

---

# Putkiston painon jakautuminen erikokoisissa soodakattiloissa osaprosesseihin ja materiaalityypin

---

Tuomas Sikanen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto





Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tuomas Sikanen	
Työn nimi Putkiston painon jakautuminen erikokoisissa soodakattiloissa osaprosesseihin ja materiaaliryhmiin	
Päiväys 31.1.2011	Sivumäärä/Liitteet 32/2
Ohjaaja(t) Seppo Ryyänen, Heikki Salkinoja, Antti Räisänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Andritz Oy	
Tiivistelmä  <p>Työn tarkoituksena oli koota kuuden erikokoisen soodakattilan putkistomateriaaliraporteista yhteenvetotaulukko, jota hinnoittelijat voivat käyttää työkaluna uusien myytävien kattiloiden putkistopainon arvioinnissa.</p> <p>Yrityksen henkilökunnan kanssa pidetyissä putkiston hinnoittelun kehityspalavereissa teimme muutoksia osaprosessijakoon, jonka perusteella kerättyä tietoa kerättiin. Lisäksi palavereissa päätettiin siitä, mitä osia lasketaan putkilinjan kokonaispainoon ja määritettiin materiaaliryhmät, joihin osaprosessit jaetaan.</p> <p>Työssä käydään läpi, kuinka yhteenvetotaulukon muodostaminen on tapahtunut ja tarkastellaan saatuja tuloksia. Lopputuloksena syntyi yhteenvetotaulukko, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää putkistopainon arvioinnissa.</p>	
Avainsanat Putkiston painon jakautuminen erikokoisissa soodakattiloissa	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Tuomas Sikanen			
Title of Thesis The Weight Distribution of Pipeline in Recovery Boilers of Different Sizes into Sub Processes and Material Groups			
Date	31.1.2011	Pages/Appendices	32/2
Supervisor(s) Seppo Ryyänen, Heikki Salkinoja, Antti Räisänen			
Project/Partners Andritz Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the study was to collect a summary table of the pipeline material reports of six recovery boilers of different sizes which can be used as a pricing tool in the piping weight assessment of new boilers.</p> <p>In the company's staff meetings concerning piping's pricing changes to the division of sub-processes were made. The changes were made on the basis of the information gathered. In addition to the meetings, it was decided what parts of the pipeline are included in the total weight of material groups, where the sub-processes are divided into.</p> <p>This thesis describes how the summary table was made and examines the achieved results. The end result was a summary table, which may in the future be utilized in the weight evaluation of piping.</p>			
<p>Keywords The Pipeline Weight Distribution of Different Size Recovery Boilers</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tausta.....	7
2	ANDRITZ OY.....	8
2.1	Talteenottodivisioona (KR).....	8
3	SOODAKATTILA.....	9
3.1	Soodakattilan tehtävät .....	10
3.2	Soodakattilan rakenne .....	12
3.3	Soodakattilan järjestelmät.....	12
3.3.1	Polttolipeäjärjestelmä .....	12
3.3.2	Viherlipesjärjestelmä .....	13
3.3.3	Polttoilmajärjestelmä .....	14
3.3.4	Vesi- ja höyryjärjestelmä.....	15
3.3.5	Apupolttoainejärjestelmä .....	16
3.3.6	Nuohousjärjestelmä.....	17
4	SOODAKATTILAN PUTKISTO.....	18
4.1	Putkiston osaprosessit.....	18
4.1.1	Osaprosessimuutokset .....	22
4.1.2	Korkeapaineputkiston (KP) ja prosessiputkiston osaprosessit .....	22
5	TYÖN MENETELMÄT .....	24
5.1	Työn kohteena olleet soodakattilaprojektit .....	24
5.2	Aineiston kokoaminen ja tiedon lisääminen yhteenvetotaulukkoon .....	24
5.2.1	Virtauskaavio.....	25
5.2.2	Putkilinjakohtainen materiaaliluettelo .....	25
5.2.3	Yhteenvetotaulukko.....	25
5.3	Osaprosessijako .....	25
5.3.1	Jaon tekeminen .....	25
5.4	Tunnus- ja putkilinjakohtainen materiaaliluettelo.....	26
5.5	Tiedon kerääminen yhteenvetotaulukkoon.....	26
6	TULOSTEN KÄSITTELY JA TULKINTA .....	27
6.1	Yhteenvetotaulukko .....	27
6.2	Putkiston osaprosessien painovertailu .....	27
6.3	Prosessiputkiston osaprosessit.....	28
6.4	Prosessiputkiston materiaalijakauma.....	29
6.5	Kapasiteetin vaikutus.....	30
6.6	Putkistojen suhteellinen koostumus .....	31
7	Johtopäätökset.....	32

**LIITTEET**

Liite 1 Yhteenvetotaulukko

Liite 2 Osaprosessit painovertailussa

## 1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö käsittää putkistotiedon keruun kuudesta erikokoisesta soodakattilasta jakautuen osaprosesseihin ja osaprosessien sisällä eri materiaalityyppeihin. Tieto on kerätty PDMS-mallien putkistomateriaaliraporteista Excel-tilaan. Työn tuloksena syntyi taulukko, jota hinnoittelijat voivat käyttää uusien myytävien projektien putkistopainon arvioinnissa.

### 1.1 Työn tausta

Putkiston hinnoittelun kehitysprojekti aloitettiin Andritz Oy:ssä runsas vuosi sitten. Kehitysprojektin tarkoituksena oli saada tarkempaa tietoa putkiston määrästä, joita voidaan hyödyntää uusien myytävien projektien putkistopainon arvioinnissa. Kesän 2009 aikana määriteltiin haihduttamon, soodakattilan ja voimakattilan osaprosessit, joiden mukaisesti toteumatietoa tullaan keräämään projektien putkistomateriaalin määrästä. Tässä työssä keskityttiin soodakattiloihin.

## 2 ANDRITZ OY

Andritz Oy on yksi maailman johtavista sellu- ja paperiteollisuuden järjestelmien, laitteiden ja palvelujen toimittajista. Sen tuotealueita ovat puunkäsittely, kuituprosessit, kemikaalien talteenotto ja massankäsittely. Andritz Oy:n liikevaihto on noin 300 miljoonaa euroa ja henkilökunnan määrä on noin 900. Osaamiskeskukset ovat Kotkassa, Savonlinnassa, Varkaudessa, Hollolassa ja Tampereella. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Yhtiön omistaa itävaltalainen Andritz AG. Andritz Oy:n tytäryhtiö on Savonlinna Works Oy. (Andritz Oy, intranet)

### 2.1 Talteenottodivisioona (KR)

Talteenottodivisioona toimittaa haihduttamoja sekä sooda- ja voimakattiloita kemiallisille talteenottolaitoksille sellutehtaisiin maailmanlaajuisesti.

Divisioonan päätuotteet ovat:

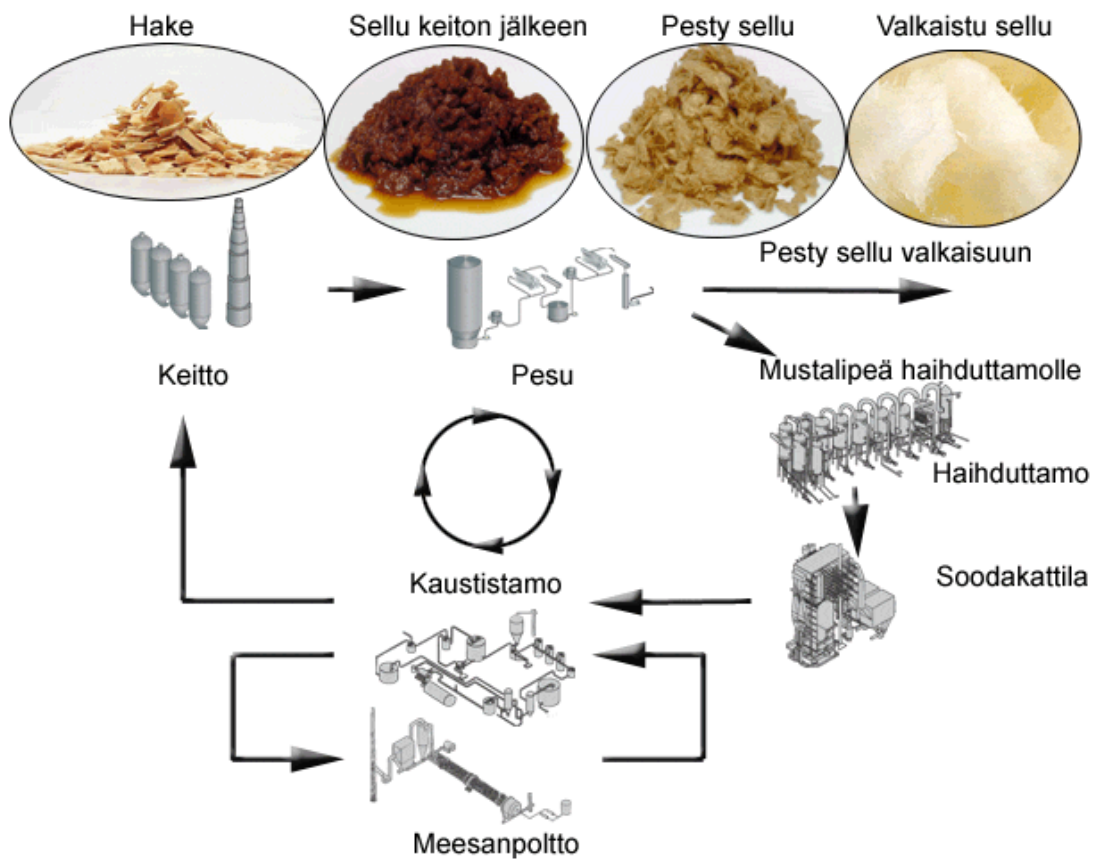
- Kokonaiset talteenottolaitokset
- Haihduttamot
- Soodakattilat
- Voimakattilat
- Bioenergiasysteemit

