



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KATUHANKKEIDEN KUSTANNUSARVIOIN- NIN JA TEKLA CIVIL -TIEDONSIIRRON KE- HITTÄMINEN

Antti Hattula

Opinnäytetyö
Elokuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

HATTULA ANTTI

Katuhankkeiden kustannusarvioinnin ja Tekla Civil -tiedonsiirron kehittäminen

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Elokuu 2017

Katuhankkeiden kustannusarviointi on kehittynyt paljon viime vuosikymmenen aikana. Ennen kustannusarviointi perustui hyvin paljon vanhojen hankkeiden kautta saatuun hintatietoon. Nykypäivänä kustannusarviointien teko voidaan suorittaa Rapal Oy:n Fore-ohjelmistolla. Fore sisältää esimerkiksi Hola hankeosalaskentaohjelman, joka soveltuu suunnitteluprosessin aikaisissa vaiheissa tehtäviin kustannusarvioihin.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy päätti kehittää kustannusarviointia luomalla Holan rinnalle toisen työkalun hankkeen alkuvaiheen karkeaan kustannusarviointiin. Työkalu on Excel-pohjainen kustannusarviolaskuri, joka tuottaa kustannusarvioita mahdollisimman pienellä määrällä tietoja katuhankkeesta. Kustannusarviolaskurin laskenta on karkeaa ja yksinkertaistettua ja sen tarkoituksena on tuottaa suuntaa antavia kustannusarvioita. Nämä kustannusarvot yhdessä Holalla tuotettujen kustannusarvioiden kanssa antavat paremman yleiskuvan katuhankkeen kustannuksista. Näitä kahta eri tavalla tuotettuja kustannusarvioita vertailevalla voidaan löytää kustannusarvioista kohdat, joissa on epävarmuutta.

Tietomallintaminen on nykyisin yleistä katuhankkeissa, joka tarkoittaa, että määrätiedon tuominen ulos suoraan suunnitteluohjelmistosta on kannattavaa. Määrätieto on mahdollista lukea suoraan Fore-ohjelmiston kustannusarviointilaskelmaan. A-Insinöörit Suunnittelu Oy ei käytä tällä hetkellä suoraa tiedonsiirtoa suunnitteluohjelmiston sekä Foren välillä johtuen muutoksista Fore-ohjelmiston määrätiedon lukukäytännöissä. A-Insinöörit Suunnittelu Oy päätti kehittää tiedonsiirtoa tuottavuuden lisäämiseksi. Kehitys tapahtuu kommunikoimalla Fore-ohjelmiston tuen kanssa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

HATTULA ANTTI

Development of Cost Estimating of Street Construction Projects and Tekla Civil Data Transfer

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 5 pages
August 2017

Cost estimating of street construction projects has developed greatly over the last decade. Earlier cost estimating was mainly based on cost information of past projects. Currently cost estimations can be done with Fore software developed by Rapal Oy. Fore includes a project cost estimation application called Hola which is suitable for making cost estimations in the earlier stage of the design process.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy decided to develop cost estimating by creating a tool designed to be used for rough cost estimating side by side with Hola in early stages of the project. The tool is an Excel-based cost estimation calculator that produces cost estimations with the least possible amount of information on the street construction project. The calculations of the cost estimation calculator are rough and simplified and its purpose is to create directional cost estimations. These cost estimations together with the ones created with Hola give a better general picture of costs of the street project. By comparing the cost estimation created with the two methods, user can find the parts of the cost estimations where there is uncertainty.

BIM is often used in street construction projects nowadays which means exporting quantity information is more profitable. Quantity information is possible to be imported into the cost estimation calculations of the Fore systems. A-Insinöörit Suunnittelu Oy decided to develop the data transfer to enhance productivity. The developing will happen by communicating with the Fore systems support department.

Key words: cost estimation, street construction, street design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KATUHANKKEIDEN KUSTANNUSARVIOINNIN NYKYTILANNE	7
2.1	Yleistä	7
2.1.1	Esisuunnittelu	7
2.1.2	Yleissuunnittelu	8
2.1.3	Katusuunnittelu	8
2.1.4	Kadunrakennussuunnittelu	9
2.1.5	Katuhankkeiden kustannusten muodostuminen.....	9
2.2	Kustannuksien virheellisen arvioinnin vaikutukset	10
2.3	Hola-ohjelmisto	11
3	KUSTANNUSARVIOLASKURI.....	12
3.1	Excel-pohjainen kustannusarviointilaskuri.....	12
3.2	Kustannusarviolaskurin laskentatavat.....	13
3.2.1	Katurakenteet	14
3.2.2	Erillinen kevyen liikenteen väylä.....	17
3.2.3	Korotettu kevyen liikenteen väylä	18
3.2.4	Putkikaivanto	19
3.2.5	Kuivatus	21
3.3	Kustannusarvioiden vertailu vanhoihin suunnitteluprojekteihin	22
3.3.1	Vertailuhanke 1: Kadunrakennussuunnittelu, Kouvola	22
3.3.2	Vertailuhanke 2: Kadunrakennussuunnittelu, Lahti.....	23
4	TEKLA CIVIL -TIEDONSIIRTO	25
4.1	Nykytilanne ja sen haasteet.....	25
4.2	Kehittäminen.....	27
5	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	32
	Liite 1. Kustannusarviolaskurin etusivu	32
	Liite 2. Katurakennetyyppi 1 -tyyppipoikkileikkaus.....	33
	Liite 3. Katurakennetyyppi 2 -tyyppipoikkileikkaus.....	34
	Liite 4. Korotetun kevyen liikenteen väylän tyyppipoikkileikkaus	35
	Liite 5. Putkikaivannon tyyppipoikkileikkaus.....	36

LYHENTEET JA TERMIT

Fore	Kustannuslaskentapalvelua, joka sisältää HOLAn, ROLAn, Scopen sekä Arenan
Hola	Hankeosalaskentaan kehitetty ohjelmisto
Rola	Rakennusosalaskentaan kehitetty ohjelmisto
Tekla Civil	Infrarakentamisen suunnittelussa käytettävä suunnitteluohjelma

1 JOHDANTO

Kustannusarvioinnin tekoon katuhankkeiden alkuvaiheessa on vähän eri menetelmiä. Aiemmin alkuvaiheessa olevan hankkeen kustannusarviointi perustui hyvin paljon aiempien, samantapaisten hankkeiden kustannusarvioihin, jotka kuitenkin saattoivat olla epätarkkoja johtuen tapauskohtaisuudesta. Tällä hetkellä kustannusarvio voidaan tehdä esimerkiksi Fore-palvelun Hola-ohjelmistoa hyödyntämällä, jolloin käyttäjän itse arvioitavaksi kustannuksiksi jää usein paljon. Tämä johtaa siihen, että kustannusarvion lopputulos saattaa olla epätarkka käyttäjän ollessa kokematon omissa arvioissaan.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy tarvitsi toisen työkalun päivittäiseen käyttöön Hola-palvelun rinnalle kustannusarviointiin. Työkalu haluttiin rakentaa siten, että käyttäjän tarvitsisi syöttää mahdollisimman vähän lähtötietoja katuhankkeesta, mutta kuitenkin jättäen kuitenkin käyttäjälle mahdollisuus lisätä kustannuksia laskettuun tulokseen. Työkalu on Excel-pohjainen kustannusarviointilaskuri, joka hyödyntää osittain Rapal Oy:n Fore-laskentaohjelmiston yksikköhintaluetteloa sekä osin työntekijöiden arviointeihin perustuvia hintoja sekä laskukaavoja. Kustannuslaskurin kehityksen olennaisena osana oli myös Tekla Civil -ohjelmiston tiedonsiirron kehittäminen siten, että määrät sekä massat saataisiin suoraan taulukkomuodossa laskuriin laskettavaksi.

Työn rajauksena toimii katurakenteet. Kustannusarviolaskuri on tarkoitettu laskemaan ainoastaan kustannusarvioita kadunrakennuskohteille. Tienrakennushankkeiden kustannusarviointiin se soveltuu huonosti, koska ne ovat usein sisällöltään erilaisia. Tekla Civil -tiedonsiirron kehittäminen rajoittuu määrätiedon siirtämiseen Fore-palveluun.

2 KATUHANKKEIDEN KUSTANNUSARVIOINNIN NYKYTILANNE

2.1 Yleistä

Kustannuslaskenta on kehittynyt sekä automatisoitunut paljon viime vuosikymmenien aikana. Aiemmin kustannusarviot perustuivat pääsääntöisesti aiempien hankkeiden rakennussuunnitelmien kustannusarvioihin. Samankaltainen, samalla alueella toteutettu hanke voi antaa tarkkaa kustannustietoa alkavan hankkeen kustannusarviota varten. Prosessin automatisointi säästää aikaa sekä parantaa kustannusarviota hyödyntämällä ajantasaista hintatietoa.

Tilaaaja haluaa kustannusarvion katuhankkeesta usein jo suunnitteluvaiheen alussa. Jos hankkeen kustannukset ylittävät siihen saadun rahoituksen, on lisää rahoitusta vaikea saada varsinkin suunnitellussa aikataulussa. Katuhankkeet ovat julkisia, jolloin päätöksenteko vie paljon aikaa. Täten mahdollisimman tarkkan kustannusarvion saaminen on tilaajalle erittäin tärkeää hankkeen etenemisen kannalta.

Katuhankkeiden kustannuksien arviointi suunnitteluvaiheen alussa on vaikeaa, koska suuria muuttujia on paljon. Suunnitteluratkaisut ovat vielä epätarkkoja eivätkä ne ole vielä varmistuneet.

Kadunrakennushankkeilla on yleensä neljä vaihetta: esisuunnittelu, yleissuunnittelu, katusuunnittelu ja kadunrakennussuunnittelu. Kustannusarvioiden tarkkuus kasvaa suunnitteluvaiheiden edetessä suunnitelmien tarkentuessa ja suunnitelmaratkaisujen varmentuessa. Tämä työ keskittyy yleissuunnittelun ja etenkin katusuunnittelun aikaiseen kustannusarviointiin.

2.1.1 Esisuunnittelu

Esisuunnittelu on moniosainen ja sisältää mahdollisesti tarveselvityksen, kehittämiselvityksen, tilavaraussuunnitelman ja toimenpideselvityksen. Kaikkia osat esisuunnitteluvaiheesta eivät välttämättä toteudu tässä vaiheessa vaan ne saatetaan sisällyttää osaksi myöhempiä suunnitteluvaiheita. (Virtanen 2015, 6.) Esisuunnitteluvaiheen kustannusten

arviointi on hyvin alustavaa ja vielä epätarkkaa, koska suunnitteluratkaisut eivät ole vielä varmoja. Esisuunnitteluvaiheessa kustannusarvioinnin tekoon voidaan käyttää esimerkiksi Hola-ohjelmistoa.

Kadun suunnittelun lähtökohdat usein määräytyvät kaavoitusvaiheen mukaan. Kaavoitus rajaa kadun tilankäytön. Jos katu on seudullisesti merkittävä, saatetaan se näyttää myös maakuntakaavassa, mutta yleensä kadun suunnittelu pohjautuu osayleis- ja asemakaavaan (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17). Asemakaava määrittää katualueen sijainnin sekä sen rajat.

