

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuomas Kotro

Soodakattilan tuotepuu

Nimikkeistön käytön yhtenäistäminen tuotemallin avulla

Tiivistelmä

Tuomas Kotro

Soodakattilan tuotepuu, 44 sivua, 5 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja tuotesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, Global

Principal Engineer Ari Heinola, ANDRITZ Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli ANDRITZ Oy ja sen KRP-divisioona (Recovery and Power). Työn tavoitteena oli luoda visuaalinen tuotepuumalli soodakattilan tuotekokonaisuudesta ja sen tarkemmasta sisällöstä. Mallin oli tarkoitus toimia ANDRITZin sisäisenä standardina tuotekokonaisuuden nimikkeistön sekä WBS-numerointiin (Work Breakdown Structure) perustuvan identifiointiin käytölle.

Työn lähtökohtana oli projektin ositusmenetelmän (WBS) mukainen listaus soodakattilan tuotekokonaisuudesta järjestelmä- ja laitetasolla. Kehitystyössä hyödynnettiin kvalitatiivista analyysiä, johon tietoa haettiin projektidokumenteista, suunnittelumanuaaleista, aihepiirin kirjallisuudesta sekä tuotepuun projektipalaverissa tehdyistä haastatteluista. Kehitystyö alkoi tuotekokonaisuuden WBS-rakenteen päivittämisellä ja tarkentamisella alikokoonpano- sekä osatasolle. WBS-rakenteen pohjalta rakennettiin lopulta visuaalinen tuotepuumalli.

Työn tuloksena rakennettu tuotepuu toimii työkaluna tuotetiedonhaussa. Tuotepuulla pystytään parantamaan henkilöstön yhteistä käsitystä soodakattilan tuotekokonaisuudesta ja näin tehostamaan ja yhtenäistämään työskentelytapoja WBS-rakennetta hyödyntävissä työsuoritteissa.

Asiasanat: soodakattila, projektin ositusmenetelmä, tuoterakenne

Abstract

Tuomas Kotro

Recovery Boiler Product Tree, 44 Pages, 5 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree programme in Mechanical Engineering

Mechanical and Industrial Design

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Lecturer Veli-Pekka Jurvanen, Saimaa University of Applied Sciences, Global Principal Engineer Ari Heinola, ANDRITZ Oy

The work was commissioned by ANDRITZ Oy KRP division. The objective of the work was to create a product tree model based on the recovery boiler project work breakdown structure (WBS). The purpose for the model was to develop and update the work breakdown structure and make it more specific regarding the product items. At the same process the aim for the product tree was to create an internal standard regarding the names and numbers of WBS items.

The starting point for this work was the work breakdown structure including recovery boiler product items in equipment and component level. The research material for this thesis was collected from project documents, designing manuals, literature of the subject matter and from the notes of product tree project meetings. Implementation of the work started with a qualitative analysis of the work breakdown structure based on the research material. The next phase was developing and updating the work breakdown structure to consist of subassembly and part level items. The last phase of the work was creating the visual product tree model based on the updated work breakdown structure.

The product tree serves as a search tool for product information. The more specific product structure and standardized item names unify and streamline employees' working methods for applying product information.

Keywords: recovery boiler, work breakdown structure, product structure

Sisällys

1	Johdanto.....	5
1.1	ANDRITZ	5
1.2	Työn taustaa	5
1.3	Työn rajaus ja tavoitteet.....	6
1.4	Työn rakenne.....	7
2	Soodakattilalaitos.....	7
2.1	Mustalipeä	8
2.2	Palamisilma ja savukaasut.....	11
2.3	Vesi ja höyry	14
3	WBS	17
3.1	Ositustavat.....	18
3.2	Organisaatio	18
3.3	Aikataulu	19
3.4	Kustannusohjaus	19
3.5	Dokumenttien hallinta	20
4	Tuoterakenne.....	21
4.1	Geneerinen tuoterakenne	21
4.2	Nimikkeistö	21
4.3	Metatieto	22
4.4	Tietosuhteet	23
4.5	Hierarkiatasot ja relaatiot	23
4.6	Näkökulma.....	25
4.7	PDM-järjestelmä	25
5	WBS-rakenne ja sen haasteet	26
5.1	Käytössä oleva WBS-rakenne	27
5.2	Käytössä oleva nimikkeistö.....	28
5.3	Haasteet WBS-rakenteen käytössä	28
6	WBS-rakenteesta tuotepuuksi	30
6.1	Nimikkeistön kehittäminen ja harmonisointi	30
6.2	WBS-rakenteen kehittäminen	32
6.3	Puurakenne	34
7	Tuotepuu.....	35
7.1	Tuotepuu työkaluna	35
7.2	Tuotepuun käyttöliittymä	36
7.3	Ylläpito	37
7.4	Kehitysmahdollisuudet.....	37
8	Yhteenveto ja pohdinta	38
	Kuvat.....	40
	Taulukot.....	41
	Lähteet.....	42

Liitteet

- Liite 1 Ote tulistimen kokoonpanopiirustuksesta
- Liite 2 Tulistimen osaluettelo
- Liite 3 Ote WBS-rakenteesta Excelissä
- Liite 4 Tulistimen puurakenne
- Liite 5 Tuotepuu verkkoselaimessa

1 Johdanto

1.1 ANDRITZ

Itävallassa vuonna 1852 perustettu konepajayritys ANDRITZ AG on kasvanut maailmanlaajuisesti teknologiakonserniksi ja on nykypäivänä yksi maailman johtavista toimijoista sellu- ja paperiteollisuudessa, vesivoimassa, metalli- ja terästeollisuudessa sekä erotusteknologiassa. ANDRITZin tuotteisiin ja palveluihin kuuluvat laitosten, järjestelmien ja laitteistojen suunnittelu, valmistus, myynti, asennus sekä konsultointi. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Grazissa, ja työntekijöitä yrityksellä on maailmanlaajuisesti yli 250 toimipisteessä noin 25 400. Vuonna 2016 ANDRITZ AG:n liikevaihto oli noin 6 miljardia euroa. (ANDRITZ.)

ANDRITZ Oy on merkittävä sellu- ja paperiteollisuuden järjestelmien, laitteiden ja palvelujen toimittaja maailmassa. Sen tuotealueita ovat puunkäsittely, kuitu- prosessit, kemikaalien talteenotto ja massankäsittely. Lisäksi ANDRITZ Oy tarjoaa erilaisia biomassakattiloita ja kaasutuslaitoksia energian tuotantoon. ANDRITZ HYDRO Oy toimittaa järjestelmiä, laitteita ja palveluja vesivoimateollisuudelle. Suomen osaamiskeskukset sijaitsevat Lahdessa, Kotkassa, Savonlinnassa, Varkaudessa ja Tampereella. Suomessa ANDRITZ-yhtiöiden henkilöstöä on noin 1 200 työntekijää. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä. (ANDRITZ.)

ANDRITZ Oy:n Kotkan toimipisteellä on toimintaa useamman divisioonan osalta ja yhteensä 230 työntekijää. KRP-divisioonan (Recovery and Power) osalta Kotkassa on sekä haihduttamon että soodakattilan toimintoja. (ANDRITZ.) Tämä opinnäytetyö tehtiin KRP-divisioonan soodakattilayksikön alaisuudessa.

1.2 Työn taustaa

Työntekijöiden lisääntyvä erikoistuminen tietyille asiantuntemusalueelle mahdollistaa ja edesauttaa yksittäisen työntekijän kehittymisen omassa työssään. Samalla syntyy kuitenkin haaste, miten yhdistää ja hyödyntää työn eri osa-alueiden asiantuntemus ja osaaminen tehokkaasti toimivaksi yhteistyöksi.

ANDRITZin toiminta on projektikeskeistä. Jokainen myytävä tuotekokonaisuus alkaa myyntiprojektina. Onnistuneen myyntiprojektin tuloksena projekti jatkuu toteutusprojektina, johon kuuluvat projektinhoito, suunnittelu, osto, valmistus, laadunvarmistus, asennus, käyttöönotto sekä huolto. ANDRITZin myytävä tuote on koko projekti, joka on paljon enemmän kuin vain fyysiset järjestelmät ja laitteistot.

Tehokkaan ja tuottavan projektikoneiston toimintaan kuuluu vankan kokemuspohjan sekä innovatiivisen kehitystyön tiivis yhdistäminen sekä aktiivinen ja ennen kaikkea säännöllinen vuorovaikutus. Tiedonkulun hitaus, saatavilla olevan tiedon puutteellisuus tai virheellisyys on aina riski työssä tapahtuvalle virheelle, jota täytyy myöhemmin korjata. Virheiden korjaaminen maksaa aikaa ja rahaa, mikä on suoraan pois omasta katteesta.

Projektityön yhtenä työkaluna ANDRITZilla on käytetty projektin ositusmenetelmän mukaisesti tehtyä WBS-rakennetta (Work Breakdown Structure), jossa koko soodakattilan tuotekokonaisuus on jaettu helpommin hallittaviin laitteistokokonaisuuksiin. ANDRITZilla on jo aiemminkin suunniteltu tuotepuuhanketta WBS-rakenteen sisällön tarkentamiseksi ja tätä kautta tuotetiedon hyödyntämiseksi tehokkaammin projektityössä. Toukokuussa 2017 tuotepuuhanketta jatkettiin eteenpäin työharjoitteluni työpanoksella. Tuotepuuhanke koettiin ANDRITZilla mahdollisuutena yhtenäistää ja tehostaa henkilöstön työsuoritteita. Tämä opinnäytetyö perustuu kesän 2017 aikana tehtyyn insinööriharjoitteluuni tuotepuumallin luomisesta ANDRITZin intranettiin julkaistavaksi tiedonhakutyökaluksi.

1.3 Työn rajaus ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö käsittelee vain soodakattilan fyysistä laitteistokokonaisuutta. Tuotepuun ei näin ollen ole tarkoitus eritellä WBS-rakenteen osalta eri työmuotoja tai projektin vaiheita, kuten projektinhallintaa, suunnittelua, laadunhallintaa, kattilan ulkopuolisia teräsrakenteita, automaatiota, kuljetusta, asennusta tai kunnossapitoa.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää soodakattilan tuotespesifiä WBS-rakennetta tarkentamalla rakenteen sisältöä järjestelmä- ja laitetasolta alikoonpano- ja osatasolle. WBS-rakenteen nimikkeistön kehitys ja vakiointi on vahvasti osana tätä tavoitetta.

Kehitetyn WBS-rakenteen ja nimikkeistön pohjalta on tavoitteena luoda visuaalinen tuotepuumalli geneeriseksi tuoterakenteeksi soodakattilaprojektille laitteiston osalta. Tuotepuun tavoite on toimia visuaalisena tuotemallina soodakattilan tuotekokonaisuudesta sekä samalla nimikkeistön master-listana. Tuotepuun tavoitellut hyödyt soodakattilayksikön työntekijöille käytännön työssä ovat vakioitu nimikkeistö, vakioitu WBS- ja kustannusrakenne, tarkempi ymmärrys WBS-otsikoiden sisällöstä sekä visuaalinen käyttöliittymä tehokkaalla hakutoiminnolla.

1.4 Työn rakenne

Tämä opinnäytetyö jakautuu kahteen vaiheeseen: työn tueksi kerättyyn materiaaliin sekä tuotepuumallin luomiseen. Ensimmäisessä vaiheessa luvussa 2 selvitetään soodakattilan pääprosessit ja niihin kuuluvat suurimmat laitekokonaisuudet. Luvussa 3 käydään läpi WBS-menetelmä ja selvitetään mihin menetelmää käytetään projektityössä. Luvussa 4 käsitellään, millä tavoin tuotekokonaisuus saadaan esille tuoterakenteen avulla ja miten tuoterakenne luo rungon tuotetiedonhallinnalle.

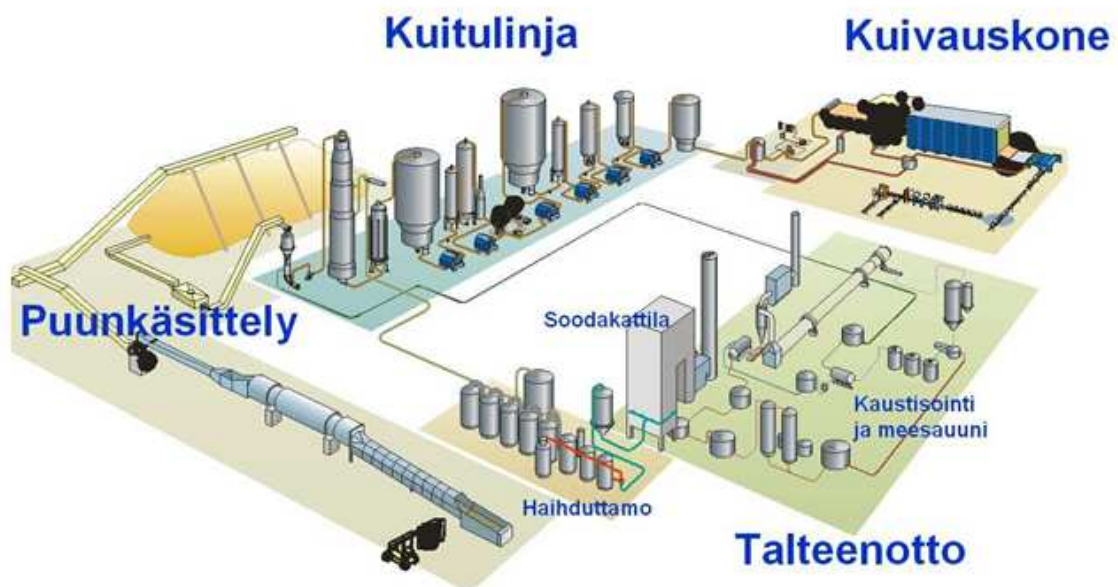
Työn toisessa vaiheessa kuvataan Soodakattilan tuotepuu -projektin toteutus. Luvussa 5 analysoidaan soodakattilatuoteryhmän nykyisen WBS-listauksen rakennetta ja nimikkeistöä asetettujen tavoitteiden sekä lukujen 2-4 aineiston perusteella. Analyysin johdattamina luvussa 6 käydään läpi vaiheet tuotepuumallin luomisesta työkaluksi. Luvussa 7 esitellään tuotepuun tuomia ratkaisuja analyysin haasteisiin ja ohjeistetaan tätä kautta myös tuotepuun käyttöä.

2 Soodakattilalaitos

Soodakattila on kemiallisen puunjalostuksen sivutuotteena syntyvän mustalipeän polttoon suunniteltu höyrykattila (kuva 1). Mustalipeä sisältää kuitulinjan sel-

lun keiton jäljiltä puusta liuenneita orgaanisia yhdisteitä sekä lähes kaikki keitossa käytetyt kemikaalit. Soodakattilalla on kolme päätehtävää: lipeän sisältämien keittokemikaalien talteenotto ja regenerointi, orgaanisten yhdisteiden ympäristöystävällinen poltto sekä polttoprosessissa syntyvän lämmön käyttö korkeapainehöyryn tuottamiseen. (Suomen soodakattilayhdistys; Knowpulp.)

Yli kolmannes Suomen uusiutuvasta energiasta tuotetaan soodakattiloissa. Suomen 17 soodakattilaa tuottavat vuosittain noin 5,5 TWh sähköä, mikä on noin 275 000 omakotitalouden vuotuisen sähkönkulutuksen verran. (Suomen soodakattilayhdistys.)