Talteenottodivisioonassa työskentelee kaikkiaan lähes 200 työntekijää maailmanlaajuisesti. Suurin osa heistä on Varkaudessa, Kotkassa ja Helsingissä. Muut talteenottodivisioonan konttorit sijaitsevat Alpharetassa, Yhdysvalloissa; Tukholmassa, Ruotsissa; Curitibaassa, Brasiliassa. (Andritz Oy, intranet)



### 3 SOODAKATTILA

Soodakattila on osa sulfaattiselluloosatehtaan kemikaalikiertoa. Kemiallisen puunjalostusteollisuuden jatkojalostukseen käyttämä selluloosamassa valmistetaan keittämällä kuituaines eroon sitä sitovista aineista. Sidosaineet liukenevat keittokemikaaleihin. Puumassan keitossa käytetyt kemikaalit yhdessä puusta liunneen puuaineksen kanssa erotetaan keiton jälkeen massasta pesemällä, jolloin syntyy laihamustalipeää. Puusta lipeän liennut orgaaninen aines värjää lipeän väriltään mustaksi, josta johtuu nimitys mustalipeä. Massa jatkaa valkaisuun ja kuivaukseen, kun taas laihamustalipeän sisältämät kemikaalit otetaan talteen ja regeneroidaan haihduttamalla, soodakattilalla ja kaustistamalla, minkä jälkeen ne käytetään uudestaan keittokemikaaleina. Kemikaalit siis muodostavat suljetun kierron. Laihamustalipeän sisältämän puuaineksen energia otetaan myös talteen soodakattilassa. Kuvassa 1 on kuvattu sulfaattiselluloosatehtaan kemikaalikierto.



Kuva 1. Sellutehtaan kemikaalikierto.

Haihduttamo edeltää soodakattilaa kemikaalikierrrossa. Haihduttamalla mustalipeän kuiva-ainepitoisuus nostetaan 65-85 %:iin, jotta lipeä voidaan polttaa soodakattilassa. Polttolipeä ruiskutetaan soodakattilan tulipesään sen kaikilla neljällä seinällä sijaitsevilla lipeäruiskuilla. Lipeä pisaroituu muutaman millimetrin kokoisiksi pisaroiksi, jotka

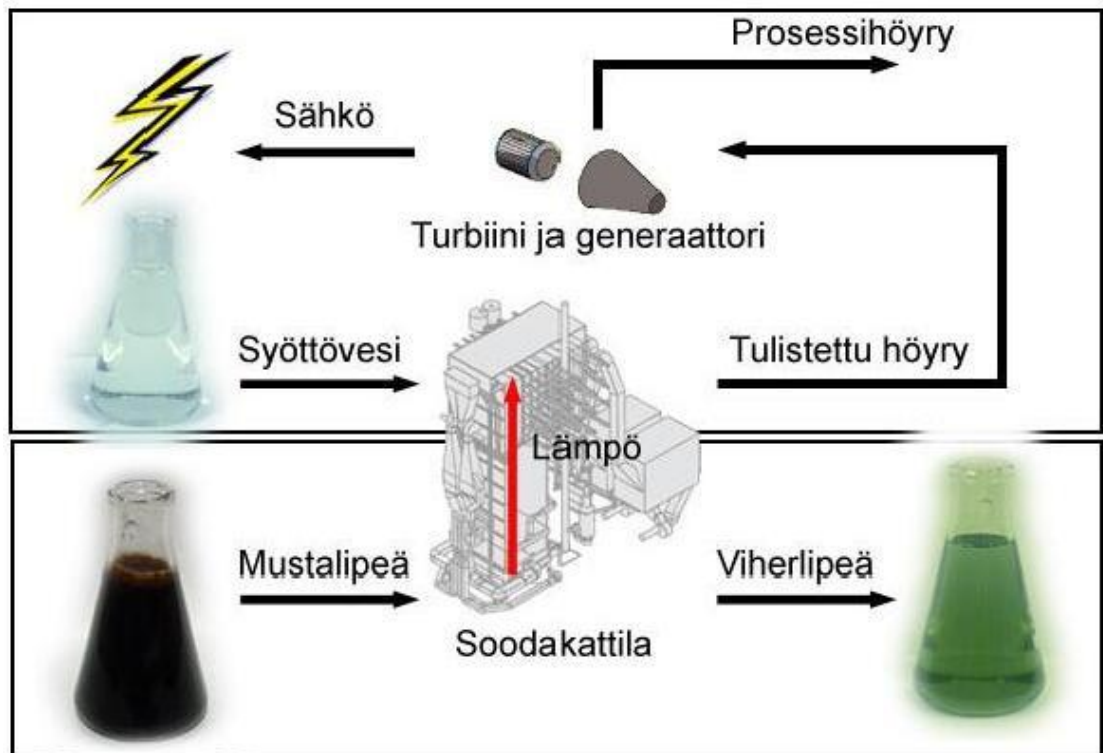
kuivuvat matkalla kattilan pohjalle. Osittain samaan aikaan tapahtuu pyrolyysi, jossa lipeän natrium-, kalium- ja rikkiyhdisteitä haihtuu pisarasta. Tämän jälkeen lipeäpisara putoaa kattilan pohjalla olevaan keoon, jossa loppu orgaaninen aines (hiili) kasaantuu, palaa osittain ja poistuu keosta luovuttaen lämpöä. Keossa natriumsulfaatti pelkistyy natriumsulfidiksi hiilen avulla redusoivassa eli ali-ilmaisessa ympäristössä. Loppuosa natriumista muodostaa natriumkarbonaattia, joka yhdessä natriumsulfidin kanssa sulaa lämmönvaikutuksesta

Syntynyt kemikaalisula valuu tulipesän pohjalle ja sieltä edelleen ulos sulakouruja pitkin liuottajaan, jossa se liuotetaan kaustistamolta saatavaan laihavalkolipeään. Syntynyttä liuosta kutsutaan sen värin vuoksi viherlipeäksi ja se pumpataan kaustistamolle valkolipeän valmistukseen. (Andritz Oy, intranet)

### 3.1 Soodakattilan tehtävät

Soodakattilan tarkoituksena on:

- Keittokemikaalien talteenotto ja regenerointi
- Mustalipeän orgaanisen aineksen poltto
- Palamislämmön talteenotto

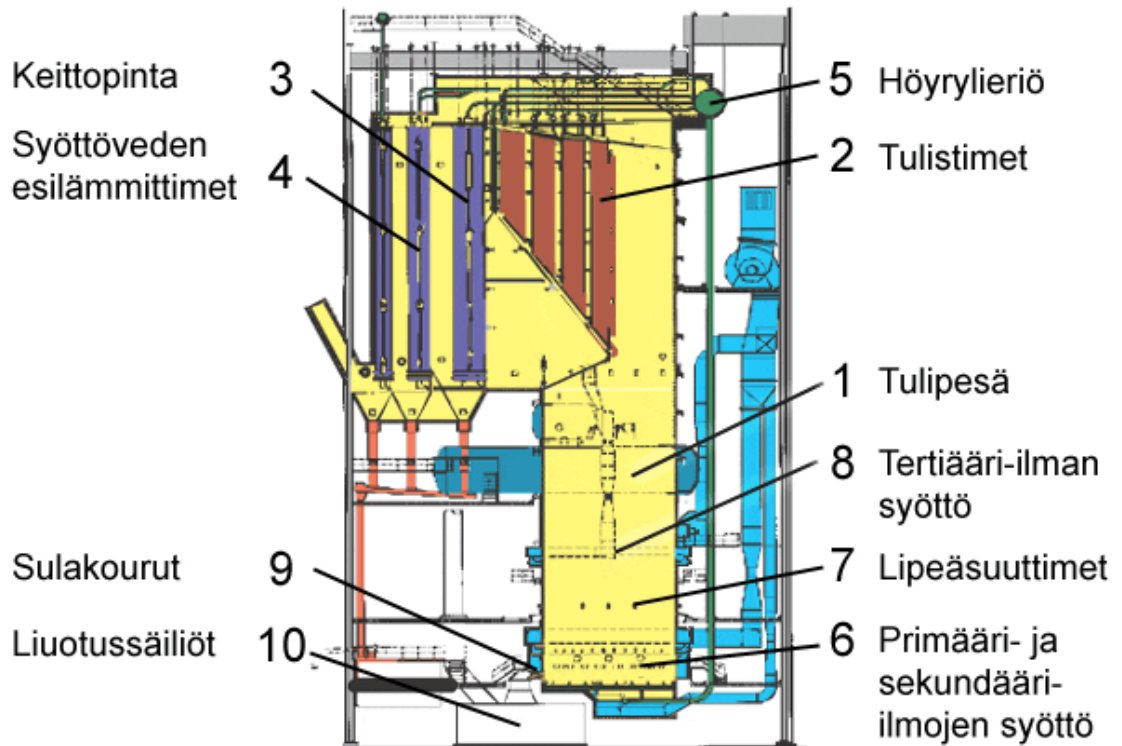


Kuva 2. Kuvaus soodakattilassa tapahtuvasta prosessista.

Soodakattilassa sellunkeiton kemikaalit, rikki ja natrium vapautuvat mustalipeästä ja ne otetaan talteen jatkokäsittelyyn. Soodakattila toimii myös tavanomaisena höyrykattilana, jonka tuottama höyry hyödynnetään lämpönä ja sähköntuotannossa. Soodakattila on siis usein myös voimalaitoksen osa siinä missä sellutehtaankin. (Andritz Oy, intranet)

### 3.2 Soodakattilan rakenne

Kuvassa 3 on esitetty erään soodakattilan perusrakenne.