2.1.2 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelun aikana kokeillaan eri suunnitteluratkaisuja, joista valitaan toimiva ja taloudellisesti järkevä vaihtoehto. Eri suunnitteluratkaisujen kustannusarviot ovat kalliita, mutta ohjaavat lopullisen ratkaisun valintaan. Lisäksi tilaaja on usein hyvin kiinnostunut kustannusarviosta alustavaa budjetointia varten. (Virtanen 2015, 7.)

Yleissuunnittelun aikainen kustannusten arviointi painottuu nykyään usein Fore-palvelun Hola-ohjelmistolla tuotettuihin kustannusarvioihin. Holalla voi tehdä kustannusarvioita suunnitteluprosessin alkuvaiheessa, vaikka suunnitelmaratkaisut eivät ole vielä tarkkoja. Holan hankeosaluettelo koostuu isommista kokonaisuuksista, jotka soveltuvat hyvin yleissuunnitteluvaiheen kustannusarviointeihin.

2.1.3 Katusuunnittelu

Katusuunnitelma laaditaan hallinnollista käsittelyä varten, jossa suunnitelma hyväksytään asemakaavan mukaisesti jatkosuunnittelun pohjaksi. Hallinnollisen käsittelyn aikana kadun rajat voidaan määrittää ja tarvittaessa merkitä maastoon. (Virtanen 2015, 8.) Katusuunnitteluvaiheen aikana suunnitelmia esitellään yleisötilaisuuksissa, johon voivat tulla kaikki halukkaat. Yleisötilaisuuksissa asianomaisilla sekä muilla on mahdollisuus antaa mielipiteensä katusuunnitelmasta ja siihen liittyvistä asioista.

Katusuunnittelun aikana muodostetaan suunnitelman lopullinen kustannusarvio budjetointia sekä työn toteuttamista varten (Virtanen 2015, 8.) Tästä syystä suunnitelmaratkaisuihin ei yleensä tehdä suuria muutoksia katusuunnitteluvaiheen jälkeen. Toisin kuin

yleissuunnitelmassa, katusuunnitelmassa tulee esittää kaikki suunnitelmaan liittyvien katujen rakenteet.

Katusuunnitteluvaiheen aikana suunnitelmaratkaisuista tulee tehdä mahdollisimman yksityiskohtaisia, koska hankkeen kustannukset toteuttamista varten määräytyvät tämän vaiheen kustannusarvion mukaan. Tästä syystä katusuunnitelma tehdään usein lähes rakennussuunnitelman tasoiseksi. Katusuunnitteluvaiheen kustannusarvion tekemiseen soveltuva työkalu on Fore-palvelun rakennusosalaskentaohjelmisto Rola. Rolan nimikkeistö koostuu yksityiskohtaisesti määritellyistä rakennusosista, joilla kustannusarviosta saadaan tehtyä tarkempi kuin Holalla.

2.1.4 Kadunrakennussuunnittelu

Kadunrakennuksen toteuttamista varten laaditaan katusuunnitelmaan pohjautuva kadunrakennussuunnitelma. Kadunrakennussuunnitelman tarkoituksena on esittää suunnitelmaratkaisut niin yksityiskohtaisesti, jotta työ voidaan toteuttaa suunnitelmien pohjalta. Kadunrakennussuunnittelun aikana suunnitelmaratkaisujen muutokset ovat vähäisiä. (Virtanen 2015, 9.)

Kadunrakennussuunnittelun yhteydessä suunnittelija tekee lopullisen kustannusarvion. Tilaaja käyttää kustannusarviota urakkatarjousten arvioinnin yhteydessä. (Virtanen 2015, 10.) Urakkatarjoukset saattavat poiketa paljonkin suunnittelijan tekemästä kustannusarviosta. Tämä voi johtua suunnittelijan tekemästä virheestä määrä- tai kustannuslaskennasta tai urakoitsijan innovoimasta, taloudellisesti kannattavammasta toteutusratkaisusta. Myös paikallinen markkinatilanne vaikuttaa olennaisesti tarjouksiin.

Kuten katusuunnittelussa, Fore-palvelun Rola sopii tässä suunnitteluvaiheessa kustannusarvioinnin tekemiseen. Rolan yksikköhintaluettelo on yksityiskohtainen verrattuna Holaan, mutta on silti osittain puutteellinen. Suunnittelijan tulee tarkastella yksikköhintoja sekä tarpeen vaatiessa luoda itse rakennusosia laskelmaan.

2.1.5 Katuhankkeiden kustannusten muodostuminen

Katuhankkeiden kustannusarviointi on vaikeaa, koska kohteet ovat hyvin erilaisia. Kustannusten muodostuminen on hyvin tapauskohtaista ja muuttujia on paljon. (Tikkamäki

2017.) Kadunrakennuskohteet voivat olla uudisrakentamista tai vanhojen katujen parantamista tai muuttamista. Eri kunnilla ja kaupungeilla on lisäksi erilaisia käytäntöjä kadunrakennuksen suhteen, mikä muovaa suunnitteluratkaisuja suuresti.

Suuria eriävyyksiä muuten samankaltaisten kadunrakennushankkeiden välille tekee esimerkiksi sijainti ja laatutaso. Usein mitä keskeisemmällä paikalla rakennuskohde on, sitä korkeampi on myös sen tavoiteltu laatutaso. Rakennusmateriaalin tuominen kaukaa vaikuttaa yksikköhintaan merkittävästi. Katuympäristössä tilaa on usein myös rajallisesti, joka vaikeuttaa rakennusolosuhteita. Tämä yleensä hidastaa rakennusprosessia sekä kasvattaa rakennuskustannuksia. Työnaikaisten liikennejärjestelyjen kustannukset saattavat nousta suuriksi, mikäli työn tekeminen vaatii väliaikaisten kulkureittien rakentamista.

Kadunrakennuskohteen maaperä vaikuttaa olennaisesti kadun rakentamistapoihin. Pohjamaan ollessa huono joudutaan käyttämään pohjanvahvistusmenetelmiä. Kaivannot täytyy tukea riippuen maaperästä sekä kaivannon syvyydestä. Syvät kaivannot tuetaan usein, koska katuympäristössä ei ole tilaa pitkille luiskille. Sekä pohjanvahvistukset sekä kaivantojen tuenta ovat suuria kustannustekijöitä kadunrakentamisessa sekä hyvin tapauskohtaisia.

2.2 Kustannuksien virheellisen arvioinnin vaikutukset

Kustannusarvioiden päätarkoituksena on helpottaa hankkeen budjetointia. Alustava budjetointi yleissuunnitteluvaiheen aikana perustuu ainakin osittain suunnittelijoiden tekemään kustannusarvioon. Tästä syystä tilaajalle on tärkeää saada mahdollisimman oikeellinen kustannusarvio hyvin aikaisessa vaiheessa.

Kustannusarvion ollessa virheellinen täytyy tilaajan tehdä budjetointi uudestaan. Kadunrakennushankkeet ovat julkisia, joten lisärahoituksen saaminen hankkeelle voi olla ongelmallista. Jos hankkeen kustannukset on arvioitu merkittävästi väärin, voi koko hankkeen eteneminen pysähtyä.

Esisuunnitteluvaiheen kustannusarvio voi erota paljon katusuunnittelun aikana tehdystä kustannusarviosta. Hankkeen alustava budjetti voi esimerkiksi olla aluksi riittävä hank-

keen etenemisen kannalta, mutta suunnitteluratkaisujen tarkentuessa kustannusarvio nousee ja hankkeelle varattu raha ei riitä. Kustannusarvion kasvaminen suunnitteluprosessin aikana saattaa johtaa siihen, että hanke ei etene toteutukseen asti.

Pääkaupunkiseudun Länsimetro on paljon uutisoitu hanke ja esimerkki kustannusarvioinnista, joka muuttui merkittävästi hankkeen etenemisen aikana. Hankkeen kustannusarvio kasvoi merkittävästi jo yleissuunnittelun aikana sekä seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Kustannusarvio kasvoi entisestään toteutuksen suunnitelmaratkaisujen muututtua sekä hintatason muututtua johtuen viivästymisistä rakennusaikatauluissa.

2.3 Hola-ohjelmisto

Hola on Rapal Oy:n kehittämä hankeosalaskentaohjelmisto, joka on osa Fore-palvelua. Holaa käytetään kadunrakennushankkeen tavoitteen hinnoitteluun, hankkeen alkuvaiheen kustannusarviointiin sekä vaihtoehtovertailuun. Hola on sopiva työkalu karkeiden kustannusarvioiden tekoon johtuen hankeosien karkeudesta.

Käyttäjää syöttää Holaan hankkeen sisältämät hankeosat sekä muita hankkeen ominaisuuksitietoja, joista Hola laskee kustannusarvion. Holan hankeosat koostuvat suuremmista kokonaisuuksista kuin Rolan rakenneosat. Holassa käyttäjät pystyvät lisäämään laskelmaan esimerkiksi yhden kappaleen tasoliittymiä, jolla on oma yksikköhintansa. Rolassa sen sijaan liittymä koostuisi useista rakenneosista ja liittymän kokonaiskustannukset määräytyvät sen sisältämien rakennusosien sekä niiden määrien mukaan.

Hankeosat kuvaavat suunniteltavia rakenteita karkeudestaan huolimatta usein tarpeeksi hyvin suunnitteluprosessin alkuvaiheessa. Holalla tehdyt kustannusarviot ovat suuntaa antavia, mutta riittävän tarkkoja alustavan budjetoinnin tekemiseen. Suunnitteluprosessin edetessä sekä suunnitteluratkaisujen tarkentuessa tulee kustannusarvioinnin tarkentua myös.

3 KUSTANNUSARVIOLASKURI

3.1 Excel-pohjainen kustannusarviointilaskuri

A-Insinöörit Suunnittelu Oy tarvitsi karkean kustannusarvioinnin kehittämiseen Holan lisäksi toisen työkalun. Työkalu tulisi käyttöön katuhankkeiden yleissuunnitteluun ja sen jälkeisiin vaiheisiin, kun tilaaja tarvitsee hankkeen kustannuksista arvion. (Mikkonen 2017). Kustannusarviointia päätettiin kehittää rakentamalla kustannusarviolaskuri, jolla pystytään saamaan suuntaa antava kustannusarvio.

Kustannusarviolaskuri on suunniteltu siten, että käyttäjän tarvitsee syöttää mahdollisimman vähän tietoja katuhankkeesta laskentaa varten. Käyttäjällä on kuitenkin mahdollisuus vaikuttaa suuresti lopputulokseen syöttämällä lisäkustannuksia rakennusosista, jotka eivät ole laskennassa mukana johtuen liian suuresta määrästä muuttuvia tekijöitä. Tällaisia rakennusosia ovat esimerkiksi pohjanvahvistukset, pilaantuneiden maiden hoito sekä liikenteen ohjaus. Laskennassa on tehty karkeita yleistyksiä hintojen ja määrien osalta, jotta käyttäjän täytettäviksi jäävien osien määrä pysyy mahdollisimman pienenä. Lisäksi laskentakaavoissa on hyödynnetty A-Insinöörien työntekijöiden kokemuksiin perustuvia arvioita sekä yksinkertaistuksia. Laskentakaavojen arviot on tehty siten, että mahdollisten virhearvioiden vaikutus kustannuksiin on mahdollisimman vähäiset.

