

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Venealan koulutusohjelma

Petri Wikström

CNC-TYÖSTÖKESKUKSEN HANKINTAPROSESSI

Opinnäytetyö 2010

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty keväällä 2010 Kymenlaakson ammattikorkeakoulun venealan koulutusohjelman opinnäytetyönä Oy Nautor Ab:n Kruunupyyn puusepäntehtaalle.

Työtä ohjaavana opettajana toimi Martti Jokinen Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun Ylivieskan yksiköstä ja yrityksen puolesta Anders Keituri Oy Nautor Ab sekä Bengt Nyström Oy Nautor Ab

Haluan kiittää edellä mainittuja henkilöitä, CNC-koneen käyttäjiä sekä muita, jotka ovat edesauttaneet tämän opinnäytetyön syntyä.

Kälviällä 9.4.2010

Petri Wikström

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Venealan koulutusohjelma

Wikström, Petri	CNC-työstökeskuksen hankintaprosessi
Opinnäytetyö	43 sivua + 13 liitesivua
Työn ohjaaja	laboratorioinsinööri Martti Jokinen
Toimeksiantaja	Oy Nautor Ab
Huhtikuu 2010	
Avainsanat	CNC-työstö, hankinta, veneenrakennus

CNC-tekniikan hyödyntäminen nykyaikaisessa veneenrakennuksessa on tullut tehokkaammaksi 3D-suunnittelun myötä myös lyhyemmissä tuotantosarjoissa. Sisustusta voidaan digitaalisesti mallintaa ja sitä voi useampi suunnitteluryhmä reaaliaikaisesti tutkia. Pitkälle viety suunnittelutyö lyhentää läpimenoaikoja sekä parantaa kustannustehokasta materiaalin käsittelyä

Opinnäytetyössä perehdytään CNC-työstökeskuksen valintaan ja hankintaan. Työn tavoitteena oli tehdä selvitystyö erilaisista laitteisto vaihtoehdoista, jota voidaan käyttää hankintapäätöksen tukena Oy Nautor Ab:n Kruunupyyn puusepäntehtaalle. Oy Nautor Ab on perustettu 1966 ja se valmistaa purjeveneitä lujitemuovi- ja hiilikuitumateriaaleista. Kruunupyyn puusepäntehtaassa valmistetaan veneiden sisustuskomponentit.

Puusepäntehtaalle on hankittu kolmiakselinen C-akselilla varustettu rasteripöydällinen työstöyksikkö SCM Record 210 NT valmistamaan tarvittavia sisustusosia pääosin levy materiaaleista. Laitteistokokonaisuuteen on liitetty 2D-näyttölaser. Sisustusosien suunnitteluun ja mallintamiseen käytetään SolidWorks 3D -ohjelmistoa.

Työssä selvitettiin sisustuskomponenttien valmistamiseen soveltuvia laitteistoratkaisuja ottaen huomioon tuotannon erityispiirteet ja erilaisten materiaalien työstettävyyys, sekä valintakriteerit, jotka johtivat laitteistokokoonpanon hankintaan.

Tehtaalle onnistuttiin hankkimaan laitteisto, joka palvelee tuotantoamme varsin joustavasti. Asetteen teko on nopeata ja kone soveltuu erinomaisesti erilaisten materiaalien työstöön.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSO AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Boat Manufacturing

WIKSTRÖM, PETRI

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

April 2010

Keywords

Purchase Process for a CNC -Work Center

43 pages + 13 pages of appendices

Martti Jokinen, Laboratory Engineer

Oy Nautor Ab

CNC-tooling, purchase, boat building

Using CNC -technique in the modern boat building for the short production series has become more effective since 3D drawing and modeling has been taken into effective use. The body of the interior can be digitally modeled and observed, and then all the design teams can see the changes made in real time. Well made design and modeling reduces lead-time in production and helps the effective use of materials.

Oy Nautor Ab was founded in 1966 and it produces sailing yachts in glass- and carbon fibermaterials. Interior components are manufactured in the carpentry shop in Kruunupyy.

The aim of this thesis was to research existing tooling solutions for a carpentry shop at Oy Nautor Ab by taking into consideration the flexibility in the production and diversity of the materials which are used in the production.

A SCM Record 210 NT three axial work center with aluminum multi-function worktable was purchased to the joinery factory. Also a 2D laser projector is attached to the system. SolidWorks 3D program is used for modeling and to produce the drawings.

The purchased work center has proved to be an effective and flexible solution for Nautors production. The easy and fast making of the settings are the best features of the whole setup.

# SISÄLLYSLUETTELO

1 TYÖN TAUSTAA	7
1.1 Työn tavoite ja rajaus	8
1.2 Käsitteitä ja määritelmiä	8
2 SUUNNITTELUMENETELMIEN KEHITTYMINEN NAUTORILLA	9
3 PUUSEPÄNTEHTAAN TOIMINNAN YLEISKUVAUS	10
3.1 Viilunahkojen valmistus	10
3.2 Materiaalin lajittelu	11
3.3 Laipoiden ja pienosien valmistus	11
3.4 Reunalistoitus	13
3.5 Muotoliimaus	13
3.6 Kokoonpano	14
3.7 Esiasennus	14
3.8 Pintakäsittely	15
3.9 Heloitus	16
4 TYÖSTETTÄVÄT MATERIAALIT	17
4.1 Vanerit	17
4.2 Massiivipuu	17
4.3 Vaahtolevyt	17
4.4 Corian	18
4.5 Akryyli	18
5 TARVITTAVAN LAITTEISTON VALINTAKRITEERIT	19
5.1 Referenssikohteet	19
5.2 Kiinnitystavan valinta	20
5.3 Nestaus	22
5.4 Lasernäyttölaite kappaleen paikoituksessa	23
5.5 Työkalun mittaaminen	23
5.6 Materiaalivirheiden eliminointi	24

5.7	Digitoinnin käyttö sisustuksen mittauksessa	24
5.8	Materiaalin käsittely	26
6	TARJOUSVERTAILU	26
6.1	Tarjouspyyntöjen asettelu	26
6.2	Saapuneet tarjoukset ja niiden vertailu	27
7	VALINTA	30
7.1	SCM-Record 210 NT	32
7.2	Näyttölaser	33
7.3	Vaculex 180-20-alipainenostin	34
8	TULOKSET TÄHÄN MENNESSÄ	36
8.1	CS42	36
8.2	Turkit	36
8.3	Runko, laipio ja kansirakenteet	38
8.4	3D-työstöt	39
9	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	<b>Virhe.</b>
	<b>Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>	
	LIITTEET	
	LIITE1 Tilausvahvistus CNC-team, 2007.	

## 1 TYÖN TAUSTAA

Oy Nautor Ab (jatkossa, Nautor) on perustettu 1966 Pietarsaassa. Nautor valmistaa Swan-merkkisiä purjeveneitä pääosin lasi- ja hiilikuitumateriaaleista. Toimitilat sijaitsevat Pietarsaassa, Kolpissa ja Kruunupyssä. Nautorin palveluksessa on noin 350 työntekijää. Nautor valmistaa vuosittain 15 – 20 venettä ja ne ovat pituudeltaan 42 – 130 jalkaa. Swan on yksi maailman tunnetuimmista purjevenetuotemerkeistä, ja se mielletään yleisesti niin laadultaan kuin ominaisuuksiltaan maailman ehdottomaan kärkikastiin purjehduksen alalla.

Nautorin Kruunupyyn puusepäntehtas on vuosien mittaan kehittynyt yhdeksi alueen suurimmista hienopuusepänteollisuuden yksiköistä. Tehdas työllistää noin 60 henkilöä. Vuoteen 2007 mennessä puusepäntehtaalla ei ole ollut käytössä CNC-työstöyksikköä joten tuotannon sovittaminen uuteen tekniikkaan vaatii sopeutumista niin tuotannossa kuin suunnittelukonttorissa.

Kun veneen rungon sisämitat voidaan tänä päivänä mallintaa digitaalisesti, saadaan olemassa olevasta rungosta tarkka malli, jolloin sisustuskomponentit voidaan yksilöllisesti sovittaa uusiin venemalleihin jo piirustuspöydällä. Piirustuskonttorin tekemät CAD-piirustukset ovat olleet riittäviä visuaaliseen tarkasteluun, ja sisustuskomponenttien rakentaminen niiden pohjalta on ollut järkevää. Kuitenkin 3D-ohjelmistojen mukaantulo suunnittelussa on ollut edellytys uuden tekniikan tehokkaaseen käyttöön.

Riskitekijöitä voidaan nähdä tuotannon suuntaamisessa yhden laitteiston toiminnan vaaraan, tuolloin riskeinä ovat yhtäältä mahdolliset tekniset ongelmat ja toisaalta henkilöstön vaihtuvuus.

Yrityksen tämän päivän strategian mukaan pyritään tuottamaan enemmän toistuvia ja samankaltaisia sisustusratkaisuja, joiden tuottamiseen CNC-työstökeskus soveltuu mitä parhaiten. Uuden tekniikan myötä lyhentyneet läpimenoajat tuotannossa sekä materiaalin tehokkaampi käyttö lisäävät tuotteen kilpailukykyä kiristyvillä markkinoilla.

Nautorin eri yksiköt teettävät ulkopuolisilla toimijoilla melko suuren määrän alihankintatöitä, joita voidaan jatkossa tuottaa omalla yksiköllä.

## 1.1 Työn tavoite ja raja

Tässä työssä käsitellään CNC-työstökeskuksen hankintaa ja toiminnan tuloksia Nautorin Kruunupyyn yksikössä. Työn tavoitteena oli selvittää erilaisten laitteistokoonpanojen soveltuvuus puusepäntehtaan tuotantoon. Selvitystyötä käytetään hankintapäätöksen tukena.

Hankintaprosessin kulku voitiin jakaa kolmeen osa-alueeseen:

- tarpeiden kartoitus. Kartoitetaan mitä osia työstöyksikössä toivotaan valmistettavan ja mistä materiaaleista.
- tutustutaan saatavilla oleviin tekniikoihin ja valitaan niistä parhaiten tuotantoa palvelevat ratkaisut.
- tarjouspyyntöjen asettaminen sekä lopullisen laitteistotoimittajan valinta.

Näistä osa-alueista tarvekartoitus sekä valmistustekniikoiden tutkiminen olivat lähinnä minun työtäni. Lopullisen hankintapäätöksen ja kaupan valmistelivat tekninen johtaja Kjell Vestö sekä tehtaanjohtaja Anders Keituri.

## 1.2 Käsitteitä ja määritelmiä

- CNC (Computerized numerical control) tietokoneistettu numeerinen ohjaus
- CAD (Computer aided design) tietokoneavusteinen suunnittelu
- CAM (Computer aided manufacturing) tietokoneavusteinen valmistus, lähinnä ohjelmointi
- EPS (Electronic positioning system) imutiilien paikoitusjärjestelmä
- MDF (Medium density fiberboard) puristettu puukuitulevy
- 3D-mallinnus. Sillä tuotetaan kolmiulotteisia malleja jokaisesta osasta. Osamalli sisältää osan fyysiset mitat ja muodot sekä tiedot materiaalista ja sen ominaisuuksista. Valmiit osamallit liitetään kokoonpanomalliin, josta voidaan havaita osien keskinäinen vuorovaikutus. Kun 3D-mallin mittoja tai muotoja muutetaan, päivittyy muutos kaikkiin niihin kokoonpanomalleihin, joissa kyseistä osaa käytetään.



