

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

Tutkintotyö

Raine Corell

NC-PLASMALEIKKAUSLAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2005

Arto Jokihaara
Tampereen Asennustekniikka Oy, Ari Patana

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Corell, Raine

NC-plasmaleikkauslaitteiston käyttöönotto

Tutkintotyö

41 sivua + 40 liitesivua

Työn ohjaaja

DI Arto Jokihara

Työn teettäjä

Tampereen Asennustekniikka Oy

Huhtikuu 2005

Hakusanat

plasmaleikkaus, nestaus

TIIVISTELMÄ

Työn aiheena oli käytettynä hankitun NC-plasmaleikkauslaitteiston uudelleen asentaminen ja käyttöönotto. Lisäksi laitteiston toiminnoista laadittiin ohje, jotta käytön aloitus helpottuisi.

Työssä perehdyttiin plasmaleikkauksen teoriaan ja tutustuttiin sen eri menetelmiin ja välineisiin. Lisäksi selvitettiin, mitä etuja ja haittoja plasmaleikkaus tarjoaa muihin menetelmiin verrattuna.

Asennettu plasmaleikkauslaitteisto on portaalityyppinen ja se on NC-ohjattu. NC-ohjelmat luodaan erillisellä tietokoneella Nestix-ohjelman avulla ja siirretään plasmalaitteistolle tiedonsiirtokaapelia pitkin. Laitteistolla pystytään leikkaamaan seostamatonta terästä ja alumiinia aina 32 mm levynpaksuuteen asti ja 25 mm:iin ruostumattomalla teräksellä.

Uudelleenasennuksesta otettiin projektinsuunnittelu-näkökulma, jossa tarkasteltiin projektin toteutumisen onnistumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi kaikki asennuksen työvaiheet käytiin läpi.

Laaditun käyttöohjekirjan tarkoitus on perehdyttää uusi käyttäjä helposti laitteiston käyttöön. Lisäksi käyttöohje toimii linkkinä varsinaisiin valmistajan ohjekirjoihin, joissa on tarkempaa tietoa. Laadittu käyttöohjekirja perustuu siis laitteiston valmistajan ohjekirjoihin, mutta myös käytön myötä esiin tulleisiin tarpeellisiin työvaiheisiin, jotka ovat laitekohtaisia.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Modern production systems

Corell, Raine

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

April 2005

Keywords

Introduction of NC Plasma Cutting Machine

41 pages, 40 appendices

Arto Jokihara (MSc)

Tampereen Asennustekniikka Oy

plasma cutting, nesting

ABSTRACT

The subject of this Engineering Thesis was the reinstallation and introduction of used NC Plasma Cutting Machine. Operating instruction of the Machine was made to ease its operating.

Theory of plasma cutting was become familiar and got to know its different methods and equipments. Properties of plasma cutting compared to other cutting methods were found out.

Installed Plasma Cutting Machine is the portal-type and numerical controlled. NC programs are programmed in standalone computer with Nestix-program and are transferred to control panel of Plasma Cutting Machine via data transfer cable. The Machine is able to cut mild steel and aluminium to 32 mm thickness and stainless steel to 25 mm thickness.

Aspect of project planning was taken in the reinstallation of the Machine. Coming true of the project was analyzed. Phases of installation were looked over.

The function of written Operating Manual is to easily acquaint a new operator. The Operating Manual works also as a link to manufacturers' Operating Manuals that contain more information. The written Operating Manual is based on manufacturers' Operating Manuals but also on operating experience of the Machine.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	5
1.1	Yrityksen esittely	5
1.2	Lähtötilanne	5
1.3	Tehtävä ja sen rajaus.....	5
2	PLASMALEIKKAUS	6
2.1	Terminen leikkaus	6
2.2	Plasmaleikkauksen periaate.....	7
2.3	Plasmaleikkausmenetelmät ja -välineet.....	10
2.3.1	Menetelmät	10
2.3.2	Konetyypit	10
2.3.3	Virtalähde	13
2.3.4	Poltin.....	14
2.3.5	Kaasut	14
2.4	Plasmaleikkauksen ominaisuudet	15
2.4.1	Käyttökohteet ja sovellukset.....	16
2.4.2	Edut.....	17
2.4.3	Haitat	17
2.5	Työturvallisuus	18
3	LAITTEISTON KOKOONPANO	19
3.1	Polttoleikkaukone	20
3.2	Plasmaleikkauslaite	24
3.3	Vesipöytä	25
3.4	Savunpoisto	26
4	ASENNUSPROJEKTI	28
4.1	Projektisuunnitelma ja toteutuminen	28
4.2	Layoutin muutos	30
4.3	Laitteiston nouto	30
4.3.1	Dokumentointi	31
4.3.2	Laitteiston purku.....	32
4.3.3	Laitteiston pakkaus	34
4.4	Laitteiston asennus	35
5	LAITTEISTON SOVELTAMINEN TOIMEKSIANTAJAN TUOTANTOON	39
5.1	Tämänhetkinen käyttö	39
5.2	Tulevaisuuden kehitysnäkymät	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	
	1	Kauppakirja
	2	Projektiakataulu
	3	Layout alussa
	4	Layout lopussa
	5	Plasmaleikkauslaitteiston käyttöohje

1 JOHDANTO

1.1 Yrityksen esittely

Tein tutkintotyöni Tampereen Asennustekniikka Oy:lle. Yrityksen toimialoja ovat teollisuuden investointi- ja kunnossapitotyöt sekä saneeraustyömaiden LVI-urakointi. Teollisuusosasto suorittaa asennuksia, kunnossapitoa ja huoltoa. Lisäksi tilauskonepajassa tehdään alihankintatöitä.

1.2 Lähtötilanne

Yritykseen oli päätetty hankkia plasmaleikkauslaitteisto, jotta voidaan varmistaa asiakkaiden nopea palvelu leikattujen levyosien osalta.

Yrityksen oma koneistustarve oli todettu vähäiseksi, joten työstökoneet – manuaaliset karkisorvi ja jyrsinkone – päätettiin myydä pois. Näin järjestyi konepajaan tarvittava tila plasmaleikkauslaitteistoa varten.

1.3 Tehtävä ja sen rajaus

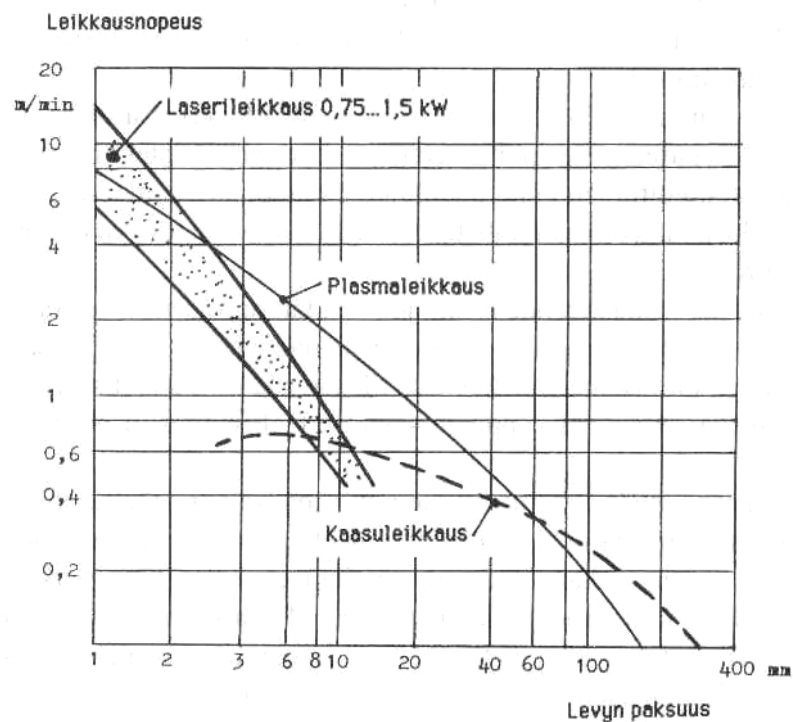
Tehtäväkseni sovittiin käytetyn plasmaleikkauslaitteiston asennusprojektin hoito. Laitteiston purkamisen ja uudelleenasettamisen lisäksi perehdyin sen käyttöön. Toimeksiantajan ehdotuksesta laadin ohjeen laitteiston peruskäyttöä varten. Se on tehty laitteiston mukana tulleiden manuaalien sekä käyttökokemukseni pohjalta räätälöitynä kyseistä laitteistoa varten. Sen tarkoitus on helpottaa laitteiston käytön oppimista. Käyttöohje on liitteenä 5.

2 PLASMALEIKKAUS

2.1 Terminen leikkaus

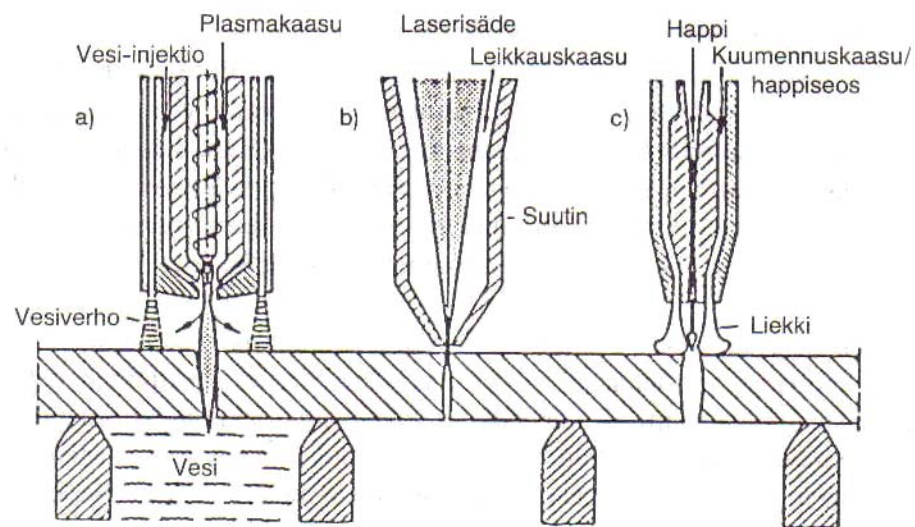
Valmistettaessa hitsattuja rakenteita on aluksi suoritettava hitsattavien osien leikkaus, joka voidaan tehdä termisenä leikkauksena tai suoraviivaisia muotoja sisältävien kappaleiden kohdalla mekaanisesti. /1/

Terminen leikkaus on karkealevyjen suorassa leikkauksessa tavallisesti mekaanista leikkausta edullisempi noin 8–10 mm paksuisilla levyillä, paksummilla levyillä lähes yksinomaan käytetty ja ohutlevyilläkin kilpailukykyinen muotoleikkausmenetelmä (kuva 1). /2/



Kuva 1 Termisten leikkausmenetelmien käyttöalueet /2/

Termisen leikkauksen menetelmät jaetaan polttoleikkaukseen ja sulatusleikkaukseen. Kaasuleikkaus on polttoleikkausta, plasmaleikkaus sulatusleikkausta ja laserleikkaus voi menetelmästä riippuen olla jompaakumpaa (kuva 2). Lisäksi termisiin keikkausmenetelmiin kuuluu harvemmin käytettyjä menetelmiä, kuten jauheleikkaus, kaarileikkaus ja elektronisuihkuleikkaus. /2/ Termistä leikkausta käytetään levyjen ja tankojen leikkaukseen ja katkaisuun sekä railonvalmistukseen. /1/



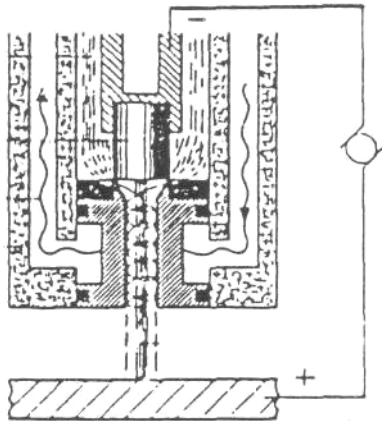
Kuva 2 Termiset leikkausmenetelmät: a) plasma-, b) laser- ja c) kaasuleikkaus /2/

Termisessä leikkauksessa leikattava metalli kuumennetaan paikallisesti korkeaan lämpötilaan. Leikkautuminen tapahtuu palamalla, sulamalla tai höyrystymällä tai näiden yhteisvaikutuksesta. Leikkausrakoon ohjattava kaasu puhaltaa sulan metallin pois. Hapen läsnäolo edistää palamista. /2/

2.2 Plasmaleikkauksen periaate

Plasmaleikkaus on sulatusleikkausmenetelmä, jossa kuumen plasman termistä energiaa hyväksikäyttäen sulatetaan leikattavaan levyyn railo. Sulanut metalli puhalletaan pois plasmakaasun kineettistä energiaa hyväksikäyttäen. /1/

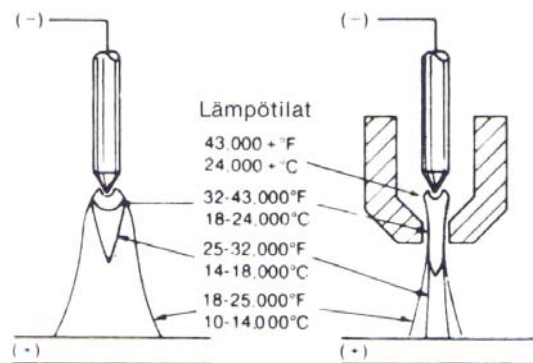
Fysikaalinen plasma on korkeaan lämpötilaan (20000 - 30000 °C) kuumennettua osaksi dissosioitunutta ja ionisoitunutta eli sähköä johtavaa kaasua, joka koostuu molekyyleista, atomeista, ioneista sekä elektroneista. Kuumentuessaan kaasu laajenee voimakkaasti. Plasmakaasu johdetaan leikkauspolttimessa olevan elektrodin ja leikattavan levyn välillä palavaan valokaareen eli plasmakaareen (kuva 3). /1/



Kuva 3 Plasmakaaripoltin /1/

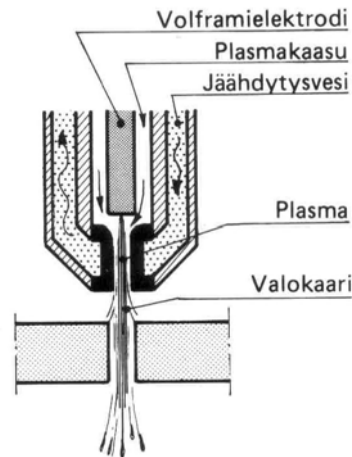
Leikattaessa työkappale on positiivisena elektrodina. Negatiivinen elektrodi on kuparisuuttimella ympäröity, käytetyn plasmakaasun mukaan valittua materiaalia, esimerkiksi wolframia, oleva sauva. /2/

Kaasu virtaa suuttimen läpi erittäin suurella nopeudella, jopa 1000 m/s. Plasmakaari kuristetaan suuttimen avulla, jolloin kaaresta tulee keskittyneempi ja sen lämpötilat ovat korkeammat (kuva 4). /1/



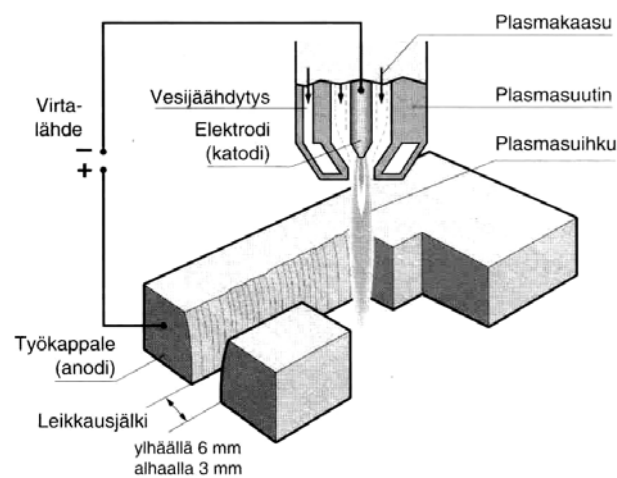
Kuva 4 Plasmakaaren kuristuksen vaikutus /1/

Kun plasmakaasu kohtaa kylmän levyn pinnan, molekyyliä muodostuu uudelleen ja dissosiointiin kulunut energia vapautuu sulattaen materiaalin paikallisesti (kuva 5). Suurinopeuksinen kaasuvirtaus puhaltaa sulan pois. /1/



Kuva 5 Plasmaleikkaus /4/

Kaasujen muodostamalla plasmalla on siis plasmaleikkauksessa kahdenlainen tehtävä. Sen on suoritettava perusaineen sulatus ja lisäksi poistettava sulanut metalli leikkaurailosta (kuva 6). /1/



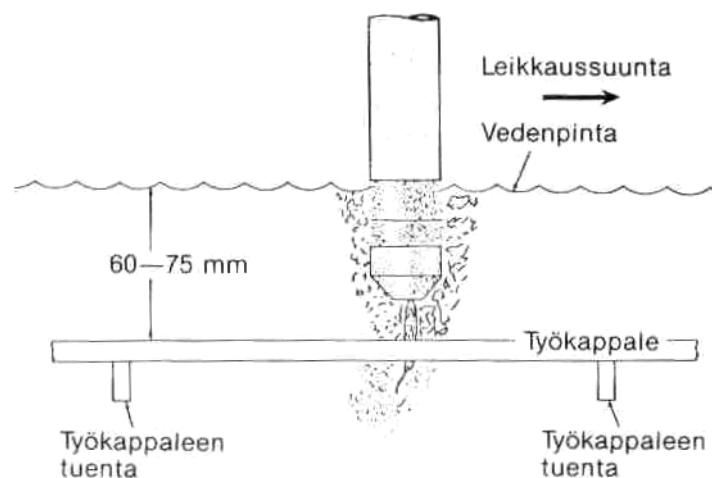
Kuva 6 Plasmakaaripolttimen toimintaperiaate /3/

2.3 Plasmaleikkausmenetelmät ja -välineet

2.3.1 Menetelmät

Käytössä on tavallisen plasmaleikkauksen lisäksi useita hieman toisistaan eroavia menetelmiä, mm. "Dual flow"- menetelmä, vesistabiloitu eli vesi-injektiomenetelmä, jossa vettä ruiskutetaan plasmakaasuun, paineilmaplasmaleikkaus ja happiplasmaleikkaus. /2/

Plasmaleikkaus voi tapahtua veden alla, jolloin vesi sitoo kaasut ja vaimentaa leikkausäänen (kuva 7). Veden alla tapahtuvassa plasmaleikkauksessa käytetään leikkauspöytää, joka voidaan leikkauksen suorituksen ajaksi täyttää vedellä. Vedenpinnan korkeudensäätö tapahtuu yleensä paineilmapatjan avulla. /1, 2/



Kuva 7 Vedenalainen plasmaleikkaus /1/

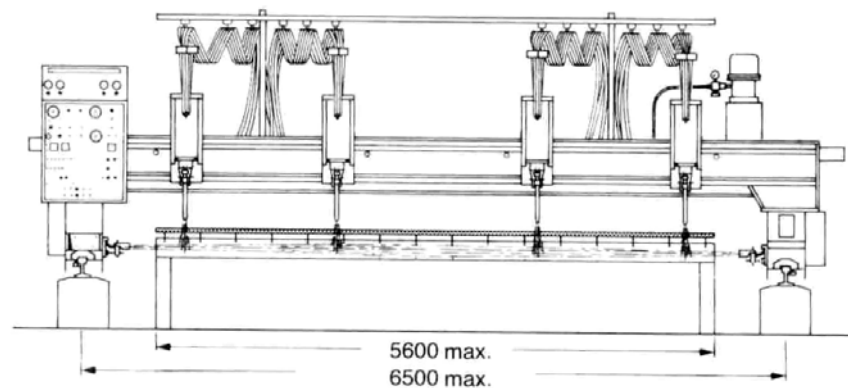
2.3.2 Konetyypit

Plasmaleikkaus tapahtuu samantyyppisillä polttoleikkaukskoneilla kuin kaasuleikkaus. Samassa koneessa voi jopa olla sekä kaasu- että plasmapolttin. Käytettäessä useita polttimia plasmaleikkaus vaatii jokaiselle polttimelle oman plasmalaitteistonsa, mikä lisää kustannuksia kaasuleikkaukseen verrattuna. /2/

