



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

Höyry- ja lauhdejärjestelmän lauhdekoneikon modulointi ja mallinnus

Case: Metso Paper Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Muovitekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Marjo Lehtinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Muovitekniikka

LEHTINEN, MARJO:

Höyry- ja lauhdejärjestelmän
lauhdekoneikon modulointi ja mallinnus
Case: Metso Paper Oy

Muovitekniikan opinnäytetyö, 48 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2012

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli moduloida ja mallintaa Metso Paper Oy:lle höyry- ja lauhdejärjestelmälle uusi lauhdekoneikko. Tarkoituksena oli keskittyä koneikkoon lähinnä sen mittatietojen muuttumisen kannalta. Muuta tärkeää huomioitavaa oli mm. tilankäyttö, se miten komponentit saataisiin aseteltua niin, että ne veisivät mahdollisimman vähän tilaa. Kun koneikkoa saatiin pienennettyä, vähenivät samalla kustannukset ja tilantarve. Oli myös huomioitava muotoilu. Kappaleiden piti olla siistin näköisiä (ei raskaita ohjelmille), mutta kuitenkin tunnistettavissa olevia ilman ylimääräisiä lisäosia. Tarvittavat kappaleet moduloitiin, jotta koneikkojen määrä saatiin tiputettua vain muutamaan. Lisäksi modulointi helpottaa tuotehallintaa. Koneikkojen koot valittiin siten, että ne kattavat asiakastarpeet.

Varsinaisessa työosuudessa perehdytään koneikon kappaleiden suunnitteluun, putkistoon sekä niiden modulointiin. Suunnittelutyökaluna käytin Catia V5 -ohjelmaa. Opinnäytetyö aloitettiin etsimällä vanhoista projekteista lauhdekoneikkojen ja niiden osien mittakuvia. Kuvista otettiin päämitat ja sovellettiin Metson sanelemien kriteereiden mukaisesti. Muut mitat jouduttiin soveltamaan muiden projektien kuvista. Näin kappaleista tuli oikean näköisiä.

Moduloinnissa apuna käytettiin Excel-pohjaista suunnittelua. Sen ideana on saada kappaleelle joustavuutta, luoda monipuolista valikoimaa sekä saada siitä mahdollisimman asiakasohjautuvaa. Modulointia hyödynnettiin opinnäytetyössä tiputtamalla mallinnettavien kappaleiden määrää siten, että jokaista kappaletta tuli vain yksi ja niiden kokoa hallittiin Excel-taulukon kautta.

Yhteenvedossa tarkastellaan työtä kokonaisuutena ja kerrotaan tärkeimmät tulokset. Lisäksi mietitään, miten koneikkoa voidaan kehittää jatkossa, jotta moduloinnista saataisiin paras mahdollinen hyöty irti. Tulokset ja johtopäätökset ovat esitettynä opinnäytetyön loppupuolella.

Avainsanat: modulointi, 3D-mallintaminen, höyry- ja lauhdejärjestelmä

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Plastic Engineering

LEHTINEN, MARJO:

Modularization and modeling of a condensate unit for a steam and condensate system

Case: Metso Paper Oy

Bachelor's Thesis in Plastics Engineering, 48 pages, 3 appendices

Spring 2012

ABSTRACT

The aim of the thesis was to modulate and design a new condensate tank for a steam and condensate system for Metso Paper. It was important to take into account the dimensions of the tank. Other main factors were for example the use of space: what would be the best place for the components so that they would take as little space as possible. As the tank gets smaller, so do the expenses. Other important issues were the design because the parts had to be as simple as possible but still recognizable.

Designing started by searching for information from previous projects. It included different dimensional drawings of different condensate tanks and their parts. The dimensions had to be compared to the criteria of the main dimensions that Metso had prescribed. Those dimensions that Metso hadn't designated had to figure out while the thesis progressed.

Modularization is excel-based designing. Its main idea is to have flexibility to the product, create a diverse portfolio and to make it as customer-driven as possible. Modularization also drops the number of the tanks to a minimum.

In addition to designing the thesis includes a little of the function of the paper machine as well as the steam and condensate system.

The summary part covers the whole thesis and describes the results that have been achieved by modularization. It also suggests development ideas that they could get the best possible benefit of it.

Key words: modularization, 3D designing, steam and condensate system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	3
3	HÖYRYN LAUHTUMISENERGIAN KÄYTTÖ PAPERIKONEEN SYLINTERIKUIVATUKSESSA	4
3.1	Paperikone	4
3.2	Paperin kuivatus	5
3.3	Höyry- ja lauhdejärjestelmä	8
3.4	Lauhdekoneikon osat ja toiminta	12
4	3D-MALLINTAMINEN JA MODULOINTI	14
4.1	3D-mallintaminen	14
4.2	Suunnittelu Metso Rautpohjassa	16
4.3	Modulointi	17
4.4	Moduloinnin edut Metsolla	19
4.5	Konfigurointi	20
5	KÄYTÖNNÖN TOTEUTUS	22
5.1	Koneikon mallintaminen	22
5.2	Lauhdekoneikon modulointi	28
5.3	Moduloinnin käyttäjäystävällisyys	36
5.4	Koneikon siirtäminen VPM:ään	37
6	YHTEENVETO	41
6.1	Jatkokehitysideoita	43
7	LÄHTEET	46
	LIITTEET	49

SANASTO

Entalpia Entalpia eli höyrystyslämpö on lämpömäärä, joka tarvitaan muuttamaan ilmakehän paineessa ja 100 °C:ssa oleva vesikilo höyryksi.

Lauhde Vesi, joka on jäähtynyt höyrystä.

Läpipuhallushöyry

Lauhteenpoiston yhteydessä virtaava höyry (kuivatusosa).

Modulaarisuus

Tuotevarianttien luominen valmiiksi suunniteltujen moduulien avulla.

Moduuli Standardisoitu yksikkö, joka on vaihdettavissa/yhdistettävissä toisiin moduuleihin.

Paisuntahöyry

Lauhdevedestä uudelleen höyrystynyttä höyryä.

PDM Product data management. Metson tietokanta, josta löytyy tarvittavat dokumentit sekä piirustusnumerot.

Standardikomponentti

Standardisoitu kappale, joka sisältää vain muutaman muuttuvan elementin niin, että sitä voidaan käyttää useissa muissa yhteyksissä niitä kuitenkaan muuttamatta.

VPM Catia V5 -tietokantaohjelma.

1 JOHDANTO

Tuotanto sekä laitteet kehittyvät jatkuvasti, ja tähän haasteeseen on oltava valmis vastaamaan, mikäli kilpailussa halutaan pysyä mukana. Tuotteita pitäisi pystyä valmistamaan mahdollisimman pienin valmistuskustannuksin. Kehittäminen nähdään pitkällä aikavälillä tapahtuvana prosessina.

Opinnäytetyöni tarkoitus oli mallintaa ja moduloida lauhdekoneikko Metso Paper Oy:lle. Työ oli kehitystyötä jo valmiina olevalle lauhdekoneikolle. Kehityskohteina nousi esiin seuraavanlaisia asioita: Tilankäyttö tulisi ottaa huomioon, koska paperikoneen kellarikerrokset ovat ahtaita. Helpon asennettavuuden ja konttikuljetuksen vuoksi koneikko olisi hyvä jakaa osiin. Huoltokohteiden tuli olla helposti saavutettavissa. Koska yhtenä päätehtävänä oli moduloida koneikkoa, oli ilmiselvää, että muunneltavuus ja variointi nousivat myös pääkriteereiksi. Piti kartoittaa, mitkä parametrit ovat muuttuvia ja mitkä ovat pysyviä. Lauhdekoneikon osien sijoitus nousi myös tärkeään rooliin, koska niiden järkevällä asettelulla saatiin pienennettyä koneikon teräsrakenteen kokoa. Tällä tavalla myös turhaa putkistoa saatiin vältettyä sekä likahaittoja vähennettyä. Vaikka koneikkoa pienennettiin, oli silti muistettava, että putket sekä säiliöt tuli lämpöeristää 100 mm paksuisella eristekerroksella. Muotoilu oli myös otettava huomioon. Lauhdekoneikkomallista haluttiin mahdollisimman kevyt sekä helposti pyöriteltävissä oleva malli, mikä rajasi 3D-suunnittelua. Kappaleista oli silti saatava mahdollisimman tunnistettavissa olevan näköisiä. Ylläolevat kehityskohteet olivat myös suoraan verrannollisia lauhdekoneikon kustannuksien minimointiin.

Työssä mallinnettiin jokainen kappale uudelleen sovelletuin parametrein. Tarvittavat osat myös moduloitiin. Näin ollen koon vaihtuessa ei kappaletta tarvitse piirtää tai vaihtaa toiseen vaan koon voi vaihtaa suoraan kappaleeseen liitetystä excel-tilukosta.

Lauhdekoneikkoa koottaessa mietittiin tarkkaan osien paikat, putket, eristykset, kannatukset, moduloinnin vaikutusta teräsrakenteeseen sekä myös tulevia jatkokehitysideoita. Lisäksi pohdittiin, mitä työssä pitäisi lähteä jatkokehittämään,

jotta moduloidusta koneikosta saataisiin irti paras mahdollinen hyöty.

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Metso on kansainvälinen teknologiakonserni. Konserni pyrkii auttamaan asiakkaita jalostamaan luonnonvaroja sekä kierrättämään materiaaleja kestäväällä tavalla tuotteiksi. Metso Oyj on yksi markkinajohtajista paperinvalmistuslinjojen sekä kallion louhinta- ja mineraalien murskausjärjestelmien alalla. Toiminta jakautuu kolmeen pääliiketoiminta-alueeseen:

- Paperi- ja kuituteknologia
- Kaivos- ja maanrakennusteknologia
- Energia- ja ympäristötekniologia. (Metso annual report 2010).

Liikevaihto vuonna 2010 oli 5 552 miljoonaa euroa. Työntekijöitä koko konsernissa on 28 500 henkilöä 50:ssä eri maassa. (Metso annual report 2010).

Työn toimeksiantaja on Metso Paper. Se on yksi maailman johtavista paperinvalmistuslinjojen toimittajista. Sen markkinaosuus vuonna 2010 oli 32 %. Asiakkaita ovat mm. painopaperin, pehmopaperin ja kartongin valmistajat sekä mekaanisen ja kemiallisen massan valmistajat.

Metso Paper toimittaa

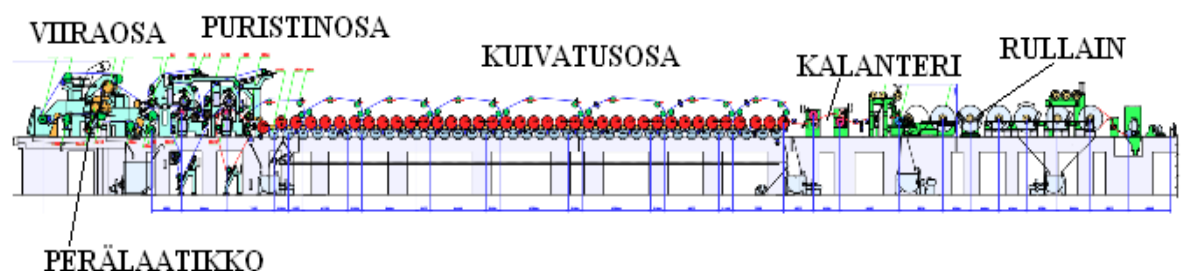
- paperi- kartonkikoneita (kokonaiset tuotantolinjat)
- pehmopaperikoneita (kokonaiset tuotantolinjat)
- laitteita ja koneita mekaanisen ja kemiallisen sellun valmistukseen
- paperi-, massa-, energia-, ja kaivosteollisuuden kudoksia ja suodatinkankaita
- vara- ja kulutusosia
- tietotaitoa (asiantuntija- ja huoltopalvelut) (Metso annual report 2010).

3 HÖYRYN LAUHTUMISENERGIAN KÄYTTÖ PAPERIKONEEN SYLINDERIKUIVATUKSESSA

3.1 Paperikone

Opinnäytetyöni liittyy paperikoneen lämmityksessä käytettävän höyryn lauhtuessa syntyvän veden ja höyryn muodostaman sekoituksen käsittelyyn.

Paperikone koostuu perälaatikosta, viira-, puristin- ja kuivatusosasta, kalanterista sekä rullaimesta. Kuviossa 1 on esitelty kyseisten osakokonaisuuksien sijainti paperikoneessa. Perälaatikon tehtävänä on sekoittaa ja toimittaa massa mahdollisimman tasaisesti viiraosalle koko koneen leveydelle. Viiraosalla aloitetaan vedenpoisto erilaisten komponenttien avulla (imutelat, formerit). Puristinosalla selluloosan kuiva-ainepitoisuutta lisätään puristamalla vettä pois. Tämän jälkeen paperi siirtyy kuivatusosalle. Tämä osa paperikoneesta vie eniten energiaa, koska siinä pyritään saamaan paperista kosteus pois ennen kalanterille siirtymistä. Sylinterit lämmitetään höyryn avulla. Kuivatuksen jälkeen alkaa ns. jälkikäsittelyosa, jossa ensimmäisenä vastassa on kalanteri. Kalanterilla pyritään viimeistelemään paperin pintaominaisuuksia sekä parantamaan paperin painettavuutta. Mitä hienompaa paperia (kiiltävyyttä, sileävyyttä) vaaditaan, sitä enemmän tarvitaan teloja/lämpöä/puristusta. Viimeisenä päästään rullaimelle, jossa paperi rullataan rullalle. (Metso Paper intranet 2011.)



KUVIO 1. Paperikoneen perusosat (MILL engineering tietokannat 2011)

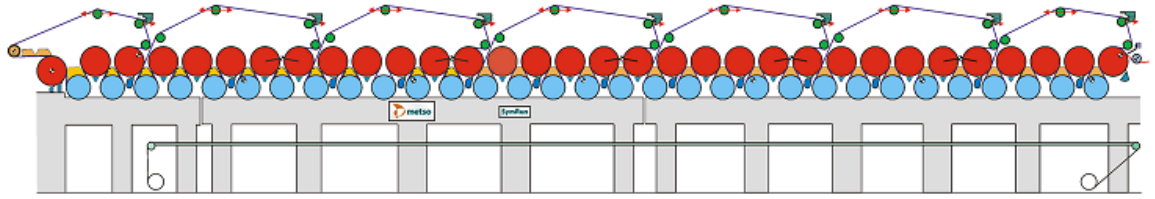
3.2 Paperin kuivatus

Viira- ja puristinosan jälkeen paperirainan kuiva-ainepitoisuus saadaan nostettua jopa 50 %:n tasolle mekaanisia vedenpoistomenetelmiä apuna käyttäen (puristaminen, imeminen, keskipakovoima) (Mäkinen 2005, 63). Kuivatusosalla liika kosteus poistetaan haihduttamalla höyryä. Tämän jälkeen kuiva-ainepitoisuus, riippuen paperinlaadusta, on 90 - 96 % (Yli-Heikkilä 2000, 76). Kuivatuksen tehokkuuteen vaikuttavat olennaisesti mm. ilmastointi, viirojen puhtaus/ominaisuudet, ilman kosteus, koneen geometria, ryhmien höyrypressureet ja sylinterien lämmönsiirrot (Myöhänen 1997, 102). Lämmönsiirtoon vaikuttavia tekijöitä taas ovat lauhteenpoiston tehokkuus, lauhdekerroksen paksuus sekä sylinteriseinämän paksuus.

Kuivatusprosessi alkaa viiraosalta. Sen päätehtävänä on muodostaa paperiraina poistamalla massasta vettä niin paljon, että saavutetaan noin 12 - 14 % kuiva-ainepitoisuus. Sen on oltava riittävän suuri, jotta siirtyminen puristimelle on helppo ja siellä saavutetaan hyvä ajettavuus. Viiraosaan kuuluvia pääkomponentteja ovat mm. vetotela, imutela, rintatela sekä palautustelat.

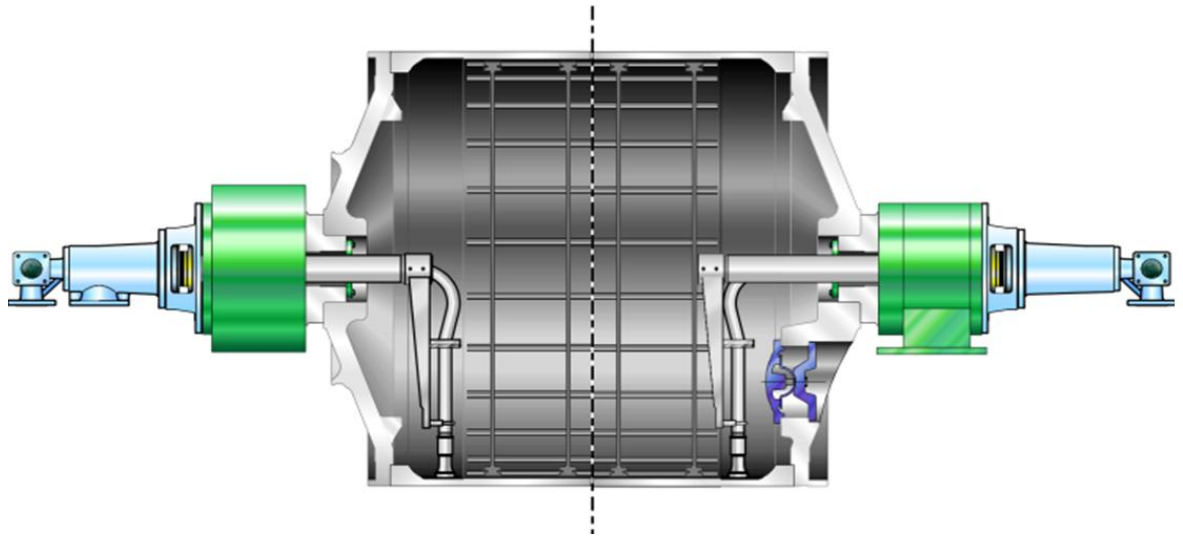
Puristinosalla rainan paksuus pienenee sekä kuitujen välinen kontaktipinta-ala kasvaa. Tämä johtuu siitä, että puristimella vettä poistetaan mekaanisesti. Päätaavoite on saada riittävä märkäluku, jotta kuivatusosalle siirtyminen sujuisi ilman katkoja.

