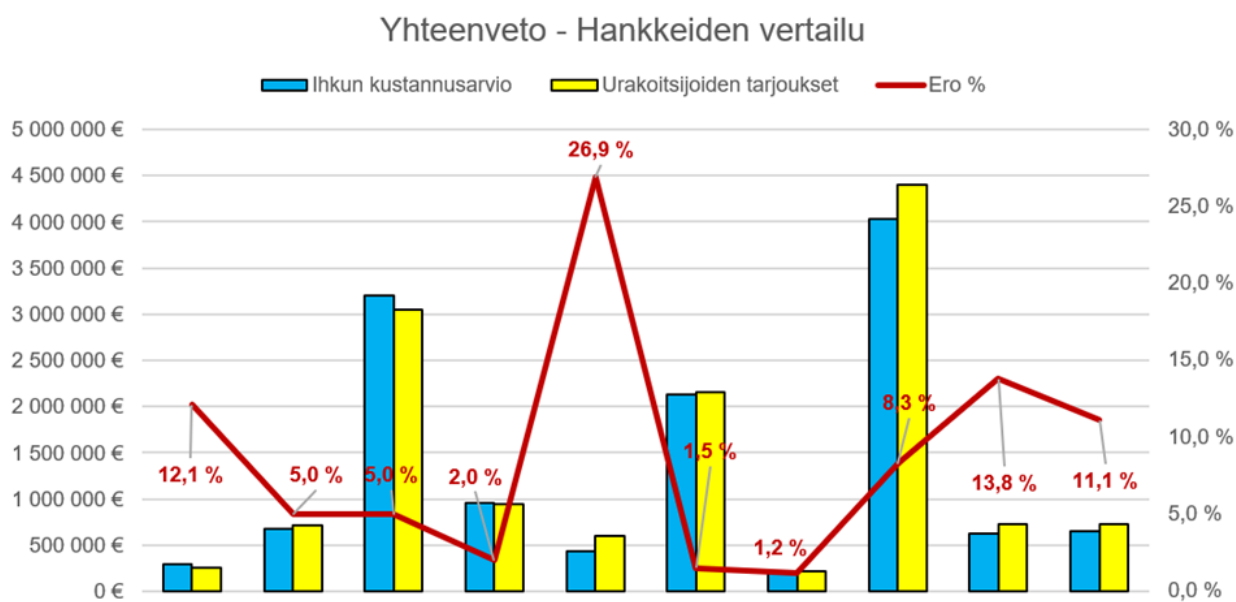
Raportit kuvaavat hankkeen viimeisimmän tilanteen. Raportille valituille laskelmille tehdyt muutokset vaikuttavat raporttien dataan. Järjestelmässä on kahdenlaisia raportteja: perusraportit ja käyttäjän itse luomat raportit. Perusraportteja ovat: kustannusarvio nimikkeittäin, kustannusarvio rakenteen mukaan ja hanketehtäväraportti. Lisäksi on mahdollista luoda määräluettelo, jonka muotoilu on joko kustannusarvio nimikkeittäin tai kustannusarvio rakenteen mukaan. (Ihku-laskentapalvelu 2022.)

4 HANKEVERTAILUTUTKIMUS

Opinnäytetyötä varten laskettiin kymmenen Espoon kaupungin infrahanketta. Hankkeet on kilpailutettu vuosina 2020–2022. Hankkeiden arvioituja rakentamiskustannuksia vertaillaan kolmesta eri lähteestä, Ihkusta, alkuperäisestä kustannusarviosta ja urakoitsijoiden tarjouksista. Alkuperäiset kustannusarviot on laskettu Fore-laskentapalvelulla. Ihkun kustannusarviot on laadittu maanrakennuskustannusindeksissä (115,9, Tammikuu 2022). Alkuperäiset kustannusarviot ja urakoitsijoiden tarjoukset on muutettu samaan hintatasoon. Urakoitsijoiden tarjouksien vertailussa käytetään jokaisen hankkeen kolmen edullisimman tarjouksen keskiarvoa. Hanketyyppeinä projektit jakautuvat kahdeksaan katu ja kunnallistekniikan hankkeeseen, yhteen siltahankkeeseen ja yhteen puistohankkeeseen. Tutkimuksen tavoitteena on olla tukena Ihku-laskentasovelluksen kehityksessä.