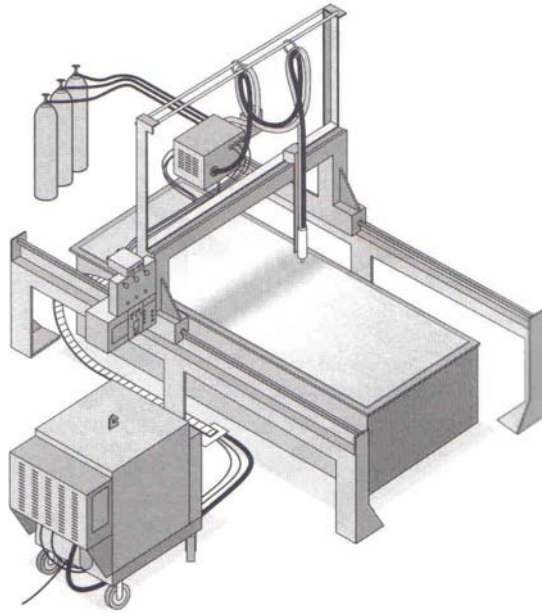
Polttoleikkauskoneet jaetaan kiinteisiin ja siirrettäviin. Kiinteisiin kuuluvat voidaan edelleen jakaa nivelvarsi-, ristivaunu- sekä portaalipolttoleikkauskoneisiin. Nivelvarsikoneet ovat rakenteeltaan yksinkertaisimpia ja siten halvimpia kiinteitä polttoleikkauskoneita. Ne soveltuvat pienten kappaleiden leikkaamiseen ja koneiden vaatima tilantarve on vähäinen. /1/

Ristivaunutyypisessä polttoleikkauskoneessa on kiskoilla liikkuva pitkittäisvaunu, johon nähden kohtisuorassa olevan ulkopalkin johdepinnoille on sijoitettu polttimia kannattavat poltinvaunut. Näin saadaan polttimille mielivaltainen ristivaunuliike aikaiseksi. /1/

Portaalityyppiset polttoleikkauskoneet muistuttavat ristivaunutyypisiä koneita, mutta niissä on myös ulkopalkin toisessa päässä palkkia kannattava kulkukisko (kuvat 8 ja 9). Näin koneesta saadaan tukeva, jolloin leikkaustulos tavallisesti paranee ja voidaan käyttää useita poltinvaunuja. /1/

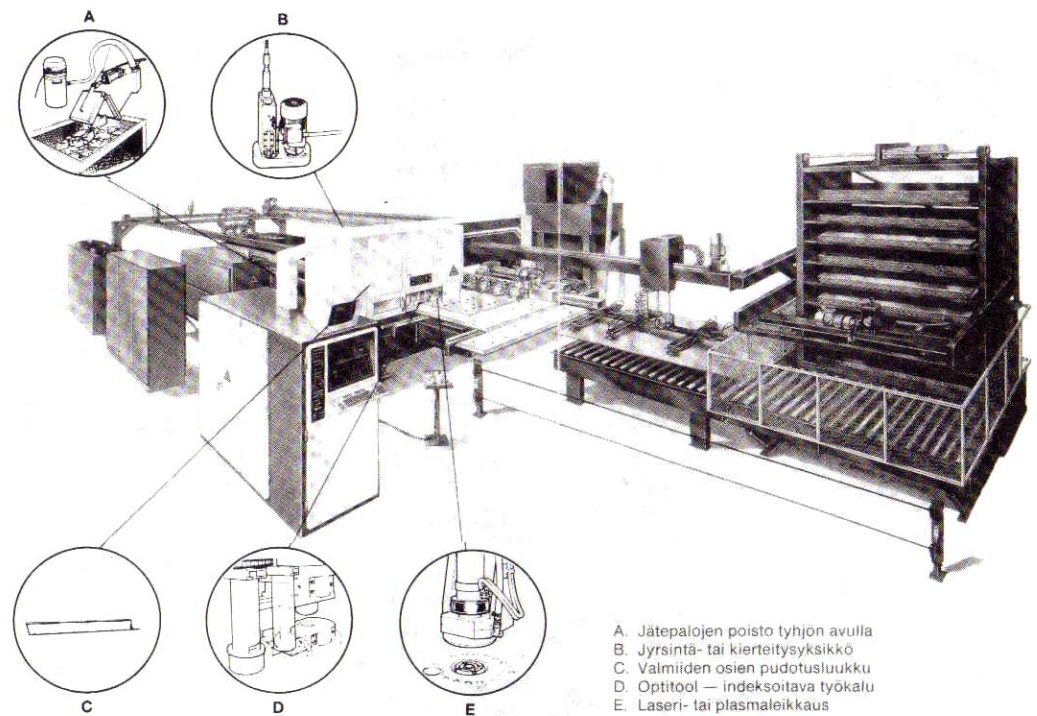


Kuva 8 Portaalityyppinen CNC-polttoleikkauskone /1/



Kuva 9 Portaalityyppinen plasmaleikkauslaitteisto /3/

Plasmaleikkaus on liitettävissä myös levytyökeskuksiin (kuva 10). Laser- tai plasmaleikkauksen liittäminen levytyskeskukseen lisää koneen monipuolisuutta, kun kuhunkin työvaiheeseen voidaan valita siihen optimaalisin työtapa. Esimerkiksi meistotyökalukokoa olevat reikäkuviot on edullista lävistää ja suorat kuviot nakertaa irrotustyökalulla tai leikata termisesti, joka yleensä on edullisin muotokuvioiden leikkauksessa. /2/



Kuva 10 Levytyökeskus jossa laser- tai plasmaleikkaus /2/

2.3.3 Virtalähde

Nykyaikaisissa plasmaleikkauslaitteistoissa käytetään virtalähteenä tavallisesti joko transduktori- tai tyristoriohjattua tasasuuntaajaa (kuva 11) /1/. Virran voimakkuutta voidaan säätää käyttötarkoituksen mukaan /3/.



Kuva 11 Plasmaleikkauslaite /4/

2.3.4 Poltin

Plasmaleikkauspoltin voidaan yleensä kiinnittää tavalliseen polttoleikkauskoneeseen. Polttimen automaattinen korkeudensäätö suoritetaan ennen plasmakaaren syttymistä joko mekaanisesti tai induktiivisesti ja syttymisen jälkeen kaarijännitteen perusteella. Plasmaleikkauspolttimen tärkeimmät osat ovat elektrodi sekä purkauskammiona toimiva suutin, jossa plasmakaari muodostuu. /1/

2.3.5 Kaasut

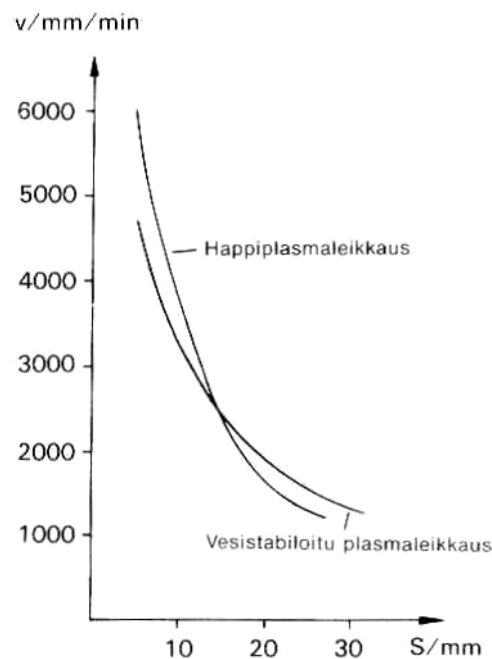
Plasmakaasuina käytetään argonia, vetyä, typpeä, happea sekä paineilmaa. Suoja-kaasuina käytössä ovat paineilma, hiilidioksidi ja typpi. /1/

Argon takaa hyvän kaaren syttyvyyden mutta matalan kaarijännitteen. Dissosiaatioenergian puutteen ja huonon lämmönjohtokyvyn johdosta argon antaa huonon leikkaustuloksen. Vety puolestaan nostaa kaarijännitettä ja lisää siten kaaren tehoa. Vetyä ei voida käyttää yksinään, koska kaari ei syttyisi eikä kaasuvirtauksen mas-savaikutus pystyisi avaamaan railoa. Typpi soveltuu sellaisenaan plasmakaasuksi, ongelmana on suuri kaarijännite. Paineilmaa käytetään myös plasmakaasuna. Huonoina puolina ovat elektrodin voimakas hapettuminen ja vaarallisten NO- tai NO₂-kaasujen suuret pitoisuudet. /1/

2.4 Plasmaleikkauksen ominaisuudet

Plasmaleikkauksen mittatarkkuuteen vaikuttavat pitkälti samat tekijät, jotka määräävät polttoleikkattujen kappaleiden mittatarkkuuden. Näitä tekijöitä ovat leikkaukoneen rakenne ohjauksineen sekä leikattavan materiaalin ominaisuudet. /1/

Plasmaleikkaukselle on tyypillistä, että leikkausnopeudet putoavat nopeasti levynvahvuuden kasvaessa (kuva 12). Tämä johtuu siitä, että suuri osa plasmasta saatavasta lämpöenergiasta siirtyy työkappaleeseen anodipisteessä. /1/



Kuva 12 Leikkausnopeuden riippuvuus levynpaksuudesta /1/

Leikkausuran leveyden määrää suuttimen koko, joka riippuu levynpaksuudesta ja virranvoimakkuudesta. Ura on 1,5 - 4 mm leveä, yläreunasta pyöristynyt ja reuna muodoltaan vino siten, että toinen reuna on toista vinompi. Parempi reuna on noin $2 - 4^\circ$ ja huonompi noin $4 - 10^\circ$ vino. Vinous vaihtelee eri menetelmien välillä. Lämmönvaikutusvyöhyke on luokkaa 0,2 - 0,3 mm. /2/

Plasmaleikkauksessa syntyy erilaisia kaasuja (otsonia, typpioksidia ja typpidioksidia) sekä metallihuuruja. Kaasuuntuminen riippuu leikattavasta aineesta, mutta myös käytetyistä leikkausarvoista, leikkausnopeudesta, leikkausvirrasta ja valokaaren pituudesta. Syntyvien epäpuhtauksien määrä on pienimmillään käytettäessä parhaan leikkausjäljen antavia leikkausarvoja ja pitämällä valokaari mahdollisimman lyhyenä. /4/

2.4.1 Käyttökohteet ja sovellukset

Plasmaleikkausta käytetään leikattaessa aineita, joita ei voida leikata tavallisella polttoleikkausmenetelmällä. Tällaisia aineita ovat runsaasti seostetut teräkset, ruostumattomat ja haponkestävät teräkset, kupari ja alumiini. /4/

Plasmaleikkaus on ollut karkeiden levyjen leikkausmenetelmä, mutta nykyisin menetelmän käyttö on laajentunut ohutlevyihin mm. LVI-tekniisten tuotteitten valmistuksessa aina 0,5 mm levynpaksuudesta alkaen. Plasmaleikkauksella on mahdollista leikata kaikkia sähköä johtavia metalleja. Se on ruostumattomien ja haponkestävien terästen valtaleikkausmenetelmä ja tehokkaana karkeiden rakenneteräslävyjen suurten määrien leikkausmenetelmänä käytössä mm. telakoilla. /2/

2.4.2 Edut

Plasmaleikkauksessa on paljon etuja muihin menetelmiin verrattuna:

- Voidaan leikata metalleja, joita ei muilla termisillä leikkausmenetelmillä pystytä leikkaamaan. /1/
- Leikkausnopeudet ovat suuria aineenvahvuuksilla alle 30 mm. /1/
- Lämpövaikutusalue on kapea ja muodonmuutokset siten pieniä. /1/
- Metallin puhtausaste vaikuttaa kappaleiden mittatarkkuuteen vähemmän kuin polttoleikkauksessa. /1/
- Leikkausnopeus on yhdellä polttimella 2-4 kertaa suurempi kuin polttoleikkauksessa. /1/
- Levypakettien leikkaus helpottuu, koska yhteen palamisen vaara on pienempi. /1/
- Reiäntekonopeus on huomattavasti polttoleikkausta suurempi. /1/
- Ei tarvita esilämmitystä vaan menetelmällä voidaan leikkaus aloittaa heti. /1/
- Leikkauspintoihin ei muodostu lainkaan oksideja. /4/
- Työnopeus kasvaa moninkertaiseksi verrattuna nakertamiseen pyöreällä pistimellä. /5/
- Leikkausjälki on moitteeton verrattuna esim. pyöreällä nakerruspistimellä syntyvään teräväaaltoiseen pintaan. /5/

2.4.3 Haitat

Plasmaleikkauksessa on myös heikkoutensa:

- Leikkauslaitteiston hinta on korkea varsinkin käytettäessä useampaa poltinta. /1/
- Leikkausnopeus putoaa nopeasti levynpaksuuden kasvaessa. /1/
- Leikattavissa olevat ainevahvuudet jäävät melko alhaisiksi. /1/

- Leikkauspintojen laatu on yleensä muilla termisillä leikkausmenetelmillä saavutettavaa laatua huonompi. /1/
- Menetelmä ei ole erityisen työntekijäystävällinen. /1/
- Leikkauspintojen kovuuden kasvu voi olla melko suuri. /1/
- Leikkausreunat eivät ole kohtisuorassa levyn pintaan nähden. /1/
- Leikkausura on polttoleikkauksessa puolet pienempi. /1/
- Työsuojelulliset toimenpiteet ovat vaativia (ääni, säteily ja haitalliset kaasut). /1/
- Plasma on leikkausmenetelmänä laseria "karkeampi" tarkkuuden ja leikkauslaadun suhteen. /2/

2.5 Työturvallisuus

Plasmaleikkauslaite on varustettu korkeajännitteisellä pilot-kaarella, joten poltinta ei saa suunnata itseään tai toisia kohti. Leikkauksen aikana vallitsee korkea jännite polttimen pään ja työkappaleen välillä. On vältettävä koskettamasta työkappaletta tai muita jännitteellisiä osia. Laitetta ei saa käyttää kosteissa tiloissa. Säteily on silmille ja iholle haitallista. /3/

On aina huolehdittava syntyvien kaasujen, huurujen ja savujen tehokkaasta paikallispoistosta imureilla. Valokaaren vuoksi leikkaajan on käytettävä suojalaseja, jotka ovat riittävän tummat ja suojaavat myös kasvot. /4/

3 LAITTEISTON KOKOONPANO

Plasmaleikkauslaitteisto hankittiin käytettynä ja myyjä myi sen toimivana kokonaisuutena (kuva 13). Kauppakirja on liitteenä 1. Laitteisto sisältää seuraavat osat:

- ESAB Ultrarex UXD-P 2000 polttoleikkauskone
- Hypertherm MAX100D plasmaleikkauslaite
- NEW-STEEL HYDRO vesipöytä 2x6m
- kaasumittarit ja varaosia
- HP tietokone, jossa NESTIX2 ja UDL ohjelmat
- tiedonsiirtokaapeli.



Kuva 13 Laitteisto vielä myyjän käytössä

3.1 Polttoleikkaukone

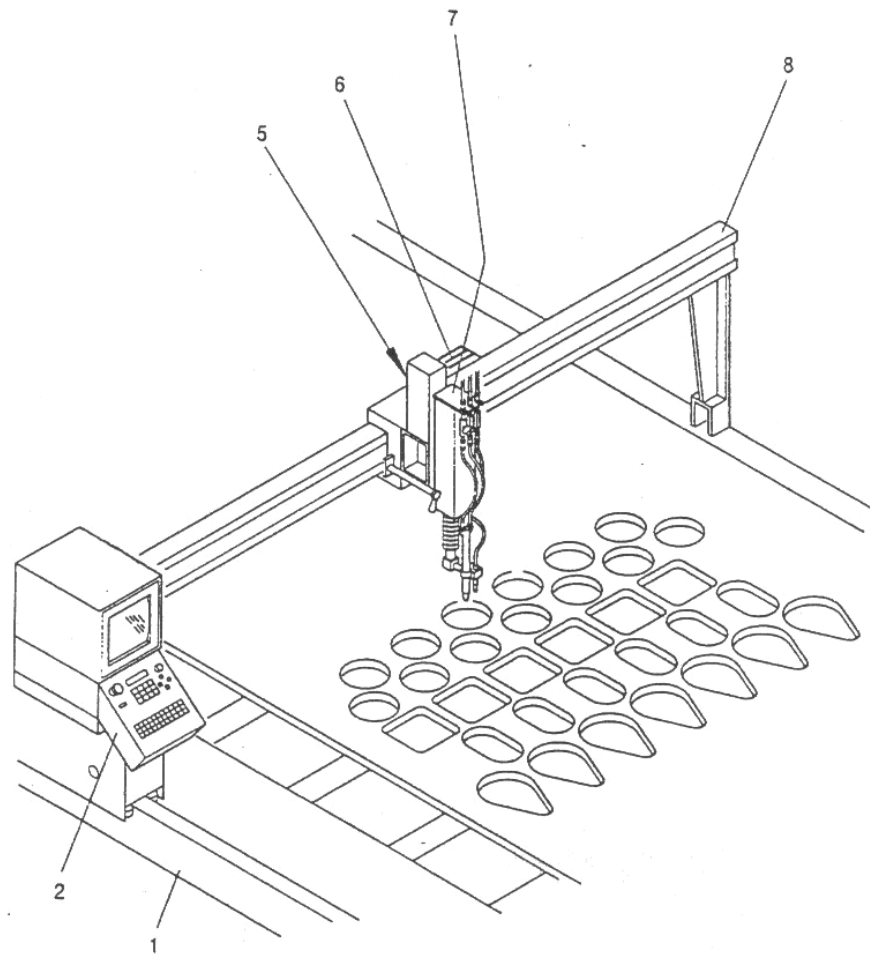
ESAB Ultrarex UXD-P 2000 on portaalityyppinen polttoleikkaukone. Se on tarkoitettu 20000 mm/min leikkausnopeuksiin saakka. Kone sopii plasmaleikkausmenetelmille ja myös kaasuleikkaus tai kaasuleikkaus/plasmaleikkausyhdistelmille.
/9/

Koneen leikkausleveys on 2000 mm ja kyseisen koneen radan pituus on 7000 mm (taulukko 1).