Kustannusarviolaskurin hintatieto perustuu osittain Rapal Oy:n Fore-ohjelmiston yksikköhintaluetteloon ja osittain arvioituihin vakiohintoihin. Foren yksikköhintaluettelo päivitetään säännöllisesti, mutta sen hintatieto on noin vuoden takaista. Tämän aiheuttama virheellisyys on vähäistä, eikä vaikuta olennaisesti karkeaan kustannusarviointiin jota kustannusarviolaskuri tekee.

Kustannusarviolaskurin käyttäjälle avoin osa on lomakemainen taulukko, jossa on lueteltu syötettävät arvot (taulukko 1). Selkeyden vuoksi joka rivillä on myös lisätietoja kyseisen rakennusosan kustannuksien laskentatavasta. Käyttäjä näkee suoraan syöttämiensä arvojen vaikutuksen kokonaiskustannuksiin tai virheilmoituksen syötettäessä arvoja, joita laskenta ei hyväksy, kuten negatiiviset pituudet (liite 1).

TAULUKKO 1. Kadunrakennuskohteen perustiedot kustannusarviolaskurissa

6	Kadunrakennuskohteen perustiedot:	yksikkö	
7	Mittalinjan pituus:	2200	m
8	Rakennekerrosten vahvuus:	1	
9	Päällysteen leveys:	6	m
10	*Korotetun KLV:en lukumäärä:	0	(0 / 1 / 2 kpl)
11	Erillisten KLV:en lukumäärä:	2	(0 / 1 / 2 kpl)
12	Putkikaivannon pituus:	2300	m
13	Putkikaivannon syvyys:	2,8	m
14	* Hulevesiviemäri	k	(k/e)
15	* Jätevesiviemäri	k	(k/e)
16	* Vesijohto	k	(k/e)
17	* Arina	k	(k/e)
18	Päällysteen tyyppi:	1	(1 / 2 / 3)
19	*päällystekerrosten määrä:	1	(1...4)
20	*päällysteen poiston pituus	100	
21	Reunakivi:	k	(k/e)
22	*reunakivityyppi	1	(1 / 2 / 3)
23	Kuivatus kaivomäärinä:	120	kpl
24	*salaojitus putkien lukumääränä	3	kpl

Hankkeen kokonaiskustannuksien arvio ilmoitetaan pääsivun yläreunassa. Hankeen kustannusarvio on eritelty ilman arvonlisäveroa, sisältäen arvonlisäveron sekä arvonlisäveron osuutena. Lisäksi hankkeen arvonlisäveroton sekä arvonlisäverollinen kustannusarvio on näkyvissä keskikustannuksena päällystepinta-alan sekä mittalinjan pituuden suhteen. Käyttäjä näkee suoraan syöttämiensä tietojen vaikutuksen hankkeen kustannusarvioon.

Kustannusarviolaskurin tarkat laskentakaavat ovat salaisia, joten niitä ei ole sisällytetty tähän opinnäytetyöhön. Sen sijaan laskentatavat on pääperiaatteineen selittynä työssä.

3.2 Kustannusarviolaskurin laskentatavat

Kustannusarviolaskurin laskentakaavat pyrkivät simuloimaan käytäntöä hyödyntämällä yleisiä kadunrakennuksen tapoja. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että käyttäjän syöttämä arvo ei vaikuta ainoastaan kentässä mainitun rakennusosan kustannuksiin vaan myös muiden rakennusosien kustannuksiin. Osa laskentakaavoista on tehty riippuvaisiksi

toisien solujen arvoista, koska hankkeen kustannukset lasketaan kokonaisuuksina, joissa rakennusosat ovat liitoksissa toisiinsa.

Kustannusarviolaskurin käyttämä hintatieto on osittain peräisin Foren yksikköhintaluettelosta. Foresta tuotu yksikköhintaluettelo päivitetään säännöllisesti ajantasaista hintatietoa vastaavaksi. Osa käytetyistä yksikköhinnoista ovat A-Insinöörit Suunnittelun omia arvioita, jotka perustuvat kokemukseen ja pyrkivät vastaamaan todellisia yksikköhintoja.

Laskennassa ei oteta huomioon kaikkia rakennusosia kuten valaistusta sekä pohjanvahvistuksia. Nämä rakennusosat jätetään käyttäjän itse lisättäväksi kustannuksiksi. Kustannusarviolaskurin pääsivulla on useita rivejä lisäkustannuksille, joita käyttäjä voi täyttää tarpeen vaatiessa (taulukko 2). Lisäkustannusrivit toimivat myös muistilistana käyttäjälle, jotta kohteen kaikki kustannukset tulisi huomioitua kustannusarviota tehdessä.

TAULUKKO 2. Kustannusarviolaskurin lisäkustannukset

26	Pohjanvahvistus:	0 €
27	Ympäristörakentaminen:	300000 €
28	Valaistus:	30000 €
29	Liikenteen ohjaus:	40000 €
30	PIMA:	0 €
31	Muut lisäkustannukset:	150000 €
32	Muut lisäkustannukset:	400000 €
33	Muut lisäkustannukset:	0 €

Työmaatehtävien kustannukset sekä tilaajatehtävien kustannukset ovat käyttäjälle syötettävissä. Mikäli käyttäjä ei syötä kyseisiin soluihin mitään tai syöttää negatiivisen arvon, käytetään oletusarvoja. Työmaatehtävien kustannuksien oletusarvo on 20 prosenttia rakennusosien ja tilaajatehtävien kustannuksien oletusarvo on 15 prosenttia rakennusosista. Molemmat näistä lisätään rakennusosien kokonaiskustannusarvioon koko hankkeen kustannusarviota laskiessa.

3.2.1 Katurakenteet

Katurakenteen laskentaa varten käyttäjällä on valittavissa kaksi erilaista tyyppirakennetta (kuvat 1 ja 2 sekä liitteet 2 ja 3). Rakennetyypit ovat määritelty yleisimpiä kadunrakennuksessa käytettyjä rakenteita kuvaaviksi. Käyttäjän syöttämä päällysteen leveys määrää

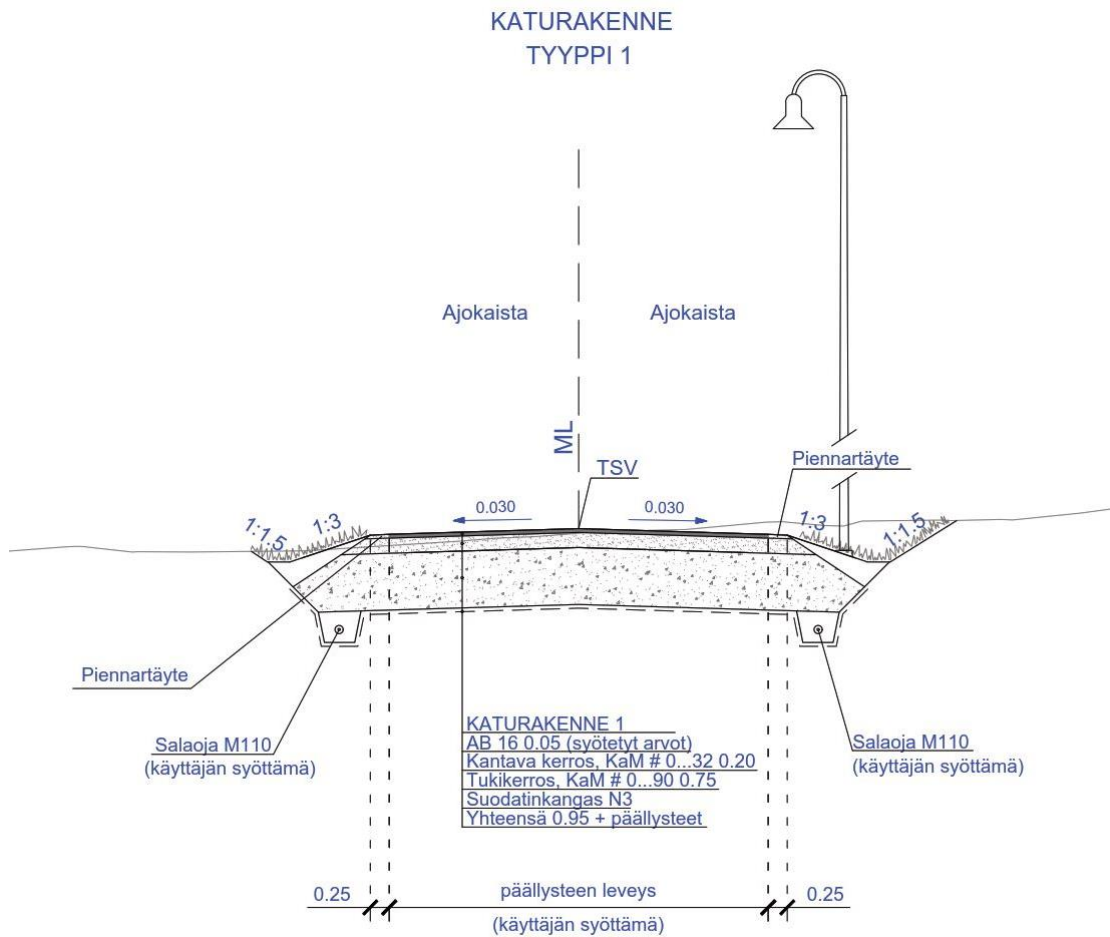
rakennekerroksien poikkileikkauspinta-alan yhdessä tyyppirakenteille määritettyjen rakennepaksuuksien kanssa. Tyyppirakenteiden luiskakaltevuudet ovat samat. Katurakenteiden massojen tilavuudet lasketaan kertomalla mittalinjan pituus rakennekerroksen poikkipinta-alalla. Maaleikkausta laskettaessa oletetaan maanpinnan olevan tasainen sekä maanpinnan korkeuden olevan kadun tasausviivan korkeudessa.

Käyttäjä määrittää onko kadun päällystemateriaalina asfalttibetoni, luonnonkivi vai betonikivi. Kadun päällysteen pinta-ala lasketaan käyttäjän syöttämistä mittalinjan pituudesta sekä päällysteen leveydestä. Kustannusarviolaskuri sallii useamman päällystekerroksen ainoastaan valittaessa päällystemateriaaliksi asfalttibetonin. Asfalttibetonia käyttäjä voi määrittää laskettavaksi enintään neljä kerrosta. Piennartäytön paksuus on laskennassa sama kuin päällystekerrosten yhteiskorkeus sekä sen leveytenä käytetään 0,25 metriä.

Jos kadunrakennuskohteessa on vanhaa päällystettä, joka tulee poistaa rakennusvaiheessa, voi käyttäjä sisällyttää sen laskentaan. Käyttäjä syöttää päällysteen poiston pituuden metreinä. Poistettavan päällysteen leveydeksi oletetaan sama kuin mikä tulevan päällysteen leveys on. Poistettavan päällysteen leveyteen ei sisälly mahdollisesti kevyen liikenteen väyliltä poistettavat päällysteet. Päällysteen poiston yksikköhinta on määritelty siten, että se sisältää päällysteen kuljetuksen kaatopaikalle korkeintaan 15 kilometrin päähän.

