

Betonointitöiden jälkilaskennan kehittäminen

Sillankorjauksen reunapalkkitöiden urakkalaskennan ja prosessin mallinnuksen
tarkentaminen jälkilaskennan avulla



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeen ammattikorkeakoulu, Visamäki, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevätlukukausi, 2017

Lasse Dahl

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Visamäen kampus, Hämeenlinna

Tekijä	Lasse Dahl	Vuosi 2017
Työn nimi	Betonointitöiden jälkilaskennan kehittäminen	
Työn ohjaajat	Jari Mustonen, Jarmo Silvander	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Destia Oy:n toimeksiannosta urakkalaskennan käytäntöjä ja laskennan tarkkuutta yhtiön sillankorjaushankkeissa.

Työn tavoitteena oli selvittää, miten urakkalaskennassa tehty kulujen allokointi rakenneosille kuvaa rakenneosien toteutuvia tuotantokuluja ja niiden osuuksia. Lisäksi selvitettiin, missä kuluissa on eniten riskivaihtelua, voidaanko kuluja kuvata kokonaisuutena paremmin yhdistetyllä yksikköhinnalla, vai yksikköhintojen yhdistelmällä. Samalla tutkittiin, millä teknisillä ja ulkoisilla olosuhteilla ja muuttujilla voisi olla vaikutusta kuluihin. Haluttiin myös tarkempi ja paremmin tuotantoprosessia kuvaava litterointipohja, joka soveltuisi myös yhtiön käyttämän taloushallintaohjelmiston tarpeisiin.

Tutkimuksen kohteeksi rajattiin sillankorjauksen reunapalkin uusimisen työt, koska ne ovat selkeästi rajattavissa, ovat liikevaihdoltaan merkittävä osa yhtiön töistä ja prosessiltaan toistuva prosessiohjattu työ.

Tutkimus toteutettiin tutkimalla otosta yhtiön viime vuosien sillankorjauskohteiden kustannustiedoista. Tietoja verrattiin kohteiden teknisiin muutuksiin, kohteiden olosuhteisiin ja etsittiin kohteita, joissa toteutui kustannushistoriasta poikkeavia kustannustasoja.

Opinnäytetyön tuloksena käsitys urakkalaskennan tarkkuudesta tarkentui. Työssä löydettiin joitakin merkittäviä löydöksiä kustannustason vaikutusmekanismeista. Lopputuloksena saatiin tietoa muuttujista, joiden kustannusvaikutusta on tärkeää seurata jälkilaskennalla. Syntyi ehdotus laskenta- ja litterointipohjaksi, joka soveltuu hyvin käytettäväksi yhtiön taloushallintaohjelmistossa. Tutkimuksen sivutuotteena saatiin monia prosessinohjauksessa hyödynnettäviä oivalluksia ja toisaalta kumottiin monia yleisiä oletuksia kustannusvaikutuksista.

Avainsanat Jälkilaskenta, betonointi, kustannuslaskenta, prosessinohjaus

Sivut 39 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Degree Programme in Construction Engineering
Visamäki

Author	Lasse Dahl	Year 2017
Subject	Development of expense analyzing methods in concrete constructing	
Supervisors	Jari Mustonen, Jarmo Silvander	

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by Destia Oy. Its purpose was to define how accurately cost allocation in contract pricing illustrates the final costs. Another aim was to study which costs show a risk variation, and whether the costs can be illustrated better with a single unit price or with a fixed combination of unit prices. It was also studied which technical or external circumstances could affect the costs. The aim was to develop a new cost allocation method that illustrates the production process better and is compatible with the company's software used to manage the overall project economy.

The study concentrated on the repair of spandrel beams in bridge renovation projects because its costs are easy to separate from other phases of the project and they are a major part of the company's projects.

The study was carried out by studying the company's expense data from a sample of bridge renovation projects that were completed in recent years. The expense statistics were then compared with the technical factors and the circumstances of each project. Projects with a differential expense profile were studied to point out reasons for cost variations.

As a result of the thesis a better understanding of the accuracy of the company's project pricing was provided. Some meaningful mechanisms of cost relativity were found. Also, many variables were found whose cost relativity should be studied further. The thesis provided the company with method suggestions to better allocate and manage production costs throughout the whole project. As a by-product many ideas for project optimizing were found, and on the other hand many general misconceptions of cost relativity were overruled.

Keywords project pricing, spandrel beam, process managing, concreting

Pages 39 pages including appendices 2 pages

SISÄLLYS

1. Johdanto	
1.1 Urakkalaskenta päätoteuttajan prosessien osana.....	1
1.2 Yhtiön urakkalaskennan toimintaympäristö	2
1.3 Yhtiön urakkalaskennan kehittäminen	3
1.4 Opinnäytetyön toimeksianto.....	3
1.5 Opinnäytetyön tavoitteet.....	3
1.6 Aiheen rajaus	3
2. Betonointitöiden urakkalaskennan käytännöt	
2.1 Tavanomainen betonointitöiden urakkalaskenta sillankorjausurakoissa.....	4
2.2 Urakkalaskennan prosessi sillankorjausurakassa	5
2.2.1 Laskentapäätös.....	5
2.2.2 Tarjouspyyntökäytännöt sillankorjauksessa	5
2.2.3 Suunnittelukäytännöt laskennan näkökulmasta.....	6
2.2.4 Yksikkömäärät ja määrä seuranta	7
2.3 Tyypillinen reunapalkin uusimisen kustannuslaskentaprosessi Destian urakkalaskennassa	7
2.3.1 Laskentapohjaluettelon laadinta.....	7
2.3.2 Määrien tarkkuus.....	8
2.4 Laskennan taulukkopohjan rakenne	9
2.4.1 Koko sillankorjaushankkeen laskentaluettelopohja.....	9
2.4.2 Reunapalkkitöiden osuus laskentapohjassa.....	9
2.5 Laskentaluettelon kattavuus	10
2.6 Yhtiön taloushallintaohjelmiston vastaavuus tavanomaisen laskentaluettelon kanssa.....	11
2.7 Yhtiön urakkalaskennan tarkkuus.....	11
2.7.1 Urakkalaskennan nykytila	11
2.7.2 Toimintaympäristön suhdanteet	11
2.7.3 Urakkamuotojen kehitys	12
2.8 Kirjallisuusselvitys infra-rakentamisen jälkilaskennasta	12
2.8.1 Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö.....	12
2.8.2 Kustannushallinta rakennushankkeessa	13
2.8.3 Purkutyöt, ohjeita teettäjälle ja tekijälle	13
2.8.4 Infrahankkeen tuotannonhallinta.....	13
3. Reunapalkkitöiden jälkilaskennan tarkentaminen	
3.1 Tarve laskennan lähtötiedoille ja laskentatyökaluille.....	14
3.1.1 Tarve kulujen tarkemmalle erittelylle.....	14
3.1.2 Tarve laskentaresurssien paremmalla kohdentamiselle	14
3.1.3 Tarve jälkilaskentamallin joustavuudelle	14
3.1.4 Reunapalkin toteutuksen peruskustannukset	15
3.1.5 Siltapaikan olosuhteiden vaikutus.....	15
3.1.6 Tekniset seikat, joilla voi olla vaikutusta tuotantotehoon.....	15
3.1.7 Laaturiskien vaikutus kustannuksiin	15
3.1.8 Taloushallintaohjelmisto.....	16
3.1.9 Muut seikat, joilla voi olla vaikutusta kustannuksiin.....	17
3.2 Lähtöaineisto tutkimusdatan keräämiseen.....	17

3.2.1	Kustannusten indeksointi.....	17
3.2.2	Vertailuaineiston esitysmuoto	17
3.2.3	Vertailuaineiston kriittinen luokittelu.....	18
3.2.4	Laskentainformaation keräämisen hyödyntäminen prosessina	18
3.3	Reunapalkin uusimisen työvaiheita kuvastava laskentataulukkopohja	18
3.3.1	Reunapalkin uusimisen tyypilliset työvaiheet.....	19
3.3.2	Vaihtoehtoiset työvaiheet.....	19
3.3.3	Olosuhteista riippuvat työvaiheet	19
3.4	Tausta-aineiston keruun toteutus ja rajaus	19
3.4.1	Aineiston jaottelu ja tulosten esittäminen	20
3.4.2	Tausta-aineiston lähteet	20
3.4.3	Tausta-aineiston arvottaminen	20
3.4.4	Tavat hyödyntää tausta-aineistoa	21
3.4.5	Tausta-aineiston rajaaminen.....	21
4.	Aineiston analyysi	
4.1	Otos tietokannasta.....	22
4.1.1	Otoksen valinta.....	22
4.1.2	Kerätyt tiedot.....	23
4.2	Reunapalkin toteutuksen peruskustannukset.....	24
4.2.1	Kustannusten rajaaminen	25
4.2.2	Työvaihekohtaiset tekniset kustannukset	25
4.3	Mahdollisesti kustannuksiin vaikuttavat sillan olosuhteet ja ominaispiirteet ..	25
4.3.1	Telinetyyppi.....	25
4.3.2	Reunapalkin dimensiot	26
4.3.3	Ylittävä ja alittava liikenne	27
4.3.4	Siltapaikka ja muut sillan ominaisuudet	27
4.3.5	Sillan dimensioiden ja siltapaikan piirteiden kustannusvaikutukset.....	28
4.3.6	Sillan sijainti logistiikan kannalta	29
4.3.7	Vuodenaika.....	30
4.3.8	Ympäristön huomioimisen kulut	30
4.3.9	Tekniset erityisvaatimukset.....	30
4.3.10	Muut seikat, joilla voi olla vaikutusta kustannuksiin.....	31
4.4	Sopimusvelvoitteiden, kolmansien osapuolten ja muiden välittömiin rakennuskustannuksiin liittymättömien kustannusten analyysi.....	31
4.5	Laaturiskien vaikutus kustannuksiin	32
4.5.1	Löydetyt laatukustannukset.....	32
4.5.2	Alihankinnan laaturiskit.	32
4.6	Taloushallintaohjelmisto	32
4.7	Urakkalaskennan riskiarvio.....	32
5.	Tutkimuksen anti kokonaisuutena	
5.1	Tutkimustulokset yhteenvetona.....	32
5.2	Ehdotuksia laskentatyökaluiksi.....	33
5.2.1	Jälkilaskentakortti	33
5.2.2	Keskihajonnan seuraaminen	33
5.2.3	Litterointi.....	34
5.2.4	Kustannusten moniulotteinen jaottelu.....	34
5.3	Infranimikkeistö	34
5.4	Kohteen ominaispiirteiden huomiointi laskennassa.....	34
5.5	Ehdotettujen työkalujen hyödyllisyys ja hyödyntäminen	35

5.6	Jatkotutkimusideoita.....	35
-----	---------------------------	----

Liitteet

Liite 1. Jälkilaskentataulukko

Liite 2. Esimerkki Liikenneviraston määränimikkeistöstä reunapalkin uusimiseen

1 JOHDANTO

1.1 Urakkalaskenta päätoteuttajan prosessien osana

Urakkalaskennalla on keskeinen osa rakennusurakoinnin prosesseissa. Päätoteuttajan hankeympäristössä hanke käynnistyy tarjouspyynnön laskentapäätöksestä. Urakkalaskentaan tehtävän kustannuslaskennan yhteydessä päätetään pääosin, miten tuotannon prosessit toteutetaan ja miten syntyvät kustannukset eritellään. Jos laskettu urakka voitetaan, urakkalaskennan kustannuslaskelmat muodostavat pohjan, jolle hankkeen organisaatio alkaa suunnitella toteutusta. Päätoteuttajalle omien ja alihankkijoiden tuotantoprosessien hallinta, riskien arvottaminen, hankeosien osakokonaisuuksien jäsentäminen ja niiden muuttaminen oikealla tavalla laskennassa näkyviksi eurosummiksi on keskeisintä ydinosaa. Laskentaosaamisen taso ja urakkalaskennan tarkkuus ratkaisee rakennusalan päätoteuttajayhtiön elinkelpoisuuden.

Päätoteuttajan rooli on ohjata hankekokonaisuuden tuotantoa, hallita tuotannon riskejä ja ottaa vastuu riskeistä. Hankkeeseen vaikuttavat kolmannet osapuolet ja hallitsemattomat muuttujat on kyettävä tiedostamaan ja arvottamaan. Toisaalta päätoteuttajalla on välineenä erilaiset vaihtoehdot strategiat ja toteutustavat hankkeen tuotannossa. Tuotantoprosesseissa tulee olla joustavuutta myös prosessien kehitykseen ja työmaatason innovaatioille. Erilaisilla yhdistelmillä pyydetty alihankinnan tarjouskyselyt antavat etua hankekokonaisuuden kustannusriskien hallinnassa. Teknisesti vaativassa rakentamisessa, kuten esimerkiksi sillankorjaushankkeissa, riskien oikealla arvottamisella on monesti ratkaiseva merkitys urakkakilpailujen tuloksissa.

Keskimäärin toteutuvat hankkeiden kateosuudet ovat pääurakoitsijalla pienemmät kuin ali- ja sivu-urakointiin keskittyvillä toimijoilla. Kokonaisuurakassa tilaaja säätelee, ohjaa ja vastuuttaa pääurakoitsijaa huomattavasti tarkemmin, kuin päätoteuttaja itse voi yksittäisiä hankkeen osakokonaisuuksien aliurakoitsijoita osaltaan vastuuttaa. Yleisen talusteorian perusteella voidaan päätellä, että laajoihin hankekokonaisuuksiin resurssinsa hajauttavilla päätoteuttajatason yrityksillä on kuitenkin pienemmät hanketalouden riskitasot kuin aliurakoitsijayhtiöillä. Toiminnan kateprosentti osaltaan kuvaa riskitasoja (Rakennusteollisuus, 2017). Tai oikeammin, urakan sisällä toisistaan riippumattomat riskit hajautuvat suhteessa pienemmiksi osuuksiksi kokonaisuudesta. Sen myötä erilaisten hankekatteen toteutumien varianssit ja vaihtelu on huomioitava tarkemmin. Ihanteellinen tilanne kaikille hankkeeseen osallistuville on, että hankkeen toteutuva kateprosentti ja siihen liittyvät riskien tuottamat vaihteluvälit on ennustettavissa mahdollisimman tarkkaan, ja että on olemassa toimivat välineet riskien arvottamiseen.

Sopimusmuodolla ja sen sisältämillä vaateilla ja ehdoilla on luonnollisesti myös suuri vaikutus urakkahinnan muodostumiseen. Pääsääntöisesti tilaaja haluaa sopimukseen ehtoja, joissa ulkoisten muuttujien välilliset kustannusvaikutukset kohdistuvat urakoitsijaan. Tilaajan valitsemalla määrien esitystavalla ja määräluetteloiden sitovuudella on suuri merkitys hankkeen päätoteuttajan riskitasolle.

1.2 Yhtiön urakkalaskennan toimintaympäristö

Opinnäytetyön tilaajana on Destia Oy:n Eteläinen toimialue ja sen osasto Siltaryhmä. Yhtiön osaston päätoimialana on Uudenmaan alueella tehtävät sillankorjausurakat ja niihin liittyvät uudissiltahankkeet. Toimialalle on tullut runsaasti uusia toimijoita viimeisen kymmenen vuoden aikana. Urakoita alueella on ollut paljon johtuen Valtion lisärahoituksesta (Liikennevirasto, 2017) maanteiden ja siltojen kunnossapitoon. Kilpailutilanne on ollut tiukka viime vuosina, johtuen infrarakennussalan houkuttelevuudesta yleisen rakennusalan matalan suhdanteen kausina. Tämä on johtanut urakkatarjouskilpailujen tiukkenemiseen. Tilaajien tarjouspyynnöt ovat laajentuneet, usein pyynnöt koskevat jopa kahdenkymmenen sillan korjauksista käsittäviä usealle vuodelle ajoittuvia hankkeita.