Taulukko 1 Tekniset tiedot /9/

ULTRAREX™ UXD-P 2000	
Mitat, PxLxK mm	1300x3160x1650
Mitat, PxLxK mm	1300x3160x2450
Verkköjännite, V/Hz	230/50-60
Syöttöteho, VA	500
Maks. polttimien lukumäärä	2
Leikkauspaksuus (2 poltinta), mm	3-125
Leikkausnopeus, mm/min	50-20000
Leikkauspaksuus teräs, mm	acc to plasma specs
Leikkausleveys (1 poltin), mm	2000
Leikkausleveys (2 poltinta), mm	2x1000
Leikkauspituus 3000 mm radalla, mm	2000
Leikkauspituus 4000 mm radalla, mm	2650
Leikkauspöydän korkeus, mm	700

Kone (kuva 14) koostuu kulkuradasta (1), jonka päällä kulkee koneportaali (8). NC-ohjauksen käyttöpaneeli (2) sijaitsee kiinteästi portaalin vasemmassa päässä. Poikittaisvaunussa (5) on polttimen korkeudensäätölaitteisto, polttimen pidin ja itse leikkauspoltin. /6/

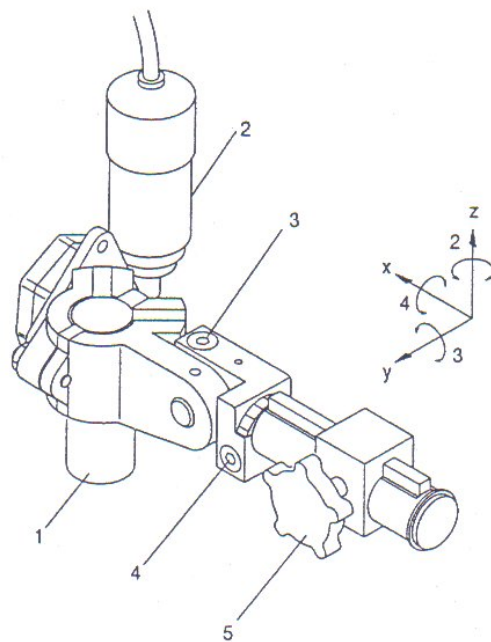


Kuva 14 Polttoleikkauskoneen osat /6/

Kulkuradan vetopuolella vasemmalla on tarkkuuskoneistetut kulkukiskot ja ulko-reunalla on hammastanko. Koneportaali kulkee X-suunnassa servomoottorin pyörittämän hammaspyörän avulla kulkukiskojen päällä. Radan vapaassa oikeassa reunassa portaali kulkee koneistetun lattakiskon päällä.

Kulkurataa kohtisuorassa Y-suunnassa portaalilla kulkee poikittaisvaunu eli poltinvaunu, joka liikkuu servomoottorilla hammaspyörä-hammastanko-yhdistelmällä.

Koneessa olevassa A0-poltinvaunussa on sähkömoottorikäyttöinen korkeudensäätö (kuva 15). Korkeudensäädön liikepituus on 200 mm Z-akselin suunnassa. Poltinta voidaan kallistaa pituussuunnassa eli Y-akselin ympäri $\pm 10^\circ$ ja poikittaissuunnassa eli X-akselin ympäri $\pm 45^\circ$. Polttimenpidintä voidaan säätää X-suunnassa ± 25 mm.
/6/



Kuva 15 Polttimenpidin

Lisäksi polttimenpitimessä on automaattisen korkeudensäädön skannausrenkas sekä renkaan keskellä itse plasmapoltin, jota voidaan siirtää Z-suunnassa löysäämällä siipimuttereita (kuva 16).



Kuva 16 Poltin ja skannausrenkas

Letkut ja kaapelit kulkevat koneportaalissa ripustuslaitteiston välityksellä /6/. Ne siirtyvät portaalille kulkuradan kyljessä olevan kaapelikourun energiansiirtoketjussa.

Koneen toimintoja ja liikeakseleita ohjataan Esabin NC-ohjauksella käyttöpaneelista (kuva 17). Tiedonsiirto polttoleikkauskoneen ja PC:n välillä toteutuu DNC-linkin avulla. /6/



Kuva 17 NC-ohjauksen käyttöpaneeli

3.2 Plasmaleikkauslaite

Hypertherm MAX 100D on vakiovirta toisiomuuntaja chopper-virtalähde (kuva 18). Sen virtaa voi portaattomasti säätää 30 – 100 A. Syöttöjännite on 400 V 3-vaihe ja syöttövirta 63 A. Laitteella voidaan leikata eri metalleja aina jopa 32 mm:n levynpaksuuteen asti (seostamaton teräs). /7/



Kuva 18 Hypertherm MAX 100D virtalähde

Ensisijaisena plasmakaasuna käytetään paineilmaa, jolloin käyttökustannukset ovat pienet ja leikkausnopeus suuri seostamattomilla teräksillä. Ruostumattomalla teräksellä, alumiinilla ja muilla ei-rautametalleilla käytetään plasmakaasuna typpeä, argon/vetyä tai argon/vedyn ja typen seosta. Suojakaasuna on paineilma, typpi tai hiilidioksidi. /7/

Toimeksiantajayrityksessä käytetään paineilma-paineilma-yhdistelmää seostamattomaa terästä leikattaessa ja typpi-paineilma-yhdistelmää ruostumatonta terästä leikattaessa.

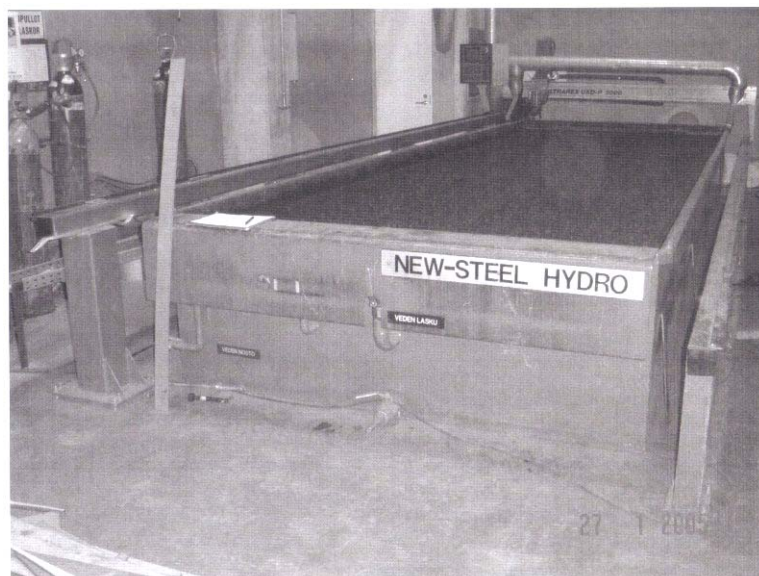
Seostamattoman teräksen teorettinen maksimilevynpaksuus on 32 mm ja ruostumattomalla teräksellä sama luku on 25 mm. Näille paksuuksille ei enää suositella lävistystä. /7/

Kaasuna käytettävässä paineilmassa ei saa olla kosteutta, öljyä eikä muita epäpuhauksia. Syöttöpaine on oltava vähintään 5,4 bar ja korkeintaan 8,5 bar. /7/

Laite täytyy maadoittaa korkeintaan 6,5 m:n etäisyydelle työpöydästä. Suositus on, että maadoitus toteutetaan halkaisijaltaan vähintään 12,5 mm kuparisella umpitangolla upotettuna 2,5 m:n syvyyteen maahan. /7/

3.3 Vesipöytä

Polttoleikkauskoneen kulkuratojen keskellä on NEW-STEEL HYDRO –vesipöytä (kuva 19). Pöytä on allas, jossa seisoo vesi. Vedenpinta nostetaan ylös paineilmalla ja lasketaan painetta laskemalla.



Kuva 19 Vesipöytä

Pöydän pinta koostuu lattateräksistä, jotka on aseteltu 100 mm:n välein riviin kapea sivu ylöspäin (kuva 20). Vesi nostetaan aivan lattojen yläpinnan tasalle, jolloin se ulottuu leikattavan levyn alapintaan. Veden tarkoituksena on jäähdyttää levyä ja sitoa kaasuja.



Kuva 20 Vesipöydän pinta

3.4 Savunpoisto

Leikkausprosessissa syntyvän haitallisen savukaasun poistoon laitteiston portaalis- sa kulkevat mukana imusuuttimet (kuva 21). Suuttimia on 2 kpl ja ne kulkevat vesipöydän molemmilla puolilla leikkausprosessin kohdalla.



Kuva 21 Imusuutin

Suuttimilta kaasut johdetaan ilmastointiputkea pitkin portaalin oikeaan reunaan ja putki nousee ylös, jossa se vaihtuu haitariletkuksi. Haitariletku liikkuu portaalin mukaan seinään kiinnitetyssä kiskossa (kuva 22). Haitariputken loppupää on yhdistetty seinään kiinnitettyyn imuriin, joka puhaltaa kaasut seinän läpi rakennuksen ulkopuolelle.



Kuva 22 Haitariletku ja imuri

4 ASENNUSPROJEKTI

Tutkintotyön aihe varmistui viikolla 2 kuluvaa vuotta 2005. Toimeksiantaja oli os-
tanut käytetyn plasmaleikkauslaitteiston ja sen käyttöönottoprojekti soveltui ai-
heeksi. Aloituspalaveri pidettiin viikolla 3 yrityksessä Lempäälässä ja paikalla oli-
vat tämän työn tekijän lisäksi toimeksiantajan edustajana Ari Patana sekä tutkinto-
työn ohjaajana DI Arto Jokihaara Tampereen ammattikorkeakoulusta. Palaverissa
sovittiin työn sisältö ja tavoitteet.

4.1 Projektisuunnitelma ja toteutuminen

Tehtävän selvittyä tehtiin projektisuunnitelma, josta on kuva liitteenä 2. Siihen lai-
tettiin tehtävät aikajärjestykseen, arvioitiin tehtävien kestot ja vaaditut resurssit.

Projektin toteuduttua laadittiin taulukko, josta selviää, miten projekti ajallisesti su-
jui (taulukko 2). Siitä nähdään, mitä tehtäviä on kullakin viikolla tehty. Merkintä
viikon kohdalla ei välttämättä tarkoita että tehtävään on käytetty koko viikko, vaan
ehkä vain yksi päivä.

Taulukko 2 Projektin suunnitellut ja toteutuneet ajat

TEHTÄVA		VIIKKO													
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Layout	suunniteltu	X													
	toteutunut	O	O												
Nestix-opettelu	suunniteltu	X													
	toteutunut	O		O											
Laitteiston nouto	suunniteltu	X													
	toteutunut	O													
Laitteiston asennus	suunniteltu		X	X											
	toteutunut			O	O	O	O	O	O						
Käyttökoulutus	suunniteltu				X		X								
	toteutunut														
Testaus	suunniteltu				X										
	toteutunut							O		O					
Käyttöohje	suunniteltu					X									
	toteutunut								O	O	O				
Käyttö	suunniteltu						X	X							
	toteutunut						O			O	O	O	O	O	
Tutkintotyön raportti	suunniteltu									X	X	X	X	X	
	toteutunut											O	O	O	

Layout-tehtävään kuului suunnittelu ja toteutus. Toteutus kesti oletettua kauemmin, koska ensinnäkin tuotanto oli koko ajan käynnissä, mikä aiheutti omat vaikeutensa. Lisäksi työmäärä arvioitiin väärin, koska siihen sisältyi alueen siistimistä ja järjestelyä, eikä työhön ollut saatavilla resursseja muualta.

Nestix-opettelu tarkoittaa laitteiston kauppaan kuuluneeseen nestaus- eli sijoitteleluohjelmistoon tutustumista. Nestix-ohjelman sisältänyt tietokone saapui ennen muuta laitteistoa, joten siihen ehdittiin tutustua ennen asennusta.

Laitteiston nouto myyjältä toteutui suunnitelman mukaan kahdessa päivässä. Laitteiston asennuksen aloitus sen sijaan siirtyi reilulla viikolla eteenpäin viikon 6 perjantaihin, koska paikalla, jolle laitteisto asennettaisiin, seisoivat vielä myyntiin menevät työstökoneet.

Laitteiston asentaminen näyttää taulukon mukaan kestäneen 6 viikkoa, mutta se ei kerro koko totuutta. Todellisuudessa se kesti yhteensä vähän reilu kaksi viikkoa. Laitteistoa on testattu ja käytetty jo viikolla 9, mutta sitä on paranneltu vielä myöhemmin. Tämä näkyy vielä asennuksen kohdalla taulukossa. Asennus kuitenkin kesti oletettua kauemman, koska työtä oli enemmän ja resursseja vähemmän käytettävissä kuin laskin. Asennuksessa apuna oli ajoittain työharjoittelija ammattiopilaitoksesta.

Laitteiston testaus ja käyttöohjeen laatiminen siirtyivät eteenpäin juuri asennuksen hidastumisen takia. Laitteiston käyttöä oli monena viikkona ja se jatkuu edelleen osaltani. Tämä johtuu siitä, että käyttökoulutusta ei ole päästy vielä toteuttamaan, koska kohdehenkilöstölle ei ole järjestynyt sopivaa ajankohtaa. Laitteiston käyttö ja muut työtehtävät ovat kokonaisuudessaan hidastaneet laitteiston käyttöönottoprojektin toteutumista.

4.2 Layoutin muutos

Verstaan layoutia piti muuttaa uuden koneen takia. Laitteiston kokonaismitat ovat n. 2,8 m x 8,0 m. Tilaa järjestyi, kun vähäisessä käytössä olleet manuaaliset kärkisorvi ja jyrskone myytiin pois. Verstaan layout ennen plasmaleikkauslaitteistoa on liitteenä 3 ja jälkeen liitteenä 4.

Uutta layoutia suunniteltaessa ajatuksena oli rauhoittaa plasmaleikkauslaitteiston alue mahdollisimman hyvin. Laitteisto sijoitettiin seiniin nähden siten, että sen ympäri voi kulkea. Lisäksi huomioon otettiin hallissa olevan siltanosturin ulottuvuudet.

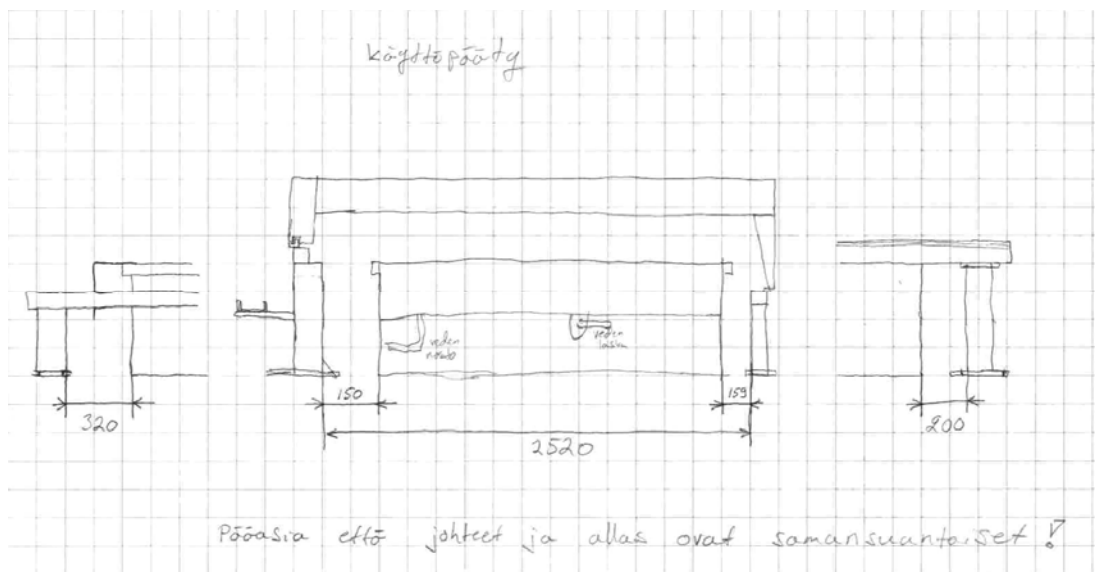
Lastuja tuottavat porakoneet siirrettiin kauemmaksi rinnakkain yhteisen apupöydän vierelle. Levypakki on molempien päälevykoneiden läheisyydessä, levyleikkurin ja plasmaleikkurin. Vähäisessä käytössä oleva putkentaivutin on sivussa ja otetaan esille, kun on tarvetta.

4.3 Laitteiston nouto

Plasmaleikkauslaitteiston kauppakirjassa oli sovittu, että kone puretaan ja lastataan kuljetusautoon ostajan ja myyjän yhteistyönä (liite 1). Työhön varattiin aikaa kaksi päivää. Matkaan lähdettiin torstaina aamupäivällä ja takaisin tultiin perjantai-iltana. Varustukseksi otettiin työkalupakki, jossa oli kaikki tarvittavat asennustyömailla käytössä olevat perustyökalut. Lisäksi dokumentointia varten otettiin kamera, muistiinpanovälineet ja merkkaukseyä ja -teippiä. Matkaan lähdettiin kahden miehen voimin toimeksiantajan pakettiautolla.

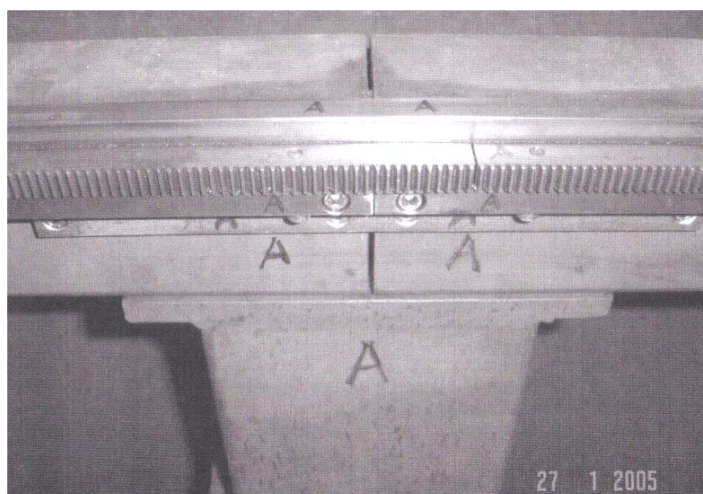
4.3.1 Dokumentointi

Paikalle saavuttua otettiin ensin kuvia laitteistosta käyttökunnossa. Vesipöydän sijoitus kulkuratoihin nähden mitattiin ja piirrettiin kuvat molemmista päistä (kuva 23).



Kuva 23 Piirros vesipöydän ja kulkuratojen keskinäisestä sijoituksesta

Kuvia otettiin mm. kulkuratojen kiinnityksestä lattiaan, kaasu- ja paineilmalitoksista, portaalien sijoituksesta kulkurataan, kaasunpoistoputkiston liitoksista jne. Kulkuratojen jatkokset merkattiin, jotta ne asennettaisiin samalla tavalla (kuva 24).



Kuva 24 Kulkuradan jatkosten merkkaus

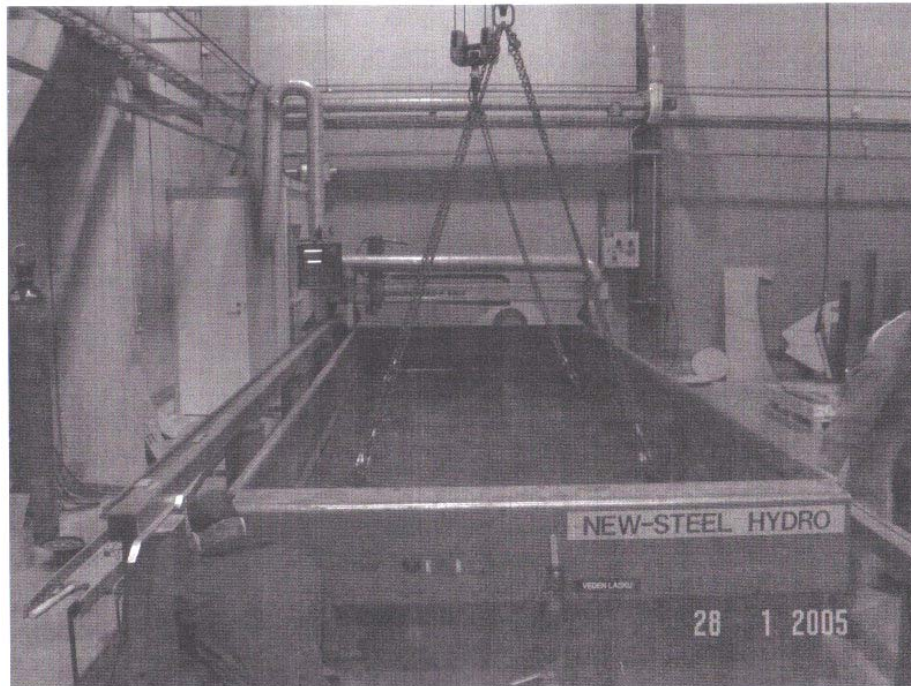
Laitteistoon tuleva tiedonsiirtokaapeli jouduttiin irrottamaan koneen päästä, tarkemmin sanottuna portaalin takaosassa sijaitsevan sähkökaapin sisältä. Johtimet merkittiin tarkasti ja liitos kuvattiin ennen irrotusta (kuva 25).



