

---

# HAIHDUTTIMEN SUUNNITTELUKÄSIKIRJAN UUDISTAMINEN

Andritz Oy

---

Jarno Kolehmainen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto





Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jarno Kolehmainen	
Työn nimi Haihduttimen suunnittelukäsikirjan uudistaminen	
Päiväys 22.5.2013	Sivumäärä/Liitteet 35/0
Ohjaaja(t) Ryynänen Seppo, Salkinoja Heikki	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Andritz Oy Recovery and Power-divisioona, Eronen Timo	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee haihduttimien suunnittelukäsikirjan uudistamista. Suunnittelukäsikirja antaa ohjeet haihduttimien oikeanlaiseen suunnitteluun. Opinnäytetyön aihe on saatu Andritz Oy:n Varkauden yksikön haihdutinsuunnitteluosaltolta.</p> <p>Työssä tutkitaan jo olemassa olevan suunnittelukäsikirjan soveltuvuutta nykyisten haihduttimien suunnitteluun. Käsikirjan ohjeet määrittävät, millaisia osia haihduttimeen valitaan sekä miten osat paikoitetaan. Niiltä osin kuin ohjeistus ei vastaa nykyisiä suunnittelun tarpeita, tehdään käsikirja uusiksi. Samalla käsikirjan ulkoasua uudistetaan.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla jo olemassa olevaan suunnittelukäsikirjaan. Se sisälsi neljä eri osaluuetta, jotka olivat haihduttimen kokoonpano, vaippa, lamellipaketti ja lamellikäsikirja. Verrattaessa käsikirjaa nykyisten haihduttimien valmistuskuviin, huomattiin eroja mm. lamellissa ja aukon tukirakenteissa. Nykyisten haihduttimien valmistustapa vaati muutosta myös kuljetusten suhteen. Ennen haihduttimet valmistettiin kokonaisiksi konepajalla, ja nykyään ne pääosin viedään asennuspaikalle osina.</p> <p>Haihduttimen suunnittelussa käytetään Autodesk Inventor-ohjelmaa. Haihduttimesta tehdään parametrinen 3D-malli, jota ohjataan Excel-taulukolla. Suunnittelun kolme päävaihetta ovat mittakuvan tekeminen, jota käytetään markkinointivaiheessa, haihduttimen 3D-mallinnus, johon mallinnetaan kaikki haihduttimeen tulevat osat sekä valmistuskuvien tekeminen haihduttimen 3D-mallista.</p> <p>Uudistetun suunnittelukäsikirjan osa-alueiksi tulivat mittakuva, kokoonpano, lamellipaketti ja vaippa. Näissä kussakin osa-alueessa keskitytään niihin kuuluviin osiin. Kokoonpano on pääalue jonka alle on tehty erilliset ohjeet lamellipaketille ja vaipalle.</p> <p>Suunnitteluohjeiden on tarkoitus auttaa suunnittelijaa valitsemaan oikeat osat oikeisiin paikkoihin haihdutinta suunnitellessa sekä kertomaan, mitä asioita pitää ottaa huomioon osia valittaessa.</p> <p>Työssä tehtyä suunnittelukäsikirjaa tullaan käyttämään haihduttimien suunnitteluohjeena.</p>	
Avainsanat haihdutin, suunnittelukäsikirja, Autodesk Inventor, 3D-malli,	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Jarno Kolehmainen			
Title of Thesis Updating the Evaporator Design Manual			
Date	22.5.2013	Pages/Appendic	35/0
Supervisor(s) Ryynänen Seppo, Salkinoja Heikki			
Project/Partners Andritz Oy Recovery and Power division, Eronen Timo			
<p><b>Abstract</b> This thesis deals with the updating of evaporator design manual. Evaporator design manual gives correct methods to evaporator design. The topic was given by the evaporator design unit of Andritz Ltd in Varkaus.</p> <p>The study examines the compatibility of the existing design manual with the present evaporators design work. The manual's instructions specify what kind of parts will be selected for an evaporator, and how the parts are positioned. To the extent that the guidelines do not meet current design requirements, manual will be rewritten. At the same time manual layout is renewed.</p> <p>The work was started by checking out the existing old design manual. It consisted of four sections, which were the evaporator assembly, shell, lamella package and lamella handbook. When comparing the current manual whit the dispensers production drawings, differences were found e.g. in lamella and the lamella opening support structures. The current method of evaporators demanded a change concerning transport. Earlier the evaporators were manufactured complete at the machine shop, and today they are mainly exported to the installation site in parts.</p> <p>The evaporator design uses Autodesk Inventor software. Evaporators are made of parametric 3D models which are controlled by an Excel table. The three major steps of the design are making a dimension picture that is used during the commercialization phase, the evaporator 3D modeling in which all the parts of the evaporator are modeled, and making images of the evaporator model.</p> <p>The sub-regions of the revised design manual dimension picture, assembly, brake plates and shell. Each of these regions focuses on parts that belong to them. The assembly is the main area and separate instructions for the lamella package and the shell are made into it.</p> <p>The idea is that the design guidelines are help designers select the right parts for the right places, as well as to tell you what things should be considered when choosing components to the evaporator.</p> <p>The revised design manual will be used as a guide in designing evaporators.</p>			
Keywords evaporator, design manual, Autodesk Inventor, 3D-model,			

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Andritz Oy:n Varkauden Recovery and Power-divisioonalle kevään ja kesän 2012 aikana.

Haluan kiittää laitesuunnittelupäällikkö Timo Erosta haastavasta opinnäytetyön aiheesta sekä avusta työn suorittamisessa. Kiitokset kuuluvat myös Andritz:n laitesuunnitteluinsinööreille Risto Asikaiselle ja Arto Konttiselle työn avustamisessa. Lisäksi haluan kiittää koko Andritzin Varkauden henkilökuntaa avusta ja neuvoista opinnäytetyön teossa. Kiitokset opinnäytetyön sujuvasta ohjaamisesta kuuluvat lehtori Seppo Ryynäselle.

E erityiskiitokset kuuluvat vaimolleni Helille opintoihin ja opinnäytetyöhön saadusta tuesta.

Leppävirralla 22.5.2013

Jarno Kolehmainen



## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	9
2	TYÖN TAVOITE .....	9
3	YRITYSESITTELY.....	10
3.1	Historia .....	10
3.2	Nykytila.....	11
3.3	Andritz Suomessa .....	12
4	HAIHDUTTAMO .....	13
4.1	Haihduutin .....	16
4.2	Haihduintyytit .....	16
4.2.1	Nousevan kalvon haihduittimet (Rising film) .....	16
4.2.2	Pakkokierto haihduittimet (Forced circulation) .....	18
4.2.3	Laskevan kalvon haihduittimet (Falling film) .....	19
4.2.4	Laskevan kalvon haihduittimen toimintaperiaate .....	20
5	HAIHDUTINSUUNNITTELU .....	21
5.1	Suunnittelutyökalut .....	21
5.2	Haihduittimen suunnitteluprosessi .....	21
5.3	Suunnittelustandardit .....	22
5.4	Haihduittimen 3D-malli .....	23
5.4.1	Ipart-osat .....	23
5.4.2	Inventor-osat .....	24
5.4.3	Standardiosat .....	24
5.5	Mittakuva .....	25
5.6	Lopullinen 3D-malli .....	25
6	SUUNNITTELUKÄSIKIRJAN UUDISTAMINEN.....	27
6.1	Tutustuminen aikaisempaan käsikirjaan .....	27
6.2	Tutustuminen nykyisiin haihduittimiin.....	27
6.3	Rakenteelliset muutokset.....	27
6.4	Osakokonaisuudet valmistuspaikan mukaan .....	28
6.5	Ohjeet.....	29
6.5.1	Ohjeiden järjestys.....	29
6.5.2	Ohjeiden sisältö.....	30
6.5.3	Ohjekuvien tekeminen .....	32
6.6	Standardiosat ja standardipiirustukset .....	33
7	YHTEENVETO .....	34
	LÄHTEET.....	35





## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on saatu Andritz Oy:n ”Recovery and Power” -divisioonilta. Recovery and Power -divisioona on erikoistunut paperi- ja selluteknologian talteenottoon. Opinnäytetyö tehdään Varkauden toimipisteen haihdutinsuunnitteluosastolla.

Andritz on suunnitellut ja valmistanut haihduttimia jo pitkän aikaa. Suunnittelutyön tukena käytetään suunnittelukäsikirjaa. Haihduttimien rakenteelliset ratkaisut ovat muuttuneet kehityksen mukana, joten suunnittelukäsikirjakin kaipaa välillä uudistusta.

Työssä tutkitaan jo olemassa olevan suunnittelukäsikirjan soveltuvuutta nykyisten haihduttimien suunnitteluun. Niiltä osin kuin se ei vastaa nykyisiä suunnittelun tarpeita, tehdään käsikirja uusiksi. Samalla käsikirjan ulkoasu uudistetaan.

Kirjoittajalla on työkokemusta haihduttimien valmistuksesta, joten haihdutin on entuudestaan tuttu.

