

Mikko Mattila

PLASMALEIKKAUSKONEEN VAIHTO

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Toukokuu 2011**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikan ja liiketalouden yksikkö	Aika Toukokuu 2011	Tekijä/tekijät Mikko Mattila
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Plasmaleikkauskoneen vaihto		
Työn ohjaaja DI Rauli Koistinen		Sivumäärä 27 + 5
Työelämäohjaaja Anselmi Kinnunen		
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Kokkolassa toimivalle Akvaterm Oy:lle. Yrityksen päätuotteita ovat lämminvesivaraajat ja lvi-alan säiliöt. Vakiotuotteiden lisäksi yritys on kehittänyt voimakkaasti myös yksilöllisesti mitoitettujen säiliöiden valmistusta pyrkien silti lyhyisiin toimitusaikoihin.</p> <p>Työn tarkoituksena oli suunnitella yrityksen hankkiman uuden plasmaleikkauslaitteiston sijoitus nykyiseen tuotantolinjaan layoutmuutokset minimoiden. Lisäksi tehtävänä oli asennusprojektin toteutus siten, että laitteiston vaihdosta aiheutuisi mahdollisimman lyhyt katkos tuotantoon.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa vertaillaan erilaisia termisiä leikkausmenetelmiä sekä tutustutaan erityyppisiin polttoleikkauskoneisiin. Tämän jälkeen esitellään asennettava laitteisto ja käydään läpi asennusprojektin toteutus.</p>		
Asiasanat 3 D-mallinnus, asennusprojekti, plasmaleikkaus		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date April 2011	Author Mikko Mattila
Degree programme Mechanical and Production Engineering		
Name of thesis Replacement of a Plasma Cutting Machine		
Instructor Rauli Koistinen	Pages 27+5 Appendices	
Supervisor Anselmi Kinnunen		
<p>This thesis was made for Akvaterm Oy, located in Kokkola. The main products for the company are boilers and pressure vessels for HVAC industry. The company has developed know-how to produce custom-built vessels with a short delivery time.</p> <p>The main purpose of the thesis was to plan how to place a new plasma cutting machine in the factory with minimal changes in the current layout. The other purpose was to plan how to carry out the change process so that it would cause a minimal interruption for the production.</p> <p>In the theory part of the thesis different thermal cutting processes are compared with each other and different thermal cutting machines are presented. After this the equipment to be installed and the whole change process in the factory is presented.</p>		
Key words 3 D-modelling, installation project, plasma cutting		

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 AKVATERM OY	2
2.1 Yritysesittely	2
2.2 Yrityksen tuotteet	2
3 TERMISET LEIKKAUSMENETELMÄT	5
3.1 Polttoleikkaus	6
3.2 Laserleikkaus	7
3.3 Plasmaleikkaus	8
4 POLTTOLEIKKAUSKONEET	10
5 ASENNUSPROJEKTI	12
5.1 Projektin käynnistyminen	12
5.2 Lähtötilanteen kartoitus	12
5.3 Hankittu laitteisto	14
5.3.1 Leikkauskone MicroStep HS 6000.15	14
5.3.2 CNC-ohjaus MSN-500 for Windows XP™	15
5.3.3 AsperWin CAM -ohjelma CNC-ohjauksessa	16
5.3.4 Hypertherm HPR130	17
5.3.5 Paineilmakompressori	17
5.3.6 Savukaasujen poistoyksikkö	18
5.4 Layoutin suunnittelu	18
5.5 Valmistautuminen leikkauskoneen vaihtoon	19
5.6 Leikkauskoneen vaihto	20
6 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26
LIITTEET	27
Liite 1. Tuotantotilan layout ennen muutoksia	
Liite 2. Plasman layout	
Liite 3. Uusi layout	
Liite 4. Asennuskaavio	
Liite 5. Vanhan plasman väliaikainen sijoitus	

1 JOHDANTO

Akvaterm Oy:n tuotannosta yhä suurempi osuus on yksilöllisesti mitoitettuja säiliöitä. Tämä seikka yhdistettynä lyhyisiin toimitusaikoihin asettaa suuria vaatimuksia suunnittelulle ja tuotannon toteutukselle. Lyhyet toimitusajat eivät salli varsinkaan kriittisimpien laitteiden ja koneiden pitempiaikaisia, epäkunnosta johtuvia seisokkeja. Hyvän toimitusvarmuuden säilymiseksi jatkossakin oli yritykseen päätetty hankkia uusi plasmaleikkauskone vanhan jo elinkaarensa loppupuolella olevan laitteiston tilalle.

Tehtäväni oli suunnitella tämä asennusprojekti ja myös olla mukana vaihdon toteutuksessa. Opinnäytetyössäni käsitellään aluksi termisten leikkausmenetelmien teoriaa sekä erilaisia polttoleikkauskoneita. Varsinainen projekti alkoi tilankäytön suunnittelulla. Käytin yrityksessä käytössä olevaa Vertex G4 -3D-ohjelmistoa tuotantolinjan mallintamiseen ja uuden laitteiston sijoittamiseen linjastoon. Koska tehtävän määrittelyssä edellytettiin, ettei tuotantolinjaan saa tehdä muutoksia, päädyttiin tarvittavan lisätilan saamiseksi rakentamaan pieni laajennus tuotantohalliin. Aikataulun väljyys mahdollisti sekä rakennus- että sähköurakoitsijoille heidän tehtäviensä valmiiksi saattamisen hyvissä ajoin ennen varsinaista asennusprojektin käynnistymistä. Vanhan laitteiston purku ja uuden asennus ajoitettiin vuodenvaihteeseen, jolloin tuotannon henkilöstö oli ns. pekkasvapailta. Asennusprojektin sujuttua hyvin päästiin henkilöstön kouluttamiseen ja tuotannon käynnistämiseen sovitun aikataulun puitteissa.

2 AKVATERM OY

2.1 Yritysesittely

Akvaterm Oy on perustettu vuonna 1993. Henkilökunnalla oli tuolloin jo kymmenen vuoden kokemus lämminvesivaraajien valmistamisesta. Pian aloittamisensa jälkeen yritys laajensi tuotevalikoimaansa varaajien ohella myös erikoissäiliöihin. Nykyisin Akvaterm Oy on lämminvesivaraajien valmistuksen markkinajohtaja Suomessa ja yksi johtavia lvi-alan säiliöiden toimittajia. Yritys on kehittänyt voimakkaasti yksilöllisesti mitoitettujen säiliöiden valmistusta. Suuri osa tuotteista toimitetaan asiakkaan antamien mitta-, paine-, materiaali- tai varuste vaatimusten mukaisina. Silti toimitusajat pyritään pitämään lyhyinä ja toimitusvarmuus korkealla myös erikoissäiliöiden osalta. Viime vuosina toimintaa on laajennettu myös yhteistyöllä muiden alan toimijoiden kanssa. Yrityksen toiminnan perustana on omistuksen rajaaminen toimivaan johtoon. Nykyäänkin yrityksen omistajat ohjaavat sen päivittäistä toimintaa. Yhä kasvava osa tuotteista viedään nykyään Suomen rajojen ulkopuolelle. (Akvaterm Oy 2010a.)

2.2 Yrityksen tuotteet

Päätuotteita ovat lämminvesivaraajat, joiden käyttö on riippumaton energialähteestä tai lämmitysjärjestelmästä. Lämmönlähteenä voi olla aurinko-, puu-, pelletti-, tuuli- tai maalämpöenergian lisäksi perinteinen sähkö-, öljy- tai kaasulämmitys tai niiden yhdistelmät. (Akvaterm Oy 2010b.)

Akva -mallisto kattaa tilavuudet 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000 ja 5000 litraa. Malli on lieriömäinen ja eristetty 100 mm:n vahvuisella polyuretaanilla. Vakiomallissa on kaksi luukkuja. Yläosan luukussa on kampakuparinen lämminvesikierukka, ja alempaan voidaan sijoittaa esimerkiksi käyttöveden esilämmityskierukka, aurinkolämmityskierukka, lämmön talteenottovaihdin jne. Akvassa on lisäksi 13 liitäntää, joihin voidaan kiinnittää lämpövastukset, termostaatit, anturit sekä ilmaus- ja vedenpoistoyhteet. (Akvaterm Oy 2010b.)

