



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tapio Mänty

SÄRMÄYKSEN TEHOSTAMINEN

Tekniikka ja liikenne
2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tapio Mänty
Opinnäytetyön nimi	Särmäyksen tehostaminen
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	64 + 8 liitettä
Ohjaaja	Hannu Hyvärinen

Tämän opinnäytetyön aiheena oli särmäyksen tehostaminen. Työn tavoitteena oli tutkia konepajayrityksen tuotantoketjun osana olevaa särmäysvaihetta ja mahdollisuuksia sen tehostamiseen sekä kartoittaa työssä esiintyvää laadutonta toimintaa. Opinnäytetyö tehtiin VM-Group Oy:lle Vaasassa.

Työssä keskitytään särmäysvaiheen tehostamiseen toimintamenetelmiä tutkimalla, analysoimalla ja näitä kehittäen Lean management- periaatteita noudattaen. Perehdytään särmäysvaiheessa tehtäviin toimintoihin ja selvitetään ajankäyttötutkimuksen pohjalta arvoa tuottavien ja tuottamattomien toimintojen suhde työaikaan. Laaditaan kehitysehdotukset vaiheessa ilmenneiden laaduttomien toimenpiteiden ja hukatekijöiden pohjalta.

Työn lopussa esitettyjä kehitysehdotuksia tutkittiin, mutta konkreettisia toimenpiteitä ei ehditty opinnäytetyön aikana suorittamaan. Kehitysideat ja laaduttomaan toimintaan johtaneet syyt ovat nyt tiedossa ja niitä tullaan jatkossa kehittämään.

ABSTRACT

Author	Tapio Mänty
Title	Improving Bending
Year	2016
Language	Finnish
Pages	64 + 8 Appendices
Name of Supervisor	Hannu Hyvärinen

The subject for this thesis was improving bending. The goal was to study the bending phase as a part of the production chain in an engineering company as well as the possibilities to improve this. At the same time the valueless activity appearing in the operation was researched. The thesis was made for VM-Group Oy in Vaasa.

The thesis focuses on improving the bending phase by studying and analyzing operating procedures and developing these by following the Lean- management principles. The thesis introduces the functions that occur during the bending phase. By studying a research of time usage the thesis clarifies activities that either add value or are valueless in relation to the working hours. The thesis gives development suggestions based on valueless activities and wastes that emerged during the study.

The development suggestions that are presented at the end of the thesis were studied but due to the lack of time specific actions were not created. Development ideas and reasons for valueless actions are now known and will be developed in the future.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
	1.1 Toimeksiantaja.....	7
	1.2 Tavoitteet ja rajaus.....	7
	1.3 Työn tausta.....	8
2	SÄRMÄYKSEN PERUSTEET	10
	2.1 Periaate.....	10
	2.2 Rakenne.....	11
	2.3 Menetelmät	13
	2.4 Taivutus.....	16
	2.5 Takaisinjousto.....	19
3	TEHOKKUUS.....	22
	3.1 Tunnusluvut	23
	3.2 Tuottavuus.....	23
	3.3 Kapasiteetti, kuorma ja läpäisy aika	24
4	TYÖNTUTKIMUS	26
5	LEAN-FILOSOFIA.....	29
	5.1 Seitsemän hukkaa.....	29
	5.1.1 Hukan tunnistaminen, poisto ja ehkäiseminen.....	31
	5.2 Prosessi ja virtaus.....	31
	5.3 Lean 5-why, systemaattinen ongelmanratkaisu	33
6	SÄRMÄYKSEN NYKYTILA	34
	6.1 Prosessi	34
	6.2 Pehdytys ja opastus.....	34
	6.3 Konekanta ja työkalut	35
	6.4 Työtehtävät	35
	6.5 Ympäristö.....	35
	6.6 Asetusajat.....	36

6.7	Prosessin läpimenoaika.....	36
6.8	Päivävakiot.....	37
6.9	Kuormitus	37
7	TUTKIMUS	38
7.1	Ajankäyttötutkimus.....	38
7.2	Valmistusdokumentit	42
7.3	Laatupoikkeamat särmäyksessä.....	42
7.3.1	Toimintatavat	43
7.3.2	Ulkopuolelta johtuvat poikkeamat	46
7.3.3	Puutteet.....	49
7.4	Käsiteltävät levyaihiot ja raaka-aine	51
7.5	Tutkimuksen aikana havaittu hukka	51
7.6	Ammattitaito ja perehdytys.....	54
8	KEHITYSEHDOTUKSET.....	56
8.1	Valmistuksen suunnittelu.....	56
8.2	Tauko aika.....	57
8.3	Tarkastus	57
8.4	Toimintatavat ja laatu puutteet.....	58
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	63
	LÄHTEET.....	64
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Särmäyspuristimen rakenne.....	12
Kuvio 2. Takavasteiden liikeradat	13
Kuvio 3. Särmäysmenetelmä, vapaataivutus	14
Kuvio 4. Särmäysmenetelmä, pohjaaniskutaivutus	15
Kuvio 5. Särmäysmenetelmä, elastista vastinta käyttäen	15
Kuvio 6. Yleisimpiä ylätökalumalleja	17
Kuvio 7. Neutraaliakselin sijainti	18
Kuvio 8. Taivutuksessa aiheutuvat muodonmuutokset	19
Kuvio 9. Takaisinjoustopöytäkulman määrittely.....	20
Kuvio 10. Tehokkuuden riippuvuus	22
Kuvio 11. Ajankäyttötutkimuksen toimintojen luokitus.	27
Kuvio 12. Työajan jakauma.....	39
Kuvio 13. Välillisen työn toiminnot.	40
Kuvio 14. Välittömän työn hukka.	41
Kuvio 15. Välillisen työn hukka.....	41
Taulukko 1. Osan uudelleen valmistamisesta aiheutuvaa hukkaa.....	43
Taulukko 2. Piirustusvirheistä tai sen lukuvirheistä aiheutunut hukka.	44
Taulukko 3. Levyosien tunnistamisen aikana aiheutunut hukka.	45
Taulukko 4. Kappaleiden tunnistamisesta ja mikrosilloista aiheutuva hukka.	46
Taulukko 5. Vääränlaisen valmistetun levyosan aiheuttama hukka.	48
Taulukko 6. Väärän revision aiheuttama hukka.	49
Taulukko 7. Valmistetun poikkeavan levyosan aiheuttama hukka.	49
Taulukko 8. Hukassa olevien dokumenttien aiheuttama hukka.	52
Taulukko 9. Stanssauksen vaadittavuuden selvittelystä aiheutuva hukka.....	52
Taulukko 10. Mikrosilloista aiheutuva hukka.	53
Taulukko 11. Taivutuskohdan selvityksen aiheuttama hukka.....	53
Taulukko 12. Materiaalin ominaisuuksien vaihtelusta aiheutuva hukka.....	54
Taulukko 13. Automaattivaraston häiriöistä aiheutuva hukka.	54

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee tehostamista toiminnan laadun parantamisen avulla. Työ kohdistuu konepajayritys VM-Group Oy:n tuotantoketjun särmäyksen vaiheprosessiin. Särmäys valikoitiin kehitettäväksi kohteeksi sen ollessa usein tuotantoketjun pullonkaulana. Särmäystä tehostamalla pyritään lyhentämään läpimenoaikoja sekä laskemaan yksikkökustannuksia ja laatuvirheitä.

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja on VM-Group Oy. Yritys on perustettu vuonna 1971 ja sen toimialana on koneenosien ja muiden metallituotteiden suunnittelu, valmistus ja myynti. Yritys työllistää 60 henkilöä ja on erikoistunut ohutlevyteräksestä valmistettavien lämpöeristeiden suunnitteluun, valmistukseen ja asennukseen sekä näiden järjestelmätoimituksiin. Yritys on osa Promeco Group Oy konsernia ja sijaitsee Vaasassa.

Promeco Group Oy on maailmanlaajuisesti toimiva ratkaisutoimittaja sähkömekaanisten järjestelmien ja palveluiden alalla. Promeco Group konserniin kuuluu Vaasan yksikön lisäksi KMT Group Oy, JAT Asennus Oy ja Promeco S.A. Konserni Promeco Group Oy työllistää 350 henkilöä ja suurimmat asiakkaat ovat ABB, Rolls Royce, Wärtsilä ja Bombardier. Vuoden 2015 liikevaihto ylsi 58 miljoonaan.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on tehostaa tuotantoketjun osana olevaa särmäysvaihetta, joka näyttelee suurta osaa miltei kaikissa tuotannossa tehtävissä töissä. Tehostamisella tässä yhteydessä tarkoitetaan jalostavan työn osuuden nostamista työaikaan nähden. Työn tarkoitus on kartoittaa nykytilanne sekä särmäyksessä tehtävät toiminnot ja analysoida näiden tarpeellisuutta. Kartoituksen yhteydessä tehostamiseen keskitytään tarkasti Lean- ajattelumenetelmiin pohjautuen ja tarkemmin hukan havaitsemiseen, sen vähentämiseen tai kokonaan sen poistamiseen.

Kartoituksen ohella särmäyksen välttämättömien työvaiheiden suorittamiseksi tulee miettiä helpottavia tai tehokkaampia toimintoja. Työsuoritukseen helpottavia aputyökaluja, vaiheen koko prosessin muovaamista tai prosessin toiminnon siirtoa kokonaan eri tuotantoketjun vaiheeseen tulee miettiä, mikäli tällä saavutetaan mahdollista tehokkuutta.

Kartoituksesta saatavien tietojen pohjalta laaditaan toimenpiteet. Yksinkertaisimmat toimenpiteet voidaan toteuttaa heti ja vaativimmista kirjataan kehitysehdotukset, joita jatkossa voidaan mahdollisuuksien mukaan toteuttaa. Särmäysvaiheeseen vaikuttavat ulkopuolelta johtuvat ongelmat kirjataan, jotta näihin voidaan tulevaisuudessa kehittää helpottavia tai tehokkaampia toimenpiteitä.

Työ on rajattu tuotantoketjun vaiheeseen särmäys. Tämä rajaus kattaa kaiken särmäyksen suorittamiseen vaadittavat toimenpiteet. Särmäyksessä ilmenevät ongelmat ja puutteet kirjataan, jotta näitä voidaan kehittää. Kaikkiin särmäyksessä havaittuihin puutteisiin tai ongelmiin ei tehdä juurianalyysiä vaan selvitetään miten nämä vaikuttavat itse särmäysvaiheessa ja miten näistä selvittää jouhevammin tai miten nämä voitaisiin kokonaan ennaltaehkäistä.

1.3 Työn tausta

Särmäyslinja on todettu usein tuotannon pullonkaulaksi. Toimintaa seurattaessa voidaan helposti huomata, että koneaika on varsin lyhyt, eli varsinaista taivutuksesta poikkeavaa tekemistä on paljon. Visuaalisesti kuorma on aaltomaista, kuten monissa muissakin tuotantoprosessin vaiheissa, välillä sammutellaan tulipaloja ja välillä on aikaa hengähtää. Särmäysprosessia on haluttu kehitettävän ja tehostettavan, jota tämän työn osalta tehdään.

Särmäyksen toimintaa on auditoitu syyskuussa 2015 asiakkaan toimesta. Auditoinnissa kartoitettiin särmäyksessä suoritettavat työtehtävät, mutta ei yksityiskohdaisemmin näiden osuutta kaikesta tekemisestä. Kartoituksessa selvitettiin arvoa tuottavat toiminnot ja näiden osuus työajasta sekä laaduttomat toiminnot, joita tulisi kehittää. Mittauksia suoritettiin korkeintaan kahden tunnin aikajaksoissa. Auditoinnissa selvitettiin myös kehitysmahdollisuudet, jotka voivat positiivisesti vai-

kuttaa tuotteen laatuun, kustannustehokkuuteen, läpimenoaikoihin ja vika-vaikutus- analyysiin.

2 SÄRMÄYKSEN PERUSTEET

Särmäys on yleisin ja monipuolisin ohutlevytuotteiden taivutusmenetelmä. Särämäyksestä puhutaan silloin, kun levyn taivutus toteutetaan koneellisesti tähän tarkoitettuun koneella, särmäyspuristimella.

2.1 Periaate

Särmäyspuristimen toiminta voi olla toteutettu pneumaattisesti, mekaanisesti tai hydraulisesti. Pneumatiikalla toteutetut ratkaisut ovat harvinaisempia. Hydraulikalla toimivien puristimien vahvuuksiin lukeutuvat sen antama voima sekä säätötarkkuus. (Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä & Hultin 2011, 239.)

Särmäyspuristimia on markkinoilla eri käyttötarkoituksiin, normaalisti työleveydeltään 1-12 m ja puristusvoimiltaan 100-25 000 kN. Yleisimmin käytetään työleveydeltään 2-4 m, joka tarkoittaa koneella päästävään taivutuksen maksimi pituuteen. Ilmoitetun leveyden nimellisleveys on useimmiten muutaman kymmenen millimetrin yli tasaluvun. Vaadittava puristusvoima riippuu taivutettavan levyn materiaalista ja tämän paksuudesta (Matilainen ym. 2011, 240.)

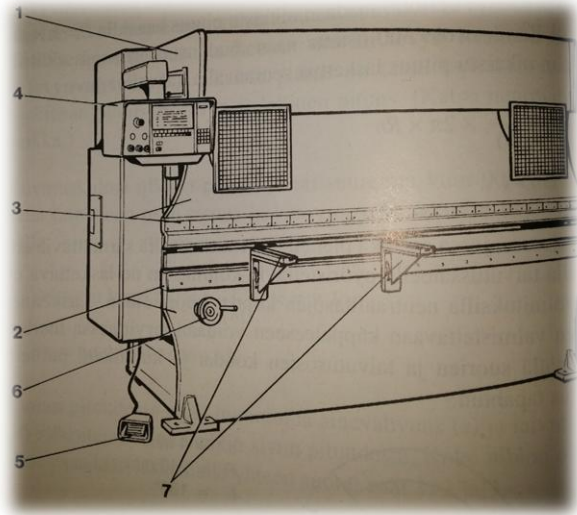
Manuaalikäyttöisissä koneissa särmävän liikkeen saa aikaan hydraulisyliinterit tai mekaanisesti toimivissa koneissa käyttömootori ja epäkesko. Manuaalikäyttöisten koneiden toiminnat ja asetelut perustuvat käyttäjän henkilökohtaisiin tietoihin ja taitoihin. Käyttäjän tieto ja taito on riippuvainen koneen parissa työskennelystä ajasta sekä sen tuomasta kokemuksesta sekä mahdollisesti opitun teorian tietämyksestä ja sen tulkinnasta (Lepola & Makkonen 2003, 380-381.)

Nykyaikaisissa särmäyspuristimissa liikkeitä ohjataan ohjauslaitteella CNC:hen pohjautuen sähköhydraulisesti lineaarimittaus- ja servosäätöjärjestelmillä. Ohjauslaite tarkoittaa laitteistoa ja sen ohjelmistoa, jolla ohjataan ja hallitaan liikeratoja sekä koneen käyttöä yleisesti. Ohjauslaite mahdollistaa tuotteen mittojen esittämisen numeerisesti, sekä graafisella 2D- ja/tai 3D-käsittelyllä. Graafinen esitys simuloi särmättävän tuotteen sellaiseksi kuin se tulee olemaan. CNC- ohjelmoitavissa koneissa toiminta perustuu samaan kuin manuaalikäyttöisissä koneissa. Näi-

den erotus on se, että CNC- ohjelmoitavat koneet laskevat särmäysparametrit kappale- ja raaka-ainetietojen perusteella. Kappaleen paikoittamiseen ja paikalla pysymiseen taivutuksen aikana käytetään numeerisesti ohjattuja etu- ja takavasteita. Samalla numeerisella ohjauksella voidaan määrittää myös puristussyvyys. Tietojen ja parametrien syöttö mahdollistaa standardinomaiseen toimintaan ja vähentää huomattavasti inhimillisen erehdyksen riskiä. Suoritettavaan särmäykseen on kuitenkin käyttäjän itse määriteltävä toimintaparametrit, joidenka oikeellisuuden tarkistaa CNC- ohjauksella toimiva kone. Tämä mahdollistaa käyttäjän keskittymään vain tuotteen valmistettavuuden kannalta oleellisiin seikkoihin (Lepola & Makkonen 2003, 369-381; Matilainen ym. 2011, 240.)

2.2 Rakenne

Särmäyspuristimien rakenne on pääpiirteittäin sama, riippuen onko kone manuaali- tai CNC- ohjattu ja minkälaisella voimansiirrolla toteutettu (**Kuvio 1.**) Rungot ovat jykeviä teräslevyrakenteisia, yksittäisissä osissa esim. sylinterirungossa on käytetty pallografiittivalua. Jykeväksi suunnitellulla rakenteella on tavoiteltu, että koko särmäyksen aikana rungon rakenteet pitävät kulmat vakiona. Sähköhydraulisella lineaarimittaus- ja servosäätöjärjestelmällä taataan painimen paikoitustarkkuus ja yhdensuuntaisuus (Lepola & Makkonen 2003, 388.)

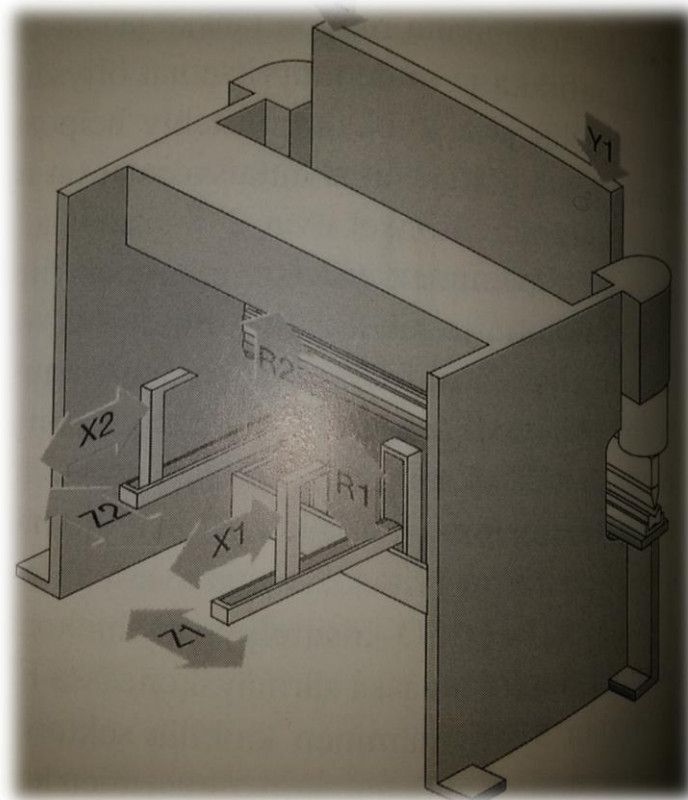


Kuvio 1. Särmäyspuristimen rakenne (Lepola & Makkonen 2003, 380.)

- puristimen runko
- alapalkki ja alatyökalut
- yläpalkki ja ylätyökalut
- ohjauspaneeli
- jalkakäyttö
- takarajoittimen säätö
- etukannattimet. (Lepola & Makkonen 2003, 380.)

Oli särmäyspuristimen tyyppi mikä tahansa, sen oleellimmat työkalut ovat vastin ja painin sekä näiden kiinnitykseen vaadittavat lisälaitteet. Monimutkaisten tuotteiden särmäykseen tai sarjatyöhön pyrittäessä voidaan ylä- ja alapalkkiin asentaa monia erilaisia painimia ja vastimia. Painimen ja vastimen valintaan vaikuttavat keskeisesti särmättävän kappaleen materiaali, vaadittu muoto sekä levyn vahvuus. Painimen, ja erityisesti vastimen valintaan, on tehty monenlaisia helpottavia taulukoita. Kappaleiden oikean taivutuskohdan paikoittamiseen tarkoitettut takavas- teet voivat koneesta riippuen olla 2-6 akselisia. Akselien määrä tarkoittaa takavas-

teiden liikeratojen määrää. Takavasteiden liike aikaansaadaan servomooottoreilla ja näiden paikoitus pulssiantureilla. Alla kuvassa esitetty takavasteiden liikeradat (**Kuvio 2.**) Paikoitus perustuu ohjauslaitteeseen syötettyjen parametrien, kuten käytettävien työkaluparien, levymateriaalin ja tuotteen ulkomittojen avulla lasketuihin arvoihin. Ohjauslaitteita on eritasoisia eri ominaisuuksin varusteltuna vaatimattomasta vaativaan käyttötärpeeseen. (Lepola & Makkonen 2003, 382-391.)