## 2 TYÖN TAVOITE

Työn tavoitteena oli tehdä suunnittelukäsikirja haihduttimien suunnitteluun, hyödyntäen jo olemassa olevaa suunnittelukäsikirjaa. Sisällöltään käsikirjan tuli olla selkeä ja ohjeiden avulla piti suunnittelun onnistua myös sellaiselta suunnittelijalta, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta kyseisistä laitteista. Käsikirjassa ei ollut tarkoitus ohjeistaa itse laitteen prosessivaatimuksia. Prosessivaatimukset määrittävät prosessisuunnitteluosasto. Insinööriyön oli tarkoitus valmistua sille asetetussa aikataulussa.

### 3 YRITYSESITTELY

Andritz AG valmistaa laitteita paperi- ja selluteollisuuden, vesivoimaloiden, terästeollisuuden, eläintenruokinnan ja biopelletiteollisuuden tarpeisiin sekä kiinteän- ja nestemäisen aineen erottelijoita. Suomessa toimiva Andritz Oy valmistaa paperi- ja selluteollisuuden laitteita.

#### 3.1 Historia

Andritzin pitkä ja monivaiheinen yrityshistoria on kuvattu seuraavalla tavalla Andritzin kotisivuilla (Andritz AG, 2012).

Andritz perustettiin vuonna 1852 Itävallan Grazissa. Perustajana oli Josef Körösi. Alussa Andritz oli vain pieni teräsvalimo. Pian kumminkin yhtiön tuotevalikoimaan kuului nostureita, pumppuja ja vesiturbiineja. Vähän myöhemmin tuotevalikoimaa lisättiin, jolloin tuotantoon tuli siltoja, höyrykattiloita, höyrykoneita ja kaivoskoneita. Vuonna 1900 Andritzista tuli osakeyhtiö.

Vuosina 1900-1946 olivat ensimmäinen ja toinen maailmansota sekä suuri lama, jotka vaikuttivat maailman talouteen. Andritzin tuotanto koki pysähdyksiä, mutta yhtiön johto ja työntekijät pystyivät aina käynnistämään tuotannon uudelleen.

Vuonna 1949 Andritz aloitti kestävän yhteistyön sveitsiläisen Escher Wyss Croupin kanssa. Aluksi yhteistyössä keskityttiin vesiturbiinialalle. Samalla Andritz teki muutoksia tuotevalikoimaan. Höyrykoneet ja ilmakompressorit olivat tulleet tiensä päähän. Tuotannossa keskityttiin vesiturbiineihin, keskipakopumppuihin, nostureihin ja teräsrakenteisiin. Vuonna 1951 Andritz toi markkinoille kokonaisen paperikoneen yhteistyössä Escher Wyss Croupin kanssa.

1960-1970 luvuilla Andritz jatkoi kasvuaan. Samalla Andritz toi markkinoille uusia laitteita. Valmistukseen tuli laitteita elektrokemian teollisuuden ja metallurgian tarpeisiin.

1980 luvulla maailmanlaajuinen öljy- ja talouskriisi aiheutti Andritzille tilauskannan supistumisen ja yritys tuotti tappiota. Itävallan valtion tuen ja rajujen tehostamistoimien ansiosta yritys selvisi.

Vuonna 1987 Saksalainen sijoitusyhtiö AGIV AG osti enemmistöosuuden Andritzista. Samalla Andritz rupesi muuttamaan toimintastrategiaa. Andritz siirtyi lisenssivalmistajan roolista omien tuotteiden valmistajaksi ja alkoi nousta maailman markkinajohtajan asemaan omien korkean teknologian tuotantolaitosten valmistuksessa. Vuonna 1990 Andritz osti yhdysvaltalaisen Sprout-Bauerin, joka tekee laitteita mekaanisen massan käsittelyyn sekä eläintenruokintalaitteita.

Täydentävien yritysostojen lisäksi panostaminen tutkimukseen sekä kehitykseen ovat olleet tärkeä tekijä yritykseen kasvuun. Vuodesta 1990 lähtien Andritz on joko ostanut tai yhdistynyt yli 60 yrityksen kanssa. Samalla Andritz on jatkanut sille tärkeiden yritysten ostoja. Suurimmat liikevaihdollisesti mitattavat ostot ovat olleet Ahlstrom Machinery Group 2000/2001, jolloin Andritz saavutti johtavan markkina-aseman selluteollisuuden laitteiden toimittajana, sekä VA Tech Hydro vuonna 2006, jolloin Andritz lähentyi markkinajohtajan paikkaa vesivoimaloiden toimittajana.

Vuonna 1999 AGIV AG myi osuutensa Andritzista ryhmälle sijoitusyhtiötä sekä yksityiselle säätiölle jonka on perustanut Andritzin nykyinen pääjohtaja Wolfgang Leitner. Andritz listautui Wienin pörssiin vuonna 2001 jolloin markkinoille päästettiin kaksi miljoonaa osaketta. Kuitenkin vuonna 2003 Andritzin sijoittajat myivät koko osakekantansa pois, mikä johti Andritzin osakkeen 70% arvonnousuun.

### 3.2 Nykytila

Andritz AG on maailman johtavassa markkinasemassa tehtaiden, laitteiden ja niihin liittyvien palveluiden toimittajana. Andritz AG:n toimialoina ovat sellu-/paperiteollisuus, vesivoimalat, terästeollisuus, eläintenruokintalaitteet, polttoaineena käytettävän biopelletin tuotantolaitteet sekä kiinteän- ja nestemäisen aineen erottelijat.

Yhtiön pääkonttori on Graz:ssa Itävallassa ja yhtiöllä on noin 17 400 työntekijää ympäri maailmaa. Yhtiö toimii yli 180 toimipisteessä valmistuksen, huollon ja markkinoinnin parissa ympäri maailman. Vuonna 2011 liikevaihto oli 4,6 mrd euroa. (Andritz 2012)

### 3.3 Andritz Suomessa

Andritz Oy on Andritz AG:n omistama yhtiö, joka työllistää suomessa noin 1000 henkilöä ja jonka liikevaihto on noin 500 miljoonaa euroa. Suomen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Muut toimipaikat sijaitsevat Hollolassa, Kotkassa, Savonlinnassa ja Varkaudessa. (Andritz-tulos 2011,3)

Andritzin Varkauden toimipiste sijaitsee vuonna 2008 rakennetussa Navitas 2 -rakennuksessa. Se työllistää noin 230 henkilöä (heinäkuu 2012). Varkauden yksikön päätuotteet ovat sooda- ja voimakattilat sekä haihduttamot. Varkauden liiketoiminta on siirtynyt Andritzille Ahlström Machinery Groupin oston myötä.

Varkaudessa toimii myös Andritz Oy:n ja Foster Wheeler Energia Oy:n yhteisessä omistuksessa oleva konepaja Warkaus Works Oy. Edellä mainittu yritys valmistaa sooda- ja voimakattiloita.

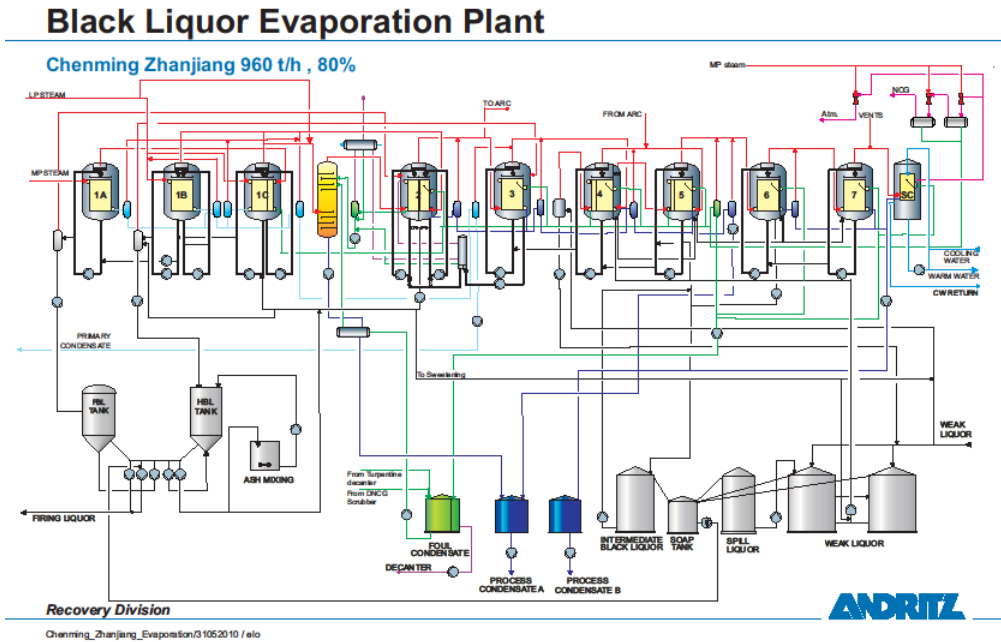
#### 4 HAIHDUTTAMO

Haihduuttamoita käytetään sellutehtaan jätelimen talteenotossa. Haihduttamot ovat yleensä monivaiheisia (kuva 1), koska niillä päästään pienemmän höyryn tarpeen myötä parempaan energiataloudellisuuteen kuin 1-vaiheisilla haihduttamoilla. Esimerkiksi 5-vaiheisen haihduttamon höyryntarve on viidesosa verrattuna 1-vaiheiseen haihduttamoon. (Klemetti 1999, 149)



Kuva 1. 7-vaiheinen haihduttamo (Andritz)

Monivaiheisen haihduttamon prosessikaaviosta (kuva 2) voidaan havaita, miten yksikössä muodostuvaa höyryä käytetään hyödyksi seuraavassa yksikössä.