Kuva 1. Sellutehtaan järjestelmät (ANDRITZ)

2.1 Mustalipeä

Valkolipeä on sellun keitossa käytettävä kemikaaliseos, jonka vaikuttavina kemikaaleina toimivat natriumhydroksidi (NaOH) ja natriumsulfidi (Na_2S). Valkolipeää aletaan kutsua mustalipeäksi sellunkeiton jälkeen, kun siihen on liuennut puun orgaanisia yhdisteitä. Orgaaniset yhdisteet tekevät mustalipeästä polttoprosessiin soveltuvan energiapitoisen polttoaineen. Mustalipeän sisältämä orgaaninen aines vastaa noin puolta sellutehtaalle tuodusta puumäärästä. (Knowpulp; Huhtinen, Korhonen, Pimiä & Urpalainen 2008, 70.)

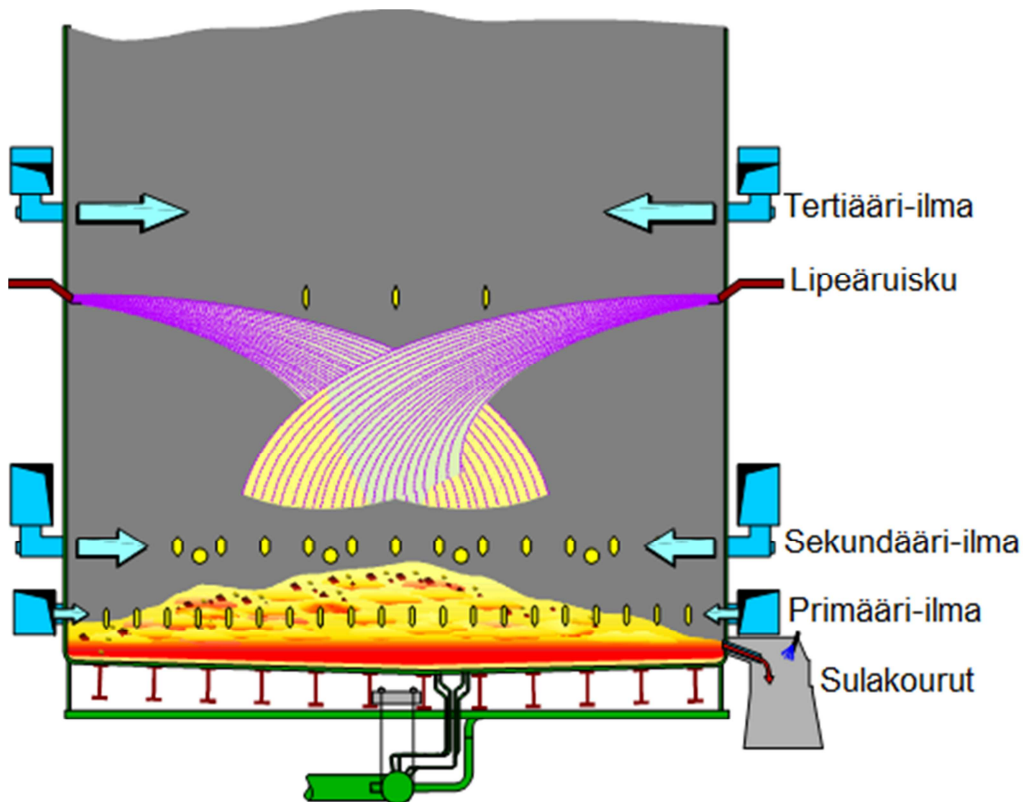
Mustalipeä sisältää puun orgaanisten yhdisteiden lisäksi vettä sekä valkolipeän epäorgaanisia kemikaaleja. Mustalipeän kemiallinen koostumus eroaa selvästi perinteisistä polttoaineista, sen sisältäessä myös epäorgaanisia aineita (taulukko 1). Samalla kun mustalipeän orgaanisten yhdisteiden palamisen yhteydessä vapautuva lämpöenergia käytetään höyryn tuottamiseen, soodakattilan tulipesä toimii myös kemiallisena talteenottoreaktorina, jossa rikki ja natrium vapautetaan lipeästä ja otetaan talteen jatkokäsittelyyn soveltuvina yhdisteinä. (Raiko, Saastamoinen, Hupa, & Kurki-Suonio 2002, 139.)

Kuiva-aineet alkuaine-analyysi	% paino
C	39,0 %
H	3,8 %
O	33,0 %
Na	18,6 %
S	3,6 %
K, Cl, ym.	2,0 %

Taulukko 1. Mustalipeän kuiva-aineet (ANDRITZ)

Mustalipeästä poistetaan mahdollisimman paljon vettä haihduttamalla, jotta lipeä saa polton kannalta paremman koostumuksen. Haihduttamolta soodakattilalle tuotavaa mustalipeää kutsutaan vahvalipeäksi. Vahvalipeällä kuiva-ainepitoisuus on 65–80 %. Uusimmissa kattiloissa on siirrytty käyttämään 70–80 %:n kuiva-ainepitoisuutta, koska sen on todettu vähentävän ympäristön kannalta haitallisia rikkipäästöjä sekä parantavan kattilahiötysuhdetta. (Huhtinen ym. 2008, 72.)

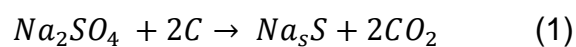
Vahvalipeä eli polttolipeä ruiskutetaan soodakattilan tulipesään lipeäruiskuilla kattilan seiniltä (kuva 2). Tulipesään syötettävä mustalipeä on esilämmitettynä noin 100–120 °C:n lämpötilassa. Ruiskun päässä oleva lusikkasuutin hajottaa ja levittää lipeäsuihkun leveässä kaareissa pisaroina kattilan pohjalle. (Huhtinen ym. 2008, 72.)



Kuva 2. Tulipesän alaosa (ANDRITZ)

Sopiva pisarakoko on tärkeä kriteeri polttoprosessin toiminnan kannalta. Pisan tulee olla riittävän suuri, jotta kiintoainepartikkeli laskeutuu kattilan pohjalle kekkoon eikä lähde savukaasuvirran mukaan. Pisara ei kuitenkaan saa olla liian suuri, sillä pisan sisältämän nesteen täytyy ehtiä haihtua tarpeeksi ennen kekoa, jottei se jäähtyä kekoa tarpeettomasti. (Gullichsen & Fogelholm 1999, 109.)

Kuvassa 2 näkyy tulipesän pohjalle muodostuva keko, joka koostuu hiilestä, polttolipeän kuiva-aineksesta ja epäorgaanisesta kemikaalisulasta. Keon roolina on luoda ympäristö palamisreaktiolle keon pinnalla sekä pelkistymisreaktioille keon sisällä. Orgaaniset yhdisteet reagoivat hapen kanssa ja palavat keon pintakerroksissa. Epäorgaaniset palamattomat kemikaalit puolestaan valuvat keon sisälle, jossa ne reagoivat hiilen kanssa pelkistymisreaktiona. Kaavassa 1 on natriumsulfaatin pelkistymisreaktio hiilen kanssa. (Adams ym. 1997, 163.)



Pelkistyneet materiaalit muodostavat korkeassa lämpötilassa keon pohjakerrokseen kemikaalisulan, joka koostuu pääasiassa natriumsulfidista (Na_2S , 23 %) ja

natriumkarbonaatista (Na_2CO_3 , 74 %). Loput 3 % sulasta on erilaisia natriumin yhdisteitä, kuten natriumsulfidia (NaSO_4) ja natriumhydroksidia (NaOH). Keon olosuhteita pelkistymisreaktiolle eli reduktiolle kuvataan reduktioasteella (kaava 2). (Huhtinen ym. 2008, 72.)

$$\text{Reduktioaste} = \text{Na}_2\text{S} / (\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot 100 \% \quad (2)$$

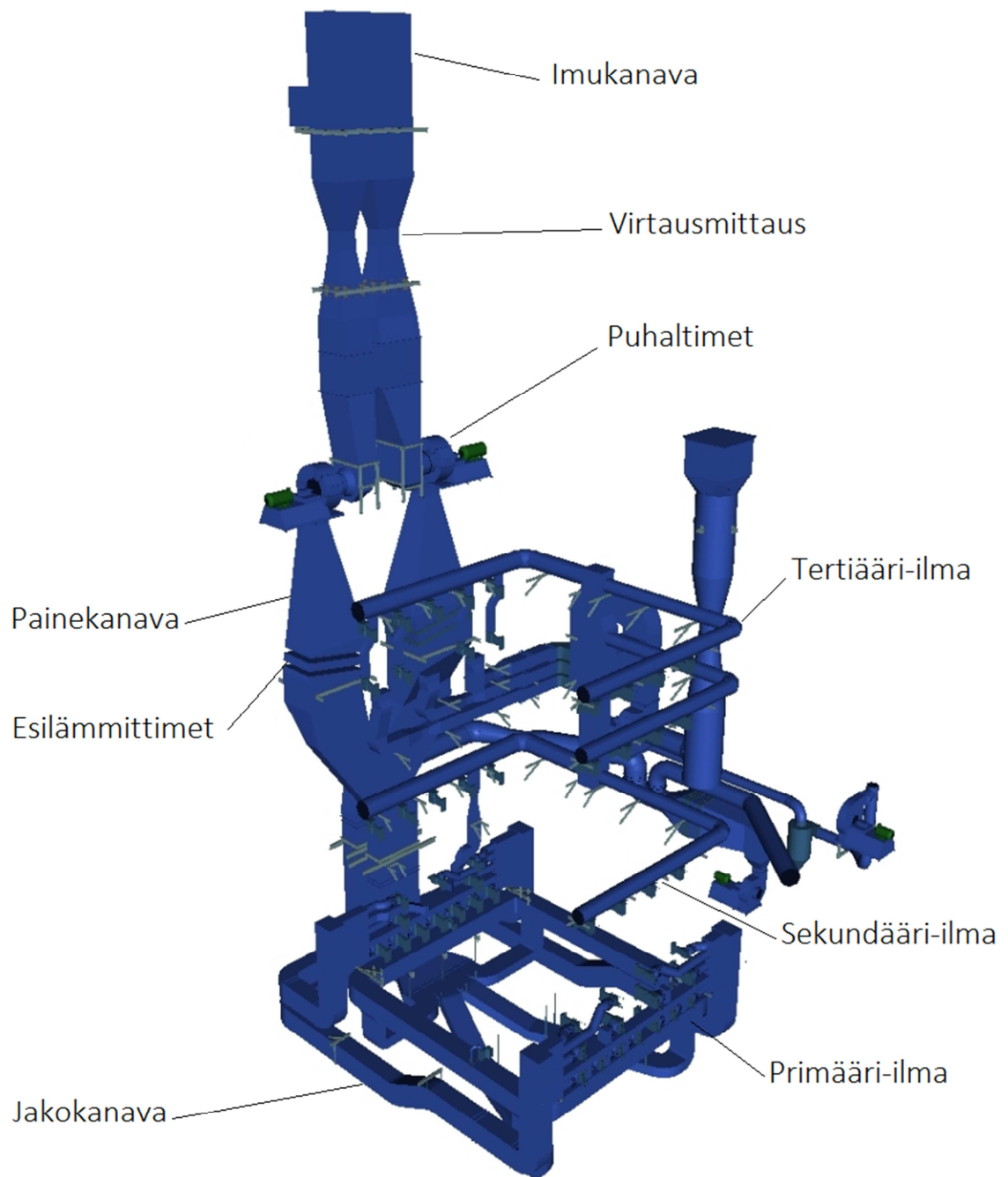
Hyvällä nykyaikaisella soodakattilalla päästään lähes sadan prosentin reduktioasteeseen (sulasta mitattuna 95–97 %). Hyvä reduktioaste vaatii keossa riittävästi hiilen määrää sekä riittävän korkeaa lämpötilaa. (Vakkilainen 2005, 9-12.)

Tulipesän pohjalta sula johdetaan sulakouruilla liuotussäiliöön, jossa sula liuotetaan laihaan valkolipeään. Liuennutta seosta, joka on väriltään vihertävää, aletaan kutsua viherliperiksi. Viherliperiä johdetaan kaustisointilaitokselle ja meesaunille valkoliperiä valmistukseen (kuva 1). (Huhtinen ym. 2008, 72.)

2.2 Palamisilma ja savukaasut

Mustaliperiä polttoprosessissa palavat orgaaniset yhdisteet reagoivat hapen kanssa, joten palamisen ylläpitämiseksi tulipesään on syötettävä palamisilmaa. Mitä korkeampi mustaliperiä orgaaninen osuus on, sitä enemmän ilmaa palaminen vaatii. (Vakkilainen 2005, 7-2.)

Soodakattilan ilmajärjestelmä koostuu laitetasolla imukanavista, virtausmittauksista, puhaltimista, painekananavista, jakokanavista, ilman esilämmittimistä sekä ilmarekistereistä (kuva 3). Ilmajärjestelmä jakautuu tyypillisesti useaan eri horisontaalitasoon. Eri tasoilla varmistetaan mahdollisimman täydellinen palaminen ja päästöjen minimoiminen. Ilmajärjestelmään oleellisena osana kuuluu myös ilmamääränmittauksia ja säätö- ja sulkulaitteita, joiden tehtävänä on huolehtia, että oikea määrä ilmaa saadaan johdettua eri järjestelmän osiin. (ANDRITZ; Vakkilainen 2005, 7-3.)



Kuva 3. Ilmajärjestelmä (ANDRITZ)

Primääri-ilma syötetään tulipesän alaosasta kaikilta neljältä seinältä noin metrin korkeudelta tarkoituksena säädellä keon muotoa ja keossa tapahtuvia reaktioita. Keon optimaalisen lämpötilan kannalta oikea primääri-ilmamäärä on tärkeä. Liian pienellä ilmamäärällä keon lämpötila jää alhaiseksi, mutta liiallisella ilmamäärällä natriumsulfaatin reduktio heikkenee. Esilämmitetyn primääri-ilman lämpötila ennen tulipesää on noin 150 °C, kokonaisuilmamäärästä osuus on noin

30 %. Ilmanvirtausta ohjataan puhaltimilla sekä ilma-rekistereissä sijaitsevilla sulkupelleillä. (ANDRITZ; Huhtinen 2008, 72; Raiko ym. 2002, 532.)

Sekundääri-ilma syötetään tulipesään lipeäruiskujen alapuolelta. Myös sekundääri-ilma esilämmitetään 150 °C:n lämpötilaan. Tehävänä sekundääritasolla on hallita keon vakaata palamista, polttaa keossa kaasuuntuneet materiaalit, ohjata tulipesän ilmavirtausta ja säädellä keon lämpötilaa. Sekundääri-ilma on kokonaisilmamäärästä 40–50 %, joten sillä on ilmatasoista suurin vaikutus palamisprosessiin. (ANDRITZ; Raiko ym. 2002, 532.)

Tertiääri-ilmalla toteutetaan palamisen jälkisäätö polttamalla loppuun savukaasujen mukana tulipesän yläosaan nousseet materiaalit. Tertiääritason ilmalla saadaan vähennettyä päästöjä sekä lentotuhkan aiheuttamaa lämpöpintojen likaantumista. (ANDRITZ.)

