

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka | Tuotannon johtaminen

Kevät 2020

Alexi Seppälä

# SILTOJEN BETONIRAUDOITTEIDEN JÄLKILASKENTA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Tuotannon johtaminen

Kevät 2020 | 70 sivua, 3 liitesivua

Ohjaajat: Tapio Keiramo, Lehtori

Mikael Diakhate, Kehityspäällikkö

Per Sällström, Kehitysinsinööri

Aleksi Seppälä

# SILTOJEN BETONIRAUDOITTEIDEN JÄLKILASKENTA

- Celsa Steel Service Oy

Celsa Steel Service Oy:n toimialaan kuuluu betoniteräksen jatkojalostus ja myynti. Yrityksellä on merkittävä markkinaosuus Suomessa siltujen raudotteiden toimittamisesta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisten siltatyypin toteutuneita tuotantototehoja ja kustannuksia sekä tehdä niistä jälkilaskentaa Espoon betoniterästehtaaseen. Työn tarkoituksena oli kehittää yrityksen hinnoittelua tulevissa siltakohteissa.

Kustannusten tarkalla erittelyllä on keskeinen asema hinnoittelussa. Mahdollisimman tarkalla tarjouksella on huomattavasti parempi todennäköisyys voittaa tarjouskilpailu. Opinnäytetyössä käsiteltiin koko prosessia tarjouspyynnöstä jälkilaskentaan. Työssä perehdyttiin kustannuslaskentaan ja hinnoitteluun. Lisäksi tarkasteltiin eri kustannuslajien rakennetta ja tapaa miten jälkilaskenta suoritettiin.

Tarkasteluun otettiin yhdeksän erilaista kehä-, laatta- ja palkkisiltaa. Nämä edellämaitut siltatyypit ovat yleisesti käytettyjä Suomessa ja poikkeavat toisistaan sekä rakenteeltaan että mitoiltaan. Työssä laskettiin betoniraudotteille dimensioittain tuotantotehot ja raaka-aineiden menokit. Näiden tulosten perusteella pystyttiin laskemaan jokaiselle kohteelle tyyppisillan omakustannusarvo.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tutkittujen siltujen betoniraudotteiden toteutuneet kustannukset. Tulokset ovat linjassa yrityksen aikaisempiin arvioihin kustannuksista. Löydettiin hinnoittelun kannalta ero kiinteiden kustannusten kohdentamisessa, vaikka laskentatyölä käytettiin samaa periaatetta. Lopullinen laskenta koostui kahdesta eri tavasta kiinteiden kustannusten kohdistamisesta hankkeille. Työn pohjalta rakennettiin jälkilaskentaa varten Excel-ohjelma, jota voi käyttää jatkossa myös hinnoittelun tukena.

ASIASANAT:

betoniraudotteet, kustannuslaskenta, jälkilaskenta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Production Management

Spring 2020 | 73 pages

Instructors: Tapio Keiramo, Lecturer

Mikael Diakhate, Development manager

Per Sällström, Development engineer

Seppälä Aleksi

# POST-CALCULATION OF BRIDGE REINFORCEMENTS

- Celsa Steel Service Oy

Celsa Steel Service Oy is a reinforcement manufacturing company with direct sales to customers. The company has a large market share in the supply of reinforcements in Finland. The purpose of this thesis was to study the actual production efficiency and costs of various bridge types for Celsa Steel Service Oy. Furthermore, the goal was to make a post-calculation for the Espoo plant and develop the pricing structure for future bridge projects.

Precise information of the accurate price structure is important in order to make optimal decisions in pricing. Pricing is an important part of a company's business, and the most accurate price is far more likely to win the bid.

This thesis introduces nine different bridges, which differ in structure and dimensions. Material consumption and production time data was used for the post-calculation process. This data was used to validate the cost-calculation for each bridge. The process of cost estimation and pricing, from tender to post-calculation was introduced.

The result of the thesis was the actual costs of the researched bridges. The results were found to be quite similar to previous estimates. A difference in fixed costs was found when using different methods of post-calculation.

KEYWORDS:

reinforcement bars, cost accounting, post-calculation

# SISÄLTÖ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>1 JOHDANTO</b>                           | <b>8</b>  |
| 1.1 Celsa Steel Service Oy                  | 8         |
| 1.2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet | 9         |
| 1.2.1 Työn rakenne                          | 9         |
| 1.2.2 Työn rajaukset                        | 10        |
| 1.3 Tutkimusmenetelmä                       | 10        |
| <b>2 LIIKETOIMINTAYMPÄRISTÖ</b>             | <b>11</b> |
| <b>3 YRITYKSEN PROSESSIEN KUVAUS</b>        | <b>12</b> |
| 3.1 Myynti                                  | 12        |
| 3.2 Tilausten käsittely                     | 13        |
| 3.3 Tuotanto                                | 15        |
| 3.3.1 Kieppi                                | 15        |
| 3.3.2 Betoniterästangot                     | 16        |
| 3.4 Tuotannon tekoälypohjainen optimointi   | 17        |
| 3.5 Logistiikka                             | 18        |
| <b>4 SILTATYYPIT</b>                        | <b>20</b> |
| 4.1 Kehäsilta                               | 20        |
| 4.2 Laattasilta                             | 21        |
| 4.3 Palkkisilta                             | 22        |
| <b>5 KUSTANNUSLASKENTA</b>                  | <b>24</b> |
| 5.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset      | 24        |
| 5.2 Välittömät ja välilliset kustannukset   | 26        |
| 5.3 Kustannuslajilaskenta                   | 27        |
| 5.4 Kustannuspaikkalaskenta                 | 28        |
| 5.5 Kalkyyli                                | 28        |
| 5.6 Jako- ja lisäyslaskenta                 | 30        |
| <b>6 HINNOITTELU</b>                        | <b>32</b> |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>7 JÄLKILASKENTA</b>    | <b>34</b> |
| <b>8 KEHITYSTYÖ</b>       | <b>35</b> |
| 8.1 Tutkitut hankkeet     | 37        |
| 8.1.1 Palkkisilta         | 37        |
| 8.1.2 Laattasilta         | 39        |
| 8.1.3 Kehäsilta           | 40        |
| 8.1.4 Palkkisilta         | 42        |
| 8.1.5 Laattasillat A ja B | 43        |
| 8.1.6 Palkkisilta         | 44        |
| 8.1.7 Kehäsilta           | 45        |
| 8.1.8 Palkkisilta         | 46        |
| <b>9 POHDINTA</b>         | <b>47</b> |
| 9.1 Tulokset              | 47        |
| 9.2 Onnistumiset          | 48        |
| 9.3 Jatkotutkimukset      | 48        |
| <b>LÄHTEET</b>            | <b>50</b> |

## **LIITTEET**

- Liite 1. Harjateräksen dimensiot ja metripainot.
- Liite 2. Siltaraudituksen tietomalli.
- Liite 3. RL-luettelo.
- Liite 4. Tuotannonohjausjärjestelmän operaattorinäköymä.

## **KAAVAT**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Kaava 1. Minimikalkyyli.       | 29 |
| Kaava 2. Keskimääräiskalkyyli. | 29 |
| Kaava 3. Normaalikalkyyli.     | 29 |
| Kaava 4. Myyntihinta.          | 32 |
| Kaava 5. Tavoitemyyntihinta.   | 32 |
| Kaava 6. Voittolisäprosentti.  | 33 |

# KUVAT

|   |    |
|---|----|
| Kuva 1. Laattakehäsillan leikkauskuva.                  | 12 |
| Kuva 2. QR-ohjelma.                                     | 13 |
| Kuva 3. Taivutustyyppit.                                | 14 |
| Kuva 4. Kieppi.   | 15 |
| Kuva 5. Kiepin dimensiot ja painot.                     | 16 |
| Kuva 6. Harjatanko B500B.                               | 16 |
| Kuva 7. Harjatanko B500B dimensiot ja nippupainot.      | 17 |
| Kuva 8. Steel on Time – tuotannonohjausjärjestelmä.     | 18 |
| Kuva 9. Kuljetuskalusto.                                | 19 |
| Kuva 10. Kehäsilta.                                     | 21 |
| Kuva 11. Laattasilta.                                   | 22 |
| Kuva 12. Jännitetty palkkisilta.                        | 23 |
| Kuva 13. Kustannukset.                                  | 26 |
| Kuva 14. Tuotteen arvokäsitteet.                        | 30 |
| Kuva 15. Lisäyslaskenta.                                | 31 |
| Kuva 16. Jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta       | 37 |
| Kuva 17. Sillan sivusta.                                | 38 |
| Kuva 18. Jännepään raudoituskuva.                       | 38 |
| Kuva 19. Betoninen jatkuva ulokelaattasilta.            | 39 |
| Kuva 20. Tasokuva.                                      | 39 |
| Kuva 21. Leikkauskuva kannesta.                         | 40 |
| Kuva 22. Vinojalkainen.                                 | 40 |
| Kuva 23. Tasokuva.                                      | 41 |
| Kuva 24. Leikkauskuva.                                  | 42 |
| Kuva 25. Jännitetty betoninen jatkuva ulokepalkkisilta. | 42 |
| Kuva 26. Jännepään raudoituskuva.                       | 43 |
| Kuva 27. Teräsbetoninen jatkuva ulokelaattasilta.       | 44 |
| Kuva 28. Jännitetty betoninen jatkuva ulokepalkkisilta. | 44 |
| Kuva 29. Leikkauskuva.                                  | 45 |
| Kuva 30. Suorajalkainen.                                | 45 |
| Kuva 31. Leikkauskuva.                                  | 46 |
| Kuva 32. Jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta.      | 46 |

## KÄYTETTY SANASTO

|             |   |
|-------------|---|
| CSS         | Celsa Steel Service Oy  |
| dimensio    | raudan halkaisijan paksuus  |
| listaus     | raudoitteiden ulosveto toteutussuunnitelmista ja niistä tehtävä määräluettelo |
| luseeraus   | raudoitenipussa porrastetusti eri mittaisia saman taivutustyyppin teräksiä    |
| raudoitteet | määrämittaan leikattu ja taivutettu betoniteräs                               |
| operaattori | tuotantotyöntekijä  |
| SoT         | tuotannon tekoälypohjainen optimointi, Steel on Time                          |

# 1 JOHDANTO

Jälkilaskenta on projektin aikana tai sen jälkeen toteutettava laskentaprosessi. Laskennassa huomioidaan toteutuneet kulut ja vertaillaan jätettyyn tarjoukseen. Celsa Steel Service Oy:llä raudoitteiden toimittaminen siltatyömaalle on aina projektikohtainen, ja kaikista projekteista annetaan tarjous asiakkaalle. Projektien koot vaihtelevat kertatoimituksesta vuosia kestävään toimitukseen. Tämän vuoksi kustannusten selvittäminen eri siltatyypeissä on tärkeä, jotta tiedetään tuotannon todelliset valmistuskustannukset.

Kustannustarkastelussa näkyy myös ne tekijät, jotka vaikuttavat kustannuksiin merkittävimmin. Tämän opinnäytetyön pohjalta on mahdollista parantaa hinnoittelun tehokkuutta ja selvittää laajemman tarkastelun hyöty.

## 1.1 Celsa Steel Service Oy

CSS (Celsa Steel Service Oy) on Suomen suurin betoniterästen jatkojalostaja, jonka palveluksessa työskentelee 142 henkilöä. Liikevaihto oli 76,4 miljoonaa euroa vuonna 2018. CSS Oy on osa Celsa Nordicia, joka on Pohjoismaiden suurin betoniterästen valmistaja ja jatkojalostaja.

CSS:lle toimitetaan betoniteräksset Åminneforsiin laivalla Norjan valssaamolta Mo i Rånasta. Suomessa toimintaa on neljällä paikkakunnalla: Åminneforsissa, Kaarinassa, Espoossa ja Pälkäneellä. Åminneforsissa valmistetaan määrämittaan leikattuja ja taivutettua raudoitetta, koneellisesti hitsattuja pilareita, käsin hitsattuja elementtejä sekä Bantec-mattoraudoitetta. Åminneforsissa sijaitsee yrityksen pääkonttori. Espoon tehtaalla tehdään pääasiassa määrämittaan leikattua ja taivutettua raudoitetta sekä hitsattuja tuotteita. Pälkäneellä sijaitsee yrityksen verkkotehdas, jossa tuotetaan koneellisesti hitsattuja rauditusverkkoja, taivutettuja verkkoja sekä tukipukkeja, joiden jalat on kastettu muovipinnoitteeseen. Kaarinan toimipisteessä toimii yrityksen tarvikemyynti.

## 1.2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

CSS on ottanut käyttöön Espoossa Steel on time -tuotannonohjausjärjestelmän. Käynnistymisen vuoksi Espoossa päätettiin aloittaa jälkilaskenta erilaisten siltakohteiden kohdalla. Tämä tutkimus päätettiin rajata yleisiin tyyppisiltoihin, koska yrityksellä on iso toimitusosuus betoniraidoitteiden osalta Suomen siltahankkeissa. Lähtökohtana työlle on kiristynyt kilpailu ja hinnoittelun kehittäminen.

Kustannuslaskenta on yrityksen perusta ja yrityksen kustannuksien tuntemus on tärkeää tuotteiden hinnoittelussa. Betoniraidoitteen hinta on Suomessa työvoima- ja valmistuskustannusten takia korkeampi kuin ulkomailta saapuvan raidoitteen. Betoniraidoitteen valmistuskustannuksista suurimman osan muodostavat raaka-aineet ja työvoimakustannukset.

Työn tavoitteena on selvittää tuotannon todelliset valmistuskustannukset dimensioittain betoniraidoitteiden osalta ja vertailla niitä annettuihin tarjouksiin. Tämän opinnäytetyön pohjalta saatiin tietää tutkittavien siltojen omakustannusarvo ja onko se ollut tavoitteiden mukainen. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää muokattava Excel-ohjelma, jota pystyy hyödyntämään jälkilaskennassa ja hinnoittelun tukena.

### 1.2.1 Työn rakenne

Opinnäytetyöhön sisältyy yhdeksän päälukua. Ensimmäisessä luvussa esitellään asiakasyritys, lähtökohdat ja tavoitteet. Toisessa luvussa kuvataan yrityksen liiketoimintaympäristöä. Kolmannessa luvussa esitellään nykytilaa ja kuvataan betoniraidoitteen valmistusprosessi. Neljännessä luvussa selvitetään tutkimukseen liittyvien siltojen teoriaa ja kuvataan niiden välisiä eroja. Luvuissa 5 - 7 esitellään kustannuslaskennan, hinnoittelun ja jälkilaskennan teoriaa. Laskennan teoriaosuudessa tutustutaan laajemmin sanastoon, kaavoihin ja tilanteisiin, missä erilaisia laskentatyylejä käytetään. Luvussa kahdeksan, kehitystyössä, perustellaan tutkimuksessa käytettyä toteutustapaa ja laskentamenetelmää. Luvussa yhdeksän esitellään työn tulokset ja pohditaan, missä onnistuttiin ja miten tätä tutkimusta voisi kehittää eteenpäin. Tarkat tulokset salataan eikä niitä käsitellä julkisesti.

### 1.2.2 Työn rajaukset

CSS:llä on neljä toimipistettä: Espoossa, Äminneforsissa, Kaarinassa ja Pälkäneellä. Yritys toimittaa kaikille toimialoille betonirauδοitteita. Tässä työssä tutkitaan siltarauδοitteiden toteutuneita kustannuksia Espoon tuotantotehtaan osalta. Tutkimus rajattiin yhdeksään erilaiseen siltaan, jotka ovat neljä erilaista jännitettävää palkkisiltaa, kolme erilaista laattasiltaa ja kaksi erilaista kehäsiltaa. Tässä jälkilaskennassa otetaan huomioon muuttuvat- ja kiinteät kustannukset.

### 1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmäksi valittiin laadullinen vertaileva tapaustutkimus. Työssä on tarkoitus vertailla tapauskohteita keskenään ja erilaisella laskentatyylillä. Tutkimusmenetelmä sopii kehitystyöhön, jossa halutaan saada tietoa tutkittavien kohteiden kustannusrakenteesta. Tarkoituksena on saada syvällisempi ymmärrys yrityksen nykytilasta sekä luoda kehitysehdotuksia työstä saatujen lukujen perusteella.

Tietoa kerättiin alan kirjallisuudesta ja yrityksen järjestelmistä. Laadullinen tutkimusmenetelmä soveltui työlle määrällistä tutkimusmenetelmää paremmin, koska tutkittavia kohteita ei ollut tarpeeksi suurella otannalla määrälliselle tutkimukselle. Laadullisen tutkimuksen avulla saadaan kokonaisvaltainen käsitys tutkimuksen kohteesta ja sen avulla yritys pystyy tekemään johtopäätöksiä. (Jyväskylän yliopisto).

## 2 LIIKETOIMINTAYMPÄRISTÖ

Suurien siltakohteiden raudoitetoimitukset vaativat yritykseltä isoa tuotantokapasiteettia, jotta toimitusvarmuus säilyisi. CSS:lle löytyy muutamia kilpailijoita Suomen siltaraudoite-markkinoilta. Suurimpana kilpailijana on tällä hetkellä tuontiteräs eli kotimaan ulkopuolelta tuotu betoniteräs.

Ulkomaiset yritykset pääasiassa Baltian maista toimittavat betoniterästä Suomen markkinoille. Ulkomailta tuodulla teräksellä on yleisesti alhainen hinta ja matala jalostusaste. Etenkin varastoteräksen suhteen ulkomaiset yritykset ovat hinnaltaan kilpailukykyisiä.

Suomalaisilla yrityksillä on paremmat palvelumahdollisuudet, koska tehtaat sijaitsevat lähempänä kohteita. Paikalliset yritykset pystyvät reagoimaan muutoksiin nopeammin ja helpommin. Rahtihinnat ovat myös kilpailukykyisemmät.

CSS:llä on pitkä kokemus siltahankkeista ja kokeneet projekti-insinöörit, jotka hoitavat siltakohteiden projektin hallintaa. Toimitusvarmuus sekä listauksessa tapahtuvien virheiden minimointi tuo asiakkaille huomattavaa lisäarvoa ja parantaa asiakasyritysten kannattavuutta. CSS tekee sillat myös kokonaispakettina ja palveluihin kuuluu raudoitetoimituksen lisäksi asennus.

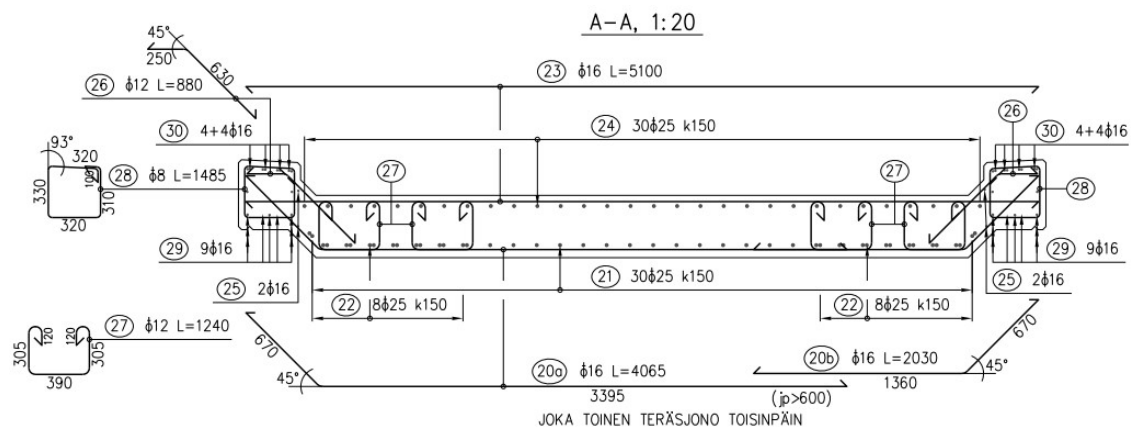
### 3 YRITYKSEN PROSESSIEN KUVAUS

Tässä luvussa tarkastellaan siltahankkeen prosessia siitä, kun asiakas lähestyy tarjouspyynnöllään Celsa Steel Service Oy:tä. Tämä prosessi koskee ainoastaan siltahankkeita.

#### 3.1 Myynti

Ensimmäinen vaihe on tarjouspyyntö. Tarjouspyyntöaineistona toimii tietomalli tai RL-luettelo. Liikennevirasto on vuosia vaatinut suunnittelijoita tekemään tietomallin (BIM) silloista. CSS pystyy siirtämään mallista (liite 2) tai RL-luettelosta (liite 3) teräkset suoraan omaan järjestelmään.

Asiakasyritys lähettää omasta kohteestaan raudoiteisiin liittyvät toteutussuunnitelmat (kuva 1) sekä aikataulun. Raudoitteiden määrät saadaan RL-luettelosta tai mallista. Tarjouspyyntövaiheessa myyjä varmistaa, että yrityksellä on edellytykset toteuttaa kohde.



Kuva 1. Laattakehäsillan leikkauskuva.

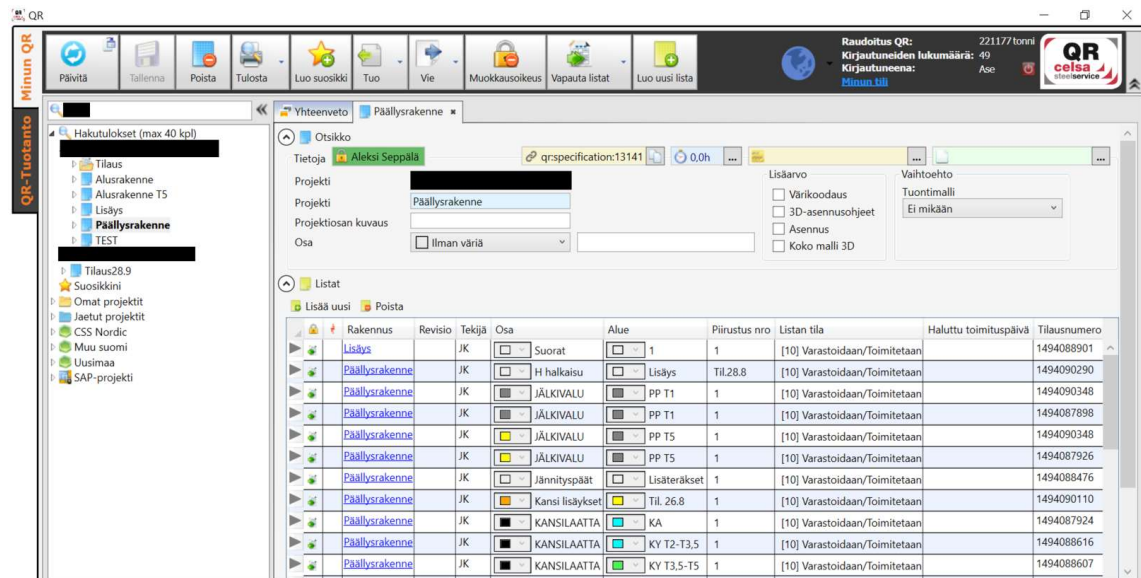
Kohteen hinnoittelu aloitetaan tarjouspyynnön sekä toteutussuunnitelmien perusteella. Hinnoittelu on tärkeä vaihe prosessia, koska sillä on suora vaikutus yrityksen kannattavuuteen. Hinnoitteluun vaikuttaa raudoitteiden määrä, taivutustyyppit, leikkuut sekä dimensiot. Myyjä tutustuu toteutussuunnitelmiin ja arvioi kohteen haastavuutta tuotannolle. Myyjällä on tärkeä vastuu tehdä onnistunut hinnoittelu, koska liian alhaisella hinnalla yritystoiminta ei ole kannattavaa ja liian korkealla hinnalla tarjouskilpailu häviää. CSS

toimittaa raudoitteet pääasiassa aina suoraan kohteisiin. Toimituksista laskutetaan projektikohtaisesti tarjouksen mukaisesti ja laskuperusteena on toteutuneet tonnimäärät.

### 3.2 Tilausten käsittely

Kun asiakas on hyväksynyt tarjouksen, kohde siirtyy projekti-insinöörille, joka toimii linkkinä tuotannon ja työmaan välillä. Projekti-insinöörit listaavat raudoitteet QR-ohjelmaan ja vapauttavat luettelot tuotannolle. Projekti-insinöörien työn onnistumisella on iso merkitys hankkeen lopputulokseen.

Rakennesuunnitteluun liittyvät toteutussuunnitelmat toimitetaan piirustusten, RL-luetteloiden ja tietomallin muodossa.



Kuva 2 QR-ohjelma.

Jokaiselle kohteelle luodaan QR-ohjelmaan oma kohdekansio. Tämä kyseinen ohjelma on CSS:n oma projektinhallintaan tarkoitettu järjestelmä, jota käyttää myös myyjät projektien seuraamista varten. QR on kehitetty helpottamaan rauditusprojektien hallintaa. Asiakkaat voivat myös seurata QR:n kautta omia tilauksiaan ja tehdä itse listauksia ohjelmaan.

Projekti-insinöörit listaavat teräkset SFS 1267 -standardin mukaisen taivutustyyppiluetelon mukaisesti. Jokaisella taivutustyyppillä on omat mitat, taivutuskulmat ja säteet.

| Betoniterästen taivutustyytit 2000  |    |    |    |
|---|----|----|----|
| A   | B  | C  | D  |
| E   | F  | G  | H  |
| J   | K  | Q  | M  |
| N   | O  | P  | R  |
| S   | U  | V  | W  |
| Z   | XC | XZ | Y  |
| YE  | YG | YH | YJ |
| YM  | YU | YV | YW |
| <p>Taivutusmitat noudattavat terästen ulkopintaa.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><math>90^\circ &lt; u \leq 180^\circ</math></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><math>u \leq 90^\circ</math></p> <p><math>x = b \sin(u) + D \cos(u)</math></p> </div> </div> |    |    |    |

Kuva 3. Taivutustyytit (SFS 1267, 2008).

### 3.3 Tuotanto

Espoon betoniterästehdas valmistaa määrämittaan leikattua ja taivutettua raudoitetta. Tässä luvussa käsitellään tuotantoprosessia, raaka-ainevarastoja ja valmistuksessa käytettäviä tuotantokoneita.

#### 3.3.1 Kieppi

Kiepille B500B (kuva 4) valssattua harjatankoa käytetään 8 mm:n, 10 mm:n, 12 mm:n ja 16 mm:n raudoitteiden valmistamiseen. Kiepin etuna ovat vähäinen materiaalihukka ja pienempi tilantarve. Kieppiä käyttävät raaka-aineena pääasiassa oikaisukoneet ja monimutkat. Oikaisukone ottaa kiepiltä teräksen, suoristaa ja leikkaa toteutussuunnitelman mukaisiin määrämittäihin. Monimutka toimii samalla periaatteella. Tuotantokone ottaa kiepiltä tarvittavan määrä terästä, oikaisee, taivuttaa ja leikkaa teräksen oikeaan taivutustyyppiin.



Kuva 4. Kieppi.

|                   |    | Valssausvyhti        | Uudelleen puolattu |
|-------------------|----|----------------------|--------------------|
| Tangon halkaisija | mm | 6 / 8 / 10 / 12 / 16 | 6 / 8 / 10 / 12    |
| Paino             | kg | n. 1800              | 2500               |
| Sisähalkaisija    | mm | 850 – 900            | 600                |
| Ulkohalkaisija    | mm | 1250                 | ≤ 1200             |
| Korkeus           | mm | 1500-1700            | 700                |

Kuva 5. Kiepin dimensiot ja painot (Celsa Steel Service Oy, Betoniteräskiepit).

### 3.3.2 Betoniterästangot

Harjatankoa B500B käytetään pääasiassa 16 mm:n, 20 mm:n, 25 mm:n ja 32 mm:n raudotteiden valmistamiseen. Teräskiekkureilla leikataan varastomitassa olevaa harjaterästä raudoitussuunnitelmien mukaisiin määrämittäihin. Leikkauksen jälkeen siirrytään Pöytätaivuttimille tai ohjelmoitaville tankomonimutkille. Pöytätaivuttimet toimivat käsin manuaalisesti ja tankomonimutkat leikkaavat sekä taivuttavat annetun toteutussuunnitelman mukaisiin taivutustyyppihin.



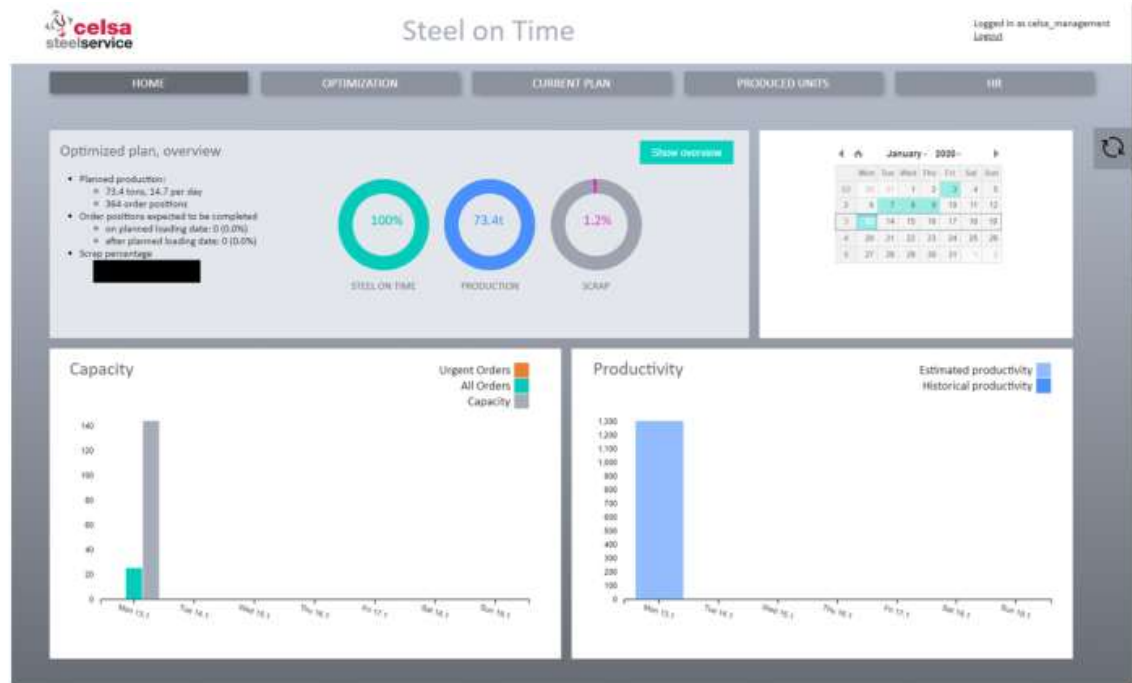
Kuva 6. Harjatanko B500B.

| Halkaisija | 6 m     | 6 m      | 12 m     | 16 m | 18 m |
|------------|---------|----------|----------|------|------|
|            | kpl     | kg       | kg       | kg   | kg   |
| 6          | 75 x 5  | 5 x 100  |          |      |      |
| 8          | 42 x 10 | 10 x 100 | 3 x 1000 |      |      |
| 10         | 27 x 10 | 10 x 100 | 3 x 1000 |      |      |
| 12         | 19 x 10 | 10 x 100 | 3 x 1000 |      |      |
| 16         |         | n. 1000  | 3 x 1000 | 2500 | 2500 |
| 20         |         | n. 1000  | 3 x 1000 | 2500 | 2500 |
| 25         |         |          | 2000     | 2500 | 2500 |
| 32         |         |          | 2000     | 2500 | 2500 |

Kuva 7. Harjatanko B500B dimensiot ja nippupainot (Celsa Steel Service Oy, Betonite-rästangot).

### 3.4 Tuotannon tekoälypohjainen optimointi

Steel on Time (SoT) on tuotannosuunnitelu/ohjaus järjestelmä, joka optimoi tuotanto-koneiden, raaka-aineiden ja työntekijöiden käyttöä siten, että tuotteet valmistuvat ajal-laan, ovat tehokkaasti valmistettuja ja hukkaa tulee mahdollisimman vähän. SoT:in opti-moinnin perusteella operaattoreille esitetään tableteilla optimoituja työtehtäviä, joita ope-raattorit suorittavat. Simulointia voidaan käyttää hyödyksi myös tuotantoajan selvittämi-seen/arviointiin ennen tuotteiden valmistamista, jolloin tulevan kuormituksen ennustami-nen on mahdollista.



Kuva 8. Steel on Time – tuotannonohjausjärjestelmä.

### 3.5 Logistiikka

Espoosta raudoitteet toimitetaan asiakkaille pääasiassa työmaille. CSS käyttää alihankintapalvelua kuljetusten osalta. Toimitukset hoidetaan yleisesti puoliperävaunulla, joka on mahdollisesti varustettu hiabilla. CSS:n yhteistyökumppanilla on useita erilaisia ajoneuvoja raudoitteiden toimituksiin. Kuljetukset hinnoitellaan aina erikseen.

| Nro | Toiminto         | Kuva   |
|-----|------------------|--|
| 1.1 | Nuppi            |    |
| 1.2 | Puoliperä        |    |
| 1.3 | Puoliperä + Hiab |  |
| 1.4 | Pitkä Puoliperä  |  |

Kuva 9. Kuljetuskalusto (Viitala, S. 2014. 6. SOP-Myynti-Kuljetuskalusto).

## 4 SILTATYYPIT

Luvussa kuvataan erilaisia siltatyyppejä, jotka on työssä valittu tarkastelun kohteeksi. Silloissa on raudoitetuotannon kannalta eroja raudan dimensioissa sekä leikatun ja taivutetun raudan määrässä. Edellämainituilla asioilla on suora vaikutus tuotannon tehokkuuteen ja sitä kautta kustannuksien syntymiseen.

### 4.1 Kehäsilta

”Kevyen liikenteen alikulkukäytävän yleisin siltatyyppi on betoninen, paikalla valettu laat-takehäsilta. Siltatyypistä on käytössä suorajalkainen kehäsilta Blk I ja niin sanottu vino-jalkainen siltatyyppi Blk II. Vinojalkainen tyyppi on avarampi ja se valitaan yleensä, ellei samalla siltapaikalla ole aikaisemmin rakennettuja suorajalkaisia kehäsilloja. Kehäsilta on nimensä mukaisesti jäykkä sivuseinien ja kannen muodostama kehä, joka on seinien osalta jäykästi kiinnitetty peruslaattaansa. Silta toimii pääsääntöisesti taivutettuna kehä-rakenteena. Silta voidaan suunnitella myös rengaskehänä, jos siltapaikan perustamis-olosuhteet ovat heikot.

Kehäsilta on huoltovapaa silta, jossa ei ole laakereita eikä liikuntasaumalaitteita. Silta-tyyppiä käytetään myös ratasiltana, jolloin rakenteet ovat massiivisempia. Pintaraken-teiden osalta kehäsilta poikkeaa muista betonikantisista silloista, koska siinä on murske-kerros kansilaatan päällä. Tämä mahdollistaa tien asfalttikerrosten tekemisen yhtenäisenä sillan kohdalla. Kehäsilta on mahdollista rakentaa myös vinona siltana. Suorajal-kaisen kehäsillan siipimuurit voidaan toteuttaa ylittävän tien suuntaisina tai vaihtoehtoi-sesti 30-60 asteen kulmaan rakennettuina. Vinojalkaisessa siltatyypissä siipimuurit ovat alittavan tien suuntaiset, mutta siipimuurit voivat olla myös ylittävän tien suunaisia”. (Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 14.)



Kuva 10. Kehäsilta (Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 14).

#### 4.2 Laattasilta

”Yli kolmannes Suomen tiesilloista on tyypiltään teräsbetonisia laattasiltoja. Laattasiltaa käytetään tyypillisesti tieliikenteen silloissa alikulkukäytävänä ja risteyssiltana. Laattasilta on yleinen siltatyypin myös rautatiesiltana. Siltatyypin optimaalinen jännevälialue on 8 - 20 metriä, jännitettyinä sillan jännemitta voi olla tätäkin pitempi. Sillan yleisyys perustuu yksinkertaiseen rakennekokonaisuuteen, jossa hyödynnetään tehokkaasti tasakorkean kahteen suuntaan kantavan laatan rakenneominaisuudet ja rakentamisen helppous. Teräsbetonilaatta yhdistettynä jäykästi kanteen kiinnitetyillä pilareilla ja ulokepäädyyillä tekee sillasta edullisen rakentaa ja ylläpitää. Sillassa ei käytetä laakereita eikä liikunta-saumalaitteita. Laakereita käytetään silloin, kun sillan pilarit ovat lyhyitä < 5 metriä tai sillan kokonaispituus on suurempi kuin 70 metriä.” (Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 15.)



Kuva 11. Laattasilta (Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 15).

#### 4.3 Palkkisilta

”Betoninen palkkisilta on yleisin siltatyyppejä keskimittaisille jännemitoille tiesilloissa. Palkkisillan käyttöalue alkaa alle 20 metrin jännemitoista ja jatkuu moniaukkoisissa viisteellisissä palkkisilloissa jopa 100 metrin jännemittoihin asti. Pitkissä jännemitoissa tukialueilla pääpalkit yhdistetään yhtenäisellä laattalla. Käytännössä palkkisillan käyttöalue alkaa siitä, mihin laattasilan käyttöalue päättyy. Betoniset palkkisillat jännitetään lähes poikkeuksetta, koska jännittämisellä saatu hyöty poikkileikkauksen oman painon vähenemisessä ja rakenteen paremmassa kantokyvyssä on huomattava”. (Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 16.)



Kuva 12. Jännitetty palkkisilta (Pulkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, 16).

## 5 KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskenta on yrityksen perusta, millä varmistetaan yrityksen kannattavuus. Yrityksen on tunnettava tarkasti kustannusrakenteensa, jotta olisi mahdollisuudet pärjätä kiristyneessä kilpailutilanteessa ja tehtävä myös voittoa. Kustannusten tunteminen antaa paremmat mahdollisuudet yritykselle asettaa realistisia tavoitteita ja kulkea tavoitteita kohti. Kustannuslaskennan edellytyksenä on tuntea yrityksen toiminta hyvin tarkasti, jotta pystyisi rakentamaan hyödyllisen laskentajärjestelmän.

Yrityksen tulee tuloillaan kattaa kustannukset, jotka tuotteiden, palveluiden tai muiden myytävien tuotosten tuotannosta syntyy. Kustannuslaskennan tarkoituksena on auttaa yritystä myynnissä olevien tuotteiden ja/tai palveluiden hinnoittelussa. Kustannuslaskennan osuus hinnoittelussa on erittäin oleellinen ja tärkeä riippumatta siitä, onko tuotanto omaa vai muualta valmiina ostettua. Jotta kustannuslaskentaa voidaan hyödyntää riittäväällä tarkkuudella, tulee yrityksen tuotanto tuntea ja tarvittavien tekijöiden hallinnan olla kunnossa. (Hirvonen & Nikula 2008, 197-204.)

Tuotantoa voi olla yrityksessä jatkuva toiminta tai yksittäinen hanke. Kustannuslaskennan tavoitteena on selvittää mahdollisimman tarkasti yksittäisen tuotteen tai muun laskentakohteen kustannukset. Tähän päästään, kun kustannukset jaetaan aiheuttamisperiaatteen mukaan eri toiminnoille. (Pellinen 2006, 25.)

Yrityksen kokonaiskustannukset voidaan jaotella useilla eri tavoilla, joista yleisimmät ovat tuotantotekijöiden ja laskentatekniikan mukaan. Tuotantotekijöiden mukaan jaettaessa kulut jaetaan muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin ja laskentatekniikassa välittömiin ja välillisiin. Kustannukset voidaan jaotella myös riippuvuuden, toimivallan, toimintojen tai tarpeen mukaan. (Niskavaara 2017, 102-103.)

### 5.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset

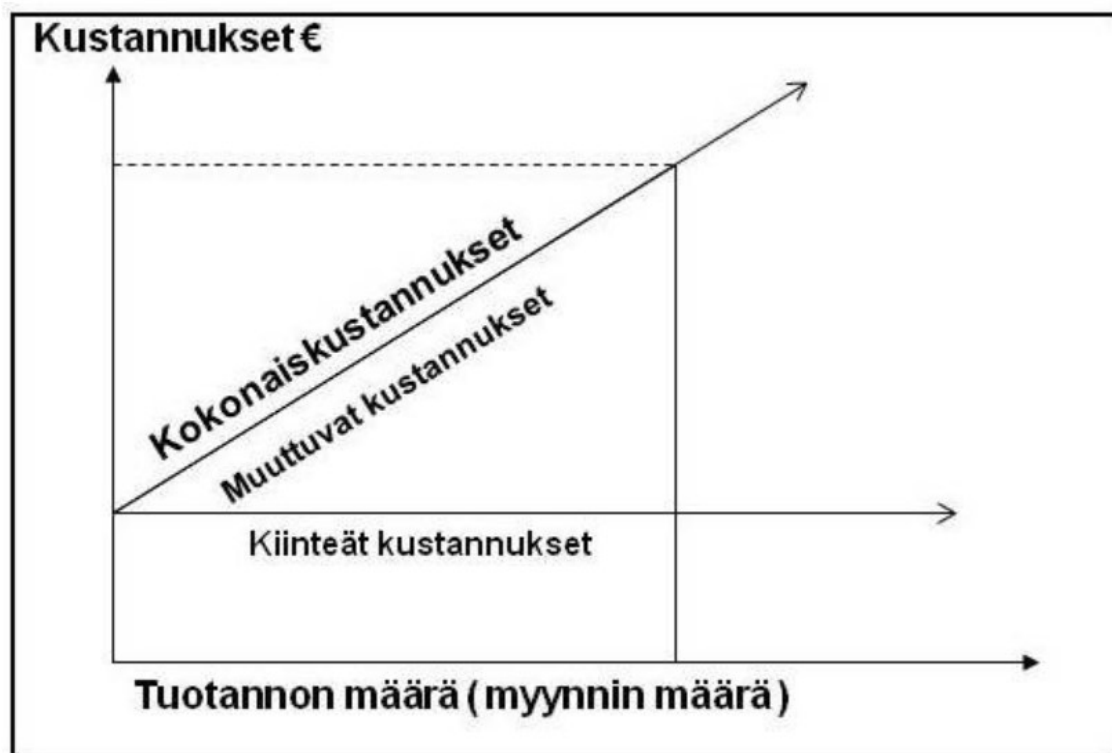
Kustannukset jaotellaan useimmiten muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset eivät ole suoraan sidonnaisia tuotannon määrästä, mutta muuttuvat ovat. Muuttuvat kustannukset ovat toisin sanoen sitä suuremmat, mitä enemmän tuotteita val-

mistetaan, ja vastaavasti sitä pienemmät, mitä vähemmän valmistetaan. (Alhola ja Lauslahti, 55.) Kiinteiden kustannusten suuruus ei muutu samalla volyymilla tuotannon kanssa, kuin muuttuvat kustannukset, mutta pitkällä aikavälillä kaikki kustannukset muuttuvat, muutosvauhti vain on eri. Muuttuvien ja kiinteiden kustannusten jako ei ole aina suoraviivainen, vaan yrityksen sisäisessä laskennassa niiden jakautuminen voi olla hie-man yksilöllistäkin, yrityksen oman tahtotilan mukaisesti. (Niskavaara 2017, 102-103.)

Kustannusten jakautuminen muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vaihtelee paljon toimialojen välillä. Palvelualoilla pääosa kustannuksissa on henkilöstökustannuksia, jotka voidaan yrityksen tahtotilasta riippuen jakaa sekä muuttuviin että kiinteisiin kustannuksiin. Pääosa palvelualan kustannuksista on kuitenkin kiinteitä. Kaupan alalla suurin osa kustannuksista on taas muuttuvia, eli myytävien tuotteiden hankintakustannuksia. Tuotantoalan yrityksissä kustannukset jakautuvat tasaisemmin kiinteiden ja muuttuvien kustannusten välillä. (Niskavaara 2017, 102-111.)

Yrityksessä, jossa myydään itse valmistettuja tuotteita, muuttuvat kustannukset sisältävät muun muassa aine- ja tavarakustannukset sekä tuotannon alihankintakustannukset ja tuotantoon liittyvät energia- ja vedenkulutuksesta aiheutuvat kustannukset. Myös tuotannon henkilöstökulut ovat muuttuvia kuluja. (Eklund & Kekkonen 2011, 42-43.)

Kiinteisiin kustannuksiin puolestaan kuuluvat yrityksen toimiston kulut sekä hallinnon, toimiston ja markkinoinnin aiheuttamat kustannukset. Myös tuotannon ulkopuolelle jäävät henkilöstökulut, yrityksen rahoitus kustannukset ja investointien poistot kuuluvat kiinteisiin kustannuksiin. (Eklund & Kekkonen 2011, 43.)



Kuva 13. Kustannukset (Tieto).

## 5.2 Välittömät ja välilliset kustannukset

Jos yrityksen kustannukset halutaan jakaa resurssien mukaan, käytetään laskennassa välittömiä ja välillisiä kustannuksia. (Ikäheimo ym. 2005, 135-141.) Tätä kustannuslaskennan jakotapaa käytetään erityisesti teollisuudessa, jossa valmistetaan itse tuotteita. (Eklund & Kekkonen 2011, 51.) Kustannusten jakaminen välittömiin ja välillisiin riippuu siitä, halutaanko kustannukset jakaa esimerkiksi tuotteelle, tuoteryhmälle tai kustannuspaikalle. (Ikäheimo ym. 2005, 135-141.)

Välittömät kustannukset ovat helposti kohdistettavissa tuotantoprosessiin ja tuotteeseen. Välittömät kustannukset ovat yleisesti myös muuttuvia kustannuksia, kuten aine- ja tuotannon henkilöstökustannukset. (Eklund & Kekkonen 2011, 51.)

Muita vaikeasti tuotantoon tai tuotteelle kohdistettavia kustannuksia kutsutaan välillisiksi kustannuksiksi. (Ikäheimo ym. 2005, 135-141.) Välillisiä kustannuksia ovat muun muassa yrityksen toimitilakulut, markkinoinnin ja hallinnon kustannukset sekä energiakulut. Välilliset kustannukset ovat yleisesti myös kiinteitä ja niitä voidaan kutsua myös yleiskustannuksiksi. (Eklund & Kekkonen 2011, 51.)

### 5.3 Kustannuslajilaskenta

Kustannuslajilaskennassa tuotantotekijät jaetaan usein aineisiin, työhön ja tuotantovälineisiin. Työkustannukset sisältävät palkkakustannukset ja näiden sivukulut. Tuotannollisen yrityksen suurin kustannuserä on ainekustannukset. Muita kustannuksia syntyy esimerkiksi toimitilojen, koneiden ja laitteiden vuokrista. Näiden lyhytvaikutteisten kustannusten lisäksi on pitkävaikutteisia tuotannon hankinta-, ylläpito- ja vakuuttamiskustannuksia. Näitä kustannuksia kutsutaan pääomakustannuksiksi. (Järvenpää ym. 2017, 73-77.)

Kustannuslajilaskennassa selvitetään työkustannukset ja kohdistetaan niitä valmistetuille suoritteille tai yleiskustannuksina kohteille. Olennaista on, että ne jaetaan aiheuttamisperiaatteen mukaisesti. Teollisuuden toiseksi suurimpana kustannuseränä, työkustannusten kohdistaminen on todella keskeinen osa kustannuslajilaskentaa. Työkustannuksen tekijät ovat työn määrä ja yksikkökustannus. (Järvenpää ym. 2017, 73-77.)

Teollisuuden keskimäärin suurimpana kustannuseränä on ainekustannukset. Ainekäyttö voidaan kustannuslajilaskennassa arvostaa alkuperäiseen hankintahintaan, jälleenhankintahintaan tai vakiohintaan. Ainekustannukset muodostuvat tuotantoon tarvittavista ainemääristä ja yksikkökustannuksista. (Järvenpää ym. 2017, 73-77.)

Lyhytvaikutteisiin tuotantotekijöihin kuuluvat esimerkiksi tila-, kone- ja laitevuokrat sekä tietoliikennepalvelut sekä lyhytaikaiset vakuutuskustannukset. Nämä kustannukset elävät tuotantovälinekäytön mukaisesti. (Järvenpää ym. 2017, 73-82.)

Pitkävaikutteisten tuotantotekijöiden hankinta-, hallinta- ja vakuuttamiskustannukset aiheuttavat yritykselle kustannuksia, joita kutsutaan pääomakustannuksiksi. Hankinnasta aiheutuvia kustannuksia ovat poistot ja korot, mutta myös esimerkiksi varastosta aiheutuvat korot ja vakuutukset ovat pääomakustannuksia. Vakuutuskustannuksia ovat muun muassa liikenne-, palo-, ja vastuuvakuutukset. (Järvenpää ym. 2017, 73-82.)

Kustannuslaskennassa poiston tarkoituksena on jaksottaa rakennusten, koneiden ja laitteiden hankintahinnat niille ajanjaksoille kustannuksiksi, joina kyseiset hyödykkeet ovat olleet käytössä. Poistot perustuvat hyödykkeen arvon vähentymiseen ja niitä voidaan mitata laskemalla alkuperäisen hinnan ja jäännösarvon erotus. (Haverila ym. 2009, 176.)

Pääomasta kerääntyy myös korkoja. Korkolla tarkoitetaan pääomasta maksettua rahan hintaa tai pääomasta kertynyttä tuottoa. Korkojen käsittelyyn kustannuslaskennassa on

muutamia erilaisia tapoja. Kustannuksiin voidaan sisällyttää toimintaan sidotun pääoman laskennalliset korot, voidaan jättää korot sisällyttämättä ja sisällyttää ne voittotavoitteen tai voidaan sisällyttää vain maksetut korot kustannuksiin. (Haverila ym. 2009, 177.)

#### 5.4 Kustannuspaikkalaskenta

Kustannuspaikkalaskennassa yrityksen organisaatio jaetaan pienempiin osiin, jotta niiden kustannuksia voidaan seurata erillään. Organisaatiossa voi olla pääkustannuspaikkojen lisäksi apukustannuspaikkoja, sen mukaan, kuinka tarkasti yritys haluaa taloudellista valvontaa. Kustannuspaikkalaskennan osatavoitteena on toimia tuotekohtaisen kustannuslaskennan välivaiheena. (Haverila ym. 2009, 177-179.)

Kustannuspaikkalaskenta on apuna välillisten tuotantokustannusten kohdistamisessa, kun kustannuksia ei voida suoraan kohdistaa tuotteille. Apukustannuspaikkojen tavoitteena on nimensä mukaisesti avustaa kustannuspaikkojen toimintaa. Kustannuspaikat erotellaan yleisesti erottelemalla tuotanto eri kohteisiin. Jakoperusteina voivat olla myös muun muassa raaka-aine, asiakas tai sijaintipaikka. (Pellinen 2019, 71-72.)

#### 5.5 Kalkyyliit

Yritysten, jotka harjoittavat valmistustoimintaa, on ajoittain hankittava tietoa tuotteiden, palveluiden ja muiden suoritteiden kustannuksista. Tieto on avain asemassa tuotteiden hinnoittelussa, tuotevalikoiman hankinnassa ja tuotannon kehityksessä. Vaihtoehtoina on käsitellä tuotekustannuksina vain muuttuvia kustannuksia tai ottaa tuotannon kiinteätkustannukset mukaan laskentaan. Laskentavaihtoehtoina ovat minimikalkyyli, keskimääräiskalkyyli tai normaalikalkyyli. (Tomperi 2013, 132-136.)

Minimikalkyyliä laskennassa käytettäessä, otetaan huomioon ainoastaan yrityksen muuttuvat kustannukset. Muuttuvien kustannusten määrä on tuotantosidonnainen. Tuotannon toteutuneiden muuttuvat kustannukset jaetaan laskennassa toteutuneella tuotantomäärällä. Kiinteät kustannukset eivät ole suorassa vaikutuksessa tuotannon määrään ja siksi ne katsotaan tuotannon ulkopuolisiksi kustannuksiksi. Minimikalkyyli pohjautuu katetuottoajatteluun ja se on käyttökelpoinen erityisesti, jos muuttuvien kustannusten osuus on erityisen iso yrityksessä. (Tomperi 2013, 132-136.)

$$\text{Minimikalkyyli} = \frac{\text{laskentakauden muuttuvat kustannukset}}{\text{toteutunut tuotantomäärä}}$$

Kaava 1. Minimikalkyyli (Pellinen 2019, 75).

Keskimääräiskalkyyliä laskennassa käytettäessä, muuttuvien kustannusten lisäksi myös kiinteät kustannukset otetaan huomioon (Tomperi 2013, 132-136). Keskimääräiskalkyyliä käytettäessä kustannuksia ei jaeta muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, vaan yksikkökustannukset lasketaan tuotantokustannusten ja valmistuneiden tuotteiden määrän osamääränä. Keskimääräiskalkyylin mukaisia kustannuksia ei suositella käytettävän yrityksen hintapäätösissä. Laskennan mukaan tuotteen menekin kasvaessa hintaa kannattaisi laskea ja toisaalta menekin vähentyessä hintaa kannattaisi nostaa. Tämä johtaa siihen, että oon riskinä yli- tai alihinnoittelu. (Järvenpää ym. 2017, 114-116).

$$\text{Keskimääräiskalkyyli} = \frac{\text{laskentakauden tuotantokustannukset}}{\text{toteutunut tuotantomäärä}}$$

Kaava 2. Keskimääräiskalkyyli (Pellinen 2019, 75).

Normaalikalkyyli on päätöksentekoon ja toiminnanohjaukseen sopiva laskentatapa. Siinä otetaan huomioon yrityksen muuttuvat ja kiinteät kustannukset tavalla, jolla tuotteen kustannusrakenne on normaalitoiminta-asteen mukainen. Laskentatapa eliminoi toiminnan volyymin vaihtelut ja näin saatuja yksikköhintoja voidaan käyttää hinnoittelun pohjana. Tuotteen myyntihinta voidaan näin laskea lisäämällä normaalikalkyylin mukaiseen omakustannusarvoon halutun suuruinen kate. (Tomperi 2013, 132-136.)

$$\text{Normaalikalkyyli} = \frac{\text{muuttuvat kustannukset}}{\text{toteutunut tuotantomäärä}} + \frac{\text{tuotannon kiinteät kustannukset}}{\text{normaali tuotantomäärä}}$$

Kaava 3. Normaalikalkyyli (Pellinen 2019, 75).

Valmistusarvo kertoo, paljon tuotteen valmistamisesta on tullut kustannuksia yritykselle. Valmistuskustannus saadaan, kun lasketaan kaikki tuotteelle kohdistettavissa olevat kulut. Tuotteen omakustannusarvo saadaan, kun valmistusarvoon lisätään jaettu osuus kaikista yrityksen kustannuksista. (Tomperi 2013, 138.)

Valmistusarvoa voidaan määritellä eri tasoisesti laskentatavan, eli kalkyylien mukaan. Jos valmistusarvossa ollaan käytetty minimikalkyyliä, valmistusarvoa nimitetään minimivalmistusarvoksi (MVA). Jos taas on käytetty keskimääräiskalkyyliä tai normaalikalkyyliä, nimitetään valmistusarvoja keskimääräisvalmistusarvoksi (KVA) tai normaalivalmistusarvoksi (NVA). Myös omakustannusarvot voidaan jakaa kalkyylien mukaan minimi- (MOKA), keskimääräis- (KOKA) ja normaaliomakustannusarvoihin (NOKA). (Järvenpää ym, 2017, 119-120.)

|                                  |      |      |      |
|----------------------------------|------|------|------|
| Yrityksen kiinteät kustannukset  | MOKA | KOKA | NOKA |
| Tuotannon kiinteät kustannukset  |      | KVA  | NVA  |
| Tuotannon muuttuvat kustannukset | MVA  |      |      |

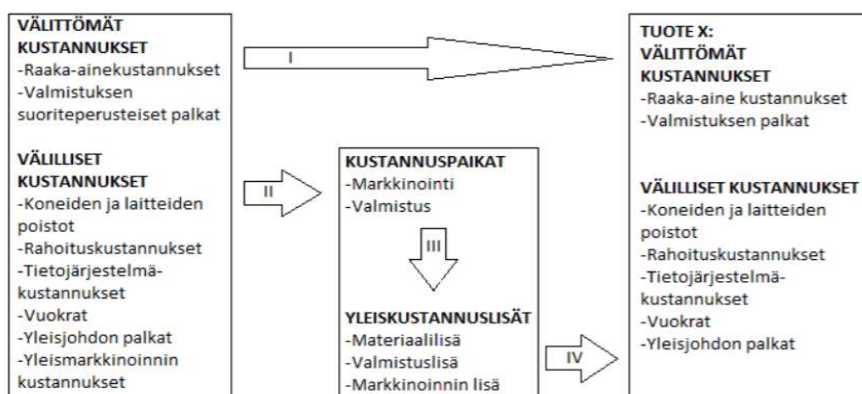
Kuva 14. Tuotteen arvokäsitteet (Pellinen 2019, 76).

## 5.6 Jako- ja lisäyslaskenta

Jakolaskentaa voi käyttää monella eri tavalla, mutta yleisesti sitä käytetään yhtä tuotetta valmistavassa yrityksessä. Laskentakauden kustannukset pystytään jakamaan kyseisen ajanjakson suoritekokonaisuudella. Kyseisellä menetelmällä saadaan yksittäiselle tuotteelle keskimääräinen yksikköhinta. Laskenta voidaan suorittaa täyskatteellisena tai katetuottomenetelmän mukaisesti. Täyskatteellisessa laskennassa pohjana käytetään kes-

kimääräiskalkyylia. Jakolaskennassa käytetään myös apu- ja kustannuspaikkoja laskennan tukena. Laskentatyölin soveltaminen on usein vaikeampaa monituote yrityksissä. (Alhola & Lauslahti 2000, 198-199.)

Lisäyslaskentaa käytetään, kun yritys valmistaa erilaisia tuotteita vaihtuvia määriä tai yksittäin. Erilaisten koneiden tai laitteiden käyttäminen on lisäyslaskennalle ominaista. Edellytyksenä lisäyslaskennan käyttämiselle on kustannusten jakaminen välittömiin- ja välillisiin kustannuksiin. Välittömät kustannukset voidaan jakaa suoraan tuotteille. Välilliset kustannukset jaetaan tuotteille käyttämällä apu- ja kustannuspaikkoja. Yksinkertainen jako kustannuspaikoille voisi olla esimerkiksi: myynti ja hallinto, tuotanto ja varasto. Kustannuksien jakamisessa on tärkeää kohdistaa tuotteelle aiheuttamisperiaatteen mukaisesti. Kun kustannukset on jaettu kustannuspaikoille, välillisten kustannusten jakamisessa voidaan käyttää yhtä tai useampaa yleiskustannuslisää. Jako yleiskustannusten suhteen voidaan tehdä kustannuspaikkojen mukaan tai kohdistaa kustannukset yhden yleiskustannuslisän avulla tuotteille. (Eklund 2011, 54-55; Alhola 2000, 201-202.)



Kuva 15. Lisäyslaskenta (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen, Pellinen, 2017, 127).

## 6 HINNOITTELU

Yrityksen hinnoittelupäätöksillä on suuri merkitys kannattavuudelle. Hintojen määrittämiseen osallistuu yrityksestä eri henkilöitä. Päätöksen tekoa varten tarvitaan sekä ulkoista, että sisäistä tietoa. Hinnoittelua varten tarvitaan tietoa muun muassa tuotekustannuksista, markkinahinnasta, yrityksen tavoitteista ja kapasiteetista. Hinnanasettamiseen osallistuu yrityksessä esimerkiksi myynti-, markkinointi-, tuotanto- ja talousosastojen edustajat. (Ikäheimo ym. 2005, 196-197.)

Kustannuksiin perustuvassa hinnoittelussa käytetään yleensä kahta tapaa, voittolisähinnoittelua ja katetuottohinnoittelua. Kustannusperusteinen hinnoittelu vaatii hyvää tuntemusta yrityksen tuotteiden kustannuksista.

Katetuottohinnoittelussa pohjana toimivat muuttuvat kustannukset. Teollisuuden alalla muuttuvia kustannuksia ovat raaka-ainekustannukset, tuotantotyöntekijöiden palkat ja alihankinta. Myyntihinnan saaminen tuotteelle edellyttää katetuoton lisäämistä muuttuviin kustannuksiin. Katetuottotavoite sisältää yrityksen kiinteät kustannukset ja halutun voiton. (Eklund & Kekkonen 2014, 105-106.)

$$\textit{Myyntihinta} = \textit{muuttuvat kustannukset} + \textit{katetuottotavoite}$$

Kaava 4 Myyntihinta. (Eklund & Kekkonen 2014, 105).

Voittolisähinnoittelussa käytetään pohjana muuttuvia- ja kiinteitä kustannuksia. Kun yritys tietää tuotteensa omakustannusarvon, lisätään yrityksen asettama voittolisä. (Eklund & Kekkonen 2014, 108.)

$$\textit{Tavoitemyyntihinta} = \textit{omakustannusarvo} + \textit{voittotavoite}$$

Kaava 5 Tavoitemyyntihinta. (Eklund & Kekkonen 2014, 108).

Voittotavoite ilmoitetaan yleisesti eurojen muodossa, mutta sitä voi käyttää myös prosenttiosuutena tuotteen kokonaiskustannuksista:

$$\text{Voittolisäprosentti} = \frac{\text{yrityksen voittotavoite}}{\text{kokonaiskustannukset}} \times 100$$

Kaava 6. Voittolisäprosentti (Eklund & Kekkonen 2014, 109).

## 7 JÄLKILASKENTA

Toteutuneiden kustannusten seuraamisella saadaan tietoa tulevaisuuden kustannusarvioihin ja tarjouslaskentaan. Toteutuneiden kustannusten tarkastelua kutsutaan jälkilaskennaksi. Jälkilaskennalla voidaan arvioida menneiden kohteiden onnistuminen taloudellisesta näkökulmasta ja saadaan arvokasta tietoa yrityksen päätöksen tekoon. (Lindholm 2009, 45-50.)

Jälkilaskennan avulla voidaan kuvata kustannuslaskennan paikkaansa pitävyyttä sekä hankkeen lopullista tulosta. Erilaisten hankkeiden jälkilaskennan avulla pystytään havaitsemaan eri nimikkeiden kustannusten taso- ja tarkkuuserot työ- ja hankintatehtävitäin. Hyvin toteutettu jälkilaskenta parantaa yrityksen tarjouslaskentaa tulevissa kohteissa. (Enkovaara ym. 2014, 191.)

Jälkilaskenta ei kerro hankkeen kustannuserojen syytä, pelkästään seuraukset. Kustannuserot kannattaa selvittää omilla tutkimuksilla. Seurauksien selvittämisen vuoksi yrityksellä on mahdollista parantaa kilpailuetua, koska on mahdollista laskea kilpailijoita alempi hinta. (Lindholm 2009, 46.)

Jälkilaskenta jakautuu kolmeen osuuteen: kustannustietojen keräämiseen hankkeen aikana, hankkeen läpikäyntiin valmistumisen jälkeen ja tietojen keräämiseen hankkeen valmistuttua. Kustannustietojen kerääminen toteutuu hankkeen aikana erilaisissa järjestelmissä esimerkiksi kustannuspaikkalaskentaa hyödyntäen. Jo ennen hankkeen valmistumista varmistetaan, että hankkeeseen kuuluvat kulut on kohdistettu järjestelmissä oikeille kohteille ja litteroille. Hankkeen valmistuessa tuotanto käy lävitse kustannuserojen syyt ja listaa ne ylös. Tässä vaiheessa selvitetään myös hankkeen taloudellinen kannattavuus ja tulos. Jälkilaskennassa päästään käsiksi ongelmiin, joita varten tulee tehdä toimenpiteitä. Niitä on näin myös jatkossa helpompaa välttää. Tietoja otetaan talteen ja niitä arvostetaan onnistumisen perusteella ja hyvin onnistuneita hankkeita otetaan mallieiksi. (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, Ratu KI-6033), 95-96.)

## 8 KEHITYSTYÖ

Kustannusten selvittämisen vuoksi selvitettiin tuotantotehot, työvaiheet, välittömät kustannukset ja välilliset kustannukset Espoon tehtaan osalta. Työ aloitettiin keräämällä toteutuneet tilausnumerot valmistuneiden siltojen osalta QR:stä (kuva 2).

Tilausnumerot toimitettiin yritykselle, joka on kehittänyt tuotannonohjausjärjestelmän. Tämä jouduttiin tekemään sen vuoksi, että tuotannonohjausjärjestelmä ei ollut vielä toiminnassa Espoon tehtaalla, kun nämä tutkittavat kohteet olivat valmistuneet. Tuotannonohjausjärjestelmän kehittänyt yritys simuloi siltojen tuotantoa vastaamaan Espoon tehtaan tuotantoaikoja.

SoT-ohjelmasta saadusta tiedosta kerättiin taivutustyypeittäin (liite 4) sekä dimensioittain (liite 1) terästen tonnimäärät ja toteutuneet työtunnit tuotteille. Dimensioiden ja tuotantokoneiden perusteella pääteltiin mitä raaka-ainetta on käytetty. Jokainen tuote on kustannuksiltaan erilainen ja tuotteen valmistamiseen tarvitaan erilaisia koneita. Tuotantotehot vaihtelevat taivutustyyppien ja dimensioiden mukaan.

Työssä käytettiin materiaalien sisäänostohintoja hinnoittelupäivien mukaan. Sisäänostohinnat ovat vaihtuvia ja hintojen muuttuminen on voimakkaasti sidoksissa romun ostohintaan. Annetut tarjoukset tutkittaville kohteille kerättiin yrityksen tietokannasta.

Välittömiin kustannuksiin huomioitiin tuotannon työntekijöiden palkat sosiaalikuluneen sekä raaka-aineiden kustannukset. Raaka-aineina käytetään harjatankoa sekä kieppiä. Kustannusten jako on tehty yritykselle sopivalla tavalla.

Välillisiin kustannuksiin sisällytettiin

- kiinteistön kulut
- toimihenkilöiden palkat sivukuluineen
- energiakustannukset
- internet, puhelimet ym.
- siivous, huolto- ja korjaustyöt
- vakuutukset
- tuotannon konevuokrat
- poistot

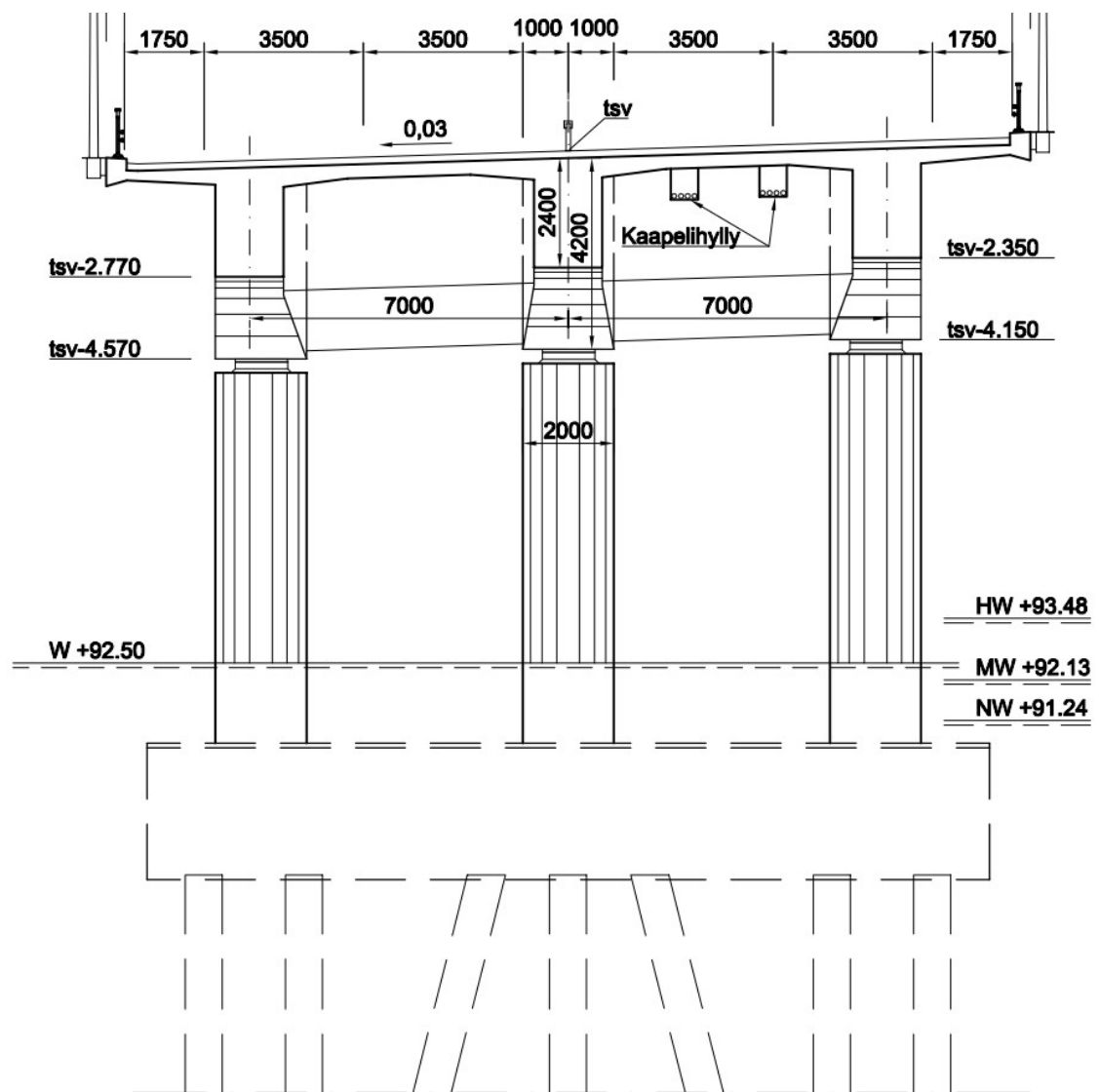
Laskennan pohjana käytettiin normaalikalkyylin (kaava 3) ja lisäyslaskennan (kuva 15) periaatteita omakustannusarvon laskemiseen. Yleiskustannuslisää käytettiin välillisten kustannusten jakamisessa. Kustannuslaskennassa välillisten kustannusten jakaminen kohteille on haastavampaa, kuin välittömien kustannusten.

Työssä normaaliksi suoritemääräksi määritettiin vuoden 2018 tuotannossa tuotetut terästonnit ja koneiden käyttötunnit, jotka toimivat yleiskustannuslisinä. Näillä kahdella erilaisella välillisten kustannusten kohdentamismenetelmällä saadaan erilaiset tulokset kohteista. Perusteluna yleiskustannuslisien valitsemiselle on se, että vuoden 2018 tuntien ja tonnien määrät kuvaavat hyvin yrityksen normaalia tilaa ja jakaantuvat vuositasolla kaikille projekteille. Jokainen projekti käyttää eri määrän tonneja ja tunteja. Tämän vuoksi nämä kaksi yksikköä toimivat hyvin yleiskustannuslisinä. Työssä vertaillaan laskentatapojen toimivuutta ja tarkkuutta esimerkiksi hinnoittelun tueksi.

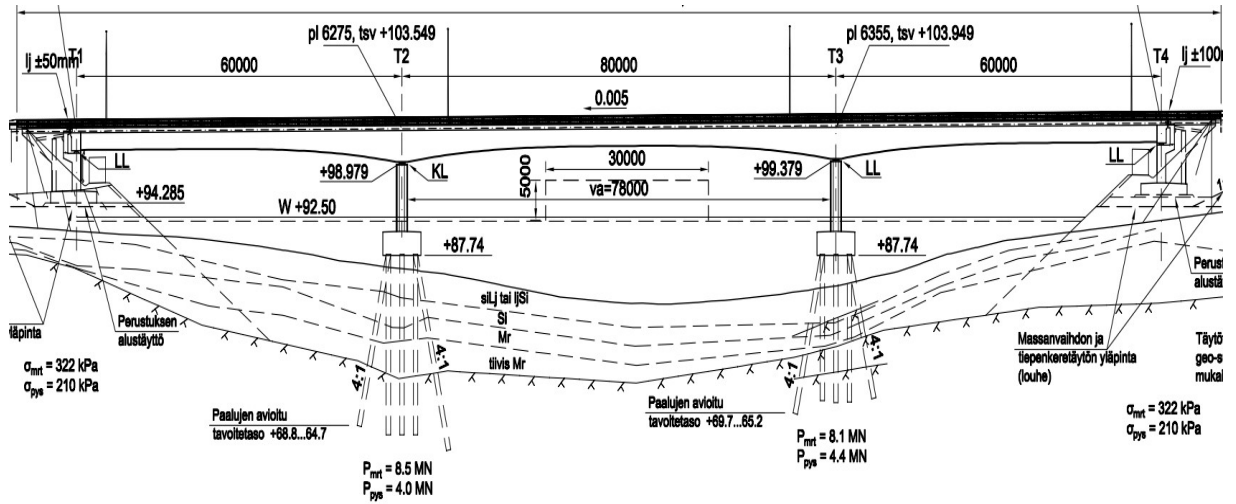
## 8.1 Tutkitut hankkeet

### 8.1.1 Palkkisilta

Ensimmäisenä tarkastelussa on tyypiltään jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta. Kokonaisleveys on noin 20 metriä ja pituus 220 metriä. Raudoitetta tähän siltaan meni noin 875 000 kg. Sillassa on kolme palkkia.

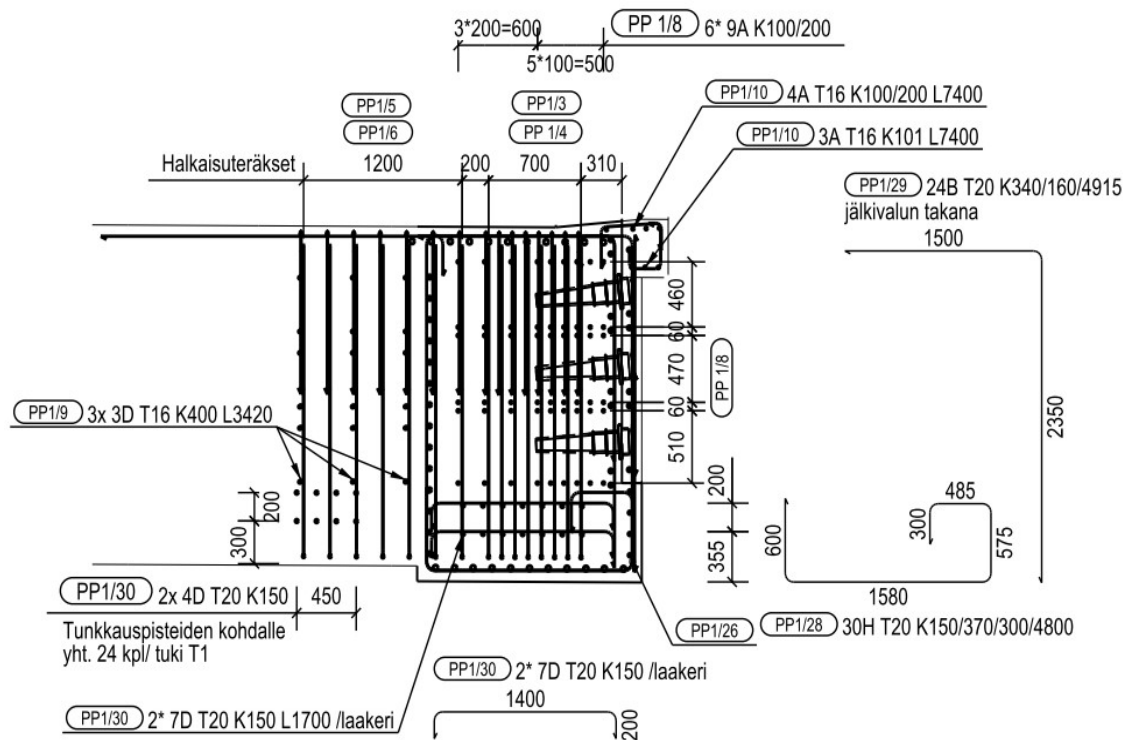


Kuva 16. Jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta.



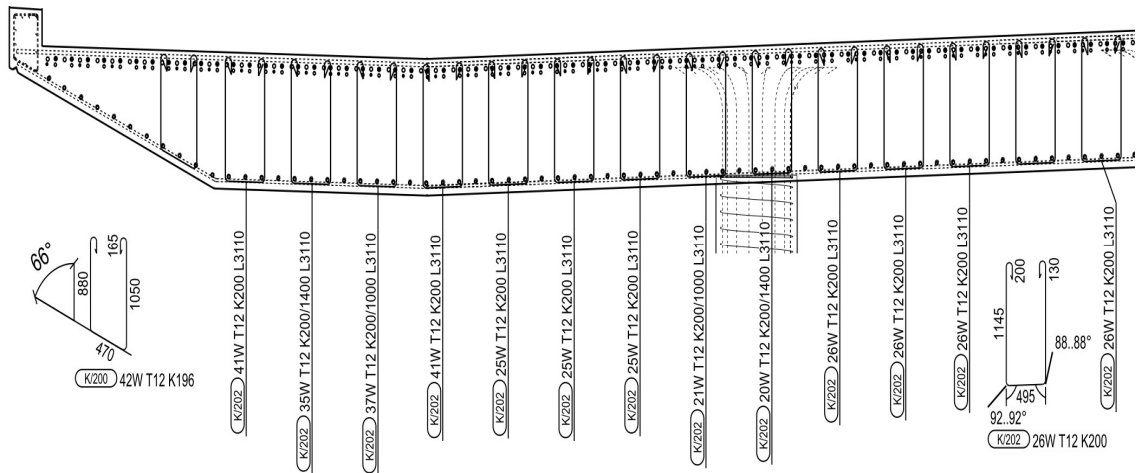
Kuva 17. Sillan sivusta.

**B - B 1:50**



Kuva 18. Jännepään raudoituskuva.



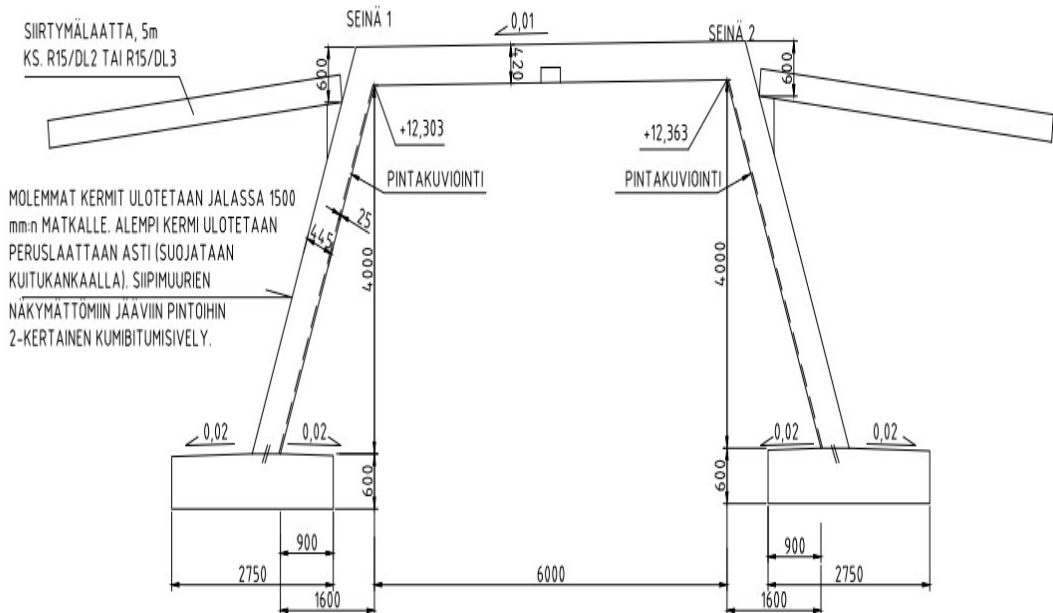


Kuva 21. Leikkauskuva kannesta.

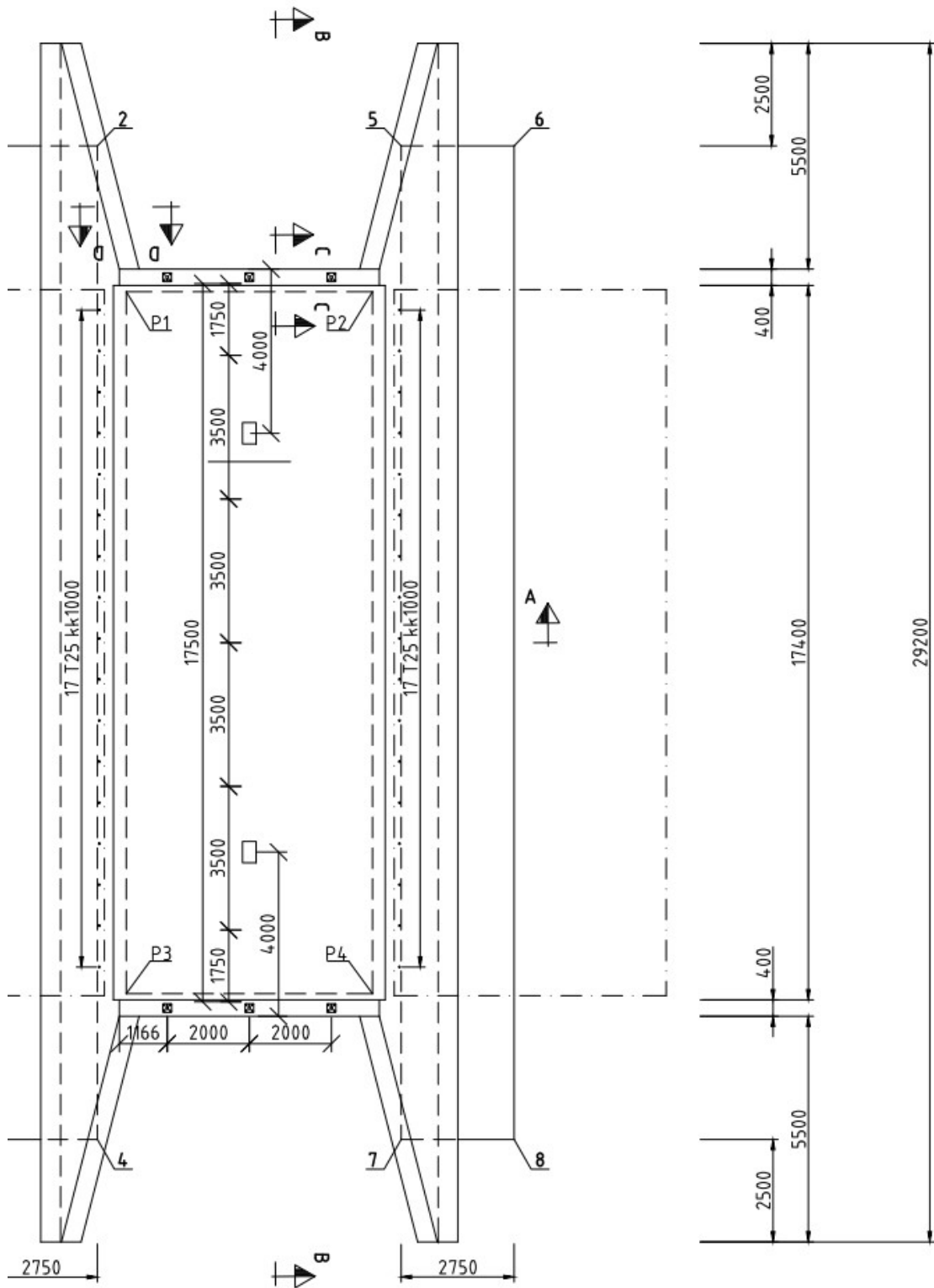
### 8.1.3 Kehäsilta

Kolmas silta on tyypiltään teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk II). Raudoitetta tähän kohteeseen meni noin 23 700 kg.

### LEIKKAUS A-A, 1:50



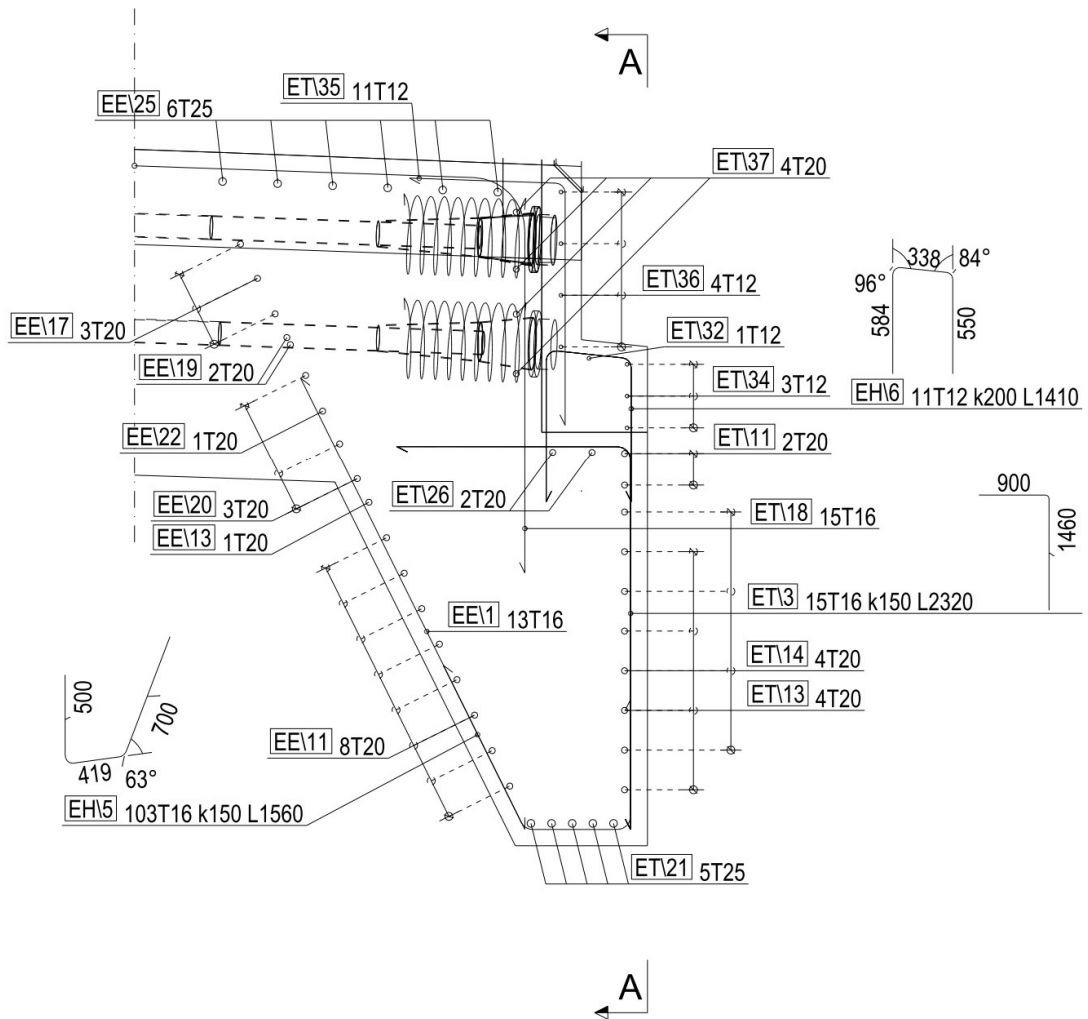
Kuva 22. Vinojalkainen.



Kuva 23. Tasokuva.



## B - B 1:20

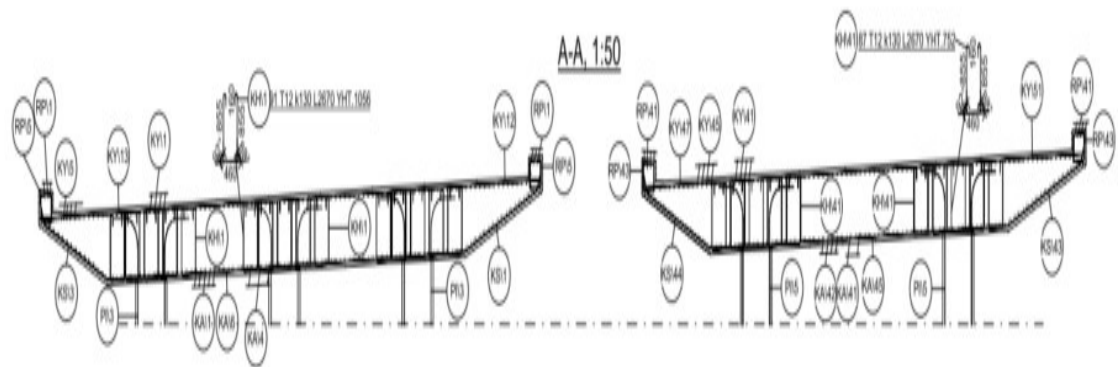


Kuva 26. Jännepään raudoituskuva.

### 8.1.5 Laattasillat A ja B

Sillat ovat tyypiltään teräsbetonisia jatkuvia ulokelaattasiltoja. Sillan A kokonaisleveys on keskimäärin 15,5 metriä ja pituus noin 51 metriä. Raudoitteita tähän siltaan meni noin 136 000 kg.

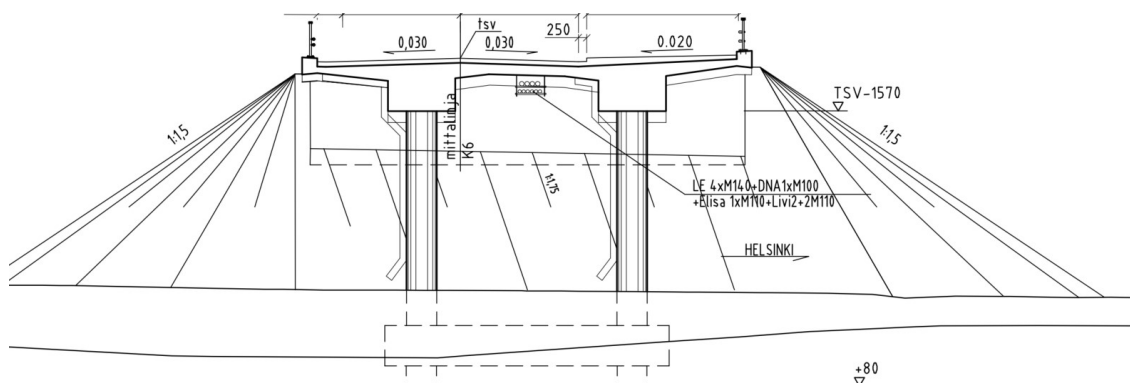
Sillan B kokonaisleveys on noin 13,5 metriä ja pituus noin 51 metriä. Raudoitteita tähän siltaan meni noin 101 000 kg.



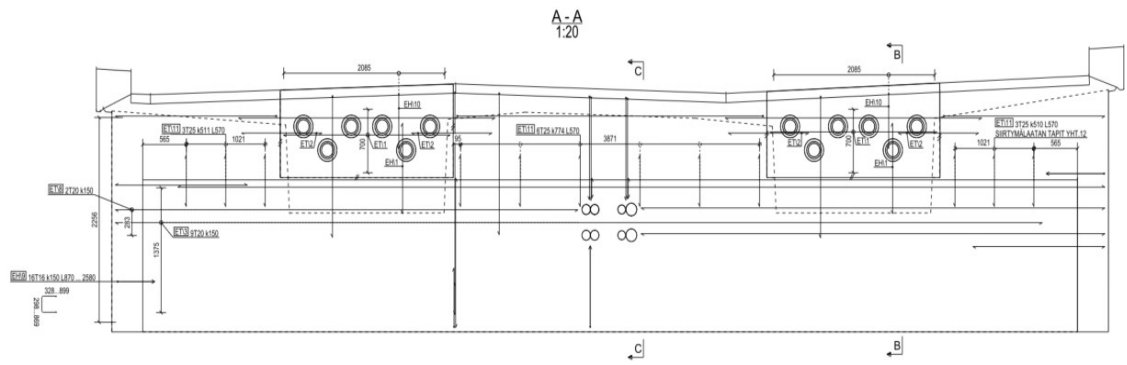
Kuva 27. Teräsbetoninen jatkuva ulokelaattasilta.

### 8.1.6 Palkkisilta

Seitsemäntenä tarkastelussa on tyypiltään jännitetty betoninen jatkuva ulokepalkkisilta. Kokonaisleveys on noin 16 metriä ja pituus 64 metriä. Raudoitetta tähän siltaan meni noin 96 000 kg. Sillassa on kaksi palkkia.



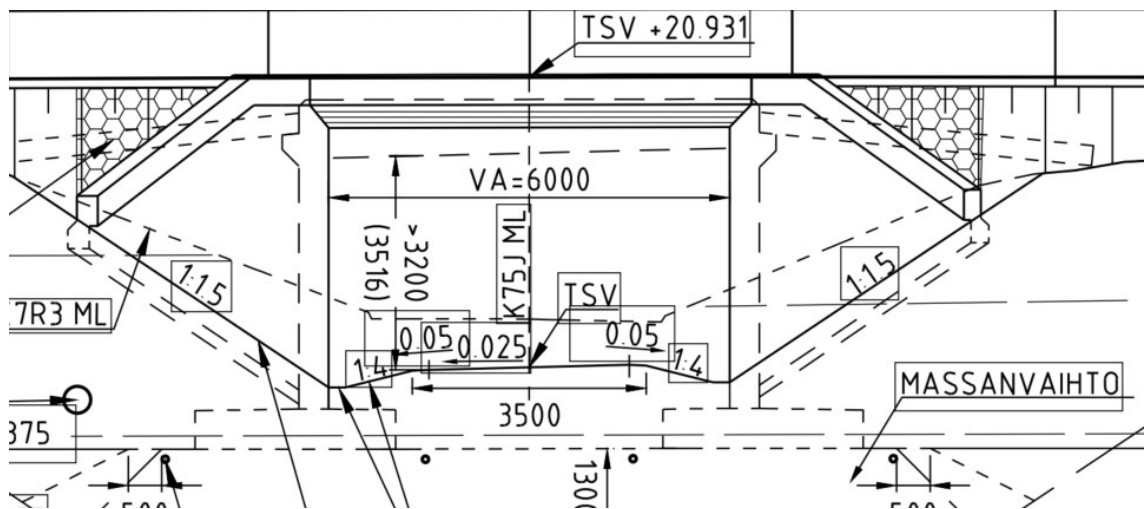
Kuva 28. Jännitetty betoninen jatkuva ulokepalkkisilta.



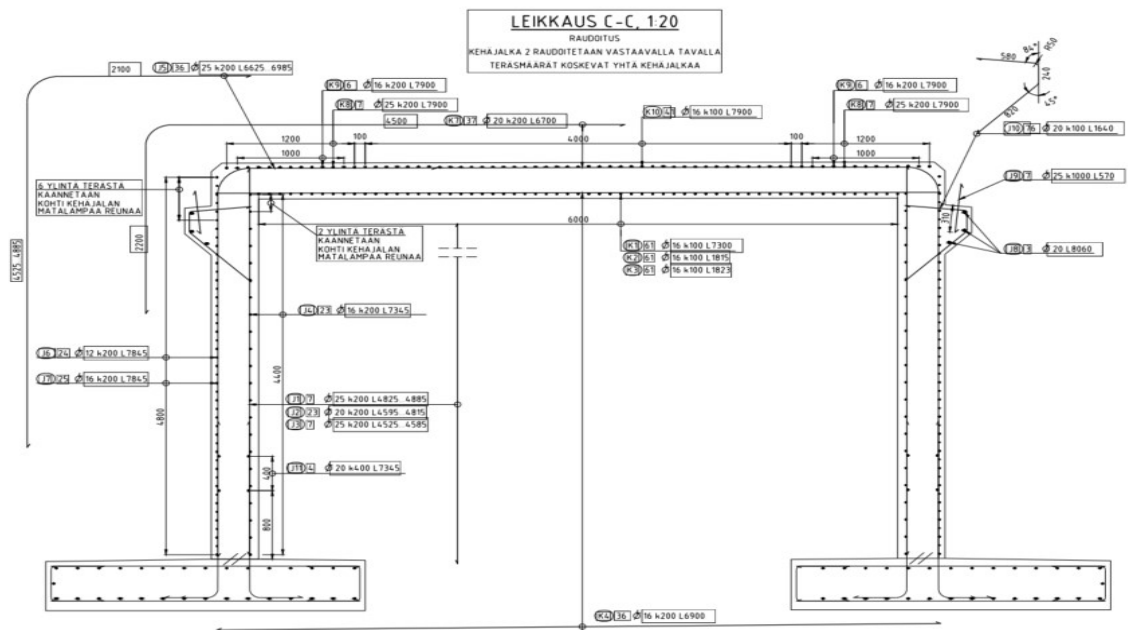
Kuva 29. Leikkauskuva.

### 8.1.7 Kehäsilta

Kahdeksas silta on tyypiltään teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk). Raudoitetta tähän kohteeseen meni noin 23 000 kg



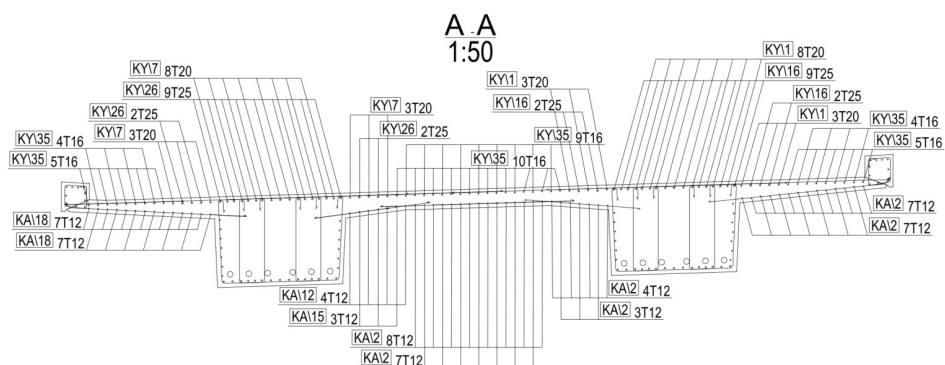
Kuva 30. Suorajalkainen.



Kuva 31. Leikkauskuva.

### 8.1.8 Palkkisilta

Yhdeksäs silta on tyypiltään jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta. Kokonaisleveys on noin 12,5 metriä ja pituus noin 117 metriä. Raudoitetta tähän siltaan meni noin 155 000 kg. Sillassa on kaksi palkkia.



Kuva 32. Jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta.

**Tulosten tarkastelu on poistettu julkaistavasta opinnäytetyöstä salassapitosopimuksen takia.**

## 9 POHDINTA

### 9.1 Tulokset

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kustannuslaskennan perusteiden teoriaa. Perehdyttiin kustannuslajeihin, kalkyyleihin, jako- ja lisäyslaskentaan. Valittu teoria tukee kokonaisuudessaan tutkimusta. Kustannuslaskennan valmisteluun kannattaa panostaa, koska laskennassa on paljon haastavia kohtia, jotka vaikuttavat laskennan tuloksiin. Yrityksen järjestelmien ja toimintojen tunteminen on tärkeä osa kustannuslaskennan prosessia.

Laadullinen vertaileva tapaustutkimus soveltui tämän työn tutkimusmenetelmäksi. Työn tarkoituksena oli kohteiden vertailu kahdella erilaisella laskentatyylillä sekä näiden kohteiden vertailu keskenään. Tutkimuksessa oli tarpeeksi vertailtavia kohteita työn tarkoitukseen ja jatkotutkimusta varten kohdetietoja kerätään lisää.

Opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan todeta, että tutkittavat kohteet ovat pääasiassa onnistuneet yrityksen odotusten mukaisesti. Tulosten perusteella ei vielä voida tehdä hinnoitteluun muutoksia, vaan tarkastelua pitäisi laajentaa kattamaan myös muut rakennustyyppit. Kattavampi tutkimus mahdollisesti vahvistaisi löydetyt havainnot ja sen avulla olisi mahdollista antaa tiettyihin kohteisiin entistä kilpailukykyisempiä tarjouksia.

Pienet alle 100 kilon raudoiteniput ovat tuotannolle aikaa vieviä. Värikoodaus ja luseeraavat raudotteet ovat merkittävimpiä tekijöitä pienten nippukokojen kustannustehokkuuteen. Pääasiallisesti varastoteräs kompensoi pieniä tehtäviä ja tuloksista voidaan huomata, että varastoteräksen osuudella on iso vaikutus kohteen kannattavuuteen.

Tuloksia tarkasteltaessa ei voida ottaa huomioon pelkkiä lukuja. Tulosten tulkinnessa täytyy kiinnittää huomiota myös tuotantotehoihin ja niiden kokonaisvaikutukseen. Kohteessa, jossa ei ole saatu yhtä hyvää lopullista katetta esimerkiksi tarjouksesta johtuvista syistä, on voinut olla tuotannollisesti kuitenkin kannattava.

Myös samanlaisten kohdetyyppien sisällä on suuria eroja, jotka vaikuttavat kannattavuuteen. Kannattavuuteen vaikuttaa muun muassa varastoterästen osuus, sekä palkkien määrä ja pituus.

Projekti-insinöörien työllä on suuri vaikutus kohteiden onnistumiseen ja kannattavuuteen. Tuotantotehokkuuden suunnittelu ja logistiikan toimivuus mahdollistavat kannattavamman toiminnan. Ohjaamalla tuotantoa kohteen erityispiirteet huomioiden tuotantotehokkaimmille tehtaille saadaan kohteelle parempi kannattavuus.

Työn tuloksena saatu tonniperusteinen tulos kertoo kohteen toteutuneen tuloksen aikaisemman hinnoittelun mukaisella laskennalla, tuntiperusteinen taas antaa mahdollisesti jatkossa hinnoittelulle paremman kuvan kohteiden todellisista kustannuksista. Jälkilaskenta ei myöskään anna suoria syitä onnistumisiin tai epäonnistumisiin, vaikkakin se pohjustaa päätöksentekoa.

Kustannuksien tarkasteleminen tuntiperusteisesti voi antaa paremman kuvan kohteiden onnistumisesta sekä tuotantokapasiteetin tehokkaasta käyttämisestä.

Otetaan esimerkiksi kohde, johon olisi käytetty yhteensä 200 tuntia ja tuotettu tonneja 100. Toiseen kohteeseen olisi käytetty 100 tuntia ja tuotettu tonneja 100. Jos kiinteät kustannukset kohdistetaan tonnien perusteella, niin kiinteiden kustannusten summa olisi sama molemmille kohteille, vaikka toiseen kohteeseen on käytetty enemmän tuotannon aikaa ja tätä kautta myös enemmän kustannuksia.

## 9.2 Onnistumiset

Työn tuloksena saatiin uutta tietoa siltatyypien kustannusrakenteesta ja siitä, miten siltojen hinnoittelua voi kehittää. Työ vaatii vielä lisätutkimuksia. Työssä käytettiin SoT-ohjelmaa tuotannon osalta tietojen keräyksessä ja se toimi hyvin jälkilaskennan tukena. Tonnimääräisen työn muuttaminen aikaperusteiseksi muodoksi helpotti myös jälkilaskennan tarkastelua. Työn tuloksena syntyi jälkilaskentaa varten Excel-ohjelma, jota voidaan hyödyntää siltojen hinnoittelun tukena.

## 9.3 Jatkotutkimukset

Työn tulosten perusteella tarkasteluun pitäisi ottaa suurempi määrä siltoja. Ainakin 30 kappaletta jokaista siltatyypistä tulisi jälkilaskea tarkempaa tietoa varten. Jokaisessa siltatyypissä olisi hyvä olla samankaltaisia, mutta myös eri kokoisia siltoja. Näin saadaan parempaa luotettavuutta tuloksille. Jännitettäviä siltoja tulisi jakaa palkkien lukumäärän

sekä pituuden mukaan. Laattasiltoja tulisi vertailla myös eri kokoluokan kohteisiin. Näin saataisiin keskimäärin toteutuneet kustannukset kyseiselle tyypille ja kokoluokan sillalle.

Saatujen tulosten perusteella tulisi jatkotutkimukset myös laajentaa siltojen ulkopuolelle. Tutkimus tulisi laajentaa esimerkiksi maanalaisiin kohteisiin, kauppakeskuksiin, uimahalleihin, logistiikkatiloihin ja teollisuuslaitoksiin. Näillä sektoreilla on hyvin paljon erilaisia kohteita, jotka voivat olla kustannusrakenteeltaan keskenään hyvin erilaisia. Näin saadaan tarkempaa vahvistusta tutkimuksesta saaduille tuloksille.

## LÄHTEET

Alhola, K. & Lauslahti, S. 2000. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Celsa Steel Service Oy, Betoniteräskiepit, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <https://celsa-steel-service.fi/tuotteet/betoniteraskiepit/>.

Celsa Steel Service Oy, Betoniterästangot, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <https://celsa-steel-service.fi/tuotteet/betoniterastangot/>.

Eklund, I. & Kekkonen, H. 2014. Kannattavuuslaskenta ja hinnoittelu. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Eklund, I. & Kekkonen, H. 2011. Toiminnan kannattavuus. Helsinki: WSOYpro.

Enkovaara, E.; Haveri, H. & Jeskanen, P. 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Haverila, M.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.

Hirvonen, P. & Nikula, A. 2008. Taloushallinnon perusteet. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Ikäheimo, S.; Lounasmeri, S. & Walden, R. 2005. Yrityksen laskentatoimi. Juva: WSOY.

Jyväskylän yliopisto, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>.

Jyväskylän yliopisto, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus>.

Jyväskylän yliopisto, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/vertaileva-tutkimus>.

Järvenpää, M.; Länsiluoto, A.; Partanen, V. & Pellinen, J. 2017. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Niskavaara, E. 2017. Yritystaloutta esimiehille. 3., uudistettu painos. Liettua: Alma Talent Oy.

Pellinen, J. 2006. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. 2., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Pellinen, J. 2019. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. 3., uudistettu painos. Helsinki: Alma Talent Oy.

Pulkkinen, P. & Noeskoski, J. RIL 179-2017 Sillat, Luku 2. Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: [http://ril.easypage.fi/media/files/julkaisut/lausuntopyynto1/2.\\_sillan\\_peruskasitteet\\_ja\\_siltatyy-pit\\_12.03-lausunto.pdf](http://ril.easypage.fi/media/files/julkaisut/lausuntopyynto1/2._sillan_peruskasitteet_ja_siltatyy-pit_12.03-lausunto.pdf).

Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, Ratu KI-6033.

SFS 1267. 2008. Betoniraudotteet. Teräsbetoniraudotteissa käytettävät raudotteet, Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 13 s.

Tieto, Viitattu 3.2.2020. Saatavissa: <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/tuotot-ja-kustannukset>.

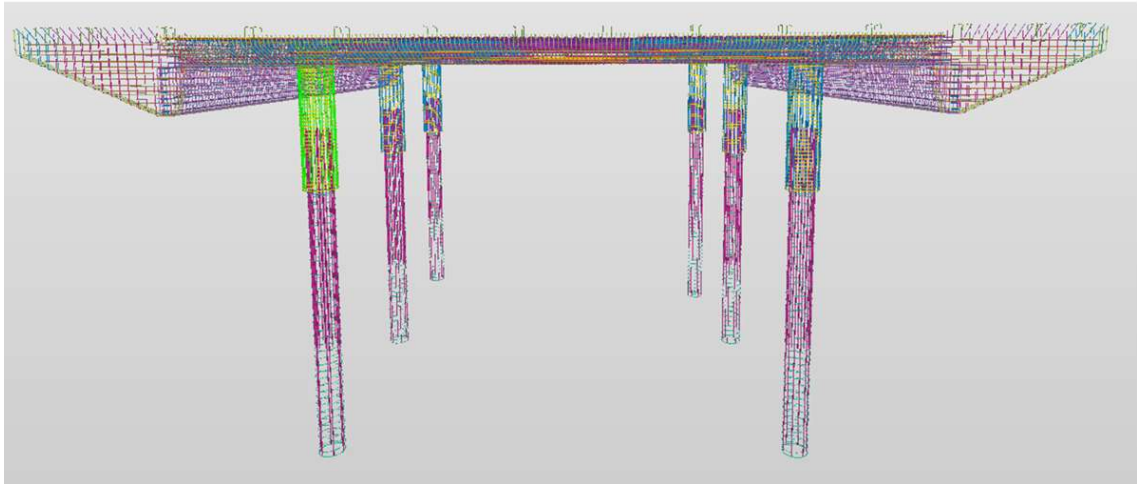
Tomperi, S. 2013. Kannattavuus ja kustannuslaskenta. 8., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Viitala, S. 2014. 6. SOP-Myynti-Kuljetuskalusto.

## Liitteen otsikko

| <b>HARJATERÄS B500B DIMENSIOT JA METRIPAINOT</b> |
|--|
| <b>6 mm = 0,222 kg / m</b>                       |
| <b>8 mm = 0,395 kg / m</b>                       |
| <b>10 mm = 0,617 kg / m</b>                      |
| <b>12 mm = 0,888 kg / m</b>                      |
| <b>16 mm = 1,580 kg / m</b>                      |
| <b>20 mm = 2,470 kg / m</b>                      |
| <b>25 mm = 3,850 kg / m</b>                      |
| <b>32 mm = 6,310 kg / m</b>                      |

Liite 1. Harjateräksen dimensiot ja metripainot.



Liite 2. Siltaraidoituksen tietomalli.





BETONITERÄSLUETTELO, lomake 2  
Teräslaatu A500HW

Tulostuspvm: 6.11.2019

Sivu 5 (11)

| Taivutus-<br>tyyppi | Nro                        | Kpl   | D<br>mm | L<br>mm | ΔL<br>mm | Paino<br>yhteensä<br>kg | TAIVUTUSMITAT mm |               |      |     |                    |    |     |              |     |          | Huom.<br>muutos |
|---------------------|----------------------------|-------|---------|---------|----------|-------------------------|------------------|---------------|------|-----|--------------------|----|-----|--------------|-----|----------|-----------------|
|                     |                            |       |         |         |          |                         | a                | b             | c    | d   | e                  | u  | v   | x            | y   | r        |                 |
| C                   | 20b                        | 2x14  | 20      | 6000    |          | 414.3                   | 4100             | 1900          |      |     | 3                  |    | 119 |              | 240 |          |                 |
| Y                   | 21                         | 218   | 8       | 1810    |          | 155.7                   | 1810             |               |      |     |                    |    |     |              |     | KS. P... |                 |
| Y                   | 22                         | 218   | 8       | 1840    |          | 158.3                   | 1840             |               |      |     |                    |    |     |              | 16  | KS. P... |                 |
| C                   | 23                         | 257   | 16      | 7400    |          | 3001.7                  | 3700             | 3700          |      |     | 3                  |    | 210 |              | 40  |          |                 |
| A                   | 24a                        | 153   | 20      | 5050    |          | 1905.5                  | 5050             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 24b                        | 93    | 12      | 5050    |          | 417.0                   | 5050             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 25a                        | 186   | 20      | 3800    |          | 1743.1                  | 3800             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 25b                        | 93    | 12      | 3800    |          | 313.8                   | 3800             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 26                         | 221   | 20      | 4400    |          | 2398.1                  | 4400             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 27a                        | 2x93  | 16      | 2400    |          | 704.6                   | 2400             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 27b                        | 2x93  | 12      | 2400    |          | 396.3                   | 2400             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| A                   | 28                         | 2x253 | 16      | 1750    |          | 1397.6                  | 1750             |               |      |     |                    |    |     |              |     |          |                 |
| W                   | 29a                        | 2x10  | 16      | 3776    |          | 119.2                   | 250              | 749           | 1900 | 677 | 200                | 90 | 90  |              | 40  |          |                 |
| W                   | 29b                        | 2     | 16      | 3796    | 10       | 96.4                    | 250              | 759           | 1900 | 687 | 200                | 90 | 90  |              | 40  |          |                 |
| ...                 |                            | 8     |         | 3838    |          |                         | 250              | 780           | 1900 | 708 | 200                | 90 | 90  |              |     |          |                 |
| W                   | 29c                        | 2     | 16      | 3846    | 10       | 185.4                   | 250              | 784           | 1900 | 712 | 200                | 90 | 90  |              | 40  |          |                 |
| ...                 |                            | 15    |         | 3986    |          |                         | 250              | 854           | 1900 | 782 | 200                | 90 | 90  |              |     |          |                 |
| Osa/alue            | Päällysrakenne/Kansilaatta |       |         |         |          |                         |                  | Liittyy piir. |      |     | c-3, c-4, c-5, c-6 |    |     | Luettelo nro | 3   |          |                 |

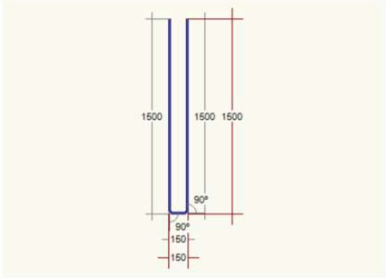
Liite 3. RL-luettelo.

to 6.2.2020 14:59   0  0kg/h 


|        |         |          |          |     |
|--------|---------|----------|----------|-----|
| #      | KPL     | Dimensio | Teräs    | KG  |
| 38     | 56      | 12       | B500B    | 154 |
| Tilaus | Positio | Työmaa   | Seuraava |     |
| 94954  | 1.12    |          | Varasto  |     |





Taivutussäde: 20

3100, D



a: 1500  
b: 150  
c: 1500



KESKEYTYΣ NÄYTÄ PITUUDET     VALMIS

Liite 4. Tuotannonohjausjärjestelmän operaattorinäkymä.