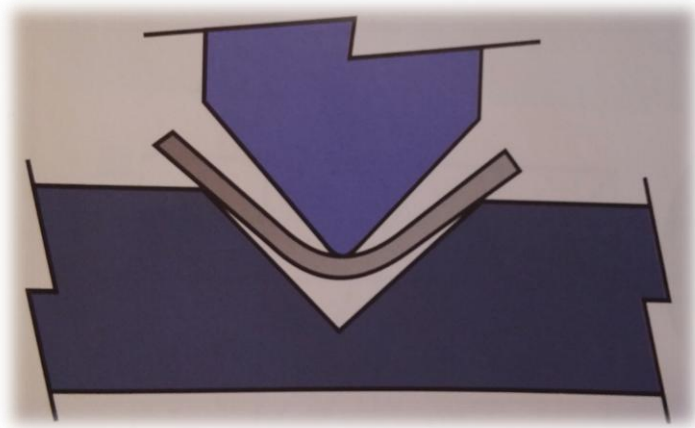


Kuvio 2. Takavasteiden liikeradat (Lepola & Makkonen 2003, 390.)

2.3 Menetelmät

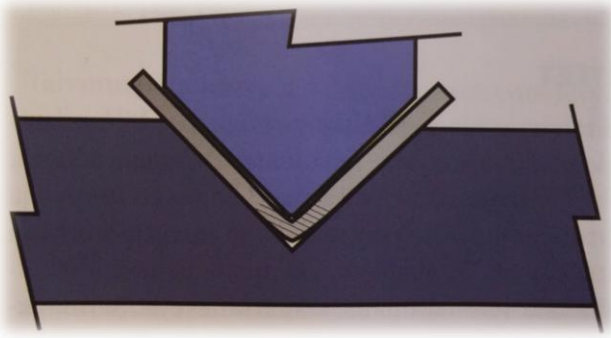
Vapaataivutus, eli ilmvälisärmäys, tarkoittaa levyn taivutusta siten, että ylätyökälun terä ei paina levyä alaterää vasten (**Kuvio 3.**) Tällä menetelmällä saavutetaan levyyn haluttu geometria, riippumatta ylä- ja alatyökälun mallista. Geometria riippuu painimen ja vastimen keskinäisestä etäisyydestä, materiaalista ja sen vahvuudesta. Tavoiteltu kulma saavutetaan säätämällä painimen iskun syvyyttä. Tä-

tä menetelmää voidaan käyttää yksinkertaisten muotojen aikaansaamiseksi (Matilainen ym. 2011, 241.) Särmäyspuristimien tarkkuuden ja työkalujen kehittyttyä vapaataivutuksen suosio on kasvanut. Vaadittujen asetettujen parametrien avulla ohjausyksikkö osaa laskea iskusyvyuden sekä taivutuksessa syntyvän sisäsäteen arvon. Vapaataivutuksena voidaan valmistaa kaikkia kulmia, jotka ovat arvoltaan suurempia kuin ylätyökalun kärkikulman arvo lisättynä levyn takaisinjousto (Leppola & Makkonen 2003, 399.)



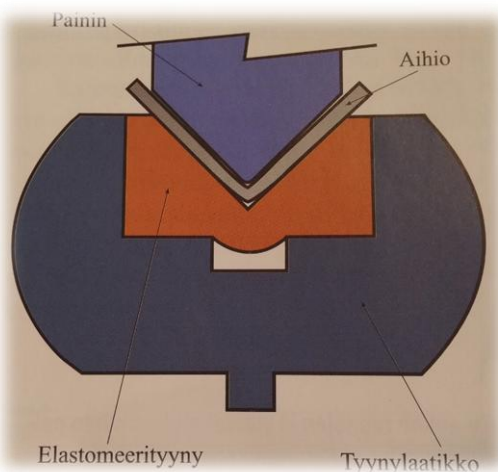
Kuvio 3. Särmäysmenetelmä, vapaataivutus (Matilainen ym. 2011, 241.)

Pohjaaniskutaivutuksessa levyä taivutetaan ylätyökalulla alatyökalua vasten (Kuvio 4.) Levy muotoutuu tarkasti ala- ja ylätyökalun muotoja vasten. Tällä saavutetaan plastinen muodonmuutos ja eliminoidaan takaisinjousto lähes kokonaan. Tällä menetelmällä päästään tarkkaan ja jäykkään levyn muotoon. Taivutus vaatii 3-5 kertaa enemmän puristusvoimaa kuin vapaataivutuksella toteutettu taivutus. Koska vaadittavat voimat ovat suuria ja työkalujen mittatarkkuuden merkitys on suuri, suositellaan pohjaaniskutaivutusta vain alle 2 mm vahvaisille materiaaleille. Pohjaaniskutaivutus soveltuu varsin hyvin mittatarkkuutta vaativaan ohutlevytuotantoon (Matilainen ym. 2011, 241.)



Kuvio 4. Särmäysmenetelmä, pohjaaniskutaivutus (Matilainen ym. 2011, 241.)

Taivuttaminen elastista vastinta käyttäen on menetelmänä kolmas ja edellisiä harvinaisempi (**Kuvio 5**). Tämä menetelmä vaatii alatyökaluksi tyynylaatikon johon asetetaan elastomeerityyny. Levyä taivutetaan ylätyökalulla elastomeerityynyä vasten, joka estää kappaleen naarmuuntumisen vasteen puolelta. Elastomeerityynyn valinta on tarkkaa, koska iskunpituus ja vaadittava voima on tyynyn kovuudesta riippuvainen. Tarkkuudeltaan tämä menetelmä on vapaa- ja pohjaaniskutaivutuksen välissä, kun taivutettavan kappaleen pituus on pienempi kuin 2 m (Matilainen ym. 2011, 242.)



Kuvio 5. Särmäysmenetelmä, elastista vastinta käyttäen (Matilainen ym. 2011, 242.)

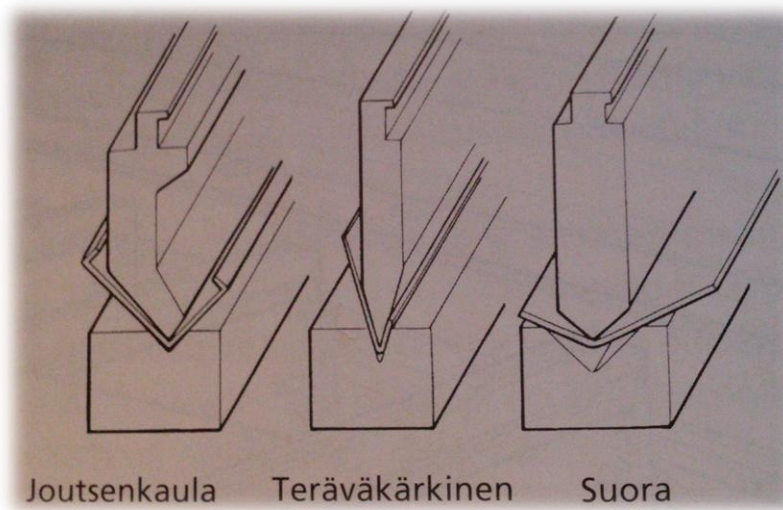
2.4 Taivutus

Levyn taivutus voidaan toteuttaa monella eri tavalla suoritustavan ja käytettävien työkalujen mukaan. Levyn taivutuksen vaiheet voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan:

1. *"Taivutuksen alkuvaihe eli ns. elastinen taivutus. Materiaalin myötöra-
jaa ei ylitetä, vaan taivutus on pelkästään elastista. Jos taivutusvoima
poistetaan, levy palautuu suoraksi" (Matilainen ym. 2011, 239.)*
2. *"Taivutuksen eteneminen eli ns. elastis-plastinen taivutus. Taivutussä-
teen pienentyessä ylittyy materiaalin myötölujuus levyn pinnalla ja pinta-
kerroksissa tapahtuu plastista muodonmuutosta. Kun kuormitusta lisätään,
myös sisäosien myötölujuus ylittyy, taivutussäde pienenee entisestään ja
levy alkaa muovautua plastisesti ulkopinnoilta keskustaa kohti. Jos taivu-
tusvoima poistetaan, elastisena pysyvät osiot pyrkivät palauttamaan levyn
suoraksi. Levyyne jää kuitenkin pysyvä venymä, sillä osa levystä on jo
muuttanut muotoaan plastisesti" (Matilainen ym. 2011, 239.)*
3. *"Täysin plastinen taivutus. Levy taivutetaan säteelle, joka on samaa suu-
ruusluokkaa levyn paksuuden kanssa. Tällöin levyn keskelle jääneiden
elastisten kohtien osuus pienenee edelleen ja muodonmuutosta levyn poik-
kileikkauksessa voidaan pitää lähes täysin plastisena" (Matilainen ym.
2011, 239.)*

Onnistunut taivutus vaatii aihion mittamuutosten, takaisinjouston, taivutusvoiman hallintaa ja taivutettavan kohdan tulee kestää murtumatta. Suunniteltaessa tulee ottaa huomioon materiaalin vahvuus, vetomurtolujuus sekä särmän pituus. Valmistuksen aikana tulee huomioida käytettävät työkalut sekä taivutuskulma. Nämä asiat ovat yhteydessä vaadittavaan taivutusvoimaan. Alatyökalun V-aukon leveys tulee valita materiaalin, sen vahvuuden ja halutun sisäpuolisen taivutussäteen mukaan. Käytännössä V-aukon leveys kuitenkin valitaan vain materiaalin paksuuden mukaan. Tälle valinnalle pohjana on muutamia nyrkkisääntöjä, kuten V-aukon leveys valitaan 6 kertaa levynvahvuus, kun taivutetaan ohuita levyjä pienin taivutussätein. Paksumpia levyjä, mutta alle 12 mm, taivutettaessa V-aukon leveys tu-

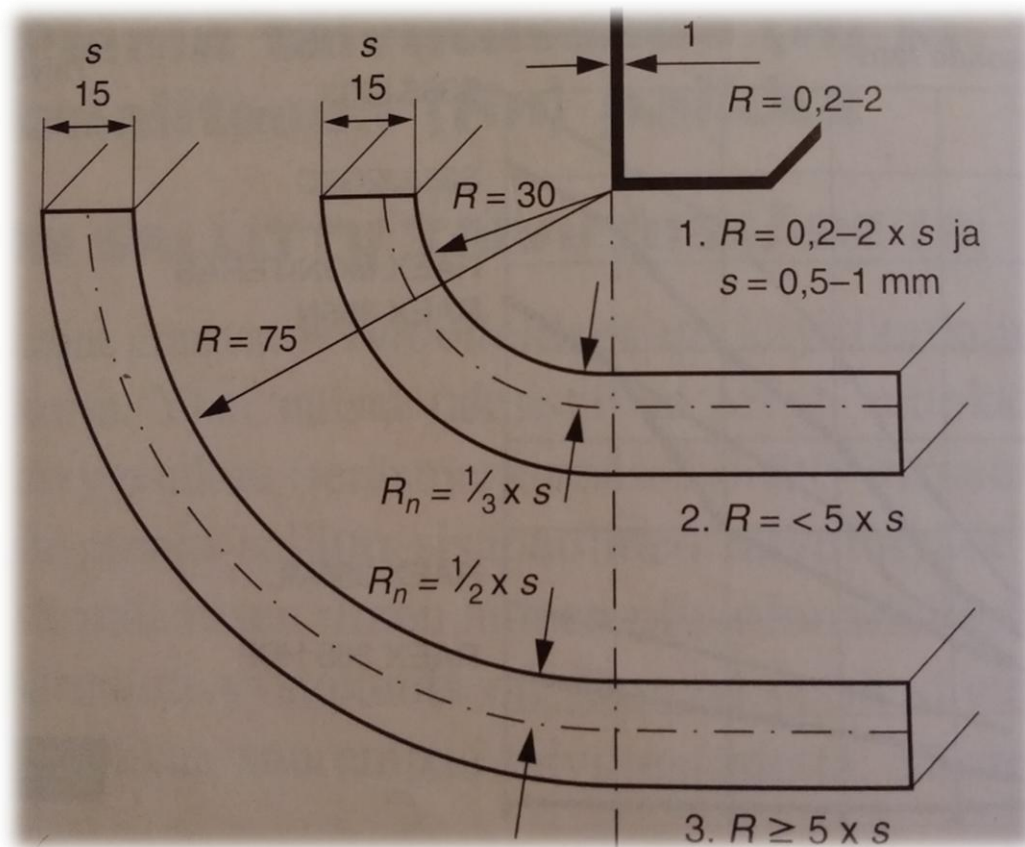
lee olla 8 kertaa levynvahvuus. Levynvahvuuden ylittäessä 12 mm, kertoimena käytetään 10. Materiaalin murtolujuus kasvattaa kerrointa entisestään. Yleisin käytetty ylätyökalu on muodoltaan joutsenkoulu, jolla päästään 90 asteen tai loivempiin taivutuskulmiin. Kuvassa 6 on esitetty yleisimpiä ylätyökalumalleja. Terävämpiin kulmiin ja paksummille materiaaleille vaaditaan teräväkärkistä ja/tai kärkikulmaltaan pientä ylätyökalua (Matilainen ym. 2011, 242-243.)



Kuvio 6. Yleisimpiä ylätyökalumalleja (Lepola & Makkonen 2003, 396.)

Materiaalia taivutettaessa levyn ulko- ja sisäpinnalle syntyy voimia. Ulkopinnalle aiheutuu venymistä, josta syntyy vetojännitystä, kun taas sisäpinnalla aiheutuu materiaalin kokoonpainumista eli tyssäntymistä, josta syntyy puristusjännitystä. Taivutetun levyn molemmin puolin vaikuttaa erisuuntaiset voimat. Sitä kohtaa, jossa puristusjännitys muuttuu vetojännitykseksi kutsutaan neutraali akseliksi. Neutraaliakselilla jännitysten arvo on nolla. Neutraaliakselin paikka ei sijaitse aina levyn geometrisella keskilinjalla. Neutraaliakseli pyrkii lähemmäksi pintaa, jossa levyä taivuttaessa tapahtuu tyssäntymistä, kun taas erittäin suurta venymistä aiheuttava taivutus voi aiheuttaa neutraaliakselin sijoittumisen aineessa jopa tämän ulkopuolelle. Neutraaliakseli voidaan määrittää kolmella eri vaihtoehdolla. Kuviossa 7 on esitetty neutraaliakselin paikka levynvahvuuden ja taivutussäteen mukaan (Lepola & Makkonen 2003, 372.)

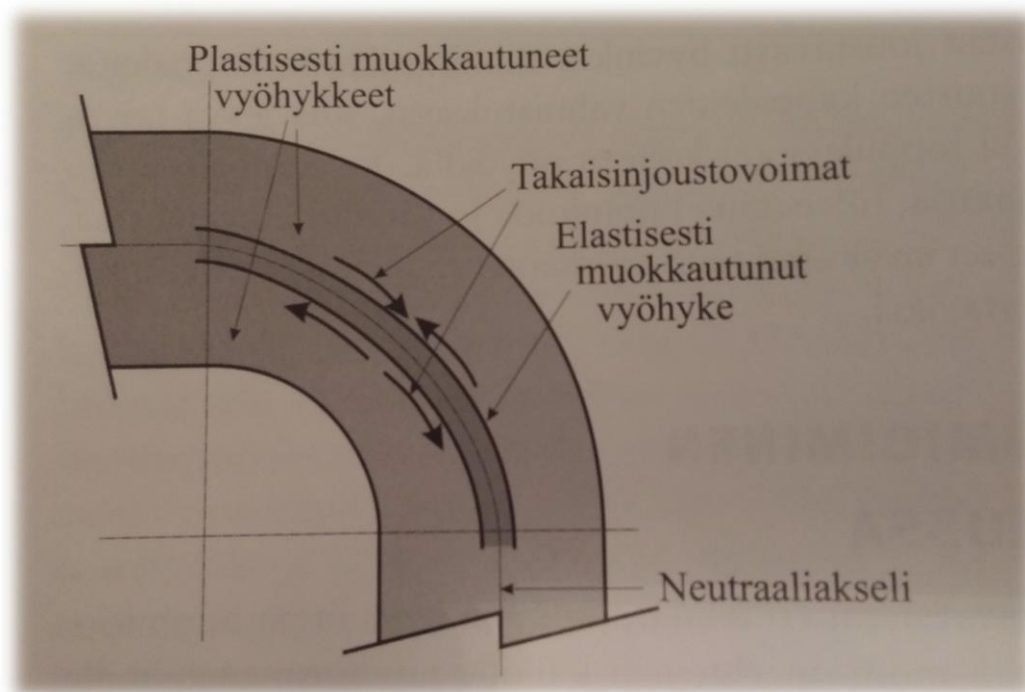
- Ohutlevyjä ($s = 0,5-1$ mm) särmättäessä pienin taivutussätein ($R = 0,2-2$ mm) voidaan katsoa neutraaliakselin (R_n) olevan levyn sisäpinnalla. Neutraaliakselin paikkaa laskiessa käytetään sisämittoja ($R_n = R.$) $R = (0,2-2$ mm) x levynvahvuus (s).
- Materiaalin vahvuuden kasvaessa neutraaliakseli on lähempänä keskustaa ($R_n = 1/3 \times s$). Tällöin taivutussäde R on pienempi kuin $5 \times$ levynvahvuus (s). $R < 5 \times$ levynvahvuus (s).
- Neutraaliakseli asettuu levyn keskikohtaan taivutussäteen kasvaessa $R > 5 \times$ levynvahvuus (s). Neutraaliakselin paikkaa laskiessa $R > 5 \times$ levynvahvuus (s) ja neutraaliakseli $R_n = 1/2 \times$ levynvahvuus (s).



Kuvio 7. Neutraaliakselin sijainti (Lepola & Makkonen 2003, 372.)

2.5 Takaisinjousto

Levyä taivutettaessa plastisesti, muotoutuneiden puristus- ja vetojännitys alueiden väliin jää kapea vyöhyke, jossa on tapahtunut elastista muodonmuutosta. Tämän alueen sisäiset jännitykset pyrkivät palauttamaan kappaleen alkuperäiseen muotoonsa. Tätä ilmiötä kutsutaan takaisinjoustoksi ja jota ilmenee aina joissain määrin levyä muovatessa. Plastisesti muovautuneet alueet pyrkivät estämään takaisinjoustoja. Kuviossa 8 on esitetty kappaleeseen syntyvät erilaiset vyöhykkeet (Matilainen ym. 2011, 245.)



Kuvio 8. Taivutuksessa aiheutuvat muodonmuutokset (Matilainen ym. 2011, 245.)