Akvasan-saneerausvaraaja on kehitetty erityisesti ahtaisiin tiloihin ja kapeisiin kulkuaukkoihin sopivaksi, ja sen halkaisija on vain 810 mm. Tilavuudeltaan 500- tai 700- litrainen varaaja on lieriömäinen, ja eristeratkaisu on sama kuin Akva malleissa, mutta vahvuudeltaan 50 mm. Saneerausvaraajassa on seitsemän yhdettä, joihin saadaan lämminvesikierukka, sähkövastukset, termostaatit, anturit sekä ilmaus- ja vedenpoistoyhteet. (Akvaterm Oy 2010b.)

Akvantti-ovaalivaraaja on tarkoitettu sekä uudis- että saneerauskohteisiin. Tilavuudeltaan niitä on saatavissa 1400, 2000 ja 2400 litran kokoisena. Ovaalin muotoinen suorapäättyinen varaaja on syvyydeltään vain 810 mm, joten se sopii myös pienistä kulkuaukoista ja ahtaisiin tiloihin. Varaajassa on 16 yhdettä, joihin saadaan lämminvesikierukka, sähkövastukset, termostaatit, anturit sekä ilmaus- ja vedenpoistoyhteet. (Akvaterm Oy 2010b.)

Akvair Solar -mallisto on suunniteltu erityisesti aurinkoenergian hyödyntämiseen ja optimoitu tuottamaan eniten lämpöä aurinkolämpö- tai ilmalämpöpumppujärjestelmällä. Vakiokoot mallistossa ovat 300, 500, 750 ja 1000 litraa, mutta suurempiakin tehdään asiakkaan niin halutessa. Eristyksenä 300 litran varaajassa on 70 mm:n ja isommissa 100 mm:n saumaton polyuretaani. (Akvaterm Oy 2010b.)

Akvair Smart on ns. kalustemallin lämminvesivaraaja, joka voidaan asentaa edustavaankin tilaan, eikä se näin ollen tarvitse erillistä teknistä tilaa. Se soveltuu käytettäväksi osana hyvin monenlaisia lämmitysjärjestelmiä. Kokovaihtoehtoina on saatavissa 240 tai 500 litraa. Eristyksenä on 70 mm:n saumaton polyuretaani. (Akvaterm Oy 2010b.)

Erikoissäiliöt valmistetaan asiakaskohtaisesti käyttötarkoituksen mukaan. Säiliöitä voidaan käyttää esimerkiksi raaka-aineiden säilytykseen, kylmäsäiliönä tai talteenottojärjestelmissä. Asiakas saa säiliöön haluamansa määrän luokkuja, yhteitä, kierukoita ja kiinnityksiä. Säiliöitä voidaan tehdä jopa 10 m³:n tilavuuteen saakka. Suurinta kokoa rajoittavana tekijänä on säiliön halkaisija, joka saa maksimissaan olla 2400 mm. (Akvaterm Oy 2010b.)

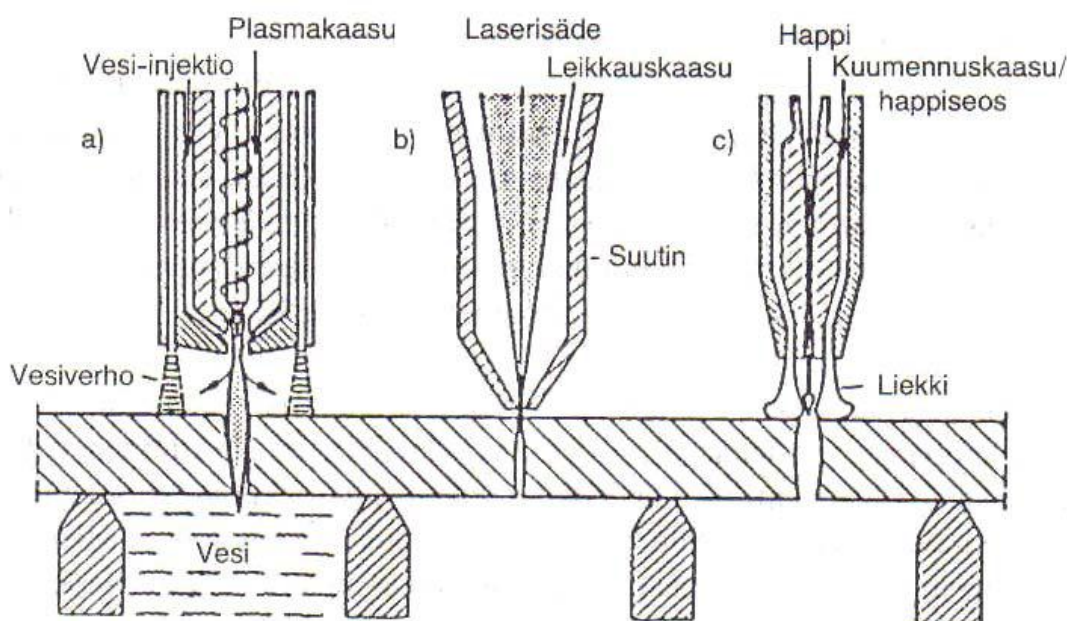
Akvaterm Oy valmistaa varaajien ja säiliöiden lisäksi myös lämminvesikierukoita. Vakiokierukat ovat teholtaan 90–310 kW ja vastaavat virtaamat 35–120 litraa minuutissa. Näitä käytetään yrityksen valmistamissa varaajissa sekä myydään alan muille toimijoille erikseenkin. Vakiokierukoiden lisäksi on saatavissa tilauksesta 22 mm:n kampakuparista valmistettavia teholtaan 50–500 kW tehoisia kierukoita. (Akvaterm 2010b.) Kuviossa 1 on erilaisia varaajatyyppejä eristettynä odottamassa viimeistelyä.



KUVIO 1. Erityyppisiä varaajia eristettynä

3 TERMISET LEIKKAUSMENETELMÄT

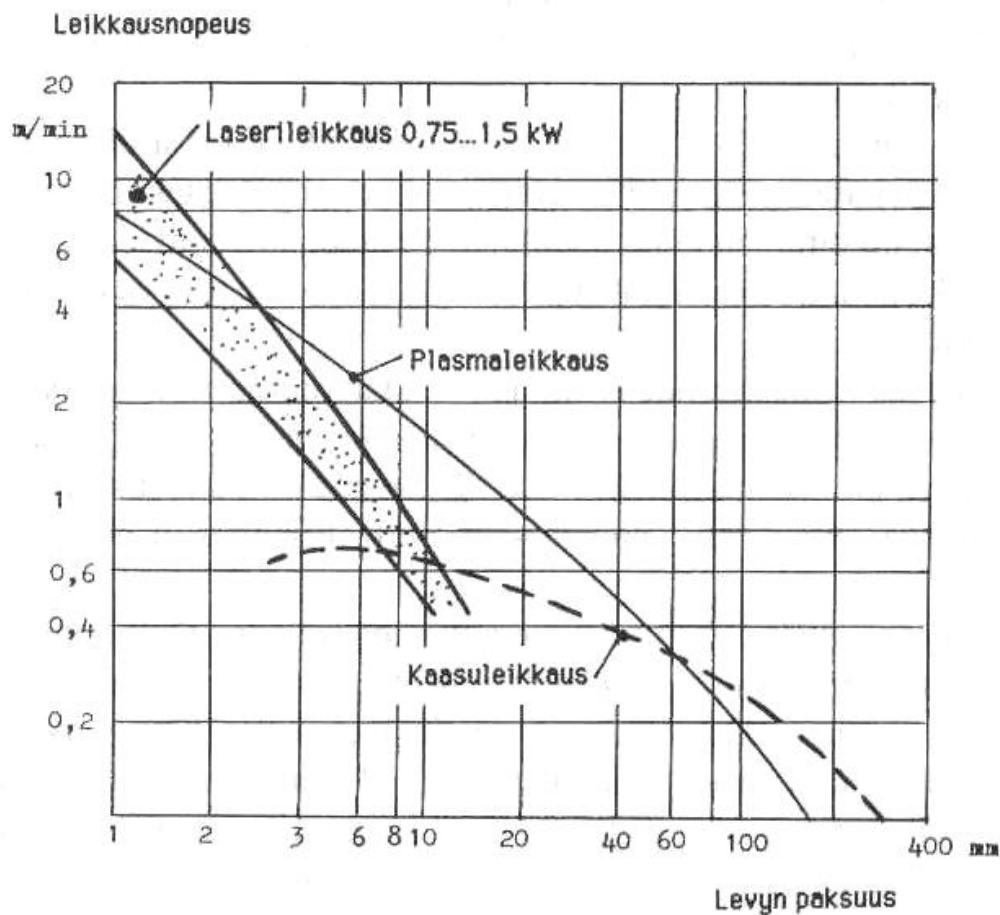
Valmistettaessa hitsattuja rakenteita on aluksi suoritettava hitsattavien osien leikkaus, joka voidaan tehdä joko termisenä leikkauksena tai suoraviivaisia muotoja sisältävien kappaleiden kohdalla mekaanisesti. Termisiä leikkausmenetelmiä ovat poltto-, jauhe-, plasma- ja laserleikkaus. Termisessä leikkauksessa leikattava materiaali kuumennetaan paikallisesti korkeaan lämpötilaan. Materiaalin leikkautuminen tapahtuu palamalla, sulamalla, höyrystymällä tai niiden yhteisvaikutuksella. Leikkausrakoon ohjattavalla kaasulla puhalletaan sula metalli pois. Hapen läsnäolo edistää palamista. (Kauppinen 1991, 46–47.) Leikkausmenetelmien periaatteet selviävät kuvista 2.



