

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Konetekniikan koulutusohjelma

Tapio Brandstack

**RASKAITA TERÄSRAKENTEITA VALMISTAVAN TILAUSKONEPAJAN
TUOTANNON KEHITTÄMINEN**

Työn tarkastajat:

Professori Jukka Martikainen

Tekniikan tohtori Markku Pirinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Konetekniikan koulutusohjelma

Tapio Brandstack

RASKAITA TERÄSRAKENTEITA VALMISTAVAN TILAUSKONEPAJAN TUOTANNON KEHITTÄMINEN

Diplomityö

2014

97 sivua, 42 kuvaa, 11 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori Jukka Martikainen

Tekniikan tohtori Markku Pirinen

Hakusanat: tuottavuus, laatu, tuotannonohjaus, layout, hitsaus, teräsrakenne, Lean, TOC-analyysi, EN 1090

Diplomityössä tarkastellaan raskaita teräsrakenteita valmistavan tilauskonepajan tuotannon kehittämiskohteita. Tuotannon kehittämisellä halutaan nopeuttaa tuotannon läpimenoaikoja, vähentää laatuksennuksia ja parantaa yrityksen tiedonkulkua. Näillä toimenpiteillä pyritään vaikuttamaan yrityksen kilpailukykyyn, jolloin se voi nousta suomalaisessa toimittajaverkostossa korkeammalle portaalle.

Työn teoriaosassa paneudutaan tuottavuus- ja laatuajatteluun hitsaavassa konepajassa. Samalla esitellään eräitä konepajoissa tyypillisimmin käytettyjä laatustandardeja, joita ovat: SFS-EN ISO 9001, SFS-EN ISO 3834 ja SFS-EN 1090. Lisäksi teoriaosiossa on kerrottu erilaisista tuotannonohjausjärjestelmistä ja layout-teorioista.

Tämän diplomityön kohdeyritys on Karjalan Konepaja Oy. Yrityksen nykytilanteen kartoittamiseksi suoritettiin useita haastatteluita sekä laadittiin koko organisaatiota koskeva kysely. Tilauskonepajan haasteena ovat alati muuttuvat tilaukset.

Tilauskonepajan tuotannon kehittäminen tulee aloittaa sopivien tuotannon tehokkuutta mittaavien mittareiden määrittämisellä. Usein kapasiteetti ja tuottavuus kuvastavat parhaiten työvaiheiden tehokkuutta. Mittareiden tarkoitus on auttaa konepajaa löytämään ne tuotannon pullonkaulat, joista yrityksen kehittäminen tulisi aloittaa.

Lean-filosofian avulla tulee kehittää tuotannosta hitaimmin suoriutuvia työvaiheita. Tarkoituksena on poistaa valmistusketjusta sellaiset työvaiheet, jotka eivät anna tuotteelle lisäarvoa. Lisäksi työpisteiden layout kannattaa kyseenalaistaa aika ajoin, sillä jo pienilläkin muutoksilla voidaan saada parannuksia työpisteiden tuottavuuteen ja kapasiteettiin.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Department of Mechanical Engineering

Tapio Brandstack

IMPROVING THE MANUFACTURING PROCESS OF A SUBCONTRACTING WORKSHOP THAT PRODUCES HEAVY STEEL STRUCTURES

Master's thesis

2014

97 pages, 42 figures, 11 tables and 1 appendices

Examiners: Professor Jukka Martikainen

Doctor of technology Markku Pirinen

Keywords: productivity, quality, production control, layout, welding, steel structure, Lean, TOC analysis, EN 1090

This thesis studies points for improvement in the manufacturing process of a subcontracting workshop that produces heavy steel structures. The aim of improving the manufacturing process is in speeding up turnaround times for production, reducing quality costs and improving the flow of information in the company. These procedures aim at influencing the competitiveness of the company, in order to allow it to ascend to a higher level in the supplier network in Finland.

The theory portion of the dissertation addresses profitability and quality centered thinking in a welding workshop. It also introduces some of the more typical quality standards used in workshops, e.g. SFS-EN ISO 9001, SFS-EN ISO 3834 and SFS-EN 1090. Additionally, it describes a variety of material requirements planning systems and layout theories.

The target company of this dissertation is Karjalan Konepaja Ltd. Several interviews and an organization-wide survey were conducted to chart the current situation of the company. The main challenge of a subcontracting workshop is constantly changing orders.

Improving the manufacturing process of a subcontracting workshop has to begin by defining suitable parameters to measure the production efficiency. Usually capacity and profitability best describe the efficiency of different stages of production.

Utilizing the lean philosophy, the slowest performing stages of production must be improved. The intention is to remove from the manufacturing chain such stages of production that don't add value to the final product. In addition, the layout of workstations should be called into question from time to time, since even slight changes can improve the productivity and capacity of the workstations.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Simo Salmista ja Karjalan Konepaja Oy:tä mielenkiintoisesta diplomityönaiheesta. Olen päässyt työn puitteissa tutustumaan konepajan tuotannon haasteisiin ja olen samalla myös oppinut paljon suomalaisten konepajojen toiminnasta. Erityiskiitokset työn ohjaajille Kari Pätilälle ja Ari Seppäselle, jotka ovat olleet erittäin palveluaittiita Karjalan Konepaja Oy:tä koskevissa kysymyksissä.

Ison kiitoksen haluan myös osoittaa professori Jukka Martikaiselle ja tekniikan tohtori Markku Piriselle. Olette tukeneet minua matkan varrella hyvin ja antaneet minulle neuvoja, kun olen niitä tarvinnut. On ollut hienoa päästä tekemään töitä teidän alan konkareiden kanssa.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia läheisiä ja opiskelukollegoita, jotka olette auttaneet tämän urakan aikana. Erilliset kiitokset vanhemmilleni Eerolle ja Arjalle, koska olette kannustaneet minua opiskelemaan yliopistossa. Ainiin kiitos myös Essille, joka suostui tämän diplomityön aikana menemään kanssani kihloihin.

Lappeenrannassa 23.10.2014

Tapio Brandstack

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Työn tausta.....	10
1.2	Työn tavoite ja rajausta.....	10
1.3	Karjalan Konepaja Oy:n yritysasettelu.....	11
2	TUOTTAVUUS- JA LAATUAJATTELU HITSAAVASSA KONEPAJASSA ..	13
2.1	Tuottavuuden parantaminen	14
2.2	Laaduntuottotekijät	15
2.2.1	Laatukustannukset	15
2.2.2	Laadun mittaaminen	18
2.2.3	EN ISO 9001 Laadunhallintajärjestelmä	18
2.2.4	EN ISO 3834 Hitsauksen laatuvaatimukset.....	20
2.2.5	EN 1090 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus	23
2.3	Laatukäsikirja Case: Karjalan Konepaja Oy.....	27
3	KONEPAJAN TOIMINNAN- JA TUOTANNONOHJAUS.....	31
3.1	Toiminnanohjaus	31
3.2	Tuotannonohjaus.....	31
3.3	Tuotannonohjausjärjestelmä	31
4	LAYOUTIN TEORIAA	36
4.1	Funktionaalinen layout	36
4.2	Tuotantolinjalayout.....	37
4.3	Solulayout	38
4.4	Layoutin valinta	39
5	TOC-ANALYYSI.....	40

6	LEAN-AJATTELUTAPA	42
7	KARJALAN KONEPAJA OY:N TUOTANNON NYKYTILANNE	44
7.1	Tuotantotilat, layout ja laitteistot	44
7.2	Tuotannonohjaus.....	48
7.3	Tyypilliset tuotteet	49
7.4	Case: Putkisilta	51
7.5	Asiakkaat ja kilpailutilanne	60
7.6	Laadun tunnusluvut.....	61
7.7	Henkilöstökysely	62
8	KARJALAN KONEPAJA OY:N TUOTANNON KEHITTÄMINEN	70
8.1	Tiedonkulun ja tuotannonohjauksen kehittäminen	70
8.2	Tuotannon pullonkaulat	73
8.3	Arvoa tuottamattoman ja turhan työn minimointi (Lean).....	77
8.4	SFS-EN 1090- sertifiointin asettamat vaatimukset.....	79
8.5	Layoutin kehittämisajatuksia ja vaihtoehtoja	80
9	NYKYISEN JA UUDEN TUOTANTOMALLIN VERTAILUA	85
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET	88
11	YHTEENVETO	90
	LÄHTEET	92

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

ATK	Automaattinen Tietojenkäsittely
CC	Consequence Class (seuraamusluokka)
CE	Conformité Européene (EU-direktiivin vaatimusten osoitus)
EC	European Commission (Euroopan unionin toimeenpaneva elin)
EKMET	Etelä-Karjalan metallialan yritykset
EN	European standard (Eurooppalainen standardi)
ERP	Enterprise Resource Planning (toiminnanohjausjärjestelmä)
EWT	European Welding Technologist (Eurooppalainen hitsausteknikko)
EXC	Execution Class (toteutusluokka)
ISO	International Organization for Standardization (kansainvälinen standardointijärjestö)
IWE	International Welding Engineer (kansainvälinen hitsausinsinööri)
IWS	International Welding Specialist (kansainvälinen hitsausasiantuntija)
IWT	International Welding Technician (kansainvälinen hitsausteknikko)
MIG	Metal Inert Gas welding (kaasukaarihitsaus, jossa käytetään lisäainelankaa ja passiivista suojakaasua)
MT	Magnetic Particle Testing (magneettijauh tarkastus)
NDT	Non Destructive Testing (rikkomaton aineenkoetus)
NORSOK	Norjalainen Standardi
Oy	Osakeyhtiö
RFID	Radio Frequency Identification (radiotaajuinen etätunnistus)
PC	Production categorie (Tuotantoluokka)
PK	Pieni tai Keskisuuri
PT	Dye Penetrant Testing (tunkeumanestetarkastus)
RT	Radiographic Testing (radiografinen tarkastus ts. röntgenkuvaus)
SC	Service categorie (Käyttöluokka)
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
S355J2	Rakenneteräs, jonka myötölujuus on vähintään 355 MPa ja iskutkeysvaatimus on 27 J lämpötilassa -20 °C
S355J2+N	Rakenneteräs, jonka myötölujuus on vähintään 355 MPa ja iskutkeysvaatimus on 27 J lämpötilassa -20 °C, toimitustila normalisoitu.

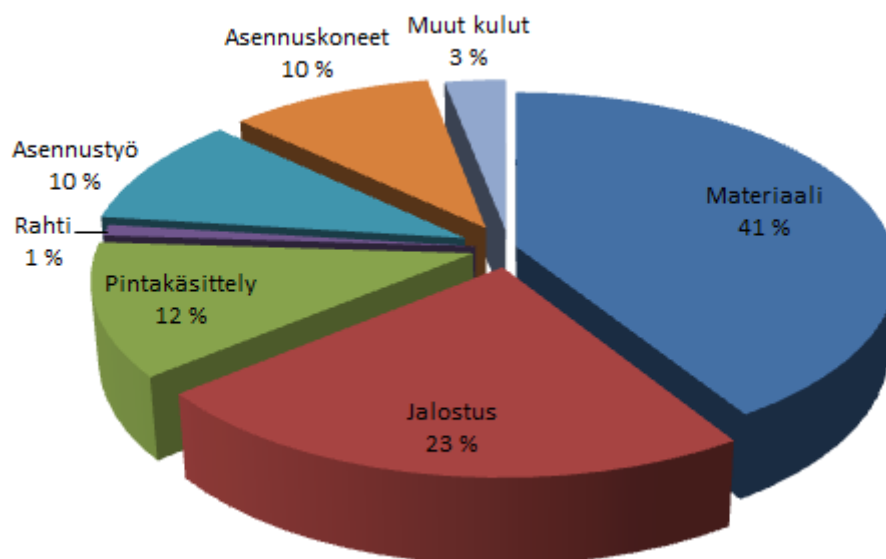
S355J2H	Rakenneteräs, jonka myötölujuus on vähintään 355 MPa ja iskutkeysvaatimus on 27 J lämpötilassa -20 °C, putkiprofiili.
TOC	Theory of Constraints (pullonkaula-ajattelu)
TR	Technical Reports (tekniset raportit)
UT	Ultrasonic Testing (ultraäänitarkastus)

1 JOHDANTO

Globalisaatio ja heikot talousnäkymät pakottavat tilauskonepajoja tehostamaan tuotantoaan. Martikaisen (2013) mielestä suomalaisten konepajojen ei tule tuudittautua siihen, että vain niissä osataan valmistaa laadukkaita teräsrakenteita hitsaamalla.

Raskaita teräsrakenteita valmistavat konepajat kilpailevat nykyisin pääsääntöisesti toimitusajoilla ja – hinnoilla. Myös sovitulla maksuehdolla ja maksuajoilla on merkittävä vaikutus kaupan syntymiseen. Kilpailukykyinen konepaja panostaa myös laatuun ja toimitusvarmuuteen. Kuvassa 1 on esitelty teräsrakenteiden tyypillistä kustannusjakaamaa. Kuvaajasta voidaan huomata, että konepajassa suoritettavalla jalostavalla toiminnalla sekä pintakäsittelyllä on merkittävä vaikutus lopputuotteen hintaan. Tuotantoa tehostamalla voidaan vaikuttaa juuri näihin sektoreihin, sekä myös välillisesti asennustyöstä muodostuviin kustannuksiin.

Tämän diplomityön tarkoitus on selvittää, millä keinoin on mahdollista kehittää toiminnassa olevaa tilauskonepajan tuotantoa. Haasteita asettavat työntekijöiden tutuksi tulleiden toimintatapojen muuttaminen sekä se, kuinka saada yrityksen johto investoimaan tuotannonkehittämiseen.



Kuva 1. Teräsrakenteiden tyypillinen kustannusjakauma (Kaitila,2010).

1.1 Työn tausta

Tämä diplomityö on tehty osana Arktisen tutkimuksen yhteistyöprojektia. Projektin tarkoituksena on parantaa eteläkarjalaisten konepajayritysten kilpailukykyä siten, että ne voivat nousta toimittajaverkostossa korkeammalle portaalle. Tämä mahdollistaa konepajojen pääsyn globaaleihin verkostoihin, jotka toimivat arktisilla alueilla. Maapallon arktisten alueiden luonnonrikkauksien hyödyntäminen kasvaa voimistuvalla vauhdilla. Tämä on osaksi seurausta ilmastonmuutoksesta, joka sulattaa jääpeitettä pohjoisnavalta. Arktisella alueella sijaitsee merkittävä, jo löydetty fossiilinen energiavaranto. Lisäksi siellä uskotaan olevan vielä paljon löytämättömiä energiavarantoja. (ARKTIKA, 2013.)

Arktikaan eli Arktisen tutkimuksen yhteistyöprojektiin Etelä-Karjalasta osallistuivat seuraavat konepajat: Karjalan Konepaja Oy, Konepaja Astex Gear Oy, Premekon Oy ja Rämö Oy. Suurimman osan projektia rahoittaa Etelä-Karjalan liitto, noin 70 %. Sen lisäksi rahoitukseen osallistuvat Lappeenrannan kaupunki, Imatran Seudun Kehitysyhtiö Oy, edellä mainitut yritykset sekä Lappeenrannan teknillinen yliopisto. (Pirinen, 2014.)

1.2 Työn tavoite ja rajaus

Diplomityössä tarkastellaan Karjalan Konepaja Oy:n tuotantoa kokonaisvaltaisesti. Työn tavoitteena on parantaa konepajan tuottavuutta, lyhentää läpimenoaikoja ja saada tuotantoa läpinäkyvämmäksi. Näillä tekijöillä parannetaan konepajan kapasiteettia ja kilpailukykyä.

Työn alkuosa koostuu teoriaosuudesta. Teoriaosuuden alussa käsitellään tuottavuus- ja laatuajattelua hitsaavassa konepajassa. Tässä tutkimuksessa selvitetään muun muassa, mitä tarkoittaa konepajan tuottavuus ja mistä tekijöistä syntyy laatukustannuksia, sekä miten niitä voidaan vähentää. Tämän jälkeen esitellään hitsaavissa konepajoissa yleisimmin käytössä olevia laatustandardeja. Laatua käsittelevän luvun lopussa esitetään Karjalan Konepaja Oy:n laatukäsikirjaa. Teoriaosuudessa käsitellään myös konepajan toiminnan- ja tuotannonohjausta sekä esitellään eräitä kaupallisia tuotannonohjausjärjestelmiä. Lisäksi työ on rajattu käsittelemään layout-teoriaa, TOC-analyysia ja Leanin mukaista toimintaa.

Käytännön osuuden alussa tutustutaan Karjalan Konepaja Oy:n tämänhetkisiin toimintatapoihin ja tuotannon nykytilanteeseen. Samassa osuudessa esitetään myös yrityksen työntekijöillä teetetyn kyselyn tulokset. Tämän jälkeen konepajalle annetaan

tuotannon kehittämideoita teoriaosuudessa esitettyjen aiheiden pohjalta. Lopussa vertaillaan nykyistä ja uutta tuotantomallia. Nykyisellä tuotantomallilla tarkoitetaan tämänhetkistä tuotantoa ja uudella tuotantomallilla tämän diplomityössä esitettyjen uudistusten läpikäymää tuotantoa. Vertailussa käytetään apuna Karjalan Konepaja Oy:ltä saatuja tunnuslukuja. Johtopäätöksissä analysoidaan saatuja tuloksia sekä esitetään jatkotutkimustoimenpiteitä.

1.3 Karjalan Konepaja Oy:n yritysesittely

Karjalan Konepaja Oy on yksityisessä omistuksessa oleva vakavarainen keskiraskaan metalliteollisuuden tilauskonepaja. Konepaja perustettiin vuonna 1993. Aiemmin samoissa tiloissa toimi Nakkilan Konepaja Oy, jonka tytäryhtiö oli Parikkalan Konepaja Oy. Myöhemmin tiloja on laajennettu Karjalan Konepaja Oy:n toimesta

Karjalan Konepaja Oy:n tuotantotilat sekä yrityksen hallinto sijaitsee Itä-Suomessa Parikkalassa. Karjalan Konepaja Oy:n liikevaihto vuonna 2013 oli 3,1 milj. euroa (Taloussanomat, 2014 I). Karjalan Konepaja Oy:ssä työskenteli tutkimuksen alussa 33 työntekijää, joista viisi on toimihenkilöitä ja 28 tuotannontyöntekijää. Karjalan Konepaja Oy:n toimitusjohtajana toimii Simo Salminen. Konepajassa on töissä 3 IWS tason hitsausasiantuntijaa, sekä yksi IWT tason hitsauskoordinoija. Tuotannon työntekijät työskentelevät kahdessa vuorossa. (Karjalan Konepaja Oy, 2014.)

Vuonna 2007 Karjalan Konepaja Oy osti osake-enemmistön Länsi-Suomessa Harjavalassa toimivasta Panelian Terästyö Oy:stä. Panelian Terästyö Oy työllistää viisitoista henkeä, ja sen liikevaihto vuonna 2013 oli 1,2 milj. euroa (Taloussanomat, 2014 II). Karjalan Konepaja Oy:n tapaan Panelian Terästyö Oy on myös tilauskonepaja. Kauppa ei aiheuttanut muutoksia kummassakaan konepajassa. Osakekaupan jälkeen Panelian Terästyö Oy:stä tuli osa Karjalan Konepaja-konsernia, jonka emoyhtiönä toimii Karjalan Konepaja Oy. (Pihlava, 2007.)

Karjalan Konepaja Oy on verkostoitunut muiden Etelä-Karjalan metallialan yritysten kanssa. Etelä-Karjalan metallialan yrityksistä puhuttaessa käytetään usein lyhennettä EKMET. Se on Etelä-Karjalassa toimivien konepajojen ryhmittymä, johon kuuluu kahdeksan yritystä. Yritysten yhteistyöllä tavoitellaan suurempaa kokonaisuutta, joka pystyy ottamaan suurempia hankkeita ja näin ollen palvelemaan isompia asiakkaita. (EKMET, 2011)

2 TUOTTAVUUS- JA LAATUAJATTELU HITSAAVASSA KONEPAJASSA

Sanaa laatu ei voida eksaktisti määritellä. Martikaisen (2013) mukaan tänä päivänä laadun tulee tarkoittaa hitsaavassa konepajassa paljon muutakin kuin toistuvia tarkastuksia ja laatustandardeja. Laadulla yleisesti ottaen tarkoitetaan sitä, että konepajassa tehdään hyviä asioita hyvin. Yrityksen sisällä on mietitty ja sovittu konepajalle räätälöity toimintatapa. Virheistä tulee oppia. Sovitut asiat dokumentoidaan ja niissä oleva tieto tulee olla kaikkien saatavilla. Laadun puutteesta olevia merkkejä ovat: kukaan ei tiedä, miten asiat tulisi oikeasti tehdä; työkalut ja dokumentit ovat aina hukassa; toistetaan vanhoja virheitä ja asioista joudutaan riitelemään. (Martikainen, 2013, s. 3-4.)

Konepajassa laatua ei tulisi ajatella erillisenä osa-alueena, vaan on ymmärrettävä, että laatu, tuottavuus ja taloudellisuus muodostavat kokonaisuuden (Martikainen, 2013, s. 3-4). Tuottavuus ilmaisee aikaansaadun tuotannon määrän suhteessa panosten määrään. Panoksilla tarkoitetaan tarvittavia tuotantoresursseja, joilla saadaan aikaan haluttu tuotos. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2010, s. 327).

$$Tuottavuus = \frac{Tuotosten\ määrä}{Panosten\ määrä} \quad (1)$$

Tuottavuus- ja kapasiteetti-sanoja saatetaan virheellisesti käyttää synonyymeinä, joten tässä vaiheessa on syytä selvittää, mitä kapasiteetilla tarkoitetaan tässä työssä. Taloussanomien mukaan kapasiteetti ilmaisee tavallisesti tuotannonmäärää aikayksikössä. (Taloussanomien, 2014 III). Kapasiteetilla voidaan mitata yksittäisen työvaiheen tehokkuutta tai koko yrityksen tehokkuutta.

$$Kapasiteetti = \frac{Tuotosten\ määrä}{Aika} \quad (2)$$

2.1 Tuottavuuden parantaminen

Tuottavuus voidaan ymmärtää konepajan sisäisenä tehokkuutena, eli kuinka paljon tuotoksia saadaan aikaiseksi tietyllä panosten määrällä. Tuottavuutta voidaan konepajassa parantaa Martikaisen (2013) mukaan muun muassa seuraavilla toimenpiteillä:

- Työaika käytetään tehokkaasti
- Vältetään turhaa työtä ja tehdään asioita sovitulla tavalla
- Pyritään tekemään kerralla valmista
- Materiaali käytetään mahdollisimman tehokkaasti hyväksi
- Koneiden käyttöaste pyritään pitämään korkeana.

Hitsaavissa konepajoissa on tärkeää tietää tarkasti, miten hitsaavaan työhön käytetään aikaa. Hitsausaika kertoo, kuinka paljon hitsaajalta kuluu aikaa metrin pituisen hitsin hitsaamiseen. Lukkarin (2011, s. 4.)

$$\text{Hitsausaika (h/m)} = \frac{\text{Hitsiaineen määrä } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right)}{\text{Hitsiaineentuotto } \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \times \text{Kaariaikasuhde}} \quad (3)$$

Hitsauksen tuottavuutta ja kapasiteettia parannettaessa täytyy hitsaukseen käytettyä aikaa lyhentää. Lukkarin (2011, s. 4.) mukaan hitsaukseen käytettyä aikaa voidaan lyhentää seuraavilla menetelmillä:

- Pienennetään hitsiainemäärää
- Lisätään hitsiaineentuottoa
- Parannetaan kaariaikasuhdetta

Kaavassa 4 on esitetty suure kaariaikasuhde (paloaikasuhde). Standardissa (SFS 3052:1983) määritellään kaariaikasuhde seuraavasti: ”Kaariajan ja hitsaustyön suorittamiseen käytetyn ajan välinen suhde”.

$$\text{Kaariaikasuhde} = \frac{\text{Kaariaika (h)}}{\text{Hitsaustyön aika (h)}} \quad (4)$$

Leino (2008) antaa eri hitsaustavoille seuraavanlaisia kaariaikasuhteita. Arvojen perusteella voidaan todeta, että hitsauksen tuottavuus paranee käyttämällä yksinkertaista mekanoisointia tai siirtymällä robotisoituun hitsaamiseen.

Käsinhitsaus	0,15–0,30
Yksinkertainen mekanoisointi	0,40–0,60
Hitsausrobotti, -automaatti	0,50–0,90

2.2 Laaduntuottotekijät

Hitsaavassa konepajassa syntyvän hitsin laatuun vaikuttavat ennen hitsausta suoritettavat toimenpiteet. Näitä toimenpiteitä ovat suunnittelu, esivalmistus, materiaalinkäsittely ja hitsausmenetelmän valinta. Hitsauksen aikana syntyvään hitsin laatuun vaikuttavat hitsausvälineet, hitsaajan ammattitaito, työympäristö ja hitsattava kohde. Hitsauksen jälkeen suoritettulla viimeistelyllä voidaan parantaa hitsin visuaalista ilmettä, mutta varsinaiseen hitsin laatuun tällä toimenpiteellä ei ole enää vaikutusta. Lopputarkastuksella voidaan todeta syntynyt laatu. Kun hitsattava osa on todettu täyttävän sille asetetut laatuvaatimukset, on muistettava käsitellä sitä edelleen huolellisesti. Puutteellisella osan merkitsemisellä tai tuotannonohjauksella voidaan menettää ennen hitsausta ja sen aikana suoritetuilla laaduntuottotekijöillä saavutetut edut. (Martikainen, 2013, s. 6.)

2.2.1 Laatukustannukset

Perehdyttäessä laatukustannuksiin huomataan nopeasti, että osa laatukustannustekijöistä on vaikeasti mitattavissa. Martikaisen mielestä näitä vaikeasti mitattavia kustannuksia saatetaan jopa pitää luonnollisena osana konepajan toimintaa. Vain 2-5 % laatukustannuksista on helposti osoitettavissa. (Martikainen, 2013, s. 3-4.) Tätä ilmiötä kutsutaan kirjallisuudessa laatukustannusten jäävuorimalliksi, jossa veden pinnan päällä ovat näkyvät laatukustannukset ja pinnan alapuolella näkymättömät laatukustannukset (Anderson & Hiltunen & Villanen, 2004, s. 55–56.) Kuvassa 2 on esitetty kyseinen jäävuorimalli ja siihen sisältyviä komponentteja.

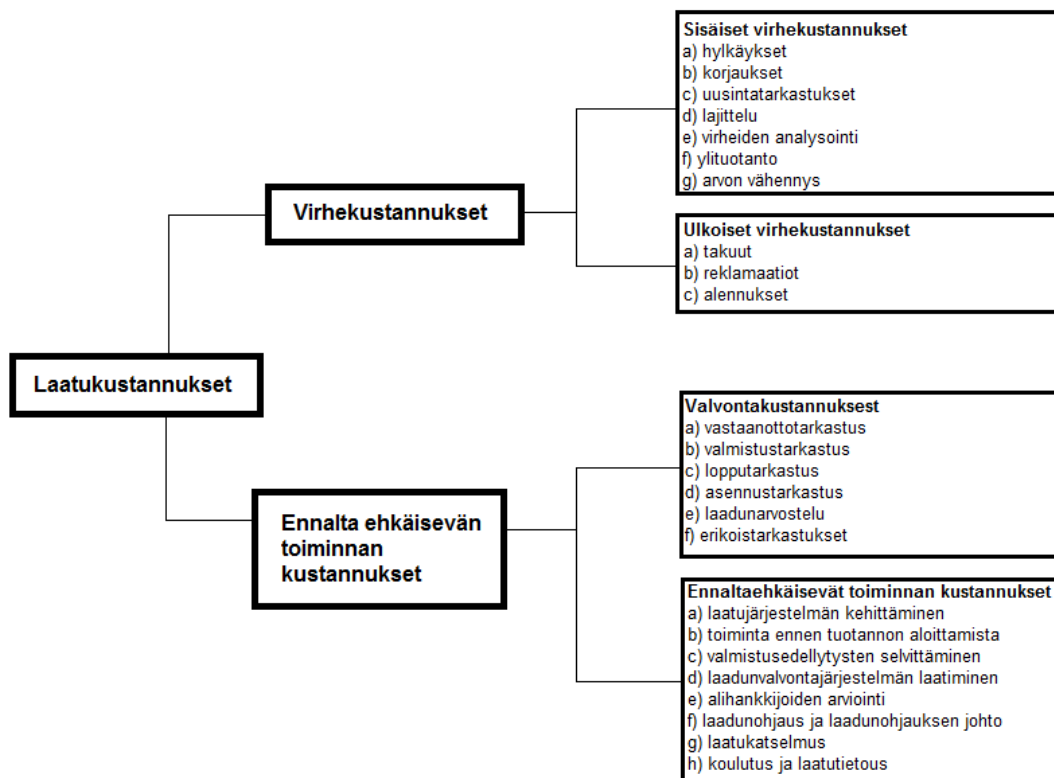


Kuva 2. Laatukustannusten jäävuorimalli (Anderson et al. 2004, s. 55–56).

Martikainen jakaa laatukustannukset hyviin, pahoihin ja rumiin laatukustannuksiin. Hyvät kustannukset muodostuvat ennaltaehkäisevästä toiminnasta sekä valvonnasta. Ennaltaehkäisevä toimenpide voi olla laatujärjestelmän rakentaminen ja sen käyttöönotto. (Martikainen, 2013, s. 3-4.)