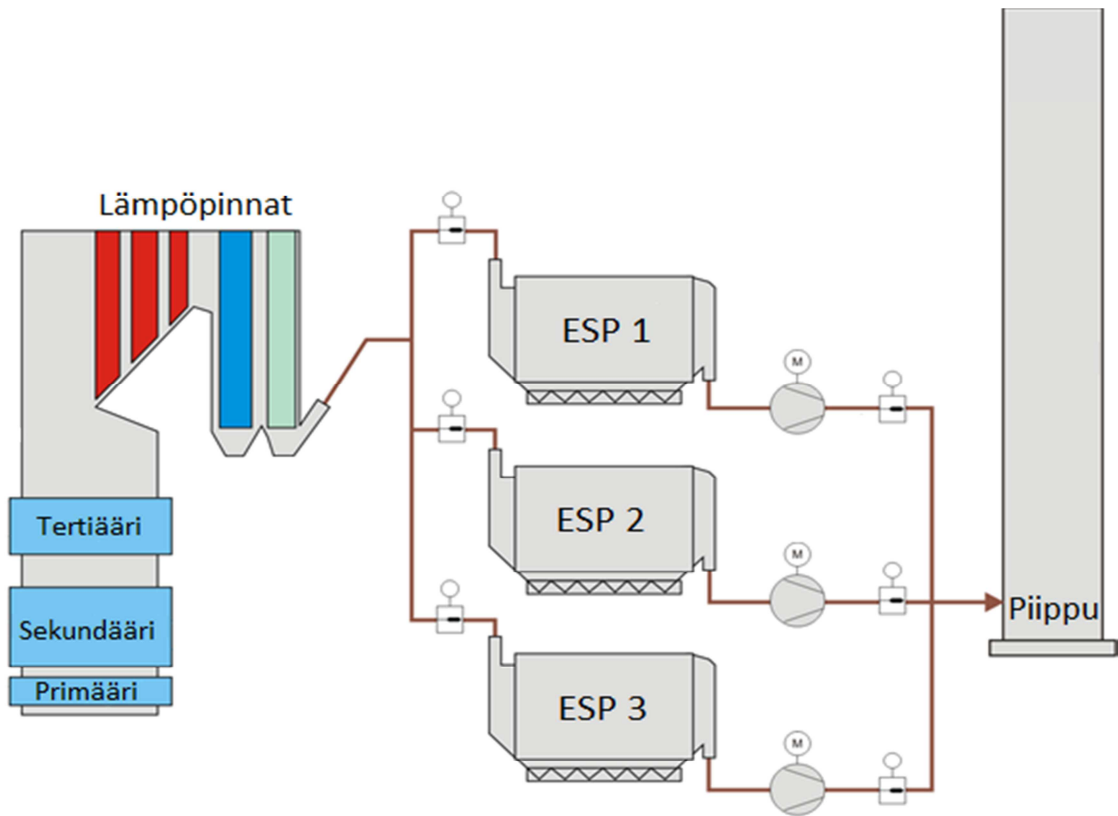
Palamisprosessissa syntyneet savukaasut siirretään savukaasujärjestelmällä tulipesästä ympäristöystävällisesti ulos ilmakehään (kuva 4). Savukaasujärjestelmään kuuluvat laitetasolla savukaasukanavat, sulkupellit, sähkösuotimet, puhaltimet sekä savupiippu. (ANDRITZ.)

Savukaasuvirtaus ohjataan tulipesän yläosasta ensin kulkemaan kattilan lämpöpintojen lävitse. Savukaasut jäähtyvät lämpöpinnoilla tulipesän yli 1000 °C:n lämpötilasta ekonomaisemmin jälkeiseen 180 °C:n lämpötilaan. (ANDRITZ.)

Lämpöpintojen jälkeen savukaasut ohjataan sähkösuotimille (Electrostatic Precipitators, kuva 4). Soodakattilan polttoprosessissa syntyvän runsaan hiukkaspölyn takia sähkösuotimet ovat osa jokaisen soodakattilan savukaasujärjestelmää. Sähkösuotimilla savukaasujen mukana kulkeutuva hiukkaspöly erotellaan savukaasuvirrasta. (ANDRITZ.)

Sähkösuotimien jälkeen olevilla savukaasupuhaltimilla hallitaan paitsi savukaasuvirtaa myös tulipesän vetoa. Tulipesä täytyy pitää alipaineessa, jotta savukaasut poistuvat lämpöpintojen ja kanaviston kautta eivätkä pääse kattilahuoneeseen tulipesän avonaisista aukoista. Näin työympäristö kattilarakennuksessa pysyy turvallisena. (ANDRITZ.)

Ilman jaon ja polttoprosessin onnistuminen ilmenee savukaasujen O₂- ja CO-pitoisuuksissa. Mitä pienemmällä happiylimäärällä CO-päästöt saadaan pysymään vähäisinä, sen paremmin voidaan katsoa polttoprosessin onnistuneen. (Raiko ym. 2002, 533.)



Kuva 4. Savukaasujärjestelmä (ANDRITZ)

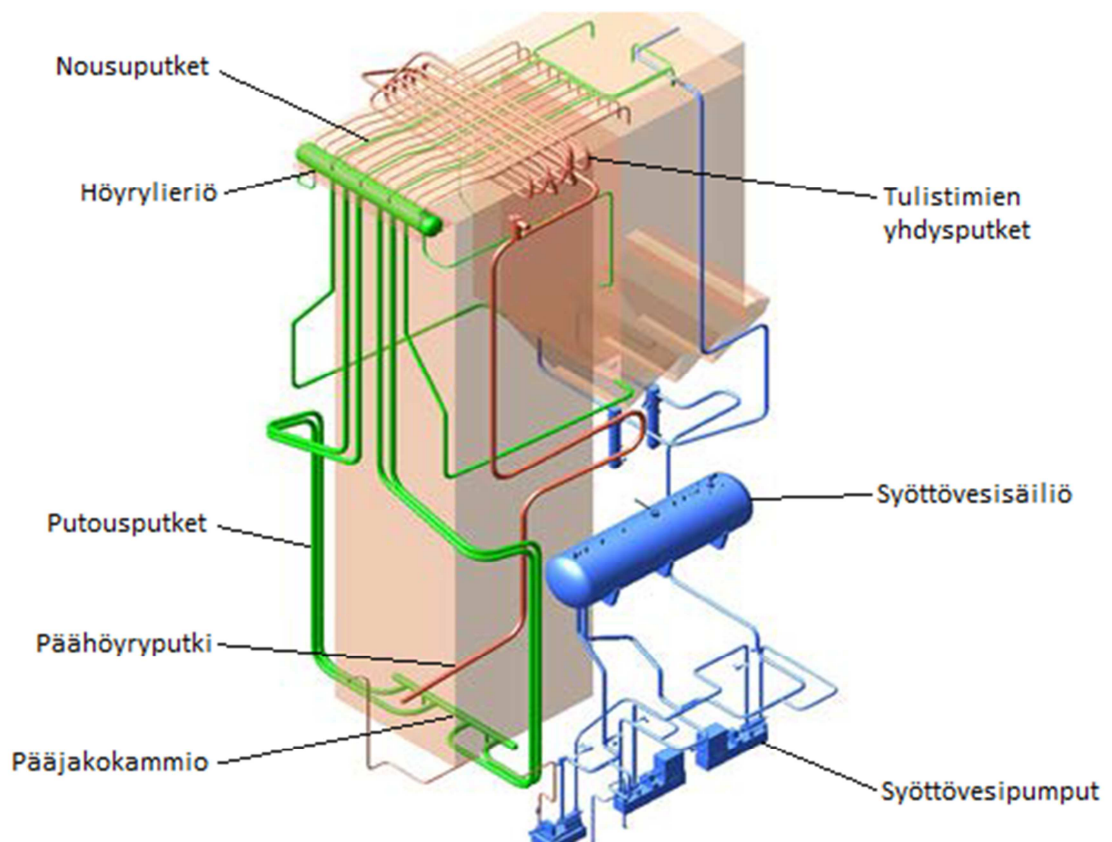
2.3 Vesi ja höyry

Mustalipeän polttamisessa vapautuva lämpöenergia otetaan talteen lämpöpintojen sisällä kulkevan veden ja höyryn välityksellä. Veden ja höyryn kulku soodakattilassa alkaa matalapaineisena syöttövesisäiliöstä ja päättyy tulistettuun korkeapainehöyryyn, joka johdetaan turbiinille päähöyryputkella (kuva 5). (ANDRITZ.)

Syöttövesijärjestelmässä vesi pumpataan syöttövesisäiliöstä ensimmäiselle lämpöpinnalle, tyypillisimmin ekonomaiseri 1:lle. Syöttövesipumppuina käytetään yleisimmin sähkökäyttöisiä keskipakoispumppuja. Useammalla pumpulla varmistetaan syöttövesijärjestelmän toimivuus pumpun vikatilanteesta huolimat-

ta (Vakkilainen 2005, 7-11). Ekonomaisereita nykyaikaisessa soodakattilassa on tyypillisesti kaksi kappaletta (kuva 6). Savukaasujen kulkusuunnassa ekonomaiselit ovat viimeiset lämpöpinnat, mutta veden kulkusuunnassa ensimmäiset. Veden ja savukaasujen virtausuunnat ovat siis vastakkaisuuntaiset, eli ekonomaiselit toimivat vastavirtalämmönsiirtiminä. Vesi lämpenee ekonomaisereilla lähes kiehumispisteeseen. Ekonomaiseri 2:lta vesi johdetaan seuraavaksi nousuputkia pitkin höyrylieriöön. (ANDRITZ.)

Höyrylieriö toimii kaikkien lämpöpintojen kokoojakammiona. Höyrylieriössä vesi erotetaan höyrystä painovoiman, pisaranerottimien ja syklonisuodattimien avulla. Höyrylieriöstä vesi jatkaa kulkuansa isoissa putousputkissa tulipesän pääjakokammioon sekä keittopinnalle. Vesi ja höyry kiertävät lieriön, keittopinnan ja tulipesän välillä luonnonkiertona, eli ilman pumppuja. Luonnonkierto tapahtuu veden lämpötilan aiheuttaman painoeron eli tiheyseron seurauksena. (ANDRITZ.)

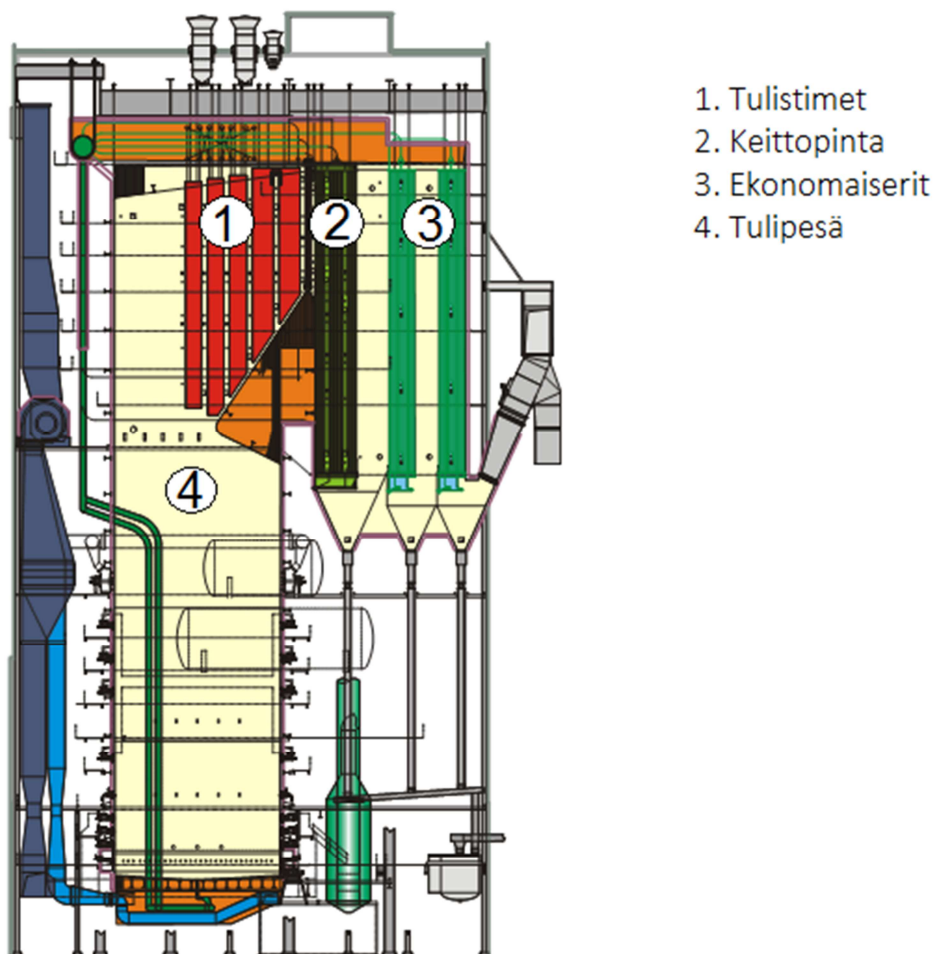


Kuva 5. Veden ja höyryn kulku (ANDRITZ)

Keittopinta on ekonomaisereiden tapaan vastavirtalämmönsiirrin. Erona ekonomaisereihin keittopinta on nimensä mukaisesti lämpöpinta, jossa vesi osittain kiehuu eli höyrystyy. Keittopinnan yläosasta nousuputket johtavat vesi-höyry-seoksen lieriöön, jossa edelleen höyry erottuu vedestä. (ANDRITZ.)

Tulipesän pääjakokammioista vesi jaetaan tulipesän pohjan putkiin sekä sivuseinien jakokammioihin. Etu- ja takaseinän putket jatkuvat pohjan putkista taitoksina ilman välikammioita. Tulipesän pintojen putkissa vesi höyrystyy osittain, jolloin vesi-höyry-seos nousee tulipesän seiniä ja kattoa pitkin kokoojakammioiden ja nousuputkien kautta takaisin höyrylieriöön. (ANDRITZ.)

Erikoisuutena muihin höyrykattiloihin nähden soodakattiloissa käytetään lämpöpintoina lisäksi hilaa tulistimien ja keittopinnan välissä sekä tulipesän verhoa tulistimien alapuolella nokan ja etuseinän välissä. Käytettäessä hilaa tai tulipesän verhoa ne kytketään osaksi kattilan luonnonkiertoa. (ANDRITZ.)



Kuva 6. Modernin soodakattilan pituusleikkaus (ANDRITZ)

Höyrylieriön yläosasta kylläinen höyry johdetaan pisaranerotuksen jälkeen tulistimille. Tulistus tarkoittaa höyryn lämpötilan nostamista nostamatta höyryn painetta eli lämpötilan nostamista yli kiehumispisteen. Soodakattilan tulistimille johdettava kylläinen höyry on noin 100 bar:n paineessa ja 300 °C:n lämpötilassa. Tulistimilla höyryn lämpötila nostetaan jopa 515 °C:n asti käyttötarpeesta riippuen. Tulistimet yhdistetään toisiinsa yhdysputkilla, joilla höyry johdetaan suoraan tulistimelta toiselle. Viimeiseltä tulistimelta höyry johdetaan päänhöyryputkella turbiinille. (ANDRITZ.)

Turbiinilla tulistetun höyryn liike-energia käytetään sähkön tuottamiseen. Mitä kuumempaa höyry johdetaan turbiinille, sitä enemmän höyrystä saadaan liike-energiaa. Materiaalitekniikan rajoitteiden vuoksi 550 °C on kuitenkin höyryn maksimilämpötila soodakattiloissa. Turbiinin jälkeen matalampaan paineeseen paisunut höyry hyödynnetään vielä sellutehtaan eri käyttökohteissa, kuten esimerkiksi soodakattilan omien prosessien tehostamisessa, kuten polttoilman ja syöttöveden esilämmityksessä. (ANDRITZ.)