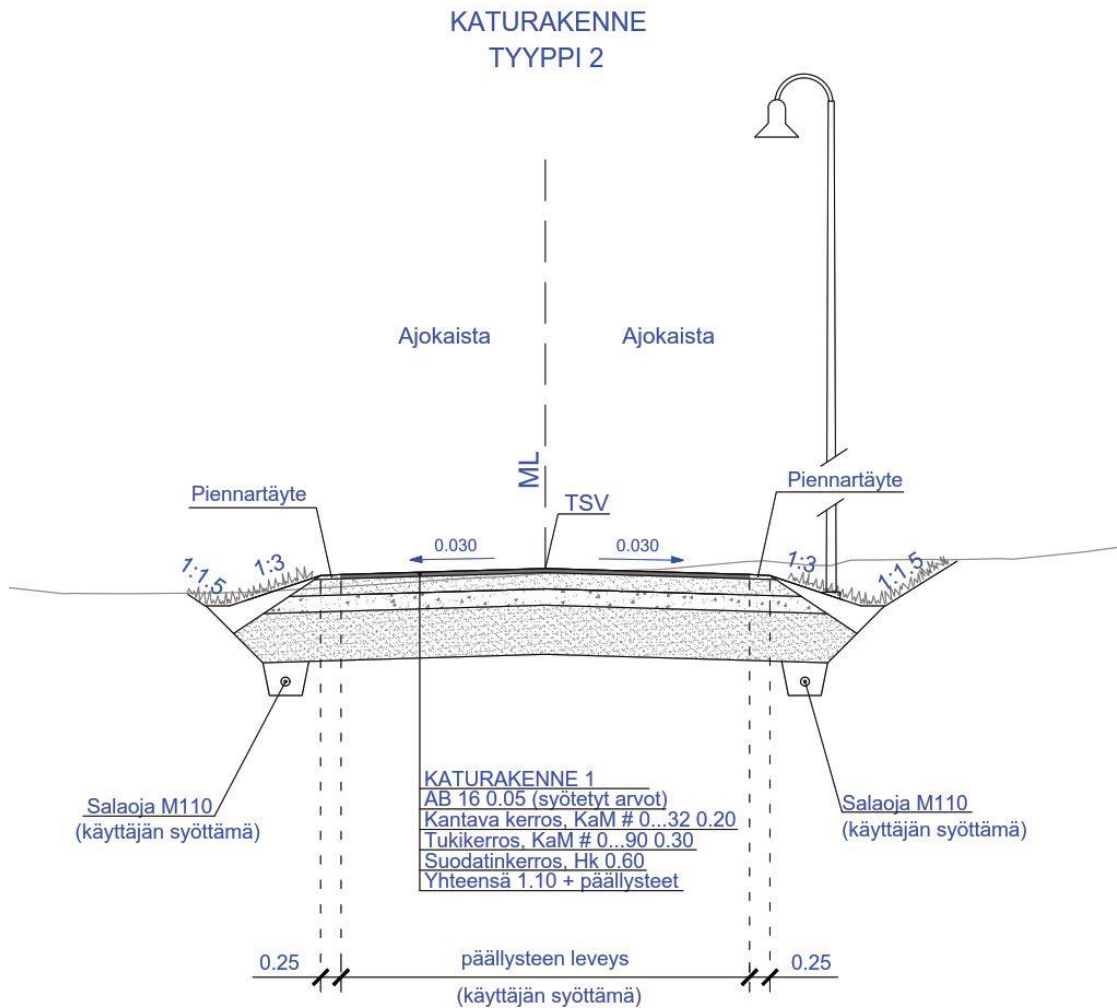
Pintamaan poiston pinta-ala määräytyy kadulle ja korotetulle kevyen liikenteen väylälle laskennassa yhdellä laskentakaavalla. Kadun päällysteleveyteen lisätään korotettujen kevyen liikenteen väylien leveydet, johon edelleen lisätään leveyttä 1,5 metriä kadun molemmin puolin, jolloin saadaan pintamaan poiston leveys. Pintamaan poiston pinta-ala saadaan kertomalla leveys mittalinjan pituudella.

Katurakennetyyppi 1 edustaa laskennassa yleisimmin käytettyä katurakennetta (kuva 3). Sitomattoman kantavan kerroksen paksuus on 20 cm sekä sen materiaalina on kalliomurske 0/32. Tukikerroksen paksuus on 75 cm ja sen rakennusmateriaalina kalliomurske 0/90. Katurakennetyypissä 1 erillistä suodatinkerrosta ei ole vaan se korvataan suodatin-kankaalle (luokka N3).



KUVA 1. Katurakennetyyppi 1 -tyyppi-poikkileikkaus

Katurakennetyyppi 2 on yleinen rakenne kadulle, kun suodatinkerroksen materiaalia on helposti saatavilla työmaalle. Suodatinkerros on hiekkaa ja sen paksuus 60 cm (kuva 4). Sitomattoman kantavan kerroksen paksuus on sama kuin katurakennetyyppi 1:ssä, eli 20 cm sekä sen materiaalina on kalliomurske 0/32. Tukikerroksen materiaali on kalliomurske 0/90 ja kerrospaksuus 30 cm. Katurakennetyyppi 2:en ei tule suodatinkangasta.



KUVA 2. Katurakenntyyppi 2 -tyyppipoikkileikkaus

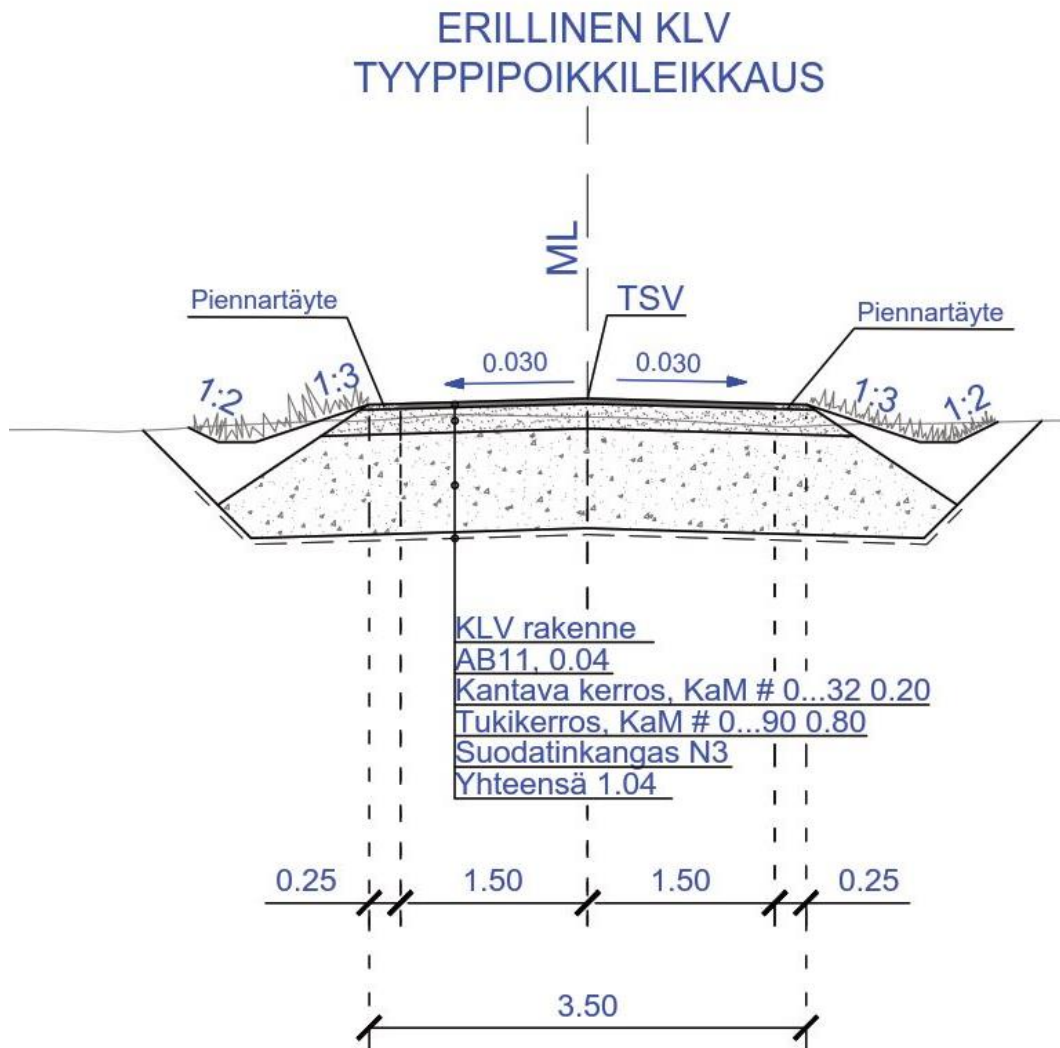
3.2.2 Erillinen kevyen liikenteen väylä

Erillisen kevyen liikenteen väylän oletusdimensiona on 3/3,5 eli ajoradan leveys on 3 metriä ja kevyen liikenteen väylä leveys pientareineen on 3,5 metriä. Päällysteenä laskennassa käytetään AB11-laattaa, jonka paksuus on 4cm. Kantava kerros on kalliomurskettä 0/32 ja sen paksuus on 20 cm. Tukikerros on 80 cm paksu ja sen materiaalina on kalliomurske 0/90 (kuva 3). Tukikerroksen alle tulee Suodatinkangas N3. Maaleikkauksen tilavuutta laskiessa oletetaan maaperän olevan suunnilleen väylän tasausviivan korkeudessa ja maaperän olevan tasainen.

Pintamaan poiston laskentakaava on yksinkertaistettu siten, että pintamaan poisto ulottuu väylän ulkopuolelle yhden metrin pituudelta, väylän molemmin puolin. Näin pintamaan poiston leveydeksi erillisellä kevyen liikenteen väylällä tulee 5,5 metriä. Rakennekerroksien massoja laskiessa oletetaan erillisen kevyen liikenteen väylän olevan saman pituinen

kuin kadun (mittalinjan pituus). Käyttäjä syöttää erillisten kevyen liikenteen väylien määrän kappaleina. Kappalemäärällä kerrotaan yhden kevyen liikenteen väylän tilavuudet ja rakennusosamäärät ja näin muodostetaan kokonaiskustannukset erillisille kevyen liikenteen väylille.

