

# CNC-KONEIDEN TOIMINTA-ASTEEN PARANTAMINEN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Puutuotetekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Opinnäytetyö  
Kevät 2006  
Antti Nousiainen

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Lahden ammattikorkeakoulun puutuotetekniikan suuntautumisvaihtoehdon koulutusohjelmaan kuuluvana opinnäytetyönä.

Opinnäytetyö tehtiin keväällä 2006.

Ohjaavana opettajana toimi yliopettaja Pentti Perkiömäki. Yrityksen puolelta ohjaajana toimi puolestaan tuotannonjohtaja Jari Virtanen. Kiitokseni haluan lausua edellä mainituille henkilöille avusta työn aikana. Lisäksi haluan kiittää CNC-yksikön työntekijöitä, jotka hermostumatta jaksivat olla tarkkailun alaisena.

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikan koulutusohjelma

NOUSIAINEN, ANTTI: CNC-koneiden toiminta-asteen parantaminen  
Case: Ruukki Furniture Oy

Puutuotetekniikan opinnäytetyö, 49 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2006

---

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee Hollolassa sijaitsevan huonekaluyritys Ruukki Furniture Oy:n CNC-koneiden toiminta-asteen parantamista.

Työn teoriaosuudella selvitetään työn rationalisointia ja työntutkimusta. Työssä vastataan kysymyksiin mitä, miksi ja miten rationalisointia suoritetaan. Lisäksi selvitetään työntutkimuksen eri vaiheet ja mm. sen eri käyttökohteet.

Työn tarkoituksena oli saada pullonkaulana toimiva CNC-yksikkö toimimaan paremmalla toiminta-asteella. Aluksi kartoitettiin, mihin aika CNC-koneilla todella kului. Kartoitus tehtiin työnaikatutkimuksella. Työnaikatutkimuksen lisäksi toiminta-astetta heikentäviä tekijöitä, kuten häiriöitä ja virheitä, selvitettiin erilaisin tutkimuksin. Myös työpisteiden toimivuudesta tehtiin havaintoja, joita käytettiin uuden layoutin suunnittelussa.

Tutkimuksissa selvisi, että tuottavan ajan osuus oli vain 43 % työskentelyajasta, mikä on teollisuudessa aivan liian vähän. Laskelmissa kävi ilmi, että pienillä investoinneilla tuottavan ajan osuutta saataisiin nousemaan 22 prosenttiyksikköä. 22 prosenttiyksikön nousu tuotavassa ajassa merkitsisi sitä, että tuotantoa voitaisiin lisätä noin 50 %.

Laskelmien mukaan toiminta-asteen noususta aiheutuisi noin 9000 € säästöt kuukausittain, jos tuotantoa ei nostettaisi. Käytännössä työn hyöty on kuitenkin suurempi, sillä on luonnollisesti järkevää lisätä tuotantoa, jos koneissa on siihen varaa.

Avainsanat: rationalisointi, työntutkimus, toiminta-aste

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

NOUSIAINEN, ANTTI: Improving the degree of utilization of a CNC cell  
Case: Ruukki Furniture Ltd

Bachelor's thesis in wood technology, 49 pages, 6 appendices

Spring 2006

---

## ABSTRACT

This study deals with improving the utilization degree in the CNC cell in the factory of Ruukki Furniture Ltd in Hollola.

The theory part deals with the rationalization of work and work study. It answers to questions what rationalization is, why and how it is done in industry. Besides that, the different stages of work study and its applications are examined.

The purpose of the study was to find out solutions to improve the degree of utilization of a CNC cell which has been a bottleneck in the production. First, you had to find out how the time was used in the CNC cell. The Survey was done by measuring the work time. Such factors as disturbances and production faults were also analysed. Observations were also made about how the workers operated at the work-station. Those observations were used in designing the new layout.

The study results indicated that only 43 % of the working time at the CNC machines was used for actual machining, which of course is too little in industrial manufacture. The calculations showed that with small investments you could raise the machining time by 22 %. A 22 % increase would mean approximately 50 % increase in production.

According to the calculation the increase of the utilization degree would bring approximately 9000 € monthly savings even without any increase in production. In practise the benefit of the study is even greater, because it is naturally reasonable to increase production if your machines can manage that.

Keywords: rationalization, work study, the degree of utilization

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 TUOTANNON RATIONALISOINTI	2
2.1 Mitä tuotannon rationalisointi on?	2
2.2 Miksi tuotantoa kannattaa kehittää?	3
2.3 Kehitystyön onnistumisen edellytykset	3
2.4 Tuotannon kehittämisen vaiheet	3
2.4.1 Kehitysprojektin tehtävän määrittely ja tietojen hankkiminen	5
2.4.1.1 Tehtävän määrittely	5
2.4.1.2 Tietojen hankkiminen	6
2.4.2 Paremman ratkaisun kehittäminen	7
2.4.2.1 Asetus- ja tuotantoaikojen lyhentäminen	7
2.4.2.2 Konehäiriöiden poistaminen ja häiriöajan lyhentäminen	9
2.4.2.3 Uuden työtavan suunnittelu	9
2.4.3 Kehitystoimien toteuttaminen käytännössä	10
2.5 Kehitystyön ongelmat	11
3 TYÖNTUTKIMUS	12
3.1 Miksi työtä tutkitaan?	12
3.2 Miten työntutkimus tehdään?	14
3.2.1 Informaation kerääminen	14
3.2.2 Työmenetelmien määrittäminen	14
3.2.3 Työn osittelu ja kuvaus	15
3.2.4 Työajanmittaus	16
3.2.4.1 Työmittausmenetelmät	16
3.2.4.2 Työajan määrittäminen	17
3.2.4.3 Työajan normalisointi	17
3.2.4.4 Työerien normaaliarvon laskeminen	18
3.2.4.5 Apuaika ja sen laskeminen	19

4 CNC-KONEIDEN TOIMINTA-ASTEEN PARANTAMISTUTKIMUS	21
4.1 Työn lähtökohdat, tavoitteet ja rajoitukset	21
4.2 Tietojen hankkiminen ja tutkimustulosten esittäminen	22
4.2.1 Aikatutkimus	23
4.2.1.1 Routronicin aikatutkimuksen tulokset	24
4.2.1.2 Recordin aikatutkimuksen tulokset	27
4.2.2 Häiriötutkimus ja työskentelyä hidastavat tekijät	30
4.2.2.1 Routronicin häiriötutkimuksen tulokset	30
4.2.2.2 Recordin häiriötutkimuksen tulokset	32
4.2.3 Virhetutkimus	33
4.3 Tutkimustulosten analysointi sekä parannus- ja kehitysideat	35
4.3.1 Aikatutkimuksen analysointi ja aseteajan lyhentämistoimet	35
4.3.2 Konehäiriöiden vähentäminen	38
4.3.3 Virheiden analysointi ja vähentäminen	38
4.3.4 Muita rationalisointitoimia	39
4.3.4.1 Layout	39
4.3.4.2 Teräkaappi	40
4.3.4.3 Jigihylly	41
4.3.4.4 Lavakortti	42
4.3.5 Teoreettinen aikajakauma rationalisointitoimien jälkeen	42
5 TYÖN TALOUDELLINEN VAIKUTUS JA INVESTOINTIKUSTANNUKSET	43
6 PÄÄTÄNTÄ	46
LÄHTEET	49
LIITTEET	50

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Hollolassa toimivalle Ruukki Furniture Oy:lle. Ruukki Furniture Oy:n tuotanto koostuu liimapuu- ja MDF-levyistä valmistetuista huonekaluista. Levyistä valmistetaan mm. erilaisia lipastoja, laatikostoja, senkkejä ja vitriinejä.

Tuotantoprosessi Ruukki Furniturella alkaa määrämittäisinä tilattujen levyjen käsittelyllä. Levyihin tulevien työstöjen mukaan työt jaetaan tappi- ja poralinjan muodostaman solun ja CNC-koneiden kesken. CNC-koneille ohjataan lähinnä sellaisia töitä, joita ei tehokkaamman tappi- ja poralinjasolun kautta voida kappaleen vaatimien työstöjen takia ajaa. Sellaisia työstöjä ovat mm. kaarevia muotoja sisältävät kappaleet. Myös montaa erilaista työstöä vaativat kappaleet on perinteisesti ajettu CNC:llä, koska tällöin yhdellä kiinnityksellä on saatu ajettua kaikki kappaleeseen tehtävät työstöt. Suurin massa Ruukilla Furniturella menee tappi- ja poralinjan kautta, mutta myös CNC-koneet ovat erittäin kuormitettuja. CNC-koneet ja pora- ja tappilinja muodostavat yhdessä ns. levytiimin. Levytiimissä tehtyjen koneistusten jälkeen tuotantoprosessi jatkuu levyjen pintakäsittelyllä, jonka jälkeen ne sitten kokoonpanon ja pakkauksen jälkeen toimitetaan asiakkaille.

Työn lähtökohtana oli opinnäytetyön tilaajayrityksen tarve saada yrityksen CNC-koneiden toiminta-astetta nostettua. CNC-koneet olivat tuotannossa pullonkaula, joten yrityksen tuotantokapasiteetin nousun kannalta työ oli äärimmäisen tärkeä.

Työ sisältää kaksi osaa: teoria- ja tutkimusosan. Teoriaosassa käsitellään työn rationalisointia ja työntutkimusta yleisellä tasolla. Varsinaisella tutkimusosalla selvitetään, mikä/mitkä tekijät ovat aiheuttaneet sen, etteivät CNC-koneet Ruukki Furniturella ole toimineet tarvittavan korkealla toiminta-asteella. Lisäksi selvitetään, millä keinoin huonoa toiminta-asetta voitaisiin parantaa. Selvitystyö aloitettiin työaikatutkimuksella, jossa selvitettiin, mihin aika CNC-koneilla todella kului. Aikatutkimuksen lisäksi tutkittiin myös konehäiriötä ja sellaisia tekijöitä, jotka merkittävästi hidastivat tuotantoa. Myös tuotannollisista virheistä kerättiin tietoa.

Tutkimustulokset esitetään kohdassa 4.2 (Tietojen hankkiminen) ja niitä analysoidaan kohdassa 4.3 (Tutkimustulosten analysointi). Analyysien pohjalta esitetään keinoja siihen, jolla kutakin tutkittua kohdetta voidaan jatkossa tehdä paremmin ja sitä kautta tehokkaammin. Työssä on myös laskettu, millä toiminta-asteella CNC-kone voisi rationalisoinnin jälkeen toimia.

Toiminta-asteen nousun myötä on loogista, että myös yrityksen tuottavuus kasvaa. Työn loppupuolella selvitetään, mikä on arvioidun toiminta-asteen nousun myötä saavutettava taloudellinen hyöty ja minkälaisia kustannuksia työssä esitetyt rationalisointitoimet aiheuttavat.

## 2 TUOTANNON RATIONALISOINTI

### 2.1 Mitä rationalisointi on?

Rationalisointi on ihmiselle luontaista toimintaa. Siinä pyrkimyksenä on helpottaa työtä tai yleensä elämän olosuhteita. Teollisuudessa rationalisoinnilla tarkoitetaan toimintaa, jossa asioita järjestetään niin, että niiden tekeminen on helpompaa, nopeampaa ja taloudellisempaa. Johtamistaidon opiston mukaan ”rationalisoinnilla tarkoitetaan sellaista jatkuvaa järjestelmällistä toimintaa, jonka tarkoituksena on tieteen ja tekniikan tarjoamin keinoin sekä yhteistoiminnan avulla kohottaa tuotannon, so. organisatoristen järjestelyjen, teknisten välineiden sekä työsuoritusten taloudellista hyötysuhdetta ja inhimillistä miellyttävyyttä”. Rationalisoinnille on yleensä myös ominaista, että siinä pyritään parantamaan yrityksen tuottavuutta lähinnä olemassa olevien voimavarojen käyttöä parantamalla. Rationalisointi-sana tulee kreikankielisestä sanasta ”ratio” ja se tarkoittaa järkeä. Rationalisointia voidaankin kutsua yksinkertaisesti järjeistämiseksi. (Michelsen 2001, 11-12; Johtamistaidon opisto.)



## 2.2 Miksi tuotantoa kannattaa kehittää?

Tuotannon kehittämistä ei varmaankaan tarvitse koskaan liiemmin perustella. Kaikille on selvää, että kun tuotantoa kehitetään, se tehostuu ja silloin se on myös taloudellisesti ajatellen kannattavampaa. Tuotannon kehittämiselle voi kuitenkin olla muitakin syitä ja maaleja. Kehittämistoimet voivat taloudellisten syiden lisäksi kohdistua myös laadullisiin tai työnsuojelullisiin tavoitteisiin. Toisaalta voidaan ajatella niin, että samalla kun panostetaan laadun parantamiseen, niin samalla myös taloudellinen tulos paranee. Toisin sanoen, olipa kehityksen kohde mikä tahansa, niin aina myös muutkin kohteet hyötyvät siitä. (Aulanko, Hotanen & Voitto 1996, 67.)

## 2.3 Kehitystyön onnistumisen edellytykset

Onnistuakseen kehitystyö vaatii kolme tekijää: tahtoa, kykyä ja mahdollisuuden kehittää. Jos yksikin tekijä puuttuu, ei kehitystä voi tapahtua. Jos esimerkiksi henkilöstöön luodaan kova tahto kehittää jotakin, mutta ei kuitenkaan sen jälkeen tarjota koulutusta tai muuteta rakenteita sellaisiksi, että on mahdollista tehdä kehitystyötä, ei kehitystä myöskään silloin tapahdu. Näiden kolmen tekijän lisäksi kehittämistyössä vaaditaan ohjausta viemään projektia eteenpäin ja pitämään kehitysprosessi oikeassa suunnassa. (Salminen 1998, 83.)

Tahto, kyky ja mahdollisuus eivät ole toisistaan riippumattomia. Jos esimerkiksi henkilöstöllä on riittävä koulutus (kyky) ja tietoisuus kehittymisen mahdollisuuksista, voi se ne lisätä tahtoa kehittää. Näiden kahden tekijän puute voi puolestaan vähentää kehitystyötahtoa. (Salminen 1998, 83.)

## 2.4 Tuotannon kehittämisen vaiheet

Toiminnan kehittäminen on perusluonteeltaan aina hyvin samanlaista. Ensin selvitetään missä ongelmat ovat, minkä jälkeen kerätään kaikki mahdollinen tieto asian parantamiseksi. Lopuksi hiotaan parannusideat toteuttamiskelpoiseen

muotoon ja toteutetaan ne. Nämä kolme kohtaa Aulangon ym. (1996, 69) mukaan ovat:

- A. Tehtävän määrittely ja tietojen hankkiminen:
  - kokonaisuuden selvittely ja ongelmien kartoittaminen
  - kehittämisen kohdistaminen ja rajaus
  - tavoitteen asettaminen
  - yksittäisen kohteen valinta ongelma-alueelta
  - työn sisällön selvitys ja kuvaaminen
  - aikojen määrittely.
  
- B. Paremman ratkaisun kehittäminen:
  - muutosten ideointi
  - paremman ratkaisun hahmottaminen
  - uuden tilanteen kuvaaminen ja tarkistaminen kuvauksen perusteella.
  
- C. Uuden toimintatavan käyttöönotto:
  - vastuuhenkilöt ja aikataulut
  - välineiden valinta ja tarkistukset
  - aloitus ja seuranta.

Työnkehitysmenetelmistä on koottu ns. ”huoneentaulu”. Nimi antaa viitteitä siitä, että tämä taulu voisi olla aina nähtävällä työpisteissä, jolloin tieto työn parantamisesta olisi ikään kuin aina saatavilla. Seuraavassa on esitetty kyseisen huoneentaulun sisältö:

Poista tarpeeton työ:

- vähennä työvaiheita
- poista välivarastoja.

Lisää tehollista työaika ja koneiden käyntiaikaa:

- vähennä odotusaikoja
- lyhennä ja vähennä seisokkeja
- estä häiriöiden syntyminen

- lyhennä asetus- ja valmisteluajojen osuutta
- vähennä aputehtävien (apuaikojen) osuutta.

Lisää koneiden nopeutta:

- etsi optimit kullekin tuotteelle
- paranna välineitä ja työmenetelmiä
- tarkista nopeuden vaikutus laatuun ja turvallisuuteen.

Lyhennä työvaiheiden aikoja:

- poista kaksinkertainen työ ja turha kuljetus
- paranna välineitä ja työmenetelmiä.

Vähennä aineiden ja tarvikkeiden käyttöä:

- selvitä optimitilanne kullakin tuotteella
- selvitä ainehukan syyt.

Vähennä työvirheitä:

- virheet aiheuttavat ylimääräistä työtä ja ainehukkaa
- virheet johtuvat usein puutteellisesta tiedonkulusta tai harkinnan puutteesta
- opasta oikeisiin työmenetelmiin.

Vähennä hukkaa:

- raaka-aine-erän vaihdot
- laadun vaihdot
- tuotteen vaihdot
- työvirheet
- virheellinen aine tai puolivalmiste.

(Aulanko ym. 1996, 68.)

