



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tuomo Anttila

MOOTTORIN KULJETUS- JA PAK-
KAUSMATERIAALIEN TILAUSTEN
AUTOMATISOINTI

Wärtsilä Oyj Abp

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tuomo Anttila
Opinnäytetyön nimi	Moottorin kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	60 + 2 liitettä
Ohjaaja	Pekka Ketola

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oyj:n Vaasan tuotannosuunnittelun osastolle. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja suunnitella moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia, sekä siihen kuuluvien muiden työtehtävien uudelleensuunnittelua ja nopeuttamista. Wärtsilän moottoreille ja generaattoriseteille tilattiin kaikki näiden kuljetukseen ja pakkaamiseen tarvittavat materiaalit manuaalisesti.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointiin käytettiin Wärtsilän käyttämiä sovelluksia ja prosessointimenetelmiä, mutta tarpeen mukaan näihin sovelluksiin pyydettiin muutoksia. Moottoreiden ja generaattorisettien suojapeitetilauksissa suunniteltiin käytettävän moottoreiden/generaattorisettien pelkistettyjä 3D-malleja tai 2D-piirustuksia. Tällä tavoin pyritään minimoimaan riskiä, että suojapeitteet tulevat niiden toimittajalta joko liian pieninä tai liian suurina.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia lähestyttiin kolmella eri ohjelmistokokonaisuudella, joista yksi valittiin jatkokehittäväksi. Moottoreiden ja generaattorisettien pressutilauksissa päädyttiin käyttämään 2D-piirustuksia näiden pelkistettyjen 3D-mallien sijaan, sillä moottoreiden ja generaattorisettien pressujen tilaukset täytyi saada tuotantoon samaan aikaan kuin näiden kuljetus- ja nostotyökalujen tilaukset, joten 3D-mallien käyttö pressutilauksissa jätettiin konseptitasolle. Konseptitasolle jätettiin myös W20-moottoreiden ja JV (Joint Venture) -lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi. Moottorityyppien W32 ja W34 kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi kehitettiin valmiiksi testausta varten.

ABSTRACT

Author	Tuomo Anttila
Title	Automatic Ordering System for Engine Packing and Transportation Equipment
Year	2017
Language	Finnish
Pages	60 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Ketola

This thesis was made for Wärtsilä Finland Ltd in the delivery management of the Vaasa factory. The subject of this thesis was to research and develop automatic ordering system for engine and generator set packing and transportation equipment and to re-organize and speed up all other connected tasks in this process. All engine and generator set packing and transportation equipment have so far been ordered manually.

The automatic ordering system was carried out using software and processing methods used by Wärtsilä, but changes were made in the software and processing methods if necessary. The 3D models and 2D drawings of the engine and generator set were planned to be used in the ordering of engine/generator set tarpaulin covers. This was done to minimize the risk of covers being too small or too big when delivered by the producer of tarpaulin covers.

Three concepts were made for the automatic ordering system for engine and generator set packing and transportation equipment and one was chosen for further development. The 2D drawings was chosen to be used for engine and generator set tarpaulin cover orders instead of 3D models, because the automatic ordering of engine and generator set tarpaulin covers needed to be ready for testing at the same time as all the other engine and generator set packing and transport equipment. Ordering tarpaulin covers using 3D models was left to a concept level as well as automatic ordering of engine and generator set packing and transportation equipment for W20 engines and JV (Joint Venture) engine block deliveries. Automatic ordering for W32 and W34 engine type was subjected to the test step.

Keywords	Order, automatic, packing and transportation equipment, processing method
----------	---------------------------------------------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA KÄSITTEET

1	JOHDANTO.....	12
2	TYÖN TAVOITTEET	14
3	WÄRTSILÄ OYJ	15
	3.1 Energy Solutions.....	15
	3.2 Marine Solutions.....	15
	3.3 Services	16
4	KULJETUS- JA PAKKAUSMATERIAALIEN TILAUSTEN LUONTI.....	17
	4.1 Moottorin ja generaattorisetin kuljetus- ja pakkausmateriaalit.....	18
	4.1.1 Rivimoottoreiden nostotyökalut.....	18
	4.1.2 Nostokorvat	19
	4.1.3 Kiinnityskorvat.....	20
	4.1.4 Kuljetuspukit	22
	4.1.5 Moottoripressut ja VCI-muovit.....	23
	4.2 Tilausten automatisointi.....	24
5	TUOTANNONOHJAUS.....	26
	5.1 Toiminnanohjaus.....	27
	5.2 Toiminnanohjauksen tavoitteet.....	28
	5.2.1 Toimitusvarmuus	28
	5.2.2 Kapasiteetin tuottavuuden maksimointi.....	29
	5.2.3 Vaihto-omaisuuden minimointi	29
	5.2.4 Tuotannon läpäisyajkojen lyhentäminen.....	29
	5.3 Tuotannonsuunnittelu	29
	5.4 Haasteet ja rajoitteet.....	30
	5.5 MRP I.....	32
	5.6 MRP II	33
	5.7 ERP	33

5.8 MES	34
5.9 JIT	34
5.10 APS	35
5.11 PDM ja PLM järjestelmät	36
5.11.1 Teamcenter	36
6 KULJETUS- JA PAKKAUSMATERIAALIEN TILAUSTEN	
AUTOMATISOINTI	37
6.1 MES-aktiviteetti ja settikoodi	37
6.2 EBOM ja PBOM.....	38
6.3 IOS ja standardirekisteri	41
6.4 Konfiguraattori.....	42
6.5 Project Builder	42
6.6 WDMS & SAP.....	43
6.7 Teamcenter & SAP	45
6.7.1 AUX-materiaalien tilausten luonti	49
6.8 WDMS, Teamcenter & SAP.....	50
6.9 3D-mallien käyttö pressutilauksissa	51
6.10 JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi	54
7 VALITTU TOIMINTATAPA.....	56
7.1 Yhteenveto	57
7.2 Jatkokehitys.....	58
LÄHTEET.....	59
LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Toimitusasiakirja SAPissa.	s.13
Kuva 2. Moottoritoimituksen pakkauslista.	s.13
Kuva 3. Moottorin kuljetus- ja pakkausmateriaalien tuotantotilaus.	s.17
Kuva 4. Rivimoottorin nostotyökalu.	s.19
Kuva 5. Nostokorva.	s.20
Kuva 6. V-moottorin kiinnityskorva.	s.21
Kuva 7. Kiinnityskorva (rivi- ja V-moottori).	s.22
Kuva 8. Kuljetuspukki.	s.23
Kuva 9. Moottoripressu ja VCI-muovi.	s.24
Kuva 10. Tuotantotoiminnan johtaminen.	s.28
Kuva 11. Tuotannosuunnittelun ja tuotantoteknisen suunnittelun välinen tehtävänjako.	s.30
Kuva 12. Tuotannonohjauksen ristiriidat.	s.32
Kuva 13. MES-aktiviteetteja.	s.38
Kuva 14. WDMS selainpohjainen EBOM.	s.39
Kuva 15. EBOM ja PBOM havainnollistava kuvio.	s.40
Kuva 16. WDMS selainpohjainen PBOM.	s.41
Kuva 17. Standardirekisteri.	s.42
Kuva 18. Project Builder.	s.43
Kuva 19. Teamcenter projektirakenne.	s.47

Kuva 20. Moottorin EBOM Teamcenterissä.	s.48
Kuva 21. Teamcentervariantit rivimoottorin nostotyökaluille.	s.51
Kuva 22. W8L34-DF generaattorisetin pelkistetty 3D-malli.	s.52

LIITELUETTELO

LIITE 1. Moottoripiirustusten löytäminen WBS-elementin avulla

LIITE 2. Uusien varianttien luominen Teamcenterissä

LYHENTEET JA KÄSITTEET

W20	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija on 20 senttimetriä.
W31	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija on 31 senttimetriä.
W32	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija on 32 senttimetriä.
W34	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija on 34 senttimetriä.
IOS	Internal Order Specification, sisäinen tilauserittely.
CRM	Customer Relationship Management, asiakassuhteiden hallinta.
WDMS	Wärtsilä Document Management System, Wärtsilän dokumenttien hallintajärjestelmä.
QMS	Quotation Management System, tarjousten hallintajärjestelmä.
BOM	Bill of Materials, materiaalilista.
EBOM	Engineering Bill of Materials, suunnittelun materiaalilista.
PBOM	Production Bill of Materials, tuotannon materiaalilista.
JV	Joint Venture, yhteisyritys.
POR	Purchase Order Requisition, ostotilausvaatimus.
PDM	Product Data Management, tuotetietojen hallinta.
PLM	Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta.
LNG	Liquefied Natural Gas, nesteytetty maakaasu.

Ex Works	Moottorin/generaattorisetin suunniteltu toimituspäivämäärä.
PO	Production Order, tuotantotilaus.
VCI	Volatile Corrosion Inhibitor, haihtuva korroosionestoaine.
SAP	Systems, Applications & Products in Data Processing, tietojenkäsittelyn järjestelmät, sovellukset ja tuotteet.
AUX	Auxiliary equipment, apulaitteet.
MRP I	Material Requirements Planning, materiaalivaatimusten suunnittelu.
MRP II	Manufacturing Resource Planning, tuotannon resurssien suunnittelu.
ERP	Enterprise Resource Planning, yrityksen resurssien suunnittelu.
MES	Manufacturing Execution System, valmistuksen toteutusjärjestelmä.
APS	Advanced Planning and Scheduling, kehittynyt suunnittelu ja ajoitus.
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu.
EDA	Electronic Design Automation, elektroninen suunnitteluautomaatio.
TERPS	Total Engine Room Package for auxiliary Systems, sisältää kaikki moottoreiden ja generaattorisettien apulaitteet.
WBS	Work Breakdown Structure, työn erittelyrakenne.
IDM	Integrated Document Management System, integroitu dokumenttien hallintajärjestelmä.

SOA	Start of Assembly, kokoonpanon aloitus.
OPUS	Projektien luonnin ohjelmisto.
Master Data	Materiaalin perustiedot.
STEP	Standard for the Exchange of Product Data, ISO-standardin mukainen 3D-mallin tiedostotyyppi.

1 JOHDANTO

Wärtsilässä valmistettuja moottoreita ja generaattorisettejä lähetetään ympäri maailmaa, joten moottorit ja generaattorisetit on saatava nostettua ja suojattua hyvin kuljetuksen ajaksi. Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luonti on toteutettu manuaalisesti Wärtsilän käyttämässä tuotannonohjausjärjestelmässä eli SAPissa (Systems, Applications & Products in Data Processing). Kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luonnin jälkeen moottori- ja generaattorisettien piirustukset on lähetetty manuaalisesti pressujen toimittajalle. Pressujen toimittaja valmistaa moottoreiden ja generaattorisettien pressut niiden piirustusten mukaan, sillä jokaisen Wärtsilän valmistaman moottorityypin ja generaattorisetin ulkomitat saattavat vaihdella niin paljon, että jokaiselle toimitukselle on valmistettava omat pressunsa.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetukseen ja nostamiseen tarvitaan myös erilaisia työkaluja, joita ovat moottoreiden kiinnityskorvat, nostokorvat, kuljetuspukit sekä nostotyökalut. Näille kuljetus- ja nostotyökaluille on luotu manuaalisesti ostoehdotukset samalla kertaa kuin moottoreiden ja generaattorisettien pressuille. Moottoritoimitusten sekä moottoreiden rinnalla toimitettavien työkalujen toimitusasiakirjat on myös luotu manuaalisesti SAPissa. Toimitusasiakirjasta (**Kuva 1.**) nähdään kaikki moottorin/generaattorisetin lisäksi toimitettavat kuljetus- ja nostotyökalut, poikkeuksena rivimoottoreiden nostotyökalut, sillä ne toimitetaan omalla lavallaan moottorin rinnalla. Rivimoottoreiden nostotyökalut voidaan toimittaa moottoriin kiinnitettynä joissain tapauksissa.

Lähteille moottoreille ja generaattoriseteille täytyy luoda toimitusasiakirjat, jotta näille saadaan mitat ja painot pakkauslistaan, sekä kuljetusmerkintöihin kuljetusta varten (**Kuva 2.**). Toimitusasiakirjan avulla moottorin tai generaattorisetin kustannukset saadaan myös siirrettyä, ja asiakasta voidaan laskuttaa. Tieto lähetettävistä materiaaleista saadaan tätä kautta eteenpäin myös myyntiyksikön logistiikalle, joka hoitaa materiaalien toimittamisen niille määriteltyyn paikkaan, silloin kun materiaalit tarvitaan.

