

Andreas Stenroth

Tuotannon tehokkuuden parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

17.10.2013

Tekijä(t) Otsikko	Andreas Stenroth Tuotannon tehokkuuden parantaminen
Sivumäärä Aika	27 sivua + 3 liitettä 17.10.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Markku Saarnio Jani Kauppinen, Rautarakenne E. Kauppinen
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa Rautarakenne E. Kauppisen tuotannon tehokkuutta. Kirjallisuuden tutkimisen pohjalta päädyttiin aloittamaan tuotannon tehokkuuden parantaminen selvittämällä ne tuotannon osa-alueet, jotka sisältävät työajan hukkaa tai joita olisi mahdollista kehittää.</p> <p>Työ aloitettiin tekemällä työajankäytön tutkimus, jossa tuotannon työntekijöiltä kerättiin lomakkeiden avulla tietoa siitä, kuinka paljon työaikaa kuluu muihin kuin tuotetta jalostaviin työtehtäviin. Tuotetta jalostamattomat työtehtävät, jotka tutkimuksen mukaa vievät merkittävän määrän työajasta, otettiin tarkasteluun ja niiden eliminoimiseksi kehitettiin erilaisia toimenpiteitä. Lisäksi suoritettiin konepajavalmistuksen merkittävimpien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimus, jossa työhistoriaa tutkimalla kartoitettiin merkittävimmät työtehtävät. Esille nousseet merkittävimmät työtehtävät otettiin tarkasteluun ja selvitettiin niiden kehittymismahdollisuuksia. Tavoitteena oli saavuttaa kustannustehokkaampi tapa suorittaa kyseinen työtehtävä.</p> <p>Työajan käytön tutkimuksen tuloksena saatiin esille asiat, jotka vähentävät merkittävästi jalostavan työn osuutta työajasta. Esille tulleista asioista pidettiin palaveri, jossa pohdittiin mistä kyseiset asiat johtuvat ja kuinka niitä voisi vähentää. Pohdinnan tuloksena oli, että merkittävimmin kaikkiin esille tulleisiin asioihin voidaan vaikuttaa esimiehistön paremmalla ja tarkemmalla työn esivalmistelulla. Konepajavalmistuksen merkittävimpien jalostavien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimuksesta lopullisiksi varteenotettaviksi kehittämisen kohteiksi nousivat teräspalkkien ja putkien loveaminen, sahaaminen ja rei'ittäminen. Näiden työtehtävien kustannustehokkuutta lähdettiin parantamaan toteuttamalla työvaiheet automaattisella palkin ja putken poraus- ja aukotuslinjalla alihankkijalla. Kustannusvertailussa pitkästä tavarasta käsin tehdyn ja automaattisen linjan kautta tulleen tavaran välillä selvisi, että poraus- ja aukotuslinjaa käyttämällä saavutetaan säästöjä, mutta vasta kun työ ylittää tietyn monimutkaisuus- ja laajuusrajan. Kyseisen rajan määrittämiseen tulevaisuudessa käytetään tutkimuksessa syntyneitä esimerkkejä.</p>	
Avainsanat	Tuotannon tehokkuus, Jalostava työ

Author(s) Title	Andreas Stenroth Improvement of Production Efficiency
Number of Pages Date	27 pages + 3 appendices 17 October 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Technology
Instructor(s)	Markku Saarnio, Lecturer Jani Kauppinen, Rautarakenne E. Kauppinen
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to improve the production efficiency of Rautarakenne E. Kauppinen. Improving the production efficiency was decided to start from the examination of the literature, and making studies focusing on the production areas containing idle time or the loss of working time.</p> <p>The project work began by making use of working time research where the data concerning the loss of working time were collected from the production workers using questionnaires. The working tasks that do not include processing and take up from the research a significant number of working hours, were examined, and their elimination was developed in a variety of measures. Another research was the examination of the development opportunities of the most significant workshop tasks. The first step in this research was to find out what the most significant tasks are in the company and that was carried out by studying the work history. The most significant tasks were examined and their potential for development was investigated. The aim was to achieve a more cost-effective way to perform particular tasks.</p> <p>The results of the work- time study raised issues, which significantly reduce the processing work's share of the working time. Furthermore, a meeting was held, which focused on where the issues were arising from, and how they could be reduced. As a result of the meeting, it was discovered that the most significant issues which have arisen can be affected by a better and more accurate job preparation by the foreman. In addition, it was found out that viable targets for the development were notching of steel beams and pipes, sawing and coring. Improving the cost-effectiveness of the tasks was carried out by using the subcontractor's automatic bar and pipe drilling and notching line. The cost comparison between the automatic line and the manual methods revealed that the use of automatic drilling and notching line will achieve savings, but only when the job exceeds a certain complexity and extent limit. To determine the particular limit in the future, it will be carried out by examining the examples from the studies.</p>	
Keywords	Production efficiency, Processing work

Sisällys

Käsitteitä

1	Johdanto	1
2	Yritys Rautarakenne E. Kauppinen Oy	2
3	Tuotanto ja sen tehokkuuden parantaminen	4
3.1	Tuotanto käsitteenä	4
3.2	Tehokkuutta Lean-ajattelumallilla	4
3.3	Jatkuva parantaminen	6
4	Tutkimukset	7
4.1	Lähtökohdat	7
4.2	Työajankäyttötutkimus	7
4.2.1	Suunnittelu	8
4.2.2	Toteutus	8
4.2.3	Tutkimustulokset	9
4.3	Merkittävimpien jalostavien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimus	10
4.3.1	Suunnittelu	10
4.3.2	Toteutus	11
4.3.3	Tutkimustulokset	11
4.4	Kehittymismahdollisuuden esittely, Kontino Oy:n poraus- ja loveamislinja	13
4.5	Kustannusvertailu	17
4.5.1	Putken kannakekehikko	18
4.5.2	Rapun ja tason runko	19
4.5.3	Rei'itetyt UNP-palkit	21
4.5.4	Muuntajabunkkerin rapun ja tason runko	22
5	Johtopäätökset	24
5.1	Työajankäyttö tutkimus	24
5.2	Merkittävimpien jalostavien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimus	25
	Lähteet	27

Liitteet

Liite 1. Työajan käytön tutkimuslomake

Liite 2. Tarkastuslista

Liite 3. Kappaleen tarkastuslomake

Käsitteitä

Jalostava työ

Työ joka nostaa tuotteen arvoa ja vie sitä lähemmäksi lopullista tuotetta.

Työnumero

Numero, joka identifioi jokaisen työn Rautarakenne E. Kauppisen (RREK) tuotannonohjauksessa, jolloin siihen liittyvät dokumentit ja tunnit saadaan kirjattua.

Työkortti

Excel-tiedosto, johon RREK:n tuotannon ohjauksessa määritetään kunkin työn tiedot.

1 Johdanto

Vuonna 79 Helsingin vartiokylässä perustettu Rautarakenne E. Kauppinen myöhemmin (RREK) on teräsrakennetilauskonepaja, jossa on viime vuosina panostettu jatkuvaan parantamiseen laatusertifikaatin ja erilaisten kehityspalaverien avulla. Tämän opinnäytetyö on osa yrityksen jatkuvan parantamisen ajattelumallia, joka keskittyy erityisesti tuotannon tehokkuuden parantamiseen.

Tuotannon tehokkuuden parantamisen mahdollisuuksia lähdettiin suunnittelemaan aiheetta käsittelevän kirjallisuuden pohjalta ja päädyttiin toimintatapaan, jossa kartoitetaan tuotannon heikkoudet ja pyritään niiden eliminoimiseen tarvittavin toimenpitein sekä tutkimalla mahdollisuuksia kehittää jalostavia työvaiheita teräsrakenne valmistuksessa. Tuotannon heikkouksien löytämiseksi lähdettiin kehittämään tutkimusta, joka nostaisi esille ne tuotannon heikkoudet, jotka merkittävästi vaikuttavat tuotannon tehokkuuteen. Jalostavien työvaiheiden kehityksen mahdollisuuksissa keskityttiin tässä opinnäytetyössä työtehtäviin, jotka työhistoriaa tutkiessa osoittautuivat merkittävimmiksi työtehtäviksi. Näiden työtehtävien tehokkuuden kehittämiseksi lähdettiin pohtimaan uusia innovatiivisia tapoja suorittaa työtehtävät ja kartoittamalla uusinta tekniikkaa, jota olisi tarjolla näiden työtehtävien suorittamiseksi.