- Turkki (Durk, ruotsi) veneen lattia
- Pentteri (Pentry, ruotsi) veneen keittiötilat

## 2 SUUNNITTELUMENETELMIEN KEHITTYMINEN NAUTORILLA

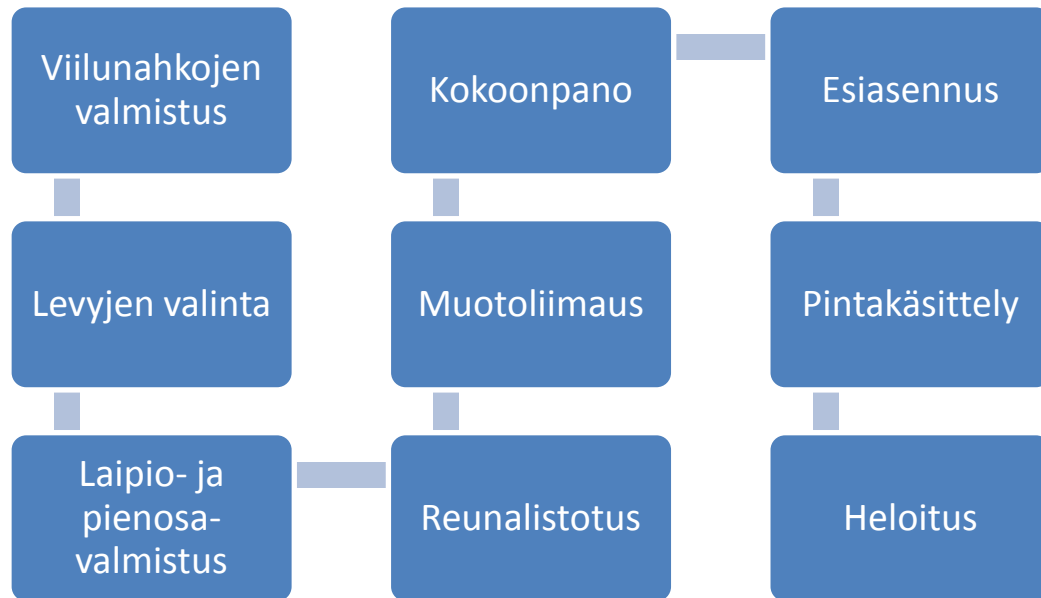
Piirustusten tekeminen huviveneisiin on Suomessa verrattain uusi ilmiö. Vielä 1950 – 60-luvuilla oli harvinaista, että veneestä oli olemassa piirustukset; piirustuksia laadittiin vain suuremmista huviveneistä. Paljolti veneitä tehtiin ns. vanhojen oppien mukaan traditioita kunnioittaen, muokaten hieman edellisiä malleja ja sitä kautta tuotetta kehittäen. Varsinkin pienemmät mallikaarille rakennettavat veneet muuttuivat vain vähän.

Kun muoviveneiden teollinen valmistus 1970-luvun vaihteessa otti vallan puuveneiltä, syntyi tarve piirustuksille. Kiihtyvä vientiin suuntautuva tuotanto vaati tuotteiden parempaa dokumentointia. Palveluja alettiin ostaa ulkomaisilta suunnittelutoimistoilta, jotka toimittivat piirustukset. 1980-luvulla Nautorilla otettiin käyttöön CAD-ohjelmisto.

CADillä tuotetut kuvat toimivatkin mainiosti niin kauan, kun niitä tarvitaan visuaaliseen tarkasteluun ja teknisen informaation jakamiseen. Nyt käytössä olevan CNC-tekniikan tehokas hyödyntäminen ei Nautorin tuotannossa onnistu pelkästään CAD-piirustusten pohjalta. Se teettää työstöratojen ohjelmoijalla aivan liikaa turhaa työtä lukuisien yksittäisten kappaleiden vuoksi. Hänen on tarkastettava kaikki piirustuksessa olevat linjat ja niiden oikeellisuus. Ohjelmoija luo yhtenäisen viivan jokaisen kappaleen ääri viivoiksi eli periaatteessa piirtää kappaleen uudestaan. Sen sijaan, käyttämällä mallinnuksessa 3D-piirrosohjelmaa, voidaan osien yhteensopivuutta vaivatta simuloida. Ohjelmalla voidaan tuottaa valmiit linjat, joista ohjelmoija voi tehdä työstöradat ilman ylimääräisiä tarkastuksia.

### 3 PUUSEPÄNTEHTAAN TOIMINNAN YLEISKUVAUS

Kuvaan tässä puusepäntehtaan prosessin pääpiirteittäin aloittaen viilujen valmistelusta ja päättyen valmiiden sisustuskomponenttien heloitukseen (KUVIO 1).



KUVIO 1. Sisustuskomponenttien valmistusprosessi

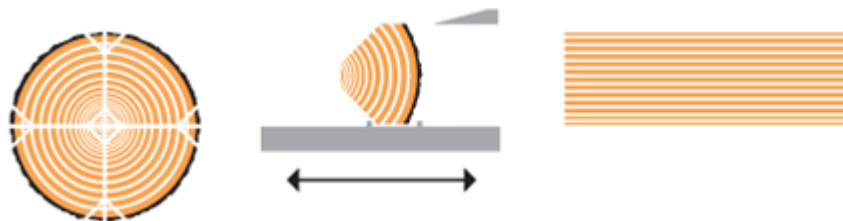
#### 3.1 Viilunahkojen valmistus

Viilujen valinta aloitetaan jo sisäänostovaiheessa, jolloin sisäänostaja käy viilutoimittajan luona valitsemassa ja hyväksymässä käytettävät viilut. Tämä on tärkeää, jotta voitaisiin varmistaa käytettävien tiikkiviilujen laatu niin värien kuin syykuvioinnin puolesta.

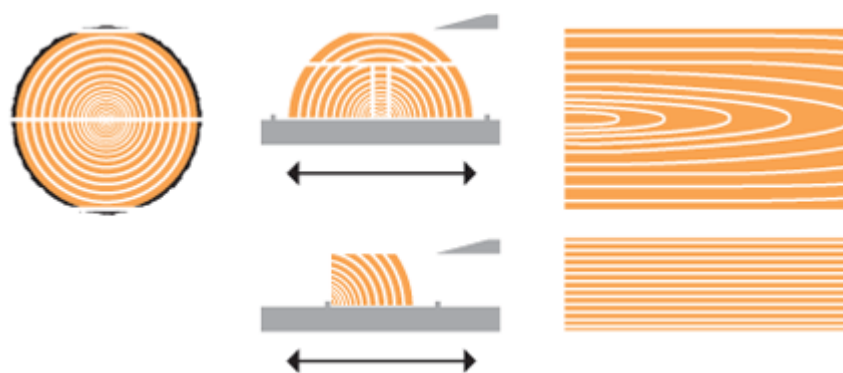
Kun viilut ovat saapuneet varastoon, aloitetaan viilunahkojen valmistus kulloinkin tuotantoon tulevien veneiden tarpeiden mukaan. Nykyisin ovat muotiin tulleet yhä enemmän säteen suuntaan leikatut quarter cut-viilupinnat (KUVA 1) niiden tasaisen syykuvioinnin vuoksi ja myös siksi, että horisontaalinen panelointi on tulossa myös veneiden sisustuksiin, jolloin neliöleikatut viilut antavat rauhallisemman lopputuloksen. Nautorin niin sanottu vakiolaatu tiikkiviilupinnoissa on taas tangentin suuntaan leikattu Flat cut (KUVA 2). Väritään viilujen on oltava tasalaatuisia; väristä käytetään yleisesti nimitystä Golden.

On tärkeää, että jo tässä vaiheessa voidaan ennustaa tarvittavien viilutyypien määrä,

jolloin tuotannossa on oikea määrä oikean tyyppistä vaneria. Kun viilunahat on valmistettu, alihankkija liimaa ne vanerilevyihin.



KUVA 1. Säteen suuntaan leikkaaminen (Select Veneers Ltd 2008)



KUVA 2. Tangentin suuntaan leikkaaminen (Select Veneers Ltd 2008)

### 3.2 Materiaalin lajittelu

Liimaajalta saapuneet levyt varastoidaan. Kun saadaan tieto, kuinka monta levyä kulloisenkin veneen valmistukseen tarvitaan, ne esivalitaan ja lajitellaan, jotta veneen syykuviointi ja väritys pysyy mahdollisimman yhtenäisenä.

Koska useita erikokoisia ja erityyppisellä pintaviilulla tehtäviä veneitä on koko ajan rinnakkain tuotannossa, asettaa se levyjen valinnan avainasemaan jo prosessin alkuvaiheessa. Hyvin suunniteltu lajittelu helpottaa pienosavalmistusta ja takaa samantyyppisen levymateriaalin riittävyyden koko projektin ajaksi. Yleensä projektien kesto on 1 – 2 vuotta, ja jos esilajittelua ei suoritettaisi, ei voitaisi hallita näin pitkällä aikavälillä tapahtuvia materiaalivalintoja.

### 3.3 Laipioiden ja pienosien valmistus

Yleensä ensimmäisinä valmistettavat osat ovat väliseinälaipiot, joiden täytyy olla paikallaan veneessä ennen muun sisustuksen asentamista. Laipiot ovat nykyään useimmiten monikerrostyyppisiä ratkaisuja joissa 3,5mm vaneripintojen välissä on jokin täyteaine. Corecell ja Divinycell ovat eniten käytettyjä (KUVA 3).

Ennen CNC-koneen hankintaa tehtiin laipiot mallineiden mukaan, jotka ensin uloslyötiin piirustuksista ja sen jälkeen jyrättiin ulos levyistä. Pienosiksi kutsutaan yksittäisten huonekalujen ja sisustuselementtien osia: ovia, kylkiä, väliseiniä yms. Pienosien valmistus aloitetaan uloslyömällä tarvittavat kappaleet piirustuksista ja valmistamalla tarvittavat mallineet. Tässä työvaiheessa täytyy ottaa huomioon tarvittavat välykset ovissa sekä kantiviilujen vaatimat välykset. Eri venetyypit vaativat erivahvuisia viiluja kanteihin erilaisen muotoilutyylinsä vuoksi; liitoksissa käytettävä varjorako määrää pitkälti reunaviilujen paksuuden.

Toinen tärkeä huomioon otettava seikka on syykuvioinnin jatkuvuus läpi elementin, jolloin samalla pinnalla olevat syykuviot on mikäli mahdollista, saatava kulkemaan katkeamattomina yli koko kalustekokonaisuuden pinnan, niin pystysuunnassa kuin leveys suunnassa.

Mikäli kyse on horisontaalisesti paneloidusta veneestä, asettaa se suuria vaatimuksia asennustyön aikaiselle suojaamiselle ja työn huolelliselle toteuttamiselle. Voidaan ajatella kaapistoa, jossa on esimerkiksi viisi ovea rinnakkain, jolloin ei voida vaihtaa vain yhtä ovea välistä, mikäli yhteen niistä tulee virhe. Tällöin tulee syykuvioinnin uudelleen sovittaminen vain yhden ovilevyn osalta miltei mahdottomaksi.



KUVA 3. Väliseinälaipio S66

### 3.4 Reunalistoitus

Pienosien valmistuttua suoritetaan reunalistoitus. Periaatteena on, että kaikki näkyvät levyreunat listoitetaan. Reunalistoitukseen käytetään samaa viilua kuin muuhun sisustukseen, ja näin saadaan reunalistaviilujen väri pysymään samana kuin muu sisustus. Valmis rullatavara ei aina ole tarpeeksi tasalaatuista värinsä puolesta.

Pienosien valmistajat merkitsevät taululiidulla kappaleeseen viilujen vahvuudet ja mille reunalle viilut tulevat.

### 3.5 Muotoliimaus

Sisustuselementeissä ja huonekaluissa käytetään paljon erilaisia muotoon liimattuja osia, joita valmistetaan korkeataajuuspuristimessa tai liimataan käsin mallineiden päälle. Muotoliimatut osat on pääasiassa valmistettu 1,5 mm vahvaisista viiluista. Varastossa olevat liimatut puolivalmisteet ovat tiikkiä.