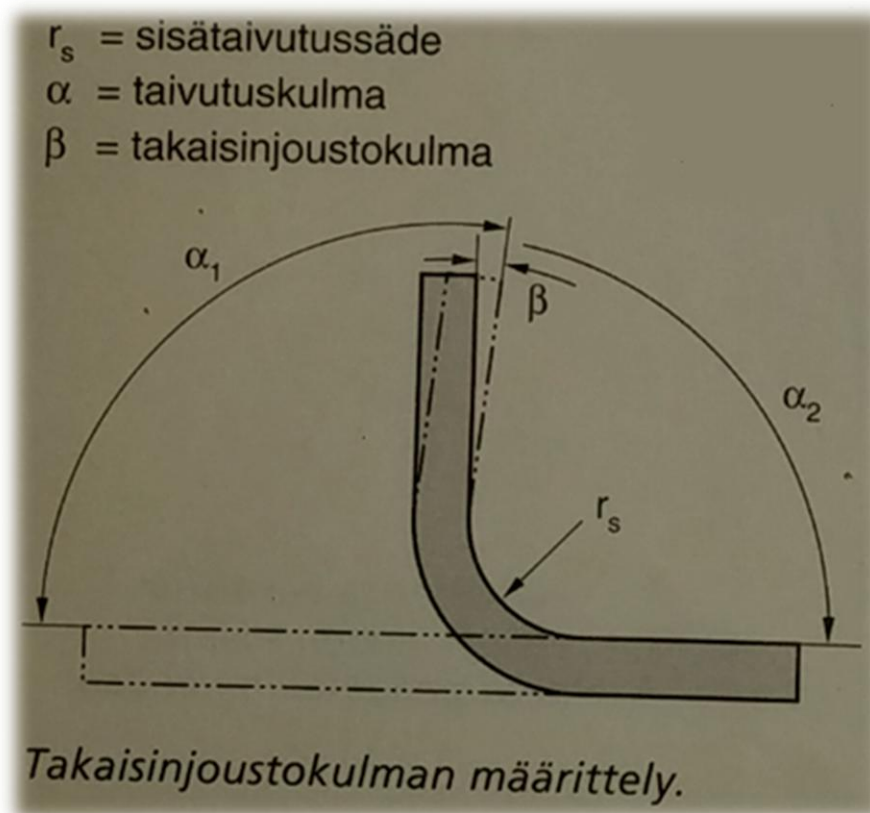
Takaisinjoustoon vaikuttavat tekijät ovat kovin monitahoisia, joten niiden arviointi on vaikeaa. Suurimmat ilmiöön vaikuttavat asiat ovat taivutussäde, levyn paksuus, materiaalin myötölujuus, $R_{p0.2}$ -raja, V-aukon leveys sekä painimen säde. Takaisinjousto itse ei ole suuri ongelma, mutta sen etukäteen arviointi ja hallitseminen on vaikeaa, mikä tekee siitä valmistuksellisesti hankalan ilmiön. Ongelma-

na on, että levyn paksuus ja myötölujuus voi vaihdella. Vaikka arvot ovat standardien mukaisia ja toleranssirajojen sisällä, sallivat standardit suhteellisen suuren poikkeaman. Kuviossa 9 takaisinjoustokulma voidaan määrittellä laskennallisesti takaisinjoustosuhteen (K) alla olevan kaavan mukaisesti (Matilainen ym. 2011, 246-247.)

$$\text{Takaisinjoustosuhte } K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \quad (1)$$

α_2 = taivutuskulma takaisinjouston jälkeen

α_1 = taivutuskulma ennen takaisinjoustoaa



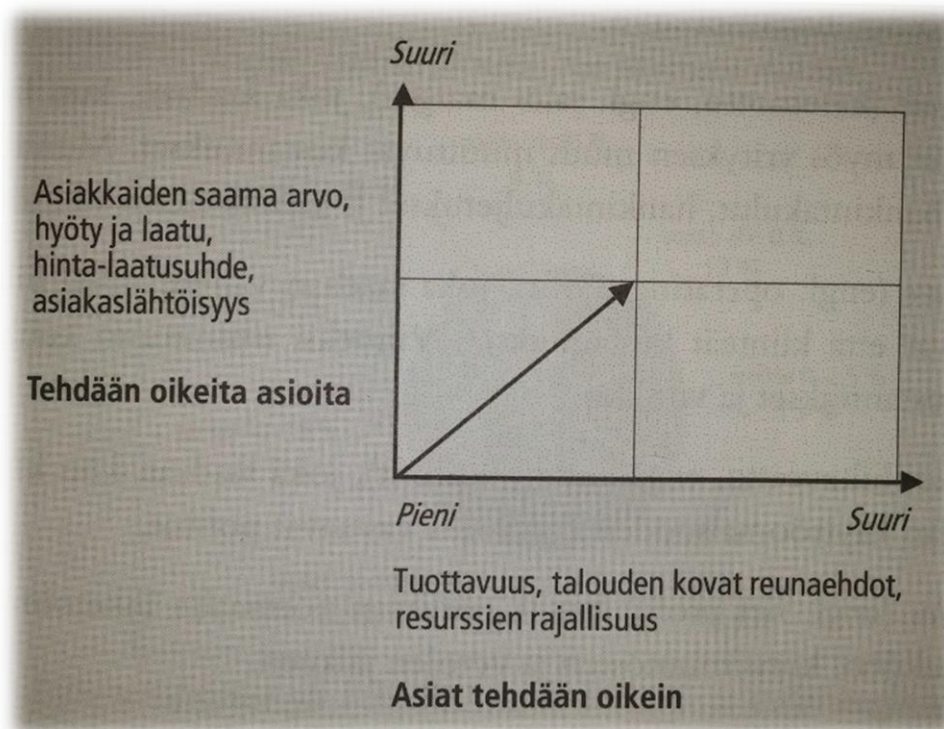
Kuvio 9. Takaisinjoustokulman määrittely (Lepola & Makkonen 2003, 374.)

Takaisinjouston arvioinnin hankaluuden vuoksi hallinta tapahtuu yleensä koetaivutusten avulla. Koetaivutuksessa taivutetun kappaleen kulma tarkastetaan, josta

ilmenee kuinka paljon pienempi kulma todellisuudessa on. Tästä saadaan arvo, joka asetetaan seuraaville kappaleille tavoitellun kulman lisäksi. Tätä tapahtumaa kutsutaan ns. ylitaivutuksena. Mahdollisuuksien mukaan, takaisinjousto voidaan eliminoida lähes kokonaan käyttämällä menetelmänä pohjaaniskutaivutusta (Mati-lainen ym. 2011, 247-248.)

3 TEHOKKUUS

Yrityksen suorituskyvylle määre ja mittari on tehokkuus. Yrityksen toiminta on tehokkaampaa mitä nopeammin, laadukkaammin tai pienemmin kustannuksin tietty toiminto toteutetaan. Tehokkuuden suorina mittareina voidaan käyttää mm. läpimenoaikoja, kustannuslaskelmia tai mittaus voidaan suorittaa erilaisten laatu järjestelmien avulla. Kirjoituksessaan Jouni Sakki viittaa Bengt Karlöfin kirjallisuuteen, jonka mukaan tehokkuuden mittaamiseen tulisi liittää myös asiakkaille tuotettu arvo. Tehokkuuskäsitteen ytimenä Karlöf pitää toimintaa, jonka tarkoitus on tuottaa arvoa, joka ylittää arvon tuottamisen ja toiminnan vaatimat kustannukset. Kuviossa 10 on esitetty tehokkuuden riippuvuus sekä arvosta että tuottavuudesta (Sakki 2009, 30.)



Kuvio 10. Tehokkuuden riippuvuus (Sakki 2009, 30.)

Arvo ja tuottavuus mielletään termeinä hyvin erilaisena. Arvolla on myönteinen sisältö kun taas tuottavuus mielletään usein leikkauksiin ja toiminnan supistami-

seen. Tehokkuuden kahta näkökulmaa ei voida erottaa, koska näiden välillä vallitsee monisäikeinen yhteys. Pitkällä aikavälillä yrityksen menestykseen vaikuttaa asiakkaan kokemus saamastaan arvosta, kun taas lyhyellä aikavälillä on oleellista puuttua yksikkökohtaisiin kustannuksiin. (Sakki 2009, 30.)

3.1 Tunnusluvut

Tunnuslukuja käytetään yrityksen ohjauksen apuna seurannan ja tavoitteiden asetelun välineenä. Tunnuslukujen tuottamia arvoja voidaan käyttää esimerkiksi tehokkuuden arviointiin. Taloudellisten tunnuslukujen lisäksi tarvitaan toiminnan tuloksia ja resurssien käyttöä kuvaavia tunnuslukuja. Koska oikeellisten ja vertailukelpoisten tunnuslukujen saaminen on tavallisesti vaikeaa, on tunnuslukujen käyttö yritysten välillä hyvinkin vaihtelevaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 20-22.)

3.2 Tuottavuus

Kannattavuus riippuu paljolti yrityksen henkilökunnan osaamisesta ja ammattitaidosta sekä toimintatavoista. Tuottavuutta voidaan parantaa, jos tuotosten määrää saadaan kasvatettua lisäämättä pääomaa tai työaika. Tuottavuuden mittaaminen on haasteellista, koska tuotokset ja panokset eivät aina ole vertailukelpoisia. Tuottavuuden merkitys on yritykselle suuri, mitä tuottavampaa sitä kannattavampaa ja sitä suurempia palkkoja, veroja, osinkoja yritys pystyy maksamaan, investoinneista puhumattakaan. (Jouni Sakki Oy.)

Kannattavuuteen voidaan vaikuttaa puuttamalla sen yhteen syytekijään, tuottavuuteen. Tuottavuus yleiskäsitteenä kuvataan tuotosten suhteena panosten määrään. Tuottavuuden tarkastelukohteiksi soveltuvat yksittäiset työntekijät tai työvaiheet aina kansantalouteen. Työvaiheen tuotoksena voi olla tuote ja panoksena siihen käytetty aika. Jokainen lisätty panos kohottaa pääsääntöisesti tuotosta. Yritystasolla tuottavuus mittaa sen kykyä yhdistää eri panostekijöitä, joilla saavutetaankin paras tuotantotulos. Kokonaistuottavuudesta voidaan puhua silloin kun kaikki tuotannon määrään vaikuttavat tulos- ja panostekijät on yhdistetty. Tuottavuutta on mahdollista parantaa myös rationalisoinnin avulla, mikä tarkoittaa jatkuvaa ja jär-

jestelmällistä kehitystyötä, jolla pyritään lisäämään työn miellyttävyyttä ja turvallisuutta sekä taloudellisuutta ja tuottavuutta kaikissa organisaation osissa ja tuotannon alueissa. (Haverila ym. 2009, 20-22.)

3.3 Kapasiteetti, kuorma ja läpäisy aika

Kapasiteetti kuvaa yrityksen tuotantokykyä. Kapasiteetin avulla voidaan seurata kokonaistyöntunti- tai kokonaistuotantomäärää. Yhdenmukaisissa tai vakiotuotteita valmistavissa yrityksissä kapasiteetti voidaan määrittellä tuoteyksiköissä. Jos valmistettavien tuotteiden eroavaisuus on suuri ja joiden valmistus ja valmistuksen eteneminen riippuu monesta vaikuttavasta tekijästä, on kapasiteetille paras käyttöyksikkö tuotantoresurssien mukainen käyttöaika. Kapasiteetti ja sen hallinta perustuu työpisteiden kapasiteettiin ja suunnitellun tuotannon kuormitukseen. Kuormitus voidaan määrittellä kapasiteettimääränä ja sen on tarkoitus kertoa kuinka paljon kapasiteettia varataan. Kuormituksen suhdetta kapasiteettiin voidaan laskea alla olevan kaavan mukaisesti. (Haverila ym. 2009, 399-400.)

$$\text{Kuormitussuhde} = \frac{\text{Kuormitus}}{\text{Kapasiteetti}} * 100\% \quad (2)$$

Käyttöaste ja -suhde ovat kapasiteetin rinnakkaiskäsitteitä, joiden tarkoitus on kuvailla toteutuneen todellisen työajan suhdetta kapasiteettiin. Laskentatoimessa nämä käsitteet tunnetaan toiminta-asteena ja -suhteena, jotka kuvaavat laajemmin koko tuotannon toteutunutta toimintaa kapasiteettiin. Todellinen kapasiteetti on usein vain 50-90 %. Tätä kuvataan nettokapasiteettina, joka antaa realistisemman kuvan, ottaen huomioon myös häiriöt, huollot, sairaudet yms. (Haverila ym. 2009, 399-400.)

Koneiden ja laitteiden kuormitusaste pidetään usein korkealla valmistamalla suuria eriä vakiotuotteita. Tällä toiminnalla tuottavuus paranee, kun tuote-erien vaatimat asetajat eivät hukkaa kapasiteettia. Suurien valmistuserien valmistus kuitenkin sopii vain yrityksiin joilla, on vakiotuotteiden tasaista menekkiä ja suuret varastot. (Haverila ym. 2009, 403.)

Läpäisyajan lyhentäminen on tehokas keino saavuttaa ristiriitaisten tavoitteiden asettamat vaatimukset, samalla kun toimintaan sitoutunut pääoma pienenee. Asiasohjautuvassa tuotannossa läpäisyajoja lyhentämällä voidaan suoraan vaikuttaa toimitusaikaan. Läpäisyajaan vaikuttaa suuresti valmistuserän koko sekä valmistettavien osien vaihtelevuus. Pienien valmistuserien teko ei ole taloudellisesti kannattavaa, koska asetusajat syövät kapasiteettia ja kuormitusaste jää matalaksi (Haverila ym. 2009, 406-407.)

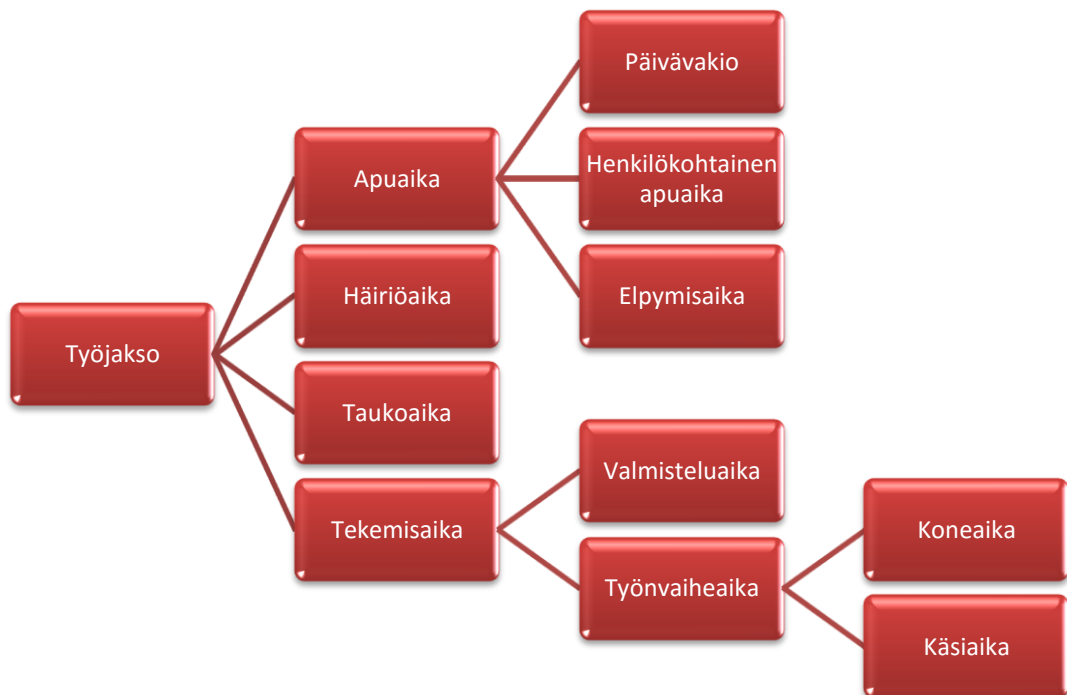
Asetusaikojen pienentämällä saadaan pienienkin valmistuserien teko kannattavampaan suuntaan. Tämä onnistuu esimerkiksi lyhentämällä työkalujen ja kiinnittimien vaatimaa aikaa tai organisoimalla ja standardisoimalla asetusten teko tai siirtämällä asetusten teko aikaisempaan vaiheeseen. Läpäisyajojen lyhentäminen vaikuttaa tuotteiden ja toiminnan laatuun siten, että nopeitempöisessä pienerätuotannossa virheet ja häiriöt tulevat esille nopeammin jonka johdosta näihin pystytään vastaamaan nopeammin. Toisaalta häiriöt ja virheet pysäyttävät tuotantoprosessin herkemmin näiden heijastaessa koko tuotantoon. Läpimenoajojen lyhentäminen edellyttää toiminnan laadun kehittämistä. Toiminnan laadun kehittäminen puolestaan johtaa väijäämättä tuotantoprosessin tuottavuuden kasvuun. Ruotsalaisessa teollisuudessa on testattu läpimenoajojen puolittamisen vaikutuksia ja saatu positiivisia alla olevia tuloksia. (Haverila ym. 2009, 406-407.)

- tuotantokustannukset laskivat 8,5 %
- KET:in arvo laski 47 %
- sitoutunut pääoma laski 15 %
- kannattavuus nousi 9,5 %

4 TYÖNTUTKIMUS

Työntutkimuksella tarkoitetaan kaikkia tutkimuksia, jotka tähtäävät työn tuottavuuden kehittämiseen. Työntutkimuksen määritelmän mukaan tällä haetaan parasta menettelytapaa tutkien järjestelmällisesti tuotantovälineiden, ihmisten ja materiaalien yhteistoimintaa. Sen päämääränä on myös hyvien työolosuhteiden luominen sekä työn suorittamiseen vaadittavan ajan määrittäminen. Tavallisimmin työntutkimus käsitetään työnmittauksena, menetelmä- ja ajankäyttömittauksena, mutta tätä voidaan soveltaa laaja-alaisesti koko tuotantoon. Työntutkimuksen tavoitteena ovat ajankäytön-, työnkulun- ja yksittäisten työvaiheiden tehostaminen sekä työliikkeiden kehittäminen. (Haverila ym. 2009, 490-491.)

Ajankäyttötutkimuksella työaikana suoritettavat toiminnot pyritään jakamaan tehokkaaseen työaikaan ja aikahäviöihin, esimerkiksi kuvion 11 mukaisella tavalla. Tutkimuksessa esiin tulleet epäkohdat analysoidaan, joita sittemmin kehitetään. Ajankäyttötutkimuksella selvitetään työkappaleiden kulussa sekä työvoiman ja koneiden käytössä ilmeneviä aikahäviöitä ja niiden suuruuksia sekä aiheuttajia. Ajankäyttötutkimukseen sisältyy myös apuaikalisän arviointi. Apuaikalisään sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, jotka eivät suoranaisesti ole luokiteltavissa varsinaiseen työaikaan, mutta ovat sen suorittamiseksi välttämättömiä. Ajankäyttötutkimus voidaan toteuttaa joko havainnointi- tai jatkuvana ajankäyttötutkimuksena. Jatkuvalla ajankäyttötutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa seurataan työn suoritusta koko ajan, jaotellen työaika eri aikalajeihin. Havainnointitutkimuksen tulokset taas perustuvat havaintoihin satunnaisin tai tasavälein toistuviin hetkiin, joissa kirjataan menossa oleva tapahtuma. Työajan jakauma määritellään ja analysoidaan tilastollisin menetelmin. (Haverila ym. 2009, 491-492.)



Kuvio 11. Ajankäyttötutkimuksen toimintojen luokitus.

Työnmittauksella tutkitaan kaikkea tuoteyksikköön kohdistunutta työtä. Työmäärä arvioidaan tehtäviin harjautuneiden tekijöiden normaalioloissa ja vakiomenetelmien tehdyn suorituksen pohjalta. Työnmittauksella tutkittua työmäärää voidaan käyttää kuormitussuunnittelussa, työmenetelmien vertailussa, tuotteiden hinnoittelussa, palkkauksen perustana sekä valmistusmenetelmien kehittämisessä. Työnmittaus voidaan suorittaa seuraavia menetelmiä käyttäen. (Haverila ym. 2009, 492.)

- Kelloaikatutkimus, joka voidaan suorittaa normaaliaikatutkimuksena tai jatkuvana ajankäytön tutkimuksena. Normaaliaikatutkimus soveltuu, kun mitattava työ tai työvaihe toistuu samanlaisena. Työn yksityiskohtaisemmat vaiheet jaetaan ja mitataan erikseen. Jatkuva ajankäytön tutkimus soveltuu, kun työvaiheet ja työt ovat monimuotoisempia eikä työjärjestys ole vakiintunut.