Kuva 3. Erään soodakattilan perusrakenne. (Andritz Oy, intranet)

### 3.3 Soodakattilan järjestelmät

Soodakattilan osaprosesseihin eli järjestelmiin voidaan luokitella seuraavat järjestelmät: polttolipeäjärjestelmä, viherlipesjärjestelmä, polttoilmajärjestelmä, vesi- ja höyryjärjestelmä ja apupolttoainejärjestelmä. Lisäksi merkittävää käyttövarmuutta tuova tekijä on kattilan nuohousjärjestelmä.

#### 3.3.1 Polttolipeäjärjestelmä

Mustalipeä tuodaan haihduttamolta pumppujen avulla sekoitussäiliöön. Siihen tuodaan myös tuhka soodakattilan suppiloista ja sähkösuodattimilta. Sulkusyöttimien läpi sekoitussäiliöön tuleva kuuma tuhka sekoitetaan mustalipeään pyörivän sekoituslaitteen avulla. Sekoitussäiliön pinnan korkeutta säädetään tuotavaa lipeämäärää säättämällä. Sekoitussäiliössä syntyy hönkää, joka on poistettava. Päästörajojen jatkuvasti tiukentuessa näitä kaasuja ei enää voi suoraan johtaa ympäristöön pesurien kautta. Perinteinen tapa käsitellä sekoitussäiliön ja liuotinsäiliön kaasuja on johtaa ne erilliseen pesuriin.

Lipeä otetaan mekaanisesti puhdistettavan sihtiverkon läpi imukammioon, josta lipeän polttopumput imevät sitä eteenpäin. Polttolipeäpumppuja on yleensä kaksi rinnakkain, toinen varalla. Pumput ovat yleensä erikoisrakenteisia keskipakopumppuja ja haponkestävää materiaalia. Haihduttamalla väkevöityä mustalipeää (kuiva-ainepitoisuus 60 - 85%) kutsutaan vahvalipeäksi. Vahvalipeä, johon on lisätty soodakattilan tuhka, on polttolipeää.

Polttolipeäpumppujen jälkeen seuraavana putkistossa ovat lipeän esilämmittimet. Energiataloudellisesti lipeää kannattaa säilyttää lämpötilassa, jossa sen viskositeetti on juuri riittävän korkea, jotta se voidaan vielä turvallisesti pumpata. Mustalipeän normaali ruiskutuslämpötila on 115 - 130 °C. Lipeän lämpötilalla ja sitä kautta viskositeetilla on merkittävä vaikutus pisarakokoon ruiskutuksessa ja sitä kautta palamiseen. Polttolipeän lämpötila onkin tärkeä säätösuure.

Mustalipeä johdetaan sekoitussäilöstä tai suoraan haihduttamolta lämmityksen jälkeen tulipesään lipeäruiskujen kautta. Ne sijaitsevat 6 - 8 metrin korkeudella tulipesän pohjasta ja yleensä symmetrisesti joka seinällä. Suurissa soodakattiloissa on 12 - 20 kpl ruiskuja. Lipeäruiskuissa mustalipeä hajoaa pisaroiksi ja tyypillinen pisarakoko on noin 2 millimetriä. Tarkoituksena on, että muodostuneet pisarat pudotessaan kattilan pohjalle kuivuvat matkalla. Varsinainen pisaran palaminen tapahtuu sitten pohjan läheisyydessä ja itse pohjalle muodostuvan keon pinnalla.

Lipeäruiskuille meneviä polttolipeäputkia on yleensä joko yksi tai kaksi rinnan. Kierrätystä varten on paluuvirtausjohto, joka tavallisesti vie sekoitussäiliölle. Putkisto on varustettu yhteillä höyryllä tapahtuvaa puhtaaksi puhallusta ja tyhjennystä varten. Lisäksi käytetään saattohöyryjohtoja lipeän pitämiseksi lämpimänä käynnistys- ja lyhyissä seisokkitilanteissa. Mustalipeäputkisto varusteineen on yleensä haponkestävää terästä samoin kuin muutkin mustalipeälaitteet. (Andritz Oy, intranet)

### 3.3.2 Viherlipeäjärjestelmä

Viherlipeälaitteisiin voidaan lukea liuotussäiliö varusteineen, viherlipeäpumput ja putkisto.

Liuotussäiliö on suuri lieriömäinen, soikea tai kahdeksikon muotoinen säiliö, jossa on vaakasuora pohja ja katto. Säiliö on yleensä tehty mustasta levystä ja vuorattu sisäpuolelta vedenpitävällä betonilla tai haponkestävällä levyllä. Sisäpuolinen betonointi on hyvä myös äänieristykseenä, koska liuottimeen juokseva sula hajotuksesta huoli-

matta aiheuttaa nesteeseen tunkeutuessaan pieniä räjähdyksiä ja paukkumista. Sula liuotetaan liuottimeen johdettavaan heikkovalkolipeään. Suolat pyrkivät liuottimessa saostumaan pohjalle. Siksi käytetään voimakkaita vaaka- tai pysty akselisiä sekoittimia ja lisäksi mahdollisesti pumppukiertoa. Pumppukierto voi olla myös vain sulan hajotusta varten järjestetty. Sula hajotetaan yleensä suuntaamalla höyrystyminen rännistä valuvaan sulavirtaan.

Sulan liuotus aiheuttaa höngän muodostumista. Muodostuneet hönkäkaasut on sekoitussäiliössä muodostuvien hönkäkaasujen tapaan johdettu erilliseen pesuriin, jossa pölyä ja rikkiyhdisteitä pestään pois. Nykyisin hönkäkaasuja on ruvettu polttamaan soodakattilassa.

Viherlipeän kuljetuslinjoja on yleensä kaksi: toinen linja vie viherlipeää kaustisointiin ja toinen linja tuo heikkovalkolipeää liuotinsäiliölle. Linjoja vaihdetaan välillä viherlipeälinjan tukkeutumistaipumuksen johdosta. Viherlipeän pumpput, joita lipeän kuljetuslinjoja vastaavasti on yleensä kaksi, pumppaavat siis joko viherlipeää tai heikkolipeää. Poistettavan viherlipeän määrää säädetään pumpulla joko pinnankorkeuden tai liuottimen konsentraation säätöä seuraten. Heikkolipeän tuontia säädetään jäljelle jäävän vaihtoehdon mukaan. Viherlipeän otto voi tapahtua myös pääasiassa ylivirtauksena ja heikkolipeän tuontia voidaan säätää konsentraation mukaan. Viherlipeän kiertopumppuja on yleensä vain yksi. Kaikki viherlipeäpumpput ovat erikoisrakenteisia keskipakopumppuja ja putkistoineen ja varusteineen haponkestävää terästä.

Sulakourun tehtävänä on johtaa sula tulipesän pohjalta liuotinsäiliöön. Sula on varsinkin happipitoisessa ympäristössä hyvin aggressiivista ja syövyttää kourun nopeasti, ellei jäähdytys ole tehokasta. Sulakourut, joita kattilassa on yleensä 3-9, ovat kaksivaippaisia. Vaippojen välissä kulkee jäähdytysvesi. Jäähdytysvetenä käytetään ionivaihdettua eli demineralisoitua vettä. (Andritz Oy, intranet)

### 3.3.3 Polttoilmajärjestelmä

Soodakattilassa ilman sisältämää happea tarvitaan palamisen aikaansaamiseksi. Ilmajärjestelmän tulisi olla joustava ja syöttää happea sinne, missä sitä tulipesäreaktioiden puolesta tarvitaan.

Savukaasua ei soodakattiloissa nykyisin käytetä ilman esilämmitykseen. Ilmaa lämmitetään tavallisimmin höyryllä tai kuumalla vedellä ja höyryllä. Vedellä lämmittämiseen käytetään kattilan syöttövettä.

Primääri-, sekundääri- ja tertiääri-ilmalle on omat polttoilmapuhaltimensa. Ilmapuhaltimet on usein varustettu käynnin aikana säädettävällä kierroslukusäädöllä. Puhaltimien säädön ohella käytetään säätöön usein myös eri vyöhykkeiden säätöpeltejä. Primääri-ilmavyöhykkeessä voi lisäksi olla seinäkohtaiset tai ryhmäkohtaiset säätöpellit.

Ilma johdetaan soodakattilan tulipesään ilmasuuttimien avulla. Ilmasuuttimissa on yleensä myös säätöpellit hienosäätöä varten. Ne voivat olla joko automaattiset tai käsikäyttöiset. (Andritz Oy, intranet)

#### 3.3.4 Vesi- ja höyryjärjestelmä

Soodakattilan vesi- ja höyryjärjestelmän tehtävänä on ottaa talteen mustalipeän poltossa syntyvä lämpöenergia ja jäähdyttää kattilan kuumimpia osia. Vapautuvan lämpöenergian avulla höyrystetään vettä sekä lisätään muodostuneen höyryn lämpötilaa ja painetta. Syntyneestä tulistetusta höyrystä saadaan turbiinin avulla tuotettua sähköä. Turbiinin jälkeen jäähtynyttä, ns. matalapainehöyryä, käytetään monessa paikassa, esim. haihduttamalla ja valkaisulinjalla. Soodakattilan vesi- ja höyrykierto toimii poikkeuksetta luonnonkierrolla eli virtaukset tapahtuvat automaattisesti lämpötila-, paine- ja korkeuserojen avulla.

Suuri osa soodakattilan vesijärjestelmän syöttövedestä saadaan lämmönsiirtimillä takaisin lauhteina. Näin lisävettä tarvitaan vain tietty, ns. lauhdetappioita vastaava osuus.

