

Visa Latvanen

# **Käytettyjen työtuntien urakkalaskentamallin luominen tekniseen muuraukseen**

Opinnäytetyö  
Syksy 2015  
SeAMK Tekniikka  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka (INS)

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Latvanen Visa

Työn nimi: Käytettyjen työtuntien urakkalaskentamallin luominen tekniseen muuraukseen

Ohjaaja: Loukola Ilkka

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan käytettyjen työtuntien määrää ja siihen vaikuttavia muuttujia teknisessä muurauksessa. Tarkoituksena on tehdä alkuarvio lähtötilanteesta, selvittää laskentaperusteiden nykytila ja pyrkiä muodostamaan toimivan laskentapohjan luonnos, jota pystytään myöhemmin tarkentamaan. Pääsääntöisesti tutkimus tehdään haastattelemalla alan pitkäaikaisia työntekijöitä ja rinnastamalla saatu tutkimustieto omaan näkemykseen ja kokemukseen alalta. Saatua historiatietoa pyritään rinnastamaan yleisesti rakennusalalla käytettävään rakennustietokortistoon, joka on havaittu toimivaksi, ja pyritään käyttämään samanlaisia toimintatapoja uudessa laskentapohjassa. Töiden jälkitarkastelussa pitää tulevaisuudessa käsitellä kaikki laskentapohjalle oleelliset muuttujat, jotta niiden suuruus ja vaikutus pystytään tarkentamaan.

Avainsanat: Työaika, laskenta, laskentamalli, muuraus, tekninen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Latvanen Visa

Title of thesis: Creating a calculation model for refractories working hours used

Supervisor: Loukola Ilkka

Year: 2015

Number of pages:

Number of appendices:

---

The thesis examined the amount of working hours used, and the variables affecting it in the field of refractories. The purpose was to make an evaluation of the current standings, to check the status of the calculation basics and to form a sketch of calculation model which could be modified to be more accurate in the future.

The main method of working was to interview long term professionals in the field of work and to mix it with my own knowledge and experience. The data based on history of the company was compared to the construction database, which is common in Finland and considered very efficient. Everything that could be used from the construction database would be added to the new calculation model. In the future, the aftermath of projects should include all the critical variables, so that their volume and impact could be made more accurate.

Keywords: working, hours, calculation, refractory,

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tekninen muuraus .....	6
1.2 Teknisen muurauksen työt.....	7
1.3 Oma suhde alaan ja yritykseen.....	9
1.4 Omat ideat ja havainnot laskentapohjan toteutukseen.....	10
2 YRITYSESITTELY .....	11
2.1 Imerys.....	11
2.2 Calderys (Global).....	11
2.3 Calderys Nordic AB.....	12
2.4 Calderys Finland Oy .....	12
3 TARVESELVITYS.....	13
3.1 Tarkastelun laajuus.....	13
3.2 Urakkalaskentapohjan tarve yritykselle .....	13
4 SOVELLETTAVA TEORIA.....	15
4.1 Rakennusalan urakkalaskennan perusluvut .....	15
4.2 Teknisen muurauksen erityispiirteet.....	15
4.3 Yrityksen toimialojen erityispiirteet .....	16
4.3.1 Paperi-, sellu- ja sementtiteollisuus .....	16
4.3.2 Kemian- ja petrokemianteollisuus .....	17
4.3.3 Jätteenpolto .....	18
4.3.4 Rauta- ja terästeollisuus .....	18
4.3.5 Energiantuotanto .....	19
4.4 Yrityksen sisäiset asiakirjat .....	20
5 TIEDONKERÄYS.....	22
5.1 Projektipäälliköiden haastattelut.....	22
5.1.1 Paperi-, sellu- ja sementtiteollisuuden uunit.....	22

5.1.2	Kemian- ja petrokemianteollisuuden uunit .....	23
5.1.3	Jätteenpolton uunit .....	24
5.1.4	Rauta- ja terästeollisuuden uunit .....	25
5.1.5	Energiatuotannon uunit.....	25
<b>6</b>	<b>KÄYTÄNNÖN SOVELLUTUS .....</b>	<b>27</b>
6.1	Muuttujien tarkastelu ja hyödyntäminen.....	27
6.1.1	Asennettavan materiaalin määrä .....	27
6.1.2	Työtapa.....	27
6.1.3	Työkohteen sisäiset välimatkat .....	28
6.1.4	Työmaan logistiikan riippuvuus laitteista, koneista ja niiden käyttövarmuudesta .....	28
6.1.5	Sääolot.....	28
6.1.6	Työntekijäryhmän ammattitaito .....	29
6.1.7	Asiakas .....	29
6.1.8	Materiaali ja sen laatu .....	30
6.1.9	Muu työvoima ja muut työt .....	30
6.1.10	Työkohteen sijainti .....	30
6.2	Esimerkkitapaus.....	31
<b>7</b>	<b>JÄLKITARKASTELU .....</b>	<b>32</b>
7.1	Johtopäätökset.....	32
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>34</b>
	<b>LIITTEET .....</b>	<b>35</b>

## Käytetyt termit ja lyhenteet

Sokeointi	tarkoittaa sitä, että ensin suljetaan säiliön sulkuventtiili, joka erottaa putkiliitoksen (kappale, joka liittää kaksi osaa yhteen). Sen jälkeen sulkuventtiiliin asennetaan umpilaippa (pyöreä levy). (Rokka 2012)
HSE	lyhenne tulee sanoista Health, Safety and Environment, suomennettuna (työ)terveys, (työ)turvallisuus ja ympäristö(politiikka).

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tekninen muuraus

Teknistä muurausta suoritetaan kohteissa, joiden käytön aikainen lämpötila on korkea. Tästä johtuen yleensä on kyseessä suljettu tila, esimerkiksi lämpölaitoksen kattila tai kalkkiuuni. Suljetussa tilassa työskentely on yksi erikoispiirteistä, joka erottaa teknisen muurauksen normaalista muurauksesta.

Tekninen muuraus voidaan lähes kokonaan ajatella teollisuuden asiakkaille uusien kohteiden rakentamista ja huoltoa suorittavaksi toimialaksi. Jotkut teollisuuden palveluja tuottavat yritykset käsittelevät prosessituotannossaan erilaisia kemikaaleja. Tämä aiheuttaa erikoistoimenpiteitä työn suorittamisessa ja suunnittelussa.

Niin kuin monella muullakin alalla, myös tekninen muuraus alkaa suunnittelusta. Se toteutetaan samalla tavoin kuin yleisesti rakennusalalla, mutta siinä pitää ottaa huomioon paljon seikkoja, jotka eivät tule yleisesti vastaan normaaleissa työolosuhteissa. Verrattuna tekniseen muuraukseen, yleisesti rakennusalalla käytössä on runsaasti aikaa töiden suorittamiseen. Aikaa on yleensä varsin rajallisesti ja se tekee koko alasta varsin erilaisen kaikilta osa-alueiltaan. Suunnittelussa täytyy siis huomioida, että kaikki pitää suhteuttaa käytössä olevaan aikaan ja mahdollisiin vastaan tuleviin yllätyksiin pitää pyrkiä varautumaan. Suunnittelun tekninen puoli vastaa hyvin paljon normaalin rakennusalan puolella tehtävää työtä, mutta teknisten ratkaisujen toteuttamisen suunnittelu on varsin haasteellista. Työnteon tulisi olla samaan aikaan nopeaa, tehokasta ja turvallista.

Työn toteutuksessa korostuu erityisesti työntekijöiden ja varsinkin työmaalla toimivien työnjohtajien ammattitaito. Rajallisen ajankäytön vuoksi jokaisen työntekijän tulee tietää, mitä työvaihetta parhaillaan suoritetaan ja millainen työvaihe on seuraavana edessä. Tästä johtuen tälle alalle ei varsinaisesti ole olemassa suoraa koulutusta, vaan ammattitaito hankitaan ajan kuluessa. Usein työmaalla joudutaan myös soveltamaan aiemmin hankittua ammattitaitoa. Jos joudutaan esimerkiksi pikaisella aikataululla korjaamaan jotakin kohdetta, ei voida suorittaa varsinaista suunnittelu-prosessia, vaan käytännössä tarvittavat toimenpiteet suunnitellaan asiakkaan

kanssa yhteistuumin. Tässä suhteessa työmaalla käytettävissä olevissa resursseissa tulisi olla liikkumavaraa, jotta tällaiset ennalta arvaamattomat työt pystyttäisiin suorittamaan siten, että asiakkaan luottamus säilytetään.

