



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ESISUUNNITTELUN TIETO- VIRTOJEN MALLINNUS JA DOKUMENTTIEN MÄÄRIT- TELY

ANDRITZ Oy, KRP-divisioona, Varkaus

TEKIJÄ/T: Antti Rajamäki

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Antti Rajamäki	
Työn nimi Esisuunnittelun tietovirtojen mallinnus ja dokumenttien määrittely	
Päiväys 3.5.2019	Sivumäärä/Liitteet 36/7
Ohjaaja(t) Lehtori Markku Huhtinen ja lehtori Jukka Huttunen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Andritz Oy / Jukka Hautamaa	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Andritz Oy:n KRP-divisioonan voimakattilayksikölle. Työssä oli tarkoituksena tarkastella keskeisiä esisuunnittelutietovirtoja voimakattiloiden tarjous- ja projektitoiminnassa. Tietovirtojen tarkastelun tuotoksena luotiin laaja prosessikaavio esisuunnittelun työprosesseista. Kaavion tarkoitus oli tukea opinnäytetyötä ja auttaa määrittelemään dokumentteja ja niiden tietosisältöjä myynti-, siirto ja projektivaiheissa, esimerkiksi mitä dokumentteja on mukana suunnittelun eri vaiheiden jäädytyspaketeissa. Uudet esisuunnittelussa tuotettavat dokumentit lisättiin dokumenttitunnistetiedostoon, jonka tarkoitus on vakioida dokumenttien nimet.</p> <p>Siirtovaiheen eli projektin siirto myynniltä projektitiimille ohjeistuksiin luotiin tarkastelun jälkeen tarkennuksia ja muutoksia.</p> <p>Opinnäytetyöprojektin loppupuolella pohdittiin systeemipohjaista suunnittelumallia ja sen tuomia mahdollisia hyötyjä sekä millaisia muutoksia pitäisi toteuttaa nykyiseen toimintamalliin.</p>	
Avainsanat WBS, ositus, esisuunnittelu, tuotetiedonhallinta, dokumentointi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering			
Author(s) Antti Rajamäki			
Title of Thesis Modeling of Information Flows During Pre-engineering Phase and Definition of Documents			
Date	3.5.2019	Pages/Appendices	36/7
Supervisor(s) Lecturer Markku Huhtinen and Lecturer Jukka Huttunen			
Client Organisation /Partners Andritz Oy / Jukka Hautamaa			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Andritz Oy, KRP Division. The purpose of this thesis was to examine key information flows during pre-engineering in bidding and project start phases of Power Boiler product group. As a result of information flow reviews, a broad process diagram of pre-engineering work processes was created. The purpose of this diagram was to support the thesis and to help defining the documents and their information content in the sales, transfer and project phases. For example, what documents need to be included in different freezing packages of engineering. The new pre-engineering documents were added to a document identifier database –file, which is designed to standardize document names.</p> <p>After the review, adjustments and changes were made to the guidelines for the transfer phase, which means the transfer of the project from the sales to the project team.</p> <p>At the end of the thesis, potential benefits of system-based approach were discussed, and what changes should be made when moving to more system-based approach in engineering.</p>			
<p>Keywords WBS, pre-engineering, product data management, documentation</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn sisältö	5
1.2	Lyhenteet ja määritelmät	6
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	7
3	LEIJUKERROSPOLTTO	8
3.1	Kerrosleijukattila	8
3.2	Kiertoleijukattila	11
4	PROJEKTIN OSITTAMINEN	13
4.1	WBS-numerointi	14
4.2	100 %:n sääntö	15
4.3	Suunnittelun jäädytys ja jäädytyspaketit	16
5	SYSTEEMIPOHJAINEN TOIMINTATAPA	17
6	TUOTETIEDONHALLINTA	19
6.1	Dokumenttienhallintajärjestelmän tyypilliset ominaisuudet	19
6.2	Muutosten hallinta	21
6.3	Dokumenttienhallintajärjestelmä ADMS / Doxis4 winCube	21
7	ESISUUNNITTELU	22
7.1	Voimakattiloiden esisuunnittelu	23
7.2	Esisuunnittelun dokumentointi	23
7.3	Tietovirrat	24
8	PROJEKTIN SIIRTO MYNNILTÄ PROJEKTITIIMILLE	25
9	SYSTEEMIPOHJAISEN TOIMINTATAVAN LUOMINEN	26
10	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET	28
	LIITE 1: DOKUMENTTITUNNISTE	29
	LIITE 2: TIETOVIRRAT ESISUUNNITTELUSSA –KAAVIO	30

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli esisuunnittelutyöprosessin tarkempi kuvaus KRP-divisioonan voimakattilayksikön tietovirtojen ja tuotettavien dokumenttien osalta. Työn tuloksien on tarkoitus kuvata tarkemmin myyntivaiheen etenemistä ja lopulta projektin siirtymistä projektiitiimille sekä mitä tietoja ja dokumentteja tulisi tuottaa missäkin vaiheessa esisuunnittelua lähtötietoina projektin suunnitteluun ja hankintoihin.

Esisuunnittelulla on erittäin tärkeä rooli projektin onnistumisen kannalta. Se muodostaa perussuunnittelulle lähtötiedot ja noudatettavan ohjenuoran. Esisuunnittelu toimii hinnoittelun perustana tarjousta varten ja huonosti toteutettuna voi aiheuttaa eroavaisuuksia budjetin ja toteutuneiden kustannusten välillä.

Siirtovaiheella tarkoitetaan projektin siirtoa myynniltä projektin toteutukselle. Siirtovaiheeseen liittyy monia erilaisia ohjeistuksia, joiden tarkoitus on varmistaa tehokas ja saumaton projektin aloitus. Näihin ohjeistuksiin luotiin erilaisia tarkennuksia ja muutoksia.

Opinnäytetyö sisältää salassa pidettäviä tietoja ja dokumentteja, eikä niitä voida esittää julkaistavassa versiossa.

1.1 Työn sisältö

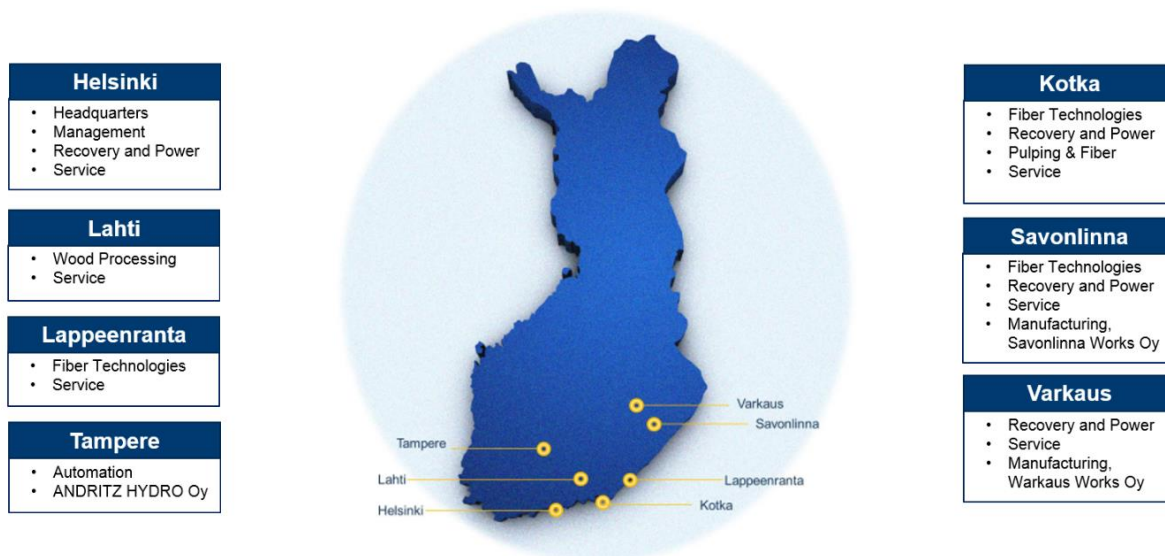
Opinnäytetyö alkaa lyhyen toimeksiantajan esittelyn jälkeen leijukerrospolton teorialla, jossa käydään läpi kerrosleijukattilan ja kiertoleijukattilan toimintaperiaate. Seuraavaksi käydään läpi projektinhallinnan erilaisten metodien teoriaa, kuten projektin osittamista WBS-menetelmällä ja suunnittelun jäädyttämistä. Tämän jälkeen käydään läpi systeemipohjaisen toimintatavan ja tuotetiedonhallinnan teoriaosuudet. Näiden jälkeen siirrytään esisuunnittelun työprosesseihin perehtymisen ja niiden mallintamisen kautta projektin siirtovaiheen kehittämiseen. Opinnäytetyön lopussa ennen yhteenvetoa käsitellään vielä lyhyesti systeemipohjaisen toimintatavan soveltamista.