Soodakattilan vesijärjestelmän toiminta asettaa vaatimuksia käytettävän veden laadulle. Normaali tehtaalla käytettävä vesi puhdistetaan ensin raakaveden esikäsitelystä, jossa poistetaan karkeat epäpuhtaudet ja kolloidiset yhdisteet. Tämän lisäksi lisävetenä käytettävästä vedestä poistetaan suolat ioninvaihtimien avulla.

Vedessä olevista kaasuista happi ja hiilidioksidi ovat kattilaa ja lauhdejärjestelmää syövyttäviä aineita, joten ne pitää poistaa. Kaasunpoistimessa sekä ionivaihdetusta lisävedestä että puhdistetusta lauhteesta erotetaan liuenneet kaasut (happi ja hiilidioksidi). Happi poistetaan kuumentamalla vettä höyryllä. Jotta voidaan olla varmoja riittävän hyvästä hapenpoistosta, loppu happi poistetaan vedestä kemikaaleilla. Kaasunpoistimesta lauhde ja lisävesi johdetaan syöttövesisäiliöön.

Lämmönsiirtimiltä tulleet puhtaat lauhteet, samoin kuin puhdistettu lisävesi, johdetaan syöttövesisäiliölle. Vesi säilytetään syöttövesisäiliössä kiehumispisteessä, joka säiliön paineesta riippuen on 110-140°C. Ilmanpainetta korkeamman paineen vuoksi se ei kuitenkaan kiehu syöttövesisäiliössä.

Syöttövesisäiliöstä lähtevä vesi viedään syöttöveden esilämmittimelle (economizer), jossa vesi lämpenee lähelle kiehumispistettä soodakattilasta poistuvan savukaasun avulla. Syöttöveden esilämmittimeltä syöttövesi viedään pintajähdyttimelle. Pintajähdyttimellä syöttövesi lauhduttaa höyrylieriöltä otettua höyryä vedeksi. Lauhtunut vesi on mahdollisimman puhdasta, joten sitä syötetään tulistimien välissä oleviin höyryn jäähdyttimiin. Pintajähdyttimellä syöttöveden lämpötila nousee. Sieltä syöttövesi johdetaan höyrylieriölle.

Höyrylieriöstä syöttöveden se osuus, mikä ei ole höyrystynyt, syötetään soodakattilan vieressä kulkeviin päälaskuputkiin, joita on yleensä 4-6 kpl. Sieltä vesi johdetaan kattilan pohjassa sijaitsevaan tiheään putkivyöhykkeeseen ja sen vaakasuoriin putkiin. Niistä vesi/höyryseos jatkaa kattilan kyljissä, sen sisäpuolella olevaan putkikerrokseen ja sen pystysuuntaisia putkia pitkin ylöspäin. Suurin osa veden höyrystymisestä tapahtuu tulipesän lämmön vaikutuksesta. Osittain höyrystynyt vesi nousee kattilan kylkien nousuputkia pitkin keittopinnoille, joissa höyrystyminen jatkuu savukaasun lämmön vaikutuksesta. Keittopinnalta höyry ja vesi johdetaan takaisin höyrylieriöön. Höyrylieriössä vesi erotetaan höyrystä. Höyry johdetaan tulistimille ja vesi laskuputkia pitkin takaisin kattilan pohjaan ja uudelle kierrokselle.

Tulistimien tehtävänä on nostaa höyryn lämpötila ja paine turbiinin vaatimalle tasolle. Tulistimien välissä olevilla höyryn jäähdyttimillä ja ylimitoitetulla tulistimien lämpöpinta-alalla höyryn lämpötila voidaan pitää laajalla kuormitusalueella vakiona ja samalla voidaan estää tiettyjen tulistinosisien liikakuumeneminen. Höyryn jäähdyttimet toimivat siten, että pintalauhduttimelta saatua puhdasta vettä suihkutetaan tietty määrä tulistimelta toiselle menevään höyryvirtaan. Suihkutettavaa määrää kontrolloidaan höyryn lämpötilamittauksella ja hyvin nopealla säädöllä. Höyryn lämpötilaa tulistimilla on rajoitettava, koska savukaasujen natriumsulfaatti alkaa sulaa ja saostua tulistimen pinnoille, jos niiden lämpötila on liian korkea. Käytännön rajana on pidetty +480 °C astetta. Tulistimilta korkeapainehöyry virtaa päähöyrylinjaa pitkin turbiinille. Osa korkeapainehöyrystä otetaan kattilan nuohoukseen. (Andritz Oy, intranet)

### 3.3.5 Apupolttoainejärjestelmä



Apupolttoaineena käytetään normaalisti raskasta polttoöljyä. Myös maakaasua ja kevyttä polttoöljyä voidaan käyttää. Polttolaitteet käsittävät pumppausaseman pumpuineen ja esilämmittimineen sekä putkistot ja polttimet. Öljynpolttimia soodakattilassa on kahta eri tarkoitusta varten: kuormitusöljypolttimia, joiden ainoa tarkoitus on kattilan höyrytuoton lisääminen, ja käynnistysöljypolttimia, joita käytetään kattilan lämmityksessä, lipeäpoltton tukena ja keon muotoilussa ja loppuun poltossa. Polttimet ovat yleensä höyry- tai ilmanpainehajoitteisia.

Määräysten mukaan uusien ja peruskorjattujen kattiloiden kaikissa öljypolttimissa on oltava liekinvartijalaitteet, jotka automaattisesti sulkevat öljyn tulon, jos liekki polttimessa jostakin syystä sammuu. Pysäytystä varten poltinkohtaisessa öljyjohdossa on kaksi (tai yksi) toimilaitteella varustettua pikasulkuventtiiliä. (Andritz Oy, intranet)

### 3.3.6 Nuohousjärjestelmä

Eräitä soodakattilan tärkeimpiä oheislaitteita ovat höyrynuohoimet, joilla puhdistetaan kattilan lämpöpintoja. Höyrynuohoimet ovat tärkeitä hyvän lämmönsiirron saavuttamiseksi sekä estämään soodakattilan tukkeutuminen. Tukkeutuneet osat kattilassa rajoittavat kaasuvirtauksia ja näin toisissa osissa suuret kaasun nopeudet voivat aiheuttaa eroosiota kattilaputkissa. (Andritz Oy, intranet)

## 4 SOODAKATTILAN PUTKISTO

Soodakattilan putkisto jaetaan kahteen ryhmään, prosessi- ja korkeapaineputkiin. Putkiston materiaalit jakaantuvat ruostumattomiin teräksiin ja hiiliteräksiin (CS). Ruostumattomien terästen osalta jaottelu työssä on tehty kolmeen osaan.

Mikrorakenteen perusteella kyseessä olevat ruostumattomat teräkset voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin, austeniittiset ja austeniittis-ferriittiset teräkset. Austeniittiset teräkset on työssä jaettu kahteen ryhmään ruostumattomiin (EN 1.4301) ja haponkestäviin teräksiin (EN 1.4436). Austeniittis-ferriittisillä tarkoitetaan duplex-teräksiä (Duplex).  
(Ruostumattomat teräkset)

### 4.1 Putkiston osaprosessit

Putkiston toteumatiedon keräämistä varten tehty osaprosessien alustava jako oli suoritettu kesällä 2009. Työn alussa jakoa kuitenkin täsmennettiin ja sen edetessä sitä täydennettiin tarpeiden mukaan. Seuraavissa taulukoissa on esitetty kesällä 2009 tehty alustava jako, työn alkuvaiheessa ollut jako ja työn aikana muodostunut jako.

TAULUKKO 1. Alustava jako kesällä 2009.

WBS Component	Sub-system
841	Low pressure process steam piping
841	Medium pressure process steam piping
154	
164	
841	Pressurized air piping
841	Low pressure air piping
841	Process & mill water piping
841	Fuel oil piping
841	Ignition gas piping
841	Black liquor piping
841	Green liquor piping
841	White liquor piping
152	Feed water LP
152	Feed water HP
151	Boiler water
161	Main steam
164	Chemical feed piping
	CNCG system
	DNCG system
	Foul condensate piping

## TAULUKKO 2. Osaprosessit työn alkuvaiheessa.

WBS Component	Sub-system
152	Feed water LP
152	Feed water HP
154	Drain & condensate piping
161	Main steam
164	Drain & condensate piping
407	Sootblowing steam piping
841	Low pressure steam piping
841	Medium pressure steam piping
841	Drain & condensate piping
841	Pressurized air piping
841	Low pressure air piping
841	Cooling water piping
841	Mill water piping
841	Fuel oil piping
841	Natural gas piping
841	Ignition gas piping
841	Black liquor piping
841	Green liquor piping
841	Weak white liquor piping
	CNCG system
	DNCG system
	Foul condensate piping

## TAULUKKO 3. Osaprosessit työn aikana.

WBS Component	Code of sub- system	Sub-system
152	152a	Feed water LP
152	152b	Feed water HP
154	154	Drain & condensate piping
161	161	Main steam
164	164	Drain & condensate piping
407	407	Sootblowing steam piping
841	841a	Low pressure steam piping
841	841b	Medium pressure steam piping
841	841c	Drain & condensate piping
841	841d	Pressurized air piping
841	841e	Low pressure air piping
841	841g	Mill and cooling water piping
841	841h	Auxiliary fuel piping
841	841i	Black liquor piping
841	841j	Green and weak white liquor piping
841	841k	CNCG system
841	841l	DNCG system
841	841m	Flue gas cooler piping
841	841n	HERB Heater piping
841	841o	Chemical
841	841p	Flue gas scrubber piping
841	841q	Ventilation

#### 4.1.1 Osaprosessimuutokset

Osaprosessijakoon tulleet muutokset on tehty selkeyttämään putkiston kuvausta. Joidenkin osaprosessien kohdalla yhdistimme useamman osaprosessin yhdeksi kokonaisuudeksi. Esimerkiksi Auxliary fuel piping muodostettiin kolmesta osaprosessista: Fuel oil piping, Natural gas piping ja Ignition gas piping. Vastaavasti Drain & condensate piping eroteltiin kolmeen osaan. Process water -nimitys muutettiin Mill water -nimitykseksi. Mill water ja cooling water yhdistettiin Mill and cooling water -nimitykseksi. White liquor piping muutettiin Weak white liquor piping -nimitykseksi. Se yhdistettiin myöhemmin yhdessä Green liquor piping -nimityksen kanssa Green and white weak liquor piping -nimitykseksi.