Outbound deliv. 65517482 Document Date 20.01.2016
 Ship-to party 36097

Item Overview Picking Loading Transport Status Overview Goods Movement Data

Planned GI 29.02.2016 00:0... Total Weight 2.964,400 KG
 Actual GI date No.of packages 1

All Items

Itm	Material	Deliv. Qty	Un	Description
10	PAAE290480	1	PC	W20V34SG
20	0083T004100	4	PC	FASTENING LUG
30	0058T004700	3	PC	TRANSPORT BASE W V32 / W32V K
40	PAAF163255	4	PC	LIFTING TOOL FOR V-ENGINE

Kuva 1. Toimitusasiakirja SAPissa.

Packing type:	Dimensions (L x W x H):	Gross weight:	Net weight:
TARPAULIN + VCI	890 x 270 x 420 CM	80.500,0 KG	80.500,0 KG

Item	Part no. Product no.	Description Product type	Qty	Unit	Material No
0010		W20V34SG	1	PC	PAAE290480
0020		FASTENING LUG 6065 1V58A1801	4	PC	0083T004100
0030		TRANSPORTATION BLOCK 6065 1V58B1579	3	PC	0058T004700
0040		LIFTING TOOL	4	PC	PAAF163255

Kuva 2. Moottoritoimituksen pakkauslista.

2 TYÖN TAVOITTEET

Työn tavoitteena on tutkia ja suunnitella moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausprosessin ja tähän prosessiin kuuluvien muiden työtehtävien automatisointia, nopeuttamista sekä uudelleenorganisointia.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointiin käytettiin Wärtsilän käyttämiä sovelluksia, mutta tarpeen mukaan näihin sovelluksiin pyydettiin muutoksia tai lisäyksiä.

Moottoripressujen tilauksille tutkittiin ja suunniteltiin paras mahdollinen tapa tilata moottoripressut, ja saada pressujen toimittajille tarpeeksi tarkat dokumentit moottorin/generaattorisetin ulkomitoista pressujen valmistusta varten. Moottoreiden ja generaattorisettien pressutilauksissa suunniteltiin käytettävän joko pelkistettyjä moottoreiden ja generaattorisettien 3D-malleja tai näiden 2D-piirustuksia. Dokumentit lähetetään pressujen toimittajalle tai toimittaja hakee dokumentit dokumenttien jakoon suunnitellusta ohjelmistosta.

Toimitettaville moottoreille ja generaattoriseteille toimitusasiakirjaan mukaan liisättävät kuljetus- ja nostotyökalut lisätään joko manuaalisesti tai automaattisesti. Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointiin suunniteltiin käytettäväksi yhtä seuraavista ohjelmistokokonaisuuksista:

- WDMS & SAP
- Teamcenter & SAP
- WDMS, Teamcenter & SAP.

3 WÄRTSILÄ OYJ

Wärtsilä on suomalainen kansainvälisesti johtava konepajateollisuutta harjoittava pörssiyhtiö, joka tarjoaa ratkaisuja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Wärtsilä Oyj sai alkunsa vuonna 1834 Tohmajärven Wärtsilän kylään perustetusta sahasta. Vuonna 1965 yhtiön nimi muutettiin muotoon Oy Wärtsilä Ab ja konserniin kuului telakoiden lisäksi muun muassa Nuutajärven lasitehdas, Järvenpään paperikonetehdas ja Arabian posliinitehdas ennen kuin yhtiö keskittyi valmistamaan ainoastaan laivojen moottoreita ja energiaratkaisuja. /1/

Wärtsilän ydintuotteita ovat suurissa laivoissa käytettävät polttomoottorit, mutta energiaratkaisujen ja huoltopalveluiden tarjoaminen asiakkailleen on myös suuressa osassa Wärtsilän markkinoita. Yhtiöllä on yli 200 toimipistettä yli 70 maassa eri puolilla maailmaa. Vuonna 2015 Wärtsilä työllisti yli 18 000 henkilöä ja samana vuonna yhtiölle kertyi liikevaihtoa noin 5 miljardia euroa. Yhtiön suurimmat tuotantoyksiköt ovat Vaasassa ja Triestessä Italiassa. Wärtsilän toiminta voidaan jakaa kolmeen markkina-alueeseen: Energy Solutions, Marine Solutions ja Services. /1/

3.1 Energy Solutions

Wärtsilä Energy Solutions tarjoaa joustavia, tehokkaita ja hyötysuhteeltaan korkeatasoisia energiaratkaisuja ympäri maailmaa. Wärtsilän tuottamat voimalaitokset tai voimalaitoksiin asennettavat moottorit ovat luotettavia ja monipuolisia, sillä Wärtsilän valmistamissa polttomoottoreissa voidaan käyttää mitä tahansa kaasumaista tai nestemäistä polttoainetta. Yhtiö tarjoaa energiaratkaisuna myös LNG (Liquefied Natural Gas) -terminaaleja sekä aurinkovoimaloita. /1/

3.2 Marine Solutions

Wärtsilä Marine Solutions tarjoaa meriteollisuuden asiakkailleen kokonaisvaltaisia ratkaisuja meriteollisuuteen liittyen. Tähän sisältyy muun muassa laivojen suunnittelu, Wärtsilän laivoihin valmistamat pää- ja apumoottorit, laivoihin asennettavat automaatiojärjestelmät, sähköjärjestelmät ja propulsiojärjestelmät. Wärt-

silä Marine Solutions toimittaa asiakkailleen kaiken merenkulkuun tarvittavan, yksittäisistä tuotteista aivan koko ratkaisuun merenkulkuun liittyen, ja tukee toimittamiaan tuotteita koko niiden elinkaaren ajan. /1/

3.3 Services

Wärtsilä Services koostuu noin 11 000 kenttähuollon ammattilaisesta yli 160 kohteessa ja yli 70 maassa. Wärtsilä tukee asiakkailleen toimitettuja järjestelmiä koko niiden elinkaaren ajan. Perinteisen huoltotoiminnan rinnalla Wärtsilä on laajentanut palvelujaan innovatiivisiin asiakkaan liiketoimintaa tukeviin palveluihin. Näihin sisältyy esimerkiksi merkkiriippumaton huolto maailman pääsatamissa sekä ennakoiva huolto ja koulutus moottoreiden huoltoon. /1/

4 KULJETUS- JA PAKKAUSMATERIAALIEN TILAUSTEN LUONTI

Wärtsilän valmistamien moottoreiden ja generaattorisettien toimittamiseen asiakkailleen tarvitaan erilaisia kuljetus- ja pakkausmateriaaleja. Näille materiaaleille on luotu tuotantotilaukset manuaalisesti käyttäen Wärtsilän käyttämää tuotannonohjausjärjestelmää eli SAPia. Ennen moottoreiden tai generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luontia, koeajotaulukosta on katsottu sopiva päivämäärä jolloin kuljetus- ja pakkausmateriaalit tarvitaan moottoreiden tai generaattorisettien toimitusta varten.

Kuljetus- ja pakkausmateriaaleille on luotu manuaalisesti tuotantotilaukset SAPissa, kun projektin moottoreiden tai generaattorisettien kokoonpanon aloituspäivämäärä on selvillä (**Kuva 3.**). Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tarvepäivät on ajoitettu siten, että ne ovat saapuneet ennen moottorin tai generaattorisetin kokoonpanon aloitusta (SOA eli Start Of Assembly). Kaikki kyseisen moottorityypin ja sen toimitustavan mukaiset kuljetus- ja pakkausmateriaalit, kuten moottoreiden kiinnityskorvat, nostokorvat, kuljetuspukit, nostotyökalut, pressut ja VCI (Volatile Corrosion Inhibitors) -muovit on tilattu samalla kertaa, mutta projektin jokaiselle moottorille/generaattorisetille erikseen omana tuotantotilauksenaan (PO eli Production Order).

Production Order Display: Component Overview

Order: 7245287 Type: PP01
 Material: PAAE223808+TRANSPORT Plant: FI06

Filter: No Filter Sorting: Standard Sort

Item	Component	Description	Reqmt Qty	U...	I...	Op...	Se...	Plant	St...	Batch
0010	PAAG004474	TARPAULIN 16V32 ENGINE + ...	1	PC	L	0010	0	FI06	975	
0020	PAAG005390	VCI W32D 12100X3500X4400	1	PC	L	0010	0	FI06	975	
0030	0058T007000	LUG FOR TRANSPORTATION	4	PC	L	0010	0	FI06	975	
0040	0083T004100	FASTENING LUG	4	PC	L	0010	0	FI06	975	

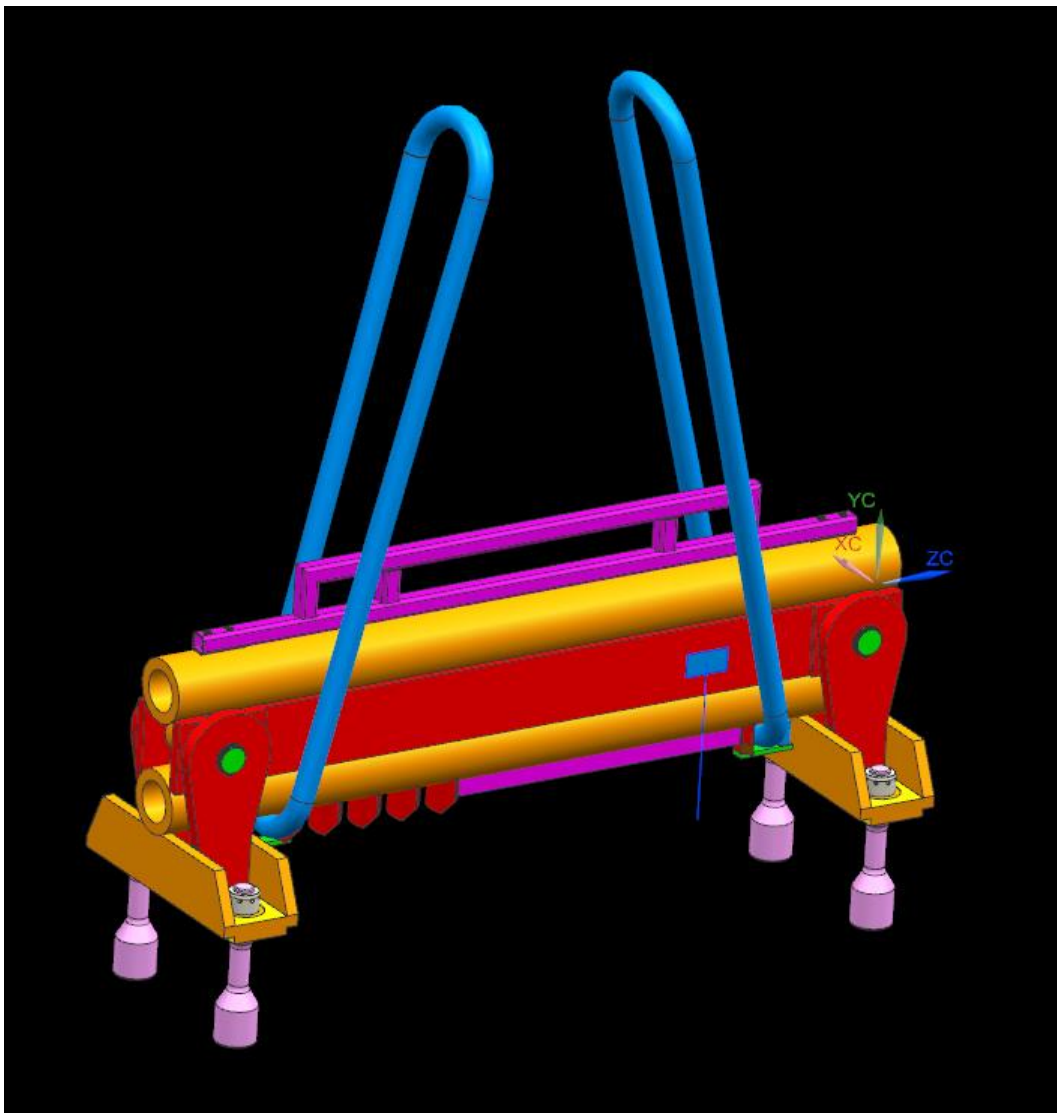
Kuva 3. Moottorin kuljetus- ja pakkausmateriaalien tuotantotilaus.

4.1 Moottorin ja generaattorisetin kuljetus- ja pakkausmateriaalit

Wärtsilän valmistamien moottoreiden ja generaattorisettien kuljettamiseen ja pakkaamiseen tarvitaan erilaisia työkaluja ja pakkausmateriaaleja, jotta moottorit ja generaattorisetit voidaan kuljettaa asiakkaille globaalisti. Kuljetus- ja pakkausmateriaalit valitaan moottorityypin ja kuljetustavan mukaisesti. Wärtsilä lähettää valmistamansa moottorit ja generaattorisetit asiakkaan kanssa sovitulla tavalla moottorina, generaattorisettinä tai moottori asennettuna kuljetusalustalle ilman generaattoria. Erikoistapauksissa moottori kasataan ja koeajetaan generaattorisettinä, mutta toimitetaan asiakkaalle purettuna, jolloin moottorille tarvitaan moottoritoimituksen kuljetus- ja pakkausmateriaalit.