1.2 Lyhenteet ja määritelmät

KRP	Recovery and Power –divisioona
BFB	Bubbling fluidized bed boiler, kerrosleijukattila
CFB	Circulating fluidized bed boiler, kiertoileijukattila
WBS	Work Breakdown Structure, projektin ositus
KKS	Kraftwerk Kennzeichen System, voimalaitoksen laitteiden positiointijärjestelmä
PDM	Product Data Management, tuotetiedonhallinta
PLM	Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta
PI-kaavio	Prosessi- ja instrumentointikaavio, prosessin mallinnus kaavio
Layout	Sijoitusmalli
ADMS	Andritz Document Management System, dokumenttienhallintajärjestelmä

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

”ANDRITZ Oy on yksi maailman johtavista sellu- ja paperiteollisuuden järjestelmien, laitteiden ja palvelujen toimittajista. Sen tuotealueita ovat puunkäsittely, kuituprosessit, kemikaalien talteenotto ja massankäsittely. Lisäksi ANDRITZ Oy tarjoaa erilaisia biomassakattiloita ja kaasutuslaitoksia energian tuotantoon. Tampereella sijaitseva ANDRITZ HYDRO Oy toimittaa järjestelmiä, laitteita ja palveluja vesivoimateollisuudelle. Suomessa ANDRITZ-yhtiöiden henkilöstön määrä on noin 1 200. Osaamiskeskukset ovat Kotkassa, Lahdessa, Lappeenrannassa, Savonlinnassa, Tampereella ja Varkaudessa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä. ANDRITZ Oy:n hallituksen puheenjohtajana toimii Wolfgang Leitner (ANDRITZ AG) ja toimitusjohtajana Kari Tuominen. Yhtiön omistaa itävaltalainen ANDRITZ AG.” (ANDRITZ Oy, 2019.)



KUVA 1. Andritz Oy:n toimipisteet Suomessa (ANDRITZ Oy, 2019.)

3 LEIJUKERROSPOLTTO

Viime vuosikymmeninä leijukerros poltto on yleistynyt radikaalisti. Kyseisen polttotekniikan ansiosta erilaatuisten polttoaineiden poltto hyvällä palamishyötysuhteella samassa kattilassa on mahdollista. Menetelmällä saadaan tehokkaasti päästöjä kuriin, joka on vauhdittanut menetelmän yleistymistä. (KnowPap, 2019.)

Leijukerros poltolla tarkoitetaan polttotekniikkaa, jossa kattilaan syötettävä polttoaine poltetaan leijuttavan hiekan seassa. Hiekan leijuminen saadaan aikaan hiekan alta puhallettavalla ilmalla eli primääri-ilmalla. Kattilassa leijuva hiekka muodostaa kattilan pohjalle noin 0,4 - 0,8 metriä paksun kerroksen, ja tätä kutsutaan pediksi. Palamisen vaatima happi saadaan osittain primääri-ilmasta, mutta pedin päälle tuodaan myös palamisilmaa sekundääri-ilmana ja tertiääri-ilmana. (Huhtinen, Korhonen, Pimiä, Urpalainen 2013, 36.)

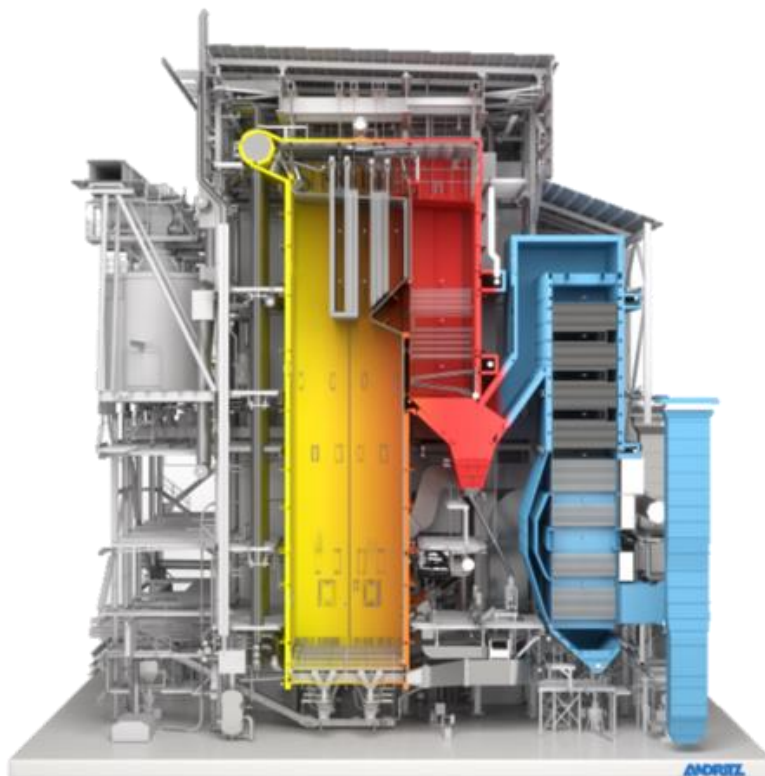
Nopeuden ylittäessä minimileijutusnopeuden, peti alkaa kuplia. Tämän takia kerrosleijukattilaa usein kutsutaan kuplivaksi leijupediksi, kuplapetikattilaksi (BFB, Bubbling Fluidized Boiler). Kun leijutusnopeus ylittää riittävän suuresti hiekkapartikkeleiden lentoonlätönnopeuden, hiukkaset lähtevät kulkemaan leijutusväliaineen mukana ylöspäin. Tämä tilanne kuvaa periaatteeltaan kiertoleijukattilan (CFB, Circulating Fluidized Boiler) toimintaa. (KnowPap, 2019.)

Kerrosleijukattilat ja kiertoleijukattilat soveltuvat hyvin kosteiden polttoaineiden polttamiseen, sillä kostea polttoaine kuivuu ensin hautautuessaan kuumaan hiekkaan (Huhtinen ym. 2013, 36).

3.1 Kerrosleijukattila

Kerrosleijukattilassa olevan hiekan keskiraekoko on 1-3 mm ja sen leijutusnopeus on 0,7 - 2 m/s. Hiekkakerroksen eli pedin korkeus on 0,4 – 0,8 m, ja täten painehäviöksi muodostuu noin 6 – 12 kPa. Polttoaineen syöttö hoidetaan yleensä useamman syöttöputken avulla pedin päälle mekaanisesti. (KnowPap, 2019.)

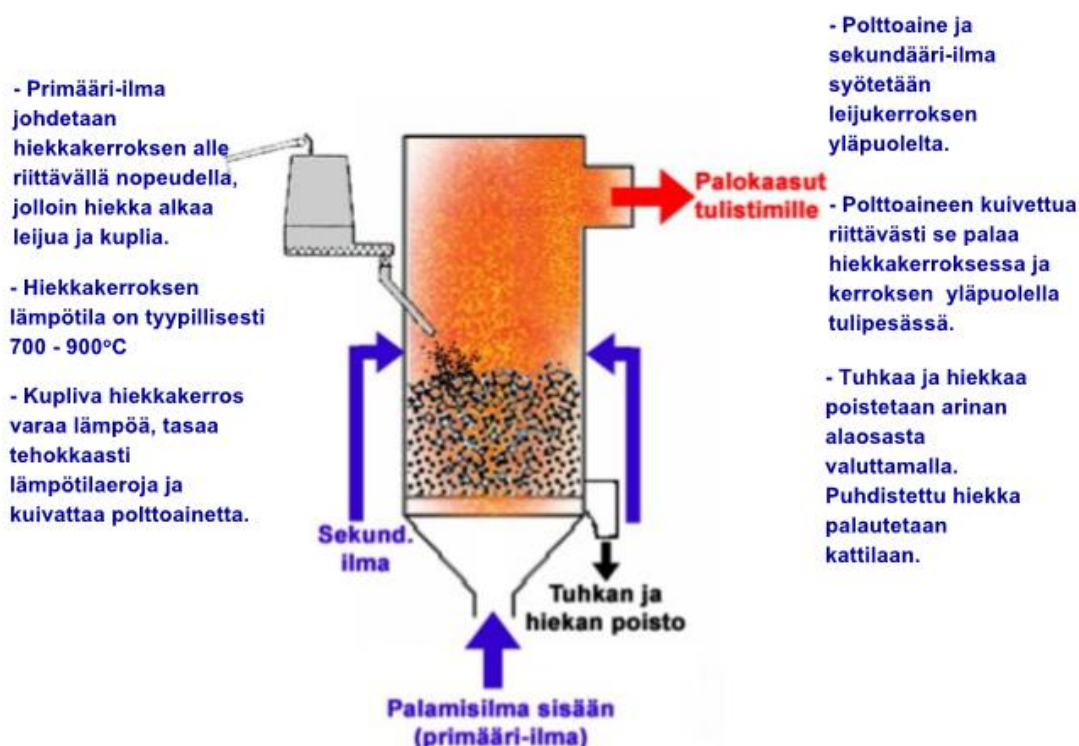
Tuhka poistuu kattilan pohjassa olevasta arinan aukosta. Tuhkasta erotellaan hiekka seulomalla ja puhdistuksen jälkeen hiekka palautetaan takaisin kattilaan. Hienojakoiseksi jauhautunut tuhka ja hiekka poistuu myös savukaasujen mukana kattilasta pois, jonka seurauksena kattilaan on lisättävä hiekkaa jauhautuneen korvaamiseksi. Lisäksi savukaasut puhdistetaan lentotuhkasta esimerkiksi sähkö- tai letkusuodattimilla. (KnowPap, 2019.)