Alkuperäiseen osaprosessijakoon tehtiin nimitysmuutoksia ja osa nimityksistä poistettiin. Foul condensate piping ja Boiler water -nimitykset poistettiin. Lisäksi Low pressure process steam piping ja Medium pressure process steam piping -nimityksiä muutettiin. Osaprosessijaossa haluttiin keskittyä enemmän prosessiputkistojen osaprosesseihin, mutta osaprosessijakoon jätettiin muutamia korkeapaineputkistoon kuuluvia osaprosesseja.

Työn avulla haluttiin saada parempaa selkoa prosessiputkiston painosta. Lisäksi viimeiseen versioon lisättiin osaprosessitunnus ”Code of sub-system”, joka on tarkoitus myöhemmin liittää putkilinjatunnuksen yhteyteen. Tätä samaista tunnusta käytetään tässä työssä yhdessä linjakohtaisen materiaaliluettelon kanssa.

#### 4.1.2 Korkeapaineputkiston (KP) ja prosessiputkiston osaprosessit

KP-putkistoon kuuluvia osaprosesseja

- 152a Feed water LP
- 152b Feed water HP
- 154 Drain & condensate piping
- 161 Main steam
- 164 Drain & condensate piping
- 407 Sootblowing steam piping

## Prosessiputkistoon kuuluvia osaprosesseja

- 841a Low pressure steam piping
- 841b Medium pressure steam piping
- 841c Drain & condensate piping
- 841d Pressurized air piping
- 841e Low pressure air piping
- 841g Mill and cooling water piping
- 841h Auxiliary fuel piping
- 841i Black liquor piping
- 841j Green and weak white liquor piping
- 841k CNCG system piping
- 841l DNCG system piping
- 841m Flue gas cooler piping
- 841n HERB Heater piping
- 841o Chemical piping
- 841p Flue gas scrubber piping
- 841q Ventilation

## 5 TYÖN MENETELMÄT

Työn alkuvaiheessa sovittiin siitä, mitä osia putkilinjan painotieto sisältää. Toteumatietolistoilta huomioitiin putkilinjan kokonaispainoon kaulukset, laipat ja tyhjörenkaat suoran putken ja putkikäyrien lisäksi. Kokonaispainoon ei huomioitu venttiilien, kannakkeiden, pulttien ja muttereiden painoa, koska nämä osiot hinnoitellaan erikseen.

### 5.1 Työn kohteena olleet soodakattilaprojektit

Merkittävin syy, joka vaikutti projektien valintaan, oli toteumatiedon saatavuus. Vanhemmista projekteista ei ollut saatavilla järkevässä muodossa olevaa listausta putkilinjakohtaisesta materiaaliluettelosta tai se olisi ollut liian työlästä koota silmällä pitäen työn tarkoitusta.

Valittujen kattiloiden osalta pystyttiin saamaan tarkkaa tietoa putkilinjan koostumuksesta, kun hyödynnettiin nykytekniikkaa (PDMS). Valittujen projektien putkilinjakohtaiset materiaaliluettelot saatiin luotettavasti PDMS-mallinnetuista kattilaprojekteista. Lisäksi valintaan vaikutti kattilan kapasiteetti, koska haluttiin selvittää kapasiteetin vaikutus putkistopainoon.

TAULUKKO 4. Työn kohteena olleet soodakattilaprojektit.

Projekti	Kapasiteetti [tds/d]
Obbola	1000
Ence Navia	1800
Mondi Step	3560
Östrand	4400
Botnia	4450
Chneming	4500

### 5.2 Aineiston kokoaminen ja tiedon lisääminen yhteenvetotaulukoon

Valittujen projektien jälkeen koottiin projektikohtainen aineisto, joka sisälsi virtauskaavion ja putkilinjakohtaisen materiaaliluettelon. Aineisto kerättiin projektikohtaisesta hakemistosta.



### 5.2.1 Virtauskaavio

Virtauskaavio kertoo kunkin projektin putkiston. Kaaviosta käy ilmi, mitä kussakin putkilinjassa virtaa. Sitä kutsutaan myös nimellä PI-kaavio. Putkilinjatunnuksesta käy ilmi putken nimellishalkaisija, materiaali ja paineluokka, johon linja kuuluu.

### 5.2.2 Putkilinjakohtainen materiaaliluettelo

Putkilinjakohtaisesta materiaaliluettelosta käy ilmi kunkin putkilinjan osasisältö materiaaleittain. Sisältö kertoo osien määrän, pituuden ja näiden yksikkö- ja kokonaispaimon.

### 5.2.3 Yhteenvetotaulukko

Yhteenvetotaulukko sisältää valittujen projektien putkipainotiedot jakaantuen materiaaleittain osaprosesseihin. (Liite 1)

## 5.3 Osaprosessijako

Osaprosessijako tehtiin virtauskaavioon. Työn alussa määritettiin osaprosessijaot virtauskaavion 0-pohjaan. Sillä tarkoitetaan kaaviokuvausta, joka toimii suunnittelun perustana. 0-pohja on pelkistetty kuvaus valmiiksi suunnitellusta kaaviosta.

### 5.3.1 Jaon tekeminen

Jokainen projekti eroaa toisestaan. Jako tehtiin jokaiseen kaavioon värittämällä eri tunnuksilla. Eri värit kuvaavat eri osaprosessia. Projektikohtaista kaaviota verrattiin 0-pohjaan, jonka mukaan poimittiin ensin ne putkilinjat, jotka löytyvät 0-pohjasta. Muut linjat voidaan yhdistää samaan osaprosessiin virtaavan aineen perusteella, mikäli varmistutaan siitä, että kyseinen linja kuuluu tähän osaprosessiin.

Projektit sisältävät erilaisia lisälaitteita, jotka eivät kuulu vakioitoimitukseen. Näille lisälaitteille on muodostettu oma osaprosessinsa ja siihen kuuluvat putkilinjat merkittiin kyseisen osaprosessin alle.

#### 5.4 Tunnus- ja putkilinjakohtainen materiaaliluettelo

Osaprosessijaon jälkeen osaprosessitunnus vietiin putkilinjakohtaiseen materiaaliluetteloon. Virtauskaavioon tehdyt osaprosessijaot kertovat sen, mihin osaprosessiin kukin putkilinja kuuluu. Materiaaliluetteloon laitettiin kunkin putkilinjan kohdalle oikea osaprosessitunnus. Sen avulla saatiin koottua yhteenvetotaulukkoon tiedot projektin toteutuneista putkiston määristä.

#### 5.5 Tiedon kerääminen yhteenvetotaulukkoon

Kun putkilinjakohtaiseen materiaaliluetteloon oli merkitty osaprosessitunnus, ryhdyttiin täydentämään yhteenvetotaulukkoa. Excel-tiedostomuodossa olevasta materiaaliluettelosta ryhmiteltiin materiaalit ja osaprosessit. Kunkin osaprosessin putkilinjan paino- ja materiaalitieto koottiin yhteenvetotaulukkoon ryhmittäin.

## 6 TULOSTEN KÄSITTELY JA TULKINTA

Tässä osiossa keskitytään tarkemmin soodakattilan prosessiputkistoon ja sen tiettyihin osaprosesseihin liittyviin tuloksiin. Tulosten perusteella voidaan osoittaa, että kapasiteetti vaikuttaa putkiston kokonaispainoon. Lisäksi vertaillaan eri projektien välillä olleita materiaali-jakaumia sekä eri osaprosessien välillä olleita eroja. Merkittäviä paineroja tuoneita syitä tuodaan esiin kuvioiden yhteydessä.

Tässä osiossa prosessiputkiin kuuluvia osaprosesseja ovat:

- 841a Low pressure steam piping
- 841b Medium pressure steam piping
- 841c Drain & condensate piping
- 841d Pressurized air piping
- 841e Low pressure air piping
- 841g Mill and cooling water piping
- 841h Auxiliary fuel piping
- 841i Black liquor piping
- 841j Green and weak white liquor piping
- 841k CNCG system piping
- 841l DNCG system piping

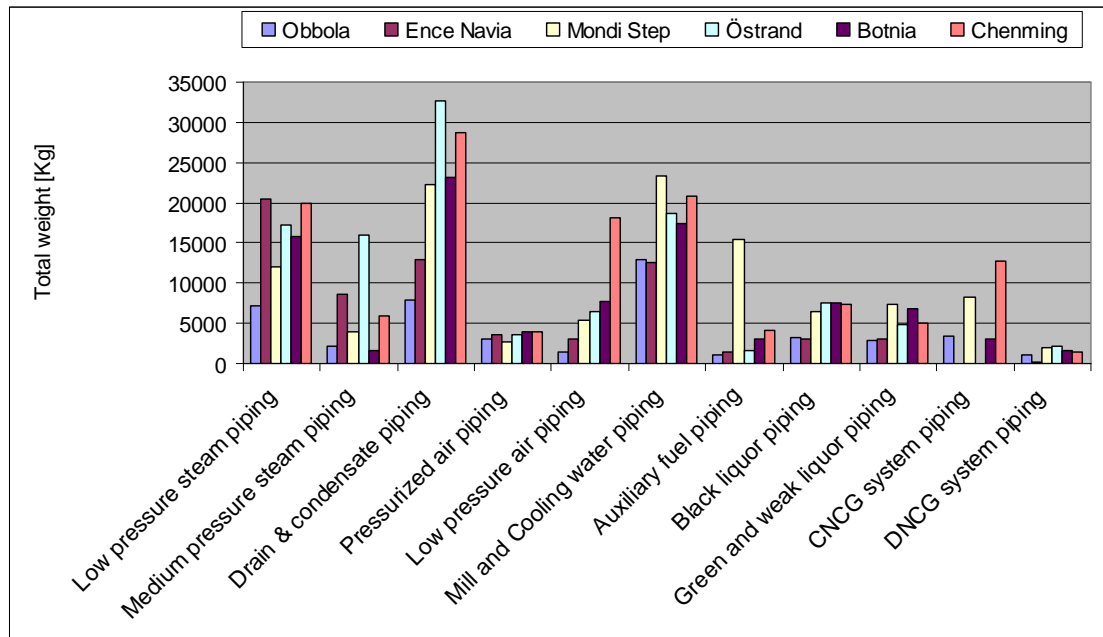
### 6.1 Yhteenvetotaulukko

Yhteenvetotaulukkoon on koottu kaikkien työssä olleiden projektien putkistojen painotiedot materiaaleittain osaprosesseihin. Yhteenvetotaulukkoa käytetään putkistopainon arvioinnissa hinnoittelun perustana (Liite1).

