

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Mikko Koskinen

## **TIETOTEKNISTEN ASIOIDEN LIITTÄMINEN KONEISTUSTYÖHÖN**

Tutkintotyö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi insinöörin tutkintoa varten  
Tampereella kesäkuussa 2005

Työn valvoja: Jorma Punju  
Työn ohjaaja: Marko Kankaanpää

Tekijä:	Mikko Koskinen
Työn nimi:	Tietoteknisten asioiden liittäminen koneistustyöhön
Päivämäärä:	31.5.2005
Sivumäärä:	21 ja 1 liitesivu
Hakusanat:	CAM-suunnittelu, koneistustyö
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietoliikennetekniikka
Työn valvoja:	Jorma Punju
Työn ohjaaja:	Marko Kankaanpää Tampellan Teollisuusoppilaitos Oy, Tampere
<p>Tietokoneet kehittyvät nopeasti ja niiden laskentateho kasvaa eksponentiaalisesti. Uudet kolmiulotteiset työstömallinnus-ohjelmat hyödyntävät tietokoneiden kasvanutta laskentatehoa tekemällä kolmiulotteisesta mallista valmiin työstöohjelman vaivattomasti. Koneistamoille, joissa tehdään sarjavalmistuksena paljon samanlaisia kappaleita, on apua mallinnusohjelmista työstökoneiden liikkeiden optimoinnissa. Optimoinnilla saadaan työstöaikaa lyhennettyä.</p> <p>Tässä työssä on pyritty toteuttamaan Tampellan Teollisuusoppilaitokselle kustannustehokas ja yksinkertainen tietokoneavusteinen työstö-järjestelmä opetuskäyttöön. Järjestelmällä saadaan oppilaat tutuiksi mallinnusohjelmien kanssa ja valmiuteen oppia tulevassa työpaikassaan käyttämään vastaavaa järjestelmää.</p> <p>Työssä on esitetty tietokoneavusteisen työstö-järjestelmän suunnittelu ja järjestelmän rakentaminen työn tilaajan vaatimusten mukaiseksi. Lopussa pohditaan työstökoneiden tiedonsiirron kehityksnäkymistä</p>	

Author:	Mikko Koskinen
Name of Thesis:	Adding data technical issues to machining
Date:	31.5.2005
Total pages:	21 and 1 appendix
Key words:	CAM-designing, machining, RS-232-C
Education programme:	Information technology
Orientation:	Communication technology
Supervisor:	Jorma Punju
Instructor:	Marko Kankaanpää Tampellan Teollisuusoppilaitos Oy, Tampere
<p>Computers develop rapidly and their calculation power grows exponentially. New three dimension modelling programmes exploit grown calculation power of computers by converting computer models to machining programmes. Modelling programmes help optimizing the movements of machining tools for machining companies that do large-scale production. With optimization the machining time decreases.</p> <p>This thesis is about putting cost efficient and simple computer assisted manufacturing system into realization for industrial school of Tampella. With the system described by this thesis the school can familiarize students to modelling programs used in industry.</p> <p>Designing and producing a computer assisted manufacturing system for the industrial school of Tampella is illustrated in this thesis. In the end of this thesis the future of data transfer in manufacturing is being considered.</p>	

## ALKUSANAT

Tutkintotyöni taustalla on Tampellan Tollisuusoppilaitos Oy, jolla oli tarvetta kehittää opetusjärjestelmäänsä nykyajan tasalle ja tulevaisuutta silmälläpitäen.

Tarkoituksena oli saada jo aiemmin Tampellan teollisuusoppilaitoksessa käytössä ollut CAM järjestelmä takaisin toimintaan ja ajan tasalle. Oppilaitoksella oli ollut jo kuusi vuotta sitten samanlainen järjestelmä käytössä, mutta uusiin toimitiloihin muuton jälkeen järjestelmää ei ollut asennettu.

Rakensin järjestelmän uudelleen toimintakuntoon Tampellan Teollisuusoppilaitos Oy:n toimitiloihin Nuolialantie 62:een Tampereen Härmälän kaupunginosaan Kalmar Industries Oy:n tehdasalueelle.

Kiitän työni tarkastajaa lehtori Jorma Punjua ja ohjaajaa rehtori Marko Kankaanpäättä. Erityisesti haluan kiittää ammatinopettaja Orvo Lamminperää avusta työstökoneiden tiedonsiirtoasetusten muuttamisessa ja SurfCam-ohjelmiston tilaamisessa. Lisäksi haluaisin kiittää Jouni Sukasta avusta kaapeleiden asentamisessa. Pekka Lehtistä haluan kiittää erikseen tutkintotyön aiheen valintaan liittyvissä asioissa. Noora Vähäkoskea kiitän oikoluvusta.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia lähiomaisia tuesta opintojeni loppuun saattamisessa ja tutkinnon suorittamisessa.