3 WBS

Tässä luvussa perehdytään WBS-menetelmään eli projektiositukseen (Work Breakdown Structure). Lisäksi selvitetään yleisimmät WBS-menetelmän sovellyskohteet projektinhallinnassa. WBS-menetelmä on tärkeä ja käytetty työkalu myös ANDRITZin projektityössä eri osa-alueilla.

WBS on projektinhallinnassa käytettävä menetelmä, jossa projekti jaetaan pienempiin itsenäisesti hallittaviin osakokonaisuuksiin. Osakokonaisuuksien on tarkoitus sisältää konkreettisesti rajattuja sekä mitattavia työpaketteja. Työpaketit ovat WBS-rakenteen pienimpiä elementtejä, ja ne sisältävät yksityiskohtaiset työtehtävät. WBS-rakenteen elementit identifioidaan hierarkkisen rakenteen mukaisesti WBS-numeroin. Monet projektinhallintaohjelmat tukevat WBS-rakennetta, joten rakennetta ja numerointia voidaan käyttää projektin suunnittelun, aikataulujen, budjettien ja raporttien runkona. Projektiosituksen laatiminen on työlästä, mutta kerran tehtynä se palvelee hyvänä pohjana myös tulevaisissa projekteissa. (Pelin 2008, 94, 99 & 102.)

WBS-rakenteen tavoite on tehostaa projektin liiketoimintaa systemaattisuuden kautta. Jotta WBS-rakenne toteuttaisi tavoitettaan parhaalla mahdollisella tavalla, vaatii se säännöllistä ja aktiivista seurantaa, ylläpitoa ja kehitystyötä asiakas-tarve sekä sisäinen tarve huomioon ottaen.

WBS-menetelmän mukaisesti projekti jakautuu ensin vaiheisiin, jotka kuvaavat projektia ajallisesti rajattuina peräkkäisinä vaiheina, kuten esitutkimus, suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto. Lisäksi projektin jokainen vaihe jakautuu rinnakkaisiin osakokonaisuuksiin, jotka voidaan osittaa itsenäisesti eri tavoin. (Pelin 2008, 94.)

3.1 Ositustavat

Järjestelmittain ositettu tapa kuvata projektia jakaa projektin systeemeittain. Systeemi on toiminnallisesti itsenäinen järjestelmä-, laitteisto- tai prosessikokonaisuus. (Pelin 2008, 95.)

Rakenteellinen ositus kuvaa projektin fyysistä rakennetta osaluettelomaisesti. Rakenteellinen ositus jakaa projektin pääkoonpanoihin, alikoonpanoihin ja komponentteihin. Rakenteellinen ositus toimii aina perustana projektin osittamisessa. (Pelin 2008, 95.)

Työlajien mukaan ositettuna projekti jaetaan toimenkuviin työn eri vastuualueista. Projektin työlajeja voivat olla esimerkiksi projektihallinto, sähkösuunnittelu, rakennustyöt, asennustyöt ja tarkastukset. (Pelin 2008, 95.)

3.2 Organisaatio

Projektiositus muistuttaa rakenteellisesti paljon organisaatioiden kuvaamisessa käytettävää organisaatiokaaviota (Organizational Breakdown Structure, OBS). Organisaatiokaaviolla kuvataan yksittäisen organisaation toimintaa jakamalla organisaatio hierarkkisesti eri toimielimiin ja vastuualueisiin.

WBS-rakennetta ja OBS-kaaviota yhteensovittamalla voidaan luoda projektille tehtävävastuukaavio, jossa jokaiselle projektin työpaketille kohdistetaan yksise-

litteisesti vastuuorganisaatio tai vastuuhenkilö. Tätä voidaan kutsua myös projektin työnjaoksi. (Pelin 2008, 104.)

3.3 Aikataulu

WBS-rakenne antaa hyvän rungon projektin aikataulun laatimiselle. Projektiosituksella projektin aikataulu saadaan hierarkkiseksi aikataulujärjestelmäksi, joka koostuu pienemmistä osa-aikatauluista. (Pelin 2008, 100.)

Aikataulusuunnittelun tärkeä kulmakivi on tehtävien työmääräarviot. Kun projektityö saadaan ositettua WBS-rakenteen kautta konkreettisiksi työpaketeiksi, myös aikataulun laadinta tarkentuu. Kun työpaketteihin kohdistetaan käytettävät resurssit, saadaan yksittäisen työpaketin aikataululle arvio jakamalla työmäärä resurssimäärällä (kaava 3).

$$\text{työpaketinkesto} = \text{työmäärä} / \text{resurssimäärä} \quad (3)$$

Kokonaisaikataulu rakentuu lopulta yhdistämällä projektin työpaketit osaprojekteiksi, osaprojektit vaiheiksi ja vaiheet koko projektin aikajanaksi. (Pelin 2008, 116.)

3.4 Kustannusohjaus

Projekteja, joilla on asiakas ja kiinteä sopimushinta kutsutaan toimitusprojekteiksi. Toimitusprojekteissa onnistunut kustannusarviointi ja -ohjaus ovat projektin toteuttavalle yritykselle elintärkeitä. (Pelin 2008, 165.)

Projektiositus toimii perusrunkona projektin systemaattiselle kustannusohjaukselle. Kustannusohjauksen kustannuskohteina käytetään WBS-rakenteen mukaisia valmiiksi identifioituja työpaketteja. Työpakettien WBS-numeroilla saadaan kustannukset identifioitua ja sidottua eriteltyihin työtehtäviin. WBS-numeroiden avulla kustannusyhteenvetoja saadaan summattua ja lajiteltua projektin eri osa-kokonaisuuksista. (Pelin 2008, 102.)

3.5 Dokumenttien hallinta

Perinteinen tapa hallita projektidokumentteja on ollut sijaintiperusteinen kansiorakenne. Projektista on luotu sähköinen projektikansio, joka on koostunut alikansioden muodostamista kansiopoluista. Yksittäiset dokumentit on tallennettu sopivasti nimettyyn alikansioon. (Lindén 2015, 35.)

Tietomäärien kasvaessa yksittäisen dokumentin etsiminen projektikansiosta monimutkaistuu. Kansioden ja dokumenttien nimet ovat usein jonkun toisen keksimiä, eivätkä ne ole yhteisesti sovittuja, loogisia tai ymmärrettäviä. Kansiopohjaisessa dokumentinhallinnassa törmätään yleisesti ongelmiin johtuen sijaintipohjaisen tiedon tallentamisesta, sijaintipohjaisista käyttöoikeuksista ja käyttäjien eroavista näkemyksistä tiedon tallennuspaikan suhteen. (Lindén 2015, 35.)

WBS-rakenteen mukaisesti projektikansioita on mahdollista harmonisoida, jolloin alikansioille ja dokumenttien nimikkeille on yhteisesti sovittu logiikka. Tällöin WBS-rakenne toimii yleisenä pohjana projektikansioden rakenteelle sekä käänteisesti karttana yksittäisen dokumentin etsinnässä.

Kansiorakenteen riittämättömyyden vuoksi on kehitetty nykyaikaisia dokumenttien hallintaohjelmistoja. Ohjelmistot tuovat apua etenkin dokumenttien versioiden hallintaan sekä nopeuttavat dokumenttien jäljitettävyyttä. (Pelin 2008, 327.)

Dokumenttien hallintaohjelmisto toimii yhteisenä tietokantana, joka kopioi kerran tallennetun dokumentin organisaation kaikkien toimipisteiden palvelimille. Näin samojen dokumenttien lukeminen ja päivittäminen on sujuvaa myös etätöitä tehdessä. (Pelin 2008, 328.)

Dokumenttien etsiminen on pyritty tekemään näissä ohjelmistoissa mahdollisimman jouhevaksi tehokkaiden hakutoimintojen kautta. Haku toteutetaan erilaisilla kriteereillä kuten esimerkiksi otsake, päivämäärä, laatija, aihe, avainsanat tai vapaa tekstihaku (Pelin 2008, 328). Näin dokumentti on mahdollista löytää myös ilman tarkkaa tietoa hakemistopolusta tai dokumentin tallennusnimestä projektikansiossa. WBS-identifiointi on yksi tunniste dokumentille, jolloin se toimii myös yhtenä hallintaohjelmiston hakukriteerinä.

4 Tuoterakenne

Tässä luvussa esitetään peruselementit, joista tuoterakenteen runko muodostuu. Lisäksi selvitetään, mihin tuoterakennetta käytetään tuotetiedonhallinnassa ja millä eri keinoin tuotetietoa pyritään hallitsemaan.

Tuoterakenne on malli, jolla kuvataan yksityiskohtaisesti tietyn tuotteen tai tuotetyypin tuotekokonaisuus ja sen osa-alueet. Tuoterakennetta kuvatessa käytetään yleensä oliopohjaisia kuvaustapoja. Oliolla tarkoitetaan tietyn tuotteen osaa tai komponenttia, osajärjestelmää tai kokoonpanoa kuvaavaa tietoalkiota. Tuoterakenne eri tasoinen muotoutuu näiden olioiden keskinäisistä hierarkioista ja riippuvuussuhteista eli relaatioista. Tuotemallia aletaan kutsua tuoterakenteeksi, kun malli saa konkreettisen sisällön. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27 & 51.)

4.1 Geneerinen tuoterakenne

Jos tarkastellaan samankaltaisten tuotteiden yhteneväisiä ominaisuuksia ja muodostetaan yleispätevä tiedon jäsentelymalli, puhutaan geneerisestä tuoterakenteesta. Tällöin tuoterakenteella ei viitata tiettyyn tuoteyksilöön vaan yleiseen tuotekäsitteeseen. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.)

Geneeristä tuoterakennetta käytetään kuvatessa tuotekonseptia tai tuotekokonaisuutta, jolla on useita mahdollisia variaatioita. Tuotevariaatioiden suuresta määrästä johtuen ei ole välttämättä hyödyllistä tehdä kaikista mahdollisista variaatioista omaa tuoterakennetta. Lukuisien yksittäisten rakenteiden ylläpito muodostuisi helposti liian työlääksi, mikä vähentäisi tuoterakenteen tuomaa hyötyä käytännön työssä. Tuotekäsitteenä voidaan tällöin käyttää geneeristä perusrakennetta, ja vasta asiakasprosessin aikana räätälöidä yksilöllinen tuotekokonaisuus. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.)

4.2 Nimikkeistö

Nimike on systemaattinen ja standardi tapa nimetä, yksilöidä ja identifioida fyysinen tuote, tuotteen osa tai komponentti (Sääksvuori & Immonen, 19). Nimik-

keellä tulee olla yksikäsitteinen ja tyypillisesti suhteellisen lyhyt määrämuotoinen tunniste (Peltonen, Martio & Sulonen 2002, 16).

Tuotetiedonhallinnan kannalta nimikkeistön tulee olla yhtenäinen ja yrityksen oman tai jonkin laajemman standardin mukainen. Nimikkeiden sopiva ryhmittely eri luokkiin ja alaluokkiin tarkoituksenmukaisella karkeustasolla helpottaa nimikkeistön hallintaa ja yksittäisten nimikkeiden etsimistä. (Sääksvuori & Immonen, 19.)

Nimikkeet toimivat tuoterakenteen käsitteellisinä olioina (Peltonen ym. 2002, 14). Nimikkeen tunnisteiden kannalta on pohdittava yksittäisen olion käyttökohdetta tuotekokonaisuudessa. Nimikkeen luokittelukriteerillä voidaan vaikuttaa nimikkeen käytettävyyteen eri käyttökohteissa (taulukko 2).

Luokittelukriteeri	Nimikkeen tunniste	Käyttökohde
Muoto ja materiaali	Pyöreä tanko	Ostettavat perusmateriaalit
Perustoiminto	Akseli	Alihankittavat osat
Käyttö	Pesukoneen rummun akseli	Itse valmistettavat osat

Taulukko 2. Nimikkeen luokittelukriteeri

4.3 Metatieto

Metatieto on tietoalkioon liitettävää kuvailevaa tietoa eli tietoa tiedosta (Lehtinen, Salminen & Nurmeksela 2005, 4). Paljon tietoa sisältävät tiedonhallintajärjestelmät hyödyntävät tietoalkioiden metatietoa tiedon jäsentelyssä ja hakemisessa (Lindén 2015, 56).

Nimikkeet ovat tuoterakenteen tietoalkioita, joten myös niihin on hyvä sisällyttää metatietoa paremman käytettävyyden kannalta (kohta 4.2). Tätä kautta yksittäinen nimike kertoo irrallaankin käyttäjälleen huomattavasti enemmän.

Nimikettä kuvaavat määreet eli attribuutit ovat yhdenlaista metatietoa (Peltonen ym. 2002, 20). Nimikkeen attribuutteja voivat olla esimerkiksi mittatiedot, paino, teho, materiaali tai numerotunniste. Näin ollen myös WBS-numero toimii nimikkeen yhtenä metatietona. Attribuuttien lisäksi metatietoa ovat nimikkeiden väli-

set suhteet. Suhteiden kautta käy ilmi tietyn nimikkeen sisältämät alanimikkeet eli nimikkeen rakenne (Sääksvuori & Immonen 2002, 19).

4.4 Tietosuhteet

Käsitetason tuoterakenne, tuotetietomalli, kuvaa tuotteen tiedot ja tietojen välisiä suhteita (Sääksvuori & Immonen 2002, 27). Tuoterakenteen tuotekokonaisuus muodostuu jopa tuhansista yksittäisistä tietoalkioista, joten ilman tietosuhteita olisi vaikea ymmärtää yksittäisen irrallisen tiedon vaikutusta suurempaan kokonaisuuteen.

Tietosuhteiden avulla voidaan luoda suhdeverkosto, joka helpottaa tiedon järjestämistä ja löytyvyyttä. Tietosuhteet toimivat hakusanoina ja avaimina tiedon löytymiseen (Lindén 2015, 54). Toisin sanoen tieto on helpompi löytää, kun tietää, mitä tiedon ympärillä on, ja siten ymmärtää myös paremmin mihin kokonaisuuteen tieto kuuluu.

Tuoterakenne koostuu siis olioista sekä olioiden välisistä hierarkioista. Käsitetäsoilla nämä oliot eli tietoalkiot kuvataan nimikkeillä. Tietosuhteilla tuoterakenteessa tarkoitetaan olioiden välisiä hierarkiatasoja sekä relaatioita.