4.1.1 Rivimoottoreiden nostotyökalut

Rivimoottoreiden nostamiseen tarvitaan nostotyökalu rivimoottoreiden lähtiessä asiakkaalle pelkästään moottorina eli moottoria ei asenneta kuljetusalustalle generaattorin kanssa (**Kuva 4.**). Rivimoottoreiden nostotyökaluja toimitetaan ainoastaan yksi kappale per projekti, mikäli projektin rivimoottoreiden sylinterinkannen ruuvien kierteet ovat samaa kokoa, sillä rivimoottoreiden nostotyökalu kiinnitetään moottorin sylinterinkannen ruuveihin. Rivimoottoreiden nostotyökaluja on kahdentyyppistä, M56 ja M60 kierteellä, ja ne lähetetään yleensä omana toimituksenaan moottorin rinnalla, mutta joissain tapauksissa nostotyökalu voidaan jättää kiinni moottoriin.



Kuva 4. Rivimoottorin nostotyökalu.

4.1.2 Nostokorvat

V-moottoreiden lähtiessä moottoreina, niiden nostamiseen tarvitaan neljä kappaletta nostokorvia per moottori (**Kuva 5**). Nostokorvat kiinnitetään moottorin sylinterinkannen ruuveihin, jotta moottoria voidaan nostaa. V-moottoreiden nostokorvia ei oteta irti moottoreista kuljetuksen ajaksi, vaan ne pysyvät kiinni moottoreissa kuljetuksen aikana. Wärtsilän moottoreille on käytössä olevia nostokorvia yhteensä kuusi kappaletta M56- ja M60-kierteellä. Nostokorvat lajitellaan myös lämpötilakestävyytensä mukaan -20 tai -40 astetta kestäviin.



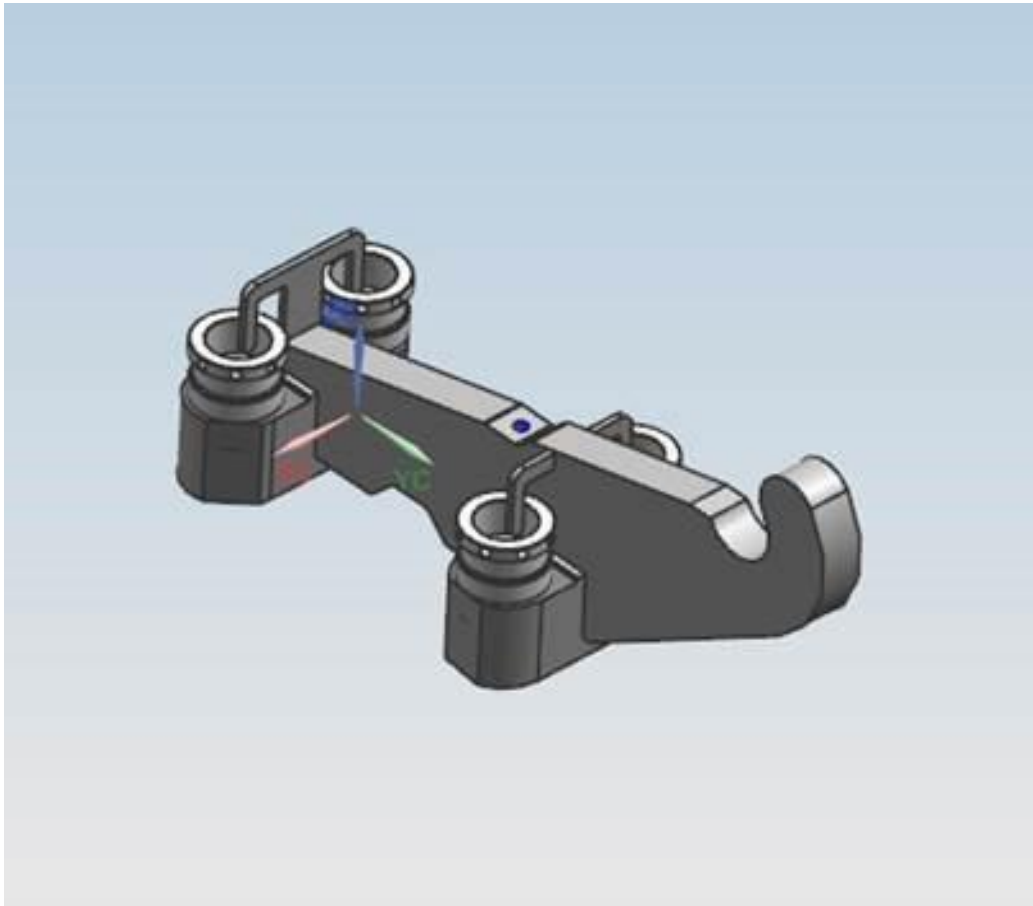
Kuva 5. Nostokorva.

4.1.3 Kiinnityskorvat

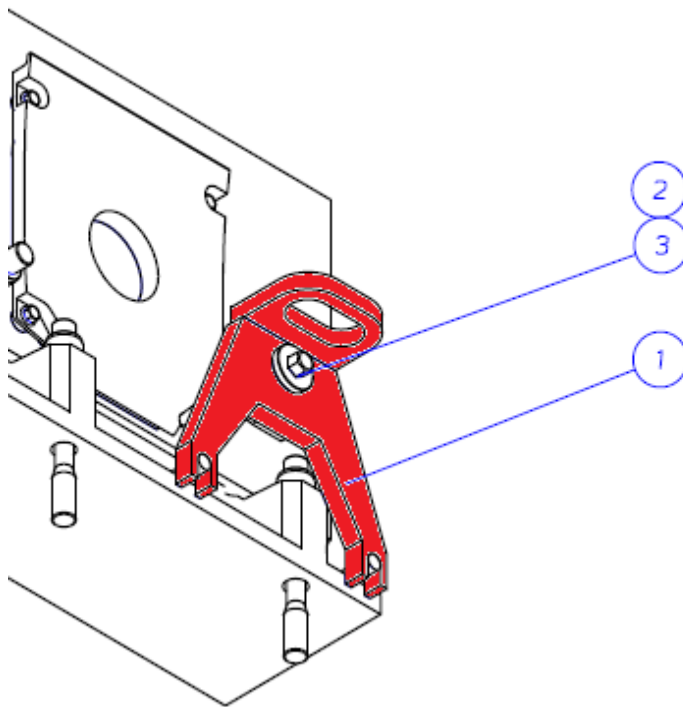
Kiinnityskorvia käytetään V-moottoreiden generaattorisettien toimituksissa ja niitä tarvitaan neljä kappaletta per generaattorisetti (**Kuva 6.**). Kiinnityskorvat kiinnitetään nostokorvien tavoin moottorin sylinterinkannen ruuveihin kiinni. Generaattorisetit nostetaan kuljetusalustan nostotappien avulla ja kiinnityskorvilla generaattorisetit sidotaan laivaan kuljetuksen ajaksi, jotta nämä eivät kaatuisi laivassa kuljetuksen aikana. Kiinnityskorvia on kahdentyyppistä M56 ja M60 kierteille.

Kiinnityskorvia on myös toisen tyyppisiä (**Kuva 7.**), joita käytetään sekä rivi- että V-moottoreiden toimituksissa. Nämä toisen tyyppiset kiinnityskorvat kiinnitetään

moottorin lohkoon kiinni ja näitä käytetään moottoreiden sekä generaattorisettien toimituksissa.



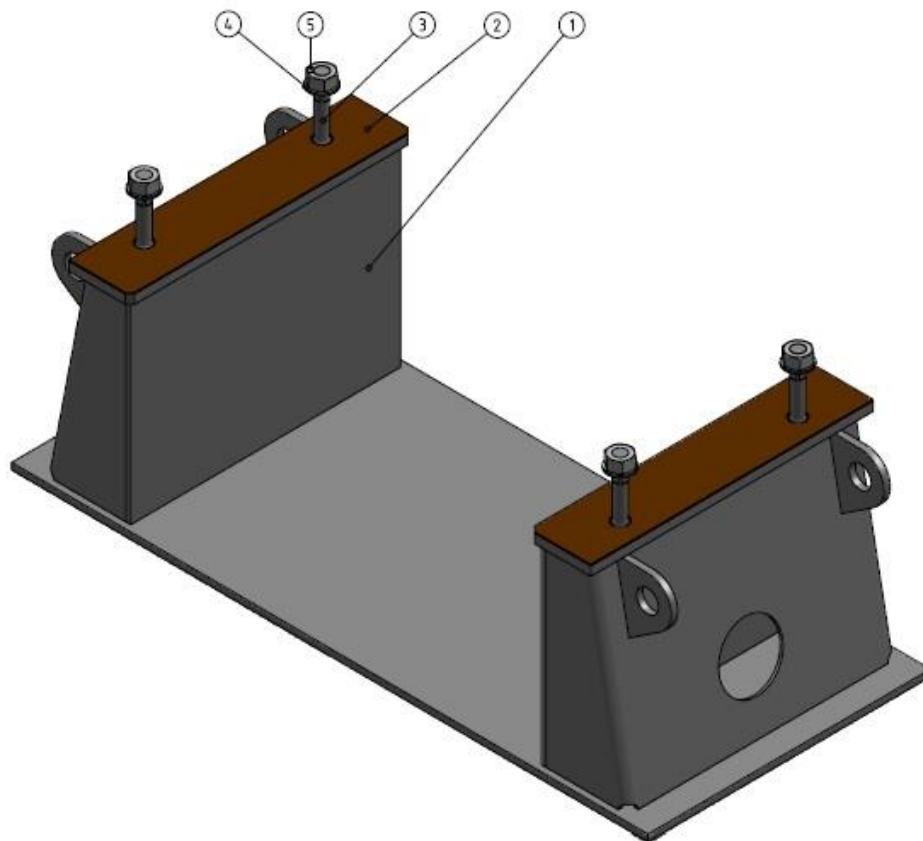
Kuva 6. V-moottorin kiinnityskorva.



Kuva 7. Kiinnityskorva (rivi- ja V-moottori).

4.1.4 Kuljetuspukit

Rivi- ja V-moottoreiden lähtiessä pelkästään moottoreina, niille tarvitaan kuljetuspukkeja (**Kuva 8.**), joiden päällä moottorit kuljetetaan. Kuljetuspukkien lukumäärä riippuu moottorin tyypistä ja sylinterien lukumäärästä. Rivimoottoreille ja 12V-moottoreille tarvitaan kaksi kappaletta kuljetuspukkeja per moottori, kun taas 16-20V-moottoreille tarvitaan kolme kappaletta kuljetuspukkeja per moottori. Kuljetuspukkien valintaan vaikuttaa myös moottorin öljyaltaan syvyys.



Kuva 8. Kuljetuspukki.

4.1.5 Moottoripressut ja VCI-muovit

Kaikille Wärtsilän valmistamille moottoreille ja generaattoriseteille tarvitaan moottoripressut ja VCI-muovit (**Kuva 9**), joilla moottori/generaattorisetti suojataan kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Moottoripressut ja VCI-muovit valitaan moottorityypin ja kuljetustavan mukaisesti. VCI-muovi asetetaan moottorin tai generaattorisetin päälle ennen varsinaisen moottoripressun asettamista. Tällä tavoin moottorit ja generaattorisetit saadaan suojattua tehokkaasti korroosiolta ja hapettumiselta kuljetuksen/varastoinnin ajaksi.



Kuva 9. Moottoripressu ja VCI-muovi. /2/

4.2 Tilausten automatisointi

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalit on tilattu Wärtsilässä manuaalisesti ja tästä johtuu, että moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilaukset luodaan eri tavalla kuin kaikille muille moottoriin tai generaattorisettiin kuuluville materiaaleille. Kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnille on nähty tarve ja niille täytyisi saada tilaukset luotua samalla tavalla kuin muille moottorin tai generaattorisetin materiaaleille. Tällä pyritään myös minimoimaan riskiä, että moottoreille tai generaattoriseteille manuaalisesti tilaamalla tilataan väärää kuljetus- ja pakkausmateriaaleja. Tilausten automatisointiin käytetään Wärtsilän käyttämiä sovelluksia.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tarvepäivämäärät on määritelty manuaalisesti moottorin tai generaattorisetin arvioidun kokoonpanon aloituspäivämäärän mukaisesti. Automatisoimalla kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luominen, saadaan näille materiaaleille myös tarvepäivämäärät standardisoitua siten, että ne saapuvat aina samaan aikaan suhteessa moottorin tai generaattorisetin kokoonpanon aloituspäivämäärään. Kuljetus- ja

pakkausmateriaalien tilausten automatisointi antaa myös hyvän pohjan jatkokehitystä varten W20-moottoreiden ja JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia varten.