### 6.2 Putkiston osaprosessien painovertailu

Kuvaajassa (Liite 2) ovat valittujen projektien osaprosessit keskenään painovertailussa. Pylväät kuvaavat kunkin projektin osaprosessin putkiston kokonaispainoa. Kukin projekti on eroteltu omalla värillä.

## 6.3 Prosessiputkiston osaprosessit



Kuva 4. Osaprosessien keskinäinen vertailu.

Kuvassa 4 on eriteltyinä työssä olleiden projektien prosessiputkien osaprosessit. Pylväät kuvaavat kunkin projektin osaprosessin putkiston kokonaispainoa. Kunkin projekti on eroteltu omalla värillä. Kuvan 4 pylväsdiagrammi on koottu yhteenvetotaulukosta (liite 1) saaduista tiedoista.

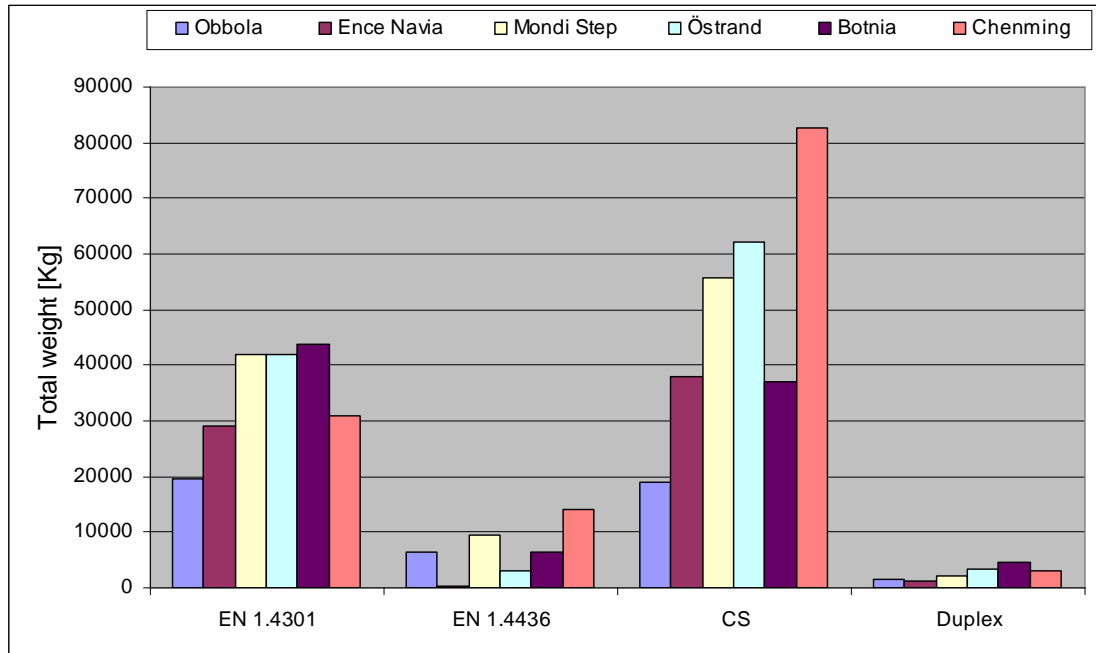
Katsottaessa Mondi Step -projektin Auxiliary fuel piping -osaprosessia voidaan huomata, että se eroaa muista projekteista kyseisen osaprosessin osalta merkittävästi. Selittävä tekijänä on maakaasuputkiston suuri osuus, mikä nostaa osaprosessin painoa huomattavasti.

Ence Navia -projektin Low pressure steam piping -osaprosessin painon suuruus johtuu lähinnä höyryn jakeluun tulevasta putkilinjasta, minkä kokonaispaino on 10,6 tonnia.

Chenming-projektin osaprosessi Low pressure air piping eroaa selvästi muiden projektien osaprosesseista. Syyksi tähän on voitu tulkita nuohoilme menevä tiivistysilmaputkisto, jonka aiheuttama painonlisäys on merkittävä verrattuna muihin.

Östrandin projektissa Drain&condensate piping -osaprosessin putkiston painoa kohotti ilmanesilämmittimiltä lähtevä lauhdeputkisto, jonka osuus muihin projekteihin verrattuna oli suurempi.

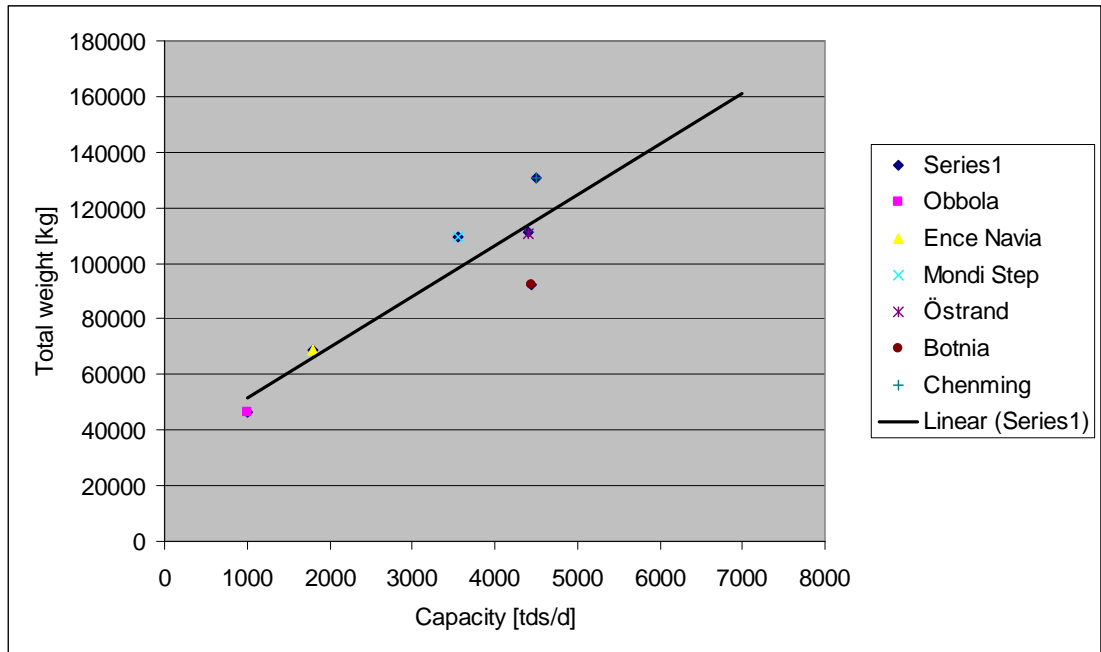
#### 6.4 Prosessiputkiston materiaali-jakauma



Kuva 5. Materiaalit ryhmittäin.

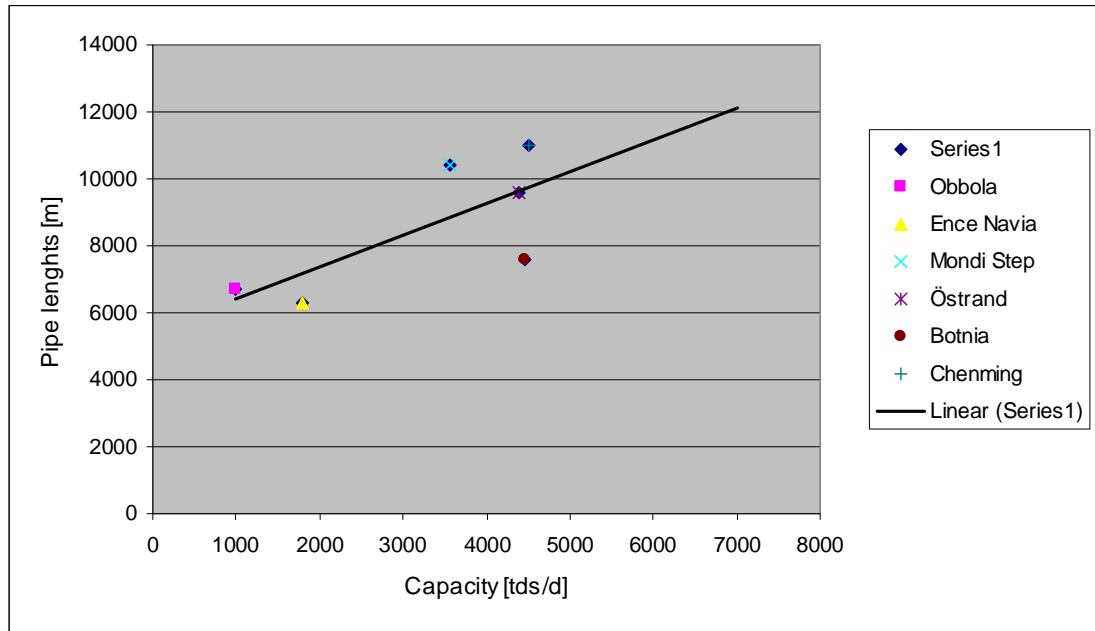
Kuvassa 5 on kaikkien projektien prosessiputkistojen osaprosessien yhteenlaskettu paino eriteltynä materiaaleittain. Kukin projekti on eroteltu omalla värillään. Materiaali-jakauma on koottu yhteenvetotaulukosta (Liite 1) saaduista tiedoista.