Kuva 2. 7-vaiheisen haihduttamon prosessikaavio (Andritz)

Haihduttamon tehtävänä on sellutehtaan pesuosastolta tulevan lipeän kuiva-ainepitoisuuden nostaminen niin, että se sopii poltettavaksi kattilassa. Kun pesuosastolta haihduttamolle tulevan lipeän kuiva-ainepitoisuus on yleensä 15-18 %, on se haihduttamon jälkeen yleensä 55-65 %. Kuitenkin nykyaikaisilla "superhaihduttamoilla" päästään jopa 80 % kuiva-ainepitoisuuteen. Kuiva-ainepitoisuudella on myös merkitystä kattilan rikkipäästöihin. (Klemetti 1999, 147-148)

Haihduttamon päivittäinen haihdutettava vesimäärä on suuri. Esimerkiksi sellutehtaan, joka tuottaa valkaistua sellua 750 t/vrk, pitää haihduttaa päivittäin 7000 t vettä. (Klemetti 1999, 147) Nykyaikana ei pelkkä korkea kuiva-ainepitoisuus riitä, vaan sekundäärilauhde on saatava mahdollisimman puhtaana ulos haihduttamolta.

Haihdutusprosessissa pyritään mahdollisimman korkeaan lämpötalouteen, vähäiseen kuljetusenergian tarpeeseen ja huomioimaan ympäristönsuojelulliset näkökohdat. (Klemetti 1999, 147)

Tavallisimmin haihdutus tapahtuu haihduttimissa ja lämmönsiirtimissä käyttäen tehtaan vastapainehöyryä. Haihduttamosta saadaan polttokelpoisen lipeän lisäksi primäärilauhdetta, sekundäärilauhdetta, lämmintä vettä, raakasuopaa, metanolia ja tärpättiä. (Klemetti 1999, 148)

Suopaa erotetaan tavallisesti lipeästä järjestämällä laiha- ja välilipeäsäiliöihin riittävät viiveajat. Erotus tapahtuu kahdessa eri vaiheessa, koska laihalipeässä suovan liukoisuus lipeään on korkea (lipeän sekaan jää suopaa) ja välilipeästä erotus ei tapahdu tarpeeksi tehokkaasti.

Lipeästä haihdutuksen aikana vapautuva tärpätti ja metanoli tiivistetään likaislauhteisiin, jotka puhdistetaan höyrystripperissä. Stripperistä metanolikaasut johdetaan joko poltettavaksi tai ne nesteytetään metanolilaitoksella, jolloin tärpätti ja metanoli voidaan erottaa ja varastoida nestemäisenä ennen polttoa. Tärpätin ja metanolin määrä riippuu keittoprosessista ja puuraaka-aineesta.

Haihdutus tapahtuu lämpöenergian avulla. Lämpöenergian lähteenä on pääsääntöisesti joko höyry tai savukaasu. (Klemetti 1999, 149)

Tässä työssä käsitellään höyryllä toimivia haihduttimia, joita Andritz Oy valmistaa.

## 4.1 Haihdutin

Haihduttimessa tapahtuvat kolme päävaihetta ovat:

- 1) lämmön siirtyminen höyrystä lipeään
- 2) lipeän kiehattaminen, jolloin vesi muuttuu höyryksi
- 3) höyryn ja lipeän erottaminen.

Lämmönsiirron tehokkuuden säilyttämiseksi on lauhtuvalta puolelta johdettava ulos heikosti lauhtuvia yhdisteitä. Jos tätä ei tehdä, haihdutin "tukehtuu" näihin yhdistelmiin ja lämmönsiirto loppuu.

Haihdutuskapasiteetti muodostuu lämpöpinnan suuruudesta, lämmönläpäisykerroimesta, sekä lauhtuvan höyryn ja mustalipeän välisestä tehollisesta lämpötilaerosta. Tehokas haihdutus vaatii näiden tekijöiden pysymistä riittävän hyvinä.

Lämpöpinnan likaantuminen heikentää lämmön siirtymistä. Tällöin lämmönläpäisykerroin pienenee, koska lämmönsiirtovastus kasvaa. Myös lipeän viskositeetin noustessa kuiva-ainepitoisuuden kanssa lämmönläpäisykerroin pienenee.

Kun lämmönsiirtyminen heikkenee edellä mainitulla tavalla, täytyy lämpötilaeroa nostaa saman haihdutuskapasiteetin saavuttamiseksi. Toinen vaihtoehto on tinkiä haihdutuskapasiteetista.

## 4.2 Haihdutintyytit

Haihduttimet voidaan jakaa toimintaperiaatteen mukaan kolmeen eri tyyppiin: nousevan kalvon haihduttimet (rising film), pakkokierto haihduttimet (forced circulation) ja laskevan kalvon haihduttimet (falling film). (Klemetti 1999, 150)

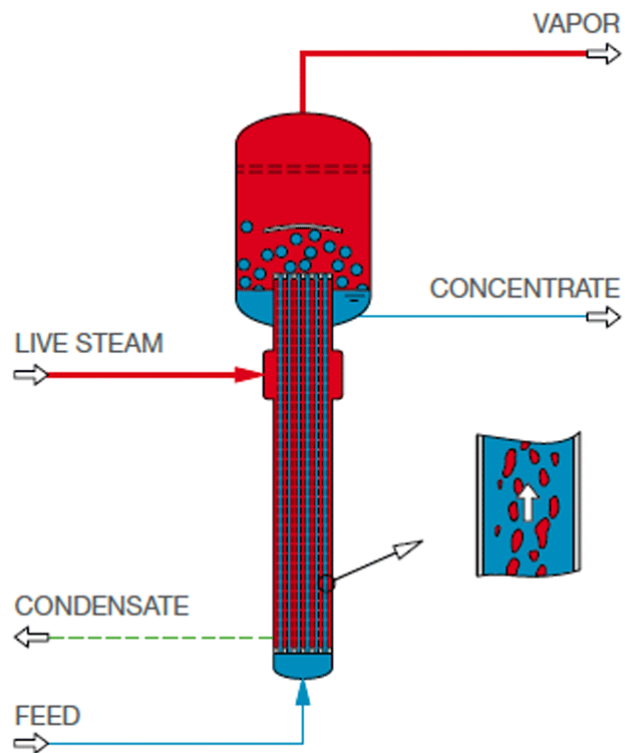
### 4.2.1 Nousevan kalvon haihduttimet (Rising film)

Nousevan kalvon haihduttimet (kuva 3) ovat vanhinta sellutehtailla yleisesti käytössä olevaa haihdutintekniikkaa. Tällaiset haihduttimet ovat rakenteeltaan



putkihaihduittimia, joissa putkien sisällä kulkee lipeä ja ulkopuolella höyry. Lipeän syöttö sisälle haihduttimeen tapahtuu haihduttimen pohjasta, jolloin kiehnasta vapautuva höyry kuljettaa lipeän putkea pitkin ylös muodostaen sen sisäpinnalle lipeäkalvon. Lämpöä luovuttava höyry lauhtuu putken ulkopinnalla.

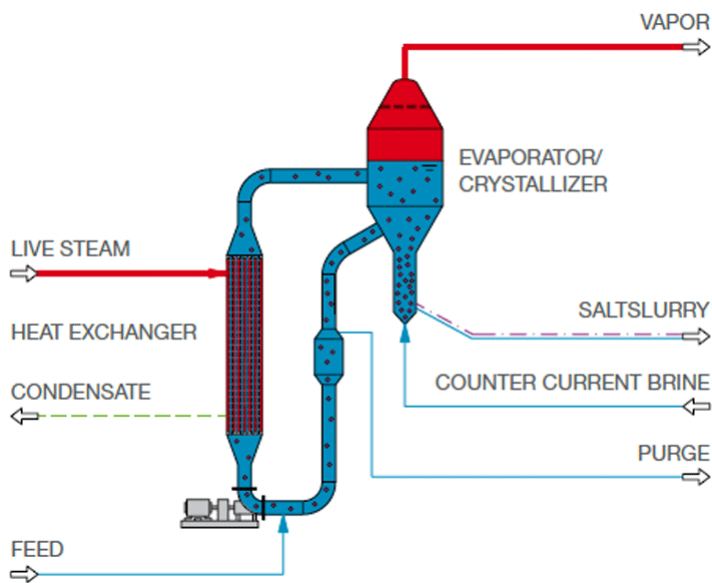
Tällainen haihdutin vaatii toimiakseen suuren tehollisen lämpötilaeron höyryn ja lipeän välille. Nousevan kalvon haihduttimilla lipeän kuiva-ainepitoisuudeksi saadaan n. 60 %. Näiden haihduttimien etuina ovat yksinkertainen rakenne ja alhainen sähkönkulutus, kun erillistä kiertopumppua ei tarvita.