Tampereella Toukokuussa 2005

Mikko Koskinen

## KÄYTETYT LYHENTEET

ASCII	American Standard Code for Information Interchange, amerikkalainen standardi koodisto tiedonvälitykseen
ATK	Automaattinen tietojen käsittely
BAUD	Tiedonsiirto nopeuden yksikkö, yksi baudi on yksi sähköinen tilan muunnos sekunnissa
CAM	Computer Assisted Manufacturing eli tietokoneavusteinen työstö
CTS	Clear To Send, tietovirran ohjaus signaali
DB25	D-mallinen kaksirivinen liitin jossa on 25 nastaa
DB9	D-mallinen kaksirivinen liitin jossa on 9 nastaa
DCD	Data Carrier Detection eli kantaallon tunnistus
EIA-232	Electronic Industries Association standard 232, Elektroniikka teollisuus yhdistyksen standardi 232
EIA-koodaus	Työstökoneissa käytetty omanlainen tiedon koodaus
IP-osoite	Tunniste laitteelle joka on kytkettynä TCP/IP verkkoon
ISO-koodaus	Samanlainen koodaus kuin ASCII mutta sisältää even-pariteetin
NC	Numerical Command eli numeerinen ohjaus

OpenGL	Kolmiulotteisen kuvan ohjelmointikieli
RJ-45	Registered Jack-45, rekisteröity liitin-45, käytetään yleensä liitettäessä tietokoneita paikallisverkkoon
RS-232-C	Katso EIA-232
RTS	Ready To Send, tietovirran ohjaus signaali
SurfCam	CAM-sovellus
TCP/IP	Tiedonsiirron ohjausprotokolla
TFT-näyttö	Thin Film Transistor, litteä näyttö jossa kuvaa ohjataan transistoreilla
VNC	Virtual Network Computing, yleensä ohjelma jolla voidaan käyttää toista tietokonetta etäältä

## SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ .....	i
ABSTRACT .....	ii
ALKUSANAT.....	iii
LYHENTEET .....	iv
1 JOHDANTO .....	1
2 TUTKINTOTYÖN MÄÄRITTELY .....	2
3 TAMPELLAN TEOLLISUUSOPPILAITOS .....	3
3.1 Historia.....	3
3.2 Toiminta nykyään .....	4
4 RS-232-STANDARDI.....	5
4.1 Yleistä .....	5
4.2 Liitäntä .....	6
5 TUTKINTOTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE.....	7
6 TOTEUTTAMINEN.....	8
6.1 Työtila.....	8
6.2 SurfCam-pääte .....	9
6.3 Kaapelointi .....	10
6.4 Käyttöönotto .....	14
6.5 Järjestelmän testaus.....	17
7 TULOKSET .....	18
8 POHDINTAA .....	19
LÄHTEET.....	21
LIITTEET .....	22

## 1 JOHDANTO

Tutkintotyön tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa Tampellan Teollisuusoppilaitokselle tietokoneavusteisen työstön mahdollistava järjestelmä. Kyseisen järjestelmän avulla oppilaitos lisää opetussuunnitelmaansa nykyaikaisen työstökoneen ohjelmoinnin.

Järjestelmässä tulee käyttää mahdollisimman paljon oppilaitoksella jo olemassa olevia, vanhasta järjestelmästä jääneitä osia. Kaikkien tarvittavien uusien osien tilaaminen hoidetaan oppilaitoksen kautta ja rehtorin suostumuksella.

Työn tilaaja määritteli seuraavat kohdat osaksi tutkintotyötä:

- selvitys vanhojen osien käytettävyydestä
- opetustilan paikan valinta
- suunnittelu ja rakennuttaminen
- tiedonsiirtojohtojen häiriönsiedon testaaminen tehdashallissa häiriöllisissä olosuhteissa
- CAM-tietokoneen vaatimusten selvittäminen
- tietokoneen hankkiminen
- tiedonsiirtokaapeleiden asentaminen
- tietokoneen käyttöönotto
- käyttöjärjestelmän ja SurfCam-ohjelman asentaminen
- tiedonsiirtoasetusten asettaminen työstökoneisiin
- järjestelmän testaaminen



## 2 TUTKINTOTYÖN MÄÄRITTELY

Työssä suunnitellaan ja toteutetaan SurfCam-aseman liittäminen oppilaitoksen koneistusopetukseen. SurfCam-ohjelmiston ajantasaisuus ja laitteistojen yhteensopivuus selvitetään. Rajallisen budjetin vuoksi selvitetään, mitä aikaisemmin käytössä olleista laitteista ja johdoista voidaan vielä käyttää, ja hankitaan tarvittaessa uusia. Suunnitellaan työn tilaajan toiveet huomioiden työtila sekä johdotus SurfCam-asemalta työstökoneille. Rakennutetaan työtila ja kalustetaan se asianmukaisilla kalusteilla, joita oppilaitoksella on ennestään. Otetaan SurfCam-asema käyttöön. Asennetaan johdot työstökoneiden ja SurfCam-aseman välille. Testataan tiedonsiirto työstökoneiden ja tietokoneen välillä.

### 3 TAMPELLAN TEOLLISUUSOPPILAITOS

Luvussa on tarkoituksena selvittää lukijalle oppilaitoksen vaiheet, jotta ymmärretään, miksi oppilaitos haluaa kehittää opetustaan. Tässä luvussa kerrotaan oppilaitoksen vaiheet perustamisesta nykyaikaan.

#### 3.1 Historia /4/

Tampellan Teollisuusoppilaitoksen alkuna voidaan pitää päivämäärää 21.7.1960, jos perustamisajankohdaksi luetaan päivämäärä, jolle asiaa koskeva valtioneuvoston päätös on päivätty. Konepaja-alan ammattikoulutusta, joka on ollut teollisuusoppilaitoksen keskeisin tehtävä, on Tampellassa annettu jo pitkään ennen teollisuusoppilaitoksen perustamista. Tässä suhteessa alkamispäivänä voidaan pitää 7.5.1923, jolloin ensimmäinen oppisopimusoppilas otettiin Oy Tammerfors Linne och Jernmanufaktur Ab:n konepajalle.