KUVA 3. Erillisen kevyen liikenteen väylän tyyppi-osaikkileikkaus

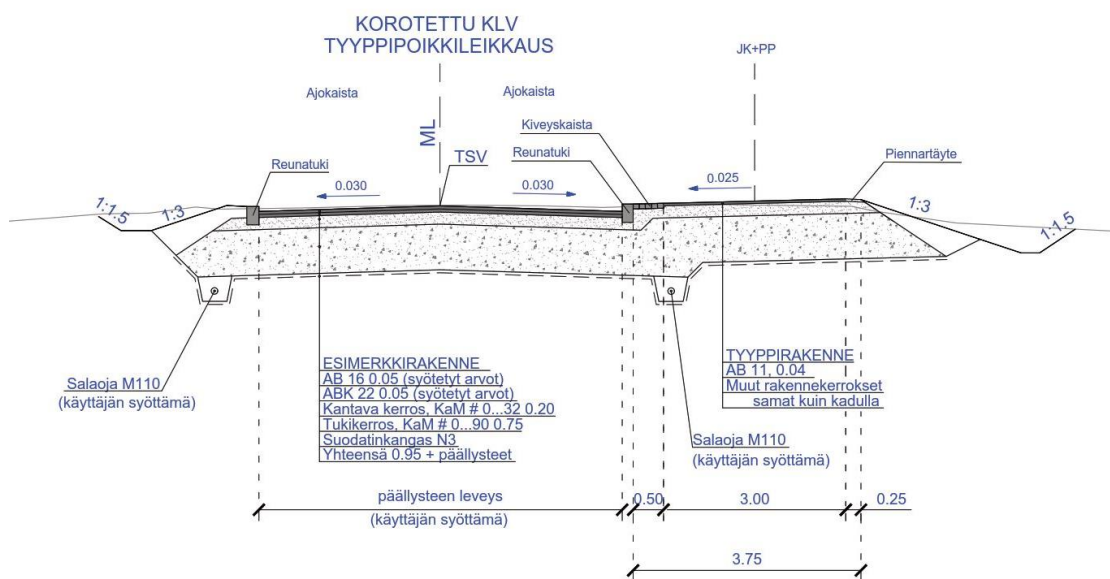


3.2.3 Korotettu kevyen liikenteen väylä

Korotetun kevyen liikenteen väylän kokonaisleveydeksi oletetaan 3,75m sisältäen piennarteen (kuva 4 ja liite 4). Päällysteinä on 3 metrin leveydeltä 4 cm paksu laatta AB11:ta sekä kiveyskaista. Kiveyskaistan leveys on 0,5 metriä ja se on betonista sauvakiveä. Ra-

kennekerrokset oletetaan samoiksi kuin kadulla. Korotetun kevyen liikenteen väylän rakennekerrokset määräytyvät siis valitun katurakennetyypin mukaisesti sekä laskennallisesti ne toimivat ”katurakenteen levennyksenä” massojen tilavuuksien osalta.

Käyttäjä syöttää korotettujen kevyen liikenteen väylien määrän kappaleina (0-2 kpl). Mikäli kappalemäärä on 1 tai 2, lisätään laskentaan reunakivi kadun molemmin puolin. Käyttäjä voi lisätä reunakiven laskentaan, vaikka kadulla ei ole korotettua kevyen liikenteen väylää. Käyttäjälle valittavissa olevia reunakivityyppejä ovat reunatuki luonnonkivistä sekä upotettu tai liimattu reunatuki betonista.



KUVA 4. Korotetun kevyen liikenteen väylän tyypipoikkileikkaus

3.2.4 Putkikaivanto

Putkikaivannon laskenta perustuu enemmän olettamuksiin kuin muut laskennan osa-alueet. Käyttäjä syöttää putkikaivannon pituuden ja syvyyden sekä mitkä putket kaivannossa kulkevat. Lisäksi käyttäjälle annetaan mahdollisuus valita, onko putkikaivannossa murskearina.

Putkikaivannon poikkileikkauksen dimensiot määräytyvät annetun kaivannon syvyyden sekä putkimäärien avulla. Kaivannon luiskakaltevutena käytetään 1:3, mikäli putkikaivannon syvyydeksi annettu arvo on alle 2,5 metriä (kuva 5 ja liite 5). Jos syvyydeksi on annettu 2,5 metriä tai suurempi arvo, lasketaan kaivanto tuettuna. Tuettuna kaivannon

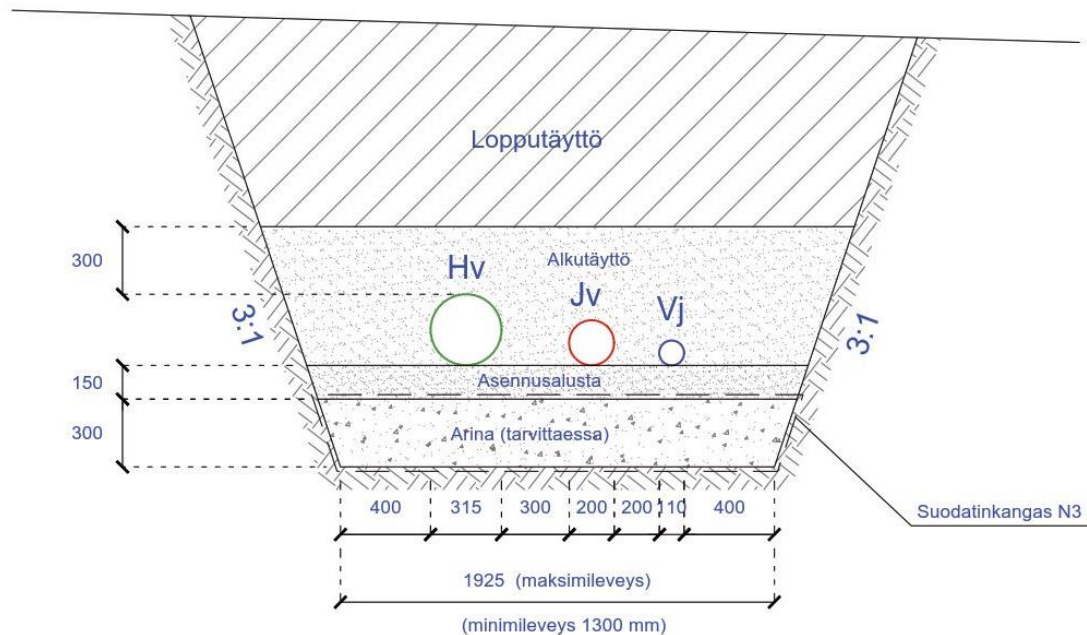
seinämät lasketaan pystysuorina. Lisäksi tuetun kaivannon laskennassa otetaan huomioon tuentaelementtien hinta sekä tuetun putkikaivannon kaivun lisäkustannus.

Putkikaivannon leveys määrittyy siellä olevien putkien avulla. Oletuksena hulevesiputken halkaisija on 315 mm, jätevesiputken halkaisija on 250 mm ja vesijohdon halkaisija on 110 mm. Hule- ja jätevesiputkien väliin on jätettävä 200 mm tilaa sekä jätevesiputken ja vesijohdon väliin tulee jättää 300 mm tilaa (InfraRYL 2006, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat, 22). Kaivannon seinämän tulee olla vähintään 400 mm putken kyljestä laskettuna. Näin ollen laskennassa putkikaivannon maksimileveydeksi tulee 1925 mm. Minimileveys tämän laskennan mukaisesti olisi 0,91 metriä, mutta minimileveydeksi on määritetty erikseen 1,3 metriä. Hule- sekä jätevesiviemäristön kaivojen tiheys on laskettu niin, että runkolinjassa on kaivo noin 50 metrin välein.

Putkikaivannon massojen tilavuudet määrittyvät kaivannon pituuden, syvyyden sekä putkimäärien kautta. Arinan paksuus on 30 cm ja se otetaan laskuihin mukaan ainoastaan, kun käyttäjä on valinnut kaivantoon arinan. Arinan päälle tulee asennusalusta, jonka paksuus on 15 cm. Alkutäytön paksuus määrittyy suurimman putken mukaan. Alkutäytön yläpinta on 30cm korkeammalla kuin kaivannon paksumman putken laki. Käytännössä tämä tarkoittaa, että alkutäytön maksimipaksuus on 615 mm ja minimipaksuus 410 mm. Lopputäyttö lasketaan niin, että koko kaivannon tilavuudesta vähennetään arina, asennusalusta sekä alkutäyttö. Putkikaivannon pohjalla on suodatinkangas, jolla ympäröidään arina, mikäli sellainen on putkikaivannossa. Muutoin suodatinkangas tulee putkikaivannon luiskiin sekä pohjalle.

Putkikaivanto

Tyypipipoikkileikkaus



KUVA 5. Putkikaivannon tyypipipoikkileikkaus

3.2.5 Kuivatus

Kuivatuksen kustannuksien laskemiseksi käyttäjät syöttävät kaivomäärän. Laskentakaavassa kaivomäärät muutetaan rakenneosakokonaisuuksiksi perustuen etukäteen arvioituihin vakioihin. Yksi käyttäjän syöttämä kaivo sisältää liitosputken, putkikaivannon kaivon ja täytöt sekä itse kaivon, joiden hinnat on määritelty ennalta siten, että ne vastaavat tyyppillistä ratkaisua kadunrakennuksessa. Mikä käyttäjä ei syötä kaivomäärää, lasketaan kaivomäärä päällystepinta-alan perusteella. Laskennassa oletetaan yhden hulevesikaivon riittävän 300 päällysteneliometriä kohden.

Salaojalinjat käyttäjä syöttää kappalemäärinä. Salaojalinjan pituudeksi oletetaan sama kuin kadun pituus (mittalinjan pituus). Salaojalinja lasketaan siten, että linjassa on salaojakaivo 100 metrin välein. Salaojalinjat puretaan usein myös hulevesikaivoihin, joten laskentaan tehtiin yksinkertaistus, jossa salaojakaivojen tiheys salaojalinjassa on harva. Yksinkertaistus perustui kokemuksiin aiemmista suunnitteluprojekteista.

3.3 Kustannusarvioiden vertailu vanhoihin suunnitteluprojekteihin

Tärkeänä osana kustannusarviointilaskurin tuloksien oikeellisuutta selvittäessä oli kustannusarvioiden tekeminen A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n vanhoille katusuunnittelukohteille. Vertailuhankkeita ei mainita nimeltä, koska vertailussa käytettävä tieto ei ole yleisesti avointa. Vanhojen kohteiden kadunrakennussuunnitelman kustannusarviot olivat saatavilla, joten kustannusarviolaskurin tuloksia voitiin verrata niihin. Oletus oli, että laskurilla tehdyt kustannusarviot eroavat rakennussuunnitelman yhteydessä tehdyistä kustannusarvioista, koska syötettävien lähtötietojen määrä on pieni sekä laskuri on tarkoitettu karkeaan arviointiin. Vertailun tarkoituksena oli selvittää miten paljon kustannusarviolaskurilla tehdyt kustannusarviot eroavat rakennussuunnitelman kustannusarviosta. Lisäksi vertailua käytetään kartoittamaan ne osa-alueet kustannusarviolaskurista, missä virhettä syntyy laskennassa enemmän. Nämä osa-alueet löytämällä voidaan kehittää laskentakaavoja sekä tehdä paremmin käytäntöä vastaavia oletuksia laskentamenetelmissä.