KUVA 2. Esimerkki kerrosleijukattilasta (Andritz Oy, 2019)

Kerrosleijukattila kykenee polttamaan useita kosteita polttoaineita, esimerkiksi teollisuusjätteitä, biopolttoaineita ja turvetta. Polttoaineen kosteuden vaihtuvuudella ei ole heikentävää vaikutusta kokonaisprosessiin. Polttoaineilta vaaditaan riittävästi haihtuvia ainesosia ja alhaista syttymislämpötilaa. Polttoaineelta vaaditaan myös, että jäännöskoksin palamisaika on mahdollisimman lyhyt. Tämän takia hiilen käyttö polttoaineena tuottaa ongelmia, eikä sitä suositella käytettäväksi suurina määrinä kerrosleijukattilan polttoprosessissa. (KnowPap, 2019.)

Kuumaan hiekkapetiin sekoittuva polttoaine kuivuu nopeasti ja kuumenee syttymislämpötilaan. Hiekkakerroksen tuoma suuri lämpökapasiteetti tasaa hyvin myös esimerkiksi polttoaineen laadun ja kosteuden tuomia heilahteluja ja sekoittumisen avulla lämpötila käytännössä pysyy vakiona. (KnowPap, 2019.)



KUVA 3. Kerrosleijukattilan periaate (KnowPap, 2019)

Peti lämmitetään aluksi 500 – 600 °C, jolla varmistetaan pääpolttoaineen turvallinen syttyminen. Pedin lämmitys tapahtuu petiin tai sen päälle asennetuilla öljy- tai kaasukäyttöisillä sytytyspolttimilla. Pedin lämpötila pyritään pitämään noin 100 °C tuhkan pehmenemispisteen alapuolella, joka tarkoittaa esimerkiksi kotimaisten polttoaineiden polttamisessa noin 900 °C. Tällä estetään sulan tai pehmeän tuhkan aiheuttaman hiekan sintraantumisen, jolloin hiekan poistaminen kattilasta on vaikeaa ja vaatii usein laitoksen alasajon. (KnowPap, 2019.)

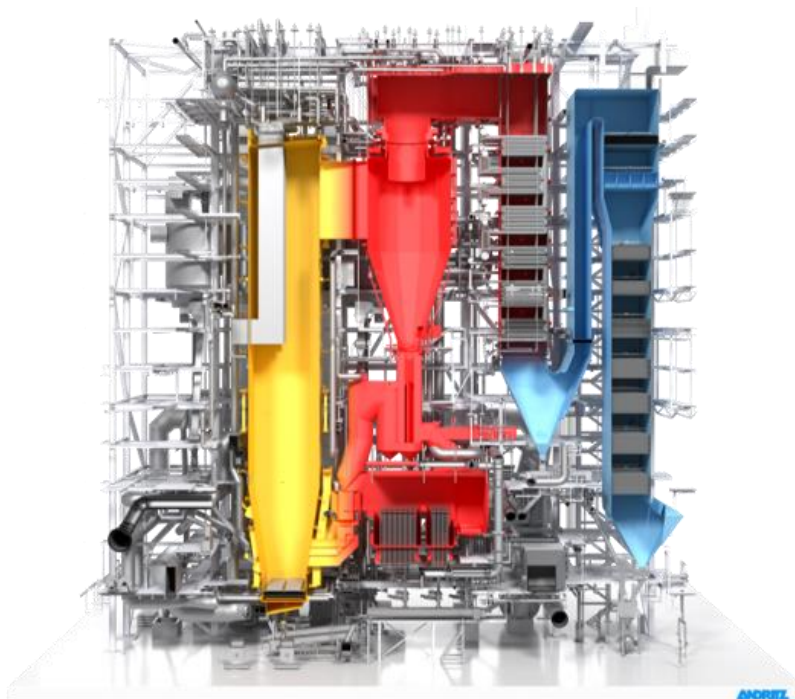
Leijutuspoltto onnistuu, kun seuraavat tekijät toteutuvat (Huhtinen ym. 2013, 37):

- Leijutuskaasun jakautuminen arinan läpi on tasaista.
- Polttoaineen syöttö ja laatu ovat mahdollisimman tasaista.
- Pedin lämpötila on oikealla alueella (700 – 900 °C riippuen polttoaineesta) » tuhka ei sula » ei tapahdu hiekan sintraantumista.
- Palamisnopeus on suuri » polttoaine ei jää petiin varastoitumaan.
- Polttoaine sekoittuu tehokkaasti.
- Lähes kaikki tuhka poistuu lentotuhkana.
- Petimateriaalin raekoko pidetään sopivana leijutusta varten ja suhteutetaan raekoko leijutusnopeuteen (isot esineet, kuten kivet ja rautaesineet, poistetaan pohjatuhkan mukana).
- Pedin korkeus optimaalinen.
- Ilman ja polttoaineen suhde on oikea.

3.2 Kiertoleijukattila

Kiertoleijukattilassa käytetään suurempia leijutusnopeuksia ja hienojakoisempaa petimateriaalia, kuin kerrosleijukattilassa. Leijutusnopeus kierto-leijukattilassa on 3 – 10 m/s ja hiekan raekoko 0,1 – 0,5 millimetriä. Suurempi leijutusnopeus ja pienempi raekoko saavat aikaan kiertopetikattilalle ominaista pyörteisyyttä ja hiukkasten sekoittumista, sekä hiukkasten kulkeutumista savukaasujen mukana. (KnowPap, 2019.)

Kiertoleijukattila on varustettu syklonilla, joka palauttaa kiertävän petimateriaalin ja palamattomat hiukkaset tulipesän pohjalle. Syklonin alle rakennetaan eräänlainen polvi, jolla estetään savukaasujen virtaus tulipesästä sinne. Polveen on asennettu suuttimia, joista vapautuvan paineilman avulla saadaan hiekkakierto aikaiseksi. (KnowPap, 2019.)



KUVA 4. Kiertoleijukattila (Andritz Oy, 2019)

Sykloneita asennetaan suurempiin kattiloihin useampia, sillä syklonien erotuskyky huononee halkaisijan kasvaessa. Syklonin erotuskyky kasvaa, mitä nopeammin savukaasu virtaa sykloniin. Uusimmat syklonit ovat varustettu jäähdytyksellä, jolloin hiekan aiheuttamaa kulumista suojaava massa on huomattavasti ohuempaa. (Knowpap, 2019.)

Polttoaineen syöttö hoidetaan joko etuseinämän kautta tai sekoittamalla se syklonista palaavan hiekan joukkoon. Polttoaineen sekoittaminen syklonista palaavaan hiekkaan on yleinen vaihtoehto, mutta mikäli sillä ei saada tasaista polttoaineen syöttöä aikaiseksi, voidaan osa polttoaineesta syöttää myös etuseinämän kautta. (Knowpap, 2019.)

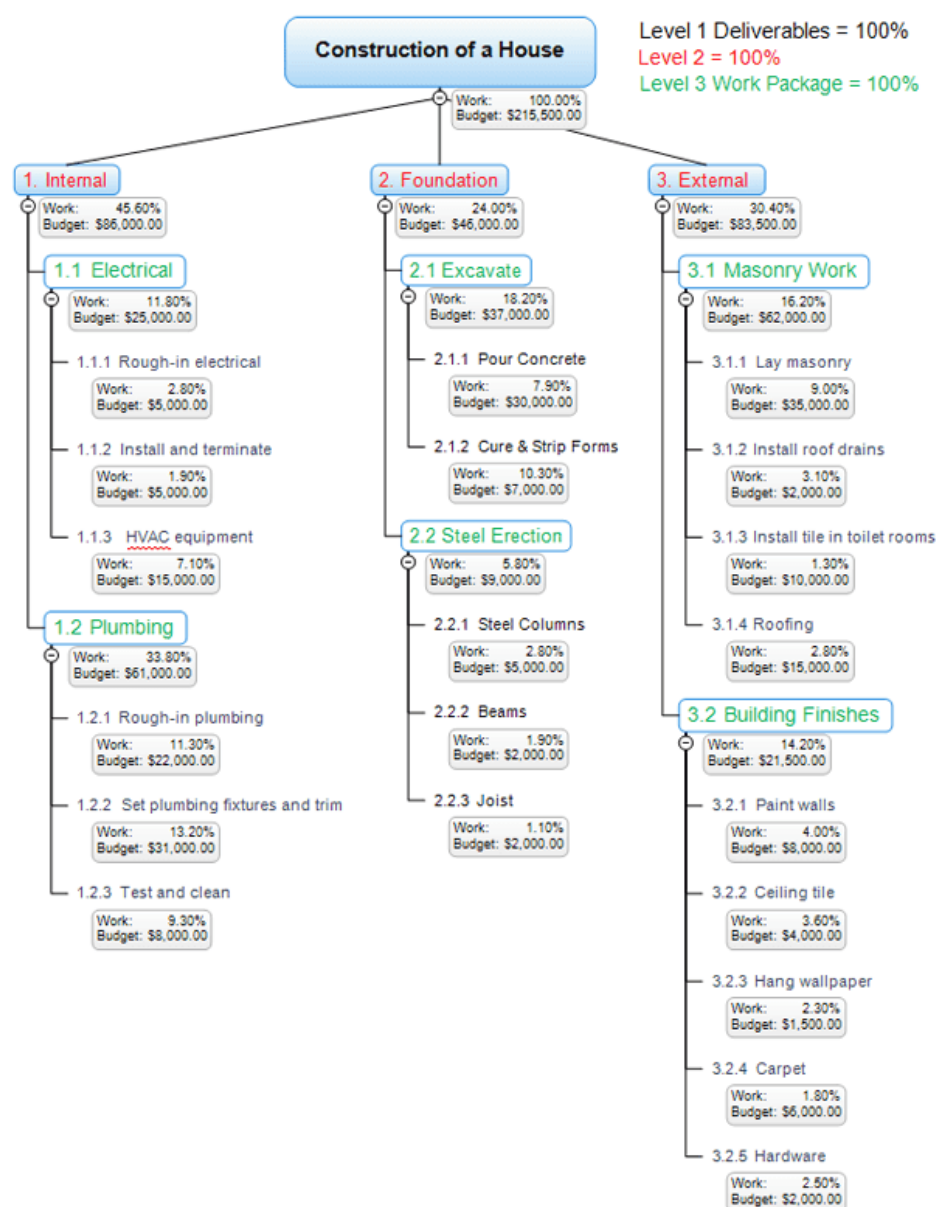
Palamisilma tuodaan kiertoleijukattilaan samalla tavalla kuin kerrosleijukattilaan. Sekundääri-ilma johdetaan eri tasoilla muutaman metrin arinan yläpuolelle. Käynnistyspolttimetkin ovat samanlaiset kuin kerrosleijukattiloissakin. (Knowpap, 2019.)