Vuonna 1935 perustettiin erityinen oppilasosasto. Sinne siirrettiin konepajan muilta osastoilta vanhahkoja koneita, joiden avulla oppilaille annettiin peruskoulutusta niiden käytössä. Suuria ja tärkeitä osia ei voitu tehdä konekannan vanhuuden takia, vaan työnteko rajoittui pääasiallisesti opetukseen ja pienien osien valmistukseen. Oppilasosaston varusteisiin kuuluivat seuraavat koneet: tasojyrsinkone, yleisjyrsinkone, erikoisjyrsinkone armatuuria varten, revolverisorvi ja neljä kärkisorvia. Pääsyvaatimuksina oppilaaksi pääsyä varten oli 15–18 vuoden ikä ja ammattikoulun tai yleisen ammattikoulun suorittaminen. Yleensä kouluun otettiin vain tehtaan omien ammattimiesten poikia.

Vuonna 1946 oppilasosasto siirrettiin ja se sai entistä suuremmat ja ajanmukaisemmat tilat. Myös konekanta lisättiin ja uudistettiin. Osasto sai oman työkaluvaraston, jota lisättiin vähitellen tarpeen vaatiessa ja omat havaintovälineet opetusta varten.

Syksyllä 1960 Tampella Ab oikeutettiin perustamaan Tampellan konepajakouluniminen ammattioppilaitos konepajojen tarpeita silmällä pitäen. Tampellan konepajakoulusta muodostui jatkokoulutuspaikka Tampereen kunnalliselle valmistavalle ammattikoululle. Konekanta päivitettiin ajanmukaiseksi pääosin konepajan hylkäämillä koneilla ja muutamalla uudella. Vaikka koneet olivatkin vanhoja, olivat ne koulutusta ajatellen tärkeitä.

Vuonna 1966 rehtorinvaihdoksen yhteydessä koko konepajan henkilökunnan koulutus koordinoitiin. Varsinkin nousevalla ATK-alan henkilökunnalla oli runsas valikoima erilaisia kurssitilaisuuksia. Luotiin uusi koulutusjärjestelmä levyseppäoppilaille, jossa oppilaat kävivät kantanäytöksessä kahden viikon oppijaksoilla ja työnopetuksen he saivat muualla. Järjestelmä tuli myöhemmin käyttöön koko oppilaitoksessa.

Koulu-uudistuksen myötä teollisuuden koulut saivat oman lakinsa ja toimeenpanoasetuksensa vuonna 1985. Käytännössä alettiin sanoa, että yleiset ammattikoulut valmistivat oppilaansa koulutusammattiin ja teollisuuden koulut työammattiin. Uudistuksien myötä korjattiin myös konepajan ohjesääntöä ja siinä yhteydessä koulu sai nimen Tampellan Teollisuusoppilaitos.

### 3.2 Toiminta nykyään

Nykyään Tampellan Teollisuusoppilaitos toimii Kalmar Industries Oy:n tiloissa Härmälässä. Tampellan Teollisuusoppilaitos tarjoaa metallitekniikan ammatillista lisäkoulutusta ja lyhytkursseina tulityökurssin ja työturvallisuuskurssin.

## 4 RS-232-STANDARDI

RS-232-C-standardin mukaisesta tiedonsiirtomenetelmästä kerrotaan pääpiirteittäin tässä kappaleessa. Kappale toimii perustana johdotussuunnittelussa tässä työssä.

### 4.1 Yleistä

RS-232C-liitäntä (tai EIA-232) on yksi yleisimmistä tietokoneiden ja työstökoneiden liitäntästandardeista. Uusimmissa työstökoneissa on myös RJ-45-liitäntästandardi mutta oppilaitoksen hieman vanhemman työstökonekannan koneissa ei RJ-45-standardin mukaisia liittimiä ole.

Johtimen maksimipituuden määrää signaalijohtimen kapasitanssi, joka aiheuttaa signaalin nousu- ja laskuaikojen pidentymistä. RS-232-standardissa johtimen maksimipituudeksi määritellään noin 20 metriä. Koska pituutta rajoittava tekijä on kapasitanssi, joka vaihtelee eri johtotyypeissä, otettiin EIA-232D-suosituksessa johdon pituuden määrittämisessä pituuden sijasta maksimikapasitanssi, 2500pF. Yleensä datakaapeleissa kapasitanssi vaihtelee välillä 25-120pF/m. Yleensä perussääntönä pidetään maksimissaan 15 - 20 metrin johtimia. /3/

RS-232-liitäntän voi saada käytännössä toimimaan jopa 200 metrin johtoyhteyksillä. Toimistoympäristössä RS-232-liitäntän tavallinen liitosjohto on 50 – 100 metrin mittainen seinän sisällä kulkeva suojattu parijohdin. Suurinta sallittua johtopituutta voi lisätä asentamalla johtoon välille linjavahvistimia riittävän pienin välein. /3/

RS-232-standardilla pitkillä johtoyhteyksillä voivat ongelmaksi tulla erilaiset sähköverkon maataso-ongelmat, koska monissa laitteissa signaalimaa on yhdistettynä laitteen maadoitukseen. Nämä maataso-ongelmat saattavat aiheuttaa

huomattaviakin virtoja linjan nollajohtimeen, mikä taas saattaa rikkoa laitteita linjan molemmissa päissä. Tällaisissa tilanteissa joko toinen tai molemmat laitteet tulee erottaa galvaanisesti tai tilanteeseen paremmin sopivalla liitännällä. Optoerotuksella linjan toisessa päässä päästään eroon haitallisesta maalenkistä, mutta ei voida välttämättä pidentää siirtoetäisyyttä yli suositetun. /3/