Kolmansien osapuolien vaatimukset ja niistä johtuvat sopimusehdot toiminnassa lisääntyvät vuosi vuodelta. Samoin rakennusala ohjaavat säädökset ja ohjeet laajenevat vuosi vuodelta. Näistä esimerkkinä mainittakoon rakentamisen laatukontrollin lisääntyminen, liikennejärjestelykäytännöt ja -vaatimukset maantieverkon kohteilla, työturvallisuusohjeiden ja määräysten kehittyminen ja työmaan ympäristöhaittojen, kuten melun ja muun ympäristörasitteen hallinnan vaatimukset. Urakan toteutuvissa kustannuksissa varsinaisten rakennusosien hinnan osuus laskee, erilaisten yhteis- ja välillisten kulujen osuuden lisääntyessä.

Tuotannossa määräävä periaate on niin sanotun laatuvarusturakentamisen periaate. Sillä tarkoitetaan päätoteuttajan vastuuta kokonaishankkeen toteutuksen laadunvarmistuksesta ja lopputuotteen vaatimusten mukaisesta tuotannosta. Päätoteuttajan tulisi itsenäisesti valvoa laatumuuttujia ja dokumentoida hankkeen laadunvarmistus. Lopputuotteen laadussa olevat puutteet ovat päätoteuttajan vastuulla, myös laatupuutteiden aiheuttamien kustannusten osalta. Laatupuutteiden hyvitysvastuut hinnoitellaan sillankorjausurakoissa yleensä Liikenneviraston laatiman Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonalennusperusteet -ohjejulkaisun (Liikennevirasto, verkkojulkaisu 2014) perusteella. Ääritapauksissa rakenneosa täytyy purkaa ja valmistaa uudestaan, ja silti maksaa hyvitys tilaajalle, ja kokonaishankkeen viivästyssakot.

Hankkeiden kokonaiskustannusten määrä tuotettua sillankorjauksen määräyksikköä kohden on Tilastokeskuksen Maa- ja vesirakentamisen kustannusindeksin mukaan noussut merkittävästi viimeisen vuosikymmenen ai-

kana (Tilastokeskus, 2017). Tarjouskilpailujen perusteella kehitys on ollut samansuuntainen kaikilla sillankorjausalan toimijoilla.

1.3 Yhtiön urakkalaskennan kehittäminen

Välilliset kustannukset yhtiön osaston toimialalla ovat oletettavasti kasvaneet, koska kateosuus on pysynyt samana, materiaali- ja alihankintakustannukset ovat nousseet vain maltillisesti, mutta kokonaisurakkahinnat nousseet. Toimintaympäristön kustannusvaikutteisten piirteiden merkitys on ilmeisesti kasvanut ja erilaisten kustannusosien osuussuhteet ovat muuttuneet. On tärkeää tutkia ja tiedostaa näiden asioiden vaikutus kustannusrakenteeseen. On tiedostettava erilaisten rakennusosien määrähintojen välilliset kustannusvaikutukset. On myös tärkeää osata arvottaa hankkeiden taloudellisia riskejä. On myös tärkeää tietää mitkä oletetuista vaikuttavista olosuhdetekijöistä vaikuttavat todella, millä tavalla ja kuinka paljon hankkeiden taloudellisiin riskeihin.

1.4 Opinnäytetyön toimeksianto

Yhtiön toimeksiantona on tässä lopputyössä kartoittaa, jäsentää ja arvioida tavanomaisen sillankorjaushankkeen kustannusrakennetta, siihen vaikuttavia tekijöitä ja kustannusrakenteen mahdollisia muutoksia. Hankitun tiedon avulla pyritään luomaan tapoja riskien arviointiin ja arvottamiseen jälkilaskennalla. Näitä tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää laskennan tarkentamisessa ja riskien huomioimisessa oikealla tavalla laskennassa.

Yhtiössä talouden kokonaishallintaa kehitetään jatkuvasti digitalisoituvasa ympäristössä. Ohjelmistojen uusiutumisen myötä on syntynyt tarve eritellä ja jäsentää rakennusosia, niiden yksikkömääriä ja kustannusriskitekijöitä tarkemmin. Eriteltyä dataa voidaan mahdollisesti jatkossa hyödyntää hankinta- ja laskentatoimessa ja hankkeiden kokonaistalouden ohjauksessa käytetyissä ohjelmistoratkaisuissa.

1.5 Opinnäytetyön tavoitteet

Tavoitteena on tarkentaa kokonaisurakasta riippumattomien muuttuvien tekijöiden vaikutusta yksittäisien urakkaosien laskentatariskeihin. Tavoitteena on myös luoda välineitä, joilla voidaan selkeyttää laskentaprosessia ja seurata rutiininomaisesti jälkilaskennan avulla hankkeiden kokonaistaloutta.

1.6 Aiheen rajaus

Aiheen ja kokonaisuuden jäsentäminen kokonaisurakan kautta ei ole mielekästä, koska aihekokonaisuuteen liittyy niin paljon huomioitavia muuttujia. Tutkinnan selkeyttämiseksi on valittu yksi toimialalle hyvin tyypillinen

rakennusosa, reunapalkin uusiminen, tutkinnan kohteeksi. Reunapalkissa itse rakennusosa on hyvin samantyyppinen eri sillankorjauskohteissa, jonka vuoksi se sopii hyvin erilaisten ympäristötekijöiden ja hankekohtaisten muuttujien kustannusvaikutusten arviointiin. Jos reunapalkin toteutuksen kustannusanalyysi antaa hyödyntämiskelpoisia tuloksia, voidaan menetelmiä mahdollisesti soveltaa muihinkin rakenneosiin ja jopa kokonaisen sillankorjaushankkeen kautta kokonaisurakkaan.

2 BETONOINTITÖIDEN URAKKALASKENNAN KÄYTÄNNÖT

2.1 Tavanomainen betonointitöiden urakkalaskenta sillankorjausurakoissa

Sillankorjausurakassa reunapalkin betonointityöt ovat tavanomaista vaativampia. Keskeinen osa työtä on vanhan reunapalkin purkutyöt. Purkutyön laajuus on annettu ohjeellisena suunnitelmissa, mutta se tarkentuu purettavan betonin laadun ja laatukokeiden myötä. Usein rakenteelliset seikat rajoittavat purkulaajuutta. Esimerkiksi siltakannen raudoitusta ei voida paljastaa, joten purku on lopetettava ennen kuin rauditus paljastuu.

Erittäin vaativaksi sillankorjauksen betonointityöt tekee se, että työalueen välittömässä läheisyydessä kulkee liikenne. Tämä aiheuttaa luonnollisesti monia logistisia, työtekniisiä ja erityisesti työturvallisuuteen kohdistuvia riskejä ja haasteita.

Reunapalkin purku- ja työtelineet ovat vaativia rakenteita. Usein sillan allittava liikenne rajaa telinetason korkeuden lähelle reunapalkin pohjan tasoa. Telineen on kestävä purkutyössä syntyviä erilaisia pistekuormia, suojattava allittavaa liikennettä ja ympäristöä roiskeilta, valuvilta vesipiikkausvedeltä ja siroavalta purkujätteeltä. Telineen on oltava kevyt, nopea rakentaa ja purkaa, ja silti työturvallinen.

Reunapalkkityölle varattavissa oleva tila on ohittavan liikenteen vuoksi usein liian kapea. Tämä rajoittaa käytettävien koneiden valikoimaa ja aiheuttaa reunaehdotja työjärjestykselle ja logistiikalle. Työtä suojaavalle törmäyskaiteelle olisi oltava myös väistötilaa, mutta käytännössä sitä ei koskaan saada riittävänä toteutettua.

Sillankorjauskohteiden siltapaikoilla on harvoin tilaa suurille betonipumppuille. Betonointi tehdään useimmin kevyillä kuljetuspumppuautoilla, tai jopa perinteisesti kouruvaluina. Tilaajalla on oletusvaatimuksena raakalaudan käyttö muottimateriaalina, joka vaatii kolmiulotteisia valutyötä haittaavia pussia tukirakenteita. Reunapalkkipinnan hierto on eniten työtunteja vaativa vaihe betonoinnissa. Pitkissä reunapalkkivaluissa se vaatii paljon vararesursseja ja tarkkaa ajoitusta. Jälkihoito ja suojaus ovat hankalia toteuttaa kolmiulotteisten tukipukkien ym. muottirakenteiden vuoksi.

Silloissa käytettävien P-lukubetonien suhteutus rajoittaa betonin ominaisuuksien säädettävyyttä. Laadunvarmistuksella voidaan kuvastaa materiaalin ominaisuuksien toteutumista, mutta se ei yksin takaa valutyön onnistumista.

2.2 Urakkalaskennan prosessi sillankorjausurakassa

2.2.1 Laskentapäätös

Urakkalaskentaprosessi Destiassa käynnistyy tarjouspyynnön arvioinnista eli laskentapäätöksestä. Yhtiö päättää kokonaisarvioinnin jälkeen, tarjotaanko pyydettyä urakkaa. Tähän päätökseen voivat vaikuttaa esimerkiksi markkinatilanne, omien resurssien ja kaluston käyttöaste, hankkeen taloudellinen koko, tilaajan vaatimukset ja muut arvioidut riskitekijät. Luonnollisesti myös yrityksen strategiset ja taloudelliset tavoitteet vaikuttavat laskentapäätökseen.

2.2.2 Tarjouspyyntökäytännöt sillankorjauksessa

Sillankorjausurakoiden tilaajana ovat useimmin alueelliset ELY-keskukset ja pääkaupunkiseudulla suurimmat kaupungit. Ely-keskukset toimivat myös rataverkon siltojen korjausurakoiden tilaajana. Liikenneviraston maantieverkon suurhankkeiden yhteydessä korjataan usein siltoja. Kaikki suurimmat tilaajat käyttävät pääsääntöisesti Liikenneviraston julkisia sillankorjauksen ja -rakentamisen ohjeistuksia ja laatuvaatimuksia (Liikennevirasto, Ohjeluettelo, 2017) tarjousten perusteena. Satunnaisesti tarjouksia pyytävät pienemmät kunnat, suuret teollisuuslaitokset tai yksityiset tieosuuskunnat. Sillankorjaustoimia on tehty koko Suomessa vuosina 2016 ja 2017 noin 1500 siltaan vuodessa (Liikenneviraston portaali, Sillankorjaustilastoja, s.93.). Näistä laajemman peruskorjauksen kohteena olleita betonirakenteisia siltoja on ollut Uudellamaalla noin 40 siltaa vuosittain.

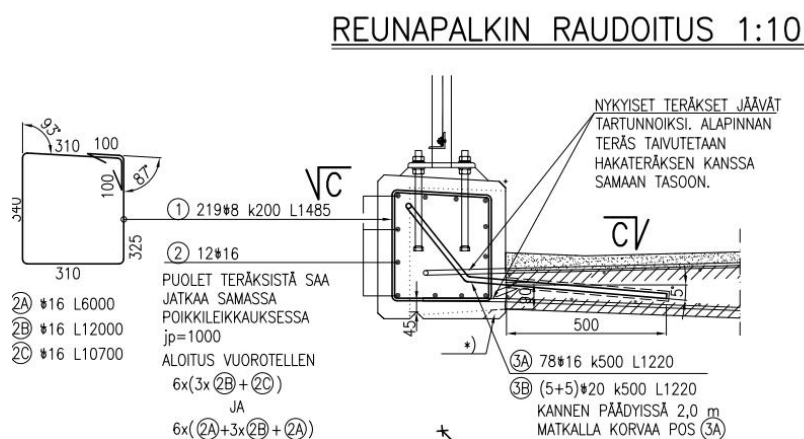
Tarjouspyyntöprosessi noudattaa tyypillistä julkisen tilaajan prosessia. Tilaajalla on edellytyksenä päätoteuttajan kelpuutuksessa tietty suoritustaso ja referenssit. Tyypillisesti sillankorjaushankkeiden tarjouspyyntöihin vastaavat yhtiöt ovat suurimpia infrarakentamisalan yhtiöitä, ja sillan- tai sillankorjausrakentamiseen erikoistuneita toimijoita.

Urakoissa on usein yhdistetty maantieteellisesti lähekkäin olevia kohteita samaan hankkeeseen. Näin pääurakoitsijat voivat teettää aliurakoita suurempina kokonaisuuksina, helpottaen resurssien tehokasta käyttöä. Myös tilaajan hankintaorganisaation työtaakka kevenee.

2.2.3 Suunnittelukäytännöt laskennan näkökulmasta

Sillankorjausurakoissa betonirakenteiden suunnittelukäytännöt ovat vaikiintuneita. Siltakohtaisissa suunnitelmissa toistetaan usein samantyyppisiä rakenteita. Suunnittelussa hyödynnetään tyyppikuvia, ja suunnitteluohjeet, kuten Eurokoodi NCCI7 ja Siltakaiteiden tyyppikuvat, antavat tarkat reunaehdot suunnittelun lähtökohdiksi. Liikennevirasto ylläpitää kattavaa suunnitteluohjeistoa ja siihen liittyvää tiedotusta. Perinteiseen SiIKo-ohjeistoon (Liikennevirasto, SiIKo-ohjeet, 2017) viitataan vieläkin, ja Tiehallinnon oppaita päivitetään nykypäivään ja ylläpidetään erilaisten toimikuntien ja työryhmien toimesta Liikenneviraston nimissä. Liikennevirasto on aktiivinen toimija InfraRYL:in, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, ylläpidossa ja päivityksissä. InfraRYL on keskeinen julkaisu tilaajan sillankorjaushankkeen ohjauksessa. Liikennevirasto panostaa voimakkaasti erityisesti siltoihin liittyvän betonirakentamisen ohjeistukseen.

Liikenneviraston ohjeistuksissa on myös Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje (Liikennevirasto, verkkojulkaisu, 2011). Korjaushankkeen suunnittelija laatii tilaajan ohjauksessa tarjouspyynnön yhteydessä annettavat suunnitelmakuvat, raudoiteluettelon ja määräluettelon, joiden perusteella on laskettavissa itse rakenteen vaatimat teoreettiset materiaalmäärät. Vanhan siltarakenteen mitat ja muoto on useimmiten melko tarkasti kuvattu, kuten myös purkuraja. Vanhojen päärautojen asemat on oletettuna sillan vanhojen suunnittelutietojen raudoitussuunnitelman mukaan. Usein suunnittelija keventää raudoituksen tarvetta määrittelemällä vanhasta raudoituksesta säästettäviä teräksiä, jotka korvaavat uusia tartuntoja. Telinesuunnitelman laatii urakoitsijan telinesuunnittelija korjaussuunnittelijan tekemän vanhan rakenteen kuvantamisen perusteella.



Kuva 1. Kuvakaappaus tyyppillisen ulokelaattasilan reunapalkin korjausraudoitussuunnitelmasta (Sundsbergin silta, korjaussuunnitelma, ELY-Uusimaa, 2014)

Suunnittelija myös laatii kelpoisuuskoetaulukon, jossa määrättyillä laadunvarmistustoimilla osoitetaan laatuvaatimusten täyttyminen.