Kuivatusosan päätehtävänä on kuivattaa paperi taloudellisesti laatua huonontamatta. Sylinterit ovat tavallisesti sijoitettu kahteen riviin lomittain ja paperiraina kulkee pujotellen sylintereiden lomitse. Kuivatus tapahtuu haihduttamalla. (Marttila 2006.)



KUVIO 2. Metso Paperin SymRun-konsepti (Dryer-suunnittelun tietokannat, 2011)

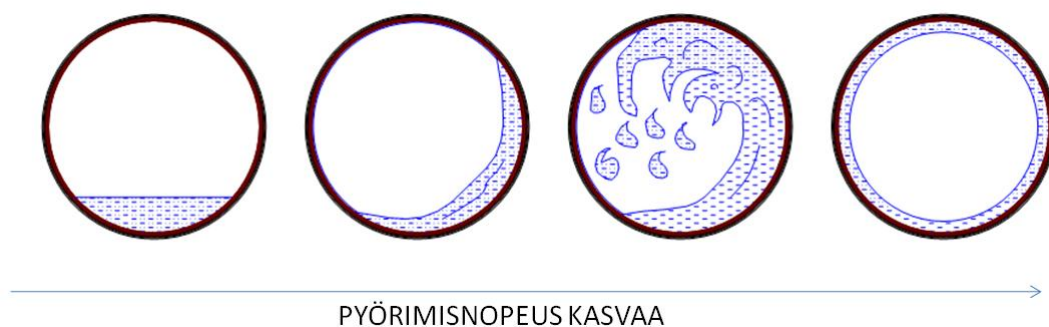
Paperin kuivatukseen oleellisena osana liittyvät kuivatussylinterit. Ne on yleensä tehty valuraudasta ja niissä on joko sisään- tai ulospäin kuperat päätykappaleet. Halkaisijaltaan ne ovat tyypillisesti noin 1,8-metrisiä. Paperin kuivatukseen käytetään normaalisti 50 - 70 kuivatussylinteriä. Höyrykytkimen avulla höyry johdetaan sylinteriin, jossa se luovuttaa lämmön sylinterin seinämille ja lauhtuu. Sifoneita apuna käyttäen lauhde poistetaan höyrykytkimien kautta lauhdesäiliöön. Lauhteen poisto tapahtuu sylinterin toisesta tai molemmista päistä.



KUVIO 3. Kuivatussylinteri (höyryn syöttö ja lauhteen poisto) (Dryer-suunnittelun tietokannat 2011)

Lauhteen käyttäytymiseen vaikuttavat sylinterin pyörimisnopeus, lauhteen määrä, sylinterin halkaisija ja lämpölistat. Sylinterin pyöriessä hitaasti lauhde on pääasiassa lammikkona sylinterin pohjalla. Nopeuden kasvaessa lauhde alkaa seurata sylinterin pyörimissuuntaa, josta se putoaa pohjalle (ns. lammikkotilanne). Kun huippunopeus saavutetaan, lauhdekerros muodostuu yhtenäiseksi kalvoksi sylinterin sisäpinnalle (ns. kehäytynyt). Jotta lämmönsiirtymistä saataisiin

tehostettua, sylinteriin laitetaan lämpölistoja, joiden avulla rikotaan kehäytynyt lauhde (Kuismin 1988, 112).



KUVIO 4. Lauhteen virtaus nopeuden kasvaessa (Pudas 2010)

Jotta kuivatusprosessista tehtäisiin mahdollisimman taloudellinen, tarvitaan siihen tehokas lauhteenpoisto. Tavallisesti paperikoneen ajonopeudet ovat niin suuria, että lauhteen poistoon tarvitaan avuksi paine-eroa. Tämä hoituu sifoneilla, joita on kahta eri laatua. Seisova sifoni on tuettu ulkoisesti, jotta se pysyy paikallaan sylinterin pyöriessä. Lauhde virtaa osaksi pisaroina ja osaksi nesterenkaina seuraten läpivirtaushöyryä, joka taas alentaa lauhdeveden tiheyttä sifoniputkessa. (Bird 1960, 780.) Seisovan sifonin etuja ovat mm. pieni paine-eron tarve, pieni läpipuhallushöyryn tarve, yleensä yksi sifonikoko konetta kohden. Lisäksi se soveltuu kaskadi- tai termokompressorijärjestelmille. Haittoina ovat mm. sifonin asennus, mekaaninen herkkyys värähtelylle sekä se, ettei lämpölistoja voida asentaa sifonin kohdalle (AEL 2000).

Toinen vaihtoehto on käyttää pyörivää sifonia. Se pitää pingottaa jousivoimalla haluttuun asemaan. Sifoni pyörii sylinterin mukana (Arjas 1983, 811 - 829). Etuja ovat mm. mekaaninen kestävyys (oikein asennettuna/mitoitettuna), voidaan sijoittaa lämpölistojen väliin, eikä se tarvitse lauhdeuraa. Haittoina ovat mm. se, että paineen- ja läpipuhallushöyryn tarve riippuu koneen nopeudesta, ei sovellu hyvin kaskadijärjestelmille eikä sovellu hyvin erittäin nopeille koneille (AEL 2000).

3.3 Höyry- ja lauhdejärjestelmä

Paperi- ja kartonkikoneiden höyry- ja lauhdejärjestelmät ovat aina yksilöllisesti suunniteltuja kokonaisuuksia ja ne voidaan jakaa kolmeen päätehtävään:

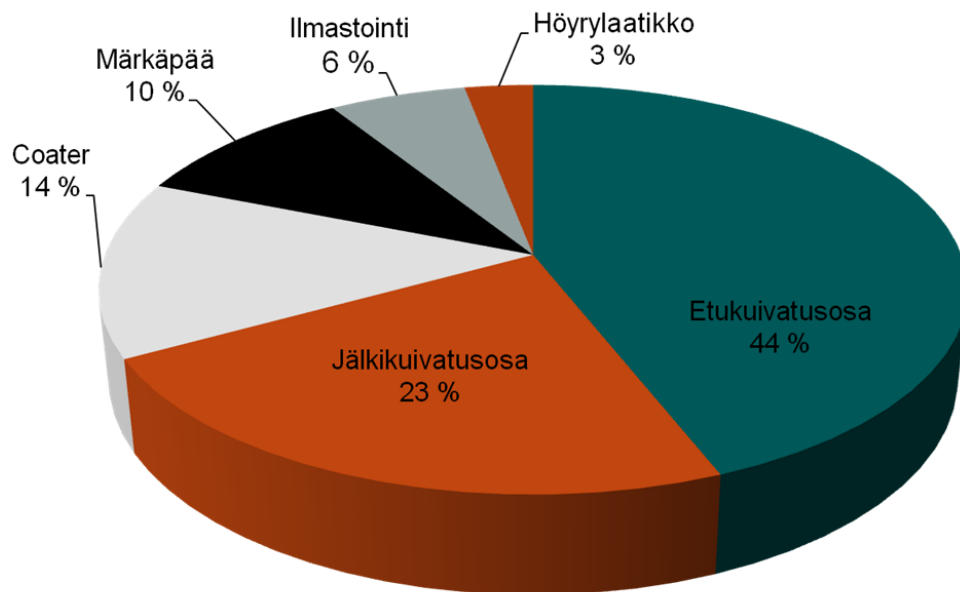
- Järjestelmän tulee taata kuivatusosalle riittävä lämpöenergian saanti, jotta paperiraina saadaan kuivatettua haluttuun kosteuteen.
- Järjestelmän tulee huolehtia esim. kuivatussylinterien lauhteenpoistosta höyryä tuhlaamatta.
- Järjestelmän tulee poistaa lauhtumattomat kaasut kaikissa olosuhteissa.
(Karlsson 2000, 496.)

Höyry lauhtuu kuivatussylinterissä samalla luovuttaen lämpöä vaipan läpi rainaan. Kuivatettava paperi asettaa tiettyjä vaatimuksia lämpötiloille. Tästä syystä sylinterit jaetaan höyryryhmiin, joissa pintalämpötiloja hallitaan höyrypaineiden avulla (Kormano 1985, 85).

Höyryjärjestelmän yleisimpiä kulutuskohteita ovat kuivatusosan höyryjärjestelmä (sylinterit), puristinosalla käytettävä höyrylaatikko, kalanterin telojen lämmitys, koneilmastoinnin lämmityshöyry sekä viira- ja puristinosan paperiradan yläpuolisten hoitosiltojen ja levystöjen lämmitykset.

Höyryä käytetään hyväksi myös muissa kohteissa (riippuen tehtaasta sekä sen toimintalaajuudesta). Näitä ovat mm. eri kohteiden lämmitykset (esim. rintatelan suihkuvesien lämmitys, viirakaivon lämmitys), lämminvesisäiliön katkolämmönsiirrin, AHR-katkolämmönsiirrin sekä kiertovoitelusäiliön ja separaattorin öljyn esilämmitys (AEL 2000).

Kuviosta viisi on yksi esimerkki siitä, miten höyryjärjestelmän kustannukset jakautuvat paperikoneessa.



KUVIO 5. Höyryjärjestelmän kustannusten jakautuminen (Pudas 2010)

Höyryjärjestelmä koostuu useista komponenteista:

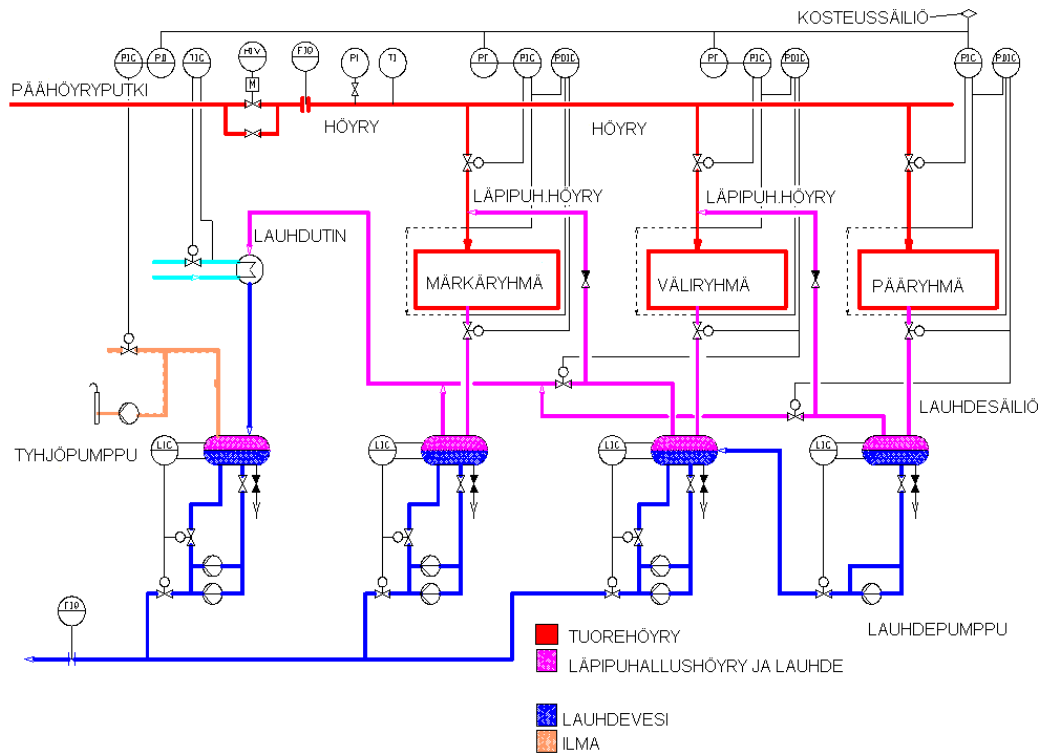
- lauhdetankit
- lauhdepumput
- lauhteenpoistimet
- tyhjäpumput
- ohjausjärjestelmä (paineen ja lämpötilan säätö, virtausmittarit, paikallismittarit, höyryn erottimet/lauhteen- ja ilmanerottimet
- säätö- ja käsiventtiilit
- höyryputkisto
- höyryryhmät ja sylinterit
- venttiilit

(Steam-suunnittelun tietokannat 2011).

Normaalisti paperikoneiden höyry- ja lauhdejärjestelmissä sovelletaan kahta eri perusjärjestelmää. Toinen on kaskadijärjestelmä ja toinen on termokompressorijärjestelmä. Myös näiden kahden yhdistelmiä on jonkun verran käytössä.

Kaskadijärjestelmän (eli läpivirtausjärjestelmä) perusajatuksena on johtaa höyry korkeapaineisesta matalampipaineiseen höyryryhmään. Järjestelmässä yleensä ottaen toteutuvat myös seuraavat ehdot:

- 1) Käytetään seisovien sifoneiden yhteydessä.
- 2) Käytetään vain, kun matalapainehöyryä on saatavilla ja sitä käytetään kuivatukseen. (Karlsson 2000, 496.)



KUVIO 6. Kaskadijärjestelmän toimintaperiaate (Pudas 2010)

Kuviossa kuusi on havainnollistettu kolmiportainen peruskaskadijärjestelmä. Kuvassa kuivatusosan sylinterit on jaettu kolmeen höyryryhmään: märkä-, väli- ja pääryhmään. Kuvassa on myös kuvattu lauhdutin sekä tyhjäpumppu. Pääryhmä saa tarvitsemansa höyryn päähöyryputkesta. Lauhdevesi johdetaan pääryhmän lauhdesäiliöön. Höyry- ja lauhdepuolen välisen paine-eron ansiosta höyryä virtaa lauhteen mukana säiliöön. Lauhesäiliö toimii näin myös höyryn ja lauhteen erottimena niin, että saatava läpipuhallushöyry voidaan johtaa väliryhmän kuivatussylintereille. Jotta höyry saadaan virtaamaan väliryhmään, tarvitaan pää- ja väliryhmän höyrypainelle hieman suurempi paine-ero mitä pääryhmän höyry- ja lauhdepuolen välillä on. Virtausta ei tapahdu ilman paine-eroa. Väliryhmä tarvitsee myös lisähöyryä päähöyryputkesta, jotta väliryhmän paine saadaan

pidettyä oikealla tasolla. Järjestelmää käytetään pääsääntöisesti paperikoneissa (AEL 2000).

Konesuunnassa ryhmien väliset painesäädöt hoidetaan ryhmien välisellä paine-erolla ja lauhteenpoisto sylintereiltä/höyryryhmästä hoidetaan ryhmän höyry- ja lauhdepuolen paine-erojen avulla (Karlsson 2000, 496).

Kuten kaikessa, myös kaskadijärjestelmässä on omat etunsa ja haittansa. Etuina voinee mainita, että normaalisti tarvitaan vain matalapainehöyryä eli yksi päähöyryputki. Se on perustoiminnaltaan varsin yksinkertainen järjestelmä, mutta kaikki ryhmitysvariaatiot sekä ryhmien sisäiset paineporrastukset ovat mahdollista toteuttaa. Investointi-, käyttö- ja energiakustannukset ovat alhaiset.

Suurimpana haittana on se, että ryhmien höyrinpaineiden säätöikkuna on pieni. Se ei myöskään sovellu pyöriville sifoneille matalan höyrinpaineen vuoksi. Kaskadijärjestelmä myös pakottaa ajamaan suunnitellulla paineporrastusperiaateella (tämä voi myös toimia etuna) (Pudas 2010).

Toiminnaltaan termokompressorijärjestelmä on melko yksinkertainen. Matalapaineisesta päähöyryputkesta syötetään jokaista höyryryhmää. Kaikilla on oma lauhdesäiliönsä, josta läpipuhallus- ja paisuntahöyry johdetaan termokompressorin avulla saman ryhmän höyryjakotukkiin. Termokompressoritaas saa virtansa korkeapaineisesta höyrystä ja motiivihöyrystä. Tästä syystä järjestelmällä on kaksi päähöyrylinjaa: matala- ja korkeapainehöyrylinja (Pudas 2010)

Termokompressorissa on ejektori, jonka tehtävänä on nostaa läpipuhallus- ja paisuntahöyryn painetta. Motiivihöyryn suuren virtausnopeuden ansiosta saadaan läpipuhallus- ja paisuntahöyryjä imettyä lauhdesäiliöstä ja höyryjen sekoittuessa termokompressorin diffuuseriosassa paine nousee. Termokompressorin jälkeinen paine riippuu siitä, kuinka paljon on motiivihöyryä ja mikä on sen paine. Saatava höyrymäärä on motiivihöyryn ja imuhöyryn summa (Pudas 2010).

Kaskadi/termokompressorijärjestelmä on käyttökelpoinen valinta, kun halutaan minimoida korkeapainehöyryn käyttöä paperin kuivatuksessa sekä halutaan

hyödyntää termokompressorijärjestelmän höyryryhmien toisistaan riippumaton säätötapa. Kaskadi/termokompressorijärjestelmää käytetään erityisesti paperikoneiden uusinta/korjaussuunnittelussa (halutaan säilyttää pyörivät sifonit, mutta märkä- ja väliryhmä halutaan ajaa alhaisilla paineilla sekä seisovilla sifoneilla) (Karlsson 2000, 496).

Höyryä käytetään paperinvalmistuksessa hyvin monipuolisesti hyödyksi sylinterikuivatuksen lisäksi:

- 1) Höyryllä lämmitetään vettä. Tyypillisiä käyttökohteita ovat prosessivesien lämmitys, paperikonehallin lämmitys, viirakaivon lämmitys, suihkuvedet sekä kalanterin telojen kiertoöljyt.
- 2) Höyryllä lämmitetään ilmaa. Tällä tarkoitetaan huuvan korvausilman lämmitystä, päällepuhallus ja leijukuivainten ilman lämmitystä.
- 3) Höyryllä lämmitetään suoraan paperirataa höyrystämällä sitä höyrylaatikossa. (Karlsson 2000, 496.)

3.4 Lauhdekoneikon osat ja toiminta

Tehtävänäni oli mallintaa ja moduloida lauhdekoneikko. Lauhdekoneikko voidaan jakaa muutamaankin pääkomponenttiin.