Kuva 25 Tiedonsiirtokaapelin liitos

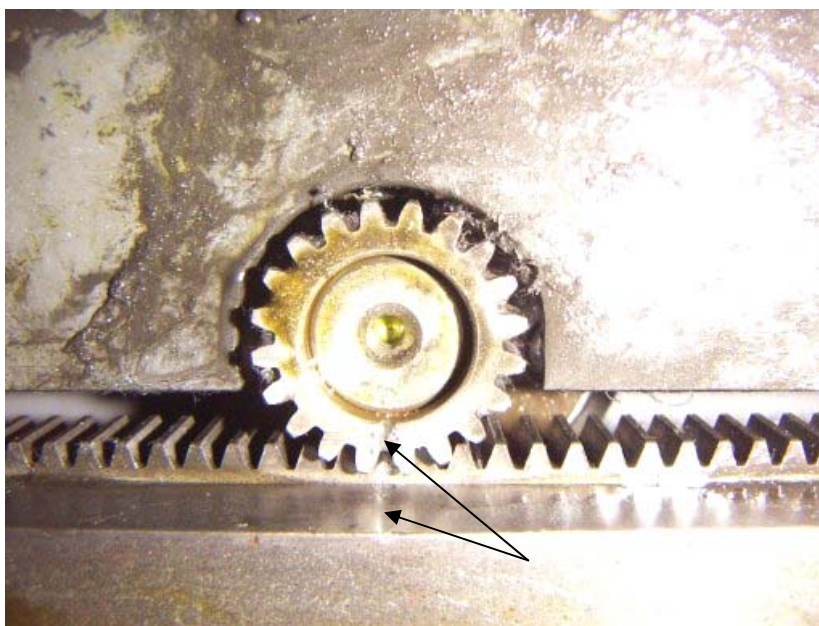
4.3.2 Laitteiston purku

Varsinainen laitteiston purku aloitettiin perjantai-aamuna. Portaali ajettiin ensin aivan kulkuradan takapäähän. Sen jälkeen vesipöytä nostettiin kulkuratojen välistä pois (kuva 26).



Kuva 26 Vesipöydän nosto

Tämän jälkeen aloitettiin kulkuradan purku ja virtalähteen liitoksien irrotus. Sitten irrotettiin kaasunpoistoletku kannakkeistaan. Portaalin paikka kulkuradalla merkittiin sekä portaalin hammaspyörään että kulkuradan hammastankoon (kuva 27). Merkitty kohta on se, jossa laitteesta katkaistiin virta.



Kuva 27 Merkinnät hammaspyörässä ja -tangossa

Nyt voitiin nostaa portaali pois kulkuradalta (kuva 28). Nosto tuli tapahtua suoraan ylöspäin, jotta hammaspyörä ei liikkuisi. Portaalin ja virtalähteen välisiä kaas- ja sähköjohtimia ei irrotettu.



Kuva 28 Portaalin nosto

4.3.3 Laitteiston pakkaus

Portaali, virtalähde ja kulkuradan osia pakattiin 1500 x 3000 mm kokoiselle puulavalle. Osia tuettiin naulaamalla puita ympärille ja osat sidottiin teräsnauhalla pahlavilla kulmia suojaten (kuva 29).



Kuva 29 Laitteiston osat lavalla

Osa kulkuradan osista pakattiin erillisellä FIN-lavalle ja mukaan tulevat plasma-polttimen varaosat pakattiin pahvilaatikoihin. Nämä mahtuivat pakettiauton kyytiin. Vesipöytä ja iso lava kuljetettiin täysperävaunu rekalla yritykseen seuraavana maanantaina.

Laitteiston purkuun ja pakkaamiseen kului 10 tuntia. Myyjän puolesta apuna oli yksi mies. Työ kesti odotettua kauemmin, koska myyjä ei osallistunut siihen suurella panoksella. Matkoihin kului yhteensä 10 tuntia.

4.4 Laitteiston asennus

Laitteiston asennuspaikan raivaamisen jälkeen asennuksen ensimmäinen vaihe oli vesipöydän nosto paikoilleen. Pöydän paikka mitoitettiin seinistä ja merkattiin lattiaan. Allas nostettiin siltanosturilla.

Toisessa vaiheessa asennettiin kulkuradat. Ensin asennettiin oikeanpuolinen rata, koska leikattava levy paikoitetaan pöydän oikeaan etukulmaan, jossa on normaalisti ohjelman 0-piste. Oikeanpuolinen rata suunnattiin altaan oikean sisäreunan mukaan. Vasemmanpuolinen rata suunnattiin taas oikeanpuolisen radan kanssa yhdensuuntaiseksi. Ratojen pystypalkit kiinnitettiin betonilattiaan M10 x 100 ruuviankkureilla. Asennuksessa sovellettiin standardia SFS-EN 28206 /8/.

Kulkuradan suoruuden toteamiseen käytettiin ensin kiristettyä luotilankaa, mutta suoruus varmistettiin vielä 3 m pituisella linjaimella. Kulkuratojen välinen keskinäinen etäisyys mitattiin rullamitalla, jolla päästiin tarkkuuteen ± 1 mm.

Kulkuradan vaakasuoruus pitkittäis- ja poikittaissuunnassa säädettiin vaakituskoneen avulla, jolla saavutettiin tarkkuus ± 1 mm. Vesipöydän vaakasuoruus säädettiin myös vaakitusta avuksi käyttäen ja pöytää jouduttiin nostamaan takapäästä säätöpaloilla.

Kun kulkurata oli valmis, portaali nostettiin sen päälle. Portaali nostettiin kohtaan, joka purkuvaiheessa (kuva 27) merkittiin. Virtalähde nostettiin samalla paikoilleen, koska se oli yhteydessä portaaliin kaapeleiden kautta. Plasmapoltin kiinnitettiin pitimeensä. Energiansiirtoketju kiinnitettiin kulkuradan kaapelikouruun ja lattialla kulkeville kaapeleille teetin suojan 50x100 U-profiilista.

Savunpoistoletkua varten teetin työharjoittelijalla seinään kannakkeet, joihin kiinnitettiin C-kisko. Kiskoon laitettiin kulkemaan siihen sopivat vaunut, joihin kiinnitettiin letkukannakkeet (kuva 30). Imuri asennettiin seinään ja sille tehtiin poistoputki, joka johdettiin seinän läpi rakennuksen ulkopuolelle.



Kuva 30 Letkun kannakointi

Plasmaleikkauslaite, kulkuradat ja vesipöytä maadoitettiin rakennukseen runkoon. Rakennuksen maadoitus selvitettiin ensin. Se on toteutettu Ø16 mm kuparijohteella, joka etenee rakennuksesta poispäin 25 m matkan. Tämä kattaa plasmaleikkaukoneelle asetetun vaatimuksen.

Plasmaleikkaukoneen NC-ohjauksen ja toimistossa sijaitsevan nestaus-tietokoneen välille asennettiin tiedonsiirtokaapeli. Tämä toteutettiin hyödyntämällä mukana tullutta kaapelia, jota jouduttiin jatkamaan. Kaapeli asennettiin kaapelihyllyyn, joka kulkee seinän mukaisesti.

Paineilmaa tarvitaan plasmaleikkaukoneeseen ja vesipöytää varten. Virtalähteen läheisyydessä oleva paineilmalaitin haaroitettiin ja toinen haara johdettiin vesipöydän venttiilille veden nostoa varten. Toinen haara johdettiin plasmaleikkaukoneeseen. Plasmaleikkaukoneen takaosaan asennettiin T-haarakappale ja siihen kaksi venttiiliä kahta kaasulähdettä varten (kuva 30). Toinen on paineilmalle ja toinen tyhjiölle.



Kuva 31 Venttiilit syöttökaasulle

Laitteistolle hankittiin oma sähkökeskus (kuva 32). Keskukselle on 63 A syöttövir-
ta. Plasmaleikkauslaitteelle syötetään 63 A ja 400 V~, imurin moottorille 16 A ja
400V~ ja polttoleikkauskoneelle ohjauksineen ja servomoottoreineen 16A ja 230
V.



Kuva 32 Laitteiston sähkökeskus

Koska laitteisto myytiin toimivana kokonaisuutena, se myös toimi heti asennuksen
jälkeen. Optimaalisen leikkaustuloksen saaminen edellyttää kuitenkin monien
muuttujien hienosäätöä ja ominaisuudet löytyvät käyttökokemuksen karttuessa.

5 LAITTEISTON SOVELTAMINEN TOIMEKSIANTAJAN TUOTANTOON

5.1 Tämänhetkinen käyttö

Laitteistoa on testattu ja käytetty leikkaamalla 6 - 10 mm paksuista seostamatonta terästä käyttämällä paineilma-paineilma-kaasuseosta ja 1,5 mm paksuista ruostumatonta terästä typpi-paineilma-seoksella. Leikkausarvot on otettu muuten suoraan plasmakoneen valmistajan taulukoista, paitsi leikkausnopeuksia on hieman hidastettu. Leikkauks jälki on saatu tyydyttäväksi ja paksummilla aineilla leikkausrailo on plasmalle ominainen ylhäältä leveämpi, alaspäin kapeneva.



Kuva 33 Laitteisto käytössä

Laitteistolla on leikattu osia oman osavalmistuksen aihioiksi ja myös alihankinta-leikkausta on suoritettu. Työmäärä laitteistolla on ollut melko vähäinen ja käyttäjän tehtäviä olen hoitanut itse.

5.2 Tulevaisuuden kehitysnäkymät

Projektin aikana nostettiin esiin kysymys, kannattaisiko laitteisto muuttaa ns. hienosädeplasmaksi. Tällä haettaisiin lähinnä parempaa leikkausjälkeä, mikä parantaisi laadun kuvaa ja vähentäisi leikattujen kappaleiden viimeistelytyötä. Itse en lähtisi laitetta hienosädeplasmaksi muuttamaan. Muutos vaatii lisäinvestointia. Hienosädeplasmalla ei päästä samoihin ainespaksuuksiin kuin tavallisella plasmalla. Mittatarkkuus ei välttämättä paranisi, koska kulkuradoissa saattaa olla jo väljyyttä. Tällöin eduksi ei jäisi muuta kuin parempi leikkausjälki, mikä ei ole riittävä syy hienosädeplasman hankkimiseen.

Leikkausjäljen parantamiseen pystytään vaikuttamaan oikeilla leikkausarvoilla. Arvoille on pohjana valmistajan taulukot, mutta oikeat arvot löytyvät kokemuksen myötä. Sopivat arvot tuleekin kirjata ylös myöhempää käyttöä varten. Tärkeää on myös plasmakaasun, tässä tapauksessa paineilman, laatu. Paineilmaverkostoon onkin tulossa syöttöpainetta tasaamaan säiliö sekä ilmaa puhdistamaan suodattimet ja vedenerotin.

Plasmaleikkauslaitteisto tarvitsee osaavan käyttäjän. Käyttäjä hoitaisi leikkausohjelmien luomisen Nestix-ohjelmalla, sekä varsinaisen leikkausprosessin. Käyttäjän vastuuksi kuuluisi myös levyraaka-ainevaraston ylläpito ja materiaalitulaukset. Mahdollisesti työhön sisältyisi myös leikattavien kappaleiden suunnittelu ja piirto. Tämä edellyttää 2D-CAD:n hankkimista yritykseen, koska Nestix-ohjelman piirto-työkalut ovat rajalliset.

Laitteistolle tulee hankkia töitä. Nykyisillä osilla ja kaasuilla päästään teoriassa 32 mm paksuuteen seostamattomalla raudalla ja alumiinilla sekä 25 mm paksuuteen ruostumattomalla teräksellä. Laitteistolla on siis paljon mahdollisuuksia. Alihankintana voidaan tehdä pelkkää leikkausta. Leikattuja kappaleita voitaisiin myös jatkojalostaa omassa verstaassa käytössä olevien levykoneiden ansiosta, joita ovat levyntaivutin, särmäyspuristin ja levymankeli. Lisäksi hitsaus kuuluu ohjelmaan, joten esim. koteloiden, säiliöiden jne. valmistus onnistuisi. Laitteiston hankintahinta tulee kuolettaa mahdollisimman nopeasti, jotta se alkaa tuottaa.

LÄHTEET

1. Ihalainen, Erkki - Aaltonen, Kalevi - Aromäki, Mauri - Sihvonen, Pentti, Valmistustekniikka. Otatiето Oy. Jyväskylä 1996.
2. Kauppinen, Veijo, Levytyöt pienerätuotannossa. Otatiето Oy. Helsinki 1991.
3. Lepola, Pertti - Makkonen, Matti, Hitsaus ja teräsrakenteet. WSOY Konetekniikka. Porvoo 1999.
4. Katainen, Harri - Mäkinen, Armas, Aineliihostekniikka. WSOY Kone- ja metallitekniikka. Porvoo 1992.
5. Ohutlevyn leikkaus. Tekninen tiedotus 9/80. Suomen Metalliteollisuuden keskusliitto. Hanko 1980.
6. Polttoleikkauskone ULTRAREX UXD-P Käyttöohje. ESAB CUTTING SYSTEMS.
7. MAX 100D Plasma Arc Cutting System Instruction Manual IM-172. Hypertherm. Hanover, New Hampshire 1993.
8. SFS-EN 28206. Polttoleikkauskoneen vastaanottotarkastus. Toistotarkkuus. Toiminnalliset ominaisuudet. 1993.
9. Welcome to ESAB. [www-sivu]. [viitattu 13.4.2005] Saatavissa: <http://www.esab.fi/index.asp?item=9261/>

Kauppakirja

Tällä kauppakirjalla olemme sopineet käytetyn plasmaleikkauslaitteiston kaupasta seuraavasti:

Kauppaan kuuluu seuraavat tavarat:

- ESAB Ultrarex UXC p-2000 polttokone no: 95368 vuosimalli -95
- New-steel vesipöytä 2x6 m
- virtalähde Hyperterm MAX 100 D
- Nestix sijoitteluohjelman lisenssi ja ohjelma
- tietokone HP näyttöineen jossa Nestix-ohjelma asennettuna
- tiedonsiirtokaapeli ja UDL-ohjelma
- kaasumittarit ja ne varaosat, jotka Painehitsauksella on luovutettaessa kone.

Periaatteena on, että polttokone, ohjelma ja oheislaitteet on, se toimiva kokonaisuus, joka Painehitsauksella on käytössä ja joka on esitelty ostajalle. Ostajan tarvitsee hankkia vain kaasupullot, virransyötön, paineilman ja asentaa kone jolloin se on toimiva kokonaisuus. Nestausohjelman käyttöoikeuden siirrolle on Painehitsaus saanut luvan Nestix OY:ä.

Kauppan ehdot:

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| - koneen hinta on | xxxxx,- |
| - Nestix-lisenssin hinta on | xxxx,- |
| Yhteensä. | xxxxx,- Eur |

Hintaan lisätään alv 22 %

Kauppahinta maksetaan seuraavasti:

- xxxx,- eur heti käsirahana ja xxxxx,- 7 pv. siitä kun kone on noudettu Pietarsaaresta. Viivästyskorko 11 %. Summat ilman arvonlisäveroa.

Omistusoikeus siirtyy ostajalle vasta kun koko kauppasumma on maksettu.

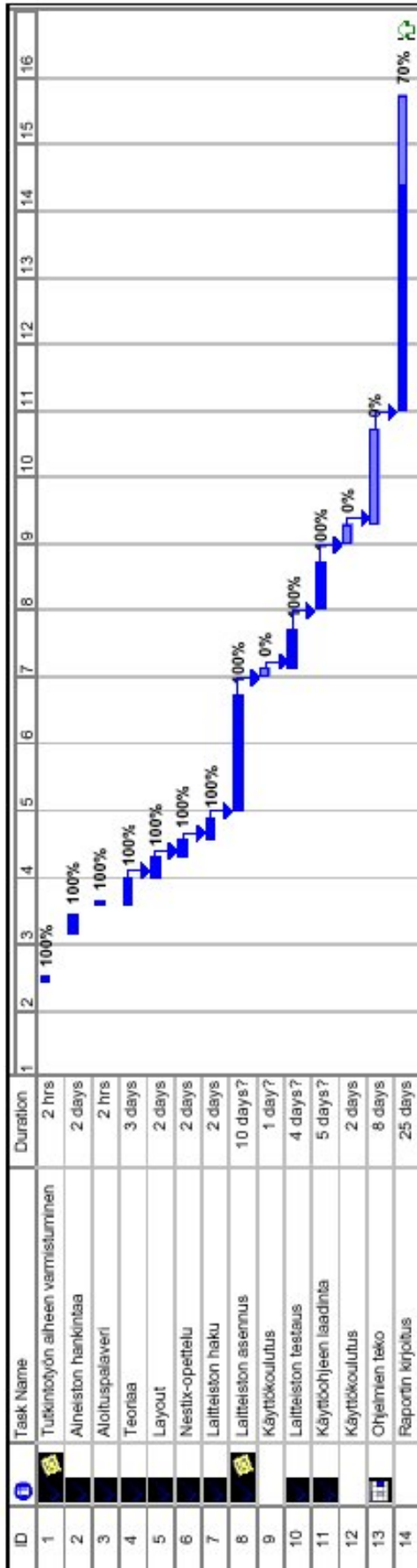
Kone myydään toimitusehdolla. NOL (noudetaan myyjältä), Koneen purkaminen ja lastaaminen autoon hoidetaan ostajan ja myyjän yhteistyönä. Asennuksen ostajan tiloissa hoitaa ostaja yksin. Myyjä antaa 1 pv. käyttökoulutusta veloituksetta ostajalle Lempäälässä., ja tarvittaessa puhelin-tukea. Myyjä takaa että kone on toimiva kun se otetaan käyttöön ostajalla pois lukien kuljetus-vaurioista ja asennuksista mahdollisesti aiheutuvat viat tai vahingot.

Tätä kauppakirjaa on laadittu kaksi samansisältöistä kappaletta.

