



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Ari Niemeläinen

# Nestauskoneen tuotannon kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

11.2.2020

Tekijä Otsikko	Ari Niemeläinen Nestauskoneen tuotannon kehittäminen
Sivumäärä Aika	23 sivua + 1 liite 11.2.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Valmistus- ja tuotantotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Saarnio Työnjohtaja Esa Kaukinen
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli tutkia nestauskoneen työstöhäiriöitä käyttämällä vika- ja vaikutusanalyysimenetelmää sekä laatia kattava perehdyttämishjeistus ja ennakkohuoltojen ohjeet uusille työntekijöille. Lisäksi tehtiin selvitys sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosesseista ja valmistusprosessikaaviot tuotteille.</p> <p>Työssä tehtyjen häiriöiden kartoituksen, perehdyttämishjeistuksen, ennakkohuoltojen ja valmistusprosessien valmiiksi saattamiseen käytettiin kirjallisuutta, työstökoneen käyttö- ja huolto-ohjeita, huoltoraportteja ja aiempaa kokemusta.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kattava selvitys nestauskoneen häiriöistä sekä hyvät ohjeet ennakkohuoltojen tekemiseen ja uuden työntekijän perehdyttämiseen. Sovhien ja seinäkkeiden valmistusprosessien vaiheiden selvitys onnistui myös hyvin, ja tietoja voidaan käyttää hyödyksi myöhemmin tutkittaessa mahdollisuuksia tuotteiden läpimenoaikojen ja kustannuksien vähentämiseen.</p>	
Avainsanat	Nestaus, FMEA, CNC,

Author Title	Ari Niemeläinen Production Improvement of a Nesting Machine
Number of Pages Date	23 pages + 1 appendix 11 February 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Manufacturing and Production Engineering
Instructors	Markku Saarnio, Senior Lecturer Esa Kaukinen, Foreman
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to examine failure modes of a nesting machine using the FMEA analysis method and to create comprehensive introduction instructions as well as advance maintenance instructions for new employees. In addition, the manufacturing processes of sofas and acoustic panels were examined and manufacturing process charts for the both products were made.</p> <p>In this thesis, topic-related literature, the nesting machine's instructions and maintenance manuals, maintenance reports and previous experience were examined in order to finish the research of failure modes, introduction and advance maintenance instructions, and manufacturing processes.</p> <p>As a result, a comprehensive report of nesting failure modes was created using qualitative research methods and also new instructions for advance maintenance and training for new workers were made. Furthermore, the study of manufacturing process stages of sofas and acoustic panels was carried out successfully. Information gathered from the study can be used in the future to suggest solutions to reduce lead time and costs of products.</p>	
Keywords	Nesting, FMEA, CNC

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
2	Yritysesittely	3
3	FMEA	4
3.1	FMEA:n tarkoitus	4
3.2	Historia	5
3.3	FMEA-tyypit	5
3.4	FMEA:n käyttäminen	6
4	Nestaus	9
5	Työn kulku	12
5.1	FMEA:n käyttäminen työssä	12
5.2	Perehdyttämisohjeistus	17
5.3	Sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosessit	18
6	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	
Liite 1	Nestauksen perehdyttämisohjeistus	

## Lyhenteet

CNC	Computer Numerical Control, tietokoneavustettu numeerinen ohjaus
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis, vika- ja vaikutusanalyysi
MDF	Medium-Density Fibreboard, puolikova puukuitu levy
RPN	Risk Priority Number, riskitulo
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Tämä insinöörityö tehtiin muun muassa sohvia ja seinäkkeitä valmistavalle yritykselle, joka ei halua nimeään julkaistavan. Työn tarkoituksena oli määrittää nestauskoneen eli CNC-ohjatun työstökeskuksen häiriöiden laatua, määrää ja taajuutta sekä laatia hyvä perehdyttämisohjeistus ja ennakkohuoltojen selvitys uusille nestauksen työntekijöille. Insinöörityössä selvitettiin myös sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosessin eri vaiheita ja tehtiin valmistusprosessikaaviot molemmille tuotteille. Valmistusprosessien osalta työssä keskitytään vain valmistusprosessien selvitykseen ja valmistusprosessi-kaavioiden tekemiseen.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn yhtenä tavoitteena oli parantaa valmistusvarmuuden ja tuottavuuden takaamista kehittämistutkimuksien avulla ja näin poistaa tai mahdollisesti kokonaan hävittää häiriöt nestauskoneesta. Häiriöiden tunnistaminen ja niiden nopea ratkaisu on erittäin tärkeää nestauksessa, jotta tuotanto ei häiriintyisi. Nestauskone on tuotannossa avainasemassa sohvien osien valmistuksessa ja jos kone on epäkunnossa, sohvia ei saada valmiiksi. Jatkossa nestauskoneen vikamuotoihin olisi helpompi kohdistaa tarvittavia toimenpiteitä kattavan häiriöselvityksen avulla. Toisena tavoitteena oli käytännöllisen ja kattavan perehdyttämisohjeistuksen kehittäminen, sillä yrityksen oma perehdyttämisohjeistus on liian suppea nestauksen tehtävään. Perehdyttämisohjeistuksen avulla pyritään parantamaan uusien nestauksen työntekijöiden tuottavuutta ja tehokkuutta tuotannossa sekä parantamaan työturvallisuutta. Ennakkohuoltojen ohjeistuksien laatimisella voidaan parantaa nestauskoneen toimivuutta jatkossa, koska oikein suoritettuja ja säännöllisin väliajoin hoidettuja huolloita nestauskoneelle vähentävät konerikkoja. Valmistusprosesseja laa timalla voidaan mahdollisesti tunnistaa valmistuksessa kohteita, jotka tarvitsevat kehittämistä. Parannusehdotuksien pohjalta voidaan esimerkiksi vähentää läpimenoaikoja ja kustannuksia.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Häiriöitä analysoitiin vika- ja vaikutusanalyysin avulla. Tutkimusaineisto koottiin neljällä erilaisella menetelmällä: haastatteluilla, jättämällä nestauskoneelle häiriölomake, mitä työntekijät täyttivät, kun häiriöitä ilmaantui koneelle sekä tutkimalla työstökoneen valmistajan käyttö- ja huolto-ohjeita sekä koneelle tehtyjen kunnossapitotöiden raportteja. FMEA-menetelmän avulla voidaan selkeästi havaita vakavimmat häiriöt ja korjata ne. Häiriöt kirjattiin taulukkoon ja niille annettiin pisteet 1 - 10 niiden esiintymisen, vakavuuden ja havaittavuuden perusteella. Lopuksi lukuarvojen tulo laskettiin ja näin saatiin RPN-luku eli riskitaso määriteltä. Pehdyttämisoheistus saatiin valmiiksi keräämällä tarvittava aineisto. Selvitettiin nestauskoneesta oleelliset hallintalaitteet, joiden ohjeista olisi eniten hyötyä koneen uusille käyttäjille. Nestauskoneen käyttäjiltä myös kysyttiin, mitä ohjeistuksen olisi hyvä pitää sisällään. Lisäksi otettiin nestauskoneen hallintalaitteista kuvia, joilla pystyttiin havainnollistamaan ja selittämään asioita paremmin. Sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosessin vaiheita käytiin läpi toimihenkilön ja yrityksen työvaihekuvauksien avulla. Kun prosessien eri vaiheet oli selvitetty, pystyttiin tietojen perusteella kokoamaan sohville ja seinäkkeille omat valmistusprosessikaaviot.

## 2 Yritysesittely

Vain työn tilaajan nähtävissä



### 3 FMEA

#### 3.1 FMEA:n tarkoitus

FMEA tulee englannin kielen sanoista *Failure Mode and Effects Analysis*, tämä tarkoittaa suomeksi vika- ja vaikutusanalyysiä (VVA). Se on systemaattinen metodi, jonka avulla voidaan tunnistaa kohteessa kaikkein isoimmat ja pienemmätkin viat, jotka vaikuttavat sen suorituskykyyn. Ensisijaisesti kuitenkin pyritään selvittämään isoimmat vikamuodot. VVA:n tarkoituksena on siis ennaltaehkäistä ja eliminoida vikatiloja kohteessa. Ilmenneiden vikojen syyt voidaan selvittää menetelmän avulla nopeasti, se antaa kattavan analyysin siitä, mitä viat voivat pahimmassa tapauksessa aikaan saada jos niitä ei poisteta riittävän ajoissa. Kohteesta löydetty viat pystytään arvioimaan ja asettamaan tärkeysjärjestykseen isoimmasta pienimpään. Tärkeysjärjestykseen laittaminen on tärkeää, koska tällä tavalla voidaan tehdä oikeanlaisia korjaavia toimenpiteitä ja kohdistaa tarvittava määrä resursseja jokaisen virheen korjaamiseen. Ennen korjaavia toimenpiteitä virheet on ensin paikannettava kohteessa. VVA:n avulla tämä pystytään tekemään tarkasti, ja näin virheitä voidaan jo hyvissä ajoin lieventää tai jopa poistaa kokonaan ennen niiden ilmenemistä. Virheiden korjaustoimenpiteet parantavat luotettavuutta ja turvallisuutta tuotteissa, prosesseissa, suunnittelussa ja palveluissa. Korjaavien toimenpiteiden jälkeen kohde arvioidaan uudelleen, koska näin pystytään havaitsemaan paremmin, mitä vaikutuksia toimenpiteistä on ollut. Vikojen jatkuessa prosessi voidaan tarvittaessa toistaa ja arvioida uudelleen, jotta kaikki vikamuodot kohteesta saataisiin poistettua. Vika- ja vaikutusanalyysiä sanotaan ennen tapahtumaa toiminnaksi englanniksi se tunnetaan *before-the-event*. Maailmanlaajuisesti VVA on tunnetuin ja käytetyin luotettavuusanalyysimenetelmä. Menetelmän helppo käyttöön ottaminen ja helppo käytettävyys on tehnyt siitä suosituksen. (Liu 2016: 3-4.)