5 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus on menettely, jolla yritys pyrkii ohjaamaan tuotantaan siten, että se pystyy täyttämään tilattujen tuotteiden valmistamisen vaatimukset määrääntä, laadusta ja toimitusajasta riippuen. Perinteisesti tuotannonohjaukseen on kuulunut varastojen valvonta, tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen ja tuotannon ajoitus. Tuotannonohjaukseen sisällytetään nykyisin koko laadun hallinta, toimitusketjun kustannukset, sekä tavaravirtojen lisäksi myös informaatiovirrat. Tuotannonohjauksen tehtävänä on toteuttaa yrityksen valitsemaa tuotantostrategiaa. /3/

Tuotannonohjausta on tehty jo ennen tietokoneiden yleistymistä, mutta käytännössä nykyinen tuotannonohjaus on hyvin pitkälle tietojärjestelmien tukemaa. Alussa materiaalinhallinta perustui lähinnä tilauspisteeseen ja ajatukseen pitkistä tuotteiden elinkaarista ja siitä, että materiaaleja varastoidaan hieman asiakkaan ennustettavaa kysyntää vastaten. /3/

Tuotannonohjauksen tietojärjestelmät ovat perinteisesti pohjautuneet työntöohjaukseen imuohjauksen sijaan. Työntöohjauksella tarkoitetaan pääasiallisesti sitä, että tuotetta valmistetaan tilausennusteen mukaan, kun taas imuohjaus perustuu toimituksiin, joissa aina tuotannon seuraava tuotantovaihe imee edelliseltä tuotantovaiheelta osakokonaisuuksia niiden kulutuksen ja tarpeiden mukaan. Imuohjauksen avulla pyritään vähentämään varastoja ja yritykseen sitoutunutta vaihtomaisuutta. /3/

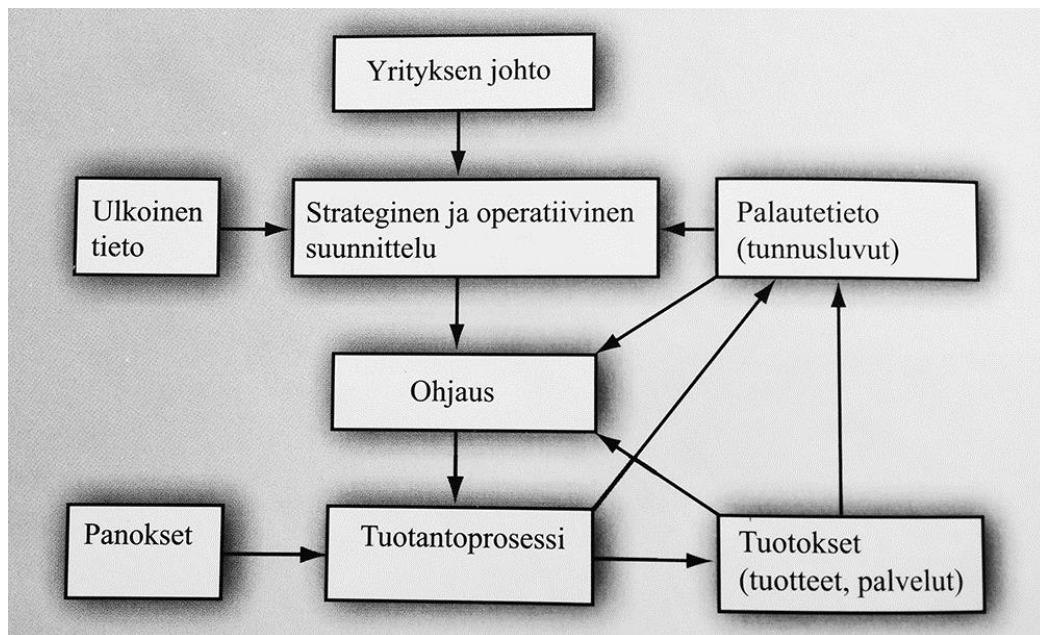
Tuotannonohjauksen tietojärjestelmillä on yleisesti mallinnettu materiaalitarvetta takaisinlaskennan avulla. Takaisinlaskennalla tarkoitetaan sitä, että tarvittavat materiaalit tilataan mahdollisimman myöhään, jotta varastointikustannukset saadaan mahdollisimman pieniksi. Tuotanto ajoitetaan siis mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen, jolloin häiriöiden hallitsemiseen ei jätetä aikapuskuria ja puskuri rakennetaan prosessiin tarpeettoman pitkillä läpimenoajoilla. Nykyisin on suositeltavaa, että käytetään eteenpäin laskentaa, joka jättää myös pienen aikapuskurin häiriöiden varalle hyvän tuotanto- ja toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi. /3/

5.1 Toiminnanohjaus

Tuotannonohjauksen käsitteen sijaan nykyään käytetään yleisesti käsitettä toiminnanohjaus, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi muidenkin toimintojen, kuten myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta. Tuotteiden valmistuksen suunnitteluun ja ohjaukseen viitataan käsitteellä valmistuksenohjaus. /12, s. 397/

Yrityksen toiminta on monimuotoinen kokonaisuus, joka koostuu erillisistä tehtävistä ja osatoiminnoista. Yrityksessä tapahtuu päivittäin satoja erilaisia suunnittelu-, materiaalinkäsittely- ja valmistustehtäviä. Ohjaus on eri toimintoihin liittyvää päätöksentekoa, suunnittelua, toteutusta ja valvontaa. Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata toimintaa siten, että yrityksen tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Toiminnan ohjausperiaatteet muodostuvat keskeisistä toimintaperiaatteista ja pelisäännöistä, joita noudatetaan yrityksen tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. /12, s. 397/

Kuvasta (**Kuva 10.**) nähdään, miten tuotantotoiminnan johtaminen on jaoteltu ja mitkä asiat ovat toisistaan riippuvaisia toimivassa tuotannotoiminnan johtamisessa. Toiminnanohjaukseen kerätään palautetietoa ja tuloksia, jotta toiminnanohjauksen avulla pystytään optimoimaan yrityksen tuotantoa ja kapasiteettia parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi.



Kuva 10. Tuotantotoiminnan johtaminen. /12, s. 397/

5.2 Toiminnanohjauksen tavoitteet

Toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin; hyvään aikakilpailukykyyn, kustannusten minimoimiseen, hyvään laatuun sekä joustavuuteen. Toiminnanohjauksen tehtävänä on pyrkiä näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla. /12, s. 402/

Toiminnanohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat:

- Toimitusvarmuus
- Kapasiteetin tuottavuuden maksimointi
- Vaihto-omaisuuden minimointi
- Tuotannon läpäisyajojen lyhentäminen

5.2.1 Toimitusvarmuus

Yrityksen on huolehdittava ja kyettävä ylläpitämään sovittuja toimitusaikoja, sekä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkailleen näiden tarpeiden mukaan. Näin yritys pyrkii myös ylläpitämään hyviä liikesuhteita asiakkaidensa kanssa. /12, s. 402/

5.2.2 Kapasiteetin tuottavuuden maksimointi

Koneisiin, tuotantolaitteisiin ja tuotantotiloihin sitoutuneen yrityksen pääoman tuottavuus on sitä parempi, mitä suurempi yrityksen tuotanto on. Tuotantoerät tulee suunnitella siten, että keskeiset resurssit ovat tuotannossa mahdollisimman tehokkaassa käytössä. /12, s. 402/

5.2.3 Vaihto-omaisuuden minimointi

Vaihto-omaisuuteen sitoutuu huomattava osuus yrityksen pääomasta. Valmistusta ja materiaalitoimintoja pitää ohjata siten, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän yrityksen pääomaa. /12, s. 402/

5.2.4 Tuotannon läpäisyajojen lyhentäminen

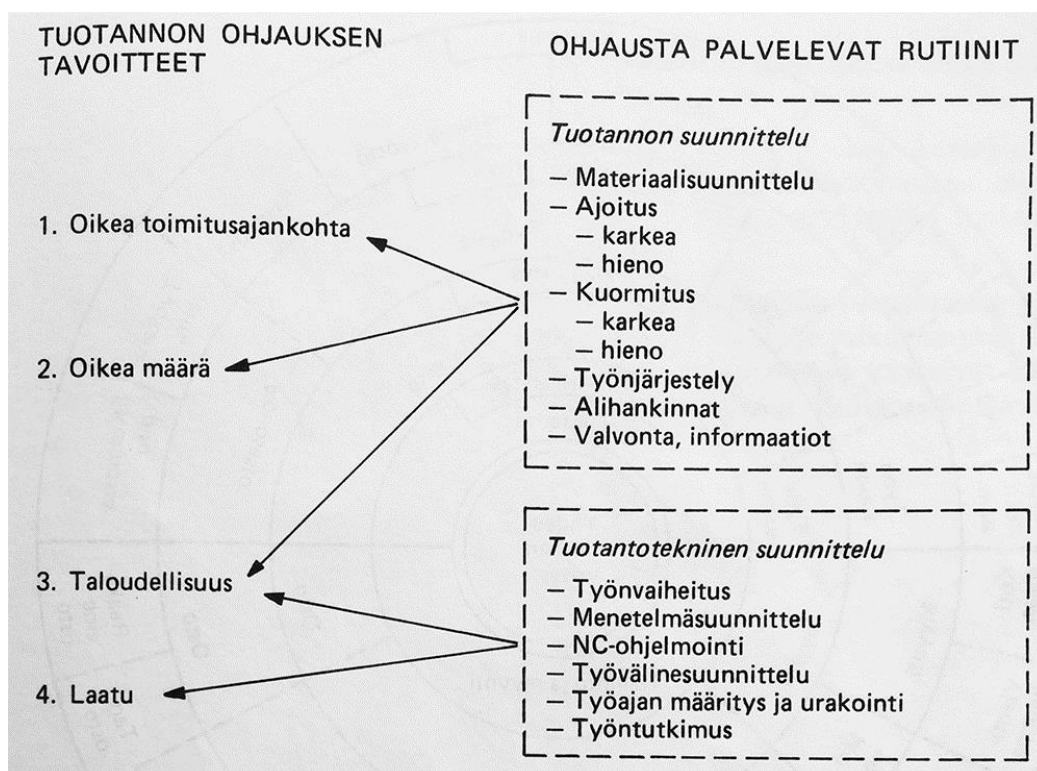
Tuotanto täytyy suunnitella siten, että tuotantoerien ja tilausten läpäisyajat olisivat mahdollisimman lyhyet. Lyhyet läpäisyajat vähentävät keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta yrityksen pääomaa, helpottavat kapasiteetin suunnittelua sekä kehittävät laatua ja toimitusvarmuutta. /12, s. 402/

5.3 Tuotannosuunnittelu

Yritystoiminnassa termillä ohjaus tarkoitetaan yleensä sarjaa toimenpiteitä, joiden avulla yrityksen asettamat tavoitteet saavutetaan. Suunnittelu on tärkeä osa asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa. Tuotannonohjaus vaatii suuressa määrin eriasteista suunnittelua, jota yleensä kutsutaan tuotannosuunnitteluksi. Tuotannosuunnittelua ei voida toteuttaa ilman tuotantoteknistä suunnittelua, joka luo pohjan valmistus- ja kapasiteetintarvesuunnittelulle. Kuva (**Kuva 11.**) esittää tuotannosuunnittelun ja tuotantoteknisen suunnittelun välisen tehtävänjaon. Tuotannosuunnittelua avustavat välittömimmin työn vaiheistus ja työajan määrittäminen. /15, s. 28/

Tuotantotekninen suunnittelu vastaa, että miten ja missä tuotteen osat valmistetaan ja kokoonpannaan. Tuotannosuunnittelu puolestaan vastaa, että milloin tehdään ja kuinka paljon kerralla tehdään. /15, s. 29/

Tuotannosuunnittelulle kuuluu muun muassa materiaalien varaustoiminta, valmistusohjelmien laatiminen, tuotannon kuormittaminen, toimitusaikojen valvonta, valmistusmäärien sarjojen laadinta ja osastoille lähetys sekä alihankintatöiden järjestely ja valvonta. /15, s. 30/



Kuva 11. Tuotannosuunnittelun ja tuotantoteknisen suunnittelun välinen tehtävienjako. /15, s. 29/