Parantamalla tuotannon tehokkuutta pyritään parantamaan yrityksen asemaa yhä tiukentuvilla työmarkkinoilla, joilla heikentyneen taloustilanteen myötä kilpailusta on tullut entistä tiukempaa. Pelkällä hinnalla kilpaileminen sellaisia yrityksiä vastaan, jotka tulevat ns. halpatuotantomaista, on mahdotonta, mutta tuotannon tehokkuutta kehittämällä pyritään saavuttamaan kustannusten pienenemisen lisäksi laadun parannusta sekä toimitusvarmuuden kasvua. Jatkuva parantaminen on metallialan yrityksessä tärkeä toimintamalli, jos halutaan pysyä mukana kehityksessä ja kilpailussa. Hiljaisessa työtilanteessa on viisasta sijoittaa ylimääräiset resurssit jatkuvaan parantamiseen, jolloin kiireisen työtilanteen taas koettaessa ollaan valmiita vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksiin hinnan ja laadun suhteen.

2 Yritys Rautarakenne E. Kauppinen Oy

Rautarakenne E. Kauppinen on Vantaan Mikkolassa sijaitseva teräsrakennetilauuskonepaja, joka valmistaa teräsrakenteita erityisesti teollisuuden tarpeisiin. Teollisuuden lisäksi merkittäviä tilaajia ovat rakennusliikkeet, joille valmistetaan teräsrakenteiden lisäksi rakentamisen varusteluosia, kuten kaiteita, käsijohteita ja muita teräsosia. Tavallisen hiiliteräksen lisäksi RREK:ssa valmistetaan rakenteita ja varusteluosia ruostumattomasta teräksestä sekä alumiinista. Tilauksesta riippuen myös rakenteiden suunnittelu pystytään toteuttamaan yrityksen sisällä. RREK:ssa työskentelee noin 40 tuotannon työntekijää ja seitsemän toimihenkilöä, joista kaksi työskentelee talouden ja palkanlaskennan parissa. Merkittävimpiä työkohteita RREK:lle ovat isojen rakennusliikkeiden rakennustyömaat pääkaupunkiseudulla sekä kilpilahden teollisuusalue ja ABB Pitäjämäki.

Rautarakenne E. Kauppinen on perustettu vuonna 1979 Helsingin Vartiokylässä, jossa ensimmäisenä työtilana toimi pressuhalli. Tuolloin työntekijöitä oli yrityksen perustajan (Erkki Kauppinen) lisäksi vain kaksi, jotka olivat vasta ammattikoulusta valmistuneita metallimiehiä.

Yrityksen liiketoiminnan kasvaessa työtilaksi hankittiin noin 100 neliömetrin halli, joka sijaitsi myös Helsingin Vartiokylässä. Samoihin aikoihin yritys sai ensimmäisen merkittävän ison tilauksensa, joka oli valmistaa suurin osa Helsingin senaikaisista bussipysäkkien katoksista.

Vuonna 1986 yrityksen toiminta siirtyi Vartiokylästä Vantaan Mikkolan pienteollisuusalueelle, jossa käytössä oli 350 neliömetrin halli ja työntekijöiden lukumäärä oli kasvanut noin kymmeneen. Yrityksen kasvu jatkui 90-luvun lamaan asti, ja laman aikana tilaukset erityisesti Unionilta (nykyinen Neste oil) ja Hartwallilta estivät yritystä joutumasta konkurssiin.

Laman jälkeen RREK jatkoi kasvamistaan ja tuotantotiloja laajennettiin erillisellä tilalla, jossa alettiin valmistaa EI30- ja EI60-luokiteltuja palo-ovia. Vuonna 1999 rakennettiin ensimmäisen hallin viereen toinen samankokoinen halli, joka mahdollisti suuremman tuotannon määrän ja isompien teräsrakenteiden valmistamisen. Samana vuonna yrityksen perustaja ja toimitusjohtaja Erkki Kauppinen myönnettiin Suomen Yrittäjien kultainen yrittäjäristi 20 vuoden yrittäjyydestä.

Suurimmat tilaajat pysyivät ja merkittäviä tilaajia tuli myös lisää kuten ABB Pitäjänmäki. Tuotannon määrä ja monipuolisuus kasvoi niin paljon, että vuonna 2007 rakennettiin aikaisempien hallien viereen kolmas halli, jotta isommalle tuotannolle ja monipuolisemmalle konekannalle olisi tilaa. Tähän aikaan tuotannon työntekijöitä oli jo noin 40, ja vuonna 2009 Erkki Kauppiselle myönnettiin Suomen Yrittäjien timanttiristi 30 vuoden yrittäjyydestä.

Vuonna 2011 yritykselle hankittiin Inspecta Oy:n myöntämä Green Card-laatusertifikaatti ja 3. hallin vieressä oleva Korson Raudan entinen halli ostettiin RREK:N käyttöön. Kyseiseen halliin rakennettiin tilat jalompien metallien, kuten ruostumattoman teräksen ja alumiinin työstämiseen, sekä uudet toimisto- ja neuvottelutilat. (Kuva 1.)



Kuva 1. Nykytilanne Mikkolassa, RREK:n Suomen ilmake Oy:ltä tilaama kuva halleista

3 Tuotanto ja sen tehokkuuden parantaminen

3.1 Tuotanto käsitteenä

Tuotanto voidaan määritellä ryhmäksi ihmisiä, laitteita ja menetelmiä, jotka on organisoitu toimimaan yhdessä jonkin tuotteen valmiiksi saattamiseksi. (Groover 2008: 19.) Tulee kuitenkin muistaa, että tämä ryhmä koostuu yksilöistä eli työntekijöistä, joilla on suuri merkitys tuotannon tehokkuuden muodostumiseen. (Kuva 2.) Tuotannon tuottavuus ja tehokkuus ovat asioita, joista yritykset nykytilanteessa erityisesti kilpailevat. Tuottavuus ja tehokkuus tarkoittavat käsitteenä sitä, että yritykset yrittävät saada mahdollisimman paljon aikaan mahdollisimman pienillä resursseilla. Tuotanto on osa yrityksen kokonaispalvelutoimintaa, ja kun sitä kehitetään nopeammaksi ja joustavammaksi, saadaan koko yrityksen palvelutoiminta kehittymään. (Lapinleimu 1997: 37.)



Kuva 2. RREK:n tuotantotilat

3.2 Tehokkuutta Lean-ajattelumallilla

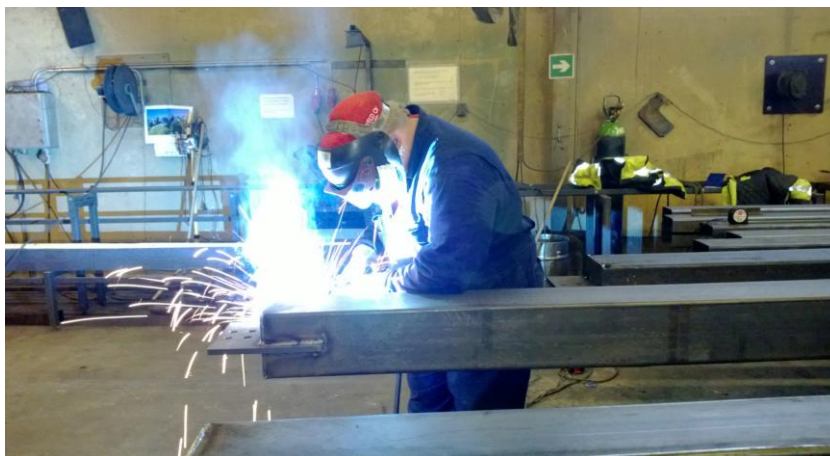
Lean on Toyotan kehittämä tuotannonohjauksen ajattelumalli, jossa pyritään tuottamaan mahdollisimman paljon tuottavaa työtä sekä mahdollisimman pienillä resursseilla mahdollisimman paljon tuottavaa työtä sekä mahdollisimman pienessä ajassa mahdollisimman hyvä laatu. Tuotannon resursseja

ovat laitteet, työntekijät, työtilat ja materiaalit, joiden suurempi määrä tarkoittaa suurempia kustannuksia. (Groover 2008: 61.)