#### 4.2 Liitännä

Yleisin työstökoneissa käytetty liitintyyppi on 25-napainen D-liitin. Uudemmissa tietokoneissa sarjaliikenneportin liitin on 9-napainen D-liitin. Kuvasta 1 käy ilmi 25- ja 9-napaisen sarjaliikenneportin nastajärjestys ja se, mitkä nastat vastaavat toisiaan. /1/

25-napainen liitin DB25	9-napainen liitin DB9	Toiminta	Suunta
2 —————	3	Lähetys	Ulos
3 —————	2	Vastaanotto	Sisään
4 —————	7	RTS-kättely	Ulos
5 —————	8	CTS-kättely	Sisään
6 —————	6	DSR-kättely	Sisään
7 —————	5	Signaalin maa	
8 —————	1	DCD-kättely	Sisään
20 —————	4	DTR-kättely	Ulos

Kuva 1. Sarjaliikenneportin nastajärjestys ja nastojen vastaavuus. /1/

## 5 TUTKINTOTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tutkintotyön tarkoituksena on luoda Tampellan Teollisuusoppilaitokselle toimiva CAM-järjestelmä opetuskäyttöön. Aiemmin käytössä ollut CAM-järjestelmän ohjelmisto päivitetään uuteen ja tehdään selvitys laitteistojen yhteensopivuudesta. Lisäksi kartoitetaan vanhan järjestelmän osien kunto ja mahdollinen uusiokäyttö. CAM-päätteen ja työstökoneiden välille rakennetaan tiedonsiirtoverkko käyttäen pääosin vanhoja johtoja ja kytkimiä.

Tämän tutkintotyön tavoitteena on saada oppilaitoksen koneistusopetus vastaamaan nykyajan vaatimuksia alan yrityksissä. CAM-järjestelmän avulla voidaan oppilaille opettaa tietokoneavusteista koneistusta perinteisen koneistuksen ohella. Uudella CAM-ohjelmalla saadaan lyhennettyä työstöaikoja ohjelman optimoidessa työstöradat

## 6 TOTEUTTAMINEN

Kappaleessa käsitellään työvaiheet suunnittelusta valmiin järjestelmän testaa-miseen.. Työ toteutettiin yhteistyössä Tampellan teollisuusoppilaitoksen opettajan Orvo Lamminperän kanssa

### 6.1 Työtila

Työn tilaaja oli suunnitellut, että tehdashallin tiettyyn kulmaukseen rakennutettaisiin erillinen huone. Työn tilaajalla oli selvät vaatimukset siitä, minkälainen tilasta piti tulla. Koska tilasta tulisi opetuspiste ja sen sijainti olisi tehdashallissa, sen tulisi olla äänieristetty. Tilasta piti olla myös hyvä näkyvyys tehdashalliin ja päinvastoin. Mitoitus suunniteltiin niin, että tilaan mahtuisi kaksi pöytää ja tuolia ja että molemmilla työpisteillä olisi tilaa piirustuksille.

Tampellan teollisuusoppilaitos on vuokralla Kalmar Industries Oy:n tiloissa Härmälässä. Työtilan rakennuttamiselle piti saada lupa Kalmarin kiinteistö-vastaavalta, Pekka Puskalta. Tehdasalueen palopäällikkö kävi tarkastamassa paikan, johon opetustila oli tarkoitus rakentaa.

Neljältä eri rakennusyrytykseltä: Rakennusliike Antsa Oy:ltä, Maalausliike Partaselta, Karhen Rakennus Oy:ltä ja Rakennusliike Veikko Matikainen Oy:ltä, pyydettiin tarjoukset vaatimuksien mukaisen työtilan rakentamisesta liitteen 1 mukaisella tarjouspyynnöllä. Maalausliike Partaselta ja Rakennusliike Antsa Oy:ltä kävi työntekijä katsomassa rakennuskohdetta. Erikseen molempien yritysten edustajien kanssa suunniteltiin opetustilan rakennuttaminen oppilaitoksen edustajalta saatujen vaatimusten mukaiseksi. Saamiensa vaatimusten perusteella molemmat yritykset antoivat tarjouksen tilan rakentamisesta. Antsa Oy lupasi rakentaa tilan, mutta aikaa siihen olisi vasta syksyllä. Aikataulun vuoksi tarjous jouduttiin hylkäämään. Rakennusliike

Partanen olisi rakentanut tilan välittömästi, mutta heidän tarjouksensa ylitti projektiin varatun budjetin.

Opetustilan paikka jouduttiin suunnittelemaan uudelleen. Ainoaksi vaihtoehdoksi osoittautui jo käytöstä poistettu taukotila. Taukotila oli juuri sopivan kokoinen ja erillään tehdashallista, äänieristyskin oli näin ratkaistu. Taukotila tyhjennettiin ja seinät maalattiin valkoisiksi. Tila kalustettiin oppilaitoksen luokkahuoneesta saaduilla pöydillä ja tuoleilla.

## 6.2 SurfCam-päätte

CAM-ohjelmiston toimittajalta selvitettiin, millaisia vaatimuksia SurfCam-ohjelma tietokoneelle asettaa. CAM-ohjelmiston toimittajan mukaan suositus tietokoneelle on Intel Pentium 4, 2 GHz ja 512 Mb muistia. Näytönohjaimen pitää pystyä 1280x1024 resoluutioon ja vapaata kovalevytilaa tulee olla 1 Gb.