### 3.6 Kokoonpano

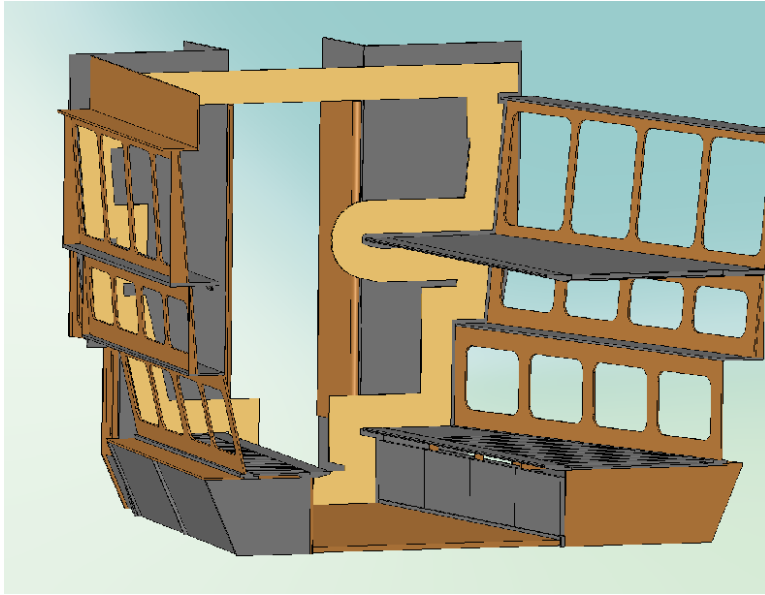
Kun kaluste-elementtien kokoonpano aloitetaan, kerää puuseppä valmiit reunalistoitettut kappaleet, muut esivalmistetut osat ja muotoliimatut komponentit ja kasaa tuotteen. Tässä kuvauksessa ei perehdytä itse tuotteiden kokoonpanoon tämän enempää. Tuotannossa on useita satoja yksittäisiä elementtejä joiden valmistuksessa on noudatettava erityistä huolellisuutta ja hyvää ammattitaitoa.

### 3.7 Esiasennus

Kaikki kaluste-elementit pyritään esiasentamaan siihen tarkoitukseen varatulla asennuslavalla, jonka päälle hytin sisustus asennetaan. Asennuslava koostuu vaaitusta lattiasta sekä päätyseinästä. Lattialle asennetaan malliturkit osoittamaan sokkelin ääri viivoja (KUVA 4). Tästä jatketaan ylöspäin ja lisätään tarvittavat kalusteet. Asennustyötä helpottamaan pyritään valmistamaan asennusjigejä, joiden avulla esiasennus helpottuu. Jigiin tehdään kalusteiden ääri viivat sekä merkitään aluksen keskiviiva ja vesilinjakorkeus. Näin kalusteet voidaan paikoittaa oikein (KUVA 5). Kun koko hytti tai sen puolikas on saatu asennettua, asennus dokumentoidaan kuvaamalla (KUVA 6). Ongelmatilanteen sattuessa kuvista voidaan näyttää esimerkiksi asennustiimille, miten hytti on kasattu ja mitkä osat siihen ovat kuuluneet.



KUVA 4. Malliturkit auttavat kalusteiden esiasennuksessa.



KUVA 5. 3D-periaatekuva asennusjigin käytöstä



KUVA 6. Kalusteet esiasennettuna S60-perähyttiin

### 3.8 Pintakäsittely

Pintakäsittely tapahtuu pääosin ruiskulakkauksena käyttämällä polyuretaanilakkaa. Pintakäsittelyssä tuotteet saavat 15 – 18 kerrosta lakkaa sekä viimeisenä yleensä himmentävän öljypuleerauksen, joka tekee tuotteeseen silkinhimmeän pinnan. Jonkin verran käytetään myös himmeää lakkaa viimeisenä kerroksena.

Korkeakiiltoisia pintakäsittelyjä ei suosita kovinkaan usein. Sen sijaan viime vuosina on yleistynyt öljyvahakäsittely pintakäsittelynä.

### 3.9 Heloitus

Valmiiksi pintakäsitellyt elementit heloitetaan valmiiksi tehtaalla. Siellä niihin asennetaan laatikoiden kiskotukset, lukot jokaiseen laatikkoon ja oveen sekä ovien saranoinnit (KUVA 7).

Isompia kokonaisuuksia esivalmistellaan valmiiksi, kuten pentterit (keittiöt) pienempiin veneisiin. Silloin niihin asennetaan laatikostot, hanat, kylmäkomponentit ja pumput. Konehuoneiden esiasennuksesta on viime aikoina saatu hyviä kokemuksia. Valmiiksi asennetut palo- ja äänieristeet, sähkökeskukset ja osittain myös elektroniikkakomponentit lyhentävät läpimenoaikoja asennusvaiheessa kokoonpanotehtaalla.



KUVA7. Yläkaapin ovien hienosäätöä S60



## 4 TYÖSTETTÄVÄT MATERIAALIT

Hankinnan lähtökohtana oli työstökeskus, joka soveltuu levymäisten tuotteiden leikkaamiseen mahdollisimman joustavasti. Perustuotteita, joita työstökeskus tulee leikkaamaan, ovat vanerilevyt 1 mm – 50 mm, massiivipuu, vaahtolevyt, Corian-levy sekä akryylilevyt.

### 4.1 Vanerit

Pääosa vanereista on vahvuudeltaan 3,5 mm – 25 mm viilupinnoitettuja sekä ilman pinnoitetta. Vanerit voidaan jakaa umpivanereihin ja sandwich-levyihin, joiden ydinmateriaalina on yleensä vaahto- tai hunajakennorakenne. Jalopuuviilupinnoitetuissa tuotteissa on tärkeätä saavuttaa virheetön leikkuujälki molemmilla pinnoilla, koska useimmiten työstettävään reunaan liimataan vielä reunalista, ja miltei aina molempien pintojen täytyy kestää tarkastelua.

### 4.2 Massiivipuu

Massiivipuuta käytetään sisustuskomponenteissa lähinnä rakennetta tukevissa tolmissa ja erilaisissa listoissa. CNC-yksikölle ohjattavista mahdollisista töistä voidaan massiivipuun osalta mainita esimerkkinä portaat ja niiden reisilankut sekä erimuotoiset lattiaritilät märkätiloissa. Massiivipuun käyttö sisustuksessa on vähentynyt viime vuosina, koska sisustukselta vaaditaan entistä kevyempiä rakenteita.

### 4.3 Vaahtolevyt

Tuotannossa käytetään suuria määriä erilaisia vaahtolevyjä erilaisten monikerrosrakenneiden täyteaineina esimerkiksi rungossa, kansissa ja laipioissa. Yleisimpinä vaahtolevytuotemerkeistä voidaan mainita Divinycell ja Corecell.

#### 4.4 Corian

Corian-levy on läpivärjätty muovisekoitelevy jota käytetään erilaisissa kosteiden tilojen pinnoissa kuten kylpyhuoneissa ja penttereissä. Corian-taso kestää hyvin kulutusta, naarmuuntuneita pintoja voidaan hioa ja kiillottaa jälkikäteen ja se kestää hyvin kemikaa-  
leja. Corianin haittapuolena on sen paino, levyn ominaispaino on n.  $1,7 \text{ kg/dm}^3$   
(KUVA 8).



KUVA 8. Corian-tasot, taustalevyt ja allas S90.

#### 4.5 Akryyli

Akryylilevyä käytetään veneiden baarikaappien sisustuksiin. Näiden hyllyjen valmistaminen on hyvin aikaa vievää erilaisten mallineiden valmistuksen vuoksi. Hyllyt työste-  
tään mallineesta kopiojyrsintää käyttäen. Yhdellä hyllyllä saattaa olla jopa 48 lävistystä,  
ja näiden kaikkien täydellinen onnistuminen vaatii työn tekijältä varmuutta ja hyvää am-  
mattitaitoa. Raakatyöstöjäljen on oltava mahdollisimman sileä, sillä pintojen kiillottami-  
nen on työlästä (KUVA 9).



KUVA 9. Baarikaappi ja akryyli hyllyjä S60

## 5 TARVITTAVAN LAITTEISTON VALINTAKRITEERIT

Lähtökohta laitteiston valinnalle oli etsiä sopiva laite levymäisten tuotteiden leikkaukseen. Molempien pintojen työstöjäljen tulee olla virheetön. Ohuiden materiaalien 1 – 1,5 mm työstö ja kiinnitys tulee olla mahdollista. Nestauksen mahdollisuus tulisi olla olemassa.

Kävin tutustumassa eri yrityksissä käytössä oleviin laitteistoihin, sekä palkki- että rasteripöytiin.

### 5.1 Referenssikohteet

Seuraavissa kohteissa vierailtiin:

- Puustelli Oy:n Harjavallan tehdas, jossa oli tuolloin käytössä palkkipöytäinen 3-akselinen kone reunalistoitusyksiköllä varustettuna.
- Hantverkskolan i Terjärv, Flexi cam Stealth II -rasteripöytä.
- Kensa-Puu Kaustinen, SCM -rasteripöytä
- Esko-puu Kannus, SCM Record 242 -palkkipöytä

- AH-Wood Larsmo, SCM 210 NT -rasteripöytä
- Riskas Snickeri Kruunupyy, Morbidelli -palkkipöytä
- Centria Ylivieska puulaboratorio, SCM -rasteripöytä

## 5.2 Kiinnitystavan valinta

Rasteripöydässä kappaleen kiinnitys tapahtuu rajaamalla kappaleen alle alue, jolle tyhjiö keskitetään. Rajaus voi tapahtua tiivistekuminauhalla, joka asetetaan pöydässä oleviin uriin. Avaamalla pöydässä oleva korkki, joita on sijoitettu tasaisin välein pöytään, saadaan tyhjiö ohjattua sitä tarvitsevalle alueelle. Rajaus voidaan suorittaa myös ns. lego-palikoilla. Pöytään voidaan asentaa myös erityyppisiä imutiiliä ja mekaanisia kiinnityslaitteita kappaleen kiinnitystä varten (KUVAT 10, 11).

Palkkipöydän vahvuuksia on sen muunneltavuus ja mahdollisuus sivutyöstöihin. Palkkipöytään voidaan kappaleet kiinnittää imutiilillä tai mekaanisilla kiinnittimillä. Kappaleen sijoitus voi tapahtua automaattisesti EPS:n avulla, jolloin palkit ja imutiilet paikoittuvat ohjelman toimesta automaattisesti, tai manuaalisesti, jolloin käyttäjä siirtää palkit ja imutiilet paikoilleen. Manuaalisessa paikoituksessa voidaan käyttää apuna laserprojektoria näyttämään työstöradat, mutta useimmin käytetään palkistossa olevaa led-valo osoitusta, joka näyttää palkkien ja imutiilien oikean paikan. MDF-levystä voidaan valmistaa jigi, johon työstetään ura tiivistettä varten, ja näin aihio kiinnittyy paikalleen. Menetelmä on tehokas usein toistuvissa työstöissä. Ohuen levymateriaalin kiinnittäminen ilman jigiä siten, että tuote ei pääse tärisemään tai lommahtamaan, on melko vaikeata. Palkkipöydällä tukevan asetteen teko ohuille materiaaleille, pienillä sarjoilla vie kohtuuttomasti aikaa (KUVAT 12 - 14).



KUVA 10. SCM 210 NT -rasteripöytä (SCM-group 2009)



KUVA 11. Rasteripöydän kiinnikevaihtoehtoja (SCM-group 2009)



KUVA 12. SCM 210 NT TVN, ns. palkkipöytä (SCM-group 2009)



KUVA 13. Kappaleen mekaaninen kiinnitys (SCM-group 2009)



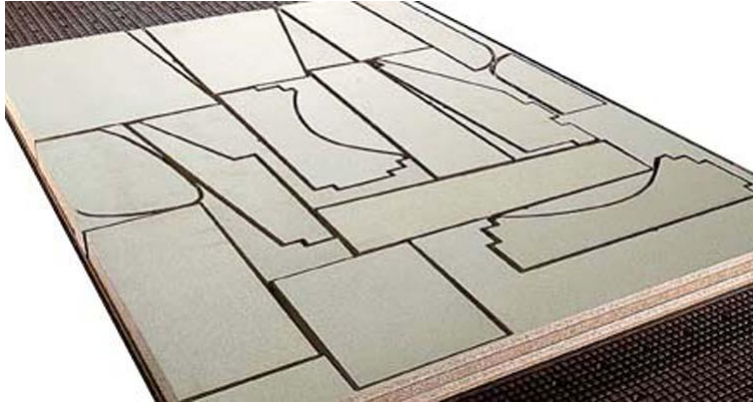
KUVA 14. Imutiilikiinnitys (SCM-group 2009)

### 5.3 Nestaus

Tietokoneavusteista sijoittelua eli nestautusta käytetään, jotta saataisiin eliminoiduksi kaikki hukkapalat leikattaessa kappaleita levystä. Tällöin voidaan sijoitella joko samantyyppisiä tai erilaisia kappaleita, joita pitää leikata samasta levymateriaalista. Kappaleita voidaan sijoittaa mielivaltaisiin asentoihin. Tuloksen määrää suuresti se, miten erilaisia ja erikokoisia kappaleet ovat. Hyvällä sijoittelijalla päästään jopa yli 90 prosenttiseen levyn käyttösuhteeseen, kun ilman sijoittelua tulos voi olla alle 50 %.