Tuotanto sisältää usein työvaiheita jotka, eivät varsinaisesti lisää tuotteen arvoa, kuten asentajien turhat siirtymiset tai paja työntekijän virheellisen osan valmistaminen. Tuotannon työtehtävät voidaan jakaa kolmeen kategoriaan riippuen niiden vaikutuksesta valmistettavaan tuotteeseen:

1. Tuotteen arvoa lisäävä työaika (jalostava työ). Kyseinen työaika kasvattaa tuotteen arvoa. Kyseistä työaikaa on esimerkiksi osien liittäminen toisiinsa hitsaamalla tai teräsrakenteen rungon kokoaminen. (Kuva 3.)
2. Aputyöaika. Tämä työn aika ei varsinaisesti kasvata tuotteen arvoa, mutta on välttämätöntä edettäessä arvoa lisääviin työvaiheisiin. Näitä työaikoja ovat esimerkiksi asentajien siirtyminen asennuspaikalle tai työstettävän materiaalin haku varastosta työpisteelle.
3. Hukkatyöaika. Tämä työn aika ei lisää tuotteen arvoa eikä se edistä tuotteen pääsyä arvoa lisääviin työvaiheisiin. Näitä työaikoja ovat esimerkiksi virheellisen kappaleen valmistus tai asentajien turha odottaminen. (Groover 2008: 61.)

Lean-ajattelumallin toiminta perustuu pyrkimykseen eliminoida hukat ja minimoimaan aputyövaiheiden tarve. Näiden toteutuessa suurin osa ajasta saadaan käytettyä tuotteen arvoa lisääviin työvaiheisiin ja saavutetaan korkeampi laatu. (Groover 2008: 61.)



Kuva 3. Näkymä RREK:n tuotantotiloista

3.3 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on yksi Lean-ajattelumallin työkaluista, joka sopii erityisesti nykymaailmaan, missä tekniikka kehittyy hurjaa vauhtia. Jatkuva parantaminen on yksinkertaisen tehokas, jossa tuotantoa kehitetään jatkuvasti synnyttämällä uusia ideoita. (Kuva 4.) Jatkuvan parantamisen perusidea on, että kehittämisen ideointiin osallistuvat kaikki tuotannon työntekijästä asiakkaaseen. Jatkuvassa kehittämisessä yksittäisen parannuksen vaikutus ei ole suuri, mutta tehokkuus perustuu peräkkäisiin pieniin parannuksiin, jotka yhdessä muodostavat parannusten joukon, jolla on suurempi vaikutus. (Larikka 1995: 4–5.)



Kuva 4. Jatkuvan parantamisen kehä (Laatuajattelun kehittyminen)

4 Tutkimukset

4.1 Lähtökohdat

Tuotannon tehokkuutta parannettaessa Lean-ajattelumallilla pyritään usein muuttamaan koko yrityksen tuotanto toimimaan kyseisen ajattelumallin mukaisesti. Tämän ajattelumallin juurruttaminen tuotantoon tehostaa erityisesti konepajoja, joissa valmistetaan isompia tuote-eriä tai tuote-eriä ylipäänsä. Opinnäytetyön kohteena oleva yritys RREK on kuitenkin tilauskonepaja, jossa jokainen tuote on uusi kokonaisuus uusia osia, joten tuotantoa ei ruveta muuttamaan Lean-ajattelumallin mukaiseksi vaan kyseisen ajattelu mallin tietyjä osia kuten jatkuvaa parantamista sovelletaan parannettaessa RREK:N tuotannon tehokkuutta. (Kauppinen 2013.)

Soveltaen Lean-ajattelumallia ja erityisesti sen jatkuvan parantamisen työkalua pohdittiin, kuinka saavuttaa päämäärä eli tuotannon tehokkuuden parantaminen. Tultiin siihen tulokseen, että tehokkuuden lisäämiseksi täytyy ensin löytää ne heikkoudet ja hukat, jotka tällä hetkellä merkittävästi vaikuttavat tuotannon epätehokkuuteen. Kyseistä linjaa noudattaen lähdettiin tuotannon tehokkuuden parantamista toteuttamaan tekemällä tutkimuksia, jotka nostaisivat esille tuotannon hukka-aikoja sekä jalostavia työn vaiheita joita olisi mahdollista kehittää. Tutkimuksille asetettiin kriteereitä että niiden täytyy toteutua täysin normaalin ja jokapäiväisen tuotannon sisällä luotettavien tulosten saamiseksi. Tutkimusten kehittämisen tuloksena saatiin kaksi tutkimusta, joista ensimmäinen nostaisi esille, kuinka suuri osa työajasta on muuta kuin jalostavaa työtä ja mitä nämä kyseiset työajan hukat ovat. Toinen tutkimus nostaa esille mitkä ovat yrityksen paja-valmistuksen merkittävimpiä jalostavia työvaiheita, jotta niiden kehitysmahdollisuuksia voitaisiin tutkia.

4.2 Työajankäyttötutkimus

Ensimmäinen tutkimus on työajan käyttötutkimus jonka tarkoituksena on selvittää kuinka suuri osa työajasta on muuta kuin jalostavaa työtä ja mitä nämä kyseiset työajan hukat ovat.

4.2.1 Suunnittelu

Lähdettäessä suunnittelemaan työajan käyttötutkimusta otettiin erityisesti huomioon aikaisemmin asetetut kriteerit tutkimusten suorittamisesta täysin normaalissa tuotannon tehtävissä, jotta saadut tulokset vastaisivat mahdollisimman hyvin todellisuutta. Pohdittaessa, kuinka saada esille tuotannossa sisällä olevat ajan hukat todettiin, että realistisin kuva tuotannon työajan jakautumisesta jalostavaan työhön ja työajan hukkiin on tuotannon työntekijöillä.

Suunniteltaessa, kuinka kerätä dataa tuotannon työntekijöiltä työajan käytön jakautumisesta mahdollisimman luotettavalla tavalla ja niin, että tuotannon edistyminen ei siitä häiriinny, päädyttiin toteuttamaan lomake (liite1), johon valikoidut tuotannon työntekijät täyttävät työajan jakauman jokaiselta työpäivältä.

Lomakkeita suunniteltaessa otettiin huomioon että sen täyttäminen on työntekijöille helppoa ja että datan kerääminen mahdollisimman vaivatonta. Tutkimukseen päätettiin valikoida työntekijöitä, joiden työtehtävät ovat mahdollisimman monipuolisia, ja työtehtävät sisältävät asennusta keikoilla sekä teräsrakennevalmistusta pajalla.

4.2.2 Toteutus

Valituille työntekijöille jaettujen lomakkeiden täyttö opastettiin ennen datan keräämisen aloittamista. Datan keräyksen ollessa käynnissä työntekijä merkitsi lomakkeisiin kahdeksan tunnin työajan jakauman 15 minuutin tarkkuudella. Lomakkeissa oli valmiina aikasarakkeita yleisimmille työajan hukan syyille, joihin kyseiseen syyhyn kuluva aika merkittiin. Harvinaisempia ajan hukan syitä varten lomakkeissa on aikasarakkeita, joiden määrittelyn työntekijä itse kirjoitti. Kaavakkeeseen merkittiin lisätietoina päivämäärä, viikonpäivä, työnnumero ja oliko suoritettava työ asennusta tai teräsrakenteiden pajavalmistusta.

Lomakkeisiin tuleva ajan jakauma on projektikohtainen, ja sen laatimiseen osallistuivat kaikki projektissa työskentelevät, mutta vain yksi työntekijä vastasi lomakkeen täyttämistä. Lomakkeita jaettiin viidelle työntekijälle ja kaavakkeisiin kerättiin dataa neljän viikon ajan, jotta dataa saatiin niin pienistä kuin suurista projekteista.