2.2.4 Yksikkömäärät ja määräseuranta

Urakkatarjouspyyntöjen yksikkömäärien esittämisessä on pääsääntöisesti kaksi käytäntöä, tosin viime vuosien trendinä on ollut pyytää tarjouksia jollain näiden yhdistelmällä tai variaatiolla.

Useimmin pyynnöissä on "tilaajaa sitovat määräluettelot". Tässä tarjouspyyntömallissa korjaussuunnittelija määrittelee arviot rakenteiden toteutumista yksikkömäärillä. Toteutuneet rakenteet mitataan ja oleelliset poikkeamat hyvitetään joko tilaajalle tai urakoitsijalle tarjouspyynnön yhteydessä määritellyllä yksikköhinnalla. Reunapalkin osalta määrät ovat melko hyvin ennustettavissa. Tyypillisiä määrämuutoksia ovat esimerkiksi huonokuntoisesta betonista johtuvat purkurajan muutokset, tai tieprofiilin aiheuttamat muutokset reunapalkin korkeuden toteutumaan.

Määrät voidaan määritellä tarjouspyynnössä myös "tilaajaa sitomattomiksi". Tässä tapauksessa urakoitsijalla on riski korjaustöiden laajenemisesta, mutta toisaalta oletuksena tehtävät korjaustyöt voivat vähentyä. Reunapalkkitöissä näin harvoin tapahtuu, luonnollisesti tässä mallissa esimerkiksi mahdolliset purkurajan muutokset ym. tulisi hinnoitella riskinä tarjoukseen. Reunapalkkitöissä ei normaalisti ole mahdollista, että toteutuma oleellisesti pieneneisi suunnittelijan määrittelemästä.

2.3 Tyypillinen reunapalkin uusimisen kustannuslaskentaprosessi Destian urakalaskennassa

2.3.1 Laskentapohjaluettelon laadinta

Tilaajan antamat tarjouspyynnön ehdot ja asiakirjojen sitovuus asettavat lähtökohdat prosessille.

Käytännössä aina laskentapohjaksi otetaan suunnittelijan laatima sillankorjauksen taulukkomuotoinen suoritemääräluettelo. Sen puuttuessa, luettelo laaditaan itse. Suunnittelija laatimassa määräluettelossa on kuvattuna korjauksen rakenneosat numeroituina ja luokiteltuna Liikenneviraston Sillan määräluettelo-ohjeen mukaan (Tiehallinto, 2008). Destian urakalaskennan perusta on infrarakentamisessa vakiintunut määrälaskenta (Lindholm & Junnonen, 2012, 42) ja sen sovellukset.

Usein määräluettelopohjassa tai muussa vastaavassa viitteessä on määritetty niihin kuuluvaksi urakoitsijan kateosuus, työmaan toteutukseen tarvittavat telineet, suojaukset ja muut työmaajärjestelyt. Muut liittyvät kulut, kuten liikennejärjestelyt, työmaakuljetukset, työturvallisuuden vaatimat suojaukset ja järjestelyt, toimihenkilökulut ja vastaavat, veloitetaan huomioimaan laskentaluettelon kokonaishinnan osana tai muiden sopimustekstikohtien kautta. Asiakirjojen noudatusjärjestys on mainittu sopimusteksteissä luettelona ja esimerkiksi viittauksilla YSE 98:an. Asiakirjojen

noudatusjärjestys on samalla sitovuusjärjestys määrien ja niiden yksiköiden huomioimiseksi laskennassa.

108	Sipimuuri	3001 Betoniteräs B 500 B	kg	68	sisältää tartuntateräkset (kg)	Yks. hinta
108	Sipimuuri	3002 Tartuntateräs B 500 B juotettuna, d=16 mm, poraus Ø max 24 mm	kpl	10		Yks. hinta
108	Sipimuuri	1108 Betonipinnan sulhukupuhdistus	m ²	68	näkyvät pinnat, anvio	Yks. hinta
108	Sipimuuri	4026 Betonipinnan impregnointi, geelimäinen, uusintakäsittelyä yli 15 v	m ²	68	näkyvät pinnat, anvio	Yks. hinta
108	Sipimuuri	4027 Antigrافیti aine, uhrattava	m ²	57	näkyvät pinnat, anvio	Yks. hinta
108	Sipimuuri	6010 Kumbitumisvelvy (KB 100), 2-kertainen ä 1.0 kg/m ²	m ²	4	anvio, eteläpuolella, maanvastaisia pintoja vasten.	Yks. hinta
108	Sipimuuri	6002 Kumbitumkermeristys, kaksinkertainen käyttöluokka 1	m ²	10	eteläiset sipimuurit	Yks. hinta
200 REUNAPALKKORAKENTEET						
201	Reunapalkki	2001 Reunapalkin muotti laudasta (sis. telineet)	m ²	24	reunapalkki kannen ja sipimuurien matkalla	Yks. hinta
201	Reunapalkki	3001 Betoniteräs B 500 B	kg	925	sisältää tartuntateräkset (kg)	Yks. hinta
201	Reunapalkki	3002 Tartuntateräs B 500 B juotettuna, d=16 mm, poraus Ø max 24 mm	kpl	92		Yks. hinta
201	Reunapalkki	1108 Betonipinnan sulhukupuhdistus	m ²	24	uusi (eteläinen) reunapalkki	Yks. hinta
201	Reunapalkki	1108 Betonipinnan sulhukupuhdistus	m ²	23	vanha (pohjoisen) reunapalkki	Yks. hinta
201	Reunapalkki	4026 Betonipinnan impregnointi, geelimäinen, uusintakäsittelyä yli 15 v	m ²	47		Yks. hinta
201	Reunapalkki	4024 Paikkaus ilman muotteja	dm ³	50	anvio, vanhan (pohjoisen) reunapalkin korjaus	Yks. hinta
300 MUU PÄÄLLYSRAKENNE						

Kuva 2. Kuvaleikkaus tyypillisestä suunnittelijan laatimasta kokonaishinta-osuuden määräluettelosta. Tässä tapauksessa osa määrästä, kuten purkutyö ja betonimäärä, on toisessa luettelossa, jossa määrät ovat tilaajaa sitovia, eli laskutetaan toteuman mukaan.

InfraRYL:n mukaan päätoteuttajan suoritevelvoitteiden osana on hankkeen määräseuranta ja määrien toteutuman dokumentointi (InfraRYL 2015, 42100.5). Sen toteutuksen käytännöt kuitenkin vaihtelevat.

2.3.2 Määrien tarkkuus

Kaiken kaikkiaan laskennan pohjana olevat tiedot on kohtuullisella tarkkuudella selvillä, toki huolimattomuusvirheitä tai sopimusteknisiä epä johdonmukaisuuksia papereista aina löytyy. Koska rivejä on kymmeniä, toteutuma kokonaisuutena tasaantuu, vaikka yksittäisiä poikkeamia olisi runsaastikin.

Yleinen määrissä esiintyvä virhe on inhimillinen tai huolimattomuusvirhe luettelon laadinnassa. Esimerkiksi suunnitteluprosessissa suoritämääriä päivitetään tai toteutettavia vaiheita jää harkintaan, jonka seurauksena tietty rakennusosa unohtuu mainita määräluettelon laatijalta, tai luetteloon jää riviksi tehtävä laajempaan, kuin lopulta päätetään tehtäväksi. Usein asiakirjojen noudatusjärjestys luo ristiriidan tämänkaltaisten määrien tulkintatilanteissa. Joskus rakennusosa unohtuu kokonaan listalta. Usein suurissa urakoissa tarjoajat pyytävät tarkennuksia laskentamateriaaliin oleellisen kokoisista poikkeamista, joten tarjouspyyntöasiakirjojen virheiden taloudellinen riski jää useimmiten marginaaliseksi.

Määrät ovat useimmin ilmoitettu rakenneteoreettisina. Joissain asiakirjoissa määrät ovat yleisinä yksiköinä, mutta sopimustekstissä saattaa olla viittaus, jossa ne määritellään rakenneteoreettiseksi. Vanhan tiehallinnon Sillan määräluettelo-ohjeen (Tiehallinto, 2008) määräyksiköt ovat vakiintuneet käytännöksi. Yksikkö, jolla määräyksiköt ilmoitetaan, on valittu lähinnä määramittauksen ja Liikenneviraston kaikkien sillankorjaushankkeiden massalaskennan näkökulmasta. Tuotannon ohjaukseen ne eivät kovin hyvin sovellu sellaisenaan. Esimerkiksi reunapalkin purkutöissä erilaiset purkutekniikat ja purku-urakoitsijat käyttävät erilaisia yksiköitä, purkujäte

käsitellään painon mukaan ja purkutyöhön liittyvät osapalvelut voivat olla osa kokonaishintaa. Siksi yksiköitä käytettäessä on tulkittava ja muunnettava yksiköitä prosessinohjauksen tarpeen mukaan. Tämä monimutkaistaa tuotannonohjausta ja aiheuttaa riskejä prosessiin.

2.4 Laskennan taulukkopohjan rakenne

Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, taulukkopohja perustuu korjaussuunnittelijan laatimaan määräluettelopohjaan. Siinä on eriteltynä rakennusosat ja niiden yksikkömäärät.

2.4.1 Koko sillankorjaushankkeen laskentaluettelopohja

Jaottelu on karkeasti eritellen:

- maatuen, siipimuurien ja sillan alapuoliset korjaustyöt
- reunapalkkityöt
- kansilaatan kunnostustyöt, vesieristeet ja päällysteet
- sillan kaiteet
- sillan varustelulaitteet, kuten kuivatuslaitteet
- siltapaikan työt, kuten pengerkaitteet ja esimerkiksi tulopengerluiskien kunnostus
- eriteltynä on myös tapauskohtaisesti siltakohteen normaalista poikkeavat työt, kuten kantavien rakenteiden vahvistus, tai normaalista poikkeavat maatyöt tai liikennejärjestelyt tulopenkereillä

Rakennusosista on määritelty yksikkömäärä tai suoritemäärä ja sen yksikköhinta. Yksikkömäärä on useimmiten rakenneteoreettinen, tai rakenneteoreettisuus on määritelty muuten sopimusviittauksella. Reunapalkkityöt on poikkeuksetta ilmoitettu joko rakenneteoreettisina yksiköinä, tai yksikköhintaurakassa tilaajaa sitovia määrinä.

Joissakin kokonaisuuksissa, kuten liikennejärjestelyt tai sääsuoja, voi yksikkönä olla "erä", tarkoittaen kokonaista rakenne- tai palveluosaa.

2.4.2 Reunapalkkitöiden osuus laskentapohjassa

Useimmin reunapalkkityöt ilmaistaan betoni- ja raudoitemäärän teoreettisina yksiköinä ja tartuntaterästen kappalemäärän kautta. Telineityöt pyydetään tarjoamaan reunapalkin muottipinnan neliömetreinä, sillä muottityöt on tyypillisesti sisällytetty telineityöhön. Usein maatuen siipimuurin osuus reunapalkista on eritelty maatuen töiden osuuteen.

Purkutöitä ei välttämättä ole eritelty yksiköinä, vaan ilmoitetaan teoreettisina kuutiometreinä. Purkutöiden eri työvaiheet sisältyvät kokonaisuutena työhön, samoin oletuksena on, että reunapalkkitelinettä käytetään purkutöihin. Yksiköt sisältävät myös purkujätteen käsittelyn ja kuormauksen, kuljetuksen kierrätyslaitokseen ja vastaanoton kulut.

Tartuntaterästen poraus ja juottaminen tai liimaus kuuluu kappalehintaan. Yksikköhinnan laskeminen on hyvin suhteellista.

Raudoitus ilmoitetaan kiloina. Kohteittain raudoituksen työsaavutus kiloina mitaten vaihtelee hyvin paljon. Hajontaa aiheuttaa resurssien vaihtelevuus, muotti- ja raudoitustöiden työjärjestys, telineen työtila, vanhojen säästettävien terästen määrä ja laatu, telineen ja muotin tekniset ratkaisut ja suunnitelmadetaljien määrä ja laatu.

Kaiteet ilmoitetaan usein juoksumetreinä. Siltakaiteen toimitukseen kuuluu ns. vinopääte, joka on kaiteen päihin tuleva kaidejohteen pääte, joka samalla tukee kaidetta ja siirtää törmäyskuormia pengerkaitteeseen.

2.5 Laskentaluettelon kattavuus

Laskentaluettelo kuvastaa melko hyvin reunapalkin uusimisen osakustannustekijät rakennusosina. Se ei kuitenkaan suoraan kuvasta itse tuotantoprosessia. On selvää, että tilaaja ei ole sinällään kiinnostunut prosessista. Prosessin reunaehdot on toki kuvattu suunnitelmissa, InfraRYL:issa ja muissa viitatuissa asiakirjoissa. Niiden puitteissa prosessi on urakoitsijan itse määriteltävissä. Se on myös välttämätöntä, sillä luonnollisesti urakoitsijoilla on paras tieto tuotantotavoista ja motiivi tuottaa rakenne mahdollisimman tehokkaasti, sekä kehittää tuotantotapoja. Prosessin kehittymistä ei voi tapahtua, jos tilaaja määrittelee liian tarkasti tuotannon toteutusta.

Hankkeen hallittavuuden kannalta olisi mielekästä, että myös urakoitsija jäsentää oman laskentansa samoin kuin tilaaja ja suunnittelija. Sopimusteknisesti näin voidaan välttää monia riskejä. On kuitenkin monia merkittäviä prosessiin välttämättä liittyviä kustannustekijöitä, jotka eivät suoraan riipu rakennusosan jyvitetystä yksiköistä tai niiden määrästä. Näitä voivat olla esimerkiksi erilaiset kolmansien osapuolien huomioimisen edellyttämät muuttujat, kuten liikennejärjestelyt, suojaukset tai laadunvarmistuksen kulut. Aliurakkana tuotetut työvaiheet tuottavat välillisiä kustannuksia, kuten työmaajärjestelyjä. Logistiikka- ja muut työmaapalvelut tulisi arvioida osuudeksi yksikköhintoihin. Teline ja sen purku on suurin yksittäinen kustannustekijä reunapalkkitöiden prosessissa. Sen yksikkökustannukset riippuvat merkittävästi siltapaikan olosuhteista.

Laskentatyö tuottaa merkittäviä kiinteitä kuluja yhtiölle. Ei ole mielekästä jyvittää ja tutkia yksittäin jokaista urakan yksittäistä siltapaikkaa, tai pyytää ennakkotarjouksia materiaalitöimittajilta tai aliurakoitsijoilta liian yksityiskohtaisesti. Suunnitelmien yksityiskohtainen läpikäynti, suunnittelijoiden ratkaisujen kyseenalaistaminen ja "korjaaminen" ei ole sopimusteknisesti mielekästä, sillä se kuuluu tilaajan tehtäviin. Tästä syntyy selkeästi ristiriita; yhtiölle on tärkeää, että laskenta on mahdollisimman tarkka ja riskit arvotettu oikein ja oikealla tavalla. Toisaalta laskentaoletukset eivät

voi poiketa tilaajan itse tarjouspyynnössään ilmoittamista omista oletuksistaan. Laskentaperusteena ei myöskään voi olla listaus oletetuista urakan aikana sovittavista kustannusmuutoksista suunnitelmapoikkeamien ja sopimustulkintojen perusteella.