5.4 Haasteet ja rajoitteet

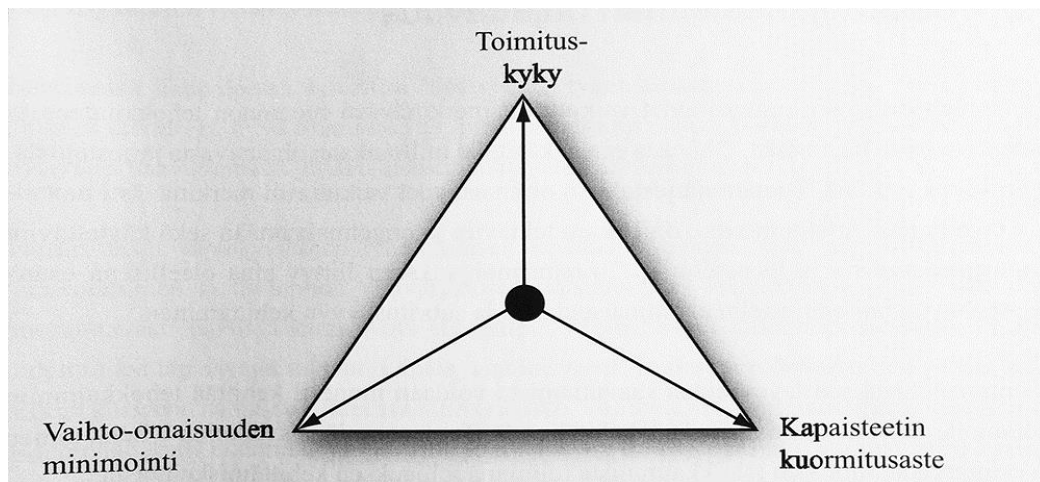
Konepajatyypisessä tuotannossa osa saattaa käydä monissa eri valmistuspisteissä ja sillä saattaa tuotannossa olla monia eri vaihtoehtoisia reittejä. Tämä tekee tuotannonohjauksesta ja optimoinnista hankalaa, ja tämän vuoksi tehtaissa toiminta usein jaetaankin soluiksi ja linjoiksi, jotka tekevät niille asetetun tuotteen alusta loppuun. Näin tuotannonohjaus on helpompaa ja kapasiteetti saadaan paremmin

käyttöön. Tämän tyyppisessä linjassa on usein myös jokin pullonkaula, joka määrää koko linjan kapasiteetin. Pullonkaulaa voidaan käyttää hyödyksi helpottamaan tuotannonohjausta, koska silloin voidaan keskittyä siihen, että tuotannon pullonkaula on aina kuormitettuna. Pullonkaulan kuormitus pyritään saamaan aikaiseksi muun muassa pullonkaulan eteen sijoitetulla pienellä osien välivarastoinnilla. Pullonkaulat saattavat siirtyä tehtaan tuotannossa, mikä tekee tuotannonohjauksesta haasteellista ja tämän vuoksi usein tuotannon rajoitteet valitaan ohjauspisteeksi, jonka mukaan tuotantoa ajoitetaan. /3/

Tuotannonohjausta vaikeuttaa suuresti myös perustavoitteiden keskinäinen ristiriitaisuus. Hyvä toimitusvarmuus edellyttää raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden varastointia sekä valmiutta pienten tuotantoerien joustavaan valmistukseen. /12, s. 402/

Tuotannonohjauksen keskeisistä tavoitteista toimituskyky, kapasiteetin kuormitusaste ja vaihto-omaisuuden minimointi ovat keskenään ristiriidassa. Kirjassa Teollisuustalous (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009) esitetään kyseistä ongelmaa tasasivuisena kolmiona (**Kuva 12.**), jossa edellä mainitut tavoitteet on merkitty kolmion kärkiin. Kun painotetaan yhtä näistä tavoitteista, kaksi muuta kärsivät.

Jos toimituskykyä, kapasiteetin kuormitusastetta ja vaihto-omaisuuden minimointia kuormitetaan kaikkia yhtä paljon, on tavoitteiden painopiste kolmion painopisteessä. Tämän ei aina tarvitse olla paras ratkaisu, vaan yritysjohdon on kunkin ajankohdan vaatimusten mukaan määrättävä, missä kolmion sisällä tavoitteiden painopiste tulee olla. Näin tuotannonohjaukselle annetaan yleiset toiminnan suuntaviivat. /15, s. 28/



Kuva 12. Tuotannonohjauksen ristiriidat. /12, s. 404/

5.5 MRP I

Material Requirements Planning (MRP I) on tuotannonohjauksessa käytetty työkalu. Se on tietokonepohjainen tuotannon ja varastoinnin hallintajärjestelmä, jolla pyritään minimoimaan varastoja samalla, kun pyritään varmistamaan, että tarvittavia materiaaleja tuotteiden valmistamiseen on riittävästi saatavilla tuotannossa. MRP I suorittaa kolmea toimintoa:

1. Tilausten suunnittelu ja valvonta eli milloin ja minkä suuruinen tilaus tehdään.
2. Prioriteettisuunnittelu ja valvonta eli miten jokaisen tilattavan materiaalin odotettu saapumisaika eroaa näiden tarveajoista.
3. Suunnittelukapasiteetin vaatimusten ja laajojen liiketoimintasuunnitelmien laatiminen.

MRP I-tuotannonohjauksessa tuotteita viedään tuotanto- ja jakeluprosessien läpi aikataulun mukaan, jotta tuotanto vastaisi odotettua kysyntää. Tuotantomenetelmien kehittyessä, integroitu logistiikkaketju lyhenee ja tuotanto täyttää tuotantoennusteet yhä nopeammin. /14, s. 160/

MRP I-järjestelmä koostuu viidestä toisistaan riippuvaisista komponenteista: päätuotannon aikataulu (Master Schedule), materiaalista (Bill Of Materials), varas-

totilanne (Inventory Status), MRP I-ohjelmisto ja tulosraportit (Output Reports). /14, s. 160/

MRP I-ohjelmistolla lasketaan siis saatujen tilausten ja myyntiennusteiden mukainen tuotantoaikataulu. Tuotantoaikataulun (Master Schedule) ja osaluettelon (BOM) perusteella lasketaan materiaalien tarve valmistusta varten, jota verrataan varastoon ja täten saadaan tieto hankittavan materiaalin määrästä. MRP I-menettelytavassa huomioidaan lisäksi myös materiaalien toimitusajat, mikäli materiaalia ei ole riittävästi varastossa tai mikäli materiaali ei kuulu varastoitaviin materiaaleihin. /3/

5.6 MRP II

MRP II (Manufacturing Resource Planning) on MRP I-ohjelmatyypistä seuraava kehitysaskel tuotannonohjauksessa ja tässä menettelytavassa materiaali-ohjauksen lisäksi hahmotetaan tuotteen reittiä ja lasketaan siihen tarvittava aika tehtaassa ja seurataan, että tuotannon kapasiteettia ei ylitetä tai ylikuormiteta. Edistyneissä järjestelmissä myös eräkkö vaikuttaa laskuihin, ja tällöin toimituksiin tarvittava aika sekä materiaaliterve voidaan laskea jokaiselle tuotantoprosessin vaiheelle erikseen. MRP II-materiaali-ohjauksessa on lisätty myös tuotannonohjaukseen taloushallinnan ja kustannuslaskennan näkökulmia. /3/

5.7 ERP

ERP (Enterprise Resource Planning) -toiminnanohjausjärjestelmät ovat laajoja, integroitua tietojärjestelmiä, jotka tukevat monia yrityksen toimintatapoja ja tiedon säilytys tarpeita. Integroimalla yrityksen toiminta-alueita ERP-järjestelmän avulla, pystyy yrityksen organisaatio katselemaan koko yrityksen toimintoja kokonaisuudessaan ilman, että järjestelmän tuottamasta informaatiosta tarvitsee itse koota haluttua tietoa yrityksen toiminnoista. /13, s. 475/

ERP-järjestelmät toimivat yhden kattavan tietokannan ympärillä, joka on koko yrityksen organisaatiolle saatavilla. Yhden tietojärjestelmän avulla pystytään helposti hoitamaan ja tarkkailemaan yrityksen toimintoja jokaisessa yrityksen toimi-

pisteessä. ERP-järjestelmissä pystytään myös jakamaan pääsyoikeuksia järjestelmän eri osa-alueille. /13, s. 475/

MRP on oleellinen osa ERP-järjestelmässä, sillä sitä käytetään materiaalityöiden tilaamiseen ja suunnitteluun materiaalien varastoinnin sijaan tai lisäksi. ERP-toiminnanohjausjärjestelmän avulla yrityksen organisaatio pystyy hallitsemaan liiketoimintaansa, sekä automatisoimaan teknologiaan, palveluihin ja henkilöstöhallintoon liittyviä asioita. /3, 4/

SAP on ERP-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka on kehittänyt saksalainen ohjelmistoyritys SAP SE.

5.8 MES

MES (Manufacturing Execution System) -tuotannonohjausohjelmisto on tuotantoautomaation ja ERP-järjestelmien välillä käytännön vaatimuksien mukaan syntynyt ohjelmisto. MES-tasolle siirretään ERP-järjestelmästä tilaukset, jossa niiden valmistusjärjestystä voidaan optimoida. MES-tasolta tilaukset siirtyvät manuaalisissa työtehtävissä työntekijöille tai automaatiolle siinä muodossa missä tuotanto tai automaatio tilaukset vaatii. Työvaiheista tai automaatiosta kerätään tietoa tuotantomääristä sekä läpimenoajoista laadunvalvontaa varten, sekä energian ja materiaalien kulutustietoja. Kerätyistä tiedoista voidaan laatia myös raportteja MES-tasolla. Näistä osa siirtyy ERP-järjestelmään, jossa seurataan koko yrityksen taloudellista tulosta. /3/

5.9 JIT

JIT eli Just-In-Time on Japanissa kehitetty tuotantoperiaate, joka syntyi vakiotuotetuotannossa, mutta sen toimintaperiaatteita ja toimintamalleja voidaan soveltaa myös muissakin tuotantomuodoissa. JIT-tuotannon tunnusmerkkejä ovat korkea tuottavuus, korkea laatu, pieni sitoutunut pääoma sekä nopea läpäisy aika. /11, s. 428/

JIT-toimintamallin perustana on selväpiirteinen tuotanto, jossa materiaalityö ja tuotannonohjaus on järjestelty mahdollisimman selkeästi ja tehokkaasti. Eri tuot-

teiden ja valmistustehtävien toistuvuus on suuri ja tuotantolaitosten layout on kompakti ja materiaalivirrat ovat selkeät. /11, s. 428/

JIT-tuotannon kehittämisen lähtökohtana on asetusajojen lyhentäminen. Työnvaiheiden asetusajat pyritään minimoimaan asetustekniikkaa ja menetelmiä kehittämällä. Lyhyet asetusajat mahdollistavat eräkoon pienentämisen kannattavuuden kärsimättä. Pieni eräkkö lyhentää automaattisesti myös tuotannon läpäisyajoja. Layout-ratkaisuja kehitetään tuotteen työnkulun mukaisesti, jolloin välivarastoja voidaan yhä pienentää ja tuotteen läpäisy aika lyhenee. /11, s. 428/

Lyhyt läpäisy aika sallii tuote- ja puolivalmisteverastojen pienentämisen. Tuote tai osa voidaan valmistaa tilauksen perusteella, jolloin varastoja ei tarvita ollenkaan. Tuotteet valmistetaan ja osat toimitetaan välittömän tarpeen mukaan, Just-In-Time. /11, s. 428/

Tuotannon virheiden ja pullonkaulojen löytäminen/hoitaminen on JIT-tuotannossa helppoa, sillä tuotanto on nopeaa ja selkeää. Nopean tuotannon avulla myös varastoja voidaan pienentää, sillä uusia tuotteita voidaan tarpeen mukaan valmistaa nopeasti lisää. /11, s. 428-429/

5.10 APS

APS (Advanced Planning and Scheduling) -ohjelmistot on luotu tyypillisesti korvaamaan tuotannosuunnittelun Excel-ohjelmistoja. APS-ohjelmistoissa tuotannosuunnittelu tapahtuu offline-tilassa omassa tietokannassaan, jossa voidaan simuloida eri tuotannonohjauksen vaihtoehtoja. APS-ohjelmistoilla hallitaan tuotannon muutoksia viikkotasolla tai päivittäisellä tasolla ja sillä myös aikataulutetaan vaiheketjuja. APS-ohjelmistoilla voidaan myös optimoida ja simuloida kysynnän vaihteluista aiheutuvien muutosten seurauksia. Nykyisin APS-järjestelmien aikataulutustoiminnallisuuksia on myös integroitu osaksi MES-tuotannonohjausohjelmistoja. /3/

5.11 PDM ja PLM järjestelmät

PLM (Product Lifecycle Management) -ohjelmistolla pyritään hallitsemaan kaikki tuotteeseen liittyvät suunnitteluprosessit ja tiedot. PLM-ohjelmistot integroivat kaiken tuotteeseen liittyvän tiedon ja tuotteen elinkaareen sisältyvät vaiheet yhteen tietojärjestelmään, joka on koko yrityksen organisaatioiden saatavilla. /8/

PDM (Product Data Management) eli tuotetiedon hallinta on PLM-järjestelmän perusosa, jolla pystytään hallitsemaan tuotteita ja niihin kytköksissä olevia tietoja esimerkiksi piirustuksia, 3D-malleja tai tuotteisiin linkitettyjä dokumentteja. PDM-järjestelmällä pystytään myös hallitsemaan piirustuksiin, 3D-malleihin ja dokumentteihin liitettyä metadataa esimerkiksi kuka on kyseisen dokumentin luonut, kuka sitä on viimeksi muokannut ja onko dokumentti vielä muokattavissa. /8, 9/

5.11.1 Teamcenter

Teamcenter on tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmä (PLM), jolla pystytään hallitsemaan kaikkia syntyviä tuotetietoja tuotekehityksenaikaisesta informaatiosta työn kulkuun sekä tarkastus- ja hyväksymisvaiheisiin saakka. Ohjelmiston ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa tuoterakenteiden, nimikkeiden, työnkulun, yksilörakenteiden, dokumenttien ja muutosten hallintaa. /10/

Wärtsilässä Teamcenter on melko uusi ohjelmisto, jolla on tarkoitus hoitaa Wärtsilän projektien sisällön hallintaa. Teamcenter sisältää jokaiselle projektille oman projektirakenteen, josta nähdään kaikki projektiin kuuluvat toimitettavat tuotteet. Teamcenter toimii myös moottoreiden ja generaattorisettien materiaalien tallennuspaikkana eli Teamcenter sisältää kaikki Wärtsilän käyttämät materiaalit, komponentit, osakokoonpanot ja piirustukset, joita moottoreiden ja generaattorisettien kokoonpanossa tarvitaan.