Kuva 3. Nousevan kalvon haihdutin (Evatherm)

#### 4.2.2 Pakkokiertohaihduttimet (Forced circulation)

Pakkokierto-tyyppisiä haihduttimia (kuva 4) käytettiin aikaisemmin erityisesti erillisinä väkevoittiminä, kun vahvaliipeän kuiva-ainepitoisuutta haluttiin nostaa korkeammaksi kuin nousevan kalvon haihduttimella saavutettavan pitoisuuden. Pakkokiertoväkevoittimessä kierrätetään erittäin suurta lipeämäärää putkilämmönsiirtimen läpi, jolloin lipeän lämpötila nousee 3-4 astetta. Tämän jälkeen lipeä paisuu putkilämmönsiirtimen kyljessä olevassa paisunta-astiassa, ja syötetty lämpöenergia vapautuu höyrynä. Tällaisen haihduttimen suurin haittatekijä on suuri sähkönkulutus.



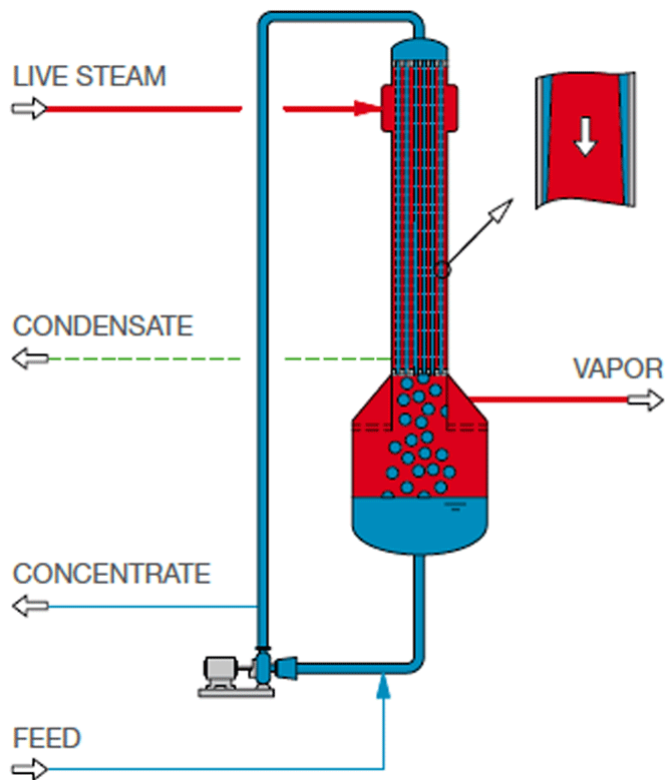
Kuva 4. Pakkokiertohaihdutin (Evatherm)

#### 4.2.3 Laskevan kalvon haihduttimet (Falling film)

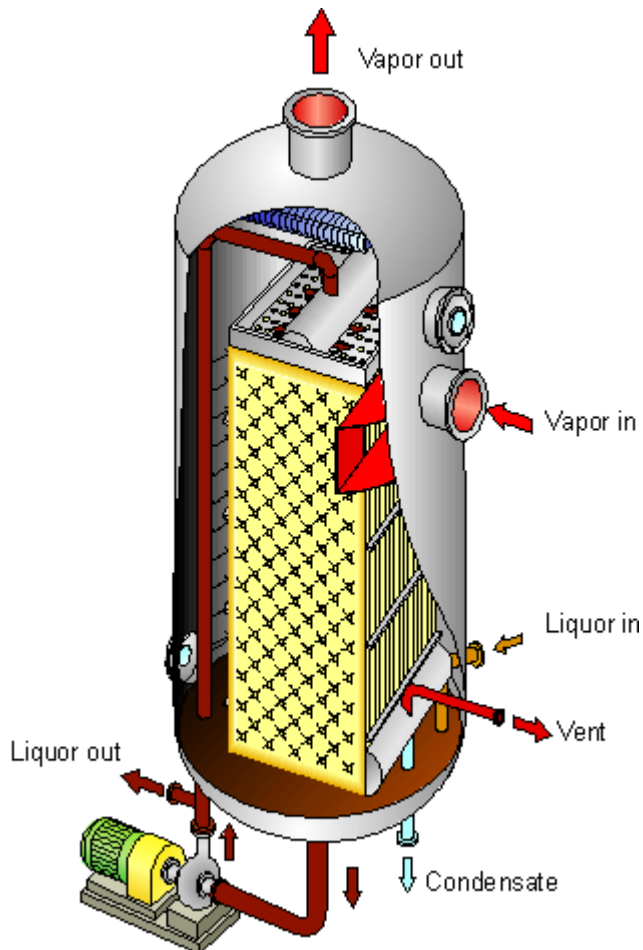
Laskevan kalvon haihduttimessa on pystytty eliminoimaan nousevan kalvon haihduttimen haitat. Näillä haihduttimilla pystytään saavuttamaan lopuksi korkea kuiva-ainepitoisuus. Tämän lisäksi haihdutin toimii tehokkaasti pienilläkin tehollisilla lämpötilaeroilla, ja samalla se mahdollistaa hyvän osakuormasäädön. Nämä haihduttimet ovat nykyaikana suosituimpia mustalipeän haihdutuksessa.

Laskevan kalvon haihduttimia valmistetaan kahdella erilaisella rakenteella. Toinen on putkilämpöpintaa käyttävä haihdutin (kuva 5) ja toinen on levylämpöpintaa käyttävä haihdutin (kuva 6). Andritz valmistaa näistä levylämpöpintaa käyttävää mallia.

Laskevan kalvon haihduttimessa mustalipeä valuu lämpöpintaa pitkin alaspäin painovoiman vaikutuksesta. Samalla lipeä rupeaa kiehumään ja siitä höyrystyy vettä pois.



Kuva 5. Laskevan kalvon putkihaidutin (Evatherm)



Kuva 6. Laskevan kalvon levyhahdutin (Andritz)

#### 4.2.4 Laskevan kalvon hahduttimen toimintaperiaate

Andritzin valmistaman hahduttimen päsosat ovat säiliön vaippa ja säiliön sisällä oleva lamellipaketti. Lamellipaketti toimii lämmönsiirtoelementtinä. Lamellipaketti koostuu ohuista levyistä tehdyistä lamelleista. Näissä lamelleissa kulkee sisällä höyry, ja lamellin ulkopinnalla valuu yleensä lipeä. Pintalauhduuttimessa lamellin ulkopinnalla virtaa vesi.

Hahduttimeen tuleva lipeä pumpataan kiertopumpulla säiliön yläosaan, jossa se jaetaan tasaisesti jokaiselle lamellille. Lipeän valuessa lamellia pitkin muuttuu lipeässä oleva vesi höyryksi. Jäljelle jäänyt vahvempi lipeä valuu säiliön pohjalle, josta se kerätään kiertoön, sekä osa pumpataan takaisin säiliön yläosaan. Lipeästä haihtunut höyry kerätään säiliön yläosasta pisaranerotuksen läpi kiertoön. Pisaranerotuksen tarkoitus on poistaa höyryn mukaan lähteneet pienet lipeäpisarat. Tällaisella rakenteella saavutetaan merkittäviä etuja, kuten tehokas sisäinen lauhteen puhdistus.

## 5 HAIHDUTINSUUNNITTELU

Haihduuttimet suunnitellaan mittatilaustyönä prosessivaatimuksien mukaan. Jokaiselle yksikölle on omat prosessivaatimuksensa. Eri yksiköissä pyritään käyttämään mahdollisimman paljon samantyyppisiä rakenteita, mikä yksinkertaistaa suunnittelutyötä. Kaikissa yksiköissä ei kumminkaan voida käyttää täysin samanlaista rakennetta, koska niihin tuleva höyry on erilaista. Alkupään yksiköissä höyry syötetään paineella sisään yksikköön, ja loppupään yksiköissä höyry imetään siihen alipaineella.

### 5.1 Suunnittelutyökalut

Haihduuttimen suunnittelussa käytettävä pääsuunnittelutyökalu on Autodesk Inventor 3D-suunnitteluohjelma. Uusien haihduuttimien suunnittelutyö pyritään tekemään nimenomaan Inventoria käyttäen, koska Inventor mahdollistaa monipuoliset työkalut mallien tekemiseen. Aiemmin suunnittelutyö tehtiin AutoCAD-ohjelmalla, joka on 2D-suunnitteluohjelma. AutoCAD:llä suunnittelutyö tapahtui pääosin olemassa olevia työkuvia muokkaamalla. Vanhasta haihduuttimen työkuvasista muokattiin uuden haihduuttimen valmistukseen soveltuvat valmistuskuvat.

Kolmiulotteinen suunnittelu nopeuttaa suunnittelutyötä ja mahdollistaa sellaisia asioita, joita ei aikaisemmin 2D-suunnittelussa pystytty tekemään. Siinä esimerkiksi nähdään helposti, miten kaikki osat asettuvat ja mahtuvat haihduuttimeen.