4.5 Hierarkiatasot ja relaatiot

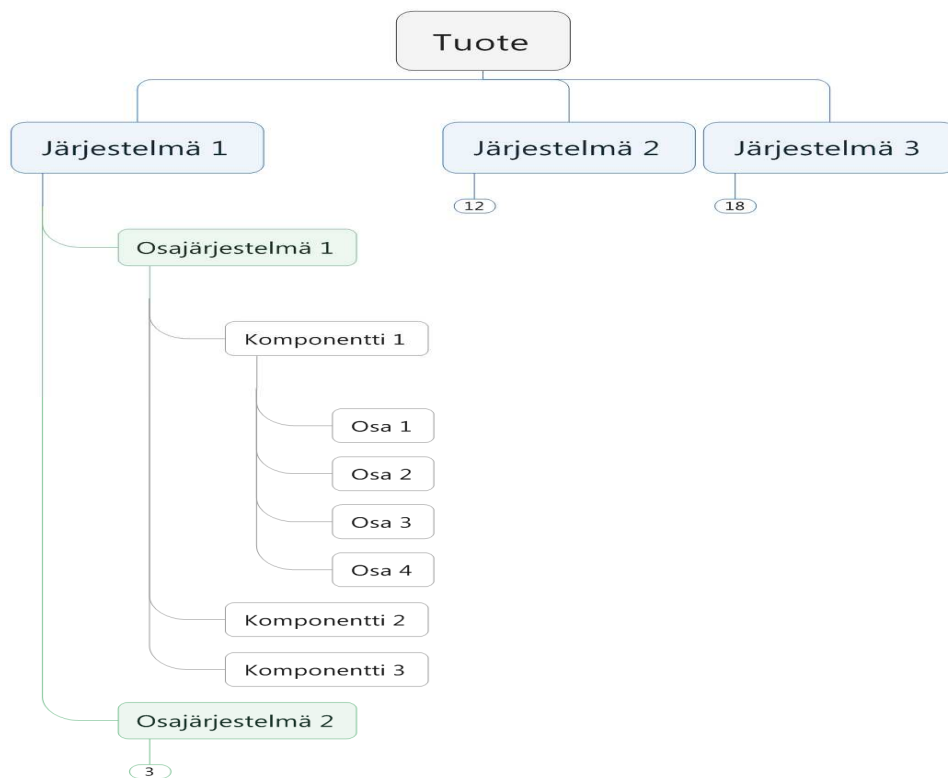
Tuoterakenteen sisäinen hierarkia esitetään jakamalla oliot eri hierarkiatasojille. Tuoterakenteen käytettävyyden kannalta rakenteen logiikan on hyvä perustua olemassa olevaan standardiin (Peltonen ym. 2002, 14). Neutraaliin ja ohjelmistosta riippumattomaan tuotetiedonsiirtoon kehitetty standardi ISO 10303, toisin sanoen STEP (Standard for the Exchange of Product), tarjoaa geneerisen eli yleisen mallin tuotetiedon esittämiseksi. Näin ollen STEP soveltuu myös tuotemallien ja tuoterakenteiden määrittelylle. (Sääksvuori & Immonen 2002, 51.)

STEP pitää sisällään joukon erillisiä ISO-standardeja, jotka määrittelevät erilaisia tuotetiedon esitystapoja eri teollisuudenaloille. Laivanrakennus on yksi teollisuudenala, jossa STEP:ä on hyödynnetty ja sovellettu omaksi sovellusprotokollaksi. (Peltonen ym. 2002, 14 & 127.)

Laiva rakennetaan käytännössä aina omana uniikkina yksilönä asiakkaan ja olosuhteiden vaatimusten mukaisesti. Laivanrakennuksessa käytetty STEP-protokolla jakaa geneerisen tuotemallin viiteen abstraktitasoon: 1) tuotetaso, 2) järjestelmätaso, 3) osajärjestelmätaso, 4) komponenttitaso ja 5) osataso (kuva 7). Erilaiset voimalaitokset ja prosessilaitokset ovat vastaavanlaisesti asiakaslähtöisesti projekteina valmistettavia tuotteita. (Sääksvuori & Immonen 2002, 51–52.)

Tuoterakenteen olioiden välisillä relaatioilla tarkoitetaan olioiden suhteita toisiin olioihin. Olioiden välillä on relaatio esimerkiksi silloin, kun laivan hyttialueella on hytti, jossa on ovi. Kyseisessä tapauksessa kolmen eri tason oliolla, hyttialueella, hytillä ja hytin ovella, on suora suhde toisiinsa. (Sääksvuori & Immonen 2002, 52.)

Olioiden väliset relaatiot saadaan esiin tuoterakenteessa liittämällä oliot toisiinsa edellä mainitun kaltaisilla suhdekettjuilla eri abstraktitasojen välillä. Suhdekettjuista muodostuu tuoterakenteessa puurakenne, jolla saadaan kuvattua hierarkiatasot ja relaatiot samassa rakenteessa (kuva 7).



Kuva 7. Puurakenne

4.6 Näkökulma

Samasta tuotteesta on mahdollista luoda useampia toisiaan täydentäviä tuotemalleja. Erilaisilla malleilla pyritään lähestymään samaa tuotetta eri näkökulmista. Tuotemallin näkökulma voidaan luokitella esimerkiksi teknologia- tai prosessiperusteisesti. (Peltonen ym. 2002, 59.)

Yrityksen tai projektin eri osastot lähestyvät samaa tuotetta eri lähtökohdista ja erilaisin tavoittein, joten myös näkökulma tuotteeseen on hyvin erilainen. Tuotemallin eri näkökulmilla saadaan mallinnettua eri osastojen kannalta oleelliset alueet tuotekokonaisuudesta omiksi näkymikseen.

Yleensä useampien tuotemallien joukossa on yksi master-rakenne, joka sisältää yksityiskohtaisesti kaikki tuotteen komponentit. Yhtenä tärkeimmistä tuotemalleista voidaan siis pitää tuoterakennetta, joka jakaa tuotteen fyysisiin kokoonpanoihin, alikokoonpanoihin ja osiin. Kaikissa malleissa ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista mennä osatasolle asti, vaan kuvaus voidaan tehdä karkealla tasolla, esimerkiksi tuotteen toimintorakennetta kuvatessa. Tarkkaa tuoterakennetta voidaan tällöin käyttää pohjana, josta suodatetaan toimintorakenteeseen halutut komponentit. (Peltonen ym. 2002, 60 & 66.)

Kaikkien eri näkökulmien integrointi samaan tuoterakenteeseen on haastavaa ja voi käytännössä heikentää tuotemallin tavoitetta selkeästä kokonaiskuvasta. Eri näkökulmiin perustuvien mallien on kuitenkin hyvä sijaita samassa tietojärjestelmässä (Peltonen ym. 2002, 60).

4.7 PDM-järjestelmä

Tuotetiedonhallinnalla (Product Data Management) tarkoitetaan toiminnallista kokonaisuutta, jolla pyritään hallitsemaan tuotteeseen liittyvän tiedon luomista, käsittelyä, jakelua ja tallentamista. Nykyisin tuotetiedonhallinta toteutetaan yhä enemmän siihen suunniteltujen tietojärjestelmien voimin. (Sääksvuori & Immonen 2002, 18.)

Ideaalitilanteessa PDM-järjestelmä yhdistää, integroi ja hallitsee koko yrityksen liiketoimintaprosesseja valmistettavien tuotteiden sekä tuotetietojen kautta.

PDM-järjestelmän tavoitteena on toimia yhteisenä tietokantana niin projektien hallinnassa, suunnittelussa, myynnissä, tuotannossa, ostossa, jälkimarkkinoilla kuin alihankinnassakin. Systemaattinen nimikkeistö sekä tuoterakenne toimivat PDM-järjestelmän runkona, joihin suuri osa järjestelmän perustoiminnoista perustuu. Tietojärjestelmänä PDM toimii laajana kokonaisuutena eri toimintoja ja ominaisuuksia, joista tyypillisiä ovat

- nimikkeiden hallinta
- tuoterakenteen hallinta ja ylläpito
- käyttöoikeuksien hallinta
- dokumenttien ja nimikkeiden tilan, statuksen, ylläpito
- tiedonhaku
- muutostenhallinta
- konfiguraation hallinta
- viestien hallinta
- dokumenttien hallinta
- tiedon katoamisen esto
- varmuuskopioiden hallinta
- lokikirjanpito
- tietoholvi. (Sääksvuori & Immonen 2002, 20–23.)

Vaikka PDM-järjestelmä antaa monia työkaluja tuotetiedonhallintaan, ei se kuitenkaan pelkkänä uutena järjestelmähankintana suoraan ratkaise kaikkia tuotetiedonhallinnan haasteita. Järjestelmä on aina yritysکوhtainen ja ennen sen käyttöönottoa on yrityksessä hyvä selvittää, mihin järjestelmää halutaan käyttää ja mitä sen avulla halutaan toteuttaa. (Sääksvuori & Immonen 2002, 28.)

5 WBS-rakenne ja sen haasteet

Tässä luvussa analysoidaan työn lähtötilannetta asetettujen tavoitteiden suhteen. Kvalitatiivinen analyysi sisältää katsauksen ANDRITZin nykyisen WBS-rakenteen ulottuvuudesta tuotekokonaisuudessa soodakattilalaitteiston suhteen sekä nimikkeistön käytöstä WBS-rakenteessa ja muissa projektidokumenteissa.

Luvussa nostetaan lisäksi esiin käytännön työssä esiintyneitä haasteita, joissa WBS-rakenteen päivitystarpeet ovat ilmenneet. Analyysin kokemukset pohjautuvat tuotepuun projektialavereissa esiinnousseisiin huomioihin.

Työn pohjamateriaaleina toimivat soodakattilan laitteiston kattava WBS-rakenne sekä aiempien projektien dokumentaatiot, kuten valmistus- ja kokoonpanopiirustukset (liite 1), osaluettelot (liite 2) sekä suunnitteluohjeet eli manuaalit. Projektidokumentit ovat ANDRITZilla pääsääntöisesti englanninkielistä, joten myös tässä työssä käsittelen yksittäisiä nimikkeitä alkuperäisessä muodossa englanninkielisinä.

5.1 Käytössä oleva WBS-rakenne

ANDRITZin nykyinen WBS-rakenne on toiminut pitkään soodakattilan laitteiston työjakolistana. WBS-rakenteen mukaista identifiointia ja jakoa on käytetty lisäksi projektien dokumentoinnissa esimerkiksi tiedostokansioissa, hinnoittelussa, aikatauluissa sekä monissa muissa toiminnoissa.

WBS-rakenteessa on soodakattilan osalta fyysinen tuotekokonaisuus ositettu pääosin järjestelmittäin laitteistokokonaisuuksina, mutta toisaalta rakenne sisältää myös laiteryhmiä, joihin on kerätty samanlaiset laitteet järjestelmätasosta riippumatta. Näin muodostetun WBS-rakenteen perusrunkona ja ylätasona toimii järjestelmätason eli Equipment-tason WBS-jako. Equipment-tason alle toiseksi tasoksi on muodostettu Component-tason WBS-jako, jossa Equipment-tason elementit on ositettu edelleen pienemmiksi järjestelmä- ja komponenttikokonaisuuksiksi. Sekä Equipment- että Component-tason WBS-elementeille on annettu identifiointitunnisteeksi omat WBS-numerot.

Nykyinen WBS-rakenne on osoittautunut jossain määrin puutteelliseksi, osittain historian mutta osittain myös päivittämisen puutteen vuoksi. Lisäksi erinäisten organisaatiomuutosten seurauksena WBS-rakenteen omistajuus ja siten vastuu päivityksestä on jäänyt epäselväksi. WBS-rakenne ei myöskään noudattele yksiselitteistä linjaa järjestelmäjaossa ja antaa siten helposti aiheen spekulatioille ja muutostarpeille.

5.2 Käytössä oleva nimikkeistö

Suurimpien laitteistojen nimikkeet ovat pitkälti vakioituneet olemassa olevien Equipment- ja Component-tason WBS-nimikkeiden kautta. Nämä perusnimikkeet ovat olleet käytössä jo ennen WBS-systeemin käyttöönottoa, ja siten niillä on luonnollisesti pitkä historia kattilalaitosten toimitusten alkuaajoista lähtien. Päänimikkeistö on kuitenkin laajentunut ajan myötä, sillä kattilalaitosten toimituslaajuus on vuosien saatossa muuttunut ja kasvanut. Lisäksi uusia laitteita suunnitellaan jatkuvasti tehostamaan ja automatisoimaan prosessien toimintoja.

Osatasolle WBS-rakennetta ei ole aiemmin viety, eikä osatason nimikkeistöllä ole näin ollen omaa erillistä master-listaansa. Osatason nimikkeistö on perustunut edellisten projektien valmistus- ja kokoonpanopiirustuksien osaluetteloihin sekä ostettavien laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeisiin.

Itse suunniteltavien laitteiden valmistus- ja kokoonpanopiirustuksien osaluetteiloissa nimikkeet ovat perustuneet kappaleen aihioon eli raakakappaleen muotoon, kuten esimerkiksi levy, putki, tanko, palkki, lattarauta. Ostettavien laitteiden nimikkeistö on taas perustunut niin laitetasolla kuin osatasolla alihankintayritysten omaan nimikkeistöön.

Eri osastoilla, kuten myynnillä, tuotesuunnittelulla, prosessisuunnittelulla ja kunnossapidolla, on käytössään WBS-rakenteeseen perustuvat laitelistaukset ja kaaviot, jotka toimivat pohjana projektidokumentaatioille nimikkeiden osalta. Myyntiosaston käsitellessä tuotetta myyntikokonaisuuksina ja tätä kautta WBS-rakenteen laitekokonaisuuksien nimikkeillä on myynnin käyttämät nimikkeet hyvin pitkälti linjassa WBS-rakenteen ylätason elementtien kanssa. Tuotesuunnittelu, prosessisuunnittelu ja kunnossapito taas käsittelevät laitteita yksityiskohteisemmin, joten käytettävä nimikkeistö kattaa myös osatason.

5.3 Haasteet WBS-rakenteen käytössä

Kuten aiemmin tässä luvussa on kuvattu, ANDRITZin soodakattilatuoteryhmän WBS-rakenne koostuu virallisesti lähinnä kahdesta päätasosta. Rakenteen alatasoja ei ole systemaattisesti kuvattu, ja siitä syystä WBS-rakenteen käyttöön liittyy useita haasteita.

WBS-rakenteen puutteellisuus on ilmennyt eniten listauksen sisällön epätarkkuudessa. Vaikka Equipment-taso ja Component-taso onkin määritelty, on käytössä vielä runsaasti komponentteja ja nimikkeitä, jotka eivät ole tähän asti näkyneet WBS-rakenteessa tiettyyn laitekokonaisuuteen kuuluvina. Käytännössä tämä näkyy esimerkiksi siten, että epäselvissä tilanteissa sekä laitedokumentaatio että kustannukset ovat saattaneet ajautua väärän WBS:n alle.

Etenkin itselle vieraan aihepiirin laitteistoissa on työntekijän monesti tukeuduttava asiantuntevamman työkaverin konsultoimiseen WBS-rakenteen sisällöstä. Aktiivinen yhteistyö kuuluu tehokkaaseen työntekoon, mutta ilman selkeää kuvaa asiantuntevasta henkilöstä tietyille aihepiirille voi yhden kysymyksen takia kulua tarpeettomasti aikaa oikean henkilön etsimiseen. Lisäksi ei ole täyttä varmuutta vastauksena saadun nimikkeen oikeellisuudesta, vaikka esitetyn kysymyksen vastaaja olisi kokeneempikin organisaation jäsen.

Koska alatason nimikkeitä ei ole vakioitu, esiintyy dokumenttien nimikkeistössä myös käyttäjäkohtaisia variaatioita eri dokumenteissa. Tästä syystä erityisesti alikokoonpano- ja osatasolla esiintyy useampia samaa tarkoittavia nimikkeitä, kuten esimerkiksi ilmakeinavien (kohta 2.2) sulkupeltejä kuvatessa Shut-down, Shut-off tai On-Off damper.