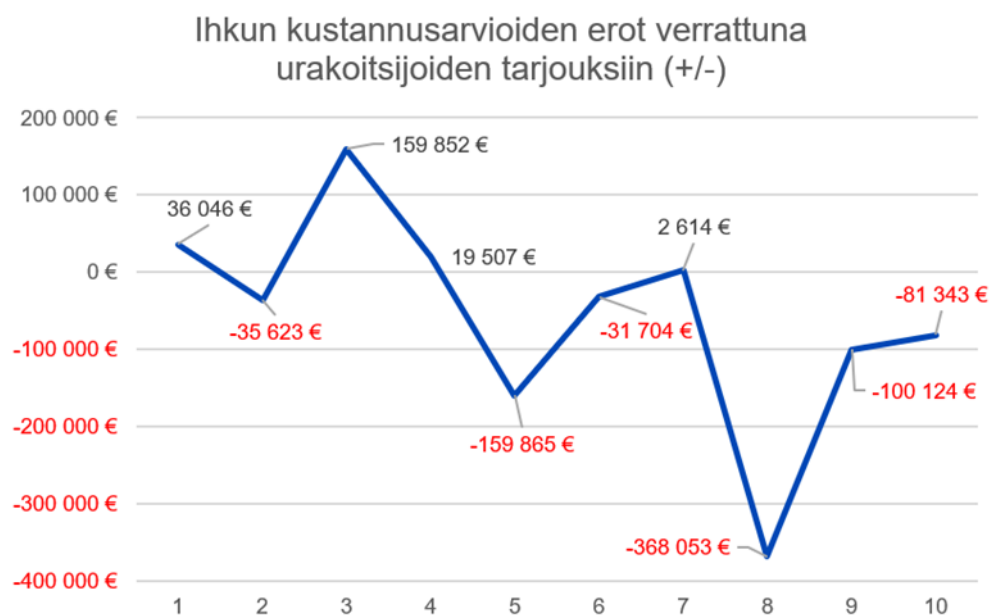
4.1 Yhteenveto

Vertailututkimus sisältää kaksi eri taulukkoa, joissa tutkitaan laskettuja infrahankkeita. Ensimmäinen taulukko on yhdistelmäkaavio, jossa osoitetaan Ihkun kustannusarviot ja urakoitsijoiden tarjoukset pylväsdiagrammeina, jotka kuvastavat hankkeiden urakkahintoja. Viivakaavio kertoo Ihku-laskentasovelluksella lasketujen kustannusarvioiden erot prosentteina verrattuna urakoitsijoiden tarjouksiin. (taulukko 2.)



TAULUKKO 2. Vertailutaulukko.

Toinen taulukko kertoo selkeämmin Ihkun kustannusarvioiden ylittäviä ja alittavia summia urakoitsijoiden tarjouksiin verrattuna. Ihkun kustannusarvion ollessa urakoitsijoiden tarjousten vertailusummaa kalliimpi, ero on merkitty positiivisena. Ihkun kustannusarvion alittaessa urakoitsijoiden tarjousten vertailusumman, ero on merkitty negatiivisena. Kuudessa hankkeessa urakoitsijoiden tarjoukset ylittivät Ihkun kustannusarvion. Neljässä hankkeessa urakoitsijoiden tarjoukset alittivat Ihkun kustannusarvion. Hankkeiden yhteenlaskettu ero oli 994 731 € eli 7,5 %. (taulukko 3.)



TAULUKKO 3. Ihkun kustannusarvioiden ja urakoitsijoiden tarjousten väliset erot.