### 5.2 Haihduuttimen suunnitteluprosessi

Haihduuttimen suunnittelun lähtökohtana on myyntiosastolta tuleva lomake. Lomakkeesta löytyvät kaikki tärkeimmät lähtötiedot kyseisen haihduuttimen suunnitteluun. Näihin tietoihin kuuluu mm. prosessiin liittyviä asioita, suunnittelustandardi, haihduuttimen tyyppi, vaipan ja paketin materiaali sekä ainevahvuudet, montako lamellia paketissa on, millaisia lamelleita, kuinka monirivinen paketti on, onko lipeän kiertoputkisto sisä- vai ulkopuolinen, kaikki tarvittavat yhteet ja niiden halkaisijat, väliseinän tarve, väliseinän tyyppi, säiliön päätyjen mallit sekä pisaranerotin koko.

Nämä tiedot siirretään lähtötietolomakkeeseen. Lähtötietolomake on tärkeä lomake, koska sitä käytetään koko suunnitteluprosessin ajan. Sen avulla tehdään mittakuvat ja lopullinen 3D-malli, joten sitä täytyy päivittää aina kun haihduttimeen tulee muutoksia. Lähtötietolomakkeesta tiedot siirretään yksikkökohtaisiin parametritaulukoihin, jotka ohjaavat haihduttimen 3D-mallia.

### 5.3 Suunnittelustandardit

Andritzilla on käytössä ISO 9001 laadunhallintajärjestelmä. ISO 9001 on yksi osa ISO 9000-sarjan standardeja, joka on maailmanlaajuinen laadunhallintajärjestelmä. ISO 9000-sarjan standardit ovat hyvä työväline yrityksen jatkuvalla kehityksellä ja avain menestykselliseen toimintaan. ISO 9001 standardi määrittelee organisaatiolle laadunhallintajärjestelmien vaatimukset. Standardi on oiva yritykselle, joka haluaa osoittaa, että se pystyy toimittamaan jatkuvasti asiakkaan tarpeita ja laatuvaatimuksia vastaavia tuotteita. Samalla standardilla pyritään parantamaan asiakastytyväisyyttä. (sfs 2012)

Vaikka suunnittelutyö tehdään ISO 9001 standardin mukaisesti, on laitteilla kuitenkin myös erillisiä tilaajan vaatimia standardivaatimuksia. Yleisimmät käytössä olevat standardit ovat ASME ja EN/PED.

ASME (American Society of Mechanical Engineers) on amerikkalainen standardijärjestö. Painelaitteissa tai niihin rinnastettavissa laitteissa sovelletaan ASME:n BPVC-standardia (The ASME Boiler and Pressure Vessel Code).

EN (European Standard) on eurooppalaisen CEN standardisoimisjärjestön hyväksymä standardi. Painelaitteissa tai niihin rinnastettavissa laitteissa sovelletaan EN:n PED-standardia (Pressure Equipment Directive).

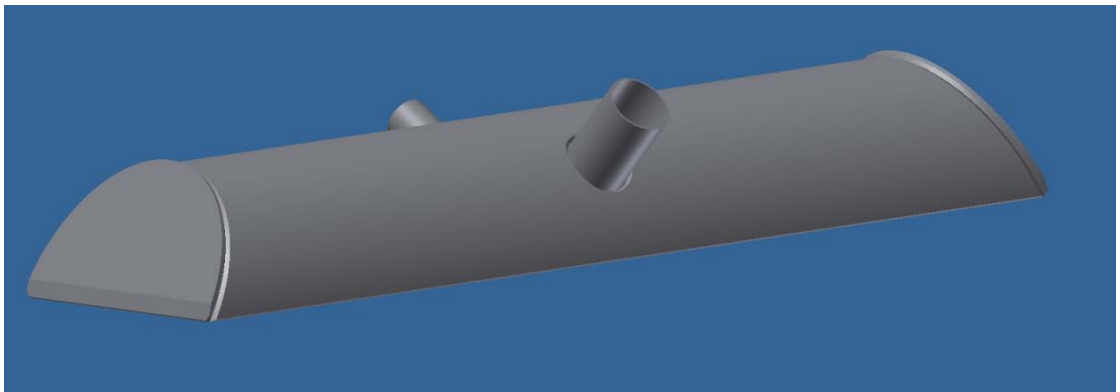
Kun laitteen täytyy täyttää jokin edellä mainituista standardeista, täytyy suunnittelutyössä kyseisen standardin vaatimukset ottaa huomioon. Standardivaatimukset koskevat laitteen rakenteellista suunnittelua, valmistusta sekä laitteelle tehtäviä tarkastuksia.

## 5.4 Haihduttimen 3D-malli

Haihduttimesta on tehty kolmiulotteinen parametrinen malli, jota ohjataan sitä varten räätälöidyllä Excel-taulukolla. Käyttäjä syöttää taulukkoon haihdutinyksikön perustietoja. Näitten syötettyjen tietojen perusteella Excel-ohjelma laskee tarvittavia mittoja osille ja poistaa tai lisää piirteitä tarpeen mukaan. Inventor kerää tiedot taulukosta ja tekee mallin kerättyjen tietojen mukaan. Excelin käyttäminen mallin ohjaamisessa mahdollistaa makrojen sekä monimutkaisten laskukaavojen käytön osien mallintamisessa. Excel-taulukko on myös käyttäjäystävällisempi kuin Inventorin oma parametritaulukko. Tällaisessa parametrissa mallissa ei ole kaikkia osia valmiina, vaan siitä löytyvät kaikki perusosat. Puuttuvat osat ovat sellaisia osia, joita ei ole ollut järkevää mallintaa kyseiseen malliin. Nämä osat on jätetty pois, koska niitä joudutaan monesti muokkaamaan yksikön mukaan ja muuttuvia parametreja olisi liian paljon. Osista on tehty joko parametrinen malli tai lpart-osa tai tavallinen Inventor-osa.

### 5.4.1 lpart-osat

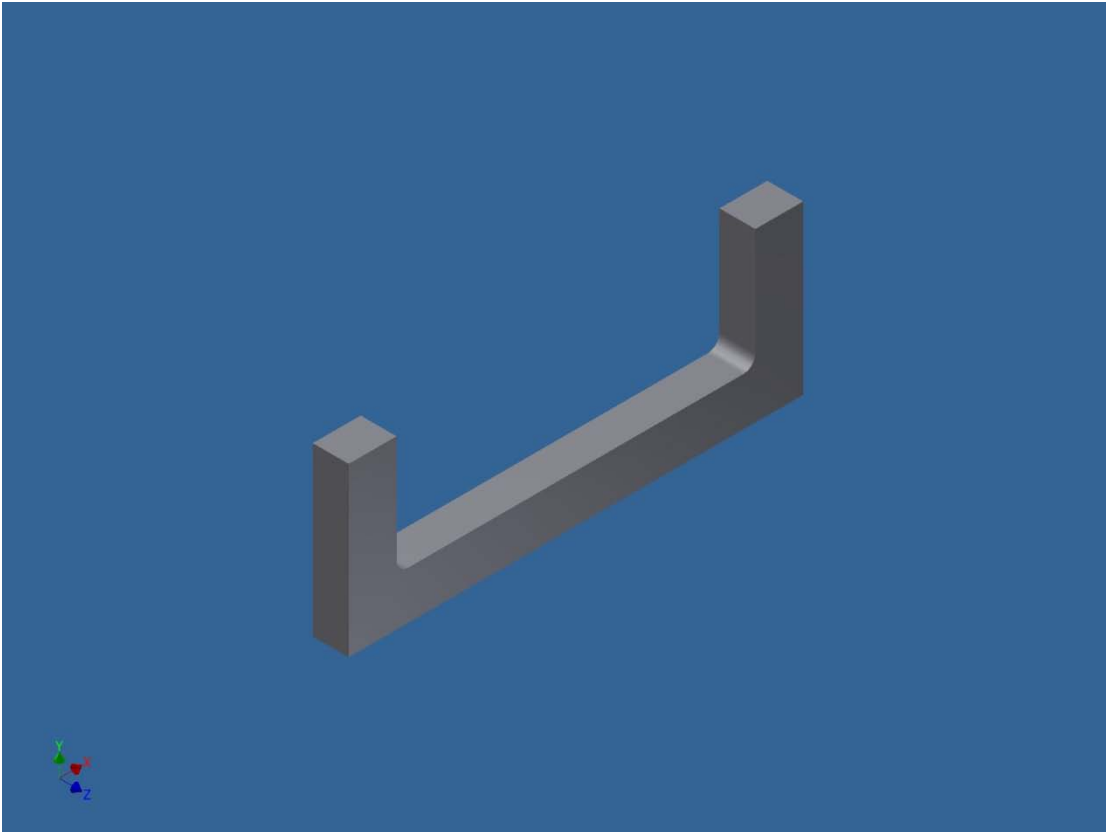
Kun osasta ei ole tehty parametristä, niin se on voitu mallintaa lpart-osiksi (kuva 7). lpartit ovat ”älykkäitä” osia, jotka kysyvät niitä lisättäessä käyttäjältä tarvittavia parametreja, joiden perusteella osa mallinnetaan tarpeiden mukaiseksi. Kysyttävät parametrit on määritetty, kun lpart-osa on tehty. Osa näistä lparteista asettuu malliin oikealle paikalle asettamalla ne nollapisteeseen ja lukitsemalla. Osan lpart-osista käyttäjä joutuu itse paikoittamaan Inventorin mate-työkalulla. Mate-työkalussa on monia erilaisia vaihtoehtoja, joilla osat saadaan oikeille paikoilleen. Sillä pystytään esimerkiksi valitsemaan kahdesta eri kappaleesta pinnat, jotka laitetaan vastakkain tai samansuuntaiseksi.