4.2.3 Tutkimustulokset

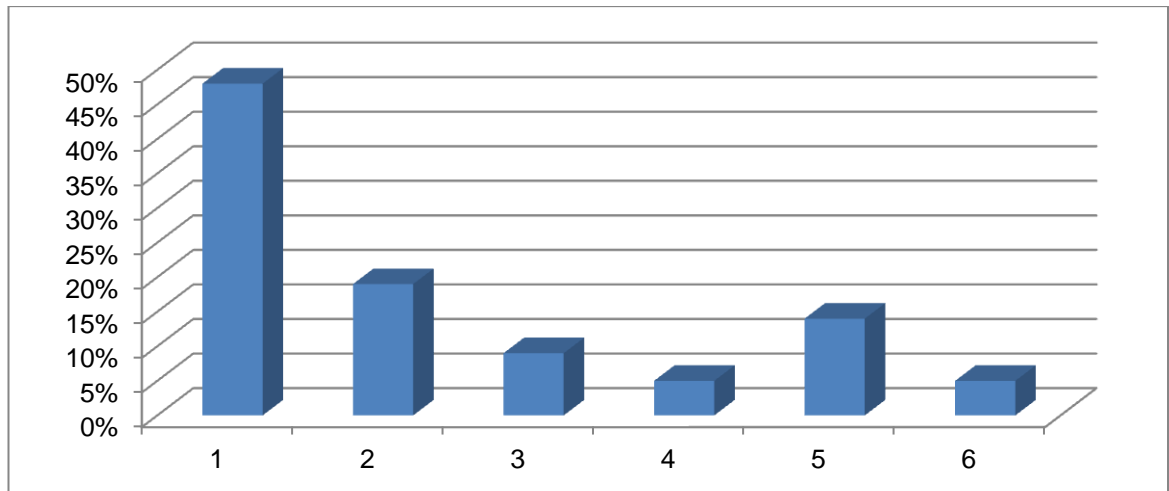
Tutkimustuloksena saatiin esille, kuinka paljon työajasta on tuotetta jalostamatonta työtä ja mitkä näistä töistä vievät suurimman osan jalostamattomasta työstä. Lomakkeiden data kerättynä yhteen osoitti, että työ ajasta 25 % on tuotetta jalostamatonta työtä ja että merkittävimmät jalostamattoman työn hukat aiheutuvat seuraavista syistä.

1. väärät tai vialliset osat
2. suunnittelemattoman materiaalin hankinta
3. työkalujen rikkoutuminen tai huono toimivuus
4. toisesta osapuolesta johtuva odottelu
5. siivous
6. loput lomakkeissa mainitut syyt yhteensä

Ajan hukkien selitteet:

1. Työmaalla huomataan, että osat eivät sovi asennuskohteeseen, jolloin osa joudutaan korjaamaan paikanpäällä, osa joudutaan viemään pajalle korjattavaksi ja tuotava takaisin tai pajalla on valmistettava uusi osa joka tuodaan työmaalle.
2. Työmaalla huomataan, että jotain tarvittavaa materiaalia kuten hitsauspuikkoja ei muistettu pakata mukaan pajalta tai niitä ei ollut ennakoitu tarvittavan kyseisessä asennuksessa jolloin puuttuva materiaali joudutaan hakemaan erikseen.
3. Työmaalla huomataan, että työkalu esimerkiksi puukkosaha ei toimi tai se rikkoonuu kesken asennuksen jolloin tilalle joudutaan hakemaan korvaava työkalu.
4. Asentajat saapuvat työmaalle kello 7.00 ja aikaisemmin on sovittu että joku tilaajan valtuuttama henkilö saapuu samaan aikaan avaamaan portin itse työkohteeseen, mutta kyseinen henkilö saapuukin vasta 7.30 jolloin töiden aloitus viivästyy ja aikaa menee hukkaan.
5. Asennuksen aikana syntyvä jäte joudutaan korjaamaan pois viimeistään ennen työn luovuttamista ja tämä kyseinen työaika ei ole tuotetta jalostavaa työtä.

Alla oleva kuva 5 osoittaa, kuinka tuotetta jalostamaton työaika jakautuu edellä esitettyjen ajan hukkien kesken.



Kuva 5. Tuotetta jalostamattoman työajan jakautuminen

Taulukko antaa selkeän kuvan edellä mainituista merkittävimmistä ajan hukista, mutta ei silti ole selkeää mitä ajan hukan syistä on helpointa eliminoida tai edes vähentää.

4.3 Merkittävimpien jalostavien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimus

Toisena tutkimuksena suoritettiin merkittävimpien työtehtävien kehittymismahdollisuuksien tutkimus, jossa kartoitettiin yrityksen paja valmistuksen merkittävimmät työtehtävät ja pohdittiin niiden kehittymismahdollisuuksia.

4.3.1 Suunnittelu

Kyseistä tutkimusta suunniteltaessa todettiin sopivaksi työhistorian tarkastelu ajanjaksoksi vuosi. Tarkastelu päätettiin tehdä asiakaskohtaisen seurannan arkistosta, johon kaikki työkortit tallennetaan. Tarkastelussa otettiin huomioon niin suuret kuin pienetkin työt, mutta työn antaman datan painoarvo katsottiin työn koon ja laajuuden mukaan. Tarkasteltavista töistä tutkittiin, mitä jalostavia työvaiheita niiden valmiiksi saattamisessa oli tarvittu ja tiedot otettiin ylös. Tarkastelusta saadusta datasta saatiin osoitetuksi, mitkä ovat yrityksen merkittävimmät jalostavat työvaiheet.

Merkittävimmiksi nousseille työn vaiheille pohdittiin kehittymismahdollisuuksia ja vartenotettavinta kehittymismahdollisuutta tutkittiin tarkemmin. Kehittymismahdollisuuden tarkemmassa tutkinnassa selvitettiin numeerisesti, tuoko kyseinen kehitys kustannustehok-

kuutta ja/tai laadun parannusta. Numeerinen vertailu toteutetaan vertaamalla esimerkiksi valmistuskustannuksia käyttäen joko käytössä olevaa menetelmää tai uutta ehdolla olevaa menetelmää.

4.3.2 Toteutus

Tutkimus toteutettiin keräämällä dataa vuoden 2012 tehdyistä töistä, joiden tiedot ovat tallennettuna asiakaskohtaiseen seurantaan. Työkortit avattiin ja niiden sisältö tutkittiin, jotta kävisi ilmi mitä jalostavia työvaiheita työhön kuului ja kuinka suuri oli kunkin työvaiheen osuus kyseisestä työstä. Dataa kerättiin kaikista vuoden 2012 töistä, joita on noin 1050 kappaletta. Data kerättiin taulukkoon, joka kaiken datan keräämisen jälkeen ilmaisi, mitkä jalostavista työvaiheista kattavat suurimman osan RREK:n valmistamien tuotteiden valmiiksi saattamisen ajasta eli ovat merkittävimpiä.

4.3.3 Tutkimustulokset

Kaikki esille tulleet jalostavat työn vaiheet kyseisistä töistä olivat

- hitsaus
- hionta
- sahaus
- rei'itys
- loveaminen
- kanttaus
- mankelointi
- leikkaus
- edellä mainittujen työtehtävien paikoittaminen eli mitoitus.

Kerätystä datasta laskettiin kunkin työn vaiheen prosentuaalinen osuus ja se syötettiin taulukkoon, joka selkeästi ilmaisee, että merkittävimpiä jalostavia työvaiheita ovat

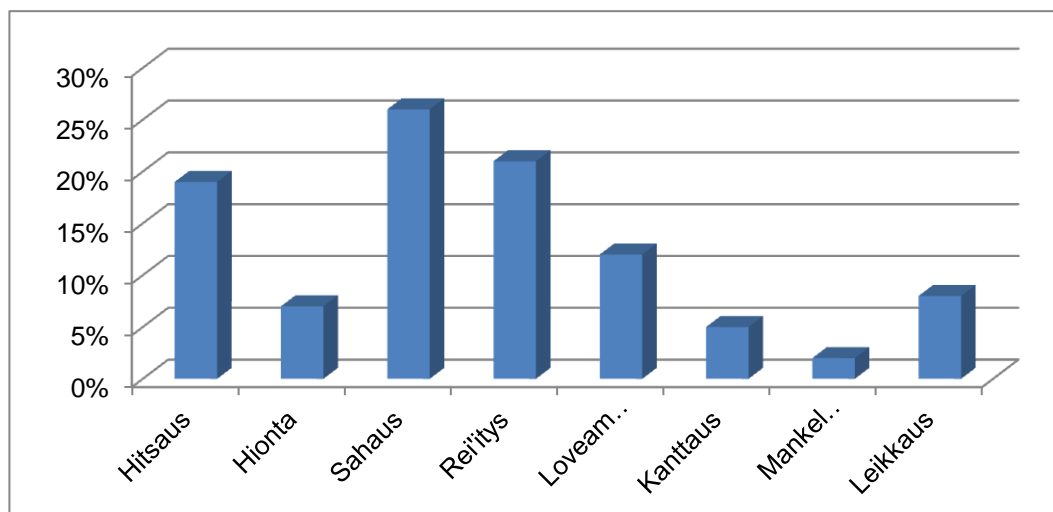
- hitsaus
- sahaus

- rei'ittäminen.