## 6.5 Kapasiteetin vaikutus



Kuva 6. Kapasiteetin (Capacity [tds/d]) ja kokonaispainon tarkastelu.

Kuvaan 6 on koottu prosessiputkistojen osaprosessien kokonaispaino. Kokonaispainon ja kapasiteetin avulla on saatu lineaarinen kuvaaja. Se osoittaa, että kapasiteetin noustessa putkiston kokonaispaino kasvaa. Huomattavan poikkeuksen tässä tekee Botnian projekti, jonka putkiston kokonaispaino eroaa merkittävästi lineaarisuudesta. Osaltaan tätä selittää putkiston kokonaispituus, mikä on huomattavasti lyhyempi kuin esimerkiksi Chenmingin vastaava, vaikka kapasiteetit ovat lähes samat. Tämä voidaan osoittaa kapasiteetin ja putkistopituuksien tarkastelulla.



Kuva 7. Kapasiteetin ja putkipituuksien tarkastelu.

Kuvassa 7 esitetään työssä käsiteltyjen projektien putkistopituudet. Kuvan avulla on voitu päätellä, miksi Botnian projektin putkiston kokonaispaino eroaa merkittävästi muista lähes samaa kapasiteettiä olevista projekteista. Verrattaessa Chenmingin projektin putkiston pituutta Botnian putkistoon, voidaan huomata merkittävä kokonaispituusero. Se selittää osaltaan Botnian putkistopainon poikkeamaa lineaarisesta mallista kapasiteetin noustessa.

## 6.6 Putkistojen suhteellinen koostumus

Kuuden projektin toteumatiedon pohjalta voitiin tulkita putkiston osakoostumusta. Koostumus on esitetty seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 5. Putkilinjan koostumus.

Ptojekti	Obbola	Ence Navia	Mondi Step	Östrand	Botnia	Chenming
Total pipeline weight [kg]	46542	68719	109342	111227	92035	130654
Pipe weights [kg]	33157	55217	89899	87909	76379	104959
other parts [%]	28,8	19,6	17,8	21,0	17,0	19,7
other parts [kg]	13385	13502	19443	23318	15656	25695

Taulukosta viisi ilmenee kunkin projektin putkiston kokonaispaino (Total pipeline weight), putkilinjan suoran putken osuus (Pipe weights) ja muiden osien osuus prosentteina ja kiloina (other parts) putkilinjan kokonaispainosta. Muihin osiin lasketaan työssä huomioitavat osat.

## 7 Johtopäätökset

Andritz Oy:ltä saatu opinnäytetyön aihe koski soodakattiloiden putkiston hinnoittelua. Työn tavoitteena oli koota yhteenvetotaulukko, jota voidaan hyödyntää uusien myytävien soodakattiloiden putkistopainon arvioinnissa. Työllä pyrittiin saamaan tarkempaa tietoa soodakattilan prosessiputkiston hinnasta hinnoittelua varten. Osaprosessien avulla rajattiin putkistoa tiettyihin kokonaisuuksiin, jotka myös jaettiin hinnoittelun asettamiin materiaalityypiryhmiin.

Työssä tehtiin yhteenvetotaulukko (liite 1), jota käytetään hyödyksi uusien myytävien soodakattiloiden putkistopainon arvioinnissa. Yhteenvetotaulukosta voidaan kerätä tietoa yksittäisistä osaprosesseista eri kapasiteetiltään olevista soodakattiloista. Mikäli uudet kattila projektit vastaavat työssä olleita kapasiteetteja, putkistopainoarvioita voidaan suoraan päätellä yhteenvetotaulukon avulla. Kerätyn tiedon pohjalta voidaan myös tehdä erilaisia arviointi malleja, kuten esimerkiksi taulukossa kuusi on tehty.

Osaprosesseittain kerätyn toteumatiedon merkityksen näkee vasta myöhemmin, kun työssä tehtyä yhteenvetotaulukkoa käytetään hinnoittelun perustana. Ennuste kuitenkin on hyvä, koska osaprosesseittain kerätty tieto selkeyttää putkiston painoarviointia merkittävästi.

Jatkossa työ tullaan toteuttamaan nykytekniikkaa käyttäen. Putkiston suunnitteluvaiheessa työssä käytetyt osaprosessitunnukset liitetään putkilinjatunnuksen yhteyteen. Tunnuksen avulla voidaan jatkossa tulostaa linjakohtaiset materiaalityypiluettelot osaprosesseittain PDMS-mallinnetuista kattilaprojekteista suoraan.



## LÄHTEET

Andritz Oy, intranet. Luettu 15.11.2010

Vakkilainen, Esa K. V.2005 Kraft recovery boilers Principles and practice

Ruostumattomat teräkset. [Viitattu 30.11.2010]. Saatavissa:

[http://fi.wikipedia.org/wiki/Ruostumaton\\_ter%C3%A4s](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ruostumaton_ter%C3%A4s)

Projekti	Kapaseetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				Osaprosessi yhteensä
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	
TDS/D			kg	kg	kg	kg	kg	
Obbola	1000	152a	Feed water LP	32		875		907
Obbola	1000	152b	Feed water HP			6786		6786
Obbola	1000	154	Drain & condensate piping	99		8969		9068
Obbola	1000	161	Main steam		108	23331		23439
Obbola	1000	164	Drain & condensate piping	594	45	8273		8913
Obbola	1000	407	Sootblowing steam piping			4237		4237
Obbola	1000	841a	Low pressure steam piping			7138		7138
Obbola	1000	841b	Medium pressure steam piping			2140		2140
Obbola	1000	841c	Drain & condensate piping	1897	8	5971		7876
Obbola	1000	841d	Pressurized air piping	2959		130		3089
Obbola	1000	841e	Low pressure air piping	1407		15		1422
Obbola	1000	841g	Mill and Cooling water piping	10429	1194	1305		12928
Obbola	1000	841h	Auxiliary fuel piping		39	1018		1057
Obbola	1000	841i	Black liquor piping	1165		552	1581	3297
Obbola	1000	841j	Green and weak liquor piping	960	1433	485		2878
Obbola	1000	841k	CNCG system piping		3328	144		3472
Obbola	1000	841l	DNCG system piping	634	388	122		1143
Obbola	1000	841m	Flue gas cooler piping			4000		4000
Obbola	1000	841n	HERB Heater piping					0
Obbola	1000	841o	Chemical piping		100	1		102
Obbola	1000	841p	Flue gas scrubber piping					
Obbola	1000	841q	Ventilation	352		531		883
			Total	20528	6644	76022	1581	104774
			841a-l+o	19450	6490	19021	1581	46542

Projekti	Kapaseetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				Osaprosessi yhteensä
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	
TDS/D			kg	kg	kg	kg	kg	
Ence Navia	1800	154	Drain & condensate piping	49		7748		7797
Ence Navia	1800	161	Main steam			14442		14442
Ence Navia	1800	164	Drain & condensate piping	467		5521		5988
Ence Navia	1800	407	Sootblowing steam piping			18054		18054
Ence Navia	1800	841a	Low pressure steam piping			20391		20391
Ence Navia	1800	841b	Medium pressure steam piping			8534		8534
Ence Navia	1800	841c	Drain & condensate piping	8206	190	4584		12979
Ence Navia	1800	841d	Pressurized air piping	3526		52		3578
Ence Navia	1800	841e	Low pressure air piping	2959		61		3020
Ence Navia	1800	841g	Mill and cooling water piping	10392		2242		12635
Ence Navia	1800	841h	Auxiliary fuel piping			1391		1391
Ence Navia	1800	841i	Black liquor piping	1264		460	1365	3090
Ence Navia	1800	841j	Green and weak liquor piping	2631		361		2992
Ence Navia	1800	841k	CNCG system piping					0
Ence Navia	1800	841l	DNCG system piping	83		28		110
Ence Navia	1800	841m	Flue gas cooler piping					0
Ence Navia	1800	841n	HERB Heater piping					0
Ence Navia	1800	841o	Chemical piping					0
Ence Navia	1800	841p	Flue gas scrubber piping					0
Ence Navia	1800	841q	Ventilation					0
			Total	29578	190	83868	1365	115001
			841a-l+o	29062	190	38102	1365	68719