3.3.1 Vertailuhanke 1: Kadunrakennussuunnittelu, Kouvola

Kouvolan kaupungin tilaama kadunrakennussuunnittelu alkoi vuonna 2016 ja päättyi vuonna 2017. Kohdealueelle suunniteltiin 9 katua sekä 14 kevyen liikenteen väylää kunnallistekniikkoineen. Suunnitelmaan liitettiin myös muiden suunnittelutoimistojen tekemiä osasuunnitelmia kuten ympäristörakentamis-, valaistus- sekä johtosuunnitelma. Suunnitteluprojekti oli A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle keskimääräistä suurempi. Tämän opinnäytetyön kirjoittaja oli mukana projektin suunnittelutyössä sekä suoritti osan määrälaskennasta kadunrakennussuunnittelun loppuvaiheessa.

Kadunrakennussuunnittelun aikana tehty kustannusarvio koostuu suurilta osin kustannustekijöistä, jotka kustannusarviolaskuri ottaa huomioon vain lisäkustannuksina. Tässä hankkeessa tällaisia suuria kustannustekijöitä oli esimerkiksi ympäristörakentaminen, valaistus- ja sähkötyöt sekä kouluaukion pihan rakentaminen. Tehtäessä kustannusarviota kustannusarviolaskurilla, nämä lisäkustannukset tarkistettiin rakennussuunnitelman kustannusarviosta sekä kirjattiin mukaan laskentaan samoina summoina.

Kustannusarviolaskuriin sijoitetut arvot olivat osa suunnitelmista mitattuja sekä osa määrälaskennan dokumenteista luettuja. Näin varmistuttiin siitä, että katuhankkeesta lasket-

tavaksi annettavat tiedot olivat mahdollisimman oikeellisia. Työmaatehtävien sekä tilaajatehtävien kustannukset asetettiin samoiksi kuin rakennussuunnitelman kustannusarviossa. Rakennussuunnitelman kustannusarviossa työmaatehtävien kustannukset ovat 19% ja tilaajatehtävät 1% rakennusosien kokonaiskustannuksista.

Rakennussuunnitelman kustannusarvio koko hankkeelle ilman arvonlisäveroa on 4 821 700 euroa, joka on 24 prosentin arvonlisävero lisättynä 5 978 900 euroa. Kustannusarviolaskurilla saatu kustannusarvio koko hankkeelle oli 4 669 803 euroa ilman arvonlisäveroa ja 5 790 555 euroa 24% arvonlisäverolla (taulukko 3). Näin ollen koko hankkeen kustannusarvio kustannusarviolaskurilla laskettuna oli noin 3,2 prosenttia pienempi.

Eroavaisuuksia kustannuksissa oli tiettyjen rakennusosien osalta paljon. Kaivantojen tuenta, maaleikkaukset, reunakivet sekä pintamaan poisto saivat merkittävästi poikkeavia arvoja laskennassa verrattuna rakennussuunnitelman kustannusarvioon. Poikkeavuuksia oli molempiin suuntiin, joten laskemalla saatu rakennusosien kokonaiskustannus oli kuitenkin lähes sama kuin rakennussuunnitelman kustannusarviossa. Kustannusarviolaskuri ei huomioi hankkeen kustannuksien aluekerrointa. Vertailuhankkeen 1 aluekerroin rakennussuunnitelman kustannusarviossa on 0,96. Aluekertoimen huomioiminen laskennassa aiheuttaisi suurempaa eroavuutta kustannusarvioiden välillä tässä hankkeessa.

TAULUKKO 3. Vertailuhankkeen 1 kustannusarvio kustannusarviolaskurilla

	Hankkeen kustannukset	neliöhinta	metrihintaa
Koko hanke (Alv. 0%)	4 669 802,64 €	176,8865	2122,638
Alv. 24%	1 120 752,63 €		
Koko hanke (Alv. 24%)	5 790 555,28 €	219,3392	2632,071

3.3.2 Vertailuhanke 2: Kadunrakennussuunnittelu, Lahti

Vertailukohteena oleva projekti sisälsi kadun sekä sen liittymäalueen rakennussuunnittelun. Suunnittelualue sijaitsee Lahdessa. Suunnittelutyöhön kuului myös vesihuollon suunnittelu. Valaistuksen alueelle suunnitteli toinen yritys ja heidän valaistussuunnitelma sovitettiin yhteen kadunrakennussuunnitelman kanssa. Vertailuhanke 2 oli laajuudeltaan ja kustannuksiltaan huomattavasti pienempi kuin vertailuhanke 1.

Hankkeeseen kuului useita lisäkustannuksia, jotka syötettiin kustannusarviolaskuriin. Etenkin valaistuksen sekä kallioleikkauksen kustannukset olivat lisäkustannuksia, jotka vaikuttivat merkittävästi koko hankkeen kustannusarvioon. Rakennussuunnitelman kustannusarviossa kallioleikkauksien kustannukset olivat jopa 140 400 euroa.

Rakennussuunnitelman kustannusarvio ilman veroa oli 818 300 euroa ja 24% arvonlisäveron kanssa 1 014 700 euroa. Aluekertoimena kustannusarviossa oli 1,04. Kustannusarviolaskurilla laskettu hankkeen kokonaiskustannus oli 738 464 euroa verottomana ja 915 695 euroa sisältäen 24% arvonlisäveron (taulukko 4). Kustannusarviolaskurilla laskettuna kokonaiskustannukset ovat 9,8% pienemmät.

TAULUKKO 4. Vertailuhankkeen 2 kustannusarvio kustannusarviolaskurilla

	Hankkeen kustannukset	neliöhinta	metrihintaa
Koko hanke (Alv. 0%)	738 463,55 €	200,1256	1801,131
Alv. 24%	177 231,25 €		
Koko hanke (Alv. 24%)	915 694,80 €	248,1558	2233,402

Tarkasteltaessa hankkeen yksittäisten rakennusosien kustannuksia suurimmaksi virheen aiheuttajaksi laskennassa osoittautui putkikaivannon massat. Rakennussuunnitelman kustannusarviossa esimerkiksi alkutäytön tilavuus oli kolminkertainen verrattuna kustannusarviolaskurin kustannusarvioon. Kyseinen laskentavirhe johtui laskennan oletuksesta, että putkikaivannon kaikkien putkien vesijuoksun korkeus on sama. Oletus oli tämän kohteen osalta väärä sekä vaikuttaa olennaisesti täyttöjen kustannuksiin.

4 TEKLA CIVIL -TIEDONSIIRTO

4.1 Nykytilanne ja sen haasteet

Tekla Civil -suunnitteluohjelmiston toimintoihin kuuluu määräluettelon sekä massaluetelun tulostus eri tiedostomuodoissa. Määräluettelot voidaan tulostaa eriteltynä esimerkiksi väylittäin tai urakka-alueittain. Tiedostot on mahdollista lukea suoraan kustannuslaskentaohjelmistoihin, jolloin käyttäjän ei tarvitse syöttää määrälaskennan tuloksia kustannusarviolaskuriin itse. Usein kuitenkin määrälaskenta suoritetaan käyttäjän toimesta johtuen siitä, että Tekla Civilin määräluettelo sisältää virheitä esimerkiksi massojen osalta. Putkikaivantojen risteyskohdassa kaivettava massa lasketaan kahdesti Tekla Civilin toimesta, joka tuottaa virheellisen tuloksen massalaskennassa. Pääsääntöisesti tällaiset virheet johtuvat suunnittelijan tekemistä oikaisuisista suunnittelussa. Suunnittelijalta vie vähemmän aikaa vähentää pienet määrät massojen kokonaistilavuuksista kustannuslaskentavaiheessa kuin katkaista rakenne risteämiskohdan matkalta suunnitteluohjelmalla.

Tiedonsiirron parantamista on kokeiltu jo aiemmin A-Insinööreillä. Tekla Civilillä pystyy tuottamaan määräluettelon Excel 97-2013 Workbook -muodossa (xls-tiedosto), joka on luettavissa Excel-ohjelmalla. Rakennusosalaskentaohjelma Rola edelleen pystyy lukemaan xls-formaatissa olevia määräluetteloita, mutta taulukon rakenne tulee olla juuri oikea. Tekla Civil tuottaa määräluettelon taulukot tietyllä rakenteella eli eri soluihin tulostuvat tiedot ja arvot ovat ennalta määrättyjä. Määräluettelo muutetaan Trimble Solutions Oy:n kehittämän Rola-ohjetiedoston avulla oikeaan taulukkorakenteeseen tulostuvaksi. Ohjetiedosto käyttää vastaavuustiedostoja määrittelemään Tekla Civil -määrätiedon oikeiksi rakennusosiksi xls-tiedostoon. Ohjetiedoston vastaavuustiedostot olivat puutteellisesti määriteltyjä, joten A-Insinöörit Suunnittelu Oy muokkaa niitä ajantasaisiksi aina tarpeen vaatiessa.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy otti määrätiedon suoran tiedonsiirron Rolaan testikäyttöön, mutta käyttö jäi silti vähäiseksi. Osa suunnittelijoista ei halunnut käyttää suoraa tiedonsiirtoa, koska koki Tekla Civilin tuottaman määrätiedon liian virheelliseksi tai tiedonsiirron hankalaksi sekä paljon aikaa vieväksi. Tämä johtui osittain siltä, että tietomallintami-


nen oli kyseisenä aikana harvinaisempaa sekä tietomallien taso oli vähemmän yksityiskohtainen (Heikkilä 2017). Suunnittelussa saatettiin tehdä yksinkertaistuksia suunniteluohjelman sisäisesti, jos suunnitelma sen salli.

Fore lukee xls-formaatin määräluettelon rakennusosalaskelmaan siten, että suoraan xls-tiedostosta tulevat tiedot ovat määrä, littera, ryhmä sekä rakennusosan nimi. Luetun litteran neljä ensimmäistä numeroa ovat merkittävät ja määräävät Rolan alasetoalikon tarjoamat nimikevaihtoehdot (kuva 6). Täten käyttäjä saa valittua oikean nimikkeen, vaikka samalla litteralla on useampi nimike. Yhdellä rakennusosalla on usein monta eri yksikköhintaa riippuen esimerkiksi eri olosuhteista missä työ suoritetaan. Esimerkiksi maaleikkaukselle on oma nimike (ja yksikköhinta) helpoille, normaaleille sekä vaikeille olosuhteille, mutta littera on sama. Täten pelkkä xls-tiedostosta luettu littera ei yleensä vastaa oikeaa nimikettä ja yksikköhintaa. Käyttäjä valitsee alasetoalikosta oikean nimikkeen, jolloin rakennusosalaskelma päivittyy.

Aiemmin alasetoalikosta valittu nimike päivittyi kokonaan rakennusosalaskelmaan. Myöhemmin Fore muutti xls-tiedoston lukukäytäntöjä muiden asiakkaidensa pyynnöstä siten, että valittaessa nimike alasetoalikon vaihtoehdoista, rakennusosan nimi ei päivity nimikkeen mukaiseksi vaan nimeksi jää xls-tiedostosta luettu nimi. Tämä aiheuttaa sen, että rakennusosalaskelman raportin lukija ei tiedä, mihin rakennusosan hinta perustuu. (Heikkilä 2017). Rakennusosan nimestä ei välttämättä selviä, minkä olosuhteiden hinnan mukaan rakennusosa on laskettu. Rakennusosan tarkka nimi olosuhteineen on yleensä olennainen tieto kustannusarvion tarkastelijalle, koska se on perustelu käytetylle yksikköhinnalle.