- 1) Teräsrakenne, johon kaikki komponentit sijoitetaan järkevästi tilankäytön suhteen sekä huoltoa ajatellen.
- 2) Lauhdesäiliö, joka sijoitetaan pystyasentoon (ennen sijoitettu useimmiten vaakasuoraan, mutta tässä koneikkoratkaisussa se vie vähemmän tilaa näin). Sen päätehtävänä on kerätä lauhtunut höyry talteen. Säiliötä valittaessa on otettava huomioon välikappaleiden määrä, lauhteen ja höyryn virtaus sekä tarvittava tila.
- 3) Lauhdutin, jonka päätehtävänä on lauhduttaa kaikki se höyry, jolle ei ole enää jatkokäyttöä, ja tuottaa haluttu alipaine. Yleisimmin käytössä on U-putki tai levyvaihdin, jotka kuuluvat koneikon kokoonpanoon. Kuten lauhdesäiliöt, myös lauhduttimet ovat paineastioita. Lauhdutinta valittaessa on otettava huomioon seuraavat asiat: lämpötila ja veden

lämpötilavaihtelut, puhtausvaatimukset, vaadittu maksimityhjän taso, sijainti sekä maksimi- ja minimitehot.

- 4) Lauhdepumppu on liitettynä yleensä lauhdesäiliöön. Sitä valittaessa on otettava huomioon seuraavia seikkoja: säiliön paine, maksimi lauhdelämpötila, maksimi nostokorkeus, imukorkeus (tärkeä, koska lauhde helposti höyrystyy pumpussa).
- 5) Tyhjäpumppu, jonka tehtävänä on imeä ilmaa sekä ei-lauhtuvia kaasuja systeemistä. Maksimi alipaineen ollessa noin 60 - 80 kPa tasolla, imuvaikutuksen tulisi olla vähintään 3 m³/min. (Karlsson 2000, 496.)

Maksimi alipaineen ollessa noin 60 - 80 kPa imuvaikutuksen tulisi olla vähintään 3 m³/min. (Karlsson 2000, 496.)

4 3D-MALLINTAMINEN JA MODULOINTI

4.1 3D-mallintaminen

3D-suunnittelu on nykypäivänä tärkeä osa suunnittelijan arkipäivää. 3D-mallintaminen mahdollistaa nopean suunnitteluprosessin sekä vähentää virheitä. Myös muutoksia on helpompi tehdä sekä visuaalisuus auttaa ymmärtämään ja hahmottamaan suunniteltuja tuotteita. 3D-mallintaminen on opeteltavissa aivan kuten kaikki muutkin taidot. Mallinnettaessa pitää kuitenkin ottaa huomioon hyvä tekniikan tuntemus asiasta, mallinnustaito ja kyky hahmottaa asioita kolmiulotteisesti. Suurin hyöty tulee kuitenkin siinä, kun uusia tuotteita suunniteltaessa ja prototyyppejä valmistettaessa 3D-mallintaminen auttaa säästämään kustannuksia (pitemmällä aikavälillä). Sitä voidaan käyttää monipuolisesti eri asioissa kuten tuotekuvien tekemisessä. 3D-mallintamisella varmistetaan myös osien yhteensovittelu ja rakenteen toimivuus. Se toimii myös hyvin lujuustarkastelumallin luomiseen sekä lujuusanalyysien pohjatietona.

3D-mallinnuksella tarkoitetaan tuotteiden suunnittelua kolmiulotteisesti. Näin kappaleet ja kokoonpanot näyttävät oikeilta ja niille annetaan sekä mekaanisia että fysikaalisia ominaisuuksia suunnittelun edetessä. Tuotteet suunnitellaan XYZ-koordinaatistoa apuna käyttäen (Tuhola & Viitanen 2008, 173).

Suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon tuotteen elinkaari ja miten se vaikuttaa ympäristöön. Elinkaaren vaiheisiin voidaan luokitella esim. tuotteen valmistus, käyttö ja hävitys. Ympäristövaikutuksia ovat mm. energian kulutus sekä ympäristön likaantuminen.

Kun haetaan ”täydellistä tuotetta”, on tärkeää, että tuotesuunnitteluprosessin alusta lähtien raaka-ainetoimittajat, työkalujen valmistajat, tuotesuunnittelijat ja

valmistajat työskentelevät yhdessä ja takaavat katkeamattoman informaation kulun. Näin voidaan ehkäistä suurin osa ongelmista ja ne voidaan ratkaista helpommin tai välttää kokonaan.

Mallinnus aloitetaan aina samalla tavalla, joka suurimmissa osissa tapauksia kulkee seuraavanlaista polkua:

1) Lähtötietojen keruu

- Valmis idea (luonnos tai tuote/toimeksianto ja sitä lähdetään työstämään)

2) Esivalmistelut

- Käytetään hyväksi asiakkaan pohjia ja syötetään tarvittavat määrittelyt.

3) Mallinnus

- Toimeksiannon pohjalta tehdään sketsi.
- Luodaan malli.
- Kahta edellistä kohtaa toistetaan niin usein, että suunnittelijalla on luotuna kaikki osat joita tarvitaan kokoonpanoon.
- Osista tehdään kokoonpano.
- Osista ja kokoonpanosta tehdään osaluettelot sekä 2D-piirustukset tuotetietoineen.

Mallinnus on helppo ymmärtää yllämainuttuna prosessina, mutta se sisältää vielä monia muitakin välivaiheita (riippuen myös yrityksestä). Malli on jatkuvasti tarkastelun alla, jotta lopullisen tuotteen laadusta voidaan varmistua ja todeta sen olevan suunnitelmien mukainen. Malli saattaa myös muuttua huomattavasti, kun siihen on suoritettu tarvittavat lujuus- ja törmäyslaskelmat. Näiden vaiheiden jälkeen voidaan varmistua siitä, että mallinnettu kappale tai kokoonpano on toimiva kokonaisuus, joka vastaa täydellisesti toimeksiantoa (Tuhola & Viitanen 2008, 173).

Metson suunnitteluprosessi voidaan jakaa seuraavanlaisiin vaiheisiin:

1) Valitaan konseptimalli

- paperilaatu, kartonkilaatu

- tavoiteltu tuotanto
- koneen nopeus ja viiran leveys
- 2) Paperikoneen perustuksien vaatimukset
 - staattiset ja dynaamiset kuormat (laskenta, kuormataulukot yms.)
- 3) Tuotantoon liittyvät tekijät
 - hinta
 - käytettävissä oleva kapasiteetti ja teknologia
 - ostettavissa oleva kapasiteetti ja teknologia
- 4) Tavoiteasettelu
 - käyttöön liittyvät (huollettavuus, korjattavuus, osien vaihtokelpoisuus)
 - turvallisuus (Suunnitteluohjeet, työpöytä 2011)

4.2 Suunnittelu Metso Rautpohjassa

Metso Paperilla hyödynnetään Catia V5 -nimistä (Computer aided three-dimensional interactive application) suunnitteluohjelmaa. Ohjelma soveltuu hyvin isojen kokoonpanojen pyörittämiseen, kuten Metsolla paperi- ja kartonkikoneet. Ohjelmasta löytyy myös monelle eri suunnittelutavalle suuntautuvaa ohjelmaa. Esim. normaaliin suunnitteluun käytetään Catia V5 assembly -ohjelmaa, kun taas minä käytin opinnäytetyössäni Catia V5 piping -ohjelmaa. Tämä mahdollisti minulle helpon tavan suunnitella putket kokoonpanossa.

Konesuunnittelu Metsolla tapahtuu suunnitteluryhmissä. Rakenneryhmien suunnitteluun kuuluu perälaatikko, viiraosa, puristinosa, kuivatusosa ja telasuunnittelu sekä komponenttisuunnittelu. Komponenttisuunnittelu pitää sisällään kaapimet, vesikalusteet ja muiden pienempien laitteiden suunnittelun. Automaatiosuunnittelu käsittää järjestelmäsuunnittelun (ohjelmistojen), sähkösuunnittelun sekä fluidisuunnittelun (hydrauliikkajärjestelmät, pneumatiikan sekä voitelujärjestelmät). Tehdassuunnittelussa keskitytään prosessi-, laitos- ja pienputkistosuunnitteluun. Prosessisuunnittelu sisältää höyry- ja lauhde-, tyhjö- ja vesijärjestelmät.

Suunnitteluprosessi aloitetaan tehdassuunnittelussa perustamalla projekti VPM:ään. VPM on Catia V5 -tietokantaohjelma, johon viedään kaikki 3D-kuvat ja mallit. Näin eri rakenneryhmät ja alihankkijat saavat tarvittavat tiedot haltuunsa. Suunnittelijalla on myös käytössään malli, jonka pohjalta lähdetään etenemään. Ensimmäiseksi rakenneryhmistä kerätään 2D-layoutit, joista tarjouslayoutin perusteella kootaan kone 2D:nä 3D-malliin. Moduloitu malli sisältää monipuoliset konseptit, joista valitaan haluttujen parametrien avulla lähelle oikeat perustukset ja rakennus, joita lähdetään projektikohtaisesti muokkaamaan. Kone sidotaan rakennukseen kiinni. Rakennuskonsultin piirustuksia apuna käyttäen muokataan mallin rakennus oikeaksi. Näin kaikilla rakenneryhmillä ja heidän alihankkijoillaan (suunnittelutoimistot) on käytettävissä rakennuksen malli sekä origo (sidottuna) tilankäyttöä varten. Jokainen ryhmä alkaa suunnitella omaa osa-alueitaan VPM:ssä, josta muut rakenneryhmät voivat niitä tarpeen mukaan ladata ja katsoa, etteivät esimerkiksi putkistot törmää. Tilankäyttötarkastelut koneen ympäristöstä varsinkin koneen käyttöpuolella ja määrässä päässä ovat 3D-suunnittelun myötä helpottuneet sekä suunnitteluvirheiden määrät ovat pienentyneet sekä kustannuksissa on säästetty. Mallin muokkauksen jälkeen tehdään piirustukset samalla ohjelmalla kuin malli eli CatiaV5 -ohjelmalla. Metsolla on laaja alihankkijaverkosto suunnittelutyön apuna.

Catia V5 -suunnittelussa on tarkat Metson määräämät kriteerit, joiden mukaan mallinnus sekä piirustukset tehdään. Näin asiakas saa piirustukset, jotka ovat samannäköiset ja samalla tavalla luettavissa (Catia V5 –suunnittelun tietokannat 2011).

4.3 Modulointi

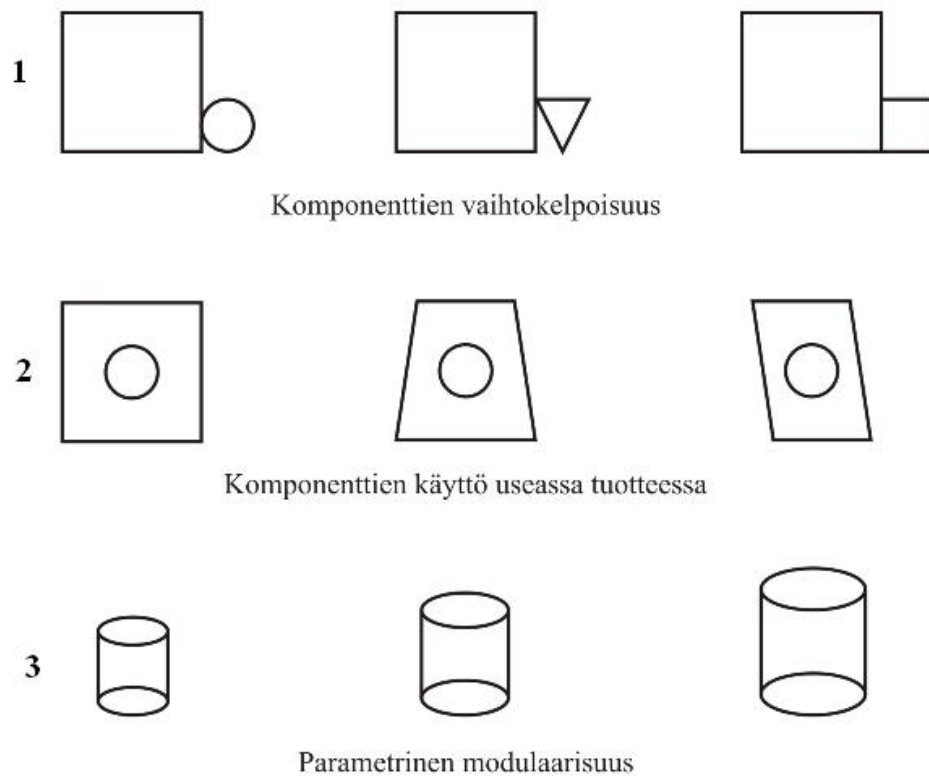
Moduloinnilla tarkoitetaan tuotetta, jolle on määritelty selkeät ja vakiona pidettävät rajapinnat. Kuitenkin se on fyysisesti hajotettavissa erilaisista asiakastarpeista johtuviin toisiinsa yhdistettäviin osiin eli moduuleihin. Moduloinnilla pyritään myös tuotteen fyysisten ja toiminnallisten rakenteiden samankaltaisuuteen. Näin päästään mahdollisimman suureen

standardikomponenttien lukumäärään, jotka ovat yhdistettävissä ja vaihdettavissa toisiin moduuleihin, sekä myös erilaisten tuotevariaatioiden parempaan hallintaan (muutokset voidaan rajata koskemaan vain tiettyä osaa tuotteesta). Moduloinnilla ei kuitenkaan pyritä lopputuotevalikoiman pienentämiseen, vaan tunnistamaan eri asiakasryhmien eri tuotteille asettamat vaatimukset sekä rajaamaan tuotteiden variointi strategisesti tärkeisiin ominaisuuksiin.

Modulointia voidaan hyödyntää eniten silloin, kun on tarve saada tuotteelle suuri muunneltavuus ja joustavuus sekä tehdä tuotteistosta mahdollisimman asiakasohjautuva (INSKO 1982, 59). Moduloinnista on usein hyötyä yrityksille, koska sillä voidaan mm. lyhentää uusien tuotteiden tuotekehitysaikaa sitomalla se suunnitteluun ja voidaan pienentää kehittämiseen liittyviä riskejä sekä nopeuttaa muutoksien tekemistä (osa vaikutuksista koskee vain tiettyä osaa tuotteesta) (Tampereen teknillinen yliopisto 2005). Myös erilaisten muutoksien tekeminen moduloituun kappaleeseen nopeutuu, koska muutokset koskevat vain tiettyä tuotetta tai osaa. Moduloinnin avulla voidaan lyhentää tuotannon läpimenoaikaa ja parantaa sen laatua, koska moduulit voidaan testata ja myös pitäisi pystyä testaamaan erikseen.

Modulointi aloitetaan selvittämällä asiakastarpeita, jotta voidaan varmistua siitä, että tarjottavat tuoteominaisuudet johtuvat todellisista asiakastarpeista. Kun asiakastarpeista on varmistuttu, ne muutetaan strategisesti tärkeiksi tuoteominaisuuksiksi sekä teknisiksi ratkaisuuksi (Sarinko 1999).

Moduloinnin avulla voidaan vaikuttaa kappaleen/lopputulokseen monella eri tavalla. Esimerkiksi moduulit ovat vaihdettavissa samaan perusyksikköön. Näin niistä muodostuu samaan tuoteperheeseen kuuluvia variantteja. Kokoonpanoon voidaan lisätä/poistaa moduloinnin seurauksena komponentteja (samaa moduulia käytetään useassa eri perusyksikössä/tuoteperheessä), tuotteen parametrisia arvoja voidaan määrittellä, erilaisia moduuleja voidaan yhdistellä rajapintojen avulla haluttuun järjestykseen (vrt. lego-palikat). (Ulrich & Eppinger 1995, 289). Kuviossa 7 on havainnollistettu yleisimmin käytetyt moduloinnin vaihtoehdot.



KUVIO 7. Eri modulointivaihtoehtoja (Sarinko 1999, 87)

Ryhmässä yksi voi havaita perusyksikön pysyvän samana, vain komponenttien vaihtuvan. Kyseistä menetelmää voitaisiin soveltaa esim. lauhduttimen muuttuvien yhdepaikkojen kohdalla. Ryhmässä kaksi huomataan komponenttien pysyvän samalla paikalla ja niiden olevan liikuteltavissa eri pääyksiköihin. Esimerkkinä voi mainita tietokoneen. Kovalevy on useimmissa tapauksissa sama, mutta sen ympärille rakentuva tietokoneen runko vaihtelee valmistajan mukaan. Ryhmässä kolme käytetään pääyksikön muokkaamiseen parametrista modulaarisuutta, mitä käytetään myös opinnäytetyössäni (Kuviot 15 ja 16). Koko muuttuu isommaksi tai pienemmäksi rungon (tässä tapauksessa mallinnetun kappaleen) pysyessä samana.

4.4 Moduloinnin edut Metsolla

Lähdin tarkastelemaan moduloinnin etua lauhdekoneikon suhteen. Sen seurauksena komponenttien määrä saadaan pudotettua minimiin. Moduloitu

lauhekoneikko on käytännöllinen myös tarjoussuunnittelussa ja asiakkaalle sitä esiteltäessä. Näin voidaan suoraan näyttää, minkä kokoista pumppua on tarjolla, miten se vaikuttaa koneikon teräsrakenteen mittoihin ja sitä kautta myös tilankäyttöön. Suunnittelutyö nopeutuu ja laatu paranee. Modulointi on myös logistisesti kustannustehokas. Tällä tavoin kappaleiden koot ynnä muut tärkeät parametriset tiedot tiedetään hyvissä ajoin. Näin kaikki logistiikkaan liittyvä voidaan suunnitella ajallaan ja huolellisesti. Valmistajien kanssa voidaan tehdä pidempiaikaisia sopimuksia tietyn kokoisista komponenteista, joita asiakkaalle sitten tarjotaan. Moduloinnin ansiosta myös asiakas voi pitkällä aikavälillä modifioida konetta kohtuullisin kustannuksin. Metso saavuttaa tällä myös arvokasta kilpailukykyä, mikä pidemmällä ajalla takaa myös työntekijälle turvaa ja hyvää tulevaisuutta.