Pietarsaaressa 2004-11-16

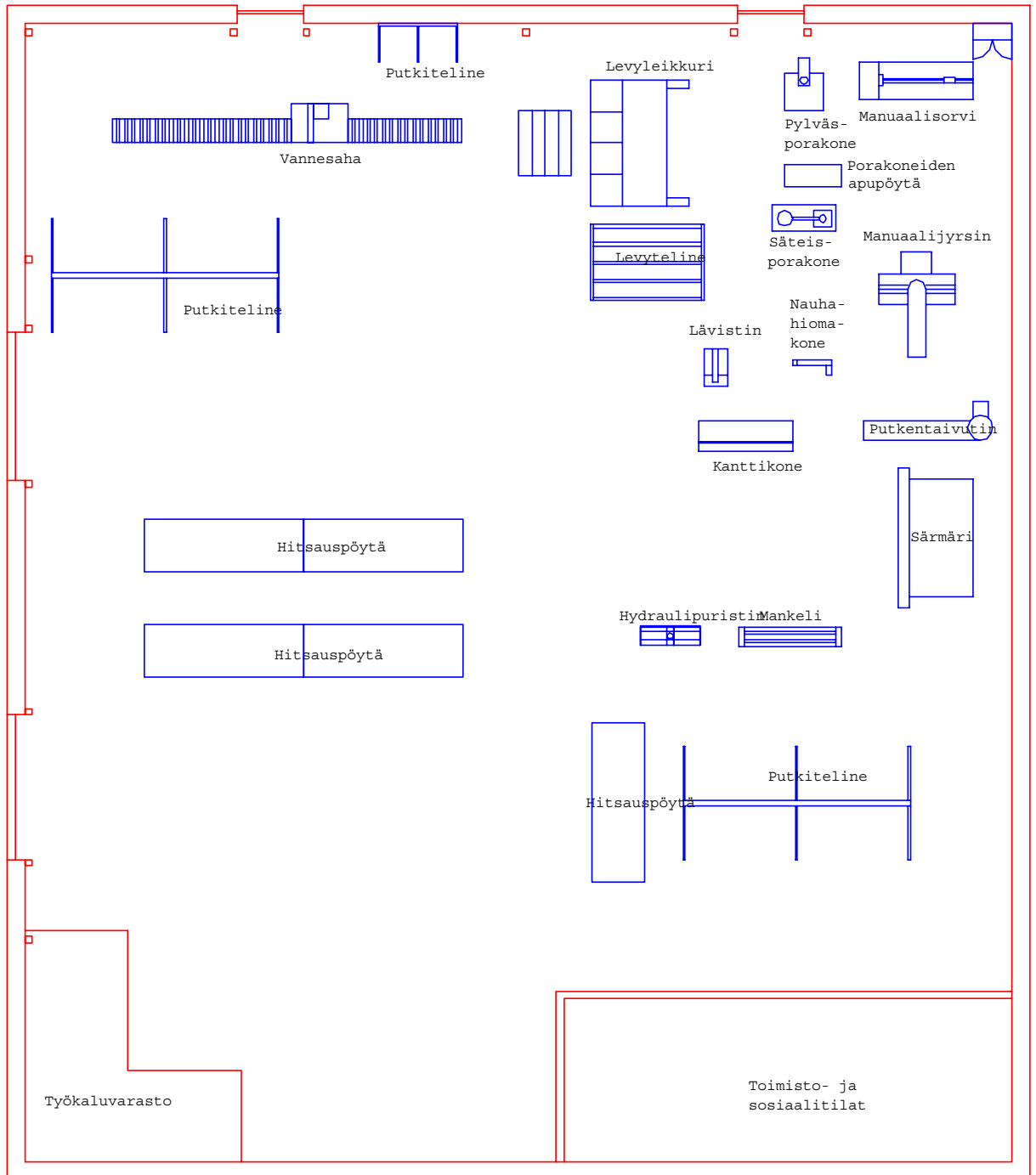
Jarmo Myllymäki
Painehitsaus OY

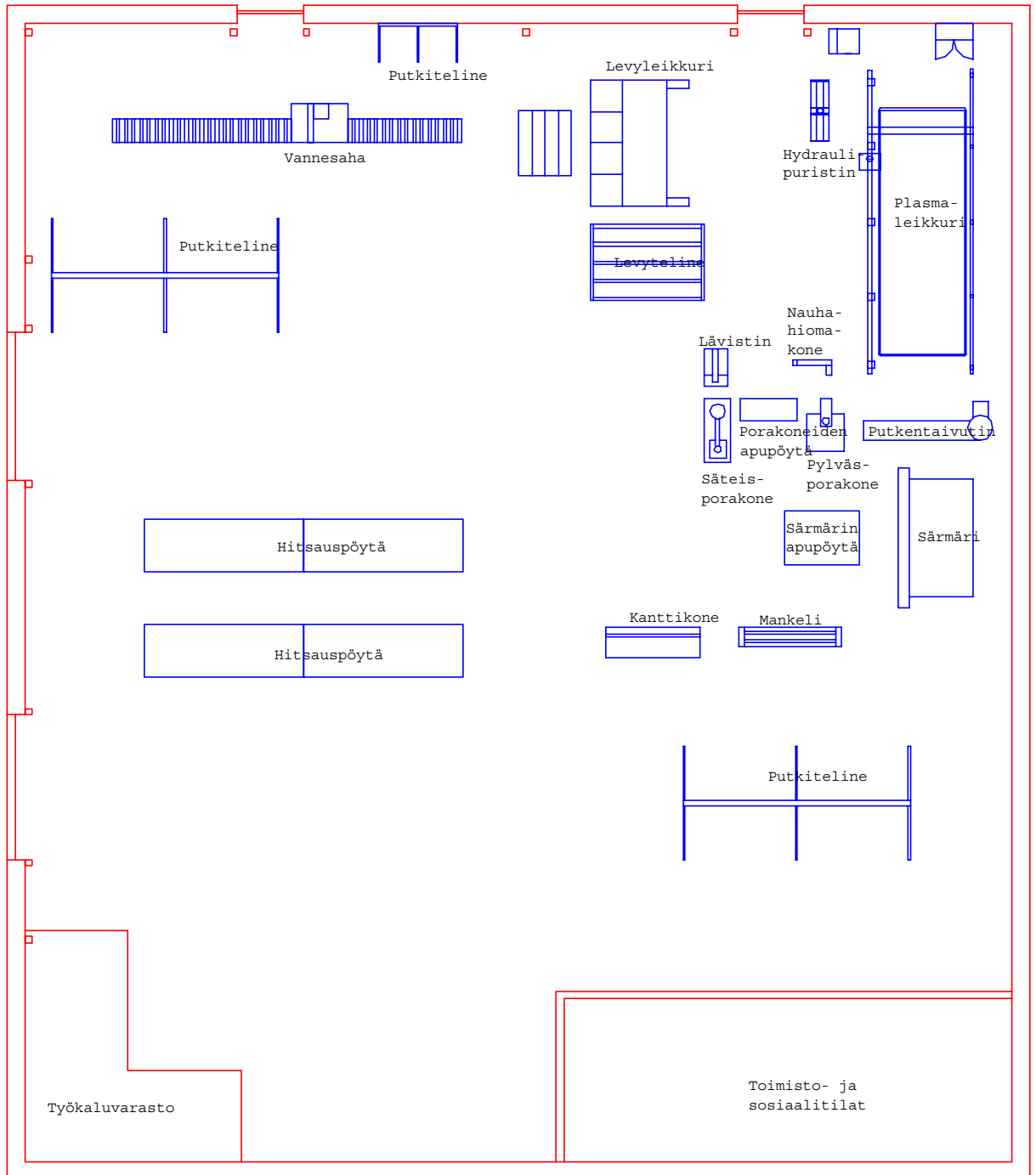
Ari Patana
Tampereen Asennustekniikka OY



Project: Tutkimustyön projektisuunnitelma
Date: Fri 15.4.05

<ul style="list-style-type: none"> Critical Critical Split Critical Progress Task Split Task Progress 	<ul style="list-style-type: none"> Baseline Baseline Split Baseline Milestone Milestone Summary Progress Summary
<ul style="list-style-type: none"> Project Summary External Tasks External Milestone Deadline 	





PLASMALEIKKAUSLAITTEISTON KÄYTTÖ ESAB ULTRAREX UXD-P 2000



SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	NESTAUSOHJELMA NESTIX2	3
2.1	Käynnistys	3
2.2	PARTS-tila	3
2.2.1	Piirto	4
2.2.2	CAD-tiedoston tuonti	5
2.2.3	Tallennus ja tilauksen luonti.....	6
2.2.4	PARTS-tilan pikanäppäimet.....	8
2.3	NEST-tila.....	9
2.3.1	Levyn tai palan avaus	9
2.3.2	Tilauksen tuonti	11
2.3.3	Sijoittelu	12
2.3.4	NEST-tilan pikanäppäimet	13
2.4	FLAME-tila	14
2.4.1	Yleiset leikkauseriaatteet.....	14
2.4.2	Aloituspisteiden muokkaus	15
2.4.3	Profiilin leikkauksen määrittely	16
2.4.4	Silloitus.....	17
2.4.5	Tallennus ja tulostus	18
2.4.6	FLAME-tilan pikanäppäimet.....	19
3	TIEDONSIIRTO UDL	20
4	OHJAUSKÄYTTÖLIITTYMÄ SYSTEM NCE 390	22
4.1	Ohjauspaneeli	22
4.2	Jännite.....	23
4.3	Vaunun aktivointi	23
4.4	Referenssiin ajo	24
4.5	Polttimen parametrit	25
4.6	Polttimen korkeuden määrittely.....	25
4.7	Aloituspisteeseen ajo	26
4.8	Ohjelman vastaanottaminen	26
4.9	Ohjelman avaaminen	27
4.10	Ohjelman parametrien määrittely	28
4.11	Ohjelman ajo	28
5	VIRTALÄHDE HYPER THERM MAX100D	29
5.1	Polttimen osien vaihtaminen	29
5.2	Kaasuliitokset	30
5.3	Virtalähteen käyttö	30
6	MUUT LAITTEET	32
6.1	Vesileikkauspöytä.....	32
6.2	Imuri	33
7	TURVALLISUUS	34
	LÄHDELUETTELO	36

1 JOHDANTO

Tässä käyttöohjeessa käydään läpi kyseisen plasmaleikkauslaitteiston oleelliset peruskäytön vaiheet. Siihen sisältyy työstöohjelman luonti NESTIX2-ohjelmalla, NC-koodin siirto plasmakoneelle UDL-ohjelmalla, ohjaukseytöliittymän SYSTEM NCE 390 käyttö sekä plasmaleikkauslaitteen MAX100D ja oheislaitteiden valmistelu leikkausta varten.

2 NESTAUSOHJELMA NESTIX2

2.1 Käynnistys

NESTIX2-tietokoneelle kirjautuminen:

käyttäjätunnus: järjestelmänvalvoja

salasana: nestix2

NESTIX2-ohjelma käynnistetään kaksoisnäpöytämällä Windowsin työpöydän kuvaketta **NESTIX2-Cutting**. NESTIX2-ohjelmiston pääikkuna aukeaa ruudulle. /1, s. 8./

2.2 PARTS-tila

PARTS-tila (piirto) on ohjelmiston osa jolla muodostetaan leikattavia muotoja sijoittelua ja NC-ohjelmointia varten (kuva 1). Lisäksi siinä voidaan käsitellä tietokantoja, joihin kappaleita, tilauksia ja levyjä tallennetaan. /1, s. 9/ PARTS-tilassa joko piirretään geometria tai tuodaan kuva dxf-tiedostona jatkokäsittelyä varten.



Kuva 1 PARTS-tilan kuvake

2.2.1 Piirto

Tässä ohjeessa ei perehdytä varsinaiseen piirtämiseen, koska siihen löytyy hyvä ohje lähteestä *NESTIX2-CUTTING Käyttäjän käsikirja* luvuista 3.1 ja 3.2 sivulta 38 alkaen.

Piirtämisen ja muidenkin ohjelman ominaisuuksien käytön kannalta tärkeää on asettaa ohjelman käyttämät oletusarvot. Tämä voidaan tehdä valintaikkunassa, joka aukeaa **Järjestä/Oletusarvot** (kuva 2).



Kuva 2 Järjestä/Oletusarvot

Yksikkö kohdassa valitaan, käytetäänkö millejä vai tuumia.

Nappaus valintaruutuun merkataan, halutaanko nappaus päälle vai pois.

- *Pisteestä* muokkausruutuun annetaan arvo, jolta kohdistin vielä nappaa kiinni elementin pisteeseen liikuteltaessa hiirtä työalueella.
- *Viivasta* muokkausruutuun annetaan arvo, jolta kohdistin vielä poimii osoitetun elementin työalueella, kun hiirikohdistimella napautetaan sen lähellä.

Kopio kohdassa voidaan asettaa arvot DX:lle ja DY:lle, jotka määräävät kopiointityökalulla tehdyn kopion sijoittuminen suhteessa kopioitavaan kohteeseen.

Kiertokulma kohdassa voidaan asettaa kulman arvo, jolla kiertotyökalu kääntää aktivoitua kohdetta.

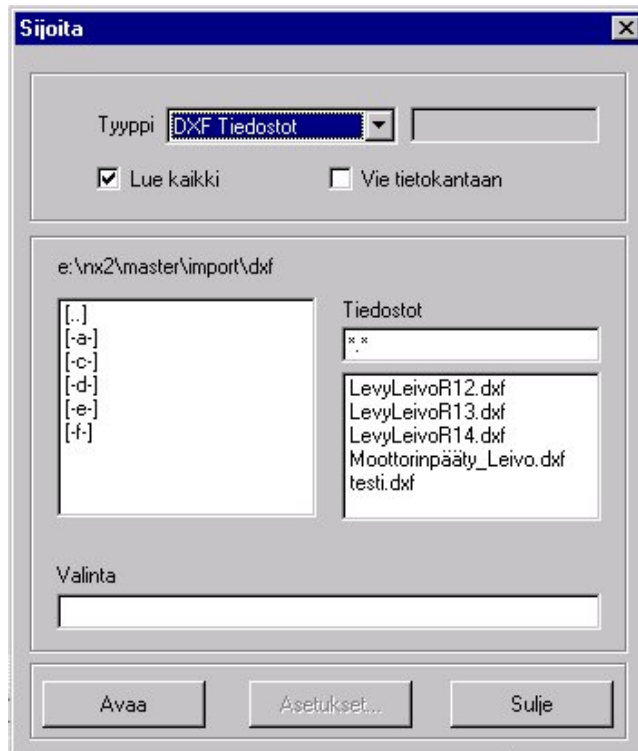
Napauttamalla **OK**-painiketta tehdyt muutokset tulevat voimaan tai **Peruuta**-painikkeella jäävät ohjelman asettamat oletusarvot voimaan. /1, s. 81–82/

2.2.2 CAD-tiedoston tuonti

CAD-ohjelmalla luotu kuva voidaan tuoda NESTIX2-ohjelmaan. Tiedoston tulee mielellään olla tallennettu DXF-formaattiin, eli sen tiedosto on muotoa *kuva.dxf*.

Ohjelmaan voidaan tuoda myös muita tiedostotyyppisiä. Näitä ovat DWG (AutoCAD), ESSI (NC-ohjelmat), SPAN (Medusa- tai GNC-ohjelmat) NESTIX1 ja NESTIX2. DXF-formaatti on kuitenkin käyttökelpoisin yleisyytensä takia. /1, s. 66–67/

Kuva tuodaan tietokoneelle siirtämällä se hakemistoon `e:\nx2\master\import\dxp\`. Kuva tuodaan NESTIX2-ohjelman työpöydälle komennolla **Arkisto/Sijoita** (kuva 3).

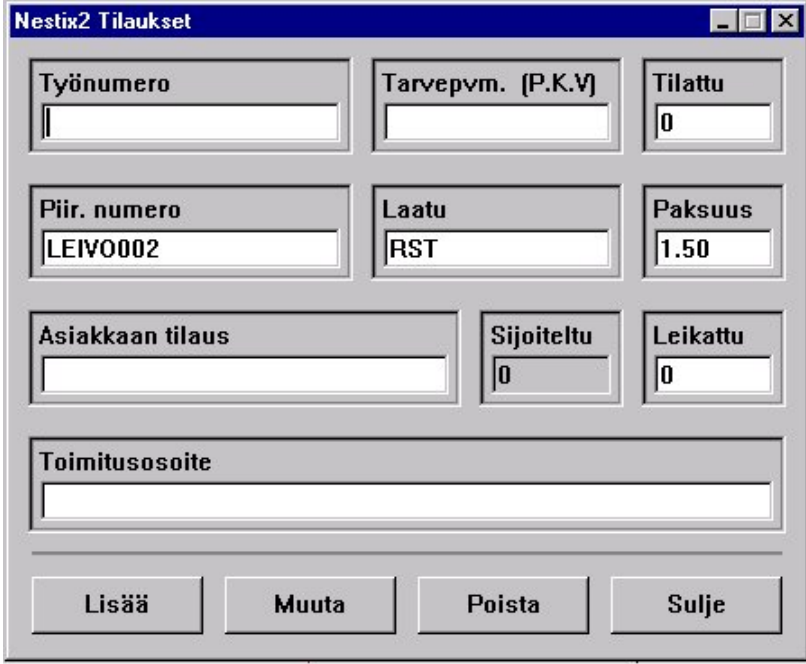


Kuva 3 Arkisto/Sijoi

Tuotua kuvaa voidaan muokata samoin kuin itse piirrettyä. Käytännössä tuodusta kuvasta esimerkiksi poistetaan porattavat reiät ja muut ylimääräiset viivat.

2.2.3 Tallennus ja tilauksen luonti

Arkisto/Tallenna nimellä-komennolla tallennetaan nimeämätön kappale kappale-tietokantaan. Avautuvassa ikkunassa syötetään kappaleen *Piirustusnumero*, *Laatu* ja *Paksuus* (kuva 4). **Tallenna**-painikkeella kappale tiedot tallentuvat. Samassa ikkunassa voidaan tehdä tilaus sijoittelua varten **Tilaa...**-painikkeella. /1, s. 73–74/



The screenshot shows a software window titled "Nestix2 Tilaukset". It contains several input fields for order details:

Työnumero	Tarvepvm. (P.K.V)	Tilattu
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>
Piir. numero	Laatu	Paksuus
<input type="text" value="LEIVO002"/>	<input type="text" value="RST"/>	<input type="text" value="1.50"/>
Asiakkaan tilaus	Sijoitettu	Leikattu
<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Toimitusosoite		
<input type="text"/>		

At the bottom of the window, there are four buttons: "Lisää", "Muuta", "Poista", and "Sulje".