### 3.2 Historia

FMEA:ta on käytetty jo vuosikymmenien ajan, mutta sen suosio ei ole laskenut vaan päin vastoin noussut. Monien vuosien aikana FMEA:sta on tehty monia erilaisia variaatioita, mutta silti menetelmän sanallisia muotoiluja tai niiden tarkoitusta ei ole muutettu. FMEA-menetelmää käytetään eri aloilla kuten esimerkiksi ilmailu-, auto-, ydin-, elektroniikka-, kemian-, mekaanisen- ja terveydenhoidon teollisuudessa. FMEA on saanut alkunsa 1940-luvun loppupuolella, kun Amerikan armeija kehitti ensimmäisen variaation FMEA-menetelmästä ja otti sen käyttöönsä. Tarkoituksena oli kehittää tekniikka, jolla voitaisiin vähentää vaihtelua ja ehkäisemään virheitä ampumatarvikkeiden valmistuksessa. Analyysimenetelmä otettiin virallisesti käyttöön ilmailu- ja avaruusalan teollisuudessa 1960-luvulla, ja sen kehittäjänä oli amerikkalainen NASA. Menetelmä vakiintui autoteollisuuden käyttöön 1970-luvun loppupuolella, ja sen otti käyttöön Ford-niminen autojen valmistaja. Ennen 2000-luvun alkua FMEA-menetelmä sisällytettiin ISO 9000- standardiin AIAG:n (Automotive Industry Action Group) toimesta. (Liu 2016: 4.)

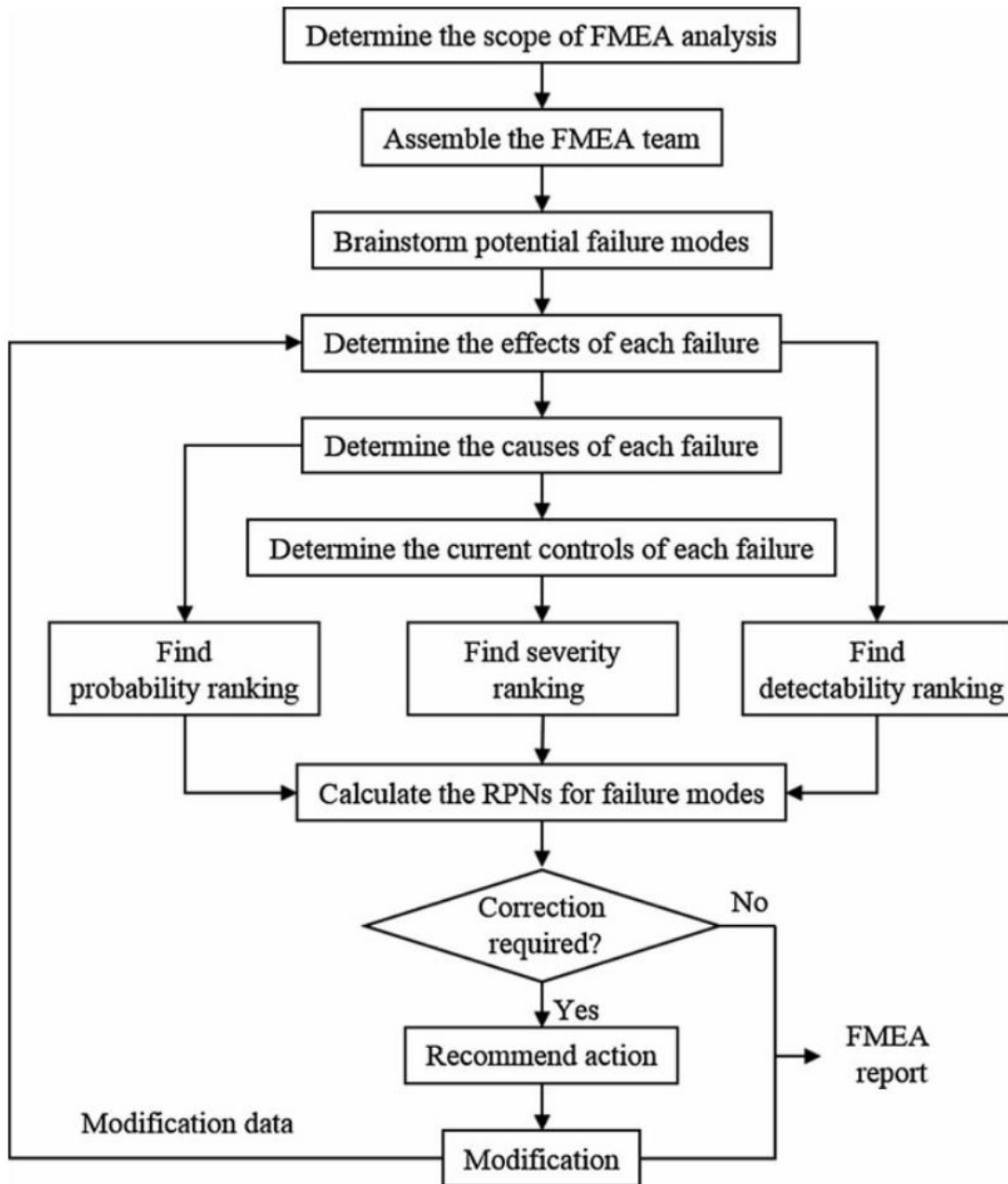
### 3.3 FMEA-tyypit

Erilaisia FMEA-tyyppejä on yhteensä kuusi, näistä kaksi kuuluu yleisimpiin tyypeihin. Yleisimmin käytettyjä ovat Process FMEA (PFMEA) ja Design FMEA (DFMEA). Loput neljä tyyppiä kuuluvat niin sanottuihin täydentäviin FMEA-tyyppeihin, täydentävän ryhmän nimi on FMEA Monitoring and System Response (FMEA-MSR). Nämä täydentävät tyypit kuuluvat Design FMEA:n alaisuuteen. Niitä ovat System FMEA, Software FMEA, Machinery FMEA ja Service FMEA. Tässä insinööriyössä käytettiin Machinery FMEA-tyyppiä. (Machinery Failure Mode & Effects Analysis 2019)

Process FMEA:n tehtävänä on paljastaa vikoja, jotka voivat vaikuttaa tuotteen laatuun, prosessin luotettavuuteen, asiakkaan tyytyväisyyteen sekä turvallisuus- ja ympäristövaaroihin. Eniten hyötyä Process FMEA:sta on kun se otetaan käyttöön heti prosessin alkuvaiheissa, mutta se voidaan myös ottaa käyttöön olemassa olevan prosessin aikana. Design FMEA:n avulla voidaan havaita vikoja, jotka liittyvät tuotteen suunnitteluun kuten tuotteen toimintahäiriöön, elinkaaren lyhenemiseen ja mahdollisiin vaaroihin, kun tuotetta käytetään. Design FMEA:ta tulisi käyttää tuotteen suunnitteluvaiheessa aina tuotteen valmistusvaiheeseen asti. Täydentäviä tyyppisiä kuten System FMEA:ta käytetään alijärjestelmien analysointiin. System FMEA keskittyy alijärjestelmien pohjautuviin puutteellisuuksiin kuten integraatioihin, vuorovaikuttamiseen ja alijärjestelmien välisiin käyttöliittymiin. Software FMEA tutkii ohjelmoinnin logiikkaa, joka liittyy raporttien luomiseen ja prosesseihin. Se voidaan ottaa käyttöön ohjelmiston luonti- vaiheessa tai olemassa olevaan ohjelmistoon. Service FMEA:n avulla voidaan havaita ja estää palveluvikoja, joita voi ilmentua tuotteen asennus-, toiminto-, huolto- ja korjaus- vaiheissa. Machinery FMEA:n avulla voidaan tunnistaa koneistuksessa ja koneiden välineissä tapahtuvat virheet. Menetelmän avulla on mahdollista parantaa koneiden luotettavuutta, pienentää korjausaikoja ja lisätä ehkäisykeinoja virheiden vähentämiseksi. (Machinery Failure Mode & Effects Analysis 2019)

### 3.4 FMEA:n käyttäminen

FMEA:n laatimisessa on yhteensä yhdeksän erilaista vaihetta, joita seurataan systemaattisesti. Ohjeiden systemaattisesta seuraamisesta FMEA:sta saadaan tehokas, monipuolinen ja erittäin hyödyllinen yritykselle, joka tarvitsee perinpohjaista analyysia tuotteiden, prosessien tai organisaation vikamuodoista. Kuvassa 2 on esitelty FMEA:n toimintatapa. (Liu 2016: 7.)



Kuva 2 FMEA:n käyttöönoton vaiheita (Liu 2016: 7.)