KUVA 6. Määrätiedon tuominen Rolaan

kirstinpolku		Paaluväli: 10.00-50.04		
<input type="checkbox"/>	1141 Poistettavat pintamaat	m2tr	298,42	1141 Pintamaan poisto, normaali (kuljetus < 5 km) (m2tr)
<input type="checkbox"/>	1611 Maaleikkaus, erittelemätön	m3ktr	203,13	1611 Maaleikkaus, erittelemätön, helpot olosuhteet (m3ktr)
<input type="checkbox"/>	1811,1 Maalle pengerrytyt maapenkereet	m3rtr	7,72	1611 Maaleikkaus, erittelemätön, normaalit olosuhteet (m3ktr)
<input type="checkbox"/>	1817 Luiskatäyte	m3rtr	38,78	1611 Maaleikkaus, erittelemätön, vaikeat olosuhteet (m3ktr)
<input type="checkbox"/>	2112 Suodatinkankaat	m2tr	225,76	4999 Muu rakennusosa, metri (m)
<input type="checkbox"/>	2121 Jakavat kerrokset	m3rtr	159,24	1811.11 Maapenger, tie (laajuus 0-200 m3rtr) (m3rtr)
<input type="checkbox"/>	2131 Sitomattomat kantavat kerrokset	m3rtr	19,86	2112 Suodatinkangas N1 (m2tr)
<input type="checkbox"/>	2141 Asfalttipäällysteet	m2tr	100,12	2121.1 Jakava kerros KaM 0-56, alle 1500 m3rtr (m3rtr)
<input type="checkbox"/>	2161 Piennartäyte	m3rtr	0,72	2131.1 Sitomaton kantava kerros KaM 0-16, alle 1500 m3rtr (m3rtr)
<input type="checkbox"/>	2321 Nurmikot	m2tr	177,29	2141.11 AB 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on alle 200 m2) (m2tr)
				2161 Piennartäyte (m3rtr)
				2321.1 Nurmetus, kaupunkialue (m2tr)

 Kohdistus valitut rivit

Ohjetiedoston kehittäminen sellaiseksi, että rakennusosan nimi tulostuu rakennusosalaskelmaan suoraan oikein, on mahdollista. Tämä edellyttää sitä, että ohjetiedostoon vastaavuustiedostoihin määriteltäisiin Rola-ohjelmiston yksikköhintaluettelo sisältäen kaikki rakennusosat. Ohjetiedoston sisäiset vastaavuustiedostot tulisi siis päivittää aina Foren yksikköhintaluettelon päivittyessä. Käytännössä vastaavuustiedostojen muokkaaminen koko Rolan nimikkeistön kattavaksi ei ole kannattavaa, koska sen toiminen vaatisi myös Tekla Civilin määritelmien päivitystä yhtä kattavaksi. Vastaavuustiedostojen muokkaaminen osittain sen sijaan on tarpeellista, jotta tiedonsiirto tapahtuu oikein. Vastaavuustiedostojen tärkein tavoite on, että Tekla Civilin määrätieto saadaan tulostettua oikeille litoille.

4.2 Kehittäminen

A-Insinöörit ei toistaiseksi käytä määrätiedon suoraan siirtämistä Fore-ohjelmistoon xls-tiedostojen lukukäytäntöjen muututtua. Rakennusosan nimen merkitys kustannusarviossa on suuri, koska se kertoo kustannusarvion lukijalle lisätietoja rakennusosasta. Esimerkiksi olosuhteiden vaikutus yksikköhintaan ja edelleen kustannusarvioon on usein myös merkittävä. Määrätiedon tuonnin jälkeen väärällä nimellä olevat rakennusosat on mahdollista korvata oikeilla hakemalla rakennusosat yksitellen nimikkeistöstä, syöttämällä määrät sekä poistamalla vanhan rakennusosan, mutta näin kehitetyn tiedonsiirron tavoitetta, ajan säästöä, ei tavoiteta.

Katusuunnittelun nykytilanteessa mallintaminen on yleistä, joka tarkoittaa sitä, että suoraan Tekla Civilistä tuotu määrätieto on myös oikeellisempaa. Tästä huolimatta tuotaessa määrätietoa suoraan rakennusosalaskelmaan on suunnittelijan tarkistettava koko rakennusosalaskelma. Suunnittelijan tulee myös lisätä osa rakennusosista itse, kuten kuljetuksien lisäkustannukset, jotka eivät sisälly Tekla Civilin tuottamaan määrätietoon, vaan ovat hankkeelle tapauskohtaisia. Suunnittelija arvioi rakennusosalaskelman oikeellisuuden sekä tekee muutokset sen mukaisesti, jotta lopputuloksena saadaan mahdollisimman tarkka kustannusarvio.

Suoran tiedonsiirron mahdollistaminen Tekla Civilin sekä Foren välillä säästää aikaa suunnittelutyössä sekä vähentää suunnittelijan tekemiä laskuvirheitä määrälaskennassa. A-Insinöörit Suunnittelu Oy voi jatkaa kommunikointia Fore-ohjelmiston tuen kanssa ja pyytää Foren lisättäväksi aiemmin käytössä olleen ominaisuuden, jossa rakennusosan

nimi päivittyi Foren nimikkeistön mukaiseksi. Foren ei tarvitse palata vanhaan käytäntöön vaan he voivat lisätä käyttäjällä mahdollisuuden valita pidetäänkö rakennusosan xls-tiedostosta luettu nimi vai päivitetäänkö Rolan nimikkeistön mukaiseksi. Näin eri asiakkaat voivat käyttää tiedonsiirtoa toimivasti.

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle toinen työkalu katuhankkeiden kustannusarviointiin Fore-palvelun (etenkin Holan) rinnalle. Työkalun, kustannusarviolaskurin, tuli olla nopea käyttää sekä tuottaa karkeita kustannusarvioita. Lisäksi kustannuslaskentaa tuli kehittää löytämällä keino toimivan tiedon siirron mahdollistamiseksi suunnitteluohjelmisto Tekla Civilin sekä Fore-palvelun välille.

Kustannusarviolaskurin käyttäjäikkuna (pääsivu) rakennettiin mahdollisimman selkeäksi, jotta käyttäjä tietää mitä tietoja kohteesta hänen täytyy syöttää ja missä yksikössä. Eri riveille kirjoitettiin myös lyhyet selitteet selventämään syötetyn arvon vaikutusta kustannusarvion laskemiseen. Käyttäjä näkee hankkeen kokonaiskustannusarvion pääsivulla ja täten myös syöttämiensä arvojen suoran vaikutuksen siihen. Käyttäjältä pyydettyjen tietojen määrä pyrittiin pitämään mahdollisimman pienenä, mutta oletetusti määrä kasvoi kustannusarviolaskurin laajentuessa sekä laskennan muuttuessa yksityiskohtaisemmaksi. Käyttäjältä pyydettyjen tietojen määrää hallittiin tekemällä oletuksia sekä yksinkertaisuuksia laskentatavoissa. Kuitenkaan kustannusarviolaskuri ei pysty nykytilassaan ottamaan huomioon tiettyjä yleisiä katurakennuskohteen osia, kuten ympäristörakentaminen, muuten kuin valmiiksi syötettyinä kustannusosina.

Kustannusarviolaskurin kehittäminen tulee jatkumaan lisäämällä laskentamenetelmiin puuttuvia osia sekä testaamalla kustannusarviolaskuria tulevilla sekä vanhoissa suunnitteluprojekteissa. Testikäytön tuloksien perusteella laskentakaavoja sekä yksikköhintoja voidaan päivittää tarkemman tuloksen saavuttamiseksi. Etenkin eri kokoisten hankkeiden vertailu on olennaista, koska massoille käytetään nykytilassa vain yhtä yksikköhintaa riippumatta kyseisen massan määrästä. Laskentakaavoja tulee kehittää siten, että esimerkiksi maaleikkauksen yksikköhinta määräytyy maaleikkauksen tilavuuden mukaan. Suuret massamäärät ovat yksikköhinnaltaan halvempia kuin pienet määrät. Lisäksi laskentakaavojen oletus maanpinnan tasosta (maanpinta on tasainen sekä kadun tasausviivan korkeudessa) voi aiheuttaa merkittäviä virheitä etenkin maaleikkauksen tilavuutta laskettaessa.

Tällä hetkellä kustannusarviolaskuria ei ole vielä testattu tarpeeksi kattavasti, joten sen tuloksia ei vielä voida pitää luotettavina. Sen tuottamat kustannusarviot osoittautuivat tähänastisen testauksen tuloksena liian pieniksi. Syyt liian pieniin kustannusarvioihin tunnistettiin osittain ja näitä osa-alueita laskentamenetelmissä tullaan kehittämään jatkossa.

Tiedonsiirto Tekla Civil-ohjelmiston ja Fore-palvelun välillä oli jo mahdollista aiemmin. Sen käyttö aiemmin jäi hyvin vähäiseksi A-Insinöörit Suunnittelu Oy:ssä, pääsääntöisesti koska mallintaminen ei ollut niin yleistä. Pysähtyneen Tekla Civil -tiedonsiirron kehittäminen on tämän opinnäytetyön kirjoittajan mielestä helppo asia ratkaista. A-Insinöörit Suunnittelun Oy:n tulee kommunikoida enemmän Fore-palvelun tuen kanssa sekä pyytää heitä lisäämään vanha ominaisuus xls-tiedostojen lukukäytäntöön. Näin tekemällä Fore palvelee tällä osa-alueella kaikkia asiakkaitaan.

LÄHTEET

Virtanen, R. 2015, Kustannushallinnan ja -laskennan menetelmien kehittäminen infra-suunnitteluhankkeissa. Diplomityö. Tampere: Tampereen Teknillinen yliopisto.

Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. Katu 2002 - Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. Helsinki: Suomen kuntatekniikan yhdistys.