Kuva 7. lpart-osa Lauhde/kaasu kotelo

### 5.4.2 Inventor-osat

Edellisten lisäksi osa osista on mallinnettu tavallisiksi Inventor-osiksi (kuva 8). Nämä osat ovat yleensä sellaisia, jotka koostuvat yhdestä osasta ja niiden mittoja tai piirteitä ei yleensä tarvitse muuttaa. Jos muokkaaminen on kuitenkin tarpeellista, vaatii se itse osan mallin avaamista ja siellä mittojen ja piirteiden muuttamista. Tavalliset Inventor-osat pitää käyttäjän itse paikoittaa mate-toiminnolla.



Kuva 8. Inventor-osa tukikamparaudan liukupala

### 5.4.3 Standardiosat

Osa haihduttimissa käytettävistä osista on Andritzin omia standardiosia. Standardiosien käytöllä pyritään siihen, että osa olisi tietynlainen ja ettei sitä aina tarvitsisi suunnitella uudelleen. Samalla pyritään siihen, että samankaltaisia osia olisi mahdollisimman vähän, jolloin tarvittavien kuvien sekä erilaisten osien määrää saadaan vähennettyä. Standardiosien käytöllä pystytään myös nopeuttamaan suunnittelutyötä. Samalla saadaan vähennettyä virheiden määrää erilaisten osa- ja tarkastusluetteloiden vähyyden vuoksi. Standardiosat pyritään suunnittelemaan siten, että ne soveltuvat käytettäväksi mahdollisimman monessa eri yksikössä.



Jokaiselle standardiosalle tehdään omat standardipiirustukset, jotka merkitään omalla dokumenttitunnisteella. Kun suunnittelussa käytetään standardiosia, merkitään osaluetteloon standardipiirustuksen dokumenttitunniste.

## 5.5 Mittakuva

Ensimmäisenä haihduttimesta tehdään mittakuva. Mittakuva on 3D-malli, johon mallinnetaan kaikki tärkeät haihduttimen osat. Näihin osiin kuuluvat haihduttimen vaippa, lamellipaketti, paketin kannatusrakenteet, väliseinät, yksikön sisäiset putkistot, pisaranerotin, yhteet, miesluukut, jalkarengas ja haihduttimen kannatinrakenne.

Mittakuvalla on monta tarkoitusta. Sillä varmistetaan, että kaikki tarvittavat osat mahtuvat haihduttimen sisälle ja että sisälle jää riittävästi tyhjää tilaa. Sitä käytetään myynnin työkaluna sekä osto käyttää sitä tarjouksien pyytämiseen alihankkijoilta. Layout-osasto käyttää mittakuvaa mahdollisesti tehtaan layoutin tekemiseen. Mittakuvaa päivitetään aina kun kyseiseen laitteeseen tulee suunnittelutietojen muutoksia. Päivitykset tehdään, mikäli projekti etenee kohti laitteen tilausta tai jos ne ovat muuten tärkeitä laitteen kannalta kuten muutokset vaikuttavat laitteen valmistuskustannuksiin.

## 5.6 Lopullinen 3D-malli

Mittakuvan perusteella haihduttimesta tehdään lopullinen 3D-malli (kuva 9). Tähän 3D-malliin mallinnetaan kaikki haihduttimeen tulevat osat. Mallissa on valmiina kaikki pääosat, joiden uudet suunnitteluparametrit päivitetään lähtötietolomakkeelta. Kun nämä parametrit on päivitetty, avataan mallit ja katsotaan, että osat näyttävät sellaiselta kuin pitääkin. Haihduttimen mallista joudutaan joskus poistamaan ylimääräisiä osia tai lisäämään siihen sellaisia osia, jotka eivät tule sinne automaattisesti suunnitteluparametrien perusteella.

Kun haihduttimen 3D-malli on saatu valmiiksi, siitä tehdään valmistuskuvat 2D-muodossa. Nämä valmistuskuvat toimitetaan lujuuslaskentaan. Rakenteiden lujuuslaskennan jälkeen kuvat toimitetaan valmistukseen, alihankkijoille, tilaajalle sekä arkistoitaviksi.



Kuva 9. Haihduttimen 3D-malli



siihen liittyviin osiin. Samalla valmistustavan muutoksen myötä oli lamellin pituutta pystytty kasvattamaan sekä aukkojen tukirakennetta vahvistamaan.

Suurimmat muutokset olivat tapahtuneet lamellille, lamellipaketille ja näihin liittyviin osiin. Tämän vuoksi käsikirjan uudistamisessa keskityttiin tekemään uudet ohjeet näille muuttuneille asioille.

#### 6.4 Osakokonaisuudet valmistuspaikan mukaan

Ohjeissa piti ottaa huomioon myös haihduttimen valmistuspaikka. Haihduttimen valmistuksessa käytetään kahta eri konseptia. Konseptit ovat site- ja konepajavalmistus. Site-valmistuksessa haihdutin tehdään konepajalla osiksi ja osat toimitetaan tehtaan rakennuspaikalle, missä haihduttimet rakennetaan valmiiksi. Konepajavalmistuksessa haihduttimet tehdään valmiiksi konepajalla ja ne kuljetetaan kokonaisina tehtaan rakennuspaikalle.

Nykypäivänä uusien tehtaiden rakennuksessa suositumpi tapa on site-valmistus, koska nykyisten tehtaiden tarvittava haihdutuskapasiteetti on suuri, mikä tarkoittaa että tarvitaan suuria haihduttimia, joiden kuljetus valmiina on hankalaa ja kallista. Joskus valmiin haihduttimen kuljettaminen ei ole mahdollista teiden paino- ja kappaleen kokorajoitusten takia. Site-valmistuksen etuina on myös se, että osia voidaan tilata alihankkijoilta eri puolilta maailmaa suoraan tehtaan rakennuspaikalle.

Konepajavalmistuksessa osat täytyy ensiksi toimittaa haihduttimen kokoonpanon tekeväälle konepajalle ja kokonainen haihdutin kuljetetaan sieltä tehtaan rakennuspaikalle.

Kun suunnitellaan haihduttimia, jotka valmistetaan site-periaatteen mukaan, täytyy suunnittelutyössä ottaa huomioon myös kuljetusrajoitukset. Osakokonaisuudet pitää määrittää kyseisten rajoitusten mukaan, joita ovat yleensä kappaleen koko sekä paino. Osakokonaisuuksista pyritään tekemään ohjekuvat, jolloin suunnittelija tietää suoraan millaisiin ja minkä kokoiisiin paloihin osat pitää valmistaa. Isojen kappaleiden kuljetuksiin joudutaan suunnittelemaan ja valmistamaan myös erilliset kuljetuskehikot. Tästä syystä osia pyritään kuljettamaan myös rahtikonteissa, jos se on järkevää. Tällöin rahtikonttien sisämitat ja suurin sallittu paino asettavat suunnitteluun rajoituksia. Konttikuljetuksen etuna on, että osat ovat suojassa kontissa, eikä erillisiä kuljetuskehikoita tarvita.

## 6.5 Ohjeet

Suunnitteluohjeet tehtiin ensin suomeksi, josta ne sitten käännetään englanniksi. Ohjeita tullaan käyttämään muissakin haihduttimien suunnitteluun erikoistuneissa Andritzin toimipisteissä. Osa näistä toimipisteistä on ulkomailla ja englannin kieli on yhteinen kommunikointikieli kaikkien toimipaikkojen välillä.

Englanniksi kääntäminen tehdään sen jälkeen kun suomenkieliset ohjeet ovat valmiina. Kääntämisen tekevät muut samalla haihdutinosastolla työskentelevät suunnittelijat. Samalla he lisäävät ohjeisiin sellaisia asioita, mitä uudistuneessa käsikirjassa ei vielä ole otettu huomioon.