Ensimmäisenä vaiheena määritellään, minkä tyyppistä FMEA:ta kohteessa tulisi käyttää. On erittäin tärkeää asettaa rajat jo alkuvaiheessa, jotta voidaan keskittyä oikeisiin vikamuotoihin. Toisena vaiheena valitaan tiimi, FMEA:n laatiminen on tiimityöskentelyä eikä sitä voi tehdä yksin. Tiimin on hyvä koostua eri alojen asiantuntijoista, näin saadaan asioiden ajattelusta monta erilaista näkemystä. Kolmanneksi on ymmärrettävä systeemiä, jota analysoidaan. Neljäntenä käytetään brainstorming-tekniikkaa komponenttien ja niiden vaikutuksien vikamuotojen selvittämiseen. Kaikilla tiimin jäsenillä täytyy olla täysi ymmärrys systeemistä, ennen kuin kaikki vikamuodot kerätään yhteen listaan. Viidentenä pisteytetään kaikkien vikamuotojen esiintyvyys, löydettävyys ja havaittavuus asteikolla 1 - 10. Pienin numero tarkoittaa pientä riskiä ja korkein numero suurinta riskiä. Tiimin jäsenten on oltava samaa mieltä pisteytyksistä. Kuudentena lasketaan kaikkien vikamuotojen RPN-luku, se lasketaan kertomalla esiintyvyys-, löydettävyys- ja havaittavuusluvut keskenään. Vaiheessa seitsemän vikamuodot järjestetään vakavuuden perusteella. Ensin aloitetaan selvittämään vakavinta vikamuotoa, jotta toimivuutta voidaan ylläpitää. Vaiheessa kahdeksan tehdään FMEA- raportti keräämällä kaikki analyysien tulokset. Viimeisessä vaiheessa käydään uudelleen läpi lasketut RPN-luvut ja luvut arvioidaan vielä uudelleen. Näin voidaan vielä saavuttaa parannuksia. Uudelleen arviointi on tärkeää, koska näin saadaan varmuus siitä mitkä viat ovat vähentyneet tai poistuneet kokonaan. (Liu 2016: 7-9.)

## 4 Nestaus

Nestauskone on samankaltainen kone kuin CNC-kone, ja sen toiminta perustuu CNC-tekniikkaan. Nestauksella tarkoitetaan levynkäytön optimointia, eli toisin sanoen nestauksessa pyritään säästämään materiaalia, kustannuksia ja työstöaikoja optimoimalla työstettävät kappaleet levyaihioiden. Optimoimisella pyritään myös saamaan mahdollisimman paljon kappaleita yhdestä levyaihiosta. (CNC Nesting) Kuvassa 3 nestauskone yrityksen tuotantotiloissa.

Nestatessa nestauskone jyrää puulevyä, joten purua syntyy paljon ajon aikana. Nestauskoneen liikkuvassa yksikössä on imurit ja katossa huippuimuri, jotka hoitavat purun poiston työstöjen aikana, näin purua ei kerääny työpöydälle. Purun poisto on myös turvallisuuskysymys, koska liika puru pöydällä voi aiheuttaa palovaaran. Palovaara on olemassa myös, jos kappaleiden työstöradoissa on virheitä. Etenkin väärät ramppikertomet, työstönopeudet ja kulmista alkavat työstöt ovat paloturvallisuusriskejä.



Kuva 3 Nestauskone

Nestausohjelmassa työstettävät osat viedään nestausohjelmaan, jonka jälkeen ohjelman algoritmi asettelee kappaleet automaattisesti. Ohjelma kertoo myös, kuinka paljon materiaalia tarvitaan kappaleiden valmistukseen, näin voidaan valita oikean kokoinen levyaiho kappaleita varten. (CNC Nesting) Kuvassa 4 nestausohjelma on asetellut sohvanosia kaavaan. Tyypillinen kaava koostuu useasta levystä, kuvassa kaava koostuu neljästä ajettavasta levystä.

### Nested Preview

220107

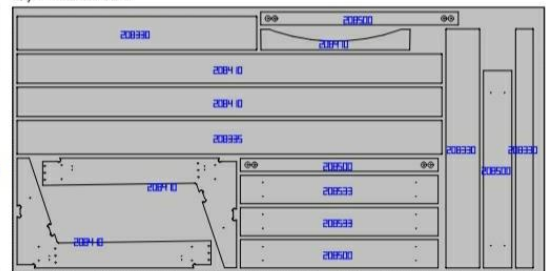
74470

220107///NestShaped II/lite/NE

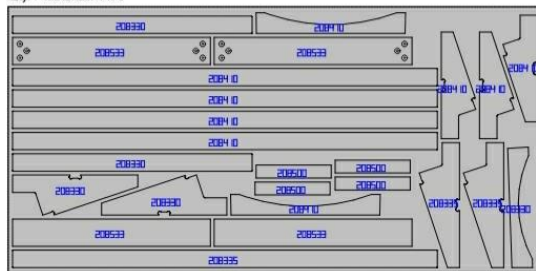
Ptn:1 Board:1.74470 Size:2440.0 x 1220.0  
Qty:1 Material:74470



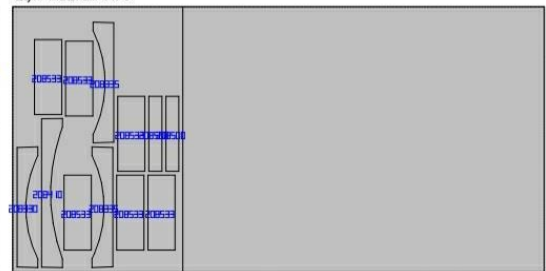
Ptn:2 Board:1.74470 Size:2440.0 x 1220.0  
Qty:1 Material:74470



Ptn:3 Board:1.74470 Size:2440.0 x 1220.0  
Qty:1 Material:74470



Ptn:4 Board:1.74470 Size:2440.0 x 1220.0  
Qty:1 Material:74470



1

Kuva 4 Nestauskaava

Nestaamalla voidaan tehdä monimuotoisia kappaleita 2D-ulotteisten lisäksi. Erilaiset työkalut mahdollistavat tarvittaessa 3D-ulotteisten kappaleiden valmistamisen. Niiden valmistaminen on kuitenkin monimutkaisempaa ja asettaa enemmän rajoja kuin perinteisissä CNC-koneissa. (CNC Nesting)

Nestauksessa käytetään uhrilevyä eli suojalevyä, kun esimerkiksi vanerilevyjä työste-  
tään nestaukoneella. Nestauskoneen alipainepumppujen avulla imetään suojalevy ja va-  
nerilevy pöytään kiinni, suojalevyinä käytetään MDF-levyjä. Suojalevy on kiinnitettynä  
pöytään muttereilla. MDF-levyjä käytetään, koska levyt ovat hienojakoista puukuitua ja  
ilma pääsee levyjen läpi kulkemaan helposti, mikä mahdollistaa vanerilevyjen kiinnityk-  
sen pöytään. Suojalevyt myös kuluvat käytön mukaan kun nestataan, joten ne täytyy  
välillä vaihtaa. Vaihdon helpottamiseksi isot suojalevyt sahataan kahteen osaan. Suoja-  
levyjä on myös säännöllisin väliajoin plaanattava, koska ne kuluvat ajojen aikana. Suo-  
jalevyn plaanaus auttaa kappaleita pysymään pöydällä ajojen aikana.



## 5 Työn kulku

Insinööriytyö aloitettiin pitämällä palaveri yrityksen toimihenkilöiden kanssa. Palaverissa käytiin läpi, mitä työssä tullaan tekemään. Yrityksen tuotantotiloihin ja tuotantotilojen turvallisuusasioihin ei ollut tarvetta tutustua, koska nämä olivat entuudestaan tuttuja. Kululupa saatiin, jotta yrityksen tuotantotiloihin ja nestauskoneelle oli mahdollista mennä. Suurin osa insinööriytyöstä pystyttiin tekemään etätöinä, joten tarvetta tehdä työtä vain yrityksen tiloissa ei ollut. Nestauksen työnjohtajalta saatiin apua työhön tarvittaessa ja työnjohtajan kanssa pidettiin säännöllisin väliajoin tapaamisia, jotta yritys olisi tietoinen työn kulusta.

### 5.1 FMEA:n käyttäminen työssä

Nestauskoneen kriittisimpiä häiriöitä ei ole aikaisemmin kartoitettu eikä FMEA- analyysimenetelmää ole ennen käytetty nestauskoneella, joten työ jouduttiin aloittamaan puhtaalta pöydältä. Tietoa häiriöistä kerättiin neljällä erilaisella menetelmällä kuten häiriöiden selvityslomakkeella ja haastatteluilla sekä tutkimalla työstökonevalmistajan käyttö- ja huolto-ohjeita sekä kunnossapitotöiden historiatietoja.

Häiriöiden selvityslomake (kuva 5) jätettiin nestauskoneelle, niin että työntekijät pystyivät kirjoittamaan häiriölle mahdollisen nimen ja mahdollisen korjaustoimenpiteen.

Nestauskoneen havaitut häiriöt	Häiriöiden korjaaminen
Käynnin säädin/ moottorin sulake	Työskentelyn imurointi aiheutti turhia törmäyksiä kun pienet vanerit palat tukkivat imurin suuaukon osittain ja törmäilee imuriin ja nestauskoneen kanssa.  Ongelma korjattu poistamalla imurointi nestauksen jälkeen.
Läpilyönnin katkaisutyöstöt	Katkaisu työstöt jos tehty liian pitkiksi/lyhyiksi aiheuttaa joko törmäysvaaran kappaleen ulostyön aikana tai palovaurion työtöiden aikana.  Ongelma korjattu tarkistamalla katkaisut ennen nestausta tai käyttämällä vakio kaavoja.
Irttoavat vaneri- kappaleet	Joko käynnin vanerit tai "huoneet" tehdyn nimikkeiden takia. Aiheuttaa palo-/irttoamis- ja törmäys vaaraa työstöjen aikana.  Ongelma korjataan tunnistamalla helposti irttoavat nimikkeet ja lisäämällä kiinnitys työstöt tai optimoimalla työstönopeudet ja työstö järjestykset.