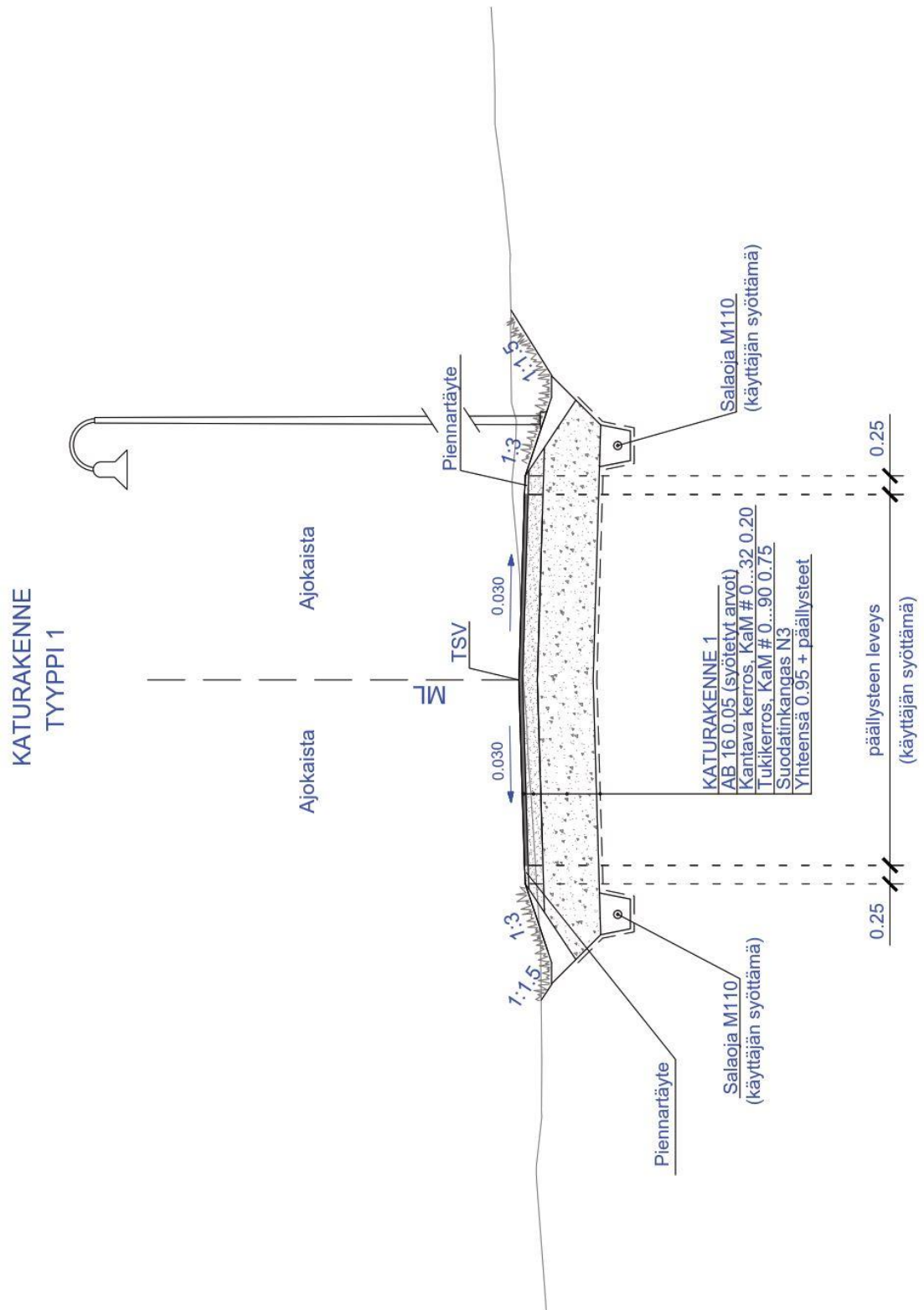
Rakennustieto Oy. 2009. InfraRYL 2006, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy

Mikkonen, J. Suunnittelupäällikkö. 2017. Haastattelu 27.6.2017. Haastattelija Hattula, A. Tampere.

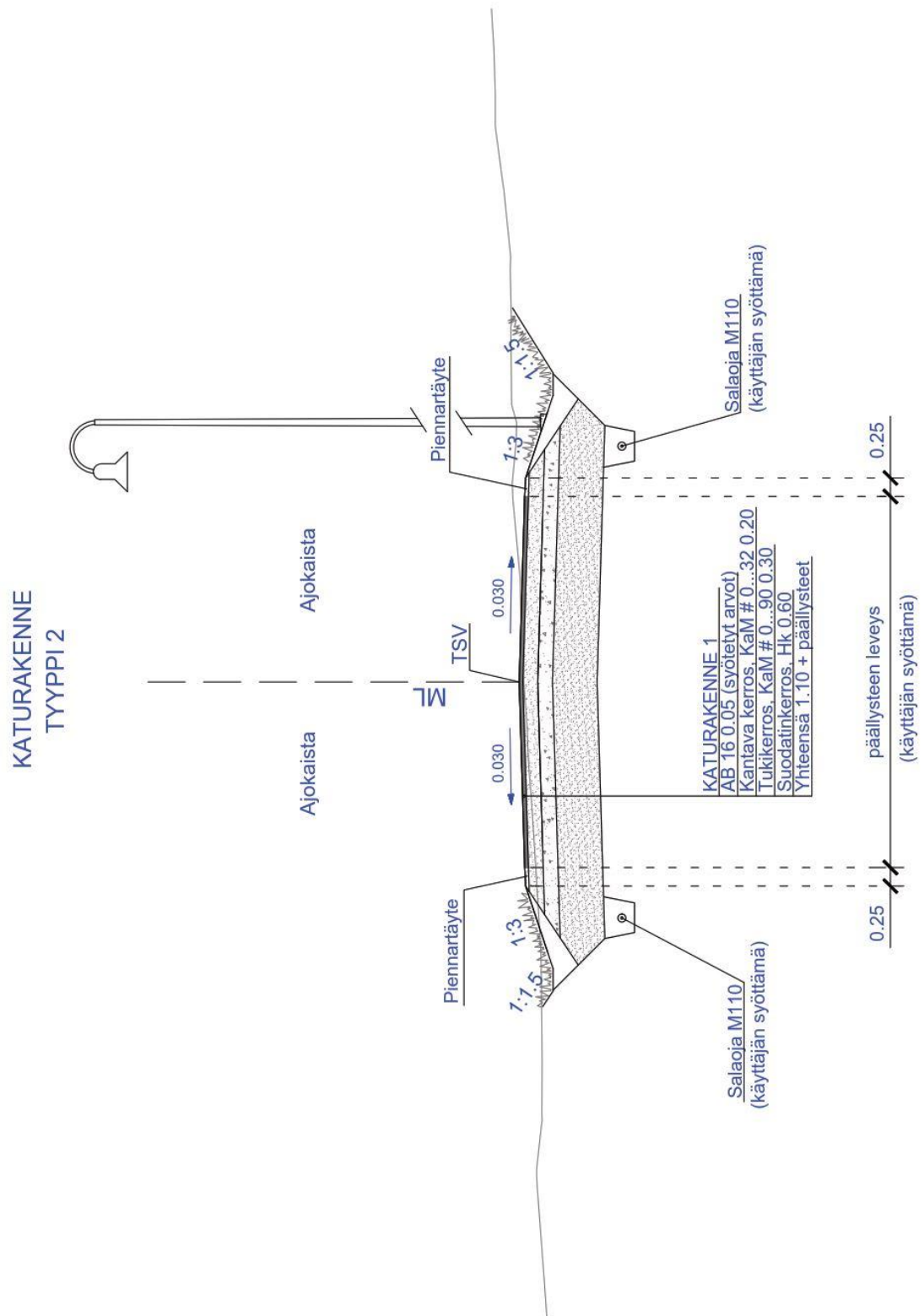
Tikkamäki, J. Suunnittelupäällikkö. 2017. Haastattelu 27.6.2017. Haastattelija Hattula, A. Tampere.

Heikkilä, R. Kehitysinsinööri. 2017. Haastattelu 13.7.2017. Haastattelija Hattula, A. Tampere.

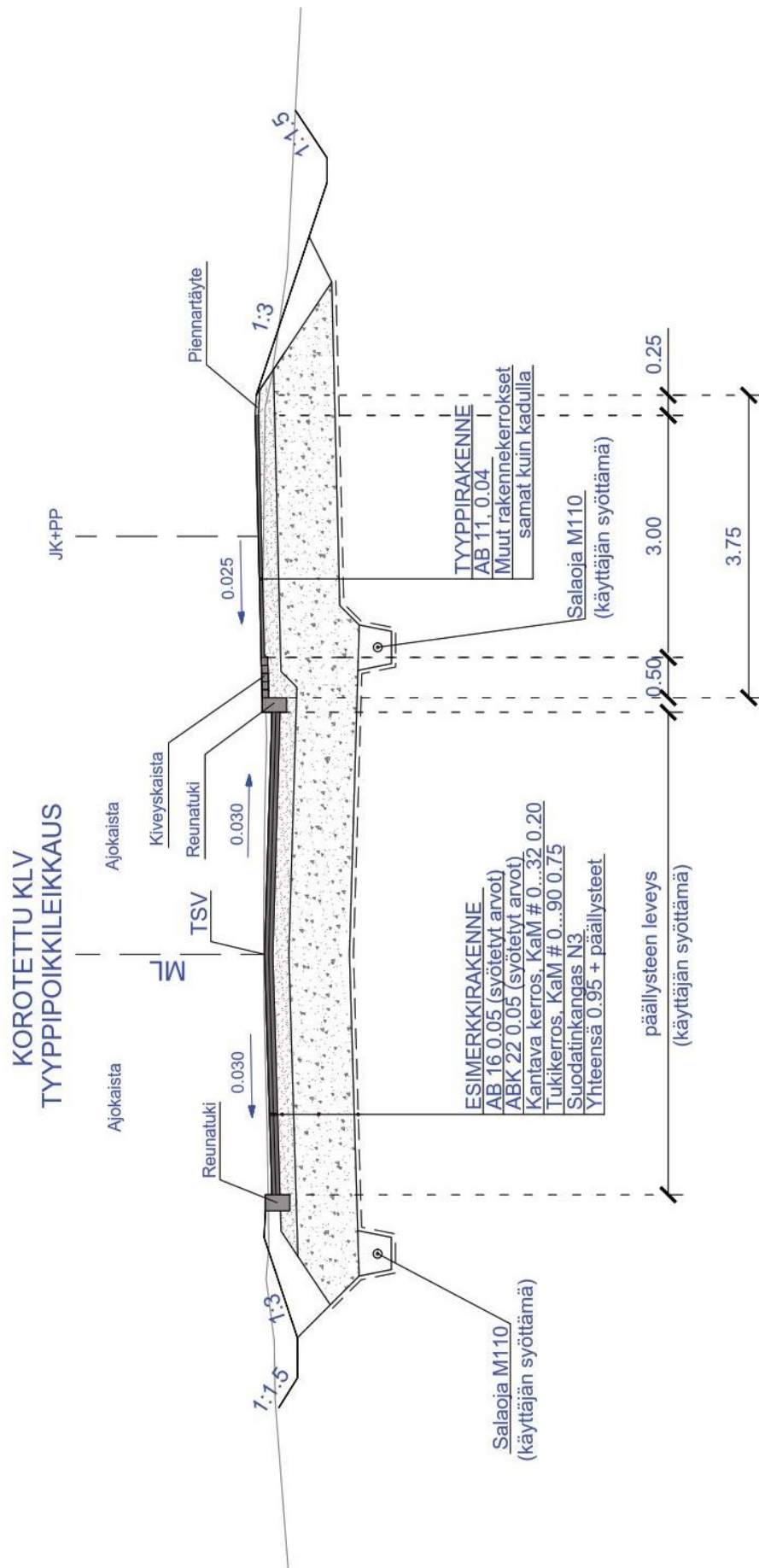
Liite 2. Katurakennetyyppi 1 -tyyppiokoikkileikkaus



Liite 3. Katurakennetyyppi 2 -tyyppi poikkileikkaus



Liite 4. Korotetun kevyen liikenteen väylän tyyppipoikkileikkaus



Liite 5. Putkikaivannon tyypipoikkileikkaus

Putkikaivanto Tyypipoikkileikkaus