KUVIO 2. Termiset leikkausmenetelmät: a) plasma-, b) laser- ja c) kaasuleikkaus (Kauppinen 1991, 47.)

Termisen leikkauksen menetelmät jaetaan polttoleikkaukseen ja sulatusleikkaukseen. Kaasuleikkaus on polttoleikkausta, plasmaleikkaus on sulatusleikkausta ja laserleikkaus menetelmän mukaan joko poltto- tai sulatusleikkausta. Terminen leikkaus on paksummilla ainevahvuuksilla mekaanista leikkausta edullisempi tapa ja ohutlevyilläkin kilpailukykyinen muotoleikkausmenetelmä. (Kauppinen 1991, 46–

47.) Kuviossa 3 ilmenee eri leikkausmenetelmien leikkausnopeudet erilaisilla ainevahvuuksilla.



KUVIO 3. Termisten leikkausmenetelmien käyttöalueet levyypaksuus/ leikkausnopeuskoordinaatistossa. (Kauppinen 1991, 47.)

3.1 Polttoleikkaus

Poltto- eli kaasuleikkauksessa leikataan ainetta asetyleeniliemillä ja hapella. Leikatavan aineen pitää riittävästi kuumennettuna palaa puhtaassa hapessa, ja sen syttymislämpötilan pitää olla matalampi kuin aineen sulamislämpötila, sekä palamistuotosten (oksidien) sulamislämpötilan pitää olla matalampi kuin itse metallin. Tällaiset ominaisuudet ovat esimerkiksi seostamattomalla teräksellä, jonka hiilipitoisuus on alle 0,3 %. Kun teräs kuumennetaan noin 900 °C:n lämpötilaan ja kuu-

mennuskohtaan johdetaan puhdasta happea, hapettumisnopeus on erittäin suuri ja teräs palaa. Palamisesta vapautuva lämpö pitää palamistuloksina syntyvät erilaiset rautaoksidit juoksevassa tilassa, jolloin kaasusuihku puhaltaa ne helposti pois leikkausurasta. (Kauppinen 1991, 75.)

Polttoleikkauksen suurimpana etuna mekaaniseen sekä muihin termisiin leikkausmenetelmiin verrattuna on se, että sillä pystytään leikkaamaan erittäin suuria ainevahvuuksia. Leikattavien levyjen paksuudet voivat olla jopa 1500 mm. Tämä johtuu siitä, että leikkausprosessissa tarvittava energia saadaan suurista levynpaksuuksista leikattaessa lähes kokonaan leikkausprosessista itsestään, koska metallin hapettuminen on eksotermisen reaktio. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2007, 263.)

3.2 Laserleikkaus

Laservalolle on ominaista valon koherenttisuus eli valonsäteiden yhdensuuntaisuus. Valo on monokromaattista, eli kaikilla valonsäteillä on sama aallonpituus. Lisäksi kaikkien valonsäteiden kulkusuunta on sama. Laserleikkaus on terminen leikkausmenetelmä, jossa käytetään hyväksi lasersäteilyn energiaa ja joko sulatetaan työkappaleeseen railo tai kuumennetaan leikkauskohta syttymislämpötilaansa. Sulatusleikkauksessa leikkauskohtaan suunnattu kaasusuihku poistaa sulaneen metallin railosta, ja polttoleikkauksessa se suorittaa metallin hapettamisen ja syntyvän sulan metallioksidin poistamisen. Tyypilliseen CO₂-laserleikkaukselaitteistoon kuuluvat korkeajännitegeneraattori, tyhjiöpumppu, jäähdytysveden sekä kaasujen paineista ja virtauksista huolehtiva järjestelmä, käyttöpaneeli, resonaattori ja leikkauspää. (Ihalainen ym. 2007, 266.)

Laserleikkauksella on monia etuja muihin leikkausmenetelmiin verrattuna. Sillä pystytään leikkaamaan erittäin pieniä ja monimutkaisia muotoja, koska leikkausrajo on hyvin kapea. Varsinkin ohutlevyillä saavutetaan suuri leikkausnopeus, ja koska lämmöntuonti on pieni, ei kappaleissa tapahdu muodonmuutoksia. Myös leikkauspinnan laatu on hyvä ja kappaleiden mittatarkkuus on suuri. Käyttökustannukset laserleikkauksessa ovat pienet. Haittoina on ainoastaan erittäin korkea

hankintahinta sekä leikkausnopeuden jyrkkä putoaminen levynpaksuuden kasvaessa. (Ihalainen ym. 2007, 267–268.)

3.3 Plasmaleikkaus

Plasma -sana tarkoittaa voimakkaasti kuumennettua kaasua tai kaasuseosta, joka koostuu elektroneista, positiivisista ioneista, atomeista ja suurella nopeudella liikkuvista molekyyleistä. Molekyylien liikkeen kiihtyessä ne törmäävät toisiinsa niin voimakkaasti, että niiden atomit sinkoutuvat eroon toisistaan. Tätä tapahtumaa kutsutaan dissosiaatioksi. Lämpötilan edelleen kohotessa törmäyksien voima kasvaa niin, että osa atomien elektroneista sinkoutuu lopullisesti radaltaan. Tätä ilmiötä nimitetään ionisaatioksi. Tällä tavalla syntynyt plasma laajenee voimakkaasti ja virtaa plasmapolttimen suuttimen läpi erittäin suurella nopeudella. Plasmakaasu johdetaan leikkauspolttimessa olevan elektrodin ja leikattavan levyn välillä palaamaan valokaareen. Plasmakaasun lämpötila nousee jopa 20 000–30 000 °C. Kaasun kineettinen energia puhaltaa sulan metallin railosta. (Katainen & Mäkinen 1994, 100–101.)