## 2.4.1 Kehitysprojektin tehtävän määrittely ja tietojen hankkiminen

### 2.4.1.1 Tehtävän määrittely

Ensimmäinen tehtävä kehitysprojektia aloitettaessa on kehitystyöryhmän kokoaminen ja tehtävän määrittely. Työryhmään on paras valita edustaja jokaisesta henkilöstöryhmästä. Tärkeintä kuitenkin on, että ryhmästä löytyy

tarpeeksi asiantuntemusta ja että tietoa on myös työntekijäpuolelta. Tässä vaiheessa työ myös rajataan ja kohdistetaan selkeäksi kokonaisuudeksi. Keskustelemalla eri henkilöstöryhmien edustajien kanssa saadaan usein paras käsitys siitä, mitä on viisainta ruveta tutkimaan ja sitä kautta kehittämään. (Aulanko ym. 1996, 69.)

Seuraavaksi työlle määritetään tavoite. Tavoite voi olla tässä vaiheessa vielä suuripiirteinen ja sitä voidaan vielä tutkimuksen aikana tarkentaa. Tavoite voi aluksi olla esimerkiksi: ”CNC-koneiden toiminta-astetta nostettava”. Kun tutkimus etenee, voidaan sitä täydentää vaikka muotoon: ”CNC- koneiden toiminta-astetta nostettava 30 %”. (Aulanko ym. 1996, 69.)

Kun tavoitteet on asetettu, on aika keskustella siitä, minkälaisia rajoitteita yritys kehitysprojektille antaa. Voidaan esimerkiksi määrätä, että projektin budjetti on 5000 €tai että projekti suoritetaan ilman investointeja. Taloudellista panostusta ei tarvitse tässä vaiheessa vielä lyödä lopullisesti lukkoon vaan vasta sitten, kun tutkimus on tehty, sillä asiaa tutkiessa voidaan löytää uusia kehitysmahdollisuuksia. Rajoitteet voivat olla myös ei-taloudellisia. Esimerkkinä vaikkapa, että ”Koneita ei saa siirtää” tai että ”Purunpoistoa ei uusita vielä, vaan se tehdään erillisessä projektissa”. (Aulanko ym. 1996, 69.)

#### 2.4.1.2 Tietojen hankkiminen

Tietojen keräämisen ensimmäinen vaihe on työn kuvaaminen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työ jaetaan ns. työeriin, joista kootaan työeräluettelo. Luettelosta selviää työn eri vaiheet työntekojärjestyksessä. Luetteloon kerätään myös aikatietoja kustakin työerästä, jolloin nähdään, mihin aika todella kuluu. Kyseinen kuvaus ja aikatietojen keruu tehdään niin itse työntekovaiheelle kuin myös asetteelle. (Aulanko ym. 1996, 71.)

Seuraavaksi selvitetään, missä tilanteissa syntyy raaka-ainehukkaa ja minkälaisia virheitä tuotannossa syntyy. Tässäkin vaiheessa taas kuvataan tilanteet, joissa hukkaa ja virheitä tehdään. Kiinnitetään erityinen huomio kaikkiin kriittisiin

tilanteisiin, kuten työn aloittamiseen, raaka-aine-erien vaihtoihin, laadun vaihtoon ja työn lopettamistilanteisiin. (Aulanko ym. 1996, 71.)

Kone- ja laitehäiriöt voivat laskea koneen toiminta-astetta merkittävästi. Tämän vuoksi erilaisten kone- ja laitehäiriöiden selvittäminen on paikallaan.

Ensimmäisenä kannattaa kerätä tietoja siitä, millaisia häiriöt ovat ja kuinka usein niitä esiintyy. Näin saadaan selville häiriöiden painopiste, jolloin kehitystoimet voidaan kohdistaa oikein. (Aulanko ym. 1996, 71.)

#### 2.4.2 Paremman ratkaisun kehittäminen

Parempia ratkaisuja kehitettäessä tutkitaan tietojen keruusta saatuja tuloksia sekä käydään kohta kohdalta läpi aikaisemmin esitelty ”huoneentaulu”. Jos kyseessä on tuotanto- tai/ja asetustyön tarkastelu, kannattaa saaduista aikatiedoista koota joko pylväs- tai ympyrädiagrammeihin selventävä esitys siitä, mihin aika kuluu. Samalla kannattaa myös jakaa työkuvauksessa eriteltyt työnerät sisäisiin ja ulkoisiin tapahtumiin. Sisäisiä tapahtumia ovat sellaiset tapahtumat, joissa kone seisoo ja joissa työ edistyy. Ulkoisiksi tapahtumiksi kutsutaan sellaisia työneriä, joissa työkappaleen valmistus ei välittömästi edisty. (Aulanko ym. 1996, 73.)

##### 2.4.2.1 Asetus- ja tuotantoaikojen lyhentäminen

Asetusaika on tuottamatonta aikaa. Näin ollen on luonnollista, että tuottamattoman ajan osuus pyritään karsimaan minimiin. Asetusaikoja lyhentämällä voidaan sarjatuotannossa eräkokoja pienentää, mikä merkitsee sitä, että tuotannon joustavuus ja kapasiteetti kasvavat. Samalla kun aseteajat saadaan alas, tuottavuus nousee, mikä merkitsee sitä, että yksikkökustannukset laskevat. Asetusaikoja lyhennetään Perkiömäen (2005) mukaan seuraavalla tavalla:

- aseteajan rakenteen selvitys
- aseteajan jako ulkoiseen ja sisäiseen asetteeseen (ulkoisessa asetteessa kone pyörii, kun sisäisessä kone joudutaan pysäyttämään)
- jos mahdollista, siirretään sisäisiä asetetoimintoja ulkoiseen asetteeseen

- tutkitaan jäljelle jääneen sisäisen aseteajan ja ulkoisen aseteajan lyhentämismahdollisuuksia.

Aseteaikoja voidaan lyhentää Perkiömäen (2005) mukaan seuraavilla toimenpiteillä:

- selkeiden mitta-asteikoiden ja linjamerkkien merkitseminen työkoneeseen
- ohjaimet ja kiinnittimet mahdollisimman helppokäyttöisiksi
- terien huolto järjestelmälliseksi, aina pitää olla tarpeeksi teriä käytettävissä
- teräasete tulee tehdä mahdollisimman valmiiksi etukäteen, teräaseteessa riittävät mittatiedot
- työkalujen, terien ja esim. jigien säilytys niin, että ne löytyvät nopeasti
- valmiin asetteen tarkistus nopeaksi ja luotettavaksi
- koneen ja työpisteen puhtaanapito
- huoltotoimet etukäteen.

Myös varsinaista tuotantoaikaa kannattaa pyrkiä lyhentämään. Tuotantoaikaa eli ns. koneaikaa, voidaan lyhentää koneistusnopeutta korottamalla.

Koneistusnopeutta lyhennettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, etteivät laatu ja työturvallisuus samalla kärsi. (Aulanko ym. 1996, 75.)

CNC-koneilla tuotantoaikaa voidaan lyhentää määrittämällä työstöohjelmaan karapään liikenopeudet mahdollisimman nopeiksi, mutta kuitenkin niin, ettei laatu kärsi. Työstöohjelmaa tehdessä on aina myös mietittävä, missä järjestyksessä mikin työstö tehdään. Hyvin suunnitellussa työstöohjelmassa ei ole lainkaan turhia liikkeitä eikä turhia teränvaihtoja. Työstöohjelmaa suunnitellessa on myös mietittävä kappaleen kiinnitystä imupöytään. Esim. jigien käytöllä voidaan yhdellä kiinnityksellä saada useampia kappaleita kerralla. Tällöin vältetään karapään turhilta liikkeiltä ja kappaleenvaihdoilta.

#### 2.4.2.2 Konehäiriöiden poistaminen ja häiriöajan lyhentäminen

Tietojen keruussa saatiin tietoja siitä, minkälaisia häiriöitä koneessa on ja kuinka paljon niitä esiintyy. Jos näitä tietoja ei ole kerätty, voidaan aivan yhtä hyvää tietoa saada koneenkäyttäjää haastattelemalla, sillä luultavasti hänellä on paras tieto häiriöistä. (Aulanko ym. 1996, 76.)

Optimaalisin tilanne on, kun häiriöitä ei esiinny lainkaan. Usein tämä ei kuitenkaan ole mahdollista muuta kuin teoriassa, sillä häiriötä tulee luultavasti aina olemaan. Häiriöiden poistossa tavoitteena on luonnollisesti estää häiriöitä. Jos tähän ei aivan kuitenkaan pystytä, tavoitellaan sitä, että häiriöiden vaikutukset saadaan minimoitua. (Aulanko ym. 1996, 76.)

Kun häiriöitä lähdetään estämään, on ensimmäisenä viisainta käydä niiden häiriöiden kimppuun, joita tapahtuu eniten. Kun tiedetään, mistä häiriö syntyy, tulee sen aiheuttaja tietysti poistaa. Kannattaa selvittää, voidaanko koneen pyöriessä toimia niin, että häiriöt voidaan estää. Jos häiriötä ei kuitenkaan voida estää ja kone on aina pysäytettävä, on pyrittävä siihen, ettei aikaa tuhjata tarvittavaa kauemmin. Tavoitteena on siis nopea häiriönpoisto. Kuten aseteajan lyhennyksessäkin, myös häiriöaikaa lyhentäessä kannattaa jakaa työt sisäisiin ja ulkoisiin töihin. Tärkeää on, että huolehditaan siitä, että tehdään ainoastaan pakolliset sisäiset työt koneen käynnistämiseksi. Ulkoiset työt voivat olla sellaisia, joita voidaan tehdä ennalta häiriöön varautuen. (Aulanko ym. 1996, 76.)

Kun on kehitetty idea häiriöiden estämiseksi ja/tai niiden minimoimiseksi, tulee tämä vielä testata. Jos idea osoittautuu toimivaksi, tehdään sen pohjalta selkeä toimintaohje, josta selviää tapa, jolla toimitaan häiriön tapahtuessa. (Aulanko ym. 1996, 76.)

#### 2.4.2.3 Uuden työtavan suunnittelu

Uutta työtapaa suunniteltaessa, otetaan kaikki kehitysideoita ja tietojen hankinnasta ja työn kuvauksesta tulleet tiedot tarkasteltavaksi. Tavoitteena on koota sellainen

toimintatapa, joka on sekä toteuttamiskelpoinen, että myös tavoitteen ja annettujen rajoitusten mukainen. (Aulanko ym. 1996, 77.)

Kun työryhmässä on päästy yksimielisyyteen uudesta työtavasta, johon useasti nopeasti päästäänkin, valmistetaan siitä työnkuvaus samalla tavalla kuin alkuperäinen työnkuvaus tehtiin. Muuttuneiden kohtien aika-arvot täytyy tämän jälkeen arvioida, mutta muuttumattomissa voidaan käyttää alkuperäisiä arvoja. (Aulanko ym. 1996, 77.)

Lopullisen suunnitelman synnyttyä on tarpeen vertailla uuden työskentelytavan hyötyä, ja myös kustannukset tulee selvittää. Voitetusta aikaerosta ja hukan vähentämisestä saadaan hyvin laskettua niiden rahallinen arvo. Toisaalta taas esimerkiksi uudet työvälit tai tuotemuutokset tuovat kustannuksia. Kun sekä hyödyt sekä kustannukset on laskettu, voidaan sanoa, onko kehitystyöstä taloudellista hyötyä. (Aulanko ym. 1996, 77.)

#### 2.4.3 Kehitystoimien toteuttaminen käytännössä

Käytäntö on osoittanut, että kehityssuunnitelmien teko on helppoa, mutta niiden loppuun vieminen ei enää olekaan niin vaivatonta. Kehitystyön tässä vaiheessa olisikin parasta kokoontua sopivalla porukalla, jolla on sekä päätäntävaltaa, että myös sellaisia tahoja, jotka sitten vastaavat kehitystoimien loppuun viemisestä. Ensimmäisenä pitää tehdä päätös, jonka esimies hyväksyy. Hyväksytyt päätökset pohjalta valmistetaan suunnitelma, josta selviävät seuraavat asiat: kustannusbudjetti, muutosaikataulu ja vastuunhenkilö/vastuunhenkilöt. (Aulanko ym. 1996, 78.)

Tärkeä osa päätöstä on vastuunhenkilöiden valinta. Valinta on tietysti voinut tapahtua jo suunnitelman toteuttamispäätöksen yhteydessä. Tärkeintä kuitenkin on, että vastuunhenkilö löytyy. Tässä yhteydessä päätetään, mistä vastuunhenkilö/vastuunhenkilöt vastaa/vastaavat. Voidaan esimerkiksi koota lista, josta ilmenevät kullekin henkilölle kuuluvat asiat. Listassa voi olla mm. seuraavanlaisia asioita:



- huolehditaan suunniteltujen toimenpiteiden suorittamisesta
- huolehditaan, että tarvittavat koneet/materiaalit hommataan
- huolehditaan, että muutos tapahtuu sovitussa aikataulussa
- kootaan ryhmä kasaan, jos ongelmia ilmenee.

Toinen olennainen osa päätöstä on muutosaikataulu. Alustava aikataulu on tehty toteuttamissuunnitelman yhteydessä. Lopullinen aikataulu muovautuu sen mukaan, kun tiedetään mm. millainen on tuotantotilanne, milloin tarvittavat välineet/koneet/materiaalit saadaan toimitettua tehtaalle ja kuinka kauan esim. piirustusten muokkaamiseen menee. Vastuhenkilö laatii aina tarkimman aikataulun, sillä hänellä tulee olla tieto siitä, miten asiat saadaan etenemään. (Aulanko ym. 1996, 78.)

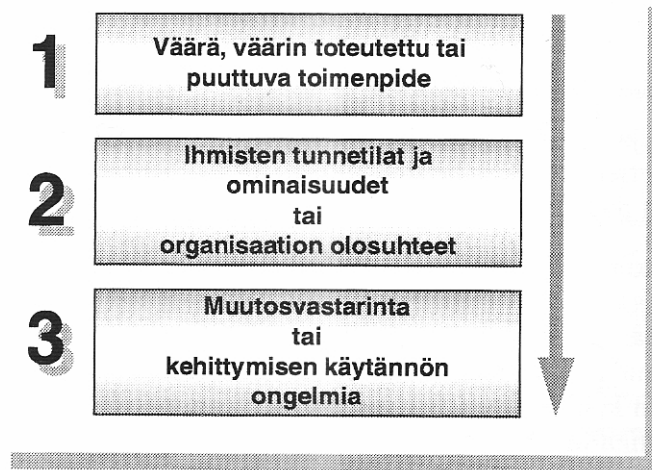
Muutostöitä on myös seurattava. Parasta on aina sovituin väliajoin koota työryhmä kokoon ja siellä selvittää, missä vaiheessa muutosprosessi on. Ensimmäinen kokous kannattaa sopia pidettäväksi jo vastuhenkilön valintatilaisuudessa. Seuraavissa kokouksissa on aina hyvä sopia taas seuraavat kokoukset, jolloin vastuhenkilölle muodostuu sopiva kannustin, jotta asiat tulevat etenemään aikataulun mukaisesti. (Aulanko ym. 1996, 78.)

## 2.5 Kehitystyön ongelmat

Kehitysprojekteissa voi tulla vastaan kahdenlaisia ongelmia: käytännön ongelmia, sekä ns. muutosvastarintaa. Käytännön ongelmana voidaan pitää esimerkiksi koulutuksen puutetta, joka hidastaa esim. uusien toimintatapojen käyttöönottoa. Muutosvastarinta taas voi ilmetä esim. aktiivisena ja äänekkäänä vastustamisena, passiivisuutena tai sääntöjen rikkomisena. (Salminen 1998, 83-84.)

Käytännön ongelmille sekä muutosvastarinnalle on ominaista, että niille on jokin syy. Syy-seuraus -suhdetta kuvaa hyvin KUVIO 1. Siitä selviää, että väärin

toteutettu tai puuttuva kehitystoimenpide aiheuttaa ihmisten tunnetilat tai organisaation olosuhteet, jotka taas aiheuttavat muutosvastarintaa tai kehittymisen käytännön ongelma. Kuvion tarkoituksena on selventää, että yrityksissä tehtävät toimenpiteet on suorittava hyvin, koska muutoin niistä voi aiheutua moninaisia ongelmia. (Salminen 1998, 83-84.)



KUVIO 1. Ongelmien syys-seuraus – suhde (Salminen 1998, 84)

Ongelmat eivät kuitenkaan välttämättä ole aina huono asia, sillä ne saavat yleensä silmät aukenemaan parempaan tekemiseen. Ongelmien tai vaikeuksien ilmetessä ei pidäkään säikähtää vaan ottaa siitä kaikki olennainen tieto talteen, sillä usein juuri näin päästään parhaaseen ja toimivaan lopputulokseen. (Salminen 1998, 83-84.)

### 3 TYÖNTUTKIMUS

#### 3.1 Miksi työtä tutkitaan?

Työntutkimusta voidaan pitää yritystoiminnan perustyökaluna. Työtä kannattaa tai oikeastaan pitää tutkia, koska siitä saatava tietoa käytetään monissa eri yrityksen

toiminnoissa. Työnmittauksessa olennaista on mitata täsmällisesti työhön kuluva aika. Aikatietoja käytetään neljään eri tarkoitukseen: tuotteen hinnoitteluun, tuotannon suunnitteluun, menetelmien vertailuun ja kehittämiseen sekä urakkapalkan määrittämiseen. (Vartiainen 1994, 124.)

Ensimmäisenä käyttökohteena on hinnoittelu. Kun tuotetta hinnoitellaan tai suunnitellaan, on äärimmäisen tärkeää tietää, mitä sen valmistaminen maksaa. Tämä kustannustieto saadaan selville, kun tiedetään materiaalikustannukset ja työkustannukset. Työkustannuksia laskettaessa on tietenkin tunnettava ko. työhön kuluva aika ja työntekijälle maksettava palkka.