Tuloksia kuvaa numeerisesti taulukko 1 ja visuaalisesti (kuva 6.)

Taulukko 1. Jalostavien työn vaiheitten jakautuminen

Hitsaus	19 %
Hionta	7 %
Sahaus	26 %
Rei'itys	21 %
Loveaminen	12 %
Kanttaus	5 %
Mankelointi	2 %
Leikkaus	8 %



Kuva 6. Jalostavien työn vaiheitten jakautuminen

Merkittävimiksi jalostaviksi työn vaiheiksi osoittautuivat selkeästi sahaus, rei'itys sekä hitsaus. Kyseisistä työn tehtävistä koostuu suurin osa jalostavasta työstä, joten näitä työn vaiheita kehittämällä saadaan suurimmat vaikutukset tuotannon tehokkuuteen. Tämän kaltaisissa kehityksissä tulee aina mahdollista uutta menetelmää verrata jo käytössä olevaan eikä luottaa sokeasti siihen, että uudemman tekniikan käyttäminen olisi automaattisesti tehokkaampaa, jolloin lopputulos saattaakin olla epätehokkaampi ja kehitystyöhön kulunut huomattavia summia.

Kyseisten tulosten pohjalta lähdettiin tutkimaan ja kartoittamaan kehitysmahdollisuuksia tutkimuksessa esiin nousseille työn vaiheille. Mietittäessä hitsauksen kehittämistä päädyttiin tulokseen, että kyseisen työn vaiheen tehostamiseen tai laadun parantamiseen ei ole merkittäviä kehitysmahdollisuuksia RREK:n kaltaiselle konepajalle, jossa jokainen valmistettava kappale on uniikki.

Perehdyttäessä rei'itystyön vaiheen kehitysmahdollisuuksiin törmättiin Kontino Oy:n tarjoamaan palveluun, jossa palkkien ja putkien rei'itys, loveaminen ja katkaisu eri kulmiin onnistuu yhdellä automatisoidulla linjalla, jossa kaksi CNC-ohjattua konetta loveaa, katkaisee ja rei'ittää putken tai palkin käyttämällä plasmaleikkausta tai porausta. Tutkittaessa poraus- ja aukotuslinjaa enemmän todettiin sen mahdollisesti lisäävän tuotannon tehokkuutta palkkien ja putkien mitoituksen, rei'ittämisen, loveamisen ja eri kulmiin katkaisun osalta. Näiden mahdollisten etujen pohjalta päätettiin lähteä tutustumaan kyseiseen linjaan Kontinon Vantaan toimipisteeseen.

4.4 Kehitysmahdollisuuden esittely, Kontino Oy:n poraus- ja loveamislinja

Linjalla käytettävät koneet ovat Voortman V630-palkinporausyksikkö ja Voortman V808-palkinplasmaaukotusyksikkö.

Voortman V630 on CNC-ohjattu putkien ja palkkien porausyksikkö, jossa on kolme toisistaan riippumatonta porauspäätä. (kuva 7 ja 8). Toisistaan riippumattomien porauspäiden ansiosta koneella voidaan porata kolmelta eri sivulta samanaikaisesti, jolloin työaika vähenee ja tehokkuus nousee. Kyseinen kone sisältää markkinoiden nopeimman mittausjärjestelmän, joka tukevien painotelojen ansiosta on myös erittäin tarkka. Palkin koneeseen asettamisen jälkeen kone automaattisesti mittaa palkin tai putken. Kone sisältää myös mahdollisuuden pelkkään palkin mitoitukseen jauhamalla mittaviivat palkin pintaan ja hydraulisen numerointiyksikön, jolla numeroidut osat on helppo identifioida.



Kuva 7. Voortman V630 palkin syöttö (V630 photos)



Kuva 8. Voortman V630, kaikki kolme porauspäätä toiminnassa (V630 photos)

Voortman V808 on putkien ja palkkien plasmaleikkausyksikkö, jolla pystytään reiittämään ja loveamaan putkia sekä palkkeja (kuva 9 ja 10). Ketterän robotiplasmapään ansiosta kone pystyy työstämään kaikilta neljältä sivulta kappaletta kääntämättä, jolloin asetusajat jäävät pieniksi. Kone sisältää saman mittausjärjestelmän kuin V630, joten se on nopea ja tarkka. Kone on varustettu High Definition-plasmavirtalähteellä, joka pystyy jopa 10 kertaa nopeampaan leikkaamiseen kuin tavallinen happipolttimella varustettu plasmapä. Tehokas HD-plasma mahdollistaa paksumpienkin materiaalien leikkaamisen.



Kuva 9. Voortman V808, kuva koneen sisältä (V808 photos)



Kuva 10. Voortman V808, kuva plasmaleikkausprosessista (V808 photos)

4.5 Kustannusvertailu

Tutustuttaessa linjaan todettiin sen teknillisesti täyttävän RREK:n vaatimukset ja tarpeet, jolloin päätettiin lähteä suorittamaan kustannustehokkuusvertailua kyseisen linjan ja käytössä olevien manuaalisten työmenetelmien välillä.

Kustannuksia vertailtiin suorittamalla töitä käytössä olevalla manuaalisilla työmenetelmillä ja keräämällä yhteen kyseisen työn suorittamisesta aiheutuneet kustannukset. Kyseisiä kustannuksia verrattiin kustannuksiin, jotka aiheutuisivat saman työn suorittamisesta Kontinon poraus ja loveamislinjalla. Työn suorittamisen kustannukset käytettäessä Kontinon linjaa saadaan pyytämällä Kontinolta tarjous kyseisen työn suorittamisesta. Materiaalikustannusten ero kyseisten menetelmien välillä on, että Kontinon ollessa myös terästukkurimme ei linjastossa valmistetuista teräsrakenne osista koidu muita materiaalikustannuksia kuin juuri sen verran kuin kyseiseen osaan kuluu materiaalia. Valmistamalla osat käytössä olevalla manuaalisella tavalla joudutaan aihioiksi tilaamaan täyspitkiä kankia, jotka yleisimmin ovat 6,12 ja 18 metriä. Näistä aihioista yli jäävälle materiaalille ei voida varmuudella löytää käyttöä tulevaisuudessa, joten ne joudutaan merkkamaan kustannuksiksi kyseiselle työlle. Tämä materiaalikustannusten ero otetaan huomioon kokonaiskustannuksia vertailtaessa. Kustannusvertailussa vartaillaan vain niitä työn vaiheita, jotka olisivat korvattavissa käyttämällä Kontinon poraus- ja loveamislinjaa, joten erilaiset pohja- ja tukilaput/levyt eivät kuulu vertailun piiriin. Alla oleva luettelo kertoo, mitä menetelmiä putki- ja palkkiteräsrakenteiden manuaalisessa valmistuksessa käytetään kyseisiin työn vaiheisiin, johon Kontinon linja kykenee kolmella porauspäällä ja plasmapolttimella:

Rei'itys -> Magneettiporakone/Pylväsporakone

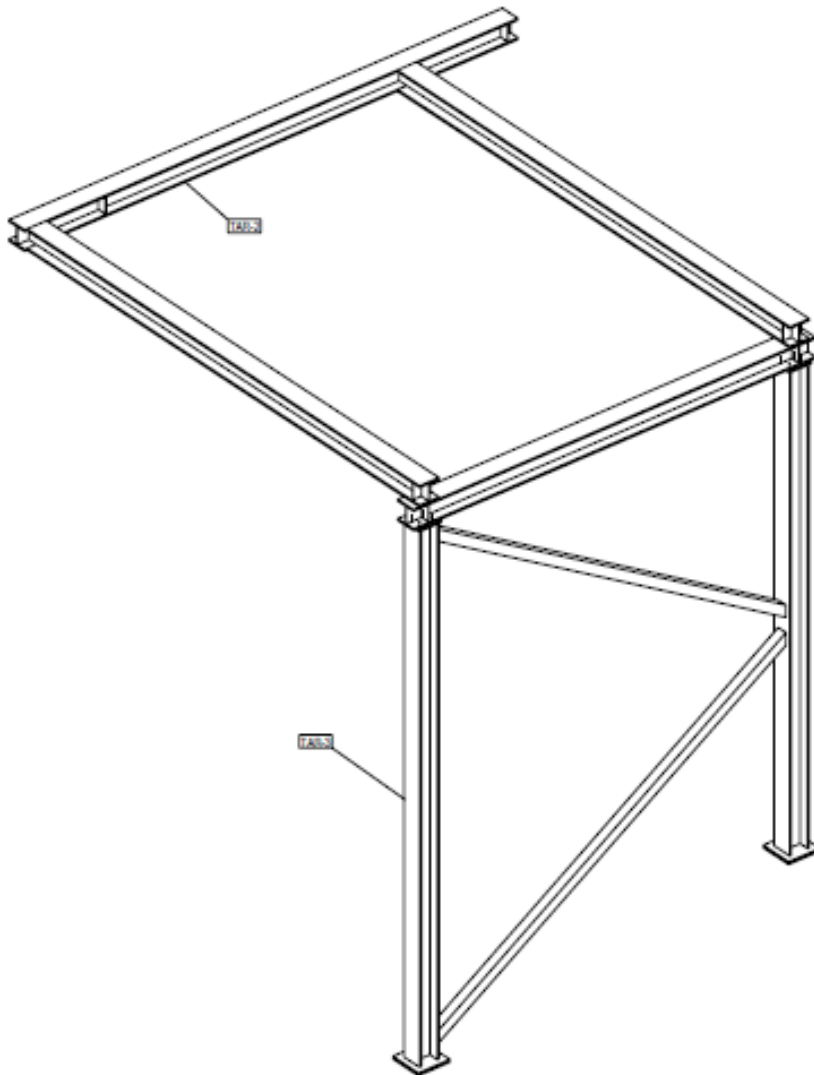
Kulmiin ja suoraan katkaisu -> Vannesaha

Loveaminen -> Kulmahiomakone/Käsiplasma/Polttoleikkaus

Mitoitus -> Rullamitta ja piirtopuikko

4.5.1 Putken kannakekehikko

Kyseisessä työssä käytetyt materiaalit ovat HEB 160 ja RHS-putki 80 x 80 x 5. Kanna-kekehikon äärimitat ovat leveys n. 4 m, korkeus n.4,1 m ja pituus n. 4,1 m. (kuva 11). Vertailuun kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärää kuvaa taulukko 2 ja kustannusvertailua taulukko 3.



Kuva 11. Kokoonpanokuva putken kannakekehikosta

Taulukko 2. Työn vaiheiden suoritusmäärä

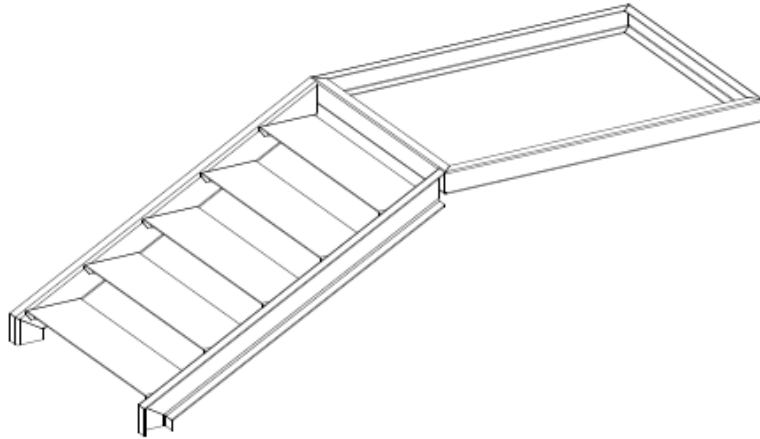
Vertailun sisälle kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärä	
Rei'itys	16 reikää
Loveaminen	4 laippaa
Suoraan tai kulmaan katkaisu	8 katkaisua

Taulukko 3. Menetelmien kustannusvertailu

Menetelmien kustannusvertailu	
RREK:N pajalla suoritettu manuaalinen valmistus	
Työhön kuluneen työajan ja materiaalien kustannukset	1368,00€
Kuluneen materiaalin määrä	1158kg
Kontinon linjalla suoritettu valmistus	
Kontinon antama tarjous sisältäen materiaalit	1373,00€
Kuluneen materiaalin määrä	900kg

4.5.2 Rapun ja tason runko

Kyseisessä työssä käytetty materiaali on UNP160. Rapun ja tason rungon ääriimitat ovat leveys n. 1,3m, korkeus n.1,05 m ja pituus n. 3,5 m (kuva 12). Vertailuun kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärää kuvaa taulukko 4 ja kustannusvertailua taulukko 5.



Kuva 12. Kokoonpanokuva rapun ja tason runko

Taulukko 4. Työn vaiheiden suoritusmäärä

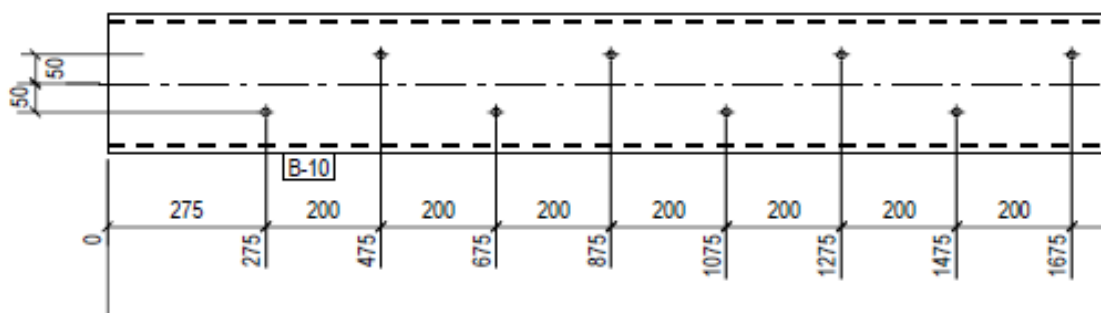
Vertailun sisälle kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärä	
Rei'itys	24 reikää
Loveaminen	0 laippaa
Suoraan tai kulmaan katkaisu	10 katkaisua

Taulukko 5. Menetelmien kustannusvertailu

Menetelmien kustannusvertailu	
RREK:N pajalla suoritettu manuaalinen valmistus	
Työhön kuluneen työajan ja materiaalien kustannukset	715,60 €
Kuluneen materiaalin määrä	225,6kg
Kontinon linjalla suoritettu valmistus	
Kontinon antama tarjous sisältäen materiaalit	645,00 €
Kuluneen materiaalin määrä	163,6kg

4.5.3 Rei'itetyt UNP-palkit

Kyseisessä työssä käytetty materiaali on UNP240. Työhön kuuluu yllä olevan kuvan mukaan päästä päähän rei'itettyjä palkkeja joiden pituudet ovat: 2kpl 5,75 m, 3,725 m ja 4,46 m (kuva 13). Vertailuun kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärää kuvaa taulukko 6 ja kustannusvertailua taulukko 7.