Kiertoleijukattilassa on mahdollista polttaa hyvällä hyötysuhteella vähän haihtuvia komponentteja sisältäviä polttoaineita, joista ei kerrosleijukattilassa saada hyvää palamistulosta. Tällainen on esimerkiksi hiili. Palamatta jääneet polttoaineen partikkelit kulkeutuvat savukaasuissa sykloniin, jossa ne erotellaan savukaasuista. Syklonista ne palautuvat tulipesään. Tämä takaa riittävän pitkän palamisajan ja hyvän hyötysuhteen. Kiertoleijukattilassa voidaan polttaa lähes melkein mitä tahansa polttoainetta. (Knowpap, 2019.)

4 PROJEKTIN OSITTAMINEN

Projektin osittamisella tarkoitetaan projektin jakamista itsenäisesti suunniteltaviin ja toteutettaviin tehtäväpaketteihin. Projektien osittamisesta käytetään yleisesti lyhennelmää WBS (Work Breakdown Structure). Ositusta voidaan käyttää projektin kaikkien osallisten suunnitelmien, aikataulujen, budjettien ja raporttien pohjana. Täten osituksesta muodostuu projektinhallinnan keskeinen informaatioväline. Ositukselle ei ole olemassa yhtä ainoaa tapaa tehdä se oikein, vaan se voidaan tehdä usealla vaihtoehtoisella tavalla. Tavan valintaan vaikuttaa se, miten projektin ohjaus on tarkoitus toteuttaa. Kerran huolella tehty WBS toimii hyvänä mallina tulevien vastaavien projektien osittamisessa. (Pelin 2008, 93-94.)

Ositus määrittelee visuaalisesti projektin laajuuden hallittaviksi paloiksi, joita projektiryhmä ymmärtää, sillä jokainen taso tarjoaa tarkempia määritelmiä ja yksityiskohtia. Alla oleva kuvio kuvaa yksinkertaista WBS rakennetta, jossa on kolme tasoa (Workbreakdownstructure.com, 2019).



Kuvio 1. Yksinkertainen WBS-rakenne (Workbreakdownstructure.com, 2019)

WBS-menetelmän käyttäminen projektin suunnittelussa tuo paljon hyötyjä. Esimerkiksi (blog.masterofproject.com, 2019):

- Tarjoaa projektiryhmän jäsenille ymmärryksen siitä, miten he istuvat koko projektin hallintaan. Auttaa näkemään, miten jokainen toiminta tai tuotos auttaa tuotteen ja projektin saattamisessa maaliin.
- Helpottaa projektiryhmän ja muiden sidosryhmien välistä viestintää ja yhteistyötä. Järjestelmä näyttää projektin hierarkian, jäljellä olevan työn ja työntekijät, jotka työskentelevät saman työpaketin parissa. Kaikki tämä helpottaa kommunikointia.
- WBS –menetelmä tarjoaa perustan henkilöstön, kustannusten ja aikataulun arvioinnille. On aina vaikea arvioida henkilöstön tarvetta, kustannuksia ja aikatauluja, jos projekti on työmäärältään suuri. Poikkeamien määrä kasvaa, kun arviointeja tehdään suurille työpaketeille. Mutta jos kaikki työ jaetaan pienempiin osiin, on helpompi tehdä arvio ja poikkeamien määrä laskee. Projektiryhmän on helpompaa ja tarkempaa arvioida pienempiä kappaleita.
- WBS on projektin perusta. Lähes kaikki mitä tapahtuu suunnitteluprosessissa WBS:n luomisen jälkeen, liittyy suoraan WBS-projektinhallintaan. Tämä on WBS:n ratkaiseva etu, sillä WBS näyttää vaadittavat työt projektin toteuttamiseksi, se on itse asiassa suunnittelun perusta. Esimerkiksi kustannusarviointi, aika-arvio, resurssien estimoinnit ja aikataulun suunnittelu tehdään WBS-projektinhallinnan avulla.
- Projektin kustannukset arvioidaan työpaketin tasolla. Työpaketin sisällä sijaitsevien työtehtävien kustannukset summataan. Tämän jälkeen kunkin työpaketin summataan WBS:n ensimmäiselle tasolle projektin kokonaistalousarvion arvioimiseksi.
- Riskit tunnistetaan työpaketin avulla.
- Työpaketit osoitetaan yksilöille tai organisaation osille. Koska WBS hajoittaa jokaisen työn pienemmiksi paloiksi, se helpottaa hallintaa, toteutusta, koordinoitua ja seurantaa. Yleensä jokainen työpaketti on riittävän pieni, jotta se voidaan osoittaa projektiryhmän jäsenelle tai organisaation osastolle, esimerkiksi tehtäväksi laatuosastolle tai hankintaosastolle.

4.1 WBS-numerointi

Projektiosituksen muodostamat elementit koodataan hierarkkiseksi rakenteeksi. Yksinkertaisesti koodi muodostetaan siten, että siitä nähdään mihin ylemmän tason WBS-elementtiin mikäkin osa kuuluu. WBS-numerointia käytetään paljon muun muassa dokumentoinnissa. Esimerkiksi koodi voidaan muodostaa seuraavalla tavalla (Pelin 2008, 94-95):

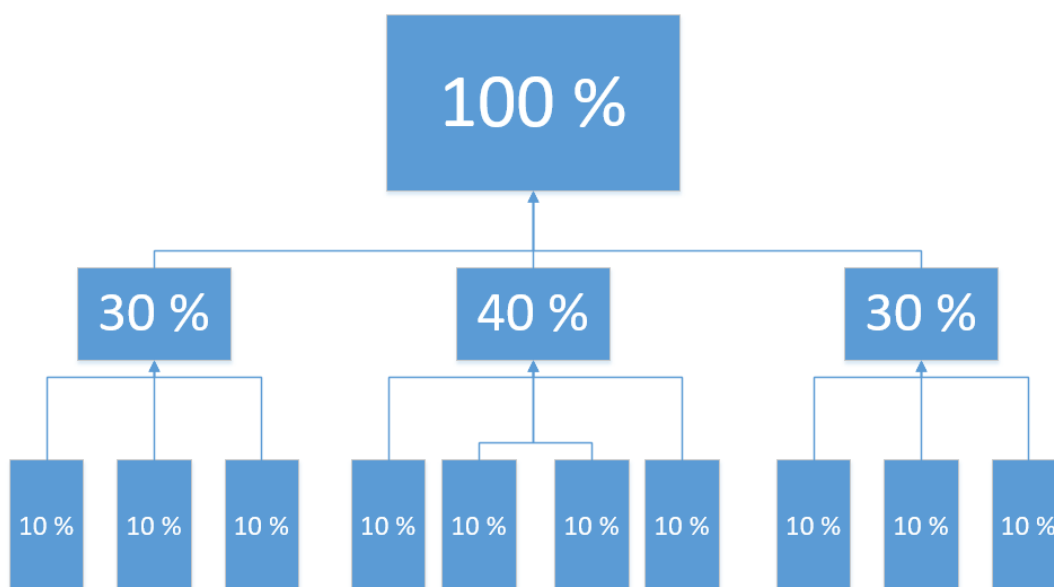
- WBS-taso 1 = koko projekti, koodi 0.000
- WBS-taso 2 = osaprojektit, koodi 1.000
- WBS-taso 3 = edellisen osat, koodi 1.100
- WBS-taso 4 = edellisen osat, koodi 1.110.

Toiminnanohjausjärjestelmä sisältää työkalut projektin edistymisen seurantaan, aikataulutukseen ja erinäisten raporttien luontiin. Andritzilla on käytössä SAP toiminnanohjausjärjestelmä (ASAP), jota kuitenkin käytetään vain kustannusten seurannassa WBS-numeroiden avulla. (Nieminen 2015, 47.)