Kuva 4 Tilauksen luonti

Tilaukset -ikkunassa annetaan kappaleelle tilaustiedot. **Lisää**-painikkeella tallennetaan kappaleen tilaus ja **Poista**-painikkeella se poistetaan. /1, s. 74–75/

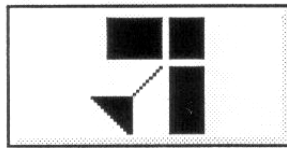
2.2.4 PARTS-tilan pikanäppäimet

Näppäin tai näppäin-yhdistelmä	Työalueella oleva kohde	Tapahtuma	Vastaava tapahtuma
Spacebar (väälilyönti) + kursori työalueella r/R	Keskeneräinen elementti	Hyväksyy (kiinnittää) elementin	Määrittelyalueen OK-painikkeen näpätys
r/R	Keskeneräinen elementti	Viivanpiirroksessa tekee suorasta suorakaiteen ja siitä ellipsin	
r/R	Keskeneräinen elementti	Kääntää pyöristyksen vastakkaiseksi	
r/R	Keskeneräinen elementti	Kääntää kiinnikkeen suuntaa (Motif)	
r/R BackSpace tai Delete	Keskeneräinen elementti Aktiiviset	Vaihtaa offsetin puolta Tuhoaa	Muokkaus / Poista Valitut
z/Z	Aktiiviset	Kiertää elementtejä vastapäivään, jos kulma määritelty positiiviseksi.	Kiertotyökalun näpätys
x/X	Aktiiviset	Kiertää elementtejä myötäpäivään, jos kulma määritelty positiiviseksi.	
Ctrl + X	Aktiiviset	Vaakapeilaus	Vaakapeilaustyökalun näpätys
Ctrl + Y	Aktiiviset	Pystypeilaus.	Pystypeilaustyökalun näpätys
Ctrl + D	Aktiiviset	Monistus	Monistustyökalun näpätys

/1, s. 150/

2.3 NEST-tila

NEST-tilassa (sijoittelu) sijoitellaan leikattavat kappaleet valitulle levyille. Tärkeintä sijoittelussa on, että levyn pinta-ala käytetään mahdollisimman tarkasti hyväksi. NEST-tilaan siirrytään näpäyttämällä NEST-tilan kuvaketta (kuva 5). /1, s. 9/



Kuva 5 NEST-tilan kuvake

Ennen sijoittelua kannattaa määrittellä sijoiteltavien kappaleiden etäisyydet toisistaan ja levyn reunoista. Tämä tehdään valikossa **Sijoittelu/Vapaa etäisyys...** (kuva 6). /1, s. 113/

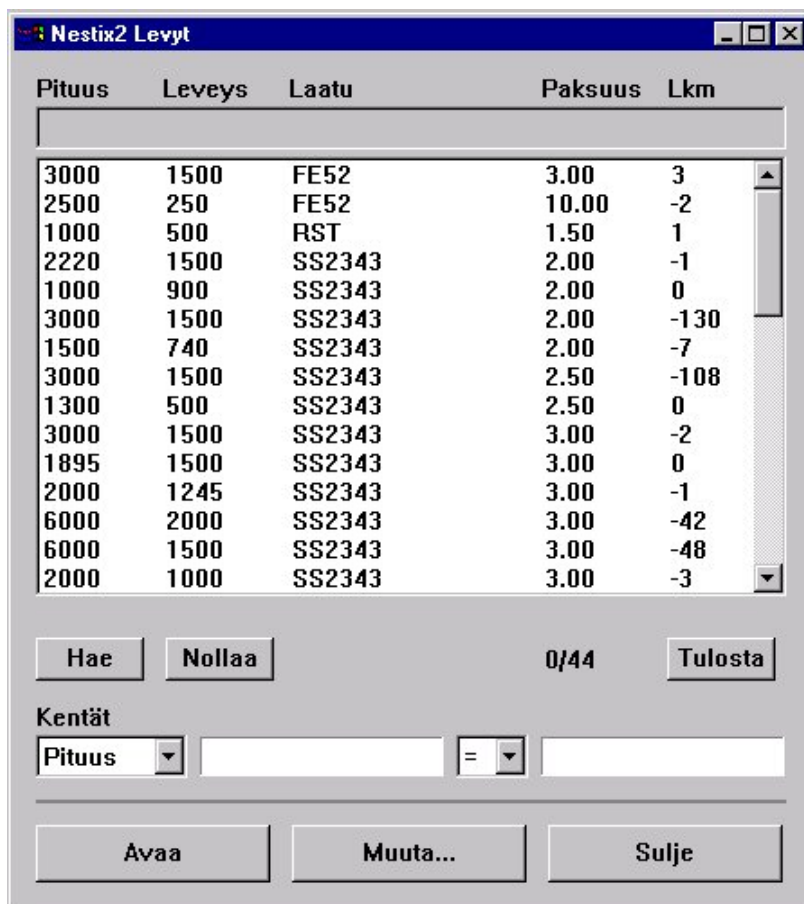


Kuva 6 Sijoittelun etäisyyksien määrittely

2.3.1 Levyn tai palan avaus

Ennen sijoittelua määritellään levy, jolle kappaleet sijoitellaan. Tämä levy voi olla joko *Levy* tai *Pala*. *Levy* on uusi ja käyttämätön standardilevy, *Pala* taas on aikaisemmin leikattu tai yksilöity levy.

Uusi *Levy* avataan valikosta **Toiminnot/Avaa levy...** (kuva 7). Avautuvassa valintaikkunassa näkyy uusien levyjen tietokanta. Levy avataan valitsemalla levy listasta ja painamalla **Avaa**. Olemassa olevaa levyä voidaan muuttaa tai luoda uusi levy painamalla **Muuta...** /1, s. 115/



The screenshot shows a window titled "Nestix2 Levyt" with a table of plate specifications. The table has five columns: Pituus, Leveys, Laatu, Paksuus, and Lkm. Below the table are search controls including buttons for "Hae", "Nollaa", "Tulosta", and a search field with a dropdown menu for "Kentät". At the bottom are buttons for "Avaa", "Muuta...", and "Sulje".

Pituus	Leveys	Laatu	Paksuus	Lkm
3000	1500	FE52	3.00	3
2500	250	FE52	10.00	-2
1000	500	RST	1.50	1
2220	1500	SS2343	2.00	-1
1000	900	SS2343	2.00	0
3000	1500	SS2343	2.00	-130
1500	740	SS2343	2.00	-7
3000	1500	SS2343	2.50	-108
1300	500	SS2343	2.50	0
3000	1500	SS2343	3.00	-2
1895	1500	SS2343	3.00	0
2000	1245	SS2343	3.00	-1
6000	2000	SS2343	3.00	-42
6000	1500	SS2343	3.00	-48
2000	1000	SS2343	3.00	-3

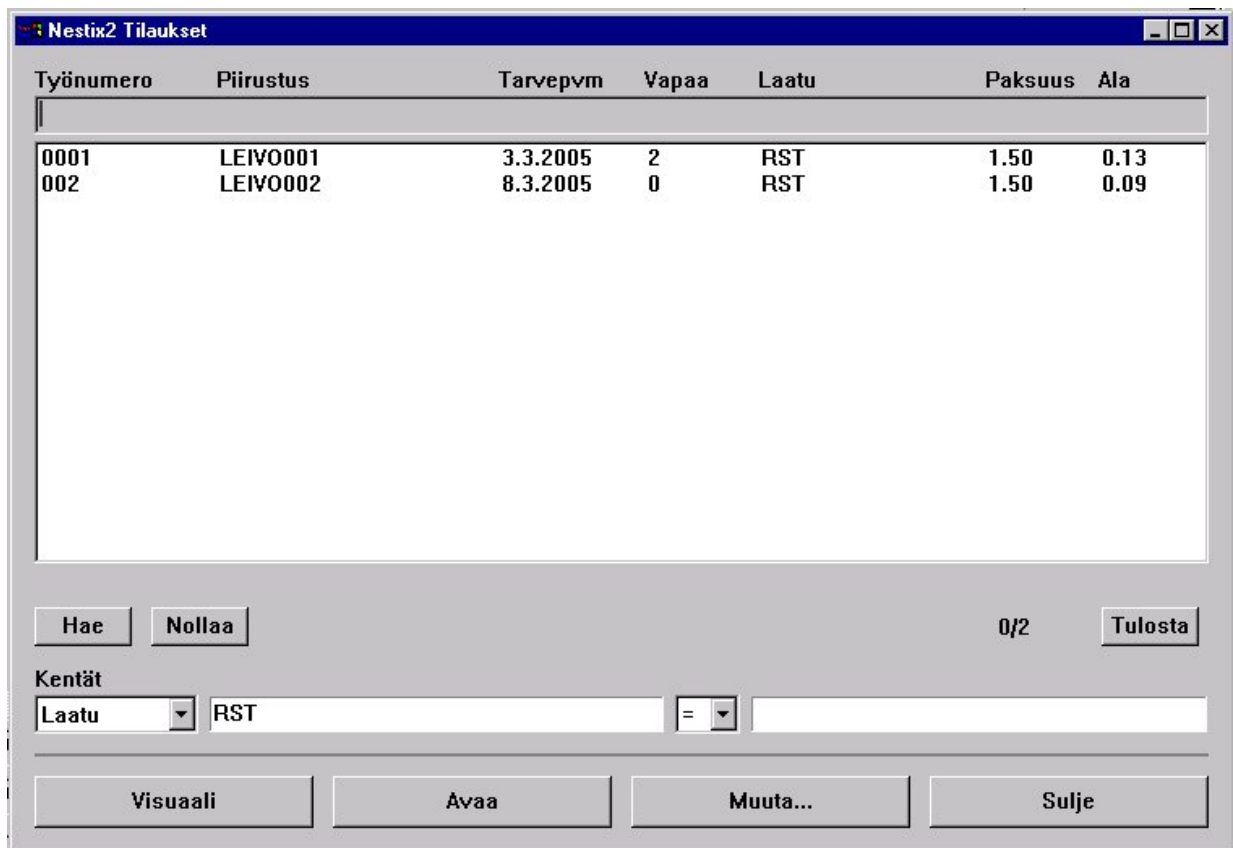
Kuva 7 Avaa levy

Avaa levy-ikkunassa voidaan hakea tietokannasta määritetyt ehdot täyttävää levyä. *Kentät*-kohdasta valitaan mitä ominaisuutta määritetään, määritys kirjoitetaan avoimeen tekstikenttään ja haku tapahtuu painamalla **Hae**.

Jos halutaan avata *Pala*, painetaan NEST-tilan pääikkunan alareunassa **PALAT...**-painiketta josta avautuu valikko. Kun halutaan luoda tai muuttaa yksilöityjä paloja, avataan pääikkunassa valikko **Arkisto/Avaa pala...**. Avautuva ikkuna on näkömältäään vastaava kuin em. *Avaa levy* -ikkuna ja palojen muutokset tehdään samoin. /1, s. 97–98;105/

2.3.2 Tilauksen tuonti

Alussa PARTS-tilassa tilauksiksi luodut kappaleet tuodaan NEST-tilassa sijoitettavaksi painamalla pääikkunan alareunan **TILAUKSET...** -painiketta. Avautuvassa ikkunassa on vastaavanlainen hakutoiminto kuin em. *Avaa levy* -ikkunassa (kuva 8). Sijoitettava kappale aktivoidaan listasta ja painamalla **Visuaali**-painiketta kappale ilmestyy työalueelle. /1, s. 94–95/



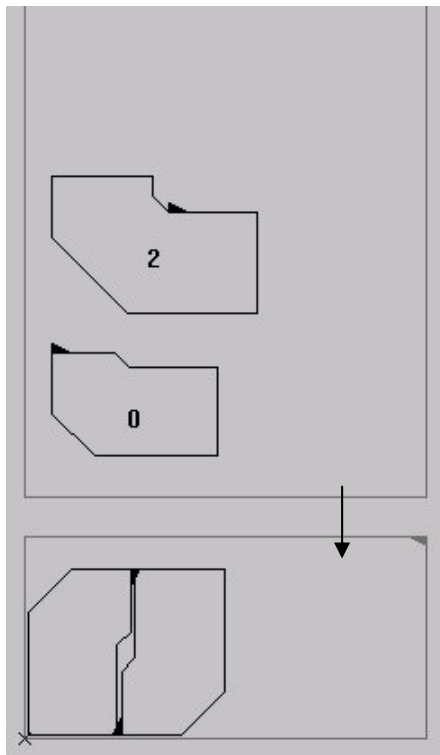
The screenshot shows a window titled "Nestix2 Tilaukset" with a table of order data. The table has columns for Työnumero, Piirustus, Tarpepvm, Vapaa, Laatu, Paksuus, and Ala. Below the table are search and filter controls, including buttons for "Hae", "Nollaa", and "Tulosta", and a "Kentät" section with a dropdown menu for "Laatu" set to "RST". At the bottom are buttons for "Visuaali", "Avaa", "Muuta...", and "Sulje".

Työnumero	Piirustus	Tarpepvm	Vapaa	Laatu	Paksuus	Ala
0001	LEIVO001	3.3.2005	2	RST	1.50	0.13
002	LEIVO002	8.3.2005	0	RST	1.50	0.09

Kuva 8. Tilaukset

2.3.3 Sijoittelu

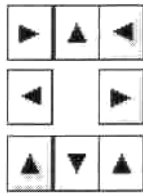
Kun sijoiteltavat kappaleet on haettu visuaaliseen valikkoon (työalueen yläosassa) ja levy on haettu työalueelle, aloitetaan sijoittelu raahaamalla hiirellä kappaleet levyille (kuva 9). /1, s. 99/



Kuva 9 Siirto levyille

Työalueella aktiivisia kappaleita voidaan peilata, kiertää ja monistaa jo PARTS -tilasta tutuilla vakiotyökaluilla. /1, s. 99/

Työalueella oleva aktiivinen kappale törmäytetään joko työkaluryhmän törmäytysnuolilla tai näppäimistön nuolinäppäimillä (kuva 10). Kappale sijoittuu levyn reunan ja muiden kappaleiden suhteen kuten valikossa **Sijoittelu/Vapaa etäisyys...** on aiemmin määritelty. /1, s. 101/



Kuva 10 Työkaluryhmän törmäytysnuolet

2.3.4 NEST-tilan pikanäppäimet

Näppäin tai näppäinyhdistelmä	Työalueella oleva profiili	Tapahtuma	Vastaava tapahtuma
BackSpace tai Delete	Aktiiviset	Tuhoaa	Muokkaus / Poista Valitut
z/Z	Aktiiviset	Kiertää elementtejä vastapäivään, jos kulma määritelty positiiviseksi.	
x/X	Aktiiviset	Kiertää elementtejä myötäpäivään, jos kulma määritelty positiiviseksi.	
Ctrl + X	Aktiiviset	Vaakapeilaus	Vaakapeilaustyökalun näpätys
Ctrl + Y	Aktiiviset	Pystypeilaus.	Pystypeilaustyökalun näpätys
Ctrl + D	Aktiiviset	Monistus	Monistustyökalun näpätys
Nuolinäppäimet	Aktiiviset	Törmäytys vaaka- ja pystysuunnassa	Vastaavien törmäytysnuolten näpätys
Shift (vaihto) alaspainettuna	Raahauksessa oleva aktiivinen profiili	Törmäytys kytkettynä	

/1, s. 150/

2.4 FLAME-tila

FLAME-tilassa (leikkausratojen teko) muodostetaan haluttu leikkausrata, jolla NEST-tilassa tehty sijoittelu voidaan leikata levystä järkevällä tavalla. Tehty sijoittelu siirtyy automaattisesti FLAME-tilaan, kun sinne siirrytään kuvaketta näpäyttämällä (kuva 11). /1, s. 9; 124/



Kuva 11 FLAME-tilan kuvake

2.4.1 Yleiset leikkausperiaatteet

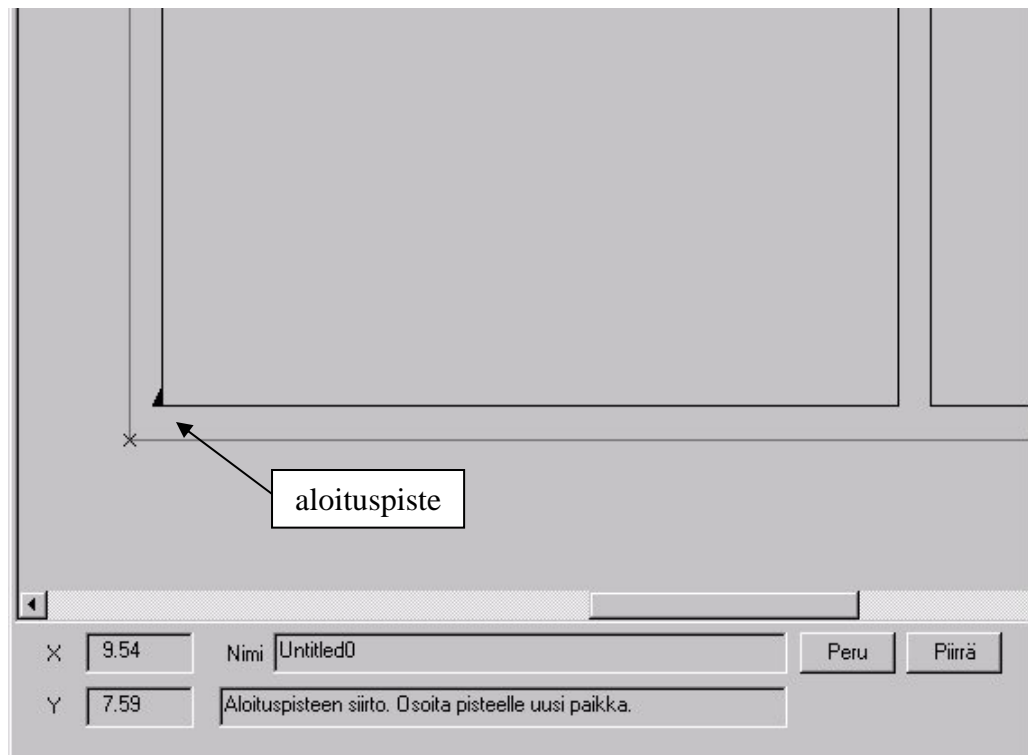
Leikkausratoja muodostettaessa voidaan yleisinä periaatteina pitää seuraavia seikkoja:

- Kappaleiden reiät leikataan ennen ulkoprofiileja.
- Jos kappaleiden rei'issä on kappaleita, leikataan ne ennen reikien leikkaamista.
- Kappaleiden ulkoprofiilien lähtöpiste on levyn reunassa siten, että kappale pysyy mahdollisimman pitkään levyssä kiinni.

/1, s. 126/

2.4.2 Aloituspisteiden muokkaus

Kaikilla sijoitetuilla kappaleilla on valmiina aloituspiste, jonka merkkinä leikkausviivassa pieni musta kolmio (kuva 12).



Kuva 12 Leikkausradan aloituspiste

Alkuperäinen aloituspiste ei välttämättä ole optimaalinen leikkausrataa ajatellen. Tällöin valitaan työkaluryhmän *Aloituspiste* –työkalu (kuva 13) ja uusi aloituspiste valitaan näpäyttämällä hiirellä halutussa kohtaa leikkausprofiililla. /1, s. 127/



Kuva 13 Aloituspiste-työkalu

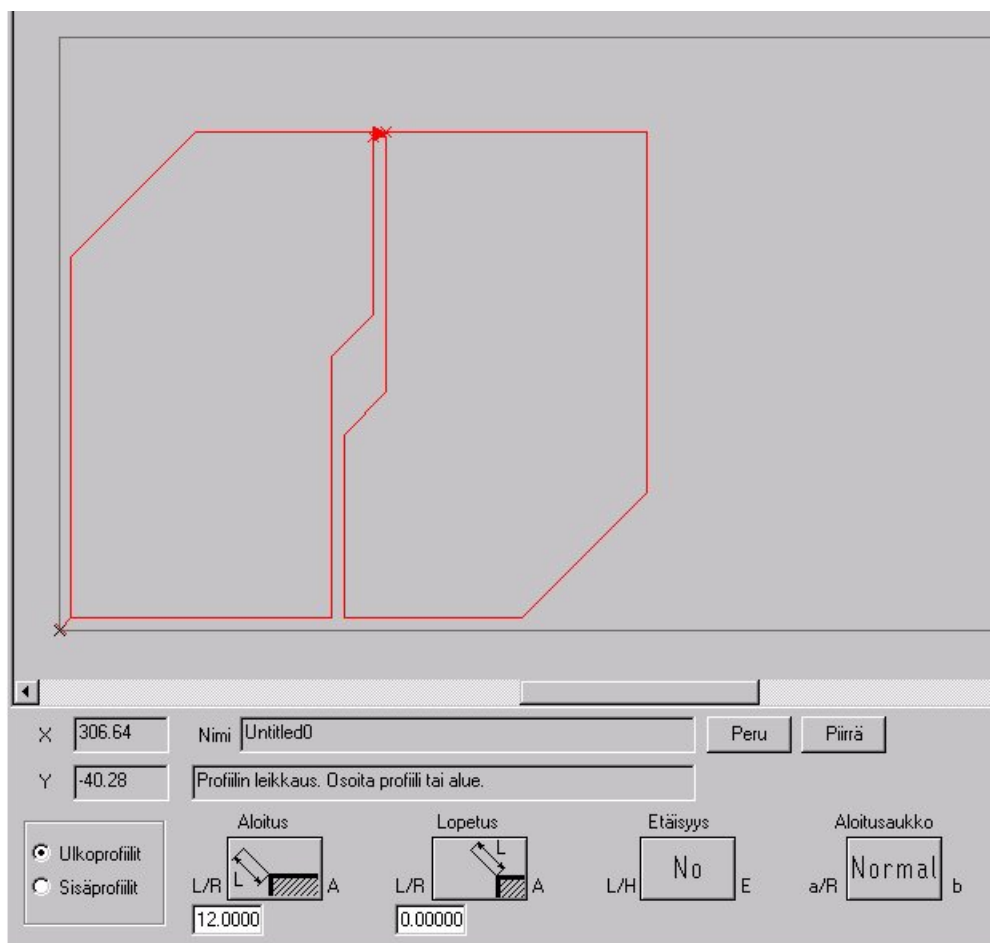
2.4.3 Profiilin leikkauksen määrittely

Kappaleen (profiilin) leikkaus määritellään *Profiilin leikkaus* –työkalulla (kuva 14), joka löytyy FLAME-tilan työkaluryhmästä.