Sijoitteluohjelmat jaetaan ohjelmiin, joiden työskentelyä ohjataan vuorovaikutteisesti koko sijoittelun ajan, sekä ohjelmiin, jotka tekevät sijoittelun automaattisesti ja näyttävät lopputuloksen (Pikkarainen 1999,145). (KUVA 15)

Rajaamalla suuri alue, esimerkiksi 1300 x 2600 mm, tiivistekumilla ja asettamalla MDF-levy sen päälle saadaan aikaan suuri imupinta, jonka koko alaa voidaan käyttää kiinnityspintana. Tämä kiinnitystapa vaatii enemmän kapasiteettia tyhjiöpumpuilta. Kiinnitystapa soveltuu erinomaisesti nestaukseen.



KUVA 15. Nestaustyö (Biesse 2010)

#### 5.4 Lasernäyttölaite kappaleen paikoituksessa

2D-lasernäyttölaitteella voidaan osoittaa työstöradat, jos on syytä epäillä, että kappaleeseen on vaarassa tulla oksa tai jokin muu näkyvä virhe. Näyttölaite auttaa vaahtotuotteiden kiinnityksessä. Niiden kiinnitys alipaineella ei ole tarpeeksi pitävä vaahton ilmanläpäisyn vuoksi. Tämän vuoksi vaahtolevyt kiinnitetään uhrilevyyn ruuvaamalla siten, että kappaleet eivät pääse liikkumaan. Näyttölaite on suureksi avuksi, kun kiinnityskohtia paikoitetaan. Näin vältetään asettamasta kiinnityksiä työstöradalle.

#### 5.5 Työkalun mittaaminen

Terien mittaukseen tarvitaan mittalaite, jolla voidaan mitata työkalun pituus ja halkaisija. Työkalu mitataan terä kiinnitettynä HSK-63 F -istukkaan (KUVA 16). Näin suoritettuna mittaustulos on luotettava, koska terää ei enää irroteta istukasta, vaan koko paketin arvot viedään terätiedostoon. Terätietojen hallinnan kannalta on ensiarvoisen tärkeätä, että työkalujen mitta-arvot ovat oikeat ja ajantasaiset.



KUVA 16. Työkalun mittaaminen Preset 368 -mittalaitteessa.

## 5.6 Materiaalivirheiden eliminointi

Harkinnassa on myös ollut digikameran hankinta. Kameralla kuvattaisiin esivalitut tiikki-levyt ja näin jo ohjelman tekovaiheessa ohjelmoija näkisi, mille levyille työstö tapahtuu ja mitä virheitä kulloisellakin levyllä tulee välttää. Tähän mennessä on testattu Canon EOS 400 -digikamera, kuvaamalla teak-levyjä eri etäisyyksiltä ja eri valaistusolosuhteissa. Valokuvaaja Pertti Puranen on tehnyt koekuvauksia. Teknisesti kuvaaminen on mahdollista ja kuvan laatu on riittävän hyvä, jotta ohjelmoija voisi valita käytettävät levyt. Haittana on kuitenkin kuvien käytön monimutkaisuus. Koska kuvien työstö vie oman aikansa ja niistä muodostuu valtava määrä tiedostoja, saattaa niiden hallitseminen olla hankalaa ja aikaa vievää.

## 5.7 Digitoinnin käyttö sisustuksen mittauksessa

Siirrettäviä mittauslaitteistoja on kokeiltu veneessä olevien lattiapintojen ”turkkien” lukemiseen digitaalisesti. Koska turkkien teko on veneissä aikaa vievä prosessi, olisi saavutettavissa suuri hyöty, mikäli turkkipinnat voitaisiin lukea digitaalisesti veneessä ja näin leikata ne CNC-yksikössä.



CNC-TEAM Oy esitteli MicroScribe G2 digitointilaitteen (KUVA 17), sekä testattiin Scandinavian teakdeck Oy:n Proliner 3D digitointilaitteen (KUVA 18). Testiä varten rakennettiin S82-pentryn sokkelilinjoista koealusta, jota mainitut laitteet alkoivat mitata (KUVIO 2).

Proliner 3D oli selvästi näistä kahdesta laitteesta sopivampi paremman 9,5 m ulottuvuutensa johdosta, MicroScriben ulottuvuus oli 2,54 m. MicroScribe onkin pätevämpi pienehköjen kolmiulotteisten kappaleiden mallinnuksessa.

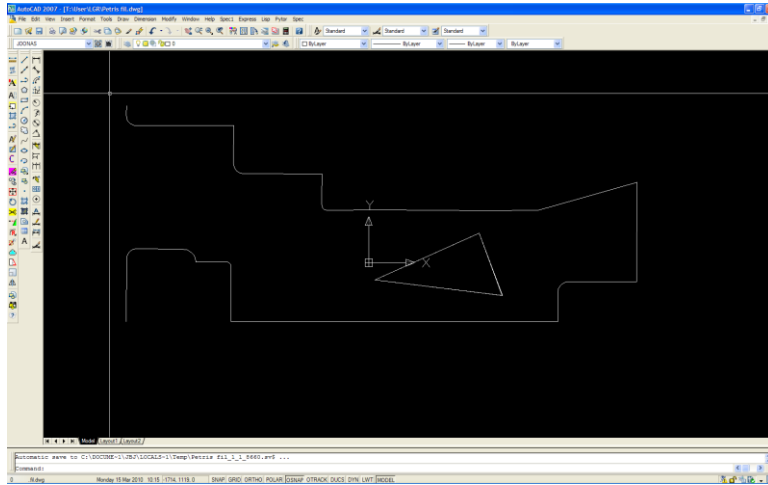
Prolinerin mittatarkkuuden todettiin olevan riittävä, sillä päästään noin  $\pm 1$  mm tarkkuuteen, joka tässä tapauksessa on riittävä. Proliner-mittaus tapahtuu koneen sisältä kelautuvan siiman ja sen päässä olevan osoittimen sekä laitteen päällä olevan kääntyvän käsivarren avulla. Käyttäjä hyväksyy mittauspisteet kauko-ohjaimella, ja ulos kelatun siiman pituuden ja käsivarren kulman muutoksen avulla laite laskee alueen geometrian.



KUVA 17. Micro Scribe G2 (CNC-services INC 2010)



KUVA 18. Proliner 5.7 3D (Prodim International BV 2010)



KUVIO 2. Proliner-mittauksena saatu CAD-kuva S82-koealustasta. Kuvion keskellä näkyy referenssipistekolmio laitteen siirtoa varten.

## 5.8 Materiaalin käsittely

Nostotöitä helpottamaan tarvitaan nostinjärjestely. Materiaalia käsiteltäessä operaattori kerää trukin avulla tarvittavat levyt varastohyllyistä työstökeskuksen etualalle. Nostinta käyttäen hän siirtää materiaalit työstöpöydälle sekä purkaa pöydän tarvittaessa nostimen avulla. Valmiit työt säilytetään vaunuissa, kunnes ne noudetaan reunalistoitukseen tai niiden kasaus aloitetaan. Erilaisia nostinvaihtoehtoja ovat pinoaja-manipulaattori, joka pnostaa ja purkaa pöydän automaattisesti, sekä esimerkiksi robottikäsi, joka toimii nostimena.

Siltanosturiin ripustettu alipainenostin on joustava ja helposti liikuteltava ratkaisu, jota ei tarvitse käyttää aina, eikä sille tarvitse tehdä asetteita.

## 6 TARJOUSVERTAILU

### 6.1 Tarjouspyyntöjen asettelu

Jokainen laitetoimittaja vieraili tehtaalla saadakseen mahdollisimman hyvän yleiskuvan tuotannosta sekä sen erityispiirteistä

Tarjouksen antaneiden laitetoimittajien valikoimista olisi löytynyt vertailukelpoiset tuotteet tarjottaviksi. Laitetoimittajat valitsivat kuitenkin omista valikoimistaan mielestään tehtaalle tarpeisiin parhaiten soveltuvan ratkaisun.

Tarjousten vertailua vaikeutti eri toimittajien valitsemat erilaiset kokoonpanot laitteis-

toissa. Tarjousten vertailun kannalta olisi tärkeätä, että jokainen tarjoaja antaisi samansältöisen tarjouksen.

## 6.2 Saapuneet tarjoukset ja niiden vertailu

Kotimaisilta laitetoimittajilta saatiin joukko kiinnostavia tarjouksia. Seuraavassa ne on kuvattu pääpiirteittäin sekä pisteytetty + ja – pistein.

### **Awutek Oy, Masterwood Project 416 L**

Rasteripöytä XYZ 3200 x 1360 x 150

Jyrsinmoottori 14 kW

Työkalujen lukumäärä 8 kpl

Jyrsinkara HSK F63

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 220 mm

Tyhjiöpumppu 250 m<sup>3</sup>

Ohjelmisto: Masterwork

Laser ei kuulu hintaan

(Awutek Oy 2006)

- + tarjotuista vahvin jyrsinmoottori
- + sirkkelin koko C-akselilla
- työpöydän koko
- työstettävän kappaleen korkeus
- tyhjiöpumpun kapasiteetti

### **CNC-TEAM Oy, SCM Record 240**

Rasteripöytä XYZ 3650 x 1560 x 302

Jyrsinmoottori 11 kW

Työkalujen lukumäärä 12 kpl

Jyrsinkara HSK F63

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 200 mm sahausvyvyys 65 mm

Tyhjiöpumppu 250 m<sup>3</sup>

Ohjelmisto: Postproessori ohjelma Xilog Plus ohjelmalle, Alphacam Cad/Cam

Laser ja digitointilaite kuuluvat hintaan

Tarjottu SCM Record 240 on joustava ja monipuolinen kone, jossa on avoin rakenne ja kiinteä työpöytä.

( CNC-team Oy 2006)

- +työpöydän koko
- +työstettävän kappaleen korkeus
- +sirkkelin koko C-akselilla
- + laser ja digitointilaite kuuluvat hintaan
- tyhjiöpumpun kapasiteetti

**Penope Oy, Rover C6.40**

Palkkipöytä XYZ 3650 x 1535 x 250

Jyrsinmoottori 9 kW

Työkalujen lukumäärä 8 kpl

Jyrsinkara HSK F63

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 120 mm sahausvyvyys 25 mm

Reunalistoitusyksikkö

Tyhjiöpumppu 250 m<sup>3</sup>

OhjelmistoXP-600 WRT (Windows Real Time)

Laser ei kuulu hintaan

10 kpl CFT levyjä 775 x 930 x 48 (tekee palkkipöydästä rasteripöydän)

(Penope Oy 2006)

- + muunneltavuus
- + työstettävän kappaleen korkeus palkkipöytänä
- sirkkelin koko C-akselilla
- tarpeettomia hintaa korottavia laitteistoja kuten reunalistoitusyksikkö
- tyhjiöpumpun kapasiteetti
- CFT-levyt syövät tehokasta työstökorkeutta

**Projecta Oy, Weeke Optimat BHP 200 5/12**

Rasteripöytä XYZ 3700 x 1550 x 100

Jyrsinmoottori 9 kW

Työkalujen lukumäärä 8 kpl

Jyrsinkara HSK F63

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 125 mm

Tyhjiöpumppu 500 m<sup>3</sup>

Ohjelmisto: WoodWop DXF postprosessori

Laser ei kuulu hintaan

Projectan tarjoama Weeke Optimat BHP 200 5/12on massiivinen poratalirakenne.

(Projecta Oy 2006.)