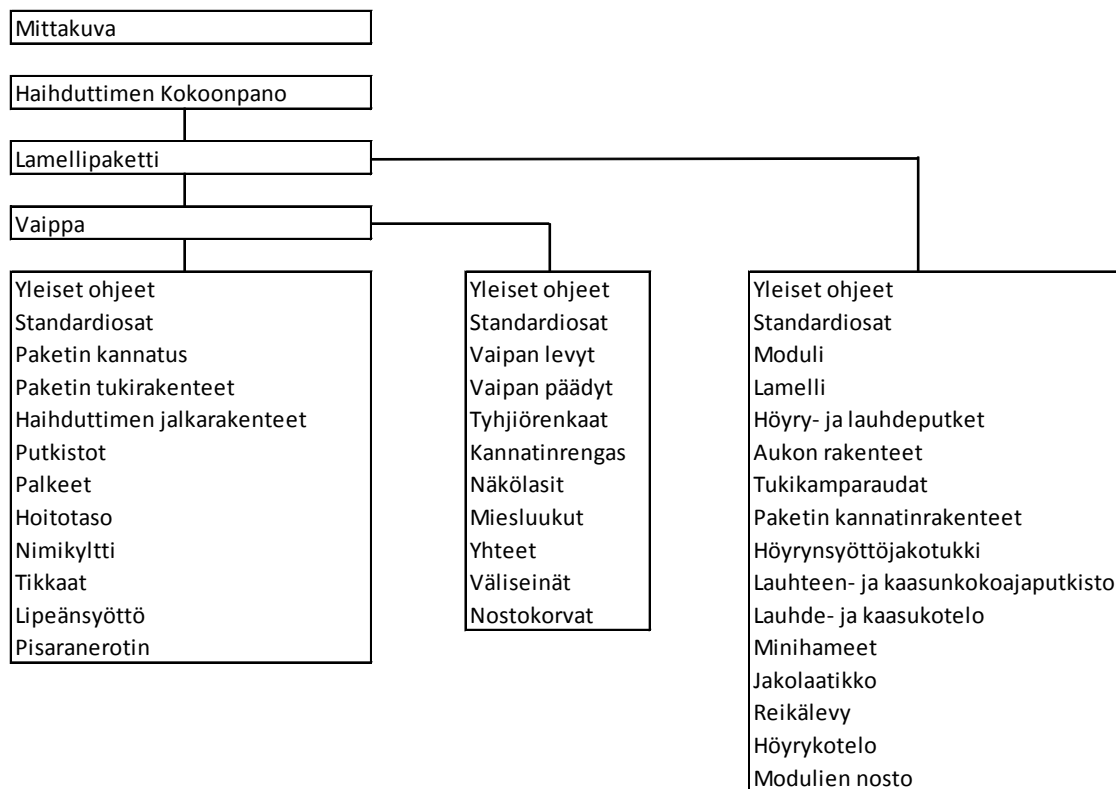
Ohjeita tehtäessä piti miettiä, että ohjeiden kieliasu oli selkeästi luettavaa tekstiä. Ohjeiden piti olla myös sellaisten ihmisten ymmärrettävissä, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta haihdutinsuunnittelusta. Ohjeisiin tehtiin ohjekuvat ja kirjallinen osuus.

### 6.5.1 Ohjeiden järjestys

Ohjeet pyrittiin järjestämään siten, että ne vastasivat haihduttimen suunnitteluprosessin järjestystä. Ohjeisiin tuli neljä erillistä aluetta (kuva 10). Nämä neljä aluetta ovat

- 1) mittakuva
- 2) haihduttimen kokoonpano
- 3) lamellipaketti ja
- 4) vaippa.

Mittakuvan ohjeet on erillinen alue. Haihduttimen pääohje on kokoonpano. Siihen sisältyvät kaikki haihduttimeen tulevat osat. Lamellipaketista ja vaipasta tehtiin molemmista omat ohjeet, koska ohjeesta olisi tullut liian laaja, jos kaikki olisi laitettu saman ohjeen alle. Tämä olisi hankaloittanut ohjeiden käytettävyyttä.

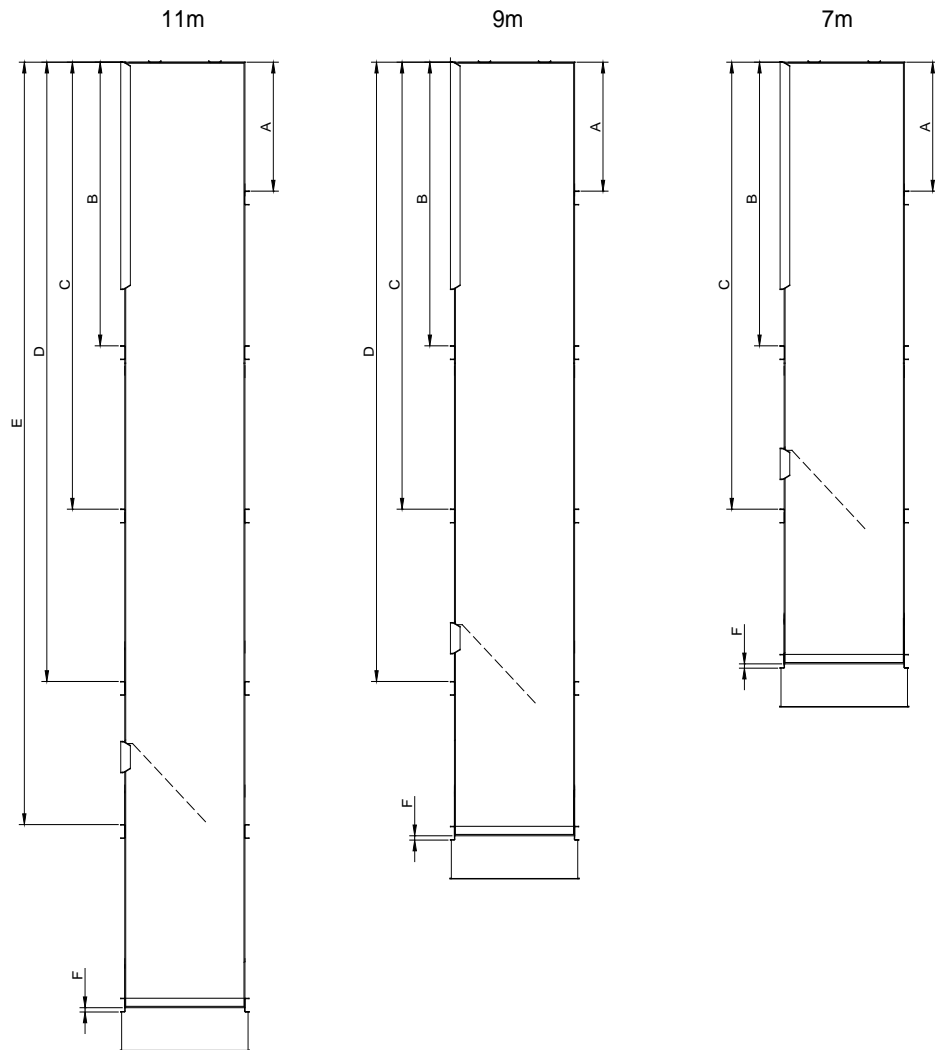


Kuva 10. Suunnitteluohjeiden rakenne

### 6.5.2 Ohjeiden sisältö

Suunnitteluohjeiden on tarkoitus auttaa suunnittelijaa valitsemaan oikeat osat oikeisiin paikkoihin haihdutinta suunniteltaessa sekä kertomaan, mitä asioita pitää ottaa huomioon osia valittaessa. Osien valinnan helpottamiseksi on ohjeissa kerrottu, millainen osa milloinkin valitaan. Samalla on kerrottu tarvittavien osien määrä jos se on erikseen määritetty.

Ohjeet neuvovat myös osien paikoituksessa. Paikoituksen määrittämisen esimerkkinä tukikamparautojen (kuva 11) paikat ovat määritetty siten, että niiden jaot ovat samat kaikilla lamellipituuksilla. Pidemmässä lamelleissa tukikamparautoja tulee enemmän verrattuna lyhyempään lamelliin. Tukikamparautojen väliset etäisyydet eivät saa kuitenkaan olla samat koko lamellin matkalla, etteivät ne korosta tiettyä värinätaajuutta.



Kuva 11. Kamparautojen paikoitus

Joillekin osille on annettu alustavat tarvittavat ainevahvuudet, mikäli ne on erikseen määritetty. Osien ainevahvuudet voivat vaihdella suunnittelupaineen, standardin, materiaalin ja rakenteen mukaan. Lopulliset ainevahvuudet tarkistetaan aina lujuuslaskennassa.

Ohjeissa ohjeistetaan myös hitsausrillon, hitsinmuodon ja hitsinkoon valinnassa, mikäli ne on pystytty määrittämään. Näiden asioiden valintaan vaikuttavat samat asiat kuin ainevahvuuden valintaan. Eri suunnittelustandardeilla on omat vaatimukset hitsien suhteen, jolloin hitsien suunnittelussa pitää asiasta varmistaa standardeista.

Ohjeissa annetaan neuvoja putkistojen halkaisijoiden valintaan. Putkistojen mitoituksessa käytetään pääsääntöisesti haihduttimen vaipan yhteen halkaisijaa. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi jos vaipassa oleva lipeänsyöttöyhde on kooltaan DN600, siihen liittyvän haihduttimen sisäisen putken koko valitaan DN600 mukaan

Yhteen halkaisija on määritetty prosessin vaatimuksien mukaan. Kuitenkin joillekin sisäpuolisille putkistoille on annettu maksimi- tai minimihalkaisijat. Jos esimerkiksi yhteen halkaisija on isompi kuin putken maksimihalkaisija, putki jaetaan kahteen erilliseen putkeen haihduttimen sisäpuolella. Näiden putkien sisäpinta-alan pitää olla saman kokoinen tai suurempi kuin alkuperäisessä putkessa. Käytettävien putkien seinämävahvuudet määräytyvät suunnittelustandardin ja paineen mukaan.