- Havainnointitutkimus, jota käytettäessä työn vaiheet ja näiden ajat jaotellaan.
- Haastattelu, jolla saadaan karkeita arvioita työajan käytöstä.
- Vertailu, jonka avulla työtä vertaillaan vastaavaan esimerkiksi standardiaikajärjestelmillä laskettuun työn vaiheaikoihin.
- Aikalaskelmat, joilla työaika saadaan laskemalla automaattikoneiden työkiertoon kuluneet ajat.
- Laskelmat, jotka pohjautuvat työn yksityiskohtaisempaan jaotteluun. Näille jaotelluille työnosille on ennalta määritelty suoritusajoja ja joita apuna käyttäen lasketaan työnosiin kuluneet ajat yhteen. (Haverila ym. 2009, 492-493.)

5 LEAN-FILOSOFIA

Lean- käsite tuotiin yleiseen tietoisuuteen japanilaisen ja amerikkalaisen autoteollisuuden liittyvän tutkimuksen myötä. Japanilaisen Toyotan tuotantojärjestelmää (Toyota Production System, TPS) löytyi eroavaisuuksia amerikkalaisten valmistustapaan verraten. Iso osa Lean- ajattelusta pohjautuuakin Toyotan tapaan tehdä, jonka ajatuksena tuotantojärjestelmä tulisi olla sellainen, jossa jokainen tuotannossa tehtävä toiminto toisi asiakkaalle lisäarvoa. Lean- ajattelutavan leviäminen myös muihin yrityksiin on johtanut saman ajattelutavan soveltamista myös tuotekehitykseen, tällöin puhutaan Lean- tuotekehityksestä. Lean- ajattelu on tiivistetty viiteen peruseriaatteeseen; asiakkaan näkemän arvon määrittämiseen, arvovirtauksen tunnistamiseen ja toteutukseen, imun järjestämiseen ja täydellisyden tavoitteluun. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)

Tällä hetkellä Lean management on johtava tuotantoperiaate, jota noudattavat yritykset ovat tavallisesti kannattavimpia ja nopeimmin kasvavia. Lean- toimintamalli näkyy selvästi tuotannon organisoinnissa sekä kehitystyössä, jossa on laajasti henkilöstöä mukana kehittämässä. Lean- toiminnalla pyritään tuomaan toimintaan järkevyyttä, tarkoituksenmukaisuutta sekä täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Laatu on keskeinen Lean- ajatteluun kuuluva asia, jonka eteen tehdään kaikki mahdollinen. Laatua pyritään ennen kaikkea seuraamaan asiakkaan näkökulmasta ja tästä laatuvastuu kuuluu kaikille yrityksessä toimiville. Asiakaslähtöinen toiminta ja lisäarvon tuottaminen perustuu yksinkertaisuudessaan siihen, että yritys hahmottaa ne toiminnot, jotka tuovat lisäarvoa ja keskittää voimavarat kyseisiin toimintoihin. Arvon kasvu suhteessa toiminnan kustannuksiin tarkoittaa kilpailukyvyyn kasvua ja takaa toiminnan jatkuvuuden. (Kouri 2009, 6-7.)

5.1 Seitsemän hukkaa

Lean managementissa tuottavuuden parantaminen perustuu hukkien poistoon, ei työtahdin kasvattamiseen. Toimintaa, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaalle, kutsutaan hukaksi. Hukkailmiöitä on monenlaisia ja näitä karsimalla voidaan yksinkertaisesti nostaa tehokkuutta. Systemaattinen toiminta hukkien poistamiseksi nostaa

tuotteiden ja toiminnan laatua sekä tuottavuutta. Tuotannossa syntyvät hukkalajit on jaettu alla olevaan seitsemään ryhmään. Hukasta on mainittu olevan myös kahdeksas laji, joka luetaan työntekijän luovuuden käyttämättä jättämiseksi. (Kouri 2009, 6-7; Tuominen 2010 a, 7.)

- Ylituotanto, jolla tarkoitetaan tarpeetonta välittömän tarpeen ylittävää osuutta tuotannon töistä. Ylituotantoon luetaan myös työt, joita tehdään ennen kuin on tarpeen. Kun valmistettava eräkokoo on suuri, valmistettavat tuotteet tai osat kasvattavat keskeneräisen tuotannon varastoa ja synnyttävät muita hukkalajeja. Suuret eräkoot vaikeuttavat tai vähintäänkin pitkittävät ongelmien ja häiriöiden esiintuloa.
- Odottelua ja viivästyksiä syntyy kun koneessa ilmenee häiriö tai vika jonka vuoksi työsuorituksen tekeminen seisahtuu. Myös materiaalin puuttuminen tai viivästyminen saattaa aiheuttaa katkoksen tuotannossa. Odottelua syntyy myös kun seuraavana oleva työvaihe ei ole lopetanut edellistä.
- Tarpeetonta kuljettelua syntyy työvaiheiden pitkien välimatkojen tai erinäisten komponenttien kuljettelulla työpisteeseen tai siitä pois.
- Laatuvirheet syövät kapasiteettia ja lisäävät kustannuksia sekä johtavat asiakastytymättömyyteen. Virhekustannukset syntyvät usein laaduttoman toiminnan, virheellisten tuotteiden mittaamisen ja näiden korjaamisen, lajittelun ja asiakasvalitukseen vastaamisen johdosta.
- Tarpeettomat varastot nostattavat toimintaan sidotun pääoman osuutta. Varastoja voi olla niin yrityksen sisällä kuin ulkopuolellakin, esimerkiksi alihankkijoilla. Varastot lisäävät kustannuksia ja pitkittävät mahdollisten ongelmien esiintuloa.
- Ylikäsittelyllä tarkoitetaan toimintaa, joka ei tuo lisäarvoa asiakkaalle eikä ole tästä valmis maksamaan. Tällainen toiminta voi olla ylimääräistä kiilloitusta, työstämistä tai muuta puuhaamista.
- Turhia työssä tehtyjä liikkeitä, jotka eivät tuo lisäarvoa, tulee poistaa.

5.1.1 Hukan tunnistaminen, poisto ja ehkäiseminen

Hukan tunnistamiseksi seurattavaa prosessia ja siihen liittyviä toimintoja tulee tutkia. Toiminnasta tulee tunnistaa välitön ja välillinen työ, joista molemmista tulee pyrkiä vähentämään hukkaa. Myös välillisen työn osuutta on pyrittävä pienentämään. Työtä seurattaessa tulee jokainen toiminto kyseenalaistaa ja hukkien ilmentyessä kartoittaa sen aiheuttaja. Jos hukka on vaikeasti tunnistettava, voidaan kartoittaa arvoa tuottavan työn toiminnot, tällöin kaikki muu luetaan hukaksi. Hukka voidaan myös tuoda helpommin esille valmistettaessa yksi kappale kerrallaan. Työn nykytilan toimintaa tulee analysoida kuvauksia, virtauskaavioita ja aikatuokkimuksia apuna käyttäen (Tuominen 2010 a, 7.)

Hukan poistamiseksi on annettava tilaa uusille ajatuksille, eikä vedota vanhaan toimintatapaan. Kehitetään tarpeellisia työmenetelmissä käytettäviä liikkeitä sekä poistetaan tarpeettomat koneiden liikkeet. Kehitetään koneiden, materiaalien ja ihmisten välistä vuorovaikutusta ja toimivuutta. Yleisimpiä hukan lähteitä, kuten kuljettelua, säilyttämistä, siirtoja, prosessiaikaa sekä tarkastamista analysoimalla havaitaan tarpeettomat ja kehitettävät kohteet (Tuominen 2010 a, 8.)

Hukkaa voidaan ehkäistä jatkuvalla toiminnan kehittämällä, standardoimalla ja yhtenäistämällä samankaltaiset toiminnot. Hukan ehkäisemiseksi on myös kyseenalaistettava nykyiset toimintatavat, jotta kehitykselle jäisi tilaa. Toiminnan kehittyminen ja tulokset tulee olla kaikille näkyvissä. (Tuominen 2010 a, 8.)

5.2 Prosessi ja virtaus

Prosessilla kuvataan tapaa tehdä asioita. Organisaatiossa voi olla kymmeniä prosesseja joiden tuotoksina syntyy tuotteita ja palveluja. Prosessi voi olla määriteltynä pelkästään organisaatiota itseään varten. Prosessi muodostuu tehtävistä ja päätöksistä, joiden tarkoitus on palvella asiakkaan ja muiden sidosryhmien tarpeita. Prosessin käynnistämiseksi vaaditaan prosessin input, joka voi muodostua materialistista tai tietopohjaista asioista, jotka tulevat joko ulkoiselta tai sisäiseltä toimijalta. Prosessin tyypit voidaan jakaa neljään ryhmään; ydin-, tuki-, johtamis- ja avainprosesseihin (Tuominen 2010 b, 9.)

Ydinprosessilla tarkoitetaan toimintakokonaisuutta, jolla asiakastyytyväisyys tuotetaan. Tällaiset prosessit käynnistyvät asiakkaasta ja loppuvat asiakkaaseen. Yleisiä ydinprosesseja ovat markkinointi, myynti, tuotekehitys, lanseeraus, valmistus, jakelu ja asiakaspalautteen käsittely. Tukiprozessilla tarkoitetaan prosesseja, jotka tukevat ja joita vaaditaan asiakastyytyväisyyttä tuottaviin ydinprosesseihin. Yleisiä tukiprozesseja ovat henkilöstö-, talous-, materiaali-, infrastruktuurin-, turvallisuus- ja terveystohtaminen. Johtamisprosesseiksi voidaan luetella yhteiskuntavastuu, muutosten kehittäminen ja johtaminen, strateginen- ja operatiivinen suunnittelu. Avainprosesseilla tarkoitetaan prosesseja, jotka ovat tärkeitä yrityksen menestyksen kannalta. Avainprosessi voi kuulua ydin-, tuki- tai johtamisprosessiin (Tuominen 2010 b, 9-10.)

Prozessia voidaan kehittää monella tasolla, kuten standardoimalla työmenetelmiä, työn kulkua ja toimintatapoja ja vähentää näiden sisällä tehtävien toimintojen vaihtelevuutta. Jatkuvalle kehittämisellä kehittäminen tapahtuu pienin askelin. Radikaalilla kehittämisellä tarkoitetaan merkittävien toimintojen kehittämistä isoin askelin, joilla päästään puolittamaan tai kaksinkertaistamaan tärkeimmät suorituskyvyt. (Tuominen 2010 b, 13.)

Prozessin kehittämisen tuloksena voi olla parempi asiakastyytyväisyys kun prosessi tuottaa vain sitä, mitä asiakkaan kanssa on sovittu. Tuottavuus parantuu, kun prosessi tuottaa aikaisempaa pienemmällä resurssitarpeella. Läpimenoajat pienenevät, kun prosessi tuottaa aikaisempaa lyhyemmässä ajassa. Kapasiteetti kasvaa, kun prosessi tuottaa enemmän samassa tai lyhyemmässä ajassa. Varmuutta ja sopeutumiskykyä lisää myös prosessin kyky tuottaa vaihtelevia tuotoksia kysynnän mukaan sekä kyky täyttää lain, asetusten, turvallisuuden, ympäristön ja terveyden asettamat vaatimukset. (Tuominen 2010 b, 13.)

Tuotannon virtauttamisella tavoitellaan tuotteen pikaista valmistamista välittömän tarpeen perusteella. Lean- tuotannon kehittäminen edellyttääkin juuri virtauttamista. Tämä tarkoittaa tuotteiden valmistamista pienissä erissä ja ilman välivarastoja. Samalla tämä pienentää varastoon sitoutuneen pääoman osuutta ja nostaa kykyä reagoida muutoksiin nopeasti sekä lyhentää läpimenoaikoja. Virtauttaminen pa-

kottaa poistamaan laatuhäiriöitä, kehittämään tuotannon luotettavuutta sekä lisäämään toiminnan suunnitelmallisuutta. Onnistunut virtauttaminen edellyttää laatuvirheiden vähentämistä ja kone- ja laitehäiriöiden poistamista. (Tuominen 2010 b, 20-21.)

5.3 Lean 5-why, systemaattinen ongelmanratkaisu

Ongelmat ratkaistaan systemaattisella virheiden etsinnällä, näiden juurisyiden selvittämisellä ja ehkäisemisellä. Toistuvien ja merkittävien ongelmien tunnistettua, nämä ratkaistaan systemaattisesti, jotta ongelma ei toistu. Systemaattinen ongelmanratkaisu myös opettaa ongelmien selvittämisessä ja ratkaisussa mukana olleiden osallistujien osaamista. Ongelmanratkaisuun voidaan käyttää yksinkertaista menetelmä, 5 kertaa miksi- tekniikkaa (Kouri 2009, 30-31.)

5 kertaa miksi- tekniikkaa voidaan käyttää myös laaduttoman toiminnan juurisyyn löytämiseksi. Tällaisen toiminnan löydyttyä kysytään tekijältä miksi toiminto tehdään. Vastaukseen vastataan kysymällä "miksi" niin monta kertaa, että toiminnan aiheuttaja löytyy. Lopuksi kysytään "miten" joka saattaa antaa yhden vaihtoehdon toiminnan lopettamiseksi (Tuominen 2010 b, 8.)

Kun ongelma ilmenee, selvitetään sen esiintyminen ja laajuus ja kirjataan ongelma. Selvitetään ongelman juurisyyn ja suunnitellaan ehkäisevän toimenpiteen toteutus. Tarkistetaan toistuuko ongelma. Jos toistuu, kehitetään ideaa. Jos ongelma saadaan poistettua, vakiinnutetaan käytäntö (Kouri 2009, 30-31.)

6 SÄRMÄYKSEN NYKYTILA

Tässä luvussa esitetään särmäyksen nykytila. Alla olevat asiat on selvitetty haastatteleamalla sekä havainnoinnin pohjalta. Luvussa ei oteta kantaa toiminnan tarpeellisuuteen tai oikeellisuuteen.

6.1 Prosessi

Edelliseltä valmistusvaiheelta valmistuneet osat ohjautuvat automaattivaraston kautta särmäyslinjalle. Ennen särmäystä levykeskukselta valmistetut ja paletille puretut osat valmistellaan. Valmistelulla tarkoitetaan levyosien lajittelua ja jätepalojen erittelyä tuotteen levyosista. Myös mikrosilloilla kiinni olevat levyosat irrotellaan. Levyosat stanssataan ja tarvittaessa tehdään kierteet.

Särmäyslinjalla koneelle yritetään valita ensisijaisesti sellainen tuotantoerä, joka on koneella aiemmin valmistettu. Aiemmin valmistettuun tuotteeseen löytyy jo valmiiksi särmäysohjelma, joten tuotetta päästään heti valmistamaan. Jos tuotetta ei ole särmäyskoneella valmistettu, tehdään ohjelma ensin. Työ kuitataan särmäyksessä aloitetuksi. Paletilla olevat osat käydään läpi ja tarkastetaan tuleeko osiin kierteitä tai joudutaanko jotain osaa mankeloimaan. Osat valmistetaan valmistusdokumenttien mukaan ja täytetään oman työn tarkistuslista, jossa vahvistetaan osien kuvanmukaisuus ja tarkastetut asiat. Valmistetut tuotteet asetellaan automaattivaraston paletille, kuitataan ERP:stä vaihe valmiiksi ja lähetetään paletti asemaan.

6.2 Perehdytys ja opastus

Perehdytys ja sen suorittaminen on ohjeistettu hyvin konsernitasolla omassa lähiverkossa. Uusille tai perehdytystä vaativille henkilöille on perehdyttämisen avuksi luotu oma yksikkökohtainen lomake sisältäen perehdytyksessä käytävät pakolliset asiat. Perehdyttäjänä toimii lähin esimies tai tämän tehtävään valtuuttama henkilö.

Työnopastukseen on luotu oma muistilista työn suorittamisen kannalta tärkeistä läpikäytävistä asioista. Muistilista sisältää turvallisuusnäkökohdat, toimintajärjestelmän käytön sekä työn suorittamiseen vaadittujen koneiden ja laitteiden käytön.

6.3 Konekanta ja työkalut

Särmäyslinjalla on pääsääntöisesti käytössä neljä särmäyspuristinta. Kaksi Finn-Powerin ja kaksi Amadan valmistamaa särmäyspuristinta sekä yksi pienempi särmäyspuristin Cone 900, joka soveltuu tarkkuutta vaativiin pieniin töihin. Yritys on myös lähiaikoina investoimassa kahteen uuteen särmäyspuristimeen. Finn-Power-särmäyspuristimille tarkoitetut työkalutelineet sijaitsevat koneiden välittömässä läheisyydessä. Amada- särmäyspuristimille tarkoitetut työkalut on sijoitettu koneiden väliin n. 3-4 m päähän. Työkaluja on haastatteluiden perusteella riittävästi ja joka tarpeeseen.

6.4 Työtehtävät

Särmäyksessä työskentelevien työtehtäviin kuuluu särmäyksen lisäksi kierteitys, mankelointi, stanssaus ja toksaus. Stanssaus on normaali kaikkiin osiin tehtävä toimenpide jolla kappaleet merkitään lyömällä levyyn nimiketunnuksen mukainen painokuvio, tällöin joka osa on tunnistettavissa. Toksauksella tarkoitetaan liitosmenetelmää, aineetonta niittausta. Mankelointi on muovausmenetelmä, jolla levyyn saadaan kaareva muoto. Mankelointia, kierteitystä tai toksausta voi työltä usein löytyä, mutta työn osuus näissä on tavallisesti pieni. Työ kuitenkin ohjataan särmäykseen, mikäli työllä on yksikin nimike, joka vaatii joko mankelointia, kierteitystä tai toksausta. Suurta työtä aloittaessa joutuvat särmääjät usein lajittelemaan osat, mikä auttaa työn edetessä.

6.5 Ympäristö

Särmäyskoneet ovat kaikki linjassa vierekkäin. Koneet on ryhmitetty Finn-powerin ja Amadan valmistamiin. Särmäyskoneiden edessä on Fastems Oy AB:n automaattivarastojärjestelmä ja varaston toisella puolella levyn leikkaus. Automaattivarastossa alimmalla tasolla on useita asemia, joihin hyllykuljetin tuo ulosvedettävän paletin. Paletin ulos vedettäessä, särmäyskoneiden ja paletin väliin jää tilaa n. 1,5-2 m. Paletin ja särmäyskoneen välillä liikutaan aktiivisesti. Työkalut ja aputasot ovat lähellä työpistettä helposti saatavissa ja käytettävissä. Valaistus on hyvä ja melulta suojaudutaan kuulosuojaimin.

6.6 Asetusajat

Asetusaikoihin särmäyksessä luetaan särmäysohjelmien teko sekä työkalujen vaihto. Töiden koko vaihtelee rajusti, joten asetusajoissa on suuria eroavaisuuksia. Särmättävien kappaleiden määrä voi työllä vaihdella 1-300 kpl, joista osa on tietenkin samanlaisia. Särmäysohjelmien tekeminen yhden kappaleen osalta kuitenkin vaihtelee välillä 0,5-10 min. Uusia tuotteita sisältäviä töitä, joista on tehtävä särmäysohjelma, tulee särmäyskoneelle keskimäärin kolme kertaa viikossa. Työkalujen vaihtoon kuluva aika riippuu siitä millaisia taivutuksia käyttäjä haluaa tai osaa samalla työkaluyhdistelmällä tehdä. Vaihtoja tehdään useammin, jos joudutaan tekemään koetaivutuksia. Koetaivutuksia joudutaan tekemään, jos materiaali on uusi tai työpiirustus puutteellinen. Asetusaikojen osuus työajasta on joka tapauksessa pitkällä aikavälillä huomattava.

Yritys on investoimassa lähiaikoina tietokonepohjaiseen FCC software AB:n ohjelmistoon Autopol. Tämä ohjelmisto mahdollistaa offline- ohjelmoinnin eli irrottaa särmäyksestä sisäisen asetusajan ulkoiseksi. Tämän työvaiheen ulkoistamisella uudet ohjelmat olisivat valmiina, eikä ohjelmien teko särmäyspuristimella syö tuottavaa koneaikaa. Ohjelmaa on suunniteltu hyödynnettävän nykyiselle kahdelle särmäyspuristimelle sekä lähiaikoina investoitaville kahdelle uudelle särmäyspuristimelle.