4.5 Konfigurointi

Konfiguroinnin ideana on parantaa kykyä vastata tehokkaasti asiakkaiden jatkuvasti muuttuviin vaatimuksiin. Sen tuloksena syntyy asiakaskohtaisia tuoteyksilöitä. Näin asiakas voi tilausvaiheessa valita toiveidensa mukaisia toimintoja. Konfigurointiin siirrytään massa- tai projektituotteista. Metsolla keskitytään lähinnä projektituotteisiin. Se tarkoittaa, että tilauksen tultua ne suunnitellaan asiakaskohtaisesti. Projektituotteista siirryttäessä on yritys rajannut asiakkaiden toiveita tarjoamalla erilaisten valikoiman tuotevariantteja yksittäistuotteiden sijasta. Näin asiakas valitsee tuotteen ominaisuuksia valmiiksi määritellyistä vaihtoehdoista. On huomioitava se, että projektituotteessa konfiguroitava tuote eroaa siinä, että sitä ei suunnitella joka kerta uudelleen asiakkaalle. Se on määritelty tuotekehityksessä siten, että se mahdollistaa erilaisia tuoterakenteita asiakkaiden vaatimusten mukaan. Eli tilausvaiheessa komponentteja ei suunnitella asiakkaiden tarpeiden mukaan.

Konfiguroitava tuote käsitellään tuoteperheenä, jonka avulla muodostetaan tuoteyksilöitä. Valmistettava tuote voi olla suoraan asiakkaalle menevä tai se voi olla osa isoa kokonaisuutta (koostuu komponenteista). Komponentit voivat olla fyysinen osa tuotetta tai voidaan määrittää tietyin markkinakohtaisin syin

(moduuli). Esisuunniteltuja komponentteja käytetään useissa eri tuoteperheissä. Suunniteltavaan tuotteeseen voi kuulua erilaisia komponentteja ja moduuleja. (Sarinko 1999, 87.)

5 KÄYTÖNNÖN TOTEUTUS

5.1 Koneikon mallintaminen

Aloitin mallintamisen keräämällä tietoa toteutetuista projekteista. Selvitin uusimpien toimitettujen lauhdekoneikkojen päämittoja, tilavuuksia, tehoja, valmistajia sekä pumppujen tyyppejä. Erityistä huomiota kiinnitin seuraaviin asioihin (Metson sanelemat kriteerit):

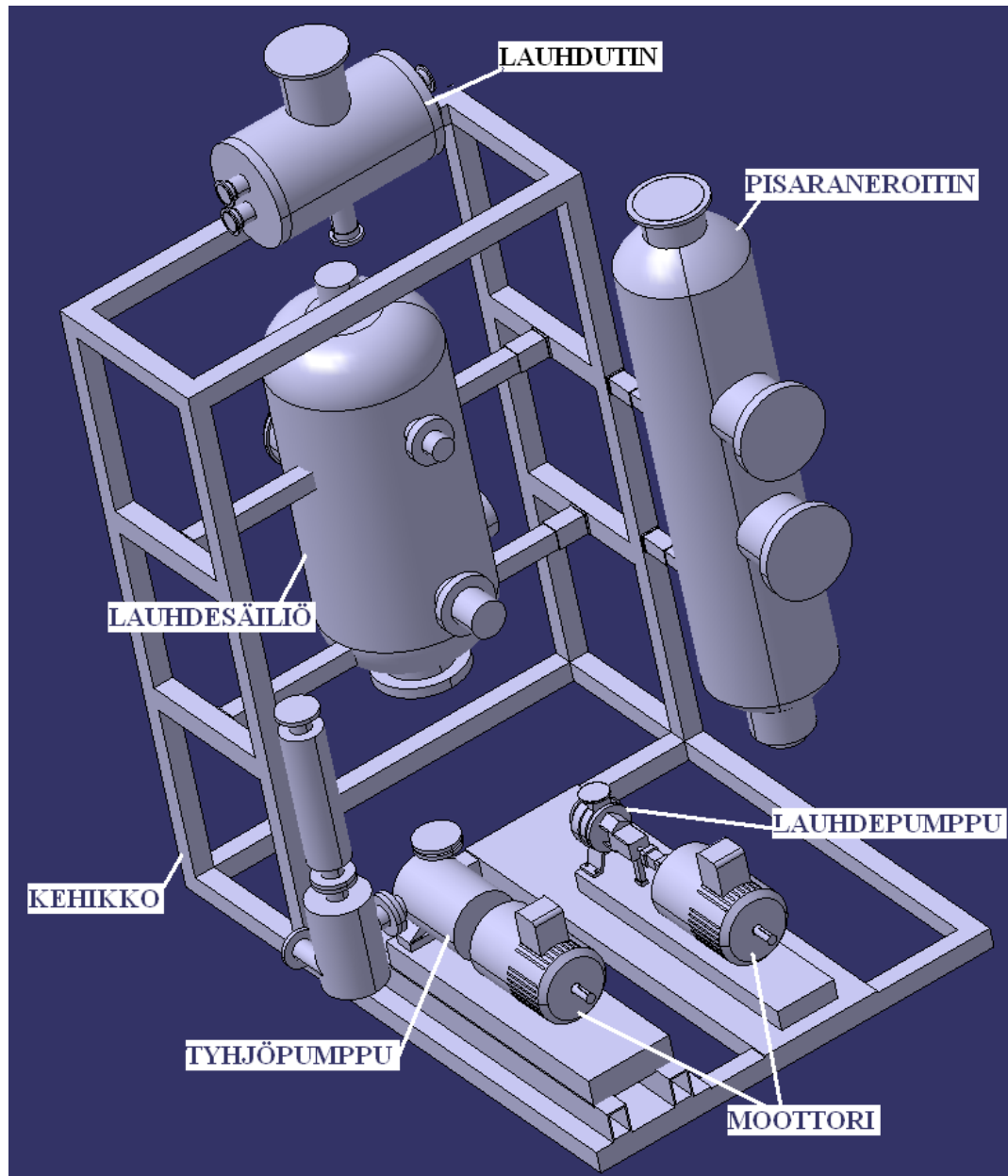
- lauhdutin (lämmönvaihdin)
 - o teho 1000-1500 kW
 - o U-putki (tai hitsattu/suora levylämmönsiirrin)
 - o vesimäärät (norm. 5 l/s maksimissaan noin 10 l/s)
 - o vesiputkiston suunnittelupaine 1200 kPa
- lauhdesäiliö
 - o pysty- tai vaakasäiliö, jonka tilavuus n. 1 m³
 - o eristepaksuus maksimissaan 120 mm
 - o suunnittelupaine +800 kPa... -100 kPa/-lämpötila 200 °C
- lauhdepumppu
 - o nostokorkeus 30 m
 - o imukorkeus 1,0–1,5 m
 - o virtausmäärät norm. 2,0–2,5 l/s, maksimissaan 3,5 – 4,0 l/s
- tyhjäpumppu
 - o vesirengaspumppu
 - o imuilma 0,1...0,18 m³/s
 - o maksimi alipaine 80 kPa.

Listasin löytämieni tietojen pohjalta yleisimmin käytetyt komponentit sekä vertasin niitä tarvittaviin kriteereihin. Kävin läpi eri suunnitteluajkaisia projektimappeja sekä projektien käyttö- ja hoito-ohjeita. Näiden tietojen pohjalta pystyin etsimään sopivat mittakuvat eri valmistajilta, joista sain tietooni mallinnettavan kappaleen päämitat. Vaikka päämitat löytyivät, jouduin soveltamaan ja sovittamaan muita mittoja kuvaan, jotta kappaleista tuli oikean näköisiä.

Mallintamisen edetessä jatkuvina kriteereinä oli huomioitava tilankäyttö, koneikon asennettavuus sekä kuljetus. Kappale oli mallinnettava niin, että sen huoltokohteet ovat helposti käsiteltävissä (lauhdutin, pumpput, säätöventtiilit). Putkiston yhdesuuntien muunneltavuus (oikea/vasenkätisyys) oli myös otettava huomioon. Muina tärkeinä tavoitteina nousi esiin mm. tyhjöpumpun sijoitus, kustannustehokkuus, lämpöeristyspaksuus sekä muotoilu.

Jokainen kappale mallinnettiin erillisenä osana (CatPart), jonka jälkeen loin kappaleista muutaman kokoonpanon. Se tarkoittaa kokonaisuutta, jossa on ydinosa ja sen ympärille on tuotu siihen liittyviä kappaleita/osia (Tuhola & Viitanen 2008, 173). Kokoonpanoa luodessani, minulla oli mahdollisuus käydä tutustumassa Metson koelaitoksen paperikoneeseen, mikä sijaitsee samalla tehdasalueella Rautpohjassa. Koneen viiranleveys on vain metri, mikä tarkoittaa sitä, että se on noin 10 – 20 % tuotantokoneen leveydestä, mikä taas vaikuttaa siihen, että lauhdekoneikot ovat minimaalisessa koossa. Sain sieltä kuitenkin hyvää näkemystä, miten alan rakentaa lauhdekoneikkoo.

Metson puolelta oli tärkeää, että kappaleet pysyisivät mahdollisimman yksinkertaisina tilankäytön kannalta. Ideana on lähettää koneikon 3D-kuva alihankkijalle, joka suunnittelee sen pohjalta Metson asiakkaan tarpeisiin sopivan mittakuvan. Kappaleiden yksinkertaisuus teki helpoksi esim. pumpun vaihtamisen eri toimittajien mukaan sekä kappaleen moduloinnin. Tämä myös helpotti mallin hakemista tietokannoista sekä sen pyörittämistä. Näin malli ei tule niin suureksi ja raskaaksi, että sen käyttäminen suunnitteluohjelmassa tulisi vaikeaksi.

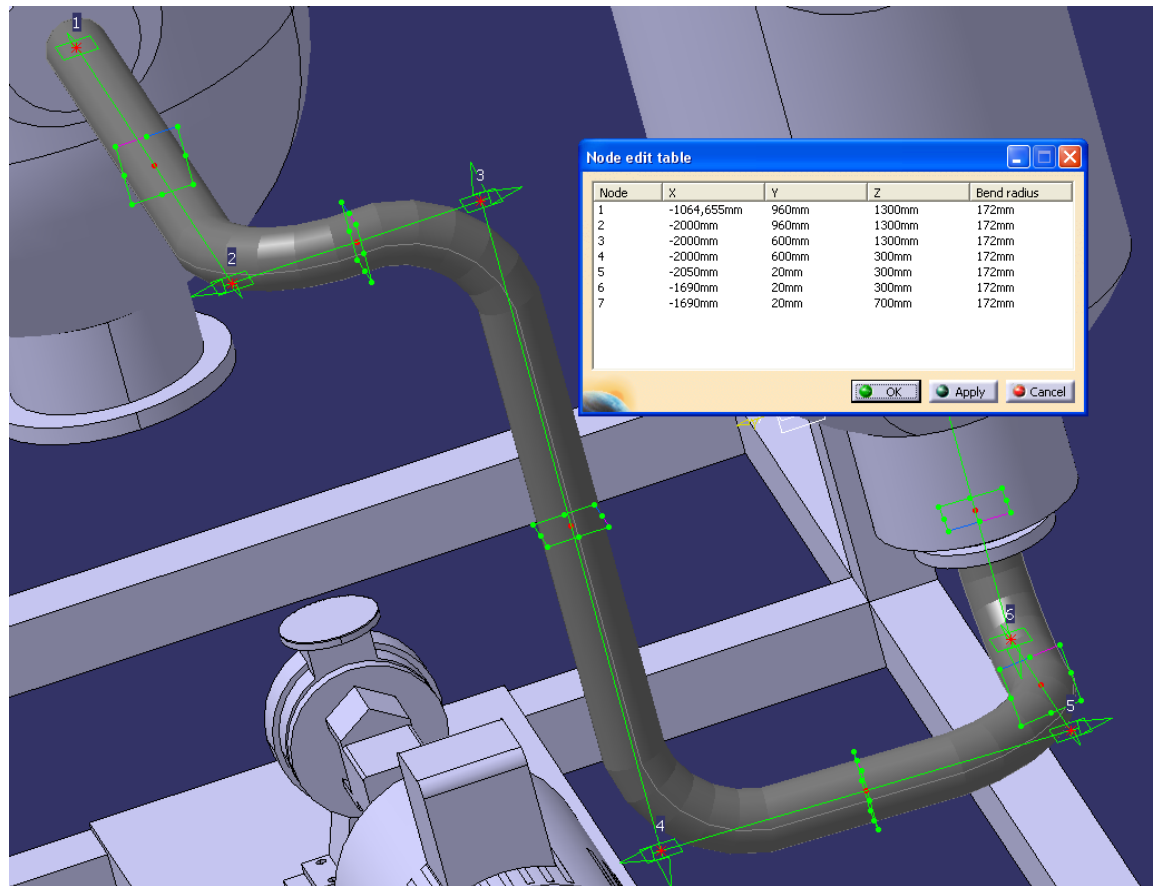


KUVIO 8. Tyhjäkoneikko ilman putkistoa

Kokoonpanon tekoa ei ollut tarkkaan määritelty. Ainoa noudatettava kriteeri oli, että lauhdesäiliö nostettaisiin vaaka-asennosta pystyasentoon. Näin säästettäisiin tilaa muutenkin jo ahtaissa paperikoneiden kellarikerroksissa, missä lauhdekoneikko sijaitsee. Siirsin tyhjö- ja lauhdepumpun paikkaa, mikä mahdollisti kehikon mittojen pienentämisen. Näin ollen putkistoa ei tarvitse vetää niin paljon, mikä taas johtaa rahalliseen säästöön. Kannakoinnissa päädyin ns. teleskooppikannakointiin. Kyseistä kannakointia käytetään myös prosessisuunnittelussa isojen ja painavien vedenerottimien kiinnityksessä menestyksekkäästi, joten siksi päädyin kyseiseen vaihtoehtoon.

Teleskooppikannakoinnissa komponentit voidaan paikoittaa paremmin asennusvaiheessa. Käytin työssäni putkipalkkeja. Perusideana oli se, että näin putkipalkit voidaan asettaa halutuille etäisyyksille ja hitsata kiinni (helpottaa siis liikuttelua). Työssäni käytin lauhdesäiliön kannakointiin 110 x 110, 100 x 100 ja 90 x 90 kokoja. Pisananerottimen kannakoinnissa käytin 90 x 90, 80 x 80 ja 70 x 70 kokoja.

Kun kokoonpano oli kasassa, suunnittelin siihen putket Catia V5 Piping-ohjelmaa apuna käyttäen. Putket piirsin suoraan kokoonpanokuvaan. Ensin piirsin laipat niihin päihin, joista lähti putkia. Putkiston suunnittelulle on monta erilaista tapaa, mutta itse käytin seuraavaa: Valittiin haluttu putkikoko, esim. DN100. Tämän jälkeen ohjelma haki jo ennestään olemassa olevasta Metson kirjastosta oikeanlaista putkityyppiä (kirjastosta löytyy myös putkiosat, käyrät, laipat, kaulusrenkaat, liittimet yms). Ohjelmaan valmiiksi tehdyt mallit nopeuttavat suunnittelua huomattavasti. Putken suunnittelu tapahtui XYZ-koordinaatistoa apuna käyttäen. Aluksi putki piirrettiin suurin piirtein haluttuun muotoon, suuntaan ja aloitus/lopetus -kohtaan. Kun haluttu putkiston paikka oli saavutettu, toiminto hyväksyttiin. Tämän jälkeen se mitoitettiin paikalleen apupisteitä sekä XYZ-koordinaatistoa apuna käyttäen. Apupisteet (Catia ohjelmassa node) loivat pisteitä putkiston eri vaiheille. Näiden pisteiden avulla pystyin muuttamaan putken pituutta apupiste ykkösestä, joka tässä tapauksessa tarkoittaa säiliöltä lähtevän putken pituutta ennen mutkaa (ks. kuvio 9). Node edit tablen kautta säädeltiin sopivat parametrit jokaiselle apupisteelle.



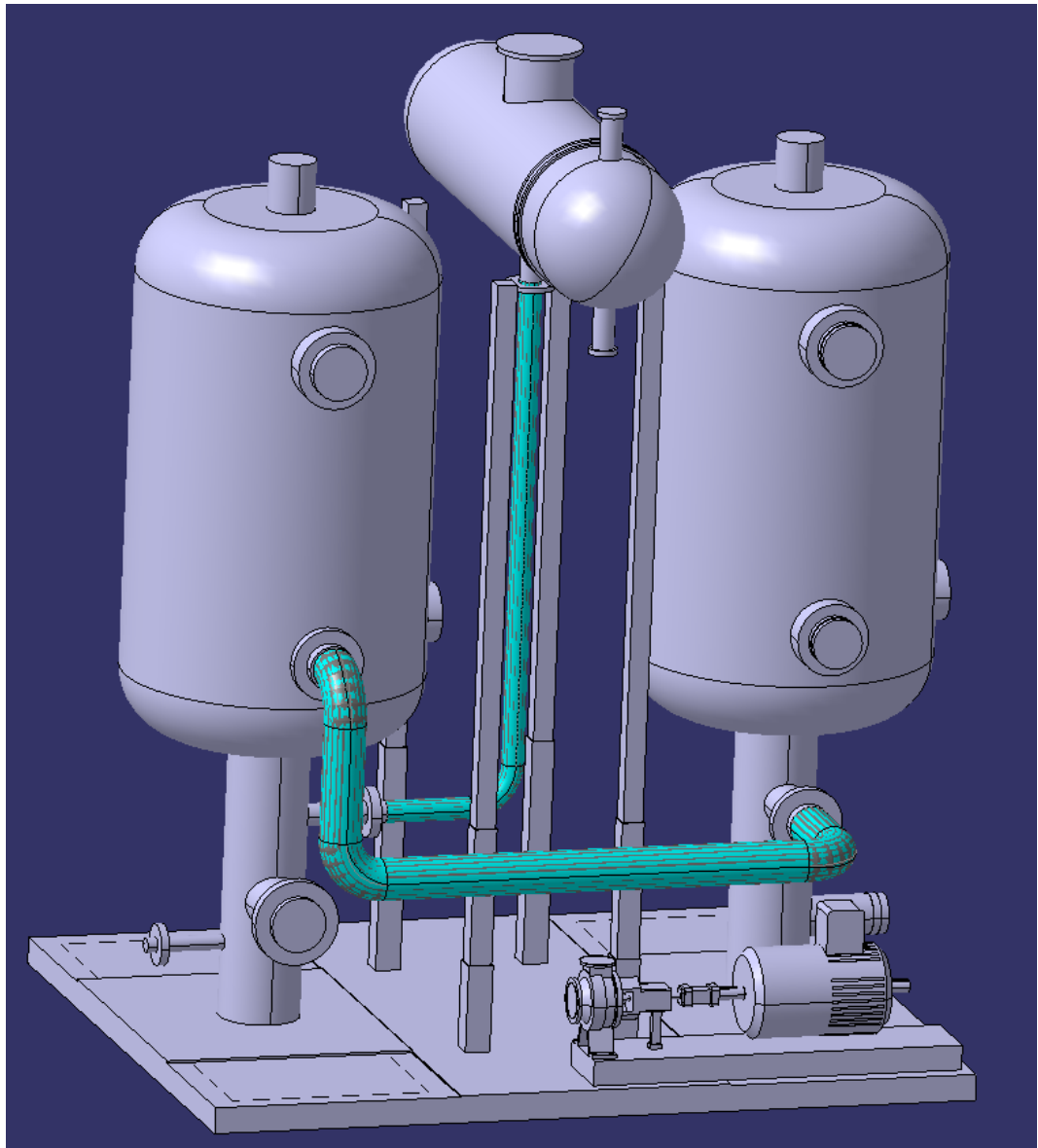
KUVIO 9. Apupisteet putkistossa

Putkia suunniteltaessa oli otettava huomioon myös niiden eristys, joka tässä tapauksessa oli 100 mm. Koneikkoon en kuitenkaan piirtänyt putkistoa eristyksen kanssa, jotta koneikko olisi kevyemmän oloinen. Eristyksen mahtuvuus kuitenkin testattiin vaihtamalla työkalulla ”resize” putki DN100 putkeksi DN300.