4.2 Hankekohtaiset analysoinnit

Jokaisesta Ihkulla lasketusta infrahankkeesta luotiin omat kappaleet, jotka sisältävät hankkeiden tiedot, luvut, puutteet, pohdintaa eroja selittävistä tekijöistä ja muita huomioita tarvittaessa. Tässä opinnäytetyössä on koottu yhden kokonaisen hankkeen edestä analyysijä, joka toistettiin kymmenelle hankkeelle.

4.2.1 Hankkeen perustiedot ja yleiset kustannukset

Jokaisen hankkeen perustiedot on kuvattu omissa kappaleissaan. Perustiedot sisältävät hankkeen nimen, hanketyypin ja toteutusympäristön. Opinnäytetyössä on kuvattu analyysi yhden hankkeen osalta.

Yleiset kustannukset sisältävät:

- Kustannusarviot
- Kustannusarviot jaoteltuina rakennusosiin ja työmaatehtäviin
- Urakoitsijoiden kolme edullisinta tarjousta ja niiden keskiarvo
- Kustannusarvioiden ja urakoitsijoiden tarjousten erot summina ja prosentteina (taulukko 4.)

Kiltaraitti, Kiltapenger ja Valapuisto				
Ihkun kustannusarvio: Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä = 678 933 €				
Rakennusosat yhteensä: 543 147 €				
Työmaatehtävät yhteensä: 135 786 €				
Vertailusumma 01/2022 tasossa (3 edullisinta) = 714 556 €				

TAULUKKO 4. Haukilahdessa sijaitsevan infrahankkeen yleiset kustannukset.

4.2.2 Rakennusosien erittely

Hankkeista on nostettu esiin kymmenen kustannuksiltaan suurinta yksittäistä rakennusosaa, jotka sisältävät myös rakennusosan kokonaishinnan hankkeessa ja prosenttiosuuden koko hankkeen rakennusosista. Suurimmat kustannukset avaavat hankkeen luonnetta ja niistä löytyy merkittävimmät tekijät mahdollisiin eroihin kustannusarvioiden välillä. (taulukko 5.)

Suurimmat kustannukset:

2143.21 - Luonnonkivilaatoitus

(62 121,76 €) (Osuus rakennusosista: 11,4 %)

1621 - Putkikaivanto, kuljetus penkereeseen tai täyttöön

(29 602,32 €) (Osuus rakennusosista: 5,5 %)

1632 - Teräsponttiseinä, pysyvä, kaivussyvyys < 2 m, maanvarainen, ei sis. ankkurointia, pontti-m2tr

(24 518,79 €) (Osuus rakennusosista: 4,5 %)

3361 - Valaistus

(18 400,00 €) (Osuus rakennusosista: 3,4 %)

2211.1 - Reunatuki, luonnonkivi

(17 040,07 €) (Osuus rakennusosista: 3,1 %)

2121 - Jakava kerros

(20 644,94 €) (Osuus rakennusosista: 3,8 %)

1611 - Maaleikkaus, erittelemätön, ei sis. vastaanottoa

(22 857,07 €) (Osuus rakennusosista: 4,2 %)

1833 - Lopputäyttö, putki-, rumpu- ja johtokaivannon täyttörakenne

(20 565,97 €) (Osuus rakennusosista: 3,8 %)

1832 - Alkutäyttö, putki-, rumpu- ja johtokaivannon täyttörakenne

(17 165,82 €) (Osuus rakennusosista: 3,2 %)

3360 - Valaistus

(11 500,00 €) (Osuus rakennusosista: 2,1 %)

TAULUKKO 5. Espoon keskuksessa sijaitsevan infrahankkeen suurimmat kustannukset.

Hankevertailu erottelee hankkeista vesihuollon kokonaiskustannukset, tilaajan omat rakennusosat sekä lhkusta puuttuvat rakennusosat. Työssä ilmoitetaan myös tilaajan omien ja puuttuvien rakennusosien kokonaishinta ja osuus kaikista rakennusosista. (taulukko 6.)