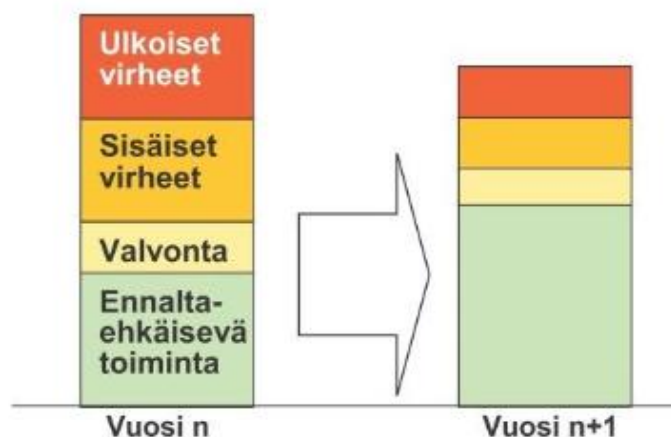
Pahat kustannukset syntyvät Martikaisen mielestä konepajalla valmistettavan tuotteen laadun poikkeamista tai virheistä, jotka saadaan kuitenkin korjattua ennen tuotteen lähettämistä (Martikainen, 2013, s. 3-4.) Samoista kustannuksista Neilimo ja Uusi-Rauva (2010) käyttävät termiä sisäiset virhekustannukset.

Rumilla kustannuksilla Martikainen tarkoittaa sellaista tilannetta, jossa viallinen tuote tai palvelu on tavoittanut asiakkaan (Martikainen, 2013, s. 3-4). Neilimo ja Uusi-Rauva (2010) käyttävät ilmiöstä virallisempaa termiä eli ulkoinen virhekustannus. Ulkoisista virheistä seuraa yleensä reklamaatiokustannuksia. Kuvassa 3 on esitelty virhekustannusten ja ennaltaehkäisevän toiminnan komponentteja.



Kuva 3. Laatukustannusten jaottelu (Neilimo & Uusi-Rauva, 2010, s. 327).

Laatukustannusten minimoimisessa on pyrittävä siihen, että resursseja siirrettäisiin mahdollisimman paljon ennaltaehkäisevään toimintaan. Virheiden ennaltaehkäisevän toiminnan on huomattu laskevan ulkoisista ja sisäisistä virheistä johtuvia kustannuksia. (Anderson et al. 2004 s. 57.) Kuvassa 4 on esitelty sama tilanne pylväsdiagrammeihin. Kuvasta huomataan, että ulkoiset ja sisäiset virhekustannukset tulevat laskemaan vuosi vuodelta, mikäli panostetaan ennaltaehkäisevään toimintaan.



Kuva 4. Ennaltaehkäisevän toiminnan vaikutus virhekustannuksiin (Anderson et al. 2004 s. 57).

2.2.2 Laadun mittaaminen

Heikkilän (2005) mukaan laadun mittaamiseen liittyy usein asenneongelmia, jotka johtuvat siitä, että laadun mittaaminen koetaan kustannuksia aiheuttavaksi turhaksi työksi. Ilman laadun mittaamista on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta tehdä laadun parantamiseen liittyviä päätöksiä. Tällöin laadun hallintaan liittyvät ratkaisut tehdään mielipiteiden pohjalta. Laadun mittaamisella pyritään siihen, että objektiiviset numerotiedot toimivat perustana laadunhallintaan liittyvissä päätöksenteossa. (Heikkilä, 2005.) Kokemuksen perusteella voidaan todeta, että järjestelmällinen laatutyö tuottaa tuloksia pitkällä aikavälillä. Sattuman varaisuuteen ja hyvään tuuriin luottaminen on erittäin riskialtista konepajatoimintaa. (Martikainen 2013, s. 7.)

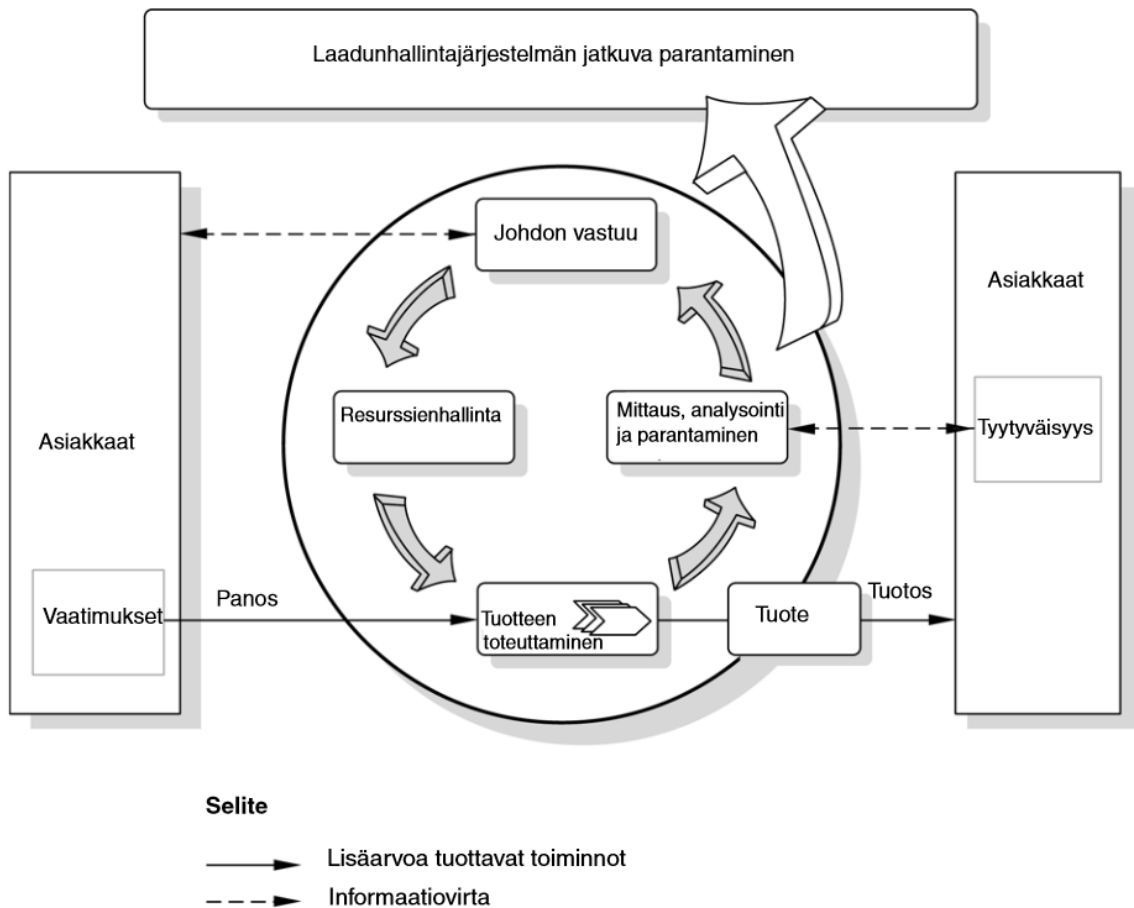
Konepajoissa tyypillisimmin käytettyjä tuottavuuden ja kannattavuuden mittareita ovat: läpimenoaika, tuottavuus, toimitusvarmuus, tuotantokatkosten määrä, laaduttomuuskustannukset, asiakastyytyväisyys, toimitusvarmuus, reklamaatiot, keskeneräinen tuotanto ja kannattavuusmittarit. Konepajan tulee valita muutama sellainen mittari, jotka kuvastavat mahdollisimman hyvin yrityksen kokonaistoimintaa ja joihin yritys pystyy itse vaikuttamaan. (Martikainen, 2013)

2.2.3 EN ISO 9001 Laadunhallintajärjestelmä

Standardi EN ISO 9000 on kansainvälisesti kaikkein tunnetuin laatustandardi. Laadunhallintajärjestelmän mukaisen toiminnan aloittaminen tulisi olla yrityksen strateginen päätös. (EN ISO 9001:2008). Tämänkin laatujärjestelmän kehittäminen on aikaa vievä prosessi. Aikaa laatujärjestelmän luomiseen ja sen sertifiointiin on varattava vähintään kaksi vuotta. Hyväksyttämisen edellytyksenä on järjestelmän tarkastus eli auditointi. (Haverila et al. 2005, s. 475–477.) Standardi sarjaan EN ISO 9000:2005 kuuluvat seuraavat osat:

- SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto
- SFS-EN ISO 9001:2008 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset
- SFS-EN ISO 9004:2009 Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen. Laadunhallintaan perustuva toimintamalli

EN ISO 9000-standardisarja korostaa järjestelmällisyyttä sekä järjestelmälähtöistä johtamista. Standardissa EN ISO 9000 panostetaan asiakkaan asettamien vaatimusten toteuttamiseen. Vaatimusten toteuttamiseksi standardi esittää prosessimaisen toimintamallin. Prosessimaisen toimintamallin soveltaminen kehottaa yritystä analysoimaan asiakkaan vaatimuksia ja määrittelemään sellaisia prosesseja, joiden avulla saadaan asiakkaan hyväksymä tuote, sekä ohjaamaan edellä mainittuja prosesseja. (SFS-EN ISO 9000:2005) Prosessimaisen toimintamallin periaate on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Prosesseihin perustuva laadunhallintajärjestelmä (SFS-EN ISO 9000:2005).

Standardissa EN ISO 9004 esitetään kahdeksan laadunhallinnan periaatetta. Periaatteita noudattamalla yrityksen johto voi ohjata organisaatiota entistä parempiin suorituksiin. Näitä periaatteita ovat (SFS-EN ISO 9004:2009):

1. Asiakaskeskeisyys
2. Johtajuus
3. Henkilöstön osallistuminen
4. Prosessimainen toimintamalli
5. Järjestelmälähtöinen johtaminen
6. Jatkuva parantaminen
7. Tosiasioihin perustuva päätöksenteko
8. Molempia osapuolia hyödyttävät toimittajasuhteet

2.2.4 EN ISO 3834 Hitsauksen laatuvaatimukset

Hitsauksen laatuvaatimukset EN ISO 3834 -standardisarjaa ei voida pitää saman tason laatujärjestelmästandardina kuin EN ISO 9000 eikä se näin ollen voi korvata sitä. Standardi EN ISO 3834 toimii apuvälineenä sovellettaessa standardia EN ISO 9001 yrityksissä, joissa erikoisprosessina on hitsaus. (Martikainen 2013, s. 7.) Tosin on myös mahdollista saada ISO 3834-2...4 mukainen sertifiointi eli hyväksyntä ilman kytkentää standardin EN ISO 9001 laatujärjestelmään (Lindelwald, 2013, s. 6).

Standardisarjaan kuuluvat Martikaisen (2013 s. 7) mukaan seuraavat osat:

- EN ISO 3834-1 Tarkoituksenmukaisen laatuvaatimuksen valintaperusteet
- EN ISO 3834-2 Kattavat laatuvaatimukset
- EN ISO 3834-3 Vakiolaatuvaatimukset
- EN ISO 3834-4 Peruslaatuvaatimukset
- EN ISO 3834-5 Laatuvaatimusten osoittamiseen tarvittavat asiakirjat
- ISO/TR 3834-6 Soveltamisohjeet

Ohjeita laatutason valinnalle antaa standardi EN ISO 3834-1. Standardeista EN ISO 3834-2...4 valitaan konepajalle tarkoituksenmukaisin laatuvaatimus. Kaikkein vaativimmat laatuvaatimukset ovat standardissa EN ISO 3834-2 ja väljimmät standardissa EN ISO

3834-4. Kattavien laatuvaatimuksien EN ISO 3834-2 ja vakiolaatuvaatimuksien EN ISO 3834-3 sisällöt ovat lähes samanlaiset, ainoastaan dokumentaatioon liittyvissä asioissa on eroja. Peruslaatuvaatimukset EN ISO 3834-4 tulee valita, mikäli hitsattavalla tuotteella on alhainen turvallisuusriski. (Lindelwald 2013, s. 8.) Taulukossa 1 on annettu ohjeita laatuvalinnan valinnalle tuotteen tai rakenteen perusteella.

Taulukko 1. Laatuvalinnan ohjeistus (Lindelwald 2013, s. 8).

Tuote tai rakenne	Vaatimukset
Teräsrakenteet (EN 1090-2)	Toteutusluokat 3 ja 4 EN ISO 3834-2 Toteutusluokat 2 EN ISO 3834-2 Toteutusluokka 1 EN ISO 3834-4
Painesäiliöt (EN 13445)	Vähintään EN ISO 3834-3
Kiskokalusto (EN 15085)	Pätevyystaso 1 EN ISO 3834-2 Pätevyystasot 2 ja 4 EN ISO 3834-3 Pätevyystaso 3 EN ISO 3834-4
Offshore (NORSOK)	EN ISO 3834-2
Vesiputkikattilat (EN 12952-5)	Valitut osat standardista EN ISO 3834-2

Standardin EN ISO 3834-2...4 käyttöönottoa tukevat useat näkökohdat, kuten direktiivit, tuotestandardit ja itse EN ISO 9001. Muita perusteita voivat olla yrityksen halu kehittyä sekä asiakkailta ja päähankkijalta tulevat vaatimukset. Vuonna 2013 Suomessa oli yli 200 yritystä, jotka olivat sertifioineet standardin EN ISO 3834-2 kattavien laatuvaatimuksien mukaan. (Lindelwald, 2013, s. 6.)

Martikaisen mielestä standardien EN ISO 3834-2...4 käyttöönotto vaatii henkilökunnalta huomattavan työpanoksen sekä sitoutumisen työhön ja sen myötä suoritettaviin toimenpiteisiin: työtapojen kehittämiseen, uusien tehtävien suoritukseen, informaatiokulun varmistamiseen jne. Standardin käyttöönotto ei saa olla yritykselle itseisarvo. Yrityksen tulee kokea, että standardin käyttö on perusteltua ja että siitä saavat yritys sekä asiakkaat lisäarvoa. Muutoin standardi on vain rasite. (Martikainen 2013, s. 7.) Työn aloittamisessa on mahdollista käyttää ulkopuolista asiantuntemusta avuksi objektiivisen kuvan aikaansaamiseksi lähtötilanteesta, mikäli standardin mukaisesti päätetään toimia (Lindelwald 2013, s. 6). Taulukkoon 2 on listattu standardien EN ISO 3834-2...4 sisältöä. Taulukosta nähdään dokumentointiin ja käytännön menettelyihin liittyviä määräyksiä ja ohjeita.

Taulukko 2. Standardien EN ISO 3834-2...4 sisältämät vaatimukset (EN ISO 3834-1:2006).

Nro.	Kohde	ISO 3834-2	ISO 3834-3	ISO 3834-4
1	Vaatimusten katselmus	katselmus vaaditaan pöytäkirja vaaditaan	pöytäkirja saatetaan vaatia	pöytäkirjaa ei vaadita
2	Tekninen katselmus	katselmus vaaditaan pöytäkirja vaaditaan	pöytäkirja saatetaan vaatia	pöytäkirjaa ei vaadita
3	Alihankinta	Käsitellään kuten valmistaja tietyille alihankitulle tuotteelle, palvelulle ja/tai toiminnalle. Lopullinen vastuu jää kuitenkin valmistajalle		
4	Hitsaajat ja hitsausoperaattorit	Pätevöintivaaditaan		
5	Hitsauskoordinoija	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
6	Tarkastushenkilöstö	Pätevöintivaaditaan		
7	Tuotanto- ja testauskalusto	sopivaa ja käytettävissä vaatimusten mukaisesti esivalmistukselle, prosessin toteuttamiselle, testaukselle, kuljetukselle ja nostotehtäville yhdessä turvalaitteiden ja suojavarusteiden kanssa		
8	Laitteiden huolto	vaaditaan tuotteen vaatimustenmukaisuuden saavuttamiseksi ja ylläpitoon dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	Raportteja suositellaan	ei erityisiä vaatimuksia
9	Laitteiden kuvaus	luettelo vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
10	Tuotantosuunnitelma	vaaditaan dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	ei erityisiä vaatimuksia
11	Hitsausohjeet	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
12	Hitsausohjeiden hyväksyntä	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
13	Hitsausaineiden erakohtainen testaus	jos vaaditaan	ei erityisiä vaatimuksia	
14	Hitsausaineden varastointi ja käsittely	vaaditaan lisäainetoimittajien mukaiset menettelyt		lisäainetoimittajien suositusten mukaisesti
15	Perusaineiden varastointi	vaaditaan suojausta ympäristön vaikutukselta; tunnistettavuuden tulee säilyä varastoinnin aikana		ei erityisiä vaatimuksia
16	Hitsauksen jälkilämpökäsittely	varmistetaan, että tuotestandardin tai spesifikaation vaatimukset on täytetty vaaditaan ohje ja pöytäkirja sekä pöytäkirjan jäljitettävyyden tuotteeseen	vaaditaan ohje ja pöytäkirja	ei erityisiä vaatimuksia
17	Tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen	vaaditaan		jos vaaditaan
18	Poikkeamat ja korvaavat toimenpiteet	ohjaustoimenpiteitä sovelletaan vaaditaan menettelyohjeita korjaukseen ja/tai oikaisimiseen		ohjaustoimenpiteitä sovelletaan
19	Mittaus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus	vaaditaan	jos vaaditaan	ei erityisiä vaatimuksia
20	Tuotannonaikainen tunnistus	jos vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
21	Jäljitettävyyden	jos vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
22	Laatuasiakirja	jos vaaditaan		

Tyypillisiä ongelmia standardin EN ISO 3834 käyttöönotossa ovat Lindelwaldin (2013, s. 27.) mukaan:

- osto tai tilaus
- vastuullisen hitsauskoordinoijan asema yrityksessä
- hitsausaineiden käsittely
- hitsausohjeiden noudattaminen
- virta- ja jännitemittareiden kelpuus
- pätevyysalueet.

Standardin EN ISO 3834-2...4 määrittämiä asioita tulee käyttää työkaluna yrityksen hitsaustoimintojen laaduntuottokyvyn mittarina. Hitsaustuotannon tuottavuutta voidaan parantaa ja laadukustannuksia alentaa, jos korjataan standardin avulla löydetty epäkohdat ja puutteet. (Lindelwald, 2013, s. 6.)

2.2.5 EN 1090 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus

Euroopan parlamentin ja Euroopan komission hyväksymä rakennustuoteasetus (305/2011/EC) astui voimaan Suomessa 1.7.2013. Teräsrakenteiden osalta siirtymäaika päättyi 1.7.2014. Tämän jälkeen valmistetuissa teräsrakenteissa tulee olla CE-merkintä mikäli tuote on myynnissä Suomessa tai muualla Euroopan unionissa. Standardiin kuuluvat kaikki kantavat teräsrakenteet. Näin ollen standardia tulee soveltaa valmistettaessa talorakenteita, siltoja, torneja, mastoja, paineettomia säiliöitä, siiloja, putkilinjoja, paaluja, nosturiratoja yms. Standardia ei kuitenkaan sovelleta offshore-toiminnassa. (Toikka & Martikainen, 2013 s. 4.)

Teräs- ja alumiinirakenteiden osalta tämä tarkoittaa EN 1090 -standardin noudattamista konepajan oman valmistuksen osalta. Lisäksi standardi tulee olla sertifioitu. (Teknologiateollisuus, 2014.) CE-merkinnän tarkoitus on helpottaa kansainvälistä kauppaa ja taata tuotteiden vapaa liikkuminen Euroopan talousalueen sisällä. Lisäksi CE-merkinnällä voidaan osoittaa, että tuote on tehty asianmukaisesti ja laadukkaasti. (Inspecta, 2013.) Näin ollen CE-merkittyjä tuotteita on kuluttajan turvallista käyttää.

EN 1090 -standardisarja sisältää kolme eri standardia, jotka ovat (Toikka & Martikainen, 2013 s. 4.)

EN 1090-1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisen kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin

EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset

EN 1090-3 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 3: Alumiinirakenteita koskevat tekniset vaatimukset.

Tässä kappaleessa tullaan käsittelemään lähinnä EN 1090-2 -standardia ja sen sisältöä. Edellä mainitun standardin liitteessä B annetaan ohjeita toteutusluokan valintaan. Toteutusluokasta käytetään standardissa lyhennettä EXC, joka tulee englanninkielen sanoista execution class. Toteutusluokka voidaan osoittaa koskemaan rakennetta, yksittäistä kokoonpanoa, kokoonpanon osaa tai tiettyjä yksityiskohtia. (EN 1090-2.)

Toteutusluokkaan vaikuttavat seuraamusluokka CC, käyttöluokka SC ja tuotantoluokka PC. Seuraamusluokan valintaan vaikuttaa rakenteen mahdollisesta rikkoontumisesta aiheutuvat vahingot. Taulukossa 3 on esitelty EN 1090-2 liitteen B mukainen seuraamusluokan määrittelytaulukko. (EN 1090-2:2012.)

Taulukko 3. Seuraamusluokkien määrittely (EN 1090-2:2012).

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	Suuret seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten <i>tai merkittävien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Käyttöluokan valintaan vaikuttaa rakennettavan tuotteen käyttöympäristö. Taulukossa 4 on esitetty EN 1090-2 liitteen B mukainen käyttöluokan määrittelytaulukko.

Taulukko 4. Käyttöluokan määrittelemät käyttöympäristöt (EN 1090-2:2012).

Luokat	Kriteerit
SC1	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset) – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiviteetin perusteella ja luokassa DCL* – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka S₀)**
SC2	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S₁...S₉)**, rakenteet, jotka ovat alltiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*
*	DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.
**	Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Tuotantoluokan valintaan vaikuttavat teräsrakenteen liittämismenetelmä sekä perusaineen lujuusluokka. Taulukossa 5 on esitetty EN 1090-2 liitteen B mukainen tuotantoluokan määrittelytaulukko.

Taulukko 5. Tuotantoluokan määrittelemät teräsrakenteen ominaisuudet (EN 1090-2:2012).

Luokat	Kriteerit
PC1	<ul style="list-style-type: none"> – Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä – Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355
PC2	<ul style="list-style-type: none"> – Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän – Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla – Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana – Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon.

Sen jälkeen, kun on määritetty seuraamusluokka, käyttöluokka ja tuotantoluokka, käytetään toteutusluokan määrittämismatriisia. Toteutusluokan määrittämismatriisi on esitetty taulukossa 6. Esimerkiksi seuraamusluokan ollessa CC2, käyttöluokan SC2 ja tuotantoluokan PC2 saadaan matriisin avulla toteutusluokkaehdotukseksi EXC 3.

Taulukko 6. Toteutusluokan määrittämiseen käytettävä suositusmatriisi (EN 1090-2:2012).

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4

^a Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.

Hitsattujen rakenteiden tarkastusten laajuuteen vaikuttaa merkittävästi toteutusluokka. Kaikille rakenteille vaaditaan vähintään silmämääräinen tarkastus. Mikäli suunnittelija ei ole määritellyt toteutusluokkaa, oletetaan rakenteen lähtökohtaisesti kuuluvan EXC 2 luokkaan. Tästä luokasta eteenpäin tullaan rakenteilta vaatimaan muita NDT- tarkastuksia. Teräsrakenteiden suunnittelijan määräämä toteutusluokka asettaa merkittäviä vaatimuksia hitsaustoiminnan laadunhallinnalle, hitsaus henkilöstön pätevyyksille, hitsausohjeille sekä niiden hyväksynnälle, hitsien tarkastamiselle, materiaalin tunnistettavuudelle ja jäljitettävyydelle. (Toikka & Martikainen, 2013 s. 5.) Kauppila arvioi teräsrakenteen suunnittelijan voivan vaikuttavaa 70–90 % rakenteen kustannuksiin. Väärä toteutusluokka tai liian laajat vaatimukset tarkastusten suhteen nostavat kustannuksia merkittävästi. (Kauppila, 2013 s. 2)

Toteutusluokasta EXC 2 ylöspäin vaaditaan konepajalta erikseen nimettyä vastuullista hitsaustoimintojen esimiestä eli hitsauskoordinoijaa. Standardissa EN ISO 14731 määritetään hitsauskoordinoijan tehtävät ja vastualueet. Hitsauksen koordinoinnilla varmistetaan, että hitsattujen rakenteiden tuotanto on luotettavaa ja niiden käyttö turvallista. Hitsauskoordinoijalta vaadittavaan pätevyteen vaikuttavia tekijöitä ovat: hitsattavan tuotteen toteutusluokka, käytettävä materiaali ja sen ainepaksuus. (Toikka & Martikainen, 2013 s. 5.)

2.3 Laatukäsikirja Case: Karjalan Konepaja Oy

Laatukäsikirja on yrityksen kirjallinen kuvaus laatujärjestelmästä (Haverila et al. 2005, s. 387). Karjalan Konepaja Oy:n laadunhallintajärjestelmässä on noudatettu standardeja EN ISO 9001, EN ISO 3834-2 ja EN 1090-2 soveltuvin osin. Voimassa oleva järjestelmä pohjautuu vuonna 2006 laadittuun laatukäsikirjaan ja sen toimintaohjeisiin. Karjalan Konepaja Oy:n laatukäsikirja on valvotun dokumentoinnin ylin taso, mikä sisältää yleiskuvauksen yrityksen laadunhallintajärjestelmästä ja viittaukset menettelyohjeisiin. (Laatukäsikirja, 2014, s. 4.) Konepajan mottona pidetään lausetta: ”Laatu tehdään tekemällä, ei pelkästään tarkastamalla”. Taulukosta 7 nähdään Karjalan Konepajan Oy:n toimintaa ohjaavia standardeja.

Karjalan Konepaja Oy:lle on 15.4.2014 myönnetty sertifikaatti standardille EN 1090-2 ja näin ollen yrityksellä on lupa valmistaa CE-merkittyjä teräsrakenteita. Hyväksytyt sertifikaatti antaa konepajalle valtuudet valmistaa toteutusluokkien EXC1, EXC2 ja EXC3 mukaisia tuotteita. (Karjalan Konepaja Oy, 2014)

Taulukko 7. Työtapaakohtaiset yleistoleranssit ja noudatetut standardit Karjalan Konepaja Oy:ssä (Laatukäsikirja, 2014, s. 5).

Työtapa	Noudatetut standardit	Dokumentit
Toteutusluokka	EXC 3	
Laatu	EN ISO 9001:2008	x
Hitsaus	EN ISO 3834-2:2006	x
	EN ISO 14731:2006	
Hitsauskoordinointi	IWE-, IWT- tai IWS – tutkinto	x
Hitsaajat	EN 287-1:2011 oma valvonta	x
Silmämääräinen tarkastus	EN ISO 17637/2011 Ei pätevyity. Näkötesti hyväksyty	
Hitsien laatuvaatimus	EN ISO 5817:2006	
Mitat	EN 22768-1:1993 toleranssiluokka m tai työohje EN ISO 13920:1996	
Hitsausohjeet	EN ISO 15609-1:2004-mukaisesti Päteväinti EN ISO 15611:2004, EN ISO 15614-1:2012	x

Ainestodistukset	Materiaalit EN 10204:2004 3.1 tai 2.2	x
	Hitsausaineet EN 10204:2004 2.2	
Lämpökäsittelyt	EN ISO 17663:2009 Todistus liitteenä	x
Pintakäsittely	Maalaus: Mittauspöytäkirja liitteenä	x
	Peittäus: Asiakkaan vaatiessa	
Jäljitettävyys	Asiakkaan vaatiessa	
Muu NDT (PT, MT, UT, RT)	Asiakkaan vaatiessa	

Seuraavassa on listattu Karjalan Konepaja Oy:n laatukäsikirjan sisältöä:

1. Johdanto
2. Sisällysluettelo
3. Prosessikaaviot
 - 3.1 Projektihallinta
 - 3.2 Konepajavalmistus
 - 3.3 Asennus
4. Laadunhallintajärjestelmä
 - 4.1 Yleiset vaatimukset
 - 4.2 Dokumentointia koskevat vaatimukset
 - 4.2.1 Yleistä
 - 4.2.2 Laatukäsikirja
 - 4.2.3 Asiakirjojen hallinta
 - 4.2.4 Tallenteiden hallinta
5. Johdon vastuu
 - 5.1 Johdon sitoutuminen
 - 5.2 Asiakaskeskeisyys
 - 5.3 Laatupolitiikka
 - 5.4 Suunnittelu
 - 5.4.1 Laatutavoitteet
 - 5.4.2 Laadunhallintajärjestelmän suunnittelu
 - 5.5 Vastuut, valtuudet ja viestintä

5.5.1 Vastuut ja valtuudet

5.5.2 Johdon edustaja

5.5.3 Sisäinen viestintä

5.6 Johdon katselmus

5.6.1 Yleistä

5.6.2 Katselmuksen lähtötiedot

5.6.3 Katselmuksen tulokset

6. Resurssien hallinta

6.1 Resurssien varaaminen

6.2 Henkilöresurssit

6.2.1 Yleistä

6.2.2 Pätevyys, koulutus ja tietoisuus

6.3 Infrastrukturi

6.4 Työympäristö

7. Tuotteen toteuttaminen

7.1 Tuotteen toteuttamisen suunnittelu

7.2 Asiakkaaseen liittyvät prosessit

7.2.1 Tuotteeseen liittyvien vaatimusten määrittäminen

7.2.2 Tuotteeseen liittyvien vaatimusten katselmus

7.2.3 Viestintä asiakkaan kanssa

7.3 Suunnittelu ja kehittäminen

7.4 Ostotoiminta

7.4.1 Ostoprosessi

7.4.2 Ostotiedot

7.4.3 Ostetun tuotteen todentaminen

7.5 Tuotanto ja palveluiden tuottaminen

7.5.1 Tuotannon ja palveluiden tuottamisen ohjaus

7.5.2 Tuotanto- ja palvelujentuottamisprosessien kelpuus

7.5.3 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

7.5.4 Asiakkaan omaisuus

7.5.5 Tuotteen säilytys

7.6 Seuranta- ja mittauslaitteistojen ohjaus

8. Mittaus, analysointi ja parantaminen

- 8.1 Yleistä
- 8.2 Seuranta ja mittaus
 - 8.2.1 Asiakastyytyväisyys
 - 8.2.2 Sisäinen auditointi
 - 8.2.3 Prosessien seuranta ja mittaus
 - 8.2.4 Tuotteen seuranta ja mittaus
- 8.3 Poikkeavan tuotteen ohjaus
- 8.4 Tiedon analysointi
- 8.5 Parantaminen
 - 8.5.1 Jatkuva parantaminen
 - 8.5.2 Korjaava toimenpide
 - 8.5.3 Ehkäisevä toimenpide

9. Laatukäsikirjan liitteet

- 9.1 Prosessikaaviot
- 9.2 Menettelyohjeet
- 9.3 Työohjeet
- 9.4 Työturvallisuusohjeet
- 9.5 Laatutallenteet
- 9.6 Viiteasiakirjat

Laatukäsikirja ilman liitteitä ei sisällä Karjalan Konepaja Oy:n kannalta salaisia tietoja. Yrityksen laatukäsikirjaa pidetään ajan tasalla sähköisessä muodossa, joten tulostettu laatukäsikirja edustaa ainoastaan kyseisen päivän tilannetta. Koko Karjalan Konepaja Oy:n henkilökunta on sitoutunut laatujärjestelmän noudattamiseen ja vastaa itse osaltaan laatupolitiikan toteuttamisesta. Laatupolitiikan lähtökohtana on taloudellisesti kannattava ja jatkuvasti kehittyvä toiminta. Tuotteiden ja palveluiden laadun tulee täyttää asiakkaiden niille asettamat odotukset. (Laatukäsikirja, 2014, s. 6-7.)