WBS-koodiesimerkki C – 02 – 830830 – 088 – 1150 – 161: WBS-koodin alussa oleva kirjain kertoo, onko sopimus tehty asiakkaan kanssa (C) vai toimiiko toisena osapuolena Andritzin joku toinen divi-sioona (D). Seuraavasta numerosta tulee ilmi, missä maassa toimivasta yrityksen konsernista on tapauksessa kyse (01 = AG, 02 = Oy). Tämän jälkeen tulee projektin uniikki ja eri projektit erotteleva projektinumero. Seuraavaksi eritellään tuote (026 = soodakattila, 027 = haihduttamo, 088 = voimakattila). Tuote jaetaan vielä laitetasolle (1150 = korkeapaineputkisto). Lopuksi tulee vielä komponenttitaso (161 = päähöyrylinja). (Nieminen 2015, 48.)

4.2 100 %:n sääntö

Tämän säännön mukaan kaikki projektin laajuuden määrittelemät työt pitää sisältyä ositukseen ja puolestaan projektiin kuulumaton työ rajata osituksen ulkopuolelle. Alemman tason töiden on oltava 100% ylemmän tason edustamasta työstä. (Workbreakdownstructure.com, 2019.)



KUVIO 2. Esimerkki 100 prosentin säännöstä

4.3 Suunnittelun jäädytys ja jäädytyspaketit

Design Freeze on yksi projektinhallinnan työkaluista, jonka tarkoituksena on ”jäädyttää” tietyt suunnitteluvaiheet projektista sen edetessä. Tavoitteena on, että näihin jäädytettyihin paketteihin (Freezing Packages) ei enää kajottaisi muutosten muodossa. Yleensä muutamia projektin virstanpylväitä ja päätöksiä pidetään pääaikataulussa freezing eli jäädytysvaiheina. Jos projektissa on osia, joiden valmistus tai ostoprosessit ovat kestoiltaan pitkiä, kannattaa näiden osien tietyt tekniset tiedot jäädyttää mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tällä saadaan esimerkiksi hankintaprosessit liikkeelle mahdollisimman aikaisin pitkän toimitusajan laitteiden kanssa.

Jäädyttämisen tarkoituksena on tehostaa projektin etenemistä pysyen esimerkiksi aikataulussa ja budjetissa. Vaikka jäädyttämällä pyritään estämään muutosten tekeminen jälkikäteen, on todellisuudessa täydellinen muutosten estäminen yleisesti ottaen mahdotonta. Isoissa projekteissa on paljon liikkuvia osia, jotka vaikeuttavat täydellistä jäädyttämistä. (Jaztec, 2019.)

Ihanteellinen suunnittelun jäädytyksen vaiheistus on suunniteltava asianmukaisesti ottaen huomioon tekniset, kaupalliset ja ergonomiset tekijät. Suunnittelun muutosten tiheys ja dokumenttien tarkistaminen ovat haastavia, koska niillä voi olla vaikutuksia kustannuksiin ja aikatauluun. Kun otetaan huomioon projektien monimutkaisuus, olisi jäädytyspisteet suunniteltava sen mukaisesti, minkä vuoksi järkevintä on jäädyttää keskeiset toimitettavat projektin osat monikerroksisiksi. Esimerkiksi PI-kaaviot ja layout-mallit tulisi erottaa muutamiiin kategorioihin ja jokaisella tasolla tietty informaatio tulisi jäädyttää. (Jaztec, 2019.)

Jokaisen vaiheen tulisi olla seurausta siitä, että kaikki asianomaiset sidosryhmät ovat tarkastelleet perusteellisesti rajapintoja. Lisäksi jäädytysvaiheet tulisi suunnitella ottaen huomioon asiakkaan hyväksyntä ja virallinen palaute projektin toimituksesta. (Jaztec, 2019.)

5 SYSTEEMIPOHJAINEN TOIMINTATAPA

Systems engineeringillä ei ole vakiintunutta suomenkielistä termiä. Joissain tapauksissa puhutaan järjestelmätekniikasta, mutta se ei niinkään kuvaa Systems engineeringin tarkoitusta, mikä laajasti ottaen on järjestelmän suorituskyvyn tuottaminen ja hallinta. Projektitoiminnan parissa työskentelevät tunnistavat useita eri Systems engineeringin menetelmiä. Tässä opinnäytetyössä käsitellään ai-
hetta termillä systeemipohjainen toimintatapa. (finse.org, 2019.)

Systeemipohjainen toimintatapa on monialainen lähestymistapa ja keino onnistuneiden järjestelmien toteuttamiseksi. Se yhdistää kaikki tieteenalat ja erikoisryhmät ryhmätyöhön, joka muodostaa jäsen-
nellen kehittämisprosessin, joka etenee konseptista tuotantoon ja käyttöönottoon. Systeemipohjai-
suus tarkastelee asiakkaiden teknisiä tarpeita, jotta voidaan tarjota laadukas tuote, joka vastaa käyt-
täjien tarpeita. (INCOSE, 2019.)

Systeemipohjainen toimintatapa käsittelee työprosesseja, optimointimenetelmiä ja riskienhallintatyö-
kaluja näissä projekteissa. Se kattaa tekniset ja humanistiskeskeiset tieteenalat, kuten tuotantotek-
niikka, koneenrakennus, valmistustekniikka, säätötekniikka, ohjelmistotekniikka, sähkötekniikka, ky-
bernetiikka, organisaatiotutkimukset, maa- ja vesirakentaminen ja projektijohtaminen. Systeemipoh-
jainen toimintatapa varmistaa, että kaikki todennäköiset projektin tai järjestelmän näkökohdat ote-
taan huomioon ja integroidaan kokonaisuuteen. (Wikipedia.org, 2019.)

Järjestelmien suunnitteluprosessi on identifioimisprosessi, joka on erilainen kuin valmistusprosessi. Valmistusprosessissa keskitytään toistuviin toimintoihin, joilla saavutetaan laadukkaita tuotoksia vä-
himmäiskustannuksilla ja -ajalla. Järjestelmien suunnitteluprosessi on aloitettava löytämällä toden-
näköisimpiä tai suurinta tuhoa aiheuttavia ongelmia, joita voi esiintyä. Systeemipohjaisuudella etsi-
tään ratkaisuja näihin ongelmiin. Lisäksi suunnittelu on voimakkaasti tavoitelähtöistä. (Wikipedia.org, 2019.)

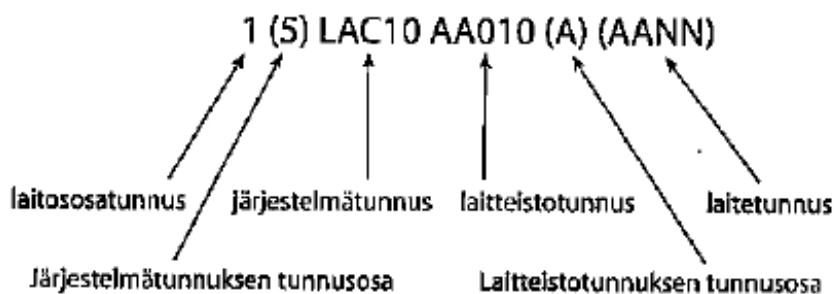
Systeemipohjaisuudelle tyypillisiä piirteitä ovat (finse.org, 2019):

- Perusteelliset vaatimuskartoitukset ja järjestelmällinen vaatimusten hallinta
- Huolellinen rajapinta- ja sidosryhmäanalysointi
- Tavoitelähtöinen suunnittelu
- Järjestelmän koko elinkaaren kattava suunnittelu
- Toiminnan täydellinen dokumentointi

Systeemipohjaisen toimintatavan käyttämisellä on tarkoitus varmistaa järjestelmän luvatus suoritus-
kyvyn toteutuminen ja säilyminen halutulla tasolla kustannustehokkaasti. Prosessin skaalautuvuu-
della ja soveltamisella sitä voidaan käyttää missä tahansa projektissa. Menetelmien tarkastelu on
kuitenkin tarpeen, sillä luonnollisesti kaikki menetelmät eivät sovi kaikkiin tapauksiin. (finse.org, 2019.)

Systeemipohjainen toimintatapa ei ole prosessina yksinkertainen, eikä se ole oikotie onneen. Osa-alueiden tehtävien toteuttaminen sitoo paljon resursseja sekä sen prosessin soveltaminen edellyttää avarakatseisuutta. Se on kuitenkin oiva keino hallita monimutkaisia kokonaisuuksia pitkälle tulevaisuuteen. (finse.org, 2019.)

Voimalaitoksen rakennuksille ja niissä sijaitseville järjestelmille ja niiden komponenteille on luotu erilaisia kirjaimista ja numeroista koostuvia tunnuksia, joilla järjestelmät ja laitteet voidaan yksinkertaisesti tunnistaa. Tällainen merkintäjärjestelmä on esimerkiksi KKS-järjestelmä. Voimalaitoksissa käytettävä KKS-merkintäjärjestelmä on omalla tavallaan osa systeemipohjaista toimintatapaa. Järjestelmä mahdollistaa tarkan laitekohtaisen paikantamisen. Kuvassa 5 on esitetty KKS-tunnuksen rakenne. (Huhtinen ym. 2013, 336.)



KUVA 5. KKS-tunnuksen rakenne (Huhtinen ym. 2013, 336.)