CAM-päätte tilattiin Merocomp Oy:stä oppilaitoksen aiempien kokemusten perusteella. Tietokoneeseen valittiin prosessoriksi Intel Pentium 4, 2.4 GHz ja muistia suosituksen mukaan 512 Mb. Näytönohjaimeksi tilattiin Gainward GF FX 5600XT varustettuna 128 Mb:n muistilla OpenGL-kyvyn ja riittävän resoluution vuoksi. Perinteisen kuvaputkinäytön tilalle valittiin vähäistä pöytätilaa huomattavasti säästävä LG:n 17 tuuman TFT-näyttö.

CAM-ohjelma asetti myös vaatimuksia käyttöjärjestelmälle. Ohjelma ei tue Windows NT:tä, johon oppilaitoksella on lisenssi. CAM-päätteeltä vaadittiin myös etäkäyttömahdollisuutta, joten ainoaksi käyttöjärjestelmävaihtoehdoksi jäi Windows XP Professional.



### 6.3 Kaapelointi

CAM-asemaan liitettävät työstökoneet ja sorvit olivat jo melko vanhoja, joten kaapeloinnin ainoa vaihtoehto oli RS-232-liitännäinen sarjakaapeli. Kaapeloinnissa CAM-asema liitettiin ensin neliasentoiseen kytkimeen ja kytkimeltä viisi kaapelia eri työstökoneille. Aikaisemmin CAM-asema liitettiin sarjakaapelilla ensin kaksiasentoiseen kytkimeen, jolta valittiin joko sorvit tai työstökoneet. Sorvit-kytkin liitettiin sorveihin ja työstökoneet-kytkin liitettiin työstökoneisiin. Koska sorveja ja työstökoneita oli käytössä vähemmän kuin aikaisemmin, päädyttiin käyttämään vain yhtä kuvan 2 mukaista kytkintä.



Kuva 2. Sarjakaapelikytkin.

#### 6.3.1 Kaapeleiden testaus

Budjetin rajallisuuden takia tuli ensin tarkistaa, voitaisiinko vanhoja samassa käytössä olleita kaapeleita käyttää uudelleen. Vanhat sarjakaapelit testattiin ensiksi jännitemittarilla ja tarkastettiin päällisin puolin. Jotta saatiin varmuus kaapeleiden toimivuudesta siirtotienä, kaapelit vedettiin tehdashallin lattialle sitä reittiä pitkin, jota ne oli suunniteltu asennettavaksi, liitettiin kahteen tietokoneeseen kiinni ja testattiin tiedonsiirto-ohjelmalla. Testauksessa siirrettiin

tietokoneiden välillä erilaisia tekstitiedostoja työstökoneiden tukemilla nopeuksilla 1200, 2400, 4800 ja 9600 baudia. Tiedostot siirtyivät kaikilla testatuilla nopeuksilla moitteetta.

### 6.3.2 Kaapeleiden asentaminen

Kaapeleiden asentamisessa tuli huomioida erityisesti etäisyys korkeajännitekaapeleihin ja loisteputki-valaisimiin. Etäisyydeksi suositeltiin vähintään kolmea metriä.

Tehdashallin matalaan osaan ainoa reitti asentaa kaapelit kulki keskellä kattoa. Asennuksessa jouduttiin silti tekemään kompromisseja. Kaapeleita ei saatu kuin noin metrin etäisyydelle loisteputkivalaisimista, ja kahdessa eri paikassa jouduttiin asentamaan kaapelit lähemmäksi kuin 3 metriä korkeajännitejohdosta.

Kaapeleiden kiinnitys kattoon ja seiniin toteutettiin poraamalla reikä seinään ja lyömällä reikään muovinen tulppa. Tulppaan lyötiin kiinni pieni koukku, johon johdot kiinnitettiin nippusiteellä.

Opetustilasta sarjakaapeli vietiin ulos katon rajassa olevan valmiin reiän kautta oppilaitoksen toimistotilaan. Toimistossa johto asennettiin kulkemaan kattoa pitkin toimiston ja tehdashallin väliselle seinälle. Seinässä olevasta valmiista reiästä johto vietiin tehdashallin puolelle. Tehdashallissa johto asennettiin kulkemaan lattialla seinän vieressä olevien kaappien takaa hallin matalaan osaan johtavalle oviaukolle. Aukko täytyi kiertää yläkautta, koska aukosta liikutaan painavilla kärryillä. Samalla kun aukko kierrettiin yläkautta, siirrettiin johto hallin matalan osan puolelle. Aukon jälkeen johto laskei seinää pitkin tasolle, jossa kytkin oli.



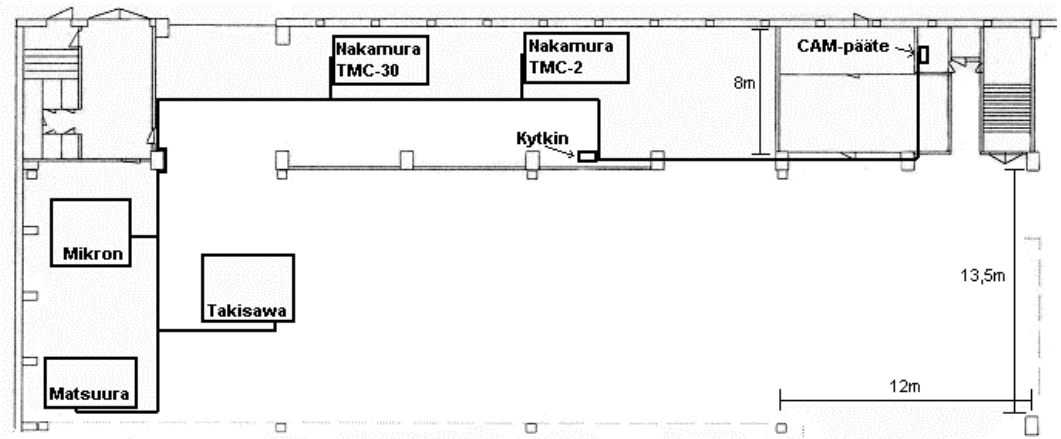
Kuva 3. Tehdashallin matala osa.