Kuva 5 Nestauskoneen häiriön selvityslomake

Haastattelut pidettiin nestauksen työntekijöille, ja haastattelutyypinä käytettiin avointa haastattelua. Aiemmin nestauskoneelle jätetyn selvityslomakkeen ansiosta haastatelluita ei kannattanut pitää erityisen pitkinä. Työntekijöiden haastattelut olivat lomakkeen lisänä siltä varalta, että haastattelujen aikana ilmenisi mahdollisesti jotain uutta. Huoltoja tekevän yrityksen huoltotiimille puolestaan pidettiin noin 15 minuutin puolistrukturoitu haastattelu, johon osallistui huoltoja tekevän yrityksen kaksi huoltomiestä ja huoltopäällikkö. Haastattelua varten kysymykset mietittiin etukäteen, jotta haastattelusta saatiin mahdollisimman sujuva. Haastattelujen jälkeen lähdettiin tutkimaan työstökonevalmistajan käyttö- ja huolto-ohjeita sekä kunnossapitotöiden historiatietoja. Nestauskoneen käyttö- ja huolto-ohjeista oli hyötyä, koska löydettiin hyödyllistä tietoa siitä kuinka häiriötilanteissa toimitaan työstökonevalmistajan ohjeen mukaan ja miten mahdollisia häiriöitä voidaan poistaa. Näitä ohjeita pystyttiin hyödyntämään työssä myöhemmin, kun suunniteltiin perehdyttämisharjoitusta. Nestauskoneen kunnossapitotöiden historiaa tutkimalla löydettiin yhdestä huolto raportista korjaustoimenpidettä vaatinut vika, joka pystyttiin lisäämään FMEA- taulukkoon. Kuvassa 6 näkyy huoltoja suorittavan yrityksen suorittama huolto nestauskoneelle. Kuvassa esiintyvä vika, jota enemmän voidaan sanoa häiriöksi, voidaan poistaa koneen käyttäjän toimesta. Tämä tapahtuu poistamalla teräistukka

nestauskoneen pääkarasta käsin ja putsaamalla teräistukan ja pääkaran kiinnityskohdat huolellisesti.

## TYÖMÄÄRÄIN

**Asiakastiedot**

Asiakas [redacted]      [redacted] yhteystiedot [redacted]  
 Toimipaikka [redacted]  
 Paikkakunta [redacted]      Tulosyksikkö [redacted]  
 Sopimus [redacted]      Asiakkaan yhteystiedot [redacted]  
 Työtilaus [redacted]  
 Kuvaus [redacted]      [Prioriteetti: Kireellinen] Nestauskoneen moottori pitää kovaa ääntä kun terä lähtee pyörimään. [redacted]

Ostotilaus [redacted]  
 Laskutustapa Aika & Materiaali [redacted]

**LAITTEEN TIEDOT**

Laitenumero [redacted]      Valmistaja [redacted]      Kapasiteetti [redacted]  
 Laitekuvaus Nestauskone [redacted]      Sarjanumero [redacted]      Jänneväli [redacted]  
 Käyttöpaikka [redacted]      Malli [redacted]      Nostokorkeus [redacted]  
 Päivä [redacted]      Käyttö [redacted]  
 Huoltoteknikko [redacted]      Asennettu [redacted]  
 Sertifiointi nro [redacted]      Käyttöluokka [redacted]  
 Huoltotuote Hälytyskorjaus [redacted]      Jännite/Vaiheet/Taajuus [redacted]  
 Arvioidut käyttötunnit/vuosi [redacted]

	!	Tehtävä	Kirjauspäivä	Vika	Vakavuus	Suositus	Työn kuvaus	Jatkotolmi
Apulaite Nestauskone [redacted]	!	Toiminnallinen arviointi	[redacted]				Pääkara piti kovaa ääntä ajettaessa. Käyttäjän mukaan ääni alkoi yllättäen.  Terä otettiin irti ja karan akselia pyöritettiin käsin --> Ei havaittu poikkeamaa Irrotettua terää tarkastellessa huomattiin terässä lastunpala --> tämä on mahdollisesti aiheuttanut terän epätasapainon joka aiheuttanut äänen.  Karaa pyöritettiin ilman terää --> OK Karaa pyöritettiin puhdistetun terän kanssa --> OK  Seurataan tilannetta.	

**Riskiluokat**

<b>Turvallisuus</b>	Osoittaa vaarallista tilaa. Korjattava ennen käytön jatkamista. Korjaamattomana laitteen käyttö voi aiheuttaa tapaturman, mukaan lukien kuolema tai omaisuusvahinko.
<b>⚠ WARNING</b>	
<b>Tuotanto</b>	Osoittaa vajaatehoista tai -toiminnallista tilaa. Korjaamattomana voi aiheuttaa ominaisuuksissa vajaakäyttöä tai nopeuksien alenemaa ja prosessin hidastumista tai häiriintymistä.
<b>Määrittelemätön</b>	Osoittaa, että silmämääräisessä tarkastelussa ei voi varmistua laitteen kunnosta tai toimenpidesuosituksista.
<b>Parannusmahdollisuus</b>	Osoittaa vartenotettavaa mahdollisuutta laitteen turvallisuuden, tuottavuuden, soveltuvuuden tai käyttöiän lisäämiseen.

Kunto [redacted]

Kuva 6 Nestauskoneelle suoritetun huollonraportti

Häiriöiden selvityksien jälkeen luotiin Excel-ohjelman avulla taulukko ja taulukosta tehtiin FMEA:n mukainen, siihen kirjattiin kaikki havaitut häiriöt nestauskoneesta. Luodusta FMEA-taulukosta selviää vika, häiriön vaikutuksista lyhyt kuvaus, virheen aiheuttajasta lyhyt kuvaus ja suositelluista toimenpiteistä lyhyt kuvaus. Häiriöt pisteytettiin esiintyvyyden, vakavuuden ja havaittavuuden perusteella 1 - 10. Pienin luku vastaa pientä häiriötä ja isoin luku vakavaa häiriötä. FMEA-luokitustaulukkoa käytettiin apuna, kun häiriöiden vakavuusasteita, löydettävyyksiä ja esiintymistodennäköisyyksiä pisteytettiin. Kuvassa 7 FMEA-luokitukset. (Rahikkala, 2014)

<u>Vakavuusaste</u>	<u>Löydettävyys</u>
1 Ei mitää vaikutusta koneelle eikä käyttäjälle	1 Virhe havaitaan aina > 99,99%
2 Erittäin vähäinen vaikutus koneeseen	2 Virhe havaitaan erittäin suurella todennäköisyydellä > 99,73%
3 Vähäinen vaikutus koneeseen	3 Virhe havaitaan suurella todennäköisyydellä > 99%
4 Erittäin pieni toimintahäiriö koneessa	4 Normaali todennäköisyys virheen löytämiselle > 98%
5 Pieni toimintahäiriö koneessa	5 Pienehkö todennäköisyys virheen löytämiselle > 95,44%
6 Koneen toimintahäiriö	6 Pieni todennäköisyys virheen löytämiselle > 93,5%
7 Selvä toimintahäiriö koneessa	7 Hyvin pieni todennäköisyys virheen löytämiselle > 92%
8 Suuri toimintahäiriö koneessa	8 Vähäinen todennäköisyys virheen löytämiselle > 90%
9 Erittäin suuri toimintahäiriö koneessa/kone ei toimi	9 Erittäin vähäinen todennäköisyys virheen löytämiselle > 68,25%
10 Turvallisuus ja henkilövahinkoriski	10 Virheen löytäminen epätodennäköistä
<u>Esiintymistodennäköisyys</u>	<u>Hyväksymiskriteerit</u>
1 Esiintyminen epätodennäköistä 1:10 000	
2 Hyvin pieni esiintymistiheys 1: 5 000	Ei toimenpiteitä, kun RPN < 50
3 Pieni esiintymismahdollisuus 1:2 000	
4 Melko pieni esiintymismahdollisuus 1:1 000	Välittömät toimenpiteet, kun RPN 50 - 100
5 Esiintyminen mahdollista 1:750	
6 Esiintyminen todennäköistä 1:500	Korjaavat toimenpiteet, kun RPN > 100
7 Esiintyminen hyvin todennäköistä 1:300	
8 Esiintyminen erittäin todennäköistä 1:200	
9 Esiintyminen toistuvaa 1:50	
10 Esiintyminen jatkuvaa 1:20	

**Kuva 7 FMEA luokitukset (Rahikkala, 2014)**

Tämän jälkeen luvut kerrottiin ja saatiin RPN-luku jokaiselle häiriölle. Lasketulla RPN-luvulla nähdään, minkälaisia toimenpiteitä häiriöt vaativst. RPN-luvun ollessa alle 50 ei tarvita toimenpiteitä, luvun ollessa yli 50 välittömiä toimenpiteitä tarvitaan ja luvun ollessa yli 100 tarvitaan korjaavia toimenpiteitä. RPN-hyväksymiskriteerit esiteltiin kuvassa 7. RPN-luvun avulla häiriöt pystyttiin myös järjestämään vakavuuden perusteella. Vakavin häiriö, joka vaatii välitöntä korjausta listattiin ylimmäiseksi, ja vähiten toimenpiteitä vaativa häiriö listan alimmaiseksi. Kuvassa 8 on FMEA-taulukko, mihin on kerätty nestauskoneessa havaitut häiriöt.

