



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KATTILALAITOSTEN MODULOINTI

TEKIJÄ: Lotta Kallström

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Lotta Kallström			
Työn nimi Kattilalaitosten modulointi			
Päiväys	22.05.2014	Sivumäärä/Liitteet	41+3
Ohjaajat Ritva Käyhkö, Seppo Ryyänen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) KPA Unicon			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää kattilalaitoksen moduloitavuutta. Työ on osa KPA Unicon TEKES-rahoitteista kehitysprojektia, jonka tavoitteena on kehittää kattilalaitoksen modulaarisia toteutusratkaisuja.</p> <p>Moduuli ja modulointi on kirjallisuudessa määritelty monin eri tavoin. Määritelmät vaihtelevat tutkijan ja tutkimuksissa käsitellyn aiheen mukaan. Näin ollen yhtä yhtenäistä ja yksiselitteistä määritelmää ei ole. Tässä työssä määriteltiin mitä näillä käsitteillä tarkoitetaan KPA Uniconin näkökulmasta, jotta jatkossa yrityksen sisällä on yhtenäinen käsitys siitä, mitä käsitteet moduuli ja modulointi tarkoittavat.</p> <p>Työssä kattilalaitos jaettiin hierarkisen tuoterakenteen mukaisesti tasoihin, jotka ovat laitos, järjestelmä, moduuli, laite ja komponentti. Jokaisella tuoterakenteen tasolla laitos tai sen osa on jaoteltu tietyllä tarkkuudella. Mitä pidemmälle tuoterakenteessa edetään sitä pienempiin kokonaisuuksiin ja osiin laitos on jaettu. Jokaisella tuoterakenteen tasolla on oma tunnusjärjestelmä, jonka mukaan nimeäminen tapahtuu. Tässä työssä keskityttiin tuoterakenteen tasoihin, joilla modulointi varsinaisesti tapahtuu, eli järjestelmä- ja moduulitasoihin.</p> <p>Moduloinnilla voidaan vaikuttaa yrityksen tuotekehitykseen ja myyntiin sekä projekteihin ja niiden suunnitteluun. Onnistunut modulointi tehostaa yrityksen toimintaa ja näin ollen parantaa sen kilpailukykyä.</p>			
Avainsanat moduuli, modulointi, kattilalaitos			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author Lotta Kallström			
Title of Thesis Modulation of Boiler Plants			
Date	22.05.2014	Pages/Appendices	41+3
Supervisors Ritva Käyhkö, Seppo Ryyänen			
Client Organisation /Partners KPA Unicon			
<p>Abstract</p> <p>Goal of this thesis was to develop modulation solutions for boiler plants. This thesis was made as a part of the KPA Unicon TEKES funded development project whose goal is to develop modular product solutions for boiler plants.</p> <p>In literature there is a variety of definitions for the terms module and modulation. That is why there is not one discrete and unambiguous definition. In this thesis these terms are defined from KPA Unicon's point of view so that in the future there will be one explicit agreement for the terms used in the company.</p> <p>In this thesis the boiler plant was divided into product levels according to the hierarchic product structure. The product levels are boiler plant, system, module, equipment and component. In each product level a boiler plant or part of it is divided in a specific accuracy. The further a boiler plant is defined in product structure, the smaller units and components it is divided into. Each product level has its own coding system which defines how the units and components of each level are named. This thesis focused on the product levels which are actually modulated, meaning system and module levels.</p> <p>Modulation affects company's product development, sales, projects and their design process. Successful modulation optimizes company's operations and therefore improves company's competitiveness on the markets.</p>			
Keywords module, modulation, boiler plant			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	KPA UNICON OY.....	7
2.1	Toiminta.....	7
2.2	Tuotteet.....	7
2.2.1	Öjy- & kaasukattilat.....	7
2.2.2	Biokattilat .....	8
3	MÄÄRITELMÄT .....	9
3.1	Tuoterakenne .....	9
3.2	Laitos.....	10
3.3	Järjestelmä.....	11
3.4	Moduuli .....	11
3.5	Laite .....	12
4	MODULOINTI .....	13
4.1	Moduulityyppiä .....	13
4.2	Modulaarisuuden tyyppiä.....	15
4.3	Tuotekehitys.....	16
4.4	Moduulien tuotettavuus.....	16
4.5	Moduloinnin vaikutus .....	16
4.6	Kattilamoduuli.....	17
5	JÄRJESTELMÄT .....	20
5.1	Ilmanvaihto 11 .....	21
5.2	Käyttövesi 12.....	21
5.3	Sammutusjärjestelmät 13.....	22
5.4	Glykolipiiri 14.....	22
5.5	Kattila 21.....	23
5.5.1	Vesikattila.....	23
5.5.2	Hörykattila .....	24
5.6	Öljyn varastointi 31 .....	24
5.7	Öljyn pumppaus ja lämmitys 32 .....	25
5.8	Maakaasu 33 .....	25
5.9	Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmä 41 .....	26

5.10	Kiinteän polttoaineen vastaanotto 47 .....	26
5.11	Kiinteän polttoaineen siirto ja käsittely 48.....	27
5.12	Laitoksen tuhkan käsittely 49.....	28
5.13	Savukaasun käsittely 53 .....	28
5.14	Savupiippu 54.....	29
5.15	Laitoksen paineilmaverkosto 55 .....	29
5.16	Syöttövesi 61.....	30
5.17	Kaukolämpövesi 62 .....	30
5.18	Höyryjakelu 63.....	31
5.19	Ulospuhallukset 64.....	31
5.20	Lauhteiden käsittely 65 .....	32
5.21	Käyttövesi kuluttajille 66.....	33
5.22	Nuohousvesi 68 .....	33
5.23	Raakaveden käsittely 71 .....	34
5.24	Paineenpito 72.....	34
6	MODULOINNIN HYÖDYNTÄMINEN .....	35
6.1	Moduulien yhteensopivuus.....	36
6.2	Tuotetiedon hallinta .....	37
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET .....	40

## LIITTEET

Liite 1	Järjestelmätunnukset
Liite 2	Komponenttien tunnusjärjestelmä
Liite 3	Kattilamoduuli

## 1 JOHDANTO

KPA Unicon toimittaa maakaasulla, raskaalla tai kevyellä polttoöljyllä tai biopolttoaineella toimivia kaukolämpö- ja höyrykattilalaitoksia. Yrityksellä on tällä hetkellä käynnissä Tekes-rahoitteinen kehitysprojekti, jossa kehitetään kattilalaitoksen modulaarisia toteutusratkaisuja.

Kattilalaitos voidaan jakaa erilaisiin kokonaisuuksiin, järjestelmiin ja tasoihin. Tässä työssä se on jaettu hierarkisen tuoterakenteen mukaan. Tuoterakenne koostuu laitoksesta, järjestelmästä, moduulista, laitteesta ja komponentista. Laitos eli tuoterakenteen ylin taso on karkein jako, jolla kattilalaitokset jaetaan. Laitokset jaetaan käytettävän polttoaineen ja kattilatyypin mukaan. Järjestelmät ovat toiminnallisia kokonaisuuksia ja niiden jako perustuu yrityksessä käytössä oleviin järjestelmänumeroihin. Moduulit ovat järjestelmän osia, jotka eivät välttämättä ole itsessään toiminnallisia, mutta ovat olennaisia järjestelmän toiminnan kannalta. Moduulit koostuvat laitteista, jotka koostuvat komponenteista. Jokaisella tuoterakenteen tasolla on oma tunnusjärjestelmä, jonka mukaan nimeäminen tapahtuu. Nämä tunnusjärjestelmät on kuvattu tasojen määrittelyn yhteydessä.

Tässä työssä moduloinnilla tarkoitetaan tuotteiden fyysisten ja toiminnallisten rakenteiden yhtenäistämistä, tuotteiden välisten vuorovaikutusten minimoimista ja tuotteiden selkeiden rajapintojen määrittämistä. Modulointia on hyödynnetty järjestelmätasolla, jossa järjestelmät on määritelty tällä periaatteella. Moduloitu tuote, tässä tapauksessa järjestelmä on jaettavissa pienempiin, toisiinsa yhdisteltäviin osiin eli moduuleihin.

Moduloinnilla ja tuoterakenteen määrittämisellä pyritään tehostamaan yrityksen toimintaa. Laitoksen suunnittelusta halutaan tehdä entistä järjestelmällisempää ja yksinkertaisempaa, jolloin modulointi on järkevä vaihtoehto. Moduloinnilla voidaan nopeuttaa tilaus-toimitusprosessia kun suunnittelussa ja tuotannossa käytetään samoja, valmiiksi määriteltyjä ratkaisuja. Modulointi tekee laitoksista helpommin huollettavia ja korjattavia, kun rikkoutunut moduuli on korvattavissa toisella samanlaisella moduulilla.

## 2 KPA UNICON OY

KPA Unicon on vuonna 1990 perustettu kattilalaitosten kokonaistoimituksiin ja elinkaari palvelujen tarjoamiseen erikoistunut yritys. Sen palvelut kattavat koko kattilalaitosprojektin esiselvityksestä käyttöönottoon sekä käytönaikaiset huoltopalvelut. Yritys on toimittanut yli 1000 öljy- ja kaasulaitosta ja yli 100 biolaitosta. KPA Unicon osti syksyllä 2013 aiemmin Metson omistuksessa olleen MW Power Oy:n pienen kokoluokan lämpölaitosliiketoiminnan.

### 2.1 Toiminta

KPA Unicon on kasvava yritys, joka toimii globaaleilla markkinoilla. Sen projektit keskittyvät tällä hetkellä Eurooppaan ja Venäjälle. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Pieksämäellä, lisäksi sillä on toimipisteet Helsingissä, Kiuruvedellä ja Pietarissa. Kiuruveden toimipisteessä sijaitsee KPA Uniconin konepaja.

Yrityksen toiminnan perusta on asiakaslähtöisyys. Asiakkaisiin pidetään säännöllisesti yhteyttä ja asiakastyytyväisyyttä mitataan projektin eri vaiheissa. Projektien suunnittelu toteutetaan voimassa olevia normeja ja sääntöjä noudattaen. Yrityksellä on käytössä laatujärjestelmä, ISO 9001-2000 sertifikaatit, EU ja ASME normit sekä Venäjällä vaaditut laitteiden sertifikaatit ja suunnittelu-, asennustyö- ja käyttöönottoluvat.

Yrityksen toimittamat laitokset ovat helppokäyttöisiä ja yksinkertaisia huoltaa. Viimeisimmän teknologian käyttö takaa laitokselle korkean hyötysuhteen ja matalat päästöt.

### 2.2 Tuotteet

Yritys toimittaa kaasulla, raskaalla ja kevyellä polttoöljyllä sekä biopolttoaineella toimivia kattilalaitoksia muun muassa öljy- ja maakaasuteollisuudelle, prosessiteollisuudelle, elintarviketeollisuudelle, kaukolämpöyhtiöille sekä kunnallisille energiayhtiöille. Laitokset tuottavat höyryä tai kuumaa vettä.

Laitoksia toimitetaan moduulikattilalaitoksina sekä paikallaan rakennettavina laitoksina. Moduulikattilalaitoksella tarkoitetaan tällä hetkellä laitosta, joka mitoitetaan niin, että se voidaan kuljettaa rautateitse tai maanteitse. Se kootaan ja testataan konepajalla Suomessa ja toimitetaan maantie- tai rautatiekontteihin pakattuina moduuleina asennuspaikalle.

#### 2.2.1 Öljy- & kaasukattilat

Unicon öljy- ja kaasukattiloita on neljä eri tyyppiä. Tulitorvi-tuliputkikattilat Unicon WF ja Unicon SF ja vesiputkikattilat Unicon WT ja Unicon ST. Unicon WF ja Unicon WT tuottavat kuumaa vettä ja Unicon SF ja Unicon ST höyryä. Pääasiassa toimitetaan laitoksia, joissa on vain vesi- tai höyrykattiloita, mutta asiakkaan tarpeiden mukaan voidaan toimittaa myös yhdistelmälaitoksia, joissa on sekä vesi- että höyrykattiloita.

Unicon WF ja Unicon SF ovat tulitorvi-tuliputkikattiloita. Tulitorvi-tuliputkikattilat ovat kolmivetoisia, joissa polttoaine palaa tulitorvessa, jonka päässä sijaitsevasta jäähdytetystä kääntökammioista savukaasut johdetaan tuliputkissa takaisin kattilan etuosaan. Etuosasta savukaasut johdetaan tuliputkissa kattilan perään, josta ne kulkevat savukaasukanavaan tai ekonomaiseriin. (Basu ym. 2000)

Unicon WT ja Unicon ST ovat vesiputkikattiloita. Unicon WT eli kuumaa vettä tuottava kattila on yhdistetty vesiputki-/tuliputkikattila. Sen tulipesä ja kääntökammio ovat vesiputkirakenteisia ja konvektio-osa tuliputkirakenteinen. Vesiputkikattiloissa poltin sijaitsee tulipesän katossa, josta sen liekki suuntautuu kattilan pohjaa kohti. Unicon ST eli höyryä tuottava vesiputkikattila on luonnonkiertokattila. Luonnonkiertokattiloiden vesihöyryn kierto lieriön ja höyrytimen välillä perustuu veden ja höyryn tiheyseroon. (Huhtinen ym. 2000)

### 2.2.2 Biokattilat

KPA Unicon on toimittanut biokattilalaitoksia syksystä 2013 lähtien, kun yritys osti MW Power Oy:n pienen kokoluokan lämpölaite-toiminnan. Ennen tätä kauppaa KPA Unicon toimitti vain polttoöljyllä ja maakaasulla toimivia kattilalaitoksia.

Unicon biokattilat käyttävät polttoaineena biomassaa, pellettiä, turvetta, haketta ja jopa kiinteää kierrätyspolttoainetta. Biomassapohjaisia polttoaineita ovat erilaiset maa- ja metsätalouden tuotteet muun muassa puu, metsätähteet, olki ja erilaiset energiakäyttöä varten viljellyt kasvit. Kierrätyspolttoaine on yhdyskuntien ja yritysten polttokelpoisista, kuivista, kiinteistä ja lajitelluista jätteistä valmistettua polttoainetta. Kierrätyspolttoaineiden ominaisuudet voivat vaihdella merkittävästi, sillä ne koostuvat erityyppisistä jättemateriaaleista. (Raiko ym. 2002)

#### **Unicon Biograte**

Biogratekattilan polttotekniikka perustuu arinapoltoon ja sen polttoaineena käytetään biomassaa. Kiinteä polttoaine palaa arinalla edeten arinaa pitkin palamisen edistyessä. Palamisen päävaiheet ovat polttoaineen kuivuminen, pyrolyysi, kaasutus ja jäännöshiilen palaminen. Yksittäisessä polttoainekappaleessa kaikki vaiheet tapahtuvat peräkkäisessä järjestyksessä, mutta arinalla on samanaikaisesti eri palamisvaiheissa olevia kappaleita. Arinarakenteisessa kattilassa osa palamisilmasta syötetään arinarakojen välistä. (Raiko ym. 2002)

Unicon Biograte kattilan erikoisuus on pyörivä arinarakenne, jossa polttoaine syötetään keskelle arinaa sen alapuolelta. Tämä varmistaa polttoaineen tasaisen jakautumisen ja palamisen. Pienet Biogratelaitokset tuotetaan moduulikattilalaitoksina.