Kokoonpanoja tuli yhteensä kolme: tyhjäkoneikko kahdella eri pumpputyypillä sekä koneikko tuplasäiliöillä ja U-putkivaihtimella. Kappaleiden sijoittelun teki haastavaksi se, että päätin pitää teräsrakenteen ulkomitat samoina. Näin ollen kappaleet piti sijoitella koneikkoon siten, että esimerkiksi lauhdepumpun koon kasvaessa, rakenne ei silti muuttaisi ulkomittojaan. Sijoittelussa oli myös otettava huomioon huoltomahdollisuudet eli ihmisen helppo pääsy koneikon kuluville osille ja tarkastusluukuille. Sijoittelusta teki myös vaativan se, että moduloinnin seurauksena kappaleiden koot vaihtelivat. Näin ollen isomman pumpun tai säiliön tuli mahtua samaan tilaan putkien kanssa, jolloin tila paikoittain muuttui ahtaaksi.

Tuplakoneikossa oli kaksi lauhdesäiliötä, lauhdepumppu sekä u-putkivaihdin. Tyhjökoneikon kehikkoa ei voinut käyttää hyödyksi tässä tapauksessa, koska tuplakoneikossa oli vähemmän isoja komponentteja. Myös lauhdesäiliö muutettiin seisomaan omalle jalalleen. Kyseiseen ratkaisuun päädyin, koska näin pystytään säästämään paljon tilaa sekä se myös helpottaa logistisia asioita. Säiliön pohjassa löytyvä tyhjennysyhdettä jatkettiin alas saakka. Siitä tehtiin säiliölle ns. jalka. Tyhjennysaukko siirrettiin jalan sivustaan. Putkipalkkien päälle laitoin 5 mm paksun teräslevyn. Se tekee kehikosta helpomman putsata, eikä kehikko ja sen ympäristö likaannu yhtä helposti (vain 5 mm, koska sen ei tarvitse kannattaa mitään painoa, tukijalusta tulee erikseen). Lämmönvaihtimen paikalle vaihdettiin myös u-putkivaihdin. U-putkivaihtimen kannakointiin päädyin myös teleskooppiratkaisuun. Lauhdesäiliöön lähti u-putkivaihtimen jaloista panta, jolla tuettiin säiliötä. Lauhdepumpun alle laitoin 10 mm teräslevyn, jonka päälle pumppu hitsataan.

Muutosten jälkeen kokosin tuplakoneikon kokoonpanoksi ja tein siihen ulkoisen putkiston. Tyhjökoneikkoa tehdessä olin ottanut tilankäytön jatkuvasti huomioon eri kanteilta. Tämä helpotti tuplakoneikon tekoa suuresti. Kuvioista 10 voi nähdä tuplakoneikon kokoonpanokuvan Catia V5 -ohjelmalla tehtynä.



KUVIO 10. Tuplakoneikon kokoonpanokuva

5.2 Lauhdekoneikon modulointi

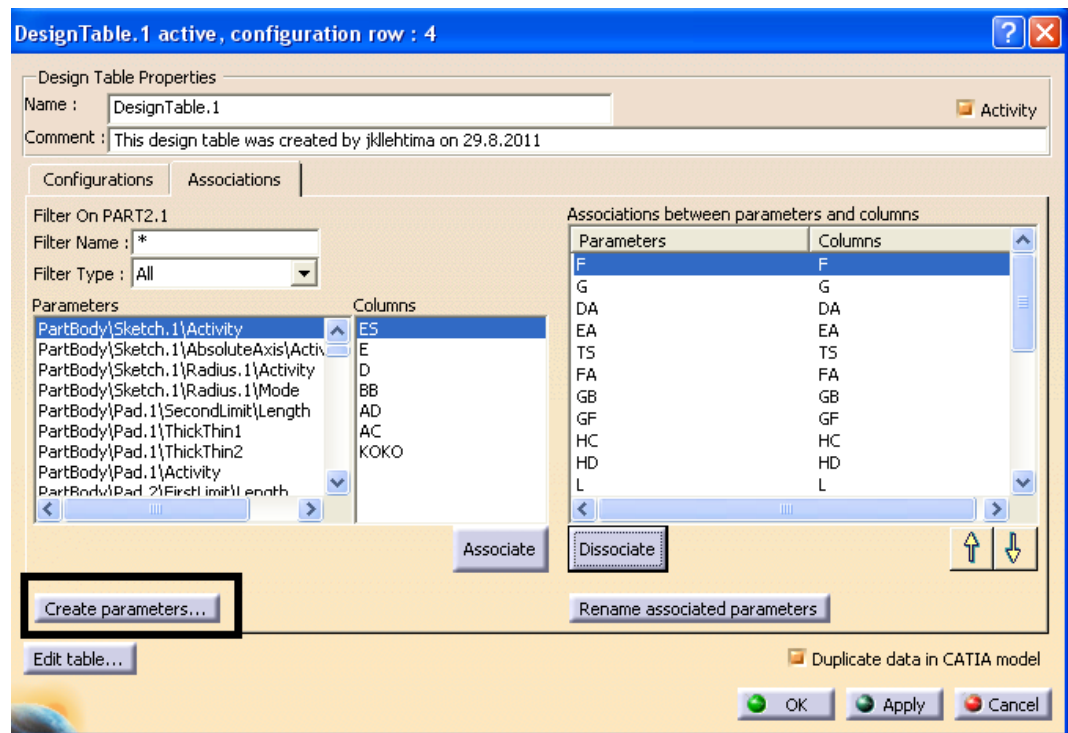
Aloitin moduloinnin tarkastelemalla jokaista osaa erikseen. Selvitin, mitkä ovat muuttuvia parametreja sekä miten ne vaikuttavat toisiinsa. Aloin myös kartoittaa parasta mallintamistekniikkaa. Sen piti olla tarpeeksi yksinkertainen, että myös he, jotka CatiaV5 -ohjelmaa eivät käytä päivittäisessä työssään, selviävät siitä nopeasti ja vaivattomasti esim. suunnittelun alkuvaiheilla ja asiakastapaamisissa. Moduloinnista sekä muuttuvien parametrien lisäämisestä tehtiin erillinen ohjekirja Metson höyry- ja lauhdesuunnittelun käyttöön.

Päädyin käyttämään Excel-pohjaista suunnittelua. Loin Excel-tilukon, johon listasin muuttuvia parametrejä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että moduloitavasta kappaleesta tarkasteltiin heti alkuvaiheessa, mitkä mitat ovat muuttuvia. Taulukossa 1 on esimerkki siitä, miten modulointia lähettiin rakentamaan. Ensimmäisessä sarakkeessa on kyseessä olevan kappaleen koko, tässä tapauksessa se oli moottorin koko kilowatteina. Seuraavaksi lähdin listaamaan muuttuvia parametrejä kyseisestä kappaleesta.

TAULUKKO 1 Modulointipohja excel-tilukossa

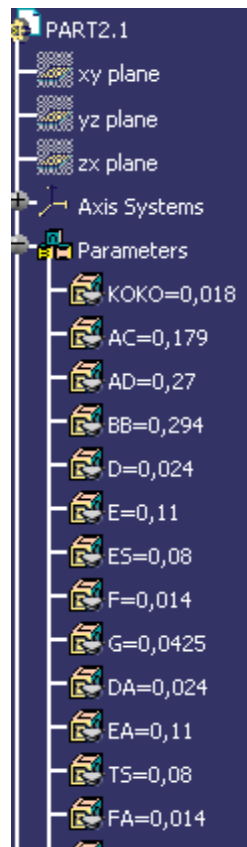
KOKO	AC	AD	BB	D	E	ES	F
0,004	0,111	0,18	0,177	0,014	0,06	0,045	0,008
0,011	0,156	0,25	0,254	0,021	0,11	0,08	0,012
0,015	0,156	0,25	0,398	0,021	0,11	0,08	0,012
0,018	0,179	0,27	0,294	0,024	0,11	0,08	0,014

Kyseisen taulukon parametrit on suhteutettu kiinalaisen valmistajan, LV-motorsin mittakuviin. Oli huomioitava, että Excel-tilukkoon mitat oli ilmoitettava metreinä. Kun sain listattua muuttuvat parametrit taulukkoon, se piti sitoa toimimaan CatiaV5 -ohjelman kanssa. Mallinnettu kappale avataan ja klikataan Desing Table -nappia. Koska Excel-tilukko on jo luotu valmiiksi, hain sen ja hyväksyin toiminnon. On huomioitava, että excel-tilukko on nimetty samalla nimellä kuin mallinnettu kappale. Tällä sain varmistettua sen, että Excel-tilukko sekä mallinnettu kappale toimivat varmasti yhdessä ja säästyin mahdollisilta ohjelman virheiltiltä tai sekoittamiselta. Tämän jälkeen piti luoda parametrit. Juuri luotu desing table avataan ja valitaan parametrit (tässä tapauksessa kaikki), jotka halutaan luoda kuvion 11 osoittamalla tavalla. Muutettavat parametrit saa nimetä, miten haluaa, ja niiden nimiä pystyy muokkaamaan myös jälkeenpäin.



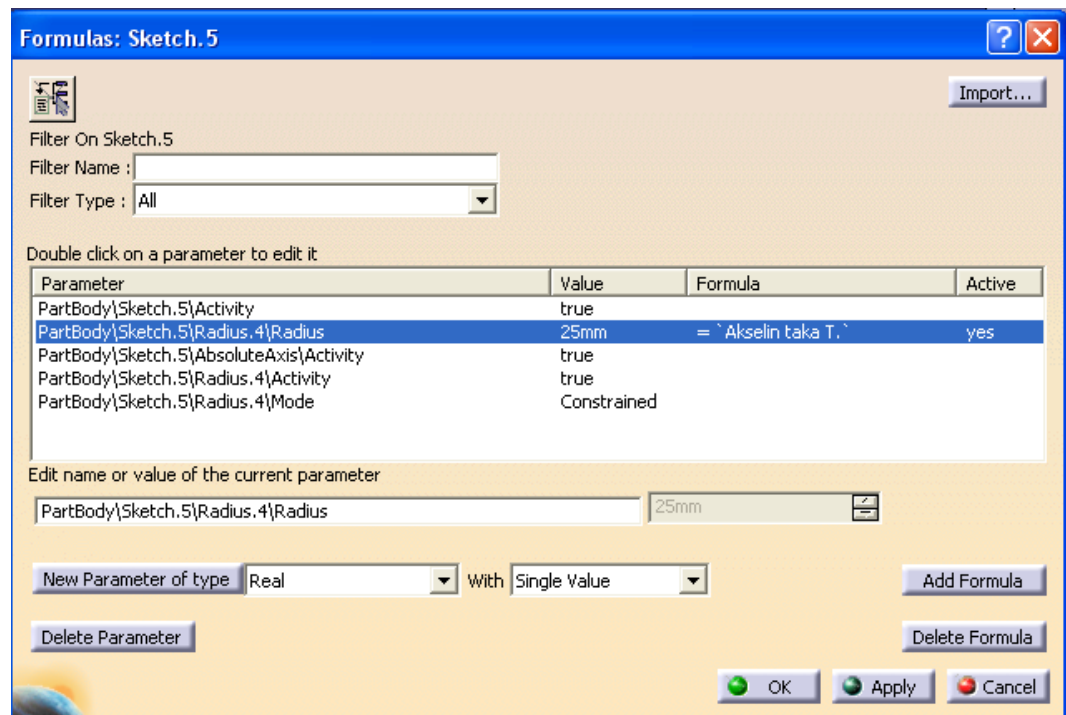
KUVIO 11. Parametrien luonti

Valitaan create parameters ja painetaan OK. Näin ohjelma luo parametrit, jotka ovat nähtävillä rakennepuusta kuvion 12 osoittamalla tavalla



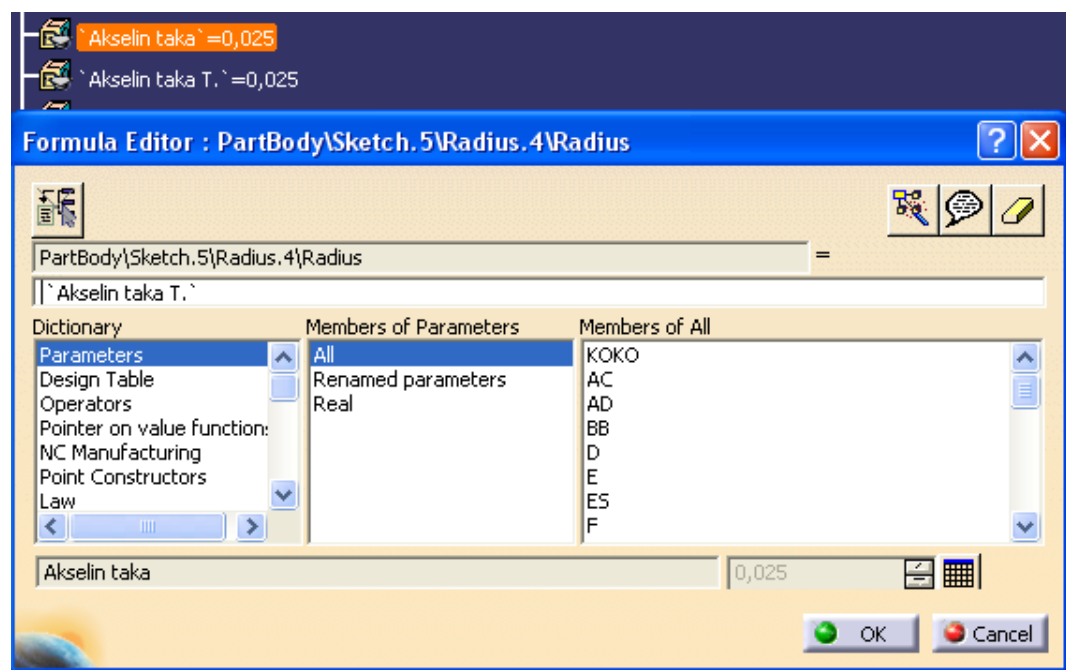
KUVIO 12. Luodut parametrit

Kun parametrit on saatu listaksi ja näkyviin, pitää ne sitoa mallinnetun kappaleen mittoihin. Se tehdään formula X -toimintaa apuna käyttäen. Valitsin sen piirteen, minkä halusin sitoa Excel-taulukkoon syötettyyn mittaan.



KUVIO 13. Mitan sitominen Excelliin

Tämän jälkeen valitsin vielä parametrin, johon mitta sidotaan. (Valinta tapahtui kaksoisklikkaamalla kyseistä parametriä)



KUVIO 14. Parametrin sidonta kappaleen mittaan

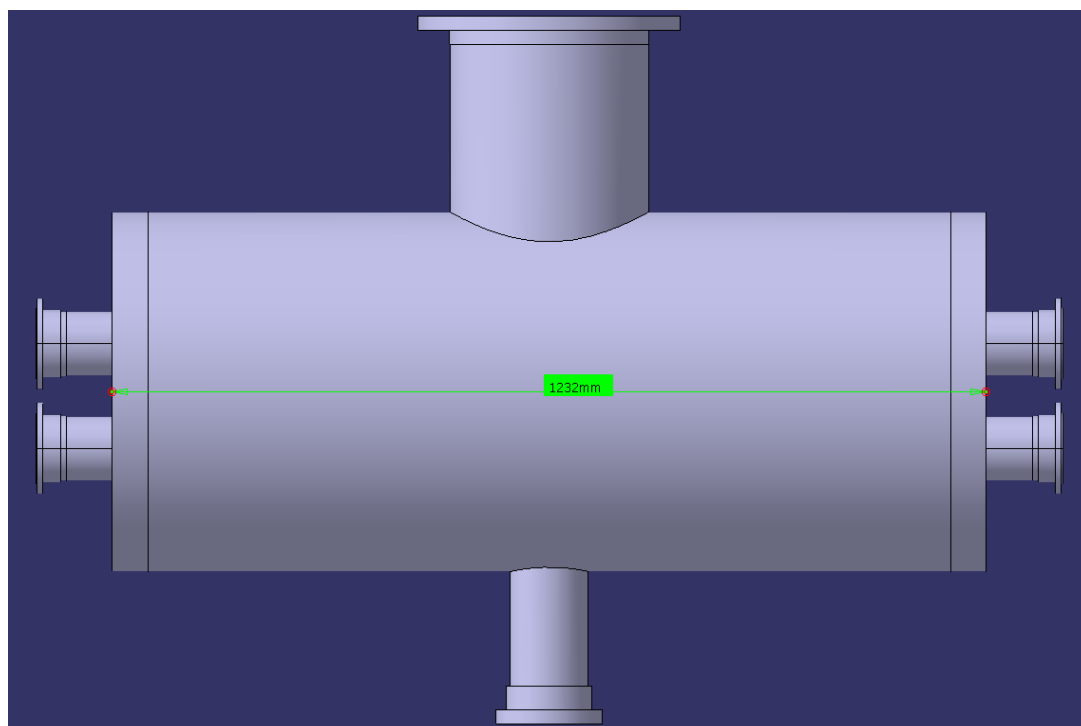
Kyseinen toiminta toistetaan jokaiseen haluttuun muuttuvaan parametriin. Kuitenkin, jos kyseessä on esimerkiksi reiän siirtäminen (jonka parametrit tietyistä pisteestä tiettyyn pisteeseen ovat samat), ei välttämättä jokaiselle reiälle tarvitse luoda omaa excel-pohjaista mittausta. Näin säästytään ylimääräisiltä sekaannuksilta parametrien valinnassa, sekä se näyttää siistimmältä. Kun halutut formulat on luotu, saamme kappaleen, joka muuttuu tarvittavilta osa-alueilta suhteessa sen kokoa vaihtamalla.