Tietojärjestelmissä, kuten dokumenttien hallintaohjelmistossa (kohta 3.5), eroavaisuuksia aiheuttaa vakioituneidenkin nimikkeiden osalta käyttäjäkohtaisesti vaihteleva kirjoitusasu, joten esimerkiksi samalle laitteelle voi löytyä useampia dokumenttikansiota samasta projektista. Tämä taas aiheuttaa yksittäistä laitetta koskevien dokumenttien jakautumisen useampaan kansioon. Variaatiot nimikkeistössä sekä tiedon tallentamisen käytännöissä hidastavat huomattavasti myöhempää tiedonhakuja.

Yksittäisen projektin sisällä nimikkeistö saattaa varioitua vielä asiakasprosessin aikana, kun yleinen tuotekokonaisuus räätälöidään yksittäisen asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Kun edellisten projektien dokumentteja käytetään pohjana uusissa projekteissa, on riskinä tällaisten asiakaskohtaisten nimikevariaatioiden tarkoitukseton periytyminen myös yleiseen tuotekäsittelyyn (kohta 4.1) ja tätä kautta myös seuraaviin projekteihin.

WBS-elementtien sisällön epätarkkuus antaa mahdollisuuden väärinymmärryksiin toimitettavien laitteistojen sisällöstä. Jos asiakkaan käsitys tilauksesta on ristiriidassa toimituksen kanssa, voi työmaalla puuttua osia tai olla ylimääräisiä osia, joita ei huomioida. Näissä tapauksissa toimituksien täydentämisestä jälkikäteen aiheutuu turhia lisäkuluja sekä asiakkaalle että ANDRITZille.

WBS-identifiointin epätarkkuus vaikuttaa suoraan projektien hinnoittelun tarkkuuteen ja luotettavuuteen (kohta 3.4). ANDRITZin tuloksetekokyky perustuu projekteista saatavaan katteeseen, joten onnistunut hinnoittelu on tuloksen kannalta elintärkeää.

6 WBS-rakenteesta tuotepuuksi

Tässä luvussa käydään läpi vaiheet visuaalisen tuotepuun kehittämisestä käytössä olleen WBS-rakenteen pohjalta. Tuotepuun kehitystyö lähti liikkeelle WBS-rakenteen järjestelmätason sekä laitetason nimikkeistön päivittämisestä.

WBS-rakenteen ja nimikkeistön kehitystyö tapahtui säännöllisinä tuotepuun projektipalaverina aina tietyn tuotealueen vastuuhenkilön kanssa. Palaverissa käytiin läpi nimiketasolla WBS-rakennetta, jota tarkennettiin ja päivitettiin laitekokonaisuuksien osalta sekä sovittiin yhteisistä nimikkeistä, alikokoonpanojen jaosta sekä nimikkeiden luokittelukriteereistä.

6.1 Nimikkeistön kehittäminen ja harmonisointi

WBS-rakenteen ylätasolla eli Equipment-tasolla nimikkeisiin tehtiin pieniä täsmennyksiä ja päivityksiä. Historian aikana havaittujen väärinymmärrysten ehkäisemiseksi täsmennettiin osaa Equipment-tason nimikkeistä kuvaamaan paremmin nimikkeiden sisältöä. Yksi muutos oli Equipment-päätteen lisäys prosesseihin viittaaviin nimikkeisiin, jotta ylätason nimikkeestä kävisi heti ilmi, että sisältöön kuuluu laitteisto eikä koko kyseinen prosessi (taulukko 3).

Vanha nimike	Uusi nimike
AIR AND FLUE GAS SYSTEM	AIR AND FLUE GAS SYSTEM EQUIPMENT
CNCG	CNCG EQUIPMENT
DNCG	DNCG EQUIPMENT
ASH	ASH HANDLING EQUIPMENT
FUEL SYSTEM	FUEL SYSTEM EQUIPMENT
FEEDWATER SYSTEM	FEEDWATER SYSTEM EQUIPMENT

Taulukko 3. Equipment-tason muutoksia

Seuraavalla tasolla eli Component-tasolla käytiin läpi listatut laitteet ja päivitetiin listaa vastaamaan nykyaikaisen soodakattilan tuotekokonaisuutta. Component-tasolta karsittiin laitteita, joita soodakattilaprojekteissa ei enää käytetä sekä lisättiin listalle uudempia laitteita. Lisäksi yhtenä Component-tason päivityskohteena olivat Other-alkuiset ylänimikkeet, kuten Other tanks ja Other heat exchangers. Tällaiset epämääräiset nimikkeet antavat osaltaan mahdollisuuden virheille WBS-numeroiden kirjaamisessa, koska ovat liian tulkinnanvaraisia käyttäjälle. Yleisimmät laitteet Other-alkuisten nimikkeiden alta nostettiin omiksi nimikkeikseen Component-tasolle. Näille laitteille annettiin myös omat WBS-numerot. Other-alkuisille nimikkeille, jotka säilytettiin WBS-rakenteessa, annettiin esimerkki sisällön, joka koostui harvinaisemmin käytetyistä, mutta projekteissa mahdollisista laitteista.

Alikokoonpano ja osatasolla nimikkeistön tuominen WBS-rakenteeseen tapahtui kokoonpanopiirustuksiin ja osaluetteloihin pohjautuen. Osaluetteloiden nimikkeistön perustuessa ainoastaan kappaleen aihion muotoon, tehtiin linjaus tarkentaa nimikkeistöä itse suunniteltavien komponenttien osalta. Muotoon perustuva yleistetympi nimikkeistö soveltuu ostokomponenttien hallintaan useamman yrityksen käsitellessä nimikkeistöä. Itse suunniteltavien komponenttien kohdalla tehtiin linjaus käyttöön perustuvasta luokittelusta (kohta 4.2), jolloin yksittäinen nimike kertoo irrallaankin käyttäjälle enemmän. Osien nimeäminen käyttötehtävää kuvaavilla nimikkeillä WBS-rakenteeseen tehtiin kokoonpanopiirustusten ja osaluetteloiden pohjalta manuaalisena työnä osa kerrallaan.

Nimikkeitä oli myös tavoitteena harmonisoida sopimalla yhteisesti käytetyistä nimikkeistä tapauksissa, joissa samalle osalle tai kokoonpanolle oli osaluetteiloissa useampia nimikkeitä. Esimerkiksi huoltoluukuille nimikkeitä käytettiin ko-

koonpanokuvissa ja osaluetteloissa paljon erilaisia, kuten Mandoor, Manhole, Service door, Access door, Inspection door, Inspection opening.

WBS-rakenteeseen sovittiin huoltoluukuille Acces door- ja Inspection opening-nimikkeiden käytöstä. Access door -nimikettä käytetään, kun huoltoluukku on suunniteltu ihmisen mentäväksi ja luukun halkaisija on minimissään 450 mm. Pienemmissä luukuissa, jotka on suunniteltu visuaalista tarkastusta tai pieniä huoltotoimenpiteitä varten, sovittiin Inspection opening -nimikkeen käytöstä. Suunnittelultaan eroavat saman kokoluokan huoltoluukut erotellaan toisistaan Access dooriin liitettävällä termillä, kuten Furnace acces door tai Penthouse access door.

6.2 WBS-rakenteen kehittäminen

WBS-rakenteen listauksen vieminen alikokoonpano ja osatasolle lisää nimikkeiden määrää merkittävästi. Tämä asettaa haasteen listan rakenteelle ja käytettävyydelle. Jos kaikki osat ja alikokoonpanot yksittäisestä laitteesta listattaisiin yhdeksi listaksi laitteen nimikkeen alle, ei alatasojen nimikkeiden hierarkia näkyisi ollenkaan WBS-rakenteessa.

WBS-rakenteen selkeyden ja johdonmukaisuuden vuoksi käytimme uusille alatasojen nimikkeille seuraavanlaista hierarkkista jakoa (taulukko 4). Hierarkiatasoihin on sovellettu STEP:n geneerisen tuoterakenteen logiikkaa viidestä abstraktiotasosta (kohta 4.1 & 4.5).

WBS-taso	Nimikkeiden lukumäärä
Product level (Tuotetaso)	1
Equipment level (Järjestelmätaso)	23
Component level (Laitetaso)	105
Subassembly level (Alikokoonpanotaso)	495
Part level (Osataso)	4097

Taulukko 4. WBS-rakenteen nimikkeiden lukumäärä eri hierarkiatasoilla

Taulukon 4 hierarkiatasojen mukaisesti jaettiin tarkennetut alatasojen nimikkeet jokaisen ylemmän tason WBS-elementin alle. Taulukossa 5 esitetään esimerkki kokoonpanon jakamisesta hierarkiatasoille höyrylieriön osalta (kohta 2.3). Höyrylieriön kannalta rakenne sopi hyvin viidelle hierarkiatasolle, koska ryhmittelevä nimike Drums on mainittu järjestelmätasolta.

EQUIPMENT	COMPONENT	SUBASSEMBLY	PART
DRUMS			
	Steam drum with hanger rods		
		Steam drum	
			Shell
			Elliptical heads
			Access door
			Access door gasket
			Support legs for installation
		Steam drum hanger rods	
			Hanger rod
			Plate washer
			Rocker plate
			Nut
			Nut lever
			Lifting lug
		Steam drum welded attachments	
		Drum nozzles	
			Furnace downcomers
			Boiler bank downcomers
			Screen downcomers
			Extended side wall downcomers
			Steam to dolezal
			Feed water
			+12
		Spare parts	
			Access door gasket
			Access door bolts and nuts
			Sight glass repair kit

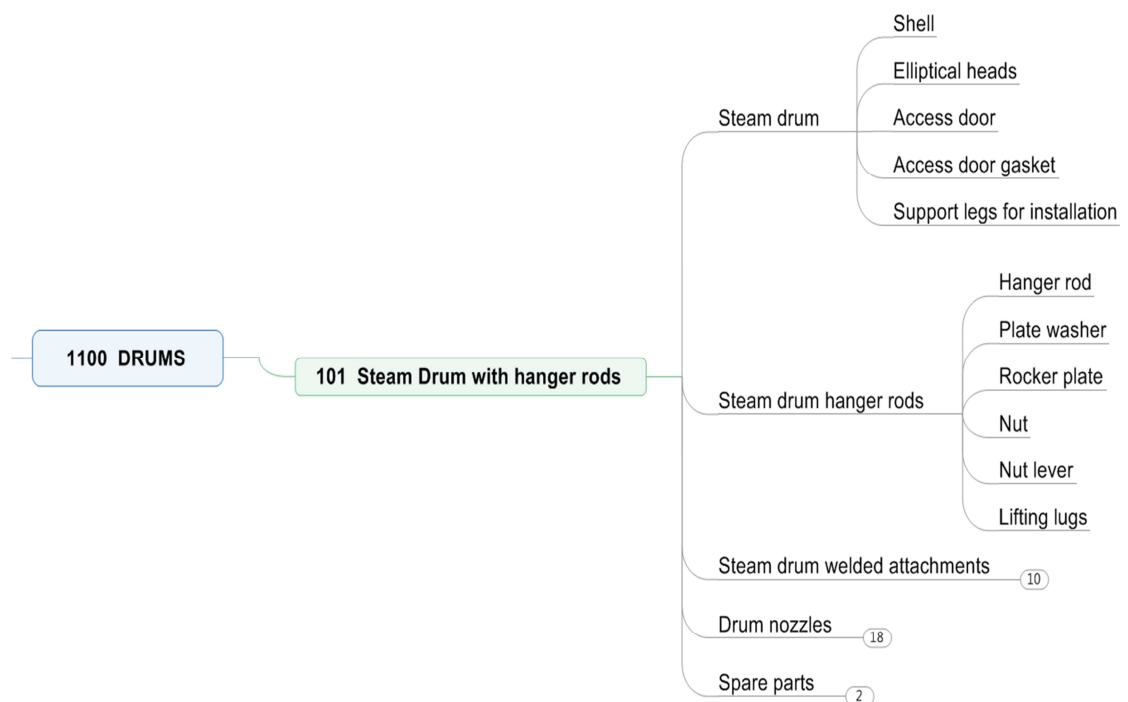
Taulukko 5. Höyrylieriön hierarkiajako

Kaikkien laitteiden jako suoraan viiteen hierarkiatasoon ei kuitenkaan onnistunut. Component-tason ryhmittelevien nimikkeiden takia laitetason nimike voi löytyä vasta neljänneltä hierarkiatasolta. Tästä syystä osassa laitteista rakenne ulottuu jopa kahdeksannelle hierarkiatasolle. Tuotepuun selkeyden kannalta pidettiin kuitenkin tärkeänä tuoda hierarkiatasot näkyviin myös alimmilla tasoilla, joten jakoa jatkettiin itse suunniteltavissa laitteissa aina osatasolle asti.

6.3 Puurakenne

Excel-pohjaisesta WBS-rakenteesta (Liite 3) nimikkeet siirrettiin Mindjet Mind-Manager -ohjelmistoon, jolla teimme WBS-rakenteen taulukkorakenteesta visuaalisen puurakenteen (kuva 8). Puurakenteen tavoitteena on tarjota käyttäjäystävällinen käyttöliittymä WBS-rakenteelle sekä näyttää kokoonpanot ja alikokoonpanot visuaalisesti (liite 4).

MindManager on käsitekarttaohjelmisto, jota käytetään paljon projektisuunnitelmien ja -toteutuksien visualisoinnissa. Tuotepuuprojektissa MindManageria käytettiin WBS-rakenteen visualisointiin HTML-puurakenteeksi (Hypertext Markup Language). HTML-muodossa oleva tuotepuu on helppo avata ja käyttää jokaisella tietokoneella, koska ainoana ohjelmistovaatimuksena on verkkoselain.



Kuva 8. Höyrylieriön puurakenne

7 Tuotepuu

Tässä luvussa käsitellään tuotepuuta työkaluna ja pohditaan miten sen hyödyt saataisiin jalkautettua parhaiten arjen työsuoritteisiin. Luvun tarkoitus on toimia ohjeistuksena tuotepuun käytölle ja toiminnoille. Luvussa käydään lisäksi läpi työn aikana esiin nousseita kehitysideoita tuotepuun toimintojen laajentamisesta.

7.1 Tuotepuu työkaluna

Kun tuotepuu on hyvin määritelty, sitä on helppo hyödyntää monenlaisissa tilanteissa koko organisaatiossa. Visuaalinen käyttöliittymä antaa mahdollisuuden avalla tuotepuun oksia tarpeen ja mielenkiinnon mukaan. Käyttöliittymä tarjoaa myös mahdollisuuden etsiä nimikkeitä tuotepuusta esimerkiksi tietyllä sanalla, WBS-numerolla tai nimikkeen osalla. Tuotepuuta voi käyttää avustavana työkaluna esimerkiksi seuraavanlaisissa alla luetelluissa tilanteissa.

Ostajalla on epäselvyyttä ostettavan komponentin WBS-numerosta. Käyttämällä tuotepuuta työkaluna ja avaamalla oletetun WBS-oksan hakemistoja komponentin nimike löytyy ja osto kohdistuu siten oikealle WBS:lle.

Työntekijän pitäisi löytää tietty dokumentti projektikansiosta. Dokumentin nimen osalla voi tuotepuusta etsiä sopivia nimikkeitä ja siten löytää mahdollinen ylempi rakenne, jonka perusteella dokumentin voi löytää oikeasta projektikansiosta dokumentinhallintajärjestelmästä.

Uuden työntekijän käsitys soodakattilan tuotekokonaisuudesta ja nimikkeistöstä vaatii perehdytystä. Tuotepuu toimii tällöin hyvänä apuvälineenä tutustumisessa nimikkeistöön ja tuotekokonaisuuteen.