Vesihuollon kustannukset: 847 050,11 €

Tilaaajan omat rakennusosat:

3369 - Valaisinvaihto

3369 - Puistonvalaisinpylväs

3369 - Malli Espoo 8 m, Ral7024

3369 - Malli Espoo 10 m, Ral7024

3369 - Malli Espoo 10 m, 2-vartinen, Ral7024

Tilaaajan omien rakennusosien osuus koko hankkeen rakennusosista: 37 145,00 €, 1,4 %

Puuttuvat rakennusosat:

3361 - Valaisinpylvään siirto 10 m

1159 - Luonnonkiviverhouksen purkaminen

1159 - Betonikiviverhouksen purkaminen

4207 - Sillan peruslaatan betonointityöt, betoni C25/30 (Kyseinen lujuusluokka puuttuu)

Puuttuvien rakennusosien osuus koko hankkeen rakennusosista: 77 287,91 €, 2,9 %

TAULUKKO 6. Perkaalla sijaitsevan infrahankkeen kustannuksien ja rakennusosien erittelyä.

Hankkeen tietojen loppuun on kirjattu mahdollisia selittäviä tekijöitä ja muita huomioita, joita vastaan tuli kustannusarviota tehdessä. Eroja selittävien tekijöiden löytäminen oli haastavaa, mutta kustannusarvioista löytyi suuria eroavaisuuksia yksikköhinnoissa, joista syntyi materiaalia jatkotutkimuksia varten. (taulukko 7.)

Mahdollisia eroja selittäviä tekijöitä:

Urakoitsijoiden tarjouksilla merkittävä ero Ihkun ja alkuperäiseen kustannusarvioihin verrattuna. Tekijät epäselviä. Hanketta tulee tutkia. Mahdollisesti virheitä määräluettelossa. Hanke voi olla vaikeasti toteutettava, joka kasvattaa urakkahintaa. Toteutusympäristö on rajatapaus ja siksi myös saattaa selittää osittain eroa, mutta ero siitä huolimatta suuri. Pieni osuus omia hintoja ja puuttuvia hintoja sisältyy hankkeeseen.

Rakennetussa ympäristössä hankkeen urakkahinta: 441 078 €

Tiiviisti rakennetussa ympäristössä hankkeen urakkahinta: 480 668 €

Muita huomioita:

Ihkun ja alkuperäisen kustannusarvion välillä ainoa merkittävä ero asennusalojen yksikköhinnoissa. Asennusaloja lukuun ottamatta kustannusarviot lähes identtiset.

Rakennusosa	Ihkun yksikköhinta	Alkuperäisen kustannusarvion yksikköhinta
Asennusaloista, Sora	80,98 €	26,20 €
Asennusaloista, Kalliomurske	73,85 €	30,12 €

TAULUKKO 7. Haukilahden infrahankkeen kustannusarvioiden eroja selittäviä tekijöitä.

4.2.3 Yhteenveto tuloksista

Ihku-laskentasovelluksen kehittämistä varten laadittiin myös Excel-tutkimus. Yhteenveto välilehdestä löytyy kaikkien hankkeiden tärkeimmät tiedot ja luvut. Yhteenvetoon on myös sisällytetty kaaviot ja kaikki laskettujen kustannusarvioiden puuttuvat rakennusosat koodijärjestyksessä. Excel-taulukon pohjalta voidaan analysoida hyvin mahdollisia jatkokehitystarpeita. (taulukko 8, 9 ja 10.)

Hankkeet	(MAKU:115,9, Tammikuu 2022)	
	Hanketyyppi	Toteutumisympäristö
	Silta	Rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Tiiviisti rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Tiiviisti rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Harvaan rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Tiiviisti rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Rakennettu ympäristö
	Puisto / Viheralue	Rakennettu ympäristö
	Katu ja kunnallistekniikka	Tiiviisti rakennettu ympäristö

TAULUKKO 8. Infrahankkeiden perustiedot. (Hankkeiden nimet salattu.)