6 KULJETUS- JA PAKKAUSMATERIAALIEN TILAUSTEN AUTOMATISOINTI

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia varten työssä tarkasteltiin kolmea eri ohjelmistokokonaisuutta, joilla tilausten automatisointia pystyttiin toteuttamaan: WDMS & SAP, Teamcenter & SAP ja WDMS, Teamcenter & SAP. Toiminnallinen periaate on jokaisessa ohjelmistokokonaisuudessa sama eli samat asiat saadaan toteutettua kullakin ohjelmistokokonaisuudella, mutta näiden suorittamismenetelmät eroavat toisistaan. WDMS (Wärtsilä Document Management System) –ohjelmistolla pystytään hallitsemaan moottorin/generaattorisetin rakennetta moottoritasolla ja Teamcenter-ohjelmistolla pystytään hallitsemaan projektirakennetta, joka sisältää muun muassa moottorin/generaattorisetin. Työssä tutkittiin myös jokaisen vaihtoehtoisen ohjelmistokokonaisuuden hyvät ja huonot puolet, minkä perusteella varsinainen päätös jatkokehittävästä toimintatavasta tehtiin.

Moottoreiden ja generaattorisettien pressut ja VCI-muovit täytyi ensin lisätä Wärtsilän käyttämään PLM-järjestelmään eli Teamcenteriin. Pressujen ja VCI-muovien Teamcenteriin lisäämisen jälkeen kaikille kuljetus- ja pakkausmateriaaleille täytyi luoda konfigurointisäännöt. Konfigurointisääntöjen perusteella konfiguraattori osaa tuoda oikeat kuljetus- ja pakkausmateriaalit moottoreille ja generaattoriseteille valittuun järjestelmään, jolla kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia toteutetaan.

Konfiguroiduille materiaaleille lisättiin master data eli materiaalin perustiedot, joilla materiaalit yhdistetään oikeaan settiin sekä MES-aktiiviteettiin Wärtsilän järjestelmissä. Tämä on edellytys, jotta kuljetus- ja pakkausmateriaalien tarveaikojen ja tarvepaikkojen ohjaaminen ja seuraaminen voidaan toteuttaa.

6.1 MES-aktiiviteetti ja settikoodi

MES-ohjelmistolla hallitaan Wärtsilässä valmistettujen moottoreiden ja generaattorisettien kokoonpanon eri vaiheita, eli MES-aktiiviteetit (**Kuva 13.**) määrittävät mitä työtehtäviä moottorin/generaattorisetin valmistukseen kuuluu. Aktiiviteetista

nähdään mitä jokaisessa kokoonpanovaiheessa täytyy tehdä, jotta moottori tai generaattorisetti saadaan valmistettua. Työntekijä kuittaa aktiviteetin valmiiksi, kun siihen sisältyvät tehtävät on tehty ja siirtyy seuraavan aktiviteetin pariin. Eri kokoonpanovaiheilla ja osastoilla on omat MES-aktiviteettikoodinsa.

Moottoreiden ja generaattorisetin kuljetus- ja pakkausmateriaaleille täytyi luoda omat settikoodinsa ja MES-aktiviteettinsa. Settikoodin avulla ryhmitellään tiettyyn aktiviteettiin kuuluvat materiaalit. Settikoodilla määritellään osittain myös, että missä ja milloin moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalit tarvitaan. MES-järjestelmässä ylläpidetään aktiviteetit ja vaihe jolle aktiviteetti kuuluu. MES-aktiviteetti kertoo missä vaiheessa tuotantoa kuljetus- ja pakkausmateriaalit täytyy asentaa.

LIST		DETAILS									
Prod.	Article	Parent	Sort		Eng /		Timing				
factory	Set	set	JV set	JV parent set	order	Description	Unit	Cyl. set	L	V	
DU32	32FI172				9030	OPENING INSPECTI	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI173				9040	CUSTOMER INSPEC	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI174				9050	COVERING ENGINE	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI175				9060	PAINTING	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI176				9070	CORROSION PROTE	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI177				9080	COVERS, SIGNS & S	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI178				9090	DELIVERY INSPECTI	PC	E	-5	-5	
DU32	32FI179				9100	DELIVERY PACKING	PC	E	-5	-5	

Kuva 13. MES-aktiviteetteja.

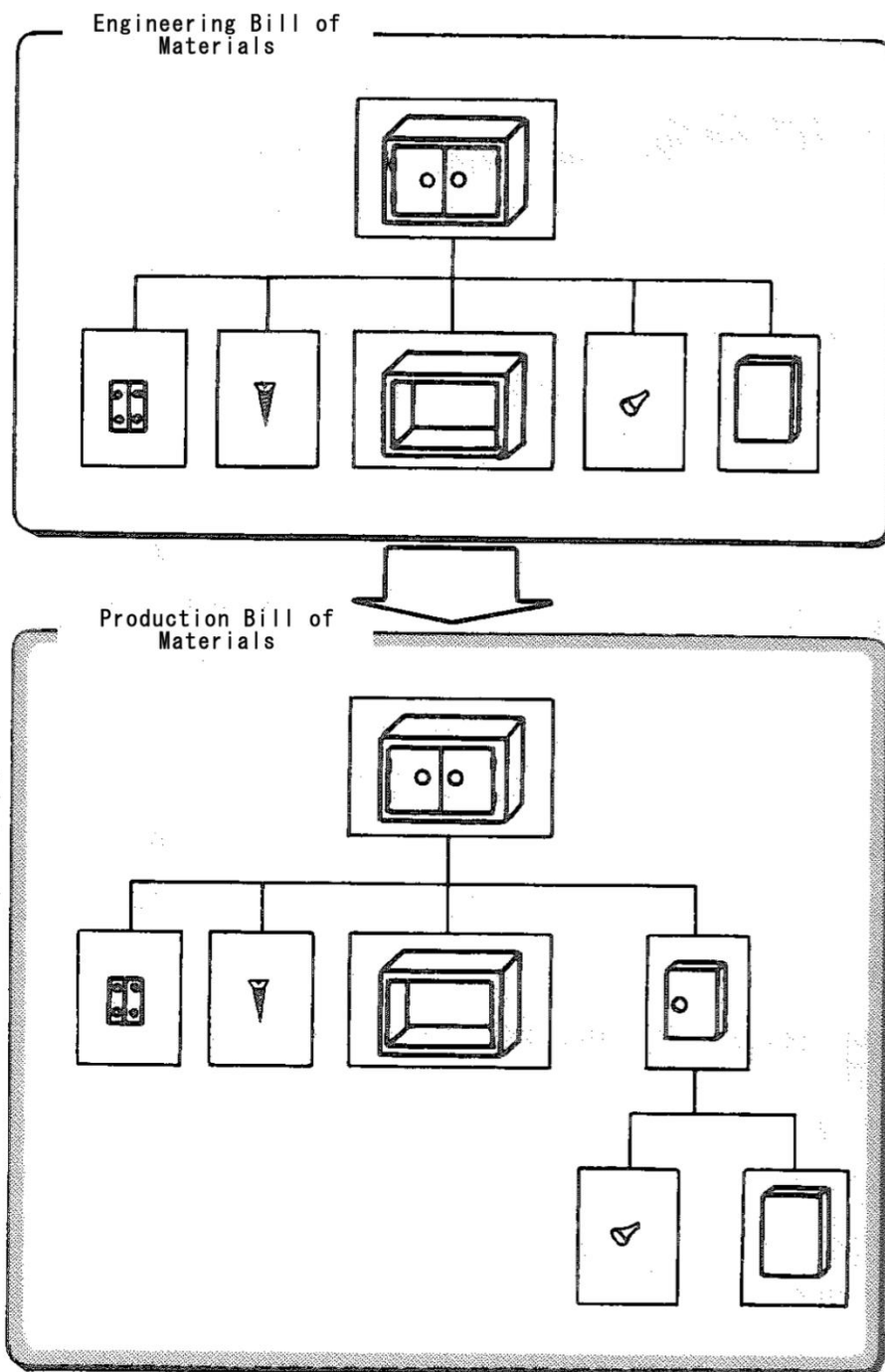
6.2 EBOM ja PBOM

EBOM eli Engineering Bill of Materials (**Kuva 14.**) on materiaalilista, joka on rakennettu kyseiselle tuotteelle suunnittelun näkökulmasta eli se muodostuu suunnitteluosaston käyttämien suunnitteluohjelmistojen mukaan, kuten CAD (Computer Aided Design) - tai EDA (Electronic Design Automation) -ohjelmistojen. EBOM sisältää komponentit ja dokumentit joista tuote rakentuu, esimerkiksi tuotteessa käytettävät raaka-aineet, osat, osakokoonpanot, toisiinsa liittyvät tietokrokset, kustannukset ja piirustukset. /6/

1.1			FUEL SYSTEM	Engineering BOM				
Chg	Item	Variant	Article	Act	Rev	Description	Amt	Sp.part
a	1102	S10LB3V	PAAE143713	P	c	INJECTION PUMP PEO-G057SV. OVAKO 157Q	12	165001
	1104	S10	PAAE191909	P	a	INJECTION TAPPET FOR L ORANGE INJ. PUMP	12	161001
	AD		DAAE092334		a	INJECTION TAPPET FOR L ORANGE INJ. PUMP		
a	1106	S11CB3V	PAAE012743	P	a	INJECTION VALVE COOLED. COMPLETE	12	167005
	1108	S13	PAAF374768	P	-	FUEL PIPES	10	350126
	AD		DAAF304760		a	FUEL PIPES		
	1110	S131D1	PAAF374252	P	-	FUEL PIPES FOR ACCUMULATOR	1	350926
	AD		DAAF304621		a	FUEL PIPES		
a	1112	S13ND	PAAF370092		-	FUEL PIPES WITH DAMPERS 1.6L	1	
	AD		DAAF303440		-	FUEL PIPES WITH DAMPERS 1.6L		
	1114	S131	PAAF369794	P	-	FUEL PIPES ASSEMBLY	1	350127
	AD		DAAF303372		a	FUEL PIPES ASSEMBLY		
	1116	S132	PAAF369938	P	-	FUEL PIPES IN DRIVING END. B-BANK	1	350232
	AD		DAAF303401		a	FUEL PIPES IN DRIVING END. B-BANK		

Kuva 14. WDMS selainpohjainen EBOM.

PBOM eli Production Bill of Materials (**Kuva 16.**) on EBOMista generoitu materiaalilista. PBOM kuvaa tuoterakenteen tuotannon näkökulmasta ja ryhmittää materiaalit hankinnan, logistiikan ja valmistuksen kannalta oikeaan hierarkiaan. PBOMin mukaan materiaaleista välittyy myös ostoehdotukset ostolle hoidettaviksi. PBOM sisältää kaiken tuotteen tuotannolle välttämättömän tiedon, esimerkiksi tuotteeseen liittyvät taloudelliset asiat ja varsinaisen prosessikuvauksen, jonka mukaan tuote saadaan valmistettua. PBOM sisältää ainoastaan kyseiselle komponentille valitut komponentit, eikä näiden komponenttien muita vaihtoehtoja, esimerkiksi pumppumoduulissa runko voi pysyä samana, mutta muu sisältö voi muuttua.