Epäselvyys WBS-elementin sisällöstä aiheuttaa työntekijälle epävarmuutta ja kokemukseen perustuvaa arviointia hinnoittelussa. Tuotepuun WBS-elementtien tarkemmin eritelty sisältö antaa työkalun myös tarkemmalle hinnoittelulle.

Nimikkeistössä on tekijäkohtaisia variaatioita. Tuotepuu toimii master-listana nimikkeistön osalta, jolloin muissa dokumenteissa käytettävien nimikkeiden tulee noudattaa tuotepuussa esiintyvää kirjoitusasua.

Yksittäinen projektikohtainen variaatio tuotekokonaisuudessa tai nimikkeistössä periytyy tarkoituksettomasti seuraavaan projektiin. Uuden projektin suunnittelussa tuotepuu toimii geneerisenä pohjana tuotekokonaisuudesta. Geneerinen tuotepuu toimii näin valmiina listana projektin suunnittelussa huomioitavista laite- ja osakokonaisuuksista.

Tuotepuu tuo selkeyttä PDM-järjestelmän käyttöönotossa. Systemaattinen nimikkeistö sekä tuoterakenne toimivat PDM-järjestelmän runkona, joten tuotepuu toimii hyvänä työkaluna myös tässä prosessissa (kohta 4.7).

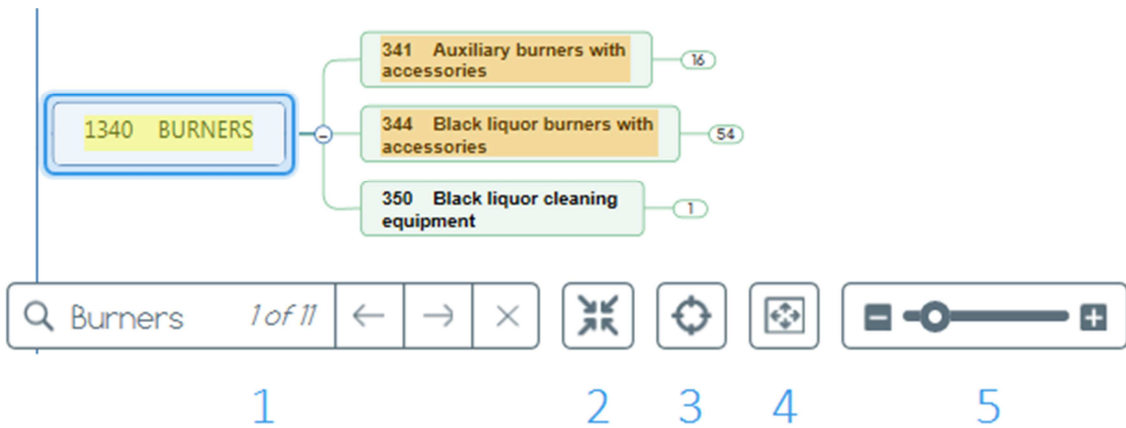
7.2 Tuotepuun käyttöliittymä

Verkkoselaimen toimiessa käyttöliittymänä on tuotepuun käyttö mahdollista käytännössä jokaisella tietokoneella. Tällä on pyritty tekemään tuotepuun käytöstä mahdollisimman vaivatonta ja sujuvaa.

Tuotepuun avautuessa verkkoselaimen näkyvä ikkunassa interaktiivinen puurakenne (liite 5). Puurakenteen oksia saa avattua klikkaamalla haluamaansa nimikettä, jolloin kyseisen nimikkeen alatasot avautuvat näkyville. Tuotepuussa liikkuminen tapahtuu helposti tarttumalla hiirellä puusta ja vetämällä puuta haluttuun suuntaan.

Puurakenteen lisäksi verkkoselaimen alareunassa on tuotepuun navigointipalkki. Navigointipalkin suurennuslasista avautuu hakupalkki (1), joka nopeuttaa nimikkeiden etsimistä tuotepuun yli 5 000 nimikkeen joukosta (kuva 9). Kun hakupalkkiin kirjoittaa halutun nimikkeen, nimikkeen osan tai WBS-numeron, näyttää hakupalkki hakuosumien lukumäärän. Hakupalkin nuolilla voi hakutuloksia selata, jolloin tulokset korostuvat tuotepuussa sinisellä. Hakutoiminnon sulkeminen tapahtuu rastista painamalla. Navigointipalkin pikatoiminnoista voi lisäksi palata takaisin tuotepuun alkunäkymään eli ylätasojen nimikkeisiin (2), keskittää korostetun hakutuloksen keskelle näkymää (3), sovittaa näkymän verkkoselai-

men ikkunan kokoiseksi (4) sekä säätää näkymää suuremmaksi tai pienemmäksi (5).



Kuva 9. Tuotepuun navigointipalkki

7.3 Ylläpito

Tuotepuun tarkoitus on toimia ajantasaisena opastuksena tuotetiedonhallinnassa ja master-nimikkeistönä. Tämän toteuttamiseksi tuotepuu tulee vaatimaan säännöllistä ylläpitoa ja päivittämistä myös jatkossa. Ylläpidon toteutumiseksi olisi tuotepuulla hyvä olla vastuhenkilö, jonka toimenkuvaan kuuluisi olla vuorovaikutuksessa koko organisaation henkilöstön kanssa ja vastata sen antamaan palautteeseen nimikkeitä ja tuotetietoa koskevissa asioissa. Toimenkuva toimisi luontevasti tuotehallinnan alaisuudessa.

Tuotepuun muokattavuus on hyvä pitää vastuhenkilöllä, jotta master-nimikkeistö säilyy ilman tarpeettomia variaatioita. Tuotepuun HTML-muoto verkkoselaimessa toimii hyvänä käyttöliittymänä myös master-nimikkeistön kannalta, koska peruskäyttäjä ei pysty muokkaamaan nimikkeistöä verkkoselaimessa. Kun muutoksia tai päivityksiä nimikkeistöön halutaan tehdä, tapahtuu se tuotepuun vastuhenkilön sekä tuotehallinnan kautta.

7.4 Kehitysmahdollisuudet

Tuotepuu-rakennetta sovellettiin tässä työssä WBS-pohjaisen tuoterakenteen rakentamiseen. Tuotepuu-ajatusta voisi tulevaisuudessa soveltaa usealla eri tavalla ja siten laajentaa koko organisaation näkemystä tuotteesta, tuotteeseen

liittyvästä dokumentaatiosta, prosesseista sekä toiminnallisuuksista, kulloisenkin tarpeen mukaan.

MindManagerissa tuotepuuhun on mahdollista lisätä verkkolinkkejä, joten ANDRITZin intranetissä olevat suunnittelumanuaalit olisi mahdollista linkittää suoraan tuotepuuhun manuaalien kohdetta vastaaville nimikkeille. Suorat linkit manuaaleihin nopeuttaisivat osaltaan tuotetiedonhakua.

Myös dokumentteja on mahdollista linkittää suoraan tuotepuun nimikkeisiin. Tämä mahdollistaisi esimerkiksi valokuvien, kokoonpanopiirustuksien tai prosessikaavioiden linkittämisen suoraan halutulle nimikkeelle, jolloin kaikki tietyn laitteen tai järjestelmän dokumentit löytyisivät tuotepuun kautta.

Vakioidun master-nimikkeistön pohjalta olisi hyvä tehdä käännöstyönä master-nimikkeistö myös muille projekteissa käytettäville kielille. Sanakirja master-nimikkeistöstä ehkäisisi nimikevariaatioiden syntyä myös käännöstyössä.

Tuotepuusta voisi tehdä eri versioita eri näkökulmista. Nyt tehdyssä työssä tuotepuuta käsiteltiin fyysisen rakenteen mukaisesti ositetun WBS-rakenteen näkymästä, mutta tuotepuun voisi rakentaa yhtä hyvin esimerkiksi prosessikaavioiden mukaisen logiikan mukaisesti tai myynnin käyttämien ostopakettien mukaisesti. WBS-rakenteen mukainen tuotepuu voisi toimia tarkkuutensa ansiosta master-rakenteena, josta elementtejä voisi suodattaa muihin puuversioihin. Nämä kaikki tuotepuuversiot olisi kuitenkin hyvä löytää samasta järjestelmästä (kohta 4.6).

8 Yhteenveto ja pohdinta

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli rakentaa visuaalinen tuotepuumalli tarkentamaan ja selkeyttämään WBS-rakenteen elementtien sisältöä. WBS-rakenteen tarkentamisella tavoiteltiin samalla tuotekokonaisuuden sekä nimikkeistön vakioimista geneeriseksi tuoterakenteeksi soodakattilaprojekteille. Visuaalinen tuotepuu oli tavoiteltu lopputuotos tälle työlle.

Tämän opinnäytetyön aikana saatiin tuotepuun projektipalaverissa sovittua yhteisistä käytännöistä WBS-rakenteen nimikkeiden ja luokittelun kannalta.

Samalla palavereissa moni asiantuntija sai tuoda oman näkemyksensä esiin WBS-rakenteen kehittämistarpeista. Palaverit toimivat myös hyvänä kartoitukseksi eri osastojen WBS-rakenteen käyttötavoista sekä rakenteen soveltamisesta eri työsuoritteisiin. Projektipalavereiden sekä kerätyn tutkimusmateriaalin pohjalta päivitettiin soodakattilan WBS-rakennetta asetettujen tavoitteiden mukaisesti: täsmentämällä WBS-rakenteen ylätasoa nimikkeitä, sopimalla WBS-rakenteen hierarkiatasojen luokittelusta, viemällä WBS-rakenteen ja nimikkeistön alikokoonpano- ja osatasolle sekä luomalla WBS-rakenteelle visuaalisen käyttöliittymän.

Työn toimesta tuotepuu saatiin rakennettua toimivaksi työkaluksi tiedonhakuun soodakattilan WBS-pohjaisesta tuoterakenteesta. Positiivista palautetta tuotepuu sai jo työn aikana sen tarpeellisuudesta ja hyödyllisyydestä. Opinnäytetyön aikana tuotepuu herätti kiinnostusta ja sai ensikosketuksia työsuoritteisiin kysymyksistä WBS-rakenteen numeroita sekä sisältöä koskien. Tuotepuu osoittautui varsin toimivaksi tiedonhakutyökaluksi näiden kokemusten perusteella jo kehitysvaiheessa.

Aikataulun puitteissa ei kaikkia tuotepuun lisätoimintoja ehditty toteuttaa (kohta 7.4). Haasteiksi aikataulun kannalta nousivat käsiteltävän materiaalin sekä aihekokonaisuuksien laajuus, joka osaltaan pakotti linjauksen tekoon WBS-kokonaisuuksien priorisoinnissa rakenteen tarkkuuden kannalta. Tähän tehtiin toimiva ratkaisu tarkkuuden painottamisesta itse suunniteltaviin laitekokonaisuuksiin. Toisena haasteena oli eri osa-alueiden asiantuntijoiden aikataulun sovittaminen projektipalavereille: isossa organisaatiossa henkilöstön hajautuminen maantieteellisesti eri toimipisteiden välillä luo oman haasteensa aktiiviselle yhteistyölle.

ANDRITZin intranetissä julkaistavan tuotepuun on tarkoitus olla mahdollisimman helposti löydettävissä ja kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Tavoiteltu hyöty yhteisestä master-rakenteesta sekä -nimikkeistöstä vaatii seuraavaksi työntekijöiden tietoisuuden tuotepuusta sekä sitoutumisen yhteisiin käytäntöihin nimikkeistön ja WBS-numeroiden käytössä. Tämän opinnäytetyön on tarkoitus toimia tulevaisuudessa ohjeistuksena tuotepuun käytössä tuotetiedonhaun työkaluna, mutta myös osana tuotepuun promootiotyötä ANDRITZin henkilöstölle.

Kuvat

Kuva 1. Sellutehtaan järjestelmät, s. 8.

Kuva 2. Tulipesän alaosa, s. 10.

Kuva 3. Ilmajärjestelmä, s. 12.

Kuva 4. Savukaasujärjestelmä, s. 14.

Kuva 5. Veden ja höyryn kulku, s. 15.

Kuva 6. Lämpöpinnat, s. 16.

Kuva 7. Puurakenne, s. 24.

Kuva 8. Höyrylieriön puurakenne, s. 34.

Kuva 9. Tuotepuun navigointipalkki, 37.

Taulukot

Taulukko 1. Mustalipeän kuiva-aineet, s. 9.

Taulukko 2. Nimikkeen luokittelukriteeri, s. 22.

Taulukko 3. Equipment-tason muutoksia, s. 31.

Taulukko 4. WBS-rakenteen nimikkeiden lukumäärä, s. 32.

Taulukko 5. Höyrylieriön hierarkiajako, s. 33.

Lähteet

Adams, T. 1997. Kraft Recovery Boilers. New York; Atlanta (GA): American Forest & Paper Association: Tappi Press.

ANDRITZ. Intranet.

ANDRITZ. Internal training materials.

ANDRITZ. KRP-divisioona. Tuotepuu projektialaverit.

Gullichsen, J. & Fogelholm, C.J.1999. Chemical Pulping – Papermaking Science and Technology. Helsinki: Fapet Oy.

Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, T. & Urpalainen, S. 2008. Voimalaitostekniikka. Helsinki: Opetushallitus.

Knowpulp puunkäsittely, sellutekniikan oppimisympäristö.

<http://www.knowpulp.com/suomi/demo/suomi/kps/ui/process/general/ui.htm>.

Luettu 18.7.2017.

Lehtinen, A., Salminen, A. & Nurmeksela, R. Metatiedot suomalaisen lainsäädäntöprosessin tiedonhallinnassa. RASKE2-projektin II väliraportti. Eduskunnan kanslian julkaisu 7/2005. Helsinki: Eduskunnan kanslia.

Lindén, J. 2015. Tiedonhallinta & Yrityksen Menestys. Tampere: Netera Consulting.

Pelin, R. 2008. Projektinhallinnan käsikirja. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM – Tuotetiedonhallinta. Helsinki: Edita Prima Oy.

Raiko, R., Saastamoinen, J., Hupa, M. & Kurki-Suonio, I. 2002. Poltto ja palaminen. Helsinki: Teknillistieteelliset akatemit.

Suomen Soodakattilayhdistys. <http://www.soodakattilayhdistys.fi/sooda-kattila>.

Luettu 15.6.2017.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta – PDM. Helsinki: Talentum Media Oy.

Vakkilainen, E. 2005. Kraft recovery boilers – Principles and practice. Suomen Soodakattilayhdistys ry. Helsinki: Suomen Soodakattilayhdistys ry.

EINTRITTSAMMLER DES II-ÜBERHITZERS
 SH II INLET HEADER
 P273x22.2
 16Mo3, 1Pc.
 DWG. D02820035026_1110131_0105020/1E

AUSTRITTSAMMLER DES II-ÜBERHITZERS
 SH II OULET HEADER
 P323.9x25
 13CrMo4-5, 1Pc.
 DWG. D02820035026_1110131_0106020/1E

AUFHÄNGG.D.VORDERW.,SCHOTTE,ÜH & GITERR.
 HANGER RODS FOR FRONT W,RW SCREEN,ROOF AND SHS
 DWG.D02820035026_1200204_0002020

Überhitzer II PLATEN
 SH II PLATEN
 3164.7Kgs/PLATEN
 32Pcs.
 32St.