6 TUOTETIEDONHALLINTA

Tuotetiedonhallinta toimii prosessin ja tuotehistorian keskeisenä tietovarastona ja edistää integraatiota sekä tiedonvaihtoa kaikkien tuotteiden kanssa vuorovaikutuksessa olevien henkilöiden, kuten projektipäälliköiden, suunnittelijoiden, myyntihenkilöiden, ostajien ja laadunvarmistuksen kesken (Wikipedia.org, 2019).

Tuotetiedonhallinta (PDM) kuuluu tuotteen elinkaaren hallintaan (PLM). Tuotteen elinkaaren hallinnalla tarkoitetaan systemaattista tapaa hallita tuotteen kaikkea informaatiota sen koko elinkaaren aikana: tuotteen kehitys, suunnittelu, tuotanto, käyttö ja huolto/ylläpito (Sääksvuori & Immonen 2008, 9).

Nykyään lähes kaikki dokumentit tuotetaan henkilökohtaisilla tietokoneilla. Tämän ansiosta dokumenttien tuottaminen ja muuttaminen on erittäin helppoa. Tämä kuitenkin synnyttää vaaran, että kukaan ei tiedä mistä dokumentin löytää, mitä versioita dokumentista on olemassa, onko joku tekemässä juuri nyt uutta versiota, ja niin edelleen. Erilaisten dokumenttien hallintajärjestelmien toivotaankin hyödyttävän dokumenttien hallintaa tuomalla siihen tiettyä selkeyttä. Järjestelmät ei kuitenkaan kykene yksin ratkaisemaan ongelmia, vaan yrityksen tulee määrittää tarkat toimintaohjeet järjestelmien käyttämisestä. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002, 47.)

Yrityksen tulisi tarkkaa määrittää mitä dokumentteja talletetaan järjestelmiin. Esimerkkinä tekniset dokumentit ovat yleisiä järjestelmään sijoitettavia dokumentaatioita, mutta raakana esimerkkinä markkinointiosaston tekemien esitteiden ei tulisi olla järjestelmässä. (Peltonen ym. 2002, 47.)

Dokumentteja ja muita nimikkeitä voi liittää toisiinsa. Tuotteeseen voi liittyä monta erilaista dokumenttia ja eri komponenttia. Esimerkiksi pelkästään komponenttiin voi liittyä valmistuspiirustus ja asennusohje. Puolestaan myös yksi dokumentti voi liittyä useampaan tuotteeseen tai koko projektin toimituksen sisältöön. Tällaisia yleisiä dokumentteja on esimerkiksi tietyt laadunhallinnalliset dokumentit. Tämän takia on erittäin tärkeää, että järjestelmän kansiorakenteesta saadaan mahdollisimman selkeä ja käyttökohteisiin sopiva. (Peltonen ym. 2002, 47-48.)

6.1 Dokumenttienhallintajärjestelmän tyypilliset ominaisuudet

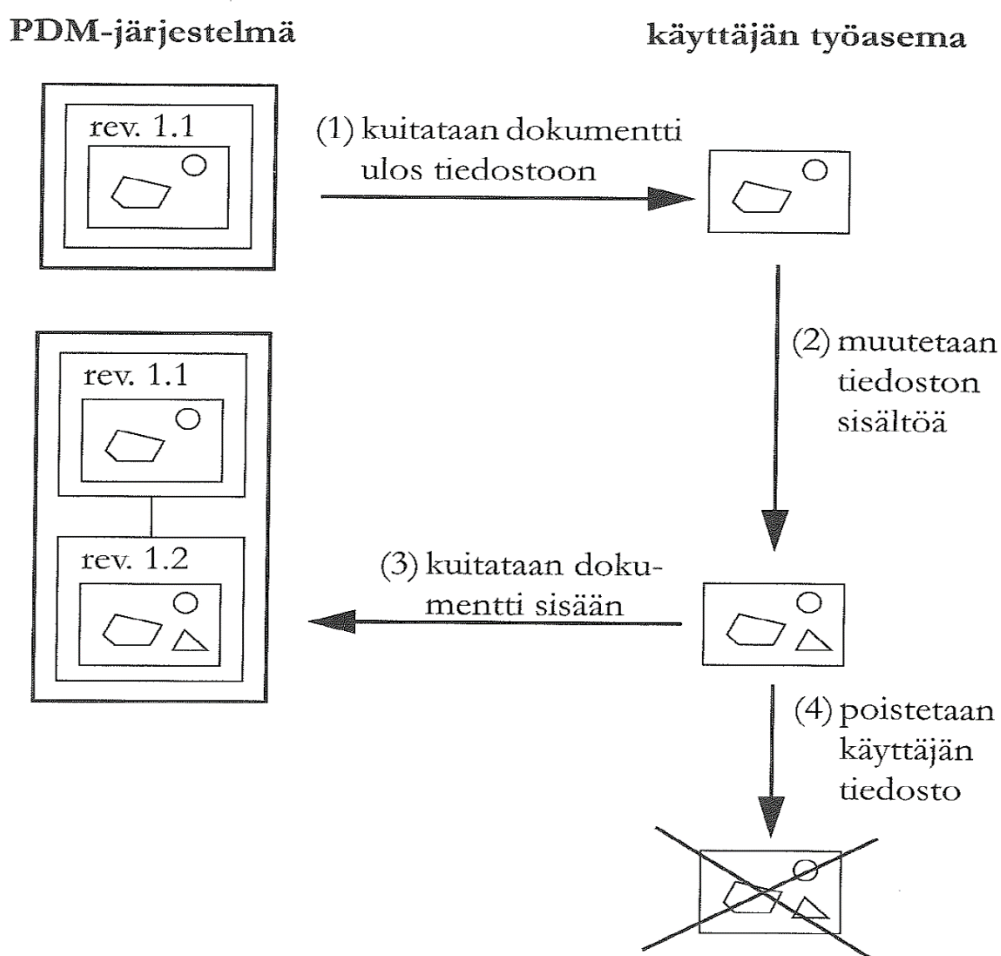
Tyypillisiä dokumenttien hallintajärjestelmän ominaisuuksia on dokumenttien ulos- ja sisäänkuittaukset, työkaluintegraatiot, dokumenttihaut ja dokumenttien versioinnit.

Dokumentin muokkausta varten käyttäjä kuittaa dokumentin ulos järjestelmästä. Tämän jälkeen käyttäjä voi muokata dokumenttia siihen tiedostoon sopivalla ohjelmalla. Uloskuittaus luo dokumenttiin yleensä lukituksen, eikä sitä muut käyttäjät pysty muokkaamaan, ennen kuin dokumentti on kuittattu takaisin sisään. Lukituksen ei tarvitse olla välttämättä näin tiukka, ja sen toteutustapa riippuukin paljon sisäisistä menettelytavoista. (Peltonen ym. 2002, 49-50.)

Dokumenttienhallintajärjestelmän käyttäjä tekee varsinaista konkreettista työtään jollain muulla ohjelmalla, kuten CAD-ohjelmalla. Tämä muodostaa dokumenttien ulos- ja sisäänkuittauksista työntekijälle ylimääräisiä tehtäviä, jotka tulisi saada käyttäjän kannalta mahdollisimman suoraviivaisiksi. Yksinkertaisimmillaan tämä voidaan suoraviivaistaa siten, että dokumentin muokkaukseen tarkoitetulla ohjelmalla pystyttäisiin suorittamaan tavanomaisen tallennuksen lisäksi sisäänkuittaus ja muut dokumenttienhallintajärjestelmän tyypilliset tehtävät. (Peltonen ym. 2002, 50-51.)

Yleensä dokumenttienhallintajärjestelmä sisältää monipuoliset hakutyökalut dokumenttien hakemiseen järjestelmästä. On myös hyödyllistä, jos järjestelmä tukee sisällön avulla hakemista. (Peltonen ym. 2002, 51-52.)

Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista, joka sisältyy lähes poikkeuksetta kaikkiin dokumenttienhallintajärjestelmiin, on dokumenttien versioinnin mahdollisuus. Usein järjestelmät tekevät automaattisesti uuden revision, kun ulos kuitattu dokumentti kuitataan takaisin sisään. Kuvassa 6 esitellään automaattinen uuden revision luonti. Käyttäjä kuittaa ensin revision 1.1 ulos, jolloin revision sisältö kopioidaan käyttäjän omaan tilapäiseen tiedostoon. Käyttäjä suorittaa tarvittavat muokkaukset ja kuittaa tiedoston takaisin järjestelmään. Järjestelmä luo automaattisesti uuden revision 1.2 ja lopuksi poistaa käyttäjän väliaikaisen tiedoston. (Peltonen ym. 2002, 52.)



KUVA 6. Uuden revision luonti dokumentin sisäänkuittauksessa (Peltonen ym. 2002, 53.)

6.2 Muutosten hallinta

Muutosten hallinta projektin suunnitteluprosessien aikana on keskiössä projektin mallikkaan onnistumisen kannalta. Voimalaitoksen eri laitteisiin liittyy paljon toisistaan riippuvia tietoja. Pienikin muutos johonkin tietoon voi aiheuttaa sen, että monia muitakin tietoja täytyy muuttaa, tai ainakin tarkistamaan tarvitseeko muutoksia mahdollisesti tehdä. Koska muutokset tuottavat paljon työtä ja kustannuksia, sen takia usein vaaditaan muutoksille hyväksyntää. Yleensä yksi tai useampi ihminen tarkistaa ja hyväksyy muutokset, ennen kuin ne tulevat voimaan. (Peltonen ym. 2002, 71.)