Kuva 15. EBOM ja PBOM havainnollistava kuvio. /7/

PDM/PLM-järjestelmästä PBOM siirretään ERP-järjestelmään, jossa materiaaleille ylläpidetään tuotannonohjaukseen tarvittavat materiaalin perustiedot (master data). PBOMin avulla tuotannonohjausjärjestelmä tunnistaa mitä materiaaleja

tuotteen valmistamiseen tarvitaan ja käyttää tätä tietoa hyväkseen hankinnan, logistiikan ja tuotannon ohjaamiseen ja aikatauluttamiseen.

Oletusarvoisesti materiaalien tarveajat on määritelty moottorin/generaattorisetin kokoonpanon aloituksen mukaan siten, että materiaalit saapuvat viikkoa ennen kuin ne tarvitaan kokoonpanolinjalla. Tällä varmistetaan, että Wärtsilällä on varmasti tarvittavat materiaalit moottoreiden ja generaattorisettien valmistukseen.

31	CFM01	PAAE306697	-	CFM01 W32 FUEL MODULE	1
AD		DAAE078082	b	LOAD LIMITER ASSEMBLY IN HOT BOX	
- MAT		__PAAE156468	b	LOAD LIMITER ASSEMBLY IN HOT BOX	
AD		DAAE092334	a	INJECTION TAPPET FOR L ORANGE INJ. PUMP	
- MAT		__PAAE191909	a	INJECTION TAPPET FOR L ORANGE INJ. PUMP	
AD		DAAF303372	a	FUEL PIPES ASSEMBLY	
- MAT		__PAAF369794	-	FUEL PIPES ASSEMBLY	
AD		DAAF303401	a	FUEL PIPES IN DRIVING END. B-BANK	
- MAT		__PAAF369938	-	FUEL PIPES IN DRIVING END. B-BANK	
AD		DAAF304621	a	FUEL PIPES	
- MAT		__PAAF374252	-	FUEL PIPES FOR ACCUMULATOR	
AD		DAAF304760	a	FUEL PIPES	
- MAT		__PAAF374768	-	FUEL PIPES	
AD		DAAW013196	-	CONTROL SHAFT A-BANK	
- MAT		__PAAW034014	-	CONTROL SHAFT A-BANK	
AD		DAAW013197	-	CONTROL SHAFT B-BANK	
- MAT		__PAAW034020	-	CONTROL SHAFT B-BANK	

Kuva 16. WDMS selainpohjainen PBOM.

6.3 IOS ja standardirekisteri

IOS (Internal Order Specification) on Wärtsilän käyttämä ohjelma, joka sisältää myytyjen projektien moottoreiden/generaattorisettien ominaisuudet ja sen avulla moottoreiden ja generaattorisettien tuoterakenne saadaan konfiguroitua.

IOS määrää moottorin ominaisuudet ja sen avulla konfiguraattori alustaa moottorin/generaattorisetin rakennetta varianttikoodilla, kun moottoreille/generaattoriseteille luodaan EBOM. Varianttikoodilla kutsutaan moottorityy-

pin mukaiset materiaalit moottorin standardirekisteristä (**Kuva 17.**). Standardirekisteri sisältää kaikki konfiguroidut moottoreiden ja generaattorisettien ominaisuuksien mukaiset materiaalit ja näille materiaaleille määritellyt varianttikoodit.

IOS:n ja konfiguraattorin avulla luodaan siis perusta moottoreiden ja generaattorisettien rakenteelle. Moottoreiden ja generaattorisettien rakenne rakentuu konfiguraattorin tuomista standardisoiduista materiaaleista. Projektikohtaisia materiaaleja konfiguraattori ei kuitenkaan osaa tuoda, sillä ne ovat projektikohtaisia ja eivät täten ole standardisoitavissa, esimerkiksi vauhtipyörä on yksi tämän tyyppinen osa, sillä jokainen vauhtipyörä on uniikki. Materiaalit, joita konfiguraattori ei osaa tuoda moottorin tai generaattorisetin rakenteeseen, lisätään manuaalisesti näiden rakenteeseen (EBOMiin).

Assembly group	System	Variant	Des. stages								Act									
Transportation foundation	9.6	TR1435	C		D-SP	E	E2													
Transportation foundation	9.6	TR637	C		D-SP	E	E2													
Transportation foundation	9.6	TR705	C		D-SP	E	E2													
Transportation foundation	9.6	TR780	C		D-SP	E	E2													
Transportation foundation	9.6	TR885	C		D-SP	E	E2										F	F2		
Lifting tool	9.6	LT001	C	D-PP	D-SP															
Lifting tool	9.6	LT001V	C	D-PP	D-SP															
Lifting tool	9.6	LT002				E	E2	E3	E4								F	F2		
Lifting tool	9.6	LT002V				E	E2	E3	E4											

Kuva 17. Standardirekisteri.

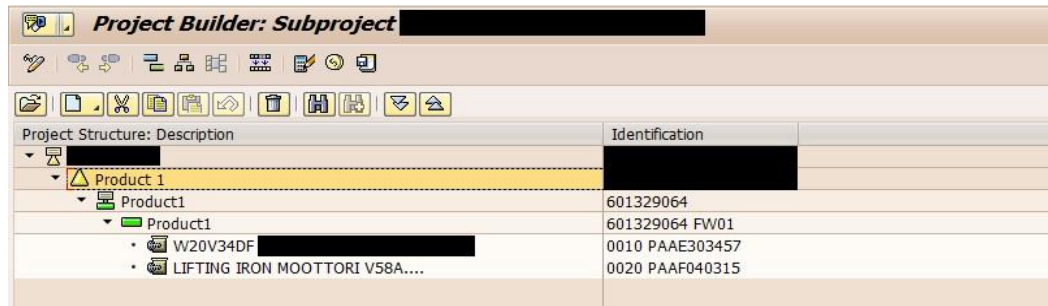
6.4 Konfiguraattori

Wärtsilän ohjelmistoihin kuuluu yksi konfiguraattori, joka sisältää muun muassa tuote- ja myyntikonfiguroinnit. Konfiguraattorissa ylläpidetään konfiguraatiot jokaiselle yrityksen valmistamalle moottorityypille W20, W31, W32 ja W34. Konfiguraattorilla saadaan tuotua oikeat materiaalit kyseiselle moottorityypille IOS:n määräämien moottorin/generaattorisetin ominaisuuksien mukaan käytössä olevaan järjestelmään, jossa niille luodaan tuoterakenne.

6.5 Project Builder

Project Builder (**Kuva 18.**) on SAPin yksi moduuli, jonka avulla voidaan tarkastella ja hallita projektien rakennetta ja materiaaleja, joita kyseinen projekti sisäl-

tää. Project Builderissa hierarkia on WBS (Work Breakdown Structure) -perusteinen eli työ/projekti on pilkottu puumaisesti pienempiin osiin. Project Builder sisältää Teamcenterin tapaan projektille oman puurakenteensa.



The screenshot shows the Project Builder interface with a table displaying the project structure. The table has two main columns: 'Project Structure: Description' and 'Identification'. The structure is hierarchical, starting with a root node, followed by 'Product 1', and then several sub-products including 'W20V34DF' and 'LIFTING IRON MOOTTORI V58A....'.

Project Structure: Description	Identification
Product 1	601329064
Product1	601329064 FW01
Product1	0010 PAAE303457
W20V34DF	0020 PAAF040315
LIFTING IRON MOOTTORI V58A....	

Kuva 18. Project Builder.

6.6 WDMS & SAP

WDMS:n ja SAPin toimintaperiaatte toimii siten, että konfiguraattori tuo kyseiselle moottorille tai generaattoriselle IOS:n määräämien ominaisuuksien mukaiset materiaalit moottorin tai generaattorisetin EBOMiin. WDMS-ohjelmistolla hallitaan Wärtsilän projektien moottoreiden/generaattorisettien tuoterakennetta moottoritasolla. WDMS sisältää kaikki moottorin tai generaattorisetin materiaalilistat, joita ovat muun muassa EBOM ja PBOM. EBOMista luodaan tämän valmistuttua PBOM, joka siirretään SAPIin ja jossa materiaaleista välittyy ostoehdotukset ostolle hoidettaviksi.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaaleille luodaan omat osionsa moottorin EBOMiin, jonne konfiguraattori lisää moottorin tai generaattorisetin ominaisuuksien mukaiset kuljetus- ja pakkausmateriaalit. Rivimoottoreiden nostotyökaluja ei lisätä EBOMiin, sillä niitä tarvitaan ainoastaan yksi kappale per projekti. Rivimoottoreiden nostotyökalut toimitetaan moottoreiden rinnalla omalla lavallaan tai joissain tapauksissa moottoriin kiinnitettynä.

Lisäämällä kuljetus- ja pakkausmateriaalit moottorin/generaattorisetin tuoterakenteeseen WDMSään, voidaan niiden tilaus- ja toimitusprosessia hallita samalla prosessilla, kuin moottoreiden ja generaattorisettien muutkin materiaalit hallitaan.

Mikäli moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilauksissa käytetään Project Builderia, niin tulee moottoreiden ja generaattorisettien pressuille ja VCI-muoveille luoda oma osionsa EBOMiin, kuten myös kuljetus- ja nostotyökaluille. Pressuille ja VCI-muoveille tulee luoda oma erillinen osionsa EBOMiin, koska näiden materiaalinumeroita ei merkitä moottoreiden ja generaattorisettien kuljetusasiakirjoihin. Pressut ja VCI-muovit näkyvät pakkauslistoissa (**Kuva 2.**) kohdassa ”Packing type”, joten niitä on turha merkitä kahteen kertaan pakkauslistaan. Normaalisti osa moottorin/generaattorisetin kuljetukseen liittyvistä materiaaleista palautuu kuljetuksen jälkeen takaisin Wärtsilään, mutta yleensä pressuja ja VCI-muoveja ei palauteta, koska ne voivat olla projektikohtaisia ja eivät ole uudelleenkäyttökelpoisia. Mikäli kaikki kuljetus- ja pakkausmateriaalit ovat samassa osiossa moottorin EBOMissa, tulevat myös pressut ja VCI-muovit kuljetusasiakirjoihin mukaan, mikäli kuljetusasiakirjat luodaan käyttäen Project Builderia.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalit saadaan automaattisesti mukaan kuljetusasiakirjoihin, ja tätä kautta myös pakkauslistoihin, mikäli kuljetus- ja pakkausmateriaalit ovat Project Builderissa moottorin rinnalla. Muussa tapauksessa kuljetus- ja pakkausmateriaalit tulee lisätä kuljetusasiakirjoihin manuaalisesti. Project Builderissa materiaalien tarveaikojen määrittäminen on kuitenkin hankalaa, sillä materiaalien tarveaikojen kytkeminen moottorin kokoonpanon aloitukseen vaatisi, että päivämääriä hallittaisiin erilailla kuin nykyään. Mikäli kuljetus- ja pakkausmateriaaleja hallitaan Project Builderin kautta, niillä ei ole suoraa yhteyttä tilatun tuotteen tuotantotilaukseen, jolla moottori/generaattorisetti valmistetaan. Täten valmistuksen ohjaus näille materiaaleille ei toimi. Samasta syystä nämä materiaalit jäisivät MESin ulkopuolelle, jota kuitenkin on tarkoitus käyttää tuotannon ohjaamiseen lattiatasolla.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaaleille täytyy myös lisätä materiaalien perustiedot (Master Data) ja settikoodit, jotta ne voidaan ryhmittää oikein PBOMille ja ohjata tuotannossa. Moottoripressut ja VCI-muovit tulevat saman settikoodin alle ja kuljetustyökalut tulevat oman settikoodinsa alle, mikäli käytetään Project Builderia kuljetus- ja pakkausmateriaalien tuomiseen kuljetusasiakirjoihin. Muussa tapauksessa kaikki kuljetus- ja pakkausmateriaalit menevät kaikki yhden settikoodin alle, paitsi rivimoottoreiden nostotyökalut, sillä niitä lähetetään vain yksi kappale per projekti. Rivimoottoreiden nostotyökalujen ohjaaminen muiden kuljetus- ja pakkausmateriaalien rinnalla on helpompaa kun niille on määritelty oma settikoodinsa.

Tämä vaihtoehto kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa toimii sekä Energy Solutions- että Marine Solutions-projekteille. Ongelmallista tässä vaihtoehdossa on rivimoottoreiden nostotyökalujen tilausten automatisointi, sillä tämä lisää mahdollisesti erittelyjen eli moottoreille tai generaattoriseteille manuaalisesti lisättävien materiaalien määrää.