## Unicon Pelletti

Pellettikattila perustuu pölypolttoon. Pölypoltossa kiinteä polttoaine, tässä tapauksessa pelletti jauhetaan hienoksi jauheeksi ja syötetään polttimien kautta kattilan tulipesään, jossa se palaa muutamassa sekunnissa. Nopealla polttotavalla mahdollistetaan tulipesään tuotavat suuret lämpötehot. Pölypoltossa polttoaine täytyy jauhaa tarpeeksi hienoksi, jotta se ehtii palaa tulipesässä. (Huhtinen ym. 2000)

## Unicon BFB

BFB eli bubbling fluidized bed on kuplivaan leijupolttoon perustuva kattila, jonka polttoaineena voidaan käyttää monenlaisia biomassoja, turvetta, metsähaketta ja jopa kiinteää kierrätyspolttoainetta. BFB-kattilassa on palamisilman avulla leijutettava kuuma hiekkakerros eli peti, jonka päälle polttoaine syötetään. Primääri-ilma, joka toimii myös leijutusilmana, syötetään tulipesän pohjalta ja sekundääri-ilma juuri pedin yläpuolelta. BFB-kattilassa leijukerroksen hiukkaset pysyvät pedissä. (Basu ym. 2000)

## 3 MÄÄRITELMÄT

Käytettävien termien yksiselitteinen määrittely on tärkeää, jotta jatkossa yrityksen sisällä on yksi yhtenäinen käsitys siitä, mitä tietyillä termeillä tarkoitetaan, eikä väärinkäsityksiä tapahdu. Laitos jaetaan hierarkisen tuoterakenteen mukaan tasoihin, joiden määritelmät ja tunnusjärjestelmät on kuvattu tässä kappaleessa.

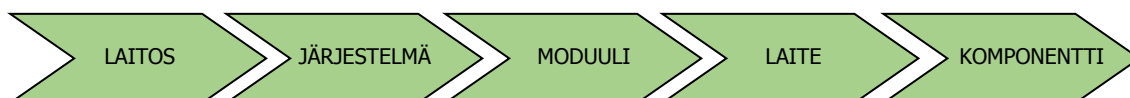
### 3.1 Tuoterakenne

Tuoterakenne voidaan yleisesti määritellä hierarkiseksi kuvaukseksi valmistettavasta tuotteesta, tässä tapauksessa kattilalaitoksesta. Tuoterakenne perustuu tuotetietomalliin, joka on käsitelmä, jolla tuotteiden tiedot ja niiden väliset yhteydet on määriteltävissä niin, että yleisellä tasolla jokainen tuote sopii jokaiseen yksittäistapaukseen. Tuoterakenteessa on jäsenelty käytettävät nimikkeet; laitos, järjestelmät, moduulit, laitteet ja osat/komponentit tuotetietomallin mukaisesti. (Sääksvuori ym., 2002)

Geneerisessä eli yleisessä tuoterakenteessa ei viitata tuoteyksilöön vaan käsitteeseen tietystä tuotteesta. Se luodaan tuotteille, joilla on useita vaihtokelpoisia nimikkeitä. Nämä vaihtokelpoiset nimikkeet muodostavat geneerisen tuoterakenteen variantteja. Varianttien kuvaus helpottuu käyttämällä geneeristä tuoterakennetta, sillä jokaista varianttia ei ole välttämätöntä kuvata yksilöllisesti eli jokaisesta vaihtoehdosta ei tarvitse luoda yksilöllistä tuoterakennetta. Tällöin asiakkaan toiveiden mukainen tuoterakenne luodaan tuotetietomallista, jossa on listattuna valittavissa olevat komponentit. (Sääksvuori ym., 2002)

## Kattilalaitoksen tuoterakenne:

Kun määritellään laitoksen tuoterakennetta on edeltävä taso oltava aina määriteltyä ennen kuin voidaan siirtyä seuraavalle tasolle. Mitä pidemmälle tuoterakenteessa edetään, sitä pienemmiksi kokonaisuuksiksi ja osiksi laitos jakautuu. Tuoterakenne on havainnollistettu kuvassa 1.



**Kuva 1.** Kattilalaitoksen tuoterakenne.

### 1. Laitos

Tuoterakenteen ensimmäisellä tasolla on vain yksi määritelmä, asiakkaalle toimitettava lopputuote, laitos.

### 2. Järjestelmä

Toisella tasolla laitos on jaettu järjestelmiin. Järjestelmä voi koostua yhdestä tai useasta moduulista. Järjestelmä on toiminnallinen kokonaisuus, jolla on tietyt rajapinnat.

### 3. Moduuli

Kolmannella tasolla järjestelmät on jaettu moduuleihin. Moduuli ei välttämättä ole itsessään toiminnallinen kokonaisuus, mutta se on olennainen osa järjestelmän toimintaa. Moduuli voi koostua yhdestä tai useasta laitteesta.

### 4. Laite

Neljännellä tasolla moduulit on jaettu laitteisiin. Laitteilla tarkoitetaan kattilalaitoksen prosessilaitteita.

### 5. Komponentti

Viidennellä eli viimeisellä tasolla laitteet on jaettu komponentteihin. Komponentit ovat pienin yksikkö johon kattilalaitos jaetaan.

## 3.2 Laitos

Laitoksella tarkoitetaan asiakkaalle toimitettavaa lopputuotetta eli kattilalaitosta. Laitos koostuu järjestelmistä ja se on karkein tuoterakenteessa määritelty taso. Laitokset jaetaan polttoaineen ja kattilatyypin mukaan.

Laitostunnus koostuu kirjain- ja numero-osasta. Sen kirjainosassa määritellään ensimmäisenä käytettävä polttoaine. Öljy- ja kaasulaitosten tunnus alkaa sanalla UNICON. Biolaitoksissa sanan UNICON perään lisätään BIOGRATE, BFB tai PELLETTI riippuen käytettävästä polttotavasta. Seuraavaksi tunnuksen lisätään kirjain M, jos laitos on moduulityyppinen. Sen jälkeen määritellään

laitostyyppi (vesikattilalaitos W tai höyrykattilalaitos S) ja kattilatyyppi (vesiputkikattila T tai tulitorvi-tuliputkikattila F).

Laitostunnuksen numero-osassa määritellään kattiloiden yhteisteho, kattiloiden lukumäärä, kattilateho, ulostulopaine ja ulostulolämpötila. Lopuksi määritellään vielä käytetty polttoaine (raskas polttoöljy HFO, kevyt polttoöljy LFO, maakaasu NG ja biopolttoaine BI). Jos polttoaineita on kaksi, on ensimmäinen pääpolttoaine ja toinen varapolttoaine.

Esim.

### **UNICON-MWF36/6x6MW/6/115/NG, LFO**

<b>UNICON-MWF</b>	- modulaarinen kuumaa vettä tuottava tulitorvi-tuliputkikattila
<b>36</b>	- kattiloiden yhteisteho 36 MW
<b>6x6MW</b>	- 6 kattilaa, yhden kattilan teho 6 MW
<b>6</b>	- ulostulopaine 6 bar
<b>115</b>	- ulostulolämpötila 115 °C
<b>NG, LFO</b>	- polttoaineet maakaasu ja kevyt polttoöljy

### 3.3 Järjestelmä

Tässä työssä järjestelmällä tarkoitetaan standardisoitua, toiminnallista yksikköä, joka voidaan yhdistää toisiin järjestelmiin ja joka on korvattavissa toisella järjestelmällä. Järjestelmät määritellään mahdollisimman tuotettaviksi ja ne tilataan mahdollisimman pitkälle esivalmisteltuina. Ne nopeuttavat tilaus-toimitusprosessia, koska niitä ei räätälöidä tilauskohtaisesti. (Ericsson ym., 1999)

Saringon mukaan (Sarinko, 1999) ideaalitapauksessa järjestelmien välillä vaikuttaa vain muutama tarkasti määritelty yhteys ja jokainen niistä toteuttaa vain yhtä toimintoa. Kun vuorovaikutukset on määritelty tarkasti, järjestelmät ovat selkeästi yhdisteltävissä ja korvattavissa toisella järjestelmällä. (Pahl ym., 1986)

Järjestelmätunnukset on esitetty liitteessä **1**.

### 3.4 Moduuli

Järjestelmät koostuvat yhdestä tai useasta moduulista. Moduuli ei välttämättä tässä tapauksessa ole itsessään toiminnallinen, mutta se on olennainen osa järjestelmää sen toiminnallisuuden kannalta.

Moduuleille kehitettiin moduulitunnusjärjestelmä KPA Uniconin käytössä olevien järjestelmätunnusten pohjalta. Tunnusjärjestelmää tullaan jatkossa käyttämään yrityksen tuotetietojärjestelmässä. Sen on oltava selkeä, jotta moduulit ovat selkeästi tunnistettavissa ja jotta sitä on helppo ylläpitää.

Moduulitunnus on neliosainen. Se koostuu järjestelmätunnuksesta, yksilötunnuksesta, kapasiteettitunnuksesta sekä moduulinumerosta. Moduulitunnuksen ensimmäinen osa on järjestelmätunnuksen numero. Toinen osa, eli seuraavat kaksi numeroa on yksilötunnus. Yksilötunnus identifioi moduulin, esimerkiksi kattilamoduulissa 01 on WF -kattila, 02 WT -kattila ja niin edelleen. Ilmanvaihtomoduulissa yksilötunnus voi olla esimerkiksi 01 kiertoilmakoje, 02 poistoilmapuhallin ja niin edelleen. Seuraava osa on kolminumeroinen kapasiteettitunnus ja viimeisenä osana on nelinumeroinen moduulinumero. Moduulinumero tarkoittaa yksilötunnuksen tietoja. Esimerkiksi kattilamoduulissa moduulinumerosta selviää mitä polttoainetta käytetään ja onko moduulissa ekonomaiseri vai ei. Ilmanvaihtomoduulissa moduulinumero määrittelee tarkasti minkä tyyppistä, minkä merkkistä tai minkä valmistajan laitetta käytetään.

Esim.

### **21-01-006-0001**

<b>21</b>	- kattilapiiri (järjestelmätunnus)
<b>01</b>	- WF-kattila (yksilötunnus)
<b>006</b>	- 6 MW (kapasiteettitunnus)
<b>0001</b>	- moduulinumero

Mikäli samassa laitoksessa on useampi samanlainen moduuli täydennetään moduulinumeroa juoksevalla numerolla, esim. 21-01-006-0001/1, 21-01-006-0001/2,...

Kapasiteettitunnus määritellään niin, että se kertoo mitä moduuleja voidaan käyttää tietyn tehoisissa laitoksissa. Saman kapasiteettitunnuksen omaavat moduulit voidaan sijoittaa samaan laitokseen.

## 3.5 Laite

Laitteilla tarkoitetaan kattilalaitoksen prosessilaitteita. Ne koostuvat komponenteista, joille ei ole kehitetty omaa tunnusjärjestelmää.

Laitteille tarvitaan tunnusjärjestelmä, jotta ne saadaan yksilöityä ja nimettyä eli positioitua. Yleisin käytetty positiointijärjestelmä on KKS eli Kraftwerk Kennzeichen System –standardi. KKS-järjestelmä yksilöi jokaisen laitteen kirjain- ja numerosarjalla, joista selviää laitteen toiminta ja sijainti laitoksella. (Kronebach, 2014) Harvemmin käytetty positiointijärjestelmä on AKZ eli Anlagenkennzeichnungssystem. Siinä on seitsemän osaa, joita sanotaan järjestysasteiksi. Sen peruskoodi muodostuu ensimmäisestä viidestä osasta ja kaksi viimeistä osaa muodostavat täydennyskoodin. (Jokinen, 2011)

KKS-järjestelmä jaetaan neljään osaan. Ensimmäisessä osassa määritellään laitosyksikkö, toisessa toiminto, kolmannessa laitteistoyksikkö ja neljännessä komponentti. Tunnus muodostuu kolmesta eri tunnusrakenteesta. Prosessi-, sijainti- ja tilakohtaisesta tunnistuksesta. Prosessikohtaisessa

tunnistuksessa laite tunnustetaan toiminnon perusteella. Sijaintikohtaisessa tunnistuksessa tunnustus tapahtuu sijainnin perusteella ja tilakohtaisessa tunnistuksessa tunnustetaan tiloja ja huoneita. (Suojoki, 2013)

KPA Unicon käyttää kuitenkin yleisesti omaa prosessilaitteiden tunnusjärjestelmää, joka on kolmiosainen. Sen ensimmäinen osa on järjestelmätunnuksen numero, seuraava osa eli kirjain on komponenttitunnus ja viimeisenä on kolminumeroinen juokseva osanumerointi.

Esim.

## **71 V 702**

<b>71</b>	- raakaveden käsittely (järjestelmätunnus)
<b>V</b>	- käsisulkuventtiili (komponenttitunnus)
<b>702</b>	- 701...799 vesiarmatuurit (juokseva osanumerointi)

KPA Uniconin prosessilaitteiden tunnusjärjestelmä on esitelty tarkemmin liitteessä **2**.

## 4 MODULOINTI

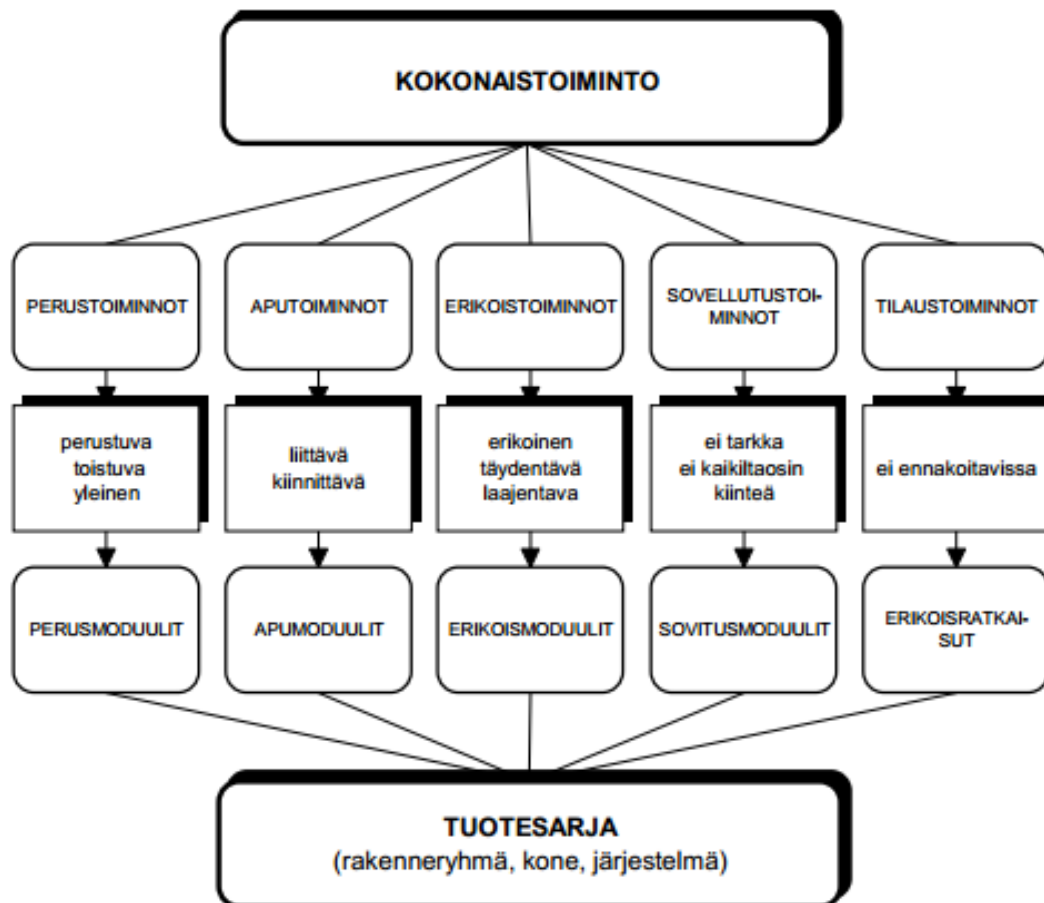
Moduuli ja modulaarisuus on määritelty kirjallisuudessa monin eri tavoin. Määritelmä vaihtelee tutkijan ja tutkimuksissa käsitellyn aiheen mukaan. Yleisesti moduloinnilla tarkoitetaan standardisoitua yksikköä, jolle on määritelty tietyt, vakiona pidettävät rajapinnat. Moduloinnilla pyritään yhtenäistämään tuotteen fyysisiä ja toiminnallisia rakenteita ja minimoimaan tuotteiden välisiä vuorovaikutuksia. Näin saavutetaan mahdollisimman suuri standardikomponenttien lukumäärä. (Ericsson ym., 1999) Moduloinnilla pyritään tunnistamaan eri asiakkaiden kannalta tuotteiden tärkeimmät ominaisuudet ja keskittämään variointi niihin, kuitenkin niin, että lopputuotevalikoimaa ei rajata.

Modulointi on parhaiten hyödynnettävissä, kun tuote vaatii paljon muunneltavuutta sekä joustavuutta ja tuotteistosta halutaan tehdä mahdollisimman asiakasohjautuva. (INSKO, 1982) Ennen moduloinnin aloittamista on selvitettävä asiakaskunnan tarpeet ja kysyntä. Modulointi kannattaa aloittaa tuotteista, jotka ovat helpoiten moduloitavissa ja joille on eniten kysyntää. (Ericsson ym., 1999)

### 4.1 Moduulityyppejä

Saringon (Sarinko, 1999) määritelmän mukaan moduulijärjestelmät koostuvat toimintomoduuleista tai valmistusmoduuleista. Toimintomoduulit toteuttavat yhden tai useamman toiminnon ja ne on määritelty tuotteen teknisten toimintojen mukaan. Valmistusmoduulien ainoa määrittelytapa on niiden valmistettavuus. (Pahl ym., 1986)

On olemassa myös modulointimenetelmiä, joissa yhdistetään toimintomoduulin sekä valmistusmoduulin käsitteet. Tällaiset moduulit on määritelty toiminto- sekä valmistusnäkökulmasta. Ne on mahdollista suunnitella sekä valmistaa erillisinä osina ja koota myöhemmin kokonaiseksi tuotteeksi. (Erixon, 1998)



**Kuva 2.** Moduulien valinta jakamalla tuote toimintoihin ja niiden kautta toimintomoduuleihin. (Sarinko, 1999)

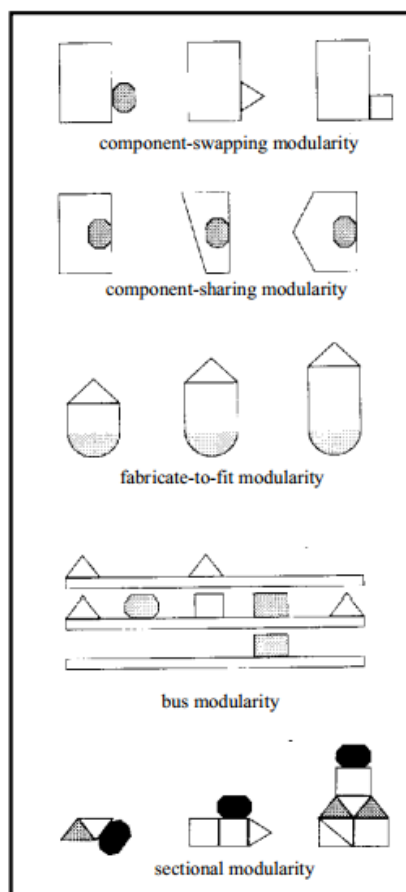
Toimintomoduulit voidaan jakaa kuvan 1 mukaisesti. Ne määritellään toistuvien toimintojen mukaan, jotka yhdistettynä toteuttavat kokonaistoimintoja.

Perustoiminnot ovat toimintoja, jotka ovat tuotteelle välttämättömiä, eivätkä muutu. Ne voivat esiintyä yksin tai muiden toimintojen kanssa. Perustoimintomoduulia voidaan kutsua myös pakkomoduuriksi, sillä tuote tarvitsee aina vähintään yhden perustoimintomoduulin. Apumoduulit toteuttavat aputoimintoja, eli liittävät yhteen ja kokoavat tuotetta. Ne ovat yleensä yhteydessä perusmoduuleihin. Erikoismoduulit täydentävät tuotetta tai sen tiettyjä toimintoja, joten niitä ei välttämättä tarvita kaikissa tuotevarianteissa. Sovitusmoduuleilla tuote sovitetaan toiseen järjestelmään. Nämä moduulit voidaan viimeistellä oikeankokoisiksi vasta kun moduulit liitetään yhteen. Erikoisratkaisulla toteutetaan tilauskohtaisia asiakastoiveita, jotka eivät ole ennakoitavissa, eivätkä näin ollen moduloitavissa. (Kaivos, 1985)

## 4.2 Modulaarisuuden tyyppejä

Saringon (Sarinko, 1999) mukaan modulaarisuus voidaan jakaa viiteen erilaiseen modulaarisuuden lajiin. (Ulrich, 1995)

- Komponenttien vaihtokelpoisuus (component-swapping modularity): samaan perusyksikköön voidaan vaihtaa kaksi tai useampi moduuli. Muodostavat samaan tuoteperheeseen kuuluvia tuotevariantteja.
- Komponenttien käyttö useammassa tuotteessa (component-sharing modularity): jolloin eri perusyksiköissä tai eri tuoteperheissä käytetään samaa moduulia.
- Parametrinen modulaarisuus (fabricate-to-fit modularity): parametrisiä arvoja voidaan määrittellä tapauskohtaisesti.
- Väylämodulaarisuus (bus modularity): erilaisia yhdistelmiä vapaavalintaisia moduuleja vapaavalintaisessa järjestyksessä voidaan liittää tiettyyn perusyksikköön.
- Rakennelohkomodulaarisuus (sectional modularity): niin sanottu lego-modulointi. Tiettyjen rajapintojen avulla ryhmä moduuleja voidaan yhdistellä mihin tahansa järjestykseen.



**Kuva 3.** Modulaarisuuden lajit. (Sarinko, 1999)

### 4.3 Tuotekehitys

Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jonka tavoite on kehittää uusi tai paranneltu tuote. Yrityksen menestys vaatii onnistunutta tuotekehitystä, sillä kaikki tuotteet vanhenevat ajan myötä. Tuotekehitys toteutetaan usein tuotekehitysprojekteina. Sitä voidaan tehostaa pyrkimällä tunnistamaan tuotteessa olevat mahdolliset kehityskohdat ja etsimällä niihin ratkaisua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Mitä myöhemmin projektissa virhe havaitaan, sitä kalliimmaksi sen korjaaminen tulee. (Huhtala ym., 2009)

Tuotekehitys voidaan kuvata usein niin sanotun suppilomallin avulla. Suppilolla kuvataan sitä, kuinka paljon mahdollisia kehitysvaihtoehtoja tuotteelle on, kuinka osaa niistä arvioidaan ja yhdistellään ja lopuksi suppilon kapeasta päästä saadaan ulos vain pieni osa ideoita, joista kehittyy tuotekehitysprojekti. Moduloinnilla voidaan yksinkertaistaa tuotekehitystä, sillä sen avulla tuotetta voidaan käsitellä pienemmissä kokonaisuuksissa, jolloin mahdolliset viat, virheet ja parannusehdotukset huomataan nopeammin. Tuotteen vakioiminen tuo lisäksi mukanaan mahdollisuuksia kehittää ja vakioida yrityksen muitakin osa-alueita. (Huhtala ym., 2009)

Cooperin mukaan merkittävimmät tekijät menestyksekkään tuotekehityksen kannalta ovat laadukas uusien tuotteiden kehitysprosessi, määritelty tuotestrategia ja riittävä resurssointi. Tuotekehitysprojektin lopputuloksena täytyy olla tuote, joka vastaa entistä paremmin asiakkaiden vaatimuksia ja on yrityksen kannalta yksinkertaisempi tai halvempi valmistaa. (Huhtala ym., 2009)

### 4.4 Moduulien tuotettavuus

Modulaarisuudella voidaan pienentää tuotteen kompleksisuutta, joka mahdollistaa tuotteen käsittelyn pienemmissä toiminnallisissa kokonaisuuksissa. Nämä kokonaisuudet voidaan suunnitella ja valmistaa erillisinä. Moduloinnilla ei ole tarkoitus tarjota asiakkaalle suurta variaatioiden määrää, vaan sillä pyritään tarjoamaan asiakkaalle tuote, joka täyttää asiakkaan vaatimukset ja toiveet, mutta on yritykselle mahdollisimman yksinkertainen valmistaa. (Miller ym., 1998)

Moduulit täytyy määritellä mahdollisimman valmistettaviksi, jotta niiden tuottaminen on nopeaa. Moduulit tilataan mahdollisimman esivalmisteltuina, jolloin työmäärä omalla pajalla vähenee. Tarkoitus on päästä tilanteeseen, jossa omalla pajalla tehdään vain moduulien yhteenliittäminen ja koestus. (Miller ym., 1998)

### 4.5 Moduloinnin vaikutus

Modulointi tehostaa yrityksen toimintaa. Laitosten tilaus-toimitusprosessi lyhenee, koska moduuleja ei räätälöidä erikseen jokaisen asiakkaan tarpeiden mukaan. Tuotteen kustannusarvioita pystytään tarkentamaan moduloinnin avulla, kun tuotteen eri osien valmistusajoista ja -kustannuksista on dokumentoitua materiaalia. Yksittäisten moduulien valmistuskustannuksia on myös helpompi hallita jolloin vältytään yli- tai alihinnoittelulta. (Ericsson ym., 1999)



Moduulit voidaan testata ennen työmaalle lähettämistä, jolloin välttyään tilanteelta, jossa työmaalla huomataan, että tarpeellisia laitteita tai osia puuttuu. Näiden puuttuvien osien lähettäminen on yleensä yritykselle kallista ja pahimmassa tapauksessa viivästyttää koko projektia. Modulointi helpottaa myös logistiikan suunnittelua, koska työmaalle toimitettavien moduulien koot ovat ennalta määriteltyjä. (Pahl ym., 1985)

Moduulit kehittyvät ajan myötä, joten jatkossa tuotteiden teknisiä ratkaisuja voidaan hyödyntää entistä helpommin uusien tuotevariaatioiden luomisessa. Yksittäistä moduulia on helpompi muokata kuin kokonaista järjestelmää tai laitosta. (Pahl ym., 1985)

Moduloinnista saattaa koitua myös haittoja. Tuotteen suunnitteluvaiheen kustannukset voivat lisääntyä ja tuotteen koko saattaa tiettyjen välttämättömien rajapintaratkaisujen takia kasvaa. Moduulien rajapinnat on mietittävä ja toteutettava tarkasti, sillä niiden muokkaaminen työmaalla voi tulla todella kalliiksi. (Pahl ym., 1985)

Modulointi saattaa vaikuttaa asiakkaiden valinnanmahdollisuuksien rajautumiseen verrattuna yksilöllisesti suunniteltuihin projekteihin. Aikaisemmin yksilöllisesti räätälöity laitos rajautuukin jatkossa vain tiettyjen tarkasti määriteltyjen moduulien yhdistelmiin, jolloin asiakkaiden yksilölliset toiveet on vaikeampi toteuttaa. (Blecker ym., 2005)

#### 4.6 Kattilamoduuli

Tarkastellaan yksityiskohtaisemmin kattilamoduulia, joka kuuluu kattilajärjestelmään. Valitaan käsiteltäväksi kuumaa vettä tuottava tulitorvi-tuliputkikattila, eli Unicon WF –kattila. Tärkein kattilamoduulin kokoon vaikuttava tekijä on tarvittavan kuumen kaukolämpöveden määrä. Kattilamoduuliin kuuluu aina kattila ja poltin, lisäksi siihen voi kuulua ekonomaiserin ja tulistin. Tässä tapauksessa käsitellään kattilamoduulia, johon kuuluu kattila, poltin ja ekonomaiserin.

Tarkasteltava Unicon WF –kattilamoduuli, jonka tunnus tässä tapauksessa on **21-01-010-0301**, koostuu kattilasta, jonka tunnus voi olla esimerkiksi **21 K 001**, polttimesta, jonka tunnus voi olla esimerkiksi **21 B 101** ja ekonomaiserista, jonka tunnus voi olla esimerkiksi **21 E 002**. Unicon WF –kattilamoduuli kuuluu kattilajärjestelmään, jonka tunnus on **21 Kattila**. Järjestelmä 21 kuuluu Unicon WF –kattilalaitokseen, jonka tunnus voi olla esimerkiksi **UNICON-WF36/6x6MW/6/115/NG, LFO**.

##### **Tuoterakenne:**

LAITOS: UNICON-WF36/6x6MW/6/115/NG, LFO

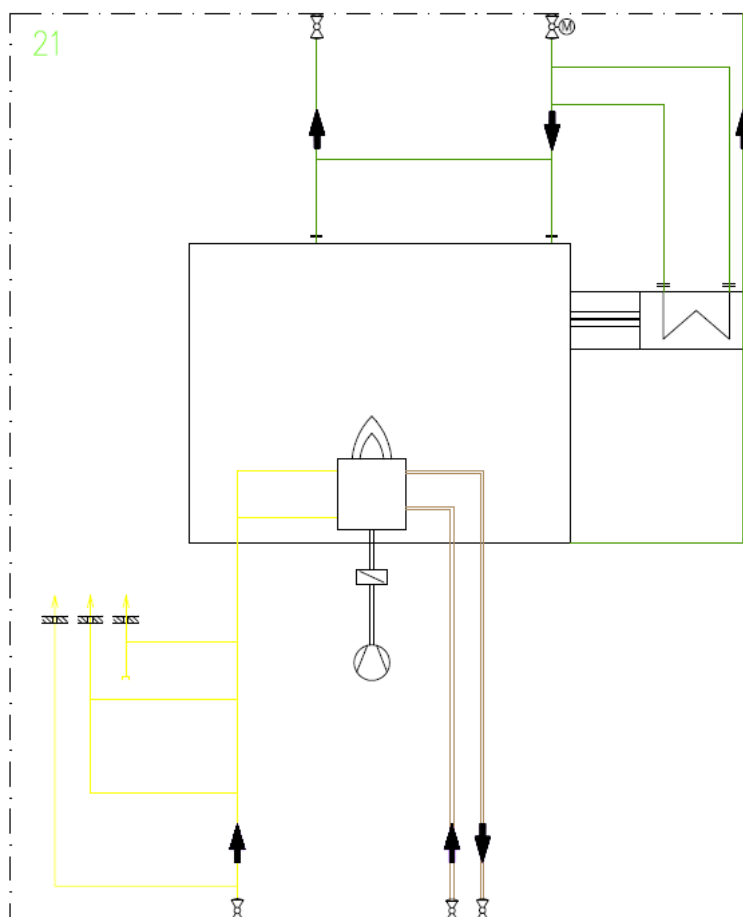
JÄRJESTELMÄ: 21 Kattila

MODUULI: 21-01-010-0301

LAITTEET:                   21 K 001  
                                   21 B 101  
                                   21 E 002

KOMPONENTIT:            Tullaan määrittelemään myöhemmin.

Kattilamoduuli voi liittyä järjestelmiin **53 Savukaasun käsittely** ja **62 Kaukolämpövesi**.



**Kuva 4.** Kattilamoduulin 21-01-010-0301 PI-kaaviokuva.

Kattilamoduulissa lämmitetään vettä polttamalla kaasua ja öljyä. Shunttipumpulla säädetään kattilaan palaavan veden lämpötilaa. Ekonomaiserilla hyödynnetään savukaasujen sisältämä lämpö ja säädetään savukaasujen lämpötilaa.

Vesikattilajärjestelmän ainevirrat on esitetty kaaviossa **6**.

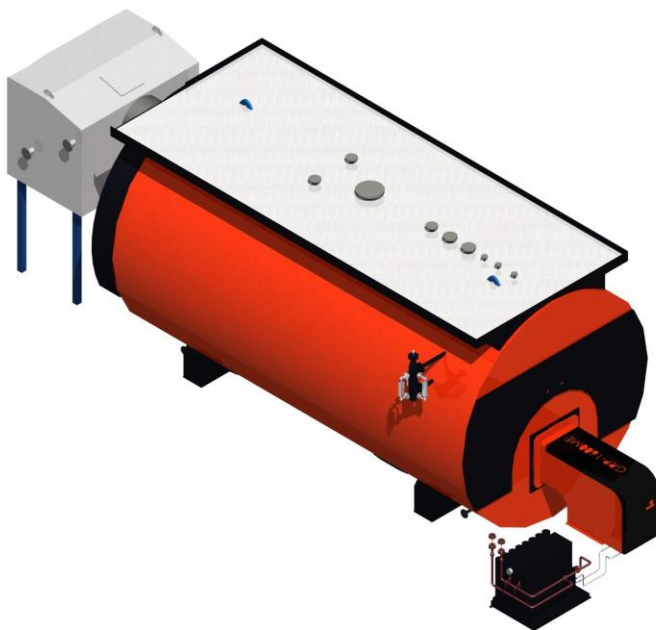
Kuumaa vettä tuottavia tulitorvi-tuliputkikattilamoduuleja on kuusi erityyppistä vaihtoehtoa.

21-01-010-0101  
 21-01-010-0102  
 21-01-010-0201  
 21-01-010-0202

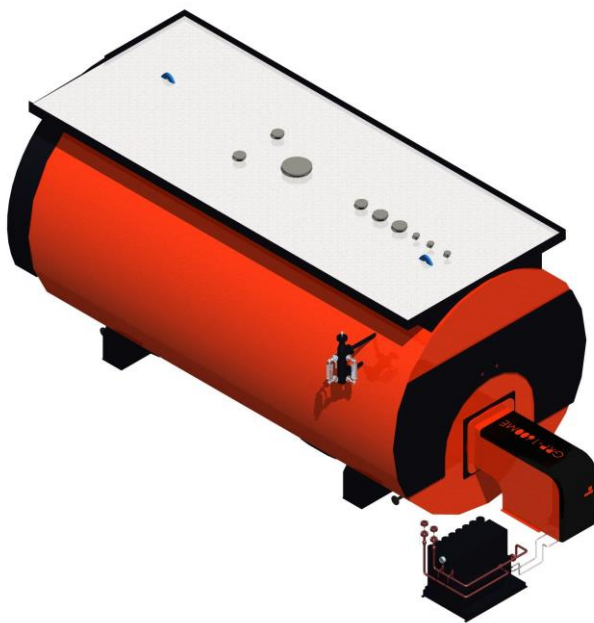
21-01-010-0301

21-01-010-0302

Moduulinumeron kaksi ensimmäistä numeroa ovat polttoaineen numero: 01 kaasu, 02 öljy ja 03 kaasu & öljy. Kaksi viimeistä numeroa kertovat, onko kattilassa ekonomaiseri vai ei: 01 ekonomaiseri, 02 ei ekonomaiseria.



**Kuva 5.** 21-01-010-0301 kattilamoduuli kaasu- & öljypolttimella ja ekonomaiserialla.

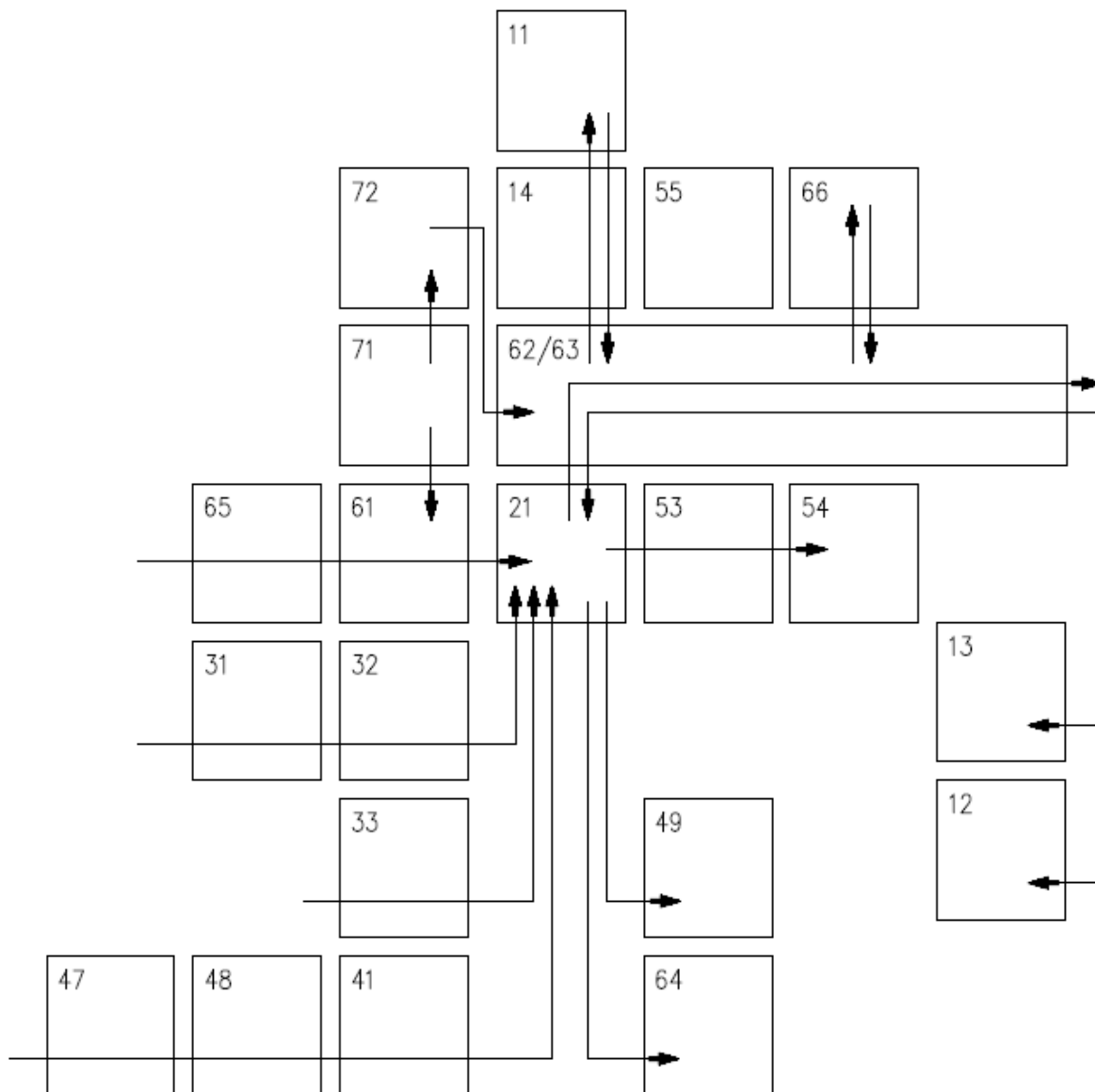


**Kuva 6.** 21-01-010-0302 kattilamoduuli kaasu- & öljypolttimella ilman ekonomaiseria.

Loput moduulin vaihtoehdot on kuvattu liitteessä **3**.

## 5 JÄRJESTELMÄT

Järjestelmien rajausta perustuu KPA Uniconilla käytössä oleviin järjestelmätunnuksiin, jotka on esitetty liitteessä **1**. Järjestelmätunnuksia lisättiin ja olemassa olevia muokattiin, jotta ne saatiin vastaamaan myös biokattiloiden tarpeita. Kuvassa **7** on määritelty järjestelmien liittyminen toisiinsa. Nuolet kuvaavat hyvin karkealla tasolla ainevirtoja järjestelmien välillä.



**Kuva 7.** Järjestelmien liittyminen toisiinsa.

Jokaisesta järjestelmästä on tehty tasetarkastelu, jossa kuvataan järjestelmään tulevat ja siitä lähtevät ainevirrat. Ainevirrat on kuvattu kaavioissa 1-26. Kaavioon tulevat nuolet kuvaavat järjestelmään tulevia ja lähtevät nuolet siitä poistuvia ainevirtoja. Jokaisesta järjestelmästä on määritelty tärkein siihen vaikuttava ainevirta ja mihin järjestelmiin se voi liittyä.

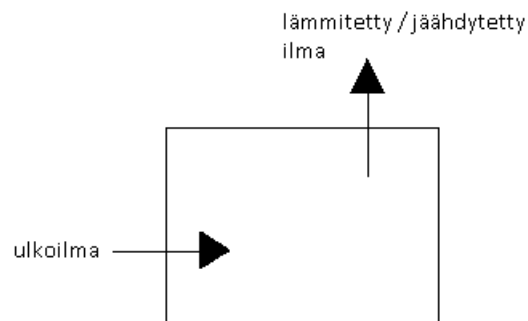
## 5.1 Ilmanvaihto 11

Ilmanvaihtojärjestelmä koostuu erilaisista yhdistelmistä tuloilmakojeita, kiertoilmakojeita, poistoilmapuhaltimia ja huippuimureita. Tuloilmakojeet esilämmittävät ulkoa johdettavan palamisilman. Kiertoilmakojeet lämmittävät huoneilmaa ja poistoilmapuhaltimet jäädyttävät tarvittaessa. Huippuimureilla poistetaan mahdolliset kaasuvuodot.

Ilmanvaihtojärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **1**. Järjestelmään tulee ulkoilma ja sieltä lähtee lämmitetty/jäähdytetty ilma, riippuen laitoksen tarpeesta.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lämmitetty / jäähdytetty ilma

Liittyy järjestelmiin: 14, 21, 62/ 63



**Kaavio 1.** Ilmanvaihtojärjestelmän ainevirrat.

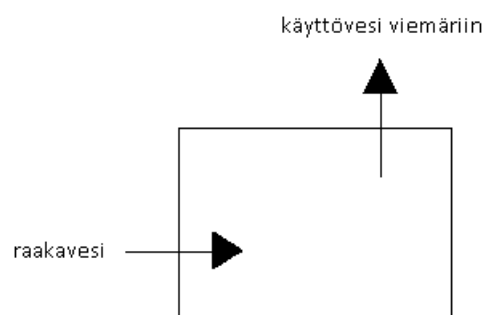
## 5.2 Käyttövesi 12

Käyttövesijärjestelmään tulee raakavesi laitoksen käyttövesikohteisiin, kuten sosiaalityöhön ja poistuu järjestelmästä viemäriin. Käyttövesijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **2**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: käyttövesi

Liittyy järjestelmiin: 71



**Kaavio 2.** Käyttöveden ainevirrat.

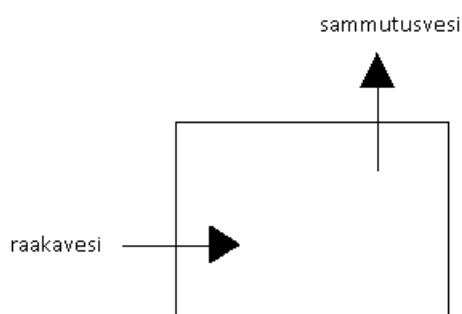
### 5.3 Sammutusjärjestelmät 13

Järjestelmään tulee raakavesi laitoksen sammutusjärjestelmiin, kuten paloposteihin ja siitä poistuu sammutusvesi. Sammutusjärjestelmien ainevirrat on kuvattu kaaviossa **3**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: sammutusvesi

Liittyy järjestelmiin: 71



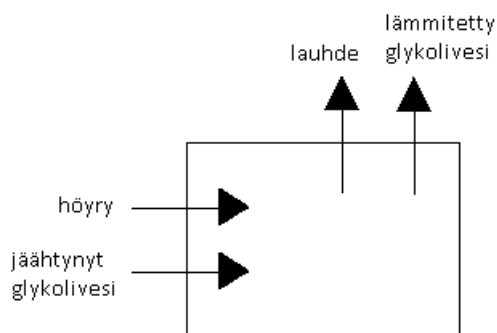
**Kaavio 3.** Sammutusjärjestelmien ainevirrat.

### 5.4 Glykolipiiri 14

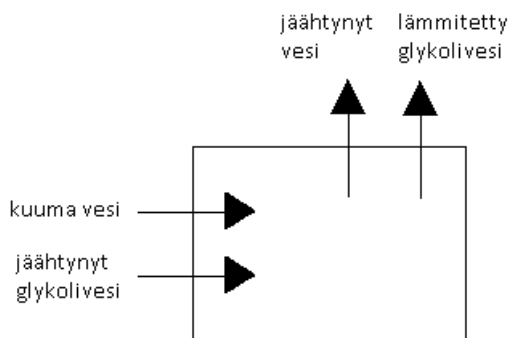
Glykolipiirissä lämpö siirretään vesi- tai höyryverkostosta laitoksen glykolivesipiiriin lämmönvaihtimen avulla. Glykolipiiri koostuu lämmönvaihtimista, glykolivesipumpuista, kalvopaisunta-astiasta sekä glykoliveden täyttöastiasta ja -pumpusta. Glykolivesi lämmitetään lämmönvaihtimissa ja johdetaan edelleen laitoksen omakäyttötarpeisiin. Glykolipiirijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaavioissa **4** ja **5**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lämmitetty glykolivesi

Liittyy järjestelmiin: 11, 62/ 63



**Kaavio 4.** Glykolipiiri (höyry) ainevirrat.



**Kaavio 5.** Glykoli- ja vesivirta kotelossa.

## 5.5 Kattila 21

Öljy- & kaasukattiloissa on öljy- ja kaasupoltin, josta jätetään toinen linja pois, jos käytetään vain öljyä tai kaasua.

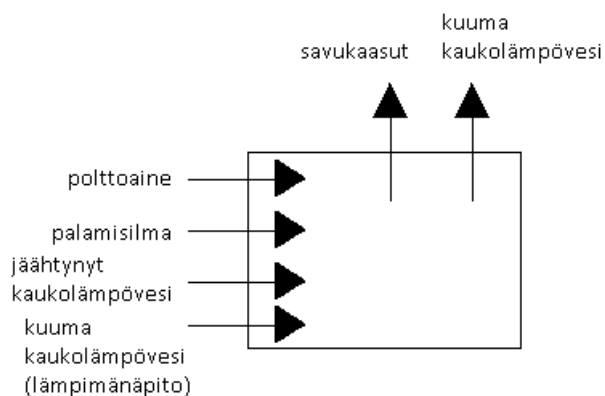
### 5.5.1 Vesikattila

Kattilajärjestelmässä lämmitetään vettä polttamalla kaasua, nestemäistä tai biopolttoainetta. Shunttipumpulla säädetään kattilaan palaavan veden lämpötilaa. Ekonomaiserilla hyödynnetään savukaasujen sisältämä lämpö ja säädetään savukaasujen lämpötilaa. Kattilan lämpimänäpitolinjalla ohjataan kattilaan kuumaa kaukolämpövesiä, jolla kattila pidetään lämpimänä. Kattilajärjestelmään kuuluu aina kattila, poltin ja palamisilmavahutin, lisäksi siihen voi kuulua ekonomaiser ja tulistin.

Vesikattilajärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **6**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: kuuma kaukolämpövesi

Liittyy järjestelmiin: 53, 62



**Kaavio 6.** Vesikattilan ainevirrat.

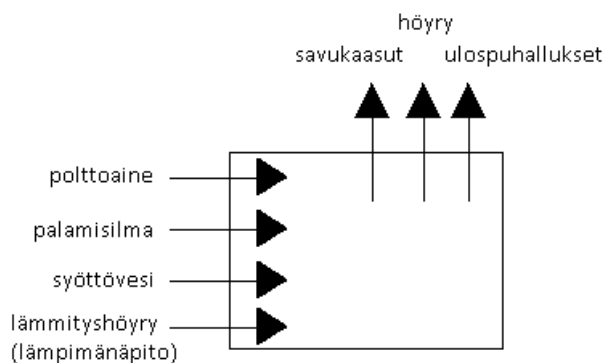
## 5.5.2 Höyrykattila

Kattilajärjestelmässä höyrytetään syöttövettä polttamalla kaasua, nestemäistä tai biopolttoainetta. Ekonomaisella hyödynnetään savukaasujen sisältämä lämpö ja säädetään savukaasujen lämpötilaa. Kattilaveden laatua hallitaan poistamalla epäpuhtauksia pinta- ja pohjapuhalluksilla. Kattilan lämpimänäpitolinjalla ohjataan kattilaan lämmityshöyryä, jolla kattila pidetään lämpimänä. Kattilajärjestelmään kuuluu aina kattila, poltin ja palamisilmapuhallin, lisäksi siihen voi kuulua ekonomaiseri ja tulistin.

Höyrykattilajärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **7**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: höyry

Liittyy järjestelmiin: 53, 63



**Kaavio 7.** Höyrykattilan ainevirrat.

## 5.6 Öljyn varastointi 31

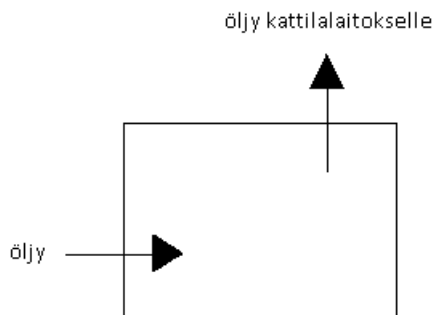
Öljyn varastointijärjestelmään tuodaan öljy varastointisäiliöön, josta se poistuu öljyn pumppaukseen ja lämmitykseen. Öljyn varastointijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **8**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: öljy kattilalaitokselle

Liittyy järjestelmiin: 32





**Kaavio 8.** Öljyn varastoinnin ainevirrat.

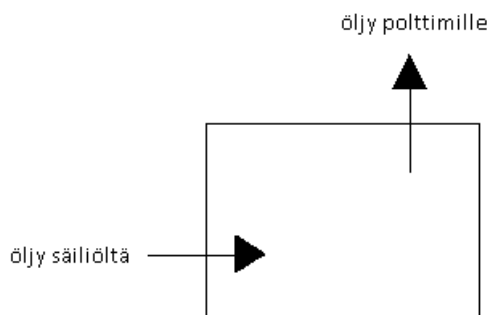
### 5.7 Öljyn pumppaus ja lämmitys 32

Öljyn pumppaus- ja lämmitysjärjestelmään tulee öljy säiliöltä, josta pumpataan polttimille. Raskas polttoöljy lämmitetään lämmönvaihtimilla ennen polttimia. Öljyn pumppaus- ja lämmitysjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **9**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: öljy polttimille

Liittyy järjestelmiin: 21, 31



**Kaavio 9.** Öljyn pumppauksen ja lämmityksen ainevirrat.

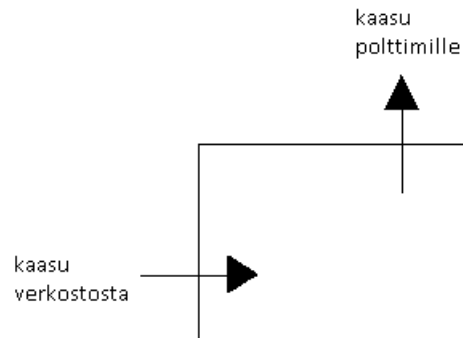
### 5.8 Maakaasu 33

Maakaasujärjestelmässä suodatetaan epäpuhtaudet ja johdetaan maakaasu polttimille. Maakaasujärjestelmät koostuvat kaasusuodattimesta, virtausmittarista, kaasumäärämuuntimesta sekä pikasulkuventtiilistä. Kaasusuodattimella poistetaan maakaasun epäpuhtaudet. Kaasun virtaama mitataan ja mittaus kompensoidaan lämpötilan ja paineen avulla, jolloin saadaan selville laitoksen todellinen kaasun kulutus.

Maakaasujärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **10**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: kaasu polttimille

Liittyy järjestelmiin: 21



**Kaavio 10.** Maakaasun ainevirrat.

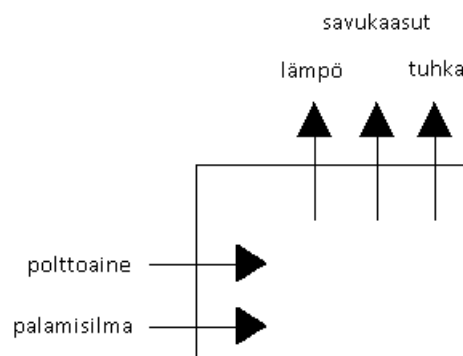
## 5.9 Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmä 41

Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmään kuuluu arina, ruuvikuljettimet ja palamisilmapuhaltimet. Pölypoltossa kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmään kuuluu kattila, poltin ja palamisilmapuhallin. Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **11**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lämpö

Liittyy järjestelmiin: 21



**Kaavio 11.** Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmän ainevirrat.

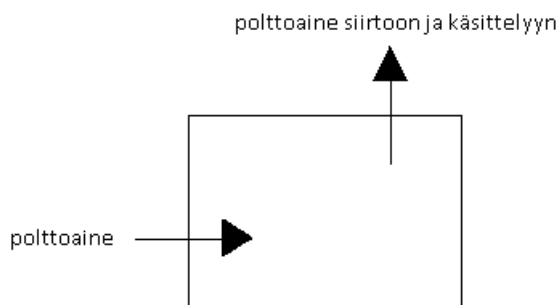
## 5.10 Kiinteän polttoaineen vastaanotto 47

Kiinteän polttoaineen vastaanottojärjestelmään kuuluu polttoainevarasto, siihen tuodaan polttoaine ja siitä poistuu polttoaine kiinteän polttoaineen siirtoon ja käsittelyyn. Järjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **12**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: polttoaine siirtoon ja käsittelyyn

Liittyy järjestelmiin: 48



**Kaavio 12.** Kiinteän polttoaineen vastaanoton ainevirrat.

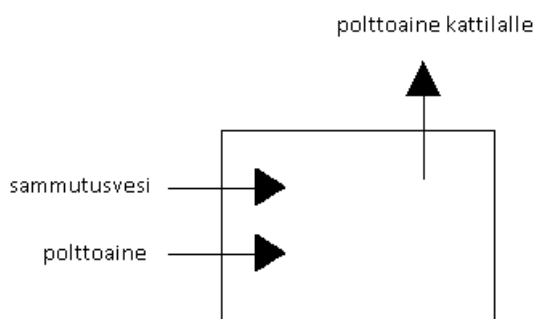
### 5.11 Kiintään polttoaineen siirto ja käsittely 48

Polttoaine siirretään tanko- tai kolapohjapurkaimilla kattilalle. Järjestelmään kuuluu polttoaineen syöttösuppilo, kuljettimet, tankopurkaimet, seula, erottimet ja sammutusjärjestelmä. Pölypoltossa kiinteän polttoaineen siirto ja käsittelyjärjestelmään kuuluu ruuvikuljettimet, vasaramylly, suodatin ja sammutusjärjestelmä. Kiinteän polttoaineen siirto- ja käsittelyjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **13**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: polttoaine kattilalle

Liittyy järjestelmiin: 13, 41



**Kaavio 13.** Kiinteän polttoaineen siirron ja käsittelyn ainevirrat.

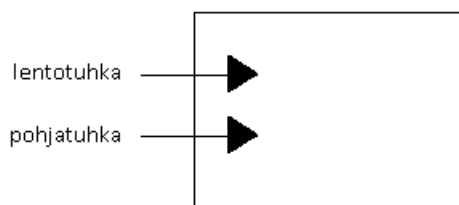
## 5.12 Laitoksen tuhkan käsittely 49

Laitoksen tuhkan käsittelyyn kuuluu tuhkakuljettimet ja tuhkakontit. Pohjatuhka putoaa arinan reunalta vedellä täytettyyn tuhkatilaan, josta se kuljetetaan tuhkakonttiin. Tuhkakontti tyhjennetään tarvittaessa. Laitoksen tuhkajärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **14**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: pohjatuhka, lentotuhka

Liittyy järjestelmiin: 21, 53



**Kaavio 14.** Laitoksen tuhkan käsittelyn ainevirrat.

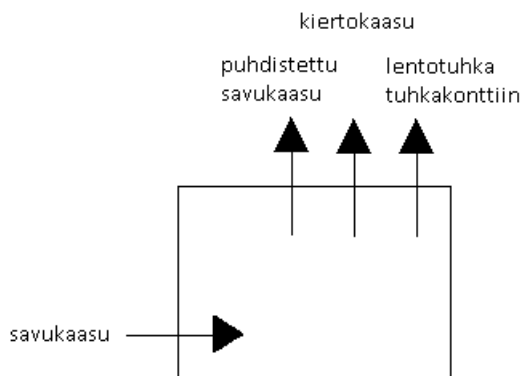
## 5.13 Savukaasun käsittely 53

Savukaasun käsittelyyn tulee savukaasu ja siitä poistuu puhdistettu savukaasu sekä lentotuhka tuhkakonttiin. Järjestelmään kuuluu savukaasun puhdistuslaitteet, savukaasupuhallin ja kiertokaasupuhallin. Savukaasun käsittelyjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **15**.

Järjestelmän kuvausta tullaan tarkentamaan myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: puhdistettu savukaasu

Liittyy järjestelmiin: 21, 49, 54



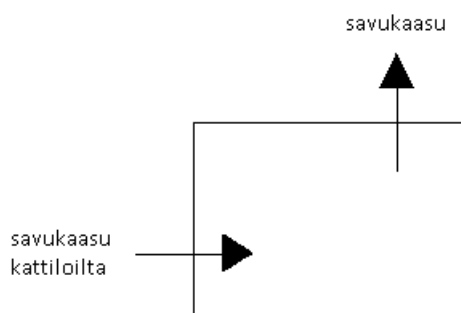
**Kaavio 15.** Savukaasun käsittelyn ainevirrat.

## 5.14 Savupiippu 54

Savukaasut johdetaan savukaasukanavia pitkin savupiippuun. Järjestelmä koostuu savupiipusta hormeineen sekä savukaasukanavasta. Järjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **16**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: savukaasu

Liittyy järjestelmiin: 53



**Kaavio 16.** Savupiipun ainevirrat.

## 5.15 Laitoksen paineilmaverkosto 55

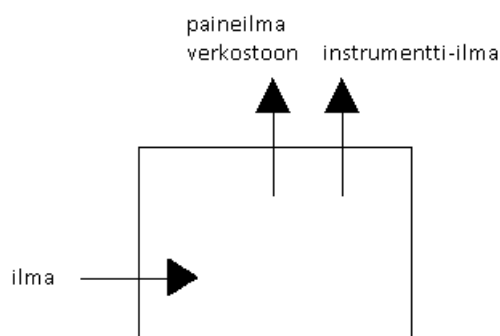
Laitoksen paineilmaverkosto tuottaa laitoksen tarvitseman paine- ja instrumentti-ilman. Se koostuu kompressoreista, paineilmasäiliöistä ja kuivaimista. Kompressoreilla tuotetaan laitoksen tarvitsema paineilma. Instrumentti-ilma kuivataan kuivaimilla toimilaitteille sopivaksi.

Järjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **17**.

Järjestelmän kuvausta tullaan täydentämään myöhemmin.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: paineilma verkostoon

Liittyy järjestelmiin: -



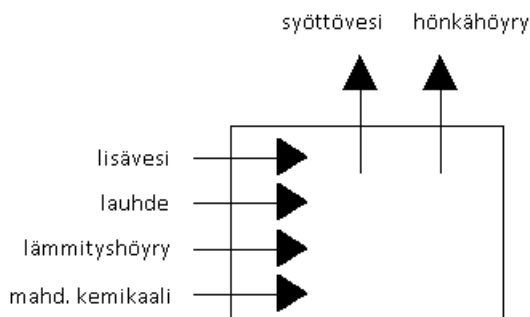
**Kaavio 17.** Laitoksen paineilmaverkoston ainevirrat.

## 5.16 Syöttövesi 61

Syöttövesijärjestelmässä varastoidaan ja pumpataan syöttövedettä höyrykattiloille. Syöttövesijärjestelmä koostuu syöttövesisäiliöstä, kaasunpoistimesta, syöttövesipumpuista, kemikaalisäiliöstä- ja pumpusta. Syöttövesijärjestelmässä lisävesi ja palaava lauhde johdetaan kaasunpoistimeen, jossa happi erotetaan nesteestä. Syöttövedettä varastoidaan säiliöön yleensä noin puolen tunnin täyttä höyrytehoa vastaava määrä. Tarvittaessa syöttöveden sekaan syötetään kemikaalia esimerkiksi pH:n säätöä varten. Syöttövesisäiliöltä vesi johdetaan pumpuille, jotka korottavat veden paineen höyrykattiloille sopivaksi. Syöttövesijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **18**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: syöttövesi

Liittyy järjestelmiin: 21, 71



**Kaavio 18.** Syöttöveden ainevirrat.

## 5.17 Kaukolämpövesi 62

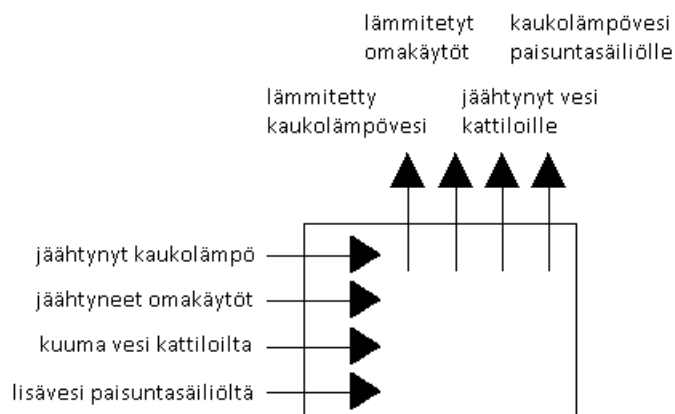
Kaukolämpövesijärjestelmässä tuotetaan lämpöä kulutuskohteisiin ja laitoksen omaan käyttötarkoitukseen. Kaukolämpövesijärjestelmä koostuu siirtoputkistosta, kaukolämpöpumpusta ja lähtevää lämpötilaa säättävästä shunttiventtiilistä.

Kattilalaitoksella kehitetty lämpöenergia siirretään kiertovesipumppujen ja putkistojen avulla kulutuskohteisiin. Verkostoon lähtevän veden lämpötila säädetään säätöpiirin ja säätöventtiilien avulla siten, että lähtevän veden lämpötila muuttuu automaattisesti ulkolämpötilan muuttuessa. Säätöventtiilien avulla osa palaavasta jäähtyneestä vedestä sekoitetaan kuumaan kattilalta tulevaan veteen, jotta vesi saadaan halutun lämpöiseksi. Verkostosta palaava vesi suodatetaan mekaanisella suodattimella.

Kaukolämpövesijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **19**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lämmitetty kaukolämpövesi

Liittyy järjestelmiin: 14, 21, 72



**Kaavio 19.** Kaukolämpöveden ainevirrat.

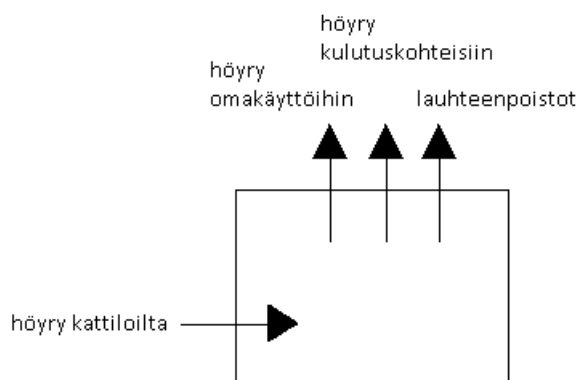
### 5.18 Höyrynjakelu 63

Höyrynjakelu kokoaa höyryn kattiloilta ja jakelee sen kulutuskohteisiin. Se koostuu höyryputkistosta, lauhteenpoistosta, sulkuventtiilistä, laitoksen starttiventtiilistä ja mahdollisesti paineen tai lämpötilan säätöjärjestelmästä ja energianmittauslaitteistosta. Höyry kootaan kattiloilta yhteen päähöyryputkeen, josta se johdetaan omakäyttöihin sekä laitoksen ulkopuoliseen käyttöön.

Höyrynjakelujärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **20**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: höyry kulutuskohteisiin

Liittyy järjestelmiin: 21, 61



**Kaavio 20.** Höyrynjakelun ainevirrat.

### 5.19 Ulospuhallukset 64

Ulospuhallusjärjestelmä kokoaa ja jäähdyttää höyrykattiloiden ulospuhallukset. Ulospuhallusjärjestelmä koostuu jatkuvan ulospuhalluksen säiliöstä sekä ulospuhallussäiliöstä. Höyrykattiloiden kattilaveden laatua säädellään pinta- ja pohjapuhallusten avulla. Jatkuvat ulospuhallukset eli pintapuhallukset johdetaan jatkuvan ulospuhalluksen säiliöön eli JUP-säiliöön.

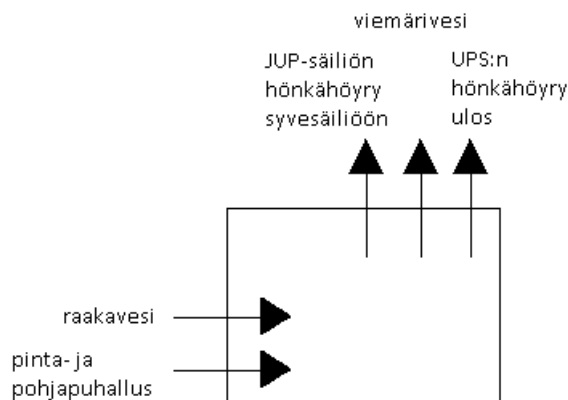
JUP-säiliöstä saatava hönkähöyry johdetaan syöttövesisäiliöön jolloin hönkähöyryn sisältämä lämpöenergia saadaan höydynnettyä. Pintapuhalluksien lauhde epäpuhtauksineen johdetaan ulospuhallussäiliöön jäähdytettäväksi. Pohjapuhallusvedet menevät suoraan ulospuhallussäiliöön. Ulospuhallussäiliö jäähdytetään raakavedellä.

Ulospuhallusjärjestelmään tulee pinta- ja pohjapuhallus sekä raakavesi ja siitä lähtee JUP-säiliön hönkähöyry syöttövesisäiliöön, ulospuhallussäiliön hönkähöyry ulos sekä viemärivesi.

Ulospuhallusjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **21**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: JUP:n hönkähöyry

Liittyy järjestelmiin: 21, 61, 71



**Kaavio 21.** Ulospuhalluksien ainevirrat.

## 5.20 Lauhteiden käsittely 65

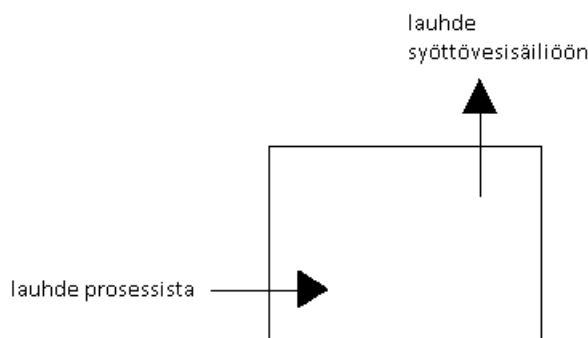
Lauhteiden käsittelyjärjestelmä kokoaa ja tarvittaessa puhdistaa prosessista palaavat lauhteet. Lauhteiden käsittelyjärjestelmä koostuu lauhdesäiliöstä, lauhdepumpuista sekä mahdollisesti puhdistuslaitteista. Lauhteet kootaan lauhdesäiliöön, josta ne pumpataan syöttövesisäiliöön. Jos lauhteissa on epäpuhtauksia, esimerkiksi öljyä voidaan lauhdejärjestelmään lisätä puhdistuslaitteita.

Lauhteiden käsittelyjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **22**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lauhde syöttövesisäiliöön

Liittyy järjestelmiin: 61





**Kaavio 22.** Lauhteiden käsittelyn ainevirrat.

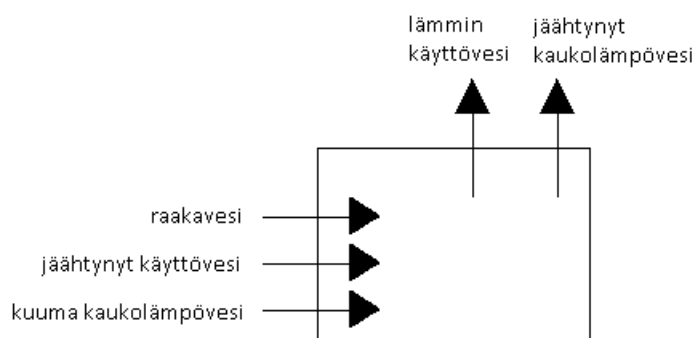
### 5.21 Käyttövesi kuluttajille 66

Järjestelmä tuottaa lämmintä käyttövettä. Se koostuu lämmönvaihtimista sekä käyttöveden kierrätyspumpuista. Järjestelmään tuleva kylmä raakavesi lämmitetään lämpimäksi käyttövedeksi kaukolämpövedellä tai höyryllä lämmönvaihtimissa. Osa lämpimästä käyttövedestä pumpataan takaisin laitokselle kierrätyspumpuilla.

Järjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **23**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lämmin käyttövesi

Liittyy järjestelmiin: 62/ 63



**Kaavio 23.** Kuluttajille toimitettavan käyttöveden ainevirrat.

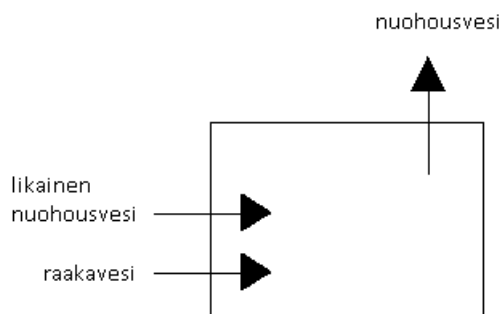
### 5.22 Nuohousvesi 68

Nuohousvedellä poistetaan noki kattilan konvektio-osasta. Nuohousvesi pumpataan kattilan konvektio-osaan ja konvektio-osan pohjalta takaisin nuohousvesisäiliöön.

Nuohousvesijärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **24**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: nuohousvesi

Liittyy järjestelmiin: 11



**Kaavio 24.** Nuohousveden ainevirrat.

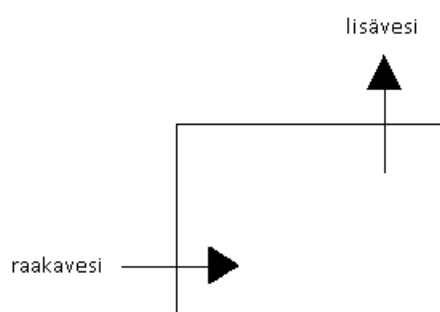
### 5.23 Raakaveden käsittely 71

Raakaveden käsittelyjärjestelmä suodattaa ja pehmentää järjestelmään saapuvan raakaveden kattilalaitokseen soveltuvaksi lisävedeksi. Raakaveden käsittelyjärjestelmä sisältää tarvittaessa suodattimen, vedenpehmentimen, suolasäiliön ja käänteisosmoosilaitteisto. Raakavesi johdetaan suodattimen läpi, jonka jälkeen se käsitellään vedenkäsittelylaitteella kattilalaitoksen käyttöön soveltuvaksi.

Raakaveden käsittelyjärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **25**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: lisävesi

Liittyy järjestelmiin: 12, 13, 61, 72



**Kaavio 25.** Raakaveden käsittelyn ainevirrat.

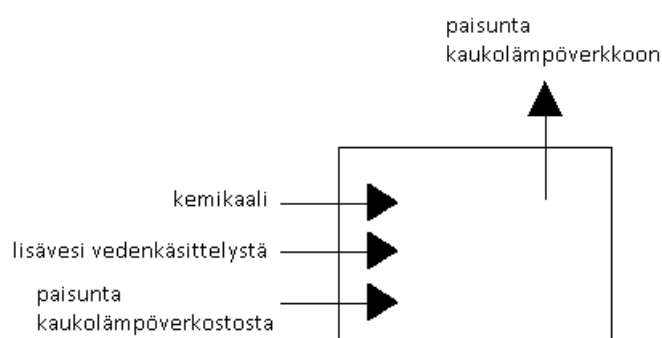
### 5.24 Paineenpito 72

Paineenpitojärjestelmä poistaa kaukolämpöverkoston paisunnasta johtuvan ylimääräisen veden ja tarvittaessa syöttää kaukolämpöverkoston lisää vettä. Paineenpitojärjestelmä sisältää paisunta-/lisävesisäiliön, paineenpitopumput, kemikaalipumpun ja -säiliön. Lämmitessään kaukolämpöverkoston vesi paisuu, jolloin ylimääräinen vesi on päästettävä pois verkostosta. Verkoston jäähtyessä vettä täytyy puolestaan syöttää putkistoon lisää, jottei paluuputkiston paine

pääse laskemaan. Mahdolliset vuodot verkostossa korvataan syöttämällä lisävettä paisunta-/lisävesisäiliön kautta. Kaukolämpöverkon paluuputken alhaisen paineen perusteella käynnistetään tarvittaessa paineenpito-pumput. Verkoston paisuminen säiliöön on yleensä toteutettu omavoimaisella ylivirtausventtiilillä, joka aukeaa verkoston paineen noustessa.

Paineenpitojärjestelmän ainevirrat on kuvattu kaaviossa **26**.

Tärkein kokoon vaikuttava ainevirta: paisunta kaukolämpöverkkoon  
Liittyy järjestelmiin: 62



**Kaavio 26.** Paineenpidon ainevirrat.

## 6 MODULOINNIN HYÖDYNTÄMINEN

Moduloinnilla voidaan vaikuttaa tuotteiden myyntiin, tuotekehitykseen, tuotetietojärjestelmiin sekä projekteihin ja niiden suunnitteluun. Vastaavasti nämä kaikki ohjaavat modulointia.

Moduloitu tuoterakenne auttaa antamaan asiakkaalle nopeasti entistä tarkemman hinta-arvion tuotteesta. Yleisesti moduloitu tuote pystytään myös tarjoamaan asiakkaalle edullisemmin, kuin yksilöllisesti räätälöity. Varsinkin modulointiprojektin alussa myynti ohjaa vahvasti modulointia. Niitä laitoksia, joita halutaan myydä ja joita myydään eniten aletaan moduloida ensisijaisesti. (Ericsson ym., 1999)

Modulointi yksinkertaistaa ja nopeuttaa projektien suunnitteluvaihetta sekä vähentää suunnitteluvaiheessa esiintyvien virheiden määrää, kun suunnittelussa käytetään tiettyjä, tarkasti määriteltyjä ratkaisuja. Moduloinnilla voidaan parantaa myös tuotteen laatua. Moduulit voidaan testata irrallisina, jolloin varmistetaan loppukokoonpanon laatu jo ennen sen valmistumista. Mitä aikaisemmassa vaiheessa virheet havaitaan, sitä halvempaa niiden korjaaminen on. (Ericsson ym. 1999)

Modulointi helpottaa tuotekehitystä sillä yksittäisen moduulin kehittäminen on helpompaa kuin kokonaisen laitoksen. Kun tietyt rajapinnat ovat tiedossa, on uusia toimintoja helppo kehittää näiden

rajojen sisällä. Modulointi mahdollistaa nopean tuotekehityksen, sillä moduulin ominaisuuksia muutettaessa täytyy vain rajapinnat pitää samana. Tuotekehitykseen kuluva aika on lyhyempi, kun jokaista moduulia voi kehittää eri henkilö. (Ericsson ym., 1999)

## 6.1 Moduulien yhteensopivuus

Moduulitunnusjärjestelmän kapasiteettitunnus määrittelee moduulien yhteensopivuuden. Saringon (Sarinko, 1999) mukaan moduulit voivat olla kytkettyinä toisiinsa väljästi tai tiukasti. Väljästi kytkettyjen moduulien välillä ei ole tuotteen toiminnan kannalta tärkeitä riippuvuuksia, kun taas tiukasti kytkettyjen moduulien välillä on. Modulaarisella tuoterakenteella pyritään kytkemään moduulit toisiinsa väljästi. Moduulien väliset standardisoidut rajapinnat varmistavat, että moduulit sopivat toisiinsa riippumatta niiden toiminnoista. (Sanchez 1998)

Kuvassa **8** on matriisi, jossa on esimerkin omaisesti tarkasteltu Unicon WF –kattilan osalta järjestelmät ja niiden yhteensopivuus eri kattilakokojen välillä. Kuvan **8** matriisissa ei tarkastella järjestelmien yhteensopivuutta toisiinsa, vaan tietyn järjestelmän sopivuutta eri kattilakokojen välillä. Taulukkoa voidaan siis lukea vain vasemmalta oikealle, ei ylhäältä alas. Väri taulukossa kertoo mikä moduulityyppi sopii millekin kattilakoolle. Sama väri tarkoittaa, että sama tyyppi sopii eri kattilakokojen välillä. Kirjain kertoo mikä moduulin koko sopii millekin kattilakoolle. Esimerkiksi pienin maakaasujärjestelmän koko **A** sopii vain 5 MW kattilalle. Seuraava koko **B** sopii 10 MW, 12 MW, 15 MW ja 20 MW kattiloille. Värin ollessa sama, moduuli pysyy samana, vain koko muuttuu.

järjestelmätunnus		kattila						
		WF [MW]						
		5	10	12	15	20	25	30
11	Ilmanvaihto	A	B	B	C	C	D	D
12	Käyttövesi	A	A	A	A	A	B	B
13	Sammutusjärjestelmät	A	A	A	A	A	A	A
14	Glykolipiiri	A	B	B	C	C	D	D
21	Kattila	C	D	D	E	F	F	G
31	Öljyn varastointi	A	B	B	B	B	C	C
32	Öljyn pumppaus ja lämmitys	A	B	B	B	B	C	C
33	Maakaasu	A	B	B	B	B	C	C
41	Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmä							
47	Kiinteän polttoaineen vastaanotto							
48	Kiinteän polttoaineen siirto ja käsittely							
49	Laitoksen tuhkan käsittely							
53	Savukaasun käsittely							
54	Savupiippu	B	C	C	D	D	D	E
55	Laitoksen paineilmaverkosto	A	A	A	A	A	A	A
61	Syöttövesi							
62	Kaukolämpövesi	A	B	B	C	C	D	D
63	Höyryjakelu							
64	Ulospuhallukset							
65	Lauhteiden käsittely							
66	Käyttövesi kuluttajille	A	B	B	C	C	D	D
68	Nuohousvesi							
71	Raakaveden käsittely	A	A	B	B	B	B	B
72	Paineenpito	A	B	B	C	C	D	D

Kuva 8. WF-kattilan moduulit.

## 6.2 Tuotetiedon hallinta

Tuotetiedon hallinta on tärkeässä roolissa yrityksissä, joissa valmistetaan muunneltavia tuotteita. Yritysten on kyettävä palvelemaan asiakkaita nopeasti ja oltava valmiita reagoimaan muuttuviin tilanteisiin. Näin ollen tuotetiedon hallinta on järjestettävä niin, että tuotteeseen ja yrityksen toimintaan liittyvän tiedon luominen, säilyttäminen ja tallentaminen sekä tiedon löytäminen, muokkaaminen, jakaminen ja uudelleen käyttäminen on mahdollisimman yksinkertaista. (Sääksvuori ym., 2002)

Tärkeimmät tuotetiedon hallinnan tehtävät ovat nimikkeiden, dokumenttien, tuoterakenteiden ja muutosten hallinta. Nimikkeiden hallinta perustuu systemaattiseen ja standardoituun tapaan nimetä fyysinen tuote, sen osa tai komponentti. (Sääksvuori ym., 2002) Nimikkeiden hallinnan lisäksi ne täytyy myös kuvata erilaisilla näkymillä, esim. luokittelunäkymä, jossa nimikkeet on jaettu tiettyihin luokkiin ja josta tietty nimike on helppo löytää, vaikka niitä määrällisesti olisikin jo paljon. (Peltonen ym. 2002)

Nimikkeiden väliset yhteydet luovat tuoterakenteita. Nimikkeitä voidaan hierarkisesti jaotella toistenta alle, jolloin syntyy hierarkinen järjestelmä, joka pitää sisällään lopulliseen tuotteeseen kuuluvat komponentit. Tuotetiedon hallinnan täytyy mahdollistaa erilaisten rakennemallien luominen järjestelmään, jotta eri käyttäjät voivat luoda tarvitsemansa yhteydet komponenttien välille. Tärkeimmät tuoterakenteet ovat Peltonen ym. mukaan osarakenne, toimintorakenne ja sijaintirakenne. Osarakenne määrittelee, mistä osista tuote koostuu, karkeasti miten tuote kootaan ja valmistetaan. Toimintorakenne kuvaa tuotteeseen valitut toiminnot ja sijaintirakenne osien sijaintiin perustuvan rakenteen. (Peltonen ym. 2002)

Muutosten hallinta on tärkeää, sillä tuotteisiin liittyvät tiedot voivat muuttua jatkuvasti. Aina kun nimikettä muutetaan, siitä syntyy uusi versio, josta käytetään nimitystä revisio tai variantti. Revisio on vanhan version korvaava uusi versio, kun taas variantti on tuotteen vaihtoehtoinen, samantyyppinen, mutta hieman toisesta poikkeava vaihtoehto. Moduloitujen tuotteiden muutoksissa täytyy olla selvillä, muutetaanko tiettyä moduulia, moduulikokonaisuutta eli järjestelmää vai koko laitostarjontaa. (Peltonen ym. 2002)

Yrityksen siirtyessä käyttämään suunnitteluohjelmana Vertex G4:ää, otetaan mahdollisesti käyttöön myös Vertex Flow. Vertex Flow on tiedonhallintaohjelmisto, joka hallitsee ja välittää tuotteisiin liittyvän tiedon kaikkien yrityksen työntekijöiden käyttöön, riippumatta toimipaikasta. Se on myös mahdollista yhdistää toisiin tietojärjestelmiin.

Vertex Flown avulla myynti, suunnittelu ja tuotanto saadaan käyttämään samoja nimikkeitä. Jos Flow otetaan käyttöön, vaatii se yksittäiseltä moduulilta seuraavat tiedot: nimi, tyyppi, kuvaus, moduulinumero, liittyvät laitetiedot, moduulin 3D-malli sekä laitemallit. (Vertex, 2014)

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoite oli tehdä vaadittavat määritykset ja selvitykset, joiden pohjalta kattilalaitosta voidaan myöhemmin alkaa fyysisesti moduloida. Työn tavoitteena oli yhtenäistää yrityksen nimikkeistö ja käytettävät tunnusjärjestelmät sekä päivittää ne ajan tasalle. Nimikkeistöä ja tunnusjärjestelmiä jouduttiin muokkaamaan, jotta ne saatiin toimiviksi myös biokattiloiden osalta. Aiemmin ongelmana on ollut kahden erilaisen tunnusjärjestelmän käyttö, kun biokattiloille on käytetty omaa, MW Power Oy:n aikaista tunnusjärjestelmää ja öljy- & kaasukattiloille on käytetty KPA:n vastaavaa. Tämän työn tuloksena saatiin yksi yhtenäinen tunnusjärjestelmä, jota käytetään jatkossa öljy- ja kaasukattiloille sekä biokattiloille, jolloin nimeäminen pysyy yrityksen sisällä yksiselitteisenä.

Nimikkeistön ja tunnusjärjestelmien osalta täytyy seuraavaksi etsiä kaikki dokumentit ja ohjeet, joissa käytetään järjestelmätunnuksia ja päivittää ne ajan tasalle vastaamaan uusia tunnuksia, sillä sitä ei tämän työn puitteissa ehditty tehdä.

Opinnäytetyön osalta luotiin nimeämisjärjestelmä ja määriteltiin laitoksen modulointi moduulien toiminnallisuuden kannalta. Modulointi suoritettiin jakamalla kattilalaitos hierarkisen tuoterakenteen mukaisiin tasoihin. Jokainen tuoterakenteen taso on määritelty, jotta selviää kuinka tarkalla tasolla tuotetta milloinkin käsitellään. Jokaisella tuoterakenteen tasolla on oma tunnusjärjestelmä, jossa jokaisen tason kohdalla on kuvattu, kuinka sen osan tai komponentin tunnus muodostetaan. Laitos-, järjestelmä- ja laitetason tunnusjärjestelmät oli yrityksessä määritelty valmiiksi, mutta moduulitasolle kehitettiin kokonaan uusi järjestelmä. Näitä tunnusjärjestelmiä käytetään muun muassa yrityksen tuotetietojärjestelmissä ja suunnitteluohjelmiston mallikirjastossa.

Työssä keskityttiin tuoterakenteen tasoihin, joilla modulointi varsinaisesti tapahtuu, eli järjestelmä- ja moduulitasoihin. Moduulit koostuvat laitteista. Ne eivät välttämättä ole itsessään toiminnallisia, mutta ne ovat välttämättömiä järjestelmän toimivuuden kannalta. Järjestelmä on toiminnallinen kokonaisuus, joka koostuu yhdestä tai useasta moduulista.

Seuraava vaihe kattilalaitoksen moduloinnissa on laitoksen fyysinen modulointi. Ensin täytyy arvioida kuinka yksityiskohtaisesti modulointi halutaan, ja on kannattavaa, tehdä. Tässä työssä on esitetty järjestelmän ja moduulin määritelmät, jotka on tärkeä pitää mielessä, kun laitosta aletaan fyysisesti moduloida. Modulointi suistuu helposti sivuraiteille, jolloin moduulin tarkka ennalta tehty määrittely ja määrittelyn noudattaminen korostuvat. Modulointi voidaan toteuttaa erillisenä tuotekehityksenä tai osana projektia. Erillinen tuotekehittäminen on parempi vaihtoehto, jotta yksilölliset ratkaisut projekteissa eivät ohjaa moduulien määrittelyä ja moduulit saadaan pidettyä mahdollisimman yleisellä tasolla.

Moduloinnin selkeitä ongelmakohtia ovat moduulien määrän rajaaminen, moduulien yksityiskohtaisuuden määrittäminen sekä se, että myynnillä ja suunnittelulla on aina täysin eri

näkemyks moduloinnista ja moduloitavien kohteiden priorisoinnista. Jotta modulointihanke ei kaadu omaan hienouteensa on se pidettävä mahdollisimman geneerisellä tasolla ja lähdettävä liikkeelle moduuleista, jotka ovat yksinkertaisimpia moduloida ja määritellä ja joille on mahdollisimman vähän ja mahdollisimman selkeitä vaihtoehtoja. Kattilalaitoksen moduloinnissa moduuleja tulee väistämättä olemaan paljon. Tämän työn osalta on jo alettu miettiä, mitkä moduulit käyvät yhteen minkä moduulin kanssa ja mitä niistä kannattaa moduloida ensimmäisenä. On myös hyväksyttävä, että kaikki ratkaisut eivät ole moduloitavissa, vaan laitokseen jää aina tiettyjä kohteita, jotka on räätälöitävä jokaiselle asiakkaalle tilauskohtaisesti.

Tuoterakenteen ja varsinkin moduulien tunnusjärjestelmän on oltava määriteltynä ennen kuin modulointia voidaan yrityksessä alkaa toteuttaa. Alusta asti on tärkeää, että moduulit tallennetaan tuotetietojärjestelmään oikein, jolloin toimivan nimikkeistön osuus korostuu. Käsitteistö täytyi yhtenäistää ensin, ennen kuin moduloinnissa voitiin edetä pidemmälle.

Moduloinnilla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä laitosten hinnoittelun, tuotettavuuden, myynnin ja suunnittelun kannalta. Se lyhentää merkittävästi laitoksen tilaus-toimitusprosessia ja parantaa laitoksen kilpailukykyä markkinoilla. Vaatii paljon aikaa ja työtä, että yrityksen kaikki erilaiset laitosvaihtoehdot saadaan mallinnettua niin, että niitä voidaan alkaa myydä, suunnitella ja tuottaa moduulilaitoksina. Tämä on kuitenkin tavoite, jota kohti yrityksen kannattaa pyrkiä.

## LÄHTEET

Basu, Prabir. Kefa, Cen. Jestin, Louis. Boilers and Burners; Design and Theory. Springer-Verlag. New York. 2000

Blecker, Thorsten. Friedrich, Gerhard. Kaluza, Bernd. Abdelkafi, Nizar. Kreutler, Gerold. Information and Management Systems for Product Customization. Springer. Boston. 2005

Ericsson, Anna. Erixon, Gunnar. Controlling Design Variants, Modular Product Platforms. ASME Press. New York. 1999

Huhtala, Petri. Pulkkinen, Antti. Tuotettavuuden kehittäminen – Parempi tuotteisto useasta näkökulmasta. Teknologiateollisuus Ry. Tampere. 2009

Huhtinen, Markku. Kettunen, Arto. Nurminen, Pasi. Pakkanen, Heikki. Höyrykattilatekniikka. Oy Edita Ab. Helsinki 2000

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

Jokinen, Mikko. Välppälaitoksen automaation modernisointi. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. 2011

KPA Unicon kotisivu. [Viitattu 02.04.2014] Saatavissa: [http://www.kpaunicon.fi/default\\_fi.asp](http://www.kpaunicon.fi/default_fi.asp)

Miller, Thomas D. Elgård, Per. Defining Modules, Modularity, and Modularization – Evolution of the Concept in a Historical Perspective. Design for Integration in Manufacturing. Proceedings of the 13th IPS Research Seminar. Fuglsoe. 1998

Peltonen, Hannu. Martio, Asko. Suolonen, Reijo. PDM Tuotetiedon hallinta 1. painos. Edita Publishing Oy. Helsinki 2002

Raiko, Risto. Kurki-Suonio, Ilmari. Saastamoinen, Jaakko. Hupa, Mikko. Poltto ja palaminen. Teknillisten Tieteiden Akatemia. Jyväskylä. 1995

Sanchez, Ron. Modular Architectures, Knowledge Assets and Organizational Learning: New Management Processes for Product Creation. International Journal of Technology Management. Tom van de Kraats. Guest Editor. 1998

Sääksvuori, Antti. Immonen, Anselmi. Tuotetiedon hallinta PDM. Talentum Media Oy. Jyväskylä. 2002



Sarinko, Kati. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. TKK/Konetekniikan osasto. Espoo. 1999

Suojoki, Teppo. Norvatie lämpölaitoksen dokumentointi tietämyshallintajärjestelmään. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. 2013

Teir, Sebastian. Steam boiler technology. Helsinki University of Technology. Helsinki. 2003

Vertex Systems kotisivu. [Viitattu 27.05.2014] Saatavissa: [http://www2.vertex.fi/web/fi/miksi\\_flow](http://www2.vertex.fi/web/fi/miksi_flow)



## JÄRJESTELMÄTUNNUKSET

<b>11</b>	Ilmanvaihto
<b>12</b>	Käyttövesi
<b>13</b>	Sammutusjärjestelmät
<b>14</b>	Glykolipiiri
<b>21</b>	Kattila
<b>31</b>	Öljyn varastointi
<b>32</b>	Öljyn pumppaus ja lämmitys
<b>33</b>	Maakaasu
<b>41</b>	Kiinteän polttoaineen palamisjärjestelmä
<b>47</b>	Kiinteän polttoaineen vastaanotto
<b>48</b>	Kiinteän polttoaineen siirto ja käsittely
<b>49</b>	Laitoksen tuhkan käsittely
<b>53</b>	Savukaasun käsittely
<b>54</b>	Savupiippu
<b>55</b>	Laitoksen paineilmaverkosto
<b>61</b>	Syöttövesi
<b>62</b>	Kaukolämpövesi
<b>63</b>	Höyrynjakelu
<b>64</b>	Ulospuhallukset
<b>65</b>	Lauhteiden käsittely
<b>66</b>	Käyttövesi kuluttajille
<b>68</b>	Nuohousvesi
<b>71</b>	Raakaveden käsittely
<b>72</b>	Paineenpito

## KOMPONENTTIEN TUNNUSJÄRJESTELMÄ

### 3.5.7.3 Prosessilaitteiden tunnusjärjestelmän kuvaus

Laitetunnukset muodostuvat kolmesta osasta: järjestelmänumerosta, komponentti-tunnuksesta ja juoksevasta osanumerosta.

#### LNN-Kxxx jossa,

- L** = Laitostunnus (käytetään vain tarvittaessa)  
**NN** = Järjestelmätunnus (2 numeroa)  
**K** = Komponenttitunnus (kirjain, kirjainpari tai instrumentointitunnus)  
**xxx** = Juokseva osanumerointi

#### NN. JÄRJESTELMÄTUNNUKSET (2. ja 3. numero)

Vapaina olevia numeroiteja voidaan käyttää projektikohtaisesti

#### 10 RAKENNUSTEKNISET JÄRJESTELMÄT

- 11 Laitoksen ilmanvaihto
- 12 Laitoksen käyttövesi
- 13 Sammutusjärjestelmät
- 14 Glykolipiiri
- 15 Palopostit
- 16

#### 20 KATTILAKOHTAISET JÄRJESTELMÄT

- 21 Kattilapiiri 1
- 22 Kattilapiiri 2
- 23 Kattilapiiri 3
- 24 Kattilapiiri 4
- 25 Kattilapiiri 5
- 26 Kattilapiiri 6
- 27
- 28

Kattilapiireihin kuuluvat kattilakohtaiset öljy-, maakaasu-, vesi-, höyry-, ulospuhallus-, tyhjennys-, ilma- ja savukaasulaitteet. Rajana voidaan pitää esimerkiksi kattilan sulkuventtiileitä.

#### 30 YHTEISET ÖLJY-JA MAAKAASUJÄRJESTELMÄT

- 31 Öljyn varastointi sisältäen täyttö,- purku-, ja lämmityslaitteet
- 32 Öljyn pumppaus ja lämmitys
- 33 Maakaasun jakelu kattiloille
- 34
- 35

#### 40 KIINTEIDEN AINEIDEN JÄRJESTELMÄT

- 41 Polttoaineen syöttö kattilalle 1
- 42 Polttoaineen syöttö kattilalle 2
- 43 Polttoaineen syöttö kattilalle 3
- 44 Tuhkanpoisto kattilalta 1
- 45 Tuhkanpoisto kattilalta 2
- 46 Tuhkanpoisto kattilalta 3
- 47 Kiinteän polttoaineen käsittely kentällä
- 48 Pohjatuhkan käsittely kentällä
- 49 Lentotuhkan käsittely kentällä

**50** YHTEISET ILMA- JA SAVUKAASUJÄRJESTELMÄT

53

54 Savupiippu

55 Laitoksen paineilmaverkosto

**60** YHTEISET VESI- JA HÖYRYJÄRJESTELMÄT

61 Syöttövesi

62 Kaukolämpövesi

63 Höyrynjakelu

64 Ulospuhallukset

65 Lauhteiden käsittely

66 Käyttövesi kuluttajille

67

68 Nuohousvesi

69

**70** VEDEN KÄSITTELY

71 Raakaveden käsittely sisältäen suodatuksen ja pehennyksen

72

73

**K. KOMPONENTTITUNNUKSET**

A

B Poltin

C Lauhteenpoistin

D

E

F Suodatin

G

H Lämmönvaihdin

J

K Kattila

L Putkilinja, kanava

M Moottori

N Nuohoin

O

P Pumppu, puhallin

Q Kuljetin

R

S Kytkin

T Säiliö

U

V Käsisulkuventtiili

X

Y

Z

HV Toimilaitteellinen sulkuventtiili

MC Moottorikeskus

CC Ohjauskeskus

TR Muuntaja

FC Taajuusmuuttaja

**xxx. JUOKSEVA OSANUMEROINTI**

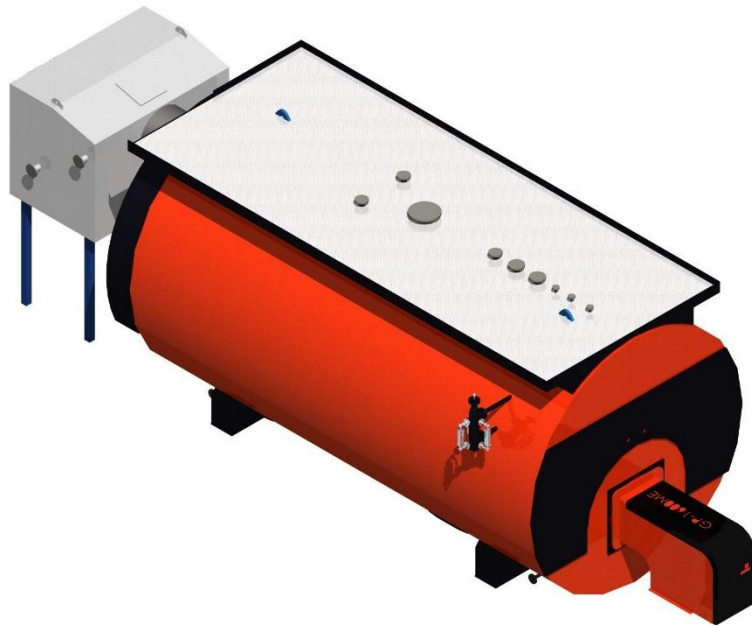
001...099 Päälaitteet, staattiset (Kattila, ekonomaiseri, lämmönsiirtimet, savupiippu, vedenpehennin, säiliöt, sähkökeskukset)

101...199 Päälaitteet, pyörivät (polttimet, pumput, puhaltimet, ilmakojeet jne.)

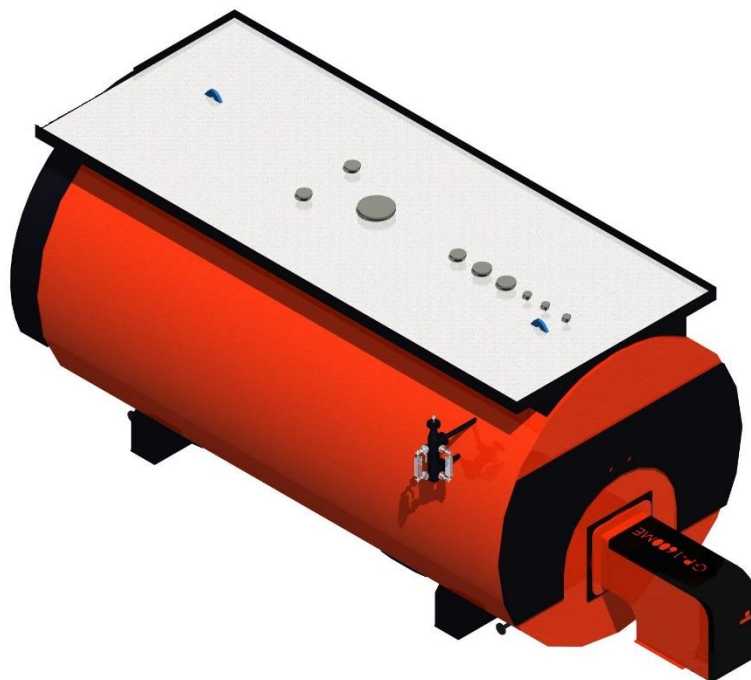
201...299	Järjestelmäinstrumentit
301...399	Paikallisinstrumentit
401...499	varalla
501...599	Öljyarmatuurit
601...699	Kaasuarmatuurit
701...799	Vesiarmatuurit
801...899	Höyryarmatuurit
901...999	Laitoksen apusysteemien armatuurit

Projektikohtaisesti voidaan edellä esitettyjen ryhmien sisällä määritellä tarkempi jako esim. koon, tyypin tms. perusteella.

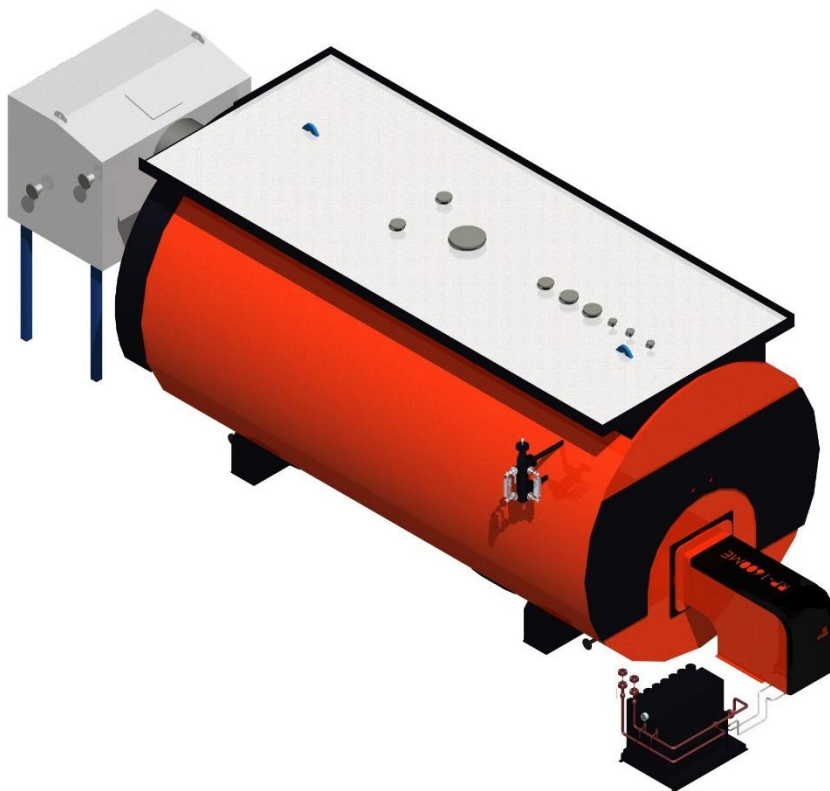
**Huom.** Satasarjan sisällä ei saa käyttää samaa juoksevaa osanumeroa vaikka komponenttitunnus ne erottaisikin, **ei esim.** 71 V 702 - 71 F 702.



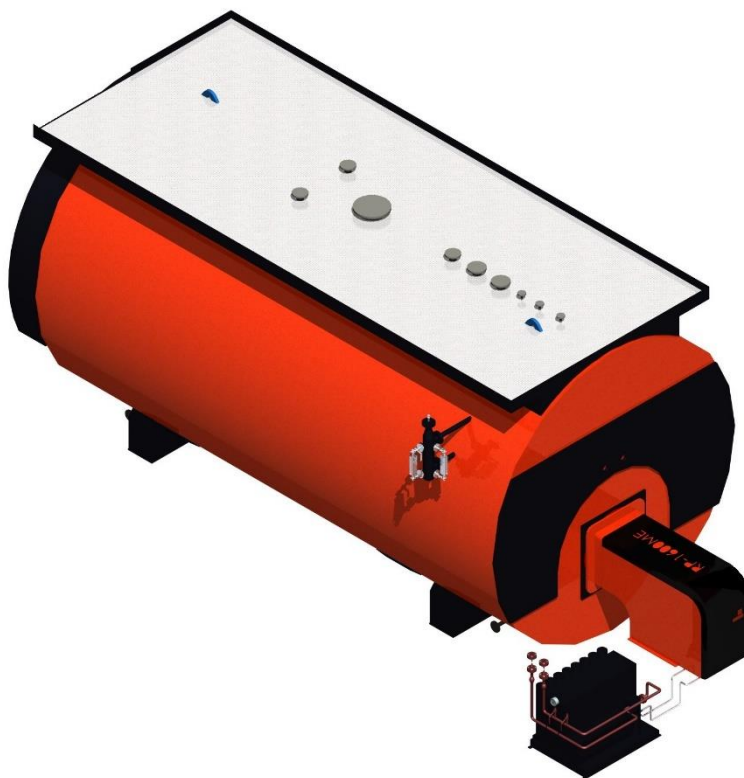
**Kuva 9.** 21-01-010-0101 kattilamoduuli kaasupolttimella ja ekonomaiserilla.



**Kuva 10.** 21-01-010-0102 kattilamoduuli kaasupolttimella ilman ekonomaiseria.



**Kuva 11.** 21-01-010-0201 kattilamoduuli öljypolttimella ja ekonomaiserilla.



**Kuva 12.** 21-01-010-0202 kattilamoduuli öljypolttimella ilman ekonomaiseria.