- + työpöydän koko
- + soveltuu hyvin nestaukseen
- +tunnettu toimittaja
- +tehokas tyhjiöpumppu
- työstettävän kappaleen korkeus
- laser ei kuulu hintaan
- pieni sirkkeli C-akselilla

**Rensi Oy**, Flexicam Stealth II

Rasteripöytä XYZ 3050 x 1524 x 150

Jyrsinmoottori 7,5 kW

Työkalujen lukumäärä 10 kpl

Jyrsinkara ER32

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 180 mm sahausvyvyys 25 mm

Tyhjiöpumppu 250 m<sup>3</sup>

Ohjelmisto: SurfCam

Laser sisältyy hintaan

( Rensi Oy 2006)

- +pienikokoinen kompakti rakenne
- +sisältää kuvankäsittely- ja vektorointiohjelman materiaalivirheiden paikantamiseen
- +soveltuu nestaukseen
- työpöydän koko
- työstettävän kappaleen korkeus
- tyhjiöpumpun kapasiteetti
- sirkkelin koko C-akselilla

## 7 VALINTA

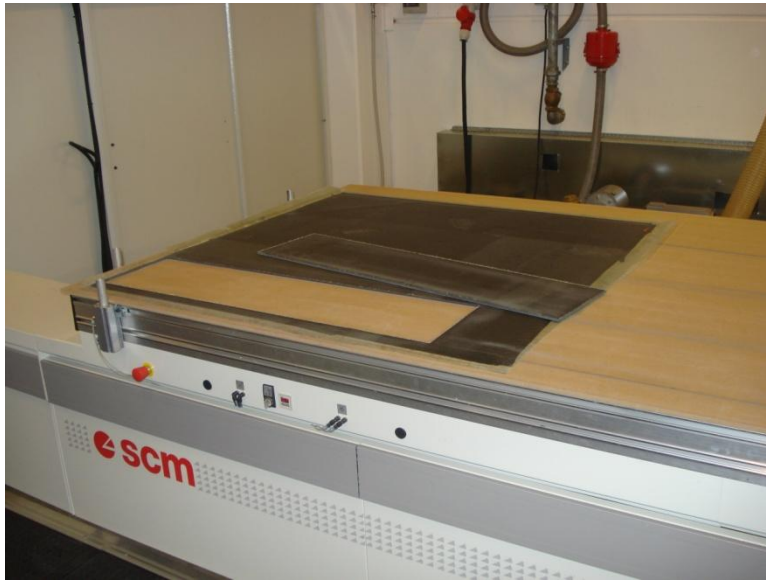
Valinnassa keskityttiin luotettavaan, jo markkinoilla pitkään toimineeseen laitetoimittajaan, jonka huoltorutiinit ja laitteiston ”hyvä maine” saivat paljon painoarvoa.

Laitteisto räätälöitiin tehtaalle sopivaksi paketiksi, jossa otettiin huomioon tuotannon erityispiirteet ja monimuotoisuus mahdollisimman hyvin. Yhtenä valintaan vaikuttaneena seikkana voidaan mainita myös myyjän aktiivisuus ja tahto auttaa löytämään sopiva laitteistokokoonpano, sekä valmius tarjota tarvittavia oheislaitteita.

Todettiin, että tehtaan tarpeisiin rasteripöytä on parempi vaihtoehto, kun työstetään pääasiassa levytuotteita ja suuri osa niistä on melko ohuita. Kiinnitys rasteripöytään käytämällä MDF-levyä uhrilevynä on vakain. Koska tehtaalla ei ajeta tuotteita aihioista vaan kokonaisista levyistä, niin vältetään imutiilien sijoittamiselta epäsäännöllisten kappaleiden alle. Tarvetta vaakaporauksille ja sivusta suuntautuville työstöille ei ole, joten työstettävä kappale voi olla suoraan uhrilevyä vasten (KUVA 19).

Uhrilevynä voidaan käyttää 16mm paksua MDF-levyä, jonka pintaan kappaleen läpiajo (n. 1 mm) tapahtuu. Aika ajoin kun uhrilevyn pinta on kulunut, tasoitetaan se 70 mm plaanausterällä (KUVA 20). Näin voidaan käyttää samaa uhrilevyä aina noin 6 mm vahvuuteen saakka.

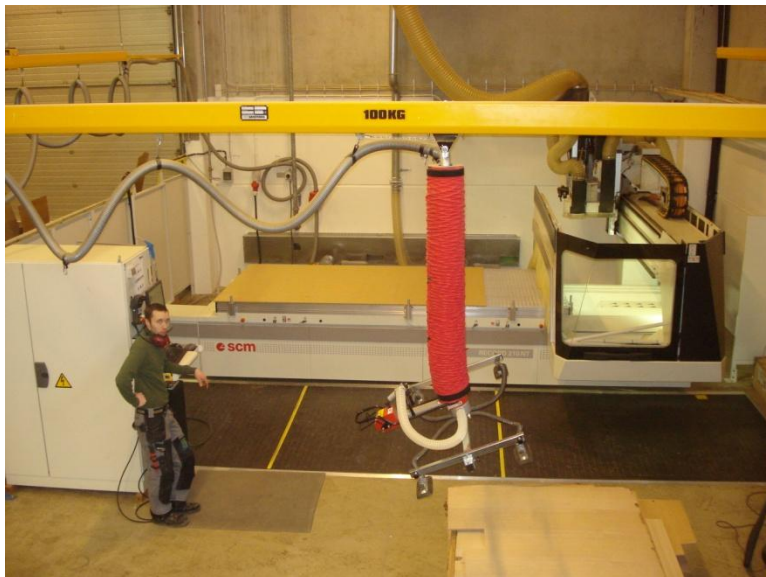
Jatkoneuvottelut aloitettiin CNC-Teamin markkinoimasta CSM Record 210 NT –työstökeskuksesta Record 240 NT:n sijaan. Lopullinen laitteiston kokoonpano muuttui alkupe-  
räisestä tarjouksesta jonkin verran (KUVA 21).



KUVA 19. 6 mm hiilikuitu C-plate-levy työstettynä MDF-uhrilevyn päällä



KUVA 20. 70 mm plaanausterä poistaa millimetrin uhrilevyn pinnasta



KUVA 21. Laitteisto käyttövalmiina

## 7.1 SCM-Record 210 NT

XYZ akselien liikkeet 4400 x 2195 x 440 mm

Työpöytä XY3650 x 1560 mm

Kappaleen suurin pituus vuoroittaistyöstössä 1375 mm

Max. työkappaleen paksuus 330 mm

Jyrsinmoottori 8,5 kW

Työkalujen lukumäärä 12 kpl

Jyrsinkara HSK F63

C-akseli sirkkelisahaukseen: 360° suurin halkaisija 200 mm sahausvyvyys 65 mm

Tyhjiöpumppu 2 x 250 m<sup>3</sup>

Mekaaninen paininrenas terän ympärille

Ohjelmisto: Xilog Plus -ohjelma, Alphacam Cad/Cam



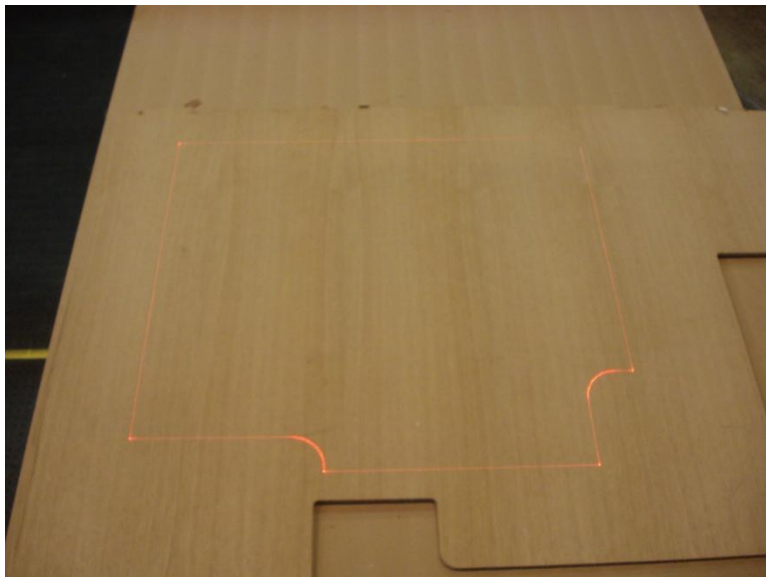
Joustava ja monipuolinen kone, jossa on avoin rakenne ja kiinteä työpöytä. Työstöpäässä on vahva jyrsinyksikkö, joka on valmistettu työstämään monia erityyppisiä materiaaleja (massiivipuu, lastulevy, MDF, muovit ja kevytmetallit) ja takaamaan tasaisen, korkean laadun. Monitoimisella työpöydällä on helppoa ja nopeaa tehdä asetteet mitä moni muotoisimmille kappaleille. Toimisto-PC ja Numeerinen ohjausyksikkö on paras ratkaisu moikäyttäjystävällisyyteen. Koneen suojarusteet kattavat koko työalueen ja kone ehdottoman turvallinen sen käyttäjälle myös mahdollisia työstön aikana sinkoavia kappaleita vastaan. (LIITE1. CNC-team Tilausvahvistus 2007,1.)

## 7.2 Näyttölaser

Lisäksi hankittiin Lasertechnik LT 5PRO 2D tasolaser näyttämään työstöratojen paikat (KUVA 22). Apuvälineenä laser on osoittautunut melko tarkaksi ja sitä voidaan käyttää noin 90 %:ssa sille tarkoitetuista töistä. Aivan 100-prosenttiseen tarkkuuteen sillä ei päästä, mikä johtuu mm. ripustuksesta, joka aiheuttaa hieman tärinöitä projektioon eikä näin ollen anna aivan täydellistä näyttöä. Viivan hajonta on noin  $\pm 1$  mm. Näyttö on kuitenkin tarpeeksi hyvä visuaalisten virheiden kiertämiseen vaneripinnoilla (KUVA 23) sekä kiinnikkeiden paikoittamiseen vaahtolevyissä.



KUVA 22. Lasertechnik LT 5PRO 2D -tasolaser (Lasertechnik NV 2010)



KUVA 23. Turkkilevyn ääri viivat laserprojektiona.

### 7.3 Vaculex 180-20 -alipainenostin

Vaculex 180–20 alipainenostin sekä siltanosturi, jonka työskentelyalue 8 x 8 m auttavat levyjen käsittelyssä. Alipainenostin käyttää tyhjiötekniikkaa taakkaan tarttumiseen ja nostamiseen. Nostoputki seuraa vaivattomasti vartalon liikkeitä, ja taakka muuttuu painottomaksi. Nostoputkeen on liitetty ns. H-tarrain, jolla voidaan tasapainoisesti tarttua suuriin levypintoihin (KUVAT 24 – 26).



KUVA 24. Vaculex-nostoputki (Vaculex Ab 2009)



KUVA 25. H-tarrain (Vaculex Ab 2009)



KUVA 26. Nostin toiminnassa

## 8 TULOKSET TÄHÄN MENNESSÄ

Työstökeskus on ollut toiminnassa noin kolme vuotta ja tulokset ovat olleet positiivisia. Piirustuskonttori on ottanut käyttöön 3D-ohjelman ja työstökeskus on voinut toimia tehokkaasti. Uusia venemalleja on entistä helpompi tuoda markkinoille, kun voidaan simuloida koko hytin sisustus digitaalisesti. Valmiiksi simuloidun ja piirretyn hytin sisustusosat voidaan leikata ennakkoon ja kokoonpano on nopeampaa, osat ovat mittatarkkoja ja työnjälki hyvä.

Useamman ohjelmoijan kouluttaminen työstöyksikölle olisi tarpeen, sillä tällä hetkellä koko toiminta on kolmen henkilön varassa, yksi ohjelmoija ja kaksi operaattoria. Ainakin yksi ohjelmoija tarvittaisiin lisää, jotta voitaisiin varmistaa tuotannon sujuva toiminta henkilöstön poissaoloista ja vaihtuvuudesta huolimatta. Ohjelmoijalta ja operaattorilta vaaditaan tehtaan valmistustekniikoiden hyvää tuntemusta, joten pelkkä ohjelmiston ja laitteiston hallinta ei riitä. Tämä tekee uuden henkilön sisäänajoprosessista pitkän.