Alla olevista kuvioista voimme havaita lauhduttimen (lämmönvaihtimen) muuttumisen moduloinnin avulla. Lauhdutin, joka on kooltaan 3000 kW (Kuvio 16), on pituudeltaan 1232 mm. Moduloimalla lauhduttimen yllä olevalla tavalla, samasta mallinnetusta kappaleesta saadaan muutettua halutut parametrit pienemmiksi vaihtamalla kokoa parametreista. Kuviossa 17 1000 kW oleva lauhdutin halutaan vaihtaa rivillä yksi sijaitsevaan 3000 kW:n lauhduttimeen.

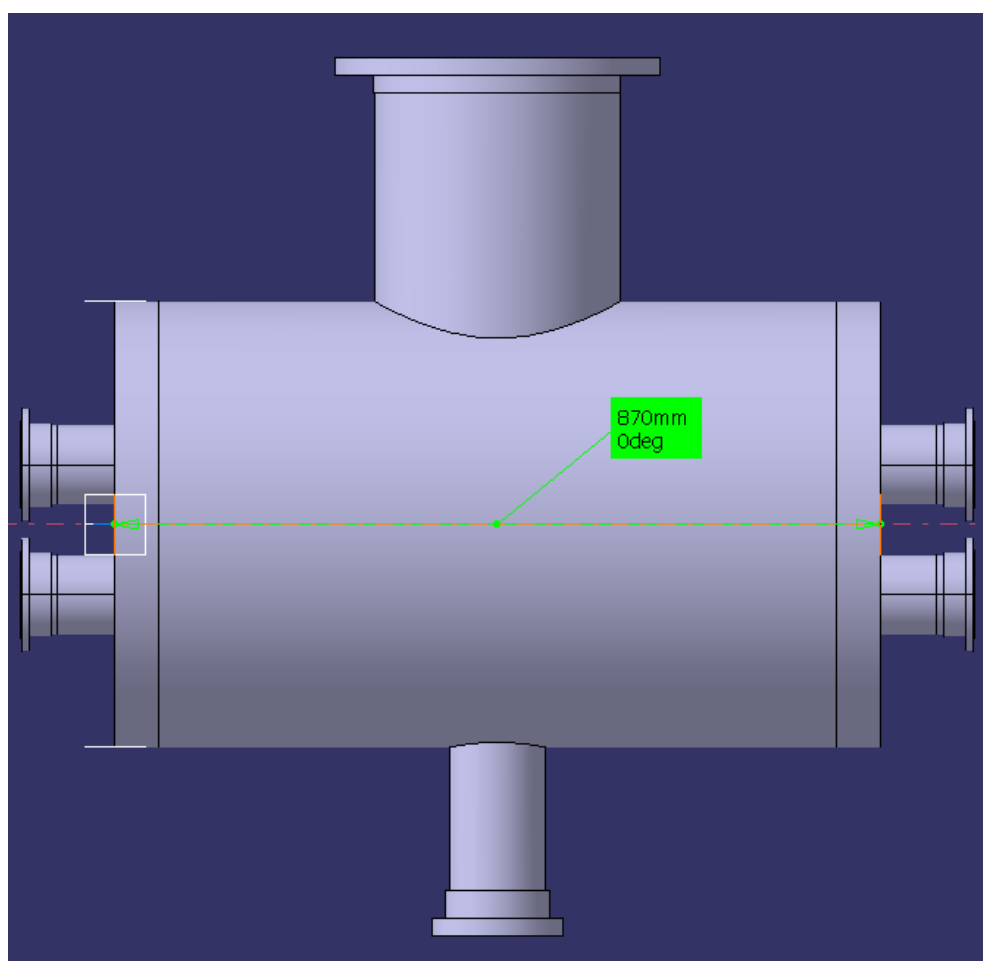
Line	PITUUUS	`YLÄ YMP. SIJAIN.1`	`YLÄ YMP. SIJAIN.2`	`YLÄ YMP. SIJAIN.3`	KOKO.1	`Plane 1`
1	1,132	0,566	0,566	0,566	3000	1,232
2	1,226	0,613	0,613	0,613	2000	1,276
3	1,132	0,566	0,566	0,566	1500	1,232
<4>	0,77	0,385	0,385	0,385	1000	0,87

KUVIO 15. Lauhduttimen koon vaihdos

Kuviosta 17 voidaan havaita, että kappale on edelleen sama (yhteet samoilla paikoilla ja samankokoiset), mutta se on kooltaan pienempi. Kyseinen lauhdutin on 1000 kW, ja se on pituudeltaan vain 870 mm.



KUVIO 16 Lauhdutin 3000 kW



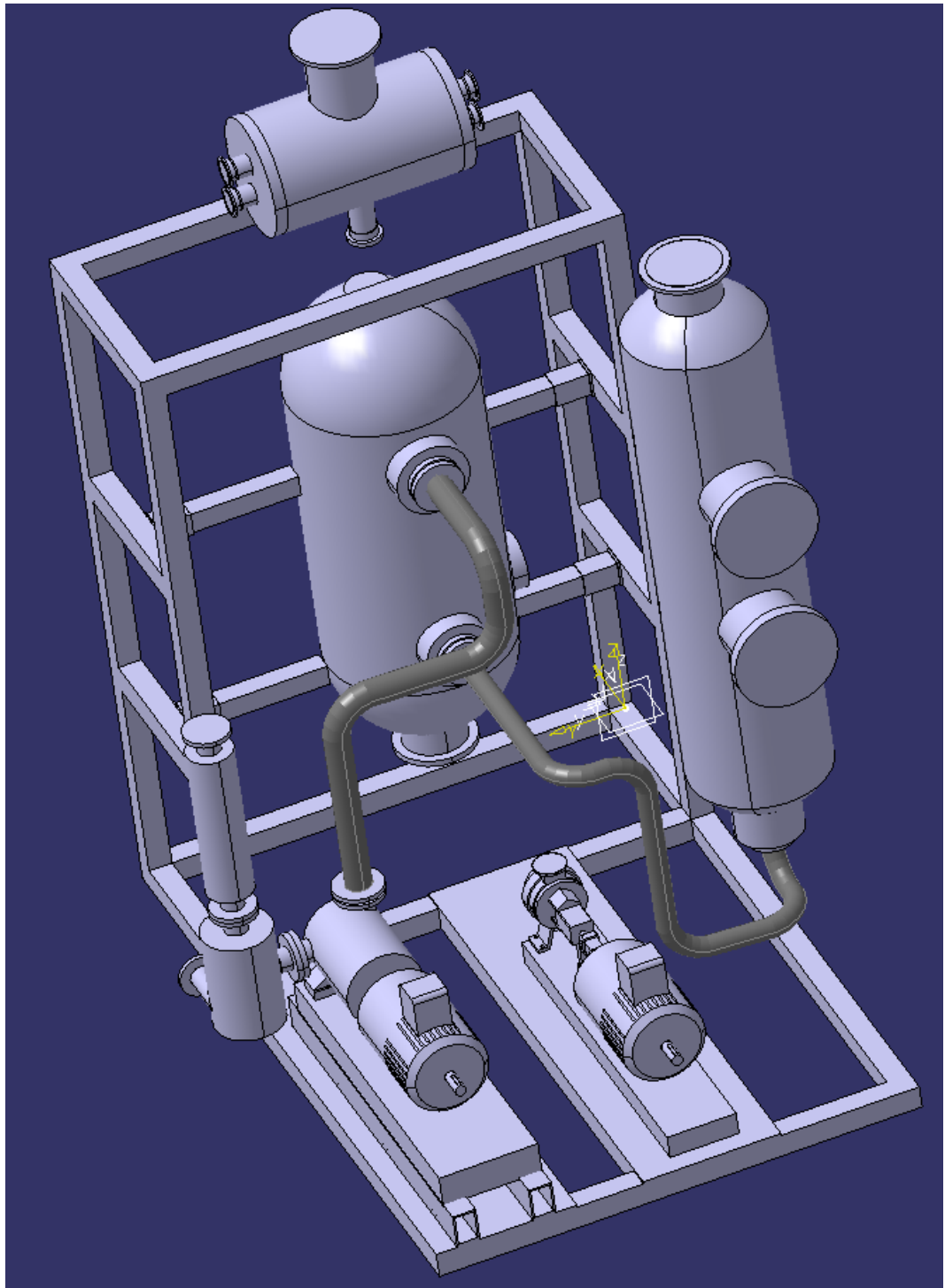
KUVIO 17. Lauhdutin 1000 kW

Kellaritasolla sijaitseva moduloitu lauhdekoneikko on helpotus tilankäyttöä mietittäessä. Vaikka runko pysyy samana, pystyyn nostettu lauhdesäiliö sekä moduloidut lauhduttimet säästävät tilaa, kun noustaan kohti konetasoa. Näin ollen myös erilaisia putkistoratkaisuja voidaan alkaa ottaa huomioon ja miettiä parhaita ratkaisuja. Koneikosta saadaan selkeä ja toimiva.

Haastavaksi osaksi modulointia havaitsin putkiston. Ohjelmaa ei ole kehitetty vielä niin, että moduloidut putket saisi tehtyä ja vaihdettua yllä osoitetulla tavalla. Päädyin mallintamaan ulkoiset putket eli niin sanotut kiinteät putket, jotka eivät liiku paikoiltaan. Päädyin myös ratkaisuun, että moduloitavat putket lisätään koneikkoon projektikohtaisesti. Koska jokainen projekti on erilainen, pystytään näin antamaan myös vapauksia putkiston suunnittelijalle, miten putket olisi parasta sijoittaa kussakin tapauksessa erikseen. Kuviossa 18 voimme havaita kiinteät putket sekä koko lauhdekoneikon kokonaisuudessaan.

Haasteita tuli myös siitä, että mallinnusvaiheessa haluttu mitta oli sidottu kohtaan, mikä moduloinnin yhteydessä olikin muuttuva parametri. Näin ollen koko kappale liikkui pois paikoiltaan. Tämä oli helposti korjattavissa, mutta vaati paljon työtä. Kun rakennetaan moduloitavaa kappaletta, on tärkeää tietää heti alussa muuttuvat parametrit. Näin säästytään turhalta työltä ja työtunneilta ja sitä myöten myös ylimääräisiltä kustannuksilta, mitä saattaa aiheutua suunnittelijan työtunneista tai Catia V5 -ohjelman lisenssin käytöstä. Moduloidut lauhdekoneikot on otettu suunnittelussa käyttöön, mutta niistä ei ole vielä 3D-kuvaa, joka selventäisi käyttöympäristöä.

Moduloinnista seuraavat kustannussäästöt perustuvat tällä hetkellä arviointeihin. Rahallinen kokonaisyöty saadaan selville vasta, kun putkisto varusteineen saadaan malleihin mukaan. Tämän hetkinen säästö perustuu päälaitteiden mallinnukseen, päämittakuviin sekä laitesijoituksiin. Arvioitu suunnittelukustannussäästö on tässä ensivaiheessa n. 15 - 20 %, mikä suunnittelutuntimäärissä tarkoittaa n. 40 – 60 tuntia/projekti. Kun putkisto varusteineen saadaan mukaan suunnitteluun, niin kustannussäästö nousee huomattavasti, jopa yli 50 %:iin. (Pudas 2011.)



KUVIO 18. Tyhjkoneikko ulkoisilla putkilla

5.3 Moduloinnin käyttäjäystävällisyys

Modulointi nopeuttaa suunnittelua huomattavasti. Näin jokaista kappaletta ei tarvitse erikseen suunnitella ja mallintaa, vaan se hoituu helposti mittoja

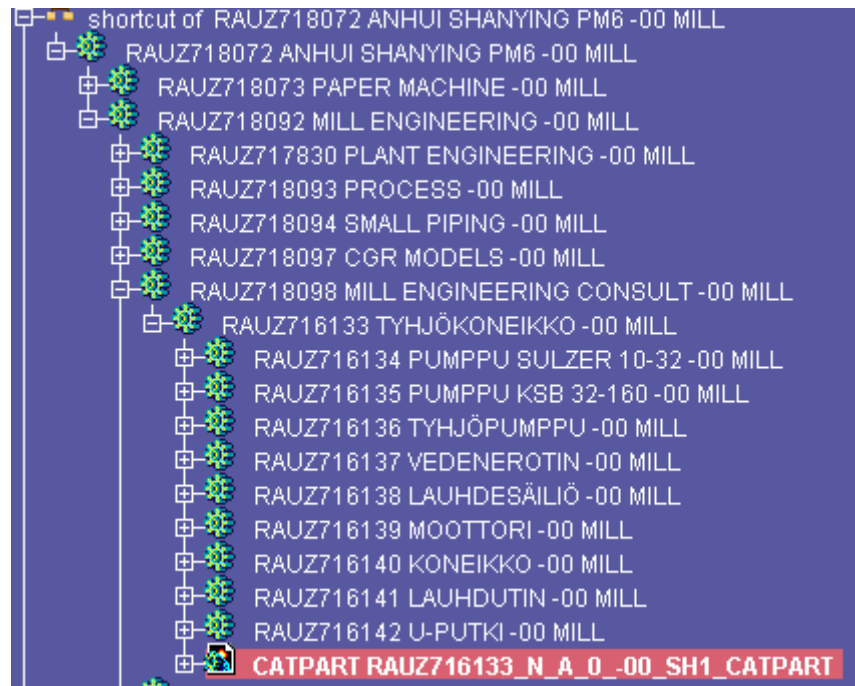
muuttamalla. Tällä menetelmällä saadaan turhia virheitä mallintamisvaiheessa vähennettyä, koska kappale on periaatteessa aina sama. Modulointi voidaan toteuttaa myös monella muulla eri tapaa riippuen tilanteesta ja sen järkevyydestä. Se on helppo toteuttaa, jos ottaa yllä mainittuja seikkoja huomioon heti suunnittelun alkuvaiheessa. Myös käyttö on helppo oppia ja se on yksinkertaista. Modulointia voidaan käyttää hyödyksi myös alihankkijoilla, koska Excel-taulukot siirtyvät mallinnetun kappaleen mukana kokoonpanoon ja sitä myötä alihankkijoille. Näin ollen heidänkään ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa kappaleen uudelleen mallintamiseen. Tarvittaessa myös asiakas hyötyy moduloinnin ominaisuuksista. Heille voidaan suoraan havainnollistaa tilankäyttöä esim. vaihtamalla nopeasti erikokoinen moottori, mikä taas johtaa siihen, että he pystyvät laskemaan tulevia kustannuksia paremmin.

5.4 Koneikon siirtäminen VPM:ään

Kun koneikko oli valmis, siirsin sen Catian tietokantaan VPM:ään. VPM:ään perustetaan jokaista projektia varten oma puunsa, johon suunnittelijat lisäävät mallinnettuja kappaleita projektin aikataulun mukaisesti. Näin rakenneryhmät sekä alihankkijat voivat hakea kappaleita tai kokonaisuuksia omiin tarpeisiinsa.

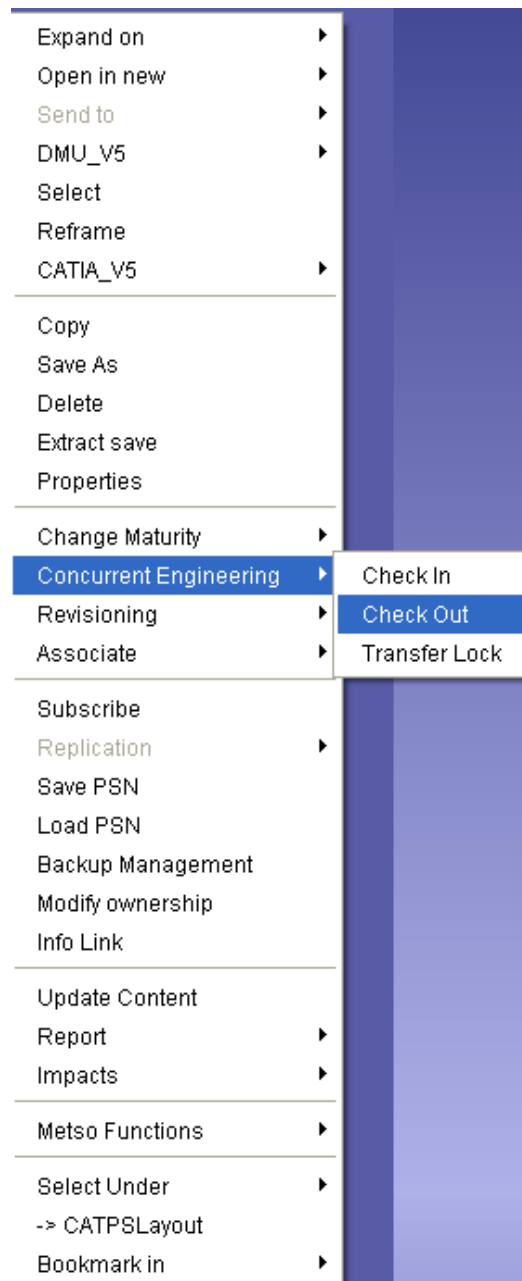
Tyhjökoneikkoa varten hain PDM:stä piirustusnumerot. PDM on Metson hallintajärjestelmä, josta haetaan piirustusnumeroita ja lisätään ne kyseisen projektin alle. Tämä helpottaa niiden löytämistä myöhemmin sekä myös niiden etsimistä eri järjestelmistä.