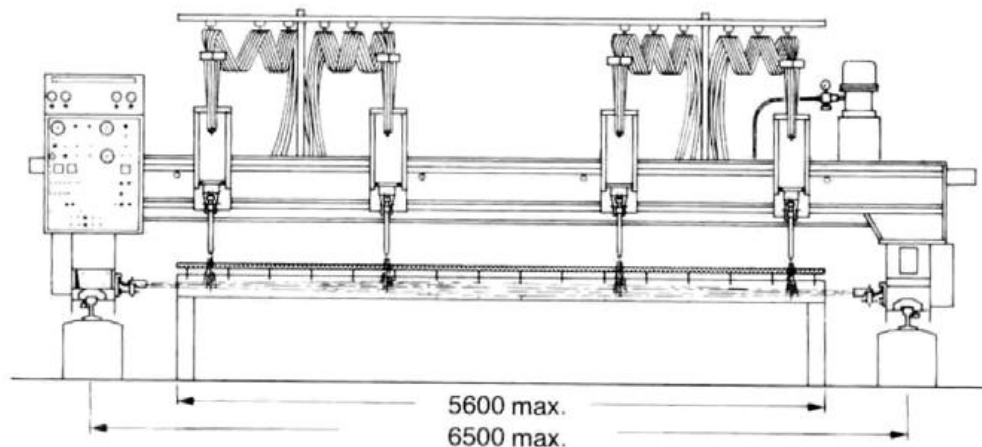
Plasmaleikkauksessa saavutettavaan työkappaleen mittatarkkuuteen vaikuttavat eniten leikkauskoneen rakenne ohjauksineen sekä leikattavan materiaalin ominaisuudet. Menetelmällä voidaan leikata metalleja, joita ei muilla termisillä leikkausmenetelmillä pystytä leikkaamaan. Leikkausnopeus on suuri alle 30 mm:n ainevahvuuksilla ja lämpövaikutusalue on kapea, jolloin kappaleen muodonmuutokset ovat pieniä. Plasmaleikkauslaitteiston hinta on korkea varsinkin käytettäessä useaa poltinta, jolloin jokaisella polttimella on oltava oma virtalähde. Leikkausnopeus putoaa nopeasti levynpaksuuden kasvaessa, sekä leikkauspintojen laatu on yleensä muita termisiä leikkausmenetelmiä huonompi. Myös leikkauspintojen kovuuden kasvu voi olla suuri. Savukaasujen poistoon on lisäksi kiinnitettävä erityistä huomiota, ja melutaso on korkea. (Ihalainen ym. 2007, 265–266.)

Plasmaleikkauksesta on kehitetty 1990-luvun alussa ns. hienosädeplasmaleikkaus, jota kutsutaan myös hienoplasmaleikkaukseksi tai tarkkuusplasmaleikkaukseksi (engl. High Tolerance Plasma Arc Cutting, HTPAC ja HyDefinition Plasma

Arc Cutting). Plasmakaarta kuristetaan lisäkaasuvirtauksella tai magneettikentällä. Kuristuksen ansiosta saadaan erittäin kapea ja tarkasti sylinterimäinen plasmakaari, jonka halkaisija on alle 1 mm. Kaaren virtatiheys leikkauskohdassa on lähes 100 A/mm^2 , kun se perinteisessä plasmaleikkauksessa jää noin kolmasosaan tästä arvosta. Hienosädeplasmaleikkauksella saadaan hyvin kapea, purseeton ja lähes suorakulmainen leikkausrailo. Leikkausnopeus ei ole samaa luokkaa kuin tavanomaisessa plasmaleikkauksessa. Koska leikkauslaitteiden leikkausvirta on enintään 150 A, leikkaus soveltuu ruostumattoman teräksen leikkaukseen toistaiseksi vielä levynpaksuudella 0,5–15 mm. Markkinoille on tulossa kuitenkin hienosädeplasmalaitteita, joiden leikkausvirta on jo useita satoja ampeereja. Tarkkuudeltaan hienosädeplasmaleikkaus on selvästi tavanomaisesta plasmaleikkausta parempi. Monessa kohteessa voidaan käyttää hienosädeplasmaleikkausta laserleikkauksen sijasta, vaikka tarkkuus ei ole laserin luokkaa. Hinnaltaan tällainen laitteisto on vastaavasti huomattavasti halvempi kuin laserlaitteisto. (Oy Aga Ab esite 1999.)

4 POLTTOLEIKKAUSKONEET

Kiinteät polttoleikkauskoneet voidaan jakaa nivelvarsi-, ristivaunu- sekä portaali - polttoleikkauskoneisiin. Nivelvarsikoneet ovat rakenteeltaan yksinkertaisimpia ja siten halvimpia kiinteitä polttoleikkauskoneita. Niiden vaatima tilantarve on pieni ja ne soveltuvat pienten kappaleiden leikkaamiseen. Ristivaunutyypisessä polttoleikkauskoneessa on kiskoilla liikkuva pitkittäisvaunu, johon nähden kohtisuorassa olevan ulkopalkin johdepinnoille on sijoitettu polttimia kannattavat poltinvaunut. Näin mahdollistetaan polttimille mielivaltainen ristivaununliike. Portaalityyppiset polttoleikkauskoneet muistuttavat ristivaunutyypisiä, mutta niissä on myös ulkopalkin toisessa päässä palkkia kannattava kulkukisko. Näin koneesta saadaan tukeva, jolloin leikkaustulos tavallisesti paranee ja voidaan myös käyttää useita poltinvaunuja. (Ihalainen ym. 2007, 262.) Kuviossa 4 on portaalityyppinen CNC-polttoleikkauskone.



KUVIO 4. Portaalityyppinen CNC-polttoleikkauskone (Ihalainen ym. 2007, 262.)

Nykyaikaisissa polttoleikkauskoneissa käytetään joko magneettirullaohjausta (nivelvarsikoneet), optista ohjausta tai numeerista ohjausta. Optisessa ohjauksessa seurantapää seuraa mallin piirustusviivaa tai silhuetin reunaa ja ohjaa elektronisesti leikkauskoneen vetoyksiköitä ja samalla siis poltinten liikettä leikattavan kappaleen mukaisesti. Numeerisesti ohjatussa polttoleikkauskoneessa saadaan ohjauksen tarvitsema tieto numeerisessa muodossa. CNC-koneessa tiedon voi antaa

myös koneenkäyttäjä suoraan ohjauspaneelistä ohjelmoimalla kappaleen piste pisteeltä tai käyttämällä esiohjelmoituja kappaleen muotoja. Pitkittäis- ja poikittaisvetoyksiköiden käyttömoottorien lisäksi ohjataan numeerisesti myös useita muita toimintoja. Näitä ovat kaasuvirtausten kytkentä ja katkaisu, kuumennusliekin sytytys, railokompensointi sekä käytettäessä kolmipoltinvaunua vaunun kierto leikkaussuunnan mukaisesti. Numeerisesti ohjatut polttoleikkauskoneet ovat ylivoimaisesti tarkimmat. Ohjauksen tarkkuus on periaatteessa virheetön, sillä koneen mekaaninen tarkkuus on $\pm 0,8$ mm/10m. Polttoleikkauksen laadulliseen lopputulokseen vaikuttaa suuri joukko erilaisia tekijöitä, joista yhdistämällä saadaan taulukon 1 mukaiset mittavirheet eri konetyypeillä leikatuille kappaleille. (Ihalainen ym. 2007, 262–263.)

TAULUKKO 1. Eri polttoleikkauskonetyypeillä leikattujen kappaleiden mittavirheet (Ihalainen ym. 2007, 263.)

Konemalli	Mittavirhe (mm)
Koordinaattikäyttöiset ristivaunutyyppiset koneet, optinen ohjaus	$\pm 0,8 \dots \pm 2,5$
Numeerisesti ohjatut koneet	$\pm 0,6$
Nivelvarsikoneet	$\pm 0,8 \dots \pm 3,0$

5 ASENNUSPROJEKTI

5.1 Projektin käynnistyminen

Akvaterm Oy:n johto oli tehnyt vuonna 2009 mittavan investointipäätöksen, eli silloin oli päätetty uusia tuotannon kannalta kriittisimpiin laitteisiin kuuluva plasmaleikkauslaitteisto. Yritys oli vertailujen ja tarjouskilpailun jälkeen tilannut FredEx Oy:ltä 18.12.2009 päivätyllä sopimuksella CNC-ohjatun MicroStep -plasmaleikkauskoneen oheislaitteineen. Tarkoituksena oli uusia yrityksellä pitkään käytössä ollut ja elinkaarensa loppupäässä oleva Aliko NCA 60L -plasmaleikkauskone. Laitteiston toimituksen piti olla keväällä 2010, mutta koneen hyväksymiskäynnillä MicroStepin tehtaalla Slovakiassa havaittiin, ettei leikkauksen aloituksessa tapahtuva pinnankorkeuden mittaus toimi riittävän tarkasti kuperissa paineastiapäädyissä. Tämä vaati mittauksen suorittamiseen ohjelmamuutoksen, joka puolestaan siirsi laitteiston toimitusta alkusyksyyn 2010. Lisäksi haluttiin tehtaalla asennettavan valmiiksi polttopöydän loppupäähän ketjupyörästä, joka on kytketty pöydän rullasiirtoon. Asentamalla pöydän jälkeen sijaitsevaan mankeliin samanlaiset ketjupyörät ja väliin ketjut saataisiin materiaalin siirto plasmalta mankelille helposti toteutettua.