3 KONEPAJAN TOIMINNAN- JA TUOTANNONOHJAUS

Tässä kappaleessa tarkastellaan konepajan toiminnan- ja tuotannonohjausta. Nämä kaksi termiä menevät usein sekaisin puhekielessä. Lisäksi tässä kappaleessa esitellään tuotannonohjausta auttavia erilaisia tuotannonohjausjärjestelmiä.

3.1 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan konepajan tilaustoimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa. Toiminnanohjaus käsittää tuotannonohjauksen lisäksi myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta. Toiminnanohjauksesta käytetään kirjallisuudessa lyhennettä ERP. (Haverila et al. 2005, s. 397.)

3.2 Tuotannonohjaus

Liiketoiminnassa tuotannonohjauks käsite voidaan ymmärtää liittyvän kaikkeen toimintaan, jossa resursseja käytetään tuotteiden tai palveluiden tuottamiseksi asiakkaille. Resursseilla tarkoitetaan tässä asiayhteydessä kone- ja laiteinvestointeja ja niitä käyttävää henkilöstöä. (Häkkinen, 2003, s. 13.) Miettisen (1993, s. 24) mielestä tuotannonohjauksen tarkoitus on ohjata konepajan tuotantojärjestelmää siten, että yrityksen päämäärät ja tavoitteet saavutetaan siltä osin kuin ne ovat tuotannosta riippuvaisia.

3.3 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjausjärjestelmä on aina konepajakohtainen ratkaisu, joka voi olla manuaalinen sovellus tai tietokonepohjainen sovellutus tai näiden yhdistelmä. (Häkkinen, 2003, s. 15) Tuotannonohjauksen tärkeimpinä tavoitteina voidaan pitää Häkkisen (2003, s. 16) mukaan:

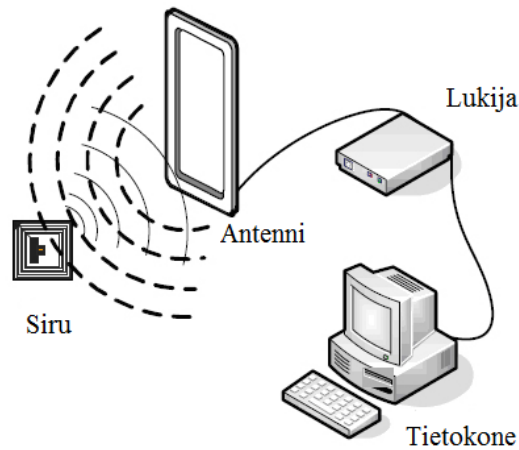
- Toimintavarmuutta
- Kapasiteetin korkeaa käyttöastetta
- Sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimointia

Tuotannonohjausjärjestelmän tehtävä on tuottaa tietoa tehokkaan johtamisen avuksi ja se informoi tuotannon tilanteesta. Tuotannonohjausjärjestelmä ei tee päätöksiä tai valvo yrityksen toimintaa. Siitä on apua tilanteissa, kun tuotantoresursseja pitää ajoittaa siten,

että ihmiset ja koneet tekevät oikeita asioita oikeaan aikaan. Tuotannonohjausjärjestelmä auttaa raaka-ainevarastojen, myyntivarastojen ja keskeneräisen tuotannon suunnittelussa. (Häkkinen, 2003, s. 19)

Tuotannonohjauksessa voidaan käyttää apuna viivakoodeja tai RFID-tunnisteita. Viivakoodeja ja RFID-tunnisteita voidaan käyttää apuvälineenä tietojen tehokkaaseen tallentamiseen ja osien yksilölliseen tunnistamiseen. Logistiikkamaailman (2013) www-sivuilla kerrotaan, että tietojen syöttö viivakoodin avulla on helppoa. Tiedot viivakoodista luetaan esimerkiksi käsilukijalla osan tultua valmistukseen tai sen valmistuttua, jolloin tieto siirtyy automaattisesti tuotannonohjausjärjestelmään. Viivakoodeilla saavutettavia etuja ovat tietojen oikeellisuus, tiedonsyötön nopeus, luennan helppous ja teknologian edullisuus. (Logistiikkamaailma, 2013.) Viivakoodi voi kuitenkin irrota tai vahingoittua siten, ettei sitä pysty lukulaitteella lukemaan (Koskinen, 2010). Konepajassa viivakoodijärjestelmää voitaisiin käyttää siten hyväksi, että työnjohtaja liimaisi työkuviin positiomerkin vastaavan viivakoodin. Jokaisessa työvaiheessa työntekijä kuittaisi lukulaitteella työn vastaanotetuksi ja valmiiksi, jolloin nämä tiedot tallentuisivat automaattisesti tuotannonohjausjärjestelmään.

RFID on viivakoodia kehittyneempi varastonhallinnan ja tuotannonohjauksen työkalu. Järjestelmä koostuu osaan tai tuotteeseen liitettävästä sirusta, lukijasta, antennista ja tietokoneesta. Järjestelmä on esitetty kuvassa 6. RFID-järjestelmässä ei tarvitse sirun ja lukijan välillä suoraa näköyhteyttä, koska sirun tunnistus tapahtuu radiosignaalin avulla. Siru ja sen antenni voidaan integroida tarraan, korttiin, nappiin, implanttiin tms. (Koskinen, 2010.) RFID-järjestelmää käytetään paljon automatisoidussa valmistuksessa kuten autoteollisuudessa. Esimerkiksi sekalavan tunnistamiseen voi viivakoodijärjestelmällä kulua 30 sekuntia, kun taas RFID-järjestelmällä siihen kuluu aikaa ainoastaan kolme sekuntia. Lisäksi RFID-siruun voi tallentaa enemmän tietoja kuin viivakoodiin. Lisäksi RFID-sirun sisältämää tietoa voidaan muuttaa, kun taas viivakoodi on tulostuksen jälkeen muuttamaton. Viivakoodijärjestelmään verrattuna RFID-järjestelmä on selvästi kalliimpi, mikä on osaltaan hidastanut sen käyttöönottoa. (Logistiikkamaailma, 2013)



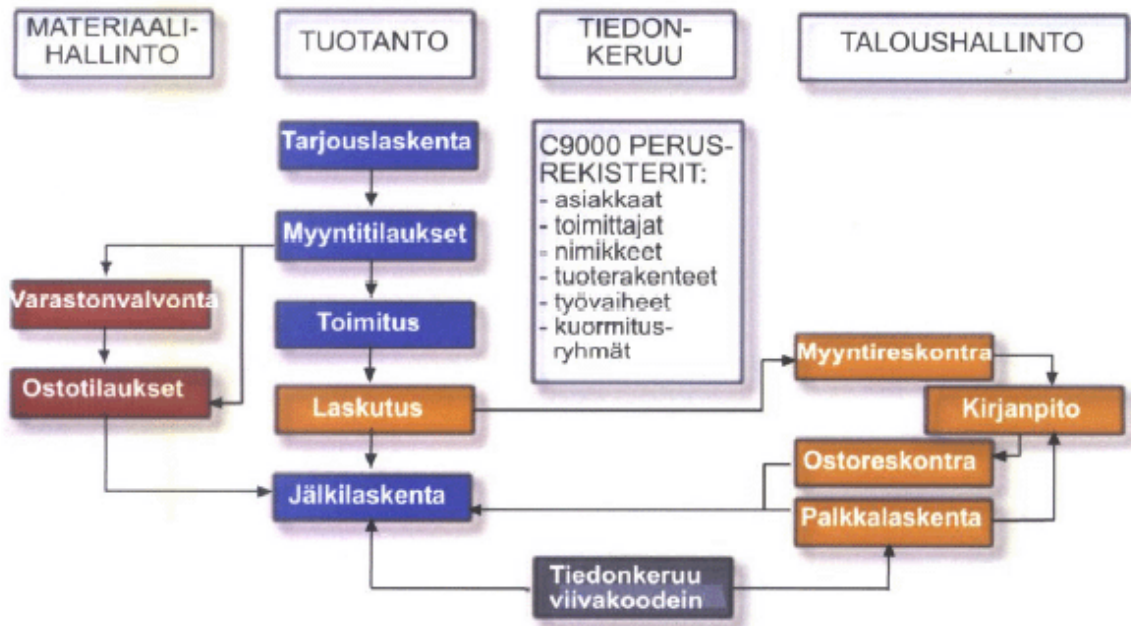
Kuva 6. RFID-järjestelmän toimintaperiaate (Epc-rfid info, 2013).

Seuraavaksi esitellään eräitä markkinoilla olevia toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmiä.

C9000

C9000 tunnetaan myös nimellä Control 9000. Se on Windowsiin perustuva valmistavan teollisuuden toiminnanohjausjärjestelmästä. Toiminnanohjausjärjestelmä C9000 on luonteeltaan modulaarinen, josta yritys voi hankkia käyttöönsä tarvitsemansa osat. Kuvassa 7 on esitelty C9000 toiminnanohjausjärjestelmän modulaarisuutta. Modulaariset osat ovat tuotantopaketti, materiaalihallintopaketti, tiedonkeruupaketti ja taloushallintopaketti. Parametriohjattavuudesta johtuen ohjelma soveltuu tilausohjautuvan, omia tuotteita valmistavan ja alihankintaa harjoittavan yrityksen tarpeisiin. (CGI, 2014)

C9000 tuotannonseuranta perustuu viivakoodien hyödyntämiseen tiedonkeruussa. Tuotannontyöntekijät raportoivat viivakoodein varusteltujen työmääräimien avulla työn aloittamisesta ja lopettamisesta, jolloin projektin etenemisestä saadaan reaaliaikaista tietoa. Lisäksi tiedonkeruun tuloksia voidaan käyttää hyväksi palkkalaskennassa ja jälkilaskennassa. (CGI, 2014)



Kuva 7. C9000 toiminnanohjausjärjestelmän lohkokaavio (Logica, 2014).

Adjutant

”Adjutant on valmistavalle pk-teollisuudelle suunnattu tuotannon/työjonojen ohjausjärjestelmä”. Adjutant-tuoteperhe koostuu C9000 tavoin moduuleista. Adjutant työjono-moduuli on visuaalinen ohjelma. Sillä voidaan kustannustehokkaasti hallinnoida työvaiheita sekä projekteja yhdeltä näytöltä. Kuvassa 8 on esitelty työjonon seurantaikkunaa. Työvaiheikaseuranta-moduulilla voidaan esimerkiksi suunnitteluvaiheessa jakaa projekti työvaiheisiin. Tuotannosta saatujen tietojen avulla voidaan vertailla projektin etenemistä suhteessa suunniteltuun aikatauluun. Adjutant-ohjelmaan on mahdollista liittää työajanseurantaominaisuus. Tällöin työajanseurantapäätteen avulla voidaan seurata ja raportoida työntekijän työaika. Tämä tieto voidaan myös siirtää sähköisesti suoraan palkkalaskentaan. (Promid, 2014.)

The screenshot shows the 'Adjutant Työjono v0.683 ASTEX' application. The main area is divided into five columns representing different work centers: MAZAK, PUMA, DAINICHI, GURUTZPE, and MORI SEIKI. Each column contains a list of work items with their respective status icons (yellow, red, green) and completion dates. On the right side, there is a detailed view for a selected item, showing project number, position, and customer name. Below this, there are time tracking fields for 'Yhden kappaleen tekemiseen kuluva aika' and 'Koko rivin tekemiseen kuluva aika', both showing 000:00:00 and 000:42:00 respectively. There are also buttons for 'Poista työ', 'Työ valmis', and 'Palauta valmis'. At the bottom, there are tabs for 'Työvuorot', 'Työjärjestys', and 'Työjono: Työjärjestys'.

Kuva 8. Adjutant tuotannonohjausjärjestelmän seurantaikkunan kuvakaappaus (Vidis, 2014).

Kaupallisista tuotannonohjausjärjestelmistä on vaikea löytää objektiivista tietoa. Tuotteita myyvien yritysten www-sivuilta ja myyntilehtisistä saatavaan tietoon on suhtauduttava aina varauksellisesti. Parhaan käsityksen järjestelmien eduista saa tutustumalla yrityksiin, jotka ovat saaneet sisään ajettua tuotannonohjausjärjestelmän.

4 LAYOUTIN TEORIAA

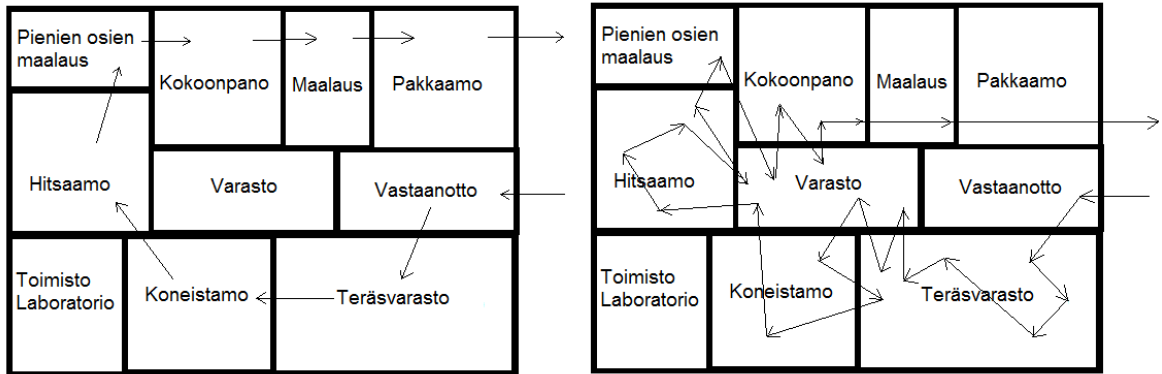
Layoutilla tarkoitetaan tässä työssä konepajan fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Layoutit jaetaan Haverila et al (2005, s. 475) mukaan kolmeen eri ryhmään.

- Funktionaalinen layout
- Tuontatonlinjalayout
- Solulayout

4.1 Funktionaalinen layout

Funktionaalisesta layoutista on käytetty myös joissain kirjallisissa lähteissä nimitystä teknologinen layout. Ominaista tälle layoutilla on se, että samanlaiset työvaiheet on ryhmitelty lähelle toisiaan. Tällöin esimerkiksi kaikki hitsaava työ tapahtuu tietyllä alueella. Funktionaaliselle layoutille on tyypillistä, että valmistettavat tuotteet voivat vaihdella suurestikin toisistaan. Tästä syystä automaatiota voidaan käyttää hyvin rajoitetusti kappaleen käsittelyssä ja valmistuksessa. Funktionaalisessa tuotantomallissa pyritään investoimaan sellaisiin koneisiin ja laitteisiin, jotka ovat mahdollisimman monipuolisia. Projektiluontoisuus on tällaiselle tuotannolle tyypillistä. Tuotannonohjaus asettaa huomattavasti enemmän haasteita verrattuna tuotantolinjalayouttiin. Tuotannonohjaus perustuu tässä tuotantomallissa eri koneille tai työpisteille jonottavien töiden järjestelyyn. Erityisesti töiden ohjaus oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen on hankalaa. (Haverila et al. 2005, s.475–477.)

Kuvassa 9 on esitelty funktionaalisella layoutilla toimivaa konepajaa. Molemmat kaaviokuvat ovat samasta konepajasta. Vasemmassa kuvassa on esitelty ideaalitilanne erään konepajan materiaalin virtaamisesta. Tuotteen on siinä ajateltu kulkevan jouhevasti eri osastosta toiseen. Oikealla kuvassa on puolestaan kuvattu todellista tilannetta materiaalinvirtauksesta. Kuvasta voidaan huomata, että joissain kohdissa kappale palaa edelliseen osastoon eli kulkee vastavirtaan, mitä tulisi välttää. Lisäksi tuotteen kulkemaa matkaa tehtaan konepajan sisällä olisi varaa lyhentää.

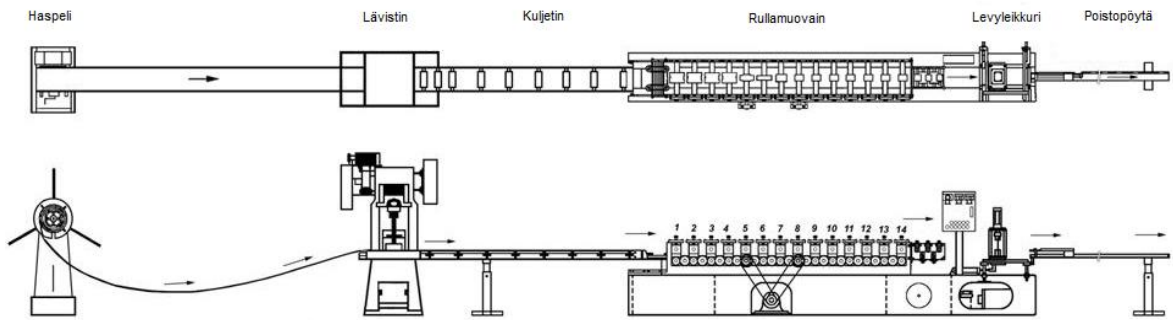


Kuva 9. Layout-kuva ideaalisesta ja todellisesta materiaalin virtaamisesta funktionaalisesti toimivan konepajan sisällä (GlobalSpec, 2014).

4.2 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayouttia käytetään silloin, kun valmistetaan vakiotuotetta. Tällöin voidaan käyttää automaatiota tehokkaasti valmistuksessa sekä kappaleen kuljetuksessa. Tuotantolinjalayoutin perustamisen lähtökohtia ovat tuotteen valmistuksen suuri volyymi sekä tuotantolinjan suuri kuormitusaste. Suurien valmistusmäärien ansiosta saadaan aikaan mittakaavaetu, joka laskee yksittäisen tuotteen hintaa vaikka tuotantolinjan rakennuskustannukset ovat korkeat automaatiosta ja korkeasta mekanisointiasteesta johtuen. Tuotantolinjan eräs heikkous on häiriöalttius. Tuotantolinjalla tapahtuva vika pysäyttää nopeasti koko tuotannon. Tuotantolinjan muunneltavuus uusille tuotteille on erittäin hidasta pitkistä asetusajoista johtuen. Tästä syystä tuotantolinjalla pyritään tekemään yhtä tuotetta mahdollisimman kauan. Tuotantolinjaa voidaan käsitellä yhtenä kokonaisuutena, mikä helpottaa linjan tuotannonohjausta. (Haverila et al. 2005, s.475–478.)

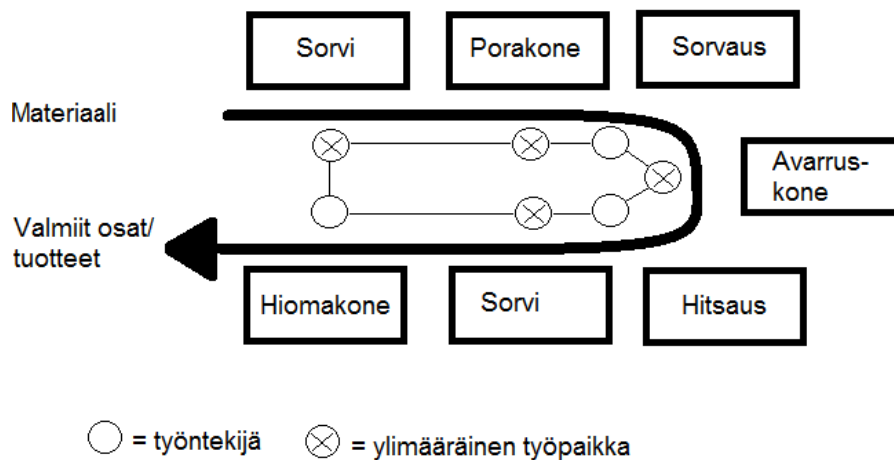
Kuvassa 10 on esitelty ohutlevyn rullamuovauksen tuotantolinjan layouttia. Teräskelaa puretaan kelauskoneella (haspelilla), minkä jälkeen avattu teräsaiho kulkee lävistinyksikköön. Lävistyksessä teräkseen tehdään halutun muotoisia reikiä leikkaustyökalun ja tyynyn avulla. Tämän jälkeen kuljettimet vievät terästä kohti rullamuovaimia. Rullamuovaimia on useita, jotta saadaan tarkasti haluttu muoto. Viimeisenä vaiheena on levyleikkuri, joka pätkii halutun kokoisia pätkiä poistopöydälle.



Kuva 10. Esimerkki tuotantolinjalayoutista (Seahow, 2014, kuva muokattu).

4.3 Solulayout

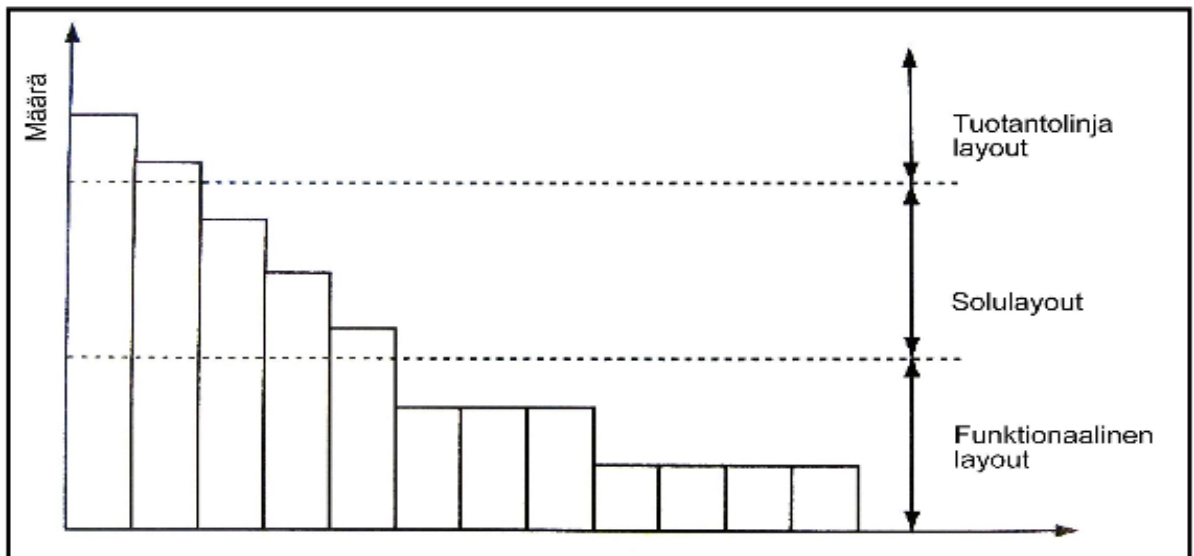
Solulayouttia voidaan pitää eräänlaisena välimuotona tuotantolinjasta ja funktionaalista layoutista. Solulayoutin idea on erikoistua tiettyjen osien valmistamiseen. Tuotteita on solussa mahdollista valmistaa yksittäisiä kappaleita tai pieniä sarjoja. Asetusajat vaihdettaessa tuotteesta toiseen ovat lyhyet. Solulayoutin läpäisyajat ovat lyhyemmät kuin funktionaalisen layoutin, osaksi lyhyempien siirtoetäisyyksien ansiosta. Lisäksi solun sisällä ei synny juurikaan varastoja selkeän materiaalivirran ansiosta. Valmistuksen laadun valvontaa helpottaa eri valmistusvaiheiden sijoittaminen samalle alueelle. Solulayoutin on myös huomattu parantavan työntekijöiden motivaatiota ja tuottavuutta. Tämä johtuu siitä, että solussa työskentelevä ryhmä saa vapaasti päättää työtehtävien jaosta ja niiden kierrättämisestä. (Haverila et al. 2005, s.477–478.) Kuvassa 11 on esitelty U-muotoisen tuotantosolun toimintaa. Solussa on 3 työntekijää ja 4 ylimääräistä työpistettä.



Kuva 11. U-muotoisen solulayoutin mukaisen tuotantosolun toimintaperiaate (Haverila et al. 2005, s 478).

4.4 Layoutin valinta

Edellä on esitelty erilaisia layouttyyppejä. Jokaisessa layoutissa on omat hyvät ja huonot puolensa. Tärkeintä on kuitenkin tiedostaa oma tuotevalikoima ja valmistettavien tuotteiden määrä. Yhteenvetona voidaan todeta, että funktionaalinen layout sopii konepajalle, joka valmistaa muun muassa paljon erilaisia teräsrakenteita, mutta tuotantomäärät ovat pienet. Solulayoutilla voidaan valmistaa tuotantolinjaa huomattavasti joustavammin erityyppisiä tuotteita. Solulayout kannattaa muuttaa tuotantolinjaksi, jos halutaan nostaa kapasiteettia. On myös mainittava, että eri layouttyyppejä voidaan yhdistellä valmistuksen eri vaiheissa. (Haverila et al. 2005, s 478) Esimerkiksi osavalmistus voidaan tehdä solulayoutilla ja kokoonpano tuotantolinjalla. Kuvasta 12 nähdään, milloin kannattaa valita mikäkin layout.



Kuva 12. Layoutin valinta (Haverila et al. 2005, s 479).

5 TOC-ANALYYSI

TOC-analyysi tulee englanninkielen sanoista Theory Of Constraints ja käsitteestä käytetään kirjallisuudessa useita suomennoksia, joita ovat kapeikkoajattelu, kapeikkoteoria, esteidenteoriat ja pullonkaula-ajattelu. Eliyahu Goldrattia voidaan pitää TOC-analyysin keksijänä. Hän kirjoitti ”The Goal – A Process of Ongoing Improvement” TOC-analyysiä koskevan kirjan vuonna 1984. (Gol solutions, 2014)

Perusajatus TOC-analyysissä on se, että jokaisessa yrityksessä on vain yksi tuloksen tekoa rajoittava tekijä eli ”pullonkaula”. Vain lisäämällä virtausta tämän pullonkaulan läpi voidaan nostaa kokonaisvirtausta. Kapeikon hallinta on ehto kehittyvän yrityksen kannalta. (Navigen, 2014)

Goldrattin mukaan kaikissa yrityksen työvaiheissa on häiriöitä: tauot venyvät, työntekijöiden osaaminen on erilaista ja muut vastaavanlaiset satunnaisvaihtelua aiheuttavat ilmiöt laskevat työvaiheen kapasiteettia. Tästä seuraa se, että toisten työvaiheiden välille alkaa syntyä varastoja ja toisaalla jollekin työvaiheille ei riitä tekemistä edellisen vaiheen häiriötekijöiden takia. (Navigen, 2014)

Kapeikon syynä voi olla tuotantoväline, työntekijä tai organisaation toimintamalli. TOC-analyysin mukaan aikayksikkö ei ole joka kohdassa tuotantoa samanarvoinen. Yhtä tuotannon pullonkaulassa menetettyä tuntia voidaan pitää koko systeemin menettämänä aikana, mutta Goldrattin mielestä yhdellä muualla kuin pullonkaulassa säästetyllä tunnilla ei ole käytännössä laisinkaan arvoa. (Navigen, 2014)

Tuotannon pullonkaulan hallinta on seuraavassa esitetty viiden askeleen toimintamallilla. (Navigen, 2014):

1. Tunnistetaan tuotannon pullonkaula.
2. Päätetään miten tuotannon pullonkaulaa hallitaan.
Tyypillisesti pyritään keskittämään pullonkaulan työnteko ainoastaan tuottavaan työntekoon ja karsitaan pois turhia työvaiheita.
3. Alistetaan kaikki muut prosessit vaiheen 2 päätökselle.
Tämä tarkoittaa sitä, että synkronoidaan ulkopuoliset toiminnot tukemaan pullonkaulan toimintaa.
4. Avataan pullonkaulaa, nostetaan pullonkaulan kapasiteettia.
5. Jos pullonkaula on saatu poistettua, palataan kohtaan 1 ja tunnistetaan uusi tuotantoa rajoittava tekijä.

6 LEAN-AJATTELUTAPA

Lean-ajattelun edelläkävijänä pidetään Japanilaista Toyota Motor Co yritystä. Lean-toiminta kehitettiin jo 1980-luvun alussa. Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy erilaisten hukkien poistamiseen koko valmistusketjussa. Tarkoituksena on keventää työn määrää poistamalla ne työvaiheet, jotka eivät anna lisäarvoa tuotteelle. (Vaidya & George, 2007, s. 7.) Kajaste ja Liukko (1994, s. 68) ovat kirjoittaneet: ”Lean-toiminta ei ole projekti, joka loppuu tiettyjen toimenpiteiden jälkeen, ja jonka päätyttyä voitaisiin olla tyytyväisiä.” Leanin mukaista toimintaa on pidettävä prosessina, jota parannetaan jatkuvasti. Taulukossa 8 luetellaan konepajoissa esiintyvää tuhlausta.

Taulukko 8. Esimerkkejä tuhlauksesta (Kajaste & Liukko, 1994, s.10).