Perustin erään projektin rakennepuun alle tyhjökoneikon, jonka alle listasin kaikki kappaleet, jotka olin mallintanut, mukaan lukien lauhdekoneikon kokoonpanon. Koska tein mallintamisen normaalisti Catia V5 -suunnitteluohjelmalla enkä suoraan VPM:ssä, jouduin tekemään malleista ensin AllCatPartit, jotka vein VPM:ään.



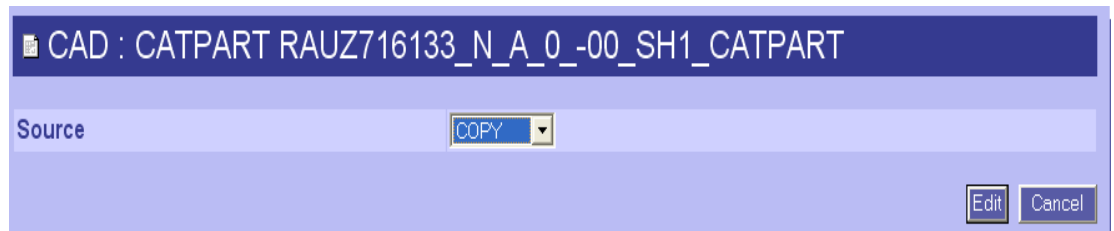
KUVIO 19. Lauhdekoneikon polku VPM:ssä.

Koska koneikko on kehitysprojekti, on oletettavaa, että siihen on vielä tulevaisuudessa luvassa paljon muutoksia. Nämä muutokset tehdään normaalisti Catia V5 -ohjelman puolella, jonka jälkeen malli päivitetään VPM:ään. Päivittäminen klikkaamalla päivitettävän kappaleen päällä hiiren oikeaa nappia ja valitaan sieltä kohta concurrent engineering. Tätä kautta saamme kappaleen ”check out”-tilaan, mikä tarkoittaa, että muut eivät pysty tekemään muutoksia kappaleeseen eivätkä myöskään hakemaan kappaletta itselleen ennen kuin se laitetaan takaisin ”chek in” -tilaan.



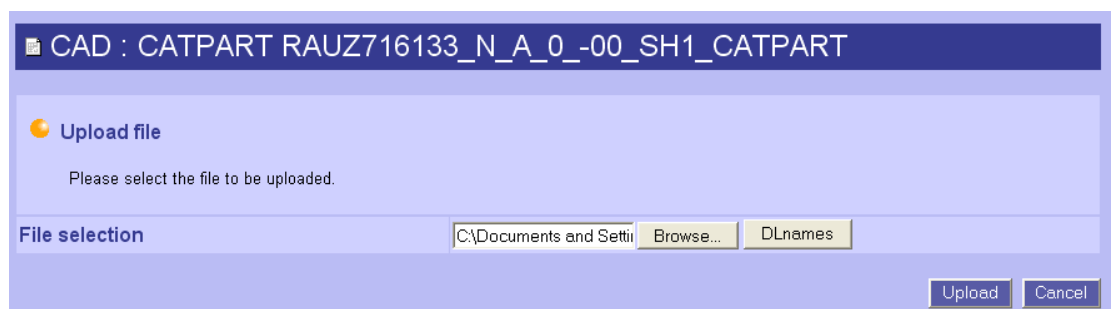
KUVIO 20. Mallin päivittäminen VPM:ssä

Tämän jälkeen voimme päivittää mallin uuteen. Menemme jälleen samaa polkua kuin kuviossa 20 on osoitettu, valitsemme nyt vain update content -kohdan. Pääsemme kohtaan, jossa valitaan, että haluamme kopioida kappaleen uuteen kuvion 21 osoittamalla tavalla.



KUVIO 21. Kappaleen valinta kopioimalla

”Edit”-napin avulla pääsemme tilaan, josta voimme ”browse”:n avulla valita tiedoston, jota haluamme päivittää. Näin kappale on päivitetty uuteen versioon.



KUVIO 22. Päivitetyn mallin hakeminen

6 YHTEENVETO

6.1 Kokemuksia opinnäytetyön tekemisestä

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli mallintaa ja moduloida Metso Paper Oyj:lle höry- ja lauhdejärjestelmälle uusi tyhjö- ja tuplakoneikko. Prosessi aloitettiin tutustumalla aikaisemmin tehtyihin koneikkoihin sekä myös moduloinnin perusteisiin. Työ edellytti myös tutustumista sekä ohjeistusta höyry- ja lauhdejärjestelmän saralla. Koska aihealue oli minulle aivan uusi, vei siihen tutustuminen yllättävän paljon aikaa. Työn tekeminen oli minulle hyvin valaisevaa, sillä olen työskennellyt Metsolla jo useampana vuotena ja vasta nyt minulle selvisi, kuinka laajalle alalle höyry- ja lauhdepuoli vaikuttaa, puhumattakaan lauhdekoneikon toiminnasta ja sen tarpeellisuudesta. Uskon tästä olevan vielä hyötyä minulle tulevaisuudessa, koska aihealue on melko erikoinen, sekä haluan näyttää, että myös muovitekniikan koulutusohjelmasta voidaan erikoistua hyvällä menestyksellä muille aloille.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin paperikonetta kokonaisuutena sekä tietysti keskityttiin höyry- ja lauhdepuolen toimintaan ja sen vaikutuksiin koko koneen alueella. Lisäksi myös perehdyttiin hieman suunnittelun teoriaan sekä myös moduloinnin teoriaan.

Minulle oli alussa helppoa lähteä tekemään opinnäytetyötä, sillä tunsin kaikki käytettävät ohjelmat etukäteen. Näin ollen en tarvinnut kursseja, kuinka käyttää Catia V5 -ohjelmaa tai kuinka siirtää mallinnetut kappaleet VPM:ään. Näin säästettiin aikaa.

Käytännön osuuteen mentäessä oli myös otettava huomioon ryhmätyöskentely. Höyry- ja lauhdepuolen työntekijöiden kanssa mietin tarvittavia muutoksia mallinnettaviin kappaleisiin, niiden kannakointiin liittyviä ratkaisuja, samoin kuin putkiston toteuttamistakin. Myös viimeisimmistä projekteista oli kerättävä tarpeeksi tietoa, jonka pohjalta kyettiin lähteä luomaan uutta lauhdekoneikkomallia. Tuplakoneikon kanssa jouduttiin hakemaan uusia

innovatiivisia ratkaisuja, koska toteutukseltaan ja idealtaan se oli suhteellisen uusi. Ratkaisujen löydyttyä kappaleet päästiin mallintamaan, moduloimaan sekä kokoamaan yhteen koneikoksi. Matkan varrella tuli tietenkin myös ongelmia, kuten putkiston moduloinnin mahdottomuus (joka johtui 3D-ohjelmasta), mutta tämäkin saatiin korvattua erilaisella ratkaisulla, eikä se hidastanut opinnäytetyöprosessia merkittävästi.

Koneikon rakennuksella tuli kuitenkin melko kiire, koska Metso Paper sai uusia höyry- ja lauhdejärjestelmän tilauksia (joihin lauhdekoneikkoa tarvittiin) ja alihankkijoille piti saada koneikkomalli valmiiksi (mallin vielä muuttuessa). Kuitenkin kaikki valmistui ajallaan.

Mielestäni työ antoi loistavan kuvan siitä, kuinka hektistä kehitystyö joillekin kappaleille tai tässä tapauksessa koko koneikolle voi olla. Parametrit muuttuvat, kappaleita saattaa tulla lisää tai niitä jätetään pois, tai kappale saattaa muuttua kokonaan. Kun malli on saatu valmiiksi, voi hyvin olla mahdollista, että uudet ideat alkavat jo syrjäyttää uutta, juuri valmiiksi saatua mallia. Työssä oli myös tarpeeksi haastetta johtuen sen erilaisuudesta omaan alaan sekä myös erilaisuudesta jo ennestään Metsolla tekemiini työtehtäviin.

Jos nyt alkaisin tehdä kyseistä opinnäytetyötä, ottaisin aikataulussani huomioon mahdolliset viivästykset ja tekisin sitä hieman joustavammaksi. Esimerkiksi, kun tietoa puuttuu, pystyisin mallintamaan tällä aikaa jotain muuta kappaletta. Olisin myös kriittisempi opinnäytetyöni sisällöstä ja sen laajuudesta. Opinnäytetyötä tehdessäni minulle valkeni, että insinöörintehtäviä on mahdotonta tehdä yksin. Tarvitaan alan osaajien tietotaitoa ja kommunikointia muiden insinöörien kanssa. Pitää myös osata soveltaa saatua informaatiota sekä etsiä sitä lisää saatujen tietojen pohjalta

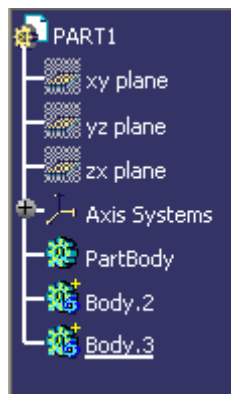
Opinnäytetyöni kaipasi myös hieman muotoilusilmää. Syvennyin käytössäni olleisiin työkaluihin entistä paremmin. Vaikka olin Catia V5 -ohjelmalla suunnitellut aikaisemmin, toi tämä opinnäytetyö mukanaan uusia asioita, jotka saivat suunnittelun sujumaan nopeammin. Myös täysin uutena asiana opinnäytetyö toi tullessaan moduloinnin ja Excelin monipuolisuuden. Perehdyin

asiaan ja etsin Metsolla tietoa jo moduloituista järjestelmistä sekä sovelsin saamaani tietoa työssäni. Modulointi on hyvin laaja, monipuolinen ja haastava osa-alue, ja uskon, että pystyn käyttämään opinnäytetyöni ohella saamaani taitoa moneen muuhun asiaan tulevan työurani aikana.

6.2 Jatkokehitysideoita

Opinnäytetyön aikana nousi esiin asioita, jotka olisin voinut tehdä toisin tai jotka olisin voinut ottaa huomioon tarkemmin. Mielestäni tämä on tärkeää tietoa, kun mietitään tulevia kehitysprojekteja yksittäisille kappaleille, ryhmille, kokoonpanoille yms.

Ennen kuin mallintaminen aloitetaan, on tärkeää ottaa selvää, mitkä parametrit todella ovat muuttuvia. Ohjelmat muuttuvat hyvin raskaiksi ja vaikeiksi pyörittää, jos sieltä löytyy kaikki tieto, mikä voisi muuttua. Näin ollen on myös helpompaa tekijälle alkaa kartoittaa tulevaa aihealuettaan sekä rajata tarkasti muuttuvat alueet. Mallinnusvaiheessa kappaleille olisi myös käytännöllisempää luoda eri ”part-bodeja” eli piirrepuita kuvion 23 osoittamalla tavalla.



KUVIO 23. Part-body -rakenne

Näin on selkeämpi myös suunnittelijoiden hahmottaa, missä on moduloitava osa, mikä on pysyvä osa, sekä kappaleesta riippuen, vaihtuva tai häviävä osa. Hallinta olisi helpompaa ja hyvin yksinkertaista. Se helpottaisi moduloinnin hahmottamista huomattavasti suunnittelijalle, joka ei menetelmää vielä tunne. Tämä auttaisi myös suunnittelijaa pysymään helpommin asian ytimessä.

Modulointia voi toteuttaa monella eri tapaa. Tässä opinnäytetyössä päädyin mielestäni sille sopivimpaan ratkaisuun eli parametriseen modulointiin tiettyjen arvojen avulla, koska kyseessä oli kappaleita, jotka myös vaikuttivat parametrisillä arvoilla toisiinsa. Jos lauhdekoneikon kehikkoa haluttaisiin muuttaa, sen voisi suorittaa myös Excel-pohjaisella suunnittelulla, mutta niin että, parametrin voisi itse muuttaa haluamakseen arvoksi, joka löytyy rakennepuusta. Myös ohjelman parempi tuntemus auttaisi parhaimman modulointivaihtoehdon löytämiseen.

Riippuen kokoonpanon kappaleiden lukumäärästä (esim. tarvitaanko yksi pumppu vai kaksi pumppua), olisi hyvä myös ottaa huomioon eri kannakointimahdollisuudet. Teleskooppiratkaisu sekä jalan päällä seisova säiliö olivat vain yhdet ratkaisut. Riippuen kappaleesta ja sen paikasta, säiliön voisi laittaa seisomaan esimerkiksi 3 -jalalle, jolloin tyhjennykset pysyisivät paikallaan. Jalat saataisiin irti, ja näin se voisi helpottaa säiliön logistisia ongelmia.

Koska projekti tehtiin opinnäytetyönä ja se oli kehitystyö, sille oli vaikea asettaa pysähdysmerkki. Opinnäytetyöntekijän pitää kartoittaa tarkkaan, mitä se sisältää, ja kuinka pitkälle kehitysideoita otetaan vastaan ja missä vaiheessa lähdetään toteuttamaan saatuja ideoita. Tämä vaatii näkemystä ja malttia opinnäytetyön teettäjältä ja -tekijältä keskeyttää suunnittelu ja hyväksyä, että kehitystyö jää tiettyyn pisteeseen ja kehitty tulevaisuudessa moneen suuntaan. Kuitenkin kyseiset uudet ideat on käyty läpi ja todettu toteutuskelpoisiksi, joten siitä on helppo jatkaa eteenpäin.

Vastaavanlaisia kehitystyöprojekteja tehtäessä palkattaisiin alan opiskelija mallintamaan kappaleita valmiiksi Catian-kirjastoon mahdollisimman yksinkertaisissa muodoissa. Näin ollen kun modulointia tulevaisuudessa tehtäisiin, olisi Metsolla jo valmiina kappaleiden pohjat ja kappaleiden suunnittelumuokkaus sujuisi nopeammin. Tämä vähentäisi myös suunnitteluvirheiden tekoa.

Jos moduloitava kokonaisuus on monimutkaisempi ja siinä on tekniikkaa, joka on salaista, voisi kilpailukyvyyn säilyttämiseksi olla viisainta teetättää osat eri

valmistajilla ja kasata asennuspaikalla. Näin saataisiin säilytettyä tieto vain Metson sisällä siitä, minkälainen valmis tuote loppujen lopuksi on.

Mieleeni juolahti myös kysymyksiä: Kuinka pitkälle tuotetta voidaan kehittää? Milloin siitä tulee valmis? Milloin tuotteesta tulee niin pitkälle ja kalliisti kehitetty, ettei se ole enää kilpailukykyinen verrattaessa kilpailijoiden tuotteisiin? Nämä ovat kysymyksiä, joihin löytyy vastaus vain kokeilun kautta tai pitkän kehitys- ja tutkimistyön tuloksena.

7 LÄHTEET

PAINETUT LÄHTEET:

Arjas, A. 1983. Paperikoneen höyry- ja lauhdejärjestelmät. Paperin valmistus - Suomen Paperi-insinööriyhdistyksen oppi- ja käsikirja III, osa 2, 2. painos. Turku: Suomen paperi-insinöörien yhdistys ry.

Bird, R.B. 1960. Transport phenomena. New York, John Wiley & Sons.

Karlsson, M. 2000. Papermaking Part 2, Drying. Helsinki: Fapet Oy.

Kormano, P. 1985. Paperikoneen kuivatusosan höyry- ja lauhdejärjestelmän simulointimalli. Oulun yliopisto, prosessitekniiikan osasto, diplomityö.

Kuismin, H. 1988. Paperikoneen kuivatusosan höyry- ja lauhdejärjestelmän säätöjen tutkiminen. Oulun yliopisto, prosessitekniiikan osasto, diplomityö.

Mäkinen, T. 2005. Kuivatusosan lay-out luominen CATIA V5-3D-ohjelmalla. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, paperikoneteknologian opinnäytetyö.

Myöhänen, K. 1997. Höyry- ja lauhdejärjestelmän simulointiohjelman uudistus. Oulun yliopisto, prosessitekniiikan osasto, diplomityö.

Sarinko, K. 1999. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. Teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto, diplomityö.

Tuhola, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä: Gummerus.

Ulrich, K. & Eppinger, S. 1995. Product desing and development. 2. painos. Singapore, McGraw-Hill Boom co.

Yli-Heikkilä, M. 2000. Sähkötuotannon optimointi paperikoneessa. Tampereen teknillinen korkeakoulu, ympäristö- ja energiatekniikan diplomityö.

ELEKTRONISET LÄHTEET:

Marttila, T. 2006. Imu- ja uratelojen pesun tehostaminen [viitattu 1.6.2011]. Saatavissa:

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/828/Marttila_Tomi.pdf?sequence=1

Metso annual report. 2010 Metso Oyj [viitattu 24.5.2011]. Saatavissa:

[http://www.metso.com/corporation/ir_eng.nsf/WebWID/WTB-110308-2256F-7C5B5/\\$File/metso_annual_report_2010_finnish.pdf](http://www.metso.com/corporation/ir_eng.nsf/WebWID/WTB-110308-2256F-7C5B5/$File/metso_annual_report_2010_finnish.pdf)

Metso Paper intranet. 2011. [viitattu 30.5.2011]. Saatavissa:

<http://intrafiles.metso.com/MP/Marketing/vault2mp.nsf#/Products%20&%20services>

Tampereen teknillinen yliopisto. 2005. Automaattinen kokoonpano [viitattu 15.8.2011]. Saatavissa: <http://www.pe.tut.fi/akp/modulointi.html>

MUUT LÄHTEET:

AEL. 2000. Kunnossapidon koulutuskeskus. Koulutusmateriaali 12.12.2000.

Catia V5 -suunnittelun tietokannat. 2011. Metso Paper.

Dryer-suunnittelun tietokannat. 2011. Metso Paper.

INSKO. 1982. Konepajatuotteiden modulointi asiakaslähtöisessä suunnittelussa. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus.

MILL-engineering tietokannat. 2011. Metso Paper.