2.6 Yhtiön taloushallintaohjelmiston vastaavuus tavanomaisen laskentaluettelon kanssa

Yhtiön taloushallinto-ohjelmisto on tyypillinen infrarakentamisen alalla. Sen perusteena on jyvitetty rakennusosayksiköt ja niiden alle allokoitut kustannusosatekijät. Rakennusosayksiköille on ohjelmistossa käytössä eri luetteloita, lähtökohtaisesti reunapalkkitöille käytetään InfraNimike luetteloa (Infra ry, 2015).

Yhtiön talousohjelmiston nimikeluettelo on poikkeava perinteisestä Liikenneviraston Sillan määräluettelo-ohjeeseen perustuvasta, tilaajan käytämästä luettelosta. InfraRYL:n rakennusosaluettelossa reunapalkkityöt on katettu yhdellä rivillä, joka on nimetty "muut rakennustekniset osat". Siinä, kuten myös tilaajan suosimassa määräluettelopohjissa, ei ole huomioitu ja eritelty prosessin vaatimia ei-tuotannollisia tehtäviä, kuten esimerkiksi telinetyöt tai ohittavan liikenteen suojaaminen.

2.7 Yhtiön urakkalaskennan tarkkuus

2.7.1 Urakkalaskennan nykytila

Yhtiön urakkalaskenta onnistuu pääsääntöisesti kohtuullisen hyvin. Urakoiden tavoitekatteet toteutuvat keskimäärin lähelle oikeaa. Työsuorituksesta riippumattomien kulujen osuus urakan kustannuksista on kuitenkin viime vuosina kasvanut. Tiukassa kilpailutilanteessa (Rakennusteollisuus 2017) on tärkeää kyetä tunnistamaan ja arvottamaan kaikki kustannusriskit.

2.7.2 Toimintaympäristön suhdanteet

Rakennusosayksiköiden välittömät kulut ovat toteutuneet aiempien jälkilaskentojen perusteella ennakoitusti. Alan yleiset kustannukset ovat nousseet vain maltillisesti (Rakennusteollisuus 2017), lukuun ottamatta öljyn ja energian hintaa, jotka vaikuttavat sillankorjaushankkeissa lähinnä kuljetuskustannuksiin. Kustannushistorian mukaan kustannukset yksikköä kohden ovat kuitenkin nousseet tasaisesti, myös yleisesti koko alalla. Tarjoushinnat yksikköä kohden ovat nousseet tasaisesti koko 2000-luvun, vaikka yksikköhintojen kustannuksissa ei ole ollut oleellista kasvua vuoden 2007 jälkeen (Rakennusteollisuus 2017). Edellä mainituista syistä urakoinnin yksikköhintojen nousu voi siis johtua vain rakennusosayksikön tuotta-

miseen vaaditun työn, materiaalin tai muiden kulujen määrän lisääntymisestä.

2.7.3 Urakkamuotojen kehitys

Sillankorjausurakoiden keskimääräinen koko on kasvanut. Se tuo päätoimeksittäjälle mukanaan mahdollisuuksia, mutta myös vastuita ja vaativamman toteutusympäristön. Ei ole täyttä selvyyttä, tuleeko suuren urakan kohdekohtaiset erot riittävästi huomioitua laskennassa.

Tilaaja on aktiivisesti kehittänyt tarjouspyyntöjen muotoiluja, pysyttäytyen kuitenkin hintaperusteella ratkaistuissa urakkakilpailumuodoissa. Tarjouspyyntöjen kohdekohtainen muoto ei ole juurikaan muuttunut hankkeiden pyyntöperusteiden muuttuessa.

2.8 Kirjallisuusselvitys infra-rakentamisen jälkilaskennasta

Infrarakentamisen kustannuslaskennasta on muutamia perusteoksia, ohjeita ja oppikirjoja. Jälkilaskentaa käsitellään niissä yleisesti. Sillankorjaus on pieni erikoisrakentamisen toimiala. Kirjallisuuslähteistä ei löydy suoraan sillankorjaukseen sovellettavaa jälkilaskentaa, muuten kuin rakennusosahinnoittelun osalta.

2.8.1 Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö

Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö (Infra ry, 2015) antaa ohjeita panoslaskentaan. Silloille on oma lukunsa ja osansa listoissa. Siinä käsitellään luonnollisesti uudissiltarakentamista, korjausrakentamisesta ei ole mainintaa.

InfraRYL- ja YSE 98-viittausten kautta Infra 2015 nimikkeistö on voimassa sillankorjaushankkeissa. Siinä osassa 4221 Betonirakenteet päällysrakenteessa (Infra ry, 2015, s.144.), on mainittu reunapalkki osana kansirakenteen betonirakenteita. Käytettävät yksiköt ovat m³rtr betonille, m²tr muotille ja kg raudotteille. Ohjeen mukaan näiden panoshinnoittelulla voidaan eritellä kustannukset, huomioiden niihin kuuluvia yhteiskuluja. Myös Liikenneviraston Sillan määräluettelo-ohjeen (Tiehallinto, 2008) mukaisissa taulukoissa muotti on määritelty telineen osana. Telineen määrä tulisi laskea muottineliöiden perusteella. Yksiköt ovat teoreettisia.

Infra 2015 nimikkeistö on pohjana Destian taloushallintaohjelmiston nimikkeistössä.

2.8.2 Kustannushallinta rakennushankkeessa

Kustannushallinta rakennushankkeessa -teoksessa (Lindholm, M. ja Junnonen, J-M.) ja Infrarakentamisen kustannushallinta -julkaisussa (RIL, 2006) viitataan yleisesti jälkilaskentaan. Molemmissa käsitellään laskentaa panoslaskennan näkökulmasta, esittäen niistä erilaisia variaatioita ja johdannaisia.

Lähtökohtana molemmissa oppaissa on tilanne, jossa laskennan tapa ja periaate on valittavissa ja optimoitavissa vapaasti.

Korjausrakentamiselle tyypillisiä kulueriä, kuten työmaapalvelut, purkutytöt ja suojaukset on jätetty vähäiselle huomiolle.

2.8.3 Purkutytöt, ohjeita teettäjälle ja tekijälle

Infra ry:n julkaisu Purkutytöt ohjeita tekijälle ja teettäjälle (Infra ry, 2009) käsitellään vain yleisessä mielessä kustannuslaskentaa. Siitä löytyy ainoa selkeä kirjallisuusviittaus purkutöiden erityispiirteisiin, ja hyödyllinen vuokaavio purkutöiden prosessinohjaukseen (Infra ry, 2009, s.18.).

Julkaisussa on esitetty taulukko, jossa on listattu purkutöiden erityispiirteitä ja esimerkkiratkaisuja niihin varautumiseksi. Taulukkoa voidaan sovellettuna käyttää apuna myös sillankorjauksen purkutytövaiheen suunnittelussa.

2.8.4 Infrahankkeen tuotannonhallinta

Infrahankkeen tuotannonhallinta (Lindholm, M. ja Junnonen, J-M., 2012) on kattava perusteos prosessinhallinnan kokonaisuuden hahmottamiseen. Monia kirjan ajatuksia muistuttavia teemoja on omaksuttu Destian nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään, joka tekee kirjasta sovellettavan Destian hankkeiden prosessinohjauksessa. Kirjassa korostetaan laskennan moniulotteisuutta: panoslaskentaa on syytä tarkentaa erilaisilla ristiin vertailuilla ja tehdä tarkentavia laskelmia eri näkökulmista. Esimerkiksi erittelemällä hankinnat ja aliurakoiden ennakkotarjoukset laskennasta saadaan riskivaihteluja hillittyä.

Kirjassa on melko kattavasti eritelty erilaisia prosessinhallintakokonaisuuksia, joissa kustannusseurantaa on integroitu osaksi prosessikaaviota. Esimerkkeinä mainittakoon työvaiheen paketointi ja REA-menetelmä. Jälkilaskentaa kirjassa ei analysoida, vaikka kustannusseurantaa muuten korostetaan. Kustannuslähtöinen hankeohjaus on kattavasti käsitelty. Korjausrakentamisen erityispiirteitä ei käsitellä.

Hyödylliseltä tämän opinnäytetyön kannalta vaikuttaa havainto sivulla 106, jonka taulukossa on tehty jaottelu, jossa kustannuksia on porrastettu kolmeen tasoon: välittömät kustannukset, työmaan yleiskulut ja kiinteät kulut.

3 REUNAPALKKITÖIDEN JÄLKILASKENNAN TARKENTAMINEN

3.1 Tarve laskennan lähtötiedoille ja laskentatyökaluille

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, yhtiön laskennan laatu on hyvällä tasolla. Mutta laskennan tarkempi toteutuma antaa välineitä riskien parempaan hallintaan ja luo mahdollisuuksia parantaa hankeohjausta kokonaisuutena.

3.1.1 Tarve kulujen tarkemmalle erittelylle

On syytä tarkentaa muista kuin tuotannosta johtuvien kulujen laskentaa ja eritellä nämä kulut selkeästi laskennassa. Niiden selvittämiseksi on ensin tiedostettava tavanomaiset rakennusosien tuotantokulut. Tuotantokulujen selvittäminen mahdollistaa tavanomaisten kulujen vakioimisen, joka puolestaan mahdollistaa laskennan tehostamisen, ja vapauttaa laskentaresursseja kohdekohtaisten erityiskustannusten laskentaan.

3.1.2 Tarve laskentaresurssien paremmalla kohdentamiselle

Myös laskennan vaatimia resurssipanoksia voidaan allokoida tehokkaammin, jos peruslaskenta tehdään tarkemmin ja tehokkaammin. Kustannusten kehitystä ja ongelmalliseksi osoittautuvia kustannuseriä voidaan analysoida ja kehittää, kun ne saadaan eriteltyä selvemmin.

3.1.3 Tarve jälkilaskentamallin joustavuudelle

Päätoteuttajalla on mahdollisuuksia toteuttaa projektin tuotanto monella eri tavalla. Voidaan teettää tuotanto omana työnä, aliurakoina tai pilkkoa hankkeesta sivu-urakoita, tai kuten useimmin, tuotanto koostuu näiden yhdistelmästä. Joskus yhtiön osasto toimii itse suurhankkeessa tietystä hankeosasta vastaavana sivu-urakoitsijana, tai tuottaa muille toimijoille palveluna tuotantopanoksia. Tilaajilla on tarjolla erilaisia urakkamuotoja erilaisilla kustannusten sopimusteknisillä riskeillä. Erilaisten yksittäisten projektien toteutusmahdollisuuksien vertailun ja hallittavuuden kannalta on hyvä olla olemassa erilaisia laskentavälineitä ja jyvitettyä kustannustietoa. Jälkilaskentatyökalujen tulisi olla selkeitä ja keskittyä kuvaamaan tuotantoa tarkasti niin, että erilaiset variaatiot ja urakkasuhteet ja niiden vaikutus voidaan huomioida jälkilaskennassa. Siksi jälkilaskentatyökalujen on hyvä kuvata kustannuksia niin, että niiden osatekijät voidaan erotella.

Peruslaskennan prosessin ja riippuvuuksien selvittäminen avaa mahdollisuuksia jatkokehityshankkeille. Tulevaisuudessa yksikköperustainen laskenta voidaan ehkä osittain automatisoida. Sen toteuttamiseksi tarvitaan tilastotietoa kustannuksista muodossa, jossa voidaan valita paras tapa kustannusten esitykseen ja jyvitykseen tarpeen mukaan.

3.1.4 Reunapalkin toteutuksen peruskustannukset

Tutkimuksen lähtötiedoksi tarvitaan tieto kaikissa reunapalkkitöissä toistuvista peruskustannuksista. Tämän selvittämiseksi tarvitaan seuraavia toimia:

- tutkitaan laskentapohjan todellista kulurakennetta, analysoimalla mitkä muuttujat tuottavat kustannuksia reunapalkin uusinnassa
- pohdintaa, mikä yksikkömuoto on paras tutkimuksen lähtöaineiston tulkinnaksi, vai onko syytä käyttää eri yksiköitä tilanteen mukaan
- listaus perustyövaiheista
- listaus hankekohtaisista mahdollisista muista työvaiheista
- tehdään jyvitetty laskenta erilaisista materiaalikustannuksista ja niiden määrästä reunapalkkiyksikköä kohden
- tutkitaan laadunvarmistuksen, yhteiskulujen, työmaakuljetusten ja muiden välillisten kulujen mahdollista päällekkäisyyttä rakennusosakustannusten kanssa

3.1.5 Siltapaikan olosuhteiden vaikutus

On syytä tutkia, mitkä olosuhteet voivat vaikuttaa yksikköhintojen kulujen toteutumaan. Olosuhteita, joilla voi olla välillistä vaikutusta:

- siltapaikan ylittävä ja /tai alittava liikenne ja sen määrä ja laatu
- sillan alittava vesistö
- sillan hyötyleveys, joka määrittelee käytettävissä olevan tilan reunapalkkityölle

3.1.6 Tekniset seikat, joilla voi olla vaikutusta tuotantotehoon

Eri siltakohteilla vaihtelevat suunnitelmadetaljit vaikuttivat mahdollisesti kustannuksiin. Reunapalkkien suunnitelmissa esitettyjä mittoja verrataan kustannuksiin. Suunnitelmissa esitettyjen teknisten vaatimusten, ja työn teknisen laajuuden vaikutusta kustannuksiin on syytä tutkia.

3.1.7 Laaturiskien vaikutus kustannuksiin

Laaturiskien osalta tutkitaan, voiko pienten, päätoteuttajan hyvitettyinä jäävien laatu puutteiden aiheuttamia kustannuksia seurata jälkilaskennalla.

Reunapalkkitöissä tyypillisimmät laaturiskit ovat valupinnan virheet, erityisesti liiallinen pintahuokosmäärä. Satunnaisesti voi tulla pistemäisiä harvavalukohtia. Kolmas tyypillinen ongelma on reunapalkin korkeusase- man toteutuman puutteet. Betonin laatu- ja lujuuden alitus tai p-lukulaskelman vaatimuksen alittava arvo, toistuvat silloin tällöin. Yksittäisissä työvaiheissa, kuten raudoituksessa tai impregnoinnissa, voi tarkastuksessa tai laatuksissa tulla esiin puutteita.

Siltojen- ja sillankorjauksen arvon alennusperusteet 2014 -julkaisussa (Liikennevirasto, Ohjeluettelo, 2014) on määritelty yleisesti sovellettavat perusteet ja laskentakaavat arvon alennuksille. Painos on uusittu 2014, ja se on tullut voimaan sen jälkeen solmituissa urakkasopimuksissa. Uudessa painoksessa arvon alennushyvityksiä on suurennettu ja vaatimuksia tiukennettu. Voimaan on tullut myös periaate, että arvon alennushyvityksestä huolimatta rakenne on myös korjattava, jos laatu- ja lujuus on merkittävä.

Uuden SAP 2014:n myötä laadun alituksen riski on noussut merkittäväksi kustannustekijäksi. Sen siirtäminen laskentakustannuksiin on jäänyt vielä vaihtelevaksi. Yleensä käytäntönä on ollut laskea riskit urakkaan kokonaisuutena. Laatuhyvitysten myötä käytännöt jatkossa tarkentuvat.

SAP-alennusta yleisempi laatu- ja lujuuskustannus on pienten työvaiheiden vaatimat korjaustyöt. Näistä esimerkkinä ovat reunapalkin muotin purun jälkeen esiin tulevat valudetaljien ja rajapintojen korjaukset. Betonin lujuuteen ja säilyvyyteen liittyvät toteutuneet arvon alennus- ja laaturiskit yleensä kohdistuvat sopimusten kautta betonitoimittajaan, ja silloin neuvotellaan sekä betonitoimittajan että tilaajan kanssa. Niiden huomioiminen laskennassa on siksi monimutkaista eikä välttämättä vaadi kustannusvarausta.