6.7 Prosessin läpimenoaika

Tuotantoerän koko vaihtelee rajusti, joten työvaiheajoissa on suuria eroavaisuuksia. Särmättävien kappaleiden määrä voi tuotantoerällä vaihdella 1-300 kpl:seen ja kappaleiden välillä taivutusten määrä voi vaihdella 1-18 kpl:seen. Vaiheajoja ei yrityksessä olla aina kirjattu, mutta nykyään kirjaus on kuitenkin sisällytetty nimikkeen perustamisen ja sen perustietojen täydentämisen yhteyteen. Tämä korjaantuu, mutta koska nimikkeistö on valtava, työn loppuun saattaminen vaatii aikaa.

6.8 Päivävakiot

Päivävakioilla tarkoitetaan tehtäviä tai toimintoja, jotka ovat pakollisia tai vakiintuneita jokapäiväiseen toimintaan. Tällaisia toimintoja ei ole, lukuun ottamatta koneiden päälle ja pois asettamista. Tätäkään ei tarvitse aina tehdä, kun resursseja on varattu kolmeen vuoroon ja koneet jäävät käyntiin vuorojen vaihtuessa.

6.9 Kuormitus

Särmäyslinja on usein tuotantoketjun pullonkaula. Uusien tuotteiden särmäysohjelmien tekoon kuluu valtavasti aikaa. Tuotantoerien koko ja sen sisältö vaihtelee suuresti. Suurimmalla osalla nimikkeistä puuttuu vaihemallin mukaiset vaiheajat, joten kuormaa on mahdoton seurata tai sovittaa tuotantoon. Pääsääntöisesti visuaalisella tasolla kuorma on kuitenkin hyvin vaihtelevaa. Tähän vaikuttaa häiriötilanteet, laatupoikkeamat, tuotanto-ohjelman muutokset, asiakaslähtöiset muutokset sekä se miten kaikkiin näihin reagoidaan.

7 TUTKIMUS

Mahdollisuuksia tehostaville toimenpiteille etsittiin ajankäyttötutkimuksen, haastatteluiden ja perehtymisen kautta tutkittavaan kohteeseen. Tutkimuksen apuna ja hukkatapahtumien selvitykseen on käytetty Lean- management 5-WHY- menetelmää.

7.1 Ajankäyttötutkimus

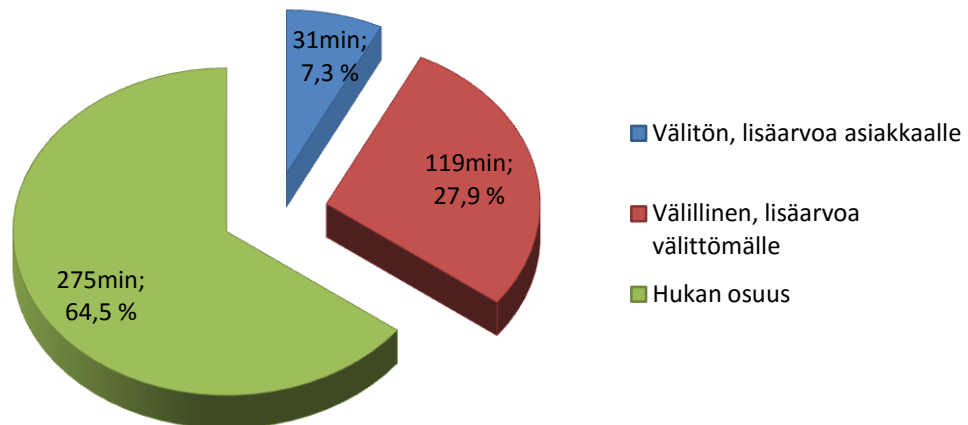
Ajankäyttötutkimus aloitettiin suunnittelemalla mittaustapahtumaa ja millaisia asioita mittauksessa tulisi huomioida. Tutkimuksessa tuli ilmetä jokainen tutkittavan työntekijän työvaiheessa suoritettava toimenpide ja sen kesto. Myös Lean-ajattelun mukaista hukkaa ja sen syntyä tutkittiin mittauksen ohella. Kaikki särmäyksessä tehdyt toimenpiteet lajiteltiin välittömiin ja välillisiin niin arvoa tuottaviin kuin tuottamattomiin toimenpiteisiin. Arvoa tuottamattomiin toimenpiteisiin kiinnitettiin enemmän huomiota ja kirjattiin ylös, mutta näiden selvitys jätettiin kellotuksen ajaksi ulkopuolelle. Näin toiminta pysyi normaalitilassa.

Mittaustapahtumaan laadittiin mahdollisimman yksinkertainen taulukko, jotta kirjaus tapahtuisi nopeasti, samalla toimintoja seuraten ja kellottaen. Särmäyslinjalla vierestä seuraten huomattiin, että toiminta on moninaista ja tehtävää riittää enemmänkin, joten pidempi mittaus antaisi luotettavamman tuloksen. Jotta tutkimukseen ei päässyt ulkopuoliset asiat vaikuttamaan tai tutkittava kohde tähän varautumaan, ilmoitettiin tutkimuksen alkaminen lyhyellä varoitusajalla. Työn suoritus- ta seurattiin ja kellotettiin koko vuoron ajan. Työvuoro jakautui tasan jo ennalta tehtyihin tuttujen sekä uusien ohjelmointia ja työsuorituksen suunnittelua vaativien tuotteiden tekoon.

Mittaustulokset analysoitiin ja luokiteltiin (LIITE 1). Tuloksia vertailtiin teholliseen työaikaan 7,1 h, ulkopuolelle jätettiin ruoka- ja kahvitauot. Toiminnot jaettiin kolmeen luokkaan, välittömään, välilliseen ja hukkaan eli tuottamattomaan. Kuvi-ossa 12 on esitetty työajan jakauma. Jalostavan työn, eli asiakkaan näkökulmasta tuotteen arvoa lisäävien toimintojen osuus on 7,3 %. Arvoa lisääviin toimintoihin luettiin tuotteen taivutus sekä tunnistettavuuden mahdollistava stanssaus. Toinen

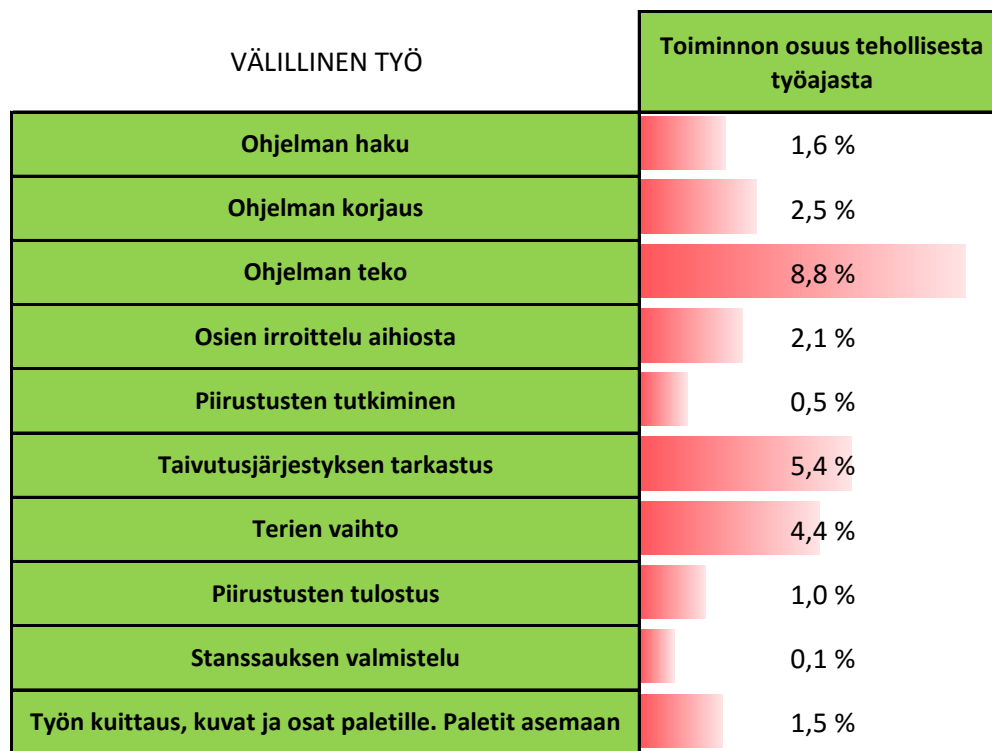
ääripää tuloksista oli hukan osuus, 64,5 % työajasta. Välillisen työn osuudeksi saatiin 27,9 % työajasta.

Tehollisen työajan jakauma



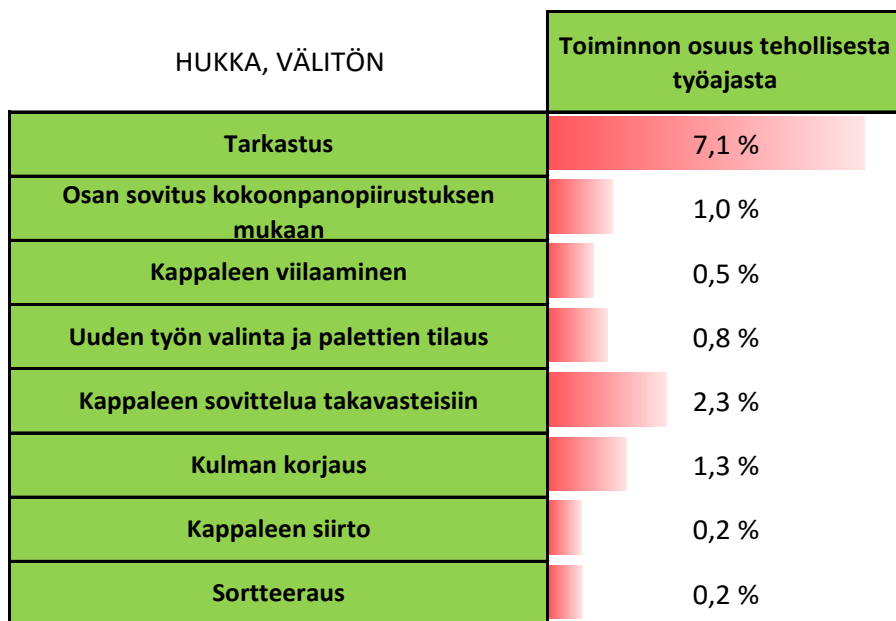
Kuvio 12. Työajan jakauma.

Välillisen työn osuus oli lähes kolmannes työajasta. Tähän luokkaan sijoittuvat toiminnot kuitenkin mahdollistavat välittömän työn suorittamisen. Kuviossa 13 on esitetty välilliseen työhön luetut toiminnot, josta voidaan helposti havaita pitkäkestoisimmat tekijät.

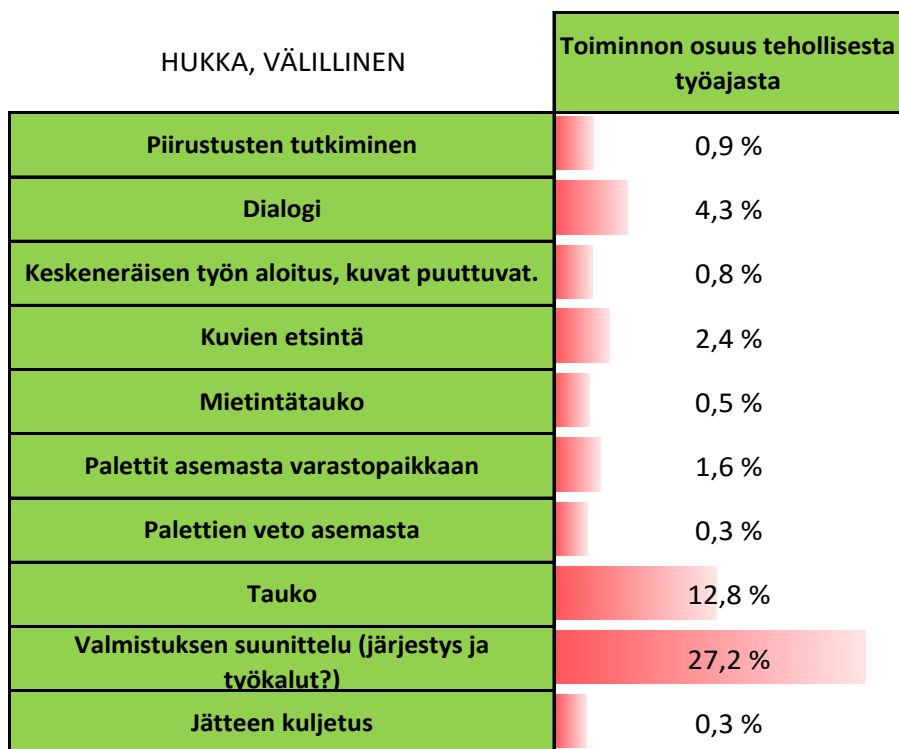


Kuvio 13. Välillisen työn toiminnot.

Hukkatoiminnoista muodostuu suurin osa, 64,5 % työajasta. Tämä osuus muodostuu niin välittömän kuin välillisen työn tuottamattomasta toiminnasta. Välittömän työn hukkaan luettiin toiminnot, jotka olivat yhteydessä tai kosketuksissa tuotteen kanssa, mutta eivät lisänneet tuotteen arvoa. Välillisen työn hukkaan luettiin toiminnot jotka eivät ole suoraan tarpeellisia työtehtävälle eivätkä tuo tälle arvoa. Kuvioissa 14 ja 15 on esitetty niin välittömän kuin välillisen työn hukkatoiminnot.



Kuvio 14. Välittömän työn hukka.



Kuvio 15. Välillisen työn hukka.

7.2 Valmistusdokumentit

Tuotannossa käytetään suurimmaksi osaksi asiakkaan tuottamia valmistuspiirustuksia, mutta myös kasvavassa suhteessa oman suunnittelun tuottamia piirustuksia. Valmistuspiirustusten laatu ja tyyli vaihtelee suunnittelijan mukaan. Särmäyslinjalla levyosan mitoitus on tärkeässä roolissa. Piirustusten osalta särmäyslinjalla törmätään ajoittain seuraavanlaisiin ongelmatilanteisiin:

- Taivutettavan kohdan keskilinjaa ei ole mitoitettu lainkaan.
- Piirustuksessa selvästi nähtävissä kierre, mutta kirteen mitoitus puuttuu.
- Taivutettava kulman arvo puuttuu tai se on virheellinen.
- Taivutettava kohta ei ole esitettyä levityskuvassa vaan taivutetussa kuvannossa.
- Mitoituksen alku- ja loppukohta on mahdoton mitata käytännössä.
- Taivutettavan kohdan taivutussäde puuttuu.
- Piirustuksessa ei ole näkyvissä tarpeeksi piirteitä taivutussuunnan selville saamiseksi.

Kun piirustus on epäselvä tai oleellisia asioita ei ole siinä mainittu asianmukaisella tavalla, joudutaan särmäyslinjalla hakemaan tukea työtoverilta tai esimieheltä. Valmistuspiirustusten virheistä ja niiden kehityksestä ei ole kerätty tilastoa, mutta virheen ilmetessä, tämä osoitetaan aina asianomaiselle taholle korjattavaksi. Riippuen piirustuksen omistajasta, korjausprosessi saattaa kestää hyvinkin pitkään. Epäselvyydet piirustusten suhteen seisauttavat työprosessin, lisäävät välillistä työtä ja aiheuttavat hukkaa.

7.3 Laatupoikkeamat särmäyksessä

Laatupoikkeamia on seurattu vuoden ajan. Poikkeamien ilmettyä on tutkittu näiden alkuperää ja mahdollisuuksien mukaan laadittu ennaltaehkäiseviä toimenpitei-

tä, joilla poikkeamien synty voidaan ehkäistä tai kokonaan poistaa. Laatupoikkeamia tutkittaessa, särmäyslinjaan todettiin kohdistetun 6 kk:n ajalta keskimäärin 10 poikkeamaa kk:ssa. Tämä lukema perustuu sellaisiin virheisiin, joiden vuoksi kappale on valmistettu kokonaan uudelleen. Tältä ajalta uusia korvaavia osia on valmistettu keskimäärin 18 kpl kk:ssa. Jokaisen korvaavan osan uudelleen valmistus aiheuttaa taulukon 1 mukaista hukkaa. Korvaavan osan valmistamiseen särmäyslinjalla päädytään seuraavan luetellun kolmen päätapahtuman kautta; omien toimintatapojen, ulkoisten poikkeamien ja suorien materiaali puutteiden vuoksi.

Taulukko 1. Osan uudelleen valmistamisesta aiheutuvaa hukkaa.

Hukkalaji	Selite
Kuljetus	Tilataan tuotantoketjun alusta uusi korvaava osa. Materiaalin kuljetusta varaston kautta tai suoraan työpisteelle
Odotus	Työntekijä odottaa materiaalia tai tietoa, kone odottaa työntekijää.
	Jos työ keskeytetty, työ tilataan varastosta uudelleen kun jatketaan
Laatu	Virhe toiminnassa tai tuotteessa
	Virheellisen tuotteen valmistuksen yhteydessä tarkastetaan virheellistä tuotetta
	Korjaaminen
Ylituotanto	Valmistetaan enemmän kuin on tarpeen
Työvaihehukka	Työn lopetus ja toisen aloitus = asetusajkojen kasvu

7.3.1 Toimintatavat

Särmäyksessä joidenkin omien toimintatapojen seurauksena syntyy hukkaa. Tällaiseen toimintaan sisältyy poikkeustilanteet, joiden vuoksi normaalista käytännöstä ja ohjeista voidaan poiketa.

Kappale taivutettu väärästä kohdasta: Valmistuspiirustusten tyyli vaihtelee, joten työntekijän rutinoitunut tapa lukea piirustusta johtaa yksityiskohtien huomiotta jättämiseen. Vaikka piirustuksen pintapuolinen tyyli pysyisi samana voi sisällön, kuten mitoitustavan muuttuminen kesken tuotantoerän johtaa mittavirheisiin. Piirustuksista voi puuttua myös taivuttamisen kannalta oleellisia mittoja, jonka vuoksi työntekijä on joutunut suorittamaan laskutoimituksia tarvittavan mitan saamiseksi. Ylimääräisten laskutoimitusten tekeminen antaa turhaan varaa uusille

virheille. Jos mittaa ei saa laskettua, hakeutuu työntekijä toimihenkilön puheille selvittämään asiaa. Jos ongelma ei ratkea heti, lopetetaan nykyinen työ ja aloitetaan seuraava. Tämä toimintatapa aiheuttaa lisää välillistä työtä ja korjaamisen aiheuttaman hukkan lisäksi aiheuttaa alla olevaa hukkaa (**Taulukko 2.**)

Taulukko 2. Piirustusvirheistä tai sen lukuvirheistä aiheutunut hukka.

Hukkalaji	Selite
Odotus	Odotetaan puuttuvien tietojen saantia
Prosessihukka	Joudutaan laskemaan mittoja, joita ei ole merkitty piirustukseen Vikaa lähdetään selvittämään
Työvaihehukka	Piirustusta luettu väärin

Kappale taivutettu peilikuvaksi: Piirustusten tyylin vaihtelevuus voi johtaa yksityiskohtien huomiotta jättämiseen. Joitakin tuotteita on taivutettu peilikuvaksi, koska joissakin piirustuksissa on kaksi erillistä tuotetta. Tuotteet on erotettu katkoviivalla, ja viivan molemmin puolin on sama osa, mutta toistensa peilikuvina. Käytännössä tällä ei ole väliä kummin päin taivutukset tehdään, kunhan toisesta kappaleesta tulee päinvastainen. Tämä ei ole kuitenkaan niin yksiselitteistä, koska usein kappaleisiin on edellisessä työvaiheessa levytyökeskuksen lyömätyökaluilla muovattu erilaisia muotoja. Näiden levyn pintaan nähden olevien muotojen vuoksi taivutussuunnalla on väliä.

Levytyökeskuksella, levyjä leikatessa, levyn pöytää vasten oleva pinta saattaa usein naarmuuntua. Tämän vuoksi jo suunnittelussa pyritään levyn geometria kääntämään niin, että tuotteen näkyvä puoli olisi naarmuton. Tuotteiden geometriatiedostoja luodaan monen tahon toimesta, ja aina yksittäisen osan suhteen ei ole tiedossa kumpi levyn pinnoista on näkyvä puoli asennuskohteessa.