Yritys		FMEA / vika ja vaikutusanalyysi										Dok. Nro				
TUOTU/PROSESSI:												Laatija: Ari Niemeläinen				
TUOTE/PROSESSIVASTAAVA												Laatimis pvm.				
Prosessin nro	Potentiaalinen vika	Seuraukset/ vaikutukset	Vakavuus	Lukitus	Henkilö- vahinkoriski	Virheen aiheuttaja	Esiintyminen	Seuranta/ valvonta	Havaittavuus	RPN	Suositellut/ suoritettut toimenpiteet	Vastuuhenkilö / Aikaraja	Toimenpiteiden tulokset			
													Tot. Pvm	Esiintyminen	Vakavuus	Havaittavuus
1.	Törmäysvalvonta/ imuhappu ei mene ylös	Työstökoneetta ei voida käyttää	9		-	Mahdollisesti työstön aikana irronnut kappale	5	Koneen käyttäjä	3	135	Liikutaan x-akselia 1m negatiiviseen suuntaan ja y-akselilla 0,5m positiiviseen suuntaan, lopuksi painetaan reset näppäintä		5	9	3	135
2.	Koneen hakieissa terää teräpidikkeestä, pääkara ei mene teräpidikkeeseen kohdalle. Jää vajaan noin 5cm.	Terän pidike hajoaa ja terä tippuu maahan	9		-	Toimintahäiriö	4	Koneen käyttäjä	3	108	Terän pidike vaihdettava tarkistettava terä, teräistukka ja kara		4	9	3	108
3.	Irtoilevat vanerikappaleet	Käyrä vanerilevy tai nimikkeessä oleva virhe voi aiheuttaa palo- irtorais- ja törmäys vaaraa työstöjen aikana	6		-	Virheet nimikkeissä tai käyrä vanerilevy	8	Koneen käyttäjä/ kaavojen suunnittelija	2	96	Tunnistetaan helposti irtoavat nimikkeet ja lisäämällä kiinnitystyöstöjä sekä optimoimalla työstönopeudet ja työstöjärjestykset		8	6	1	96
4.	Teräistukka ei kiinnity kunnolla pääkaraan	Teräistukan joutuu poistamaan pääkarasta käsin	6		-	Teräistukan ja pääkaran väliin on mahdollisesti jäänyt puusuikale	5	Koneen käyttäjä	3	90	Irroitetaan teräistukka käsin pääkarasta, pultsaus ja tarkistus pää- ja teräistukalle		5	6	3	90
5.	Nostopöytä aiheuttaa virheen	Nostopöytä ei saavuta ala-asentoa	8		-	Nostopöydän mekaanisen alarajan vipu irronnut	2	Koneen käyttäjä	4	64	Vaatii korjaustoimenpiteitä, huoltomiehelle ilmoitus		2	8	4	64
6.	Lastulevujen katkaisutyöstöt	Katkaisutyöt jos on tehty liian pitkiksi tai lyhyeksi aiheuttaa törmäysvaaran tai palovaaran työstön aikana	4		-	Katkaisutyöstöt	7	Koneen käyttäjä	2	56	Ongelma poistuu tarkistamalla katkaisu ennen nestaus tai käyttämällä vakiokaavoja		7	4	2	56
7.	Käytön säädin/ moottorin sulake	Työpöydän imuointi aiheuttaa törmäyksiä kun irtoilevat vaneripalat osuvat imuurysikön ja nestauspöydän kanssa	3		-	Työpöydän imuointi	8	Koneen käyttäjä	1	24	Ongelma voidaan poistaa poistamalla imuointi nestauksen jälkeen		8	3	1	24
8.	Ei riittävästi alipainetta - vleensä tapahtuu seinäkkeiden ajossa	Ohjelma ei käynnisty	1		-	Yksi alipainepumpusta ei "kerkeä" mukaan, jolloin alipainetta ei kerry tarpeeksi työstön aloittamiseen	9	Koneen käyttäjä	1	9	Painetaan start näppäintä ja ohjelma jatkuu normaalisti		9	1	1	9
9.	LUS ajossa: levynhaku päällä mutta ei hae levyä	Työstökeskus pysähtyy	1		-	Toimintahäiriö koneessa	7	Koneen käyttäjä	1	7	Levynhaku pois päältä ja takaisin päälle		7	1	1	7

Kuva 8 Taulukossa nestauskoneen häiriöitä

## 5.2 Perehdyttämisohjeistus

Perehdyttämisohjeistus tulee olemaan uusien työntekijöiden tukena, kun kaksi viikkoa kestävä perehdyttämisyksikkö päättyy. Perehdyttämisyksikön aikana uusi työntekijä on kokeneen nestauskoneen käyttäjän mukana. Laadittua perehdyttämisohjeistusta olisi myös hyvä käydä läpi perehdyttämisyksikön aikana, näin voidaan varmistaa, että kaikki asiat nestauskoneesta tulee käytyä läpi uuden työntekijän kanssa. Nestauskoneen tehtävä on monipuolinen ja asiat unohtuvat nopeasti uusilta työntekijöiltä, joten perehdyttämisohjeistus tulee auttamaan uusia työntekijöitä työn ja nestauskoneen oppimisessa.

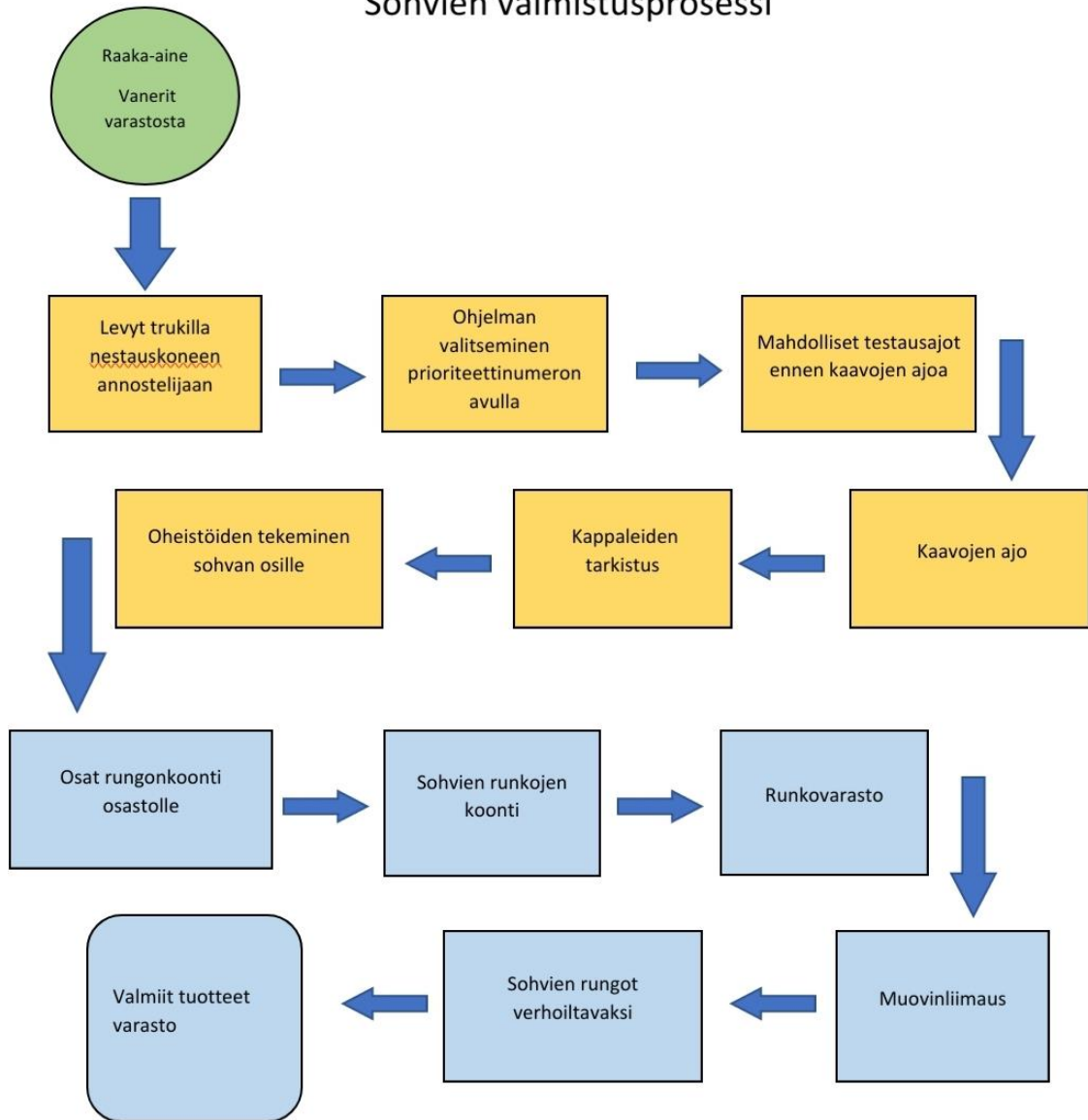
Perehdyttämisohjeistuksen sisältöä mietittiin työnjohtajan ja työntekijöiden kanssa. Päätettiin siihen, että ohjeistuksen pitäisi sisältää nestauskoneen toimilaitteista yksinkertaiset ohjeet, jotta ne olisivat mahdollisimman helposti ymmärrettävissä uusille työntekijöille. Perehdyttämisohjeistukseen tehtiin myös ohjeet koneen turvallisesta käytöstä, paloturvallisuudesta, huolloista, työstöohjelmien löytämisestä nestauskoneelta, valmistuvien kappaleiden laadun tarkkailusta sekä kappaleiden oikein asettelusta kuormalavoille. Lisäksi ohjeistukseen liitettiin kaikista sohvan osien nimikkeistä taulukko, josta selviää, mihin nimikkeisiin tehdään oheistöitä. Oheistöiden muistaminen on etenkin uusille työntekijöille alussa hankalaa, joten taulukko on muistin tueksi. Liitteessä 1 on kokonaisuudessaan perehdyttämisohjeistus, joka laadittiin nestauskoneen uusia työntekijöitä varten.