Toinen käyttökohde on tuotannon suunnittelu. Jotta tuotanto saataisiin pyörimään optimaalisella kapasiteetilla, on tunnettava kuhunkin työhön kuluva aika. Jos näitä aika-arvoja ei tiedetä, on täysin mahdotonta suunnitella työn kuormitusta ja työtehtävien ajoitusta.

Kolmas käyttökohde on menetelmien vertailu ja työnkehitys. Monesti työ voidaan suorittaa monella eri tavalla. Tällöin on ensiarvoisen tärkeää tutkia, mikä niistä on nopein, koska se on yleensä yritystoiminnan kannalta edullisinta. Myös työtä kehitettäessä aikatiedoilla on paljon käyttöä. Kun tunnetaan eri työvaiheisiin kuluva aika, nähdään selkeämmin mihin aika todella kuluu, ja tällöin voidaan miettiä, voisiko sitä saada lyhennettyä jollakin tavalla.

Viimeisenä työntutkimustietojen käyttökohteena on urakkapalkkaus. Urakkapalkkaa määritettäessä on tunnettava tarkasti, miten kauan työn tekemiseen kuluu aikaa. Jos työaika on esimerkiksi määritetty liian pitkäksi ja työntekijä pystyy sen normaalilla työskentelynopeudella aina alittamaan, joutuu yritys maksamaan tällöin turhasta.

### 3.2 Miten työntutkimus tehdään?

Työnmittaustapahtuma voidaan jakaa neljään vaiheeseen. Vain ne kaikki vaiheet huolellisesti suorittamalla voidaan olla varmoja siitä, että saatu tulos (normiaika) on ns. pätevä. Mittausvaiheet Johtamistaidon opiston mukaan ovat seuraavat:

1. informaation kerääminen
2. työmenetelmien määrittäminen
3. työnosoittelu (erät) ja kuvaus
4. työajanmittaus ja tulosten esittäminen

#### 3.2.1 Informaation kerääminen

Informaatio-vaiheessa kerätään olennainen tieto tutkimuksesta. Kirjataan ylös mitä tutkitaan, miksi tutkitaan ja kuinka tutkitaan. Siitä tulee myös ilmetä, että mihin saatuja tuloksia käytetään ja miten se liittyy mahdollisiin muihin tutkimuksiin. (Johtamistaidon opisto.)

#### 3.2.2 Työmenetelmien määrittäminen

Kun kaikki tarvittava informaatio on saatu ylös, on työmenetelmien määrittämisen aika. Siinä määritetään yhteistyössä työntutkijan, työnjohdon ja työntekijän kanssa se menetelmä, miten työtä tehdään. Olennaista on se, ettei vallitsevaan työmenetelmään tule suhtautua kritiikittömästi, vaan niin, että siinä nähdään aina parantamisen varaa. Työmenetelmää kehitettäessä tähän vaiheeseen ei sen sijaan tule keskittyä liiaksi, vaan silloin olennaista on enemmänkin todeta, miten työtä tehdään ja jälkeenpäin on sitten vasta työnmenetelmien parantamisen vuoro. Kun menetelmää määritetään, on syytä huomioida ns. muuttujat, jotka vaikuttavat suoraan työnajan pituuteen. Tällaisia muuttujia voivat esimerkiksi olla työssä nostettavan kappaleen paino, työn vaikeusaste ja liikepituus. Nämä kyseiset muuttujat määritetään sen mukaisella tarkkuudella, mihin saatuja tutkimustuloksia käytetään. (Johtamistaidon opisto.)

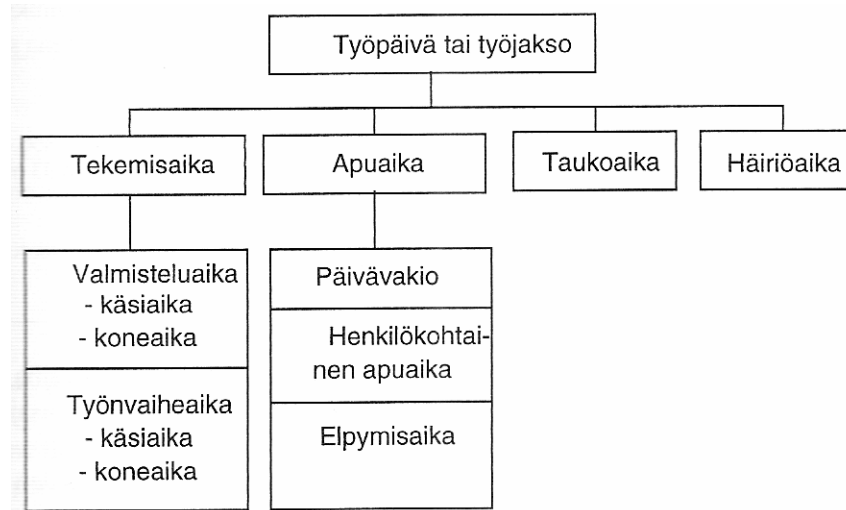
### 3.2.3 Työn osittelu ja kuvaus

Menetelmän määrittämisen jälkeen työaika (yleensä työpäivä tai tuotantoerä) jaetaan eriin. Tämä siksi, että tulosten käsittely ja hyväksikäyttö helpottuu. Koerät jaotellaan seuraavasti: tekeminen, apuaika, tauko-aika ja häiriöaika. Jakoa selventää KUVIO 2. (Johtamistaidon opisto.)

Tekemisen voisi määrittää niin, että siinä tehtävä työ edistää konkreettisesti tuotteen valmistusta. Tekemisaika voidaan puolestaan jakaa kahteen osaan: valmistelu-aikaan ja työvaihe-aikaan. Valmistelu-aika tarkoittaa sitä, että se tehdään ainoastaan yhden kerran yhtä tuotantoerää kohti. Kyseessä voi olla esimerkiksi asetteen teko. Työvaihe-aika taas tarkoittaa sitä aikaa, joka on riippuvainen tuotantoerän koosta. Työvaihe-aika voidaan vielä jakaa kahteen osaan: kone-aikaan ja käsi-aikaan. Käsi-aikalle on ominaista se, että siihen vaikuttaa käytännössä vain työntekijän oma riipeys eli joutuisuus, johon tutustutaan työssäni vielä hieman tarkemmin. Kone-aika taas on työntekijästä riippumaton. Aika määräytyy koneen nopeudesta. (Johtamistaidon opisto.)

Apu-aika tarkoittaa sitä aikaa, joka toistuu päivästä toiseen samanlaisena. Apu-aikaan kuuluu ns. päivävakio ja jokaisella työntekijällä kuuluva elpymisaika. Päivävakiosta esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi työpisteen siivous. Elpymisaika taas on työehtosopimuksen mukainen aika, joka antaa työntekijälle lain suomen mahdollisuuden lepoon. Taukoajaksi lasketaan se aika, joka menee apuajassa sovitun ajan yli. (Johtamistaidon opisto.)

Häiriö-aika kattaa sellaiset tapahtumat, jotka tapahtuvat ennalta arvaamatta. Sen luonteeseen kuuluu, ettei sen aikaa myöskään ennalta tiedetä. Häiriötä voivat olla esimerkiksi konehäiriöt ja tai vaikkapa puruimurin käyttökatkot. (Johtamistaidon opisto.)



KUVIO 2. Työajan jakautuminen (Vartiainen 1994, 125)

### 3.2.4 Työajanmittaus

#### 3.2.4.1 Työnmittausmenetelmät

Työtä voidaan mitata viidellä eri menetelmällä. Ne ovat liikeaikatutkimus, normaaliaikatutkimus, ajankäyttötutkimus, havainnointitutkimus ja aikalaskelmat. Kun työtä ruvetaan tutkimaan, onkin syytä tuntea nämä menetelmät ja osattava valita siihen parhaiten soveltuva. (Johtamistaidon opisto.)

Omassa työssäni ainoana vaihtoehtona näin ajankäyttötutkimuksen. Toki havainnointitutkimuksellakin olisi saanut yhtä pätevän tuloksen, mutta siihen aika ei olisi millään riittänyt, sillä havainnointitutkimus vaatii pitkän aikavälin seuranta. Liikeaikatutkimusta ja normaaliaikatutkimusta voidaan soveltaa parhaiten normalisoitujen aika-arvojen mittaamiseen monille erilaisille työtapauksille. Aikalaskelmia taas voidaan käyttää silloin, kun työstökoneen työstöarvot ja työstettävä kappale tunnetaan. Jos esimerkiksi tiedetään, että CNC-jyrsimellä ajetaan 15 m/s ja työstettävän levymäisen kappaleen ympärysmitta on 5 m, niin voidaan helposti laskea työhön kuluva aika fysiikan peruskaavalla  $t = s / v$ . Työnmittausta tehdessä olisikin hyvä ottaa käyttöön sellainen ajatusmaailma, että

kerran saatuja arvoja voisi jälkeenkään hyödyntää. Paras mahdollinen tilanne olisikin, että työnmittauksista saadut tulokset koottaisiin ns. standardiaikajärjestelmiksi, jolloin esimerkiksi työnjohdolla olisi helpompi suunnitella tuotannonkuormitusta, kun tiedossa on kuinka kauan työ todellisuudessa tulee kestämään. (Johtamistaidon opisto.)

#### 3.2.4.2 Työajan määrittäminen

Perusajatuksena on määrittää työhön kuluva aika. Jotta ko. työaika saadaan määritettyä tarkoin ja jotta sitä voidaan ylipäätään kutsua työnmittaukseksi, on työnmittaajan oltava selvillä muutamista muuttujista. Työajan määrittämisessä tavoitteena on saada selville ns. normalisoitu aika. Tämä tarkoittaa sitä, että saadun aika-arvon on oltava riippumaton työntekijästä, mittaajasta ja työolojen tilapäisestä vaihtelusta. (Johtamistaidon opisto.)

#### 3.2.4.3 Työajan normalisointi

Edellisessä kappaleessa mainittuun normalisoituun aika-arvoon päästään, kun tunnetaan työn joutuisuus ja tapa, jolla työtä tehdään, on määritetty riittävällä tarkkuudella. Työnmittauksen tulos, eli työarvo  $T$ , voidaankin esittää seuraavalla kaavalla (KAAVA 1):

$$T = \text{normalisoitu aika} / \text{tunnettu työ}$$

KAAVA 1.

Edellä mainittu joutuisuus on erittäin tärkeä tekijä normalisoitua työaikaa selvitettyäessä. Joutuisuudella tarkoitetaan työntekijän ripeyttä tai nopeutta omassa työssään. Normaalijoutuisuuden  $k_j$  arvo on 1. Jos työtä tehdään esimerkiksi joutuisuudella 1,2 (eli normaalijoutuisuutta nopeammin) ja mitattu aika on 60 s,

on normalisoitu aika tällöin  $1,2 * 60 \text{ s} = 72 \text{ s}$ , eli normalisoidulle ajalle ( $t_n$ ) saadaan seuraava lauseke (KAAVA 2):

$$t_n = k_j * t_v$$

KAAVA 2.

jossa

$t_n$  = normalisoitu aika

$k_j$  = joutuisuuskerroin

$t_v$  = mitattu aika

Normaalijoutuisuutta voi olla vaikea kuvata tai ymmärtää, ellei tunne työntutkimusta tarkemmin. Jonkinlaista osviittaa kuitenkin antaa varmasti se tieto, että ns. keskivertotyöntekijä, jolla on riittävä kokemus ko. työstä, alittaa työlle lasketun normaaliarvon urakkatyövauhdilla noin 15 - 20 prosentilla. Jos työntekijä ei kykene alittamaan normaaliarvoa, on syynä yleensä riittämätön koulutus tai muuten vain riittämätön pätevyys ko. työhön. (Johtamistaidon opisto.)

#### 3.2.4.4 Työerien normaaliarvon laskeminen

Yleensä normaaliarvot määritetään erikseen sekä itse työvaiheelle että myös valmisteluvaiheelle. Normaaliarvo muodostuu kahdesta osasta: käsiajasta ja koneajasta. Käsiaikana käytetään ns. normalisoitua aikaa, ja koneajalle tehdään palkkausteknisistä syistä samankaltainen ”normalisointi”. Koneaikaa korotetaan ns. menetelmäkertoimella, koska on tarkoitus, että koneajat saadaan alitettavuudeltaan samanarvoisiksi käsiaikojen kanssa. Menetelmäkerroin  $k_z$  voidaan sopia työpiste- tai yrityskohtaisesti. On mahdollista käyttää sekä yhtä ja samaa kerrointa, tai voidaan suuruutta myös muuttaa sen mukaan, kuinka suuri osa koneella työskentelystä on käsiaikaa. Normaaliarvolle voidaan antaa seuraava lauseke (KAAVA 3):



$$t_N = \text{käsiäika} + k_z * \text{koneaika}$$

KAAVA 3.

jossa  $k_z$  = menetelmäkerroin  
(Johtamistaidon opisto.)

### 3.2.4.5 Apuaika ja sen laskeminen

Kuten työssäni on aiemmin ilmennyt (ks. 3.2.3 Työn osittelu ja kuvaus), on osa työpäivästä apuaikaa. Se on varattu työntekijän henkilökohtaisia tarpeita sekä elpymistä varten. Apuaika ei varsinaisesti edistä työn edistymistä, mutta ilman sen aikana tapahtuvia toimintoja ei myöskään tulisi toimeen. Apuaika on jaettu kahteen osaan: päivävakioiden ja elpymisaikaan. Elpymisaikaan sisältyy vielä ns. henkilökohtainen apuaika.

Päiväväkio  $t_{pv}$  tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu päivittäisten asioiden hoitoon.

Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi työpisteen järjesteleminen ja siivoaminen, säännöllinen konehuolto, tuntikortin täyttäminen ja muu samanlainen päivittäinen toiminta, joka ei kuitenkaan liity varsinaisesti itse työhön. (Johtamistaidon opisto.)

Elpymisaikaan kuuluu siis myös henkilökohtainen apuaika. Tämä on nimensä mukaisesti varattu erinäisille henkilökohtaisille tarpeille. Henkilökohtaisen apuajan pituus perustuu sovittuun käytäntöön ja siihen vaikuttaa mm. työn luonne sekä matkat esimerkiksi huoltopisteeseen. (Johtamistaidon opisto.)

Varsinainen elpymisaika määritetään työn rasittavuuden ja työolosuhteiden mukaan. Työn rasittavuudesta työmarkkinajärjestöt ovat sopineet erikseen, ja ne ovat tehneet yrityksiä palvelevan järjestelmän (TAULUKKO 1), josta selviää, ko. rasisluokan mukainen elpymisaika. (Johtamistaidon opisto.)

TAULUKKO 1. Rasitusluokat ja niitä vastaavat elpymisajat (Johtamistaidon opisto)

Rasitusluokka	Elpymisaika (min/pv)
1	25
2	35
3	45
4	55
5	70
6	85
7	100

Jos työn rasittavuuden todetaan olevan suurempi kuin luokassa 7, se ei kuulu TAULUKKO 1:en elpymisjärjestelmän piiriin. Ja jos näin todella on, etteivät rasitusluokat riitä, on ensimmäinen toimenpide keksiä työtä helpottavia tekijöitä.

Apuajan kokonaismäärä saadaan lasketuksi lausekkeesta (KAAVA 4):

$$t_a = t_{pv} * t_E$$

KAAVA 4.

jossa

$t_a$  = apuaika

$t_{pv}$  = päiväväkio

$t_E$  = kokonaiselpymisaika

(Johtamistaidon opisto.)

## 4. CNC-KONEIDEN TOIMINTA-ASTEEN PARANTAMISTUTKIMUS

### 4.1 Työn lähtökohdat, tavoitteet ja rajoitukset

Tutkimuksen lähtökohtana oli tilaajayritys Ruukki Furniture Oy:n halu parantaa heidän kahden CNC-koneensa (Routronic ja Record – koneilla voidaan jyrsiä, porata ja sahata) toiminta-astetta. Näiden kahden CNC-koneen muodostamassa CNC-tiimissä ja sen toiminnassa nähtiin parantamisen varaa, koska oli huomattu, että kyseinen tiimi toimi tuotannossa pullonkaulana. Pullonkaula ilmeni, kun tarkasteltiin yrityksessä käytössä olevan MOST-tekniikan avulla tuotettuja tuottavuuslukuja. MOST-tekniikalla tuotetut tuottavuuslukemat kuvaavat normitetun työajan ja toteutuneen työajan suhdetta. Mitä korkeampi luku on, sitä paremmalla tasolla tuotanto silloin toimii. Esimerkiksi vuoden 2006 tammikuun kahden ensimmäisen viikon tuottavuuslukemat olivat keskimäärin CNC-solun, CNC-poran ja tappilinjan muodostamassa levytiimissä 59 %, kun se muissa tiimeissä oli vähintään 64 %. Kun vielä tiedettiin, että CNC-poralta ja tappilinjalta saadut tuottavuuslukemat olivat lähempänä 70 prosenttia, voitiin päätellä, että CNC-solun tuottavuus oli luokkaa 50 %, ellei jopa alle.