Kuva 14 Profiilin leikkaus –työkalu

Leikkaustyökalua näpäyttämällä pääikkunan alareunaan aukeaa määrittelyalue, jossa määritellään, onko kyseessä ulko- vai sisäprofiili ja valikkopainikkeet, joilla määritellään leikkauksen aloitus- ja lopetusliikkeet (kuva 15). /1, s. 128/



Kuva 15 Profiilin leikkauksen määrittelyt

Kun määrittelyt on tehty, profiilille muodostetaan leikkausrata näpäyttämälä hiirellä lähelle profiilin aloituspistettä. Usean profiilin leikkausradat luodaan näpäyttämällä kappaleita leikkausjärjestyksessä. Leikkausliikkeet näkyvät punaisina ja pikaliikkeet keltaisina viivoina. /1, s. 132/

Luotuja leikkausratoja voidaan muokata aktivointityökalulla raahaamalla ratoja Shift-näppäin pohjassa sekä poistaa Delete-näppäimellä. /1, s. 132–133/

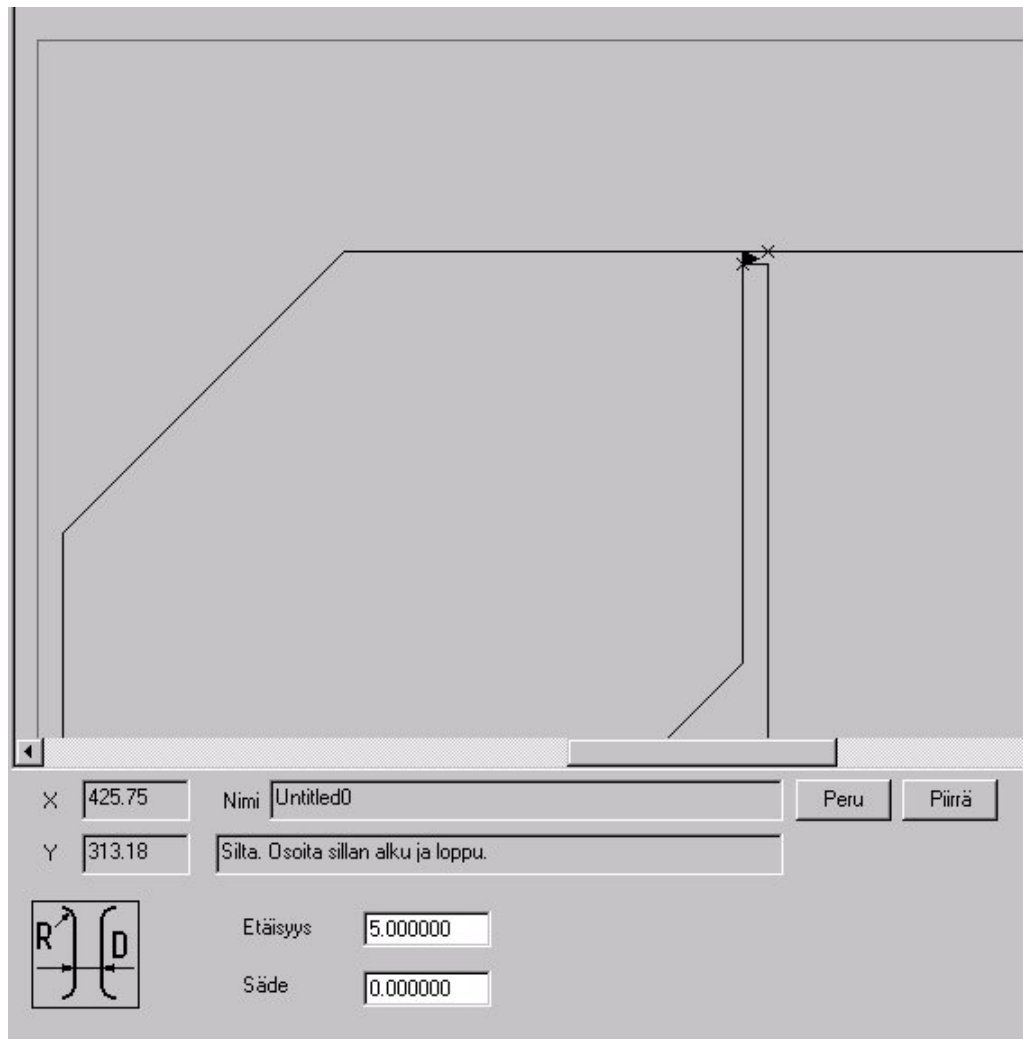
2.4.4 Silloitus

Silta-työkalulla voidaan tehdä silta, joka yhdistää vierekkäiset profiilit toisiinsa ketjuleikkausta varten (kuva 16). Siltoja kannattaa tehdä, koska se vähentää lävistyksiä. Tällöin vähenee aika ja polttimen kulumisen eli säästetään leikkauskustannuksissa. /1, s. 133/



Kuva 16 Siltatyökalu

Siltatyökalun määrittelyalueella määritellään Sillan *Etäisyys D* (leveys) ja *Säde R* (kuva 17). Silta ”piirretään” määrittelyjen jälkeen raahaamalla hiirellä ensimmäisestä profiilista toiseen. /1, s. 133–134/

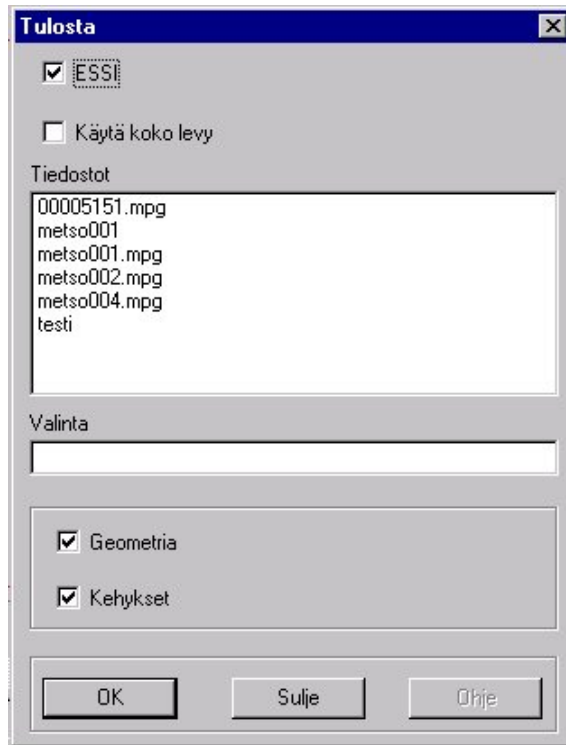


Kuva 17 Sillan määrittely

2.4.5 Tallennus ja tulostus

Valitsemalla **Arkisto/Tallenna** sijoittelu leikkausratoinen tallennetaan palatietokantaan. /1, s. 142/

Komennolla **Arkisto/Tulosta...** avautuu *Tulosta*-valintaikkuna (kuva 18), jossa luodaan NC-koodi työalueen leikkausradoista ja tulostetaan sijoitteluraportti tulostimelle. *ESSI*-valintaruutu tulee olla valittu jotta koodi syntyy. *Tiedoston nimi* -kohtaan kirjoitetaan tiedostolle nimi .mpg -päätteellä. Tiedosto tallentuu hakemistoon e:\nx2\master\essi. Kun halutaan tulostaa leikkausraportti tulostimelle, valitaan *Geometria* ja *Kehykset* -valintaruudut. /1, s. 142–143/



Kuva 18 NC-koodin tulostus

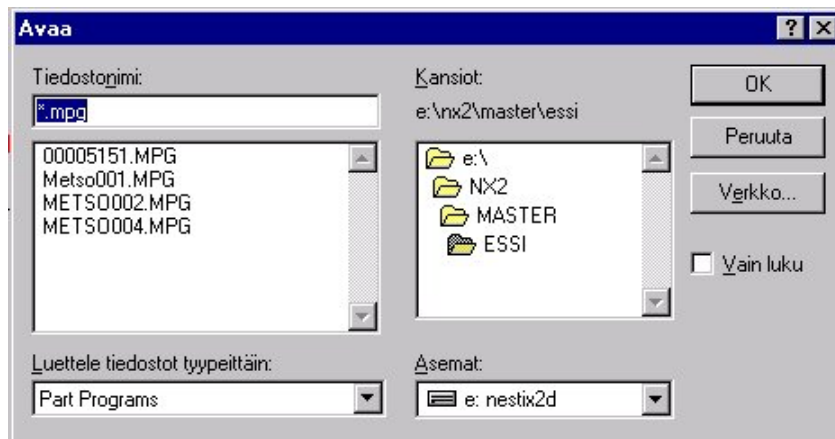
2.4.6 FLAME-tilan pikanäppäimet

Näppäin tai näppäin-yhdistelmä	Työalueella oleva kohde	Tapahtuma
BackSpace tai Delete	Aktiiviset sillat, kiinnikkeet, lisätyt aloituspisteet	Tuhoaa sillat, kiinnikkeet ja lisätyt aloituspisteet.
BackSpace tai Delete + kursori työalueella	Aktivoidut leikkausradat Tulostamaton leikkausrata ja pikaliike.	Poistaa radat ja pikaliikkeet Poistaa yhden profiilin leikkausradan ja pikaliikkeen jokaisella näppäimen painalluksella lopusta alkuun päin.
BackSpace tai Delete + kursori työalueella	Tulostamaton jyvityskuvio	Poistaa kuvion viivan jokaisella näppäimen painalluksella lopusta alkuun päin.

3 TIEDONSIIRTO UDL

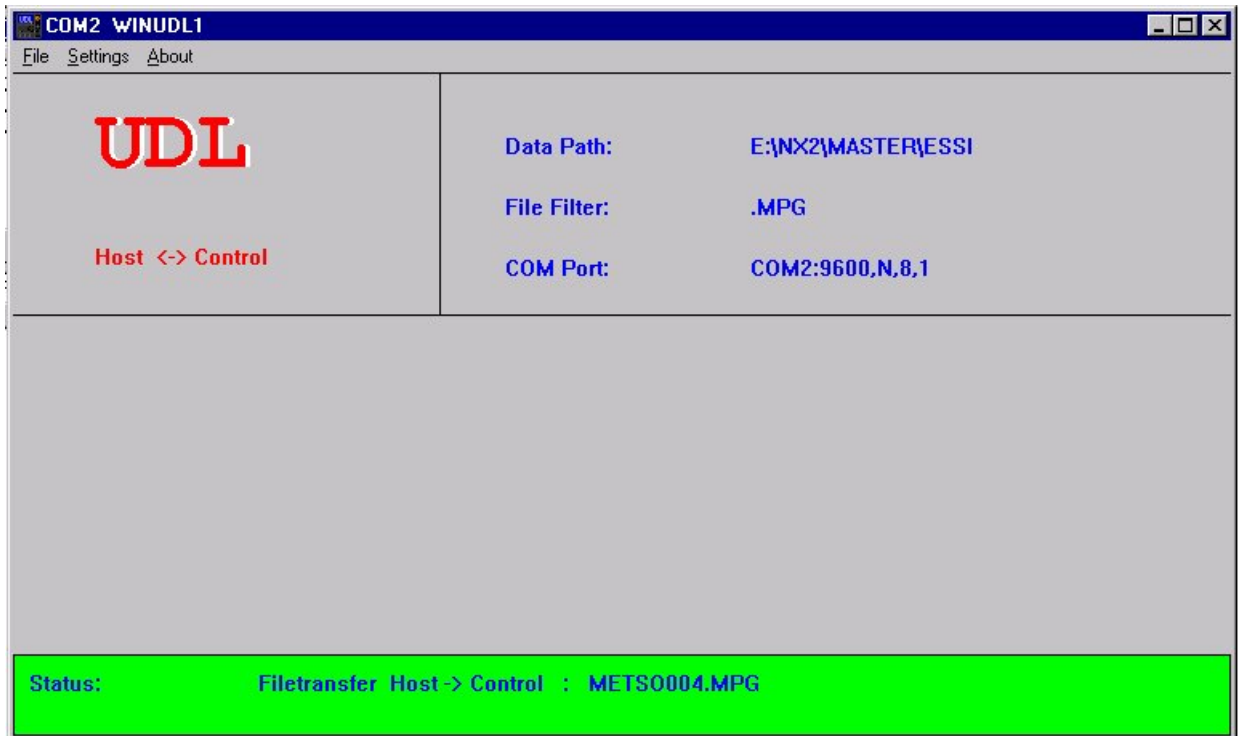
UDL-ohjelmalla siirretään NESTIX2:lla luodut NC-koodit tietokoneelta plasmakoneen ohjaukseen. UDL avataan kaksoisnäpyttämällä Windowsin työpöydän kuvaketta **UDL**. Ohjelmassa siirrettävä tiedosto avataan valitsemalla **File/Download from here**.

Näin avautuu *Avaa*-ikkuna (kuva 19), jossa näkyy oletushakemistossa e:\nx2\master\essi olevat tiedostot. Tiedosto valitaan ja painetaan **OK**.



Kuva 19 Avaa -ikkuna

Nyt ohjelma alkaa lähettää tiedostoa plasmakoneen ohjaukselle. Ohjelman ikkunan alareuna muuttuu vihreäksi ja ilmestyy teksti *Status: Filertansfer Host -> Control:* sekä siirrettävän tiedoston nimi (kuva 20). Tämän jälkeen tiedosto otetaan vastaan NCE 390 ohjaukseen, joka kerrotaan tämän ohjeen luvussa 4.8.



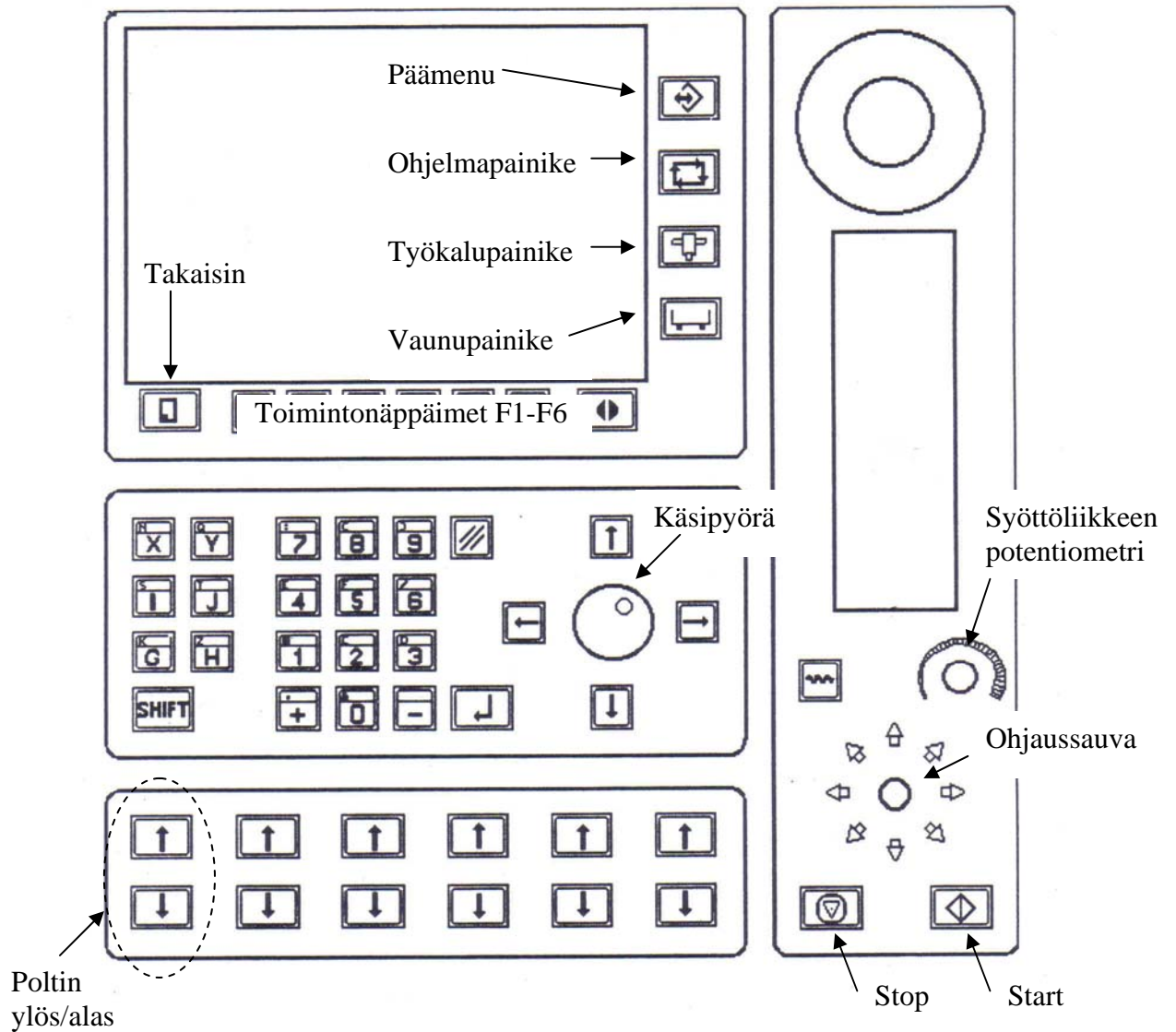
Kuva 20 Tiedoston siirto aktivoitu

4 OHJAUSKÄYTTÖLIITTYMÄ SYSTEM NCE 390

Plasmaleikkauslaitteistoja ohjataan SYSTEM NCE 390 ohjauspaneelista. Ohjausko-
ne kytketään päälle laitteen takaosan käännettävästä virtakytimestä.

4.1 Ohjauspaneeli

Ohjauspaneeli sisältää näppäimiä, pyöriä, ohjaussauvan ja tietysti näytön.



Kuva 21 NCE 390 ohjauspaneeli /2, s. 5/

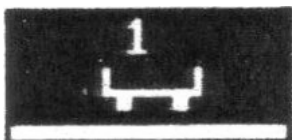
Tässä käyttöohjeessa ei perehdytä tarkasti kaikkien näppäinten toimintoihin, vaan tarvittavat toiminnot tulevat esille kussakin työn vaiheessa. Ohjaukseen käyttöohjeessa *SYSTEM NCE 390 Operating Instruction* on luvuissa 1. – 1.3 sivulta 4 lähtien hyvin esitetty ohjauspaneelin toiminnot. Samat asiat löytyvät myös käyttöohjeen suomenkielisestä versiosta samoista luvuista.