### 5.3 Sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosessit

Lopuksi työssä selvitettiin sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosesseja ja laadittiin valmistusprosessikaaviot. Sohvien valmistusprosessi on paljon pidempi kuin seinäkkeiden valmistusprosessi, joten sohvien valmistusprosessin selvitys tarvitsi enemmän aikaa. Valmistusprosessien tekemisessä auttoi kuitenkin paljon, että molempien tuotteiden valmistusprosessit olivat osittain entuudestaan tuttuja.

Sohvien valmistusprosessi alkaa koivuvanerilevyjen hakemisella levyvarastosta vastapainotrukilla. Levynippuja tuodaan yleensä muutama nestauskoneen lähelle, jotta levyjä ei tarvitse hakea varastolta jatkuvasti, näin säästetään koneaikaa. Levynippu asetetaan vastapainotrukilla nestauskoneen annostelijaan, siihen mahtuu 30 vanerilevyä. Paksuudeltaan koivuvanerilevyt, joista valmistetaan sohvanosia ovat, 15 mm, ja mitoiltaan 2440 x 1220 mm. Tämän jälkeen kaavat otetaan työn alle päivämäärä järjestyksessä, mikä tapahtuu prioriteettinumeron avulla. Ennen ohjelman ajoa tarvittaessa tehdään testiajoja, ne tehdään yleensä uusien osien tullessa tuotantoon tai jos osiin tehdään muutoksia. Testiajojen jälkeen kaavat ajetaan, kappaleiden valmistuessaan kappaleet tulee tarkastaa hyvin, koska rikkinäisiä kappaleita ei saa päätyä tuotannossa eteenpäin, mikä hidastaisi sohvien valmistumista. Tarkistusten jälkeen tehdään tarvittavat oheistyöt kappaleille. Sohvanosien oheistöitä ovat lyöntimuttereiden asentaminen, reikien poraaminen monikaralla, hionta ja pyöristäminen. Valmiit kappaleet asetellaan kuormalavalle ja ne siirretään rungonkoontiosastolle. Runkojen koonnin jälkeen ne jäävät hetkeksi odottamaan runkovarastoon, minkä jälkeen ne menevät liimattavaksi. Liimausten jälkeen rungot viedään verhoiltaviksi, mikä on viimeinen vaihe sohvien valmistusprosessissa. Verhoilun jälkeen tuotteet menevät valmiiden tuotteiden varastoon ja siitä eteenpäin myymälöihin ja asiakkaille. Kuvassa 9 näkyy sohvien valmistusprosessin eri vaiheita.

## Sohvien valmistusprosessi

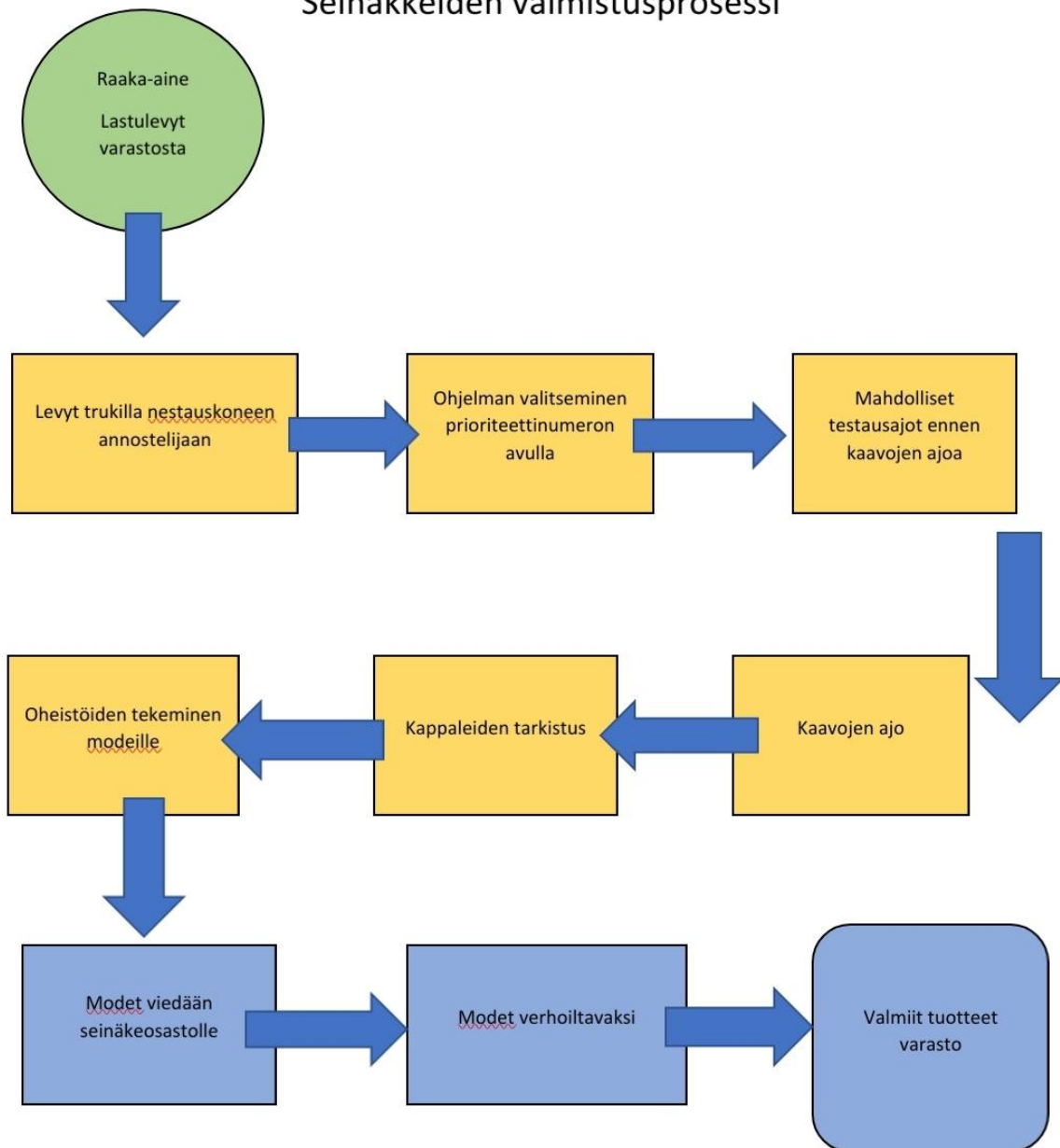


Kuva 9 Sohvien valmistusprosessikaavio



Seinäkkeiden valmistus alkaa hakemalla levyvarastosta lastulevyjä. Lastulevynippuja tuodaan myös nestauskoneen lähettyville, josta niitä saadaan nopeasti koneen annostelijaan. Lastulevyt ovat paksuudeltaan 38 mm, ja mitoiltaan levyt ovat 2630 x 1830 mm. Lastulevyjä mahtuu nestauskoneen annostelijaan 12 kappaletta. Levyhakujen jälkeen otetaan kaava päivämäärän mukaisesti ja haetaan ohjelma prioriteettinumeron avulla, ennen kaavojen ajoa tehdään tarvittaessa testausajot. Kun kappaleet valmistuvat ne tarkistetaan ja niille tehdään oheistyöt. Seinäkkeille tehdään oheistöitä riippuen niiden mitoista, yleensä lattiaseinäkkeille tehkään porauksia. Oheistöiden jälkeen seinäkkeet vietään seinäkeosastolle ja verhoiltavaksi. Verhoilun jälkeen tuotteet menevät valmiiden tuotteiden varastoon ja siitä eteenpäin asiakkaille. Kuvassa 10 näkyy seinäkkeiden valmistusprosessin vaiheita.

## Seinäkkeiden valmistusprosessi



Kuva 10 Seinäkkeiden valmistusprosessi kaavio

## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä tehtiin nestauskoneelle eli CNC-ohjatulle työstökeskukselle kattava häiriöiden selvitys käyttämällä FMEA-menetelmää sekä laadittiin perehdyttämishjeet ja ennakkohuoltojen selvitys uusille työntekijöille. Lisäksi selvitettiin sohvien ja seinäkkeiden valmistusprosessit ja laadittiin kaaviot tuotteiden eri prosessivaiheista.