### 8.1 CS42

Ensimmäinen pilottisarja tehtiin CS42 veneestä, jonka kaikki levyosat ajettiin CNC-yksikössä. Osat tuotettiin kolmen veneen sarjoissa. Kolmen veneen sarjan jyrästä vei aikaa n. 24 tuntia, siis n. 1 työpäivä/vene. Ohjelmointiin käytettyä aikaa en tässä pysty arvioimaan, koska tuotanto oli sisäänajovaiheessa ja aikaa käytettiin myös piirustusten ja ohjelmien trimmaamiseen.

### 8.2 Turkit

Turkkien valmistaminen CNC-yksikössä on osoittautunut erittäin kustannustehokkaaksi. Turkkipinnan ulkoääriraja sekä turkinkannattajien sijainti mallinnetaan Proliner 3D-mittalaitteella, josta saatuun ääriiviivaan sovitetaan turkkijakopiirustus (KUVAT 27,28). Turkeista valmistetaan ns. koeturkit, joiden avulla voidaan varmistaa turkkien sopivuus ennen varsinaisesta materiaalista tehtävää jyrästä. Turkkeihin käytettävä materiaali on niin arvokasta, että virhetyöt tulevat kalliiksi.

V-ura turkkipinnoissa on tullut yleisemmäksi perinteisen vaalean raidoituksen sijaan.

Vaalea raidoitus vaikeuttaa turkkien valmistusta, koska tuolloin ollaan sidottuja raitojen jaotukseen. V-ura helpottaa tätä, sillä kun turkkimateriaali hankitaan ilman valmistusurituksia, voidaan hyödyntää koko levy. V-urien jyrsintä tehdään kappalekohtaisesti, erikseen jokaiseen turkkipalaan. Tulevaisuudessa voidaan ehkä valmistaa myös raidoitettuja turkit kappalekohtaisesti, kun saadaan raitojen valmistus toimimaan.

Esimerkiksi S90-701- ja S90-702-turkkien valmistamiseen käytetty aika on saatu lasketuksi 280 tunnista 162 tuntiin. Näiden erotuksesta noin 100 tuntia on veneessä tapahtunutta valmistusta, joka on pääosin ollut kallista viikonlopputyötä, jotta se ei häiritse muuta veneessä tapahtuvaa asennustoimintaa sekä ettei muu asennustoiminta samanaikaisesti häiritse turkkien sovitusta.

Materiaalinsäästöä on ollut myös huomattavissa, esimerkiksi S90-701:een tarvittiin 15 levyä, kun S90-702:een käytettiin 11,5 levyä. Veneet ovat lähes identtiset ja siten vertailukelpoiset.



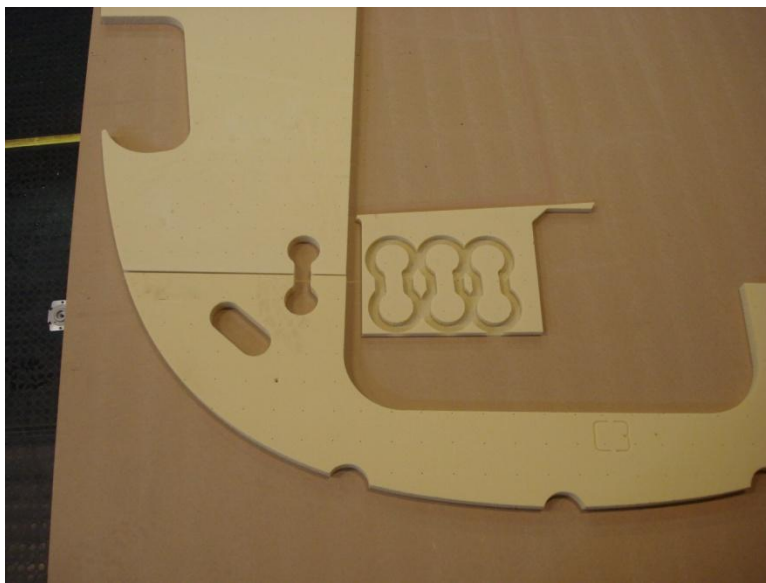
KUVA 27. Proliner-mittaus käynnissä S80



KUVA 28. S80:n turkki valmiina mitattavaksi

### 8.3 Runko, laipio ja kansirakenteet

Runko-, laipio- ja kansirakenteiden ydinaineiden (Divynycell, Corecell) työstö on suoritettu pääosin rahtityönä paikallisilla yrittäjillä. Oman työstöyksikön myötä on voitu parantaa tuotteiden läpimenoaikoja sekä, on voitu kehittää käytettyjä rutiineja sekä helpottaa asennustyötä esimerkiksi liittämällä osat toisiinsa ns. koiranluuliitoksilla (KUVA 29).



KUVA 29. Laipion Corecell-osia, kuvassa näkyy myös ns. koiranluuliitos

## 8.4 3D-työt

Tehtaalla on käytössä AlphaCam-ohjelmisto, jonka avulla voidaan ohjelmoida 3D-työstöjä. 3D työstöjä tarvitaan erilaisten muotoliimausmallineiden valmistamiseen pääasiassa vanerilevyistä sekä laminoinnissa tarvittavien muottien valmistamiseen, joissa muoto työstetään Renshape BM70 PU-levyyn.

S90-706:n kovera sokkeliratkaisu oli varsin erikoinen (KUVA 30). Koverat ulkokulmakappaleet tehtiin massiivipuuhun 3D-työstönä (KUVA 31).



KUVA 30. S90-706:n sokkeli, kuvassa kulmakappale paikallaan



KUVA 31. Ulkokulmakappale työstettynä

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Oy Nautor Ab:n Kruunupyyn puusepäntehtaalle hankitun CNC-yksikön hankintaa ja sen valintaa sekä arvioida sen toimintaa.

Opinnäytetyöprosessi sijoittui melko pitkälle aikavälille, koneen hankinnan suunnittelusta keväällä 2006 aina keväälle 2010. Näin pitkässä aikaikkunassa tehdyssä työssä on sekä hyviä että huonoja puolia. Materiaalin tuoreutta voidaan miettiä, mutta toisaalta pidempi perspektiivi aiheeseen auttaa hahmottamaan valinnan onnistuneisuutta sekä näkemään laitteiston tuomia todellisia hyöty- ja haittapuolia.

Valintaan vaikuttanut materiaali on mielestäni edelleen hyvinkin käyttökelpoista. Markkinoilla ovat yhä samat laitteistot, joista aikanaan saatiin tarjoukset. Laitteiston hankinta ajoittui veneteollisuuden noususuhdanteen huippuvaiheeseen, mikä myös osaltaan lisäsi tarvetta ja halua uusien tekniikoiden etsimiseen.

Tehtaalle valittu laitteistokokoonpano on osoittautunut käytön kannalta oikeaksi ratkaisuksi seuraavista syistä:

- Rasteripöytäkonsepti on osoittautunut joustavaksi ja nopeaksi tavaksi tuottaa tarvittuja kappaleita. Asetteenteon nopeus ja vaivattomuus ilman jiggiä on selkeästi etu tehtäessä paljon monimuotoisia osia sarjakoona ollessa 1 - 2 kappaletta.



- Vanerilevyn koko pinta-alan ollessa työstö alueena voidaan toteuttaa visuaalisesti tärkeää syykuvioiden jatkuvuutta kappaleissa. Tuotettaessa kappaleita aihioista olisi tämä vaikeata, ellei jopa mahdotonta.
- Viisiakseliselle työstökeskukselle on tarvetta vain harvoissa tapauksissa, joten se ei olisi järkevä hankinta, koska työstöt muodostuvat pääosin levymäisistä kappaleista ilman sivutyöstöjä. Viisiakseliset työstöt voidaan ostaa alihankkijalta.
- Näyttölaserin avulla voidaan kappale paikantaa työstöalueella, mikä on suurena etuna työstettäessä suuria määriä monimuotoisia vaahtokappaleita yksittäisinä sarjoina. Vaahtotuotteiden kiinnitykseen ei pelkkä alipaine riitä, joten ne täytyy kiinnittää mekaanisesti. Kiinnikkeiden sijoittelussa laser on ehdottoman hyvä apuväline, sillä se säästää paljon aikaa vievää mittaamista kappaleiden kiinnittämisessä.
- Kappaleiden mittatarkkuus on parantunut työstökeskuksen hankinnan myötä. Yhdessä 3D-suunnittelun kanssa se mahdollistaa tarkemmat sovitukset runkoa ja kantta vasten. Se vähentää materiaalihukkaa pienempänä työstövaramarginaalien tarpeena sekä nopeuttaa asennustyötä veneessä, kun komponenttien sovituskertoja voidaan vähentää. Kalusteiden niin sanottu paikalleen sahaaminen on vähentynyt asennustehtaalla.
- Turkkipintojen digitaalinen mittaus on tuonut selkeitä säästöjä turkkien valmistamiseen. Digitoinnin käyttöä kehitetään tulevaisuudessa esimerkiksi kattopaneelien mittauksessa.
- Valintakriteerejä määriteltäessä esiin tullutta nestaustoimintoa ei ole voitu täysipainoisesti käyttää hyväksi.
- Sisustuslevyjen kuvaamista ei ole aloitettu. Kuvaamisen ja kuvien käsittelyn katsottiin olevan liian aikaa vievää, eikä sille ole nähty todellista tarvetta.
- Suuria säästöjä kappaleiden valmistamiseen käytetyissä työtunneissa ei voida havaita. Ennen työstöyksikköä kappaleiden valmistamisessa oli kaksi henkilöä, tänään kappaleita valmistaa ohjelmoija sekä operaattori. Elementtien läpimenoaika tuotannossa on kuitenkin nopeutunut ja helpottunut. Yhtenä suurena syynä tehotomuuteen on tuotantosarjojen lyhyys, sillä vain harvoin voidaan samaa työstöä suorittaa useammin kuin neljä kertaa. Tämä tarkoittaa valtavaa määrää ohjelmia, joita joudutaan tekemään.

- Työvaiheiden nopeutuminen ja helpottuminen kokoonpanotehtaalla vie kuitenkin voiton työstöyksikön näennäisestä tehottomuudesta.

## LÄHTEET

Pikkarainen , E. 1999.NC-tekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino.

Tarjous Awutek Oy, 2006

Tarjous CNC-team Oy, 2006

Tarjous Penope Oy, 2006

Tarjous Projecta Oy, 2006

Tarjous Rensi Oy, 2006

Tilausvahvistus CNC-team, 2007

Biesse S.p.A. 2010. Esite. Saatavissa

[http://www.biesse.com/prodotti/home\\_EN.asp?d\\_id=3](http://www.biesse.com/prodotti/home_EN.asp?d_id=3) [viitattu] 18.3.2010

CNC-services INC 2010. Esite. Saatavissa

<http://www.emicroscribe.com/products/microscribe-g2.htm>

[viitattu 9.3.2010]

Lasertechnik NV 2010. Esite. Saatavissa

[http://www.lasershop.be/nl/proj\\_producten/laserprojectors/](http://www.lasershop.be/nl/proj_producten/laserprojectors/) [viitattu 9.3.2010]

Prodim International BV 2010. Esite. Saatavissa

[http://www.prodim.nl/products\\_365.html?view=category&action=show&id=16](http://www.prodim.nl/products_365.html?view=category&action=show&id=16)

[viitattu 9.3.2010]

SCM-group 2009. Esite. Saatavissa

[http://www.scm.scmgroup.com/default.asp?pagina=&paginaM=&ricerca=&id\\_m=176&id\\_n=5&id\\_l=1&tipo=0&id=528](http://www.scm.scmgroup.com/default.asp?pagina=&paginaM=&ricerca=&id_m=176&id_n=5&id_l=1&tipo=0&id=528) [viitattu 9.3.2010]

Select Veneers Ltd 2008. Production process saatavissa

<http://www.selectveneers.com/process.php> [viitattu 9.3.2010]

Vaculex Ab 2009. Esite. Saatavissa

<http://www.vaculex.com/VaculexVL/tabid/69/language/en-US/Default.aspx>

[viitattu 9.3.2010]

**OY NAUTOR AB**

Kjell Vestö

PL 10

68601 PIETARSAARI

**TILAUSVAHVISTUS LIITE 1**

06.07.2006

H0234nautor;record210NT

Kiitämme tilauksestanne ja vahvistamme teille seuraavasti

**1 kpl KIINTEÄPÖYTÄINEN CNC-OHJATTU YLÄJYRSIN SCM**  
**Valmistaja SCM S.p.A, Italia**  
**Malli Record 210 NT**



## **YLEISTÄ**

Numeerisesti ohjattu työstökeskus. Joustava ja monipuolinen kone, jossa on avoin rakenne ja kiinteä työpöytä. Työstöpäässä on vahva jyrsinyksikkö, joka on valmistettu työstämään monia erityyppisiä materiaaleja (massiivipuu, lastulevy, mdf, muovit ja kevytmetallit) ja takaamaan tasaisen, korkean laadun. Monitoimisella työpöydällä on helppoa ja nopeaa tehdä asetteet mitä monimuotoisimmille kappaleille. Toimisto-PC + Numeerinen ohjausyksikkö on paras ratkaisu moderneihin työstökeskuksiin, sillä siinä yhdistyy numeerisen ohjauksen edut ja interpoloinnin laatu pc:n käyttäjäystävällisyyteen. Koneen suojarusteet kattavat koko työalueen ja kone ehdottoman turvallinen sen käyttäjälle myös mahdollisia työstön aikana sinkoavia kappaleita vastaan.