Ihku	Kustannusarviot		Ihkun ja urakoitsijoiden välisten tarjousten erot	
	Alkuperäinen kustannusarvio	Urakoitsijoiden tarjoukset	€	%
296 561 €	247 512 €	260 515 €	36 046 €	12,1 %
678 933 €	728 320 €	714 556 €	- 35 623 €	5,0 %
3 205 981 €	3 471 508 €	3 046 129 €	159 852 €	5,0 %
957 627 €	992 081 €	938 120 €	19 507 €	2,0 %
435 007 €	425 523 €	594 872 €	- 159 865 €	26,9 %
2 127 635 €	2 376 198 €	2 159 339 €	- 31 704 €	1,5 %
217 615 €	184 827 €	215 001 €	2 614 €	1,2 %
4 037 537 €	4 557 499 €	4 405 590 €	- 368 053 €	8,3 %
627 727 €	688 647 €	727 851 €	- 100 124 €	13,8 %
648 987 €	713 028 €	730 330 €	- 81 343 €	11,1 %

TAULUKKO 9. Kustannusarvioiden urakkahinnat ja erot.

Koodi	Puuttuvat rakennusosat
1129	Purkujätteen vastaanottomaksu, puu, jatkokäsittelyyn
1131	Kaukolämpöputken siirto
1131	Putken purku, sis. kaivu ja täyttö, valurautaputki
1139.1	Siirrettävä valaisin
1151	Betonikivi-/laatta-, tai luonnonkiviverhouksen poisto (Pelkkä poisto puuttuu)
1159	Betonikiviverhouksen purkaminen
1159	Luonnonkiviverhouksen purkaminen
1432	Salaojan tarkastuskaivo 200/160 mm (Kyseinen koko puuttuu)
1630	Pohjaveden alennus imuputkilla
1729	Louhinta
2141.13	Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 32 (Kyseinen lujuusluokka puuttuu)
2143	Betonikivi-/betonilaattaverhouksen asennus (Pelkkä asennus puuttuu)
2143	Kivirakenteen sauma
2143.23	Nupukiveys, asennus (Pelkkä asennus puuttuu)
2144.1	Pyöreä luonnonkivi
2211.1	Reunatuki, luonnonkivi 270 x 220 mm (R220) (Kyseinen koko puuttuu)
2242.1	Erosionsuojamatto
2331.5	Ilmastointikaivot
2332	Metsäalueen raivaus
3119	Päätytulppa, jätevesi
3119	Viemärikaivon täyttö murskeella
3122.1	Tarkastuskaivo, hulevesiviemäri (315/200 mm) (Kyseinen koko puuttuu)
3125	Jäteveden liitos nykyiseen linjaan
3128	Välppä
3261	Liikennemerkkin pylvä

TAULUKKO 10. Osa kirjatuista puuttuvista rakennusosista.

Tutkimuksen muut sivut koostuvat jokaisesta hankkeesta omina yhteenvetoinaan. Hankekohtaisien yhteenvetojen tietoja hyödynnetään Word-pohjaisessa hankevertailututkimuksessa kuvakaappauksien muodossa.

5 HAASTATTELUTUTKIMUS

Opinnäytetyössä tutkitaan neljän Espoon kaupungin työntekijän käyttökokemuksia Ihku-laskentapalvelusta. Haastateltavien kehitysideoita tutkitaan myös. Haastateltavien käyttöhistoria Ihkun kanssa on vaihtelevaa ja vastaukset tulevat eri näkökulmista. Haastateltavat toimivat kaupungin suunnittelupuolella, joista kolmella on Ihku-laskentasovellus ollut aktiivisessa käytössä. Käyttötarve jakautuu kustannusarvioiden perusteelliseen tekoon ja pelkkään projektien luontiin.