Pudas J. 2010. Suunnittelupäällikkö. Metso Paper. Höyry- ja lauhdejärjestelmät. Koulutusmateriaali 16.11.2010

Pudas, J. 2011. Moduloinnin kustannustehokkuus [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Marjo Lehtinen. Lähetetty 30.12.2011

Sarinko, 1999, Modularization-koulutusmateriaali. Metso Paper.

Steam-suunnittelun tietokannat 2011, Metso Paper.

Suunnittelunohjeet työpöytä. 2011. Metso Paper.

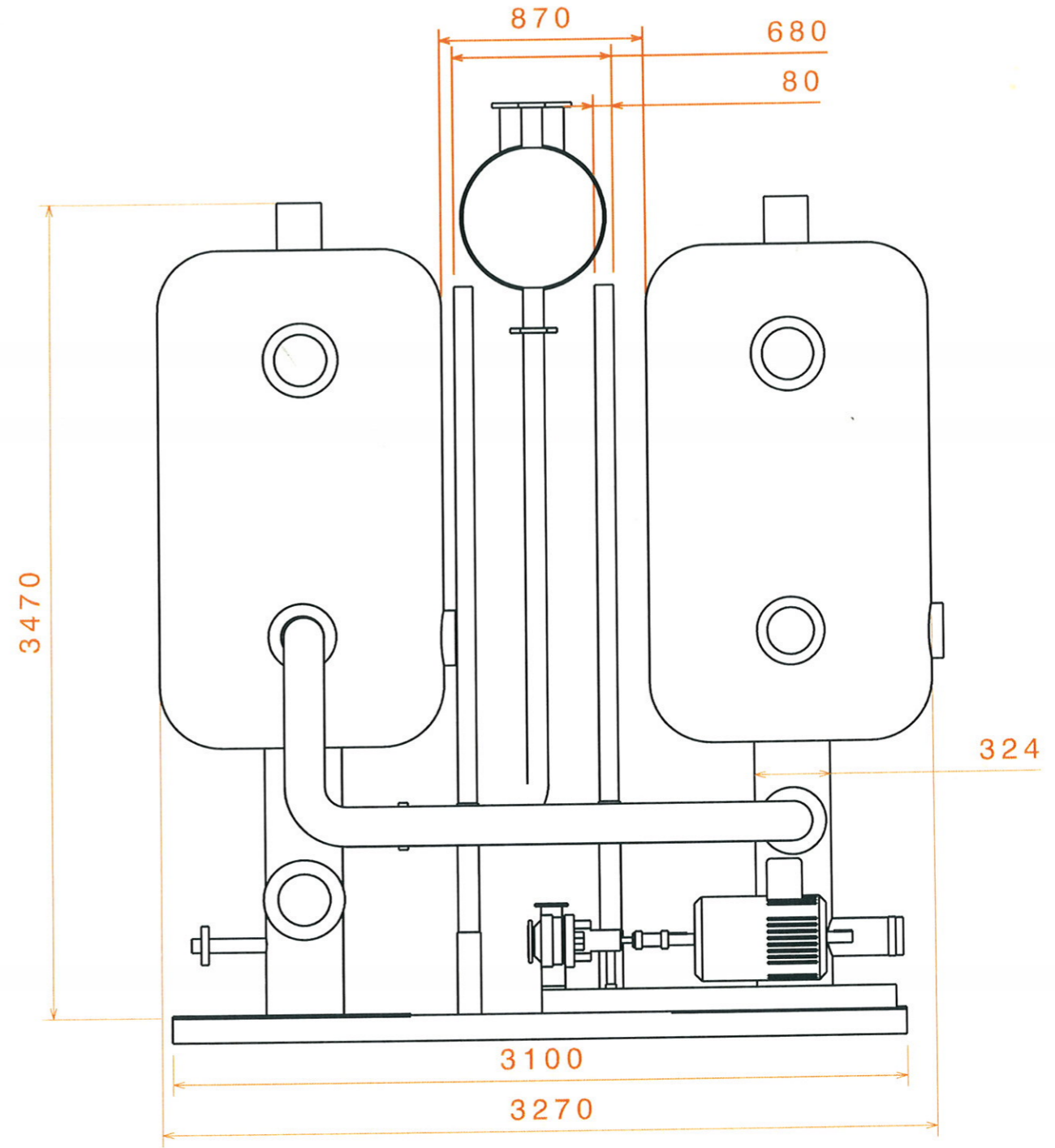
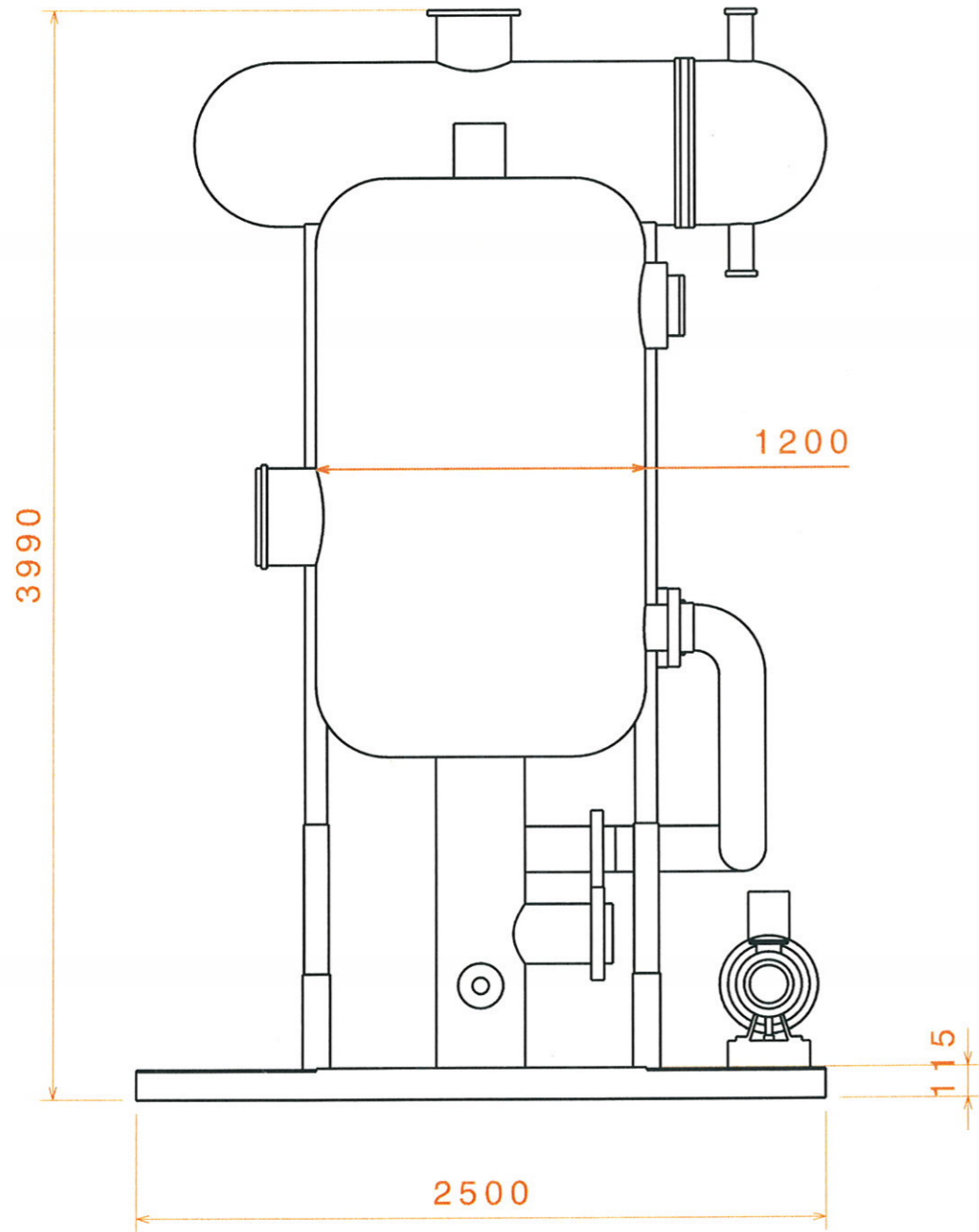
LIITTEET

LIITE 1

LIITE 2

LIITE 3

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY TO METSO PAPER, INC. AND IS NOT TO BE REPRODUCED, DISCLOSED TO A THIRD PARTY, MODIFIED OR USED WITHOUT A PRIOR PERMISSION OF METSO PAPER, INC. OR ITS DULY AUTHORIZED REPRESENTATIVE. ALL RIGHTS RESERVED.



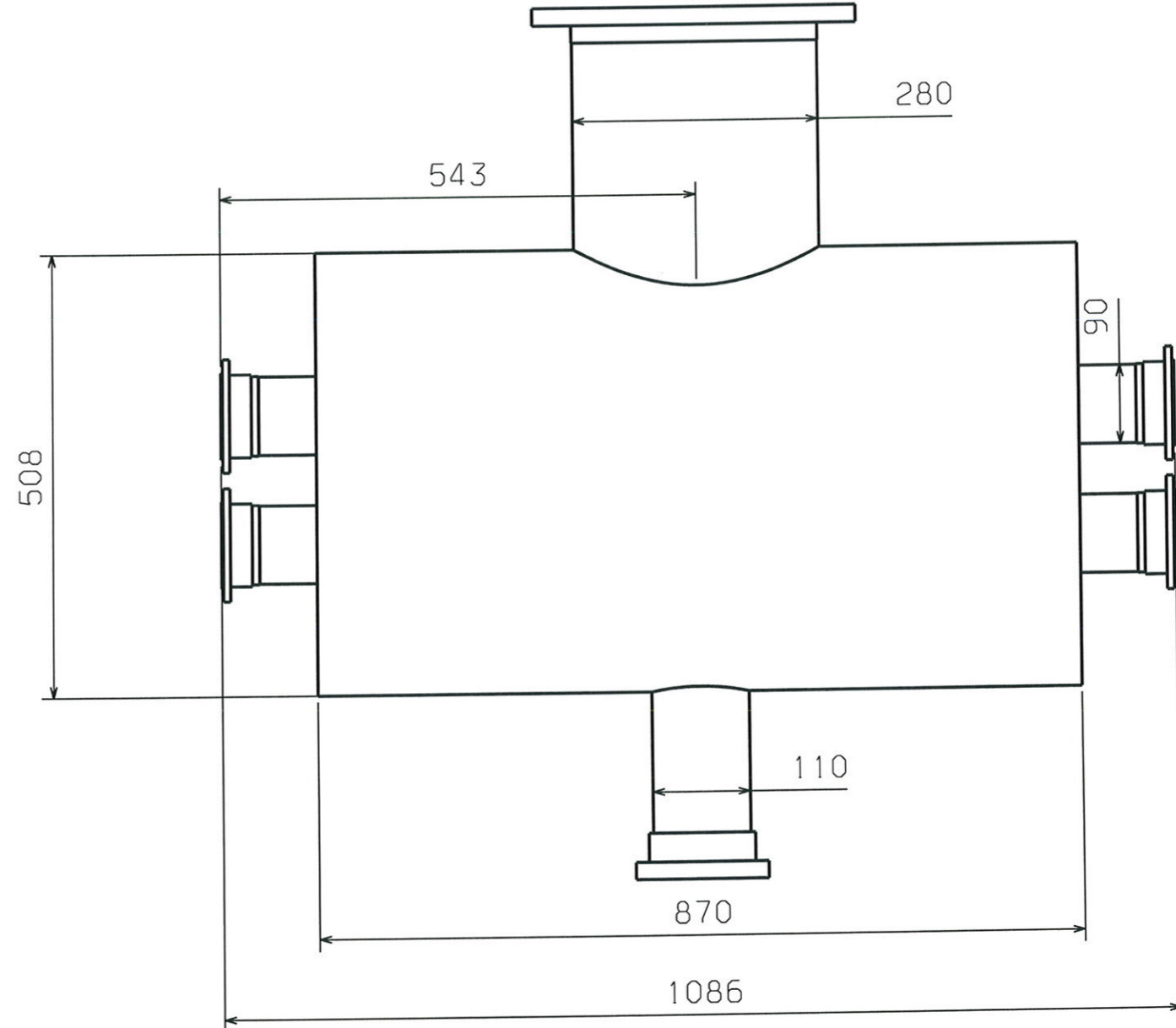
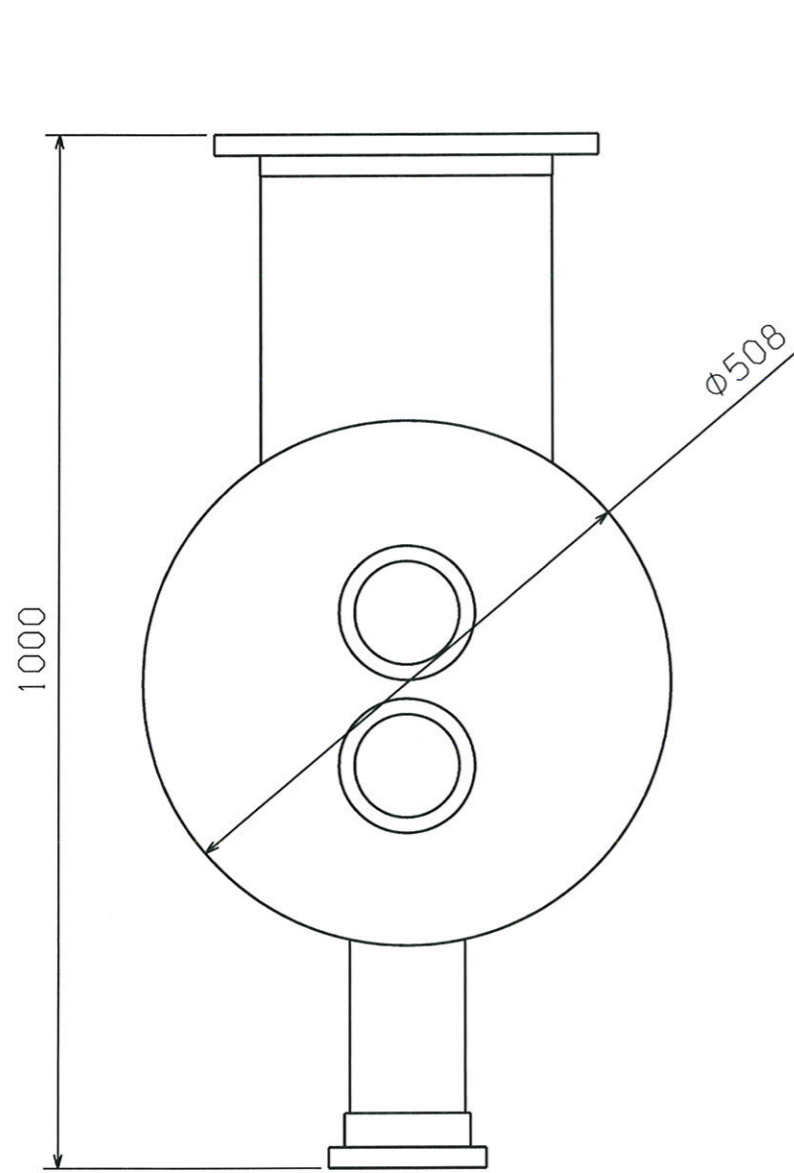
DATE	NAME	CHKD	REVISION

PART	DESCRIPTION	DIMENSIONS	MATERIAL	DRAWING	REQ'D	NOTES
GENERAL TOLERANCES, DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL TOLERANCE INDICATIONS: MACHINING: ISO 2768-mk (SFS-EN 22768-1, SFS-EN 22768-2) WELDING: ISO 13920-BE (SFS-EN ISO 13920) CASTING: ISO 8062-DCTG 11 (SFS-EN ISO 8062-3) WELDING QUALITY LEVEL C (SFS-EN ISO 5817) FLAME CUTTING: ISO 9013-331 (SFS-EN ISO 9013)						
				PROJECTION 	SCALE 1:25	WEIGHT kg
PRODUCT Tuplakoneikko					DESD M. LEHTINEN DATE 2011-12-16	CHKD M. LEHTINEN DATE 2011-12-16
REF. SUPERS.					APPD J. PUDAS DATE 2011-12-16	DRAWING ID RAU3FXXXXXX.00
WORK FILE					AXx CATIA V5	SHEET 1/1

INTERNAL

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY TO METSO PAPER, INC. AND IS NOT TO BE REPRODUCED, DISCLOSED TO A THIRD PARTY, MODIFIED OR USED WITHOUT A PRIOR PERMISSION OF METSO PAPER, INC. OR ITS DULY AUTHORIZED REPRESENTATIVE. ALL RIGHTS RESERVED.

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY TO METSO PAPER, INC. AND IS NOT TO BE REPRODUCED, DISCLOSED TO A THIRD PARTY, MODIFIED OR USED WITHOUT A PRIOR PERMISSION OF METSO PAPER, INC. OR ITS DULY AUTHORIZED REPRESENTATIVE. ALL RIGHTS RESERVED.



DATE	NAME	CHKD	REVISION	CHS/KEY

PART	DESCRIPTION	DIMENSIONS	MATERIAL	DRAWING	REQ'D	NOTES
GENERAL TOLERANCES: DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL TOLERANCE INDICATIONS: MACHINING: ISO 2768-mK (SFS-EN 22768-1, SFS-EN 22768-2) WELDING: ISO 13920-BE (SFS-EN ISO 13920) CASTING: ISO 8062-DCTG 11 (SFS-EN ISO 8062-3) WELDING QUALITY LEVEL C (SFS-EN ISO 5817) FLAME CUTTING: ISO 9013-331 (SFS-EN ISO 9013)						
			PROJECTION 	SCALE 1:7	WEIGHT kg	FI
PRODUCT Condenser 1000 kW					DESD M.LEHTINEN DATE 2011-12-16	CHKD M.LEHTINEN DATE 2011-12-16
REF.					SUPERS.	APPD J.PUDAS DATE 2011-12-16
WORK FILE				AXx CATIA V5	DRAWING ID RAU3FXXXXXX.00	
SHEET						1/1

INTERNAL

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY TO METSO PAPER, INC. AND IS NOT TO BE REPRODUCED, DISCLOSED TO A THIRD PARTY, MODIFIED OR USED WITHOUT A PRIOR PERMISSION OF METSO PAPER, INC. OR ITS DULY AUTHORIZED REPRESENTATIVE. ALL RIGHTS RESERVED.