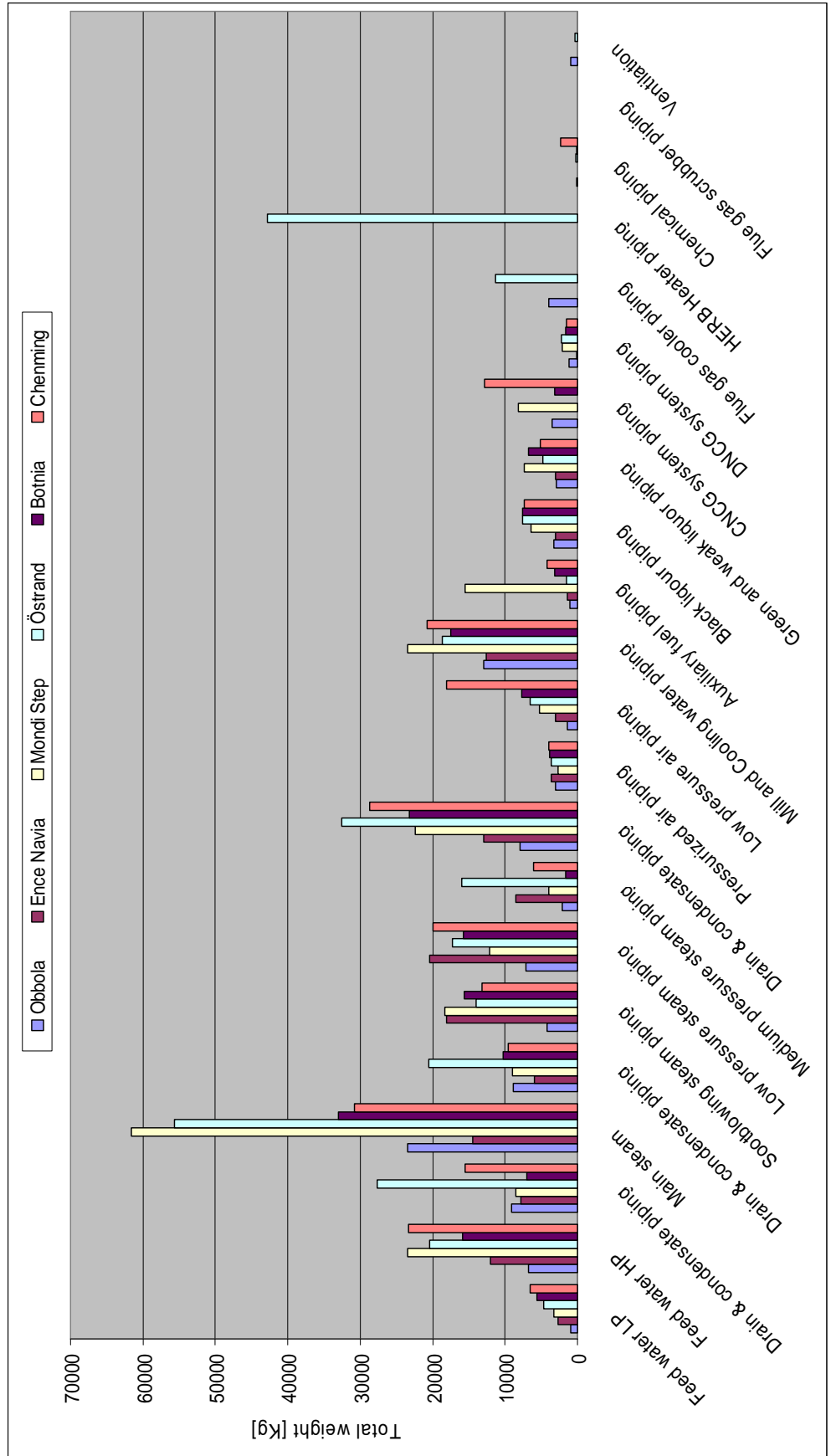
Projekti	Kapasiteetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	Osaprosessi yhteensä
	TDS/D			kg	kg	kg	kg	kg
Mondi Step	3560	154	Drain & condensate piping			8519		8519
Mondi Step	3560	161	Main steam			61564		61564
Mondi Step	3560	164	Drain & condensate piping			9020		9020
Mondi Step	3560	407	Sootblowing steam piping			18364		18364
Mondi Step	3560	841a	Low pressure steam piping			12095		12095
Mondi Step	3560	841b	Medium pressure steam piping			4009		4009
Mondi Step	3560	841c	Drain & condensate piping	8757	314	13271		22342
Mondi Step	3560	841d	Pressurized air piping	1351	1321	3		2675
Mondi Step	3560	841e	Low pressure air piping	5170		126		5296
Mondi Step	3560	841g	Mill and cooling water piping	14680	2	8716		23399
Mondi Step	3560	841h	Auxiliary fuel piping			15512		15512
Mondi Step	3560	841i	Black liquor piping	3500		714	2170	6384
Mondi Step	3560	841j	Green and weak liquor piping	6378	103	882		7363
Mondi Step	3560	841k	CNCG system piping		7832	374		8206
Mondi Step	3560	841l	DNCG system piping	2025		35		2060
Mondi Step	3560	841m	Flue gas cooler piping					0
Mondi Step	3560	841n	HERB Heater piping					0
Mondi Step	3560	841o	Chemical piping					0
Mondi Step	3560	841p	Flue gas scrubber piping					0
Mondi Step	3560	841q	Ventilation					0
			Total	41862	9572	153204	2170	206807
			841a-l+o	41862	9572	55739	2170	109342

Projekti	Kapasiteetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	Osaprosessi yhteensä
	TDS/D			kg	kg	kg	kg	kg
Östrand	4400	152a	Feed water LP			4651		4651
Östrand	4400	152b	Feed water HP		68	20365		20433
Östrand	4400	154	Drain & condensate piping			27602		27602
Östrand	4400	161	Main steam		375	55313		55688
Östrand	4400	164	Drain & condensate piping	1138		19446		20583
Östrand	4400	407	Sootblowing steam piping			13964		13964
Östrand	4400	841a	Low pressure steam piping			17214		17214
Östrand	4400	841b	Medium pressure steam piping			15987		15987
Östrand	4400	841c	Drain & condensate piping	8560	50	23976		32586
Östrand	4400	841d	Pressurized air piping	3566		45		3611
Östrand	4400	841e	Low pressure air piping	6365		145		6510
Östrand	4400	841g	Mill and cooling water piping	16929		1728		18657
Östrand	4400	841h	Auxiliary fuel piping	101		1435		1537
Östrand	4400	841i	Black liquor piping	3236		888	3452	7576
Östrand	4400	841j	Green and weak liquor piping	3281	745	743		4769
Östrand	4400	841k	CNCG system piping					0
Östrand	4400	841l	DNCG system piping		2063	113		2175
Östrand	4400	841m	Flue gas cooler piping	2717	13	8639		11369
Östrand	4400	841n	HERB Heater piping			42869		42869
Östrand	4400	841o	Chemical piping		200	12		212
Östrand	4400	841p	Flue gas scrubber piping					0
Östrand	4400	841q	Ventilation	332		11		343
			Total	46224	3514	255146	3452	308336
			841a-l+o	42037	3059	62286	3452	110834

Projekti	Kapasiteetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				Osaprosessi yhteensä
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	
TDS/D				kg	kg	kg	kg	kg
Botnia	4450	154	Drain & condensate piping	570		6424		6994
Botnia	4450	161	Main steam			33072		33072
Botnia	4450	164	Drain & condensate piping	955		9268		10223
Botnia	4450	407	Sootblowing steam piping			15629		15629
Botnia	4450	841a	Low pressure steam piping			15743		15743
Botnia	4450	841b	Medium pressure steam piping			1673		1673
Botnia	4450	841c	Drain & condensate piping	8863	1120	13235		23218
Botnia	4450	841d	Pressurized air piping	3861		42		3903
Botnia	4450	841e	Low pressure air piping	7572		110		7682
Botnia	4450	841g	Mill and Cooling water piping	16393	0	1078		17471
Botnia	4450	841h	Auxiliary fuel piping		135	2960		3096
Botnia	4450	841i	Black liquor piping	2213		772	4558	7543
Botnia	4450	841j	Green and weak liquor piping	3697	1962	1095		6754
Botnia	4450	841k	CNCG system piping	6	2962	168		3135
Botnia	4450	841l	DNCG system piping	1227	225	235		1686
Botnia	4450	841m	Flue gas cooler piping					0
Botnia	4450	841n	HERB Heater piping					0
Botnia	4450	841o	Chemical piping		131			131
Botnia	4450	841p	Flue gas scrubber piping					
Botnia	4450	841q	Ventilation					
			Total	45356	6536	101502	4558	157952
			841a-l+o	43832	6536	37110	4558	92035

Projekti	Kapasiteetti	Tunnus	Osaprosessi	Putkisto materiaalit				Osaprosessi yhteensä
				EN 1.4301	EN 1.4436	CS	Duplex	
TDS/D				kg	kg	kg	kg	kg
Chenming	4500	154	Drain & condensate piping			15508		15508
Chenming	4500	161	Main steam		85	30728		30813
Chenming	4500	164	Drain & condensate piping			9568		9568
Chenming	4500	407	Sootblowing steam piping			13170		13170
Chenming	4500	841a	Low pressure steam piping			19948		19948
Chenming	4500	841b	Medium pressure steam piping			6010		6010
Chenming	4500	841c	Drain & condensate piping	11432		17225		28657
Chenming	4500	841d	Pressurized air piping	3878		44		3922
Chenming	4500	841e	Low pressure air piping			18069		18069
Chenming	4500	841g	Mill and cooling water piping	6020	59	14707		20786
Chenming	4500	841h	Auxiliary fuel piping	17	399	3791		4207
Chenming	4500	841i	Black liquor piping	3223		1025	3078	7325
Chenming	4500	841j	Green and weak liquor piping	2773	1422	907		5102
Chenming	4500	841k	CNCG system piping		12188	643		12831
Chenming	4500	841l	DNCG system piping	1498		14		1512
Chenming	4500	841m	Flue gas cooler piping					0
Chenming	4500	841n	HERB Heater piping					0
Chenming	4500	841o	Chemical piping	1929	54	301		2285
Chenming	4500	841p	Flue gas scrubber piping					0
Chenming	4500	841q	Ventilation					0
			Total	30771	14207	151656	3078	199713
			841a-l+o	30771	14122	82683	3078	130654







---

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