Tehdashallin matalassa osassa sijaitsivat sorvit kuvan 3 käytävän oikealla puolella, joihin kaapelit oli tarkoitus liittää. Kytkimeltä johdot nousivat seinää pitkin kattoon ja keskelle tehdashallin kattoa. Kaapeli kulki kattoa pitkin sorvin tasalle ja siitä edelleen kattoa pitkin sorvin päälle. Sorvin päältä johto laskettiin alas liitettäväksi koneeseen. Kolme viimeistä johtoa jatkoivat viimeisen sorvin tasolta hallin päätyseinään. Päätyseinästä johdot täytyi laskea maan tasalle korkeajännitejohtojen vuoksi. Johdot kulkivat seinänviertä oviaukon kynnyksen ali ja tukipylvään ympäri noin metrin korkeudella tehdashallin korkealle puolelle.



Kuva 4. Tehdashallin korkea osa.

Kuvassa 4 näkyvään tehdashallin korkeaan osaan johdotus tuli matalan osan kautta samaa reittiä kuin matalan osan sorveille. Tehdashallin korkeassa osassa ei voitu johtoja viedä seiniä pitkin, koska seinillä oli liikaa korkeajännitekaapeleita. Lattiakaan ei tullut kysymykseen, koska ei ollut mahdollista viedä johtoja lattiaa pitkin niin, että ne olisivat olleet suojassa kolhuilta. Työstökeskusten yläpuolella rakennutettiin alumiinikiskot, joita myöden johdot oli helppo viedä työstökoneiden yläpuolelle ja laskea sieltä alas työstökoneille. Kuvasta 5 käy ilmi kaapeloinnin reitti tehdashallissa, työstökoneiden sijainti ja mittakaava.



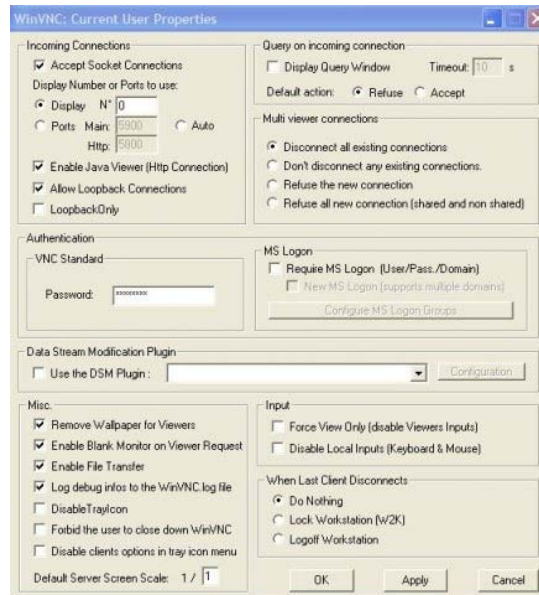
Kuva 5. Johdotus, työstökoneiden sijainti ja mittakaava.

#### 6.4 Käyttöönotto

CAM-päätteeksi tarkoitettu tietokone toimitettiin valmiiksi kokoonpantuna Merocompista. Tietokoneeseen asennettiin käyttöjärjestelmäksi Windows XP:n Pro-versio, koska hankitulle SurfCam-ohjelmalle ei ole päivityksiä Windows NT:lle. CAM-aseman oppilailla käytössä oleva käyttäjätunnus liitettiin oppilaitoksen toimialueeseen, jotta Internetin käyttöä pystyttäisiin rajoittamaan ainoastaan työministeriön sivuille.

Etähallintaohjelmaksi koneeseen asennettiin ilmainen UltraVNC. UltraVNC ohjelmalla voi käyttää etäältä toista tietokonetta TCP/IP-yhteyden välityksellä niin kuin olisi itse paikalla hallittavan tietokoneen ääressä. Kun tietokonetta etäkäytetään toisaalta, käyttäjä näkee, mitä etäkäyttäjät tekee. Esimerkiksi juuri opetusikässä opettajan hallitessa oppilaan tietokonetta etäältä, oppilas näkee ruudulta, mitä opettaja tekee. Ohjelmassa on lisäksi tiedonsiirto-ohjelma ja keskusteluikkuna, missä käyttäjä ja etäkäyttäjät voivat keskustella kirjoittamalla viestejä ikkunaan. Oppilaan CAM-päätteeseen asennettiin UltraVNC-palvelin-ohjelma ja opettajan tietokoneeseen UltraVNC-asiakasohjelma. UltraVNC-palvelin-ohjelma on aina toiminnassa tietokoneen ollessa kytkettynä. Oppilastietokoneen ollessa kytkettynä siihen voidaan ottaa etäyhteys mistä

tahansa oppilaitoksen sisäverkon tietokoneesta, kun tiedetään IP-osoite ja salasana. Oppilastietokoneeseen asetettiin salasana asennuksen yhteydessä kuvan 6 mukaisessa alkuasetusnäytössä. Opettajan tietokoneeseen UltraVNC-asiakasohjelmaan asetettiin vakioksi CAM-päätteen IP-osoite ja salasana.