Yleisin arvon alennus koskee valuhuokosia, ja se jää päätoteuttajan hyväksyttäväksi. Niiden arvioiminen kokonaisuuteen on hankalaa, mutta sen voi tehdä jatkossa jälkilaskennan avulla tilastoimalla kyseiset vähennykset reunapalkkiyksikköä kohden.

3.1.8 Taloushallintaohjelmisto

Yhtiön taloushallintaohjelmistossa on pohjatietona InfraNIMIKE 2006-luettelo. Luettelosta johdetut siltarakentamiseen liittyvät tehtäväotsikot on lähinnä uudissiltoihin liittyviä, joissa painopiste on tulopenkereiden ja perustusten maatoiden nimikkeillä.

Ohjelmaan täytyy luoda nimikkeistö jokaiselle laskettavalle urakalle. Käytännössä urakoille on tehty litterointipohja urakkalaskennan jälkeen, johon talousseuranta on perustunut.

Litterointi on ollut subjektiivista, samoin litteroiden käyttö ja käytön johdonmukaisuus. Tämä luo epätarkkuutta ja varianssia tietojen tulkintaan ja hyödyntämiseen jatkossa.

3.1.9 Muut seikat, joilla voi olla vaikutusta kustannuksiin

Tutkimuksen aikana voi syntyä uusia oivalluksia ja näkökulmia kustannusvaikutusten syy-yhteyksistä. Niitä on syytä dokumentoida mahdollisten jatkotutkimusten aiheeksi, tai, jos mahdollista, pyrkiä tulkitsemaan jo kerätyn aineiston avulla.

3.2 Lähtöaineisto tutkimusdatan keräämiseen

Lähtöaineistoa voidaan kerätä yhtiön tietokannasta, jossa on arkistoituna toteutuneiden sillankorjaushankkeiden laskentatietoa, kustannustietoa ja reunapalkkitöiden kuluerittelyjä. Kuluerittelyt syntyvät kulujen litteroinnista. Kulujen litteroinnissa on yhdistetty nimettyyn kuluerään eli litteraan kuuluvia kuluja. Tietokannasta voidaan karkeasti eritellä kulueriä kuten materiaalikuluja, palkkakuluja ja alihankinnan ostolaskuja. Näistä voidaan ristivertailulla ja päättelemällä suodattaa yksittäisten kululajien osuuksia, vertailemalla niitä kokonaisten hankkeiden kulutoteumiin. Tiedoissa on inhimillisistä tekijöistä riippuvia poikkeamia ja epätarkkuutta, sillä litterointia ei ole välttämättä tehty oikein.

3.2.1 Kustannusten indeksointi

Luonnollisesti hintataso on muuttunut vuosien varrella. Hintataso tulee varmasti myös tulevaisuudessa muuttumaan. Tutkimustulosten vertailtavuuden kannalta ja jatkossa tapahtuvan hyödynnettävyyden säilyttämiseksi kerätyssä datassa kulut on indeksoitava ja muutettava euromääräisistä yleisiksi yksiköiksi riittävilta osin. On tärkeää analysoida eri kululajien muutosten vaikutus kokonaishintaan.

Kun tiedetään laskettavan kohteen tarjoushetken yksikköhinnat, voidaan jälkilaskennan tulokset muuntaa ajan tasalle, jos yksikköhintojen sisältämien osakulujen allokointi tiedetään.

3.2.2 Vertailuaineiston esitysmuoto

Jotta voidaan saada vertailukelpoista dataa, on ensin kehitettävä standardoitu esitystapa kuluille. Kuten luvussa 2 perusteltiin, ei nykyinen laskentataulukkopohja kuvasta selkeästi tuotantoprosessin koko kulurakennetta. Luvussa 2 todettiin myös, ettei kulurakenne ole täysin selkeä. Näiden puutteiden korjaamiseksi on syytä aloittaa tutkimus erittelemällä kaikki kulut, jotka vaikuttavat kustannuksiin, ja luoda erilaisia taulukkopohjia

vertailtavaksi. Eri pohjista valitaan selkeitä taulukoita perustaksi tutkimuksen jatkamiseksi eri muuttujien analysointiin.

3.2.3 Vertailuaineiston kriittinen luokittelu

Vertailuaineisto on hyvin vaihtelevaa ja siinä on runsaasti epävarmuutta tuottavia muuttujia. Siksi lähdeaineiston tarkkuutta on syytä arvioida kriittisesti ja huomioida epävarmuuden aiheuttama varianssi datan tulkinnassa. Samasta syystä tulosten kuvantaminen ja matemaattinen analyysi on parhaimmillaankin suuntaa antavaa. Tulosten ristivertailulla ja muuttujien suodatuksella ja painotuksilla voidaan saada tulkintoja, joiden matemaattinen tarkkuus on mielekäs tulosten soveltamiseksi konkreettisiin ehdotuksiin.

Yhtenä työn tavoitteena on löytää selkeä ja mahdollisimman tarkka tapa kerätä jälkilaskentainformaatiota. Siksi ongelmallisten ja epätarkasti esiin saatavien muuttujien löytyminen on myös hyödyllistä tutkimustuloksen kannalta, koska niiden avulla voidaan mahdollisesti eritellä ja tarkentaa hyödynnettävän tiedon arkistointitapoja.

3.2.4 Laskentainformaation keräämisen hyödyntäminen prosessina

Laskentataulukkopohjan tulisi olla sellainen, että jatkossa laskentatietoa voidaan verrata toteutumiin jyvitettyjen kulujen tasolla. Tämän prosessin tuloksena voidaan taulukkopohjaa jatkossa tarkentaa toteutuvien hankkeiden myötä. Samalla saadaan kerättyä pohjainformaatiota tuleviin laskentoihin. Prosessin tuloksena voidaan parhaimmillaan saada pohjataulukko automaattisen laskentatiedon keräämiseksi.

Myös prosessinohjaus tulee kehittymään ja muuttumaan erilaisten yhtiön omien, tilaajan ja kolmansien osapuolten kehitystoimien johdosta. Tätä kehitystä on mahdotonta ennustaa. Siksi informaation keruu tulisi nähdä enemmän kehittyvänä ja orgaanisena prosessina kuin lukkoon lyötynä toimintatapana.

3.3 Reunapalkin uusimisen työvaiheita kuvastava laskentataulukkopohja

Laskentaprosessin kannalta on oleellista, mitkä työvaiheet ovat aina tehtäviä reunapalkin uusimisessa. On myös vaihtoehtoisia työtapoja ja järjestyksiä. Joissain tapauksissa urakoissa tehdään tyypillisistä poikkeavia työvaiheita suunnitelmien niin edellyttäessä, tai ne johtuvat sillan tai siltapaikan olosuhteiden, aikataulupaineen tai suunnitelmamuutosten tarpeista. Aika ajoin innovoidaan uusia toteutuksen muotoja, jotka aiheuttavat muutoksia.

Kustannusten kokonaiskuvan hahmottamiseksi on syytä eritellä erilaiset mahdolliset työvaiheet. Seuraavaksi esitellään ensin reunapalkin uusimisen tyypilliset työvaiheet, ja sen jälkeen vaihtoehtoiset työvaiheet.

3.3.1 Reunapalkin uusimisen tyypilliset työvaiheet

Tyypillinen reunapalkin uusimisprosessi käsittää seuraavat päätyövaiheet:

- telinetyöt
- purkutyöt
- muottityöt
- raudoitustyöt
- betonointi
- telineen ja muotin purku
- kaidetyöt

Nämä työvaiheet tulisi sisällyttää kaikkiin laskentapohjiin.

3.3.2 Vaihtoehtoiset työvaiheet

Joissain tapauksissa reunapalkkien toteutus voidaan yhdistää, esimerkiksi hyötylevyyden sen salliessa vastakkaisilla kaistoilla tai peräkkäisillä toisiinsa lähellä olevilla kohteilla. Erilaisia työjärjestyksiä voidaan käyttää, kunhan ne eivät luo ristiriitaa laatuvaatimusten toteutumiseen.

Purkutöissä vesipiikkaus voi olla määrätty koko palkin tilavuudelle, jos vanhaa raudoitusta halutaan säästää hyödynnettäväksi. Tämä luo runsaasti välillisiä kustannuksia.

3.3.3 Olosuhteista riippuvat työvaiheet

Olosuhteista riippuvia työvaiheita voivat olla talvityönä tehtävän reunapalkin uusimisen vaatimat lämmitys- ja betonoinnin eristystyöt tai erityisen liikennepaikan vaatimat suojaustyöt reunapalkkitöille.

3.4 Tausta-aineiston keruun toteutus ja rajaus

Pääsääntöisesti dataa kerätään yhtiön tietokannoista ja omista muistiinpanoista. Tarvittaessa voidaan hyödyntää urakka-asiakirjoja, kuten työmaapäiväkirjoja ja yksittäisten kohteiden laskutustietoja. Materiaalien hintatietoina voidaan käyttää laskuja, hinnastoja ja muita vastaavia lähteitä.

Kaikki kerätty hyödynnettävissä oleva materiaali hyödynnetään tarpeellisilta osin. Aineistoa kerätään erilaisissa muodoissa listauksina, taulukoina tai muina dokumentteina tausta-aineistoon.

Yhtiön intressissä on suojata tarkat euromäärät liikesalaisuuden piiriin. Siksi tässä tutkimusraportissa tulokset on ilmoitettava muodossa, joista ei voi tulkita todellisia summia. Vain toimeksiantajayhtiön tietoon tulostetaan liitetiedostot, jossa on tarkkoja euromääräisiä tuloksia ja analyysejä kohdekohtaisista tiedoista. Yhtiön käyttöön kerättävä aineisto nimetään Tausta-aineistoksi, ja niihin viitattaessa käytetään etuliitettä TA.

3.4.1 Aineiston jaottelu ja tulosten esittäminen

Opinnäytetyön tuloksen kannalta ei ole mielekästä eritellä yksittäisiä hin- talistauksia yksittäisistä kohteista. Työ pyrkii ensisijaisesti tutkimaan ja analysoimaan urakkalaskennan mekanismeja ja kustannusten riippuvuuksia. Siksi opinnäytetyön tuloksissa esitetään esimerkkeinä indeksoituun muotoon kirjoitettuja koontituloksia ja -taulukoita. Indeksoidut taulukot ovat silti konkreettinen osa tutkimustulosta, sillä liitettynä euromääräisiin ja kohdekohtaisiin tietoihin, niitä voidaan yleistää ja käyttää tuleviin jälki- laskentakohteisiin.

Tutkimusaineisto jaetaan lähtökohtaisesti kolmeen luokkaan:

- tausta-aineistoon, jota dokumentoidaan vain tutkimuksen arvioinnin vaatima määrä
 - tutkimuksesta esitettävät koonnit, ja kirjallinen selostus tutkimustuloksista
 - yhtiön käyttöön jäävät listaukset kustannuserittelyistä ja tutkimuksen sivutuotteena mahdollisesti syntyvät laskennan käytännön sovellukset
- Viittaukset näihin kappaleessa 4 tehdään seuraavasti: tausta-aineiston liitteet TA nro, julkaistavat tulokset ja koontitaulukot liite nro. Toimeksiantajayhtiön käyttöön jäävät liitteet nimetään vain tekstimainintana.

3.4.2 Tausta-aineiston lähteet

Tärkeimpänä lähteenä ovat vanhojen toteutuneiden kohteiden määrä- luettelot, suunnitelmakuvat ja työselostukset. Lisäksi käytetään muistiin- panoja, valokuvia ja päätyneiden urakoiden taloustietojen arkistoja. Niistä pyritään muodostamaan mahdollisimman tarkka käsitys kustannusra- kenteesta ja reunapalkin uusimisen prosessista kokonaisuutena kustan- nustiedon näkökulmasta.

3.4.3 Tausta-aineiston arvottaminen

On jo lähtötilanteessa selvää, että tausta-aineistossa on epätarkkuutta tutkimuksen tarpeisiin nähden. Aineiston tarkastelussa on myös jatkuvasti tiedostettava sen subjektiivisuus; tiedot ovat ihmisten keräämiä, kuluja on voitu siirtää eri litteroille syystä tai toisesta. Eri urakoissa on ollut erilaisia laskentapohjia jotka ovat huomioineet kustannukset eri tavalla. Erityisesti rakennusosan tuotantoon välillisesti vaikuttavien kulujen allokoinnin ja arkistoinnin tiedetään olevan osin puutteellista.

Aineiston arvioinnissa ja tulkinnassa on hyväksyttävä jonkin asteinen epätarkkuus. Joissain tapauksissa lähtöaineiston osia on ehkä jopa hylättävä liian epätarkkuuden vuoksi. Aineiston arvottamiseksi on mahdollisuuksien mukaan tehtävä tilastotieteen keinoilla analyysi tulosten ja tulkintojen luotettavuudesta. Erilaisten tarkastelukulmien ja aineiston suodatuksen ja tulosten ristivertailun avulla saadaan mahdollisesti hyödynnettäviä tuloksia. Samalla saadaan tietoa, minkä tietojen osalta arkistointia tulisi kehittää.

3.4.4 Tavat hyödyntää tausta-aineistoa

Aineiston tärkein analyysi on eri muuttujien ja kokonaiskustannusten vertailu. Kokonaiskustannukset tulisi pystyä erittelemään eri kattavuustasoilla. Siksi aineistoa tulee tarkastella ja suodattaa mahdollisimman monipuolisesti ja myös tavoilla, joilla ei ole välttämättä selkeää hyötynäkökohtaa.

3.4.5 Tausta-aineiston rajaaminen

Tutkimuksen selkeyttämiseksi tulee tutkittava rakenneosajana rajata mahdollisimman tarkkaan. Rajauksen tulee tutkimuksen ensivaiheessa perustua otokseen valittujen kohteiden käytetty litterointipohja. Niissä on pääsääntöisenä jakona ollut melko karkea jako 4-5 eri kustannusosaan. Tämä ei ole riittävä tarkkuus toimeksiantajayhtiön tulevassa kustannusohjauksessa.

Joidenkin kustannustyyppien osalta on syytä huomioida, että niiden erittely laskennassa on tehtävä kokonaiskuluna. Yksittäinen merkittävä tällainen kulu on työkustannus. Vaikka työkulu muodostaa merkittävän osan kokonaisuudesta, on se aivan liian moninainen ja yksilökohtainen käsiteltäväksi jyvitettyä tämän tutkimuksen puitteissa. Todellisiin työkuluihin vaikuttaa henkilötasolla esimerkiksi vuosilomakustannukset, suojavaatteet tai työmatkan pituus. Sillankorjauksen reunapalkkitöiden työryhmä on usein pieni, vaihtelevasti 2-5 henkeä käsittävä ryhmä jossa henkilöillä on erilaisia rooleja ja tehtäviä. Työkustannuksen tarkempi analyysi vaatisi kokonaisen oman tutkimuksena aiheen moninaisuuden vuoksi. Siksi tässä työssä ei eritellä yksittäisten litteroiden työkuluja muuten kuin siinä tarkkuudessa, jolla ne saadaan kustannustietokannasta.