Särmäyslinjalla pyritäänkin tarkkailemaan taivutuksia tehdessä, että näkyvä puoli olisi naarmuton. Pinnan laatu vaikuttaa usein siihen, miten tuotetta lähdetään taivuttamaan, ja jos tuotteesta on peilikuva, voi tässä vaiheessa syntyä virhe. Työntekijän epäilykset ja tekijän omat päättelyt levyn näkyvän pinnan suhteen ajavat asian selvittelyn suunnitteluun. Joissain tapauksissa tämä on ollutkin aiheel-

lista, koska levyn geometrian luonnin yhteydessä ei ole havaittu kääntää geometriaa näkyvän pinnan mukaiseksi.

Tuotteiden särmäyslinjalle tullessa ei tuotteita ole merkitty, ja tunnistaminen tapahtuu piirustusten avulla. Tunnistamisessa voi tulla virheitä, jos peilikuvien muotojen eroavaisuudet ovat pienet. Jos tuotteen taivutus on edennyt pitkälle, tilataan tuotantoerälle kokonaan korvaava osa ja romutetaan vanha. Korvaavaa osaa odotetaan tai keskeytetään nykyinen työ ja aloitetaan uusi. Tässä toiminnassa on paljon välillistä työtä ja korjaamisen aiheuttaman hukan lisäksi esiintyy alla olevaa hukkaa (**Taulukko 3.**).

Taulukko 3. Levyosien tunnistamisen aikana aiheutunut hukka.

Hukkalaji	Selite
Odotus	Odotetaan puuttuvien tietojen saantia
Prosessihukka	Kappaleiden tunnistamiseen kuluu panoksia
	Vikaa lähdetään selvittämään

Kappaleita heitetty roskeen: Särmäystä edeltävässä työvaiheessa levykeskuksella leikatut osat puretaan robotilla automaattivaraston paletille. Purkurobotti nostaa levyosat alipaineistetuilla imukupeilla. Levyosassa täytyy olla imukupeille tarpeeksi pinta-alaa jotta nosto onnistuu. Tämän vuoksi pienille, tai muuten purkurobotille vaikeille nostettaville levyosille, lisätään mikrosilloilla kiinni oleva jätepalalla jolla saadaan imukupeille tarvittava pinta-ala. Jos pieniä osia leikataan useampi, voidaan ne mikrosilloilla kiinnittää yhteen suurempaan, jonka seurauksena nostoja vaaditaan vähemmän ja saadaan useampi osa kerralla paletille.

Levytyökeskuksella levyosan leikkauksen jälkeen on mahdollista, että levyosa tippuu leikkuupöydässä olevasta tuhkaluukusta. Tämä on mahdollista pienemmille kuin 75*75 mm kappaleille. Tätä ei kuitenkaan haluta, sillä kappaleet naarmuuntuvat ja värjäytyvät lämmöstä. Jos pinnanlaadun halutaan pysyvän parempana, käytetään pienien kappaleiden osalta mikrosilloja ja puretaan robotilla suurempi kokonaisuus kerralla.

Särmäyslinjalla joudutaan edellisessä vaiheessa lisätyt jätepalat irrottamaan varsinaisista tuotteeseen kuuluvista levyosista. Koska levyosia ei ole merkitty, joudutaan särmäyksessä kuvia vertailemalla päättämään mikä on tarpeellinen osa ja mikä on jätepala. Särmäyslinjalla on käytännön kokemuksen kautta opittu tunnistamaan jätepala tuotteeseen kuuluvasta osasta. Levykeskuksella osia leikatessa, laserin sytytys muodostaa epämääräisen polttojäljen. Tämän vuoksi sytytys suoritetaan aina jätepalan puolella josta leikkaus aloitetaan. Särmäyslinjalla, kun sytytysjälki löytyy, oletetaan tämän suurella todennäköisyydellä olevan jätepala. Särmäyksessä jätepaloja irrotettaessa ja heitettäessä roskeen, saattaa sinne joutua myös tuotteeseen kuuluvia levyosia. Jos tuotteeseen kuuluva levyosa on heitetty roskeen ja sitä ei enään löydy tai se on samassa yhteydessä vaurioitunut käyttökelvottomaksi, tilataan tuotantoerälle korvaava osa. Tässä toiminnassa on myös paljon välillistä työtä ja korjaamisen aiheuttaman hukkan lisäksi esiintyy taulukon 4 mukaista hukkaa.

Taulukko 4. Kappaleiden tunnistamisesta ja mikrosilloista aiheutuva hukka.

Hukkalaji	Selite
Kuljetus	Jätettä kuljetetaan
Prosessihukka	Kappaleiden tunnistaminen
	Kappaleiden lajittelu
	Jätteen irrottelu

7.3.2 Ulkopuolelta johtuvat poikkeamat

Särmäyslinjalle tulee tuotantoerien mukana levyosia joissa esiintyy jo lähtötilanteessa poikkeamia. Nämä alla esitetyt poikkeamat on havaittu särmäyslinjalla, mutta aiheutuneet sen edeltävistä vaiheista. Edeltävillä vaiheilla tarkoitetaan lähinnä suunnittelua ja levytyökeskuksen työvaihetta. Näistä poikkeamista on aiheutunut särmäyslinjalla aiheetonta hukkaa.

Tuotteeseen kuuluva levyosa on valmistettu väärästä materiaalista: Särmäyslinjalla tuotantoerää valmistettaessa on huomattu joidenkin materiaalien olevan eri raaka-aineesta valmistettu kuin mitä valmistuspiirustuksissa määrätään. Tämä voi johtua muutamastakin seikasta. Työnsuunnittelussa nimikkeiden ja rakenteiden

luonnin yhteydessä raaka-ainetiedot tulevat valmistuspiirustuksista. Kun tuotantoerä luodaan, materiaalivaraukset syntyvät nimikkeen rakenteen mukaan.

Se miten raaka-aine käytännössä valmistusvaiheessa valitaan, riippuu kummalla ohjelmistolla levytyökeskukselle on nestattu. Levytyökeskuksille levyn leikkaukseen vaadittavien parametrien, työkalustuksien ja levynkäyttösuunnitelmien tekoon käytetään kahta ohjelmistoa, NC Expressiä ja Opticamiä.

NC Expressiä käytettäessä raaka-aineen valinta tapahtuu seuraavasti. ensimmäistä kertaa kun levyosaa valmistetaan, valitaan levytyökeskukselle nestatessa käytettävä raaka-aine. Oletuksena raaka-aineeksi on valittu aina rakenteessa käytetty materiaali, mutta nestauksen yhteydessä raaka-aineen voi vaihtaa. Ohjelma on yhteydessä ERP:ssä olevan tuotteen rakennemalliin ja poimii tarvittavat tiedot sieltä. Jos raaka-aine vaihdetaan muuksi kuin mitä levyosan rakenteessa on suunniteltu käytettävän, ilmoittaa ohjelma poikkeavuudesta ja pyytää vahvistamaan valinnan. Kun levyosa revisoidaan ja raaka-aine vaihtuu, antaa ohjelma ilmoituksen, mikäli valittu raaka-aine poikkeaa rakenteella olevasta. Kun valmistetun levyosan raaka-aine on eri kuin piirustuksessa, voi rakenteessa olla virhe tai nestauksessa revisoidun levyosan raaka-ainetta ei ole päivitetty uuteen.

Opticamiä käytettäessä raaka-aine poimitaan ensimmäisen kerran myös ERP:stä. Paikka, josta tieto poimitaan, eroaa NC Expressistä. Opticam poimii raaka-aineen paikasta, johon tiedot on luotu yksinomaan tälle ohjelmalle rakenteen suunnittelun yhteydessä. Täytettävä tieto rakenteen suunnittelun yhteydessä on manuaalisesti tapahtuva ja näissä tiedoissa on havaittakin olevan ajoittain näppäilyvirheitä.

Tuotantoeriä tehdään kiireellisissä poikkeustilanteissa myös pikatöinä. Pikatöillä tarkoitetaan tuotantoeriä, jotka eivät sisällä tuoterakennetta eivätkä näin synnytä materiaalivarauksia. Pikatöille on liitetty lista, josta ilmenee levykeskuksella leikkattava kappaleen geometriatiedoston nimi ja verkkokohdekansio sekä käytettävä raaka-aine ja vahvuus. Tämä lista vaatii paljon käsin syötettyä tietoa, ja levykeskuksella kappaleen työstöön vaadittavat tiedot täytetään tämän listan mukaan. Jos listassa on virhe, tai levykeskuksella kirjattu väärin käytettävä raaka-aine, ei tuotantoprosessi pysähdy muuten kuin visuaalisesti havaitulla poikkeamalla. Jos vir-

he huomataan särmäyslinjalla ja tuotteeseen kuuluva levyosa joudutaan valmistamaan uudelleen, koituu tästä korjaamisen aiheuttaman hukan lisäksi taulukon 5 mukaista hukkaa.

Taulukko 5. Vääränlaisen valmistetun levyosan aiheuttama hukka.

Hukkalaji	Selite
Odotus	Odotetaan puuttuvien tietojen saantia
Prosessihukka	Vikaa lähdetään selvittämään

Särmäyslinjalle tullut tuote on valmistettu vanhalla revisiolla: Tuotantoerää valmistaessa vertaillaan tuotantoerän kappalelistaa varsinaisiin leikattuihin levyosiin. Tuotantoerältä saatavassa kappalelistassa on listattuna kaikki tuotteeseen kuuluvat levyosat ja näiden revisiot. Jos piirustuksen revisio on uudempi kuin leikattu levyosa, seisahtuu toiminta tämän selvityksen ajaksi. Poikkeamista raportoidaan joko suunnitteluun tai omalle esimiehelle.

Levyosia valmistavia levytyökeskuksia on kolme, ja näiden välillä revisiotarkastusmenetelmä vaihtelee. Levytyökeskuksia ohjataan omilla ohjelmistoilla, joiden ominaisuudet revisiotarkastukseen ovat uudemmassa automatisoitu, mutta vanhemmassa ohjelmistossa vaaditaan manuaalista tarkastusta. Uudempi ja kehittyneempi ohjelmisto on NC Express, joka vertailee geometriatiedoston metadatan vaihtelua, ja ilmoittaa jos data on muuttunut. Tämä on viesti koneenkäyttäjälle uudesta revisiosta. Vanhempi käytössä oleva ohjelmisto Opticam, ei tarkkaile ulkopuolista dataa eikä hälytä mistään, vaan vertailua täytyy tehdä geometriassa visuaalisesti. Kaikkien leikattavien osien geometriaa ei voida joka kerta vertailla, koska tämä lisäisi kohtuuttoman paljon välillistä työtä. Tämän vuoksi levytyökeskuksen koneenkäyttäjä vaatii geometrian päivittämiseksi ulkopuolisen impulssin.

Normaalisti tämä on hoidettu niin, että kun työnsuunnittelussa päivitetään levyn geometria, poistetaan samalla vanha tiedosto. Kun tiedostoa ei ole, joudutaan levytyökeskuksella tekemään vaadittavat toimenpiteet alusta saakka, jolloin oikea geometria astuu voimaan myös levytyökeskuksella. Työnsuunnittelussa vanhan

geometriatiedoston hävittäminen riippuu siitä, millä levytyökeskuksella levyosa on aiemmin valmistettu.

Kun särmäyksessä ilmenee poikkeavuus materiaalin suhteen, pysäytetään toiminta, selvitetään vika ja odotetaan toimenpiteitä tai aloitetaan uusi työ selvityksen ajaksi. Jos tuotteeseen kuuluva levyosa joudutaan valmistamaan uudelleen, koituu tästä korjaamisen aiheuttaman hukan lisäksi taulukon 6 mukaista hukkaa.

Taulukko 6. Väärän revision aiheuttama hukka.

Hukkalaji	Selite
Odotus	Odotetaan puuttuvien tietojen saantia
Prosessihukka	Vikaa lähdetään selvittämään

Tuotteen geometriassa tai muotoilussa virhe: Särmäyslinjalle tulleissa levyosissa on esiintynyt virheitä niin geometrian kuin levykeskuksella muovattavien muotojen suhteen. Tällaisia virheitä voi syntyä alla olevista syistä:

- Levyosan geometriatiedostossa on virhe.
- Leikkaukseen tai muotoiluun vaadittavat parametrit on virheellisesti asetettu.
- Levytyökeskuksella häiriötilanne tai työkalu rikki.

Tällaisen vian ilmettyä särmäyslinjalla, toiminta seisahtuu. Jos tuotteeseen kuuluva levyosa joudutaan valmistamaan uudelleen, koituu tästä korjaamisen aiheuttaman hukan lisäksi taulukon 7 mukaista hukkaa.

Taulukko 7. Valmistetun poikkeavan levyosan aiheuttama hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Vikaa lähdetään selvittämään

7.3.3 Puutteet

Särmäyslinjalla on esiintynyt ajoittain materiaali puutteita, joiden juurisyitä on monissa tapauksissa usein vaikea selvittää. Puutteiden juurisyyn selvitys perustuu

korvaavan levyosan valmistuksen saattamisen yhteydessä annettuun virhesyyhyn. Materiaalipuutteet johtavat aina osan uudelleenvalmistamiseen ja näin aiheuttavat poikkeuksetta korvaavan osan valmistamisen kaltaista hukkaa.

Osat hukassa: Tuotantoerän tullessa särmäykseen, on tässä esiintynyt materiaali-
puutteita. Tässä yhteydessä puutteilla tarkoitetaan sellaisia levyosia, jotka levy-
keskukselta saatavan työstöraportin mukaan on valmistettu. Tämän mukaan puut-
teita aiheuttavat syyt voivat olla seuraavia. Levyosa on leikattu, ja jos kappaleen
purkuun ei olla käytetty purkurobottia, on levyosa käsin vietävä automaattivaras-
ton paletille. Tällaisia kappaleita voivat olla levytyökeskuksen luukun kautta pure-
tut pienet osat. Luukun kautta puretut osat tippuvat liukuhihnalle ja siitä hihnan
päässä olevalle kaulukselliselle trukkilavalle. Haastatteluiden perusteella liuku-
hihnalta tippuva levyosa ei aina osu lavalle vaan tippuu lattialle. Jos tippunutta
osaa ei huomata, puuttuu se seuraavasta työvaiheesta, särmäyksestä. Levyosa voi-
daan särmäyslinjalla todeta puuttuvaksi myös, jos tämä on erehdyksissä heitetty
jätteiden mukana roskeen. Ajankäyttötutkimuksen aikana havaittu levyosa oli tai-
vutettu virheellisesti ja heitetty roskeen, ja uutta korvaavaa osaa tilattiin tuotanto-
ketjun alusta syyllä, joka todellisuudessa kohdistui väärään työvaiheeseen. Täten
kolmantena syynä materiaalipuutteelle on, ettei särmäyslinjalla virheellisen työ-
suorituksen sattuessa välttämättä kerrota sen todellista alkuperää.

Osa jäänyt edelliseltä vaiheelta valmistamatta: Tuotantoerän valmistettavien
levyosien tarpeet johtuvat tuotantoerällä olevien nimikkeiden rakenteista. Vaikka
rakenne on oikein, voi levyosia jäädä leikkaamatta, jos tuotantoeriä yhdistellään.
Tuotantoerien yhdistelyn avulla poiketaan alkuperäisestä tuotantoerän valmistus-
suunnitelmasta. Tämä tarkoittaa sitä, että valmistettava tuotantoerä saatetaan pur-
kaa pieniin osiin raaka-aineen mukaan ja leikata nämä osat sellaisen tuotantoerän
mukana, jossa vaaditaan samaa raaka-ainetta. Tuotantoeriä yhdistellään kun lei-
kattavat osat ovat samoja tai erä koko on pieni ja/tai vaadittavaa raaka-ainetta on
montaa tyyppiä. Tuotantoerien yhdistely tapahtuu manuaalisesti. Kun levyosa lei-
kataan toisella erällä kuin se on alunperin suunniteltu valmistettavan, joudutaan
osa poistamaan vanhalta ja lisäämään uuteen tuotantoerään. Opticamiä käytettäes-
sä tämä vaatii kirjanpitoa, jotta tietyltä erältä poistettu levyosa varmasti päätyy

uuteen tuotantoerään oikealla kappalemäärällä. NC Expressiä käytettäessä tapahtuma on helppohoitoisempi, sillä nestejä saa kerralla useamman auki ja nestikoh-
taiset levyosien kappalemäärät päivittyvät reaaliajassa.

7.4 Käsiteltävät levyaihiot ja raaka-aine

Kappaleita on nestattu levyaihion valssaussuuntaan nähden sen suuntaisesti ja vastaisesti. Tämä aiheuttaa sen, että taivutettavassa kohdassa puristusta ja jännitystä muodostuu eri tavalla, vaikuttaen mm. takaisinjousto-
on. Jos samaa kappaletta nestataan useampi, mutta valssaussuunnan mukaisesti samoin päin, vaatii tämä särmääjältä vain yhden tarkistusmittauksen. Jos kappaleet on nestattu ilman min-
käänlaista kaavaa noudattaen, syntyy eroja särmäyksessä ja tarkistusta joudutaan suorittamaan teoriassa jokaiselle kappaleelle, jotta vaadittava laatutaso säilyy.

Kuten teoriapuolella olikin mainittu, toimivat raaka-ainetoimittajat hyvin suurien toleranssien sallimien standardien sisällä. Nämä näkyvät särmäyksessä siten, että vaikka samanlaisia kappaleita valmistetaan 10 kpl, osa näistä muovautuu eri taval-
la, koska raaka-aine-erä on levyajossa vaihtunut. Leikatut samanlaiset kappaleet ovat särmäyslinjalle tullessa omissa pinoissaan, mutta raaka-aine-erältään levy-
osat eivät ole eroteltuna.

7.5 Tutkimuksen aikana havaittu hukka

Ajankäyttötutkimuksen, särmäyslinjalla toiminnan seuraamisen sekä haastattelui-
den perusteella havaittiin toiminnassa hukkaa. Näitä hukkaa aiheuttavia toimintoja analysoitiin ja mietittiin miten näiltä voitaisiin välttyä. Alla lueteltuna erilaisia hukkaa aiheuttavia tekijöitä. Näiden tekijöiden lisäksi hukkalajiltaan odotusta ai-
heutuu aina kun kone odottaa työntekijää.

Valmistusdokumentit vuorojen vaihdon välissä hukkuvat: Työskentelyä seu-
ratessa ja havaintoa tehdessä haastateltiin työntekijöitä. Todettiin, että valmistus-
piirustukset ovat useinkin hukassa seuraavan vuoron aloittaessa. Tuotantoeräkoh-
taiset valmistusdokumentit keräillään normaalisti omaan seinään kiinnitettyyn do-
kumenttihyllyyn, josta särmäyslinjalla työskentelevät poimivat aloitetun tuotan-

toerän valmistusdokumentit. On kuitenkin mahdollista, että keskeneräisen tuotantoerän piirustuksia tai osaa niistä ei löydy mistään.

Kun piirustukset puuttuvat, joutuvat työntekijät tulostamaan ERP:stä uudet valmistusdokumentit. Valmistusdokumentit on totuttu tulostamaan suoraan nimikekohtaisista dokumenteista, jotka ovat aina tulostusajankohdan mukaan viimeisimmillä tiedoilla. Jos erilaisia levyosia on tuotantoerällä 200 kpl, vie dokumenttien uudelleentulostus osan työajasta. Tämä toiminta aiheuttaa taulukon 8 mukaista hukkaa.