Odotusajat
tarvittavaa tietoa tai henkilöä ei tavoiteta paperit seisovat pöydällä tavarat odottavat siirtämistä jokin osa on kadoksissa
Turhat toiminnot
täytetään tarpeettomia lomakkeita tehdään asioita moneen kertaan etsitään henkilöitä, papereita tai tavaroita istutaan kokouksissa liikutaan tarpeettomasti työpisteen huonon järjestyksen takia siirrellään tavaroita edestakaisin
Virheet
virheelliset lupaukset ulkoisille ja sisäisille asiakkaille ei poisteta virheiden syitä, vaan korjataan seurauksia ei anneta palautetta annetaan virheiden ja puutteiden edetä aiheutetaan väärinkäsityksiä
Turhat kustannukset
tehdään asioita "varmuuden vuoksi" tehdään vain "koulutusta ja toimenkuvaa" vastaavaa työtä hankitaan turhia ominaisuuksia sisältäviä laitteita hankitaan kapasiteettia yli tarpeen

Lean-ajattelussa työntekijät ovat avainasemassa. Tiedonkulun on oltava yrityksen sisällä saumatonta. Mielenpitojen jakamisen sujuvuus ja avoimuus poistavat turhia jännitteitä päivittäisestä toiminnasta. Yrityksen toimintatapoja pitää voida kyseenalaistaa. Paras käytännön tietämys työn ongelmista on kullakin työpisteellä. Havaitut ongelmat ratkaistaan parhaiten niiden syntyapaikalla. Toiminnan kehittämisen edellytys on se, että havaittuihin ongelmiin reagoidaan nopeasti. Virheiden poistamisen tarkoitus ei saa olla syyllisen etsiminen. Virheet tulevat poistaa sen takia, ettei uusia virheitä pääse syntymään. (Kajaste & Liukko, 1994, s.10.) Lean-ajattelutavan sisäistäneessä konepajassa työnteon parannusehdotukset tulevat työntekijöiltä, ei pelkästään esimiehiltä.

Leanin mukaisessa tuotannossa työvaiheita pyritään tekemään pienissä kokonaisuuksissa. Kukin valmistuskokonaisuus saa itse päättää millä toimintotavoilla tullaan suorittamaan annettu tehtävä. Tämä toimintamalli perustuu ajatukseen, jossa on havaittu hyväksi siirtää päätösvaltaa henkilöille, jotka toteuttavat annetut päätökset. Valvomisen sijasta mitataan työn tulokset ja verrataan niitä annettuihin tavoitteisiin. Jokaisen työpisteen, solun ja verstaan tehtävä on valvoa, ettei virheellisiä osia siirretä tuotannossa eteenpäin. Mitä myöhemmin virheet havaitaan, sitä kalliimmaksi niiden korjaaminen tulee. (Kajaste & Liukko, 1994, s.10.)

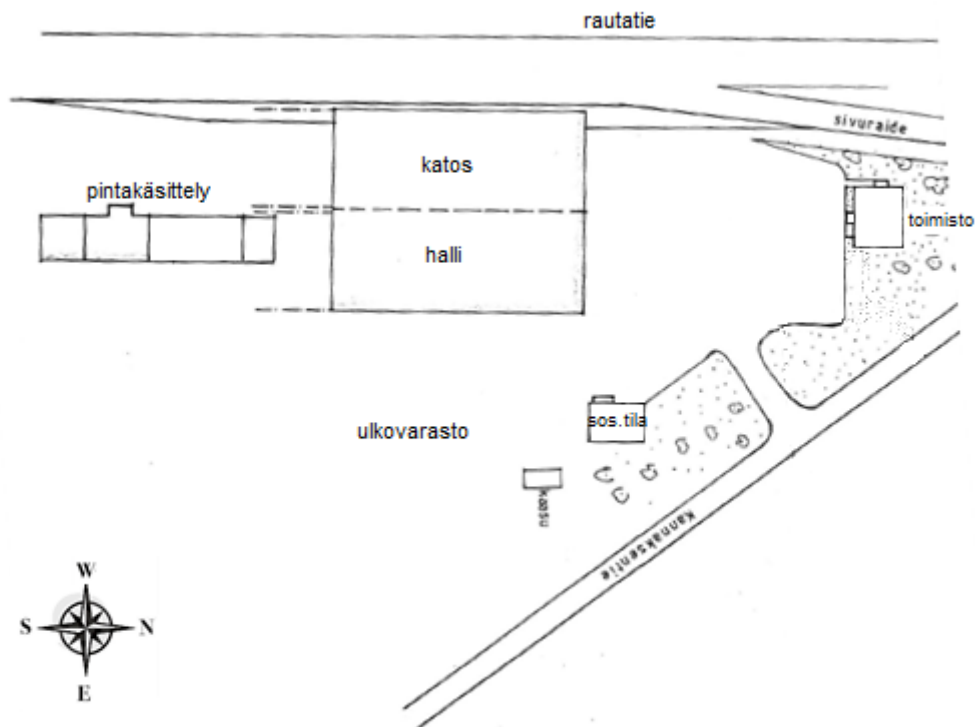
Kuhmosen mielestä Leanin mukainen ajattelutapa on helppo ymmärtää, mutta soveltamisen avainkohdat usein osoittautuvat haasteellisiksi. Tuotannon kehittämisen avainkysymyksiä ovat: Mistä Leanin soveltaminen tulisi aloittaa? Mitä menetelmiä tulee käyttää ja missä järjestyksessä? (Kuhmonen, 2011, s. 28.) Tämän takia yrityksen henkilöstössä tulisi olla vähintään yksi koulutettu henkilö, joka voisi opettaa muuta henkilökuntaa toimimaan Leanin mukaisesti, jotta vältettäisiin Kuhmosen esille tuomat ongelmakohdat. On huomattava, että Leanin avulla saatavat edut ovat vaivan arvoisia. Tuotannon kehittämiseen käytetyt investoinnit muodostuvat lähes pelkästään oman henkilöstön ajankäytöstä.

7 KARJALAN KONEPAJA OY:N TUOTANNON NYKYTILANNE

Tässä kappaleessa selvitetään Karjalan Konepaja Oy:ssä vallalla olevia talon tapoja ja käytäntöjä. Onnistunut kohdeyrityksen nykytilan kartoittaminen luo pohjan onnistuneiden kehitysideoiden antamiselle. Karjalan Konepaja Oy:n tiloja ja laitteistoja esittelivät diplomityön ohjaajat Kari Pätilä ja Ari Seppänen. Kari Pätilä toimii yrityksessä projektivastaavana ja Ari Seppänen hitsauskoordinoijana.

7.1 Tuotantotilat, layout ja laitteistot

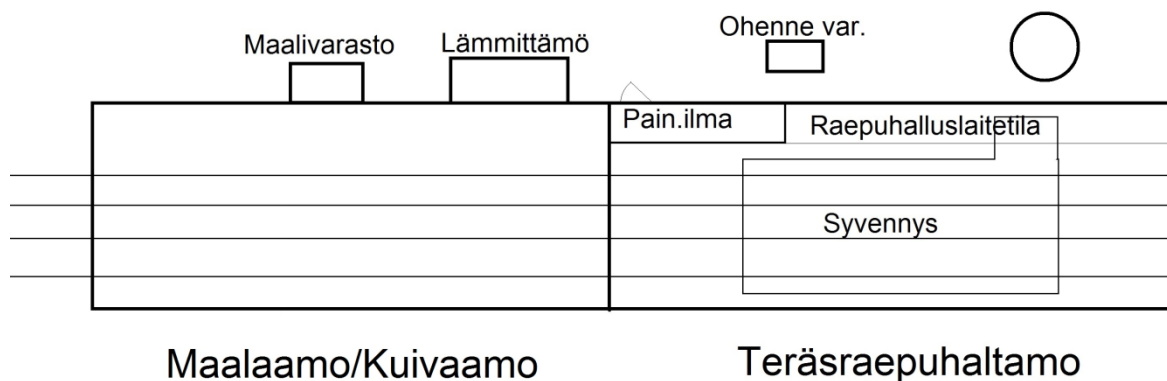
Karjalan Konepaja Oy koostuu neljästä erillisestä rakennuksesta, jotka ovat: toimisto, sosiaalitila, konepaja (katos ja halli) ja pintakäsittely. Kuvassa 13 on esitetty konepaja-alueen asemapiirros, josta nähdään edellä mainitut rakennukset. Toimistossa sijaitsevat toimitusjohtajan, projektivastaavan sekä taloushallinnon työpisteet. Rakennuksessa on myös mahdollista järjestää palavereja sekä kokouksia. Sosiaalitiloissa (sos.tila) sijaitsevat tuotannon työntekijöiden pukuhuone, suihku ja kahvitila. (Pätilä & Seppänen, 2014.)



Kuva 13. Karjalan Konepaja Oy:n asemapiirros (Suomen Rakennus Tuki Oy, 1996, kuva muokattu).

Hallin vieressä olevaan tarviketarvasteeseen on varastoitu tuotannon ja asennusosaston työtehtäviin tarvittavia tarvikkeita, kuva 14. Tarviketarvasteessa sijaitsee mm. kiinniketarvikkeita (ruuvit, mutterit, aluslevyt yms). Karjalan Konepaja Oy on solminut Imatran Pultti Oy:n kanssa sopimuksen, joka velvoittaa Imatran Pultin täydentämään kiinnikkeitä viikoittain. Käytäntö on osoittautunut tuotannon esimiesten mielestä toimivaksi ratkaisuksi. (Pätilä & Seppänen, 2014.)

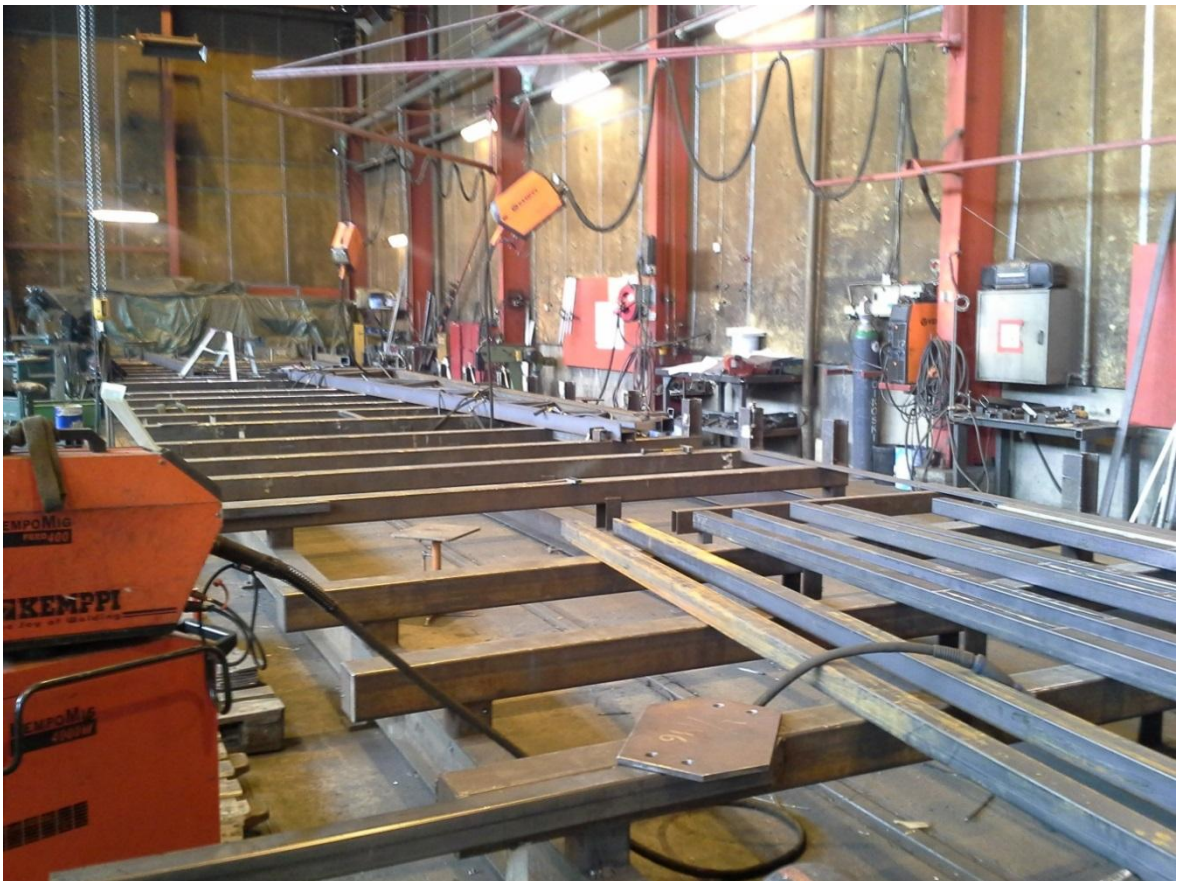
Hallissa hitsatut kokoonpanot kuljetetaan pintakäsittelyrakennukseen. Pintakäsittelyrakennuksessa teräsrakenteita siirretään siltanosturilla tai kiskoja pitkin kulkevilla vaunuilla. Pintakäsittely koostuu kahdesta eri vaiheesta, jotka ovat teräsräpuhallus ja maalaus. Karjalan Konepaja Oy päätyi hiekkapuhalluksen sijaan teräsräpuhallukseen kustannussyistä sekä paremman laadun takaamiseksi. Teräsräpuhalluksessa voidaan kierrättää puhallusraetta varsin tehokkaasti. Teräsräpuhalletut osat kuljetetaan maalaamoon, jossa niihin maalataan ruiskumaalauksella tyypillisesti pohja-, väli- ja pintamaalikerrokset, minkä jälkeen vielä suoritetaan mahdolliset paikkausmaalaukset erikseen katoksessa. Kuvassa 15 on esitelty pintakäsittelyrakennuksen pohjaratkaisu. (Pätilä & Seppänen, 2014).



Kuva 15. Pintakäsittelyrakennuksen pohjaratkaisu.

Karjalan Konepaja Oy:ssä hitsaus on pääasiallinen osien liittämismenetelmä ja siihen on panostettu. Valtaosa hitsauksesta suoritetaan käsin. Pitkissä jatkuvissa hitseissä voidaan käyttää apuna jauhekaarihitsaustornia. Käsinhitsaus suoritetaan Kempin KempoMig hitsauslaitteistolla. Suojakaasuna Karjalan Konepaja Oy:ssä käytetään Woikosken SK-18 kaasuseosta, jossa hiilidioksidia on 18 % ja loput argonia. Erillisiä kaasusäiliöitä ei

hitsauslaitteistossa tarvita, koska hallia ympäröi suojakaasulinja, josta hitsauspisteet saavat tarvitsemansa suojakaasun. Ergonomian parantamiseksi hitsausvirtalähteet roikkuvat hallin seinästä lähtevistä puomeista. Puomien seinäpuoleinen pää on nivelletty, jotta saadaan hitsaajan työaluetta laajemmaksi. Lisäksi hitsausvirtalähdettä voidaan liikuttaa puomia pitkin. Pyörityspöytiä tai muita kevytmekanisointilaitteita Karjalan Konepaja Oy:llä ei ole käytössä. Tosin jokaisessa hitsaussolussa on käytössä puominosturi, jonka avulla voidaan käännellä kappaleita. Raskaiden kappaleiden siirtelyssä käytetään apuna siltanosturia. (Pättilä & Seppänen, 2014). Kuvassa 16 on esitelty Karjalan Konepajassa olevia hitsauspisteitä ja hitsaussolu.



Kuva 16. Karjalan Konepaja Oy:ssä oleva hitsaussolu.

7.2 Tuotannonohjaus

Karjalan Konepaja Oy:llä ei ole käytössä erillisiä työmääräimiä. Osien valmistus suoritetaan työnjohdon antamien työkuvien avulla. Näin ollen tuotantoon menevien työkuvien järjestys suunnitellaan huolellisesti etukäteen, jotta oikeat osakokoonpanot saadaan valmistumaan halutussa järjestyksessä. Tuotannontyöntekijät merkitsevät työpiirustukseen oma nimikirjaimensa, kun valmistuksessa oleva osa on saatu valmiiksi. Työnjohto kerää valmiit työpiirustukset, joissa on työntekijän kuittaukset ja pitävät kirjaa valmistuneista tuotteista. Kirjanpidossa käytetään apuna suunnittelijan laatimaa osaluettelo, josta nähdään projektiin kuuluvat osat ja osakokoonpanot. (Pätilä & Seppänen, 2014.)

Karjalan Konepaja Oy:n tuotannonseurannan apuvälineenä käytetään kuvassa 17 olevaa taulua. Taulun tarkoitus on informoida aamu- ja iltavuorossa olevia työnjohtajia. Tuotannonohjaustaulun vasemmassa sarakkeessa on allekkain työtehtävät: osavalmistus, hitsaussolut, pintakäsittely, lastaus ja asennus. Tämän jälkeen toisessa ja kolmannessa sarakkeesta nähdään aamu- ja iltavuorossa olevat työntekijät. Sarakkeessa neljä nähdään päivävuorossa olevat työntekijät. Sarakkeessa viisi ilmoitetaan poissaolevat työntekijät. Sarakkeessa kuusi olevalla numerosarjalla osoitetaan työnnumero, jota työpisteellä tehdään. Tuotannonohjaustaulun merkinnöistä vastaa Karjalan Konepajan Oy:n työnjohto. Oikeaan yläkulmaan työnjohtaja kirjoittaa oman kuittauksen ja päivämäärän, milloin taulua on viimeisen kerran päivitetty. (Pätilä & Seppänen, 2014.)

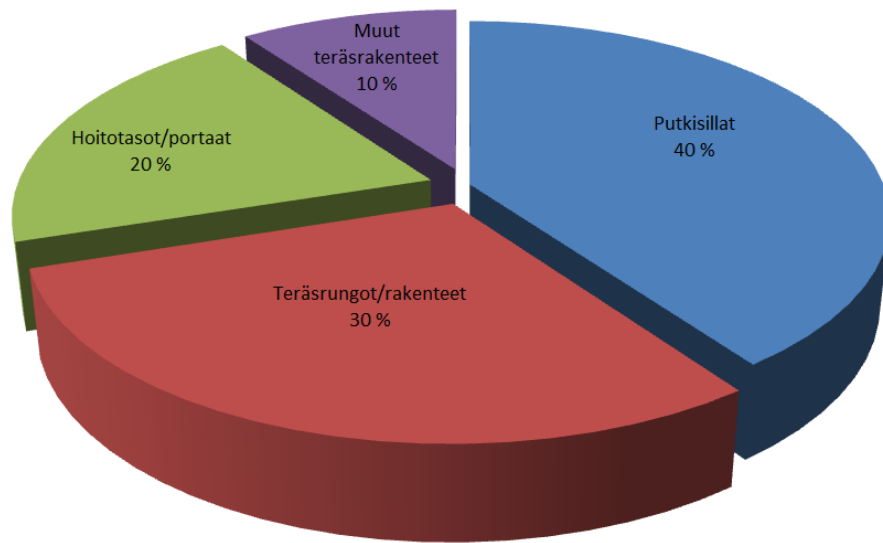
Väli ID	Päivä	Tyyppi	Työprotektio	8.5 m. J6
KONEP				
M10 1			120 157	
M10 2				
M10 3			120153	
M10 4			120153	
M10 5			120157	
M10 6				
PINTAKÄS			120153 120157	
LASTAUS			120153	
ASEN			120153 Varsinaa	
SÄÄTYS				
TILV				
LOMA				

Kuva 17. Tuotannonohjaustaulu, josta ilmenee käytettävissä olevat tuotannontyöntekijät ja valmistuksessa olevat projektit.

7.3 Tyypilliset tuotteet

Suuret ja raskaat teräsrakenteet ovat Karjalan Konepaja Oy:ltä yleisimmin tilattavia tuotteita. Lisäksi konepajalla on kokemusta vaativien ja monimutkaisten tarkkuuskappaleiden valmistuksesta. Kuvassa 18 on esitetty arvio konepajan tyypillisimmin valmistamista tuotteista (Pätilä, 2014). Karjalan Konepaja Oy:n kilpailuetu on kokonaisvaltaiset toimitukset. Yritys pystyy suoriutumaan projekteista siten, että se ottaa vastuun suunnittelusta, valmistuksesta, pintakäsittelystä, kuljetuksesta ja

asennuksesta. Karjalan Konepaja Oy on erikoistunut valmistamaan teräsrakenteita rakenneteräksestä. Konepajan pääraaka-aineita ovat S355J2, S355J2+N ja S355J2H rakenneteräksset. Lisäksi konepaja voi valmistaa hitsaamalla tuotteita ruostumattomasta teräksestä ja alumiinista. Tyypillisimpiä tuotteita ovat putki- ja kuljetinsillat, kuljettimet, rakennusten runkotarvikkeet, porrastornit, portaat, hoitotasot, konepedit, kannatustarvikkeet, siilot, säiliöt jne. Kuvassa 19 on joitain konepajan valmistamia projekteja. (Karjalan Konepaja Oy, 2014.)



Kuva 18. Arvio Karjalan Konepaja Oy:n valmistamista tuotteista (Pätilä, 2014).



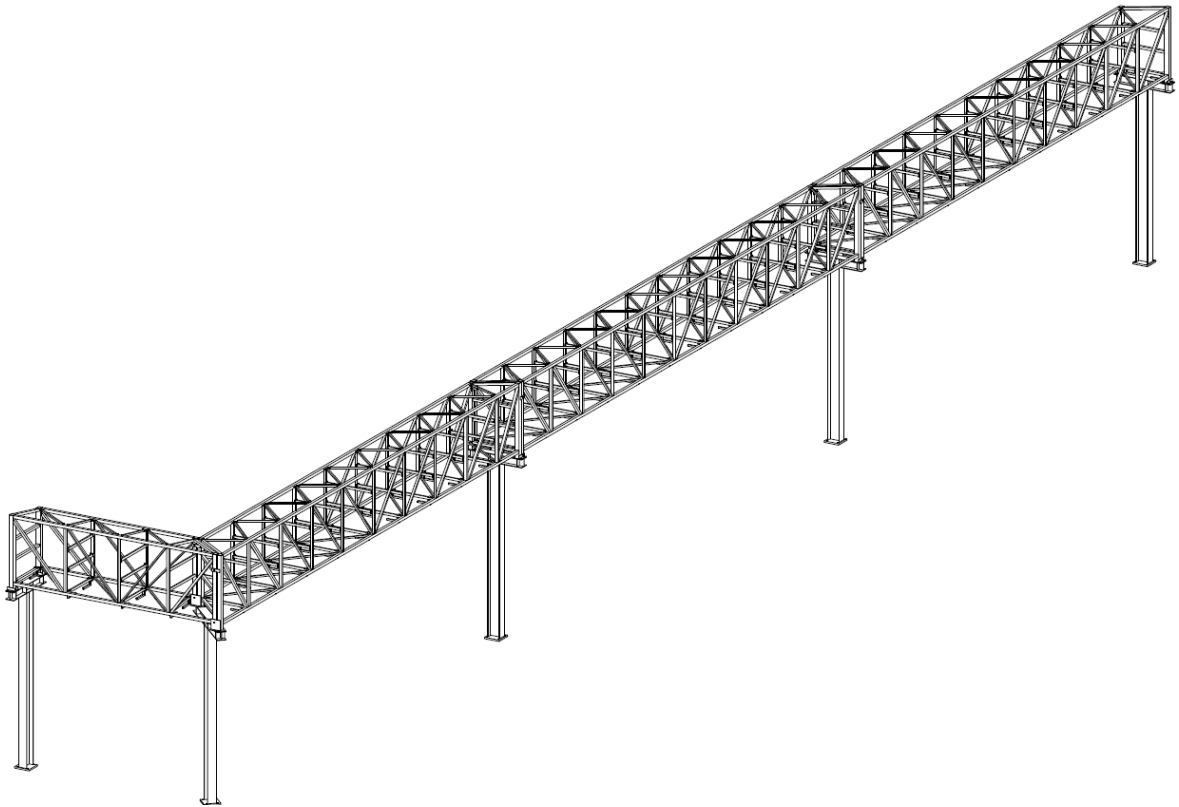
Kuva 19. Karjalan Konepaja Oy:n valmistamia tuotteita. Kuvassa ylhäällä on erikoiskuljetin, keskellä vasemmalla tekniikkatorni, keskellä oikealla putkisilta, alhaalla vasemmalla kuljetin ja alhaalla oikealla rakeistusallas. (Karjalan Konepaja Oy, 2014.)

7.4 Case: Putkisilta

Tähän kappaleeseen on valittu case-esimerkiksi Karjalan Konepajan Oy:n valmistama putkisilta. Esimerkin tarkoitus on informoida lukijaa konepajan tämän hetkisistä käytännöistä. Putkisillan työpiirustukset Karjalan Konepaja Oy teetätti alihankintana suomalaisella yrityksellä, jonka toimialaan kuuluu kone- ja prosessisuunnittelu. Karjalan Konepajalla Oy:llä on ollut myös aiemmissa projekteissa kyseisen insinööritoimiston

työkuvia. Asiakkaalla voi olla antaa myös valmiit työpiirustukset, jolloin ulkopuolisen suunnittelutoimiston palveluita ei tarvita. Hyvät valmistuspiirustukset sisältävät kokoonpanopiirustuksen ja mitoitettut osapiirustukset sekä asennuspiirustukset. (Pätilä, 2014)

Tässä projektissa asiakkaana toimi eräs pohjoismaissa toimiva energia-alan yritys, jolle valmis putkisilta toimitettiin. Kuvassa 20 on esitelty kokoonpanopiirustusta valmiista putkisillasta. Putkisilta koostuu viidestä tukijalasta, joista työkuviissa on käytetty nimitystä ”pilari” ja neljästä siltalohkoelementeistä. Kokoonpanon massaksi on arvioitu 17 200 kg. (Pätilä, 2014)



Kuva 20. Putkisillan kokoonpanopiirustus.

Teräsrakenteen suunnittelija on kokoonpanopiirustuksen yhteyteen liittänyt taulukon 9, josta nähdään, että putkisillan suunnittelun lähtökohtana on ollut Eurocode 3-standardi. Lisäksi taulukosta nähdään kuinka suunnittelija on päättänyt valitsemaan teräsrakenteelle toteutusluokan EXC 2.

Taulukko 9. Suunnittelun ja valmistuksen lähtökohdat putkisilta-esimerkissä.

<u>TERÄSRAKENNE, EUROCODE 3</u>		
Rakenne toteutetaan standardin SFS-EN 1090-2 ja valitun toteutusluokan mukaisesti, ellei erikseen toisin määrätä:		
Luotettavuusluokka	RC 1	SFS-EN 1990
Seuraamusluokka	CC 1	SFS-EN 1990
Käyttöluokka	SC 1	SFS-EN 1090-2
Valmistusluokka	PC 2	SFS-EN 1090-2
Toteutusluokka	EXC 2	SFS-EN 1090-2

Karjalan Konepaja Oy:n projekti alkaa voitetusta tarjouskilpailusta. Tämän jälkeen projektille laaditaan sähköisessä muodossa oleva projektikansio. Projektikansio sisältää kaikki projektiin liittyvät tiedot ja sitä voivat hyödyntää kaikki yrityksen toimihenkilöt. Tässä vaiheessa projektille annetaan projektinumero. Putkisillan projektinumero oli 120 156. Materiaalin tarvelaskenta aloitetaan vasta, kun Karjalan Konepaja Oy on saanut haltuunsa lopulliset työpiirustukset. Tilattavan materiaalin määrä saadaan yleensä selville kokoonpanokuvien mukana tulleesta osaluettelosta. Taulukossa 10 on esitelty putkisillan yhden siltalohkon osaluettelo. Taulukosta nähdään, että jo yksi siltalohko koostuu 143 erillisestä osasta.

Taulukko 10. Siltalohkon B-4 osaluettelo.