Jatkoa ajatellen nestauskoneen koneaikaa saadaan pidennettyä, koska nyt voidaan heti keskittyä nestauskoneen tiedettyihin häiriöihin, jotka ovat listattuna FMEA-taulukoon. Häiriöiden analyysitaulukosta saatiin oikein selkeä, joten sitä on uuden työntekijän helppo ymmärtää. Tietenkin jatkossa voi esiintyä uudenlaisia häiriöitä, joita listassa ei ole, mutta uudenlaisiin häiriöihin voidaan löytää ratkaisut ja lisätä ne taulukoon jälkikäteen. Ennakkohuoltojen ohjeilla, jotka löytyvät perehdyttämishjeistuksesta, voidaan puolestaan jatkossa lisätä koneen toimivuutta ja elinikää. Tämä tarkoittaa, että ennakkohuolto-ohjeita on seurattava tarkasti. Laaditun kattavan perehdyttämishjeistuksen avulla uudet työntekijät saavat jatkossa hyvän perehdyttämisen työtehtävään ja työtehtävä on mahdollista oppia aikaisempaa nopeammin. Perehdyttämishjeistus vietiin nestauskoneelle ja sitä voidaan nyt käyttää hyödyksi. Nyt kun sohvien ja seinäketuotteiden valmistusprosessien selvitykset on tehty, tietoja hyödyntämällä voidaan jatkossa alkaa miettiä esimerkiksi, minkälaisia parannuksia voidaan tehdä, jotta tuotteiden läpimenoaika ja kustannuksia saataisiin pienennettyä.

Lopputuloksena työn kaikki vaiheet onnistuivat hyvin, erityisesti perehdyttämishjeistuksesta ja nestauskoneen häiriöiden kartoituksesta saatiin erityisen onnistuneet ja toimivat ratkaisut. Työn tekemisestä on varmasti paljon apua tulevaisuudessa nestauksen työntekijöille ja nestauskoneen toimivuuden varmistamisessa.

## Lähteet

CNC Nesting: All About This CNC Cutting Method. All3DP. Verkkoaineisto. <<https://m.all3dp.com/2/cnc-nesting-all-about-cnc-cutting-method/>>. Luettu 20.1.2020.

Liu Hu-Chen. 2016. FMEA Using Uncertainty Theories and MCDM Methods. E-kirja.

Machinery Failure Mode & Effects Analysis. 2019. Quality-One International. Verkkoaineisto. <<https://quality-one.com/mfmea/>>. Luettu 10.1.2020.

Rahikkala Jyrki. 2014. SFS 5438 Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät eli vika-vaikutusanalyysi. Verkkoaineisto. <<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=108375219>>. 21.9.2014. Luettu 12.9.2019.

## Nestauksen perehdyttämisohjeistus

### Nestauksen ohjeet

#### Käynnistäminen

1. Käännä kytkentäkaapin sivussa oleva päävirtakatkaisin **ON** - asentoon. Tietokone käynnistyy ja kaikki tarvittavat ohjelmat käynnistyvät automaattisesti.
2. Kytke ohjauksen jännite päälle, alipainepumput käynnistyvät samalla.
3. Käynnistä imurit.



**Sammuttaminen**

1. Sulje kaikki käynnissä olevat ohjelmat. Tietokoneessa on Windows XP -käyttöjärjestelmä, joka sammutetaan samalla tavalla.
2. Koneen sammuttua sulje imurit ja käänä päävirta **OFF**-asentoon.

### Ohjelmien hakeminen ja käynnistäminen

Ohjelmien ajaminen tapahtuu **Varaus** -välilehden kautta. **Varaus** -alueella on kaksi puolta. Toisella puolella on kaavojen ajaminen ja toisella puolella on yksittäisten kappaleiden ajo. Näitä alueita voidaan vaihtaa **F11** -painikkeella.

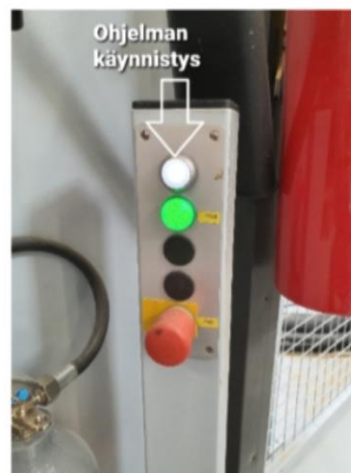
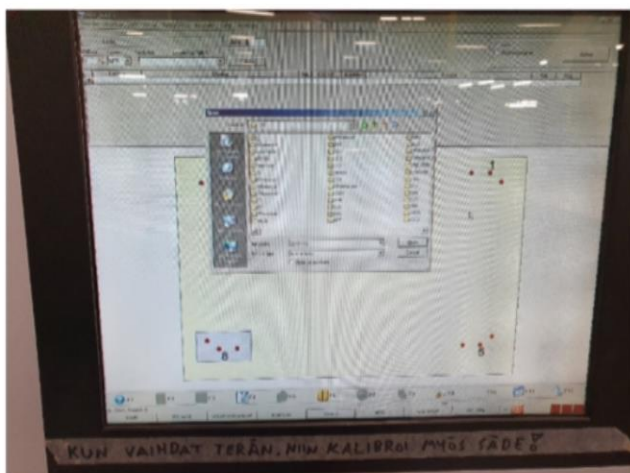
**Nollapiste** määritetään painamalla haluttua kulmaa. Vasen alakulma nollapisteeksi on pääsääntöisesti aina valittava.

**Huom!** Koneen käynnistyessä **nollapiste** sijaitsee oikeassa yläkulmassa.



### Kaavat

Ohjelmien hakeminen tapahtuu **Ctrl + O** -näppäinyhdistelmällä. Avautuvasta ikkunasta valitaan vasemmalta **My Computer**. Tämän jälkeen **(N:)** -kansio ja sen jälkeen **LIS** -kansio. Ohjelmat etsitään kaavan oikeassa ylänurkassa olevalla nimellä, tämä on yleensä työn **prioriteettinumero** esim. 170802. Avautuu lista ja valitaan ensimmäinen rivi, tämän jälkeen painetaan **Aktivointi** -painiketta. Ohjelma käynnistetään painamalla koneen näytön oikealla puolella sijaitsevasta tolpastä.

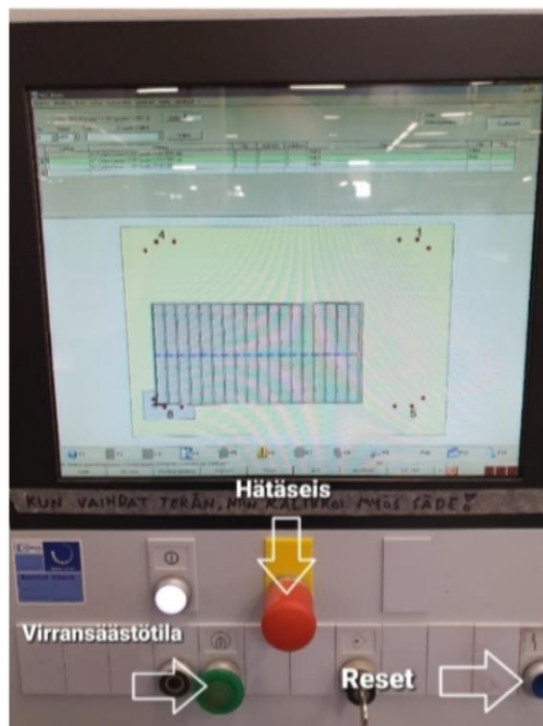




## Toimintalaitteet

Nestauskoneen näytön alta löytyy **virransäästötila**, **häätäseis**- ja **reset**-painikkeet.

- **Virransäästötila** asettaa koneen valmiustilaan
- **Hätäseis**-painiketta käytetään kun halutaan saada kone nopeasti pysähtymään tapaturma -tai vaaratilanteissa
- **Reset**-painikkeen avulla voidaan nollata hälytysilmoituksia, joita koneen **diagnoosi** välilehdelle voi ilmaantua. Pysäyttää myös käynnissä olevat ohjelmat.

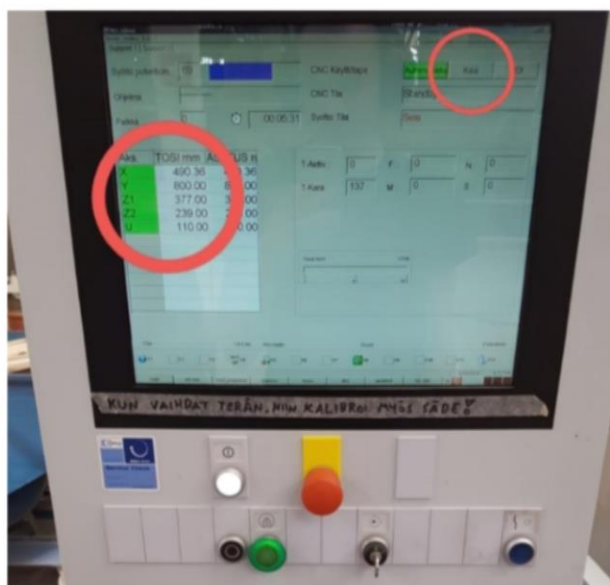


### Akselien liikuttaminen

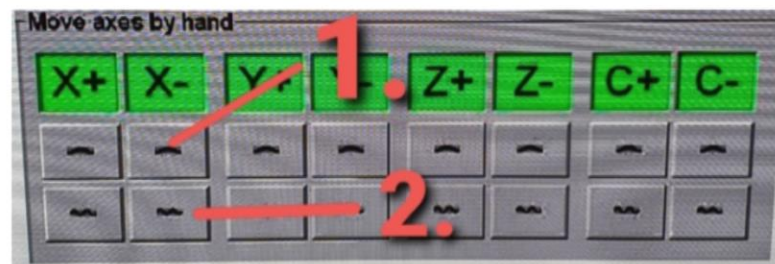
Nestauskoneessa on 5 erilaista akselia, joita voidaan liikuttaa manuaalisesti. Nämä akselit ovat:

- X
- Y
- Z1 ( pääkara )
- Z2 ( porakara )
- U ( levyntyönnin )

Akselien manuaalinen ohjaaminen tapahtuu **käyttö** välilehden kautta. Valitaan CNC-käyttötavaksi **käsi** oikeasta yläkulmasta. Vasemmalla puolella näkyy kunkin akselin todellinen paikka.