Taulukko 8. Hukassa olevien dokumenttien aiheuttama hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Valmistusdokumenttien etsintä
	Vaadittavien dokumenttien tulostustarpeen selvittäminen
	Valmistusdokumenttien uudelleen tulostus

Levyosan nimiketunnuksen leimaaminen stanssaamalla osien kokoonpanotavan mukaan: Levyysiin nimiketunnuksen leimaaminen tapahtuu kokoonpanokuvia vertailemalla. Levyosa stanssataan, jos osaan liitetään pysyvällä liitosmenetelmällä, esimerkiksi pop-niittauksella, muita levyosia. Tähän kiinnitettäviä muita levyosia ei tällöin stanssata. Jos kokoonpano suoritetaan irrotettavien liitosten, esimerkiksi ruuvi-mutteri- liitoksin, stanssataan jokainen osa erikseen. Stanssaus siis vaatii piirustusten tarkastelua ja vertailua samassa yhteydessä ja aiheuttaa taulukon 9 mukaista hukkaa.

Taulukko 9. Stanssauksen vaadittavuuden selvittelystä aiheutuva hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Stanssauksen vaadittavuus tarkastettava valmistusdokumenteista

Mikrosiltojen hionta: Pienin mikrosilloin toisiinsa liitettyjen levyosien irrottelun jälkeen jää levyosaan aina mikrosillan kokoinen nystyrä. Mikrosilloista jää jälki myös levykeskuksella purkurobotin vaatimien jättepalojen lisäämisen johdosta. Levyä taivutettaessa joudutaan osa asettelemaan takavasteisiin, ja tässä yhteydes-

sä ylimääräinen nystyrä haittaa paikoitusta. Mikrosillan jäämä haittaa myös taivutusten jälkeen kohtaavien levyn reunojen välissä. Tämän vuoksi mikrosillan jäämät viilataan levyosasta ennen taivutusta. Tämä toiminta aiheuttaa taulukon 10 mukaista hukkaa.

Taulukko 10. Mikrosilloista aiheutuva hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Mikrosiltojen viilaus taivutuksen mahdollistamiseksi
Laatu	Korjaaminen

Särmäysohjelmasta taivutettavan sivun selvittäminen piirustusta apuna käytäen: Levyn taivutuksen yhteydessä selataan särmäysohjelmaa. Särmäysohjelmassa on asetettu parametrit käytettäville työkaluille, takavasteiden paikoitukselle, särmäysetäisyydelle ja särmän pituudelle. Se miten ohjelma on tehty ja millaisin työkaluin, riippuu ohjelman tekijästä. Ohjelmassa on asetettu arvot jokaiselle taivutettavalle sivulle. Sivun taivutukseen määritellyt arvot on esitetty numeerisesti ja näiden arvoihin perustuen särmättävä kohta etsitään piirustusten mittoja vertailemalla. Särmättävä sivu ei näin heti löydy, vaan kappaletta sovitellaan painimen ja vastimen välissä. Tämä toiminta aiheuttaa taulukon 11 mukaista hukkaa.

Taulukko 11. Taivutuskohdan selvityksen aiheuttama hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Särmäysohjelman parametrien vertailu valmistuspiirustuksen mittoihin

Olemassa olevia ohjelmia korjailaan jatkuvasti: Vaikka särmäysohjelma taivutettavalle tuotteelle olisikin olemassa, joudutaan silti ohjelmaa korjailemaan. Korjaaminen johtuu taivutettavan materiaalin ominaisuuksista. Näistä mainittavin on raaka-aineen paksuus, joka voi vaihdella valmistuserittäin. Myös takaisinjous-ton määrä riippuu siitä, kuinka päin levyosa on levyaihion valssaussuuntaan nähden leikattu. Mittauksia joudutaan käytännössä tekemään jokaisen levyosan suhteen, vaikka taivutettava tuote pysyisi samana. Tämä toiminta aiheuttaa taulukon 12 mukaista hukkaa.

Taulukko 12. Materiaalin ominaisuuksien vaihtelusta aiheutuva hukka.

Hukkalaji	Selite
Prosessihukka	Ohjelman korjailu vaikka taivutettava tuote sama
	Levyosan taivutusten tarkastaminen

Automaattivaraston häiriötilanteet pitkittävät tilatun materiaalin saapumista särmäyslinjalle: Kun automaattivarastossa on häiriö, ei varastossa oleva tavara liiku. Kaikki, jotka ovat varastosta tilanneet tavaraa, joutuvat varaston häiriötilanteen selvittämisen ajan odottamaan. Kun levytyökeskukset tilaavat automaattivarastosta raaka-ainetta tai syöttävät leikattuja tuotantoeriä, menevät nämä aina särmäyksestä lähtevän automaattivarastopyynnön edelle. Täten, jos häiriötilanne pitkittyy ja materiaalitulauksia varastoon on jonossa, voi tätä joutua hetken odottelemaan. Tästä aiheutuu taulukon 13 mukaista hukkaa.

Taulukko 13. Automaattivaraston häiriöistä aiheutuva hukka.

Hukkalaji	Selite
Odotus	Kone odottaa työntekijää ja työntekijä materiaalia

Suuret tuotantoerät ja näiden sisällön vaihtelevuus: Osa valmistettavista tuotteista on suuria ja näiden rakenteessa on paljon erilaisia taivutettavia osia. Kun tuotantoerällä oleva tuote on suuri, valmistetaan se usein yksittäin. Tuotteen rakenteen mukaisten osien taivutuksiin ja näiden asetusaikeihin kuluu valtavasti aikaa. Suurien erien osalta ei mainittavaa hukkaa ole erikseen, vaan samat edellä mainitut ongelmat ja näiden aiheuttamat hukat kertaantuvat näiden esiintyessä.

7.6 Ammattitaito ja perehdytys

Särmäyslinjalla työskentelevät ovat enemmistöltään harjaantuneita pitkäaikaisia työntekijöitä, joilla tietotaito tekemisen suhteen on karttunut vuosien saatossa vahvaksi. Tämä onkin osasyynä siihen, miten ongelmatilanteista selvittää useinkin hyvinkin helposti eikä täten ongelmatilanteiden ilmetessä aina näistä raportoidakaan. Laatu on noussut koko ajan keskeisemmäksi osaksi toimintaa ja tätä on pyritty kehittämäänkin erilaisten tarkastustoimenpiteiden avulla. Uuden vastaanot-

tamisessa esiintyy aina jonkin verran vastarintaa, mutta perusedellytys ammattitaidon säilyttämiselle on elinikäinen oppiminen ja kehittyminen ajan mukana. Uutta särmäyslinjalle tulevaa henkilöä perehdytetään ja opastetaan yrityksen sisäisillä ohjeilla.

8 KEHITYSEHDOTUKSET

Kehitysehdotukset on luotu pyrkien huomioimaan koko tuotantoketjua. Ehdotukset ovat siis tutkimukseen ja toimintaan perehtymisen pohjalta laadittu niin, että nämä ovat ylipäättään mahdollisia ja, että ehdotus ei muita prosessin vaiheita oleellisesti huonontaisi. Ajankäyttötutkimuksessa ilmenneiden tietojen pohjalta ja niitä analysoimalla todettiin kolmeksi suurimmiksi hukkaa tuottaviksi tekijöiksi alla listatut toiminnot ja niiden osuus tehollisesta työajasta.

- valmistuksen suunnittelu 27,2 %
- tauko aika 12,8 %
- tarkastus 7,1 %.

8.1 Valmistuksen suunnittelu

Valmistuksen suunnittelu pitää sisällään särmäysohjelman tekoon vaadittavaa yleistä mietintäaikaa, taivutusjärjestyksen suunnittelua, taivutuksiin käytettävien työkalujen suunnittelua, levyosan takavasteisiin asettelun suunnittelua sekä terien paikoituksen suunnittelua.

Särmäysohjelmaa ei voida tehdä ilman suunnitelmia. Tämä hukka voidaan kuitenkin särmäyksestä poistaa kokonaan eriyttämällä valmistuksen suunnittelu aiempaan vaiheeseen, jota yritys onkin suunnitellut. Kuten aiemmin mainittu, yritys on lähiaikoina investoimassa FCC software AB:n ohjelmistoon Autopol. Ohjelma mahdollistaa särmäyksen ennalta suunnittelun ja taivuttamiseen vaadittavan särmäysohjelman tekemisen. Samankaltainen ohjelma löytyy myös Amadan särmäyspuristimille nimeltään Dr.ABE_Bend. Amadan ohjelman käyttöönottamiseksi vaaditaan kuitenkin yksityiskohtainen tutkimus omaan konekantaan ja toimintatapoihin verraten. Valmistuksen eriyttäminen aiempaan vaiheeseen poistaa koko hukkatoiminnon särmäyksestä ja vähentää merkittävästi myös ohjelmointiin liittyvän välillisen työn osuutta, eli ohjelman tekoa, jonka osuus työajasta todettiin olevan 8,8 %. Näin ollen työaikaa yhdeltä särmäyspuristimelta vapautuisi yhteensä 36 %. Offline- ohjelmoinnin käyttöönotto kahden särmäyspuristimen osalta vapauttaa 25,5 h viikoittaista tehollista työaikaa/vuoro.

Valmistuksen suunnittelua voidaan myös vähentää standardoimalla ja yhtenäistämällä toistuvia toimintoja. Tämä vaatii pidempiaikaisen seurannan ja toimintoihin yksityiskohtaisemman paneutumisen, jotta yhtenäinen toimintatapa löydettäisiin, kun osa koneista ja työkaluista on erilaisia. Hukkaa voidaan myös pienentää luomalla selkeät särmäyksen työohjeet. Standardoinnin ja työohjeiden myötä myös särmäyksen toiminta yhtenäistyy ja selkeytyy. Yhtenäisiin toimintatapoihin vaiuttaa myös työnopastus. Jos työnopastusta hoitaa nimetty henkilö, pysyvät opitut toimintatavat ja työohjeet samoina kaikille, jotka opastusta tarvitsevat.

8.2 Tauko aika

Tauko aikaa esiintyi ajankäyttömittauksen aikana työaikaan nähden melko paljon. Käytännössä tauko aikaa ei olisi kuulunut koko toiminnan mittaamisessa esiintyä, koska hukka on laskettu nimenomaan tehollisesta työajasta. Tätä hukkaa voidaan poistaa muistuttamalla työntekijöitä sovitusta työajoista.

8.3 Tarkastus

Ajankäyttömittauksessa kolmanneksi suurin hukka todettiin olevan tarkastus. Tarkastusta suoritettiin miltei joka taivutuksen jälkeen, ja usein aiheestakin, eli korjattavaa löytyi. Jokaisen korjauksen jälkeen tarkastetaan mitta uudelleen. Se mitä parametreja särmäysohjelmalle annetaan, tulisi voida käyttää jokaiseen samanlaiseen taivutettavaan levyosaan. Laadun takaamiseksi mittojen tarkastaminen on välttämätöntä niin kauan kuin materiaalissa tai toimintatavoissa on vaihtelevuutta.

Tätä hukkaa voidaan kuitenkin pienentää ensisijaisesti omaa toimintatapaa muuttamalla. Tämä onnistuu levytyökeskuksella leikattavien osien ohjeistuksella. Kun tuotantoerällä on samanlaisia osia, tulisi ne leikata levyaihion valssaussuunnan mukaisesti samoin päin. Tällä estetään valssaussuunnasta aiheutuva takaisinjoustopon vaihtelevuus samojen levyosien välillä. Hukkaa saadaan pienennettyä myös lajittelemalla samanlaiset osat, jotka on leikattu eri raaka-aine-erästä. Tällä estetään materiaalin ominaisuuksien vaihtelusta aiheutuva särmäysparametrien pitämättömyys samojen levyosien välillä. Jos raaka-aineen käyttösuhde kärsii levy-

osien uuden leikkaustavan myötä, tulee tämän kustannus arvioida särmäyksessä tehtävän tarkastuksen aiheuttamaan kustannukseen.

8.4 Toimintatavat ja laatuvaatimukset

Särmäyslinjalla toimintaan perehtyen laadittiin kehitysehdotukset. Myös laatuvaatimusten juurisyytä selvittämällä tutkittiin ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja. Laadutonta toimintaa, niin särmäyksessä kuin edeltävissä vaiheissa, kehitysehdotusten kautta pyritään vähentämään.

Piirustusvirheet: Särmäyksessä esiintyvät piirustusvirheet voivat johtaa virheellisen tuotteen toimitukseen tai korvaavan osan uudelleen valmistamiseen. Koska suurin osa tilauksista valmistetaan asiakkaan piirustusten mukaisesti, vaikuttaa asiakkaan piirustusten laatu joissain määrin itse tuottamaan laatuun. Täten poikkeamat tulisi kirjata ja raportoida, jotta kehitystä voidaan seurata. Tilastointi ja raportointi auttaa myös asiakkaan oman toiminnan kehittämisessä, mikä puolestaan edesauttaa nostamaan omassa tuotannossa liikkuvien piirustusten laatua. Esille tulleiden piirustusvirheiden raportointiin ja jatkokäsittelyyn tulisi luoda oma menettelytapa. Uudesta menettelytavasta tulisi ohjeistaa kaikkia piirustusten kanssa tekemisissä olevia työntekijöitä.

Tämä ehkäisee virheiden syntyä sekä näin virheellisten tuotteiden toimittamista ja korvaavien osien uudelleen valmistamista. Tällä lyhennetään myös puuttuvien tietojen odotusaikoja, poistetaan piirustuksista puuttuvien mittojen laskemista ja vähennetään piirustusten lukuvirheitä.

Levyosien tunnistaminen ja lajittelu: Ennen varsinaisten töiden aloittamista, särmäyksessä joudutaan levyosat tunnistamaan ja sortteeraamaan. Koska levyosia ei ole merkattu mitenkään, voi levyosat, joista on myös valmistettu peilikuva, mennä sekaisin. Mitä suuremmaksi tuotantoerä kasvaa, sitä suurempi mahdollisuus on sekoittaa levyosia ja sitä enemmän aikaa tunnistaminen ja sortteeraus vie.

Samaan asiaan liittyy myös jätepalojen tunnistaminen tuotteeseen kuuluvista levyosista, jonka johdosta tarvittavia levyosia saattaa joutua roskiin. Levytyökeskuksen jättämän laserin sytytyspisteen sijainnin tarkistaminen jokaisen levyosan

suhteen ottaa ylimääräistä aikaa. Jos leikkaus on levytyökeskuksella suoritettu virheellisesti, saattaa särmäyksessä ilmetä epäselvyyksiä tai virhe voi johtaa särmäyksessä tuotteeseen kuuluvan levyosan tulkitsemiseksi jätetalaksi.

NC Expressiä käyttävältä levytyökeskukselta on mahdollista saada nestaukseen, levyosan geometriaan, työkaluihin ja kappaleiden purkuun liittyviä raportteja. Levytyökeskukselta tuotettavaa raportin sisältöä voi muokata, mutta tämä saatetaan joutua tilaamaan laite-edustajalta, Finn-Power Oy:ltä. Purkurobotin levyosien paikoittamisesta automaattivaraston paletille saatavassa raportissa on visualisoitu levyosan nimi ja sijainti paletilla. Tämän raportin ansiosta särmäyksessä nähdään missä mikäkin levyosa paletilla sijaitsee.

Kun osat ovat tunnistettavissa raportissa, ei tarvitse enää vertailla osien muotoja ja geometriaa tuotantoerällä oleviin dokumentteihin. Tämä siis poistaa tai vähentää merkittävästi vertailun aiheuttamaa tarkastusta ja lajittelua. Raportin käyttöönotto poistaa myös mahdollisuuden sekoittaa levyosat jätetaloihin sekä samankaltaisten osien peilikuvat, joten uuden korvaavan osan valmistamisesta aiheutuva hukka poistuu kokonaan.

Tuotantoerien valmistelua hoitaa tällä hetkellä yksi henkilö. Henkilön ollessa poissa, tehtävät tehdään särmääjien toimesta. Kouluttamalla ja sopimalla joka tilanteeseen varahenkilö(t), taataan osien lajittelun, palettien yhdistelyn, stanssauksen ja kierteityksen toiminnan jatkuvuus.

Mikrosillat: Levyosissa mikrosilloin kiinni olevat jätetalat ja toisiinsa liitetyt pienemmät osat irrotellaan särmäyksessä. Mikrosilloja esiintyy särmäyksessä silmämääräisesti kohtuuttoman paljon. Jos levyosaa ei irrotella varovasti, voi tämä vääntyä. Mikrosillan sijainti särmäyksessä aiheuttaa välillistä työtä jossa mikrosillat poistetaan.

Levykeskuksella mikrosiltojen määrää tulee kohtuullistaa. Mikrosillan paikoitukseen ei voida järkevällä tavalla vaikuttaa, koska levyn leikkauksen yhteydessä ei voida tietää, miten osa tullaan taivuttamaan. Taivutuskohdan tarkastaminen jokai-

sen levyosan suhteen aiheuttaisi kohtuutonta lisätyötä. Kohtuullistamalla mikrosiltojen määrää, vähennetään särmäyksessä osien irrottelusta aiheutuvaa hukkaa.

Materiaalitietojen paikkansapitävyys tuotannossa: Särmäyksessä on havaittu valmistettujen levyosien olevan poikkeavia piirustuksiin verraten. Poikkeavuutta on esiintynyt niin raaka-aineen kuin revision suhteen. Nämä syyt johtuvat särmäystä edeltävien työvaiheiden eli leikkauksen ja muovauksen ja työnsuunnittelun puutteellisista tai vääristä tiedoista.

Tuotteen revisioituessa voi raaka-aine tai sen vahvuus vaihtua. Tämä antaa NC Expressiä käyttävälle levytyökeskukselle impulssin muuttuneesta nimikkeen rakenteesta, jonka yhteydessä tarkistetaan myös raaka-aine. Opticamiä käyttävälle levytyökeskukselle ei edes geometriatiedoston päivitys riitä. Jos levyosaa on joskus levytyökeskuksella valmistettu, on työstöstä luotu oma tiedosto, joka sisältää leikkaukseen vaaditut tiedot. Kun tämä tiedosto poistetaan, ei vanhoja tietoja leikkaukseen ole mahdollista käyttää. Se, onko revisioitua levyosaa valmistettu Opticamiä käyttävällä levytyökeskuksella, vaatii erillisen tarkastuksen jokaisen nimikkeen osalta. Virheiden välttämiseksi tämän toiminnon automatisointia tulee tutkia.

Levyosien muotovirheet: Muotovirheiden aiheuttajasta ei ole tarkkaa tietoa. Koska geometria- ja muotovirheiden juurisyy voi olla moninainen, tulee virheen ilmaannuttua juurisyy kirjata ja tilastoinnin pohjalta tilannetta seurata. Valmistettavan levyosan muotoon aiheuttavan poikkeaman juurisyy voi syntyä jokaisessa alla luetellussa vaiheessa. Geometriaa käsitellään listan mukaisessa järjestyksessä suunnittelusta valmistukseen.

1. Geometria-tiedosto tulee asiakkaalta tai sisäisesti yrityksen omalta suunnittelijalta.
2. Geometria-tiedostoa jatkojalostetaan ja siirretään käytettäväksi tuotantoon.
3. Geometrian perusteella luodaan työstöohjelma.
4. Työstön aikana sattuu häiriötilanne.

Levyosia hukassa: Tuotantoerän tultua särmäykseen, on joidenkin levyosien todettu puuttuneen. Tässä tapauksessa puuttuvilla osilla tarkoitetaan osia, jotka ovat

varmuudella edellisessä vaiheessa valmistettu. Levykeskuksella luukun kautta purettuja osia voi tippua ohi laatikoiden lattialle. Levyosa puuttuu, jos se on vahingossa jätepalojen mukana joutunut roskiin. Myöskään todellista syytä materiaali-puutteelle ei välttämättä kerrota.

Laatikoille, joihin levytyökeskuksen luukun kautta puretut osat tippuvat tulisi valmistaa ohjaavat kaulukset. Tällaisia kauluksia on aiemmin ehdotettu levytyökeskuksen käyttäjän toimesta. Laatikon tulee olla myös tiivis joka puolelta. Tällä voidaan estää levyosien tippuminen lattialle. Särmäyksessä levyosien erottaminen jätepaloista onnistuu aiemmin mainitun levytyökeskukselta saatavan raportin avulla. Särmäyksessä työskenteleviä henkilöitä tulisi kannustaa virheiden alkuperäisen syyn tunnistamiseen. Kun virheen alkuperäinen syy selviää, voidaan sen synnyn ehkäisemiseksi toimintaa kehittää. Näillä toimenpiteillä ehkäistään osan puuttumisen aiheuttaman hukkan muodostumista.