Työn tavoitteeksi asetettiin CNC-koneiden toiminta-asteen parantaminen. Toiminta-asteella tarkoitetaan tässä työssä työstöajan osuuden suhdetta aikaan, jonka työntekijä on työpisteessä. Eli taukoajat eivät kuulu toiminta-asteeseen. Jos esimerkiksi kone on työstänyt päivässä (8-tuntinen työpäivä) neljä tuntia ja työntekijä on ollut työpisteessä (8h – 20 min kahvitauolla = 7 h 40 min) 7 h 40 min, tulee toiminta-asteeksi tällöin  $(\frac{4h}{7h40min} * 100\% \approx 52\%)$  52 %. Tavoitteen toteutuessa myös koko Ruukki Furniture Oy:n tuottavuuden oli tarkoitus nousta, sillä kyseessä oli todellakin tuotannollinen pullonkaula, jonka purkautuminen oli tuottavuuden parantamisen kannalta erittäin tärkeätä.

Tutkimukset suoritettiin molemmille CNC-koneille. Kun tutkimukset oli tehty (20.2.06), tehtiinkin Ruukin ylemmässä johtoportaan päätös, jonka tuloksena Record siirrettiin yrityksen toiseen tuotantolaitokseen. Mittaustulokset, jotka sain Recordilta, löytyvät siitä huolimatta tästä työstä, sillä saatuja tuloksia voidaan

mahdollisesti hyödyntää ko. tuotantolaitoksella. Lähteneestä koneesta mitattuja tuloksia ei kuitenkaan koettu tarpeelliseksi analysoitavan, joten tässä työssä on analysoitu ainoastaan Routronicia koskeva osuus.

Työtä ei alun perin lähdetty ollenkaan rajaamaan, vaan oli tarkoitus, että työn edistyessä katsottaisiin mihin asioihin keskitytään ja panostetaan. Samaa voi sanoa myös rajoituksista. Ainoana rajoituksena voidaan pitää sitä, että oli tarkoitus, ettei CNC-koneita siirrettäisi mihinkään toiseen paikkaan. Voidaan sanoa, että työlle annettiin hyvin vapaat kädet parannusideoiden suhteen.

#### 4.2 Tietojen hankkiminen ja tutkimustulosten esittäminen

Huonon toiminta-asteen syytä tutkiessa oli ensimmäisenä tietysti selvitettävä, mistä se aiheutui. Syytä lähdettiin etsimään aikatutkimuksella, jotta saatiin selkeä näkemys siitä, mihin aika todella kului. Aikatutkimusta edelsi tarkka työnkuvaus. Työnkuvaus tapahtui työpisteen vieressä työntekijän liikkeitä seuraten. Työnkuvauksesta tein ns. työeräluettelon (TAULUKKO 2), josta selviää työn rakenne. Aikatiedot keräsin tiedonkeruulomakkeeseen (LIITE 1).

Häiriöistä keräsin tietoja kahdella tavalla. Työnaikatutkimuksesta sain tietoja siitä, kuinka paljon häiriöitä tuli ja kuinka kauan niiden korjaamisen kului aikaa. Tämän lisäksi keräsin tietoja työntekijöiden täyttämistä tuntilapuista, joihin he häiriön tullen merkkasivat minkälaisesta häiriöistä oli kyse.

Aika- ja häiriötietojen lisäksi keräsin tietoja siitä, minkälaisia virheitä tuotannossa tapahtuu. Virhetietojen saamiseksi valmistettiin lomake (LIITE 2.), johon työntekijän piti merkitä tekemänsä erän jälkeen siinä sattuneet virheet.

Näiden tietojenkeruumenetelmien lisäksi tein työtä seurattessani havaintoja siitä, kuinka hyvä/huono työpisteessä on toimia. Havaintoja käytettiin layoutia suunnitella sekä muissa rationalisointitoimissa.

TAULUKKO 2. Työerät CNC-koneella työskennellessä

<b>Sisäinen asete</b>	<b>Ulkoinen asete/sivutyö</b>
materiaalin haku	hionta/kpl
terien asetus ja säätö	hionta/kpl x eräkoko
ohjelman haku/tekeminen	pakkelointi/kpl
imupöydän asetus (sis. v. pois)	pakkelointi/kpl x eräkoko
jigin haku jos jigillä	kappaleen asetus
testilevyaihion valmistus	kappaleen as/kpl x eräkoko
ohj.test., tarkist. ja hienosäätö	kappaleen poisto
terävaihto sarjan aikana	kappaleen po/kpl x eräkoko
valmistavaran poisvienti	
	<b><u>Koneistus</u></b>
<b><u>Apuaikatoiminnot</u></b>	koneistusaika/kpl
tuntilapun täyttö	koneistusaika/kpl x eräkoko
siivoaminen	
muu toiminta	

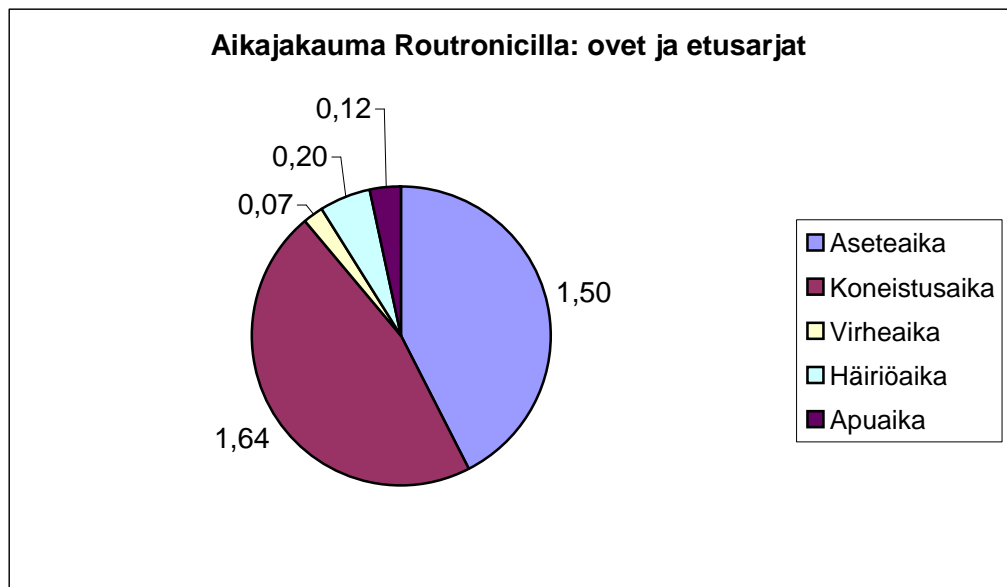
#### 4.2.1 Aikatutkimus

Aikatutkimusta tein työpisteen vieressä seisten ja mitaten kellolla kunkin työerän pituutta (TAULUKKO 2.). Aikaa mittasin molemmilta työstökoneilta siitä hetkestä lähtien, kun työntekijä aloitti erän tekemisen ja lopetin siihen, kun työntekijä oli vienyt valmistamansa erän jatkokäsittelyyn. Mittatietoihin ei siis sisälly taukoajat. Tutkimuksessa mittasin aikoja yleisimmin valmistetuista osaryhmistä eli kansista, pohjista, etusarjoista sekä ovista/ovipeileistä. Aikoja kootessani tein kaksi ryhmää, joiden työt ovat kummassakin ryhmässä samankaltaisia. Ryhmäjako oli seuraava: pohjat ja peilit, sekä etusarjat ja ovet. Tulokset ilmoitetaan työssä muodossa h/tuotantoerä. Ne on laskettu mitatuista eristä ja ne ilmoitetaan mittaustulosten keskiarvoina. Eräkokojen vaihteluita ei työssä ole huomioitu. Työssä ilmoitettu koneistusaika on keskimääräisen tuotantoerän (keskimääräinen tuotantoeräkokoko oli 108 kpl; eräkoot olivat 60-200 kpl välillä) koneistamiseen kulunut aika. Asetteen teosta annoin joutuisuudelle kertoimen, jolla sain normalisoitua mittaustuloksen.

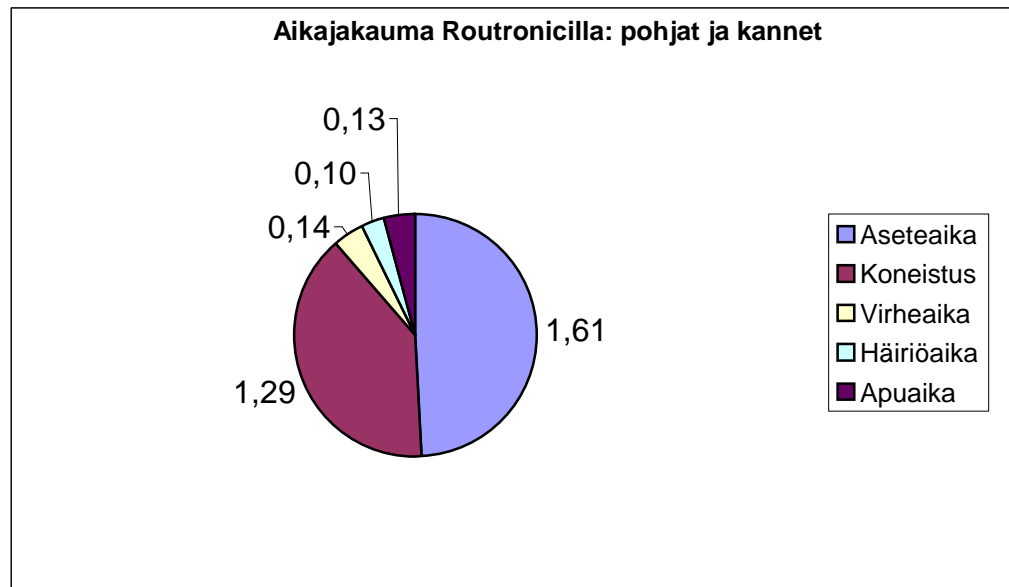
#### 4.2.1.1 Routronicin aikatutkimuksen tulokset

##### Aikajakauma

Routronicilla saatiin aikatutkimuksessa seuraavia aikaosuuksia ovien ja etusarjojen valmistuksesta: koneistus 47 %, aseteaika 42 %, häiriöaika 6 %, apuaika 3 % ja virheaika 2 % (KUVIO 3.). Vastaavasti pohjien ja kansien valmistuksessa saatiin seuraavat tulokset: koneistus 39 %, aseteaika 50 %, häiriöaika 3 %, apuaika 4 % ja virheaika 4 % (KUVIO 4). Keskimäärin Routronicilla työskennellessä koneistuksen osuus on 43 % (laskettu kaikista Routronicilla tehdyistä mittauksista). Tässä työssä koneistuksen osuutta pidetään toiminta-asteen mittarina, eli voidaan sanoa, että Routronicin toiminta-aste tutkimusten mukaan oli 43 %.



KUVIO 3. Routronicilta mitatut aikajakaumat ovien ja etusarjojen valmistuksessa (h/keskimääräinen tuotantoerä (108 kpl))

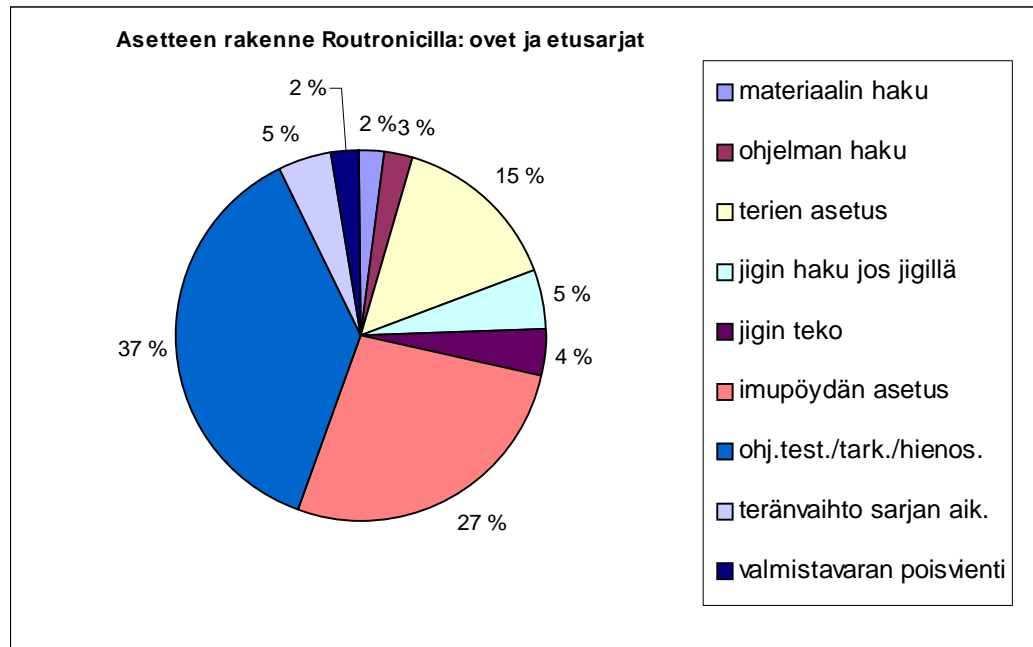


KUVIO 4. Routronicilta mitatut aikajakaumat pohjien ja kansien valmistuksessa (h/keskimääräinen tuotantoerä (108 kpl))

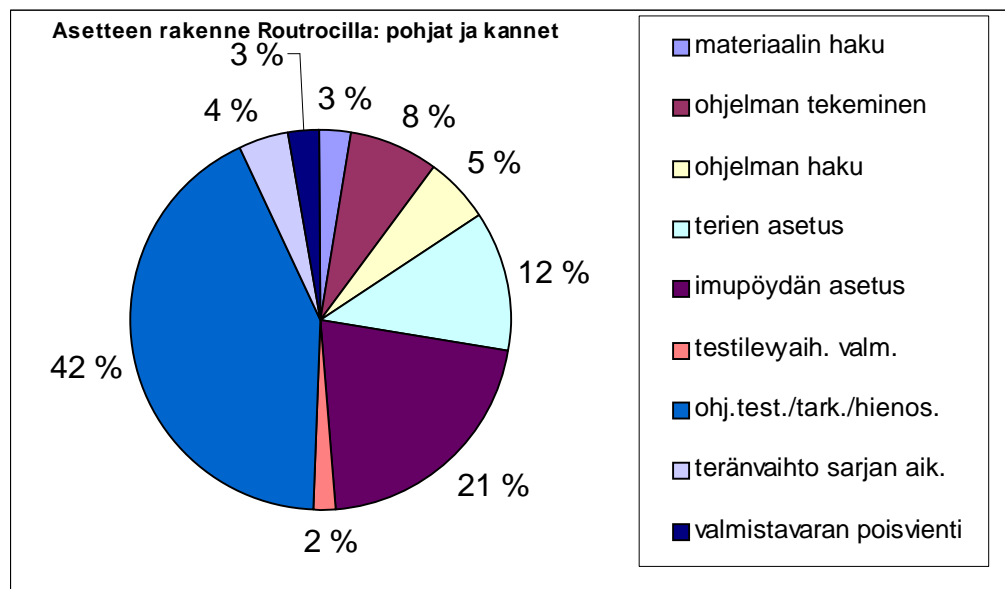
#### Aseteaika

Aseteaikaa tarkemmin tutkiessa selvisi seuraavanlaisia tietoja asetteen rakenteesta, kun valmistettiin ovia ja etusarjoja: Pisin aika meni ohjelman testaamiseen, tarkistamiseen ja hienosäätöön (37 % aseteajasta). Toinen aseteaikaa merkittävästi pidentävä asete-erä oli imupöydän asetus (27 % aseteajasta). Kolmanneksi pisin aika kului terien asetukseen (15 % aseteajasta). Loput 21 % kului levymateriaalin, jiggin (myös teko) ja ohjelman hakuun, teränvaihtoon erän aikana sekä valmismateriaalin poisvientiin. Ks. KUVIO 5.

Pohjien ja kansien valmistuksessa asetteen rakenteelle saatiin seuraavia tuloksia: Jälleen pisin aika kului ohjelmat testaamiseen, tarkistamiseen ja hienosäätöön (42 % aseteajasta). Imupöydän aseteosuus oli 21 % ja terien aseteosuus 12 %. Loput 25 prosenttia meni ohjelman tekemiseen/hakemiseen, levymateriaalin hakuun, testilevyaihion valmistukseen, terän vaihtoon sarjan aikana ja valmistavaran poisvientiin. Ks. KUVIO 6.