Positiivisia tekijöitä Ihkussa riittää. Ohjelman ohjeistus ja käyttöönotto on tehty täsmällisesti. Sovelluksen ulkoasu on selkeä ja kokonaisuus on käyttäjäystävällinen. Selainpohjaisen sovelluksen käyttö, rakennusosien haku, lisääminen ja poisto sekä käyttöoikeuksien muokkaaminen on vaivatonta ja toimivaa.

Kehuja saa myös rakennusosien avoimuus ja niihin sisältyvä tieto, esimerkiksi kuljetusmatkat ja vastaanottomaksut. Hankkeeseen täytettävät perustiedot mahdollistavat myös tarkemmat laskelmat kuin muilla käytetyillä laskentasovelluksilla. Sovelluksen etusivulla esiintyvä palautetoiminto kerää oman osansa kehuista.

Haastateltavilta kyseltiin Ihkussa vastaan tulleita ongelmia ja ideoita sovelluksen kehittämiseksi. Ensimmäisenä ja päällimmäisenä ongelmista nousee esiin rakennusosien puutteet. Osa rakennusosista on keskeneräisiä tai puuttuvat kokonaan. Puuttuvia rakennusosia löytyy hankkeen eri osista, mutta erityishuomioita nostetaan maisemointiin. Huomautuksia saa myös rakennusosien hidas lisääminen suurten päivitysten yhteydessä.

Yksikkö- ja panoshintojen muuttamiseen toivotaan myös vapautta. Kuntiin keskittyvänä kehitysideana ehdotetaan omien hinnastojen luomista kaupungin omalle tuotannolle ja vastaavasti ulkopuolisille tehtäville. Loppuun lisätään, että idea on ymmärrettävästi hankala toteuttaa ja ylläpitää.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli tulkita Espoon kaupungin kilpailutetuja ja Ihkulla laskettuja hankkeita. Rajatun materiaalin takia työssä sen sijaan keskityttiin laskemaan Espoon kaupungin kilpailutettuja infrahankkeita Ihku-laskentasovelluksella ja lähdettiin etsimään eroja verraten alkuperäiseen kustannusarvioon sekä urakoitsijoiden tarjouksiin.

Suurin osuus työstä sijoittui infrahankkeiden laskentaan Ihku-laskentasovelluksella vertailumateriaalin keräämistä varten. Kustannusarvioiden tulkitsemisessa täytyy pitää tietynlainen kriittisyys tuloksien luotettavuutta koskien. Liian suuria johtopäätöksiä kustannusarvioista ja vertailevista tuloksista ei voi tehdä. Materiaalin laajuus ei yksinkertaisesti mahdollista tähän. Myös epävarmuustekijät tulee ottaa huomioon, joita löytyy vallitsevasta markkinatilanteesta, määristä ja urakoitsijan tuotantoratkaisuista kuljetusmatkojen ja maa-ainesten suhteen.

Merkittävimmät kehitysideoit löytyvät laskennan ohella vastaan tulleiden ongelmien ja haastattelujen myötä. Henkilökohtaiset ongelmat ja kehitysideoit Ihkuun liittyen löytyvät suurelta osin haastateltavien ajatuksista. Lähes jokaisessa laskentatessa hankkeessa vastaan tulee puuttuvia rakennusosia, joiden lisääminen on selkeä kehityskohde. Kehitysideoiksi syntyy tilaajien erillisten ja yksityisten rakennusosien lisääminen Ihkuun tilaajakohtaisesti, esimerkiksi valaistukseen, puistojen rakennusosiin ja vesihuoltoon liittyen. Ihkussa usein kyseiset rakennusosat puuttuvat tai eivät vastaa yksikköhinnoiltaan ollenkaan haettavia rakennusosia. Ihkun organisaation tilaajaosapuolet koostuvat lähinnä kokonaisuudessaan Suomen suurimmista kunnista, joilla varmasti kaikilla on jonkin tason kysyntää hyödyntää erikseen omalle kaupungille kehiteltyjä rakennusosia ja yksikköhintoja, jotka toistuvat tilaajien hankkeissa.