Levytyökeskukselta valmistamatta jääneet osat: Kun tuotantoeriä yhdistellään, voi levyosia jäädä valmistamatta. Tilastollista tietoa ei ole siitä, onko levyosa jäänyt valmistamatta NC Expressiä vai Opticamiä käyttävältä levytyökeskukselta. On kuitenkin todennäköisempää, että levyosa jää valmistamatta Opticamiä käyttävältä levytyökeskukselta, koska tämä vaatii enemmän manuaalista käyttäjän kirjanpitoa.

Tilanteita, joissa tuotantoerien yhdistelyssä levyosa jää valmistamatta, voidaan ehkäistä kouluttamalla koneenkäyttäjiä ja/tai luomalla standardeja ja ohjeita erien yhdistelystä.

Valmistusdokumentit: Valmistusdokumentit hukkuvat vuorojen vaihdon yhteydessä. Prosessihukkaa aiheuttavat valmistusdokumenttien etsintä, tulostustarpeen selvittäminen ja tulostus. Tätä hukkaa voidaan ehkäistä määrittelemällä oma valmistusdokumenttien paikka keskeneräisille särmäyksessä oleville tuotantoerille. Yksinkertainen ja näkyvä paikka voisi olla suoraan särmäyspuristimen yläpalkkiin sijoitettu teline. Uudesta toimintatavasta tulisi särmäyslinjalla olevia työntekijöitä ohjeistaa.

Stanssaus: Koska stanssauksen vaadittavuutta joudutaan selvittämään kokoonpanopiirustusten avulla, voisi käytäntöä yhtenäistää. Sen sijaan, että käytetään aikaa stanssauksen vaadittavuuden selvittelyyn, voitaisiin harkita kaikkien levyosien stanssaamista. Samalla tällä saavutettaisiin jokaisen levyosan yksilöllinen tunnistettavuus. Tarkastukseen kulutetun ajan ja stanssauksen yleistämisen johdosta syntyvää kustannusta tulisi ainakin vertailla.

Taivutettavan sivun selvittäminen: Vaikka särmäysohjelma olisikin olemassa, kulutetaan aikaa taivutusjärjestyksen tutkimiseen. Tätä voitaisiin välttää luomalla särmäyksen aikana kaikille saatavaksi oleva valmistuksen työohje. Työohje tulisi olla helppokäyttöinen eikä täyttämiseen tulisi joutua käyttämään liiaksi aikaa. Tämä vaatisi kuitenkin näyttöpäätteen särmäyspuristimen välittömään läheisyyteen, jotta ylimääräistä liikennettä ei särmäyslinjalle tästä syntyisi.

Koska yritys on lähiaikoina investoimassa offline- ohjelmoinnin mahdollistavaan Autopol- ohjelmistoon, ei taivutusjärjestyksestä jouduta entiseen tapaan tutkia. Ohjelmalla on mahdollisuus luoda niin särmäysohjelma kuin raportti simuloidusta työjärjestyksestä. Raportti tulee kulkea tuotantoerän mukana aina särmäykseen asti.

Läpäisy aika: Särmäyslinja on usein tuotantoketjun pullonkaula. Tähän vaikuttaa se, että tuotantoa syötettäessä ei tiedetä tarkasteluhetkellä sen ajanhetkistä kuormaa. Mikään työvaihe ei pysty tuottamaan enempää kuin mitä menetelmät, toimintatavat tai vaatimukset edellyttävät. Tämän vuoksi olisikin ensisijaisen tärkeää saada tuotannon kuorma esille jotta kapasiteetin käyttö realisoituu. Kuorman esille tuonti edellyttää nimikkeistön vaiheajojen asettamista, jota yrityksessä onkin jo aloitettu tekemään. Läpäisyajan lyhentäminen ei myöskään onnistu työtahtia kasvattamalla, vaan erilaisten hukkatekijöiden poistamisella tai niiden vähentämisellä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyöni aihe ja tavoite oli särmäyksen tehostaminen. Pintapuolinen havainnointi särmäyksessä tehtävistä toiminnoista vaikutti päätökseen, joka johti tutkimaan tehostamista toiminnan laadun parantamisen kautta. Koska särmäyksessä syntyvät tuotokset eivät ole vertailukelpoisia, päädyttiin tuottavuuden kasvattamista tutkia hukcatekijöitä poistamalla. Hukcatekijöiden poistamisella ja käytösuhteita nostamalla saadaan lisää panoksia, jolloin teoriassa tuotokset kasvavat samassa suhteessa.

Hukkaa ja virheiden synnyn mahdollistavia tekijöitä löytyi runsaasti. Kaikkea hukkaa ei helposti löydy, vaan virheiden ilmaannuttua tulee nämä tilastoida ja kehitystä seurata. Toiminnan tehostaminen edellyttää tilanteen seuraamista sekä pitkäjänteistä ja järjestelmällistä kehittämistä systemaattisen ongelmanratkaisun avulla. Kehittäminen ei ole yksittäinen tehtävä, vaan jatkuva prosessi.

Koska vaihtelevuutta esiintyy suuresti särmäyslinjan kuormituksessa, tuotantoerien koossa, vaadittujen työvaiheiden ja osien vaativuuden suhteen, on pidempikestoinen mittaus tarpeen aina, kun tavoitteena on todenmukainen tulos. Esille tulleet epäkohdat ja näille ehkäisevät toimenpiteet riippuvat millä koneella työtä tehdään. Tuotantokoneiden ja näiden ohjelmien tuottamat ongelmat ja häiriöt vaativat aina yksilöllisen korjaustoimenpiteen. Tuotantokoneiden ja ohjelmien yhtenäistämällä taataan kehitykselle helppokulkuisempi tie.

Kehitysehdotuksia noudattamalla ja raportoituihin ongelmiin perehtymällä saavutetaan tehokkuutta, ei vain särmäyksessä vaan koko tuotannossa. Nämä toimenpiteet joissain määrin johtavat kohonneeseen kustannustehokkuuteen, lyhyempiin läpimenoaikoihin ja kohonneisiin koneiden käyttösuhteisiin.

LÄHTEET

Matilainen, J., Parviainen, M., Havas, T., Hiitelä, E. & Hultin, S. 2011. Ohutlevy-tuotteiden suunnittelijan käsikirja. Teknologiateollisuuden julkaisu 6/2010. Helsinki. Teknologiainfo Teknova Oy.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen - Parempi tuoteisto useasta näkökulmasta. Teknologiateollisuuden julkaisu 4/2009. Helsinki. Teknologiainfo Teknova Oy.

Lepola, P. & Makkonen, M. 2003. Hitsaus ja teräsrakenteet. 1.-4. painos. Helsinki. WSOY.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta - B2B - vähemmällä enemmän. 7. uud. painos 2009. Vantaa. Jouni Sakki Oy.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere. Infacs Oy.

Tuominen, K. 2010 a. Lean - Tehoa ja laatua hukkan vähentämiseen. 1. painos. Jyväskylä. A Bonnier Group Company.

Tuominen, K. 2010 b. Lean - Tehoa ja laatua prosessin ja virtauksen kehittämiseen. 1. painos. Jyväskylä. A Bonnier Group Company.

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Teknologiateollisuuden julkaisu 6/2009. Helsinki. Teknologiainfo Teknova Oy.

Sakki, J. tuottavuus. Viitattu 31.3.2016.
<http://www.jounisakki.fi/kirja/tuottavuus.htm>

Lehtimäki, T. Särääjä. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

Rantala, J. Särääjä. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

Haapaniemi, M. Särääjä. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

Röänd, E. Särääjä. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

Kivimäki, K. Levytyökeskuksen operaattori. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

Suurkoivu, J. Työsuunnittelija. VM-Group Oy. Haastattelut maaliskuuhuhtikuun 2016.

pos	Toiminto	Välitön				Välillinen				
		Arvoa		Arvoton		Arvoa		Arvoton		
		min	min	min	min	min	min	min	min	
1	Keskeneräisen työn aloitus, kuvat puuttuu	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	3,00	0,32
2	Kuvien etsintä	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,65
3	kuvien etsintä ERP:stä	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	9,00	0,57
4	Tulostus	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,00	0,00	0,00
5	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,50	0,00	0,00
6	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,70	0,00	0,00
7	Stanssaus	1,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
8	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,50	0,00	0,00
9	Taivutus	2,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
10	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
11	Taivutus	2,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	Tarkastus	0,00	0,00	1,00	0,97		0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,67	0,00	0,00
14	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
15	Taivutus	1,00	0,32	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
16	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,77		0,00	0,00	0,00	0,00
17	Osan sovitus kokoonpanopiirustuksen mukaan	0,00	0,00	1,00	0,10		0,00	0,00	0,00	0,00
18	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,12	0,00	0,00
19	Kappaleen viilaaminen	0,00	0,00	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00
20	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
21	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,67		0,00	0,00	0,00	0,00
22	Taivutus	0,00	0,58	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
23	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,55	0,00	0,00
24	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,07	0,00	0,00
25	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,83	0,00	0,00
26	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
27	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,28		0,00	0,00	0,00	0,00
28	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,27		0,00	0,00	0,00	0,00
29	Taivutus	0,00	0,27	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
30	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,38		0,00	0,00	0,00	0,00
31	Taivutus	0,00	0,28	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
32	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,23		0,00	0,00	0,00	0,00
33	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,33	0,00	0,00
34	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
35	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
36	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
37	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00

LIITE 1

38	Taivutus	0,00	0,32	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
39	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,35		0,00	0,00	0,00	0,00
40	Osan sovitus kokoonpanopiirustuksen mukaan	0,00	0,00	0,00	0,85		0,00	0,00	0,00	0,00
41	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,17	0,00	0,00
42	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,63	0,00	0,00
43	Kappaleen viilaaminen	0,00	0,00	1,00	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00
44	Dialogi	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	2,00	0,95
45	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,83	0,00	0,00
46	Taivutus	0,00	0,22	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
47	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
48	Taivutus	0,00	0,55	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
49	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,73		0,00	0,00	0,00	0,00
50	Osan sovitus kokoonpanopiirustuksen mukaan	0,00	0,00	0,00	0,37		0,00	0,00	0,00	0,00
51	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,53	0,00	0,00
52	Kappaleen viilaaminen	0,00	0,00	0,00	0,32		0,00	0,00	0,00	0,00
53	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,67	0,00	0,00
54	Taivutus	0,00	0,10	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
55	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,27		0,00	0,00	0,00	0,00
56	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	2,00	0,25
57	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,53	0,00	0,00
58	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,42	0,00	0,00
59	Kappaleen siirto	0,00	0,00	0,00	0,55		0,00	0,00	0,00	0,00
60	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,68
61	Stanssauksen valmistelu	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,35	0,00	0,00
62	Dialogi	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	2,00	0,83
63	Stanssaus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
64	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00
65	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		14,00	0,48	0,00	0,00
66	Dialogi	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	3,00	0,80
67	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,18	0,00	0,00
68	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
69	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,50		0,00	0,00	0,00	0,00
70	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,75	0,00	0,00
71	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,27		0,00	0,00	0,00	0,00
72	Taivutus	0,00	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
73	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,35		0,00	0,00	0,00	0,00
74	Taivutus	0,00	0,10	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
75	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,57		0,00	0,00	0,00	0,00
76	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
77	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,63		0,00	0,00	0,00	0,00

LIITE 1

78	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00
79	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00
80	Mietintätauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,95
81	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
82	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00
83	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00
84	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
85	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
86	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
87	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
88	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,40	0,00	0,00
89	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,95	0,00	0,00
90	Dialogi	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,18
91	Tauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	11,00	0,85
92	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,43		0,00	0,00	0,00	0,00
93	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
94	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,43		0,00	0,00	0,00	0,00
95	Taivutus	0,00	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
96	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,50		0,00	0,00	0,00	0,00
97	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,33	0,00	0,00
98	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
99	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,22		0,00	0,00	0,00	0,00
100	Taivutus	0,00	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
101	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,50		0,00	0,00	0,00	0,00
102	Osan sovitus kokoonpanopiirustuksen mukaan	0,00	0,00	1,00	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00
103	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,23	0,00	0,00
104	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		3,00	0,43	0,00	0,00
105	Kappaleen siirto	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
106	Taivutusjärjestyksen tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00
107	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
108	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,28		0,00	0,00	0,00	0,00
109	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
110	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,32		0,00	0,00	0,00	0,00
111	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,35		0,00	0,00	0,00	0,00
112	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
113	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,30		0,00	0,00	0,00	0,00
114	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
115	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
116	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,40	0,00	0,00
117	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
118	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,38		0,00	0,00	0,00	0,00

119	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
120	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
121	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
122	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
123	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
124	Osan sovitus kokoonpanopiirustuksen mukaan	0,00	0,00	0,00	0,58		0,00	0,00	0,00	0,00
125	Työn kuittaus, kuvat ja osat paletille. Paletit asemaan	0,00	0,00	0,00	0,00		4,00	0,35	0,00	0,00
126	Palettien nouto asemasta varastopaikalle	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	6,00	0,75
127	Uuden työn valinta ja palettien tilaus	0,00	0,00	3,00	0,53		0,00	0,00	0,00	0,00
128	Palettien veto asemasta	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,42
129	Osien irrottelu aihioista	0,00	0,00	0,00	0,00		7,00	0,38	0,00	0,00
130	Jätepalat roskeen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,22
131	Osien irrottelu aihioista	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,67	0,00	0,00
132	Jätepalat roskeen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,70
133	Sortteeraus	0,00	0,00	0,00	0,93		0,00	0,00	0,00	0,00
134	Jätepalat roskeen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,22
135	Tauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	2,00	0,40
136	Ohjelman haku	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,83	0,00	0,00
137	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		3,00	0,83	0,00	0,00
138	Valmistuksen suunnittelu (järjestys ja työkalut?)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	4,00	0,48
139	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,53	0,00	0,00
140	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,25	0,00	0,00
141	Valmistuksen suunnittelu (järjestys ja työkalut?)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	38,00	0,60
142	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		5,00	0,70	0,00	0,00
143	Taivutus	0,00	0,33	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
144	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,17	0,00	0,00
145	Taivutus	0,00	0,33	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
146	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,17	0,00	0,00
147	Taivutus	0,00	0,33	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
148	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
149	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
150	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00
151	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,20	0,00	0,00
152	Taivutus	0,00	0,47	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
153	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00
154	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,13	0,00	0,00
155	Taivutus	0,00	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
156	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,57		0,00	0,00	0,00	0,00
157	Tauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	17,00	0,78

LIITE 1

158	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
159	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
160	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
161	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
162	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
163	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00
164	Taivutus	0,00	0,32	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
165	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
166	Tarkastus	0,00	0,00	2,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
167	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00
168	Taivutus	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
169	Taivutus	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
170	Taivutus	0,00	0,27	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
171	Kappaleen viilaaminen	0,00	0,00	0,00	0,42		0,00	0,00	0,00	0,00
172	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
173	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,40		0,00	0,00	0,00	0,00
174	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
175	Taivutus	0,00	0,45	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
176	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
177	Taivutus	0,00	0,35	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
178	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
179	Taivutus	0,00	0,10	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
180	Taivutus	0,00	0,43	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
181	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
182	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
183	Taivutus	0,00	0,22	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
184	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
185	Taivutus	0,00	0,12	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
186	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
187	Taivutus	0,00	0,23	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
188	Taivutus	0,00	0,27	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
189	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
190	Taivutus	0,00	0,27	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
191	Taivutus	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
192	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,32	0,00	0,00
193	Valmistuksen suunnitelu (järjestys ja työkalut?)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	20,00	0,83
194	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		5,00	0,00	0,00	0,00
195	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
196	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
197	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,50		0,00	0,00	0,00	0,00
198	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
199	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00

200	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
201	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,42	0,00	0,00
202	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
203	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,52		0,00	0,00	0,00	0,00
204	Taivutus	0,00	0,42	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
205	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00
206	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	2,00	0,23		0,00	0,00	0,00	0,00
207	Taivutus	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
208	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,58		0,00	0,00	0,00	0,00
209	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,78	0,00	0,00
210	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	0,00	0,48		0,00	0,00	0,00	0,00
211	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,50		0,00	0,00	0,00	0,00
212	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,53	0,00	0,00
213	Taivutus	0,00	0,40	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
214	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
215	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00
216	Taivutus	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
217	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00
218	Taivutus	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
219	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
220	Taivutus	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
221	Taivutus	0,00	0,23	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
222	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,67		0,00	0,00	0,00	0,00
223	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,15	0,00	0,00
224	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,22		0,00	0,00	0,00	0,00
225	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,22	0,00	0,00
226	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
227	Piirustusten tutkiminen	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,38	0,00	0,00
228	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
229	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,28		0,00	0,00	0,00	0,00
230	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
231	Taivutus	0,00	0,22	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
232	Taivutus	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
233	Taivutus	0,00	0,12	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
234	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00
235	Taivutus	0,00	0,32	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
236	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
237	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		4,00	0,20	0,00	0,00
238	Valmistuksen suunnittelu (järjestys ja työkalut?)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	19,00	0,33
239	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		5,00	0,47	0,00	0,00
240	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	4,00	0,20		0,00	0,00	0,00	0,00

LIITE 1

241	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
242	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
243	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,42		0,00	0,00	0,00	0,00
244	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
245	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00
246	Taivutus	0,00	0,27	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
247	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,27		0,00	0,00	0,00	0,00
248	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
249	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,43	0,00	0,00
250	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	0,00	0,67		0,00	0,00	0,00	0,00
251	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
252	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,20		0,00	0,00	0,00	0,00
253	Kulman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
254	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
255	Kappaleen viilaaminen	0,00	0,00	0,00	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00
256	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
257	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,08	0,00	0,00
258	Taivutus	0,00	0,23	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
259	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,20		0,00	0,00	0,00	0,00
260	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	0,00	0,53		0,00	0,00	0,00	0,00
261	Terien vaihto	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,57	0,00	0,00
262	Mietintätauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,28
263	Tarkastus	0,00	0,00	3,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00
264	Kappaleen sovittelua takavasteisiin	0,00	0,00	0,00	0,55		0,00	0,00	0,00	0,00
265	Tauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	6,00	0,18
266	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
267	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
268	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
269	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
270	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
271	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
272	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
273	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,03	0,00	0,00
274	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
275	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
276	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
277	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
278	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
279	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
280	Taivutus	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
281	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		3,00	0,72	0,00	0,00

LIITE 1

282	Valmistuksen suunnitelu (järjestys ja työkalut?)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	32,00	0,77
283	Ohjelman teko	0,00	0,00	0,00	0,00		5,00	0,52	0,00	0,00
284	Taivutus	0,00	0,13	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
285	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,37		0,00	0,00	0,00	0,00
286	Taivutus	0,00	0,30	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
287	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00
288	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
289	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
290	Taivutus	0,00	0,17	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
291	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,33		0,00	0,00	0,00	0,00
292	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,28	0,00	0,00
293	Taivutus	0,00	0,37	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
294	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00
295	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,20	0,00	0,00
296	Taivutus	0,00	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
297	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00
298	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,25	0,00	0,00
299	Taivutus	0,00	0,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
300	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,10		0,00	0,00	0,00	0,00
301	Taivutus	0,00	0,23	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
302	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,30		0,00	0,00	0,00	0,00
303	Taivutus	0,00	0,42	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
304	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	0,00	0,00
305	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,12	0,00	0,00
306	Taivutus	0,00	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
307	Tarkastus	0,00	0,00	0,00	0,30		0,00	0,00	0,00	0,00
308	Ohjelman korjaus	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,25	0,00	0,00
309	Tarkastus	0,00	0,00	2,00	0,80		0,00	0,00	0,00	0,00
310	Dialogi	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	7,00	0,48
311	Työn kuittaus, kuvat ja osat paletille. Paletit asemaan	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,18	0,00	0,00
312	Tauko	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	16,00	0,50
	YHTEENSÄ (min)	6,00	24,97	20,00	36,83	0,00	94,00	24,88	203,00	14,98