KUVIO 5. Aseterakenne Routronicilla ovia ja etusarjoja valmistettaessa



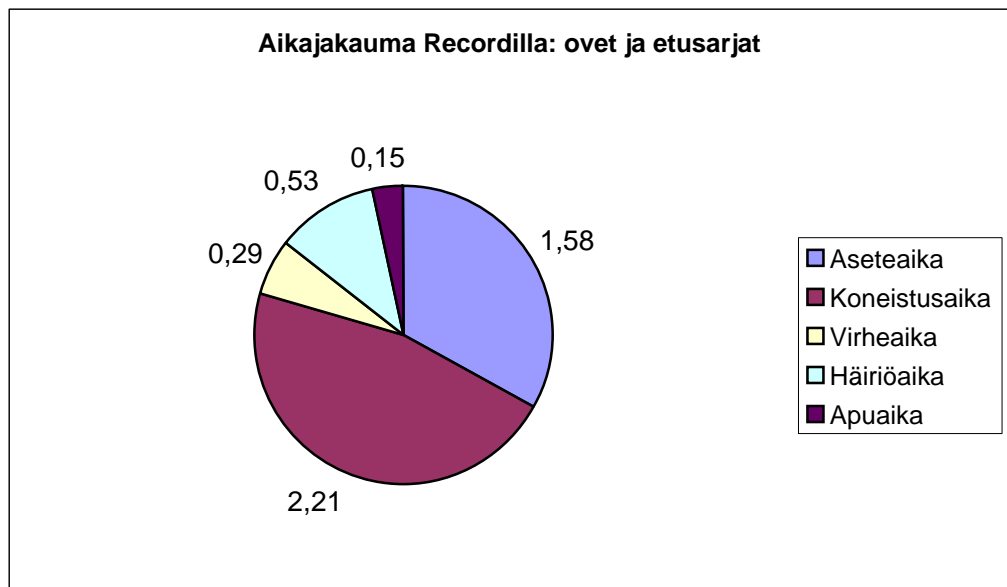
KUVIO 6. Aseterakenne Routronicilla pohjia ja kansia valmistettaessa



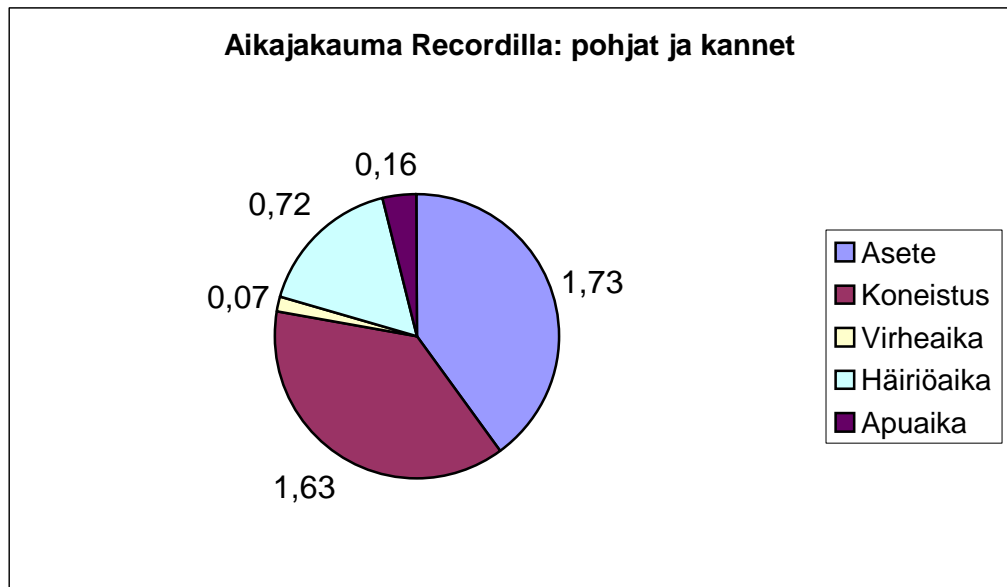
#### 4.2.1.2 Recordin aikatutkimuksen tulokset

##### Aikajakauma

Recordilta aikajakaumaa mitattaessa saatiin seuraavanlaiset aikaosuudet: koneistus 47 %, aseteaika 33 %, häiriöaika 11 %, virheaika 6 % ja apuaika 3 % (Ks. KUVIO 7.). Vastaavat aikaosuudet pohjien ja kansien valmistuksessa olivat seuraavat: koneistus 39 %, aseteaika 38 %, häiriöaika 17 %, virheaika 2 % ja apuaika 4 % (Ks. KUVIO 8.). Keskimäärin Recordilla työskennellessä koneistuksen osuus oli 43 % (laskettu kaikista Routronicilla tehdyistä mittauksista). Tässä työssä koneistuksen osuutta pidetään toiminta-asteen mittarina, eli voidaan sanoa, että Recordin toiminta-aste tutkimusten mukaan oli 43 %.



KUVIO 7. Recordilta mitatut aikajakaumat ovien ja etusarjojen valmistuksessa (h/keskimääräinen tuotantoerä (108 kpl))

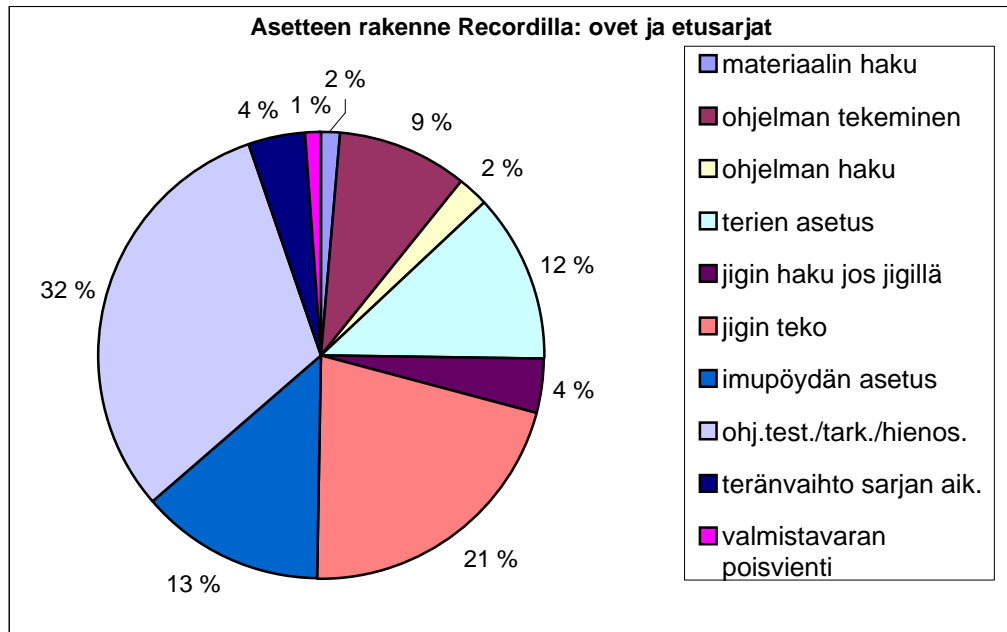


KUVIO 8. Recordilta mitatut aikajakaumat pohjien ja kansien valmistuksessa (h/keskimääräinen tuotantoerä (108 kpl))

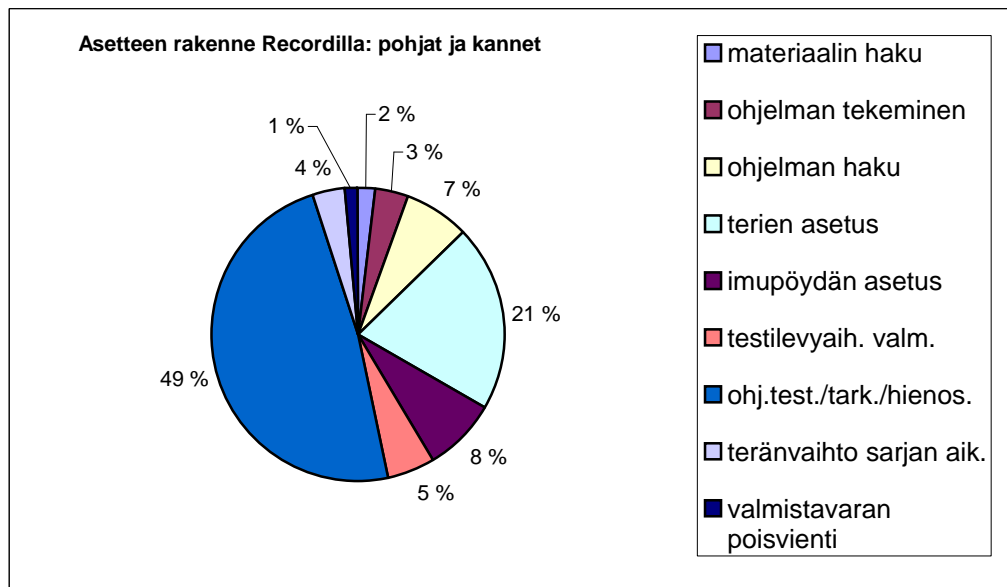
#### Aseteaika

Asetteen rakenteesta Recordilla saatiin seuraavanlaisia tuloksia, kun valmistettiin ovia ja etusarjoja: Pisin aika kului ohjelman testaamiseen, tarkistamiseen ja hienosäätöön (32 % aseteajasta). Toiseksi pisin aika kului jigin tekoon (21 % aseteajasta). Imupöydän asetuksen osuus oli 13 %. Terien asettamisen osuus oli 12 %. Loput 20 prosenttia kuluivat materiaalin hakuun, ohjelman hakuun/tekoon, jigin hakuun, teränvaihtoon sarjan aikana sekä valmistavaran poisvientiin. Ks. KUVIO 9.

Pohjien ja kansien valmistuksesta saatiin Recordilla asetteen rakenteesta seuraavanlaisia tuloksia: Ylivoimaisesti pisin aika kului ohjelman testaamiseen, tarkistamiseen ja hienosäätöön (49 % asetteesta). Terien asetukseen meni toiseksi pisin aika (21 % asetteesta). Imupöydän asetuksen osuus oli 8 %. Ohjelman tekoon ja hakuun kului yhteensä laskettuna osuutena 10 % asetteesta. Loput 12 % aseteajasta kului materiaalin hakuun, teränvaihtoon sarjan aikana, testilevyaihion valmistukseen sekä valmistavaran poisvientiin. Ks. KUVIO 10.



KUVIO 9. Aseterakenne Recordilla ovia ja etusarjoja valmistettaessa



KUVIO 10. Aseterakenne Recordilla pohjia ja kansia valmistettaessa

#### 4.2.2 Häiriötutkimus ja työskentelyä hidastavat tekijät

Häiriötutkimuksessa keräsin kahdenlaista tietoa: aika- ja määrätietoa. Häiriöajat kustakin erästä sain selville aikatutkimusta tehdessä. Häiriöaika ilmoitetaan tässä työssä muodossa häiriöaika/tuotantoerä ja sillä tarkoitetaan keskimääräistä tuotantoerää (108 kappaleen tuotantoerä) rasittavaa aikaa. Työssä ilmoitetut tulokset ovat mittauksista laskettuja keskiarvoja, eikä eräkoon vaikutusta ole häiriöaikaan tai häiriöiden esiintymistiheyteen huomioitu. Niiden huomioiminen olisi vaatinut huomattavasti enemmän mittaustuloksia ja sitä kautta enemmän aikaa. Tutkimustulokset antavat siitä huolimatta hyvin selvän kuvan häiriöaikojen pituuksista.

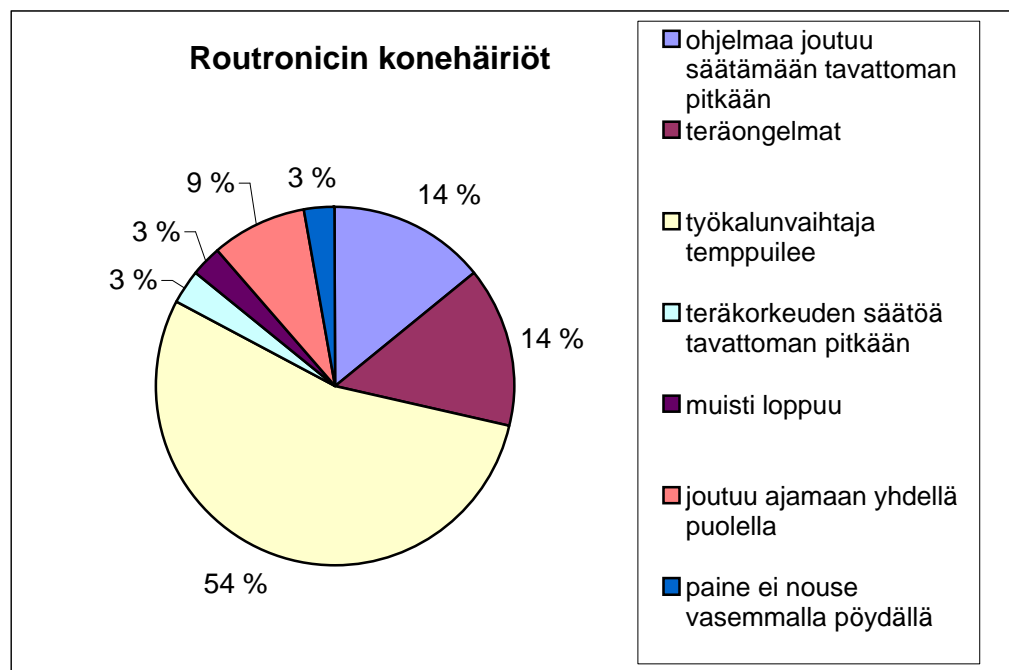
Aikatutkimusta tehdessä ei erilaisten häiriötyyppien kerääminen ollut mielekäästä, sillä kattavamman katsannon häiriöistä sain työntekijöiden tuntilapuista. Häiriön tai muun työtä vaikeuttavan/hidastavan asian tullen työntekijä laittoi merkinnän tuntilappuun siitä, millainen häiriö oli kyseessä. Näistä lapuista keräsin mainintojen lukumäärät, joista laskin niiden prosentuaaliset osuudet. Häiriöt ja työtä hidastavat tekijät on kerätty tuntilapuista ajalta 1.1.06 - 19.2.06.

##### 4.2.2.1 Routronicin häiriötutkimuksen tulokset

Häiriöajaksi mittauksissa saatiin ovia ja etusarjoja valmistettaessa 14 min 20 s/tuotantoerä. Tuotantoerällä tarkoitetaan keskimääräistä eräkokoja, joka mittauksissa todettiin olevan 108 kappaletta. Sen prosentuaalinen osuus koko ajasta oli 6 prosenttia. Vastaavasti pohjien ja kansien valmistuksesta häiriöajaksi mitattiin 5 min 54 s. Sitä vastaava prosenttiosuus oli 6 %. Keskimäärin häiriöaika/tuotantoerä oli siis noin 10 minuuttia.

Routronicin konehäiriöstä kappalemäärällisesti suurin osa (54 %) aiheutui työkalunvaihtajasta, joka jumiutui ja jäi väärään asentoon. Toiseksi suurin ongelma määrällisesti oli se, että ohjelmaa joutui säätämään tavattoman pitkään (14 % häiriöistä). Havaintojen mukaan ko. ongelma oli oikeastaan eniten aikaa vievä ”häiriö”. Myös teräongelmia oli prosentuaalisesti yhtä paljon, eli 14

prosenttia. Teräongelmat aiheutuivat siitä, että terä oli huono jo teroituksesta tullessaan. Tällöin työntekijä joutui vaihtamaan ja hakemaan hyvää terää, johon saattoi kulua paljonkin aikaa. Yksi merkittävä häiriötyyppi oli se, että Routronicilla ei voinut ajaa kuin vain yhdellä työstöpäällä kahden työstöpään sijaan. Syynä tähän oli painevuoto koneen vasemmalla pöydällä, jolloin paine ei noussut riittävän korkeaksi, jotta kappale olisi pysynyt kiinni työstön aikana. Tämän häiriön osuudeksi mitattiin yhdeksän prosenttia kaikista häiriöistä. Toinen vasemman pöydän painevuodosta aiheutuva vaiva oli se, että paine nousi hyvin hitaasti tarvittavaan paineeseen. Se aiheutti työntekijälle odottelua, koska piti odottaa, että paine nousisi tarpeeksi korkealle, jolloin vasta koneen voi laittaa työstämään. Loput kaksi häiriötyyppiä veivät kumpikin kolmen prosentin osuuden koko häiriömäärästä. Aikaa enemmän vievä on teräkorkeuden pitkään säätäminen. Viimeisimpänä mainittakoon muistin loppuminen koneen kovalevyllä. Tämä tarkoittaa sitä, että työntekijän oli ohjelman tehtyään poistettava ensin jokin vanha ohjelma pois kovalevyllä. Edellä mainitut konehäiriöiden prosentuaaliset osuudet löytyvät KUVIO 11:sta.

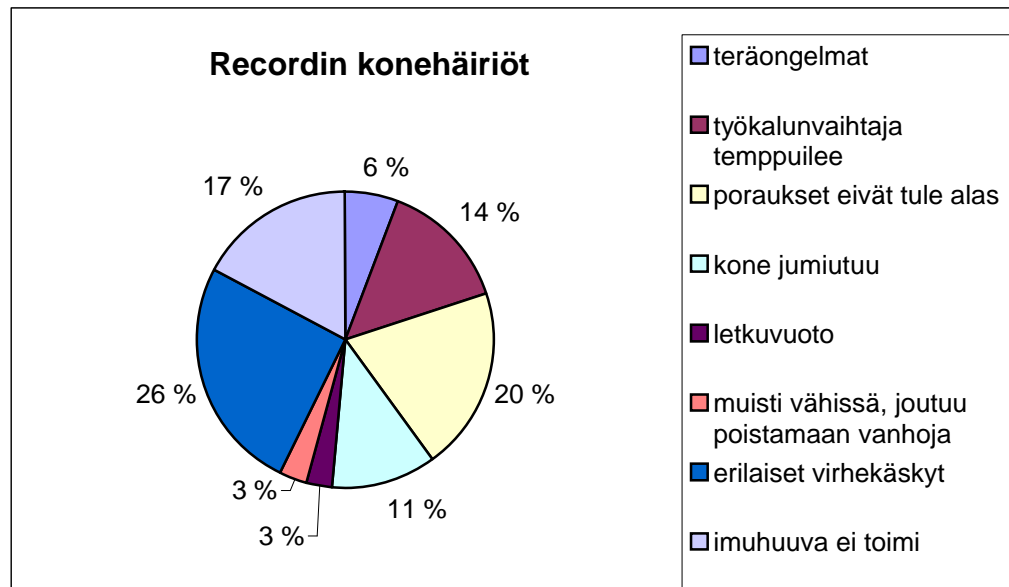


KUVIO 11. Routronicin konehäiriöiden määrälliset prosenttiosuudet

#### 4.2.2.2 Recordin häiriötutkimuksen tulokset

Recordin häiriöajaksi saatiin 31 min 50 s / tuotantoerä, kun valmistettiin ovia ja etusarjoja. Vastaava häiriöaika pohjia ja kansia valmistettaessa oli 43 min 20 s / tuotantoerä. Tuotantoerällä tarkoitetaan keskimääräistä eräkokoja, joka mittauksissa todettiin olevan 108 kappaletta. Lukemat nousivat todella korkeiksi muutaman pitkän häiriön vuoksi, mutta havaintojeni mukaan voidaan sanoa, että erilaisia häiriöitä Recordilla todella tulikin usein.