Kate on yhtiön johdon päättämä osuus laskutuksesta. Sen perusteena on monia sellaisia muuttujia, joita ei voida yksilöidä kustannustiedoista. Alihankinta- ja materiaalikuluihin luonnollisesti kuuluu alihankkijoiden kateosuus sisältyen laskutettuun kuluun. Laskennassa oletettu päätoteuttajan kate on syytä rajata epätarkkuutta aiheuttavana muuttujana. Siksi tässä työssä käsitellään vain kustannuksia. Puhtaina kustannuksina kerättyä tietoa indekseillä korjattuna voidaan parhaiten käyttää laskennan perusteena. Kate voidaan lisätä laskettuihin kuluihin kustannuslaskennan jälkeen.

4 AINEISTON ANALYYSI

Tässä kappaleessa selostetaan tausta-aineiston liitteissä ja koontitaulukoissa olevan aineiston analysointiprosessia. Tässä kappaleessa kerrotaan myös esimerkkejä tutkimuksen tuloksista niiden julkaistavuuden puitteissa.

Toimeksiantaja Destia Oy:lle on laadittu erillinen kattava ja yksityiskohtainen raportti tutkimustuloksista.

4.1 Otos tietokannasta

4.1.1 Otoksen valinta

Tietokannan tutkimustapa alkoi otoksen valinnalla. Aineistossa olevaa tietomassaa tarkasteltiin siinä valossa, miten kappaleessa 3 hahmoteltuja tietoja saadaan kerättyä monipuolinen ja riittävä otos. Jotta aineiston valinnassa ei syntyisi tuloksia vääristävää subjektiivista valintaa, kohdehankkeet valittiin kokonaisina usean kohteen urakoina, niin että kaikki valitun urakan kohteet analysoitiin. Kohdeurakkakokonaisuudet valittiin saatavilla olevan tiedon laadun perusteella.

Aineisto, josta oli saatavilla litteroitua peruskustannustietoa, kattoi runsaasti kohteita 2000-luvulta. Tarkasteltaessa lähemmin yleistä kustannustasoa huomattiin voimakkaita muutoksia luvuissa vuoteen 2010 asti. Vuosien 2007-2008 voimakas suhdannehuippu (Tilastokeskus, 2017) näkyi hinnoissa voimakkaina nousujohteisina heilahteluina. Vuosina 2009-2010 oli vuorostaan laskeva trendi tilaajan määrärahojen supistuessa. Historiatiedon mukaan urakointitavat ja kokonaisurakat olivat vielä kovin erilaisia kauteen 2012 asti. Silloin oli tyypillistä, että urakat käsittivät 1-3 kohdetta, joita tehtiin vakioidulla resurssilla keväästä syksyyn. Vuonna 2013 tulivat ensimmäiset suuren kohdemäärän ja kahden kauden yli kestävät päätoteuttajaurakat Uudenmaan alueella, käsittäen enimmillään jopa 21 kohdetta. Suuren kohdemäärän vuoksi tilaaja alkoi painottaa hankkeiden läpimenoaikaa, jolla on suuri vaikutus hankkeiden prosessinohjaukseen. Nykyisen tyylinen päätoteuttajaurakointi muotoutui silloin, joten ennen vuotta 2013 tehdyt kohteet eivät ole mielekkäällä tarkkuudella vertailukelpoisia nykyiseen urakointiin.

2013-2016 ajalta löytyi noin 40 Destian toteuttamaa kohdetta Uudella- maalla. Kun kohteista tutkittava tietomassa alkoi muotoutua, huomattiin, että suuri osa tutkimuksellisesti kiinnostavista tiedosta liittyi siltapaikan työjärjestyksiin, detaljeihin tuotantoratkaisuissa ja muihin tietoihin, joissa oli hyvä olla muistinvaraista tietoa kohteiden toteutuksesta. Nopeasti selvisi, että vuoden 2013 töistä ei ollut luotettavaa dokumentoitua tietoa tallella kaikista tutkittavista tuotannon detaljeista. Tärkein hylkäysperuste oli

se, että tarkkaa litterointiohjetta ei ollut näissä hankkeissa dokumentoitu. Tämän vuoksi litterakohtaisten kustannusten analyysin tulokset olisivat voineet olla jopa tuloksia vääristäviä.

Päädettiin valitsemaan kohteeksi vuosilta 2014-2016 18 kohteen otos, joiden tuotantoprosesseista ja litterointitavoista tutkimuksen tekijällä oli hyvät tiedot. Otos ei ollut aivan riittävä muutaman prosenttiyksikön tarkkuuteen pyrkivään tilastotutkimukseen, mutta siitä saattoi saada käsityksen merkittävistä riippuvuuksista ja siitä, mistä muuttujissa olisi mielekästä tehdä tarkempaa jälkilaskentaa jatkossa.

Kustannustaso otannan ajalla on hieman muuttunut joidenkin erien osalta. Massatarkastelussa sen vaikutus on hyvin pieni ja rajattavissa yksittäisiin kustannuseriin. Työn selkeyttämiseksi päätettiin että kustannustasoindeksejä ei huomioida. Sen sijaan tulosten analyysissä tiedostettiin muutaman keskeisen kuluerän hintavaihtelu ajalla 2014-2016.

4.1.2 Kerätyt tiedot

Kohteista oli saatavilla kattavasti kulutietoja, jotka oli tavanomaisella tavalla litteroitu. Litteroinnissa oli joitakin kirjauskäytännöistä johtuvia epätarkkuuksia. Erityisiä ongelmakohtia löytyi purkutöiden vesipiikkauksen kulujen kirjauksista, ja laajemmin tiettyjen kulujen jaottelusta yhteiskulujen ja työkustannusten välillä. Tämä loi osaltaan epätarkkuutta myös tutkimustuloksiin.

Alla olevassa taulukossa on verrattu seitsemän 18 kohteen eritellyn litteran keskihajontaa suhteessa kulujen keskiarvoon. Suhdeluku kertoo, että joissain litteroissa on hyvin voimakasta vaihtelua. Yhdessä litterassa, nro 6., on jopa yli yhden suhdeluku, joka indikoi litteroinnin epätarkkuudesta. Kyseessä on hyvin pieni kustannuserä, joten sen aiheuttama virhemarginaali ei ole kovin iso.

Taulukko 1.

Otoskohteiden litteroitujen kustannuserien keskihajonta/kustannusten keskiarvo:

1	2	3	4	5	6	7
0,74	0,39	0,67	0,88	0,61	1,21	0,41

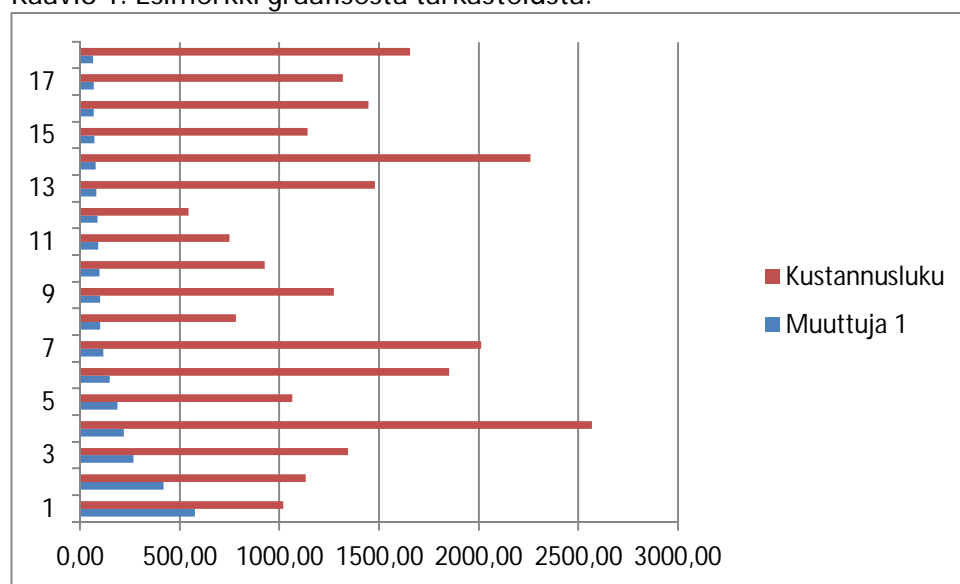
Kulutietoja pystyttiin keräämään tehtävittäin tehtyjen litterointien tarkkuudella, tarkastelemaan palvelutuottajien ja materiaalityöntekijien laskujen tarkkuudella, ja tarkentamaan yhteiskulujen ja työkustannusten rajasta kirjanpitokulukirjausten tarkastelulla. Omien työntekijöiden henkilöstökulujen osalta oli käytössä myös listaukset päiväkohtaisista kulueristä.

Litteroinneissa havaittiin jonkin verran poikkeavuutta urakoiden ja henkilöiden välillä. Muutaman selkeän ongelmalitteran ulkopuolella poikkeamien suuruus oli kokonaisuuden kannalta marginaalinen, suuruus-

luokkaa (+ -) 1 prosenttiyksikköä. Virhemarginaali päätettiin jättää huomiotta kuluvertailussa, mutta dokumentoitiin laskennan tarkkuuden arvioinnissa. On selvää, että litteroinnin virhemarginaali sumentaa kustannustietojen tilastointia.

Tietoja kerättiin excel-taulukoihin erilaisilla jyvityksillä ja jaotteluilla. Tietoja tarkasteltiin perustason tilastomatematiikan keinoilla, vertailemalla tietoa eri tavoilla jaoteltuna. Hyödyllisin, mutta toki myös subjektiivinen, vertailukeino oli graafinen tarkastelu. Taulukoista piirrettiin erilaisia diagrammeja, joista voitiin havaita riippuvuussuhteita muuttujien välillä. Tällä tarkastelulla, huomioiden otoksen suppeus, ei saatu konkreettisia laskentakertoimia riittävällä tarkkuudella, mutta saatiin hyvä käsitys, mitä riippuvuuksia on hyvä seurata jälkilaskennalla.

Kaavio 1. Esimerkki graafisesta tarkastelusta.



Yllä olevassa kaaviossa kohteet 1-18 on asetettu suuruusjärjestykseen tietyn teknisen muuttujan suhteen. Kohteiden kustannustasoja on verrattu muuttujaan. Graafisessa tarkastelussa on helppo hahmottaa, ettei muuttujalla ole selkeää kustannusvaikutusta tarkastellun kustannuserän suhteen.

4.2 Reunapalkin toteutuksen peruskustannukset

Rakennusosatasolla reunapalkin korjauksen peruskustannuksiin kuuluu aina kappaleessa 3.3.1 eritellyt perustyövaiheet.

Liitteessä TA2. on tarkasteltu kustannuksia näille työvaiheille taustaineiston kohteilla otoksen kohteiden litteroinnin mukaan. Kustannushistoriasta kerätyt keskimääräiset toteutuneet kustannukset antavat hyvän suuntaa-antavan käsityksen keskimääräisestä kustannustasosta. Kohteet on jaoteltu myös reunapalkkien teknisiin perustyyppihin, joten suppean

otoksen valossa hahmottuu suuruusluokka kustannustasoille palkkityypeittäin.

4.2.1 Kustannusten rajaaminen

Liitteen TA1 tietoja kerätessä huomattiin, että kustannusten rajaaminen osoittautui haasteelliseksi. Kulujen kohdistaminen tarkasti eri työvaiheille on hyvin subjektiivista. Kerättyjen kulutietojen oikea toteuma vaatisi selkeää ohjeistusta kulukirjausten tekoon ja tekstiohjerajausta eri työvaiheiden välille. Myös tulosten lukuvaiheessa voi helposti tulla subjektiivisia ja oletuksiin perustuvia luku- ja tulkintavirheitä.

4.2.2 Työvaihekohtaiset tekniset kustannukset

Liitteessä TA2 on eritelty toteutuneita kustannustasoja eri työvaiheille. Tiedot on, kuten edellä, kerätty toteutuneiden kohteiden kustannushistoriasta.

Taulukoimalla kuluja huomataan tiettyjä korrelaatioita työvaihekustannusten suhteellisissa osuuksissa kohteiden ominaispiirteiden mukaan.

4.3 Mahdollisesti kustannuksiin vaikuttavat sillan olosuhteet ja ominaispiirteet

4.3.1 Telinetyyppi

Reunapalkkitöille tyypillisesti päätyihin tehdään siipimuuriin tukeutuvia telineitä, ja keskikohdalla ulokelaattaa ripustettuja telineitä. Toki myös poikkeuksia tästä on. Oli syytä selvittää, onko suhteiden vaihtelulla vaikutusta yksikkökustannuksiin. Jos selvä yhteys löydetään, voidaan päätellä kumpi telinetyyppi on kalliimpi.

Tutkittiin myös erilaisten teknisten mittojen ja mittasuhteiden vaikutusta kustannuksiin. Esimerkiksi eri telinetyyppien suhteellisen osuuden, tai sillan kaarevuuden vaikutusta kustannuksiin yksikköä kohden. Tutkittiin myös rauditusmäärän, purkutöissä säilytettäväksi määrättyjen vanhojen raudoitusterästen ja sillan hyötyleveyden vaikutusta yksikkökustannuksiin.

Näistä löydettiin joitakin seikkoja, joilla näyttää olevan selkeästi vaikutusta kustannuksiin. Erityisesti rauditustöiden työsaavutuksia ja työtapoja on syytä seurata.

Toinen tärkeä havainto oli, että monet oletetut seikat, joilla on uskottu olevan kustannusvaikutusta, eivät juurikaan vaikuta työkustannuksiin. Esimerkiksi sillan hyötyleveydellä ei ole selkeää yhteyttä reunapalkkitöiden työkustannustasoon, vaikka hyötyleveys vaikuttaa suoraan käytettävissä olevan työtilan määrään.

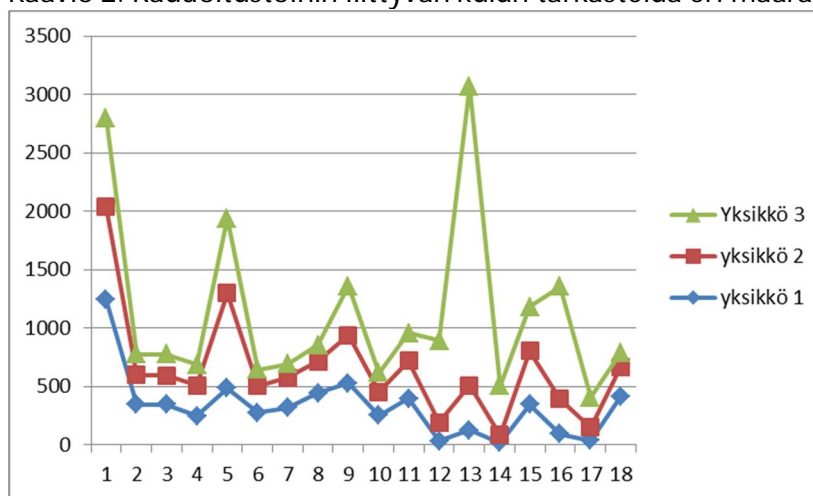
Tutkimusta häyttäsi otoksen pieniä. Edellä mainittuja muuttujia on hyvä seurata jatkossa, sillä otoksen laajentuessa voidaan ehkä muodostaa laskentapohjiin erilaisia kertoimia, joilla voidaan korostaa tiedettyjen teknisten seikkojen vaikutusta kustannustasoon.

4.3.2 Reunapalkin dimensiot

On ilmeistä, että reunapalkin mitat ja tilavuus vaikuttavat monella tavalla reunapalkin uusimisen kustannuksiin. Oli myös syytä tarkastella poikkeileikkausmittojen ja reunapalkin kokonaisyksikkömäärän suhdetta yksikköhintaan.