## **RAKENNE**

Runko ja liikkuva työstöpää ovat koneen kaksi pääelementtiä. Ne on suunniteltu ja rakennettu siten, että ne pystyvät takaamaan huippulaadun vaativimmissakin työstöissä. Ne ovat sähköhitsatut ja vahvennetut tukiosilla paikoista, joissa jännitys on suurinta. Työstöolosuhteet on simuloitu suunnittelun aikana käyttäen CAD – mallinejärjestelmää, jolla saadaan selville muodonmuutoksille alttiit kohdat. Kaikki mekaaniset työstöt rungolle on tehty yhdellä asetteenteolla, jolla taataan tasaiset ja kohtisuorat pinnat sekä erinomaiset tarkkuustoleranssit.



## **TYÖSTÖYKSIKKÖ**

Koostuu tehokkaasta sähkökarasta sekä automaattisesta työkalunvaihtajasta. Yksikkö on kiinnitetty suoraan koneen liikkuvaan palkkiin, millä taataan maksimaalinen tehokkuus jyrsintään ja paras tuenta muille työstöyksiköille (esim. pora- ja sahanteräyksiköt). Pneumaattinen tasapainotus paineentasajalla rajoittaa yksikön vertikaalista kuormaa, antaen näin paremman asemointitarkkuuden. Automaattinen työkalunvaihtaja, joka ohjaa myös kulmakaralaitikoita, on sijoitettu liikkuvaan palkkiin.



## JYRSINKARA

Uuden sukupolven sähkökarassa on varmistettu maksimaalinen laatu tarkan laatukontrollin avulla valmistuksen ja testauksen aikana. Kara on erittäin suorituskykyinen. Matalillakin kierroksilla saadaan täysi teho ja kiihdytys- ja jarrutusajat on saatu minimoitua, joten raskaissakin työstöissä saadaan suuri tuotantoteho.

- 4-napainen moottori antaa suuremman tehon ja parantuneen laadun
- Tukeva, yhtenäinen teräsrakenne antaa maksimaalisen tarkkuuden sisäkomponenttien välille sekä laajapintaisena sen lämmönpoistokyky on hyvä
- Suurtarkkuuksiset keraamiset laakerit
- Labyrinttijärjestelmä ja sisäinen paineistus suojaavat laakereita pölyltä
- Jatkuva voitelu
- Lämpötasapaino saavutetaan **ILMAJÄÄHDYTYKSELLÄ.**
- Termostaattianturi asetettu 90°:een työlämpötilan kontrollointiin
- Turvasensorit:
  - karan pyörimisen pysäytys
  - työkalun kiinnityksen / irrotuksen valvonta
- Esivalmius kulmakaralaitikoille
- HSK-63 F kiinnitys

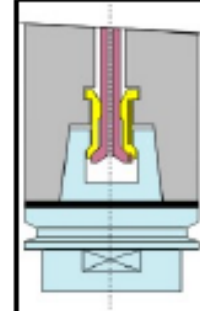
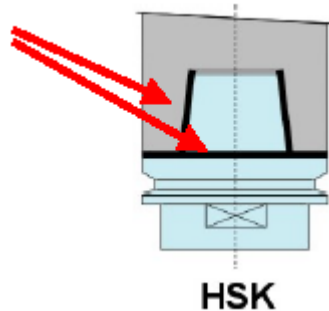


## TYÖKALUN KIINNITYS

HSK F 63 kiinnitys mahdollistaa automaattisen työkalunvaihdon, jolloin voidaan työstää kappaleita erilaisilla profiileilla yhdellä asetteenteolla.

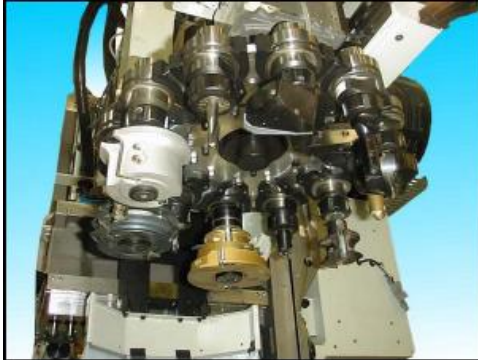
- Kaksoiskiinnitys + referenssipinta antavat työkalulle maksimaalisen tarkkuuden ja kestävyuden
- Kompaktit mitat nopeaan työkalunvaihtoon

- Paineilmasuihku karan sisältä työkalun vaihdon aikana pitää kontaktipinnat puhtaana ja seuraavan työkalun aseointi on tarkka



### **AUTOMAATTINEN TYÖKALUNVAIHTAJA**

Käsittää pyörivän työkalumakasiinin, joka on numeerisesti ohjattu. Sen ansiosta on mahdollista tallentaa työkalun tiedot kerran ja saada ne uudelleen käyttöön työohjelman kautta. Työkalunvaihtajaa voi käyttää myös erilaisten erikoistyösten suorittamiseen karalaatikoilla, sillä vaihtajassa on valmius karalaatikoiden käyttöön.



### **PURUNPOISTO**

Kaikki työstöyksiköt on varustettu purunpoistolla, joka kattaa koko yksikön työalueen ja joustavat purunsuojat työstöyksikön ympärillä keräävät purun optimaalisesti työalueelta. Jyrsinyksikön purunimuhuuvulla on automaattinen NC -ohjattu pystyliike, jonka ansiosta sen aseointi on aina oikea työkalun pituuden ja työkappaleen paksuuden vaihdellessa.

### **MONITOIMINEN TYÖPÖYTÄ**

Alumiininen rasteripöytä kestää vaativimmatkin työstöt ja säilyttää muotonsa, vaikka työolosuhteissa olisi kosteuden ja lämpötilan vaihteluja. Pöytä on kiinnitetty suoraan koneen runkopalkkeihin millä taataan maksimaalinen tukevuus ja



jäykkyys pöydälle. Pöydässä on myös integroidut alipaineputket rakenteen sisällä.

Koko pöytäpinnan alueella on alipainereiät 120 mm päässä toisistaan ja urat 40 mm välein työkappaleen kiinnittämiseksi käyttäen tiivistekumia tai SCM :n kehittämiä MPS –imukuppeja tai ”Lego” moduulisettiä. Pöydässä on myös ”T-urat” ja kierteitetty teräsholkit (kussakin alipainereiässä) erikoismallineiden kiinnittämiseksi. Pöydän etupuolella on paineilmailiitännät pneumaattisten laitteiden käyttöön. Pöydän ulkoreunaan voidaan myös kiinnittää numeerisesti ohjattuja stoppareita työkappaleen referenssipisteen ja ohjelman alkupisteen näyttöön.

### **ALIPAJNEJÄRJESELMÄ**

Kaikki alipainejärjestelmän komponentit (venttiilit, putket jne.) on suunniteltu riittävän kokoisiksi parhaimman alipainehyödyn saamiseksi pumpulta. Digitaalinen tyhjämittari tarkkailee jatkuvasti saavutettuja arvoja pöydällä.

Alipainejärjestelmä käsittää:

- Suuri alipainepumppu
- Kierron avauksen / sulkemisen solenoidiventtiilit
- Suodattimet pumpulle
- Digitaalinen tyhjämittari voidaan ohjelmoida työstettävän materiaalin huokoisuuden mukaan

### **AKSELEIDEN LIIKE**

Hiilettömät akseleiden käyttömoottorit (YASKAWA) ohjaavat akseleiden liikettä. Hiotut suurtarkkuuskuularuuvit ja esijännitetyt kuulaholkkilaakerit. Prismamuotoiset THK-johteet esijännitetyin liukuholkkilaakereihin. Tietokoneohjattu kiihdytyksen ohjaus yhdessä erittäin vankan rakenteen ansiosta takaavat erittäin nopeat ja joustavat liikkeet ilman värinöitä.

### **VOITELUJÄRJESELMÄ**

Keskusvoitelujärjestelmä, joka on täysin numeerisesti ohjattu ja automaattipumpulla varustettu sekä laitteella, joka tarkistaa voitelun tapahtuneen ja pitää huolen minimimäärästä tankissa. Numeerinen ohjaus suorittaa voitelun ohjelmoitujen jaksojen mukaan ja automaattisesti keskeyttää kaikki koneen toiminnot, mikäli voitelua ei jostain syystä tapahdu. Keskusvoitelu takaa oikean, nopean voitelun kaikille osille, jotka sitä vaativat, näin taaten niiden oikean toiminnan.

### **OHJAUSYKSIKKÖ**

Ohjausyksikkö on OSAI 10/510 sarjan numeerinen ohjain ja integroitu toimisto-PC:llä sekä XILOG PLUS ohjelmistolla. CNC:n ja toimisto- PC:n yhdistelmässä täyttyy kaikki numeeriselta ohjaukselta vaadittavat laatuksiteerit yhdistettynä pc:n käyttäjävälisyyteen.

Toimisto-PC tekee koneen käytön paljon yksinkertaisemmaksi, sillä se mahdollistaa käyttää XILOG PLUS -ohjelmistoa, jonka SCM on kehittänyt tekemään ohjelmoinnin helpoksi ja nopeaksi myös kokemattomammille käyttäjille sekä mahdollistaen Windowsin koko potentiaalisen käytön, sisältäen:

- Etäohjaus koneelle käyttäen TELESOLVE –palvelua (vakiona)
- Mahdollisuus kytkeä firman tietojärjestelmäverkkoon
- Käyttö kaikkiin tarkoituksiin, vaikka ei olisikaan kytketty koneen ohjaukseen



## TELESOLVE

Tarkistusjärjestelmä koneelle puhelinlinjaa käyttäen, joka on yhdistetty koneen ohjaukseen pc:ssä olevan modeemikortin välityksellä. Mahdollistaa erityisohjelmiston käytön koneella reaaliajassa SCM :n huoltokeskuksesta käsin:

- Diagnosointi PLC logiikalle, koneparametrit jne.
- Numeerisen ohjauksen päivitykset
- Käyttäjän ohjelmistopäivitykset
- Kokoonpano-ohjelmien siirto

10

### 03.10.21 RECORD 210 NT – 400 V / 50-60 Hz

- X-Y-Z akseleiden liikkeet = 4400x2195x440 mm
- työpöydän mitat = 3650x1560 mm
- **max kpl paksuus = 330 mm**
- max kappaleen pituus vuorottaistyöstössä 1375 mm

### JYRSINYKSIKKÖ

- HSK F 63 -istukka
- kierrosnopeus 600-24000 rpm
- teho 8,5 kW 12.000 –18.000 rpm:ssa (S1, 100% käyttöaste)
- oikea ja vasen pyörimissuunta
- invertteri portaattomaan nopeuteen sekä nopeaan pysäytykseen
- ilmajäähdytys
- 6 työkalunpidintä suoravartisten poranterien kiinnitykseen, (ER 40 ja 5 kpl ER 32)
- vakiona toimitettavat teräholkit:
  - 1 kpl holkkeja, halk. 24-25 mm (ER 40)
  - 2 kpl holkkeja, halk. 19-20 mm (ER 32)
  - 1 kpl holkkeja, halk. 15-16 mm (ER 32)
  - 1 kpl holkkeja, halk. 12-13 mm (ER 32)
  - 1 kpl holkkeja, halk. 5- 6 mm (ER 32)
- purunpoistohuuvan korkeus cnc-ohjattu

### RAPID 12 TYÖKALUNVAIHTAJA

- 12 työkalulle
- työkalujen keskiöväli 88 mm
- maksimi paino per työkalu 8 kg
- maksimi paino työkalumakasiinissa 36 kg
- vaihtajaan mahtuva työkalumäärä:
  - 12 kpl 85 mm halk.
  - 6 kpl 165 mm halk.