P51x5.6...23807
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

P51x5.6...23107
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

P51x5.6...102072
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

P51x5.6...101732
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

P51x5.6...10439
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

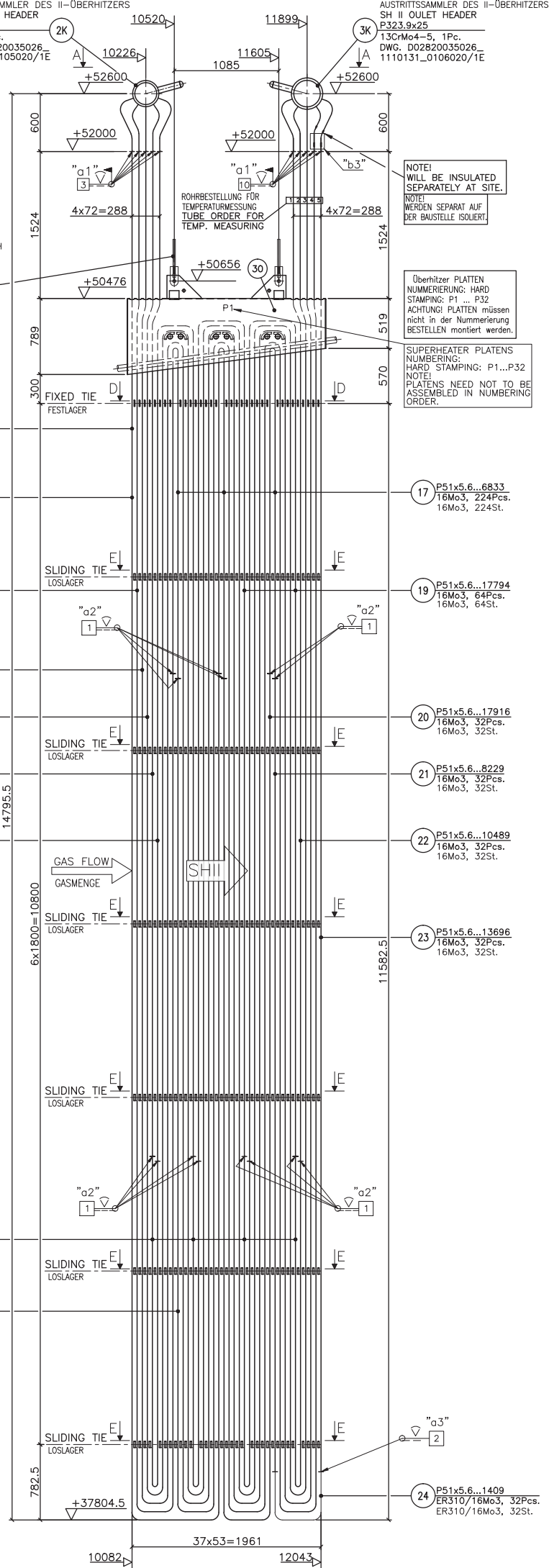
P51x5.6...17586
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32St.

P51x5.6...72361
 16Mo3, 32Pcs.
 16Mo3, 32Pcs.

NOTE!
 WILL BE INSULATED SEPARATELY AT SITE.
 NOTE!
 WERDEN SEPARAT AUF DER BAUSTELLE ISOLIERT.

Überhitzer PLATEN
 NUMMERIERUNG: HARD STAMPING: P1 ... P32
 ACHTUNG! PLATTEN müssen nicht in der Nummerierung BESTELLEN montiert werden.

SUPERHEATER PLATENS
 NUMBERING: HARD STAMPING: P1...P32
 NOTE!
 PLATENS NEED NOT TO BE ASSEMBLED IN NUMBERING ORDER.



Part List No.: D02820035026_1110131_0003144c		PARTS LIST ANDRITZ OY							
Work No: D-028-20035-026_1110-131		Unit: Pöls LK2 Reconstruction		Project Mgr: Jukka Kari		1		pcs / Wno.	
Dwg No.: D02820035026_1110131_0003020		Client: ZELLSTOFF PÖLS AG				1		pcs / Unit	
Client: 20037.0/198		Title: ÜBERHITZER II		Drawn: R.GANESH		105 854		kg / dwg total	
		Andritz Rev. c		Date: 21.11.2014		105 854		kg / Wno. total	
		Client Rev. c							
Part No.	Sub.drawing No Order No	Dsc.	Description n pcs included in item x / Remarks	No. / dwg.No.	No. / Wno.	Form C.code	Dimensions Material quality	Quantity	Kg / dwg K/E/L/V-kg
1K			Überhitzer II PLATEN SH II PLATEN	32	32				101268,9 3 164,7
2K	D02820035026_1110131_0105020/1E		EINTRITTSSAMMLER DES II-ÜBERHITZERS SUPHERHEATER II INLET HEADER	1	1		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		2 026,1
3K	D02820035026_1110131_0106020/1E		AUSTRITTSSAMMLER DES II-ÜBERHITZERS SUPHERHEATER II OUTLET HEADER	1	1		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		2 496,2
4K	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 (SPARE PART)	1	1	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	10000	62,7
11	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	23807	4 776,6
12	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1E32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	23107	4 636,1
13	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	102072	20 479,5
14	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	101732	20 411,3
15	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	10439	2 094,5
16	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	17586	3 528,4
17	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K224	224	224	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	6833	9 596,7 42,8
18	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	72361	14 518,4
19	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	17794	3 570,2

Part List No.:
D02820035026_1110131_0003144c

PARTS LIST
ANDRITZ OY

Work No: D-028-20035-026_1110-131	Unit: Pöls LK2 Reconstruction	Project Mgr: Jukka Kari	1	pcs / Wno.
Dwg No.: D02820035026_1110131_0003020	Client: ZELLSTOFF PÖLS AG		1	pcs / Unit
Client: 20037.0/198	Title: ÜBERHITZER II	Drawn: R.GANESH	105 854	kg / dwg total
	Andritz Rev. c	Date: 21.11.2014	105 854	kg / Wno. total
	Client Rev. c			

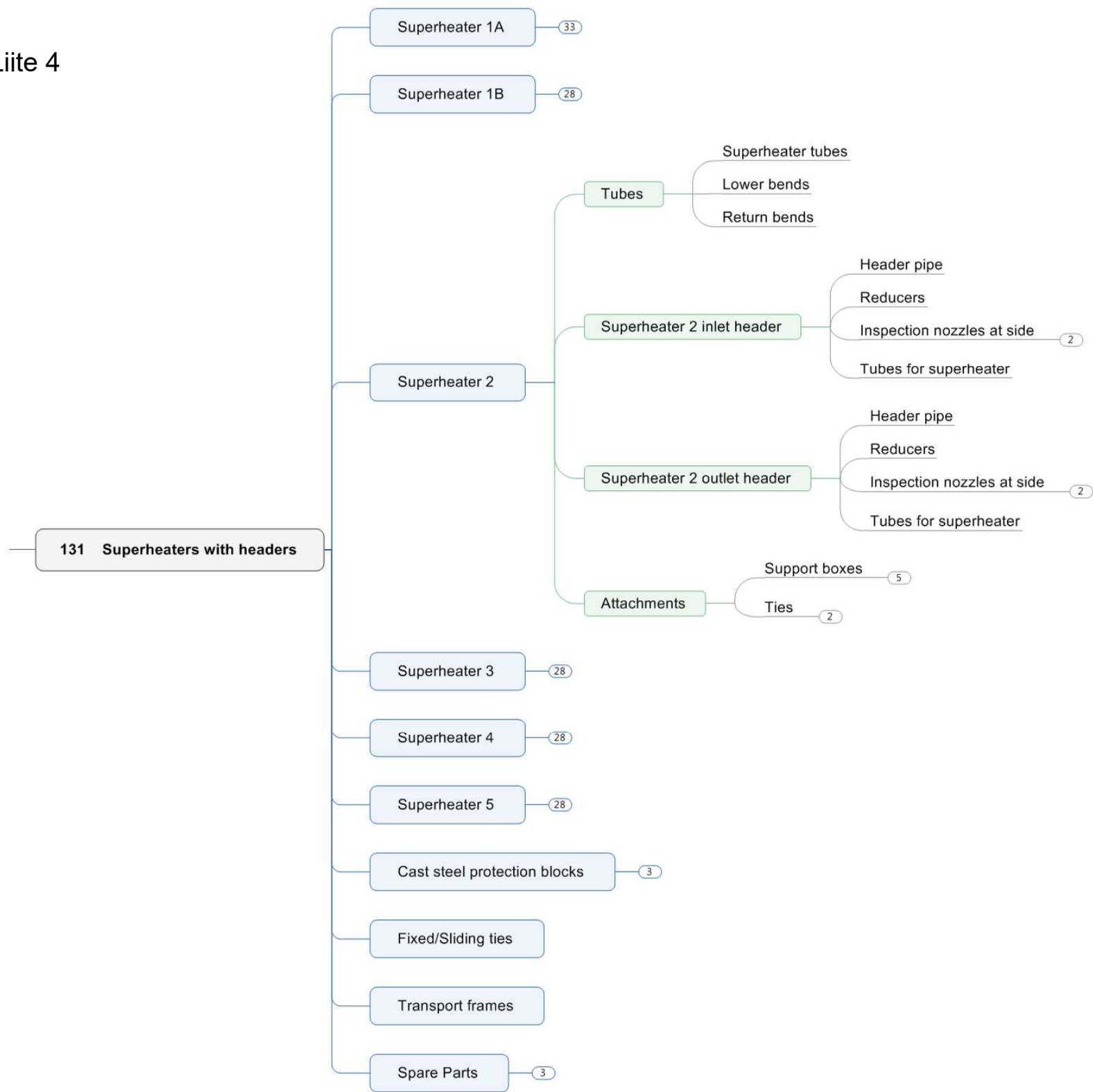
Part No.	Sub.drawing No Order No	Dsc.	Description n pcs included in item x / Remarks	No. / dwg.No.	No. / Wno.	Form C.code	Dimensions Material quality	Quantity	Kg / dwg K/E/L/V-kg
20	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	17916	3 594,6
21	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	8229	1 651,1
22	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	10489	2 104,5
23	4501176777.60		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 16Mo3	13696	2 747,9
24	4501202702.180		RÖHR, EN 10216-2 TUBE, EN 10216-2 1K32	32	32	P 3.1	51 x 5.6 ER310/16Mo3	1409	282,7
30	D02820035026_1110131_0303042/1E		STÜTZKASTEN FÜR ÜBERHITZER II SUPPORT BOX FOR SUPERHEATER 2 1K32	32	32		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		5 266 164,6
31	D02820035026_1110131_0303042/2E		SUPPORT TAP TRÄGER TAP 1K192	192	192		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		76,8 0,4
32	C02STDDR026_1110131_5401123		Stahlguss SCHUTZ BLOCK 90° LINKS P51 R79.5 CAST STEEL PROTECTION BLOCK 90° LEFT HAND P51 R79.5 1K96	96	96		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		118,1 1,2
33	C02STDDR026_1110131_5402123		Stahlguss SCHUTZ BLOCK 90° RECHTS P51 R79.5 CAST STEEL PROTECTION BLOCK 90° RIGHT HAND P51 R79.5 1K96	96	96		Separaten Teil LISTE SEPARATE PART LIST		118,1 1,2
34			RUNDSTAHL, EN 10095 ROUND BAR, EN 10095 1K2176	2 176	2 176	O 2.2	10 EN1.4742	65	87,2 0,04
35			ZUGANKERPAAR VERSCHIEBEN, EN 10095 SLIDING TIE PAIR, EN 10095 1K13952	13 952	13952	O 2.2	12 EN1.4742	65	1 610,3 0,12

E-item = Subassembly included in K-item
 Delivery state codes (Dsc.):
 C = Item delivered by subcontractor
 M = Ordered for delivery direct to site
 X = Not planned

KRP RECOVERY BOILER WBS - PRODUCT GROUP 026

Area	Equipment level WBS number	Component Level WBS number	Equipment Level WBS element	Component Level WBS element	3	4	5	6	7	8
RECOVERY BOILER PRODUCT SPECIFIC TREE										
RB	1100			DRUMS						
RB	1110			HEATING SURFACES						
RB		111		Furnace Upper and Middle Section with Headers						
RB		112		Furnace Lower Section with Headers						
RB		113		Boiler Bank with Headers						
RB		114		Furnace screen with headers						
RB		116		Pre-Boiler Bank with headers						
RB		122		Economizers with headers						
RB		131		Superheaters with headers						
RB				Superheater 1A						
RB				Superheater 1B						
RB				Superheater 2						
RB				Tubes						
RB				Superheater tubes						
RB				Lower bends						
RB				Return bends						
RB				Superheater 2 inlet header						
RB				Header pipe						
RB				Reducers						
RB				Inspection nozzles at side						
RB				Inspection nozzle tube						
RB				End plate						
RB				Tubes for superheater						
RB				Superheater 2 outlet header						
RB				Header pipe						
RB				Reducers						
RB				Inspection nozzles at side						
RB				Inspection nozzle tube						
RB				End plate						
RB				Tubes for superheater						
RB				Attachments						
RB				Support boxes						
RB				Box plate						
RB				Lug plates						
RB				Stiffener plates						
RB				Support pins						
RB				Protection blocks						
RB				Ties						
RB				Fixed ties						
RB				Sliding ties						
RB				Superheater 3						
RB				Superheater 4						
RB				Superheater 5						
RB				Cast steel protection blocks						
RB				Fixed/Sliding ties						
RB				Transport frames						
RB				Spare Parts						

Liite 4



McAfee

home RECOVERY BOILER PRODU...

File Edit View Favorites Tools Help

menu RECOVERY BOILER PRODUCT SPECIF... help

```
graph TD; Root[RECOVERY BOILER PRODUCT SPECIFIC TREE] --- 1110[1110 HEATING SURFACES]; Root --- 1140[1140 PREHEATERS AND DESUPERHEATERS]; Root --- 1150[1150 HIGH PRESSURE PIPING]; Root --- 1170[1170 BOILER HP VALVES]; Root --- 1190[1190 NAME PLATES / MARKING OF THE PLANT]; Root --- 1200[1200 SUPPORTS, FRAMES & CASINGS]; Root --- 1340[1340 BURNERS]; 1110 --- 131[131 Superheaters with headers]; 1110 --- 132[132 Reheaters with headers]; 1110 --- 138[138 Other headers]; 131 --- Superheater1B[Superheater 1B]; 131 --- Superheater2[Superheater 2]; 131 --- Superheater3[Superheater 3]; 131 --- Superheater4[Superheater 4]; 131 --- Superheater5[Superheater 5]; 131 --- CastSteel[Cast steel protection blocks]; 131 --- FixedSliding[Fixed/Sliding ties]; 131 --- TransportFrames[Transport frames]; 131 --- SpareParts[Spare Parts];
```

RECOVERY BOILER PRODUCT SPECIFIC TREE

1110 HEATING SURFACES

131 Superheaters with headers

132 Reheaters with headers

138 Other headers

Superheater 1B

Superheater 2

Superheater 3

Superheater 4

Superheater 5

Cast steel protection blocks

Fixed/Sliding ties

Transport frames

Spare Parts

1140 PREHEATERS AND DESUPERHEATERS

1150 HIGH PRESSURE PIPING

1170 BOILER HP VALVES

1190 NAME PLATES / MARKING OF THE PLANT

1200 SUPPORTS, FRAMES & CASINGS

1340 BURNERS

Superheater1@f5

9:45 31.10.2017