Koko tuotteeseen tarkoitettu muutos vaatii yleensä monen eri komponentin muuttamista. Komponenttien muuttaminen tuottaa muutoksia esimerkiksi valmistuspiirrustukseen. Tuotteen muutokset puolestaan tuottavat muutoksia esimerkiksi asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeisiin. Eli kokonaisuudessaan yksi muutos aiheuttaa muutoksia kaikkialla, jotka ovat kytköksissä muutokseen. Mitä laajempi projekti, sitä suuremmat ongelmat muutos voi aiheuttaa. (Peltonen ym. 2002, 73.)

Kun havaitaan, että tuotteeseen tarvitaan muutos, asiasta tehdään muutospyyntö (ECR, Engineering Change Request). Muutospyyntöön ei välttämättä ole tarpeellista eritellä muutoksen vaikutuksia taloudellisesti tai onko muutos teknisesti mahdollinen. Yhden tai useamman muutospyyntöön pohjalta laaditaan muutosehdotus (ECP, Engineering Change Proposal), jossa kuvataan tarkasti suunnitelma muutospyyntöön tai -pyynnöissä eriteltyjen muutosten aikaansaamiseksi. Tässä eritellään myös mahdolliset taloudelliset vaikutukset. Jos ehdotus hyväksytään, muutokset toteutetaan ehdotuksen mukaisesti ja laaditaan muutosilmoitus (ECN, Engineering Change Note). Muutosilmoitus sisältää tarkat ohjeet kaikille henkilöille, joita kyseinen muutos koskee. Ohje voi sisältää esimerkiksi muutoksen tuottamat aikataululliset muutokset. (Peltonen ym. 2002, 74.)

6.3 Dokumenttienhallintajärjestelmä ADMS / Doxis4 winCube

Andritz käyttää dokumenttienhallintajärjestelmänä ADMS (Andritz Document Management System) nimistä ohjelmaa, joka pohjautuu SER Groupin Doxis4 Wincube ohjelmaan. Järjestelmä sisältää muun muassa seuraavat toiminnot (SER Group, 2019):

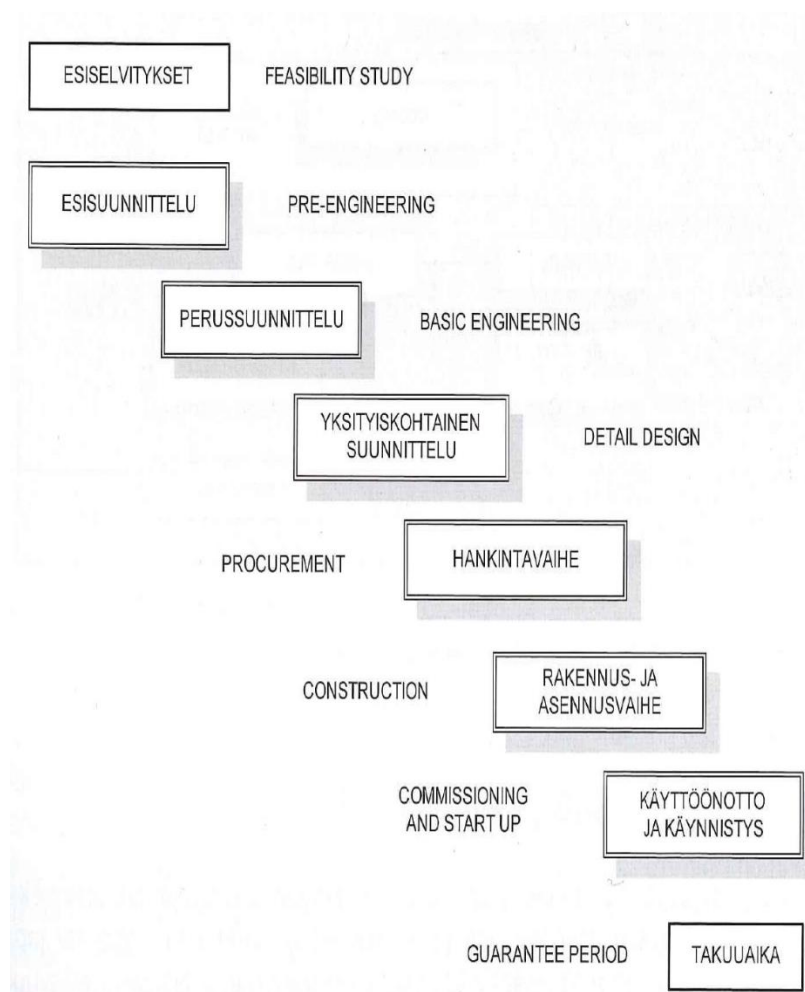
- Dokumenttien versioinnit
- Dokumenttien ulos- ja sisäänkuittaus
- Projektin kaikkien dokumenttien hallinta keskitetty yhteen järjestelmään
- Sisällön avulla hakeminen ja muut kehittyneet hakutoiminnot
- Mahdollisuus sovellusnäkyvän personointiin
- Microsoft Office ohjelmiin integrointi

7 ESISUUNNITTELU

Laitosprojektin suunnittelu aloitetaan jo hyvissä ajoin ennen toimitussopimuksen allekirjoittamista. Esisuunnitteluksi kutsutaan yleensä ennen sopimuksen allekirjoitusta tapahtuvaa suunnittelutyötä ja allekirjoituksen jälkeen tehtävää perussuunnittelua edeltävää suunnittelua. Tarjousvaihe myös edellyttää esisuunnittelua, sillä projektin hinnoittelu vaatii sitä. Lisäksi esisuunnittelu varmistaa suunnittelun jatkumisen jouhevasti, mikäli tarjouskilpailu voitetaan. (Leino 2014, 2.)

Asiakkaan tarjouspyyntö sisältää esimerkiksi vaatimukset kattilan tuottamalle höyrymäärälle, kattilassa käytettävät polttoaineskenaariot sekä kaikki tarvittava tieto mitä suunnittelussa tarjousta var-ten voisi tarvita. Tarjouspyynnössä eritellään tärkeimpänä tarjouksen laajuus, josta käy ilmi tarjot-tava osuus projektista.

Esisuunnittelulla pyritään saamaan toimitettavasta kattilalaitoksesta mahdollisimman standardoitu kokonaisuus, vaikkakin se on käytännössä mahdotonta johtuen jokaisen laitoksen ainutlaatuisuu-desta. Lisäksi asiakkaan vaatimukset vaikeuttavat vakiointia. Onnistuneen esisuunnittelun lopputulos on asiakkaalle suunnattu tarjous. Hyvin tehty esisuunnittelutyö vähentää varsinaisen suunnittelutyön osuutta. (Leino 2014, 2.)



KUVA 7. Investointiprojektin vaiheet (Pelin 2008, 99.)

7.1 Voimakattiloiden esisuunnittelu

Voimakattiloiden esisuunnittelun tärkeimmät tehtävät suoritetaan Excel-pohjaisen tiedonhallinta-sovelluksen avulla (Beast Data Manager). Beast-työkalupaketti on suunniteltu kerrosleijukattilan mitoitukseen, prosessisuunnitteluun ja hinnoitteluun. Järjestelmästä pystytään siirtämään tietoja MS Office dokumentteihin ja tietoja muihin tärkeisiin suunnittelun sovelluksiin, kuten Comokseen. Tärkeimmät ominaisuudet Beast:ssä ovat:

- Projektin alustus ja tietojen syöttö: kattilasuunnittelun lähtötiedot ja reunaehdot, kuten esimerkiksi käytettävät polttoaineet, laitoksen koko, ja käytettävät standardit.
- Tase- ja hyötysuhdelaskennat.
- Kattilan painerungon lämpötekkinen mitoitus, vesi-höyrypiirin kierto-laskennat ja kattilan paineenalaisten osien mitoitus.
- Apulaitteiden mitoitus.
- Dokumenttien tulostaminen järjestelmästä, kuten esimerkiksi tarjousvaiheiden myyntidokumenttien ja teknisten erittelyjen tulostaminen hankintaosastolle.

Beastin käyttäminen esisuunnittelussa tehostaa ja tarkentaa prosessia. Se poistaa työprosessin pullokauloja sallimalla rinnakkaisen työskentelyn saman tarjouksen parissa. Minimoitu manuaalisen työn määrä tiedonsiirrossa vähentää virheitä ja lisää tarjousten tarkkuutta. Se tarjoaa mahdollisuuden standardoituun suunnitteluun ja mitoitukseen.

7.2 Esisuunnittelun dokumentointi

Opinnäytetyöprojektin aikana tarkennettiin esisuunnittelusta tuotettavien dokumenttien nimeämisiä. Tässä lähdettiin liikkeelle dokumenttitunniste –tiedoston purkamisella, jossa on listattu projektin aikana tuotettavia dokumentteja niiden virallisilla tallennusnimillä. Listan päätarkoitus onkin esittää eri dokumentit niiden oikeilla vakioituilla nimillä sekä niiden WBS-numeroinnit. Vakioitujen dokumenttiniimen käyttäminen on tärkeää, sillä projekteissa tuotetaan massiivinen määrä dokumentaatiota ja tietyn dokumentin löytäminen voi olla haastavaa. Lisäksi tämä helpottaa, jos tarvitsee vanhasta projektista etsiä tiettyä dokumenttia syystä tai toisesta. Listauksessa myös kerrotaan monia muita tietoja, kuten dokumentin tyyppinumero. Tyyppinumerointi ilmoittaa, onko dokumentissa kyseessä esimerkiksi mittakuvasta vai kokoonpanopiiruksesta.