Kappalemäärällisesti suurin osa häiriöistä oli ns. virhekäskyjä, jotka normaalisti lähtevät kuittaamalla pois. Näin ei kuitenkaan käynyt, vaan koneen joutui aina käynnistämään uudestaan, jolloin aikaa tuhraantui pitkään. Nämä virhekäskyt olivat seuraavanlaisia: ”drive axes x,y,z not ok”, ”lubrication error” ja ”lubrication x,y,z”. Prosentuaalinen osuus virhekäskyillä oli 26 %. Seuraavaksi suurin virheiden aiheuttaja (20 % kaikista häiriöistä) olivat poraukset. Porauksissa terät eivät menneet vaadittuun syvyyteen tai eivät tulleet alas lainkaan. Kolmanneksi eninteen merkintöjä (17 % kaikista häiriöistä) oli siitä, ettei imuhuuva toiminut. Seuraavaksi suurin (14 % kaikista häiriöistä) häiriön aiheuttaja oli työkalunvaihtaja, joka jumiutui väärään asentoon. 11 % virheistä aiheutui siitä, että kone vain yksinkertaisesti meni tilaan, josta se ei enää muuten kuin uusintakäynnistyksellä suostunut toimimaan. Kuusi prosenttia häiriöistä aiheutui huonoista teristä. Sama ongelma havaittiin myös Routronicilla. Kahdella viimeisellä häiriöaiheuttajalla oli kummallakin kolmen prosentin osuus häiriökakusta, joista ensimmäisenä mainittakoon letkuvuoto. Tämä tarkoittaa paineilmaletkuun tullutta vuotoa. Toinen kolmen prosentin häiriöosuus aiheutui koneen muistin loppumisesta. Koneen kovalevyllä oli poistettava jokin vanha ohjelma, ennen kuin sai tehtyä uuden ohjelman. Ks. KUVIO 12.



KUVIO 12. Recordin konehäiriöiden määrälliset prosentiosuudet

#### 4.2.3 Virhetutkimus

Virhetutkimuksessa selvitettiin, minkälaisia virheitä tuotannossa tapahtui.

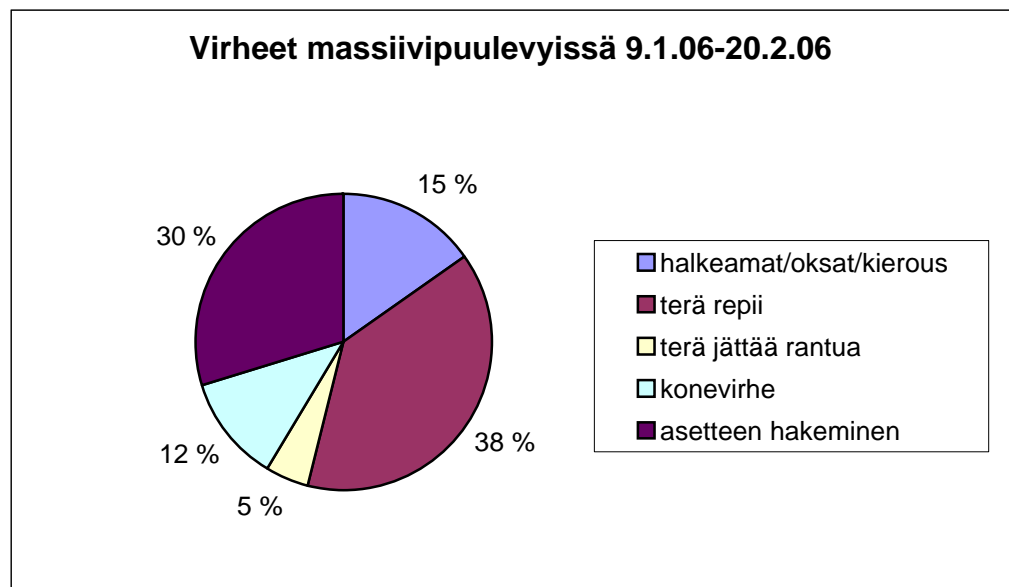
Virheellä tässä yhteydessä tarkoitetaan sellaista tilannetta, jossa työntekijä joutuu heittämään työstetyn kappaleen roskeen, koska sitä ei laadullisista seikoista voida käyttää tuotteisiin. Virheajalla puolestaan tarkoitetaan aikaa, joka alkaa siitä, kun huomataan, että virhekappale on työstetty ja loppuu siihen, kun laadullisesti kelvollinen kappale on saatu tehtyä. Virheajat on kerätty työaikatutkimuksessa.

Varsinaisessa virhetutkimuksessa työntekijä täytti lomaketta (LIITE 2), johon hän merkkasi virheen tullen, minkälainen virhe oli kyseessä ja kuinka monta sellaista tapahtui. Kyseistä lomakkeesta kerättiin virhetiedot ja niiden prosentuaaliset osuudet. Virheet kerättiin sekä Routronicilta, että Recordilta.

Routronicilla keskimääräinen virheiden tekemiseen kulunut aika oli 6,5 min / tuotantoerä ja Recordilla vastaavasti 10,9 min / tuotantoerä. Tuotantoerällä tarkoitetaan keskimääräistä eräkokoja, joka mittauksissa todettiin olevan 108 kappaletta. Massiivipuulevyissä (mänty- ja koivulevyt) suurin osa virheistä (38 %)

aiheutui siitä, että terä repi irrottaen levyn nurkasta palan. Virhettä ei voida pitää terästä aiheutuvana virheenä, vaan syy löytyy usein ohjelmasta. Viisi prosenttia virheistä aiheutui kuitenkin myös terästä. Näissä virheissä terä jätti ns. rantua kappaleen reunaan profiilijyrsintää tehdessä. Toiseksi suurin virheiden aiheuttaja (30 %) oli asetteen teko. Asetetta tehdessä lähes aina meni vähintään yksi levy hukkaan. 15 prosenttia virheistä aiheutui puun ominaisuuksista. Halkeamat, oksat ja kierous ovat ns. normaaleja ongelmia puutuoteteollisuudessa. Konevirheiden osuus oli 12 %. Virheiden osuutta selventää KUVIO 13.

MDF:ää työstettäessä ei sattunut muita kuin asetevirheitä. Niitä sattui keskimäärin 1 - 2 kpl / erä. Puun ominaisuuksista aiheutuvia repimisiä, halkeamia, oksaisuutta ja kieroutta ei MDF-työstöissä tavata.



KUVIO 13. Virheiden prosentuaaliset osuudet massiivipuuta työstettäessä

Mitattuna ajanjaksona virhekappaleita tehtiin keskimäärin 4,3 kpl/päivä, mikä tekee kuukausitasolla noin 95 virhelevyä.



#### 4.3 Tutkimustulosten analysointi sekä parannus- ja kehitysideat

Tässä työssä on analysoitu ainoastaan Routronicilta kerätyt tutkimustiedot, koska ei ollut tarpeellista analysoida pois viedyn Record-CNC-koneen tutkimustuloksia. Tutkimuksessa analysoidaan aika-, häiriö- ja virhetutkimuksista kerätyt tiedot. Lisäksi työhön on koottu parannusideoita siitä, millä lailla ongelmakohtissa kuluvaa aika voisi lyhentää. Parannustoimista aiheutuvaa rahallista hyötyä ja niiden kustannuksia on esitetty kappaleessa 5 (TYÖN TALOUDELLINEN VAIKUTUS JA INVESTOINTIKUSTANNUKSET). Parannusideoiden pohjalta on myös laskettu ns. teoreettinen aikajakauma, joka antaa kuvaa siitä, millä tavalla aika voisi tulevaisuudessa kehitystoimien jälkeen CNC-koneella jakaantua.

##### 4.3.1 Aikatutkimuksen analysointi ja aseteajan lyhentämistoimet

Tutkimusten valossa näyttää siltä, että tuottavuutta CNC-solussa laskee merkittävästi asetteenteko. MOST-tekniikalla normitettu aseteaika on korkeimmillaan 0,5 h, kun se tutkimuksissa todettiin olevan noin 1,55 h (KUVIOT 3. ja 4). Eli normitettu aseteaika ylittyi reilusti yli tunnilla.

Kun asetetta lähdettiin seulomaan, huomattiin, että ohjelman testaaminen, tarkistaminen ja hienosäätö vei aseteajasta lähemmäs 40 % (KUVIOT 5. ja 6.) Voidaankin sanoa, että ohjelman saaminen ”ajettavaan kuntoon”, oli asetetta merkittävästi pidentävä työnerä. Seuraavaksi on listattu tekijöitä ko. työnerän pitkään aikaan:

- Ohjelmaa joutuu joka kerta säätämään asetetta tehdessä. Pitäisi olla niin, että kun ohjelman aukaisee koneelle, niin se on valmis
- Teräkorkeudet kahden työstöpään välillä eivät ole samat. Säätämistä käsin
- Konetta on aikoinaan ”huijattu”, kun ohjelmaa ei ole tehty todellisilla mitoilla. Ns. nolapisteiden siirrolla ei voida pelata.

Ohjelman testaamista, tarkistamista ja hienosäätöä voidaan lyhentää seuraavilla menetelmillä:

- Työstöpäät tulee säätää niin, että koneelle syötetyt työstöarvot toteutuvat samanlaisina myös käytännössä.
- Hankitaan PC, jossa on tarvittavat CAM-ohjelmistot → ohjelmanteko lyhenee merkittävästi kun ohjelma tehdään graafisesti
- Koneen postprosessori on päivitettävä sellaiseksi, että CAM-ohjelmalla tehty ohjelma toimii kuten on suunniteltu → lopetetaan koneen ”huijaaminen”

Näillä keinoin voidaan ko. asete-erän pituutta lyhentää 0,64 tunnista arviolta noin 0,08 tuntiin (4,8 min).

Seuraavaksi pisin työnerä asetetta tehdessä on imupöydän asetus. Sen osuus asetteesta oli noin 24 % (KUVIOT 5. ja 6.), mikä vastaa 0,37 tuntia eli noin 22 minuuttia. Imupöydän asetuksen hitauteen vaikuttavia tekijöitä:

- Imupöydässä käytetään kahdenlaisia ruuveja → Joudutaan vaihtamaan työkalua.
- Pöytä on vanhanaikainen → Ilman suuria investointeja se on mahdotonta vaihtaa.
- Jigit ovat epäjärjestyksessä → On vaikeaa löytää oikea jigi, varsinkin jos tulee uutena työntekijänä CNC:lle.
- Osa imukupeista on huonoja.

Imupöydän asetusta nopeuttavia tekijöitä:

- Kaikki imupöydän ruuvit tulisi vaihtaa samalle päälle.
- Jigit laitetaan selvään järjestykseen, jolloin ne löytyvät heti.
- Huonot imukupit heitetään roskiin, uusia hankitaan tilalle.

Edellä mainituilla menetelmillä voidaan ko. työnerää lyhentää noin 10 minuuttiin, eli 0,17 tuntiin.

Noin 14 % asetteesta vei terien asetus, joka vastaa 12,5 minuuttia. Teräaseteaikaa pidentäviä tekijöitä:

- Terät ovat todella huonossa järjestyksessä → Oikean terän löytäminen vie aikaa.
- Teräkorjaintiedot ovat vääriä → Niitä muutellaan jatkuvasti, vaikka niiden pitäisi olla vakioita.

Teräasetetta voidaan lyhentää seuraavilla menetelmillä:

- Terät laitetaan selvään järjestykseen (ks. 4.3.4.2. Teräkaappi).
- Työkalutiedot on määritettävä todellisiksi.

Edellä mainituilla menetelmillä voidaan teräasetusta lyhentää noin kahdeksaan minuuttiin, eli 0,13 tuntiin. Ohjelman hakeminen koneelta vei 3,7 minuuttia. Ohjelman hakua voidaan järjeistää niin, että lavakortista löytyvällä piirustusnumerolla löytyy myös koneelta oikea ohjelma. Tällöin voidaan luopua erillisistä kansioista, josta ennen jouduttiin hakemaan kutakin piirustusta vastaava ohjelma. Tällä toimenpiteellä ohjelman hakeminen sujuu alle minuutissa.

Teränvaihto sarjan aikana vei asetteesta tutkimuksen mukaan noin neljä prosenttia, mikä tekee ajassa noin neljä minuuttia, eli 0,07 h. Teränvaihtoaikaa ei juurikaan voi enää nopeuttaa, vaan se toimii hyvin.

Materiaalin haku ja työstetyn tavaran poisvienti veivät asetteesta yhteensä noin viisi prosenttia eli ajaksi muutettuna noin 5 minuuttia, eli 0,08 h. Myös nämä työnerät hoituvat ongelmitta, eikä niissä liiemmin ole parantamisen varaa. Kun lasketaan yhteen arvioidut uudet työnerien arvot sekä moitteetta toimivat työnerät, saadaan uudeksi aseteajaksi noin 33 minuuttia, mikä on jo todella lähellä normitettua aikaa.

#### 4.3.2 Konehäiriöiden vähentäminen

Routronicilla häiriöaika oli keskimäärin 10 minuuttia, mikä on todella pitkä aika jokaista tuotantoerää kohden. Häiriöitä vähentämällä keskimääräistä häiriöaikaa/erä voitaisiin pudottaa arviolta puoleen, eli viiteen minuuttiin. Seuraavaan on koottu häiriö ja sen poistamis-/minimointi-ideat.

- Työkalunvaihtaja temppuilee → Kone rasvataan säännöllisesti.
- Teräongelmat → Teroituksessa käytetään suurennuslasia, jolla teroittaja näkee onko terä hyvä. Tällöin huonoja teriä ei CNC:lle tule.
- Ohjelmaa joudutaan säätämään tavattoman pitkään → Postprosessori päivitetään ja terät säädetään samalla tasolle.
- Joudutaan ajamaan yhdellä teräpäällä kahden sijaan → Imupöydässä on luultavasti vuoto, koska paine ei pidä kappaletta paikoillaan, joten vuoto etsittävä ja paikattava; terät säädetään samalle tasolle, jolloin manuaalisäätöä ei tarvitse enää tehdä. Käsien säätäminen on hidasta ja aikaa vievää puuhaa.
- Paine ei nouse vasemmalla pöydällä tarpeeksi nopeasti → Vuoto imupöydässä on etsittävä ja paikattava.
- Muisti on lopussa → PC hankitaan työpisteelle, jonka kovalevyllä on tilaa kylliksi.

#### 4.3.3 Virheiden analysointi ja vähentäminen

Virheiden tekemisen aikaosuus/tuotantoerä oli Routronicilla 6,5 min. Aika-arvo on suhteellisen suuri, joten virheiden vähentäminen oli toivottavaa. Seuraavaan listaan on koottu virheet ja menetelmiä niiden vähentämiseksi:

- Terä repii → Olennaista on löytää terälle sopivat leikkuunopeudet ja samalla tarkastella terän ajoa kappaleeseen. Ongelmatapauksissa voitaisiin käyttää toisenkätisiä teriä. Nyt Ruukilla on ajettu vain yhdenkätisillä terillä, vaikka Routronicilla voidaan ajaa sekä vasen- ,että oikeakätisin

terin. Kun ohjelma on saatu siihen kuntoon, että terä ei revi, ei siihen sen jälkeen tarvitse koskea.

- Asetteen hakeminen → Häiriöiden yhteydessä todettu postproessorin päivitys ja terät säädetään samalle tasolle, jolloin asetetta ei tarvitse hakea kuin kerran, jonka jälkeen siihen ei tarvitse koskea. Korkeussuuntaista säätöä ohjelmaan joutuu varmasti jatkossakin tekemään. Tällöin olisikin järkevää, että työntekijällä olisi koepaloja saatavilla, joihin hän voisi ajaa profiilityöstötestin. Silloin välttyttäisiin varsinaisten levyjen hukalta asetteen teossa.
- Halkeamat, oksat ja kierous → Näiden virheiden osuus oli 15 %, joka ei ole kovinkaan suuri. Puun haittapuoliin kuuluvat ”virheet”, joten ko. virheitä on turha ruveta alentamaan.
- Konevirhe → Lähinnä Recordin ongelma.
- Terä jättää ”rantua” profiilityöstössä → Häiriöiden poistossakin mainittu keino, eli teränteroittajille hankitaan suurennuslasi, jolla nähdään, onko terässä lovia tai muita nystyröitä, jotka aiheuttavat työstöjälkeen rantuja.