Kuva 6. UltraVNC-ohjelman alkuasetusnäyttö.

Tietokoneeseen asennettiin Surfcam 2003 CAM -ohjelma. Asennusohjelma asensi myös tiedonsiirto-ohjelman, jolla voidaan siirtää NC-ohjelmia tietokoneelta työstökoneelle ja päinvastoin.

Kaikkiin työstökoneisiin piti asettaa samat tiedonsiirtoasetukset ja CAM-päätteelle piti asettaa myös omat asetukset. Työstökoneisiin tiedonsiirtoasetukset asetettiin kuvan 7 mukaisista ohjaustauluista. Kaikki testatut tiedonsiirtonopeudet toimivat moitteetta, joten baudinopeudella ei ollut muuten väliä, kun se vain oli kaikissa laitteissa sama. Tiedonsiirtonopeudeksi valittiin kaikkiin sama 4800 baudia selkeyden vuoksi. Baudinopeuden valinnassa ylärajan asettivat vanhahkot työstökoneet, joiden suurin tiedonsiirtonopeus oli 4800 baudia. Kättelytyyppi, pariteetti ja data- ja stop-bittien määrä asetettiin samaksi kaikissa laitteissa.

Useimmissa työstökoneissa käytetään erilaista tapaa ilmaista data- ja stop-bittien määrää kuin tietokoneissa. ASCII-koodausta käytetään tietokoneissa ja työstökoneissa käytetään joko ISO- tai EIA-koodausta. ISO-koodauksessa tulee huomioida, että koodaus sisältää myös EVEN-pariteettibitin. Kun työstökone lähettää 8-bittistä ISO-koodia ilman pariteettia, voidaan se lukea tietokoneella 7-bittisenä ASCII-koodina ja 8. bitti on silloin EVEN-pariteetti. EIA-koodia käytettäessä tiedonsiirto-ohjelman tulee osata kääntää EIA-koodi ASCII-koodiksi ja tulee käyttää ODD-pariteettia. Työstökoneille pantiin tiedonsiirto asetuksiksi ISO-koodaus 8 databitillä ilman pariteettia ja CAM-päätteeseen pantiin tiedonsiirtoasetuksiksi ASCII-koodaus 7 databitillä ja EVEN-pariteetilla. /2/



Kuva 7. Matsuura-työstökeskuksen ohjaustaulu.

Lähetettäessä NC-ohjelmia työstökoneen ja tietokoneen välillä tulee tehdä seuraavat toimenpiteet:

- vastaanottopäässä laitetaan vastaanotto valmiiksi
- kääntää työstökonevalinta-kytkin oikeaan asentoon
- lähetyspäässä valita lähetettävä ohjelma
- lähettää ohjelma

Tietokoneella vastaanotettaessa ohjelma voidaan tallentaa halutulla nimellä. Työstökoneelle lähetettäessä tulee valita ohjelmalle sellainen ohjelmanumero, ettei se mene vanhan ohjelman kanssa päällekkäin.

### 6.5 Järjestelmän testaus

Valmis järjestelmä piti testata vielä itse työstökoneilla, vaikka kaapeleiden tiedonsiirto olikin jo testattu. Matsuura-merkkiseltä työstökoneelta lähetettiin satunnaisesti valittu valmis työstö-ohjelma CAM-päätteelle. CAM-päätteeltä lähetettiin sama työstöohjelma takaisin eri nimellä. Työstökoneelta ohjelma lähetettiin vielä kerran takaisin tietokoneelle.

Muiden työstökoneiden tiedonsiirto-yhteydet testattiin lähettämällä niille Matsuuralta saatu ohjelma ja työstökoneelta sama ohjelma lähetettiin takaisin. Alkuperäistä ja työstökoneella käynyttä ohjelmaa vertailtiin keskenään. Jos virheitä olisi ilmaantunut siirtojen yhteydessä, olisi se kertonut yhteyden häiriöllisyydestä. Kaikkien työstökoneiden tiedonsiirtoyhteys toimi moitteetta.



## 7 TULOKSET

Tampellan Teollisuusoppilaitokselle saatiin opetuskäyttöön kolmiulotteinen mallinnusohjelma ja pienin kustannuksin työstöohjelman siirron mahdollistava verkko. Tietokone, jossa CAM-ohjelmaa käytetään, yhdistettiin työstökoneisiin sarjaliikenne kaapeleilla. CAM-pääte saatiin kommunikoidaan kaikkien työstökoneiden kanssa ja tiedonsiirto toimi moitteettomasti.

Työn myötä Tampellan teollisuusoppilaitos sai resurssit kolmiulotteisen mallintamisen ja työstökoneiden ohjelmoimisen opettamiseen. Nyt oppilaitos pystyy tarjoamaan yhteistyöyrityksille työntekijöitä, jotka osaavat käyttää uudenaikaisia mallinnus ohjelmia työstökoneiden ohjelmoimiseen.

Kolmiulotteisten mallinnusohjelmien vallatessa alaa, kasvaa ohjelmia osaavien työntekijöiden tarve.

## 8 POHDINTAA

Vasta viimeisen 10 vuoden aikana on tullut ajankohtaiseksi siirtää työstöohjelmia tietokoneelta työstökoneelle, kolmiulotteisten mallinnusohjelmien ja tietokoneiden kehittyessä. 60-luvulta aina 90-luvulle asti työstökoneet on ohjelmoitu työstökoneessa kiinni olevalla ohjaustaululla. Tietokoneiden kehittyessä on tullut kannattavammaksi optimoida työstöohjelmat tietokoneella kuin että ihminen tekisi saman työn käsin. Tiedonsiirto on näin tullut tarpeelliseksi tietokoneiden ja työstökoneiden välillä. Nykyään käytössä olevissa työstökoneissa on ainoastaan sarjaliikenneportti. Tässä työssä käytetty RS-232-C-standardin mukainen sarjamuotoinen tiedonsiirto menetelmä on jo yli 40 vuotta vanhaa tekniikkaa.