Esimerkiksi dokumentin WBS-tunniste C02444666088_1100101_0002010:

Tunnisteen alussa eritellään dokumentin kohde, joka on tässä tapauksessa kolmannen osapuolen asiakas (C). Seuraavaksi eritellään minkä maan yksiköstä on kyse. Esimerkin tapauksessa kyseessä on ANDRITZ Oy, Suomi (02). Seuraavana on dokumentin projektinumero, johon on tässä esimerkissä syötetty vain sattumanvaraisia numeroita (444666). Tähän voidaan myös syöttää erilaisia ennalta määritettyjä tunnisteita, jos kyseessä on esimerkiksi dokumenttipohja. Seuraavat tasot ovat tuotetaso (088 = Voimakattila), laitetaso (1100 = Höyrylieriö), komponenttitaso (101 = Höyrylieriö ripustustangoilla). Näiden jälkeen eritellään komponentin standardoitu tehtävännumero (0002) ja dokumentin tyyppinumero (01 = Mittakuvat). Lopuksi on dokumentin koko (0).

Dokumenttilistan alkupäästä löytyviä esisuunnittelun dokumentteja tarkasteltiin ja palaverien tuloksena sinne päädyttiin lisäämään tiettyjä puuttuvia dokumenttitunnisteita, joita kuitenkin käytetään yksittäisinä dokumentteina. Näitä oli muun muassa paineenalaisten osien lämpötilakartat, tulipesämallin laskentatulokset, käynnistyskäyrät sekä kattilan lämpöhäviöt. Näille luotiin yksilöidyt vakioidut dokumenttinimet, joilla ne löytävät jatkossa. Lisäksi dokumenttitunnisteeseen lisättiin alihankittavia laitteita koskevat tekniset ostodokumentit niiden vakioiduiksi määritetyillä nimillä. Liitteestä 1 löytyy kuvankaappaus dokumenttitunnisteesta.

7.3 Tietovirrat

Esisuunnittelun etenemisestä tekniseen tarjoukseen muodostettiin laaja prosessikaavio. Kaavion tarkoituksena on tukea opinnäytetyöprojektin muita työalueita. Kaavio antaa hyvän kokonaiskuvan esisuunnittelusta. Lisäksi kaaviota voidaan käyttää esimerkiksi osana koulutusmateriaaleja uusille työntekijöille. Lisäkehityksenä kaavioon voitaisiin laatia erilaisia linkityksiä dokumenttipohjiin tai tarkennettuihin työvaiheiden ohjeisiin. Kaaviota jatkamalla voitaisiin siitä myös luoda koko toimitusprojektin kulkukaavio. Liitteessä 2 on koko kaavio. Liitteissä 3 ja 4 on tarkemmat kuvankaappaukset tietyistä kohdista.

8 PROJEKTIN SIIRTO MYNNILTÄ PROJEKTITIIMILLE

Projektin siirtovaiheen ohjeistuksista ja niiden kehittämisestä kerrotaan liitteissä, eikä niitä voida esittää luottamuksellisuuden vuoksi julkaistavassa versiossa.

9 SYSTEEMIPOHJAISEN TOIMINTATAVAN LUOMINEN

Systeemipohjaisen toimintatavan tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia toimeksiantajan yrityksessä käsitellään liitteissä, eikä niitä voida esittää luottamuksellisuuden vuoksi julkaistavassa versiossa.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ensiksi mallintaa esisuunnittelutyöprosessin ja sen tuottamat dokumentit prosessikaavioon tukemaan opinnäytetyötä. Kaavion avulla esisuunnittelun etenemiseen perehtyminen oli huomattavasti helpompaa. Kaaviota voidaan myös kehittää moniin eri tarkoituksiin, ja sitä voidaan nykyisessäkin muodossaan käyttää osana koulutusmateriaaleja.

Uusien esisuunnittelun dokumenttien nimet on lisätty dokumenttitunnisteeseen ja onkin tärkeää, että heti alusta alkaen niiden nimeämisessä käytetään vakiointia. Uusia esisuunnittelusta tuotettavia dokumentteja varmasti ilmenee ajan myötä, ja niitä lisäillään sitä mukaan tunnisteseen. Alihankittavien päälaitteiden osalta dokumenttien nimet ovat olleet jo käytössä projekteissa, mutta niitä ei vain oltu lisätty dokumenttitunnisteeseen.

Siirtovaiheen ohjeistusten kehittäminen vaatii resursseja koko organisaatiolta, sillä kyse on kaikkia osastoja koskevasta kokonaisprosessista. Kehittäminen jatkuu vielä opinnäytetyöprojektin ulkopuolella.

Systeemipohjaisuudesta voitaisiin kerätä tiettyjä toimintatapoja, joilla tehostettaisiin muun muassa tuotetiedonhallintaa. Tämä voisi hyödyttää suurissa määrin pidemmällä aikavälillä esimerkiksi hinnoittelua. Globaalissa yrityksessä kuitenkin näin iso toimintatavan muutos ei ole yksinkertainen prosessi.

LÄHTEET

- 6 BENEFITS OF WBS – 6 Benefits of using WBS project management. [Viitattu 1.2.2019] Saatavissa: <https://blog.masterofproject.com/wbs-project-management/>
- ANDRITZ Oy. ANDRITZ Oy perustiedot. Yrityksen intranet. [Viitattu 18.1.2019]
- FINSE RY – Mitä on Systems Engineering. [Viitattu 26.3.2019] Saatavissa: <http://finse.org/se/>
- HUHTINEN, Markku, KORHONEN, Risto, PIMIÄ, Tuomo, URPALAINEN, Samu 2013. Voimalaitostekniikka. 2. painos. Helsinki: Opetushallitus.
- INCOSE – International Council on Systems Engineering. [Viitattu 12.4.2019] Saatavissa: <https://www.incose.org/systems-engineering>
- KNOWPAP OPPIMISYMPÄRISTÖ - Leijukerrospoltt. [Viitattu 18.1.2019] Saatavissa: http://www.knowpap.com/www/suomi/monipoltt_kattilat/5_leijukattilat/frame.htm
- JAZTEC – Freeze the design or design for freeze / Design Freeze Ergonomics. [Viitattu 12.2.2019] Saatavissa: <https://jaztec.com.au/>
- LEINO, Tommi 2014. Kattilalaitoksen putkistojen layout-esisuunnittelu. Tampereen teknillinen yliopisto, konetekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/21955>
- NIEMINEN, Jere 2015. Työn osituksen kehittäminen kustannusten kirjaamisen ja seurannan tarkentamiseksi projekteissa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous. Diplomityö. Andritz Oy:n kirjasto.
- PELIN, Risto 2008. Projektihallinnan käsikirja. 5. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- PELTONEN, Hannu, MARTIO, Asko, SULONEN, Reijo 2002. PDM – Tuotetiedon hallinta. 1. painos. Helsinki: Edita Prime Oy.
- SER GROUP – Dosis4. [Viitattu 17.4.2019] Saatavissa: <https://www.ser-solutions.com/>
- WORK BREAKDOWN STRUCTURE - Work Breakdown Structure (WBS). [Viitattu 31.1.2019] Saatavissa: <https://www.workbreakdownstructure.com/>
- WIKIPEDIA – Product Data Management. [Viitattu 16.4.2019] Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Product_data_management
- WIKIPEDIA – Systems Engineering. [Viitattu 25.3.2019] Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Systems_engineering

Document list for Power Boilers

Customer identification	C
Legal entity	02
Project number	XXXXXX
Product area	088

DOCUMENT IDENTIFICATION TEMPLATE FOR POWER BOILER GROUP					Name of the document	
Equipment Level WBS element	Equipment level WBS number	Component Level WBS element	Component Level WBS element or	Process System		
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	001_ElectricityConsumption	
SALES	0000	Pre-engineering	000	SNCR SYSTEM	001_NH3_Consumption	
SALES	0000	Pre-engineering	000	BED MATERIAL FEEDING SYSTEM	001_BedMaterial	
SALES	0000	Pre-engineering	000	FLUE GAS SYSTEM	001_CaOH2_NaHCO3	
SALES	0000	Pre-engineering	000	FLUE GAS SYSTEM	001_NH4_2SO4	
SALES	0000	Pre-engineering	000	MAKE-UP WATER SYSTEM	001_Make-upWater	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COOLING WATER SYSTEM (COMMON)	001_ClosedCoolingWater	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	001_PlantMillWater	
SALES	0000	Pre-engineering	000	PRESSURE AIR SYSTEM	001_PressurizedAir	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	001_CirculationCalculations	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	004_PressurePartList	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	004_PressurePartList_TempChart	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	004_MTOList	
SALES	0000	Pre-engineering	000	WATER AND STEAM SYSTEM	007_HangingWeights	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	100_FurnaceModel	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	100_StartUpCurves	
SALES	0000	Pre-engineering	000	COMMON	100_ShutDownCurves	

LIITE 2: TIETOVIRRAT ESISUUNNITTELUSSA –KAAVIO