Aloittaessani Akvaterm Oy:ssä 12.7.2010 sain sopivan opinnäytetyön aiheen tämän laitteiston vaihdon suunnittelusta. Koska syksy oli Akvatermissä tuotannon kiireisintä aikaa, päätettiin, että vaihto suoritettaisiin vasta vuodenvaihteessa, jolloin tuotannon henkilöstö perinteisesti pitäisi ns. pekkasvapaita. Näin minimoitaisiin myös vaihdon vaikutukset tuotantoon. Laitteiston toimittaja FredEx, joka myös suorittaisi varsinaisen asennuksen ja testauksen sekä henkilökunnan koulutuksen, ilmoitti tarvitsevansa näihin vähintään kuusi työpäivää.

5.2 Lähtötilanteen kartoitus

Ensimmäiseksi ryhdyin mallintamaan yrityksen käytössä olevalla Vertex G4 -ohjelmistolla tuotannon nykyistä layoutia. Aluksi mittasin koneiden ulkomitat ja työ-

asemien vaatimat etäisyydet ja niiden sijainnit hallissa. Mallinsin koneet ja työasemat Vertexillä ja sijoitin ne piirtämään hallin pohjakuvaan. Koneiden yksityiskohtaisia muotoja en lähtenyt mallintamaan, koska niillä ei ollut tilan käytön suunnittelun kannalta merkitystä. Liitteessä 1 on kuvattu tuotantotilan layout ennen muutoksia.

Lyhyesti kuvattuna materiaalin siirtyminen tuotantolinjan alkupäässä tapahtuu seuraavasti: Ohuin yrityksen käyttämä S355J2 -materiaali on 3 mm paksua. Se toimitetaan tehtaalle noin 5000 kg painavissa keloissa. Kela nostetaan ns. haspelin päälle, josta materiaali puretaan seuraavana olevalle levyleikkurille oikaisten se samalla. Leikkurilla katkaistaan materiaali vaipan koon mukaiseen pituuteen. Tämän jälkeen sijaitsee plasmaleikkauskone, jolla vaippaan poltetaan haluttujen yhteyden ja luukkujen reiät. Tämän jälkeen plasman ketjukuljetin siirtää materiaalin mankelille, jossa siitä taivutetaan lieriön muotoinen ja hitsataan lieriön pituussauma kiinni. Tämän jälkeen vaippa siirtyy välivaraston kautta ns. kehälle, jossa paineastiapäädyt hitsataan siihen kiinni. Paksummat materiaalit toimitetaan tehtaalle levyinä ja ne katkaistaan erillisellä levyleikkurilla sopivaan mittaan, jonka jälkeen ne nostetaan plasmapöydälle reikien polttamista varten.

Haspeli, 3 mm paksun materiaalin levyleikkuri, plasmapöytä ja mankeli olivat linjattuina toisiinsa. Tosin jo alustavissa mittauksissa huomasin, että plasman ja mankelin välillä oli hieman linjausvirhettä. Tämä aiheutti lisätyövaiheen materiaalin siirrossa plasmalta mankelille. Mankelilta vaippa poistettiin ketjukuljettimella eteenpäin kehälle. Nämä oli myös linjattu keskenään, joten uuden plasman sijoittelun lähtökohdaksi jäi, ettei mankeliä linjauksen korjausta lukuun ottamatta siirretä. Lisäksi sain ohjeeksi, ettei tuotannon layoutiin saa tehdä muutoksia enempää kuin on välttämätöntä uusien isompien laitteiden sijoittamiseksi linjaan. Käytössä olevassa plasmaleikkauspöydässä savukaasujen poisto toteutui yläpuolisella poistolalla, jonka puhallin sijaitsi putkistossa hallin seinällä. Kaikki savukaasut puhallettiin suoraan ulos. Kuviossa 5 on plasmaleikkauspöytä ja savukaasujen poistokupu.



KUVIO 5. Plasmaleikkauspöytä jossa on yläpuolinen savukaasujen poisto

Uuden plasmaleikkaukoneen lisäksi asennettaisiin myös erillinen savukaasujen poistoilmayksikkö, jolle täytyisi varata tila polttopöydän läheltä.

5.3 Hankittu laitteisto

5.3.1 Leikkauskone MicroStep HS 6000.15

HS -leikkauskoneet on suunniteltu plasma- ja polttoleikkaukoneeksi metalliteollisuuteen. Koneen portaaliin voidaan kiinnittää joko plasma-, kaasuleikkaus tai porauspäällä varustettu vaunu. CNC-ohjauksena on MSNC-500-ohjaus. Leikkausportaalin veto on molemmin puolin runkoa synkronoiduilla servomootoreilla ja välyksettömillä, viistoilla hammastangoilla ja hammaspyörillä. Molemmin puolin portaalia on LCD-näytöt ja ohjauspaneelit, joilla koneen liikkeitä voi ohjata. Lineaarijohtimet, joita pitkin portaali liikkuu, ovat irti leikkauspöydästä, jolloin levyn liikuttelu pöydällä ei vaikuta leikkaustarkkuuteen. Levyn siirto on toteutettu teloilla, jotka suojataan kääntyvillä suojilla, kun leikkaus on käynnissä. Savukaasujen poisto on toteutettu alaimulla koneen taakse, josta savukaasut johdetaan poistoilman imu-ryksikköön. Leikkausala on jaettu osastoihin, joissa savukaasujen poistoluukut avautuvat ja sulkeutuvat portaalin liikkeiden mukana parhaan tehon saavuttami-

seksi savukaasujen poistoon. Kuviossa 6 on MicroStep HS 6000.15 -leikkauspöytä.



KUVIO 6. MicroStep HS 6000.15 -leikkauspöytä

5.3.2 CNC-ohjaus MSNC-500 for Windows XP™

CNC ohjaus MSNC-500 pohjautuu PC-ohjaukseen. Ohjausjärjestelmä koostuu kahdesta erillisestä PC-yksiköstä, joista toinen kontrolloi koneen tilaa koko ajan ja toinen toimii leikkaajan ohjelmointitietokoneena ja liittymänä eri ohjelmien välillä. Käyttöliittymän PC:ssä on Windows-käyttöjärjestelmä.

MSNC–500:n ominaisuuksia:

- Se voi lukea DXF -tiedostoja, NC -tiedostoja (ESSI, ISO/DIN).
- MSNC–500 sisältää laajan makrokirjaston (AsperWinissä).
- Se pystyy toistamaan ohjelmaa rajattomasti.
- Leikkausprosessi näkyy graafisesti näytössä.
- Ohjelma voidaan keskeyttää ja jatkaa samasta pisteestä.
- Se sisältää ohjelman simulointimahdollisuuden.
- Valmiita NC-ohjelmia voidaan editoida ohjauksessa.
- Ohjaus tukee verkkokäyttöä.
- Leikkuuparametrit on talletettu suoraan CNC-ohjaukseen, jolloin käyttäjä valitsee valmiit parametrit materiaalin mukaan valikosta.
- Ohjaus sisältää plasmamerkkäusominaisuuden.

Lisäksi MSNC:ssä on automaattinen leikkauskorkeuden seuranta, joka perustuu kaarijännitteen mittaukseen leikkauksen aikana. Jännitteen muutokset aiheuttavat ohjauksen Z-akselilla olevaan servomoottoriin. Aloituskorkeus määritellään mekaanisella kontaktilla. Plasmapoltin on kiinnitetty Z-akselin vaunussa pitimeen, jossa sijaitsee myös törmäyssuoja.