Kustannustehokkuuden vuoksi, työssä päädyttiin käyttämään teollisuusoppilaitoksen jo aiemmin käytössä olleita osia. Tiedonsiirtoverkon olisi voinut tehdä useallakin eri tavalla. CAM-päätteeseen olisi esimerkiksi voitu asentaa erillinen sarjaliikennekortti, jonka avulla voi siirtää työstöohjelmia yhdenaikaisesti kahdeksalle eri työstökoneelle. Toisenlaisella järjestelmällä ohjelmallisesti ohjataan sarjaporttiin asennettua kytkintä, johon on mahdollista liittää jopa 64 työstökoneita. Kumpikin edellä mainituista järjestelmistä on käytössä koneistusyriyksissä, joissa on vähintään 8 työstökoneita. Tampellan Teollisuusoppilaitokselle tehdyn työn mukainen järjestelmä on riittävä pienemmille koneistamoille ja oppilaitoksille. Yksinkertaisuus mahdollistaa sen että järjestelmä on kustannuksiltaan pieni ja helppo oppia. Etenkin oppilaitoksia ajatellen, järjestelmän on hyvä olla mahdollisen yksinkertainen.

Nykyään uusista työstökoneista löytyy RJ-45 liittimet ja työstökoneet on mahdollista liittää yrityksen tai oppilaitoksen sisäverkkoon. Sisäverkossa ne näkyvät tavallisina päätteinä. Tämä uudistus mahdollistaa työstöohjelmien lataamisen työstökoneelle ilman, että työstökoneen käyttäjän tarvitsee liikkua mihinkään työpaikaltaan. Työstökoneiden elinikä on kuitenkin pitkäkö ja uudet

työstökoneet ovat kalliita, joten sisäverkkoon liitettäviä työstökoneita tuskin nähdään vielä vuosikymmenen pienemmissä yrityksissä. Tulevaisuudessa suunta on se että työstökoneiden ohjaus muuttuu enemmän PC-pohjaiseksi. Työstökoneen liittäminen verkkoon käy yhtä helpoksi kuin nykyään tietokoneen liittäminen verkkoon. Internetissä voidaan siirtää työstöohjelma suunnittelijalta suoraan työstökoneelle, mistä työstökoneen käyttäjä voi ajaa sen välittömästi. Näin kappaleen mallintaja ei ole enää sidottuna itse työstökoneeseen.

## LÄHTEET

1. Eero Pikkarainen, Ari Laurila ja Kari Pekkola, Tietokoneavusteinen NC-ohjelmointi, 2. painos, Painatuskeskus Oy, Helsinki, 1993
2. Rensi Finland Oy. [PDF-dokumentti]. [viitattu 3.9.2004] Saatavissa: <http://www.rensi.fi/tiedonsiirto/tiedonsiirtoasetukset.pdf>
3. Tomi Engdahl, PC:n RS-232 sarjaliikenneportti [www-sivu] 20.7.1993 [viitattu 15.9.2004] Saatavissa: <http://users.tkk.fi/~then/mytexts/rs-232c.html>
4. Raimo Sten, Aimo Mäkinen ja Erkki Jokitalo, Tampellan Teollisuusoppilaitos 30 vuotta, 24.4.1990

LIITTEET

Mikko Koskinen  
040 5948855  
eemikko@tpu.fi

TARJOUSPYYNTÖ

12.5.2004

Yritys  
Osoite  
Posti nro, paikkakunta  
sähköposti

Asia: Tarjouspyyntö

Pyydän Teiltä tarjousta tehdashalliin tulevan kopin rakentamisesta Tampellan Teollisuusoppilaitos Oy:n tiloihin Kalmar Industries Oy:n tehdas alueella Härmälässä osoitteessa Nuolialantie 62, 33900 Tampere. Tilaan tullaan sijoittamaan kaksi opetuskäyttöön tarkoitettua tietokonetta joilla ohjataan hallissa sijaitsevia työstökoneita. Koppi sijoitetaan hallin nurkkaan jossa hallin korkeus on 5,95m ja tarkoitus olisi että kopin seinät ylettyvät kattoon saakka ja rakennettavia seiniä olisi vain kaksi.

Rakennettavan tilan vaatimuksia

- kopin koko 3,26x2,70m ja korkeus 5,95m seinän vieressä ja hallin katto nousee loivasti pidemmän sivun suuntaisen sivun suuntaan
- koppiin ja kopista tulisi olla hyvä näkyvyys, lasi/pleksi ikkunat
- jonkilainen äänieristys, hallin melun takia
- ovi pidemmälle sivulle
- sähkötyöt 4 pistoketta, tilaan tulee kaksi tietokonetta
- valaistus
- rakenteiden keveys, jos seinät joudutaan joskus purkamaan
- mahdollinen ilmastointi, yhdellä seinällä on ikkuna

Pyydettäessä pystyn toimittamaan hallin pohjapiirrustukset ja voimme käydä kohteessa katsomassa tilat.

Yhteydenotto: Kysymyksiinne vastaa:  
Mikko Koskinen  
040-5948855  
[eemikko@tpu.fi](mailto:eemikko@tpu.fi)

Mikko Koskinen