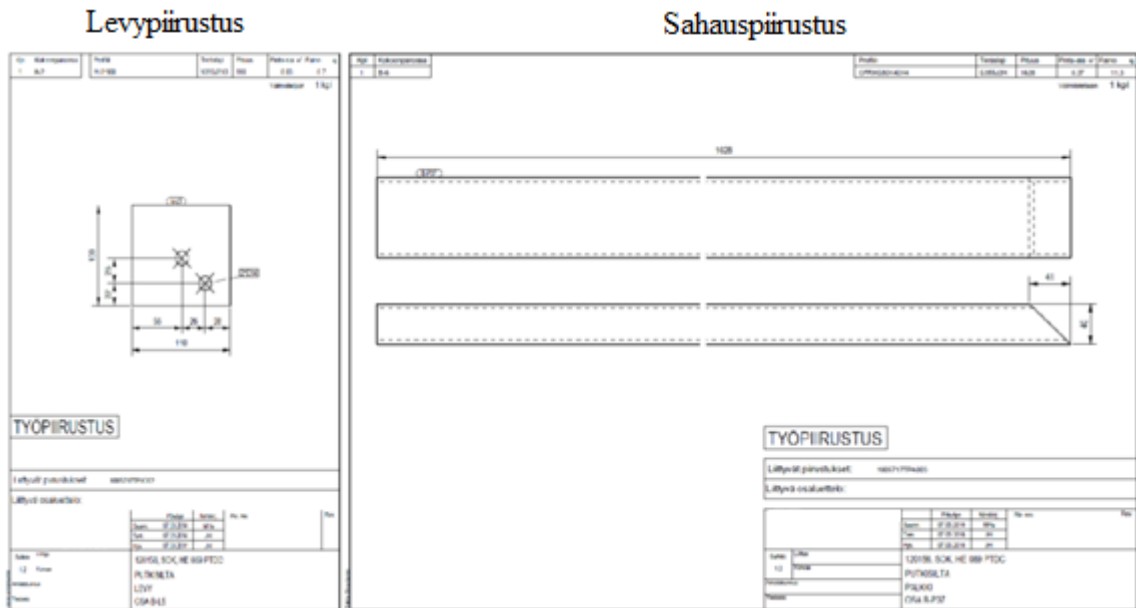
OSALUETTELO KOKOONPANOLLE B-4, JOTA VALMISTETAAN 1 KPL						
Osa	Profiili	Teräslaji	Pituus [mm]	Ala [m ²]	Paino [kg]	Lkm
B-L4	PL5*144	S355J2G3	144	0,2	0,8	4
B-L6	PL8*130	S355J2G3	180	0,4	1,5	8
B-L7	PL8*126	S355J2G3	170	0,0	1,3	1
B-L8	PL8*130	S355J2G3	170	0,0	1,4	1
B-L11	PL8*100	S355J2G3	103	0,0	0,6	1
B-L12	PL8*170	S355J2G3	100	0,6	1,1	16
B-L13	PL8*130	S355J2G3	100	0,6	0,8	20
B-L16	PL8*96	S355J2G3	98	0,0	0,6	1
B-L24	PL10*144	S355J2G3	144	0,2	1,6	4
B-L26	PL8*126	S355J2G3	180	0,4	1,4	8
B-P3	CFRHS150X150X5	S355J2H	2275	1,3	51,7	1
B-P4	CFRHS150X150X5	S355J2H	2576	1,5	58,5	1
B-P9	CFRHS150X150X5	S355J2H	2576	1,5	58,6	1
B-P10	CFRHS150X150X5	S355J2H	2275	1,3	51,7	1
B-P11	CFRHS100X100X5	S355J2H	19765	22,7	294,8	3
B-P17	CFRHS50X50X4	S355J2H	2556	3,8	14,5	8
B-P18	CFRHS50X50X4	S355J2H	2517	0,5	14,2	1
B-P19	CFRHS50X50X4	S355J2H	2456	0,5	13,9	1
B-P26	CFRHS80X40X4	S355J2H	2201	2,5	15,5	5
B-P27	CFRHS80X40X4	S355J2H	1700	3,5	12,0	9
B-P28	CFRHS80X40X4	S355J2H	2680	1,2	18,6	2
B-P29	CFRHS80X40X4	S355J2H	2901	1,3	20,2	2
B-P33	CFRHS80X40X4	S355J2H	1900	2,1	13,4	5
B-P34	CFRHS80X40X4	S355J2H	2694	2,4	18,7	4
B-P35	CFRHS80X40X4	S355J2H	2914	2,6	20,3	4
B-P38	CFRHS100X80X4	S355J2H	1643	1,1	17,6	2
B-P39	CFRHS100X80X4	S355J2H	1600	3,3	17,3	6
B-P40	CFRHS100X80X4	S355J2H	2201	3,0	23,8	4
B-P41	CFRHS100X80X4	S355J2H	2862	1,0	30,0	1
B-P42	CFRHS100X80X4	S355J2H	2887	2,0	30,5	2
B-P43	CFRHS100X80X4	S355J2H	1900	2,6	20,5	4
B-P44	CFRHS100X80X4	S355J2H	2641	0,9	27,7	1
B-P45	CFRHS100X80X4	S355J2H	2665	1,8	28,0	2
B-P46	CFRHS100X80X4	S355J2H	2808	1,0	29,5	1
B-P55	CFRHS100X80X4	S355J2H	2582	0,9	27,0	1
B-P58	HFCHS26,9*3,2	S355J2H	150	0,0	0,3	4
B-P61	HFCHS33,7*3,6	S355J2H	150	0,0	0,4	2
B-P62	CFRHS100X100X5	S355J2H	19765	7,6	294,8	1
			Yhteensä:	76,7	2647,8	143

Mikäli kokoonpanokuvien mukana ei ole tullut osaluetteloa, joutuu tällöin Karjalan Konepaja Oy:n projektivastaava erikseen kokoonpanokuvien perusteella laskemaan tilattavien materiaaliainhioiden määrät. Kun tilattavien materiaalien määrät ovat tiedossa, suoritetaan materiaalin kilpailutus. Karjalan Konepaja Oy kilpailuttaa tyypillisesti kuutta eri teräksen valmistajaa ja tukkuria. Kilpailutuksen voittanut yritys tuo konepajalle tilatut levyt ja profiilit 3 – 30 päivän viiveellä materiaalista ja eräkoosta riippuen. Materiaalit tilataan aina projektikohtaisesti. Materiaalin saavuttua Karjalan Konepaja Oy:öön, projektinumero merkataan profiileihin maalikynällä kuvan 21 osoittamalla tavalla. Näin varmistutaan siitä, että käytetään kyseiseen projektiin tilattua terästä (Pätilä, 2014).



Kuva 21. Esimerkki teräsprofiilin merkitsemisestä projektinumerolle.

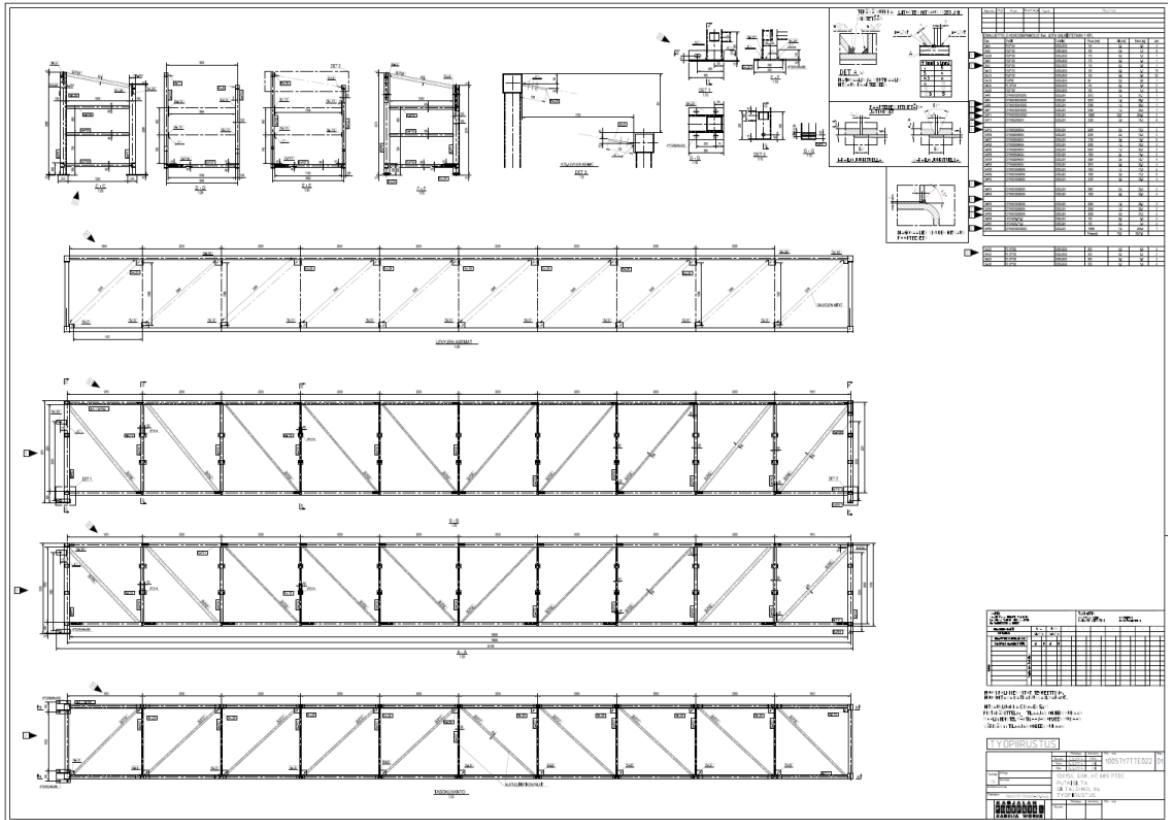
Osavalmistus on hallissa (konepajassa) ensimmäisenä tapahtuva työvaihe. Osavalmistuksessa levyt ja profiilit sahataan tai polttoleikataan työkuviin mukaisiin mittoihin. Tässä työvaiheessa on tärkeää rationalisoida prosessit siten, että voidaan valmistaa sarjoja. Tämän jälkeen suoritetaan tarvittavien reikien poraukset sekä niiden upotuksien tekeminen. Osavalmistuksen työpiirustukset jaetaan Karjalan Konepaja Oy:ssä talon tavan mukaan levypiirustuksiin ja sahauspiirustuksiin. Kuvassa 22 on esitelty tyypillinen levypiirustus ja sahauspiirustus. Levypiirustuksien mukaiset osat polttoleikataan numeerisesti ohjatulla polttoleikkauskoneella. Sahauspiirustuksien mukaiset osat leikataan profiiliaihiosta työpiirustuksien mukaisiin mittoihin vannesahalla.



Kuva 22. Levypiirustus ja sahauspiirustus.

Valmiiksi tehtyihin levykuviin ja sahauskuviin osavalmistuksen työntekijä merkitsee oman kuittauksensa. Lisäksi valmiiksi sahattuihin ja leikattuihin osiin merkataan maalikynällä positionumero, joka helpottaa osan tunnistamista. Valmiiksi tehdyt työpiirustukset kerää työnjohtaja talteen, minkä jälkeen ne arkistoidaan. Kun kaikki osakokoonpanon tarvittavat osat ovat valmistettu, työnjohtaja antaa hitsaajille osakokoonpanopiirustuksen. Kuvassa 23 on esitelty siltalohkon osakokoonpanopiirustus. Osakokoonpanon tekeminen alkaa hitsaajien osalta tarvittavien osien etsimisellä. Hitsaajat toimivat soluperiaatteella eli hitsattavaa teräsrakennetta ei siirrellä pitkin hallia, vaan se valmistetaan alusta loppuun samalla alueella. Samaa kokoonpanoa voi olla hitsaamassa yksi tai useampi hitsaaja. Hitsauspisteessä voidaan myös porata reikiä profiileihin käsikäyttöisellä magneettiporakoneella. Hitsaussolussa tapahtuva työ sisältää neljä eri työvaihetta:

- Levypalkkiaihioiden kokoonpano
- Profiilien jatkokset
- Rakenteen kokoonpano
- Varusteluosien kiinnitys



Kuva 23. Siltalohkon B-4 osakokoonpanopiirustus.

Konepajavalmistuksen aikana jokainen tuotannonyöntekijä tarkastaa oman työnsä ennen kappaleen siirtämistä seuraavaan työvaiheeseen. Tarkastuksessa verrataan kappaleen mittoja piirustuksessa oleviin merkintöihin ja toleransseihin. Mikäli toleranssimerkintää ei työpiirustuksessa ole, eikä asiakkaan kanssa ole muuta sovittu, noudatetaan työhöjeen työtapakohtaista yleistoleranssia. Hitsaajat ja työnjohtajat valvovat hitsien laatua silmämääräisesti. Lisäksi heidän vastuulla on, että tarvittavat NDT-tarkastukset suoritetaan oikeassa työvaiheessa. Ainetta rikkomattomat tarkastukset tilataan pätevitetyltä tarkastajalta. (Laatukäsikirja, 2014, s. 12.)

Lähtökohtaisesti teräsrakenteet pyritään hitsaamaan hallissa mahdollisimman suuriksi teräsrakenteiksi ottaen kuitenkin huomioon hallin, pintakäsittelyn, rahdin ja asennuksen tila- ja painorajoitukset. Osakokoonpanon valmistuttua hitsaajat merkitsevät teräsrakenteen metallilevyyn meistetyllä tunnustenumerolla. Hitsaajat siirtävät valmiiksi hitsatut osakokoonpanot hallin käytävälle tai hallin ulkopuolella olevaan välivarastoon. Kuvassa 24 nähdään hitsattuja teräsrakenteita hallin ja pintakäsittelyrakennuksen välissä olevassa välivarastossa odottamassa nostoa pintakäsittelyvaunulle.



Kuva 24. Teräsrakenteiden välivarastointia.

Käytävältä ja ulkona olevasta välivarastosta osakoonpanot nostetaan pintakäsittelyvaunuille. Pintakäsittelyn ensimmäinen työvaihe on teräsräpuhallus. Teräsräpuhallus suoritetaan manuaalisesti. Teräsräpuhalluksesta osakoonpano siirretään edelleen vaunujen ja siltanosturin avulla ruiskumaalaukseen, jossa ensimmäiseksi teräsrakenteeseen ruiskutetaan pohjamaalikerros. Maalikerroksen kuivumiseen kuluva aika on yksi päivä. Pohjamaalikerroksen jälkeen teräsrakenteeseen ruiskutetaan välimaalikerroksia, joita voi tilauksesta riippuen olla useitakin. Lopuksi ruiskumaalaja maalaa pintamaalikerroksen. Maalikalvon paksuus tarkastetaan valmiiksi maalatusta teräsrakenteesta. Kuvassa 25 on esitelty Karjalan Konepaja Oy:n maalaamo.



Kuva 25. Karjalan Konepaja Oy:n maalaamo.

Valmiiksi maalatut teräsrakenteet nostetaan siltanosturilla pois pintakäsittelyvaunulta, minkä jälkeen osakokoonpano siirretään pyöräkuormaajan avulla katokseen. Katoksessa suoritetaan tarvittavat paikkamaalaukset ja valmistellaan teräsrakennetta lastaukseen. Putkisillan tilaukseen kuului putkisillan kattaminen seinä- ja kattopeltiprofiileilla. Tästä työvaiheesta on otettu kuva 26. Osakokoonpanot viedään asennustyömaalle tyypillisesti puoliperävaunu- tai täysiperävaunuyhdistelmällä. Isojen teräsrakenteiden kanssa joudutaan rahti suorittamaan niin kutsuttuna leveäkuljetuksena.



Kuva 26. Putkisillan osakoonpanot pellitettävänä.

7.5 Asiakkaat ja kilpailutilanne

Karjalan Konepaja Oy:n asiakassegmentti on laaja. Karjalan Konepaja Oy toimittaa teräsrakenteita metsä-, metalli- ja rakennusteollisuuteen sekä julkishallintoon. Valtaosa konepajan projekteista sijoittuu Suomen rajojen sisäpuolelle. Konepaja on toimittanut teräsrakenteita myös ulkomaille (Pätilä, 2014.) Kuvassa 27 on esitelty Karjalan Konepaja Oy:n ulkomaille vietyjä toimituksia. Kuvasta voidaan todeta, että suurin osa ulkomaille kohdistuneista projekteista on kohdentunut Ruotsiin.

Karjalan Konepaja Oy:n keskeisimpiä kilpailijoita ovat Normek Oy, Teräselementti Oy, Pektra Oy ja Ruukki Oyj. Vuonna 2008 alkaneen taantuman jälkeen metalliteollisuudessa kilpailu on ollut kovaa. Karjalan Konepaja Oy:n ongelmana on ollut lyhyt tilauskanta. Tällä hetkellä tarjouksen voittavat ne konepajat, jotka pystyvät lupaamaan lyhyimmällä toimitusajalla tilauksen. Karjalan Konepaja Oy:n toimitusjohtajan Simo Salmisen mielestä asiakkaan tilaukseen liittyvät ehdot ovat aika-ajoin olleet kohtuuttomia.



Kuva 27. Karjalan Konepaja Oy:n ulkomaille toimittamia projekteja (Pätilä, 2014).

7.6 Laadun tunnusluvut

Tilaukonepajoille toimintavarmuus on yksi tärkeimmistä laadun tunnusluvuista. Karjalan Konepaja Oy:n projektivastaavan näkemyksen mukaan yrityksen toimintavarmuus on 99 %. Toimintavarmuuteen on laskettu myös projektien välitavoitteissa pysyminen, mikäli tilauksessa sellaisia on määrätty. Luku perustuu yrityksen taloudellisissa loppuselvityksissä kirjattuihin myöhästymissakkoihin. (Pätilä, 2014.)

Karjalan Konepaja Oy:llä voidaan teetättää myös erillisiä pelkästään pintakäsittelyä koskevia töitä tai muita pienempiä teräsrakenteita. Urakkasumman jäädessä alle 2 000 € tilaukselle laaditaan pientyönumero. Näiden osalta Karjalan Konepaja Oy:n toimintavarmuus on 80 %. (Pätilä, 2014.)

7.7 Henkilöstökysely

Karjalan Konepaja Oy:n henkilöstölle järjestettiin diplomityöhön liittyen kysely syyskuussa 2014. Aiemmin Karjalan Konepaja Oy:ssä ei ole vastaavanlaista kyselyä järjestetty. Kyselyn tarkoituksena oli kartoittaa tuotannontyöntekijöiden, asennushenkilökunnan ja toimihenkilöiden näkemyksiä työpaikasta. Kysely suoritettiin anonyymisti, joten vastausten toivottiin olevan mahdollisimman rehellisiä.

Alle on listattu henkilöstöryhmien kyselyn osallistujamäärät ja prosentuaaliset osuudet:

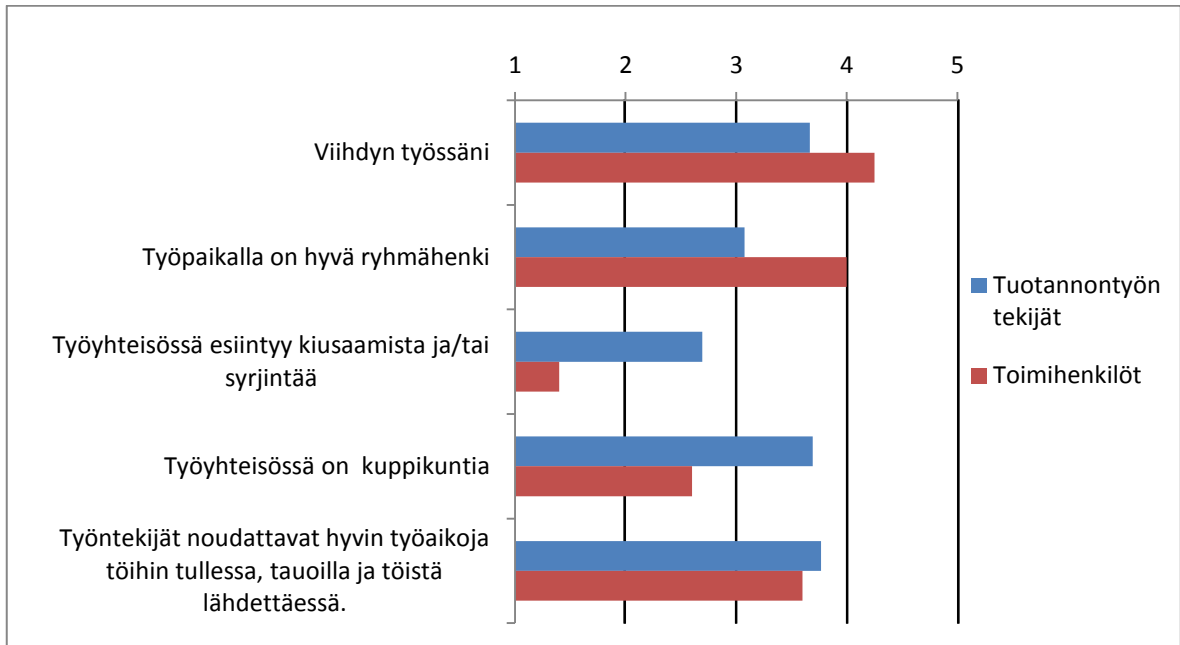
Toimihenkilöt	5 / 5	100 %
Tuotannontyöntekijät	12/18	67 %
Asennushenkilökunta	1/10	10 %

Asennushenkilökunnan vähäisen vastausaktiivisuuden takia heidän vastauksensa ovat yhdistetty tuotannontyöntekijöiden vastauksiin.

Kyselylomakkeen alussa työntekijöiltä kysyttiin: ”työssä viihtymistä, yhteistyöhalukkuutta, työturvallisuutta, siisteyttä ja sen kehittämistä sekä tuotannonohjausta ja sen kehittämistä”. Näihin aihealueisiin liittyi väittämiä, joihin vastaaja sai viisiportaisella asteikolla vastata: 1 = eri mieltä, 2 =jokseenkin erimieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = jokseenkin samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä. Kyselylomakkeen lopussa työntekijät saivat vastata vapaamuotoisesti esitettyihin tuotannonkehittämiseen liittyviin kysymyksiin. Tässä luvussa keskitytään työntekijöiden monivalintaväittämien vastauksiin. Liitteessä I on Karjalan Konepaja Oy:n työntekijöiden kyselyn pohja.

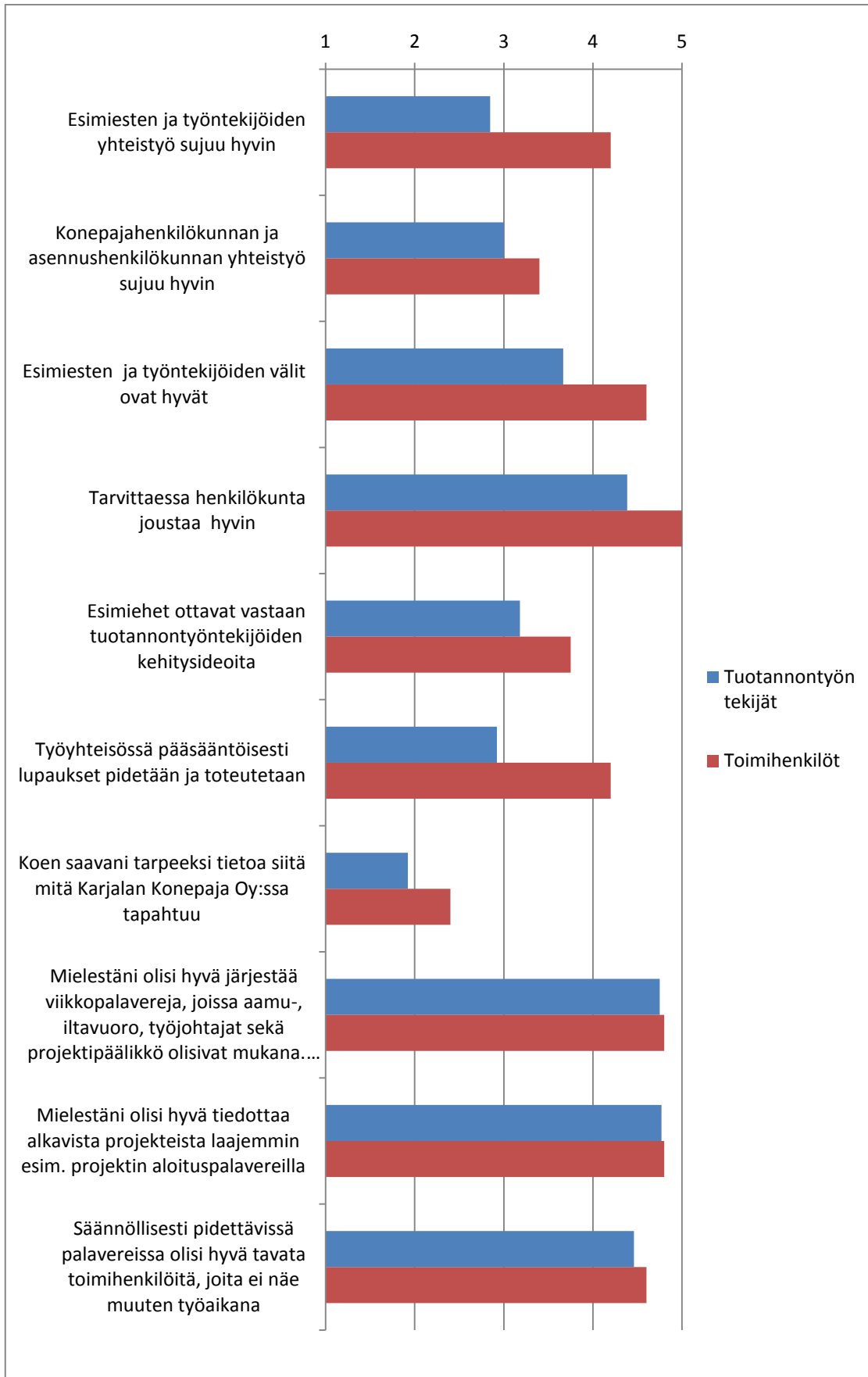
Kuvasta 28 nähdään työntekijöiden vastauksia työssä viihtymiseen liittyviin väitteisiin. Taulukosta voidaan huomata, että työpaikalla viihdytään eikä kiusaamista tai syrjintää ole havaittavissa. Toimihenkilöt viihtyvät töissä erityisen hyvin. Heidän tuloksensa töissä viihtymisväitteeseen oli 4,3. Tuotannontyöntekijöiden mielestä yrityksessä on kuppikuntia eli työntekijöiden muodostamia ryhmittymiä. Tämä voi olla syy siihen, miksi tuotannontyöntekijöiden mielestä yrityksessä ei ole hyvää ryhmähenkeä.

Myös liian hyvä ryhmähenki voi olla jossain tapauksissa huono asia. Siitä seuraa, ettei tuotannon muutosehdotuksia uskalleta esittää työtovereille tai esimiehille, koska pelätään ryhmähengen kärsivän siitä, kun huomautetaan asioista.



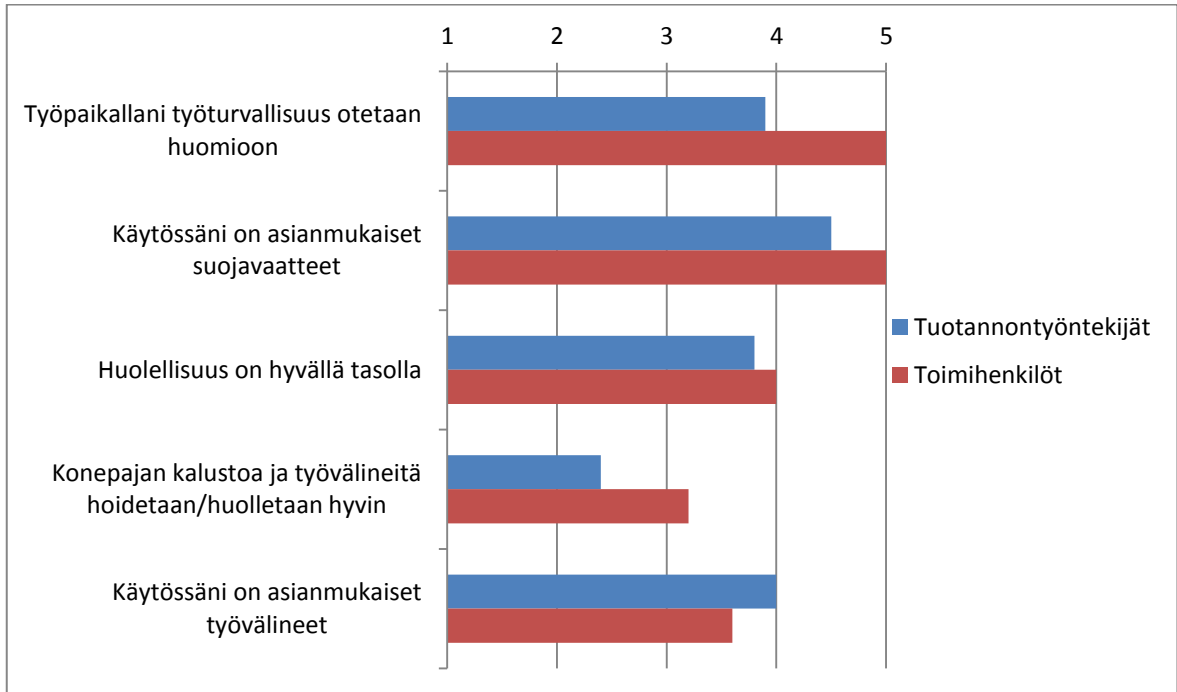
Kuva 28. Työssä viihtymiseen liittyvät väitteet, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Kuvassa 29 on esitetty työntekijöiden vastauksia yrityksen yhteistyöhön liittyviin väitteisiin. Taulukosta nähdään, että tuotannontyöntekijöiden ja toimihenkilöiden vastaukset erosivat eniten esimiesten ja työntekijöiden yhteistyöhön liittyvässä väitteessä, sekä työyhteisön lupauksien pitämiseen liittyvässä väitteessä. Kaiken kaikkiaan tuotannontyöntekijät ja toimihenkilöt haluaisivat enemmän tiedottamista palaverien muodossa, jotta työntekijät saisivat paremman kokonaiskuvan yrityksen tapahtumista.



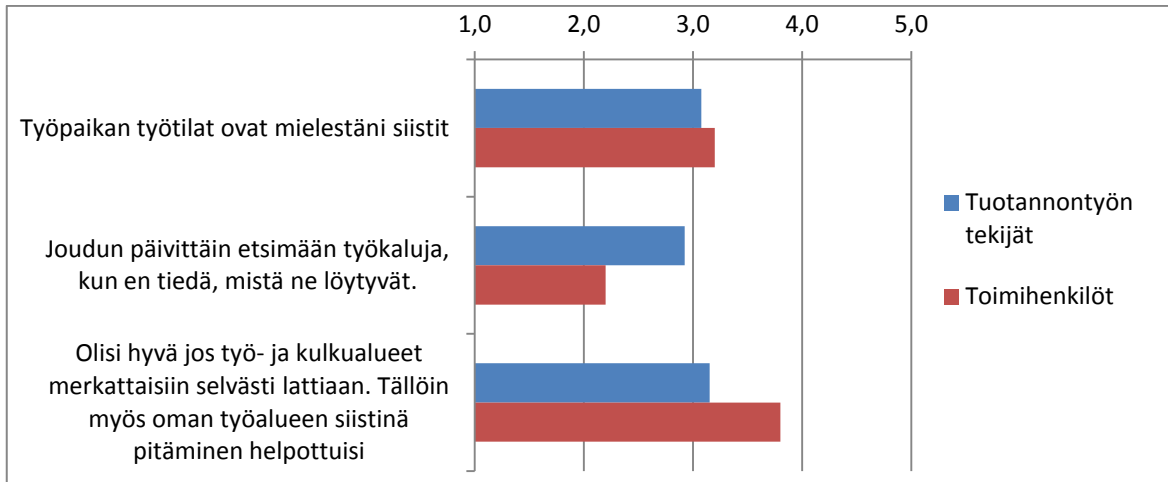
Kuva 29. Yrityksen yhteistyöhön liittyvät väitteet, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Kuva 30 osoittaa yrityksen olevan turvallinen työpaikka tehdä töitä. Työntekijöiden mielestä suojaruusteet ja työvälineet ovat asianmukaiset. Työvälineiden kunnossapidossa ja huollossa on kuitenkin parannettavan varaa.