5.3.3 AsperWin CAM -ohjelma CNC-ohjauksessa

AsperWin on ohjelmisto, jolla luodaan koneen leikkausohjelma. Ohjelma sisältää lukuisia ominaisuuksia leikkauratojen ja sijoittelun ohjaamiseen. Se ei sisällä CAD-ohjelmaa kappaleiden suunnitteluun, mutta kappaleet voidaan tuoda AsperWin-ohjelmaan kaikista CAD/AUTOCAD-ohjelmista tai valmiista sijoittelusta NC ohjelmina (esim. ESSI). Ohjelma sijoittelee halutut kappaleet halutulla tavalla levyille. Ketjutus ja kappaleiden liittäminen yhteen ja kopioiminen tai monistaminen onnistuu levyille käyttäjän haluamalla tavalla. Leikkausjärjestys voidaan määrittellä automaattisesti tai manuaalisesti. Automaattinen leikkausjärjestys perustuu lyhimpään siirtomatkaan, kuitenkin siten, että ensin leikataan sisäreiät ja sen jälkeen irrotetaan kappale. Automaattinen sijoittelu lisää halutut kappaleet valitulla kappalemäärällä levyille optimoiden levyn käytön.

5.3.4 Hypertherm HPR130

Hypertherm HPR130 HyDefinition, 130 ampeerin plasma, leikkaa hienosädeplasma jäljellä. Valmistajan mukaan leikkauskapasiteetti normaalille teräkselle on seuraava:

- jatkuva leikkaus (lävistys) 16 mm
- maksimi lävistys 25 mm
- maksimi leikkauskyky 38 mm

Plasmakaasuna normaaliteräksellä happi ja ruostumattomalla teräksellä typpi tai F5-seoskaasu, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä. CNC-liittymä integroi virtalähteen ohjaukseen. Parametrit asettuvat automaattisesti, kun ohjauksessa valitaan suuttimen koko. Kuviossa 7 on Hypertherm HPR130 laitteisto.



KUVIO 7. Hypertherm HPR130 -plasmalaitteisto

5.3.5 Paineilmakompressori

Koska Akvatermin käytössä oleva paineilmalaitteisto oli voimakkaasti kuormitettuna ja siitä syystä oli paineen vaihteluita, oli päätetty hankkia plasmalle oma kompressori. Tämä kuului toimitussisältöön.

5.3.6 Savukaasujen poistoyksikkö

Toimitukseen kuuluva imuriyksikkö Donaldson Torit DCE on varustettu patruunasuodattimella, joka suodattaa leikkaussavukaasut ja erottaa partikkelit toisistaan. Suodattimen DFPRO 6 Cyclopeel suodatusala on 106 m², suodatusteho 7,5 kW ja tilavuusvirta 4500 m³/h. Kuviossa 8 savukaasujen poistoyksikkö Donaldson Torit DCE.



KUVIO 8. Savukaasujen poistoyksikkö Donaldson Torit DCE

5.4 Layoutin suunnittelu

Saatuani FredEx Oy:ltä plasmalaitteiston layoutkuvat mallinsin Vertexillä laitteet ja ryhdyin sijoittamaan niitä jo aiemmin mallintamaani hallin pohjakuvaan ja tuotantolinjaan. FredExin layout kuvat ovat liitteessä 2. Varsin pian totesin, ettei

laitteistoa pysty sijoittamaan nykyiseen tuotantolinjaan muuttamatta koko linjan layoutia. Ainoaksi vaihtoehdoksi jäikin lisätilan rakentaminen. Kuten liitteen 1 layoutkuvassa näkyy, leikkauskoneen kohdalla on aikaisemmin rakennetun laajennuksen päätyseinä, joten jatkamalla aikaisemman laajennuksen seinälinjan mukaisesti saataisiin tarvittavaa lisätilaa. Lopulliseksi pohja-alaksi määriteltiin 5 x 5,5 metriä ja tilan korkeudeksi tuotantotilan puolelta vähintään 4 m, jotta poistoilmayksikkö sopisi tilaan. Suunnitelman pohjalta rakennusinsinööri Mäkelä piirsi tarvittavat rakennuskuvat. Liitteessä 3 on layout, jossa uusi plasmaleikkauskone on sijoitettuna tuotantolinjaan ja ohjausyksikkö, virtalähde, poistoilmayksikkö ja muut lisävarusteet sijoitettuna laajennusosaan. Lisäksi laajennukseen sijoitettiin plasman kulutusosien varasto ja työpöytä niiden vaihtamiseen.

5.5 Valmistautuminen leikkauskoneen vaihtoon

Urakkatarjouskilpailun jälkeen valittiin laajennuksen rakentajaksi Kotivalmis Oy Kokkolasta ja rakentamisen valvonnasta vastasivat rakennusinsinööri Mäkelä ja allekirjoittanut Akvatermin edustajana. Urakkasopimuksessa sovittiin valmistumisajaksi 15.10.2010, mutta rakentajan vuoksi valmistuminen viivästy hieman.

Sähköurakoitsijan kanssa käytiin läpi uuden laitteiston tarvitsemat sähkötehot. Akvatermin toiminnan laajenemisen vuoksi yrityksen 250 A:n sähköpääkeskus toimi kapasiteettinsa ylärajoilla. Kiinteistöön tuleva pääkaapelin koko rajoitti kuitenkin pääsulakkeiden koon. Pääkeskukselta teho jakautui useampaan 125 A:n ryhmäkeskukseen. FredExin toimittaman asennuskaavion (liite 4) mukaan uuden plasman päävirtakeskukselle tarvittaisiin 125 A:n syöttövirta, jollaista yksittäisestä ryhmäkeskuksesta ei voinut ottaa. Ongelma ratkaistiin tuomalla uuden plasman virtalähteelle oma 63 A:n syöttö ja toisesta keskuksesta 63 A:n syöttö päävirtakeskukselle, josta otettiin sitten virransyöttö leikkauspöydälle ja poistoilmayksikölle. Näiden kaapelointien lisäksi tiedonsiirtokaapelin serveriltä plasmalle sekä laajennuksen muut sähköasennukset tilasin Sähkö-Kirsilöiltä. Savukaasujen suodatetun ilman poistamiseksi rst-materiaalilla ulos ja Fe:llä

takaisin halliin tilasin kanaviin ns. peltimoottorit ja Sähkö–Kirsilöiltä ohjauslogiikan moottoreiden ohjaukseen.

Leikkauspöydän jättöpäähän oli sopimuksen mukaisesti asennettu pöydän rullasiirtoon kytketty ketjupyörästä. Ketjupyöriä oli viisi, ja ne olivat tyypiltään 16B–1, Z10. Tilasin samanlaiset ketjupyörät ja 3 kpl kannatinlaakereita (SY 30 TF) Etralta koneistettuna, sekä 10 m 16B–1 ketjua. Lisäksi hankin Ketepa Oy:stä 30 mm:n akselia. Nämä asennettaisiin mankeliin materiaalin siirtämiseksi leikkauspöydältä mankelille.

Leikkauskoneen vaihdon aiheuttamaa katkosta tuotantoon pyrittiin pienentämään tekemällä vakiosäiliötä varastoon. Pienempien säiliöiden vaippoja poltettiin valmiiksi. Nämä voitaisiin katkon aikana mankeloida toisella mankelilla. Mikäli asennuksessa tulisi isompia viivästyksiä ja joutuisimme ottamaan vanhan plasman uudelleen käyttöön. Suunnittelin vanhalle plasmalle väliaikaisen toimintapaikan, johon virransyöttö ja poistoilman järjestelyt olisi helppo toteuttaa. Tämä vaihtoehto on mallinnettu liitteessä 5.

5.6 Leikkauskoneen vaihto

Aloitimme 22.12.2010 vanhan laitteiston poistamisen. Ensin haspeli nostettiin siltanosturilla sivuun asennettavaksi takaisin uuden leikkauspöydän asennuksen jälkeen. Sitten 3 mm:n levy materiaalin katkaisuun käytetty leikkuri siirrettiin trukilla varastoon, koska levyn katkaisukin hoidettaisiin jatkossa plasmaleikkurilla. Vanha plasma siirrettiin viereiseen tuotantohalliin. Ainoastaan plasman virtalähteen kaapelointi kytkettiin irti. Muut laitteiston osat kasattiin pöydän päälle kaapelointeja purkamatta, jotta tarvittaessa käyttöönotto tapahtuisi mahdollisimman helposti. Paikan siivoamisen jälkeen aloimme tuoda uuden laitteiston osia paikalle.