Kuva 13. UNP-palkkien rei'ityksen mitoitus

Taulukko 6. Työn vaiheiden suoritusmäärä

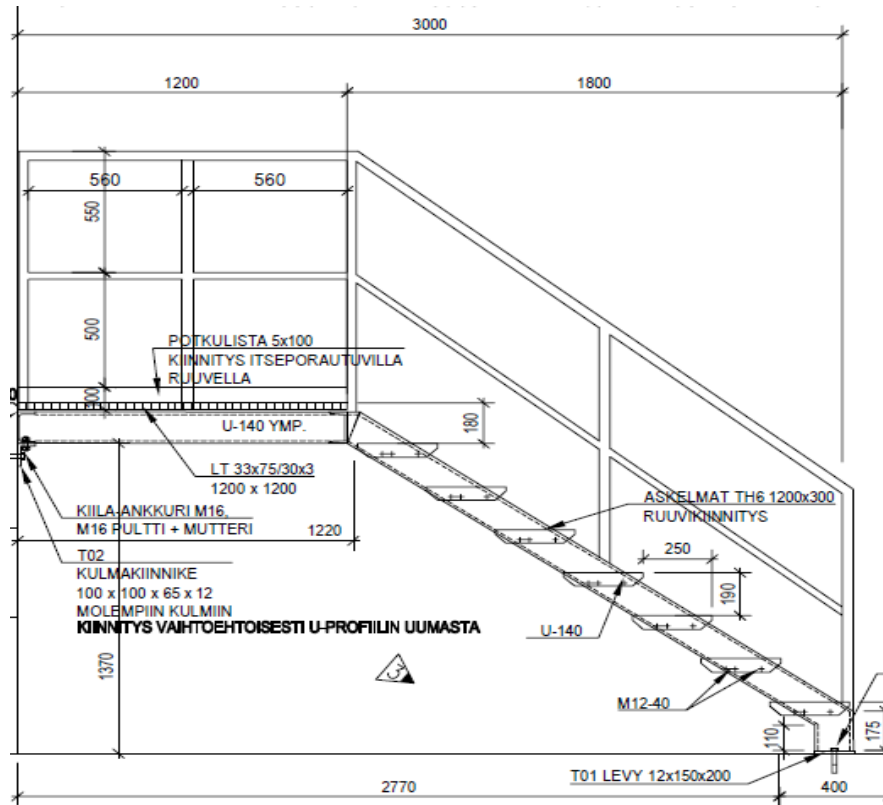
Vertailun sisälle kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärä	
Rei'itys	96 reikää
Loveaminen	0 laippaa
Suoraan tai kulmaan katkaisu	4 katkaisua

Taulukko 7. Menetelmien kustannusvertailu

Menetelmien kustannusvertailu	
RREK:N pajalla suoritettu manuaalinen valmistus	
Työhön kuluneen työajan ja materiaalien kustannukset	1 322,00 €
Kuluneen materiaalin määrä	796,8kg
Kontinon linjalla suoritettu valmistus	
Kontinon antama tarjous sisältäen materiaalit	1 135 €
Kuluneen materiaalin määrä	653,5kg

4.5.4 Muuntajabunkkerin rapun ja tason runko

Kyseisessä työssä käytetty materiaali on UNP140. Rapun ja tason rungon ääriimitat ovat: Leveys n. 1,3 m, Korkeus n.1,5 m ja pituus n. 3,2 m. Rapun ja tason yhdistelmää valmistetaan 2 kpl. Rapun ja tason kaiteet eivät kuulu vertailun piiriin. (Kuva 14.) Vertailuun kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärää kuvaa taulukko 8 ja kustannusvertailua taulukko 9.



Kuva 14. Muuntajabunkkerin rapun ja tason rungon kokoonpanokuva

Taulukko 8. Työn vaiheiden suoritusmäärä

Vertailun sisälle kuuluvien työn vaiheiden suoritusmäärä	
Rei'itys	56 reikää
Loveaminen	0 laippaa
Suoraan tai kulmaan katkaisu	20 katkaisua

Taulukko 9. Menetelmien kustannusvertailu

Menetelmien kustannusvertailu	
RREK:N pajalla suoritettu manuaalinen valmistus	
Työhön kuluneen työajan ja materiaalien kustannukset	804,00 €
Kuluneen materiaalin määrä	384kg
Kontinon linjalla suoritettu valmistus	
Kontinon antama tarjous sisältäen materiaalit	701,00 €
Kuluneen materiaalin määrä	307,2kg

5 Johtopäätökset

Tulosten yleisen tarkastelun jälkeen pidettiin vapaamuotoinen palaveri, jossa pohdittiin tutkimuksessa esiin nousseiden ajan hukkan minimoimisia sekä Kontino Oy: linjan käytön kannattavuutta tuotannon tehokkuuden parantamiseksi.

5.1 Työajankäyttö tutkimus

Työajankäyttö tutkimuksesta esiin nousseet merkittävimmät ajan hukat

- väärät tai vialliset osat
- suunnittelemattoman materiaalin hankinta
- siivous

otettiin käsittelyyn ja pohdittiin niiden eliminoimisen tai minimoimisen mahdollisuuksia.

Siivouksen kohdalla todettiin, että sen eliminointi on mahdotonta ja siihen kuluvan ajan merkittävä vähentäminen nykytilanteesta on hankalaa. Lopputuloksena siivoamiseen kuluvan ajan vähentämiseksi päätettiin panostaa roskien ja jätteiden keräämisen helpottamiseen jo niiden syntyhetkellä, jolloin niin sanottu loppusiivous aika vähenisi ja siivoukseen kuluva kokonaisaika pienenesi.

Suunnittelemattoman materiaalin hankintaa käsiteltäessä lähdettiin pohtimaan syitä, jotka johtavat siihen että, kaikki tarvittava materiaali ei tule kerralla mukaan asennuskohteeseen. Todettiin, että materiaalin unohtaminen tai se että sen tarvetta ei ole etukäteen huomioitu, ovat inhimillisiä virheitä ja keskittymällä vähentämään näitä virheitä pystytään todennäköisesti merkittävästi vähentämään tai jopa lähes eliminoimaan suunnittelemattoman materiaalin hankintaan kuluvaan aika. Asennuksiin tarvittavien materiaalien kartoittaminen ja niiden pakkaaminen kohteeseen lähdetessä haluttiin tehdä enemmän systemaattisesti eikä luottaa vain ulkomuistiin, jolloin päätettiin luoda työnjohdolle sekä työntekijöille tarkastuslista (liite 2). Työnjohdon tarkastuslista auttaa käymään läpi kaikkien materiaalien ja tarvikkeiden mahdollisen tarpeellisuuden kyseisessä asennuskohteessa. Työntekijöitä lista auttaa tarkastamaan, että kaikki ennalta suunnitellut materiaalit ja tarvikkeet on pakattu mukaan asennuskohteeseen lähdetessä.

Vääriin ja viallisten osien takia aiheutuvaa ajan hukkaa pohdittaessa lähdettiin myös liikkeelle asian juurilta eli syistä, miksi vääriä tai viallisia osia valmistetaan ja miten ne pääsevät tarkastuksen läpi työmaalle asti, jossa ne aiheuttavat merkittävästi suuremman ajan hukkan kuin pajalla huomattuna. Tässä tilanteessa todettiin myös, että asiat johtuvat inhimillisistä virheistä, mutta myös osien tarkastuksen välinpitämättömyydestä. Virheitä sattuu, kun valmistuskuvat eivät ole yksiselitteisiä tai niissä on virheitä. Kyseiseen ongelmaan todettiin ainoaksi ratkaisuksi esimiesten suurempi panostaminen työn tutkimiseen ja esiselvittämiseen, jossa kuvien virheet ja monimutkaisuudet selvitetään yksiselitteisiksi ennen kuin kuvat luovutetaan eteenpäin työn suorittajalle. Panostamalla enemmän työn suunnitteluun vähennetään merkittävästi riskiä tuottaa viallinen tai väärä osa. Vaikka viallisten tai väärin osien tuottamisen riskiä saataisiin huomattavasti pienennettyä, pidettiin valmistettujen osien tarkastamisen systemaattisuuden parantamista myös tärkeänä pyrittäessä mahdollisimman merkittävään väärin ja viallisten osien aiheuttaman ajan hukkan pienentämiseen. Tästä syystä jo käytössä olevan valmistetun kappaleen tarkastuslomakkeen (liite 3) huolellisen täyttämisen merkitystä painotetaan työntekijöille tulevissa nokkamies palaverissa.

5.2 Merkittävimpien jalostavien työtehtävien kehittämismahdollisuuksien tutkimus

Tarkasteltaessa tutkimuksesta saatuja numeerisia tuloksia todettiin niitten antavan selkeän kuvan tuotannon tehokkuuden parantamisesta Kontinon poraus- ja aukotuslinjaa käyttämällä. Tulokseksi saatiin että Kontinon linjaa hyödyntämällä RREK:lla on mahdollisuus kasvattaa tuotannon tehokkuutta.