Näillä keinoilla voidaan kaikki paitsi puun ominaisuuksista aiheutuvat virheet poistaa, jos ei kokonaan, niin ainakin hyvin minimiin. Teoriassa virheiden määrä laskisi 85 %. Käytännössä virheitä kuitenkin aina tulee, joten realistinen virheiden vähenemisarvio olisi noin 60 %. Tällöin arvioitu virheaika olisi luokkaa 2 minuuttia/tuotantoerä, ja virheitä tapahtuisi kuukaudessa 95 sijaan 38.

#### 4.3.4 Muita rationalisointitoimia

##### 4.3.4.1 Layout

Layout-suunnitelmat menivät muutamaan otteeseen uusiksi sen takia, että Record-työstökeskus siirrettiin Ruukki Furnituresta pois. Joka tapauksessa layoutissa oli parantamisen varaa jo silloin, kun ensimmäisiä suunnitelmia tehtiin.

Työskentelypisteet olivat ahtaat, jolloin mm. kompastumisen tai muun vastaavan työtapaturman vaara oli ilmeinen. Layoutia suunnitellessa lähtökohtana olikin

luonnollisesti esteetön liikkuminen työpisteessä, hyvät terityspaikat/terähyllyt, ergonomiset työasennot ja lyhyet työstökappaleen kantomatkat.

Layout-suunnitelmia on tehty kaksi kappaletta: Toinen suunnitelma edellyttää yritykseltä investointeja, sillä siinä on tarkoitus muuttaa CNC-koneen paikkaa fyysisesti (LIITE 3). Toisessa suunnitelmassa investoinneilta vältytään, joten sen suunnitelman mukaiset muutokset on helppo ja halpa toteuttaa (LIITE 4). Yrityksen ratkaistavaksi jää, kumpaa he haluavat käyttää.

#### 4.3.4.2 Teräkaappi

Teräkaappi oli todella huonossa järjestyksessä jo senkin vuoksi, että sen tarjonnasta noin kaksi kolmannesta oli turhaa. Terien löytämien olikin työpisteellä ongelma, joten siihen kaivattiin ratkaisua. Uusien työntekijöiden oli myös täysin mahdotonta tietää minkälaisella terällä kutakin kappaletta tuli jyrsiä, joten siihenkin tarvittiin muutosta.

Aluksi kartoitettiin tuotannossa tarvittavat terät (otettiin kuusinumeroinen teränumero ylös) ja jaettiin ne työstöntavan mukaan. Jako oli seuraavanlainen: kansiterät, pohjaterät, pintauraterät, muototerät, peiliterät ja muut terät (ks. TAULUKKO 3). Sama jako tehtiin myös terähyllyyn. Tämän jälkeen terät laitettiin kukin omaan osioonsa numeroiduille paikoille.

## TAULUKKO 3. Teräjako

KANSI	POHJA	PINTAURA	MUOTO	PEILI	MUUT
231312	400049	383341	400010	400047	400095
393658	400053	400035	400063	400098	
400001	400070	400052	400081	419932	
400002		400054	400111	444421/400017	
400021		438421	400125	448431	
400048			409341	763124	
400051			412575	838701	
400068			421711		
400069			721691		
400094					
400108					
400112					

Jotta työntekijä jatkossa tietäisi, millä terällä hänen tuli mikin työstö ajaa, laitettiin levypinon mukana tulevaan lavakortissa (LIITE 5) olevaan piirustukseen tiedot (teränumero) työstössä käytettävistä teristä. Tällöin työntekijä löytää tarvittavan terän teränumeron piirustuksesta sekä samalla numeroinnilla myös hyllystä.

Samaan teräkaappiin sijoitettiin myös poranterät sekä urasahaterät järjestelmällisesti.

#### 4.3.4.3 Jigihylly

Jigihyllyn jigeistä noin 70 % oli sellaisia, joita ei koskaan tarvittu. Lisäksi työpisteiden ympärille oli kertynyt epämääräisiä pinoja, joissa jigit olivat ilman minkäänlaista järjestystä. Näin ollen jigien löytäminen ja sitä kautta jigihylly tuli organisoida paremmin. Aluksi kartoitettiin tarvittavat jigit ja heitettiin tarpeettomat roskiin. Jäljelle jääneisiin jigeihin kirjattiin kuhunkin sitä vastaava piirustusnumero, joka löytyy myös levypinon mukana tulevasta lavakortista

(LIITE 5). Ko. piirustusnumerolla työntekijä löytää jigihyllystä nopeasti tarvitsemansa jigin. Jigin hyllypaikkaluettelo löytyy liitteenä (LIITE 6).

#### 4.3.4.4 Lavakortti

Lavakortilla tarkoitetaan levypinon mukana tulevaa paperia, josta ilmenee, minkälainen työstö levykappaleeseen ajetaan ja kuinka monta kappaletta työstetään. Lavakorttiin on myös laitettu työstettävän kappaleen piirustus ja sitä vastaava piirustusnumero. Lisäksi siitä selviävät tuotetiedot.

Lavakorttia parantamalla saadaan toimintaa CNC-koneella selkiytettyä.

Lavakortissa olevaa piirustuskuvaa suurentamalla saadaan kuvasta luettavampi, jolloin voidaan luopua työpisteessä olevista kansioista, joista ennen on katsottu kunkin kappaleen piirustukset, jos on esimerkiksi haluttu tarkistaa jotakin mittaa. Samalla työpisteeseen jääneet vanhat piirustukset eivät enää häiritse, kun lavakortissa on aina validein piirustus.

Lavakortissa olevaa piirustusnumeroa voidaan myös hyödyntää paremmin.

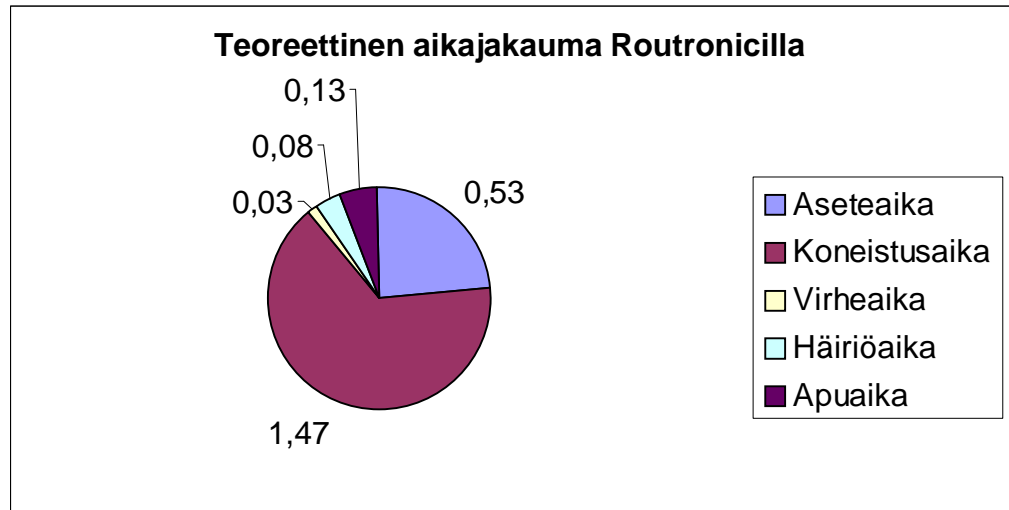
Aiemmin työntekijän on ollut katsottava kansioista kutakin piirustusta vastaava ohjelma CNC-koneelle. Nyt voidaan tästäkin kansioista luopua, kun kukin ohjelma tallennetaan tietokoneelle piirustusnumerona. Tällöin ohjelman hakuun ei kulu montakaan sekuntia.

#### 4.3.5 Teoreettinen aikajakauma rationalisointitoimien jälkeen

Toiminta-asteella tässä työssä tarkoitetaan koneistuksen suhdetta muuhun käytettyyn aikaan (ei sisällä taukoja). Laskettaessa minkälainen aikajakauma syntyy, kun työnerien arvot on saatu rationalisointitoimenpiteillä pieneneeseen (toimenpiteet esitetty kappaleissa 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 ja 4.3.4), saadaan seuraavat tulokset: koneistus 65 %, aseteaika 24 %, apuaika 6 %, häiriöaika 4 % ja virheaika 1 % (ks. KUVIO 14.) (arvot laskettu työnerien arvioajoista). Tällöin tuottavan ajan (koneistuksen) osuus on noussut 43 prosentista (laskettu kaikista Routrocilla tehdyistä mittauksista (KUVIOT 3. ja 4.)) 65 prosenttiin. Samalla tuottamattoman



aseteajan, apuajan, häiriöajan ja virheajan osuus on laskenut 57 prosentista 35 prosenttiin. Eli toiminta-aste nousisi tällöin 22 prosenttiyksikköä.



KUVIO 13. Teoreettinen aikajakauma työn toteutuessa (arvot tunteja)

## 5 TYÖN TALOUDELLINEN VAIKUTUS JA INVESTOINTIKUSTANNUKSET

Työntutkimuksessa todettiin toiminta-asteen nousevan 22 prosenttiyksikköä (ks. 4.3.5 Teoreettinen aikajakauma rationalisointitoimien jälkeen). Tämä vaikuttaa siihen, että tuotantoa voidaan lisätä, mikä tarkoittaa sitä, että samalla työpanoksella (samassa ajassa) tehdään enemmän tavaraa.

CNC-koneen tuntikustannus on 40 € Tämä pitää sisällään henkilökustannukset ja koneen kaikki käyttökustannukset. Laskelmassa (TAULUKKO 4) on lähdetty siitä, että nykyisellä tasolla (toiminta-aste 43 %) saadaan tehtyä 1 kpl tavaraa tietyssä ajanjaksossa. Kun toiminta-aste nousee 65 prosenttiin, aiheuttaa se sen, että CNC-koneelta saadaan 1,51-kertainen määrä tavaraa tietyssä ajanjaksossa (suoraan verrannollisesti). Tällöin tuntikustannus per ”ulos saatu tavaramäärä”

laskee 40 €sta noin ( $40 \text{ €} / 1,51 = 26,46 \text{ €}$ ) 26,5 euroon. CNC-koneelta tulee silloin säästöjä 4332 €/kuukausi, mikä tekee 51988 €/ vuosi.

#### TAULUKKO 4. Toiminta-asteen nousun vaikutus

CNC-tunti maksaa 40 €				
	Toiminta-aste (%)	Tavaraa ulos	€/ kpl*h	€/ kpl (kuukaudessa)
ennen	43	1,00	40,00	12800,00
jälkeen	65	1,51	26,46	8467,69

Toisaalta voidaan ajatella niin, että kun tavaraa saadaan tehtyä nopeammin, voidaan tuotannon määrää lisätä. Tutkimustuloksista kävi ilmi, että Routronicilla saatiin tuotettua keskimäärin 32 kpl/h. Kun toiminta-aste nousee 22 prosenttiyksikköä, saadaan tuotettua 48 kpl/h. Tämä tarkoittaa sitä, että kuukaudessa voidaan valmistaa lähes 5200 kpl enemmän kuin aiemmin. 5200 kpl/kk enemmän mahdollistaa sen, että CNC-kone ei enää ole pullonkaula tuotannossa. Joka tapauksessa kate tulee nousemaan, kun ensimmäinen pullonkaula saadaan aukaistua. TAULUKKO 5:ssa on esitetty toiminta-asteen nousun vaikutus tuotantomääriin.

#### TAULUKKO 5. Toiminta-asteen nousun vaikutus tuotantomääriin

	Toiminta-aste (%)	Tuotetaan (kpl/h)	Tuotetaan (kpl/kk)
ennen	43	32	10144
jälkeen	65	48	15334

CNC-koneella tapahtuvan toiminta-asteen nousun myötä myös sen jälkeisiltä linjoilta tulee säästöjä, kun niiden ei enää tarvitse pyöriä alikapasiteetilla. Kerrannaisvaikutusta laskelmassa (TAULUKKO 6.), joka toiminta-asteen noususta aiheutuu, on mahdoton laskea, joten se on arvioitava. Kullekin linjalle kerrannaisvaikutuksesta aiheutuva säästö on arvioitu erikseen.

Läpimenoajan lyhentymisen lisäksi, myös virheiden vähenemisen myötä saadaan säästöjä. Virheiden arveltiin vähenevän noin 60 %, mikä tarkoittaa sitä, että virheisiin käytettyjen levyjen määrä laskee 95 virhelevystä/kk 38 virheelliseen levyyn/kk, eli pyöreästi 60 levyä kuukaudessa säästettyä materiaalia. Säästö on kuukaudessa siis noin (60 levyä \* keskimääräinen levykoko \* keskimääräinen neliöhinta = 60 kpl \* 0,7 m<sup>2</sup> \* 10 €/m<sup>2</sup> = 420 €) 400 €. Neliöhinta on laskettu 18 mm levyille, jonka kuutiohintana on 600 €/m<sup>3</sup> taas on koivu-, mänty- ja MDF-levyjen kuutiohinnoista laskettu keskiarvohinta.

#### TAULUKKO 6. Toiminta-asteen nousun kerrannaisvaikutus

<b>Kertautuminen muihin vaiheisiin (ainoastaan henkilsivukust. huomioitu)</b>			
henkilökust. 16€/h			
Pintakäsittely			
	Kerr.vaik.arvio (%)	Työntekijöitä	Kust. / kk
ennen		8	20480
jälkeen	5	8	19456
<b>Säästö</b>			1024
Pakkaus			
	Kerr.vaik.arvio (%)	Työntekijöitä	Kust. / kk
ennen		8	20480
jälkeen	10	8	18432
<b>Säästö</b>			2048
Lähetämö			
	Kerr.vaik.arvio (%)	Työntekijöitä	Kust. / kk
ennen		3	7680
jälkeen	13	3	6681,6
<b>Säästö</b>			998,4
Kerrannaisvaikutuksista aiheutuva säästö yht.			4070,4

Työssä esitellyin rationalisointikeinoin kokonaiskustannuksia saadaan Ruukki Furniturella vähennettyä kuukaudessa noin 8800 € mikä tekee vuodessa 105600 € Todellisuudessa työn hyöty on suurempi, sillä kysehän ei ainoastaan ole

säästöistä, vaan tuotannon kasvaminen nostaa samalla myös katetta. Lisäksi Ruukki Furniturella säästetään jatkossa sen vuoksi, kun Record siirrettiin pois tuotannosta. Tällöin säästytään kaikilta sen aiheuttamilta kuluilta.

Rationalisointitoimenpiteistä tuli myös kustannuksia. Uuden PC:n, ohjelmistopäivityksen, postprocessorin päivityksen ja pölysuojakaapin yhteishinta oli 5500 € Lisäksi CNC-koneeseen tehtiin työstöpäiden säätö oikeille paikoille. Sen kustannus oli 600 € Yhteensä kustannuksia kertyi siis 6100 € Kyseinen summa saadaan rationalisointitoimenpiteillä maksettua takaisin alle kuukaudessa.

## 6 PÄÄTÄNTÄ

Työn tarkoituksena oli tutkia CNC-koneiden toiminta-astetta, koska niiden huomattiin muodostavan tuotannollisen pullonkaulan. Pullonkaulan purkautumisen oli tarkoitus lisätä yrityksen tuotantokapasiteettiä sekä lisätä toimitusvarmuutta ja joustavuutta.

Tutkimuksessa selvisi, että tuottavan ajan osuus oli Routronicilla 43 %, mikä tarkoittaa sitä, että asete-, häiriö ja erilaiset virheajat veivät työntekoajasta 57 %. Eritoten aseteajan osuus oli hälyttävän korkea (keskimäärin noin 46 % mitä vastaava aika-arvo on reilu 1,5 h). Kun aseteaikaa tarkemmin aikatutkimuksella selvitettiin, huomattiin, että valtaosa (noin 40%) siitä kului ohjelman testaamiseen, tarkistamiseen ja hienosäätöön. Ohjelmaa ei CNC:llä, sen kerran kunnolla kerran tehtyään pitäisi joutua säätämään, joten ko. työnerän todettiin olevan CNC-koneiden tuotantotehokkuuden kannalta keskeisin ongelma.

Myös häiriöiden osuus oli korkea. Keskimäärin Routronic seiso i erilaisten konehäiriöiden takia 10 minuuttia jokaista erää kohden. Suurimmat ongelmat häiriöiden ja tuotantoa hidastavien tekijöiden esiintymistiheyksien mukaan aiheutuivat työkalunvaihtajasta, joka jumiutuessaan pysäytti työstön. Ajallisesti suurin ongelma oli arvion mukaan se, että ohjelmaa joutui säätämään tavattoman pitkään. Tämähän todettiin jo aikatutkimuksen puolella.

Virhetutkimuksessa selvisi, että suurimman virhetuotantomäärän aiheuttivat terän repimiset. Ongelmana oli ”hutaisten tehdyt” ohjelmat, joissa terän leikkuunopeuksia ei oltu laskettu. Toinen suuri virhetuotannon aiheuttaja oli asetteenteko. Asetetta tehdessä jouduttiin lähes poikkeuksetta ”uhraamaan” 1-3 levyä. Asetteen teon yhteydessä tulleet virheet olivat oikeastaan pahin virhe, koska asetevirheitä esiintyi joka erässä, kun taas repimisvirheet painottuivat tiettyihin ohjelmiin. Toisaalta repimisvirheitäkin voidaan aivan yhtä hyvin pitää asetevirheinä, sillä asetteeseen kuuluu, että ohjelma saadaan sellaiseen kuntoon, että voidaan valmistaa laadultaan riittävän hyvää tavaraa. Tutkimuksessa todettiin, että rationalisointitoimenpiteillä virheitä voidaan vähentää 60 prosenttiyksikköä, mikä tarkoittaa noin 400 € verran säästöä kuukaudessa.