- maksimi työkalun halk. 230 mm
- seuraa jyrksyöksikössä mukana ja **voidaan vaihtaa työkalua samanaikaisesti kun muilla yksiköillä työstetään**. Näin saavutetaan huomattavaa etua kokonaistyöstöajoissa

## TYÖPÖYTÄ

- monikäyttöinen alumiininen rasteripöytä integroidulla alipainejärjestelmällä sekä urituksella alipainemoduulien ("lego"), tiivistenauhan ja referenssistoppareiden kiinnittämiseen
- kierteitetty reiät alipaineimukuppien kiinnittämiseen
- alipainemoduulisetin "Lego" vakioimitat:
  - 24 kpl l=93 mm h=20 mm
  - 8 kpl l=46 mm h=20 mm
- pneumatiikkalaitteisto pikaliitännällä (1+1 kummassakin pöydässä) kahdelle alipainepiirille, vuorotyöstömahdollisuus

## ALIPAINEJÄRJESTELMÄ

- 2 erillistä työaluetta
- alipainepumpun kapasiteetti 90 m<sup>3</sup>/h
  - moottoriteho 2,2 kW
  - maksimi alipaine 0,9 bar
  - melutaso n. 72 dB (A)

## AKSELIEN LIIKE

- hiilettömät moottorit, YASKAWA
- hiotut suurtarkkuuskuularuuvit ja esijännitetyt kuulaholkki-laakerit
- prismaanmuotoiset THK johteet esijännitetyin liukuholkkilaakerein
- automaattivoitelu numeerisella ohjauksella
- **pikaliike X akselilla 105 m/min**, hammastangolla
- **pikaliike Y akselilla 75 m/min**, hammastangolla
- **pikaliike Z akselilla 30 m/min** hiottu suurtarkkuuskuularuuvi ja esijännitetty kuulaholkki-laakeri.

## OHJAUSYKSIKKÖ

- numeerinen ohjaus OSAI 10 / 510
- ohjelmamuisti 1 MB
- kaukosäädin, jossa sijaitsevat koneen käytön kannalta oleelliset painikkeet
- tuuletin sähköosien lämpötasapainon ylläpitämiseksi ohjauskaapissa

TOIMISTO –PC, joka minimissään:

- käyttöjärjestelmä Windows XP

- LCD värinäyttö 15"
- QWERTY näppäimistö
- mikroprosessori CELERON INTEL 2,6 GHz
- kovalevy 40 Gb
- RAM muisti 256 Mb
- diskettiasema 3,5" 1,44 Mb
- CD-ROM asema 52 x
- Sarjaportti CNC ohjainyksikölle
- verkkokortti 100 Mb

## XILOG PLUS

- työkappaleen geometrinen ohjelmointi graafisella editorilla ja samanaikaisella käännöllä konekielelle
- automaattinen ohjelman suoritus askelsyötöllä ja ohjeiden näytöllä
- liitäntäohjelmien suoritus (MIX)
- koneen ohjauksen suoritus manuaalisesti (MDI)
- ohjelmaeditori (vapaa tekstiformaatti, opastettu editori, graafinen editori, kopio / liitä / korvaa -toiminnot)
- koneparametrien muutos salasanalla
- aliohjelmat
- raportit (tuotanto, diagnostiikka)
- viivakoodit
- DXF tiedostojen sisään tuonti
- porauksen optimointi
- työkalunvaihtajan optimointi
- lisätyökalunvaihtajan optimointi
- ISO ohjelmien suoritus NUM :n graafisella simuloinnilla
- moni -työkalu varustus
- ESA-JERK toiminto dynaamiseen ohjaukseen kiihdytykselle / jarrutukselle

## TURVALAITTEET

- turvamatto ehkäisemään käyttäjän ja liikkuvien osien törmäystä
- suoja koko työstöpään alueella sekä tarkistusikkuna koneen yksiköille
- suoja-aita koko koneen takaosassa varustettuna tarkistusovella ja turvakytkimellä
- vuorotyöstö mahdollista



## TEKNISTÄ TIETOA ASENNUSTA VARTEN

- 1 keskitettypuruliitäntä vakiokoneessa:
  - kapasiteetti 4400 m<sup>3</sup>/h
- puruimun virtausnopeus:
  - 25 m/s
- paineilma:
  - 7 bar
- paineilman kulutus:
  - 170 l/min
- voimavirta + nollajohto:
  - 400 volt
  - 50/60 hertz
- paino: - 6000 kg

## 10.1 TARJOTTAVA KONE SISÄLTÄÄ SEURAAVAT VARUSTEET

11

**03.10.21 RECORD 210 NT – 400 V / 50-60 Hz 1 kpl**

- X-Y-Z akseleiden liikkeet = 4400x2195x440 mm
- työpöydän mitat = 3650x1560 mm
- **max kpl paksuus = 330 mm**

**87.01.65 Mekaaninen paininrenkas terän ympärille 1 kpl****45.01.75 Sahayksikkö halk. 200 mm terälle, 0-360° CNC, sijaitsee jyrsinyksikön edessä 1 kpl**

Sahayksikkö, joka on suunniteltu: urasahaukseen huonekaluille, massiivipuun sahaukseen, lastulevyn ja mdf:n sahaukseen 65 mm paksuuteen saakka. Yksikössä on portaaton kääntö 0 - 360° X ja Y – tasossa.

Teknistä tietoa:

- Yksikön portaaton kääntö 0 - 360° X- ja Y – tasossa
- 6000 rpm
- 2,2 kW moottori
- oikeankätinen pyörimissuunta
- kiinnitys terille, joiden reikä 30 mm.
- 200 mm. maksimi terän halkaisija
- ON-OFF pneumaattinen pystyliike koko yksiköllä: 235 mm.
- puruhuuva koko yksikön työalueella

**87.05.28 F 18 – porayksikkö 1 kpl**

Tämä tukeva ja kompakti yksikkö on suunniteltu erityisesti massiivipuun poraamiseen. Yksikössä on itsenäinen ON-OFF pystyliike, joka merkittävästi nopeuttaa porausaikaa.

Teknisiä tietoja:

- 12 itsenäistä pystykaraa (7 oikeaa ja 5 vasenta)
- 6 vaakakaraa (2+2 X -akselilla ja 1+1 Y -akselilla)  
(3 oikeaa ja 3 vasenta)
- Poranterien kiinnitys: pystykarat M 10 / 11 mm halk, vaakakarot M8 / 9 mm halk.
- Karajako: 32 mm

- Säädettävä pyörimisnopeus 2000 - 6000 rpm, invertterillä
- 2,2 kW moottori
- ON/OFF pystyliike kullakin karalla: 60 mm
- puruimuhuuva koko työstöyksikön alueella

**35.01.92 500 m<sup>3</sup>/h alipaine (5,5 kW), vakiopumpun tilalle 1 kpl**

Teknistä tietoa:

- teho: 250 m<sup>3</sup>/h, 2 kpl 250 m<sup>3</sup>/h pumppua
- moottorin teho 5,5 kW
- maksimi alipainetuotto pumpun ulostulolla: 0,9 bar
- melutaso n. 81 dB (A)

**56.05.58 Referenssistoppari L = 55 mm 6 kpl**

Pneumaattisesti sisäänvedettäviä referenssi stoppareita jotka voidaan asentaa pöydälle tai pöydän reunaan. Iskupituus 55 mm.

**88.02.14 Alipainemoduulisetti malli ”lego” H=20 mm Yht. 4 sarjaa**

Koostuu moduuleista, jotka asetetaan pöydän uriin. Osat ovat liitettävissä yhteen, jolloin niistä muodostuu työkappaleen alle sopivan muotoinen alipainepiiri.

- 24 kpl, l=93 mm, h=20 mm ja 8 kpl, l=46 mm, h=20 mm

**21.19.10 HSK-63 F istukka 3 – 20 mm terälle, 6 kpl lisää Yht. 12 kpl**

Holkkikoko valintanne mukaan

**xx.xx.xx Postprosessori, CAD/CAM ohjelmalle 1 kpl**

Versio on SCM tehtaan toimittama postprosessori Xilog Plus ohjelmalle.

**ACROUTADV ALPHACAM, CAD/CAM ohjelma 1 kpl**

**xxxxxx Laser 2D näyttölaite 1 kpl**

- näyttää ohjelmassa määritetyn kappaleen muodon pöydän pintaa. Helpottaa kappaleen paikoitusta ja esim. oksakohtien ”väistelyssä”

**xxxxxx TERÄSALDO, arvo 3.000,00 alv 0 %**

- Voidaan käyttää teriin, varaosiin tai istukoihin asiakkaan tarpeiden mukaan

**xx.xx.xx Unimerco terien mittalaite pituus ja halkaisia 1 kpl 1 kpl**

**11.1.1.1 HINTA YHTEENSÄ: €xxxxxxx alv. 0 %**

€ xxxxxxx alv. 22 %

**TOIMITUSAIKA: HELMIKUU 2007**

**Toimitusehto:** Vapaasti autossa tehtaallanne

**Maksuehto:** 30% tilattaessa.  
60% ennen toimitusta Italiasta  
10% 14 pv. netto hyväksytystä toimituksesta

**Asennus ja koulutus:** Siirto autosta asennuspaikalle kuuluu asiakkaalle sekä koneen ulkopuoliset sähkö-, paineilma- ja purunpoistoasennukset.  
Toimittajalle kuuluu koneen tekninen asennus, käyttöönottokoulutus, perus CNC-koulutus sekä konekohtainen käyttö- ja ohjelmointikoulutus.  
Asiakas antaa toimittajan käyttöön yhden asentajan tarvittaessa.  
Asennusaika 3 pv ja koulutus 5 pv + 2 pv asiakkaalla yht. 10 pv kuuluu hintaan.  
Asiakas huolehtii asentajan majoituskustannuksista.

- Takuu** 24 kk 1-vuorokäytössä toimituspäivästä, Viallisten osien tilalle toimitetaan uudet osat, mutta takuu ei sisällä työ-, matka-, päiväraha-yms. kustannuksia
- Muut sopimusehdot** Teknisen Kaupan liiton yleisten myyntiehtojen mukaisesti (TKL04, kts. kääntöpuoli)
- Varaosat ja huolto** CNC-Team vastaa koneiden huollosta ja varaosa-toimituksista. Varaosien nopea saanti SCM-koneisiin on turvattu mm. **ainutlaatuisen TOP PRIORITY SERVICE -palvelun** ansiosta, jolloin tilattu varaosa on nopeimmillaan saatavissa tilauspäivää seuraavana päivänä.
- Pikapalvelusta koitua lisähinta varaosissa on **vain +15 %** sekä **TNT:n kuljetuskulut**, jotka nekin ovat minimaaliset jättitehtaan neuvottelemien edullisten ehtojen ansiosta.

Omistusoikeus kaupankohteeseen säilyy myyjällä, kunnes koko kauppasumma on suoritettu.

Tilausvahvistus on tehty kahtena samansisältöisenä kappaleena, yksi ostajalle ja yksi myyjälle.

Kruunupyssä \_\_\_/\_\_\_2006

**Oy Nautor Ab**

**CNC-Team Oy puolesta**

\_\_\_\_\_

Kjell Vestö

\_\_\_\_\_

Jouni Häkkänen