### 6.5.3 Ohjekuvien tekeminen

Ohjekuvien teossa hyödynnettiin vanhoja ohjekuvia mikäli ne vastasivat nykypäivän tarpeita. Uudet ohjekuvat tehtiin pääosin Inventoria käyttäen. Kuvan tekemisessä ensimmäinen vaihe oli mallintaa lamellipaketti ja siihen kuuluvat osat Inventorilla. Apuna käytettiin valmiina olevia lamellipaketin 3D-malleja, mikäli ne vastasivat tarvetta. Mikäli sopivaa valmista mallia ei löytynyt, muokattiin malleista sellaisia, että ne sopivat tarkoitukseen. Muokkauksessa mallien mittoja saatettiin muokata. Samalla siihen saatettiin lisätä, vaihtaa tai poistaa osia. Sama työ tehtiin vaipan mallille. Kokoonpanoa mallinnettaessa hyödynnettiin jo valmiiksi tehtyjä lamellipaketin ja vaipan malleja.

Kun tarvittava 3D-malli saatiin valmiiksi, siitä tehtiin Inventorilla 2D-kuvat, jotka tallennettiin sellaiseen muotoon, että ne pystyttäisiin avaamaan AutoCAD-ohjelmalla. Näihin kuviin tehtiin detail-kuvat sellaisista kohdista, joista ohjekuvia tarvitaan. Detail-kuvien tarkoituksena on näyttää siihen kohtaan liittyvä informaatio tarkemmin. Detail-kuvien informaatio voi olla esim. kappaleen mitoitus tai valittava hitsityyppi.

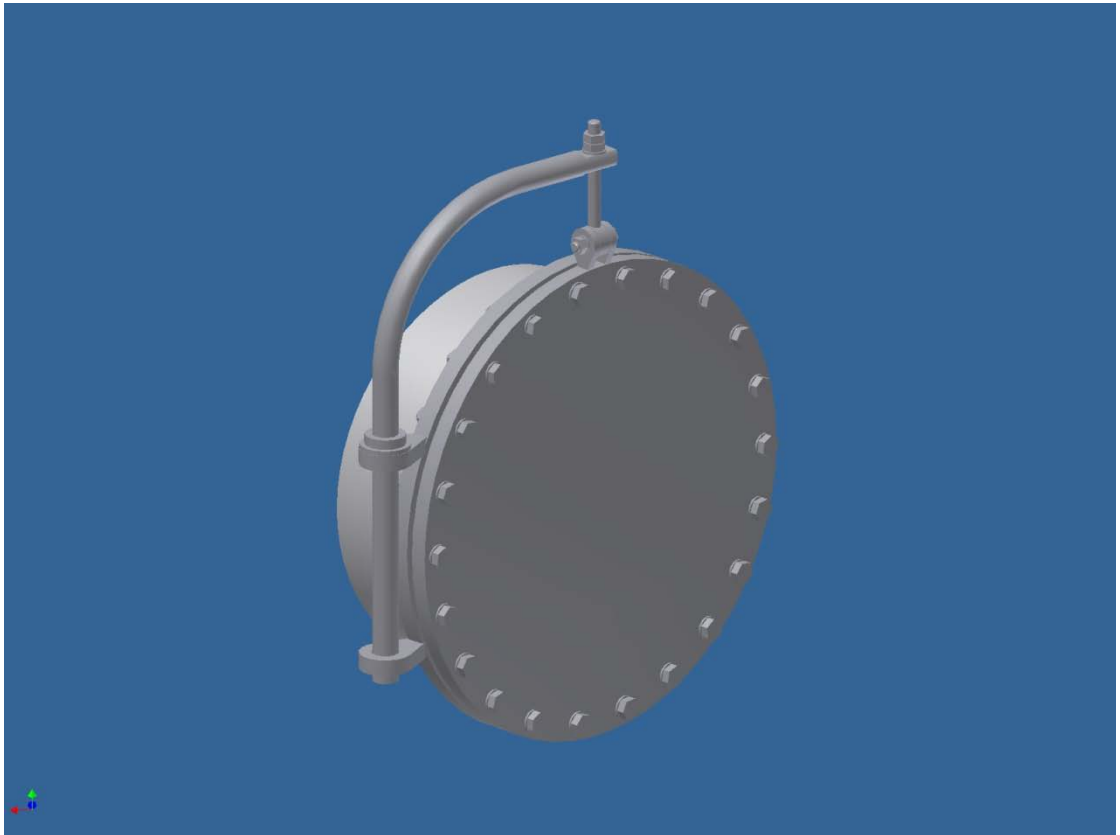
Seuraavana havainnekuvat avattiin AutoCAD-ohjelmalla, josta kuvat siirrettiin copy-toiminnolla Word-tiedostoon. Kaikki ohjekuvat tallennettiin AutoCAD-tiedostoina ja nimettiin sen mukaan, mikä oli ohjekuvan numero ja nimi.



## 6.6 Standardiosat ja standardipiirustukset

Standardiosiksi valittiin sellaisia osia, joita voidaan käyttää mahdollisimman monessa yksikössä ilman muutoksia. Tällaisia osia ovat esimerkiksi miesluukku (kuva 12), näkölasit, instrumenttiyhteet, tikkaitten askelmat, aukkojen rakenteisiin kuuluvat osat sekä tukikamparaudat. Yksiköiden osia tutkittaessa saattoi huomata jonkun osan olevan melkein samanlainen useassa yksikössä. Täällaisestä osasta pystyi tekemään standardiosan joko pienillä muutoksilla tai suunnittelemalla kokonaan uuden osan siihen tarkoitukseen.

Standardiosasta tehdään oma standardipiirustus, jolle otetaan oma dokumenttitunniste Andritzin omasta dokumentointijärjestelmästä. Standardipiirustuksien teossa piti ottaa huomioon, että niistä löytyy kaikki tarvittava informaatio, mitä standardiosan valmistamiseen tarvitaan. Täällaisia informaatiota ovat esimerkiksi materiaalitiedot, kappaleen mitoitus ja hitsausvaatimukset.



Kuva 12. Mallinnettu standardimiesluukku

## 7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli uudistaa haihduttimien suunnittelukäsikirja vastaamaan nykyaikaisten haihduttimien suunnittelun tarpeita. Työ tehtiin vuoden 2012 kevään ja kesän aikana Andritzin toimitiloissa Varkaudessa.

Työtä tehdessä tuli huomattua, kuinka paljon asioita ohjeisiin tulisi. Ohjeiden tekeminen aloitettiin tekemällä suunnitteluohjeet lamellipaketille, johon suurimmat muutokset olivat kohdistuneet. Lamellipaketin suunnitteluohjeita tuli ohjekuvineen 101 sivua. Samalla kun ohjeita ja niihin liittyviä ohjekuvia päivitettiin, lamellipakettiin tuli uusia rakennemuutoksia tuotteen kehityksen myötä. Tämä lisäsi työn haastavuutta ja samalla oli helppoa huomata, miten tuotteiden kehitystä tapahtuu. Tuotteita täytyy kehittää, mikäli aikoo pärjätä kiristyneillä maailmanmarkkinoilla sekä jos aikoo pysyä maailman markkinajohtajana ja saada uusia innovatiivisia laitteita kaupaksi maailmalle.

Lopputuloksena saatiin lamellipaketille uudet suunnitteluohjeet, jotka vastaavat suunnittelun vaatimuksia. Ohjeisiin kuitenkin joudutaan vielä lisäämään uusien rakenteiden tarvitsemia ohjeita siinä vaiheessa, kun niiden yksityiskohdat vielä tarkentuvat.

Vaipan ja kokoonpanon ohjeet saatiin pääosin valmiiksi, vaikka niistä vielä jäi kuitenkin uupumaan uusia rakenteellisia muutoksia. Alkuperäisenä tarkoituksena oli saada suunnittelukäsikirja tehtyä valmiiksi koko haihduttimen osalta, mutta tähän ei päästy työn laajuudesta johtuen.

Ohjeita on tarkoitus uudistaa Andritzin toimesta aina kun laitteisiin tulee uusia muutoksia. Tämä on välttämätöntä, koska tarkoituksena on, että ohjeet kestävät kehityksen mukana ja vastaavat haihduttimen suunnittelun tarpeita.

## LÄHTEET

Andritz AG. History [Viitattu 30.8.2012]. Saatavissa: <http://www.andritz.com/group/gr-about-us/gr-history.htm>

Andritz-tulos 2011, 2012. 010312\_andritz\_tulos2011 [lehdistötiedote]. World-tiedosto [viitattu 25.5.2012]. Saatavissa: Andritzin sisäinen Intranet.

Seppälä, M, Klemetti, U, Kortelainen, V-A, Lytikäinen, J, Siitonen, H & Sironen, R. 1999. Paperimassan valmistus. Helsinki: Opetushallitus.

Evatherm. Falling film evaporator [viitattu 20.8.2012]. Saatavissa: <http://www.evatherm.com/en/technology/fallingfilm.php>

Evatherm. Rising film evaporator [viitattu 20.8.2012]. Saatavissa: [http://www.evatherm.com/en/technology/rising\\_film\\_evaporator.php](http://www.evatherm.com/en/technology/rising_film_evaporator.php)

Evatherm. Forced circulation evaporator [viitattu 20.8.2012]. Saatavissa: [http://www.evatherm.com/en/technology/forced\\_circulations\\_crystallizer.php](http://www.evatherm.com/en/technology/forced_circulations_crystallizer.php)

SFS. Iso9000-esite. PDF-tiedosto [Viitattu 23.8.2012]. Saatavissa: <http://www.sfs.fi>



---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