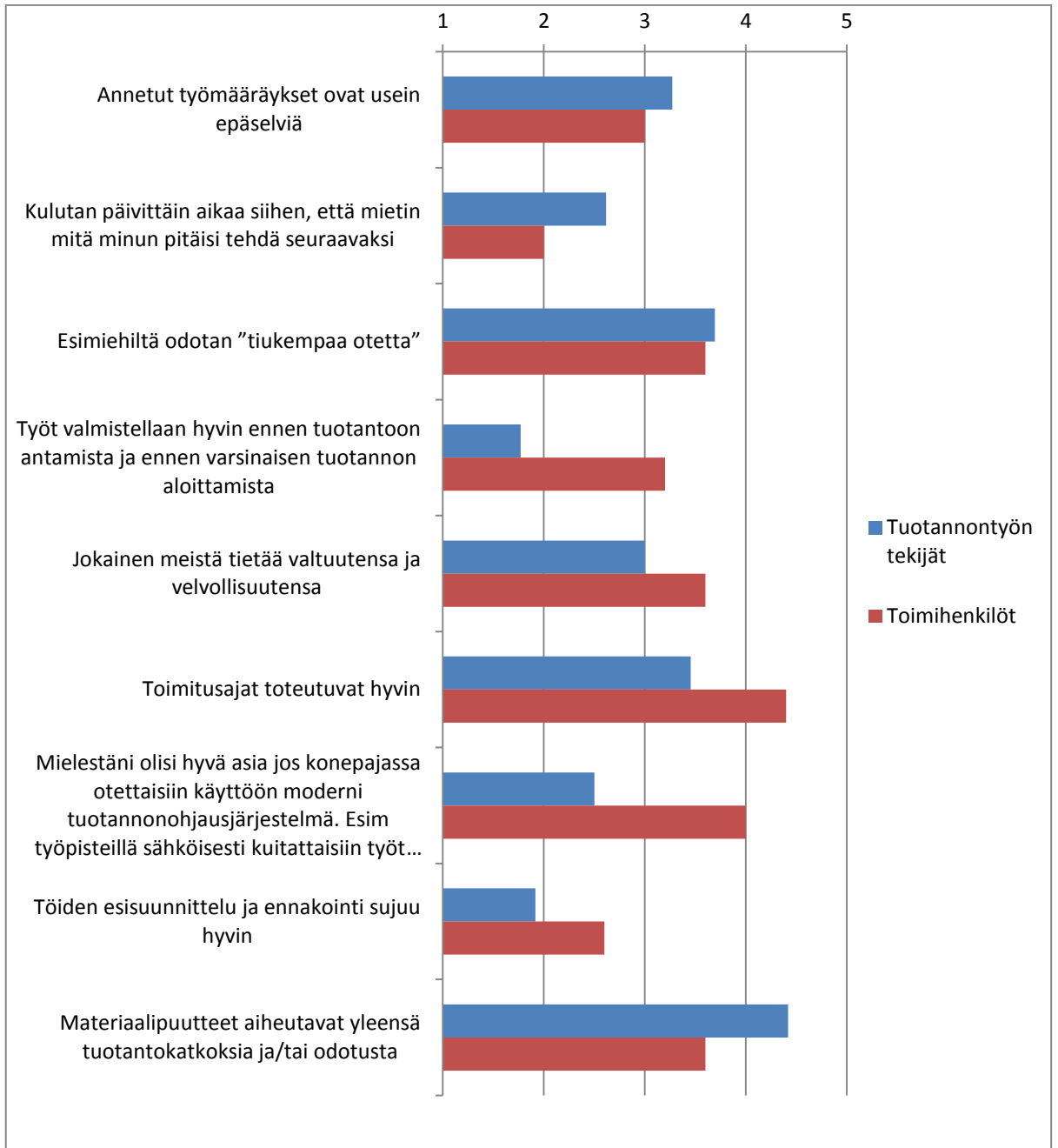
Kuva 30. Työpaikan turvallisuuteen liittyvät väitteet, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Kuvassa 31 työntekijät ovat vastanneet työpaikan siisteyteen ja sen kehittämiseen liittyviin väitteisiin. Tuotannontyöntekijöiden ja toimihenkilöiden vastauksista ei voida vetää yhtenäistä johtopäätöstä yrityksen tilojen siisteydestä. Toimihenkilöt kannattavat työalueiden selkeää merkitsemistä tuotantotilojen lattioihin.



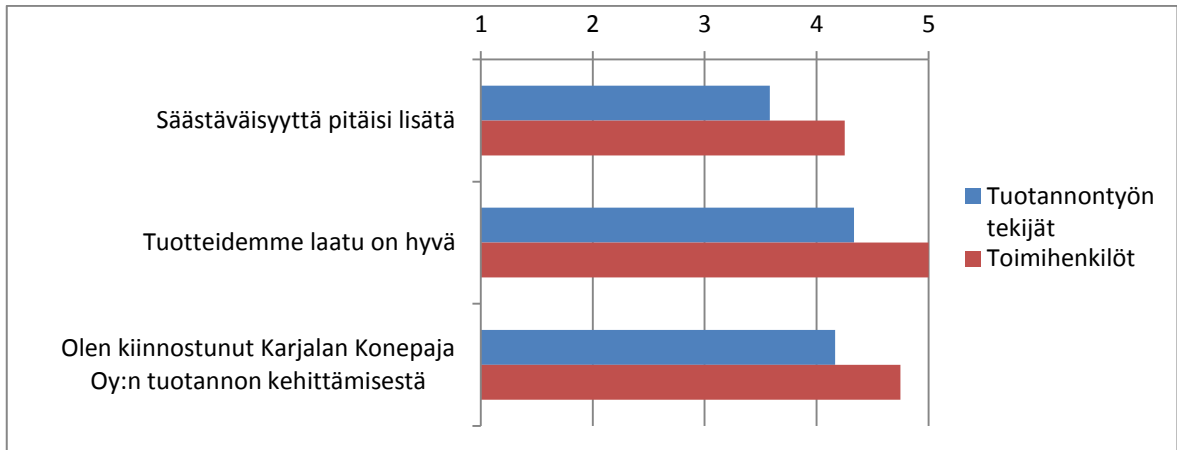
Kuva 31. Siisteyteen ja sen kehittämiseen liittyvä väitteet, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Kuva 32 liittyy tuotannonohjaukseen ja sen kehittämiseen. Vastausten perusteella sekä tuotannontyöntekijät että toimihenkilöt odottavat esimiesasemassa olevilta työntekijöiltä tiukempaa otetta. Tuotannontyöntekijöiden mielestä töiden esivalmistelussa olisi paljon parantamisen varaa. Tuotannonohjaukseen liittyvässä kysymyksessä on selvästi kaksi erilaista näkökantaa. Toimihenkilöt haluaisivat yrityksessä käyttöön otettavaksi nykyaikaisen tuotannonohjausjärjestelmän, mutta tuotannontyöntekijät eivät koe järjestelmään siirtymistä hyväksi asiaksi.



Kuva 32. Tuotannonohjaukseen ja sen kehittämiseen liittyvät väitteet, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Kuvaan 33 on kerätty muita väitteitä, jotka eivät kuulu aiemmin esitettyihin kategorioihin. Taulukosta nähdään, että kyselyyn vastanneet työntekijät pitävät yrityksessä valmistettavia tuotteita korkealaatuisina. Lisäksi kyselyyn osallistuneet henkilöt ovat kiinnostuneita konepajan kehittämisestä.



Kuva 33. Muita Karjalan Konepaja Oy:öön liittyviä väitteitä, 1 = eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä.

Karjalan Konepaja Oy:ssä järjestetyn kyselyn perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä:

- Suurin osa viihtyy työpaikalla.
- Konepajalla valmistettujen tuotteiden laatua pidetään hyvänä.
- Yrityksessä on työntekijöiden mielestä turvallista tehdä töitä
- Käytettävät työvälineet ja suojavarusteet ovat asialliset
- Henkilökunnan koetaan olevan erityisen joustavaa
- Suurin osa kyselyyn vastanneista olisi halukkaita osallistumaan yrityksen kehittämiseen
- Läheskään aina tuotannontyöntekijöiden kehitysideoita ei viedä eteenpäin.

Lähes kaikki kyselyyn vastanneista kokivat, etteivät saa tarpeeksi tietoa Karjalan Konepaja Oy:n tilanteesta. Suurin osa kannattaisi viikkopalavereita, joissa aamu- ja iltavuoron työntekijät sekä tuotantopäälliköt että projektipäällikkö olisivat läsnä. Paremmalla tiedottamisella ja koko organisaation yhteisillä palavereilla voitaisiin vaikuttaa tuotannontyöntekijöiden ryhmähenkeen, joka ei ollut kyselyssä korkealla tasolla.

Tuotannontyöntekijöiden mielestä tuotantoon tulevia töitä ei suunnitella riittävän hyvin. Heidän mielestään muun muassa materiaalipuutteet aiheuttavat tuotantokatoksia ja odotusta. Lisäksi esimiehiltä odotetaan tiukempaa otetta. Toimihenkilöt näkevät atk-

pohjaisessa tuotannonohjausjärjestelmässä paljon mahdollisuuksia. Tuotannontyöntekijät suhtautuvat tuotannonohjausjärjestelmään paljon konservatiivisemmin.

Kaikki toimihenkilöt osallistuivat kyselyyn, mikä on erinomainen tulos. Kyselyyn osallistui 2/3 tuotannontyöntekijöistä, mitä voidaan pitää hyvänä aktiivisuutena. Puuttuvan kolmanneksen ääntä ei kyselyssä kuultu ja heidän näkemyksiään voidaan vain arvailla. Asennushenkilökunnasta ainoastaan yksi osallistui haastatteluun. Syy heidän vähäiseen osallistumiseen saattaa liittyä siihen, että kysymykset oli kohdennettu lähinnä konepajan kehittämiseen. Kysely olisi tulevaisuudessa hyvä järjestää kerran vuodessa. Ainakin osa kysymyksistä olisi syytä pitää tulevilla kyselyillä samoina, jotta voitaisiin verrata mitä muutoksia mielipiteissä on tapahtunut. Tulevina vuosina järjestettävissä kyselyissä osallistumisaktiivisuus voi parantua sen myötä, kun tuotannontyöntekijät sisäistävät kyselyn olevan osa vuotuista Karjalan Konepaja Oy:n laadun seuranta.

8 KARJALAN KONEPAJA OY:N TUOTANNON KEHITTÄMINEN

Karjalan Konepaja Oy:n tuotannossa ei ole tapahtunut viime vuosina suuria muutoksia. Viimeisimpiä tuotannon kehittämiskohteita ovat olleet siltanosturien ohjausten muuttaminen kauko-ohjattaviksi sekä suojakaasulinjaston rakentaminen. Linjaston avulla hallin puolella hitsaamisessa ei enää tarvita erillisiä suojakaasupulloja. Kaasupullot on uudessa systeemissä yhdistetty patteriksi, joka ruokkii linjastoa. Hallin vieressä olevassa suojakaasukopissa on yhteensä kaksi suojakaasupatteria, jotka on helppo vaihtaa jakeluautolla. Pattereiden vaihtaminen tapahtuu kaksilaatikkomenetelmällä. Tyhjentyneestä patterista vaihdetaan liitin vieressä olevaan täyteen patteriin, minkä jälkeen tehdään tilaus kaasuntoimittajalle, joka vaihtaa tyhjentyneen patterin täyteen.

Tässä diplomityössä pyritään antamaan tuotannon kaikille osa-alueille kehitysehdotuksia teoriaosuudessa esiteltyjen oppien pohjalta. Lisäksi tuotannontyöntekijöiden haastatteluissa ja kyselyissä kartoitettiin heidän näkemyksiään ja kokemiaan ongelmia Karjalan Konepaja Oy:ssä. Tämän työn tarkoitus ei ole antaa yksiselitteisiä ja ehdottomia vastauksia, vaan lähinnä herättää keskustelua ja avata uusia näkökohtia tuotannon kehittämiseen.

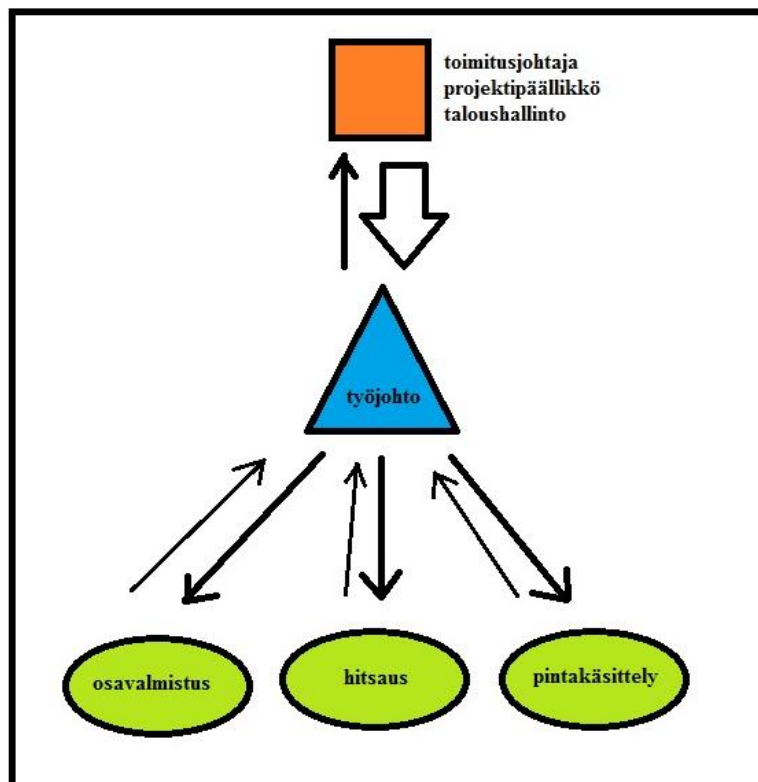
8.1 Tiedonkulun ja tuotannonohjauksen kehittäminen

Karjalan Konepaja Oy:n tuotannonohjauksen tekee erityisen haasteelliseksi tuotannon projektiluontoisuus. Jokainen konepajan valmistama tuote on luonteeltaan ainutlaatuinen. Suuri osa konepajan toimihenkilöistä haluaisi kehittää tuotannonohjausta läpinäkyvämpään suuntaan, jolloin projektista olevat tiedot olisivat helposti kaikkien työntekijöiden saatavilla. Tämänhetkinen ”kynä & paperi”- toimintapa haluttaisiin muuttaa suuntaan, jossa apuna käytettäisiin modernia tietokoneohjattua tuotannonohjausjärjestelmää.

Suoritetun kyselyn perusteella pieni osa työjohdosta ja suuri osa tuotannontyöntekijöistä ei usko, että nykyaikainen tuotannonohjausjärjestelmä merkittävästi parantaisi tuotannonohjattavuutta tai sen seurantaa. Hitsaajien kanssa suoritetussa haastattelussa ilmeni, että Karjalan Konepaja Oy:n alkuaikoina on kokeiltu sähköistä tuotannonohjausta, mutta kokemukset olivat olleet huonoja. Ilmeisesti kokeilu oli lopetettu lähes saman tien.

Hitsaajat uskovat, että sähköinen tuotannonseuranta aiheuttaisi paljon vastustusta ja asenneongelmia.

Tällä hetkellä näyttää siltä, ettei konepajassa ole yhteistä tahtotilaa modernin tuotannonohjausjärjestelmän hankkimiseen ja käyttöönottoon. Haastattelujen perusteella tiedonkulkuongelmat liittyvät Karjalan Konepaja Oy:n talon sisäisen viestinnän ongelmiin. Tämä selittyy osittain konepajan layoutilla, koska toimisto, työntekijöiden sosiaalilat ja tuotantotilat ovat selvästi erillään toisistaan. Joissain konepajoissa talon sisäinen viestintä on parantunut sillä, että toimisto on siirretty konepajan yhteyteen. Tällöin koko organisaatio on lähempänä toisiaan ja kynnyks tiedonvaihtoon madaltuu. Kommunikaatio on saatava kulkemaan mahdollisimman nopeasti kaikkiin suuntiin. Viestillä on tapana muuttua jokaisen väliportaana kohdalla. Muutaman portaatan jälkeen alkuperäinen viesti ei ole enää tunnistettavissa. Näin ollen on pyrittävä mahdollisimman suoraan kommunikaatioon. Tämänhetkinen kommunikaation kulku on esitetty kuvassa 34.

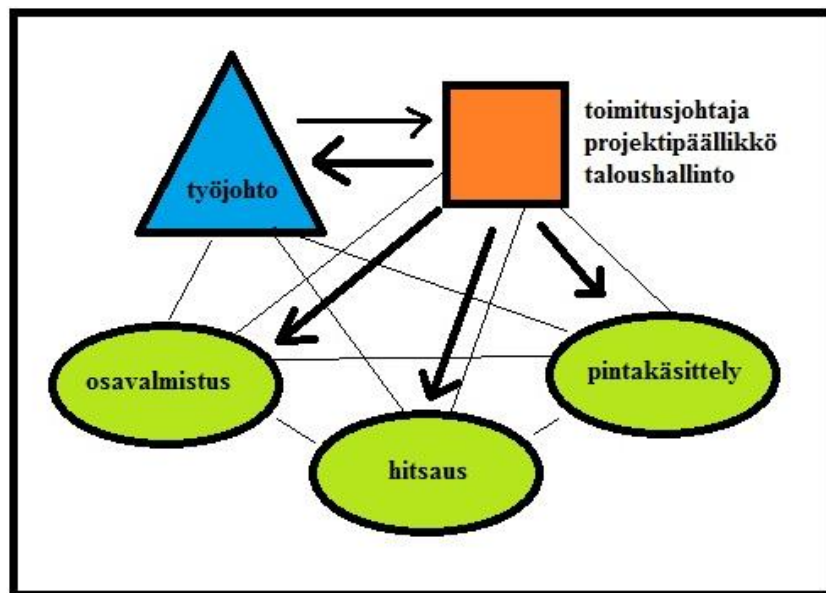


Kuva 34. Karjalan Konepaja Oy:n nykyinen kommunikaationreitti.

Suoraa viestintää helpottaisivat viikkopalaverit. Viikkopalaverit tulisi vakiinnuttaa tietylle päivälle ja ajankohdalle, jotta kaikkien Karjalan Konepaja Oy:n työntekijöiden olisi helppo etukäteen sopia aikataulunsa siten, että he pääsisivät osallistumaan palaveriin. Viikkopalaverissa olisi hyvä käsitellä ainakin seuraavia asioita:

- Menneen viikon asiat, jotka olisivat kaikkien työntekijöiden hyvä tietää
- Niitä asioita, jotka vaativat päätöksiä
- Seuraavan viikon tapahtumia

Viikkopalaverit voitaisiin suorittaa projekti- ja tuotantopäällikköjohtoisesti, mutta myös toimitusjohtajan läsnäolo ryhmähengen luomiseksi olisi tärkeää. Työntekijöiden on helpompi muodostaa meneillä olevista projekteista kokonaiskuva viikkopalaverissa, jossa työntekijät voivat välittömästi kommentoida ja esittää kysymyksiä toimihenkilöille. Viikkopalaverissa koko organisaatio saa paremman käsityksen siitä, miten oma työn tekeminen on kytköksissä muiden työn tekemiseen. Palavereissa toimihenkilöt näkevät myös onko joidenkin tuotantotyöntekijöiden välillä jännitteitä. Hyvä ryhmähenki on edellytys sujuvalle tiedonvaihdolle. Viikkopalaverissa tapahtuvaa tiedonvaihtoa on esitetty kuvassa 35.



Kuva 35. Uusi viikkopalaverissa tapahtuva tiedonvaihto.

8.2 Tuotannon pullonkaulat

Karjalan Konepaja Oy:llä ei ole käytössä atk-pohjaista tuotannon tiedonkeruujärjestelmää. Tämänhetkinen tuotannon ajankäytön seuranta perustuu tuntikortteihin, joihin työntekijät kirjaavat käyttämänsä työtunnit projektikohtaisesti. Menetelmän huono puoli on se, että yksittäisiin työvaiheisiin kuluva ajasta ei ole tarkkaa tietoa. Näin ollen myös yksittäisten pullonkaulojen osoittaminen on erityisen vaikeaa.

Karjalan Konepaja Oy:ssä käytetään seuraavia arvioita osastojen tuottavuuksista (Pätilä, 2014):

Konepaja	30 kg/h
Teräsraepuhallus	6 m ² /h
Maalaus	16 m ² /h

Haastatteluissa selvisi, ettei kyse ole kapasiteetista vaikka yksiköt kg/h ja m²/h niin saattaisivat antaa olettaa. Tunnusluvut on Karjalan Konepaja Oy:ssä laskettu alla olevilla kaavoilla:

$$\text{Tuottavuuden teholuku (kg/h)} = \frac{\text{Projektin kokonaismassa (kg)}}{\text{Projektiin käytetyt tunnit (h)}} \quad (5)$$

$$\text{Tuottavuuden teholuku(m}^2\text{/h)} = \frac{\text{Projektin kokonaispinta-ala (m}^2\text{)}}{\text{Projektiin käytetyt tunnit (h)}} \quad (6)$$

Kaavat eivät ota kantaa tuotteen virtaukseen Karjalan Konepaja Oy:ssä, vaan ainoastaan tuotannon työntekijöiden käyttämään aikaan tuotteen valmiiksi saamiseksi eri osastoissa. Seuraavassa on esimerkki, miten Karjalan Konepaja Oy:n tuotannon kapasiteetti voitaisiin laskea nykyisten tietojen pohjalta konepajalle:

Lähtötiedot:

Projektin kokonaismassa: 10 000 kg

Konepajassa käytetty aika tuotteen valmiiksi saamiseksi: 333 h

Työntekijät:

Aamuvuoro hitsaajat: 6 henkilöä osavalmistus: 3 henkilöä

Iltavuoro hitsaajat: 6 henkilöä osavalmistus: 1 henkilöä

Konepajassa työskentelevien työntekijöiden yhteenlaskettu lukumäärä 16 henkilöä

Yhden työntekijän projektiin kuluttaman ajan keskiarvo lasketaan seuraavasti, jos oletetaan että kaikki työntekijät käyttävät saman verran aikaa projektiin:

$$\frac{333 \text{ h}}{16 \text{ henk}} = 20,8 \text{ h/työntekijä} \quad (7)$$

Osavalmistuksen työntekijän käsittelemän teräsmassan määrä lasketaan seuraavasti, jos oletetaan, että kaikki 4 osavalmistuksen työntekijää käsittelevät saman määrän terästä.

$$\frac{10\,000 \text{ kg}}{4 \text{ osavalmistajaa}} = 2\,500 \text{ kg/osavalmistaja} \quad (8)$$

Hitsaajan käsittelemän teräsmassan määrä lasketaan seuraavasti, jos oletetaan, että kaikki hitsaajat käsittelevät saman määrän terästä.

$$\frac{10\,000 \text{ kg}}{12 \text{ hitsajaa}} = 833 \text{ kg/hitsaaja} \quad (9)$$

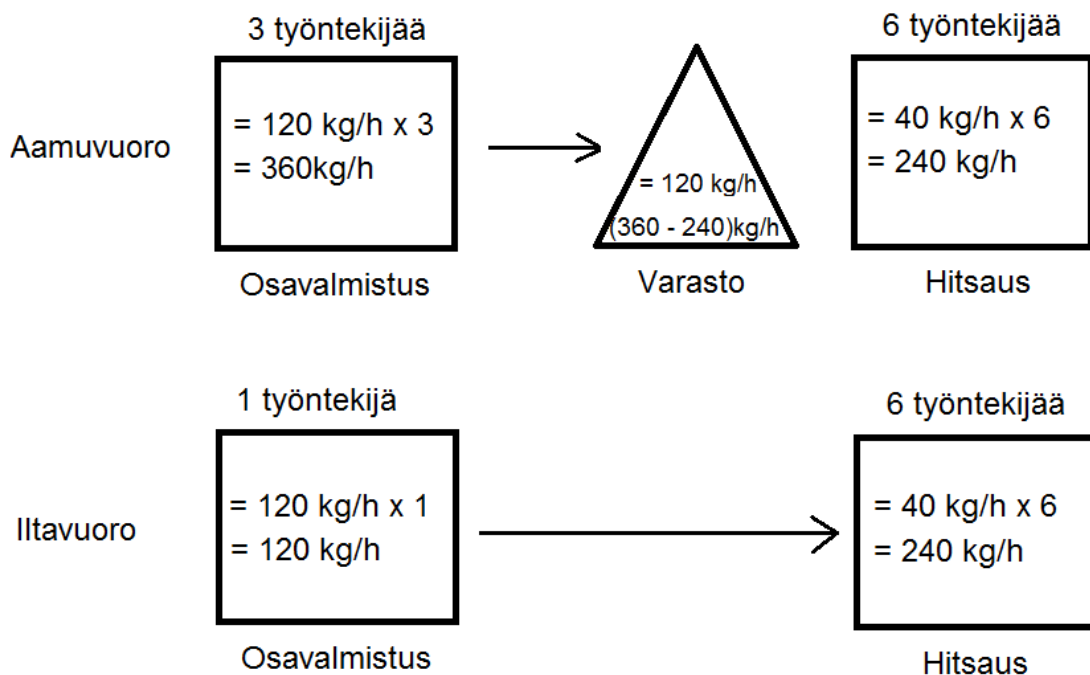
Osavalmistuksen työntekijäkohtainen kapasiteetti on.

$$\frac{2\,500 \text{ kg}}{20,8 \text{ h}} = 120 \text{ kg/h} \quad (10)$$

Hitsauksen työntekijäkohtainen kapasiteetti on.

$$\frac{833 \text{ kg}}{20,8 \text{ h}} = 40 \text{ kg/h} \quad (11)$$

Kuva 36 esittää aamu- ja iltavuoron tuotannon kapasiteetteja. Aamuvuorossa osavalmistus tuottaa hitsaukseen verrattuna ylikapasiteettia. Osavalmistuksen ylikapasiteetti tuottaa varastoa 120 kg/h. Tämä tarkoittaa, että aamuvuorossa (8 h) varastoa kertyy 960 kg. Vastaavasti iltavuorossa osavalmistuksessa on alikapasiteetti 120 kg/h, joten tällä pelkistetyllä mallilla iltavuoron hitsaajille riittää hitsattavaa 240 kg/h kapasiteetilla aamuvuoron 960 kg varaston turvin koko iltavuoron ajan.



Kuva 36. Aamu- ja iltavuoron kapasiteetit osavalmistuksen ja hitsauksen osalta.

TOC-analyysin perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä:

- Aamuvuoron pullonkaula on hitsaus, mikä rajoittaa tuotannon kapasiteetiksi 240 kg/h
- Iltavuoron kapasiteetti on 240 kg/h, koska aamuvuoron osavalmistuksen luoma varasto mahdollistaa hitsaustyön jatkumisen katkoitta.

Laskentamallin huono puoli on se, että laskentamallissa ajatellaan, että kaikki työntekijät voivat saman tien aloittaa oman työvaiheensa tekemisen. Lisäksi työhön käytetyt tunnit perustuvat karkeisiin oletuksiin, että työ jakautuisi tasaisesti kaikille työntekijöille ja että kaikki työntekijät olisivat yhtä tehokkaita. Esimerkiksi hitsaustyöhön käytettyyn aikaan vaikuttavat merkittävästi vaadittu a-mitta, hitsausekonomia ja hitsausmenetelmän tuottavuus. Kapasiteetin tarkkuuta voitaisiin parantaa siten, että laskettaisiin työntekijäryhmittäin käytetyt tunnit. Nämä tiedot löytyvät tuntikorteista. Tällöin voitaisiin eliminoida kaavan 7 oletus.

Taulukossa 11 on laskettu Karjalan Konepaja Oy:n tyypillisimmille käyttämille profiileille massa/pinta-ala-suhdelukuja. Taulukosta huomataan, että suhdelukuun vaikuttavat merkittävästi profiilin seinämänpaksuus sekä profiilin muoto. Taulukon perusteella voidaan todeta, että pintakäsittelyn kapasiteetin mittariksi soveltuu huonosti kg/h-mittari, koska pintakäsittävän profiilin muoto sekä seinämän paksuus vaikuttavat liikaa saatavaan pintakäsittelyn nopeuteen. Pintakäsittelyn tehokkuuden mittariksi soveltuu paremmin neliometriä tunnissa. Näin ollen ei ole relevanttia verrata konepajan ja pintakäsittelyn kapasiteetteja keskenään.

Taulukko 11. Profiilien massa/pinta-ala-muunnossuhteita.

Profiili	Mitat (mm)	1kg vastaava pinta-ala (m ²)
RHS-profiili	200x200x5	0,026
RHS-profiili	200x200x8	0,017
RHS-profiili	200x200x12,5	0,011
U-profiili	120x60x4	0,064
HEA-profiili	190x200x10	0,027
I-Pprofiili	120x64x6,3x4x4,4	0,046
Keskiarvo:		0,032

Voidaan todeta, että Karjalan Konepaja Oy:n tuotannon kehittäminen tulisi aloittaa eri työvaiheissa läpimenoaikojen selvittämisellä. Tarkkailun kohteena tulee olla valmistettavan tuotteen virtaus konepajassa. Tällöin läpimenoaikaan sisältyisi tuottavaan ja tuottamattomaan työhön käytetty aika.