Tarkastelussa löydettiin jälleen suuntaa antavaa tietoa kustannusten riippuvuuksista. Eri yksiköillä tarkasteltuna saatiin kuitenkin epäjohdonmukaisia tuloksia. On tärkeää tutkia ja kehittää teoreettisten yksikköjen soveltuvuutta kustannusten laskentaan. Ristiriidat muunneltujen yksiköiden antamissa tuloksissa kertoo tarpeesta jyvittää osakustannuksia erilaisilla, kuhunkin kustannukseen parhaiten soveltuvalla yksiköllä. Kustannuslaskelman kokoamiseksi tarvitaan tapa koota eri yksiköillä lasketut kulut kustannuslaskelmaksi kokonaiselle rakennusosalle.

Kaavio 2. Raudoitustöihin liittyvän kulun tarkastelua eri määräyksiköillä



Oheisessa kaaviossa 2. on kuvattuna tietyn raudoitustöihin liittyvän kustannuksen tarkastelua otoksesta erilaisilla määräyksiköillä. Nähdään, että samasta kustannuksesta voidaan saada yksikköä vaihtamalla erilaisia tuloksia kohdekohtaisesti. Kustannusten suhteellinen osuus vaihtelee käytettäessä eri mittayksiköitä. Esimerkiksi kiloina laskettu rauditus voi antaa suhteessa eri osuuden kuin rauditustyön kirjatut kulut, koska työkirjaukset voivat olla epätarkkoja. Eräillä yksiköillä saadaan jopa nolaa lähes tyviä tuloksia. On selvää, että yksikön valinnalla on keskeinen vaikutus kustannusten hallinnassa.

4.3.3 Ylittävä ja alittava liikenne

Sillat sijaitsevat maantieympäristössä vaihtelevasti. Joskus silta on itsessään osa pääväylää, joskus taas sen kanssa risteävää pienempää väylää. Monesti sillan alittaa vesistö. Joissain tapauksissa sekä pääväylä että risteävä väylä ovat vilkasliikenteisiä, tai sitten sillan alittaa rauhallinen katu tai kevyen liikenteen väylä.

Tutkimuksessa luokiteltiin otoksen kohteet niiden liikennepaikan ja liikenneolosuhteiden mukaan. Tutkittiin muun muassa sillan alittavan liikenteen (vilkas liikenne, rauhallinen liikenne, kevyt liikenne, ei liikennettä, vesistö) mukaan luokiteltujen ryhmien työkustannustasoja.

Näillä olosuhteilla on suurin vaikutus hankkeen yhteiskuluihin, muun muassa liikennejärjestelylaskelmissa nämä tulevat huomioituksi. Mutta haluttiin selvittää, onko seikoilla vaikutusta työkustannuksiin. Esimerkiksi alittava vilkas tie vaatii reunapalkkitelineeseen rakennettuja suojausrakenteita vesipiikkauksen ajaksi.



Kuva 5 Vilkasliikenteisellä siltapaikalla sekä alittavaa että ohittavaa liikennettä on suojattu pressulla ja vaneriseinillä. Vuodenajasta johtuen suojauduttiin myös lumisateelta.

4.3.4 Siltapaikka ja muut sillan ominaisuudet

Töihin ja järjestelyihin vaikuttaa oleellisesti, onko työalueella kevyen liikenteen väylä työn aikana. Joissain tapauksissa joudutaan rakentamaan ns. varasilta, eli korvaava silta telinekalustolla, tai reunapalkkitelineen yhteyteen työalueena olevan kevyen liikenteen väylän korvaajaksi. Varasilan kustannukset lasketaan useimmiten yhteiskuluihin, tai jyvitetään omalle laskentalitteralle.

Kevyen liikenteen läsnäolo voi vaikuttaa välillisesti myös työkustannuksiin, jos siltapaikalle tehdään varaus kevyelle liikenteelle reunapalkkityön vierre, tai alittavaa kevyttä liikennettä suojataan katoksella tms.

Tutkittiin, onko kevyellä liikenteellä vaikutusta kustannustasoon. Tutkimuksesta saatiin suuntaa antava tulos yleisestä kustannustasosta muuttujan suhteen, tosin virhemarginaali on suuri koska välitöntä kustannusvaikutusta ei löytynyt. Jatkossa on syytä selvittää, minkälaista konkreettista vaikutusta työtapoihin ja järjestyksiin kevyellä liikenteellä voi olla, jotta voidaan hahmottaa vaikutusmekanismi kustannuksiin.

Kustannusten selvittelyssä selvisi, että kevyen liikenteen kustannusvaikutusta on mahdotonta tarkasti laskea nykyisellä litteroinnilla. Kevyen liikenteen järjestelyjen kustannukset kuuluvat yhteiskuluihin, mahdollisesti vaikutus työkuluihinkin olisi käsiteltävä yhteiskulupuolella.

4.3.5 Sillan dimensioiden ja siltapaikan piirteiden kustannusvaikutukset

Tausta-aineistosta on eritelty liitteessä TA1 massalaskentana kohteiden reunapalkkitöiden kulut. Yksittäisten tiedettyjen kustannusvaikutusten vaikutus on pyritty suodattamaan, esimerkiksi varasillan teko kevyelle liikenteelle, siltä osin kuin se vaikuttaa reunapalkkitelineen työkustannuksiin.

Tähän saakka on jo löydetty teknisten ominaispiirteiden ja liikenneolojen yksittäisiä vaikutusmekanismeja kustannuksiin. Jotta voitaisiin tutkia yleisiä kustannusvaikutuksia, tulisi nämä vaikutukset pyrkiä suodattamaan kerätyistä tiedoista.

Tämän vuoksi etsittiin erilaisin matemaattisin ja taulukoiden graafisten kuvaajien vertailuilla tapaa kuvata kustannuksia jo tiedetyt vaikutukset huomioiden. Monien vaiheiden jälkeen löydettiin kohtuullisella tarkkuudella toimiva tapa kuvata kustannuksia teknisen muuntoluvun avulla. Laskettiin neljän tiedetyn kustannusvaikutusmuuttujan avulla eräänlainen keskiarvo, johon vertaamalla saatiin kohdekohtainen poikkeama keskimääräisestä kustannustasosta.

Vertailtiin muuttujia, joiden voi olettaa olevan riippumattomia sillan ja siltapaikan ominaisuuksista.

Jälleen saatiin suuntaa antavia löydöksiä, joiden perusteella on hyvä tutkia tiettyjä muuttujia jälkilaskennalla. Joidenkin muuttujien kohdalla tarkentui, ettei niillä oletusten vastaisesti ole juurikaan vaikutusta työkustannuksiin. Samalle tehtiin havainto, että yhteiskulujen ja työkustannusten kirjaamisen raja on epäselvä joissain kohdin. Tutkimuksen sivutuotteena syntyi myös runsaasti näkökulmia ja oivalluksia muuttujista, joita olisi hyvä seurata jälkilaskennalla.

4.3.6 Sillan sijainti logistiikan kannalta

Yhtenä suhteellisella kustannusten vertailuvulla tutkittuna muuttujana tutkittiin siltojen maantieteellistä sijaintia.

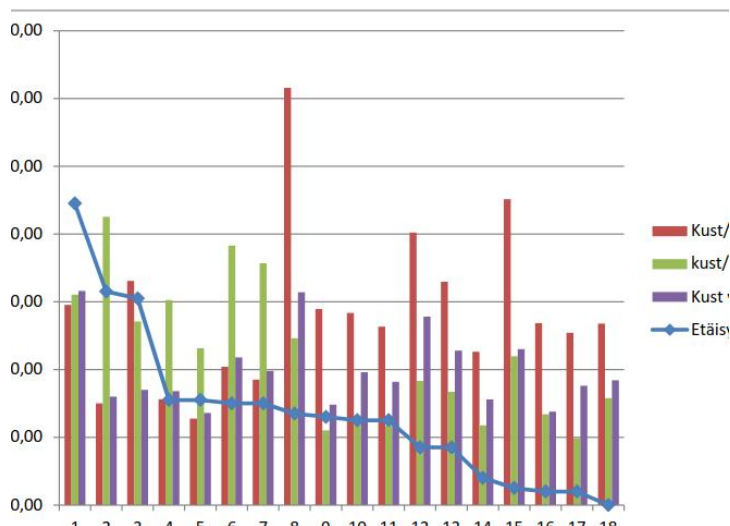
Tilaa sijoittele tyypillisesti samaan sillankorjausurakkaan kuuluvat kohteet maantieteellisesti lähemmäs. Sillat saattavat sijaita jopa rinnakkain moottoritien vastakkaisilla ajokaistoilla, tai peräkkäin toistensa välittömässä läheisyydessä. Toisaalta urakkaan kuuluvat sillat saattavat sijaita etäällä urakan muista kohteista ja syrjässä pääväyliltä. Tämä aiheuttaa runsaasti eroja kohteiden materiaalien, resurssien ja palveluhankintoihin välillisesti synnyttämien kuljetusten kustannuksille.

Pääosin nämä kustannukset kohdistuvat yhteiskuluihin, mutta myös työ-kustannuksiin kohdistuu välillisiä kustannuksia. Esimerkiksi telineen puutavaran, purkutyön jätteiden tai alihankkijoiden henkilöstön työmatkat saattavat näkyä kustannuksissa.

Tutkittiin kohteiden kustannuksia neljän eri kustannuskuvaajan suhteen, ja eri näkökulmista. Tutkittavia etäisyyksiä olivat esimerkiksi etäisyys Kehä III:lta, yhtiön varikoilta ja urakan muilta samaan aikaan tehdyiltä kohteilta.

Alla esimerkkikuvaaja, jolla pyrittiin kuvaamaan materiaalirahteihin ja palveluhankintoihin vaikuttavaa etäisyyttä.

Kaavio 4. Esimerkkikaavio siltakohteen sijainnin kustannusvaikutuksesta



Kuvaajasta nähdään hienoinen riippuvuus etäisyyden ja yhden kustannuslajin välillä (vihreä). Muut kustannuslajit antavat vaihtelevan tuloksen, josta voi päätellä ettei kustannusvaikutusta ole, tai lähtötiedot ovat puutteelliset.

4.3.7 Vuodenaika

Satunnaisesti, syystä tai toisesta, silta korjataan talviaikaan. Sillä on suuri merkitys pintarakenteiden uusimisen välillisiin kustannuksiin, mutta ei ole ollut aivan selvää, kuinka paljon talviolosuhteet vaikuttavat reunapalkin korjauksen työkustannuksiin.

Tutkittiin otoksen silloista ne, jotka tiedettiin tehdyn loppusyksyn tai talven aikana.

Nähtiin selvä ero verrokkikohteisiin, mutta pienen otoksen vuoksi euro-määräistä tulosta ei ole mielekästä laskea. Talvitöiden vaikutus on koh-tuullisella tarkkuudella laskettavissa. Lisäksi on tiedostettava, että suur-ten, monta kohdetta käsittävien urakoiden laskentavaiheessa ei välttä-mättä tiedetä, mikä kohde valikoituu tehtäväksi talviaikaan.

4.3.8 Ympäristön huomioimisen kulut

Vallitsevana trendinä pääkaupunkiseudun kaikessa rakentamisessa on ol-lut viime vuosina ympäristö- ja melusäädösten voimistuva vaikutus hank-keiden toteutuksen ehtoihin. Sillankorjauksessa ne vaikuttavat eniten työ-vuorojen pituuteen ja työaikoihin. Välillisiä kustannuksia syntyy myös eri-laisten suojauskustannusten kautta ja työmaan jätehuollon, eli jätteiden lajittelutyön, jätemaksujen ja kuljetusten kautta.

Aineistosta haettiin ympäristökuluihin vaikuttavia toteutuneita kuluja. Huomattiin, että kuluja ei ole eritelty litteroinnissa, vaan ne on vaihtele-vasti litteroitu eri osakustannuksiin ja yhteiskuluihin. Siksi aineistosta ei saatu mielekkäällä tarkkuudella kerättyä ympäristön huomioimisen aihe-uttamia kuluja.

Ympäristökuluille olisi kuitenkin hyvä olla oma rivi jälkilaskentatietoja ke-rätessä. Rutinoidulla jälkilaskennalla saadaan helposti kerättyä tarkka kus-tannustilasto ympäristön huomioimisen kuluista.

4.3.9 Tekniset erityisvaatimukset

Sillan korjaussuunnittelija arvioi korjauslaajuuden. Tämä on johtanut eri-laisiin versioihin korjauslaajuudesta, ja myös uudenlaisten korjaustapojen kokeiluihin korjausurakoissa.

Yksi usein käytetty korjausmuoto on reunapalkin kuorivalu. Kuorivalun ajatuksena on säästää tilaajan kustannuksia, jos reunapalkin varsinainen rauditus ei ole ehtinyt vaurioitua korjausta vaativaan kuntoon. Kuoriva-lussa reunapalkin pinnasta piikataan vain kuorikerroksen kloridivaurioitu-nut betoni. Uusi pinta raudoitetaan kevyesti, ja muotti rakennetaan ta-

vanomaisesti. Valu tehdään usein it-betonilla, tai erittäin notkealla rakennebetonilla.

Kuorivalun tapainen usein toistuva korjaus on reunapalkin alapuolisen kannen pystyreunan korjaus kuorivalulla. Tämä lisää muottineliöitä, betonin ja muun materiaalin tarvetta ja tekee työtelineen aseman muun muuttin suhteen epäedulliseksi. Erityisen haasteellista on tällaisen pinnan vesipiikkaus, joka on tehtävä reunapalkin piikkauksen yhteydessä.

Usein suunnittelija velvoittaa reunapalkin purussa säästämään osan vanhoista tartunnoista. Tämä aiheuttaa runsaasti teknisiä haasteita purkutyöhön, hidastaen sitä merkittävästi. Lähes aina se aiheuttaa huomattavan paljon mekaanista käsipiikkausta. Toinen vaihtoehto on reunapalkin piikkaaminen täysin vesipiikkauksena, joka aiheuttaa moninaisia vedenhallinta- ja suojausongelmia, sekä huomattavat kustannukset työlle.

Tutkittiin reunapalkkitöiden teknisen laajuuden ja korjaustyyppin vaikutusta kustannustasoon.

4.3.10 Muut seikat, joilla voi olla vaikutusta kustannuksiin

Tutkimusta tehdessä on tullut esiin seikkoja, jotka vaikuttavat muutaman prosenttisyksikön tasolla keskimääräisiin kustannuksiin.

Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi:

- Yhteiskuluissa tiettyjen rivien laskentaperiaatteen luoma epätarkkuus
- Alihankintapalvelujen urakkarajoissa on osittain tulkinnan varaisia kohtia
- Kuljetuskustannusten käsittely kokonaisuutena laskennassa

Näiden kustannusten laskentaa ja kulukirjausten ohjeistusta on syytä tarkentaa jälkilaskennalla.

4.4 Sopimusvelvoitteiden, kolmansien osapuolten ja muiden välittömiin rakennuskustannuksiin liittymättömien kustannusten analyysi

Sopimusvelvoitteiden ja vastaavien kulujen osalta massatarkastelu osoitautui haasteelliseksi. Sopimusvelvoitteiden välitön kustannusvaikutus on hyvin vaikeaa yksilöidä.

Yksittäisistä hankkeista löytyi tiettyjä kuluja, jotka voidaan tilastoida kolmansien osapuolien aiheuttamiksi keskimääräisiksi kustannuksiksi. Suuruusluokka oli muutamia promilleja.

4.5 Laaturiskien vaikutus kustannuksiin

4.5.1 Löydetyt laatukustannukset

Laaturiskejä on hankala arvottaa osaksi kustannuksia. Otokseen oli kerätty historiatiedoista yksittäisiä kustannuseriä, joiden voitiin katsoa aiheutuneen laaturiskeistä. Niiden osuus kokonaiskuluista vaikuttaisi olevan melko vakio.

Valupintojen parantelu ja muu vastaava laatukustannus näkyy kokonaistyökustannuksista. Sen suuruus ja mahdollisesti tarvittava laskentavaraus voidaan tehdä arviona, ja myöhemmin tarkentaa jälkilaskennan avulla.

4.5.2 Alihankinnan laaturiskit.

Alihankintana hankittujen rakennusosien ja materiaalien laatuongelmat ovat sopimustekniikalla hallittavia muuttujia, eikä niitä voida käsitellä työkustannustasolla.

4.6 Taloushallintaohjelmisto

Taloushallintaohjelmiston tarpeisiin tutkittiin edellisissä kappaleissa selostettujen tutkimusten yhteydessä, minkälaisia ongelmakohtia ja epäjatkuuuksia tiedon siirroissa järjestelmän läpi voi ilmetä.

Löytyi runsaasti tarkennettavia kustannusrajoja. Erityisesti yhteiskulujen ja työkustannusten rajausta on tehtävä huolellisesti. Työn valmiusasteen seurantaan löytyi hyviä määräyksiköitä, ja toisaalta löydettiin perinteisesti käytetyistä yksiköistä potentiaalisia ongelmia.

4.7 Urakkalaskennan riskiarvio

Riskit suuntaan ja toiseen tulisi huomioida katteen osuudessa, joka on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

5 TUTKIMUKSEN ANTI KOKONAISUUTENA

5.1 Tutkimustulokset yhteenvetona

Tutkimustuloksia saatiin runsaasti.

Tutkimustulokset ja tutkimuksen lähdetiedot kuuluivat miltei kokonaan liikesalaisuuden alaisiin tietoihin. Siksi päädyttiin tekemään tutkimusraportin yksityiskohtainen analyysi suoraan yhtiön käyttöön. Tässä tutki-

musselostuksessa on lueteltu tutkimuksen lähtökohdat, tutkimuksen päävaiheet ja selostettu tutkimustapaa ja kuvailtu saatuja tuloksia yleisesti ja muutamien yksittäisten esimerkkien avulla.

Tutkimustuloksista tärkeimpinä mainittakoon:

- saatiin käsitys kulurakenteesta kokonaisuutena
- löydettiin kustannuslajit, joissa on eniten vaihtelua, eli suurin riski kustannusarvion ylityksiin
- löydettiin hyviä ja toisaalta epäsoivia määräyksiköitä kustannusten laskentaan ja seurantaan
- löydettiin runsaasti riippuvuuksia olosuhteiden, teknisten ominaisuuksien ja siltapaikkaa kuvaavien muuttujien ja kustannusten välillä. Toisaalta löydettiin seikkoja, joilla ei ollut oletettuja kustannusvaikutuksia työkustannuksiin
- löydettiin useita muuttujia, joita on syytä seurata tarkemmin jälkilaskennalla
- saatiin hahmotettua periaatteita kustannuserien jaotteluun laskentaa, kustannusten hallintaa ja jälkilaskentaa varten
- saatiin runsaasti pistetietoa kustannuksista, niiden suhteista, riippuvuuksista ja rakenteesta

Kokonaisuutena tutkimus oli hyödyllinen ja antoisa ja selkiytti montaa ole-tusta, mutta herätti myös runsaasti kysymyksiä ja jatkopohdintaa.

5.2 Ehdotuksia laskentatyökaluiksi

Osana tutkimusraporttia luotiin taulukkopohjia, joilla voi seurata kustan-nuksia eri tarkkuuksilla.

Taloushallintaohjelmisto sisältää itsessään runsaasti menetelmiä kustan-nusten analysointiin. Olisi tärkeää osallistaa projektihenkilöstö näihin tut-kimuksiin.

5.2.1 Jälkilaskentakortti

Liitteessä 1 on hahmoteltu jälkilaskentakortti, jolla voidaan kerätä erilaisia tietoja hankkeesta jälkilaskentaan. Tietojen ristivertailulla voi tutkia eri-laisten yksiköiden sopivuutta määräseurantaan.

5.2.2 Keskihajonnan seuraaminen

Litteroittain seurattuna keskihajonta antaa kuvan litteran riskitasosta.

Oleellista on seurata, mihin suuntaan hajontaa keskiarvosta tapahtuu. Suuren hajonnan litterat tulisi pilkkoa pienempiin panos- ja osakustannuk-siin. Riskikustannukset ovat luonnollisesti prosessin kehityksessä keskiösä.

5.2.3 Litterointi

Perinteinen litterointi on laskennan laadun keskeinen osatekijä. Litteroinnin tulee olla selkeää ja johdonmukaista, eikä saisi sisältää epäjatkuvuuskohtia.

Litterointi tavanomaisesti toteutettuna ei voi antaa prosessinohjauksen vaatimaa kokonaiskuvaa hankkeesta. Tarvitaan lisää tasoja. Voidaan tehdä karkea kustannuslitterointi, ja jälkilaskennassa käytettävissä olevan resurssin ehdoilla tarkentaa kuluja eri tasoille.

5.2.4 Kustannusten moniulotteinen jaottelu

Kustannuksiin tulisi merkitä erilaisia tunnisteita, joilla ne voidaan linkittää muihin kustannuksiin. Esimerkiksi kuljetuslaskussa litteroinnin yhteydessä merkitään, liittyykö kustannus työmaajärjestelyihin vai rakennusosiin.

5.3 Infranimikkeistö

Osatyövaiheiden rajaaminen ja tarkka litteroiminen on vaikeaa. Vielä vaikeampaa on tulkita jälkikäteen valmista litterointilistaa. Vaaditaan kohtuuttoman yksityiskohtainen ja laaja tekstiselvitys eri kulujen allokoinnista. Yhteisesti useampaan laskentataulukon riviin vaikuttavien kulujen jakaminen riskiarvioiteineen luo kohtuutonta varianssia laskentaan. Ilmiön hillitsemiseksi on välttämätöntä luoda yhteinen nimikkeistö, joka seuraa kustannuksia koko prosessin ajan laskennasta litterointiin, litteroinnista talousseurantaan ja talousseurannasta jälkilaskentaan.

Infra Nimike-luettelo on täysin rakennusosaperusteinen, ja pohjautuu siltöjen osalta uudissiltarakentamiseen. Tutkimuksessa selvisi, että itse rakennusosilla ja niiden materiaalimäärillä on melko pieni osuus kustannusten määrällisessä muodostumisessa. Materiaalihankinnat, hyvin sovitut alihankinnat ja muutama selkeä kustannusosa ovat ainoat kustannusosat, jotka voidaan urakkalaskennassa olettaa riskittömäksi kustannukseksi. Siksi rakenneteoreettisiin yksikkömääriin perustuva Infra Nimike-luettelo sellaisenaan soveltuu huonosti reunapalkkitöiden prosessinohjaukseen. Sen rinnalle tai korvaajaksi olisi hyvä saada kokonainen nimikkeistö, joka perustuu tuotantoprosessiin, työpanoksiin ja esimerkiksi REA eli resurssi-aikataulu-ajatteluun (Lindholm, M. ja Junnonen, J-M. 2012, s.52.).

5.4 Kohteen ominaispiirteiden huomiointi laskennassa

Joillakin kohteiden ominaispiirteillä, olosuhdetekijöillä ja teknisillä muutujilla näyttäisi olevan niin suuri vaikutus reunapalkkitöiden tuotantokustannusten tasoon, että ne tulisi huomioida urakkalaskennassa. Oikeiden kertoimien suuruus tulee vielä tarkentaa jälkilaskentaotosta laajentamalla.

On monia seikkoja, joilla on vaikutusta työkustannuksiin. Ne tulisi vähintään listata ja tiedostaa prosessinohjauksessa. Kriittisille työvaiheille olisi hyvä kerätä esimerkiksi ratkaisupankki, jonne arkistoidaan erilaisia teknisiä ratkaisuja, niiden tuottamia kustannuksia, sekä niiden onnistumisia ja haasteita työvaiheiden toteutuksessa.

5.5 Ehdotettujen työkalujen hyödyllisyys ja hyödyntäminen

Työkalujen hyödyntäminen ja mahdollisten jatkotutkimusten teettäminen jää yhtiön harkintaan. Projektinohjauksessa niitä hyödynnetään jo sellaisenaan.

5.6 Jatkotutkimusideoita

Jatkotutkimusta tulisi tehdä tämän tutkimuksen hyödyntämiseksi paremmin:

- yhteiskulujen osuudesta
- litteroinnin ohjauksesta
- prosessien hallinnasta yleensä

Muita jatkotutkimusaiheita voisivat olla erilaisten teknisten ratkaisujen kustannusvaikutuksen analysointivälineiden kehittäminen, kustannusten hallinnan integrointi tuotannonohjaukseen ohjelmistovälineillä ja määrittämisvälineiden ja tapojen kehittäminen korjausrakentamiseen.

Digitalisoitumisen myötä on selvää, että jo vuosikymmenen päästä nykyisenkaltainen urakkalaskenta on unohdettu. Keinoäly on varmasti oikein sovellettuna suurin vaikuttaja lähitulevaisuuden kehityksessä. Siksi resurssit olisi hyvä kohdistaa työn toteutuksen ratkaisuihin ja erilaisten teknisten apuvälineiden tuontiin osaksi prosessia. Teknisten sovellusratkaisujen ja prosessin hallinnan keinoälysovellusten integrointi tuotantoprosessin osaksi on varmasti merkittävin kilpailutekijä päätoteuttajayhtiöiden toimintaympäristössä lähivuosisikymmeninä.

LÄHTEET

1. Verkkojulkaisu, rakennusteollisuus 2017. Rakennusalan suhdanteiden tilastoja. Haettu 12.4. 2017 osoitteesta:
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Infrarakentaminen/>
2. Yrityksen kotisivu Destia Oy, 2017. Yritysesittely. Haettu 12.4.2017 osoitteesta:
<http://www.destia.fi/etusivu.html>
3. Liikenneviraston portaali, 2017. Artikkelikorjausvelkaohjelmasta. Haettu 15.4. 2017 osoitteesta:
<http://www.liikennevirasto.fi/liikennejarjestelma/korjausvelkaohjelma#.WRXP401Qipo>
4. Liikenneviraston verkkojulkaisu, 2014. Siltojen- ja sillankorjauksen arvonalemperusteet SAP 2104. Ladattu 20.4. 2017 osoitteesta:
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-34_sap_2014_web.pdf#
5. Tilastokeskus, verkkojulkaisu 2017. Maarakentamisen kustannusindeksi. Haettu 12.4. 2017 osoitteesta:
http://tilastokeskus.fi/til/maku/2017/03/maku_2017_03_2017-04-24_tau_001.fi.html
6. Liikenneviraston portaali, Ohjeluettelo Liikenneviraston tieverkolla toimiville urakoitsijoille, 2017. Ladattu 21.4. 2017 osoitteesta:
<http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluettelo#.WRXaeE1QhD8>
7. Liikenneviraston portaali, Sillankorjaustilastoja, 2016, sivu 93. Haettu 15.4. 2017 osoitteesta:
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2016-05_liikenneviraston_sillat_web.pdf
8. Liikennevirasto, Siltojen korjausohjeet - SilKo, 2017. Ladattu 20.4. 2017 osoitteesta:
<http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/sillat/silko#.WRXfOk1Qip0>

9. Liikenneviraston portaali, Ohjeluetelo sillankorjauksen suunnittelijoille, Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje 2011. Haettu 20.4. 2017 osoitteesta:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-17_betonisiltojen_korjaussuunnitteluohje_web.pdf

10. Tiehallinnon julkaisuja, 2008. Sillan määräluettelon laadinta ohje sillan korjaussuunnittelijalle. Ladattu 24.4. 2017 osoitteesta:

http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/maaraluettelo_2008.pdf

11. Infra ry 2015 ohjejulkaisu: *Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohje*. Helsinki: Rakennustieto, 2015.
12. Lindholm, M.: *Kustannushallinta rakennushankkeessa*. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy, 2009.
13. Suomen rakennusinsinöörin liitto RIL ry: *Infrarakentamisen kustannushallinta, tekstiosa*. RIL 231-1-2006. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörin liitto RIL ry, 2006.
14. Lindholm, M. ja Junnonen, J-M. : *Infrahankkeen tuotannonhallinta*. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy, 2012.
-
15. Infra ry 2015 ohjejulkaisu: *InfraRYL, Rakentamisen Yleiset Laatuvaatimukset*. Helsinki: Rakennustieto, 2015 , tai Rakennustiedon verkkotietopalvelut.

Liite 1. Jälkilaskentataulukko

Perustiedot sillasta:

Sillan nimi:	Teosote:	Kvi:	Alittava väylä:	Alittavan kvt:	Ympäristö	Etäisyys km urakan muihin kohteisiin	Etäisyys varikolle:	Onko kevyttä liikennettä?
--------------	----------	------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------------------	---------------------	---------------------------

Litterointi:			Litteranumero	materiaalit	työ	alihakinta	yhteisikuluhin	Yhteensä	Litteran määrittely:
Kokonaiskulut	Reunapalkkiliteroiden kulut	Reunapalkkikulut/m ³ rtr	1						
			2						
			3						
			4						
			5						
			6						

Sillan tekniset tiedot:

Hyötyleveys	Pituus	Maatuen osuus	Maatuen suht osuus	Leveys B	Korkeus h keskim	Määräluettelo m ³ rtr	Rauditus kg
8,6	103,2	14	0,14	0,4	0,45	20	2821

Tekniset muutokset suunnitelmiin:

Aihe	Laajuusm ³ , kpl, erä jne	Kustannus/m ³

Yhtäaikaiset muut kohteet:

Liite 2. Esimerkki Liikenneviraston reunapalkkia koskevasta määränimikkeistöstä

Littera	Työ	Yks
	1. PURKUTYÖT	
	1.1. Betonirakenteet	
1101	Betonirakenteen purku vesipiikkaamalla	m ³
1102	Betonirakenteen vesipiikkaus x mm korjausalustaksi	m ³
1103	Kannen yläpinnan vesipiikkaus x mm	m ³
1104	Kannen yläpinnan korkeapainevesipesu eristysalustaksi	m ²
1105	Reunakaistan purku	m ³
1106	Reunapalkin purku	m ³
	2. TELINE- JA MUOTTITYÖT	
2001	Reunapalkin muotit laudasta (sis. telineet)	m ²
	3. RAUDOITUSTYÖT	
3001	Betoniteräs A 500 HW	kg
3002	Tartuntateräs A 500 HW juotettuna, d=16 mm, L =1030, poraus Ø 24 mm	kpl
3003	Tartuntateräs A 500 HW juotettuna, d=20 mm L max= 500, poraus Ø 28 mm	kpl
3004	Tartuntateräs A 500 HW juotettuna, d max = 25 mm, L max = 1200, poraus Ø max 40 mm, poraussyvyys max 500 mm	kpl
	4. BETONOINTI JA BETONIRAKENTEET	
4003	Betoni C35/45 /P50	m ³