Espoon kaupungin hankkeita laskiessa törmätään yleiseen ongelmaan, mutta myös potentiaaliseen kehitysideaan. Espoon kaupungilta löytyy runsaasti oman tuotannon rakennusosia, ja vesihuollon kustannusvastuut sisältävät usein ainoastaan asennusten hinnat. Ihkun rakennusosat sisältävät mukanaan materiaalit eivätkä ole vertailukelpoisia yksikköhinnoiltaan. Materiaalien yksikköhinnat on mahdollista asettaa nolnaan, mutta selkeämpi valinta käyttäjälle olisi luontevampaa.

Vesihuoltoa koskevien rakennusosien erittely ainoastaan asennukseen olisi jo merkittävä kehitysaskel Espoon kaupungin infrahankkeiden kustannuslaskentaan Ihkulla.

Opinnäytetyö opetti todella paljon kustannusarvioiden laatimisesta ja infrahankkeista kokonaisuutena. Työ sisälsi omat ongelmansa ja haasteensa, mutta niistä huolimatta kokonaisuudeksi saatiin materiaalia, joka toivottavasti kehittää Ihkua mahdollisimman paljon. Opinnäytetyön hyöty selviää tulevaisuudessa, sillä kehitysideoiden toteuttaminen ja ongelmien ratkaisujen löytäminen vaatii vielä osittain jatkotutkimuksia. Jatkotutkimuksiin voisi kuulua laajemman vertailuotannon kerääminen opinnäytetyössä laskettujen hankkeiden lisäksi. Tämä mahdollistaisi paljon luotettavampaa vertailua laskentasovelluksen toimivuuden suhteen. Jatkotutkimuksia varten voisi luoda myös tietopankin, johon käyttäjät lisäisivät vastaan tulleita puuttuvia rakennusosia. Lisää toimenpiteitä vaatii myös tilaajien omien hinnastojen kehitys, jonka voisi aloittaa kyselemällä ajatuksia itse tilaajilta, jonka jälkeen tehdä lisää päätelmiä.

LÄHTEET

Ihku-allianssi. 2022. Rakennamme kustannustehokasta huomista. Verkkosivu. Viitattu 18.3.2022. www.ihkuallianssi.fi

Ihku-laskentapalvelu. 2022. Verkkosivu. Viitattu 21.3.2022. www.ihku-laskentapalvelu.fi

Infra-nimikkeistö. 2015. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö määrämitysohje. Helsinki. Rakennustieto Oy. Viitattu 10.3.2022.

Lehtonen, T. 2021. Kustannuslaskennan kertaus. Luento. TAMK konferenssi 31.8.2021. Webinaari. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Pihlaja, P. 2017. Työkalu maanrakennusyrityksen tarjouslaskentaan ja kustannusseurantaan. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.3.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/133350/Pihlaja_Pasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pehkonen, S. 2016. Infrahankkeen tietomallipohjaisen kustannuslaskennan edellytykset ja kustannusarvion luotettavuuden mittaaminen. Insinöörityö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.3.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106985/ONT_SariPehkonen_Julkinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peltola, A. Projektipäällikkö. 2022. Sähköpostiviesti 10.3.2022.

Vesa, H. 2020. Projektin kustannusseurannan kehittäminen. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 12.3.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/333680/Vesa_Henri.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Välitalo, J. 2014. Rakennushankkeen kustannushallinta: tavoitearvion laatiminen. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.3.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75983/Valitalo_Jussi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haastattelututkimus

Ahlfors, M. Suunnitteluhortonomi. 2022. Sähköpostiviesti 5.5.2022.

Kempainen, A. Suunnitteluhortonomi. 2022. Sähköpostiviesti 5.5.2022.

Raimesalo, V. Projekti-insinööri. 2022. Sähköpostiviesti 3.5.2022.

Välimäki, J. Projekti-insinööri. 2022. Sähköpostiviesti 4.5.2022.