Kuitenkin voidaan todeta, että Karjalan Konepaja Oy:n henkilöstöä tulee kehittää yhä edelleen niin toimiston kuin tuotantotilojen puolella moniosaajiksi. Työntekijöiden tulee

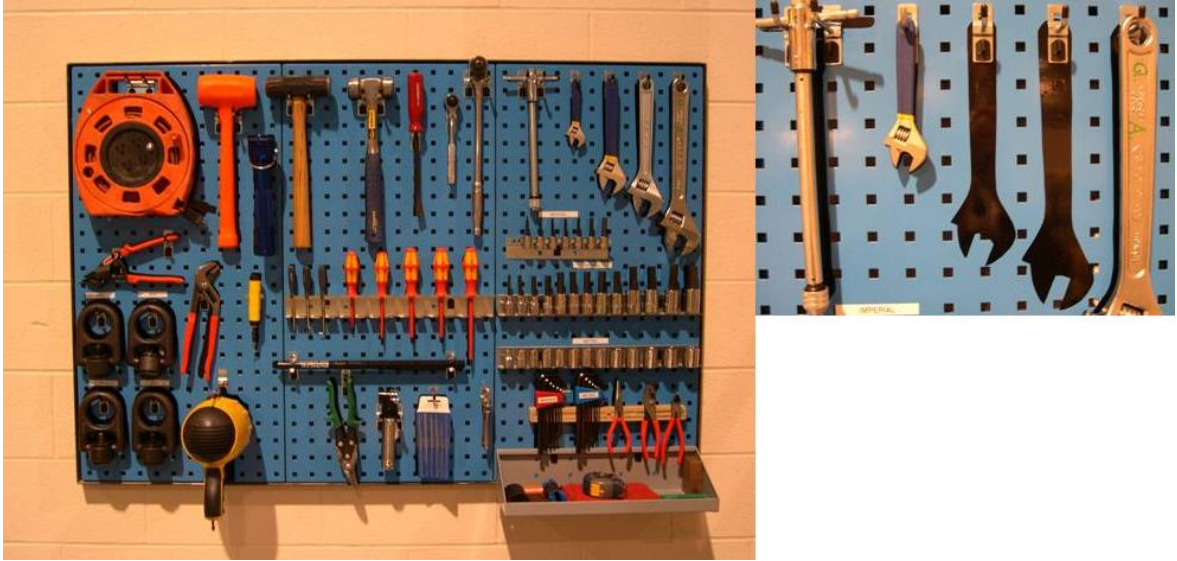
osata oman työtehtävänsä ohella myös muitakin tehtäviä. Näin voidaan varmistaa, että Karjalan Konepaja Oy:ssä on joustavaa tuotantoa myös poissaolojen ja henkilöstön vaihdosten aikana.

Osavalmistukseen ja hitsaukseen voidaan aina siirtää työvoimaresursseja, mikäli työntekijän pätevyys sen sallii, ja lyhentää näin kyseisten työvaiheiden läpimenoaikaa. Pintakäsittelyssä vastaavaa etua ei saada. Pintakäsittelyn läpimenoaika on suhteellisen vakio johtuen rajallisista laitteistoista ja tiloista. Lisäksi maalausta hidastaa maalikalvon kuivumiseen kuluva aika. Teräsraepuhaltamon ja maalaamon tehokas käyttö on edellytys jouhevalle tuotteiden virtaamiselle Karjalan Konepaja Oy:ssä.

8.3 Arvoa tuottamattoman ja turhan työn minimointi (Lean)

Hitsaajien haastattelussa (25.7.2014) ilmeni, että Karjalan Konepaja Oy:ssä ei ole vakioituja työkaluvarastoja. Hitsaajat saattavat joutua etsimään ympäri hallia työkaluja, joita he tarvitsevat päivittäin työtehtävässään. Näin ollen Karjalan Konepaja Oy menettää kymmeniä työtunteja viikoittain, koska työkalut eivät ole siellä, missä niiden luullaan olevan.

Karjalan Konepaja Oy:n tulee kiinnittää erityistä huomiota tuotantotilojen siisteyteen. Siisti työympäristö vaikuttaa työntekijöiden asenteisiin positiivisesti. Lisäksi siisti konepaja antaa asiakkaalle luotettavan kuvan yrityksestä. Jokaiselle materiaalille ja työvälineelle tulee antaa vakioitu paikka. Päivittäisessä työssä käytettävät apuvälineet tulee olla työntekijöiden käden ulottuvilla. Työnjohdon tulee kannustaa työntekijöitä jatkuvaan siisteyteen. Kerran viikossa suoritettava oman työpisteen siivous ei riitä. Kuvassa 37 on esitelty työkalujen säilyttämistä vakioiduilla paikoilla. Työkalutaulusta työntekijä saa visuaalisen signaalin puuttuvasta työkalusta. Työkalutaulu on eräs ratkaisu työkalujen sijainnin vakiointiin. Tärkeintä on, että tuotannon työntekijät voivat itse osallistua oman työpisteen siisteyden ja toimivuuden kehittämiseen.



Kuva 37. Selkeä työkaluvarasto (Tpslean, 2014).

Maalajien haastattelussa selvisi, että Karjalan Konepaja Oy:ssä hitsaajat varastoivat hitsaamiaan osakokoonpanoja pinoissa. Työnjohto antaa hitsaukseen työmääräyksiä siinä järjestyksessä, mitä osia ja osakokoonpanoja tarvitaan asennustyömaalla. Näin ollen teräsrakennepinon alimmainen kappale on tyypillisesti se kokoonpano, jota tarvitaan ensimmäisenä pintakäsittelyssä. Pintakäsittelijöiltä menee usein tärkeää työaika pinojen tutkimiseen ja osakokoonpanojen siirtelyyn. Ratkaisuna tähän ongelmaan olisi varastoida pintakäsittelyrakennuksen eteen vain sellaisia osia, jotka mahtuvat ja kuuluvat seuraavaan pintakäsittelypanokseen.

Asennuspäällikkö Jorma Revon (8.9.2014) haastattelussa selvisi, että väärässä järjestyksessä tulevat rakenteet tai puuttuvat osat aiheuttavat asennuskatkoksia asennustyömailla. Projektien aloituspalavereissa olisi syytä laatia asennuspäällikköjohtoisesti valmistusjärjestys teräsrakenteille. Luettelon lähtökohtana tulee olla asennusjärjestys. Valmistusjärjestystä tulee noudattaa kaikissa konepajalla tehtävissä työvaiheissa. Teräsrakenteita pakkaavan työntekijän tulee varmistaa, että konepajalta lähtevään rekkaan lastatut osat noudattavat sovittua asennusjärjestystä.

Lisäksi osien selkeään merkitsemiseen tulee kiinnittää huomiota. Osan tunnistuksen eli positiomerkin löytyminen ja siinä olevan numeron tulee olla selkeä ja yksiselitteinen.

Polttoleikattavien osien leikkausradat ohjelmoidaan tällä hetkellä leikkauskuvien eli työkuviin perusteella polttoleikkauskoneelle. Karjalan Konepaja Oy voisi pyytää polttoleikattavista osista valmiita dxf-tiedostoja, jolloin ylimääräinen uudelleenohjelmointi voitaisiin ohittaa.

Karjalan Konepaja Oy:n projektipäällikön mukaan teräsrakenteita siirrellään turhaan konepajassa. Tähänkin ongelmaan voitaisiin paneutua viikkopalaverissa. Mitä isompia ja raskaampia teräsrakenteet ovat, sitä huolellisemmin kannattaa teräsrakenteen siirrot suunnitella. Turhilla nostoilla menetetään työaikaa ja varataan nostokalustoa.

8.4 SFS-EN 1090- sertifiointin asettamat vaatimukset

Karjalan Konepaja Oy:ssä käydyissä haastatteluissa ilmeni, että standardin SFS-EN 1090 määräämä materiaalin jäljitettävyyden tuottaa heille lisätyötä, kun kyseessä on EXC 3 toteutusluokan projekti. Sulatusnumeroiden merkintään ja aineodistusten dokumentointiin ei ole vielä löydetty vakiintunutta käytäntöä.

Toimituseräkohtaiset tuotetiedot tulevat Karjalan Konepaja Oy:lle saapuvan rahdin mukana. Tuotetiedot ovat painettu paperi- tai ohutlevylapulle. Tuotetiedoista saadaan selville: tuotteiden dimensiot, kappalemäärä, paino, sulanumero, materiaalin lujuusluokitus ja muita valmistajan antamia tietoja. Tällä hetkellä Karjalan Konepaja Oy:n ongelmana on näiden tietojen häviäminen. Karjalan Konepaja Oy:tä uhkaa teräksen epäkuranttius, mikäli teräksen sulanumeroa ei pystytä jäljittämään.

Toimintamalli EXC 3 toteutusluokan projektin sulanumeroiden dokumentoinnille

Teräskuormat puretaan edelleen katokseen. Teräskuorman purkanut työntekijä merkitsee jokaiseen sahattavaan profiiliin sulanumeron ja projektinumeron pois lukien levymäiset materiaalit, joihin merkataan ainoastaan projektinnumero. Levyysiin tyypillisesti stanssataan sulanumero jo tehtaalla, joten niiden uudelleenmerkitsemiseen ei ole aihetta. Merkkauksen tulee suorittaa maalikynällä.

Teräsaihion tultua hallin puolelle osavalmistukseen on sen ensimmäinen työstövaihe sahaus tai polttoleikkaus. Tästä työvaiheesta vastaava työntekijä tarkistaa materiaalista sulanumeron ja merkitsee sen valmistuspiirustukseen. Työnjohtaja kerää kaikki valmiit työpiirustukset, joissa on työntekijän kuittaus sekä teräksen sulanumero. Nämä työpiirustukset työnjohtaja toimittaa toimistoon, jossa projektipäällikkö arkistoi ne. Samassa arkistossa tulee olla myös käytettyjen terästen ainestodistukset. Tällöin voidaan osan sulanumeron perusteella etsiä sille ainestodistus.

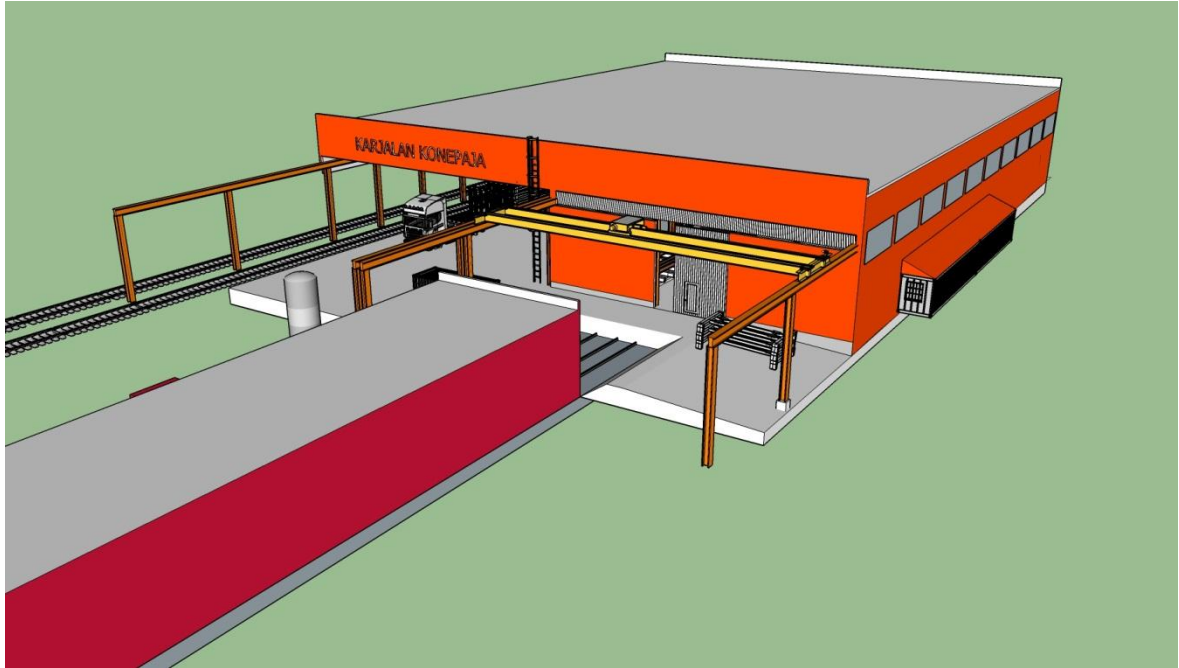
Projektista ylijääneet teräsaihiot tulee kuljettaa hallin vieressä sijaitsevaan ulkovarastoon. Teräksen ulkovarastoon kuljettaneen työntekijän tehtävä on stanssata maalikynällä tehty sulatusnumeron teräsaihioon. Stanssattu numerosarja säilyy ulkovarastossa hyvin ja kestää käsittelyn aiheuttamia kolhuja. Näin vältetään teräksen joutumista epäkurantiksi. Teräkset tulee varastoida siten, että teräksessä olevat merkinnät on helppo nähdä ilman profiilien kääntelyä. Ulkovarastoon kuljetetuista teräksistä pitää informoida toimihenkilöitä, jotta voidaan seurata varaston tilannetta.

Standardi SFS-EN 1090 asettaa rajoituksia kovien leimasimien käytölle. Kovaleimausmenetelmiä ovat mm. stanssaus ja poraus. Kovia leimasimia saa käyttää ainoastaan lujusluokkaan S355 saakka. Menetelmän käyttöä ei sallita ruostumattomille teräksille eikä pinnoitetusta materiaalista valmistetuille kylmämuovattaville kokoonpanoille. Lisäksi kovia leimasimia saa käyttää vain määrättyillä alueilla, joissa merkintätapa ei vaikuta väsymiskestävyyteen. (SFS-EN 1090-2) Näistä poikkeustilanteista on hyvä informoida työntekijöitä.

8.5 Layoutin kehittämisajatuksia ja vaihtoehtoja

Karjalan Konepaja Oy:ssä suoritettujen haastattelujen perusteella hallin ja pintakäsittelyrakennuksen välinen tila on osoittautunut ongelmalliseksi. Nykyinen rakennusten sijoittelu on kuvan 38 mukainen. Hallista tulevat hitsatut osakokoonpanot varastoidaan tällä hetkellä ulos hallin ja pintakäsittelyrakennuksen välissä olevalle alueelle. Tästä seuraa, että osakokoonpanot ovat sään armoilla ja voivat kastua. Pintakäsittelyyn ei voi ottaa kastunutta teräsrakennetta ja näin ollen osa on kuivattava ennen teräsräpuhallusta, mikä on ylimääräistä työtä. Toisaalta osien siirtäminen edellyttää hallin ovien avaamista, mikä etenkin talvella laskee hallin lämpötilaa. Erillisestä

pintakäsittelyrakennuksesta saavutetaan tosin myös etuja. Esimerkiksi hallin ilma säilyy puhtaana hiukkasista, ja maalausvaunut voidaan palauttaa maalaamosta takaisin teräsraepuhaltamon eteen kuormaajalla.

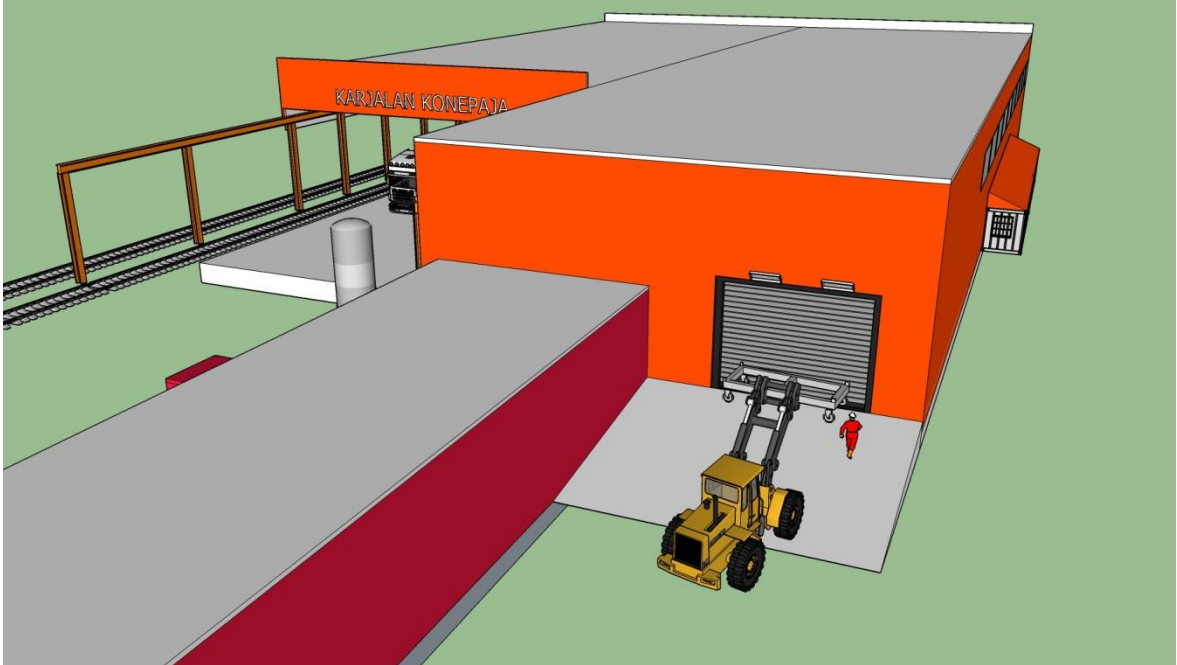


Kuva 38. Nykyinen layout

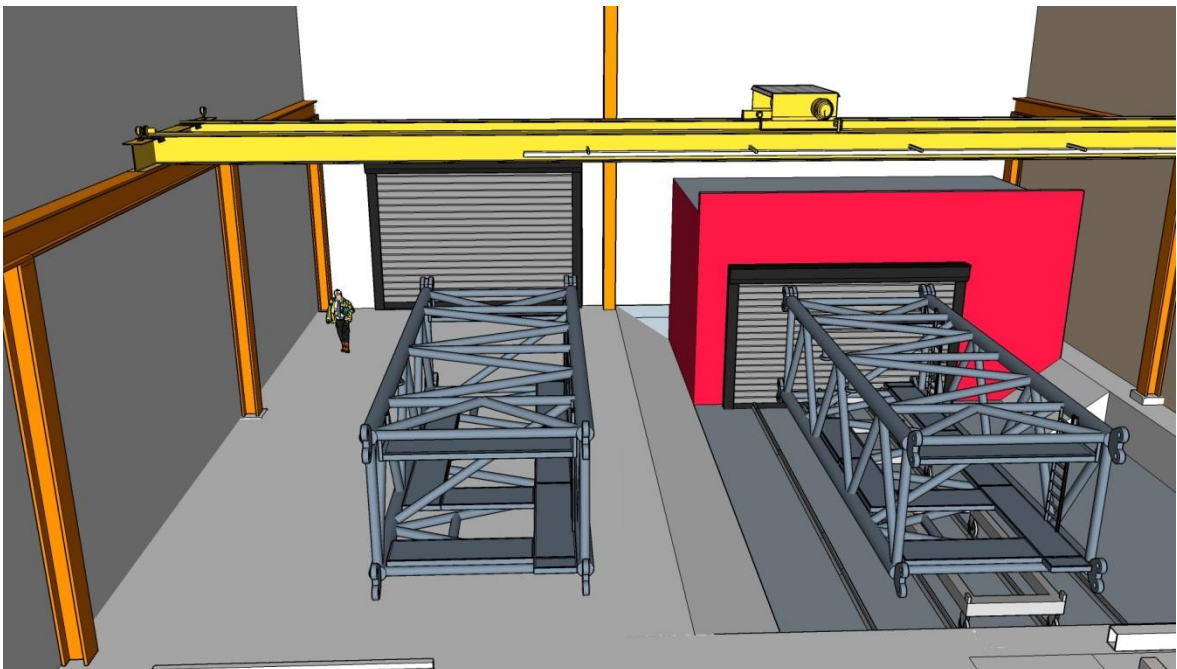
Uudessa layout-ideassa (kuvat 39 & 40) hallin seinä ja katto on jatkettu siten, ettei hallin ja pintakäsittelyrakennuksen väliin jää tyhjää tilaa. Tästä seuraa, että osakokoonpanot eivät enää kastu. Myös osien siirtäminen helpottuu, kun hallin ovi ei ole, ja hallissa säilyy paremmin lämpö talvella. Pintakäsittelyrakennuksen ja hallin väliin on laitettava tiivis ovi, jotta teräsraepuhalluksessa syntyvät pienhiukkaset eivät pääse hallin puolelle. On huomioitavaa, että tässä ratkaisussa yhdistetään kaksi palo-osastoa, jolloin palon leviämisen riski konepajan ja pintakäsittelyrakennuksen välillä on ilmeinen. Tätä varten tulee näiden kahden palo-osaston välisessä rajapinnassa käyttää materiaaleja, jotka toimivat palomuurina. Palomuurilla tarkoitetaan ”Seinää, joka määrätyn ajan estää palon leviämisen sen toiselle puolelle ja kestää siihen liittyvän rakennuksen tai sen osan sortumisen tai sortumisen aiheuttamat iskut” (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2002).

Uudessa layout-ideassa hallin seinän pätyyn on sijoitettu huolto-ovi. Huolto-ovi mahdollistaa maalausvaunujen palauttamisen kuormaajalla pintakäsittelylinjaston alkuun.

Lisäksi maalausvaunuille tehtyä syvennystä uudessa layout-ideassa on pidennetty nykyistä hallia kohti, jotta pitkien teräsrakenteiden lastaus maalausvaunuille helpottuisi. Tämä ilmenee kuvassa 40.

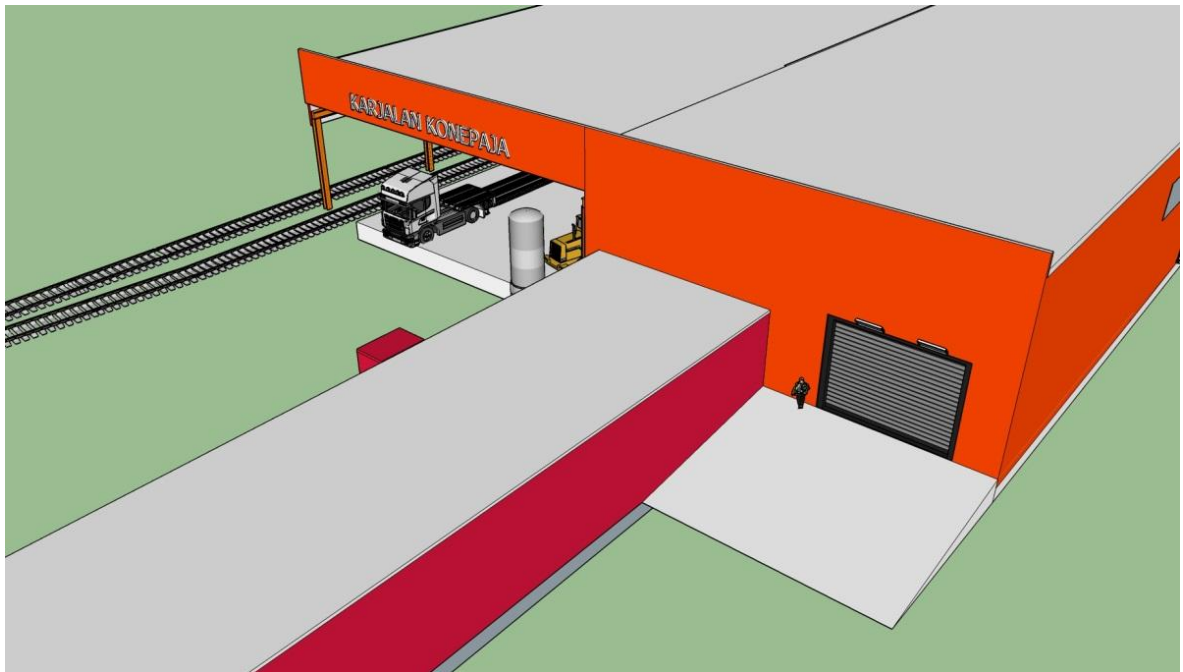


Kuva 39. Uusi layout-idea kuva hallin ulkopuolelta, jossa hallia on jatkettu.



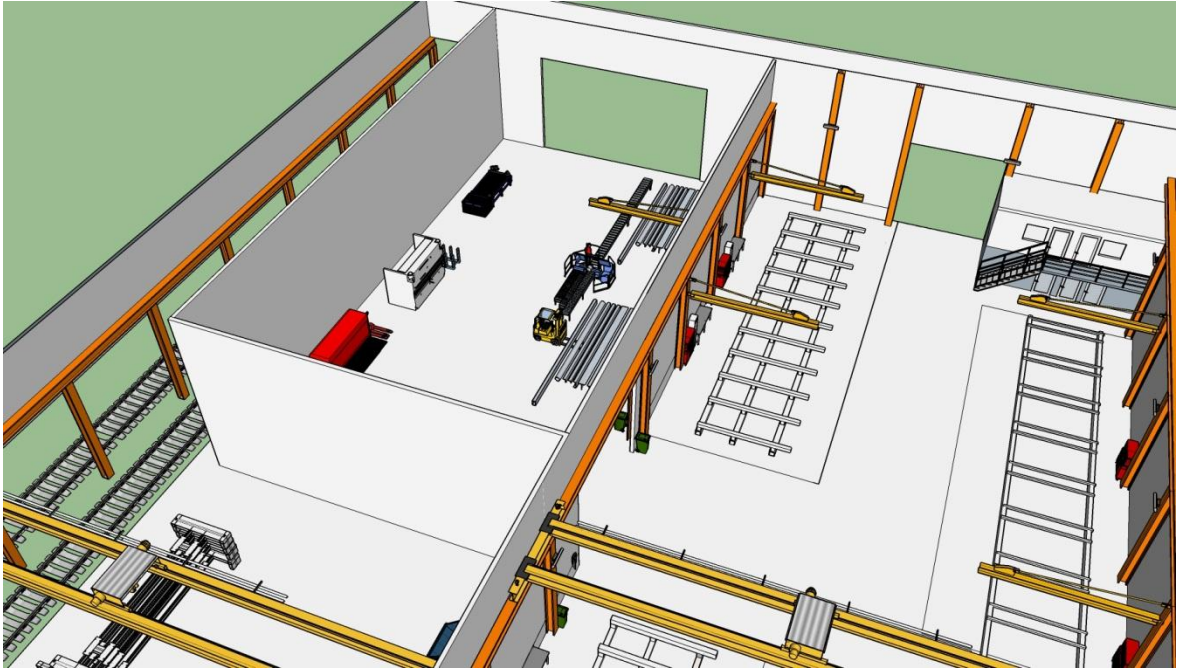
Kuva 40. Uusi layout-idea kuva hallin sisäpuolelta, jossa hallia on jatkettu.

Karjalan Konepaja Oy:ssä suoritetuissa haastatteluissa ilmeni myös, että siltanosturit eivät toimi talvella kunnolla konepajan (katos ja halli) ja pintakäsittelyrakennuksen välisessä ulkotilassa. Talvella lumi peittää siltanosturin kiskot, jolloin siltanosturiin tulee helposti toimintahäiriöitä. Talvella tuotannontyöntekijät usein joutuvat lapioimaan ja harjailemaan kiskoja lumesta. Näin ollen katosta voidaan jatkaa kuvan 41 mukaisesti, jolloin siltanosturien työalueet ovat kauttaaltaan katetut.



Kuva 41. Uusi layout-idea, jossa katosta jatkettaisiin.

Mikäli Karjalan Konepaja Oy:lle tulee tarvetta lisätä tuotantotiloja, voidaan tällöin katokseen tehdä erillinen osavalmistusalue. Tällöin halli on kokonaan hitsaavan tuotannon käytössä. Muutoksena tämä ratkaisu on merkittävä. Kaikki osavalmistuksessa käytössä olevat koneet täytyy tällöin siirtää nykyisen katoksen puolelle ja uutta seinää rakentaa satoja neliöitä lisää. Uudessa layout-ideassa saadaan lisättyä hitsauspaikkoja nykyisestä kuudesta kahdeksaan. Nykyisin profiilit siirretään rullakuljettimilla katoksesta halliin. Uudessa layout-ideassa profiilien siirto osavalmistuksesta halliin joudutaan suorittamaan trukilla, koska siltanostureilla tätä sivuttaisliikettä ei voida suorittaa. Tämänhetkinen pyöräkuormaaja on liian kömpelö sahattujen aihoiden siirtelyyn verrattain ahtaissa tuotantotiloissa, joten trukin hankinta on välttämätön toimenpide. Kuvassa 42 on esitetty uusi layout-idea, jossa osavalmistus on siirretty nykyiseen katokseen.



Kuva 42. Uusi layout-idea, jossa osavalmistus olisi siirretty nykyiseen katokseen.

Tämän luvun layout-kehitysideoit pohjautuvat haastatelluissa ja henkilöstökyselyissä esille tulleisiin tuotannon kehitysideoihin. Havainnekuvat 38–42 ovat tehty Google SketchUp 3D-mallinnusohjelmalla. Laaditut 3D-mallit perustuvat saatuihin pohjapiirustuksiin ja konepajasta otettuihin valokuviin.

9 NYKYISEN JA UUDEN TUOTANTOMALLIN VERTAILUA

Nykyään Karjalan Konepaja Oy:ssä järjestetään varsin harvoin koko yrityksen tiedonjakotilaisuuksia. Uudessa tuotantomallissa haluttaisiin lisätä tiedonkulkua kaikille yrityksen organisaation jäsenille. Nykyisessä tiedonkulussa tieto kulkee portaittain ja olennaisia asioita voi jäädä puuttumaan. Viikoittain järjestettävät palaverit luovat tilaisuuden avoimeen tiedonvaihtoon, eikä samoja asioita tarvitse välittää uudelleen eteenpäin. Viikkopalaveri sitoo kuitenkin kaikkien Karjalan Konepaja Oy:n työntekijöiden aikaa noin puolen tunnin verran viikossa, joten yhteensä työaikaa käytetään 16,5 työtuntia yhdessä palaverissa. Näin ollen palaverien järjestelyyn ja asialistaan tulee kiinnittää huomiota, jotta aika saadaan käytettyä tehokkaasti.