Tulos ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteinen sen suhteen, että tulevaisuudessa kaikki teräsrakenteet, joiden valmistukseen sisältyy porausta, aukotusta ja sahausta olisi kustannustehokkainta tuottaa käyttämällä poraus- ja aukotus linjaa, sillä tulokset ilmaisevat että tuotteen on ylitettävä tietty monimutkaisuuden ja laajuuden raja ennen kuin se on tehokkaampaa tuottaa linjalla kuin pajalla manuaalisesti. Kyseiselle käännepisteelle ei kuitenkaan tällä tutkimusmäärällä saada tarkkaa numeerista rajaa, vaan jokaista työtä tulee verrata aikaisempiin esimerkkitapauksiin ja sen pohjalta miettiä, kumpi vaihtoehto on kustannustehokkaampi.

Palaverissa esille nousi, että tutkimuksessa mukana olleet työt olisivat voineet olla mitakaavaltaan suurempia teräsrakenneprojekteja, jolloin tulokset ja niiden myötä päätel-

ty monimutkaisuus- ja laajuuspiste olisi ollut marginaaliltaan pienempi, mutta taloustilanteesta johtuen tutkimuksen aikana RREK:lla ei suoritettu yhtään suurempaa teräs-rakenneprojektia.

Lopputuloksena päätettiin ottaa poraus- ja aukotuslinja käyttöön niissä teräs-rakenneprojekteissa, joissa se aikaisempien esimerkkien pohjalta olisi kustannustehokkain tapa. Tulevaisuutta ajatellen päätettiin myös jatkaa projektien kustannusvertailua, jolloin datan karttuessa monimutkaisuus- ja laajuuspisteen marginaali pienenee.

Lähteet

Groover, Mikell P. 2008. Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing. Third Edition. New Jersey: Pearson Education Inc.

Lapinleimu, Ilkka, Kauppinen, Veijo & Torvinen, Seppo, 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

Larikka, Markku. 1998. Tuottavuudella tulevaisuuteen, Ideat tuottamaan, Opi jatkuva parantaminen. Helsinki: Kauppakaari, Yrityksen tietokirjat.

Laatuajattelun kehittyminen 2013. Verkkodokumentti. Veini.
<<http://veini.net/laatugurut.html>> Luettu 20.11.2013.

V630 photos. 2013. Verkkodokumentti. Voortman.
<<http://www.voortman.net/en/products/beam-processing/v630/photos>>. Luettu 18.10.2013.

V808 photos. 2013. Verkkodokumentti. Voortman.
<<http://www.voortman.net/en/products/beam-processing/v808/photos>>. Luettu 18.10.2013.

Kiitokset

Haluan kiittää seuraavia henkilöitä avusta kyseisen opinnäytetyön kanssa:

- työnohjaaja kohdeyrityksessä: projektipäällikkö Jani Kauppinen
- ohjaava opettaja: Markku Saarnio.

Työajan käytön tutkimuslomake

Aika	1 ruutu=15 Min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h			
Jalostava työ												
Työkalujen keräys												
Ei tarvittavia työkaluja												
Siivous												
Materiaalin keräys / siirto												
Materiaalin etsintä												
Suunnittele mattoman materiaalin hankinta												
Työkohteen etsiminen												
Kuvien selvitys												
Työkalujen rikkoutuminen/huono toimivuus												
Väärät /vialliset osat												
Työlupien saanti												
Nostolaitteiden toimimattomuus/odotus												
Toisesta osapuolesta johtuva odottelu												
Paperityöt												
Siirtyminen												
Muuta												
Muuta												
Nimi	Viikonpäivä	M	T	K	T	P	L	S	Työnumero	Pvm	Asennus	Paja
Kommentit (merkitse numerolla mihin kohtaan kommentti viittaa)												

Tarkastuslista

ASENNUSTYÖNJOHTAJAN MUISTILISTA ASENNUKSEEN LÄHDETTÄESSÄ:

- Asennettavat tavarat noutovalmiina maalaamossa, sinkissä yms ?
- Suunnitelmat/piirrustukset asentajilla käytettävissä (laminointi?) (oikea revisio?)
- Korot ja mittalinjat selvillä?
- Asennuksen aloitus sovittu työmaalla?
- Tulityö-/työlupa käytäntö selvitetty ?
- Tilaajan mestarin yhteystiedot asentajilla käytettävissä ?
- Työmaan osoite asentajilla tiedossa ?
- Mahdolliset tulityökaavakkeet mukana ?
- Telineet tai henkilönostin tilattu ? (pitääkö noutaa, tuleeeko työmaalle?)
- Kiinnitystarvikkeet tilattu ja asentajilla käytettävissä ?
- Pakun/lava-auton/as.auton varaus
- Nosturi tai hiab-auto varattu
- Kuljetuksen varaus
- Tuntien kuittausmenetelmä (päivittäin, viikoittain, kuka kuittaa?)
- Muuta _____

ASENTAJAN MUISTILISTA ASENNUKSEEN LÄHDETTÄESSÄ:

- Asennettavat tavarat
- Suunnitelmat/piirrustukset (laminointi?)
- Paikkamaali + maalausvälineet
- Asennuksen aloitus sovittu työmaalla

- Telineet tai henkilönostin
- Valjaat + narut

- Kiinnitystarvikkeet
- kem.massa + prässi + suuttimet
- Iskuporakone + terät

- Pakun/lava-auton/as.auton varaus
- Nosturi tai hiab-auto
- Ohjausnarut nostoihin
- Nostoalueen rajausnauha
- Työmaa-alueen rajausnauha
- Kuljetuksen varaus

- Hitsauskone+maski+puikot
- Rälläkki + laikat
- sammuttimet
- Omat työkalut
- Erikoistyökalut

- Kypärä+turvakengät+suojavaatteet
- Erikoissuojavälineet
- Kuvallinen henkilökortti
- Tulityö-/työlupa

- Roikat syöttövirta ???
 - Työmaavalot
 - Muuta
-
-

KONEPAJATYÖNJOHTAJAN MUISTILISTA PROJEKTISSA:

Profiilit/putket hallilla ?

Levytavarat hallilla ?

Tarvittavat suunnitelmat olemassa ?

Hitsaustarvikkeet hallilla ?

Tarvittavat työvälineet Hallilla ?

Pintakäsittely tiedossa ?

Mahdollinen värisävy tiedossa ?

Sopiva valmistuspaikka tiedossa ? (halli1,halli2,yms.)

Kuljetus varattu pintakäsittelyyn ?

Tekijät tiedossa ?

Aikataulu tiedossa ?

Muuta _____

Kappaleen tarkastuslomake

Uranuksenkuja 9
01480 VANTAA
PUH 09-838 6420
FAX 09-838 64220
Krnro 272.280
Y-tunnus 0346455-
6
Kotipaikka Vantaa

KAPPALEEN TARKASTUSLOMAKE:

- KAPPALE ON TEHTY SILLE MÄÄRÄTTYJEN PÄÄMITTOJEN MUKAAN.
- KAPPALEEN KIINNITYSREIÄT / MUUT REIÄT OVAT OIKEANKOKOISET JA MITOITETTU OIKEILLE PAIKOILLEEN.
- KAPPALEEN HITSAUSSAUMAT ON SILMÄMÄÄRÄISESTI OIKEALAATUISET JA KAIKKI TARVITTAVAT SAUMAT ON HITSATTU.
- HITSAUSROISKEET ON POISTETTU TARVITTAVASSA LAAJUUDESSA.
- HITSAUSSAUMAT ON HIOTTU TARVITTAVASSA LAAJUUDESSA.
- VALMISTUKSESSA ON HUOMIOITU KAPPALEEN PINTAKÄSITTELY. (SINKKIREIÄT, RIPUSTUSREIÄT, YMS.)
- KAPPALE ON VALMISTUKSEN JÄLKEEN VIRHEETÖN.
- KAPPALE ON ASENNUKSEN JÄLKEEN VIRHEETÖN.

VALMISTAJA / ASENTAJA:

PVM.:
