



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

OLLI KURKI

# Selvitys yrityksen tuotearkkitehtuurin nykytilasta

KONETEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA  
2020

Tekijä(t) Kurki, Olli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2020
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Selvitys yrityksen tuotearkkitehtuurin nykytilasta</b>		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikka		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia nykytilatutkimus yrityksen tuotearkkitehtuurista sekä selvittää tuoterakenteiden välisiä relaatioita ja kerätä tulokset selkeäksi kokonaisuudeksi. Tutkimuksella pyrittiin saamaan selvyttä tuotearkkitehtuurin ajantasaisuuteen ja siihen, olisiko tuoterakenteita tai niiden osia mahdollista standardisoida enemmän. Teoriaosuudessa käsitellään tuotetiedon hallintaa yleisellä tasolla sekä tuoterakennetyyppejä ja niiden hallintaa.</p> <p>Tämä opinnäytetyö teetettiin Alfa Laval Aalborg Oy:lle, joka on Raumalla toimiva, voimalaitoksiin ja laivoihin pakokaasun lämmöntalteenottojärjestelmiä ja poltinkattiloita toimittava yritys. Tarvetta työlle esitettiin Power-osaston esimiestasolta, koska asia koettiin selkeästi ajankohtaiseksi; Työntekijöiden keskuudessa vallitsevaa epätietoisuutta haluttiin vähentää ja samalla haluttiin luoda esitutkimusta mahdollisesti lähitulevaisuudessa hankittavaa PDM-järjestelmää varten.</p> <p>Laitekantaan liittyvä tutkimustieto kerättiin työntekijöiden haastatteluista, palavereista ja työnantajan sisäistä tietokantaa tutkimalla. Tuloksien pohjalta luotiin vuokaavio, jossa on esitetty yrityksen koko tuotevalikoima selkeällä ja ajantasaisella jaottelulla. Lisäksi laadittiin ajan tasalla olevat listat painelaitteiden PED-luokittelumuodulleista sekä standardisoiduista alikokoonpanoista.</p> <p>Johtopäätöksinä todettiin, että standardisointi on kohtuullinen maapuolen laitekannassa, mutta meripuolella hallitseva työmetodi on edelleen projektikohtaisten tuotteiden suunnittelu. Kehitysideoina ehdotettiin muun muassa tuotteiden konfiguroitavuuden lisäämistä ja modulointia sekä henkilöstön toimintatapojen ja tiedonsaannin kehittämistä ja yhtenäistämistä tuotteiden toimitusprosesseissa. Tätä opinnäytetyötä voidaan hyödyntää Alfa Laval Aalborgin projektitoiminnassa sekä PDM-järjestelmän suunnittelussa.</p>		
<u>Asiasanat</u> Tuotearkkitehtuuri, tuoterakenne, tuotetiedonhallinta, standardisointi, konfiguraatio, modulointi, painelaitedirektiivi, projektikohtaisuus		

Author(s) Kurki, Olli	Type of Publication Bachelor's thesis	Date December 2020
	Number of pages 39	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Analysis of the company's product architecture development</b>		
Degree program Mechanical engineering		
<p>The aim of this thesis was to determine the current progress of the development of the company's product architecture, to understand the relations between product structures and to form the results into a clear overall picture. The study strove to clarify the current state of product architecture and the possibility to standardize more product structures or parts of them. The theoretical part deals with product data management on a general level and types of product structures and managing of them.</p> <p>This thesis was done for Alfa Laval Aalborg Oy in Rauma. The company supplies exhaust gas heat recovery systems and burner boilers for power plant and ships. The need for this research was presented at the supervisor level of Power-department as the subject was considered clearly topical. There was a need to reduce the uncertainty among employees and at the same time to create a pilot study for a PDM-system that may be acquired in the near future.</p> <p>Research data related to the device base was collected from employee interviews, meetings and by examining the employer's internal database. The results were gathered on a flow chart which presents the company's entire product range with a clear and up-to-date classification. In addition, up-to-date lists of pressure equipment PED-classification modules and standardized subassemblies were created.</p> <p>In conclusions, standardization status of onshore products is reasonable, but on the offshore products project specific product design is still a dominant working method. As development ideas, it was suggested to increase the configurability and modularization of products as well as to develop and harmonize personnel practices and access to information in product delivery processes. This thesis can be utilized in Alfa Laval Aalborg's project activities and designing of PDM-system.</p>		
<p><u>Key words</u>          Product architecture, product structure, product data management, standardization, configuration, modulation, pressure equipment directive, project specificity</p>		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Työn tausta ja tavoitteet .....	6
1.2 Työn toimeksiantaja .....	7
2 TUTKITTAVA LAITEKANTA.....	8
2.1 Kattilatyypit .....	8
2.1.1 Kattilatyypit maalla.....	9
2.1.2 Kattilatyypit merellä.....	10
2.2 Apulaitteet ja komponentit.....	12
3 TUOTETIEDONHALLINTA – PDM.....	13
3.1 Tuotetiedon hallintajärjestelmä.....	13
3.2 Tuotetiedon määritelmä .....	15
3.3 Järjestelmäarkkitehtuuri .....	16
3.4 CAD-tiedostojen hallinta toimeksiantavassa yrityksessä .....	16
4 TUOTERAKENNE .....	17
4.1 Tuoterakenteen määritelmä.....	17
4.2 Geneerinen tuoterakenne.....	18
4.3 Projektikohtainen tuoterakenne.....	18
4.4 Varioituva tuoterakenne .....	19
4.5 Massaräätälöinti .....	19
4.6 Tuoterakenteen hallinta ja ylläpito.....	20
5 TUTKITTAVAN LAITEKANNAN TUOTELUOKITTELU .....	22
5.1 Tuoteluokittelun nykytila .....	22
5.2 Standardisoidut tuotteet.....	23
5.2.1 Tyyppihyväksytyt.....	23
5.2.2 Muut standardisoidut.....	24
5.3 Konfiguroitavat tuotteet .....	24
5.4 Projektikohtaiset tuotteet.....	24
5.5 Standardialikokoonpanot.....	25
6 TYÖN VAIHEET .....	25
6.1 Tuotevalikoiman tarkka selvittäminen.....	25
6.2 Painelaitteiden PED-luokittelu.....	26
6.3 Standardialikokoonpanojen relaatiot.....	26
7 TULOSTEN YHTEENVETO .....	28
7.1 Projektikohtaiset tuotteet.....	29
7.2 Standardisointi .....	29

7.3 CAD-tiedostojen hallinta .....	30
8 JATKOKEHITYSIDEAT .....	30
8.1 Standardisointi .....	30
8.2 Konfigurointi.....	31
8.3 Moduulit.....	31
8.4 Laitevastaava.....	32
8.5 Suunnittelun yhteiset toimintatavat.....	32
8.6 PDM-järjestelmä .....	33

LÄHTEET

LIITTEET

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Yrityksen toimittamien laitteiden tuoterakenteet ja niiden väliset relaatiot herättävät usein kysymyksiä suunnittelussa, mutta myös myynnissä ja tuotetiedonhallinnassa. Työntekijälle voi olla esimerkiksi epäselvää, mitä tuotteita yrityksen valikoimaan nykyhetkellä edes kuuluu, koska järjestelmästä löytyy paljon vanhentuneita tuotetietoja, eikä tuotetieto ole selkeästi talletettuna yhdessä paikassa. Suuri osa tuotteista valmistetaan edelleen projektikohtaisesti kopioimalla suunnitteluaineisto vanhasta projektista. Tarvetta tuoterakenteiden selvittämiseksi ja tuotteiden standardisoinnille onkin esitetty usein, koska projektikohtaisesti suunniteltavat tuotteet lisäävät virheriskiä ja tekevät työskentelystä hidasta. Tällä hetkellä standardisoituja tuotteita on vain pienessä osassa meripuolen projekteista. Tällä selvitystyöllä tuoterakenteet ja eri tuotteiden väliset relaatiot pyritään kartoittamaan uusien tuoterakenneratkaisujen kehittämisen tueksi ja tuotetiedonhallinnan selventämiseksi.

Projektikohtaisia tuotteita suunniteltaessa kysymyksenä on usein se, onko vastaava tuote jo toimitettu aikaisemmin ja onko sen viimeisin revisio ajantasainen. Vanhan projektin tuotetiedon hyödyntäminen uudessa projektissa sisältää aina suuremman riskin suunnittelu- ja valmistusvirheille, koska pelkästään vanhoissa 3D-malleissa ja piirustuksissa voi olla virheitä, jotka kopioituvat uuteen projektiin. Myös kokonaan uuden tuoterakenteen suunnittelu puhtaalta pöydältä on aikaa vievää, joten sitäkään ei usein pidetä hyvänä vaihtoehtona. Mahdollisimman laaja standardisointi olisikin hyvä ratkaisu niin suunnittelun, myynnin kuin tuotetiedonhallinnan näkökulmasta, koska standardisoiduissa tuotteissa piirustusten ja versioinnin hallinta on helpompaa, kun tiedetään, mihin kaikkeen tuotteissa tapahtuvat muutokset vaikuttavat. Standardisointia voitaisiin toteuttaa tuoterakenteiden eri tasoilla, jotta asiakaskohtainen räätälöintimahdollisuus voitaisiin säilyttää.

Tavoitteena on saada luotua selkeä yleiskuva tuotevalikoimasta, tuotteiden standardisoinnin tasosta ja tuotteiden välisistä yhteneväisyyksistä. Tuloksia voidaan sittemmin hyödyntää myös uuden PDM-järjestelmän suunnittelussa.

## 1.2 Työn toimeksiantaja

Toimeksiantaja on Raumalla toimiva Alfa Laval Aalborg Oy. Yritys toimittaa pakokaasun lämmöntalteenottojärjestelmiä ja poltinkattiloita laivoihin, moottorivoimalaitoksiin ja muihin savukaasun hukkalämmönlähteisiin ympäri maailmaa.

Alfa Laval Aalborgin juuret ovat Uudenkaupungin Telakalla, jossa alettiin vuonna 1964 valmistaa laivojen pakokaasukattiloita. Myöhemmin yhtiö siirtyi Finnyardsin omistukseen ja toiminnot siirtyivät Pipemasters Oy:lle. Vuonna 1997 tanskalainen Aalborg Industries A/S osti Pipemasters Oy:n ja yhtiön nimeksi vaihtui Aalborg Industries Oy. Vuonna 2011 yritys sai nykyisen nimensä, kun ruotsalainen Alfa Laval-konserni osti koko Aalborg Industries-konsernin. (Alfa Laval kotisivut 2020.)

Maapuolella yrityksen suurimpia asiakkaita ovat Wärtsilä, Hyundai, BWSC ja MAN, joille toimitetaan pääasiassa voimalaitosten ja prosessiteollisuuden pakokaasun hukkalämmön talteenottojärjestelmiä. Meripuolella suurimmiksi asiakkaiksi lukeutuvat Fincantieri, Meyer, Vard, MSC Cruises, Royal Caribbean, Carnival ja Norwegian Cruise Lines, joille myydään lämmöntalteenottojärjestelmiä ja poltinkattiloita laivojen tarpeisiin. (Jäpölä 6.5.2020; Takasuo 7.5.2020)

## 2 TUTKITTAVA LAITEKANTA

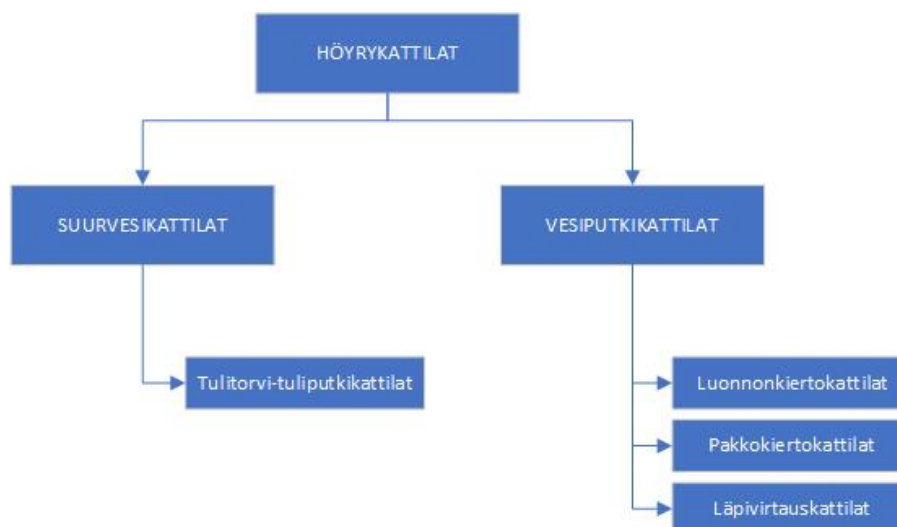
### 2.1 Kattilatyypit

Yrityksen tuotevalikoimassa on useita eri kattilatyyppejä, joista on useita eri malleja. Maapuolella kattilatyypit ovat AV-6N, BH, HU ja H. Meripuolella kattilatyypit ovat CHB, OM-TCi, OH, P sekä XW ja XWi. Kattilan tyyppi ja malli määräävät sen, onko kattila vesi- vai tuliputkirakenteinen ja onko kattila luonnonkiertoinen vai pakkokiertoinen. Lisäksi se määrää muun muassa kattilan asennon, polttimen koon ja asennon sekä tulipesän koon. (Jäpölä 12.5.2020; Takasuo 27.5.2020.)

Kattilat jaotellaan kuvan 1 mukaisesti vesiputki- ja suurvesikattiloihin. Vesiputkirakenteisessa kattilassa vesi höyrystyy putkien sisällä pakokaasun virratessa niiden ulkopuolella. Vesiputkikattiloita käytetään korkeapaineisissa järjestelmissä, minkä vuoksi niitä käytetään voimalaitoskattiloina. Vesiputkikattiloita on pakko- ja luonnonkiertoisia sekä läpivirtauskattiloita, joista luonnonkiertoinen ei tarvitse pumppausjärjestelmää vesi-höyryseoksen kierrättämiseen järjestelmässä, koska veden ja höyryn tiheusero pitää sen liikkeellä.

Suurvesikattiloissa, eli käytännössä tuliputkikattiloissa, toimintaperiaate on päinvastainen, eli vesi höyrystyy putkien ulkopuolella ja savukaasu virtaa niiden sisällä. Tuliputkikattila on rakenteista edullisempi, mutta soveltuu pääasiassa matala- ja keskipaineisille järjestelmille, kuten teollisuuden prosessihöyryn tuotantoon. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 1994.)





Kuva 1. Kattiloiden vesihöyrypiirin rakenteet (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 1994, 111.)

### 2.1.1 Kattilatyypit maalla

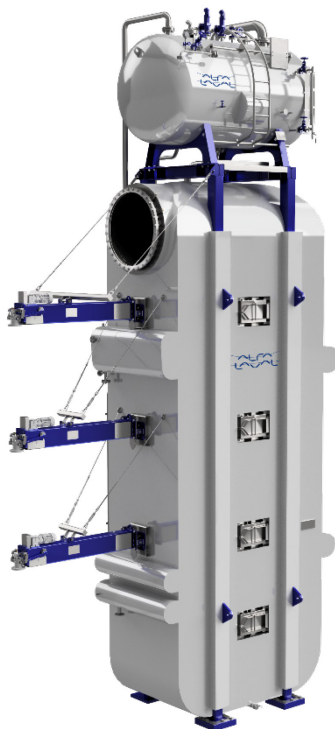
Maapuolella kattiloiden ja apulaitteiden standardisointiin vaikuttaa Wärtsilän kanssa tehty vuosittainen toimitussopimus (WAC), joka sisältää aina tietyt Wärtsilän toiveiden mukaiset standardituotteet. Kappaleessa 2.1.1 tuotteen kuvauksessa on maininta, jos laite kuuluu WAC-tuotteisiin.

**AV-6N** on vesiputkirakenteinen, vertikaalinen pakokaasun lämmöntalteenottokattila, jossa on luonnollinen vesi-höyryseoksen kierto, eli se ei vaadi erillistä pumppausjärjestelmää. Kattilassa on höyrykupu veden ja höyryn erotteluun sekä erillinen kuumenuskierro. Rakenteeseen kuuluu tyypillisesti tulistin, korkeapainehöyrystin, esilämmitin ja matalapainehöyrystin. AV-6N räätälöidään aina asiakkaalle konfiguroimalla ja se on yrityksen myymistä kattiloista suurikokoisin. Havainnekuva kuvassa 2.

**BH**-tyypin kattila on tuliputkirakenteinen, horisontaalinen apukattila voimalaitoksiin. Kattila on tarkoitettu matala- ja kesipaineisille järjestelmille ja on kevytöljykäyttöinen. BH-tyypin kattilat sijoitetaan apulaitteineen konttiin. Kattila ei tyypillisesti tarvitse pumppausjärjestelmää maakäytössä. Kattilaa on useaa eri kokoluokkaa 750 ja 8000 litran välillä. 750, 1500 ja 3000 litraiset kuuluvat WAC-tuotteisiin ja loput malleista toimitetaan projektikohtaisesti.

**HU**-tyypin kattila on tuliputkirakenteinen, vertikaalinen lämmöntalteenottokattila. Kattilasta on viisi eri standardisoitua mallia ja ne kuuluvat WAC-tuotteisiin. Kattilaa toimitetaan Wärtsilän omakäyttöjärjestelmiin.

**H**-tyypin kattila on tuliputkirakenteinen, horisontaalinen lämmöntalteenottokattila, joka on MAN:n omakäyttöjärjestelmiin toimitettava standardisoitu vakiotuote. B-malleissa on säädeltävä pakokaasun ohituskanava. Kattilaa on tähän mennessä myyty pääasiassa kahta mallia, H-4M ja H-4M-B, jotka ovat kumpikin standardisoituja ja tyyppihyväksytyjä. Muita malleja ovat H-2M, H-2M-B ja H-3M-B. (Jäpölä 14.5.2020; Jäpölä & Kynäslähti 26.8.2020.)



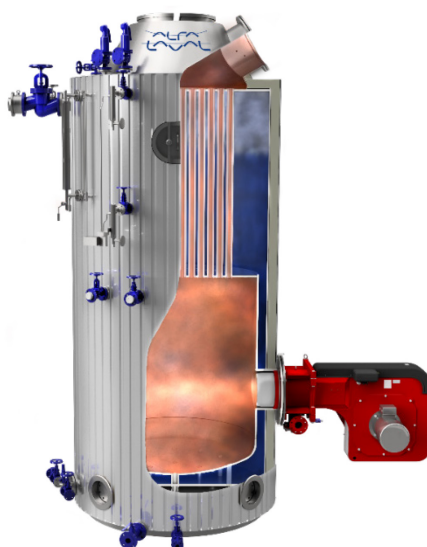
Kuva 2. Maapuolen AV-6N-vesiputkikattila (Alfa Laval Aalborg sisäinen tietokanta 2020)

### 2.1.2 Kattilatyypit merellä

**CHB**-tyypin kattila on tuliputkirakenteinen, vertikaalinen poltinkattila laivoihin. Kattila on luonnonkiertoinen, pääsääntöisesti sivupoltettava ja siinä on täysin vesijäähdytetty teräsvaippa. Polttoaineena CHB käyttää kevytöljyä, raskasta polttoöljyä, kaasua

tai jäteöljyä. Kattila tuottaa höyryä ja kuumaa vettä laivan tarpeisiin. Kattilan höyrykapasiteetti on 0,75-8 T/h luokkaa ja se on OM-TCi:n kanssa käytetyin kattilamalli merellä.

**OM-TCi** on suurempi versio CHB:stä ja sen höyrykapasiteetti on 8-20 T/h luokkaa. Suuren kokonsa vuoksi kattilassa on membrane-seinäinen tulipesä, eli seinän sisällä kulkee jäähdytysvesiputkia. Tämän lisäksi kattilan pohja on muurattu.



Kuva 3. Meripuolen CHB-5000-tuliputkikattilan teräsvaipan läpileikkauskuva (Alfa Laval Aalborg sisäinen tietokanta 2020)

**OH**-tyypin kattila on tuliputkirakenteinen, horisontaalinen apukattila laivoihin. Kattila on pitkäliekkinen sekä 2-vaiheinen, eli pakokaasu kääntyy yhden kerran ennen kattilasta poistumista. OH-tyypin kattila on harvinaisempi merellä, koska se sallii rakenteensa vuoksi vähemmän keinuntaa.

**P**-tyypin kattila on pieni, vesiputkirakenteinen vertikaalinen pakokaasukattila laivoihin ja sitä myydään pääasiassa Venäläisiin jokilaivoihin. Kattila on pakkokiertoinen.

**XW**- ja **XWi** tyypin kattilat ovat vesiputkirakenteisia, lähes aina vertikaalisia pakokaasun lämmöntalteenottokattiloita laivoihin. XW-kattilaa toimitetaan sekä luonnonkiertoisena että pakkokiertoisena. XWi on luonnonkiertoinen kattila omalla höyrykuvulla. (Takasuo 27.5.2020.)

## 2.2 Apulaitteet ja komponentit

**Syöttövesisäiliö** toimii puskurina ja sillä ohjataan kattilalle syötettävän veden pH- ja happipitoisuutta lisäämällä veteen kemikaaleja. Syöttöveden lämpötilaa säädellään höyryllä. Syöttövesisäiliöitä on kahta tyyppiä: paineistettuja (PSVS) ja paineistamattomia (SVS). Syöttövesi paineistetaan syöttövesipumpuilla, jotka sijoitetaan maapuolella apulaitekonttiin. Paineistetuissa säiliöissä on myös deaeraattori, eli ilmanpoistin, jolla poistetaan epäpuhtauksia syöttövedestä. Syöttövesisäiliö sijoitetaan usein apulaitekontin katolle. Maapuolen tuotteissa on vakiotuotteiksi laskettavia paineistettuja syöttövesisäiliömalleja 11 ja paineistamattomia seitsemän. Meripuolella syöttövesisäiliöt ovat paineistamattomia ja vakiomalleja on viisi. Paineistamattomista maapuolen tankeista kaikki mallit pois lukien SVS-2 kuuluvat WAC-tuotteisiin. Kaikki paineistetut tankit ovat projektikohtaisia.

**Syöttöveden ohjausyksikkö (FWCU)** on syöttöveden säätelyyn käytettävä venttiiliyksikkö. Yksiköstä on olemassa kaksi standardisoitua mallia, FWCU-20 ja -25, jotka kuuluvat molemmat WAC-tuotteisiin.

Meikkiveden ohjausyksikkö (MWCU) on meikkiveden säätelyyn käytettävä venttiiliyksikkö. Yksiköstä on olemassa yksi standardisoitu malli, MWCU-DN25, joka kuuluu myös WAC-tuotteisiin.

**Pinta- ja pohjapuhallustankeilla (BDT)** mahdollistetaan kiinteiden epäpuhtauksien puhdistus syöttövesitankista ja höyryn laadun ylläpitäminen korkealaatuisena. Kiinteät, vettä tiheimmät epäpuhtaudet painuvat säiliön pohjalle, josta ne saadaan liikkeelle pohjapuhallusventtiilin aiheuttamalla paine-erolla. Pintapuhalluksella puolestaan ylläpidetään höyryn laatua, eli käytännössä sillä säädetään höyryn puhtautta ja kuivuutta. Tankista on neljä standardisoitua mallia, BDT-1, -150, -250 ja -400, jotka kuuluvat kaikki WAC-tuotteisiin.

**Höyrykuvun (HK)** tehtävä on erotella kattilalta palaava vesi ja höyry toisistaan. Eroteltu vesi jää säiliön pohjalle sekoittuen syöttövedeen ja höyry puolestaan nousee kuvun yläosaan, josta se lähtee poistoyhteen kautta höyrynjakotukille tai tulistimelle. Standardisoituja höyrykupumalleja on maapuolella viisi. Meripuolen horisontaalisten kupujen mallimerkinnässä käytetään kirjainta M. Meripuolella höyrykupuja on myös

vertikaalisia malleja, joita merkitsee mallimerkinnän kirjain V. Meripuolella kupuja ei ole standardisoitu, mutta toimitettuja malleja useita eri kokoja.

**Höyrynjakotukki** (SH) jakaa kattilalta tulevan höyryn eri kulutuskohteille. Standardisoituja malleja on vain yhtä kokoluokkaa, SH-250, mutta myös useita muita kokoja on toimitettu projektikohtaisesti.

**Kondenssimoduulilla** (CU) pumpataan kondenssivesi takaisin syöttövesitankkiin, jos lauhde ei palaudu luonnollisella kierrolla. Kondenssimoduuli sisältää kondenssitankin, johon on integroitu kondenssipumppu. Moduulit ovat standardisoituja ja niitä on neljää eri kokoluokkaa: CU-1, -2, -4 ja -6. CU-1 kuuluu WAC-tuotteisiin.

**LFO-tankki** (*light fuel oil*) on kevyelle polttoöljylle tarkoitettu tankki, jota toimitetaan apukattiloiden rinnalla. Tankista on kolme standardisoitua mallia, LFO-2, -2-TT ja -4, sekä joitakin yksittäisiä projektikohtaisesti toimitettuja malleja.

**Kaasuventtiiliyksikkö** (GVU) on meripuolella käytettävä kaasupoltinkattiloiden apulaite, jonka ympärille on rakennettu kaasutiivis suojakotelo. Tuote on Alfa Lavalin kehittämä ja se mahdollistaa kaasuventtiilien turvallisuusmääräysten mukaisen käytön laivoissa. (Jäpölä 12.5.2020; Kynäslahti 7.10.2020).

### 3 TUOTETIEDONHALLINTA – PDM

Tässä osiossa käsitellään tuotetiedon hallintaan ja tuotetietoon liittyvää teoriaa ja tarkastellaan PDM-järjestelmän tyypillisiä ominaisuuksia. Osion lopussa tarkastellaan toimeksi antavan yrityksen CAD-tiedostojen hallintaa.

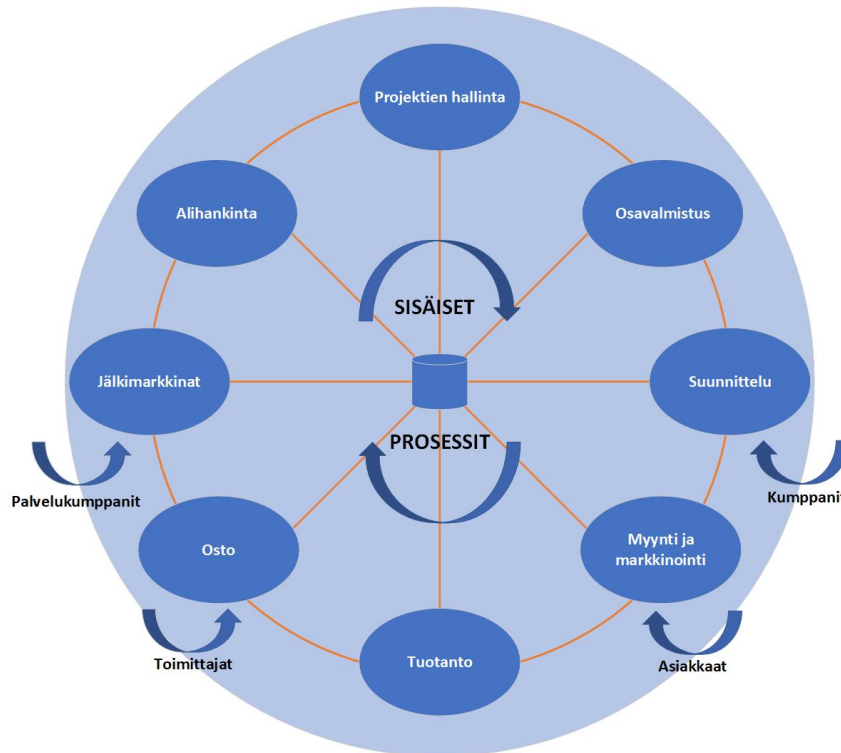
#### 3.1 Tuotetiedon hallintajärjestelmä

Tuotetiedonhallinta, eli PDM, on laaja toiminnallinen kokonaisuus, jolla hallitaan tuotetietoja. Se on ennen kaikkea systemaattista kokonaisuuden hallintaa, eikä se rajoitu

vain yhden osaston tai yksikön toimintaan. Tuotetiedonhallintajärjestelmän avulla voidaan ohjata ja valvoa kaikkea sitä tietoa, jota tarvitaan tuotteen dokumentoinnissa, kehitys-, suunnittelu-, valmistus- ja testausprosesseissa sekä käytön aikana. PDM-järjestelmää tarvitaan siis tuotteen koko elinkaaren ajan. Vaikka tuotetiedonhallintajärjestelmä onkin ideaalitulanteessa koko yrityksen kattava tietojärjestelmä, ei se aina vaadi erillistä tietojärjestelmää, sillä yritykset voivat tehostaa tiedonhallintaansa esimerkiksi yhteisillä toimintatavoilla ja -malleilla. Suurimmat ongelmat tiedonhallinnassa aiheutuvatkin yleensä toimintatapaeroista, käytettävien ohjelmistojen laajasta kirjosta ja rajapinnoista tietojärjestelmien välillä. Työntekijöiden välisen kommunikoinnin parantaminen onkin yksi tärkeimpiä PDM-järjestelmän tehtäviä. (Sääksvuori & Immonen 2002, 18-19.)

PDM-järjestelmälle tyypillisiä ominaisuuksia:

- Nimikkeiden hallinta – Järjestelmä hallitsee nimikkeen tietoja, elinkaarta ja ylläpitoprosesseja
- Tuoterakenteen hallinta ja ylläpito – Järjestelmä osaa tunnistaa tuoterakenteen avulla yksittäisten tietojen välisiä yhteyksiä
- Käyttöoikeuksien hallinta – Määritellään organisaation jäsenten luomis-, muutos-, katselu- ja hyväksymisoikeudet hallittavaan tietoon
- Dokumenttien ja nimikkeiden tilan ylläpito – Järjestelmä ylläpitää tietoa dokumenttien versioista ja tehdyistä muutoksista
- Tiedonhaku – Tiedonhaun tehostaminen ja helpottaminen kaikille osapuolille
- Muutosten hallinta – Työkalu, jonka avulla viimeisin tieto tehdyistä muutoksista saadaan kaikkien organisaation osapuolten tietoon samanaikaisesti
- Konfiguraation hallinta – Tuotteen fyysisten ominaisuuksien muuntelu ja komponenttien valinta esimerkiksi asiakkaan toiveiden mukaan
- Dokumenttien hallinta – Metatiedon käsittely
- Lokikirjanpito – Tietokantaan jää tieto tehdyistä muutoksista, kuten dokumenttien päivittämisestä tai nimikkeen nimen vaihtumisesta
- Tietoholvi – Järjestelmään kuuluu tallennuspaikka, johon varsinainen data tallennetaan. Tallennuspaikka on usein esimerkiksi lähiverkon tiedostopalvelimella. (Sääksvuori & Immonen 2002, 21-23.)



Kuva 5. PDM-järjestelmän alueet valmistavan teollisuuden yrityksessä (Sääksvuori & Immonen 2002, 21.)

### 3.2 Tuotetiedon määritelmä

Tuotetiedonhallinnasta puhuttaessa tuotetiedolla tarkoitetaan kaikkea valmistettavaan tuotteeseen liittyvää tietoa. Tiedon luominen, käsittely, jakaminen, kehittäminen ja raportointi mahdollistavat tiedon hyödyntämisen käytännön työtehtävissä koko organisaatiossa. Selvimmin tuotetiedon yhteiskäytön tarve ilmenee tuotesuunnittelussa, verkostoituneessa valmistuksessa ja jälkimarkkinoinnin toiminnoissa.

Tuotetieto voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

- Tuotteen määrittelytiedot – Määrittelevät tuotteen fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet. Tieto voi olla täsmällistä ja teknistä, mutta myös käsitteellistä ja epähavainnollistavaa.
- Tuotteen elinkaaritiedot – Liittyvät tuote- tai asiakasprosessin vaiheisiin, kuten tuotesuunnitteluun, valmistukseen, käyttöön, huoltoon ja hävittämiseen. Myös viranomaismääräykset voivat kuulua tähän ryhmään.

- Metatieto – Kertoo, millaisessa muodossa tieto on, mistä se on löydettävissä sekä kuka sen on tallettanut ja milloin. (Sääksvuori & Immonen 2002, 17.)

### 3.3 Järjestelmäarkkitehtuuri

Markkinoilla olevissa PDM-järjestelmissä on useita yhteisiä piirteitä. Kaikki järjestelmät kuitenkin pohjautuvat tiettyihin toiminnallisiin kokonaisuuksiin, jotka ovat:

- Tietoholvi – keskitetty tallennusjärjestelmä tai tietovarasto kaikille tiedostotyypeille
- Metatietokanta – ylläpitää järjestelmän rakennetta huolehtimalla tuotetietojen välisistä suhteista, tiedon järjestelystä ja järjestelmän säännöistä
- Ohjelmistosovellus – PDM-toiminnot näyttäytyvät käyttäjille käyttöliittymänä, jolla tiedonhallintatoiminnot tapahtuvat.

PDM-järjestelmä ei kykene lukemaan hallitsemiensa tiedostojen sisältöä, vaan käyttäjän on syötettävä tallentamalleen tiedostolle metatieto. Metatiedon luonti voidaan myös tapauskohtaisesti automatisoida, kuten esimerkiksi CAD-piirustuksien talletuksessa usein toimitaan. (Sääksvuori & Immonen 2020, 24.)

### 3.4 CAD-tiedostojen hallinta toimeksiantavassa yrityksessä

Tuotteiden CAD-suunnittelu tapahtuu pääosin Autodesk Inventor-ohjelmistolla, jonka rinnalla toimii saman ohjelmistovalmistajan tuotetietojen hallintaohjelma Vault. Vaultilla pystytään hallitsemaan suunnittelutietoja sekä organisoimaan, hallitsemaan ja seuraamaan tiedon luonti-, simulointi- ja dokumentointiprosesseja. 3D-mallit ja piirustusten työversio tallennetaan Vaultiin, mutta piirustuksista ajetaan lisäksi pdf- ja dwg-tiedostot M-Files-tiedonhallintaohjelmaan multifile-tiedoston alle. (Autodesk Inc. 2020.)

M-Filesissa multifile-tiedostolle luodaan piirustusnumero sekä metadata, joka sisältää muun muassa projekti-, laite- ja revisiotiedot. Revisioita tehdessä revisiomerkinä lisätään ensin piirustuksen työversioon ja M-Filesiin ajon jälkeen manuaalisesti myös



piirustuksen multiframe-tiedostoon. Revisiotunnuksen vaihto ei siis tapahdu automaattisesti, koska tieto ei kulje Inventorin ja M-Filesin ohjelmistorajapinnalla.

Standardisoiduille tuotteille ja alikokoonpanoille on laadittu omat 0010-alkuiset piirustukset, jotka on talletettu Vaultissa samaan kirjastoon kuin standardituotteiden mallitkin. Kuten muistakin piirustuksista, myös 0010-alkuisista on ajettu pdf- ja dwg-tiedostot M-Filesiin. Revisioita tehdessä piirustuksen numero pysyy samana, jolloin useassa eri tuotteen versiohallinta helpottuu ja on myös helpompi pitää kirjaa siitä, kuinka usein ja missä tuotetta on käytetty. Tämä koskee sekä standardisoituja laitteita että standardialikokoonpanoja.

## 4 TUOTERAKENNE

Tässä osiossa käsitellään tuoterakenteeseen liittyvää teoriaa ja käydään läpi eri tuoterakennetyyppejä sekä niiden hallintaa.

### 4.1 Tuoterakenteen määritelmä

Tuoterakenne, eli tuotemalli on käsitelmä, joka määrittää ne kokoonpanot ja komponentit, jotka vaaditaan tuotteen valmistamiseksi. Tuoterakenne jäsentää tuotetiedot ja niiden väliset suhteet toisiinsa tietoihin tarkasti ja hierarkkisesti muodostaen jäsentelemällin, joka on sovellettavissa yleisellä tasolla kaikkiin yksittäistapauksiin.

Tuoterakenne perustuu nimikkeisiin. Varsinkin pitkälle viety standardisointi vaatii huolellisesti suunnitellun ja toimivan tuoterakenteen, jossa nimikkeet on jaoteltu toimivasti eri tasoille. Ihanteellisessa tuoterakenteessa ylimmän tason nimikkeet koostuvat suurimmaksi osaksi osakokoonpanoista, jotka puolestaan koostuvat pienemmistä alikokoonpanoista. Alimmalla tasolla ovat yksittäiset osat ja komponentit, kuten katilajärjestelmässä levy-, palkki- ja putkimateriaalit, pultit, mutterit, tiivisteet, venttiilit ja instrumentit. Alfa Laval Aalborgin nimikkeistössä käytetään 11-numeroisia RA-päätteisiä tunnuksia. (Microsoft Docs 2017; Sääksvuori & Immonen 2020, 27;30.)

## 4.2 Geneerinen tuoterakenne

Geneerinen tuoterakenne, eli tuoteperherakenne, on rakenne tuotekonseptille ja sellaisille tuotteille, joiden osilla on useita vaihtokelpoisia komponentteja. Tyypillisesti tuotteesta luodaan sen kehitysvaiheessa vain geneerinen rakenne, perusmalli, joka sisältää mahdollisia variantteja eli nimikkeitä. Varsinainen tuoteyksilö syntyy vasta asiakasprojektin aikana, kun tuote konfiguroidaan, eli tuotteen fyysisiä ominaisuuksia varioidaan esimerkiksi asiakkaan toiveiden mukaisesti. Geneerinen tuoterakenne mahdollistaa sen, ettei jokaisen tuoteyksilön tuoterakennetta tarvitse kuvata erikseen, minkä vuoksi se soveltuu parhaiten standardisoiduille tuotteille. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.)

## 4.3 Projektikohtainen tuoterakenne

Kun tuote valmistetaan projektikohtaisesti, on sen tuoterakennekin aina jollakin tapaa yksilöllinen. Asiakkaan toiveet ja tuotteen käyttöolosuhteiden vaatimat rakenteet luovat kuitenkin usein yhtäläisyyksiä projektikohtaisten tuoterakenteiden välille. Esimerkiksi laivojen sisaraluksissa tai räätälöidyissä voimalaitoksissa on usein hyvin samankaltaiset tuoterakenteet, mutta pienet eroavaisuudet tekevät kummastakin laivasta tai laitoksesta projektikohtaisen, uniikin yksilön. Tämän vuoksi esimerkiksi XW-kattiloita lukuun ottamatta kaikki meripuolen tuotteet ovat olleet projektikohtaisia, sillä merenkulun standardit ja laajalti vaihtelevat käyttöympäristöt - kuten laivojen eri kokoiset ja mahdollisesti kahdennetut konehuoneet - vaativat yksilöllisiä ratkaisuja kattilajärjestelmien toteutuksessa. Alla esimerkki projektikohtaisen tuoterakenteen ta-soista:

1. Tuotetaso – ylin tuotetaso, kuten laiva
2. Järjestelmätaso – jakaa tuotteen järjestelmiin, kuten runkojärjestelmiin
3. Osajärjestelmätaso – jakaa järjestelmät pienemmiksi loogisiksi kokonaisuuksiksi, kuten tiloihin tai osalohkoihin
4. Komponenttitaso – sisältää hyvin konkreettisia osia, kuten osakokoonpano
5. Alkio tai osataso – sisältää hyvin yksinkertaisia osia, kuten pultti tai levyn kappale (Sääksvuori & Immonen 2002, 51-52.)

#### 4.4 Varioituva tuoterakenne

Varioitavien tuotteiden tuoterakenteissa yhteisiä tekijöitä ovat valmiiksi suunnitellut varioitavat komponentit, moduulit, kokonaisuudet tai ominaisuudet. Asiakas saa valita haluamansa vaihtoehdot toimittajan määräämissä rajoissa. Tällainen tuote on esimerkiksi AV-6N-kattila, jonka konfiguraattorilla hallitaan kattilan fyysisiä ominaisuuksia, jotka määräytyvät asiakkaan toiveiden ja käyttökohteiden mukaan. Varioituvat tuotteen tuoterakenne voidaan jakaa viiteen tasoon:

1. Tuotetaso – tuotteen ylin taso, esimerkiksi kattila
2. Tuoteperhetaso – voi sisältää useita myyntitason olioita, kuten AV-6N
3. Tuotteen ominaisuustaso – asiakkaan valitsemat ominaisuudet
4. Tuotteen varianttimoduulitaso – tekniset moduulit
5. Komponenttitaso – konkreettiset osat (Sääksvuori & Immonen 2002, 55.)

#### 4.5 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti tähtää suuriin variaatio-, tuotanto- ja myyntimääriin. Se on toimintatapa, jossa pyritään tuottamaan asiakkaan haluama tuote, mutta myös hyödyntämään massatuotannon etuja. Asiakkaalle massaräätälöity tuote on yleensä halvempi ja toimitusaika lyhyempi kuin täysin räätälöidyllä. Toimittajalle hyötyjä ovat lisääntyneet houkuttelevuus asiakkaan silmissä, joka toivon mukaan lisää menekkiä. Toimitusketju voidaan toteuttaa tehokkaasti varsinkin sen alkupäässä, koska siellä massatuotannon edut tulevat esille.

Yleisin tapa massaräätälöinnille on modulointi, jolloin asiakkaalle voidaan kokoonpanna tämän haluama tuote tilauksesta. Modulaarisen tuotteen tuoterakenne on jaettu moduuleihin, joilla on standardirajapinnat. Erilaisia moduuleja yhdistämällä saadaan ominaisuuksiltaan erilaisia tuotteita. Modulaaristen tuotteiden tuotekehitys voi olla haastavaa, mutta niiden tuotannossa voidaan hyödyntää mittakaavaetuja. Esimerkkinä massaräätälöidystä tuotteesta voidaan käyttää esimerkiksi tietokonetta, joka kootaan asiakkaan valitsemista komponenteista.

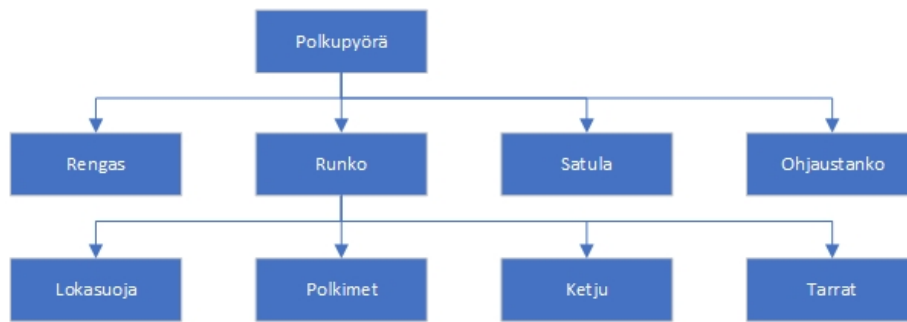
Massaräätälöinnissä myyntirajapinnan tulee soveltua yksilöllisesti räätälöitäviin tuotteisiin. Usein suurin haaste ei olekaan kehittää ja valmistaa itse tuotetta, vaan valjastaa koko toimitusketju tukemaan massaräätälöintiä. (Logistiikan maailma www-sivut 2020)

#### 4.6 Tuoterakenteen hallinta ja ylläpito

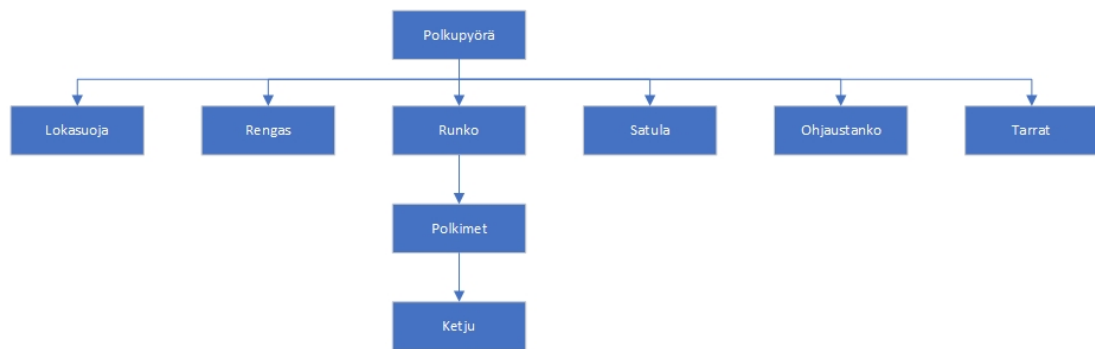
Tuoterakennetta hallitsemalla voidaan hallita tuotteiden rakenteellisen tiedon versiohallinnan, muutoshallinnan ja konfiguroinnin ominaisuuksia. Tuoterakenne voidaan esittää geneerisen tuotetietomallin pohjalta, mutta myös suoraan tuoteyksilökohtaisen osaluettelon tai BOM:n, eli hierarkkisesti muodostetun osaluettelon mukaan. Tuoterakenne mahdollistaa myös tuotteen eri osien ja kokoonpanojen välisten syy-seuraussuhteiden ja relaatioiden esittämisen. Tuoterakenteeseen voidaan sisällyttää erilaisia näkymiä eri käyttäjien tarpeisiin, jolloin sitä voidaan tarkastella useista näkökulmista. Kuvissa 6, 7 ja 8 on esitetty esimerkkinä polkupyörän tuoterakenne kolmesta eri näkökulmasta. Usean eri tuoterakenteen ja niiden välisten suhteiden ylläpito voi kuitenkin käydä mahdottomaksi käytännössä, jos tuote on monimutkainen ja päivitettäviä alustoja on paljon.

Tuoterakenteeseen sisältyy usein käsitteellistä tietoa, jonka tarkoituksena on tehdä tietokenttien ja tuoterakenteen tiedosta selkeämpää. Tällaista attribuuttitietoa on kolmea tyyppiä:

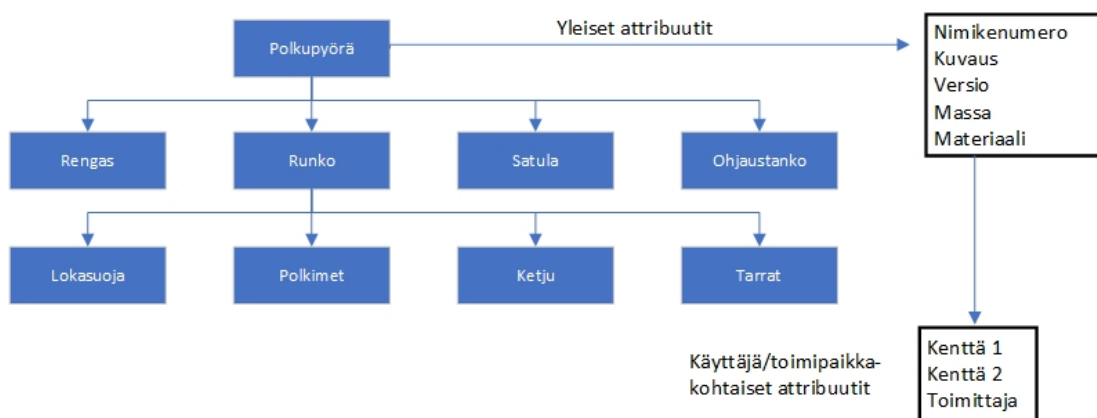
- Tuoteyksilökohtaista – esimerkiksi ostokomponentin sarjanumero
- Geneeristä – koskien tuotteita, tuotetta, kokoonpanoa, osia
- Käyttäjäkohtaista – omia huomautuksia, muistiinpanoja (Sääksvuori & Immonen 2002, 36-37.)



Kuva 6. Tuoterakenne suunnittelun näkökulmasta (Sääksvuori & Immonen 2002, 37.)



Kuva 7. Tuoterakenne valmistuksen näkökulmasta (Sääksvuori & Immonen 2002, 37.)



Kuva 8. Tuoterakenteen attribuuttitietoa (Sääksvuori & Immonen 2002, 38.)

## 5 TUTKITTAVAN LAITEKANNAN TUOTELUOKITTELU

Tässä osiossa käsitellään toimeksi antavan yrityksen tuotevalikoimaa ja tuotteiden keskeistä jaottelua. Osa yrityksen tuotteista on standardisoitu ja osalla on luokituslaitoksen myöntämä tyyppihyväksyntä, mutta suuri osa valmistetaan edelleen projektikohtaisesti, eli laitteille tehdään aina uudet mallit ja piirustukset jonkin vanhan projektin pohjalta. Osa tuotteista suunnitellaan parametrisia konfiguraattoreita hyödyntäen, jolloin suunnittelutyö tapahtuu muuttamalla konfiguraattorilla tuotteen tiettyjä fyysisiä ominaisuuksia. AV-6N-kattilassa ja maapuolen höyrykuvuissa yhdistyy standardisointi ja konfigurointi, eli ainoastaan laitteen tietyt fyysiset ominaisuudet ovat muunneltavissa tyyppihyväksynnän rajoissa.

### 5.1 Tuoteluokittelun nykytila

Koko tuotevalikoima voidaan jakaa neljään luokkaan: standardisoiuihin, konfiguroitaviin ja projektikohtaisiin tuotteisiin sekä standardialikokoonpanoihin. Näistä viimeimpään sisältyvät usein käytetyt, standardisoidut alikokoonpanot, joita käytetään useissa eri laitteissa, eivätkä ne ole sidoksissa vain yhden laitteen tuoterakenteeseen.

Olennaista koko tuotevalikoiman jaottelussa on niiden jako maa- ja meripuolen tuotteisiin, sillä kummankin osaston tuotteiden rakennesuunnittelussa on otettava huomioon käyttöolosuhteiden ja standardien asettamat vaatimukset. Tämänhetkisistä standardisoiduista tuotteista käytännössä kaikki ovatkin maapuolella, sillä merenkulun standardit tekevät tuotteiden standardisoinnista haastavampaa. Tämän vuoksi meripuolella räätälöinti on edelleen hallitseva työmetodi, mutta standardoitavissa olevia tuotteita tiedetään olevan. Poikkeuksena meripuolen tuotteissa ovat XW- ja XWi-kattilat, joiden suunnittelussa voidaan hyödyntää konfiguraattoria. (Jäpölä & Kynäslahti palaveri 26.8.2020; Lainio haastattelu 13.10.2020)

Tuotevalikoima on esitettyinä vuokaavioissa liitteissä 1 ja 2.

## 5.2 Standardisoidut tuotteet

Standardisoidut tuotteet jaetaan tuoterakenteessa kahteen alalajiin, jotka ovat tyyppi-  
hyväksytyt ja muut standardisoidut. Tyyppihyväksytyt tuotteet jaetaan edelleen staattisiin ja dynaamisiin.

### 5.2.1 Tyyppihyväksytyt

Tyyppihyväksyntä koostuu rakennesuunnitelman ja valmistustarkastuksen tyyppihyväksynnöistä. Rakennesuunnitelman tyyppihyväksynnässä sovelletaan EU:n painelaitedirektiivin (PED) moduulia B ja valmistustarkastuksessa moduulia D tai F.

D-moduulin mukainen sertifiointi myönnetään pajalle, jonka katsotaan täyttävän vaatimukset tuotteen valmistamiseksi ilman erillistä valmistustarkastusta. D-moduulin tyyppihyväksyntä on myönnetty ainoastaan tietyille tuotteille, jotka valmistetaan kaikki TAO:n pajalla Kiinassa. AV-6N- ja HU-tyyppin kattilat sekä osa maapuolen höyrykuvuista valmistetaan moduulin D mukaisesti. Valmistustarkastuksen moduulia F käytetään, jos laitteen valmistava paja ei ole saanut moduulin D mukaista sertifiointia.

Tuotteet, joille ei ole myönnetty tyyppihyväksyntää, valmistetaan moduulin G mukaisesti, eli uudelle laitteelle ja sen osille tehdään sekä rakennesuunnitelman hyväksyntä että valmistustarkastus. (Lindqvist 19.10.2020)

Tyyppihyväksytyt tuotteet jaetaan staattisiin ja dynaamisiin tuotteisiin. Staattisilla tyyppihyväksytyillä tuotteilla on pysyvät 0010-alkuiset piirustusnumerot, jotka pysyvät projektista riippumatta muuttumattomina pääkokoonpanotasolle asti. Tällaisia tuotteita ovat BH-kattilan mallit -750L, -1500L ja -3000L, H-kattilan mallit -4M ja -4M-B, sekä kaikki HU-kattilan mallit. Dynaamiset tyyppihyväksytyt tuotteet ovat muunneltavissa tyyppihyväksynnän sallimissa rajoissa, ja osassa niissä yhdistyy konfiguroitavuus ja standardisointi. Dynaamisia tuotteita ovat maapuolen lämmöntalteenottokattila AV-6N ja höyrykuvut. (Kynäslahti palaveri 7.10.2020)

### 5.2.2 Muut standardisoidut

Muut standardisoidut tuotteet ovat niitä, joista on olemassa 0010-alkuisia standardi-piirustuksia, mutta joille ei ole myönnetty tai haettu tyyppihyväksyntää. Tällaisia tuotteita ovat maapuolen pohjapuhallustankit, höyrynjakotukkien mallit SH-250 A-D, kondenssitankkiyksiköt, paineistamattomat syöttövesitankit SVS-4:stä ylöspäin, syöttöveden ohjausyksiköt, LFO-tankit LFO-1:stä ylöspäin, ja meikkiveden ohjausyksikkö.

### 5.3 Konfiguroitavat tuotteet

Samaan käyttötarkoitukseen tehdyn tuotteen fyysisten ominaisuuksien muuntelua, eli tuoterakenteen luomista tuotetietomallista, kutsutaan tuotteen konfiguroinniksi. Konfiguroitavien tuotteiden 3D-suunnittelussa hyödynnetään parametrisia konfigurointiohjelmiä, joiden avulla asiakaskohtainen räätälöinti on helpompaa. Kaikista konfiguroitavista tuotteista on olemassa geneerinen Master-malli, jonka pohjalta asiakkaalle räätälöitävä tuote suunnitellaan. Master-malleja on tehty muistakin tuotteista, mutta niiden hyödyntäminen suunnittelussa on jäänyt vähäiseksi. Konfiguroitavia tuotteita ovat maapuolen AV-6N ja höyrykuvut sekä meripuolen XW- ja XWi-kattilat.

### 5.4 Projektikohtaiset tuotteet

Projektikohtaisiin tuotteisiin lasketaan kaikki ne tuotteet, joita ei ole standardisoitu eikä niiden suunnittelussa hyödynnetä konfiguraattoria. Maapuolella tähän luokkaan kuuluvat kaikki ne tuotteet, jotka eivät ole konfiguroitavia tai standardisoituja. Meripuolella käytännössä kaikki tuotteet pois lukien XW- ja XWi-kattilat ovat projektikohtaisia. Projektikohtaisten tuotteiden suunnittelu perustuu vanhojen suunnittelutietojen, eli käytännössä mallien ja piirustusten, kopiointiin ja muokkaamiseen. Juuri tämä luokka sisältää suuren määrän tuotteita, joiden välillä on usein paljon yhtäläisyyksiä, mutta niistä huolimatta minkään tason standardisointia ei ole vielä tehty.



## 5.5 Standardialikokoonpanot

Eri laitteille on tehty standardisoituja alikokoonpanoja ja komponentteja, jotka voidaan lisätä toimitettavan laitteen tuoterakenteeseen sellaisenaan. Yleensä standardialikokoonpanoja lisätään tuotteen pääteräsrakenteeseen. Standardialikokoonpanoja ovat muun muassa tankkien päätykuvut, jalat ja tikkaat, AV-6N- ja XW-kattiloiden jalkatassut, pisaranerottimet, huoltoluukut, nostokorvat, höyrykupujen jakotukit ja taustalevyt vedenpintamerkeille. Standardialikokoonpanojen 3D-malleille ja piirustuksille on oma kirjastonsa Vaultissa. Vaultin kautta voidaan tarkastella kokoonpanojen käyttöä ja versiohistoriaa.

## 6 TYÖN VAIHEET

### 6.1 Tuotevalikoiman tarkka selvittäminen

Työ aloitettiin laitekannan perusteellisella kartoittamisella, joka tapahtui käymällä läpi projektien suunnittelutietoja ja haastatteleamalla suunnittelijoita sekä maa- ja meripuolen toimihenkilöitä. Työn aloitusvaiheessa oli selvää, että järjestelmästä löytyy myös vanhentuneita tuotteita, joita ei tarvitsisi sisällyttää tuloksista syntyvään vuokaavioon. Tällaisia olivat muun muassa kondenssitankit, jotka on sittemmin korvattu kondenssimoduuleilla. Joidenkin tuotteiden, kuten kondenssimoduulien sekä BH-, HU- ja H-kattiloiden, osalta oltiin yhteydessä myynti- ja tuotekehitysosastoon, josta osattiin antaa selvitys kyseisten tuotteiden tämänhetkisestä menekistä ja mallivalikoimasta. Maa- ja meripuolen laitevalikoimasta osasivat kertoa osastojen pääsuunnittelijat.

Tuloksista koottu vuokaavio (Liitteet 1 ja 2) toimii tuotevalikoiman karttana, josta on nähtävissä erikseen maa- ja meripuolen tuotteet sekä se, onko tuote standardisoitu, konfiguroitava vai projektikohtainen. Myös standardialikokoonpanot on merkitty yhdeksi luokaksi kaaviossa. Tuotejaottelu on tehty värikoodein, jotka selitetään taulukossa 1.

Level 1: Product type	
Vaalean sininen	Standardisoidut tuotteet
Tumman sininen	Konfiguroitavat tuotteet
Keltainen	Projektikohtaiset tuotteet
Harmaa	Standardialikokoonpanot

Level 2: Product sub type	
Punainen	Tyyppihyväksytyt
Vihreä	Muut standardisoidut
Vaalean sininen	Staattiset tyyppihyväksytyt
Ruskea	Dynaamiset tyyppihyväksytyt
Tumman sininen	Konfiguroitavat alikokoonpanot
Oranssi	Staattiset standardialikokoonpanot

Level 3: Device / Model	
Vihreä	Maapuolen laite
Vihreä katkoviiva	WAC-tuote
Vaalean sininen	Meripuolen laite
Valkoinen	Laitemalli
Harmaa	Alikokoonpano

Taulukko 1. Vuokaavion värikoodien selitykset.

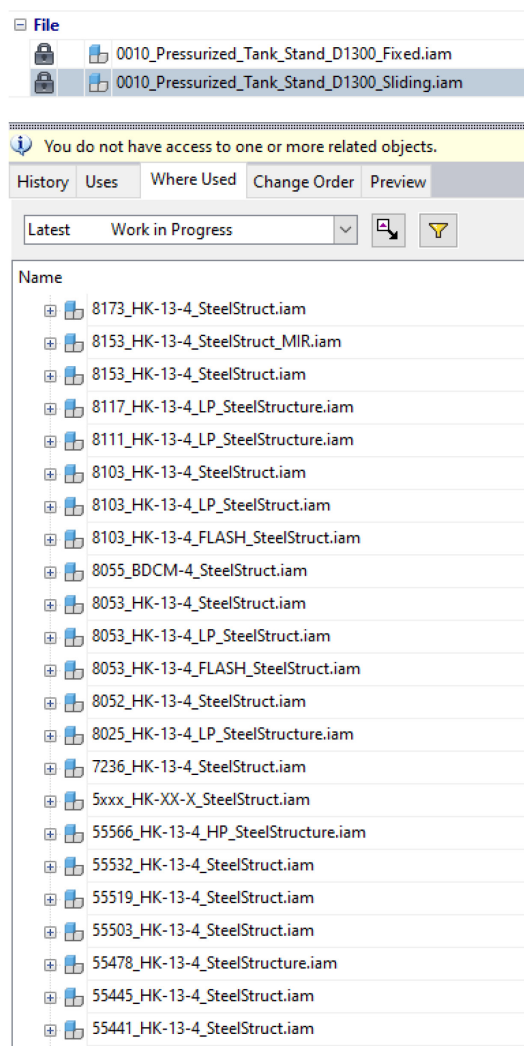
## 6.2 Painelaitteiden PED-luokittelu

Työn toisessa vaiheessa perehdyttiin painelaitteiden PED-luokittelumoduuleihin. Tarkoituksena oli laatia ajan tasalla oleva listaus kaikista painelaitteista ja niihin sovellettavista EU:n painedirektiivin luokittelumoduuleista. Listasta on nähtävissä laitetyyppi ja -malli, laitteeseen sovellettavat PED-moduulit sekä sertifikaatin myöntämä luokittelulaitos ja sertifikaatin numero. PED-moduuleista oli olemassa tuotekehitysosaston ylläpitämä Excel-pohjainen taulukko, josta saatiin osa tarvittavista tiedoista. Joidenkin laitteiden luokitteluissa oli epäselvyyksiä, joissa oltiin yhteydessä tuotekehitysosastoon ja myyntiin. Liitteessä 3 on näyte PED-luokittelutaulukon rakenteesta.

## 6.3 Standardialikokoonpanojen relaatiot

Kolmas vaihe oli laatia taulukointi käytetyimmistä standardialikokoonpanoista, joita käytetään vähintään kahdessa eri laitteessa. Tämä tapahtui käytännössä käymällä läpi standardikomponenttikirjastoa sekä toimitettujen laitteiden tuoterakenteita Vaultissa

ja kirjaamalla ylös, missä kaikissa projekteissa ja laitteissa jotakin tiettyä alikokoonpanoa on käytetty. Tässä työskentelyvaiheessa auttoi suuresti kuvassa 9 esitettävä Vaultin hakutoiminto, jonka avulla näki yksittäisen tiedoston kaikki käyttökohteet ja relaatiot muihin tiedostoihin. Hakutuloksista näki välittömästi, jos jotakin kokoonpanoa oli tai ei ollut käytetty useissa projekteissa tai laitteissa.



Kuva 9. Kuvakaappaus paineistetun tankinjalan relaatiolistasta Vaultissa.

Kerätyt tulokset kirjattiin ensin kuvan 10 mukaisesti Excel-taulukkoon, johon oli helppo syöttää tietoja ja merkitä käytetyimmät kokoonpanot huomiovärillä. Kun Excel-taulukko oli valmis ja käytetyimmät kokoonpanot merkitty, siirrettiin varsinaiset tulokset Microsoft Visiolla tehtyihin taulukoihin kuvan 11 mukaisesti. Visiossa jokaiselle alikokoonpanolle on oma taulukko, jossa on oma sarake jokaiselle komponentin kokoluokalle ja piirustusnumerolle. Sivusarakkeeseen on listattu allekkain laitteet ja

oranssi ympyrä laitteen rivillä merkitsee, että alikokoonpanoa on käytetty kyseisessä laitteessa.

Stand for vessel	Dwg. Number	HK-10-2	HK-13-4	HK-16-6	HK-16-9	HK-20-14
<b>Unpressurized</b>						
<b>D900</b>						
Fixed	0010S300231					
Sliding	0010S300232					
<b>D1300</b>						
Fixed	0010S200243					
Sliding	0010S200244					
<b>D2000</b>						
Fixed	0010S200240					
Sliding	0010S200241					
<b>Pressurized</b>						
<b>D1000</b>						
Fixed	0010S200199	X				
Sliding	0010S200200	X				
<b>D1300</b>						
Fixed	0010S30023		X			
Sliding			X			
<b>D1600</b>						
Fixed	0010S30033			X	X	
Sliding				X	X	
<b>D2000</b>						
Fixed	0010S20051					X
Sliding	0010S200222					X

Kuva 10. Kuvakaappaus Excel-taulukkonäkymästä. Kaappauksessa näkyy paineistet-  
tujen tankkien jalkojen relaatiot maapuolen höyrykupuihin.

Stand for vessel (pressurized)								
Devices where used	D1000, Fixed	D1000, Sliding	D1300, Fixed	D1300, Sliding	D1600, Fixed	D1600, Sliding	D2000, Fixed	D2000, Sliding
Dwg. number	0010S200199	0010S200200	0010S30023	0010S30023	0010S30033	0010S30033	0010S20051	0010S200222
Steam drum (HK Land)	HK-10-2	●	●					
	HK-13-4			●	●			
	HK-16-6					●	●	
	HK-16-9					●	●	
	HK-20-14						●	●

Kuva 11. Kuvakaappaus Microsoft Visiolla tehdystä taulukkonäkymästä.

## 7 TULOSTEN YHTEENVETO

Työn kirjoitushetkellä yrityksen vakiotuotevalikoimaan kuuluu hieman yli 100 eri laitemallia, joista noin 35 on jollakin tasolla standardisoituja tai konfiguroitavia. Näistä 35 laitteesta ainoastaan kaksi, eli XW- ja XWi-kattila, ovat meripuolen tuotteita. Standardisoitujen laitemallien lisäksi standardisoituja alikokoonpanoja on yli 200, joista

70-80 ovat toistuvasti käytettyjä. Näitä alikokoonpanoja käytetään sekä maa- että meripuolella.

### 7.1 Projektikohtaiset tuotteet

Projektikohtaisten tuotteiden suunnittelu perustuu vanhojen suunnittelutietojen kopiointiin ja muokkaamiseen. Käytetyin työskentelymenetelmä on tehdä copy design-projekti, eli Vaultissa vanhan projektin kansiorakenne kopioidaan kokonaisuudessaan uudelle projektille. Tässä toimintatavassa syntyy ongelmia, jos esimerkiksi vanhan projektin kansiorakenne on jo valmiiksi sekaisin tai jos kopioitavasta projektista siirtyy suunnitteluvirheitä kopiorakenteeseen. On ollut myös tapauksia, joissa suunnittelija on tietämättään muokannut vanhan projektin 3D-mallia tai piirustusta, koska tiedosto on jäänyt kopioitumatta uudelle projektille ja Inventor on korvannut sen vanhan projektin tiedostolla.

Projektikohtaisten tuotteiden takia myös yksilöllisten tuoterakenteiden kirjo on valtava, mikä vaikeuttaa huomattavasti tuoterakenteiden hallintaa. Kopioprojektia luodessa kaikille uusille tiedostoille laaditaan uusi nimi, minkä vuoksi mm. vanhojen tiedostojen relaatiot eivät kopioidu. Tämän vuoksi copy design-menetelmällä suunnittelun laitteen osan tiedoista ei esimerkiksi näe, onko samanlaista osaa käytetty aikaisemmin, vai onko se uudelle projektille suunniteltu uniikki yksilö.

### 7.2 Standardisointi

Standardisointi on jo hyvällä alulla maapuolella, jossa se ulottuu noin kolmasosaan tuotteista. Myös standardisoidut alikokoonpanot nopeuttavat suunnittelutyötä ja helpottavat tuoterakenteen hallintaa. Projektikohtaisesti suunniteltavat alikokoonpanot ja osat ovat joissakin tilanteissa välttämättömiä, mutta monessa tilanteessa ne voitaisiin ja kannattaisikin korvata standardisoiduilla osilla. Projektikohtaisten tuotteiden joukossa olisi varmasti useita fyysisiltä ominaisuuksiltaan samanlaisia tai ainakin lähes samanlaisia osia ja alikokoonpanoja. Selvittämällä tarkasti eri laitteiden projektikohtaisia tuoterakenteita voitaisiin löytää suuriakin kokonaisuuksia, joita voitaisiin standardisoida ja toteuttaa moduuleilla tai konfiguroimalla.

### 7.3 CAD-tiedostojen hallinta

Monista ominaisuuksistaan huolimatta tietosäiliö Vaultia käytetään tällä hetkellä vain 3D-mallien ja piirustusten hallintaan. Valmiista piirustuksista luotavat dwg- ja pdf-tiedostot ajetaan M-Filesiin, jolloin projektitiedoista jäävät Vaultiin ainoastaan alkuperäiset Inventorilla työstettävät piirustukset ja 3D-mallit. Vaultista löytyy myös komponenttikirjasto, joka sisältää muun muassa kiinnitystarvikkeet, venttiilit, putkitarvikkeet ja tiivisteet. Standardituotteiden piirustukset ja mallit sekä Master-mallit ovat myös omassa kirjastossaan.

Vaultin käyttöympäristöä leimaa epäjärjestys ja sekavuus, jota on syntynyt eriävien toimintatapojen seurauksena. Järjestelmää käyttävät enimmäkseen suunnittelijat, joista jokaisella on oma työskentelytapansa kansiorakenteiden luomisen ja tiedostonimeämisen kanssa. Kaikki projektikansiot ovat kansiorakenteiltaan enemmän tai vähemmän erilaisia keskenään, minkä vuoksi työnteko Vaultissa on usein takkuilevaa, koska etsittävää kansiota tai tiedostoa ei löydy oletetusta paikasta. Sama pätee myös muun muassa standardialikokoonpanojen kirjastoa, jossa tiedostojen sijainti ei ole aina johdonmukainen. Vaultin hakutoiminto on tässä tilanteessa tehokas, jos tiedostot on nimetty asianmukaisesti.

## 8 JATKOKEHITYSIDEAT

### 8.1 Standardisointi

Standardisoiduilla tuoterakenteilla ja tuoteperheajattelulla voitaisiin tehostaa laitteiden suunnittelua ja toimitusta. Tulevaisuudessa olisi tarpeen käydä yksityiskohtaisesti läpi vanhojen projektien tuoterakenteita ja etsiä niistä yhteneväisyyksiä sekä sellaisia tekijöitä, jotka mahdollistavat yhtenäisemmän tuoterakenteen luomisen. Tämä on aikaa vievää, mutta se on projektikohtaisten tuotteiden kohdalla ainut keino, jolla voidaan löytää mahdollisesti standardisoitavia alikokoonpanoja tai komponentteja. Jos jossakin tuotteen osassa on kahden projektin välillä vain pieni ero, tulee myös miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuja, joilla sama osa saataisiin sopimaan kumpaankin projektiin.

## 8.2 Konfigurointi

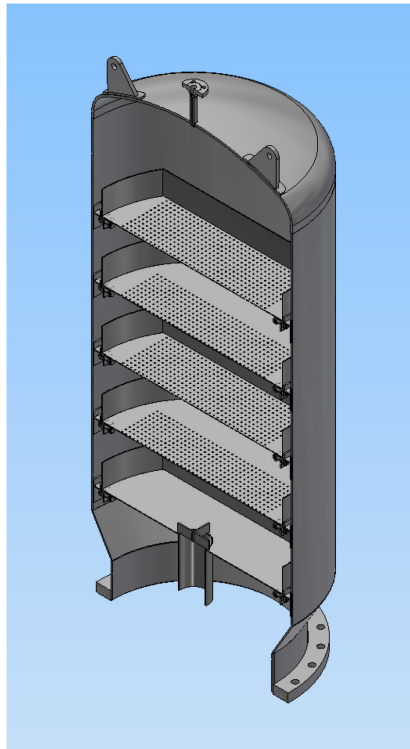
Konfiguraattorin hyödyntämistä muidenkin kuin AV-6N-kattilan, XW- ja XWi-kattiloiden sekä maapuolen höyrykupujen projektikohtaisessa suunnittelussa tulisi selvittää. Konfiguroinnilla mahdollistettaisiin projektikohtaisten tuotteiden helppo hallinta ilman, että jokaisesta rakenneratkaisusta tarvitsee luoda manuaalisesti yksilöllinen tuoterakenne. Hyvä vaihtoehto voisi olla yhtenäinen konfigurointiohjelma, jolla hallittaisiin kaikkia konfiguroitavia tuotteita. Esimerkiksi maapuolen höyrynjakotukeissa vaihtelevat projekteittain tukin pituus, putkiyhteiden määrä ja koko sekä ainevahvuus. Putkiyhteiden välinen etäisyys on myös vakio, joten nämä muuttujat olisivat helposti muunneltavissa konfiguraattorin avulla.

## 8.3 Moduulit

Toinen menettelytapa olisi modulointi. Tuotemoduulin osien tulisi olla muunneltavissa niin, etteivät muutokset vaikuta laitteen perusrakenteeseen, mutta voivat kuitenkin vaikuttaa sen toiminnallisiin ominaisuuksiin.

Esimerkiksi paineistettujen syöttövesitankkien deaeraattoreista voitaisiin luoda sopiva määrä moduuleja, joista valittaisiin aina toimitukseen sopivin vaihtoehto. Moduulit voisi jaotella laitteen halkaisijan mukaan, jolloin kaikki saman halkaisijaiset deaeratorit olisivat perusrakenteeltaan samanlaisia. Muunneltavia ominaisuuksia voisivat olla esimerkiksi reikälevyjen määrä, reikien koko ja määrä sekä putkiyhteiden koot ja paikat. Havainnekuva deaeraattorista kuvassa 12.

Toinen potentiaalinen moduloinnin kohde olisi lämmöntalteenottokontti. Kontissa vaihtuvat projekteittain putkiyhteiden läpivientien ja savupiipun paikat. Nämä voisivat olla moduulin määrittelemiä ominaisuuksia.



Kuva 12. Deaeraattorin poikkileikkauskuva, josta nähtävillä reikälevyt.

#### 8.4 Laitevastaava

Tuotteisiin, tuoterakenteisiin ja tuotetietoon liittyvät epäselvyydet tulisi minimoida ja ajantasaisen tiedon tulisi olla helposti ja nopeasti koko henkilöstön saatavilla. Henkilöstöön voisi olla tarpeen nimittää viralliset laitevastaavat, joiden tehtävänä olisi pitää yllä omaa tietämystään laitteensa/laitteidensa tuoterakenteista ja sen muutoksista ja toimia samalla tietolähteenä muulle henkilöstölle. Laitevastaavan tulisi huolehtia siitä, että järjestelmästä löytyvät laitetiedot ovat yhdessä paikassa, ajan tasalla ja kaikkien saatavana.

#### 8.5 Suunnittelun yhteiset toimintatavat

Suunnittelun näkökulmasta tilannetta parantaisi säännölliset yhteiset palaverit, joissa käytäisiin läpi suunnittelutyössä ja laitteiden toimituksessa ilmenneitä ongelmia, tuotteissa tapahtuneita muutoksia sekä uusia suunnitteluratkaisuja. Samalla henkilöstö voisi esimerkiksi esittää kysymyksiä laitevastaaville, jolloin asiat tulisivat kerralla kaikkien kuultavaksi ja käsiteltäväksi. Lisäksi tulisi välttää tilanteita, joissa



esimerkiksi suunnittelijoita ohjeistetaan käyttämään työmetodeja, joita on ”aina ennenkin” käytetty. Sen sijaan laitesuunnittelussa tulisi aina varmistaa, että toteutettavat ratkaisut ovat viimeisimpien standardien ja yhteisten toimintatapojen mukaiset. Erityisesti Vaultin käytöstä pitäisi laatia säännöt, jotka määrittelisivät muun muassa kansiorakenteiden luomissäännöt.

## 8.6 PDM-järjestelmä

Ehdoton prioriteetti olisi nimenomaan henkilöstön toimintatapojen yhtenäistäminen ja ajantasaisen tiedonsaannin varmistaminen. Kokonaisuutta on kuitenkin vaikea hallita, jos henkilöstö käyttää useita eri tietolähteitä ja järjestelmiä, jotka eivät ole toisiinsa sidottuja. Samaa tietoa ei saisi olla tallennettuna eri järjestelmiin tai tiedostoihin, jos tiedot eivät päivyty samanaikaisesti. Tilanne saattaa parantua keinolla tai toisella hetkellisesti, mutta tilanne palaa helposti entiselleen, jos käytössä ei ole edes jonkin asteista PDM-järjestelmää, jonka kautta päivitetty tieto kulkeutuu kaikille käyttäjille.

Toimiva PDM-järjestelmä takaisi sen, että suunnittelu-, tuotekehitys-, projekti- ja myyntiosasto saisivat kaikki viimeisimmän tiedon samanaikaisesti ja samasta paikasta. Järjestelmän toimintoihin voitaisiin liittää myös henkilöstön hallinta ja työajan seuranta.



## LÄHTEET

Alfa Laval Aalborg sisäinen tietokanta. 2020.

Alfa Laval www-sivut. 2015. Viitattu 30.9.2020.

<https://www.alfalaval.fi/>

Autodesk Vault (Version 3.1).2020. California, U.S: Autodesk, Inc.

Huhtinen, M. Kettunen, A. Nurminen, P. Pakkanen, H. 1994. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.

Jäpölä, M. 2020. Power. Esitelmä Alfa Laval Aalborgin perehdytystilaisuudessa 6.5.2020.

Jäpölä, M. 2020. Steam system basic training 1: Own consumption system basics. Esitelmä Alfa Laval Aalborgin perehdytystilaisuudessa 12.5.2020.

Jäpölä, M. 2020. Combined cycle application. Esitelmä Alfa Laval Aalborgin perehdytystilaisuudessa 14.5.2020.

Jäpölä, M. Esimies, Power. Kynäslahti, A. Päämekaniikkasuunnittelija, Power. Alfa Laval Aalborg. Rauma. Product management. Palaveri 26.8.2020.

Kynäslahti, A. 2020. Päämekaniikkasuunnittelija, Power, Alfa Laval Aalborg. Rauma. Product management. Palaveri 7.10.2020.

Lainio, T. 2020. Päämekaniikkasuunnittelija, Marine-osasto, Alfa Laval Aalborg. Rauma. Haastattelu 13.10.2020. Haastattelijana Olli Kurki.

Lindqvist, B. 2020. Vanhempi tuotekehitysinsinööri, Alfa Laval Aalborg. Tyyppihyväksynnät ja luokittelumoduulit. Vastaanottaja: Olli Kurki. Lähetetty 19.10.2020 klo 10.14. Viitattu 11.11.2020

Logistiikan maailma www-sivut. 2020. Viitattu 26.11.2020.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/>

Microsoft Docs. 2017. Viitattu 23.11.2020.

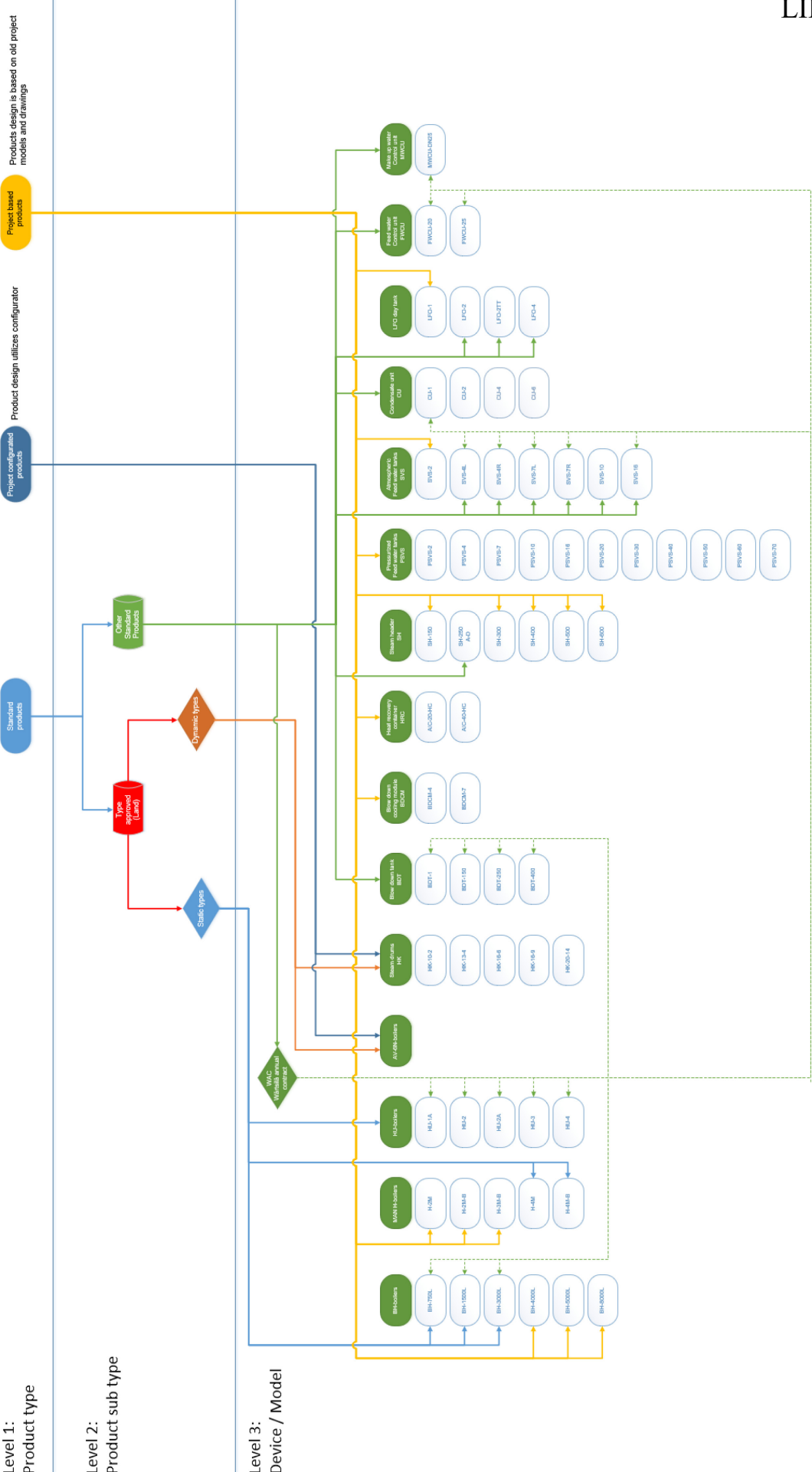
<https://docs.microsoft.com/fi-fi/>

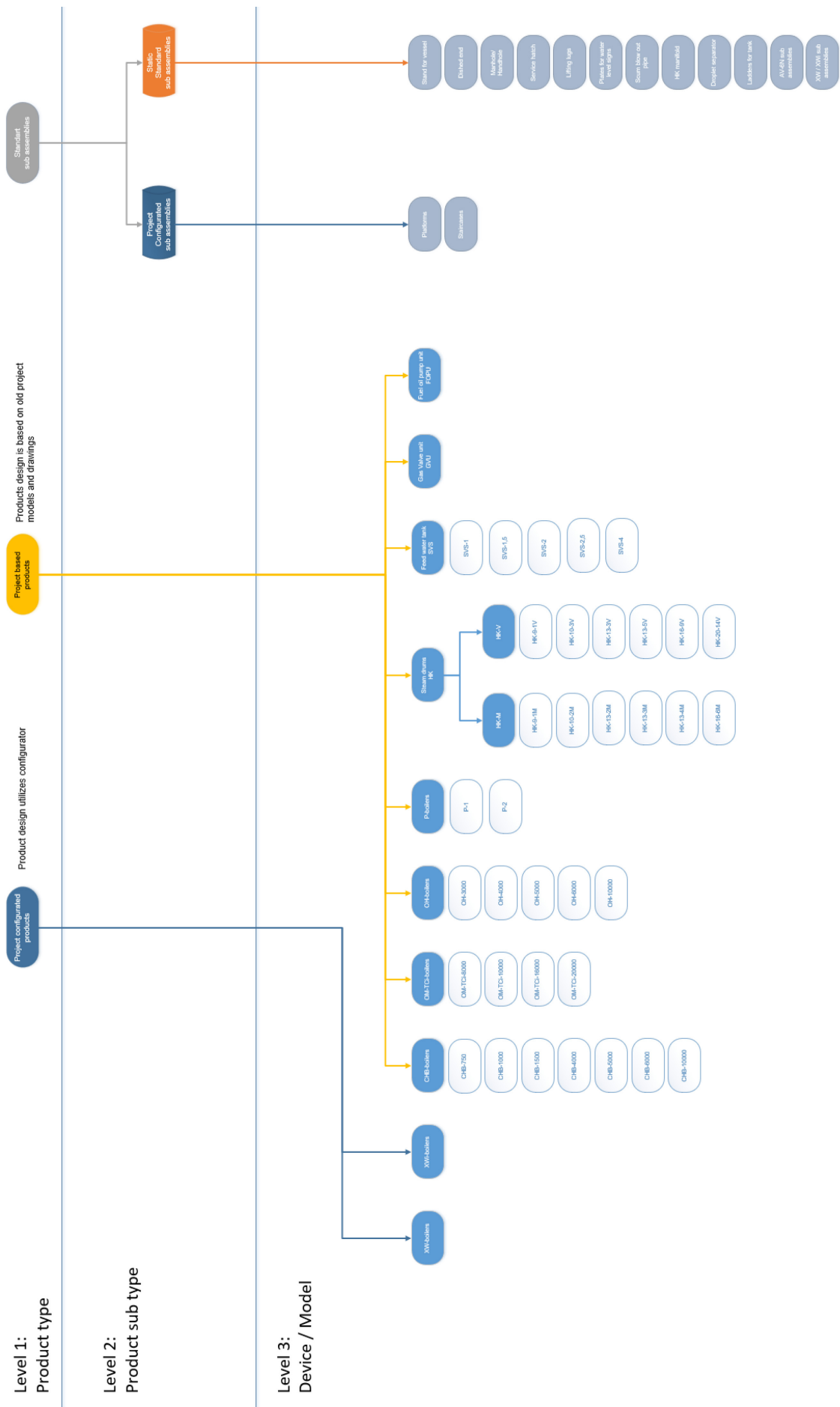
Purhonen, M. Sales Manager, Power-osasto, Alfa Laval Aalborg. Kondenssitankit & -moduulit ja H-kattilat. Vastaanottaja: Olli Kurki. Lähetetty 27.10.2020 klo 12.57. Viitattu 11.11.2020

Sääksvuori, A. Immonen, A. 2002. Tuotetiedon hallinta – PDM. Helsinki: Talentum Media Oy.




Takasuo, M. 2020. Cruise & Ferries. Esitelmä Alfa Laval Aalborgin perehdytystilaisuudessa 7.5.2020.





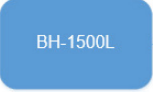


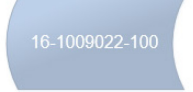
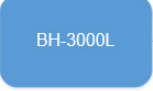


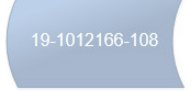
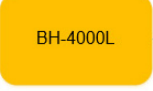

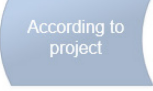
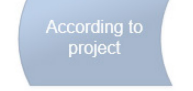
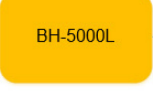

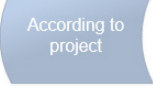
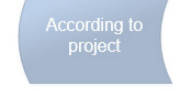
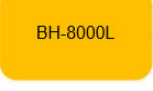

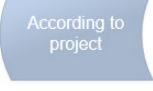
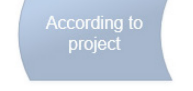
Takasuo, M. 2020. Marine & Fired boiler systems. Esitelmä Alfa Laval Aalborgin perehdytystilaisuudessa 27.5.2020.





Explanations for chart symbols:

-  Standard products
-  Project configured products
-  Project based products

Pressure equipment certification chart (Land)				
Model	PED-module	Notified Body	Certificate No.	
BH-boilers	 BH-750L	 B + F	 Kiwa	 20-1012166-111
	 BH-1500L	 B + F	 Inspecta	 16-1009022-100
	 BH-3000L	 B + F	 Kiwa Inspecta	 19-1012166-108
	 BH-4000L	 G	 According to project	 According to project
	 BH-5000L	 G	 According to project	 According to project
	 BH-8000L	 G	 According to project	 According to project