**Käsikäytön** ollessa valittuna näytölle tulee akselien painikkeet, joiden avulla akseleita liikutetaan.



1. Akseli liikkuu **1m / min** haluttuun suuntaan
2. Akseli liikkuu **10m / min** haluttuun suuntaan



**Käsi­käyt­­tösäädin** mah­dol­lis­taa koneenoh­jauksen ilman oh­jau­spöytää. Sillä voi­daan siirtää yksittäisiä akseleita, irrottaa työkalun kiinnitys ja keskeyttää työstöohjelmia.

1 Akseleita voidaan liikuttaa positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan

2 Käsikäyttö

3 Liikuttaa pääkaran imuhuuvaa ylös ja alas

4 Työkalukiinnityksen avaaminen

5 Reset ( **palautus** )

6 Akselien valinta:

1. **X**
2. **Y**
3. **Z1 ( pääkara)**
4. **Z2 ( porakara)**
5. **U ( levyntyönnin )**

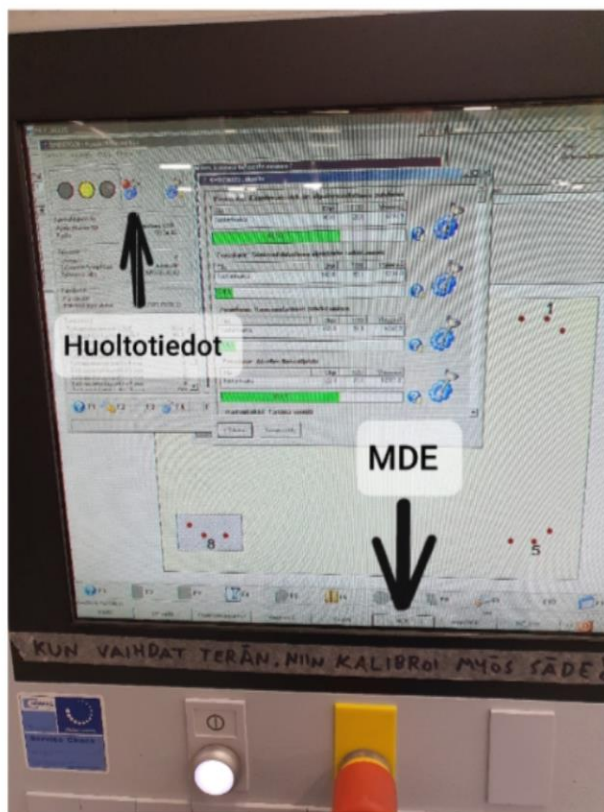
7 Potentiometri ( **säätää kaikkien CNC-akselien syöttöä** )

**Huom!** Älä paina reset näppäintä jos terä on työkappaleessa. Voi aiheuttaa **palovaaran** tai **tuhota terän** jos terä pysähtyy kesken työstön.

**Turvallisin tapa pysäyttää kone kesken ajon on säätämällä syöttö nolnaan kun terä on työkappaleen yläpuolella.**

### Huolto-ohjeet

Nestauskoneesta löytyy koneen sisäinen huoltohistoria. Sinne päästään painamalla **MDE**- välilehteä. Tämän jälkeen aukeaa uusi ikkuna painetaan kuvaketta, joka aukaisee **huoltotiedot** ikkunan. Kone ilmoittaa automattisesti huollon, joka pitäisi suorittaa määräajan täytyessä. Kaikkia huoltoja ei kuitenkaan tehdä koneelle vaan huoltomiehet suorittavat suurimman osan.



Nestauskoneeseen tehdään viikoittain perussiivous, jolloin siivotaan koneen ympäristö. Siivouksen yhteydessä putsataan **alipainepumppujen suodattimet**, jotka sijaitsevat koneen takana ja **sähkökaapin suodattimet**.

Teräistukat on terän vaihdon yhteydessä hyvä putsata ja samalla tarkistaa pääkaran puhtaus. Teräistukat ja pääkara voidaan putsata käyttämällä **paineilmaa**.

**Huom!** On tärkeää putsata teräistukat ja pääkaran kynnet jos epäpuhtautta esiintyy. Lika voi aiheuttaa epätasapainoa terässä, aiheuttaa kovaa ääntä ja pahimmassa tapauksessa voi rikkoa karanlaakerit.



Alipainepumppujen  
suodattimet

---





Sähkökaapin suodattimet

---

### **Työturvallisuus ohjeet**

#### **Nestauskoneen turvallinen käyttö**

- Koneetta ei saa jättää työstämään yksin
- Puristus-, törmäys- ja silpoutumisvaara jos turvalaitteita ohitetaan
- Koneen taakse ei saa mennä ajon aikana
- Jos tarve mennä koneen taakse käytä turvaovea
- Teriä vaihtaessa varo terän teräviä reunoja
- Linjaa tyhjennettäessä on vaarana kappaleen osuminen vieressä työskentelevään ihmiseen
- Isoja levyjä käsin ympäri kääntäessä on mahdollista loukata itsensä
- Huomioi trukki liikenne kun poistut nestauskoneelta

Nestauskoneen ympäristöstä löytyy yhteensä **5 hätäseis** painiketta.

- Turvaovelta
- Kuljettimen päädystä
- Levynostimen edestä
- Ohjauspöydältä ja sen oikealla puolella olevasta tolpastä
- Käsi käyttö säätimen päältä

### Paloturvallisuus

#### **Nestauskoneessa on tulipaloriski ja koneen käyttäjän on noudatettava seuraavia ohjeita konetta käyttäessä**

- Tylsillä terillä vältettävä ajoa, syttymisvaara.
- Uhrilevyn alkaessa kytemään **paina hätäseis** painiketta ja käytä sammuttimia, joita löytyy koneen vierestä
- Koneistaessa uusia osia on tarkkailtava työstöä erittäin tarkasti. Yleensä ohjelmien aloitus - ja lopetuskohdista kyteminen alkaa

### Laadun seuranta

Sohvanosia kun valmistetaan on ne tarkistettava. Sohvanosiin voi jäädä leikkuu pintaan karvaa ja tämä johtuu **terän tylsyydestä**. Tällöin suurimmat karvat on hiottava pois kappaleista. On myös hyvä tarkistaa, että kappaleet ovat **oikean kokoisia** ja **muotoisia**. Kappaleet voivat irtoilla ajon aikana varsinkin **pienimmät**, jolloin muodot voivat vääristyä. Irtoaminen voi selittyä myös **alhaisesta alipaineesta**.

Pehmeä materiaali voi jättää työstöjäljen huonommaksi vaikka terä olisi hyvä ja ajonopeudet oikeita



Leikkuu pinnassa karvaa

## Oheistyöt nestauksessa

### Sohvanosat

Nimikkeen nimi	Lyöntimutteri	Pyöritys	Monikara
SR 1 istuinosan sivu		X	
SR 1 istuimen välisarja		X	X
SR 1 rungon kapean lisäosan alasarja	X		
SR 2 istuinosan sivu		X	
SR 2 istuimen välisarja		X	X
SR 2 käsinojan A alasarja	X		
SR 2 käsinojan B alasarja	X		
SR 2 divaanin alakehä 84	X		
SR 2 divaanin istuinosan sivu		X	
SR 3 istuinosan sivu		x	
SR 3 käsinojan alavaneri	X		
SR 3 kulman alakehys	X		
SR 3 rahin ja päätypalan alakehys	X		
SR 3 käsinojan alavaneri B	X		
SR 4 istuinosan sivu		X	
SR 4 istuimen välisarja		X	X
SR 4 kulma 90 iso takajousikaari			X
SR 4 kulma 90 iso alakehys	X		
SR 5 istuinosan sivu		X	
SR 5 istuimen välisarja			X (SR 5 ohjurilla)
Louhi sivu oikea	X	X	
Louhi sivu vasen	X	X	
Ritz lepotuolin sivu oikea	X	X	
Ritz lepotuolin sivu vasen	X	X	
Kämp lepotuolin sivu oikea	X	X	
Kämp lepotuolin sivu vasen	X	X	
Flex lepotuoli istuinlevy	X		
Flex lepotuolin sivu oikea		X	
Flex lepotuolin sivu vasen		X	
Tere tuolin istuinvaneri	X		
Tere 3-H sohvan istuin	X		
Logo lepotuolin verhoiltava selkäreppö	X	X	
Sigur lepotuolin istuin vaneri	X		
Dyyni kehys	X		

Lyöntimutterit osan etupuolelle  
Lyöntimutterit osan kääntöpuolelle  
Lyöntimutterit osan molemmille puolille

### Tilauksen asettaminen lavoil

Tilaukset tulee asettaa kuormalavoille niin, että **kaavan** valmistuessa kaikki kaavan osat laitetaan samalle lavalle tai useammalle lavalle riippuen kuinka paljon yhdelle lavalle mahtuu kappaleita.

**Asettaessa kappaleita lavoil on ne asetettava lavoil siististi esim. samat osat omiin pinoihin.**

**Kuormista ei kannata tehdä liian korkeita, sillä ne voivat helposti kaatua.**

**Huom!** Jos kaavat ovat lyhyitä ja osia tulee vähän voidaan useampi tilaus asettaa samalle lavalle, kuitenkin **max. 3** tilausta samalle lavalle.