Ensimmäiseksi uudesta laitteistosta paikalleen sijoitettiin savukaasujen imuriyksikkö, joka tuli laajennukseen leikkauspöydän taakse. Imuriyksikön oikea asento ja sijoitus oikeaan kohtaan oli tärkeää, koska pöydän asennuksen jälkeen sen siirtäminen olisi hyvin hankalaa, sillä siltanosturilla ei pysty laajennuksen

puolelta nostamaan. Ulkona katoksessa varastoituna olleet leikkauspöytä ja lineaarijohteet nostettiin myös sisälle välipäivinä alkavaa asennusta varten. Kosteudelle arat laitteet, kuten portaali ohjausyksiköineen sekä plasmalaitteisto oli nostettu sisälle syksyllä, kun laitteisto saapui Akvatermiin.

Maanantaina 27.12. FredEx Oy:n kaksi asentajaa saapuivat laitteistoa asentamaan. Leikkauskoneen sijainti mitoitettiin tuotantolinjassa leikkauspöydän jälkeen sijaitsevasta mankelista. Mankelin tukin keskikohdan mukaisesti mitattiin leikkauskoneen sivuttaissuunnan keskikohta. Lineaarijohtimet asennettiin ensin. Johtimet linjattiin viereisen ulkoseinän suuntaisesti ja vaakasuoruus säädettiin vaaituskoneen avulla. Lineaarijohtimien etäisyys toisistaan sekä ristimitta tarkistettiin mittanauhalla. Mittausten jälkeen johtimet kiinnitettiin kiila-ankkureilla betonilattiaan tukevasti kiinni. Tämän jälkeen nostettiin kahdessa lohossa oleva polttopöytä lineaarijohtimien väliin. Polttopöytä ei tullut millään tavoin kiinni johtimiin, jotteivät materiaalien siirrot pöydällä vaikuttaisi lineaarijohtimiin ja siten portaalin toimintaan.

Portaali ja siihen valmiiksi kaapeloitu ohjausyksikkö ja käyttöliittymä -PC asennettiin seuraavaksi. Portaali asennettiin tarkasti molemmin puolin lineaarijohtimiin samalle etäisyydelle johtimien päädyistä. Kaapeloinnin pituus riitti ohjausyksikön sijoittamisen laajennusosaan, vaikka käyttöliittymä -PC tulikin polttopöydän toiselle puolelle. Maadoituskaapeloinnin ja virransyöttökaapelin kytkemisen jälkeen päästiin 30.12. kokeilemaan portaalin testiajamista.

Seuraavalla viikolla asentajat kytkivät plasmalaitteiston sekä suorittivat kaapelointien suojaukset ja laitteiston toiminnan testauksen. Lisäksi heille kuului myös savukaasujen poistoputken asennus polttopöydästä imuriyksikköön. Koska viikko 1 oli loppiaisen vuoksi vajaa, sovittiin henkilöstön koulutus alkavaksi 10.1.2011 maanantaina. Siihen arvioitiin tarvittavan 2–3 päivää, mutta ensimmäisen koulutuspäivän jälkeen koulutuksessa valmistettaisiin jo tuotantoon vaippoja.

FredExin asentajien paikoitettua polttopöydän pääsimme linjaamaan mankelia. Koska poikkeama oli vain 9 mm, irrotimme kolme kiinnityspulttia neljästä ja linjasimme mankelin tarkasti leikkauspöydän suuntaiseksi. Aluksi mittasimme

mankelin tukin molemmista päistä leikkauspöydän reunaan ja käänsimme mankeliä, kunnes etäisyydet molemmissa reunoissa olivat samat. Tarkastimme linjauksen onnistumisen suorakulmaisella kooltaan 3 x 1,5 m levyllä. Levyn etureuna asetettiin mankelin tukkia vasten, ja mittasimme levyn sivulinjan etäisyyden polttopöydän reunasta. Linjauksen ollessa kunnossa kiinnitimme mankelin useasta kohdasta kiila-ankkureilla (16 x 100 mm) betonilattiaan. Tämän jälkeen ryhdyimme asentamaan levynsiirtoon tarkoitettua ketjustoa polttopöydän ja mankelin väliin. Hitsasimme mankelin runkoon kannakkeet, joihin ketjupyörien akselin laakeripukit kiinnitettiin. Kuviossa 9 on levynsiirtoketjusto asennettuna.



KUVIO 9. Levynsiirtomekanismi polttopöydästä mankelille

Ketjujen väliin jäävään tilaan asennettiin lattiasta tuettu levy, koska välistä vaipan kohdistus mankeliin pituussauman hitsausta varten vaatii kiipeämistä myös leikkauspöydän puolelta.

Seuraavaksi linjattiin polttopöydän eteen asennettavan haspelin paikka. Linjalangan avulla merkitsimme haspelin kohdalle lattiaan polttopöydän sivulinjat. Haspelin etureuna tuli 1 metrin päähän pöydästä, jolloin savukaasujen poistoputki mahtui välistä ja levyn oikeamiselle jäi tilaa. Haspeli keskitettiin viivojen väliin ja

linjattiin viivojen mukaan ja se kiinnitettiin 8 kpl:lla 16 x 100 mm:n kiila-ankkureilla lattiaan. Kuviossa 10 on haspeli asennettuna leikkauspöydän edessä.



KUVIO 10. Haspeli linjattuna polttoleikkauspöytään

Ruostumattoman teräksen leikkaamisesta aiheutuvat savukaasut on johdettava suodattamisen jälkeen ulos, ja normaalin teräksen savukaasut saa johtaa suodattamisen jälkeen takaisin tuotantotilaan. Tämän vuoksi haaroitimme savukaasujen imuriyksiköltä lähtevän poistoputken ja asensimme sekä ulos että sisään johtavaan kanavaan sulkuventtiilit. Näiden venttiilien käyttömootorit ja mottoreiden ohjauslogiikan asensi sovitusti Sähkö-Kirsilät. Mottoreiden ohjauksen käyttökytkin sijoitettiin plasman kaasukeskuksen viereen, jolloin leikkauskaasun vaihdon yhteydessä savukaasujen ohjaus varmminkin muistetaan. Työturvallisuussyistä rajasimme vielä ketjuilla polttoleikkauspöydän ympäristön. Tarkoituksena oli, että alueen sisäpuolella on vain työpisteessä työskentelevä.

Käyttökoulutus alkoi 10.1., ja siihen osallistui neljä tuotannon henkilöstöstä. Nimittäin kaksi varsinaista pääkäyttäjää sekä heille varahenkilöt. Ensimmäisenä päivänä tutustuttiin laitteen tekniikkaan ja ominaisuuksiin. Toisena päivänä alkoi varsinaisten tuotteiden valmistus ohjatusti. Koska valitut henkilöt olivat käyttäneet aiempaa plasmaleikkauskonettakin, perehtyminen uuteen sujui varsin nopeasti.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tehtäväni oli suunnitella Akvaterm Oy:lle hankitun plasmaleikkauskoneen vaihto. Pyrkimys oli vaihdon toteutus mahdollisimman pienin häirtävaikeuksin tuotantoon. Aikataulun ollessa väljä, jäi suunnittelulle ja toteutukselle todella hyvin aikaa. Tuotantotilan mallinnuksen suoritin yrityksen käytössä olevalla Vertex G4-ohjelmistolla, josta minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta. Mallintamisen avulla oli helppoa kokeilla erilaisia layoutversioita. Riittävän kokoisen lisätilan rakentamispäätös mahdollisti järkeväen sijoitusvaihtoehdon nykyiseen tuotantolinjaan, jolloin vältyttiin suuremmilta layoutmuutoksilta.

Aikaisemmat kokemukseni rakentamisprojekteista auttoivat sekä suunnittelussa että käytännön toteuttamisessa. Lisäksi yhteistyö urakoitsijoitten kanssa sujui moitteettomasti, joten oli helppoa aikatauluttaa asioiden eteneminen.

Varsinaisen plasmaleikkauskoneen asennustyön suorittivat FredExin asentajat. Vanhan laitteiston purkamisen lisäksi meidän tehtävänämme oli haspelin uudelleen asennus, laitteiden linjaus sekä savukaasujen poistoputkiston asennus.