4.2 Jännite

Laiteeseen kytketään jännite ohjauspaneelin näppäinyhdistelmällä **Shift + Start**. Vastaavasti jännite kytketään pois **Shift + Stop**. Jännite tulee olla päällä, jotta vaunu ja poltin liikkuisivat. /2, s. 20/

4.3 Vaunun aktivointi

Jotta poltin/vaunu liikkuisi, se täytyy aktivoida. Painetaan ohjauspaneelin **Työkä-lupainike** (Burner Window) (kuva 22). Näkyviin tulee ikkuna, jossa näkyvät kaikki vaunut, eli tässä tapauksessa yksi (1). Vaunu on valittu aktiiviseksi, kun symboli on mustapohjainen eli negaatio. Valinta tapahtuu vaunun symbolin alla olevalla toimintinäppäimellä eli tässä **F1**-näppäimellä. /2, s. 43, 148/



Kuva 22 Vaunun symboli aktivoitu

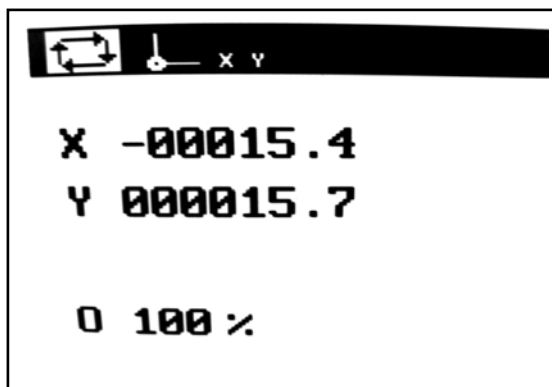
4.4 Referenssiin ajo

Vaunun/polttimen liikuttelu ja ohjelmien ajo edellyttää, että on haettu laitteen referenssipiste. Painetaan **Ohjelmapainike** (Movement Window), jolloin valikko avautuu. Painetaan referenssin symbolia (kuva 23) vastaavaa funktionäppäintä **F4**.



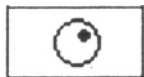
Kuva 23 Referenssin symboli

Haettava suunta valitaan ohjaussauvalla. Suunnan valinnan jälkeen painetaan **Start**-näppäintä, jolloin laite liikkuu valittuun suuntaan kunnes referenssipiste saavutetaan. Tämän jälkeen valitaan kohtisuora suunta ja tehdään kuten edellä. Referenssipiste on haettu kun näytön vasempaan reunaan referenssisymbolin viereen ilmestyvät X ja Y (kuva 24). Ei ole merkitystä, haetaanko ensin X- vai Y-akseli. X-akseli on pituussuunta ja Y-akseli poikittaissuunta. Tällä hetkellä referenssipiste sijaitsee laitteen käyttöpäästä katsoen vasemmassa etukulmassa. /2, s. 24–26, 127–128/



Kuva 24 Referenssipiste löydetty

Tämän jälkeen poltinta voi liikuttaa vapaasti käsipyörällä. **Ohjelmapainike** – valikosta valitaan käsipyörän symboli (kuva 25) funktionäppäimellä **F2**, valitaan liikuteltava akseli ohjaussauvalla ja liikutetaan käsipyörällä. Liike voidaan pysäyttää **Stop** –näppäimellä. /2, s. 122–123/



Kuva 25 Käsipyörän symboli

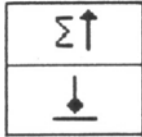
4.5 Polttimen parametrit

Polttimen parametrit määritellään valikossa, joka avautuu painamalla **Shift + Työkalupainike**. Avautuvassa valikossa (Parameter Window) voidaan muuttaa esim. polttimen kaaren jännitettä, jonka arvo katsotaan polttimen taulukosta. Arvot ovat Virtalähteen MAX100D ohjekirjan sivulta 4-22 alkavissa tauluikoissa kohdassa *Arc Voltage Setting*. Tätä arvoa tarvitaan polttimen automaattisessa korkeudensäätölaitteessa.

Arvoja muutetaan siten, että siirrytään nuolinäppäimillä tai käsipyörällä muutettavan arvon kohdalle ja arvoa muutetaan **F1 + käsipyörä** –yhdistelmällä. Valikossa voidaan myös muuttaa polttimen korkeudensäädön anturirenkaan etäisyyttä leikatavasta kappaleesta %-arvoilla. /2, s. 150/

4.6 Polttimen korkeuden määrittäminen

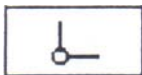
Polttimen etäisyys leikatavasta kappaleesta riippuu lähinnä levyn paksuudesta. Etäisyys katsotaan polttimen taulukosta ja se on yleensä 1.5 mm tai 3 mm. Ensin polttimen alapuolelle asetetaan levy, josta etäisyys mitataan. Sitten painetaan **Työkalupainike** (Burner Window) ja ajetaan poltin alas aktivoimalla automaattisen korkeuden säädön *AHC*-symboli (kuva 26) **F2**-näppäimellä (*AHC* = Automatic Height Control). Näin poltin laskeutuu määritetylle etäisyydelle levyn pintaan nähdessä. *AHC* kytketään pois päältä ja mitataan polttimen pään ja levyn pinnan välinen etäisyys ja säädetään tarvittaessa oikeaksi poltinta mekaanisesti siirtämällä löysämällä siipimutterit. Poltin nostetaan ylemmäksi *Kaikki ylös* –symbolilla (kuva 26) painamalla **F1** tai ohjauspaneelin vasemman alareunan nuolinäppäimillä. /2, s. 133/



Kuva 26 Kaikki ylös –symboli (ylempi) ja AHC-symboli

4.7 Aloituspisteeseen ajo

Poltin ajetaan aloituspisteeseen. **Ohjelmapainike** –valikossa (Movement Window) valitaan mukainen *Ajo kiinteään pisteeseen* –symboli (kuva 27) **F3**-näppäimellä. /2, s. 124/



Kuva 27 Ajo kiinteään pisteeseen -symboli

Avautuvasta valikosta aktivoidaan symboli (kuva 28) **F2**-näppäimellä ja painetaan **Start**-näppäintä, jolloin poltin siirtyy automaattisesti aloituspisteeseen. /2, s. 125/



Kuva 28 Ajo kiinteään pisteeseen

4.8 Ohjelman vastaanottaminen

Ohjauspaneelin **Päämenun** (Data Window) vasemmasta alareunasta valitaan **F1**-näppäimellä tietokonetta kuvaava symboli (kuva 29). Tästä päästään ohjelman vastaanotto valikkoon (Program input-output). /2, s. 22, 64/



Kuva 29 Ohjelman vastaanotto

Avautuvassa valikossa valitaan *UDL*-symboli **F1**-näppäimellä ja tämän jälkeen *Lataa*-symboli (kuva 30). /2, s. 67–68/



Kuva 30 UDL- ja lataussymboli

Näkyviin tulee lista tietokoneella tarjolla olevista NC-ohjelmista. Tämä edellyttää, että Nestix-tietokoneen UDL tiedonsiirto-ohjelma lähettää tietoa. Ohjelma valitaan nuolinäppäimillä tai käsipyörällä ja hyväksytään **F1**-näppäimellä. /2, s. 69/

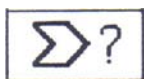
4.9 Ohjelman avaaminen

Ohjelmapainike –valikossa valitaan *Automaattiajo* –symboli (kuva 31) **F1**-näppäimellä. /2, s. 108/



Kuva 31. Automaattiajon symboli

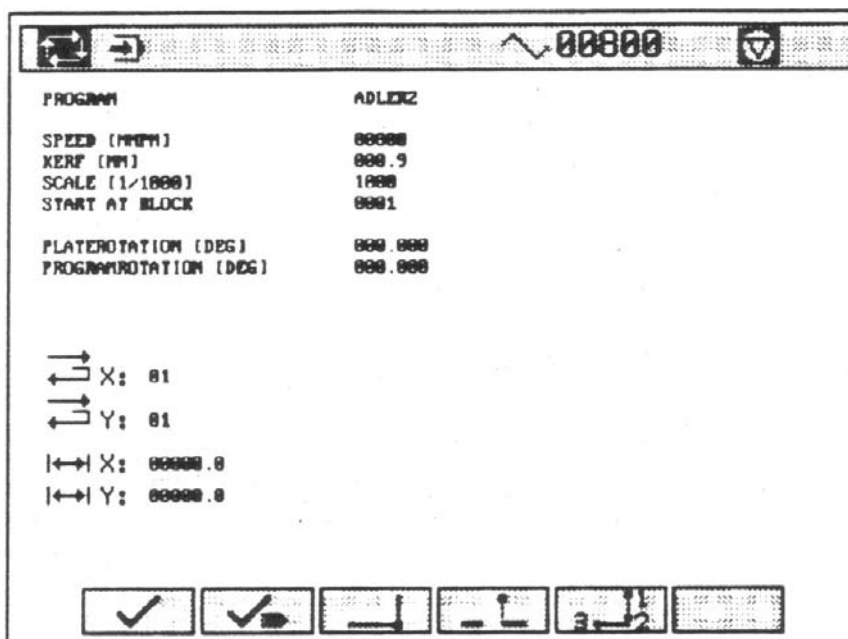
Avautuvassa valikossa valitaan vääpelin arvomerkkiä kuvaava symboli (kuva 32), joka tarkoittaa ohjauskoneen sisäistä muistia. Nyt avautuu lista ohjelmista, jotka ovat ohjauskoneen muistissa. Ajettava ohjelma valitaan nuolinäppäimillä tai käsipyörällä ja hyväksytään **F1**-näppäimellä. /2, s. 109–110/



Kuva 32 Ohjelma sisäisestä muistista –symboli

4.10 Ohjelman parametrien määrittäminen

Kun ohjelma on valittu muistista edellisen kohdan mukaisesti, avautuu ikkuna jossa nähdään ohjelman parametrit (kuva 33). Tärkein näistä on leikkuunopeus. Arvoja muutetaan siten, että siirrytään nuolinäppäimillä tai käsipyörällä muutettavaan kohtaan ja uudet lukuarvot syötetään numeronäppäimillä. /2, s. 111–112/



Kuva 33 Ohjelman parametrit

4.11 Ohjelman ajo

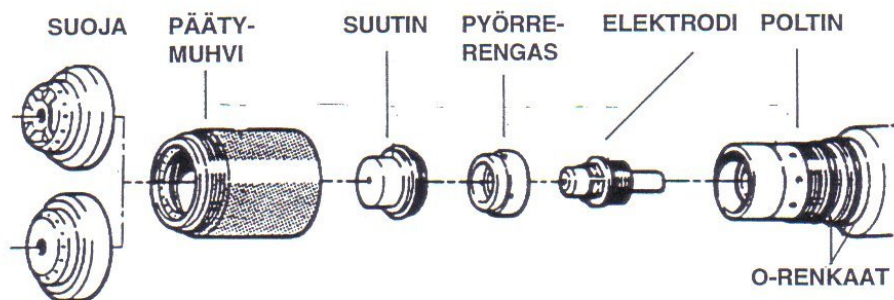
Kuvan 33 valikosta siirrytään eteenpäin hyväksymällä parametrit **F1**-näppäimellä. Nyt avautuu ikkuna, jossa nähdään kuva avatun ohjelman kappaleista. Jos kaikki asetukset ovat valmiina ajoa varten, ohjelma käynnistyy painamalla **Start**-näppäintä. Ohjelma voidaan keskeyttää kesken ajon **Stop**-näppäimellä. Mutta ohjelman ajo edellyttää vielä MAX100D plasmakoneen ja oheislaitteiden asetuksia, jotka käydään läpi tämän ohjeen luvuissa 5 ja 6.

5 VIRTALÄHDE HYPERTHERM MAX100D

Leikkaustulokseen vaikuttaa varsinaisen plasmakoneen osalta pääosin kaksi asiaa: virtalähteen asetukset ja polttimen komponentit.

5.1 Polttimen osien vaihtaminen

Polttimen osia (kuva 34) joudutaan tarvittaessa vaihtamaan leikattavan levyn vaatimusten tai kulumisen takia. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että osat tulisi tarkistaa joka sadannen (100) käynnistyksen jälkeen (lävistyksset, reunasta aloitukset, osien leikkaukset). /3, s. 4–10/



Kuva 34 Polttimen kulutusosat

Kulutusosien vaihtaminen on kerrottu hyvin ohjekirjassa *MAX 100D Plasma Arc Cutting System Instruction Manual* sekä sen suomenkielisessä versiossa sivuilla 4-10 – 4-11. Levyn laadun ja paksuuden perusteella tarvittavat polttimen osat on taulukoitu em. ohjekirjassa sivulta 4-21 alkaen, josta katsotaan, mitkä osat polttimeen asennetaan.

5.2 Kaasuliitokset

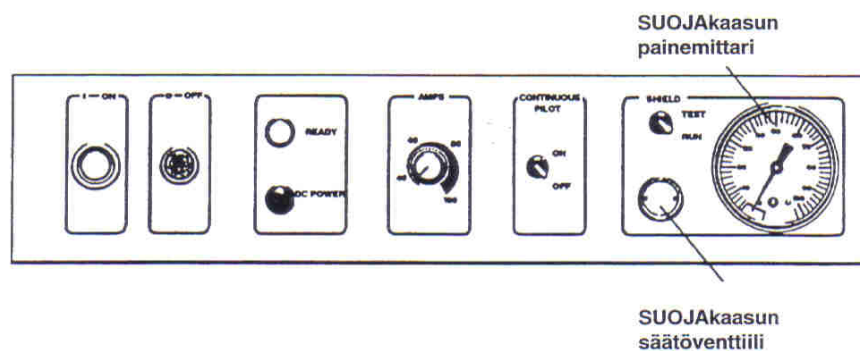
Suojakaasuna käytetään paineilmaa, mutta plasmakaasuksi voidaan valita joko paineilma tai tyyppi N₂. Kaasulähteet avataan. Virtalähteen takana sijaitsevat T-liittimen venttiilit asetetaan sen mukaan, käytetäänkö plasmakaasuna ilmaa vai tyyppiä avaamalla/sulkemalla jompikumpi tuloventtiili (kuva 35).



Kuva 35 Plasmakaasun tuloliitännän venttiilit

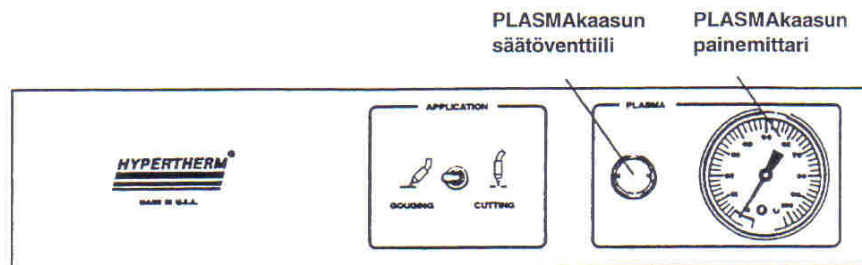
5.3 Virtalähteen käyttö

- Painetaan virtalähteen ohjauspaneelin (kuva 36) vihreää **ON**-painiketta, kunnes valkoinen *READY*-valo syttyy.
- Käännetään **TEST/RUN**-kytkin **TEST**-asentoon, kaasut virtaavat laitteistoon.



Kuva 36 MAX100D ohjauspaneeli

- Valitaan plasmakaasukonsolin paneelista (kuva 37) **CUTTING**-toiminto.
- Plasmakaasun säätöventtiilillä asetetaan plasmakaasun paine oikeaan arvoon. Arvot katsotaan MAX100D ohjekirjan taulukosta kyseisen leikattavan levyn kohdasta *Plasma Gas Pressure TEST*.



Kuva 37 Plasmakaasukonsolin paneeli

- Säädetään vastaavasti ohjauspaneelin suojakaasun **SHIELD** säätöventtiilillä oikea paine taulukon kohdan *Shield Gas Pressure* mukaan.
- Käännetään ohjauspaneelin kytkin **RUN**-asentoon kun kaasujen paineet ovat kohdallaan.
- Säädetään virta **AMPS**-säätökytkimestä taulukon mukaiseen arvoon *Arc Current Settings*.

Tämän jälkeen virtalähde on valmis leikkausohjelman ajoa varten, joka on tämän ohjeen kohdassa 4.11. Leikkaamisen aloitus edellyttää vielä pari valmistelua, jotka kerrotaan kohdassa 6.

6 MUUT LAITTEET

6.1 Vesileikkauspöytä

Leikkauksen aloitus edellyttää, että leikkauspöydän vesitaso on nostettu pöydässä olevien pystylattojen lähes yläreunan tasolle. Vesi nostetaan avaamalla pöytään tuleva VEDEN NOSTO -paineilmaventtiili ja VEDEN LASKU -venttiilin tulee olla kiinni (kuva 38). Paineilmaventtiili suljetaan, kun vesi on saavuttanut oikean tason. Vastaavasti vesi lasketaan leikkaamisen jälkeen avaamalla VEDEN LASKU -venttiili.



Kuva 38 Veden noston ja laskun venttiilit

6.2 Imuri

Lisäksi ennen leikkausprosessia käynnistetään imuri käyttökytkimestä (kuva 39), joka poistaa leikkauksessa syntyvät kaasut.



Kuva 39 Imurin käyttökytkin.

Nyt voidaan ajaa leikkausohjelma.

7 TURVALLISUUS

Laitteistoa aikaisemmin käyttämättömän henkilön tulee tutustua laitekohtaisiin turvallisuusohjeisiin. *MAX 100D Plasma Arc Cutting System Instruction Manual* -kansiosta tai sen suomenkielisestä versiosta tulee lukea sivut 1-4 – 1-9 .

VAROITUS



SÄHKÖISKU SAATTAA TAPPAA.

- * Älkää koskeko jännitteisiä osia.
- * Pitäkää kaikki paneelit ja suojat paikoillaan, kun kone on kytketty virtalähteeseen.
- * Eristäkää itsenne työkohteesta ja maasta: käytäkää eristäviä käsineitä, kenkiä ja vaateetusta.
- * Pitäkää käsineet, kengät, vaateet, työskentelyalue, poltin ja tämä laitteisto kuivana.

PAINEENALAISIA SÄILIÖITÄ LEIKATTAESSA SAATTAA TAPAHTUA RÄJÄHDYS.

VALOKAAREN SÄTEILY VOI VAHINGOITTA A SILMIÄ JA POLTTAA IHOA.

- * Käyttäkää asianmukaisia silmä- ja vartalosuojauksia.

MELU VOI VAHINGOITTA A KUULO A.

- * Käyttäkää asianmukaisia kuulosuojaimia.

SAVU JA KAASUT SAATTAVAT VAHINGOITTA A TERVEYTTÄ

- * Pitäkää pääne poissa savuista
- * Huolehdi kaa ilmanvaihdosta, poistosta valokaaren luona ja pitäkää savut ja kaasut poissa sekä hengitysalueelta että muusta ilmatilasta.
- * Jos ilmanvaihto on riittämätön, käytäkää hyväksytyjä hengityssuojaimia.

KUUMUUS, ROISKEET JA KIPINÄT AIHEUTTAVAT TULIPALON JA PALAMISTA

- * Älkää leikatko lähellä palavia materiaaleja.
- * Älkää leikatko säiliöitä, joissa on säilytetty palavia aineita.
- * Älkää pitäkö mukanaan tulentekovälineitä kuten kaasusyöttimiä tai tulitikkuja.
- * Pilottikaari saattaa aiheuttaa palamista. Pitäkää polttimen suutin kaukana itsestänne ja muista, kun kytkin on painettu alas.
- * Käyttäkää asianmukaisia silmä- ja vartalosuojauksia.

Kuva 40 Yleiset varoitukset /3, s. 1-3/

Lisäksi kansiosta *Polttoleikkauskone ULTRAREX UXD-P Käyttöohje* tulee lukea kappaleet *Turvallisuudeksenne* sekä *Sähköiset ja kaasutekniset turvallisuusmääräykset* sivuilta 8 – 29. Tärkeää on käyttäjän henkilökohtainen suojavarustus sekä tutustuminen laitteen turvakytkeisiin.

LÄHDELUETTELO

- 1 NESTIX2-CUTTING Käyttäjän käsikirja. TSV-INSINÖÖRIT OY. Oulu 1998.
- 2 SYSTEM NCE 390 Operating Instruction Edition 2. Esab 1994.
- 3 MAX 100D Plasma Arc Cutting System Instruction Manual IM-172. Hypertherm. Hanover, New Hampshire 1993.
- 4 Polttoleikkauskone ULTRAREX UXD-P Käyttöohje. ESAB CUTTING SYSTEMS.