Tuotannon pullonkauloihin voidaan vaikuttaa kouluttamalla työntekijöitä moniosaajiksi. Osittain Karjalan Konepaja Oy:ssä on näin jo toimitukin. Näin voidaan havaittuihin pullonkauloihin siirtää työvoimaresursseja. Hitsaustyö on kuitenkin luonteeltaan erikoisprosessi, johon ei voi siirtää työntekijää ilman erikoiskoulutusta ja tarvittavia pätevyyskysymyksiä. Tarvittaessa kuitenkin hitsaajia on voitava siirtää myös muihin työtehtäviin tilanteen niin vaatiessa.

Nykyisessä tuotannossa hitsaajien työ loppuu siihen, kun valmistettu osakokoonpano on saatu siirrettyä hitsauspöydältä välivarastoon. Tämän jälkeen hitsaajat aloittavat uuden kokoonpanon hitsaamisen. Uudessa tuotantomallissa ajatellaan asioita pidemmälle. Pintakäsittelyn nopeus on rajallinen erityisesti maalin kuivumisen vuoksi, joten hitsaajien ja muidenkin tuotannontyöntekijöiden tulee tehdä oma työ konepajalla siten, että pintakäsittelijät voivat keskittyä tuottavaan työhön eli teräsraepuhallukseen tai maalaukseen. Tilanteesta riippuen on hyvä pyrkiä siihen, että hitsaajat nostaisivat maalauksivaunuille valmiiksi seuraavan pintakäsittelyyn menevän kuorman. Tähän ei suinkaan ole aina mahdollisuutta, mutta ideaalitalanteessa siihen tulee pyrkiä. Uudessa tuotantomallissa tulee painottaa oman työn tekemisen suhdetta muiden työn tekemiseen.

Nykyään tuotannon välivarastoissa teräsrakenteita pinotaan päällekkäin. Päällekkäin pinoaminen voi merkittävästi hidastaa työntekoa, mikäli kasan alimmaisat osat tai

kokoonpanot ovat sellaisia, mitä jatkojalostetaan seuraavaksi seuraavassa työvaiheessa. Uudessa tuotantomallissa tähän asiaan tullaan kiinnittämään huomiota ja työntekoa hidastavaa päällekkäin pinoamista ei sallita.

Tällä hetkellä Karjalan Konepajassa ei ole yhdessä sovittuja työkalujen paikkoja, joten niiden etsimiseen kuluu turhaa työaikaa erityisesti hallissa, jossa tapahtuu osavalmistus sekä hitsaus. Uudessa toimintamallissa tulisi tuotannontyöntekijöiden avustuksella suunnitella työpisteet sellaisiksi, että tarvittavat työkalut olisivat mahdollisimman lähellä työntekijöitä ja niille merkityissä paikoissa. Mikäli työkaluja säilytetään laatikoissa tai muissa ei näkyvillä olevissa paikossa, tulee niihin vähintään kirjoittaa, mitä ne sisältävät, jotta säästyttään työkalun etsimiseen kuluvalta ajalta. Visuaalinen merkinanto on tekstiä parempi. Kuvien avulla työntekijät voivat jo kaukaa huomata mitä kaapit ja laatikot sisältävät.

Tällä hetkellä Karjalan Konepaja Oy:ssä suoritetaan tyypillisesti perjantaisin viikkosiivous, ja sitäkään ei aina suoriteta, mikäli ollaan projektin suunnitellusta aikataulusta jäljessä. Uudessa toimintamallissa työalueet, kulkuväylät ja varastopaikat tulisi merkitä selvästi lattiaan. Työalueiden merkitseminen helpottaa oman työpisteen siistinä pitämistä. Uudessa tuotantomallissa työpisteen siistinä pitämisen tulisi olla päivittäinen osa työnteon rutiinia. Pöydät ja muut tasot eivät ole varastoja, vaan tarpeettomat esineet tulee heittää roska-astioihin ja niin edelleen. Roska-astioita tulee sijoittaa tarpeeksi paljon tuotantotiloihin, jotta niitä myös käytettäisiin. Oman työvuoron lopuksi tuotannontyöntekijän tulee katsoa, että hänen käyttämänsä työkalut on palautettu oikeisiin paikkoihin. Siisteydellä on myös vaikutus työpaikan turvallisuuteen. Tapaturmariski pienenee, kun kulkutiet pidetään avoimina.

Karjalan Konepaja Oy:n nykyinen layout on varsin selkeä. Suurin epäkohta nykyisessä layoutissa on hallin ja pintakäsittelyrakennuksen välinen alue. Tämä tilanne on tiedostettu Karjalan Konepaja Oy:ssä jo pitkään. Haasteita aiheuttavat nykyisessä layoutissa se, että pintakäsittelyrakennuksen ja hallin käytävä ei ole samassa linjassa. Lisäksi pintakäsittelyrakennuksen lattialaatta on metrin verran hallin lattialaattaa alempana. Nykyisen layoutin etu on siinä, että pintakäsittelyrakennus on erillään tuotantotiloista. Näin ollen esimerkiksi teräsraepuhalluksessa syntyvät pienhiukkaset eivät pysty kulkeutumaan

hallin puolelle. Uudessa toimintamallissa on esitetty Karjalan Konepaja Oy:lle useita erilaisia layoutvaihtoehtoja. Kaikissa layoutratkaisuissa hallin ja pintakäsittelyrakennuksen välinen alue on katettu.

Lisäksi pintakäsittelyvaunujen kiskoja varten tehtyä syvennystä voidaan pidentää kohti nykyistä hallia. Tällöin pitkien teräsrakenteiden, kuten putkisiltojen lastaus maalausvaunuille helpottuu. Kattaminen tulee suorittaa siten, että hallin seiniä ja kattoa jatkettaisiin pintakäsittelyrakennukseen asti. Tällä saavutetaan seuraavia etuja nykyiseen layoutiin verrattuna.

- Hallin ovea ei tarvitse enää avata, kun kappale siirretään pintakäsittelyyn.
- Hallista ei karkaa enää lämpöä, kun kappale siirretään pintakäsittelyyn.
- Siltanosturin operointi helpottuu, kun kattamattoman alueen kiskoille ei talvella sada lunta.
- Kattamalla saavutettua tilaa voidaan ottaa tuotannon käyttöön.
- Osakokoonpanot eivät kastu, joten niitä ei tarvitse erikseen kuivata.

Edellä listatuilla toimenpiteillä voidaan nostaa konepajan tuottavuutta ja kapasiteettia 10-20 %. Arviot perustuvat metalliteollisuudessa tehtyihin vastaavanlaisiin tuotannon kehittämisprojekteihin.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET

Karjalan Konepaja Oy on vakaavarainen tilauskonepaja, jolla on tällä hetkellä kaikki vaadittavat luvat ja sertifiointit, mitkä mahdollistavat yrityksen kilpailukykyisen toiminnan raskaita teräsrakenteita valmistavien tilauskonepajojen joukossa. Karjalan Konepaja Oy on sertifiointin standardin SFS-EN 1090. Hitsaajilla on tarvittavat pätevyudet, hitsausohjeet ja hitsaustoiminnan laadusta vastaa valtuutettu hitsauskoordinoija. Karjalan Konepaja Oy:n kilpailuetu muihin yrityksiin verrattuna on EXC 3 toteutusluokka, joka löytyy vain harvoilta suomalaisilta tilauskonepajoilta. Lisäksi Karjalan Konepaja Oy toimii standardien SFS-EN ISO 9001 ja SFS-EN ISO 3834-2 mukaisesti. Edellä mainittuja standardeja ei ole kuitenkaan sertifioitu. Yrityksessä työskentelevät toimihenkilöt ovat usein täysin työllistettyjä, joten tuotannon kehittämiseen ei ole riittänyt aikaa. Vuosia jatkunut tuotanto ilman merkittäviä muutoksia on aiheuttanut sen, että vallalle päässeitä käytäntöjä ei helposti tuotantotilojen puolella muuteta.

Karjalan Konepaja Oy:n suurimmat laatukustannukset muodostuvat yrityksen sisäisen kommunikaation puutteista. Tätä väitettä tukee myös tuotannontyöntekijöiden kysely, jossa suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, etteivät he koe saavansa tarpeeksi tietoa siitä, mitä yrityksessä tapahtuu. Tähän ongelmaan esitetään ratkaisuksi säännöllisesti pidettäviä viikkopalavereja. Viikkopalaverissa voitaisiin puuttua tuotannon kehittämiseen liittyviin haasteisiin, työturvallisuuteen ja asioista tiedottamiseen. Myös yleinen työn tekemisen tarkkuuden ja ammattitilpeuden kasvaminen saattavat olla viikkopalavereista saatavia kerrannaisetuja, koska työntekijät pääsevät tilaisuuksissa vaikuttamaan yrityksen kehittämiseen.

Yrityksessä vain muutamalla henkilöllä on tarkka tilannekuva siitä, missä vaiheessa projektit etenevät. Karjalan Konepaja Oy:n työjohdon rooli on liian suuri tuotannonohjauksen näkökulmasta. Aamu- ja iltavuorossa työskentelee ainoastaan yksi työnjohtaja, joista toinen suorittaa myös hitsauskoordinoijan tehtävää. Mikäli toinen työnjohtajista sairastuu tai on muuten estynyt tulemaan töihin, niin tällöin toinen työnjohtaja joutuu tekemään kahta vuoroa. Tämä ratkaisu ei ole kestäväällä pohjalla. Nykyaikaisen tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönottoaminen helpottaa työnjohtajien

taakkaa, koska tuotannontilanne päivittyy automaattisesti tuotannonohjausjärjestelmään. Näin ollen tuotannonohjaus ei ole enää niin paljon työnjohtajien muistin varassa. Karjalan Konepaja Oy on jo kerran aikaisemmin ottanut käyttöön tuotannonohjausjärjestelmän ja luopunut siitä. Tällä kertaa on tiedotettava koko organisaatiota eduista, joita yritys tulee saamaan sen käyttöön ottamisesta. Tuotannonohjausjärjestelmä tarkoitus on helpottaa tuotannonseuraamista ja se ohjaamista.

Karjalan Konepaja Oy:llä ei ole tarkkaa tietoa eri työvaiheisiin kuluva ajasta. Näin ollen myös tilastollisesti tuotantoa rajoittavien pullonkaulojen todistaminen on vaikeaa. Tällä hetkellä Karjalan Konepaja Oy:llä on vain karkeasti tiedossa, että konepajan kapasiteetti on 30 kg/h tunnissa. Tuotannonohjausjärjestelmän avulla saadaan tarkempaa tietoa yksittäisiin työvaiheisiin kuluva ajasta. Karjalan Konepaja Oy:n ensimmäinen tuotannon kehittämisen tehtävä on selvittää eri tuotannon työvaiheiden tuottavuudet ja kapasiteetit. Ilman tuotannonohjausjärjestelmää työvaiheiden kapasiteetit saadaan selville kellottamalla eli ottamalla aikaa, kuinka kauan raaka-aineet, kappaleet ja osat viipyvät eri työvaiheissa. Pelkkä tehokkaan työajan seuraaminen ei riitä.

Tämän jälkeen numeroarvojen pohjalta hitaimmin suoriutuva työvaihe voidaan osoittaa Karjalan Konepaja Oy:n pullonkaulaksi. Pullonkaulan tuottavuuden kehittämisessä tulee soveltaa Lean-ajattelumallia, eli työvaiheen kehittämisessä tulee keskittyä ainoastaan tuottavaan työhön. Tällä tavalla saadaan heti nostettua Karjalan Konepaja Oy:n tuotannon kapasiteettia.

Tuotantotilojen puolella työnjohdon tehtävä on kannustaa työntekijöitä jatkuvaan kehittämiseen ja kehittämiseen. Hallin puolella olevat tilat tulisi selvästi merkitä, jotta kaikille olisi selvää, mitkä alueet ovat kulkuteitä, työaluetta ja varastoja. Siisteys on ilmaista, ja selkeä layout antaa myös asiakkaille luotettavan kuvan yrityksestä, ja parantaa kaikkien työssä viihtymistä.

11 YHTEENVETO

Raskaita teräsrakenteita valmistavan tilauskonepajan tuotannon kehittämisessä laatu, tuottavuus ja taloudellisuus muodostavat kokonaisuuden. Laatutietoisessa konepajassa lopputuote lunastaa kuluttajan asettamat vaatimukset, mutta myös tuotanto on organisoitunutta, virheistä opitaan, päätetyt asiat dokumentoidaan ja niissä oleva tieto on koko yrityksen saatavilla. Laatukustannusten minimoimisessa tärkeintä on panostaa ennaltaehkäisevään toimintaan. Hitsaavan konepajan laadunhallinnan työkaluja ovat muun muassa SFS-EN ISO 9001-, SFS-EN ISO 3834- ja SFS-EN 1090-standardisarjat, joista viimeinen on sertifioitava, mikäli konepaja toimittaa kantavia teräsrakenteita Euroopan markkinoille.

Tilauskonepajan tuotannon kehittämisessä apuna on hyvä käyttää sopivia tunnuslukuja ja mittareita, joilla voidaan todeta saavutetut hyödyt. Objektiiiviset numerotiedot toimivat perustana yrityksen kehittämiseen liittyvässä päätöksenteossa. Tärkeintä on, että konepaja valitsee sopivimmat tunnusluvut. Tilauskonepajojen ei ole järkevää kiinnittää huomiota läpimenoaikoihin, sillä valmistettavat tuotteet voivat erota merkittävästi toisistaan.

Konepajan tuotannotehokkuudenmittariksi sopivat tuottavuusluvut eli tuotosten määrä suhteessa käytettyjen panosten määrään. Mitä yksityiskohtaisemmin eri työvaiheille saadaan selvitettyä eri tuottavuudet, sen parempi. Muita tilauskonepajan laatuun liittyviä mittareita ovat: toimintavarmuus, keskeneräinen tuotanto, asiakastyytyvyisyys, tuotantokatkosten määrä jne. Tärkeintä on, että yritys valitsee itselleen parhaiten soveltuvimmat mittarit oman tuotannon ja laadun mittaamiseen.

Konepajan tuottavuus paranee, kun valmistetaan tuotteita entistä pienemmillä työpanoksilla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työaika on käytettävä tehokkaasti, vältetään turhaa työtä ja pyritään tekemään tuotteet kerralla valmiiksi. Samaan ajattelutapaan pohjautuu myös Lean-filosofia, jossa edellisen lisäksi painotetaan jatkuvaa kehittämistä.

Alati kiristyvässä kilpailutilanteessa suomalaisten tilauskonepajojen täytyy pysyä kehityksessä mukana. Nykyaikaisissa tuotannonohjausjärjestelmissä piilee suuri potentiaali. Viivakoodeihin perustuvalla tiedonkeruulla saadaan arvokasta tietoa työvaiheisiin kuluva ajasta ja projektien etenemisestä. Tuotannosta saatavan datan avulla voidaan havaita tuotannon pullonkauloja. Markkinoilla on saatavilla useita tuotannonohjausjärjestelmiä, mutta usein niistä saatavat edut paljastuvat vasta käyttöönoton yhteydessä.

Tuotannonkehittämisessä on kuunneltava tuotannontyöntekijöiden ajatuksia ja mietteitä. Yleensä työpisteellä töitä tekevällä työntekijällä on paras käsitys siitä, miten hänen työtehtävänsä voitaisiin kehittää.

LÄHTEET

Anderson P,H & Hiltunen, K & Villanen H. 2004. Laatutoiminta suomalaisissa yrityksissä. Edita Publishing, Helsinki 137 s.

ARKTIKA. 2013 [Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman projektin kuvaus www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 16.5.2014. [viitattu 16.5.2014]. Saatavissa: <<https://www.eura2007.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A32740>>

CGI, 2014. [CGI www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 8.7.2014 [viitattu 8.7.2014]. <<http://www.cgi.fi/tuoteratkaisut/c9000>>

EKMET, 2011. [Etelä-Karjaln metalliteollisuuden www-sivuilla]. Viimeeksi päivitetty 2011. [viitattu 29.9.2014]. Saatavissa: < <http://www.ekmet.fi/index.php?p=1>>

Epc-rfid info, 2013. [EPC-RFID INFO kotisivuilla]. [viitattu 7.8.2014]. Saatavissa: < <http://www.epc-rfid.info/rfid>>

E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2002. [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriön asetus paloturvallisuudesta. [Viitattu 2.9.2014]. Saatavissa: < <http://www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>>

GlobalSpec, 2014. [IHS GlobalSpecin kotisivuilla]. Viimeksi päivitetty 2.6.2014. [viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: < <http://www.globalspec.com/reference/32113/203279/functional-manufacturing-versus-process-flow>>

Gol Solutions, 2014. [Gol Solutions www-sivuilla]. Viimeeksi päivitetty 24.6.2014. [viitattu 24.6.2014]. <<http://www.golsol.fi/toiminnan-kehittaminen/theory-of-constraints-toc/>>

Haverila, M J. & Uusi-Rauva, E. & Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacts Oy. 509 s.

Heikkilä, H. 2005. Luentomateriaali, [verkko dokumentti]. Laatu, laadun mittaaminen, auditointi, laatujärjestelmät [viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <<http://www.mit.jyu.fi/opetus/kurssit/jot/2005/kalvot/qij.pdf>>

Häkkinen, K. Tuotannonohjaus pk-konepajateollisuudessa alihankintaprosessissa, käytäntöjä Suomalaisessa pk-konepajateollisuudessa 2003. VTT-Tiedotteita 2225, Espoo 2003, 87 s.

Inspecta, 2013. [verkko dokumentti] CE-tuotesertifiointi rakennustuotteille [viitattu 25.9.2014]. Saatavissa: <http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Tuotesertifiointi/CE-tuotesertifiointi/>

Kaitila, O. 2010. Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus. Forssa. Forssan kirjapaino Oy. 183 s.

Kajaste, V & Liukko, T. 1994. Lean-toiminta, suomalaisten yritysten kokemuksia. Tekninen tiedoitus 6/94. Tampere. Tammer-Paino Oy. 106 s.

Karjalan Konepaja Oy. [Karjalan konepaja Oy:n www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 15.04.2014. [viitattu 15.5.2014]. Saatavissa: <<http://www.karjalankonepaja.fi/>>

Kauppila, J. 2013. EN 1090-uutta suunnittelijoille, hitsaaville konepajoille ja tarkastajille ym. Hitsaustekniikka, 3/2013. Vol. 63. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys

Koskinen, K. 2010. [Aaltoyliopiston www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 8.9.2010. [viitattu 7.8.2014]. Saatavissa:< https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as-116.1100/luennot/AS-116_1100_luentokalvot_2.pdf>

Kuhmonen, M. 2011. Tuottavuuden loputon jahti. Metallitekniikka 11/2011. Vol. 64. Joensuu: Talentum Media Oy. 50 s.

Laatuasiakirja, 2014 [Karjalan Konepaja Oy:n laatuasiakirja] 15 s.

Leino, K. 2008. Hitsausmenetelmävalintojen vaikutus tuottavuuteen. [verkkodokumentti]. Julkaistu 9.4.2008 [viitattu 6.10.2014]. Saatavissa: < www.lahtimecatronics.fi/filebank/1157-VTT_-_Hitsausmenetelmävalintojen_vaikutus_tuottavuuteen.pdf >

Lincolnelectric, 2014 [The welding expert www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 5.6.2014 [viitattu 5.6.2014]. Saatavissa: <<http://www.lincolnelectric.com/en-us/support/welding-how-to/pages/weld-distortion-detail.aspx>>

Lindewald, C-G. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Tampere. Tammerprint Oy. 32 s.

Logica, 2014[Logica www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 23.4.2014 [viitattu 8.7.2014]. Saatavissa: < <http://public.logica.com/~c9000/>>

Logistiikkamaailma. [Logistiikkamaailman www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 24.1.2013. [viitattu 6.8.2014]. Saatavissa:< <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/RFID>>; <<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Viivakooditekniikka>>

Lukkari, J. 2011. Hitsauksen talous ja tuottavuus. Hitsaustekniikka, 3/2011. [Verkkodokumentti]. Viimeksi päivitetty 2011 [viitattu 22.9.2014] Saatavissa: http://www.shy-hitsaus.net/Portals/shy/dokumentit/HT-3-11%20hitsaustalous_201108101.pdf

Martikainen, J. 2013. Hitsauksen laatu- laadun vaikutus kilpailukykyyn. Hitsaustekniikka, 3/2013. Vol. 63. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys. 68 s.

Martikainen, J. 2012. Hitsaustekniikan jatkokurssi. Luentomoniste. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki. Painatuskeskus. 102 s.

Navigen, 2014. [Navigenin www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 24.6.2014 [viitattu 24.6.2014]. Saatavissa: <<http://www.navigen.com/kirjapinkka/strategia/69-the-goal>>

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2010. Johdon laskentatoimi. Helsinki. Edita Prima Oy 366 s.

Pihlava, J. 2007. Panelian Terästyöstä tuli osa konepajakonsernia. [verkkodokumentti]. Julkaistu 2007 [viitattu 24.9.2014]. Saatavissa: <http://www.ts.fi/uutiset/talous/1074186037/Karjalan+Konepaja+osti+jalansijan+Satakunnasta>

Pirinen, M. 2014. LUT:n toiminta, tulevaisuus ja Venäjä-yhteistyö arktiseen liiketoimintaan liittyen [verkkodokumentti]. Viimeksi päivitetty 12.02.2014 [viitattu 14.5.2014]. Saatavissa: <<http://www.businessinnovations.fi/loader.aspx?id=ea66c56f-b806-4da9-9893-b70392a97058>>

Promid, 2014 [Promidin www-sivuilla]. Viimeeksi päivitetty 8.7.2014 [viitattu 8.7.2014]. Saatavissa:< http://4.promid.fi/necom_wp_site/ohjelmistoratkaisut/adjutant/>

Pätilä, K. & Seppänen, A. 2014. Karjalan Konepaja Oy:n projektivastaava, Kannaksentie 3 Parikkala Diplomityö haastattelu 23.5.2014. Haastattelijana Tapio Brandstack. Muistiinpanot haastattelijan hallussa

Pätilä, K. 2014. Karjalan Konepaja Oy:n tuotannon nykytilanne [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Tapio Brandstack, Tutkimusapulainen.

Seahow, 2014 [Seahow www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 22.4.2014 [viitattu 30.5.2014]. Saatavissa: <<http://www.seahow.com.tw/productionline.html>>

SFS, 2014 [Suomen Standardisoimisliiton www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 25.9.2014 [Viitattu 25.9.2014]. Saatavissa: <<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=quicksearch&info=EN+1090>>

SFS-EN 1090-2:2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 198 s.

SFS 3054:1984. Hitsaussanasto. Kaarihitsaus (de en fi sv). Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 21 s.

SFS-EN ISO 3834-1:2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1 Laatuvaatimustason valintaperusteet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 17 s.

SFS-EN ISO 9000: 2005. Laadunhallintajärjestelmä perusteet ja sanasto. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 70 s.

SFS-EN ISO 9004:2009. Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen. Laadunhallintaan perustuva toimintamalli. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 84 s.

Suomen Rakennustuki Oy, Pääpiirustus [asemapiirustus] julkaistu 21.11.1996

Taloussanomien, 2014 I [Taloussanomien www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 19.5.2014. [viitattu 19.5.2014]. Saatavissa: <<http://yritys.taloussanomien.fi/y/karjalan-konepaja-oy/parikkala/0930986-4/>>

Taloussanomien, 2014 II [Taloussanomien www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 24.9.2014. [viitattu 24.9.2014]. Saatavissa: <<http://yritys.taloussanomien.fi/y/panelian-terastyo-oy/harjavalta/1004153-5/>>

Taloussanomien, 2014 III [Taloussanomien www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 24.10.2014. [viitattu 24.10.2014]. Saatavissa: <<http://www.taloussanomien.fi/porssi/sanakirja/termi/kapasiteetti/>>

Teknoliateollisuus, 2014 [Teknologia teollisuus www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 20.5.2014 [viitattu 20.5.2014]. Saatavissa <<http://www.teknoliateollisuus.fi/fi/a/metallirakenteiden-ce-merkinta.html>>

Toikka, P. & Martikainen, A. 2013. Teräsrakenteiden CE-merkintä ja sen vaatimukset yritykselle. Hitsaustekniikka 2/2013. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys. s.52

Tpslean, 2014 [Tpslean www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 20.6.2014 [viitattu 23.6.2014]. Saatavissa: <<http://www.tpslean.com/glossary/5sdef.htm>>

Vaidya, V. & George, B. Lean-toimintafilosofian soveltaminen hitsaustuotantoon. Hitsaustekniikka, 5/2007. Vol. 57. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. s. 7-11.

Vidis, 2014 [Vidis www-sivuilla]. Viimeksi päivitetty 8.7.2014 [viitattu 8.7.2014]. Saatavissa: <http://www.vidis.fi/vidis/tuotteet/screenshot.php?kuva=kuvat/tyojono_tyonjohto.jpg>

Karjalan Konepaja Oy

Tuotannontyöntekijöiden kysely

Kyselyn laatija: Tapio Brandstack

Kysely on nimetön ja vastaa siten kuin itse koet tilanteen olevan.

- 1 Eri mieltä
- 2 Jokseenkin eri mieltä
- 3 En osaa sanoa
Jokseenkin samaa mieltä
- 4 mieltä
- 5 Täysin samaa mieltä

Työssä viihtyminen

	1	2	3	4	5
Viihdyn työssäni					
Työpaikalla on hyvä ryhmähenki					
Työyhteisössä esiintyy kiusaamista ja/tai syrjintää					
Työyhteisössä on kuppikuntia					
Työntekijät noudattavat hyvin työaikoja töihin tullessa, tauoilla ja töistä lähdeettäessä.					

Yhteistyö yrityksessä

	1	2	3	4	5
Esimiesten ja työntekijöiden yhteistyö sujuu hyvin					
Konepajahenkilökunnan ja asennushenkilökunnan yhteistyö sujuu hyvin					
Esimiesten ja työntekijöiden välit ovat hyvät					
Tarvittaessa henkilökunta joustaa hyvin					
Esimiehet ottavat vastaan tuotannontyöntekijöiden kehitysideoita					
Työyhteisössä pääsääntöisesti lupaukset pidetään ja toteutetaan					
Koen saavani tarpeeksi tietoa siitä, mitä Karjalan Konepaja Oy:ssa tapahtuu					
Mielestäni olisi hyvä järjestää viikkopalavereja, joissa aamu-, iltavuoro, työjohtajat sekä projektipäällikkö olisivat mukana. Tilaisuudessa keskityttäisiin tuotannonasioihin, ja kaikilla olisi mahdollisuus esittää mielipiteitä ja näkemyksiä.					
Mielestäni olisi hyvä tiedottaa alkavista projekteista laajemmin esim. projektin aloituspalavereilla					
Säännöllisesti pidettävissä palavereissa olisi hyvä tavata toimihenkilöitä, joita ei näe muuten työaikana					

Turvallisuus

	1	2	3	4	5
Työpaikallani työturvallisuus otetaan huomioon					
Käytössäni on asianmukaiset suojavaatteet					
Huolellisuus on hyvällä tasolla					
Konepajan kalustoa ja työvälineitä hoidetaan/huolletaan hyvin					

Muuta

	1	2	3	4	5
Säästäväisyyttä pitäisi lisätä					
Tuotteidemme laatu on hyvä					
Olen kiinnostunut Karjalan Konepaja Oy:n tuotannon kehittämisestä					

Työvälineet

	1	2	3	4	5
Käytössäni on asianmukaiset työvälineet					

Siisteys ja sen kehittäminen

	1	2	3	4	5
Työpaikan työtilat ovat mielestäni siistit					
Joudun päivittäin etsimään työkaluja, kun en tiedä mistä ne löytyvät.					
Olisi hyvä jos työ- ja kulkualueet merkattaisiin selvästi lattiaan. Tällöin myös oman työalueen siistinä pitäminen helpottuisi					

Tuotannonohjaus ja sen kehittäminen

	1	2	3	4	5
Annetut työmääräykset ovat usein epäselviä					
Kulutan päivittäin aikaa siihen että mietin mitä minun pitäisi tehdä seuraavaksi					
Esimiehiltä odotan ”tiukempaa otetta”					
Työt valmistellaan hyvin ennen tuotantoon antamista ja ennen varsinaisen tuotannon aloittamista					
Jokainen meistä tietää valtuutensa ja velvollisuutensa					
Toimitusajat toteutuvat hyvin					
Mielestäni olisi hyvä asia jos konepajassa otettaisiin käyttöön moderni tuotannonohjausjärjestelmä. <i>Esim työpisteillä sähköisesti kuitattaisiin työt vastaanotetuiksi ja valmiiksi</i>					
Töiden esisuunnittelu ja ennakointi sujuu hyvin					
Materiaalipuutteet aiheuttavat yleensä tuotantokatkoksia ja/tai odotusta					

Miten parannamme **tuotannossa** läpimenoaikoja ja vähennämme tuotantoa keskeyttäviä ja/tai haittaavia häiriötekijöitä?

Miten parannamme **asennustyömailla** läpimenoaikoja ja vähennämme asennustyötä keskeyttäviä ja/tai haittaavia häiriötekijöitä?

Miten parantaisit omaa työpistettäsi?

Mitä muuta haluaisit parannettavan työpaikallasi?

Terveisesi ja toivomuksesi yrityksen hallinnolle ja toimihenkilöille: Kiitokset ja risut sekä parannusehdotukset.

Palautetta kyselystä