## 1.2 Teknisen muurauksen työt

Teknisessä muurauksessa suoritettavat työt eivät ole aivan yhtä laajoja kuin yleisesti rakennusosalalla, mutta kuitenkin huomattavasti monimuotoisempia kuin tavallisen muurauksen työt. Korkeita lämpötiloja kestävä uunit ovat teknisen muurauksen pääsääntöisiä työkohteita. Tästä johtuen materiaalit ovat erikoisia ja alalla toteuttajia ei ole yhtä paljon, asiakaskunnan koosta johtuen. Pitää siis pystyä suorittamaan monenlaisia töitä samalla työntekijäkapasiteetilla.

Osassa korjauskohteita sama yritys tekee sekä purkutyöt, että uusien vuorausten asennuksen. Poikkeuksena ovat sellaiset kohteet, joissa vanhan vuorauksen takana on metalliosia, joita ei saa vahingoittaa, ja tällöin asiakas yleensä tilaa paikalle erikseen yrityksen, jolla on vesipiikkauskalusto. Purkutöissä huomioitavaa on, että joskus tehdään töitä toisten yläpuolella, ja tällöin tulee varmistaa, että purkujätteet eivät putoa. Aiemmin teknisen muurauksen alalla käytettiin paljon paineilmalla toimivia piikkauspysyjiä, mutta nykyään on siirrytty käyttämään yhä enemmän sähkökoneita, koska niiden teho on kehittynyt viime vuosina merkittävästi. Sähkökoneet ovat myös käyttöturvallisuuden kannalta parempia kuin vanhemmat paineilmakäyttöiset koneet. Purkujätteen poistaminen vie tällä alalla paljon aikaa ja kuluttaa työntekijöitä fyysisesti, sillä isoilla koneilla ei usein pääse lähelle kohdetta, vaan suurin osa työstä suoritetaan työntekijöiden voimin.

Kuten alan nimestä voi päätellä, osa työstä on muurausta sanan varsinaisessa merkityksessä. Nimitys saattaa suurimmaksi osaksi johtua siitä, että korkeita lämpötiloja sitomaan tehdyt rakenteet tehdään pääsääntöisesti muuraamalla. Mutta jos ajatellaan itse muuraustyötä, joka koostuu yleismerkityksessään tiilien yhteen muuraamisesta laastin avulla, on se kuitenkin tällä alalla suhteessa melko pieni työtapa. Muuraus itsessään kestää hyvin lämpöä ja sen vaihtelua. Teknisessä muurauksessa on paljon muuttujia, joiden vuoksi on kehitetty uusia ja tehokkaampia materiaaleja ja



työtapoja, joiden avulla rakenteet kestävät tavallista muurausta paremmin. Näihin työtapojen ja materiaalien uudistuksiin vaikuttavat esimerkiksi seuraavat syyt:

- kemikaalien vaikutus rakenteisiin
- monimuotoiset rakenteet
- useampien materiaalien käyttö samassa rakenteessa
- töiden suorituksen nopeuttamisen tarve
- rakenteiden lämpöliike
- prosesseista johtuva mekaaninen rasitus
- materiaalivalmistajien uudet tuotteet.

Suurin osa teknisen muurauksen töistä tehdään nykyään massaamalla. Tässä yhteydessä massaaminen tarkoittaa sekä valutyötä että käsimassausta. Molempia käytetään työkohteesta riippuen. Uusien materiaali-innovaatioiden johdosta molempia näistä työtavoista on pystytty parantamaan ja kehittämään. Valutöissä kyseessä on samankaltainen työvaihe kuin betonointitöissä. Käsimassauksessa asennettavan materiaalin koostumuksen tulee olla sellainen, että se pysyy asennuspaikassa ilman muuttia. Massauksia voidaan tehdä myös ruiskuttamalla, mutta tästä kerrotaan lisää myöhemmässä vaiheessa.

Kuten aiemmin on mainittu, suurin osa töistä tehdään massaamalla. Jos kyse ei ole käsimassauksesta, valuissa tarvitaan muotteja. Yhden ison kokonaisuuden alan töistä muodostaa siis muotitus. Työkohteesta ja ennakkotiedoista riippuen muotit joko tehdään ennakkoon tai sitten ne valmistetaan työmaalla. Rakenteiden monimuotoisuus ja mittatarkkuus asettavat muottien valmistukselle tarkat laatuvaatimukset. Ylimääräistä tilaa muottien asentamiselle on harvoin, joten mittojen pitää olla tarkkoja. Joskus muotit pitää viedä työkohteeseen pienemmissä osissa ja tämän vuoksi muottien tekijällä tai teettäjällä pitää olla tietotaitoa siitä, millaiseen kohteeseen muotit ovat menossa.

Osa vaikeasti muotitettavista kohteista tehdään ruiskuttamalla. Tässä työssä pätee samanlaiset työvaiheet kuin tavallisessa betoniruiskutuksessa. Usein ruiskutuskaluston saaminen lähelle työkohdetta on vaikeaa ja pitää ottaa huomioon myös materiaalin saaminen ruiskutus koneen viereen. Näistä syistä johtuen kaluston kunnon

täytyy olla hyvä ja koneiden käyttäjien ammattitaitoisia, jotta toimintahäiriöt vältetään ja laadukas työn jälki pystytään takaamaan. Ruiskutustöitä voidaan tehdä myös niin sanottuna märkäruiskutuksena. Tässä työtavassa asennettava massa lähtee jo ruiskukoneelta valmiina, kun taas normaalilla kalustolla kuiva massa ja vesi sekoituvat vasta asennuskohteessa. Tällä työtavalla voidaan paremmin valvoa massan sekoittuminen ja tätä kautta varmistua valmistuvan valun laadusta. Tästä työtavasta käytetään nimitystä spraycasting tai shotcreating.

Jos työkohteesta on ennalta saatavilla riittävän tarkat tiedot, voidaan osa rakenteista tehdä myös elementtiasennuksilla. Elementtiasennuksen etuna on, että ne voidaan esilämmittää ja niistä voidaan poistaa kaikki kidevesi, joka usein aiheuttaa rakenteiden halkeilua prosessituotannon lämmitysvaiheessa. Jos päädytään käyttämään elementtejä, on ensiarvoisen tärkeää, että voidaan työskennellä hyvissä työoloissa. Elementit ovat materiaali- ja painavien vuoksi usein painavia ja niiden kuljettaminen ahtaisiin ja vaikeakulkuisiin paikkoihin on fyysisesti raskasta. Elementtien koko on riippuvainen siitä, voidaanko siirrossa ja asennuksessa käyttää hyödyksi koneita. Jos asennus joudutaan toteuttamaan kokonaan miestyövoimalla, elementtien koko jää pieneksi ja rakenteeseen tulee paljon saumoja. Tämä muodostuu joskus ongelmaksi, jos prosessissa on mukana kemikaaleja tai rakenteiden välissä mahdollisesti virtaavia kaasuja. Ne kulkeutuvat rakenteiden lävitse saumoista. Mitä enemmän saumoja on, sitä suurempi on mahdollisuus, että kemikaalit tai kaasut kulkeutuvat materiaalikerrosten läpi syövyttäen ulompia kerroksia, jotka eivät kykene vastustamaan niitä niin hyvin.

### **1.3 Oma suhde alaan ja yritykseen**

Oman työhistoriani aikana olen pääsääntöisesti työskennellyt teknisen muurauksen parissa. Ensimmäiset työkokemukseni alalta ovat vuodelta 2004. Olen siis seurannut läheltä alan kehitystä. Omasta mielestäni alaan liittyvä tietotaito on aina kulkeutunut sukupolvelta toiselle, ilman että varsinaisesti olisi tehty dokumentointia jo saaduista tiedoista ja kokemuksista. Suurin syy tähän on mielestäni kiireinen aikataulu työmaiden suhteen. Alan sesonkiaika keskittyy kesään, jolloin lyhyellä aikavälillä tulisi toteuttaa suurin osa asiakkaiden vuosittaisista korjaustöistä.

Yritystasolla olen työskennellyt aiemmin Termorak Oy:ssä, jonka Calderys Finland Oy sittemmin yrityskaupalla osti. Sen jälkeen olen työskennellyt Calderys Finland Oy:n alaisuudessa. Yritysten sisällä olen toiminut monenlaisissa eri tehtävissä, alkaen teknisen muurarin apumiehestä jatkuen aina työmaasta vastaavaan työnjohtajaan.

Alasta mielenkiintoisen tekee se seikka, että jokainen työkohte on omanlaatuisensa. Vaikka työskenneltäisiin toimintaperiaatteeltaan lähes identtisisissä työkohteissa, asiakkaan käyttötavat määrittävät valmistuksen työtavat, materiaalit ja huoltotarpeen.

#### **1.4 Omat ideat ja havainnot laskentapohjan toteutukseen**

Oman työhistoriani aikana olen nähnyt monenlaisia eri työkohteita. Tämän vuoksi minulla on laaja-alainen näkemys siitä, millaisia eri muuttujia laskentamalliin tulisi ottaa huomioon. Lähes jokaisella työkohteella on olemassa erityispiirteitä, jotka vaikuttavat olennaisesti tietynlaisten työtehtävien suorittamiseen tehokkaasti. Otetaan esimerkiksi vaikkapa ruiskutustyö. Jos työskennellään ihanteellisissa olosuhteissa tätä työtä ajatellen, on kohteen lähetyvillä vesipiste ja paineilmapiste. Myös ilman kierto itse asennuskohteessa on näkyvyyden kannalta oleellista. Jos taas olosuhteet ovat päinvastaiset, on sillä oleellista vaikutusta työn suorittamisen aikatauluun ja miehistötarpeeseen.

Järjestelmän luotettavuuden ja kattavuuden varmistamiseksi olisi mielestäni aiheellista käsitellä jokainen kohde siitä vastaavan työnjohtajan kanssa. Heillä on paras näkemys siitä, mitkä seikat vaikuttavat oleellisesti työnteon nopeuteen ja tehokkuuteen kussakin kohteessa. Tätä ajatellen myös saataisiin kriittistä tietoa, jonka avulla voitaisiin helpommin toteuttaa työkohteita, joissa on ollut sama työnjohtaja jo useita vuosia. Toisin sanottuna kantapään kautta opittu tieto saataisiin siirrettyä eteenpäin.

Laskentapohjan myöhemmin tapahtuvan päivittämisen kannalta pitäisi yrityksessä muuttaa myös käytännön asioita. Näistä erimerkkinä on muun muassa tarkempi projektien tarkastelu sekä niiden aikana, että jälkeen. Kaluston kunnon ja työntekijöiden ammattitaidon luokittelu saattaisi myös olla aiheellista.

## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Imerys

Imerys on kansainvälinen yritys, jonka toimialakokonaisuus rakentuu teollisuuden tuotteiden eri jalostusvaiheista. Yritys tarjoaa kokonaisvaltaisia palveluja teollisuuden eri tuotantovaiheisiin. Karkeasti jaoteltuna tuotantovaiheita ovat mineraalien louhinta, jalostus ja tuotteiden valmistus. Kaikilta näiltä tuotantovaiheilta Imerys tarjoaa palveluita asiakkailleen aina mineraaleista valmiisiin tuotteisiin ja kokonaisuuksiin saakka. Tarkemmin katsottuna seuraavat toimialat kuuluvat Imerysin organisaation piiriin: rakennusteollisuus, koristemateriaaliteollisuus, metalliteollisuus, paperiteollisuus, autoteollisuus, pakkausvälineteollisuus, energiateollisuus, ruokateollisuus, elektroniikkateollisuus, hygieniatarviketeollisuus sekä muut pienemmät teollisuuden alat. Lukuina ilmaistuna Imerys on maailmanlaajuinen yritys, jolla on 14 900 työntekijää 50 eri maassa, 234 erilaisessa teollisuuskohteessa. Taloudellisesta suuruudesta kertovat yli 3,5 miljardin euron myynti ja lähes 500 miljoonan euron liikevoitto. Yrityksen tärkeimpiä tulevaisuuden tavoitteita ovat maantieteellinen kasvu ja tuotekehitystyön jatkuva parantaminen. (Bequet 2015.)

### 2.2 Calderys (Global)

Calderys on maailman johtava teknisen muurauksen palveluita tarjoava yrityskokonaisuus. Sen organisaatioon kuuluu yli 2 600 työntekijää 31 eri maassa. Tämä takaa kokonaisvaltaisen markkina-aseman ympäri maailmaa ja mahdollistaa yhteistyön muiden maailmanlaajuisten suuryrityksien kanssa. (Liisanantti 2015.)

Calderys on perustettu vuonna 2005, kun Imerys fuusioi Lafargen ja Plibricon liiketoiminnot yhteen. Yrityksen juuret ulottuvat moniin eri yrityksiin, kuten esimerkiksi Höganäs-konserniin Ruotsiin, jossa tulenkestävien materiaalien valmistus on aloitettu 1800-luvulla. (Liisanantti 2015.)

Yrityksellä on 3 tuotannon kehityskeskusta ja 11 suunnittelukeskusta. Näiden innovatiivisten laitosten olemassaolo mahdollistaa jatkuvan tuotekehityksen ja työtapojen kehityksen entistä turvallisempaa ja tehokkaampaa työympäristöä kohti. Suunnittelussa eri maissa sijaitsevat keskuksat tekevät yhteistyötä ison mittakaavan projekteissa. Tämä mahdollistaa yrityksen eri yksiköiden toiminnan kehittymisen ja organisaation sisäisen oppimisen ja tiedon jakamisen. (Liisanantti 2015.)

18 oman organisaation piiriin kuuluvaa, 16 eri maassa sijaitsevaa, tuotantolaitosta takaavat jatkuvan materiaalin saannin asiakkaiden tarpeiden täyttämiseksi. Yrityksellä onkin kattava materiaalivalikoima asiakkaiden vaatimusten täyttämiseksi. Kun käytettävät materiaalit tulevat oman organisaation sisältä, niiden tuntemus ja tuotetestaus on taattu. Tämä takaa erinomaisen laadun lopputuotetta ajatellen. (Liisanantti 2015.)

### **2.3 Calderys Nordic AB**

Calderys Nordic AB on Calderysin Ruotsissa toimiva tytäryhtiö. Yrityksellä on Ruotsissa kaksi massatehdasta sekä yksi kaivos. Näiden lisäksi yrityksen sisällä toimii projektien ja materiaalien myyntiä varten myyntiorganisaatiot. Tehtaat sijaitsevat Höganäsissa ja Åmålissa. Höganäsin tehtaalla valmistetaan pääasiallisesti alumiinipohjaisia valu- ja ruiskumassoja Pohjoismaiden alueelle. Åmålin tehtaalla valmistetaan piidioksidipohjaisia tuotteita valimoteollisuudelle. (Liisanantti 2015.)

### **2.4 Calderys Finland Oy**

Calderys Finland Oy on Suomessa toimiva suurin tulen- ja haponkestävien materiaalien myyntiin ja asennukseen erikoistunut yritys. Yrityksellä on toimipisteet Vantaalla, Lempäälässä ja Turussa. Työntekijöitä Calderysillä on Suomessa noin 110, joista toimihenkilöitä on noin 20. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2015 noin 23 miljoonan euron luokkaa. (Liisanantti 2015.)

## 3 TARVESELVITYS

### 3.1 Tarkastelun laajuus

Tässä opinnäytetyössä käsitellään teknisen muurauksen jokainen osa-alue erillisenä yksikkönä ja tehdään niille laskentamalli. Tarkoituksenmukaista on myös pitää tarkastelun laajuus teknisen muurauksen alan sisällä eikä liikaa liitä sitä yleisesti rakennusalaan. Työskentelyolosuhteet ovat teknisessä muurauksessa poikkeukselliset verrattuna normaaliin rakentamiseen. Aika ajoin joudutaan työskentelemään esimerkiksi likaisessa työympäristössä ja tehdasolosuhteissa, missä tuotantoprosessi on käynnissä.

Itse laskentamallissa olisi järkevää pitää tiedon määrä rajallisena, jotta siitä ei tulisi liian vaikeaselkoinen. Kaikkien asiakkaiden tarpeisiin liittyvät työtehtävät tulisi saada tarkastelun piiriin huomioiden mahdollisimman tarkasti muuttujat, mutta pitäen järjestelmän kuitenkin riittävän selkeänä.

### 3.2 Urakkalaskentapohjan tarve yritykselle

Yrityksen projektipäälliköt laskevat kaikki urakkalaskennat omalla tavallaan, eikä yhtenäistä laskentamallia ole olemassa. Tarkoituksena on luoda kaikkia projektipäälliköitä palveleva malli, jonka käyttö on yksinkertaista ja mahdollistaa projektipäälliköiden työskentelyn myös toistensa projektien parissa. Tämän toteuttaminen olisi yhtenäisellä laskentamallilla mahdollista.

Laskentapohjan avulla pystyttäisiin arvioimaan kiireellisten hätäkorjausten aikatauluja ja miehistötarvetta entistä nopeammin ja tarkemmin. Tämä ominaisuus palvelisi myös vuosittaisissa korjauskohteissa, sillä usein korjauksien laajuutta ei tiedetä etukäteen, vaan sen tarve arvioidaan ennen varsinaisten korjaustöiden alkua. Jos laskentapohjasta tulisi tarkoituksenmukainen työkalu, pystyttäisiin miehistön tarve suhteuttamaan annettuun aikatauluun tarkastelemalla korjattavia kohteita, niiden laajuutta ja olosuhteiden vaativuutta.

Laskentapohjan pääkäyttötarkoitus on helpottaa yrityksen projektipäälliköiden työtuntien laskemista erilaisissa projekteissa. Jos järjestelmästä tulee toimiva ja yleisesti yrityksen sisällä käytetty työkalu, se avaa mahdollisuuksia myös projektien jälkitarkasteluun. Järjestelmää pystytään tarkentamaan ja päivittämään saatujen kokemusten perusteella toteutuneista projekteista. Näiden tietojen avulla järjestelmästä voidaan luoda alati tarkentuva ja erilaisia muuttujia huomioon ottava. Yhteisen järjestelmän avulla voidaan luoda uusia toimintamalleja projektien jälkitarkastelua varten, kun tiedetään, millä perusteilla alkuperäiset projektiin liittyvät laskelmat on toteutettu.

## 4 SOVELLETTAVA TEORIA

### 4.1 Rakennusalan urakkalaskennan perusluvut

Teknisestä muurauksesta ei ole järkevää yrittää muodostaa yhtä yksityiskohtaisia lukuja, kuin normaalin rakennusalan työvaiheista. Rakennusalan tuotekorteista oleellinen asia ovat kuitenkin kertoimet kulutetulle ajalle suhteessa vallitseviin olosuhteisiin ja työn määrään. Kokonaisvaltaisesti tässä urakkalaskentajärjestelmässä kannattaa käyttää yhtä työkokonaisuutta kuvaavaa lukuarvoa, jota sitten voi suurentaa tai pienentää tekijät, joita kuvataan kertoimilla.

Jos ajatellaan järjestelmän toimivuutta pitkällä tähtäimellä, ideaali tilanne olisi, että teknisen muurauksen toimialalle saataisiin luotua oma rakennustuotekortiston kaltainen järjestelmä. Tämä siksi, että pystyttäisiin ottamaan huomioon kaikki työn kannalta kriittiset tekijät, eritoten työturvallisuuden kannalta. Tämä kuitenkin vaatisi pitkäaikaista seuranta.

### 4.2 Teknisen muurauksen erityispiirteet

Suurin osa teknisen muurauksen työnteosta tapahtuu korjauskohteissa. Korjausalueiden suuruuden ja kohteiden arviointi ennalta on useimmissa tapauksissa mahdollista. Esimerkkinä tästä on vaikkapa lämpölaitoksen tulipesä, jota ei käytön aikana pääse tarkastelemaan, vaan arviot tehdään, kun kohteen lämpötila on riittävästi laskenut ennen työn aloitusta. Joskus vaurioita rakenteille aiheuttaa myös lämpötilojen muutos. Tästä johtuen kohteiden käyttöönotto ja niiden valmistelu huoltoa varten saattaa aiheuttaa vaurioita. Tämä seikka on sinänsä ongelmallinen, että juuri korjattukin rakenne saattaa rikkoutua. Useimmiten tähän on syynä rakenteesta haihtumaton kidevesi, joka poistuu rakenteesta nopean lämpenemisen seurauksena liian nopeasti.

Suurin osa teknisen muurauksen töistä tapahtuu alueilla, joissa teollisuus on vaikuttavana tekijänä. Tästä johtuen kohteisiin pääsy ja niissä liikkuminen ja työskentely on ajoittain haastavaa. Joissakin tapauksissa joudutaan työskentelemään myös



prosessituotannon ollessa käynnissä. Tässä tapauksessa työturvallisuuden ja sitä kautta työn vaatiman ajan huomioiminen on erityisen tärkeää.

### **4.3 Yrityksen toimialojen erityispiirteet**

Jokaisella erillisellä toimialueella on omat piirteensä, jotka aiheuttavat muuttujia työaikoja laskettaessa. Alakohdissa käsitellään kunkin toimialan yleiset tiedossa olevat erityispiirteet, jotka vaikuttavat työaikoja laskettaessa.

#### **4.3.1 Paperi-, sellu- ja sementtiteollisuus**

Pyörivissä uuneissa purkutöitä tehdään nykyään harvemmin enää oman miehistön voimin. Purkukohteena pyörivä uuni on yksinkertainen verrattuna muihin teknisen muurauksen kohteisiin ja tämän vuoksi purku yleensä toteutetaan käyttäen tarkoitukseen sopivaa robottipurkukalustoa. Koneellinen purku on järkevää myös siksi, että pyöreää uunia purettaessa vanhan vuorauksen putoaminen uunin yläosasta saattaisi aiheuttaa henkilövammoja. (Vilo 2015.)

Uutta vuorausta tehtäessä työn edistymisen kannalta kriittistä on materiaalin siirto työkohteeseen uunin sisälle. Myös vallitsevat olosuhteet uunin sisällä vaikuttavat materiaalin siirron nopeuteen. Jos uunissa on sisällä vielä jäämiä prosessista, materiaalin kuljettaminen uunin sisällä vaikeutuu huomattavasti ja vie enemmän aikaa. (Vilo 2015.)

Uunit huolletaan osissa, eikä niissä usein tehdä laajoja korjaustöitä kerralla. Tämän vuoksi jokaisesta uunista on olemassa dokumentointi, josta selviää huoltohistoria siitä, milloin uunin osat on uusittu ja millaisia korjauksia tehdään vuosittaisessa huoltoseisakissa. Myös kulutuspiintojen mitatut materiaalivehvuudet merkitään uunin dokumenttiin, jotta kulumista voidaan seurata ja päättää, mitkä osat korjataan seuraavaksi. (Vilo 2015.)

Näissä töissä aikataulu on usein kiireinen ja työryhmän ammattitaito on tärkeä osa onnistumista. Kilpailu tällä osa-alueella on suhteellisen kovaa, joten epäonnistumisiin ei juurikaan ole varaa. Tämän vuoksi kokemattoman ja ammattimaisen työryhmän lähettämisestä kohteeseen tulee kriittinen osa-alue. (Vilo 2015.)

#### 4.3.2 Kemian- ja petrokemianteollisuus

Tällä alalla työntekoalueet ovat tarkoin rajattuja. Materiaalin säilyttäminen, sähkön käyttö ja muutoinkin työmaan järjestelyt poikkeavat normaaleista olosuhteista. Eri-laisten linjastojen tuntemista edellytetään turvalliseen työskentelyyn tehdasalueilla, ja siellä kulkee paljon erilaisia linjastoja, jotka ovat osa prosessia, eikä niitä ole tarkoitettu huoltotoimiin. Näistä seikoista johtuen työskentely alueilla edellyttää usein yksityiskohtaista turvallisuusperehdytystä yleisen työturvallisuuskortin lisäksi. (Julin 2015.)

Kuten toimialan nimityksestä voi päätellä, tehdasalueilla käsitellään myös terveydelle haitallisia ja vaarallisia kemikaaleja. Jokaiseen työkohteeseen mentäessä täytyy varmistaa, että kohteessa on mitattu happipitoisuus ja muiden kaasujen määrät. Suljetuissa tiloissa on aina käytettävä happimittaria, sillä osassa linjastoja saattaa olla jäämiä kaasuista tai inhimillisestä erehdyksestä johtuen jotkin **sokeoinnit** ovat voineet jäädä tekemättä. Linjastoissa saattaa kulkea happea syrjäyttäviä kaasuja, jotka aiheuttavat tukehtumisen. (Julin 2015.)

Toimialalle yleisenä piirteenä on tehdasalueiden suuri koko. Tämä tulee ottaa huomioon, kun mietitään materiaalien kuljetusta ja työntekijöiden menoa työkohteisiin. Prosessialueilla on harvoin riittävästi varastointitilaa materiaaleille ja riittäville työkaluille. Tästä johtuen pitää suunnitella erityisen tarkkaan, mitä materiaaleja ja työkaluja on kriittistä säilyttää työkohteen välittömässä läheisyydessä ja mitä voidaan varastoida kauempana sijaitseviin varastoihin. Ahtaista ja rajallisista kuljetusreiteistä johtuen logistiikan merkitys korostuu, sillä toisena päivänä auki ollut kuljetusreitti saattaa tukkeutua seuraavana päivänä, joten materiaalien saanti työkohteessa pitää aina suunnitella etukäteen ja varautua mahdollisiin keskeytyksiin materiaalivirroissa. (Julin 2015.)

Jos alueilla suoritetaan mittavampia huoltotoimenpiteitä, on toimijoita yleensä useita. Tämä tarkoittaa, että erilaisia huoltotöitä saattaa olla suorittamassa jopa satoja työntekijöitä eri yrityksistä. Kaikkien toimijoiden töiden yhteensovittaminen saattaa joskus olla vaikeaa ja täytyy varautua siihen, että kaikkia etukäteen sovittuja töitä ei päästäkään suorittamaan niin kuin niistä asiakkaan kanssa on sovittu. (Julin 2015.)

### **4.3.3 Jätteenpoltto**

Ekokemin Riihimäen tehtaalla poltetaan ongelmajätettä. Näissä polttouuneissa on terveydelle vaarallisten aineiden jäämiä. Tästä johtuen laitoksessa työskennellessä **HSE**-välineisiin kiinnitetään erityisen tarkkaa huomiota. Asiakas tarjoaa tässä suhteessa hyvät puitteet henkilökohtaisten suojainten käytössä, sillä heillä on erikseen suunnitellut tilat, missä työvaatteet vaihdetaan ennen työmaalle menoa ja sieltä poistuttaessa. Tällä estetään terveydelle haitallisten aineiden ihoaltistukset sekä niiden kulkeutuminen tehdasalueelta pois. (Naapila 2015.)

Työaikoja ajateltaessa työturvallisuuden erityinen huomiointi täytyy siinä mielessä ottaa huomioon, että työvarusteiden vaihto vie enemmän aikaa, kun normaalisti. Myös taukojen määrää ja aikaa täytyy harkita, jotta säästetään aikaa ja pystytään käyttämään työaika tehokkaasti hyödyksi. Suojavarusteiden käyttäminen työkohteessa lisää myös fyysistä rasitusta ja työteho ei välttämättä tämän vuoksi ole niin korkea kuin muissa kohteissa. (Naapila 2015.)

### **4.3.4 Rauta- ja terästeollisuus**

Tämän toimialan uunit koostuvat lähinnä erilaisista lämpökäsittelyuuneista ja sulatusuuneista. Näissä uuneissa on erityisen korkeat lämpötilat. Uunien rakenneratkaisut ovat nykyaikana muuttuneet lähemmäs teknisen muurauksen yleisiä rakenneratkaisuja, mutta niin sanottuja villauuneja käytetään edelleen niiden hyvän lämpötilojen muutoksien sietokyvyn vuoksi. (Liisanantti 2015.)

Määräävänä tekijänä aikatauluihin on asiakkaan päättämät huoltokatkot tehtailla ja tehtävien huoltotoimien laajuus määräytyy sen mukaan. Eli jos töitä on enemmän suhteessa käytettävään aikaan, osa töistä jätetään suorittamatta, jotta huoltokatkon pituus säilyy ennallaan ja tuotanto saadaan käyntiin suunniteltuna ajankohtana. (Liisanantti 2015.)

Yleisesti ottaen projekteissa tulee aina muutoksia työkohteiden laajuuteen, ja aikataulussa pysyminen saattaa olla vaikeaa, vaikka käytössä olisikin riittävästi työntekijäkapasiteettia ja työvälaineitä. Joissakin tapauksissa asennettavia osia pystytään valmistamaan etukäteen, jolloin työolosuhteet ovat erittäin hyvät ja kiireistä aikataulua pystytään helpottamaan. Yleisempää on kuitenkin, että joudutaan työskentelemään itse kohteessa huollon aikana ahtaissa ja likaisissa olosuhteissa. (Liisanantti 2015.)

Tällä toimialalla on pitkät perinteet. Kohteet ovat varsinkin Suomessa vanhempia tuotantolaitoksia ja uusia kohteita tehdään harvemmin. Vanhoissa kohteissa pölyisyys on varsin tavallista, sillä projektituotannossa syntyy pölyä ja suuret työkoneet tehdasalueilla levittävät sitä helposti joka puolelle. Isoilla tuotantolaitoksilla on erittäin tavallista, että kaikkia prosessin kohteita ei korjata samaan aikaan, vaan tehdään huoltoja pienemmissä kokonaisuuksissa. Tästä johtuen usein joudutaan työskentelemään alueilla, joilla tuotantoprosessit ovat osittain käynnissä. Tämän vuoksi pitää kiinnittää erityisesti huomiota työjärjestelyihin ja työturvallisuuteen. (Liisanantti 2015.)

#### **4.3.5 Energiantuotanto**

Kattilatöissä tärkein erityispiirre on työmaan eri kohteiden korkeuserot, minkä vuoksi kattilatöissä tarvitaan paljon kalustoa ja miehistöä, jos tehdään uutta tai mittavasti korjataan vanhaa kohdetta. Verrattuna muihin toimialoihin kattilatöissä huolto on otettu hyvin huomioon. Varsinkin pitkään toiminnassa olleissa laitoksissa on ymmärretty huollon ja sen tekemisen helppouden tärkeys. Tästä johtuen esimerkiksi laitosten keskuspölynimureiden ja paineilmalinjojen haaroitukset on sijoitettu huollon kannalta järkeviin sijainteihin. (Nyqvist 2015; Kyyrönen 2015; Niemelä 2015; Pitkänen 2015.)

Korkeuseroista johtuen kriittiseksi tekijäksi muodostuu materiaalien saaminen asennuskohteisiin. Työn eteneminen on usein riippuvainen varastointitilojen suuruudesta ja materiaalien nostamiseen käytettävien laitteiden kapasiteetista. Jos käytössä on esimerkiksi yksi hissi ja pienet varastointitilat työkohteen läheisyydessä, hissien toimintahäiriö saattaa muodostua kriittiseksi työn aikataulua ajateltaessa. Usein työkohteita on useita ja materiaalia täytyy viedä useampaan kohteeseen. Työkalut säilytetään yleensä yhdessä paikassa, mistä niitä noudetaan ja viedään tarpeen mukaan työkohteisiin ympäri tuotantolaitosta. (Nyqvist 2015; Kyyrönen 2015; Niemelä 2015; Pitkänen 2015.)

Laitosten huolto hoidetaan pääsääntöisesti vuosihuolloissa, joiden sisältö suunnitellaan ennakkoon. Siihen kuuluu yleensä sekä muuraus- että metallitöitä. Molempiin on omat urakoitsijat, jotka tekevät yhteistyötä aikataulujen suhteen ja neuvottelevat asiakkaan kanssa mahdollisista muutoksista. Jokaiseen vuosihuoltoon on olemassa korjaussuunnitelmat, joiden mukaan tehdään töitä. Lähes poikkeuksetta jokaisessa huoltoseisakissa kuitenkin tulee vastaan myös sellaisia paikkoja, joiden korjausta ei ole etukäteen suunniteltu, vaan ne ovat rikkoontuneet käytön aikana. Näitä töitä varten pitää varautua ottamalla työmaan alussa tietynlainen reservi materiaaleja ja työntekijöitä. Yleensä korjattavaa löytyy ympäri kohdetta, koska mekaanista rasiusta kohdistuu kulutuspinna materiaaleihin laitoksen käytön aikana. Tämä aiheuttaa kulumista rakenteissa. Nämä kohdat, joissa kulutus on erityisen suurta, tiedetään pääsääntöisesti jo tuotantolaitoksen rakennusvaiheessa, mutta pienetkin muutokset prosessiajon virtauksissa saattavat aiheuttaa ennalta arvaamatonta kulumaa myös muissa osissa. (Nyqvist 2015; Kyyrönen 2015; Niemelä 2015; Pitkänen 2015.)

#### **4.4 Yrityksen sisäiset asiakirjat**

Asiakirjoista selvisi useanlaisia eri tapoja laskea työtunnit. Laskelmat sinänsä olivat paikkansa pitäviä, mutta ongelmana on ollut se seikka, että jokaisella projektipäälliköllä on oma näkemyksensä työkohteesta ja vallitsevista olosuhteista.

Ongelmalliseksi asiakirjojen hyödyntämisen itse laskentajärjestelmässä tekee se, että laskelmat ovat suurpiirteisiä eikä niistä ole tehty minkäänlaisia jälkilaskelmia.

Työkohteen kokonaisuudelle pystyisi laskemaan tunnit päiväkirjojen avulla, mutta lähes poikkeuksetta suuremmissa projekteissa on käynnissä useita eri työkohteita, joiden etenemää ei erikseen yksityiskohtaisesti seurata.

Tulevaisuutta ajatellen seurannan vuoksi pitäisi luoda kattavampi työmaapäiväkirja-järjestelmä, josta olisi hyötyä myös työmaalla toimivalle työnjohtajalle. Hänelle olisi hyödyksi, jos työmaan etenemää pystyisi seuraamaan reaaliajassa työmaalla sekä asennettujen materiaalien että käytettyjen työtuntien suhteen. Jos tällainen järjestelmä pystyttäisiin luomaan ja ottamaan tehokkaasti käyttöön, työmaan reaaliaikainen seuranta helpottuisi ja työtuntien jälkilaskelmia ei tarvitsisi tehdä, vaan pelkkä palaveri niistä riittäisi, koska tarvittava informaatio löytyisi työn aikana pidetyistä asiakirjoista.

## 5 TIEDONKERÄYS

### 5.1 Projektipäälliköiden haastattelut

Haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää urakkalaskennan perusteiden nykytila ja projektipäälliköiden toiveita uuden laskentajärjestelmän suhteen. Kaikille projektipäälliköille esitettiin seuraavat kysymykset:

- Millä tavalla olet tähän mennessä laskenut tarjousten miehistötuntien osuudet?
- Mihin laskennoissa käytetyt lukuarvot perustuvat?
- Millaiset seikat vaikuttavat käytettyjen lukuarvojen muutoksiin?
- Millaisia erityispiirteitä sinun toimialasi kohteissa on, jotka vaikuttavat käytettyjen työtuntien määrään?

Haastatteluissa oli tarkoitus saada mahdollisimman paljon historiatietoa ja lukuarvoja, joiden perusteella uutta laskentajärjestelmää pystyisi luomaan. Alkuperäisenä olettamuksena oli, että historiatietoja löytyisi runsaasti kirjallisena. Näistä olisi sitten helppo karsia pienemmät projektit pois ja keskittyä suurempiin projekteihin, joissa muuttujia olisi mahdollisimman paljon.

#### 5.1.1 Paperi-, sellu- ja sementtiteollisuuden uunit

Toimialana pyörivät uunit eivät ole vuosien saatossa juuri muuttunut. Tästä johtuen alalla on vahva tietotaito perustuen aiemmin toteutuneisiin projekteihin. Materiaali-valmistajat pyrkivät luomaan uusia, toimivampia rakennekokonaisuuksia, joita voitaisiin kokeilla ja samalla pidentää uunien huoltoväliä. Pitkästä kokemuksesta johtuen pyörivien uunien laskentatavat ovat hyvin kehittyneitä eikä niihin tarvitse luoda erillistä uutta järjestelmää, vaan voidaan pysytellä aiemmassa järjestelmässä. Osa alan töistä tehdään vuosisopimuksen alaisena, eli korjauksiin tehdään kyllä laskelmat, mutta urakoitsija valitaan aina vuodeksi kerrallaan, ei projektikohtaisesti. (Vilo 2015; Naapila 2015.)

### 5.1.2 Kemian- ja petrokemianteollisuuden uunit

Tällä hetkellä laskenta tälle alueelle perustuu pitkälti historiatietoihin. Sähköisessä muodossa ei ole laskentaperusteita, vaan tarjoukset tehdään kirjallisten laskelmien perusteella. Asiakaskunta keskittyy muutamaaan suurempaan asiakkaaseen, joten suhteiden ylläpito ja työntekijäkapasiteetti vaikuttavat vahvasti projektien toteutukseen. Uunit ovat melko erilaisia, mutta kaikissa rakenneratkaisut ovat periaatteiltaan samanlaisia, ainoastaan rakennepaksuudet vaihtelevat. Korjauksien suunnittelussa päätökset tekee lähinnä asiakas. Korjaussuunnitelmat tehdään piirustusten perusteella ja asiakkaan pitämän kirjanpidon mukaan. Pitkien asiakassuhteiden ansioista nykyään myös korjauksia toteuttavan yrityksen henkilöstöltäkin pyydetään mielipiteitä olemassa olevien rakenteiden korjaustarpeista. (Julin 2015.)

Projektien kokonaishallinta on tärkeää, sillä työkohteita on usein monta. Vaikka kohteet eivät laajuudeltaan välttämättä ole kovin suuria, niihin kuitenkin tarvitaan aina materiaalit, työkalut ja miehistö. Jos pieniä kohteita on paljon, tarvikkeiden ja työntekijöiden on liikuttava paljon ja jokaisessa paikassa työturvallisuus on ehdottoman tärkeää. Usein kun vaihdetaan työkohdetta monta kertaa, työturvallisuus saattaa jäädä vähemmälle huomiolle ja tästä aiheutuu vaaratilanteita. Materiaalien ja työntekijöiden reitit täytyy suunnitella etukäteen, jotta viivästyksiä töissä ei tulisi. (Julin 2015.)

Johtuen siitä, että asiakkaat tällä alalla ovat suuria, myös asiakirjojen tekeminen ja niissä sovitusta asioista kiinni pitäminen on ensiarvoisen tärkeää. Kun ollaan tekemisissä suuren asiakkaan kanssa, ollaan automaattisesti tekemisissä suuren organisaation kanssa. Runsas henkilöstömäärä vaatii paljon asiakirjoja, jotta informaatio pystytään helposti ja tehokkaasti jakamaan eteenpäin kaikille asianosaisille tahoille. Suullisten sopimuksien tekeminen on toki sallittua ja suotavaakin, mutta kaikista sopimuksista tulisi kulkea informaatio kaikille, joita tieto koskee. Tämä voi ajoittain olla haastavaa, joten suulliset sopimuksetkin olisi helpompaa muodostaa kirjalliseen muotoon ja sitä kautta välittää kaikille esimerkiksi sähköpostitse. (Julin 2015.)



### 5.1.3 Jätteenpolton uunit

Riippuen siitä, millaista jätettä kussakin uunissa poltetaan, rakennekerroksien määrä ja paksuus vaihtelevat. Yleissääntönä näissä uuneissa on, että tarkkoja korjauskohteita ei ennalta juurikaan määritellä, vaan tarve selviää vasta, kun yrityksen edustaja menee asiakkaan kanssa tekemään muuraustarkastuksen työkohteeseen. Tälläkin alalla yleissääntönä on, että korjauksien laajuus määräytyy käytettävän ajan mukaan. Ehkä juuri siksi korjattavat alueet määritetään vasta huoltotöiden alkaessa. (Naapila 2015.)

Jätteidenpolton yhteydessä uuneihin muodostuu kemikaaleja, jotka saattavat kuluttaa vuorauskerroksia eri tavalla kuin samankaltaisissa uuneissa, joissa poltetaan puhtaita polttoaineita. Tämän vuoksi materiaalit tulee valita huolella ja työn laadun erityisesti saumoissa tulee olla tarkkaa, koska useimmiten kemikaalit pääsevät rakennekerroksien läpi juuri saumoista. (Naapila 2015.)

Puhtaan polttoprosessin aikaansaamiseksi lämpötilat näissä polttouuneissa ovat korkeita ja myös tämän vuoksi rakennekerrokset ovat paksumpia. Myös tällä osalla uudet työmenetelmät ovat nopeuttaneet töitä, sillä paksujen rakennekerroksien valmistaminen on esimerkiksi pumppausmenetelmällä huomattavasti nopeampaa kuin esimerkiksi hieman vanhanaikaisemmalla mylläys- ja ämpärimenetelmällä. (Naapila 2015.)

Itse laskemat tällä alalla perustuvat historiatietoihin ja hyvään luottamussuhteeseen asiakkaan kanssa. Tuntimäärät arvioidaan sen mukaan, kuinka paljon asennettavaa materiaalia on ja kuinka kauan samankaltaisiin asennustöihin on aiemmin kulunut aikaa. Tässäkin tapauksessa joudutaan useimmiten tyytymään arvioon, eikä tarkempia laskelmia pystytä ennalta suorittamaan, koska korjauksien laajuutta ei ole ennalta määritetty. Asiakkaalle pyritään töiden alkaessa tarjoamaan riittävä kalusto ja työntekijäkapasiteetti, jotta projekti voidaan suorittaa määräajassa ja hyvän laadun mukaisesti. (Naapila 2015.)

#### 5.1.4 Rauta- ja terästeollisuuden uunit

Laskennoissa käytetään tällä hetkellä ohjeellisia lukuarvoja. Erityisesti tällä alalla miehistötuntien määrä lasketaan käytännössä saatavilla olevan miehistökapasiteetin mukaan ja asiakkaan antaman huoltoseisakin keston perusteella. Tässä ongelmallista on se, että etukäteen ei aina pystytä tarkkaan määrittämään kaikkia korjausalueita, koska uunin kuntoa ei pystytä määrittämään sisältä käytön aikana. Jos korjattavaa on aikaan nähden liian paljon, yleensä korjaustöistä jätetään osa tekemättä ja pidättäydytään alkuperäisessä aikataulussa. (Liisanantti 2015.)

Joissakin tilanteissa huoltotöitä joudutaan tekemään niin sanotusti prosessin keskellä, eli huollettavan kohteen ympärillä muu tehdastoiminta on edelleen käynnissä. Näissä tapauksissa on selvää, että työtahti ei voi olla aivan yhtä nopea kuin jos työskenneltäisiin ympäristössä, jossa huoltotöitä suoritetaan ympärilläkin. Käyvästä prosessista aiheutuu haittaa mahdollisten terveydelle vaarallisina pölyinä ja päästöinä. Myös lämpötilat saattavat kohota sen verran korkealle, että fyysinen työ tuntuu raskaammalta kuin normaalisti, eikä työntekijöiltä voida vaatia samanlaista työpanosta, kun ideaalisissa olosuhteissa. Toinen seikka, joka voi hidastaa asennustyötä, on käytettävien materiaalien laatu. Toiset materiaalit ovat nopeampia asentaa ja materiaalien säilytys on esimerkiksi voinut olla huonoa. (Liisanantti 2015.)

#### 5.1.5 Energiatuotannon uunit

Energiatuotannossa työtunteja laskettaessa yhtenä määräävänä tekijänä on rakennekerroksien paksuus. Jos kerrospaksuudet ovat suuria, niiden asentamiseen menee suhteessa vähemmän aikaa kuin ohuisiin kerroksiin. Tämä johtuu siitä, että työvaiheita on yhtä monta riippumatta siitä, kuinka vahvoja vuorauskerroksia ollaan tekemässä. Jos työkohde on ahdas tai monimutkainen, se tietysti myös hidastaa työntekoa. Jos rakenteita tehdään esivalmistetuilla elementeillä, se nopeuttaa työtä. Tässäkin pitää kuitenkin huomioida, että elementtien siirto saattaa olla joissakin kohteissa työläämpää kuin valutyö johtuen elementtien siirron vaikeudesta. (Kyyrönen 2105; Nyqvist 2015; Pitkänen 2015; Niemelä 2015.)

Muutoksia lukuarvoissa aiheuttavat monet seikat, sillä työvaiheita on energiateollisuuden uuneissa useita. Jos kyseessä on kohde, johon pääseminen ja materiaalien ja työkalujen saaminen on vaikeaa, se vaikuttaa käytettyyn aikaan korottavasti. Joissakin uunien kohdissa vuorauksille tarvitaan parempi ankkurointi teräsvaippaan. Tällöin tiheämpi ankkurointi lisää hitsaustyötä ja vaikeuttaa eristyskerroksien tekoa, koska ankkuroinnin tulee ulottua aina vuorauksen pinnassa olevaan kulutuskerrokseen asti. (Kyyrönen 2105; Nyqvist 2015; Pitkänen 2015; Niemelä 2015.)

Jos asennusvauhtia mitataan ajan suhteessa asennetun materiaalin painoon, on tietysti määräävinä tekijöinä myös käytettävien massojen ominaispainot. Jos materiaali on kevyttä, mutta asentaminen kestää yhtä kauan kuin raskaamman materiaalin, on selvää että edellä mainitulla tavalla kevyen materiaalin asennuksessa menee enemmän aikaa asennettuun painoon nähden. Kuitenkin suhteutettuna täytetty tilavuus on yhtä suuri, on materiaalin ominaispaino sitten mikä hyvänsä. (Kyyrönen 2105; Nyqvist 2015; Pitkänen 2015; Niemelä 2015.)

Eniten asennusnopeuteen vaikuttaa kuitenkin työmetodi. Jos tehdään muuraamalla, valamalla, ruiskuttamalla tai elementtiasennuksilla, kaikissa pätee omat työskentelynopeudet. Kaikissa työmetodeissa on hyvät ja huonot puolensa, mutta kunkin metodin käyttö eri tilanteissa täytyy harkita erikseen. Jokaisella tavalla on etunsa, tilanteesta riippuen. Suunnittelijan on siis tarkoin harkittava, mikä tapa sopii parhaiten kuhunkin kohteeseen. Mitä paremmin työkohteen olosuhteet ja korjattavat kohteet pystytään ennakoimaan, sitä helpompi on päättää, mikä työtapa ja mitkä materiaalit kuhunkin kohteeseen työnopeuden kannalta parhaiten sopivat. (Kyyrönen 2105; Nyqvist 2015; Pitkänen 2015; Niemelä 2015.)

## 6 KÄYTÄNNÖN SOVELLUTUS

### 6.1 Muuttujien tarkastelu ja hyödyntäminen

Muuttujien suuruutta ei voida historiatietojen puutteen vuoksi tässä vaiheessa määrittää. Tätä tullaan tarkastelemaan myöhemmin yrityksessä, tässä vaiheessa pyritään selvittämään vain muuttujat. Aiempien tarkastelujen pohjalta seuraavia muuttujia pyritään kuvaamaan tulevaisuudessa seuraavissa luvuissa esitettävillä kertoimilla

#### 6.1.1 Asennettavan materiaalin määrä

Suuruus vaikuttaa oleellisesti käytettyyn aikaan. Kalustoa ja työvoimaa voidaan varata enemmän käyttöön, kun määrä on suuri. Jos taas asennettavaa materiaalia on suhteessa vähemmän ja jos asennuskohteet ovat pieniä, mutta niitä on paljon, käytetyn ajan määrä kasvaa. Myös erilaisten kalustojen ja asennusmenetelmien valintaan vaikuttaa materiaalin määrä. Esimerkiksi spraycasting on nopea työtapo, mutta kaluston kuntoon laitto ja asennuskohteen vaihto vievät paljon aikaa. Jos materiaalia menee paljon samaan kohteeseen eikä kalustoa tarvitse siirtää välillä, tällaista työtappaa kannattaa harkita.

#### 6.1.2 Työtapa

Kuten työssä aiemmin on kerrottu, työtapoja on useita. Jokaisessa työkohteessa pitää erikseen pohtia, millainen työtapo on kohteeseen sopiva ja ajankäytön kannalta kaikkein tehokkain. Joissakin tapauksissa käytetty materiaali määrittää työtavan, sillä kaikkia materiaaleja ei ole saatavilla jokaiseen eri työtapaan liittyen. Myös projektin ajankohta saattaa määrittää sen, mitä työtappaa käytetään. Sesonkiaikana kaluston saatavuus saattaa olla määräävä tekijä, eikä jotain projektia voida toteuttaa halutulla kalustolla ja miehistöllä, vaan joudutaan turvautumaan käytössä olevaan kalustoon ja miehistöön.

### **6.1.3 Työkohteen sisäiset välimatkat**

Suurilla teollisuusalueilla tämä seikka tulee ottaa erityisesti huomioon. Jos kohteet ovat pieniä, niitä on monta ja niiden väliset välimatkat suuria, ajankäyttöä on pakko tarkastella erityisellä huolellisuudella, sillä kaluston siirto on usein hidasta ja kulkuväylien esteettömyys joskus kyseenalaista. Myös yhdessä suuremmassa kohteessa, esimerkiksi leijupetikattilassa, korkeuserot ovat määräävä tekijä. Miehistöä tarvitaan enemmän, koska nostotöissä pitää olla taakan valvonta jatkuvaa ja jos valutöitä tehdään, pitää materiaalivirran olla keskeytyksetön. Joissakin tapauksissa materiaali voidaan saada kattilaan sisälle aivan alaosista ja itse työkohde saattaa olla aivan yläosassa, jolloin yhden tai kahden miehen työhön saattaa tarvita jopa viidestä kuuteen henkilöä.

### **6.1.4 Työmaan logistiikan riippuvuus laitteista, koneista ja niiden käyttövarmuudesta**

Tämä muuttuja voidaan luoda silloin, kun on hyvät ennakkotiedot kohteesta, joko asiakkaan antamana tai historiatietoihin perustuen. Usein työporukan piirissä puhutaan esimerkiksi ongelmahissistä tai nosturista. Niiden käyttövarmuuden tiedetään olevan vähintäänkin kyseenalainen ja sitä silti harvoin otetaan huomioon käytettävää aikaa laskettaessa ja arvioitaessa. Joissain suurissa kohteissa saatetaan joutua käyttämään jopa suuria autonostureita, ja niitä käytettäessä tulee neuvotella kuljettajan kanssa, millaisissa olosuhteissa pystytään työskentelemään turvallisesti ja millaisia taakkoja työkohteeseen voidaan kyseisellä nostimella nostaa.

### **6.1.5 Sääolot**

Joissakin tapauksissa joudutaan työskentelemään talviaikana, jolloin ulkona on pakasta. Lähes poikkeuksetta tämän alan töissä massan tekeminen vaatii itse raaka-aineen ja vettä. Asennushetkellä pitää ottaa huomioon, ettei vesi ja valmis massa pääse jäätymään. Myös kideveden poistuminen asennetusta massasta tulee varmistaa joko työkohteen lämpötilan pitämällä suositelluissa lämpötiloissa tai vastaavasti asennetun massan tai muottien lämmittämällä. Materiaalin suojaaminen

vallitsevilta sääolosuhteilta on myös tärkeää. Kuivassa säilytettävien massojen ei saa altistua kosteudelle ennen asennusajankohtaa tai niiden ominaisuudet saattavat kärsiä, ja tätä kautta työn laatu ei välttämättä ole vaaditulla tasolla.

### **6.1.6 Työntekijäryhmän ammattitaito**

Tätä kohtaa ei usein huomioida ollenkaan. On täysin selvää, että vuosia samankaltaisia töitä tehnyt ryhmät on ammattitaidoltaan varmempia ja luotettavampia kuin esimerkiksi osa-aikaisena, sesonkiaikana töihin otettu työntekijäryhmä. Tulevaisuuden kannalta kaikkein järkevintä olisikin sekoittaa kokeneita ja kokemattomampia työntekijöitä, jotta voitaisiin siirtää jo hankittua ammattitaitoa tuleville sukupolville. Kokeneet työntekijät osaavat ennalta arvata mahdollisia tulevia ongelmia ja varautua niihin. He osaavat luoda tiettyjä varasuunnitelmia ongelmatilanteita varten ja tarpeen mukaan myös huoltaa yrityksen omaa kalustoa, jos niissä ilmenee vikoja, jotka voidaan työmaaolosuhteissa jotenkin korjata.

### **6.1.7 Asiakas**

Pitkäaikaisissa asiakassuhteissa voi luottaa joustavuuteen puolin ja toisin. Asiakkaalta saa tarvittaessa apua ja yritys voi joustaa töiden määrässä, tehdä tarvittaessa töitä, joista ei etukäteen ole sovittu ja tilata myös lisää työvoimaa kohteeseen tarpeen mukaan. Joustavuus ja luottamus töitä toteuttavaan yritykseen ei ole itsestään selvyys, vaan tämä luottamus ansaitaan hyvällä työn laadulla ja pitkäaikaisella vuorovaikutuksella. Asiakkaan suhtautumisella toteuttavaan yritykseen on suuri vaikutus. Jos luottamus on molemminpuolinen, ei toteuttavan yrityksen tarvitse selvittää jokaista tekemäänsä muutosta asiakkaalle ja töiden toteutus jätetään niille, joilla ammattitaito siihen on. Tässä tapauksessa molemmat osapuolet pystyvät keskittymään siihen, mikä on töiden valmistumisen kannalta oleellista sen sijaan, että jokaista pientäkin epäkohtaa jouduttaisiin käsittelemään erikseen osapuolten välillä.

### **6.1.8 Materiaali ja sen laatu**

Erilaisiin kohteisiin soveltuvat erilaiset massat ja työtavat. Näiden välillä on ajallisesti suuria eroja. Jotkin massat ovat erittäin hitaita valmistaa, niiden muotitustyön täytyy olla erittäin tiivis ja hyvin tuettu, raaka-aineen hienojakoisuudesta ja tätä kautta suuresta ominaispainosta johtuen. Kideveden poistumiseen kuluva aika vaihtelee olosuhteiden ja materiaalilaatujen välillä. Viivästystä tulee eri materiaalien välillä esimerkiksi muottien purulle, materiaalivahvuuksista riippuen.

### **6.1.9 Muu työvoima ja muut työt**

Suuremmissa projekteissa työvoimaa on samassa kohteessa useammista yrityksistä ja töiden yhteensovittaminen ja aikataulujen synkronointi ovat tärkeässä osassa. Aina ei pystytä ennalta suunnittelemaan kaikkia korjaustöitä, vaan joudutaan tekemään ennalta suunniteltujen töiden lisäksi muita töitä. Näistä johtuen usein tulee ongelmia töiden yhteensovittamisen kanssa. Jos aikataulu on kireä ja muutoksia tulee enemmän, voi tulla päällekkäisyyksiä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että kahdelle eri yritykselle on luvattu, että he voivat työskennellä samassa kohteessa samaan aikaan, vaikka tämä käytännössä olisi mahdotonta. Joskus tällainen yhteensovittaminen onnistuu hyvin ja toisinaan se on täysin mahdotonta. Eri yritysten yhteistyöpotentiaali tiedetään usein ennalta aiempiin kokemuksiin liittyen.

### **6.1.10 Työkohteen sijainti**

Tässä kohteen sijainnilla tarkoitetaan koti- tai ulkomaata. On täysin selvää, että työkohteen hallinta kotimaassa on helpompaa, koska historiatietoihin perustuen erilaisiin muuttujiin pystytään valmistautumaan ja reagoimaan helpommin kuin ulkomailla. Jos samankaltainen ongelma kohdataan ulko- tai kotimaassa, on sen ratkaisuun yleensä kotimaassa olemassa jo keinot. Ulkomailla kyseistä ratkaisua ei välttämättä voi toteuttaa tai sellaisia toimintatapoja ei voida käyttää.

## 6.2 Esimerkkitapaus

Esimerkkitapauksessa otetaan jokin projekti, jonka asennusvauhtia tarkastellaan alkuarvon ja kertoimien avulla. Varsinaisia lukuarvoja ei käytetä, mutta pohditaan, miten suuri merkitys kullakin muuttujalla on alkuarvon suuruuteen. Esimerkkitapaus on esitetty liitteessä 1.



## 7 JÄLKITARKASTELU

### 7.1 Johtopäätökset

Toimivan ja paikkaansa pitävän laskentapohjan luomiseksi tulisi pitää tarkempaa kirjanpitoa työmaiden laskennasta ja varsinkin niiden etenemisestä käytännössä. Tärkeintä olisi kiinnittää huomiota niihin seikkoihin, jotka hidastavat tai nopeuttavat työntekoa verrattuna laskelmissa ajateltuihin aikoihin. Kun laskelmallista aikaa ja todellista ajankäyttöä vertaa, saa suoraan kertoimen, minkä mukaan tulevaisuudessa voidaan huomioida kyseinen muuttuja.

Koska ala poikkeaa normaalista rakennusalan työnteosta, ei suoraan voida soveltaa rakennustuotekortiston kertoimia ja lukuarvoja. Teknisessä muurauksessa on olemassa paljon sellaisia muuttujia, joita ei löydy rakennustuotekortistosta. Tulevaisuutta ajatellen paras vaihtoehto olisi luoda alalle samantyyppinen kortisto kuin rakennusosalalle yleisesti. Tämän järjestelmän vahvuuksia olisivat muun muassa työturvallisuusseikkojen huomioiminen, käytetyn ajan tarkempi selvittäminen, erilaisten työtapojen harkitseminen suunnitteluvaiheessa ja pyydettyä työn vaiheiden esittäminen asiakkaalle.

Alan töiden ennalta-arvaamattomuuden vuoksi yksinkertainen järjestelmä on monikäyttöisin. Kuitenkin järjestelmän kattavuuden ja historiatietojen hyödyntämisen vuoksi tulevaisuudessa tulisi pitää tarkkaa kirjaa projektien aikatauluihin vaikuttaneista muuttujista ja haastatella asianomaisia kyseisistä muuttujista. Jos jonkin työn tekeminen on nopeampaa tai siinä kestää suunniteltua kauemmin, työn toteuttanut työntekijä varmasti tietää parhaiten, mikä syy tähän on ollut. Tällainen käytäntö olisi myös vuorovaikutteisempi ja saisi jokaisen työntekijän tuntemaan, että on tärkeä osa yritystä ja sen tuloksellisuutta.

Jokaisen työmaan loppuvaiheessa pitäisi kysyä myös työntekijöiltä, mikä toimi ja missä meni hyvin. Samalla tavoin pitäisi kysyä puutteista ja ongelmakohtista. Tällä tavoin työnjohtaja saisi kokonaiskuvan projektin kulusta ja pystyisi raportoimaan ylemmälle taholle kyseisen projektin kulun tarkemmin. Tätä kautta muuttujien mää-

rää voitaisiin tarvittaessa lisätä ja niiden vaihteluväliä tarkentaa. Muuttujien suuruuden määrittäminen tulee olemaan vaikeaa, sillä alkuarvo on niin suurpiirteinen, että pienikin kertoimen muutos vaikuttaa suunnattomasti varsinkin kohteissa, joissa asennettavan materiaalin määrä on suuri.

Kaikkien projektien onnistumisen ja kehittämisen kannalta on elintärkeää tehdä jälkilaskelmia, analysoida laskelmat ja pitää palaveri projektin kulusta ja sen aikataulun muutoksista. (Kyyrönen 2015.)

## LÄHTEET

Bequet A-C 2015. Calderys Company Presentation. Esite.

Calderys Company Brochure 2015

Julin, P. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Kyyrönen, P. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Liisanantti, V. 2015. Myyntipäällikkö. Calderys Finland Oy. Sähköposti. 3.2.2016.

Naapila, J. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Niemelä, J. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Nyqvist, R. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Pitkänen, J. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

Rokka, E. 25.10.2012. Selkokieline työturvallisuuskortti. [Verkojulkaisu]. Hyria Koulutus Oy. [Viitattu 11.5.2016]. Saatavana: [https://www.hyria.fi/files/8938/Selkoversio\\_Tyoturvallisuuskortti\\_12ER.pdf](https://www.hyria.fi/files/8938/Selkoversio_Tyoturvallisuuskortti_12ER.pdf)

Vilo, P. 2015. Projektipäällikkö. Calderys Finland Oy. Haastattelut.