Analysoinnin pohjalta tehtyjen arviolaskelmien mukaan aseteaikaa voidaan rationalisointitoimenpiteillä laskea noin tunnilla, jolloin aseteaika olisi noin 30 minuuttia. Yrityksessä aiemmin MOST-tekniikalla normitettu asete aika on juuri 30 minuuttia, joten toimenpiteitä voidaan pitää riittävinä. Myös häiriö- ja virheaikoja saataisiin työssä esiteltyin toimin laskettua merkittävästi. Arviolaskelmien mukaan kaikkien rationalisointitoimenpiteiden jälkeen, tuottavan ajan osuus(=toiminta-aste) nousisi 65 prosenttiin, mikä tarkoittaa sitä, että toiminta-aste nousisi työn ansiosta 22 prosenttiyksikköä. 22 prosenttiyksikön nousu toiminta-asteessa taas tarkoittaisi sitä, että Ruukki Furniture Oy voisi teoriassa lisätä tuotantoaan noin 50 %. Käytännössä lisäys ei voi kuitenkaan olla niin rajua, sillä tällöin jokin muu yrityksen linjoista, CNC-solun sijaan, muodostaisi pullonkaulan.

Työssä esiteltyin rationalisointikeinoin toiminta-aste nousee. Noususta aiheutuva kokonaiskustannussäästö on kuukaudessa noin 8800 € mikä tekee vuodessa 105600 €. Todellisuudessa työn hyöty on suurempi, sillä toiminta-asteen noustessa saadaan tehtyä enemmän tavaraa, mikä taas tarkoittaa enemmän katetta viivan alle. Eli kyse ei ole ainoastaan säästämisestä vaan myös tuotannonlisäyksen aiheuttamasta katteen noususta.

Rationalisointitoimien on tarkoitus olla pysyviä. Paikkojen siisteinä pysyminen ja tavaroiden järjestyksessä säilyminen edellyttää työntekijöiltä ja ennen kaikkea

työnjohdolta tietynlaista otetta, ettei kuukauden päästä huomata, että kaikki on taas kuin ennen näitä toimenpiteitä. Työnjohdon tulee valvoa, että työntekijät noudattavat heille annettuja määräyksiä esim. teräkaapin käytöstä. Jos huomataan, että työntekijät lipsuvat määräyksissä, on hyvä ottaa asia esiin esim. pienen palaverin merkeissä. Palaverissa käsiteltäisiin sitä, miksei asioita tehdä, niin kuin on suunniteltu. Samalla voidaan kuulla työntekijäpuolen kommentteja, onko rationalisointitoimenpiteissä ollut jotakin vikaa, mikä aiheuttaa sen, ettei esim. juuri teräkaapin järjestystä voida pitää suunnitellulla tavalla. Onkin tärkeää, että johdon ja työntekijöiden välillä on hyvä keskusteluyhteys. Työntekijöillä itsellään on tärkeä rooli työnkehityksen kannalta, koska heillä on paras tieto siitä, mikä työntekoa hidastaa tai vaikeuttaa. Paras mahdollinen tilanne olisi, että työnjohto saisi iskostettua työntekijöihinsä ”paremmin tekemisen” - asenteen. Työn helpottuminen, tehostuminen ja parantaminen on aina kuitenkin niin yrityksen kuin myös työntekijän etu.

## LÄHTEET

Aulanko, V., Hotanen, J. & Voitto, A. 1996. Tee paremmin: esimies toiminnan kehittäjänä. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä

Johtamistaidon opisto. Rationalisointi.

Michelsen, K.-E. 2001. Työ, tuottavuus ja tehokkuus: Rationalisointi suomalaisessa yhteiskunnassa. Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala

Perkiömäki, P. 2005. Tuotannonohjaus. Kurssimateriaali. Lahden ammattikorkeakoulu, Puutekniikan koulutusohjelma.

Salminen, M. 1998. Tuottavia tuottavuusprojekteja. Teoksessa Tuottavuus tänään. Kauppakaari Oy, Helsinki

Vartiainen, M. 1994. Työn muutoksen työvälineet. Tammer-Paino Oy. Tampere

## LIITE 1

TUOTE	OSA	OSAKOODI	RAAKA-A	KONE
			mänty	Routronic
ERÄKOKO	DIMENSIOT		koivu	Record
			MDF	

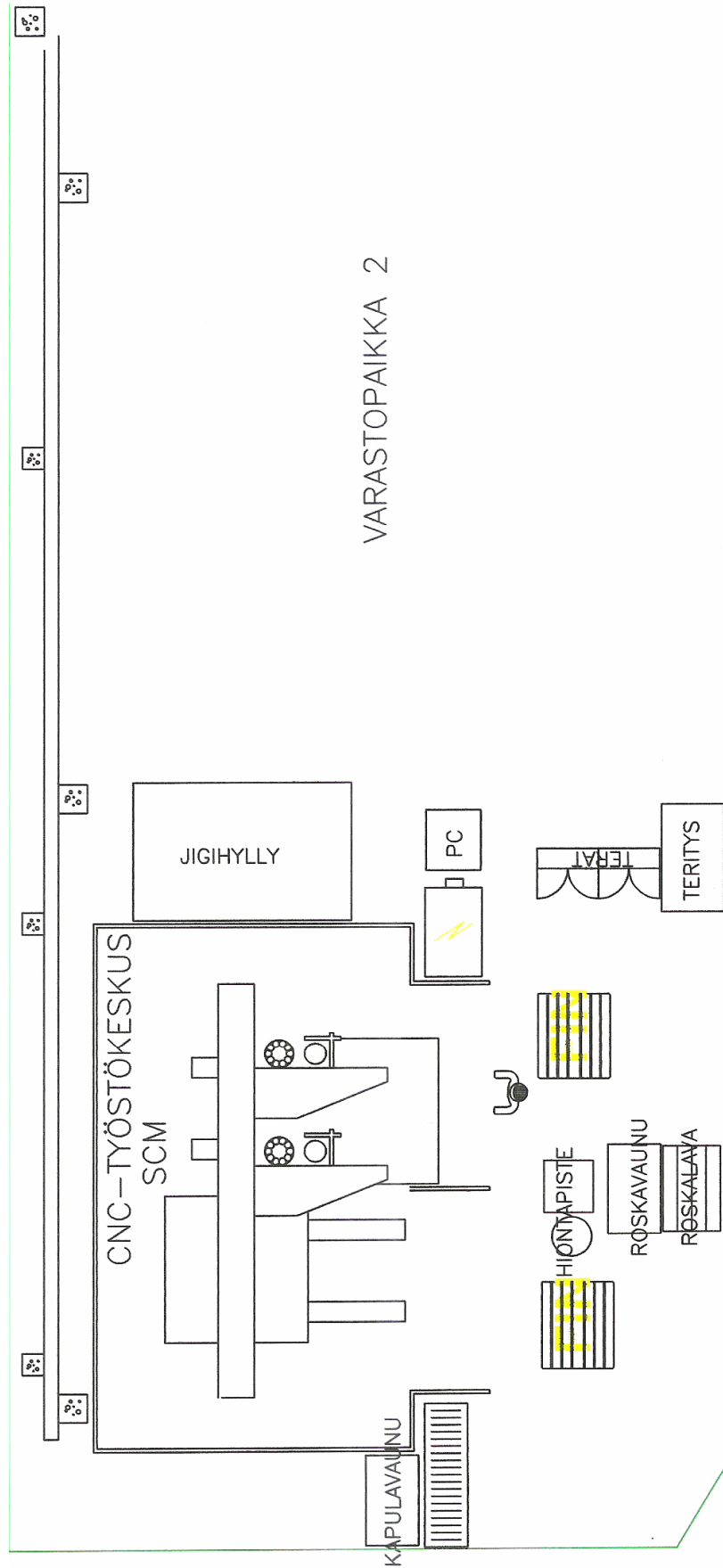
**Ajankulutus**

	Valitse			kulunut aika
<b>Asete</b>				
<b>Sisäinen asete</b>				
materiaalin haku				
terien asetus ja säätö				
ohjelman haku/tekeminen				
imupöydän asetus (sis. v. pois)	imukupit	jigi		
jigin haku jos jigillä				
testilevyaihion valmistus				
ohj.test., tarkist. ja hienosäätö				
siivoaminen				
terävaihto sarjan aikana				
muu toiminta				
valmistavaran poisvienti				
siivoaminen				
<b>Ulkoinen asete/sivutyö</b>				
hionta/kpl				
hionta/kpl x eräkoko				
pakkelointi/kpl				
pakkelointi/kpl x eräkoko				
kappaleen asetus				
kappaleen as/kpl x eräkoko				
kappaleen poisto				
kappaleen po/kpl x eräkoko				
<b>Koneistus</b>				
koneistusaika/kpl	poraus	jyrsintä	urasahaus	
koneistusaika/kpl x eräkoko				
<b>virhetuotanto</b>	materiaali	kone	työntekijä	kpl x koneai
kpl-määrät				
muu virheeseen kuulunut aika				
<b>Häiriö</b>				
<b>kokonaisaika</b>				

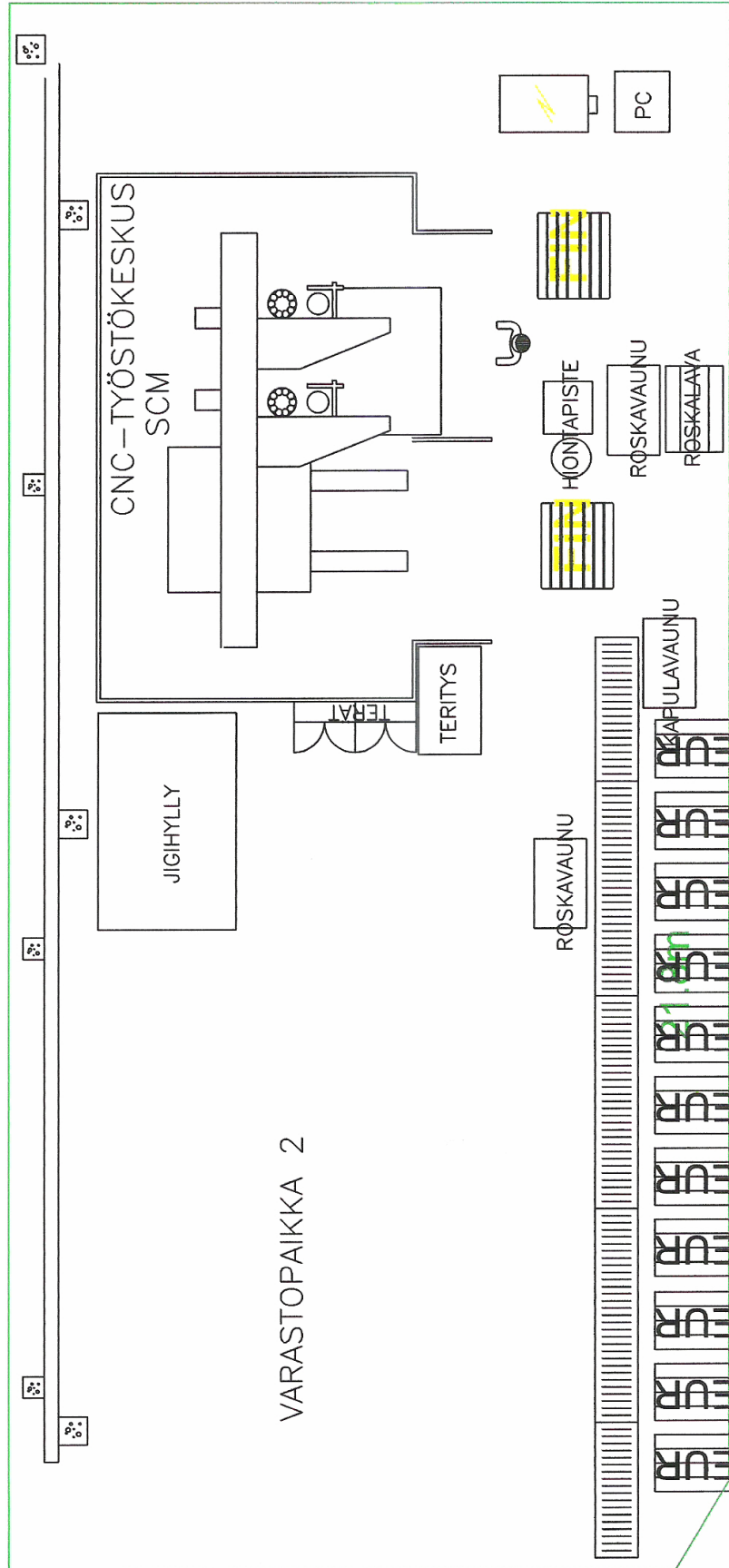




LIITE 3

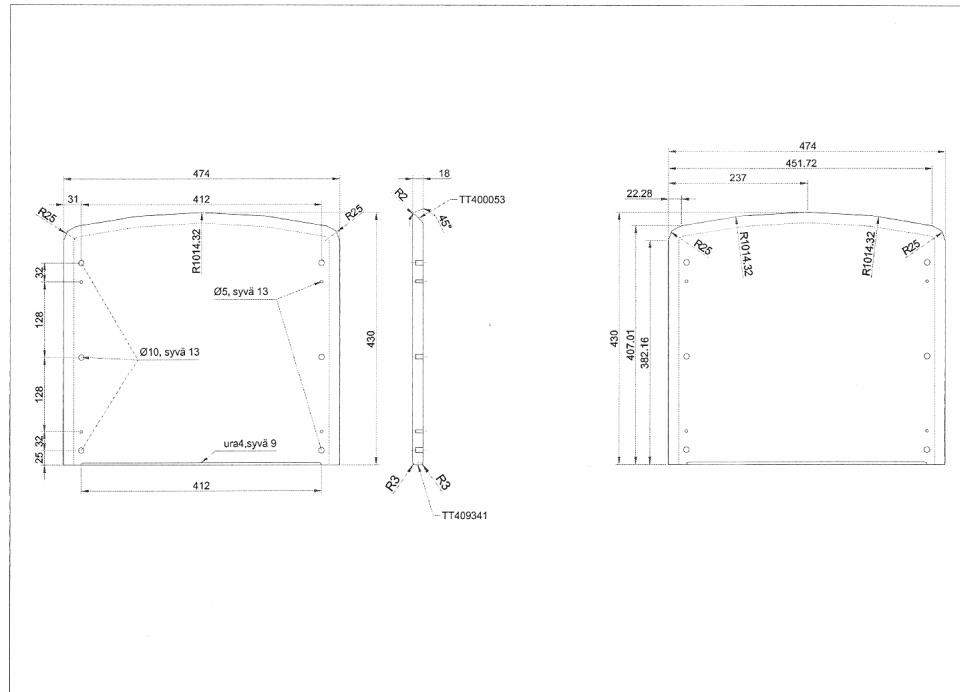


LIITE 4



VARASTOPAIKKA 2

## LIITE 5



Toim.viikko:

Osaryhmä: **Kausi**Osakoodi: **KA0260**Huom: **Ice 1-os lipasto**Mitat : **474,0 x 430,0 x 18,0**R-aine: **Koivu sormijatkettu**Väri: **Pyökki**

Sarjakoko:

Laatu: **A/B**Piir.nro: **ice1000**

SARJA:

Pvm	Tekijä	Kpl	Pvm	Tekijä	Kpl
.....	.....	.....	.....	.....	.....
Cnc iso:	.....	.....	Tasolinja:	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

Huom:

**JOKAINEN VASTAA OMAN TYÖNSÄ LAADUSTA!!!**

## LIITE 6

## JIGIEN HYLLYPAIKKALUETTELO

PIIRUSTUSRO	HYLLYNRO
AN-alkuiset	
AN1201	13
AN1202	13
BIFOLDIT	
kaikki jigit	23
CPL-alkuiset	
CPL 6457-3	22
CPL 6471-4	22
IS-alkuiset	
IS1029	20
IS2148	18
IS2149	16
IS2150	19
IS2151	17
LE-alkuiset	
LE1023/LE1132	6
LU-alkuiset	
LU1005	6
LU1006	8
LU1012	7
LU1013	9
LU1015	5
LU1016	7
LUNDIA etusarjat	
388 x 95	2
388 x 195	4
488 x 95	2
488 x 195	4
782 x 95	3
782 x 195	3
982 x 95	2
982 x 195	5

PIIRUSTUSRO	HYLLYNRO
MA-alkuiset	
MA0001	6
MA1019	14
MA2112	12
MA3002	11
MA3003	10
MA3006	10
MA3008	12
MA3046	24
MA3047	20
MA3053	15
MA3053	15
MA3054	15
MA3054	15
MA4013	15
MA4030	13
NE-alkuiset	
NE1017	10
NE1042	11
NE1083	10
NELSON LASIOVI	11
PNSU-alkuiset	
PNSU-0400	16
PNSU-0985	24

**LAITA JIGI KÄYTÖN JÄLKEEN OMALLE PAIKALLEEN!**