Laitteiston asennus ja henkilöstön koulutus kestivät 9 päivää, osittain juhlapyhien katkomien työviikkojen johdosta. Vaikutus tuotantoon ei kuitenkaan ollut niin suuri, mikä johtui tuotannon henkilöstön pitämistä ”pekkasvapaista” vuodenvaihteessa. Lisäksi laitteet ovat toimineet moitteettomasti asennuksesta lähtien.

LÄHTEET

Akvaterm Oy 2010a. Yritysinfo. Www-dokumentti. Saatavissa:
www.akvaterm.fi. Luettu 21.11.2010.

Akvaterm Oy 2010b. Lämminvesivaraajat. Www-dokumentti. Saatavissa:
www.akvaterm.fi. Luettu 21.11.2010.

Kauppinen, V. 1991. Levytyöt pieneräutuotannossa. 2 painos. Helsinki: Otatieto Oy.

Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 2007. Valmistustekniikka.
12. painos. Helsinki: Otatieto Oy

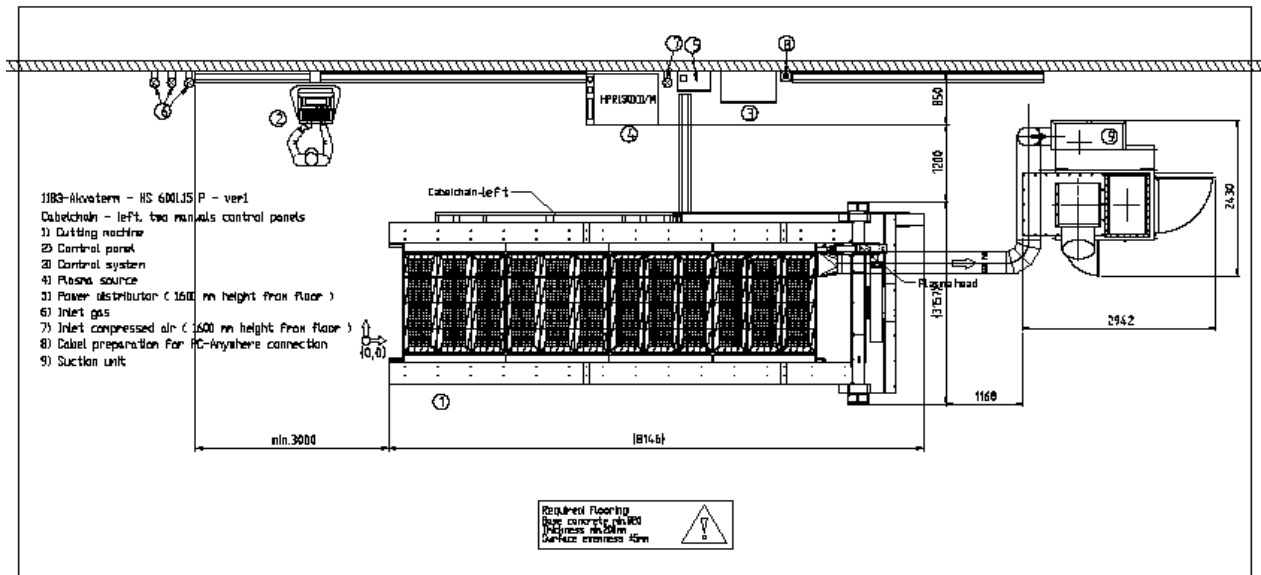
Katainen, H. & Mäkinen, A. 1994. Aineliitostekniikka. 3 painos. Helsinki: WSOY.

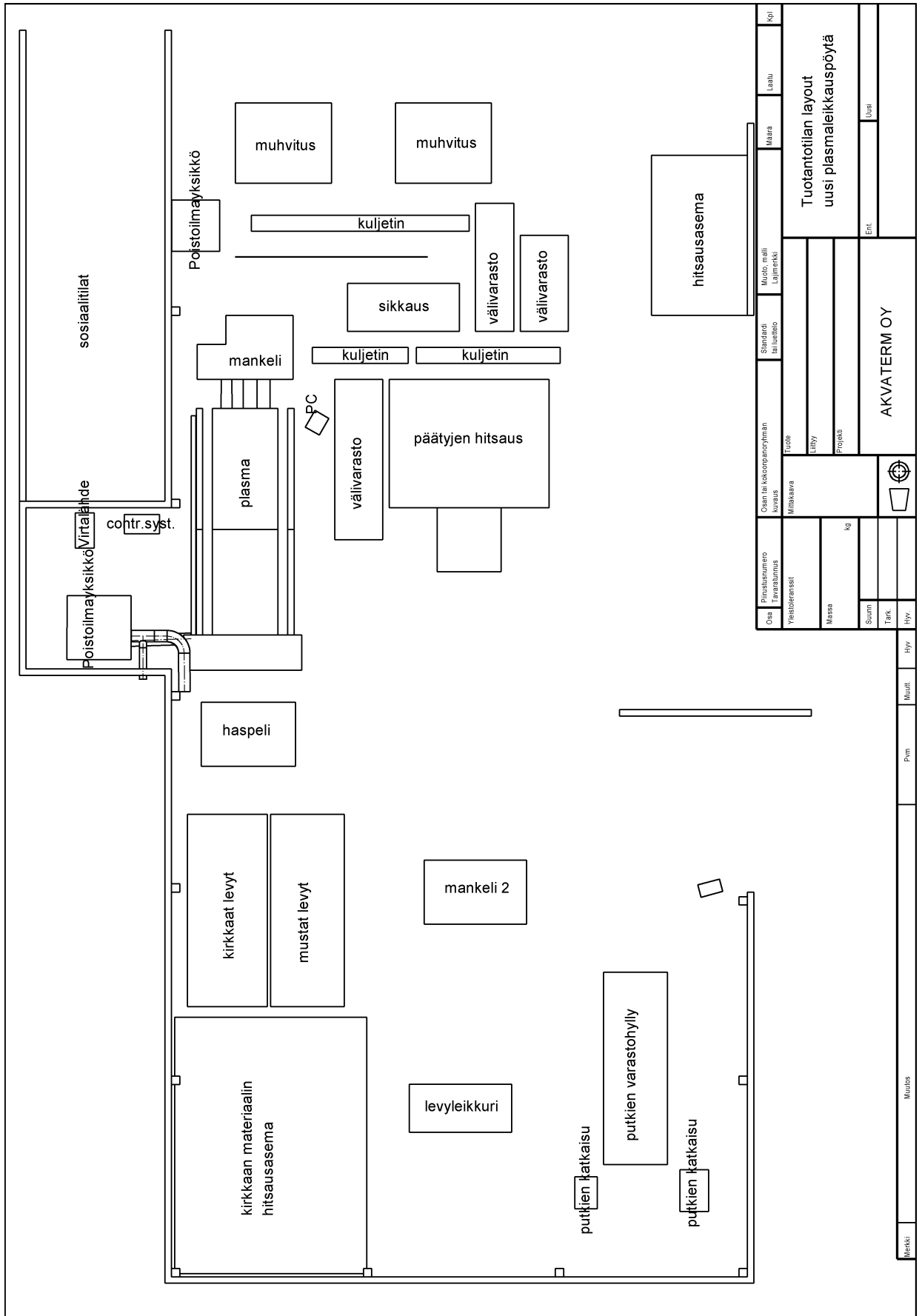
Oy Aga Ab esite. 1999. Termiset leikkausmenetelmät.

LIITTEET

- 1 Tuotantotilan layout ennen muutoksia
- 2 Plasman layout
- 3 Uusi layout
- 4 Asennuskaavio
- 5 Vanhan plasman väliaikainen sijoituslayout

Plasman layout





Projekti	Tuote	Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Chien tai kokonaisuuden kuvaus	Mahtava	Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Yhteystiedot	Mahtava	Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Massa	kg	Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Summ		Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Tark		Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Hyy		Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Pvm	Muutt	Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Muutos		Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
Merkki		Standardi lauseke	Muoto, malli lauseke	Maana	Laatu	Kopi
AKVATERM OY						
Tuotantotilan layout uusi plasmaleikkauspöytä						
Eht.						

Asennuskaavio

Summary Media Supply for Plasma Cutting Machine with HPR130XD/M