6.7 Teamcenter & SAP

Teamcenter & SAP vaihtoehdossa moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa käytetään seuraavia ohjelmistoja Teamcenterin ja SAPin lisäksi:

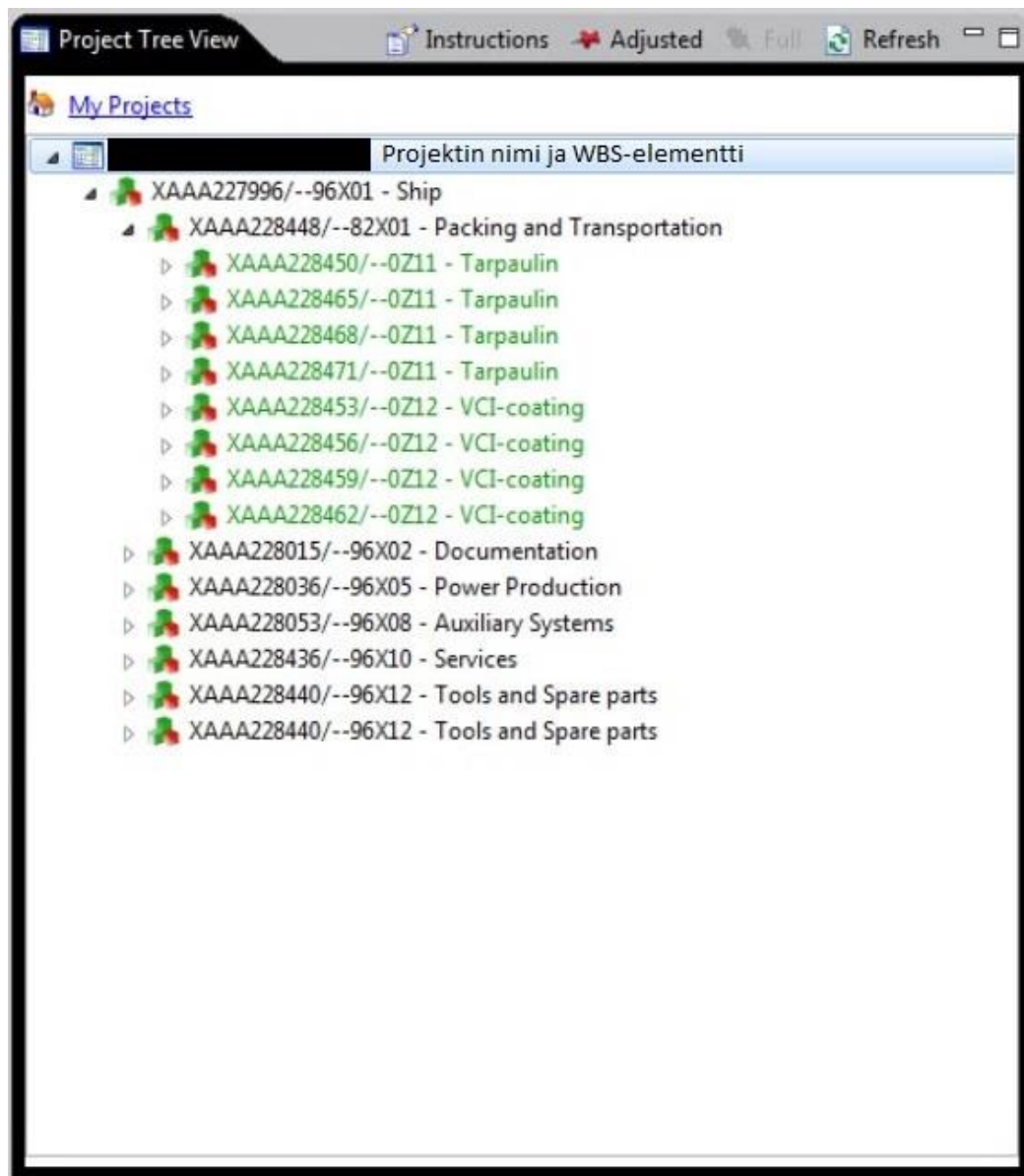
- CRM eli Customer Relationship Management –ohjelmisto
- QMS eli Quotation Management System –ohjelmisto
- OPUS eli projektien luonnin ohjelmisto.

CRM-ohjelmistolla hoidetaan uusien projektien rekisteröintiä ja QMS-ohjelmistolla hoidetaan projektitarjouksia eri asiakkaiden välillä eli sen avulla Wärtsilä ja asiakas pääsevät yhteisymmärrykseen tarjouksesta ja kaupat voivat syntyä. Tarjouksen hyväksymisen jälkeen syntyy sopimus Wärtsilän ja asiakkaan välille ja sopimus siirretään toteutusvaiheeseen. Wärtsilässä Marine Solutions moottoritarjouksissa käytetään QMS-ohjelmistoa.

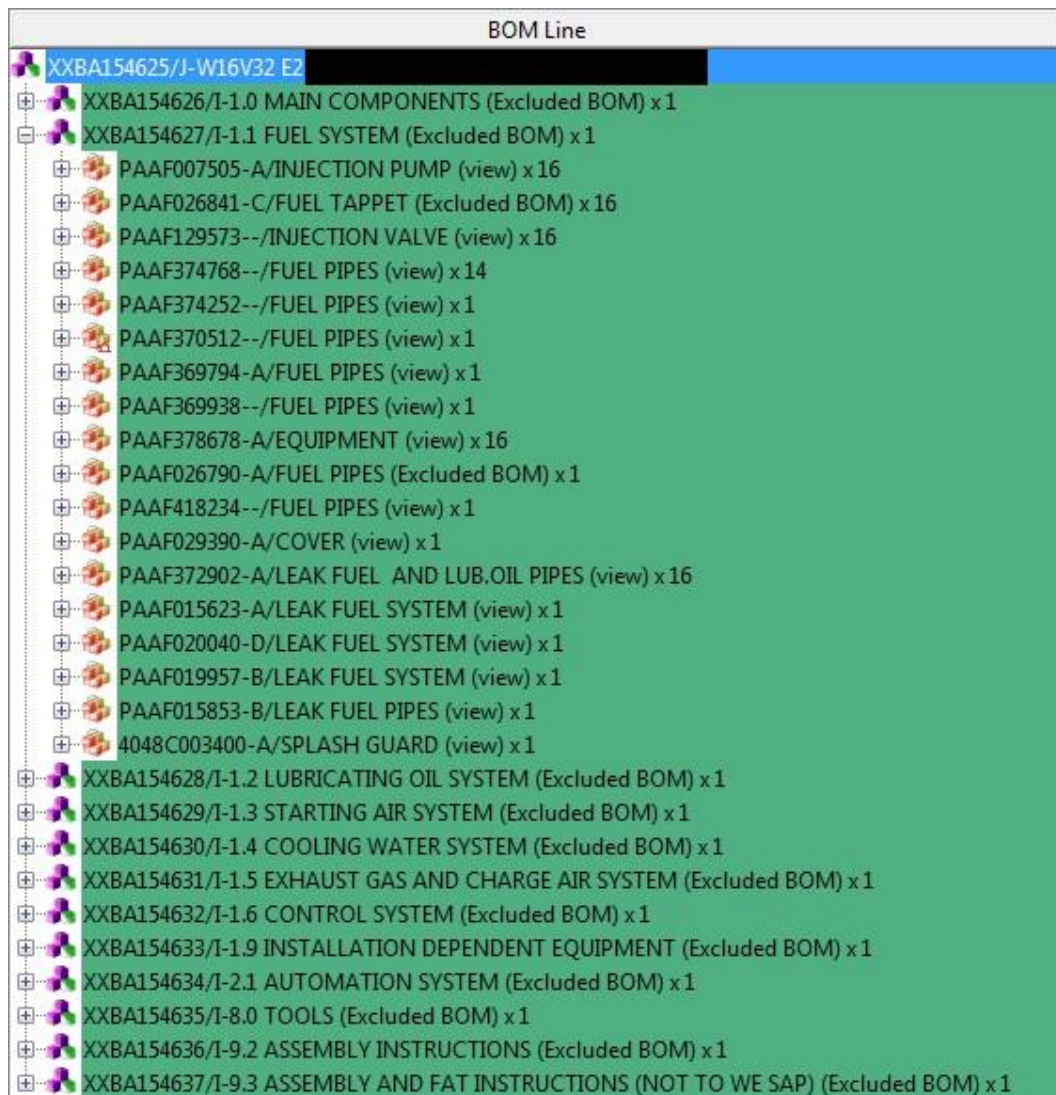
CRM-ohjelmisto sisältää yleistiedot siitä, minkälaisesta laivasta on kyse ja minkälaisia ratkaisuja Wärtsilällä on tarjota asiakkailleen. Moottorin ominaisuudet määritellään QMS-, sekä IOS-ohjelmistoilla ja nämä määräävät muun muassa moottorityypin, esimerkiksi W20V34 SGD. Tarjouspyynnön hyväksymisen jälkeen tarjousta ryhdytään valmistelemaan QMS-ohjelmistossa, jossa myyntikonfiguraattori hakee moottorin tietojen perusteella oikeat materiaalit tuotekonfiguraattorista Teamcenteriin, jonne kaikki moottoritulaukseen sisältyvät materiaalit siirretään. Teamcenterissä hallitaan Wärtsilän projektien koko projektirakennetta eli se sisältää kaiken mitä kyseiselle projektille kuuluu moottoreiden tai generaattorisettien lisäksi, esimerkiksi kuljetus- ja pakkausmateriaalit.

Samalla konfiguraattorilla saadaan oikeat materiaalit sekä Teamcenteriin, että WDMSään. WDMS on tässä opinnäytetyössä toinen käsiteltävä ohjelmistokokonaisuus, jolla moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia voidaan toteuttaa.

OPUS-ohjelmistolla luodaan projektirakenne SAPIin ja tämän jälkeen projektirakenne luodaan erikseen myös Teamcenteriin, joka sisältää kaiken mitä kyseinen projekti sisältää, muun muassa moottorin, moottorin varaosat sekä kuljetus- ja pakkausmateriaalit. Kuljetus- ja pakkausmateriaaleilla on oma osionsa Teamcenterin projektirakenteessa (**Kuva 19.**), minne tarvittavat pressut, VCI- muovit, kuljetuspukit, nostotyökalut, nosto- ja kiinnityskorvat lisätään konfiguraattorin avulla. Moottorin/generaattorisetin EBOMista (**Kuva 20.**) luodaan Teamcenterissä PBOM, joka viedään SAPIin ja, jossa järjestelmä luo materiaaleille ostoehdotukset.



Kuva 19. Teamcenter projektirakenne.



Kuva 20. Moottorin EBOM Teamcenterissä.

Rivimoottoreille tarvitaan yksi nostotyökalu per projekti silloin kun nämä lähtevät pelkkinä moottoreina eli niitä ei kiinnitetä yhteiselle kuljetusalustalle generaattorin kanssa. Käyttäen tätä toimintatapaa moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa, saadaan rivimoottoreiden nostotyökaluja varautumaan automaattisesti yksi kappale per projekti. Nostotyökalu voidaan lisätä myös manuaalisesti Teamcenterissä projektin moottorille, mikäli tarve vaatii. Kuljetus- ja pakkausmateriaalit saadaan tulemaan automaattisesti mukaan myös moottoreiden ja generaattorisettien toimitusasiakirjoihin (**Kuva 1**), mikäli kuljetus- ja pakkausmateriaalit tuodaan Teamcenteristä Project Builderiin moottorin rinnalle.

Tämä toimintatapa mahdollistaa sen, että rivimoottoreiden nostotyökalut saadaan tilautumaan yksi kappale per projekti, mutta tämä toimintatapa toimii tällä hetkellä ainoastaan Marine Solutions-projekteille eli noin puolet Wärtsilän moottoritoimituksista putoaa pois. Energy Solutions ei tällä hetkellä käytä Teamcenteriä projekteissaan, joten Energy Solutions-projekteille olisi kehiteltävä toinen toimintatapa, mikäli moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia päätetään toteuttaa tämän vaihtoehdon pohjalta.

6.7.1 AUX-materiaalien tilausten luonti

Teamcenterin kautta Wärtsilässä tilataan Marine Solutions-moottoritoimitusprojektien apulaitteet (AUX-laitteet), joten materiaalien tilausten luominen on jo sinänsä mahdollista Teamcenterin kautta. Tilausten luonti Teamcenterin kautta on vielä kehitysvaiheessa muille, paitsi moottoritoimitusprojekteille Marine Solutionissa.

AUX-materiaaleille saadaan tilaukset siten, että AUX-konfiguraattori hakee ensin moottorille tai generaattoriselle kuuluvat oikeat apulaitteet TERPS (Total Engine Room Package for auxiliary Systems) -tietokannasta, joka sisältää kaikki moottoreiden ja generaattorisettien mukana toimitettavat apulaitteet. Tieto valituista apulaitteista lähetetään QMS:ään, josta ne siirretään Teamcenteriin ja lopuksi SAPIin, jossa materiaaleille luodaan ostoehdotukset ja materiaalit tilataan.

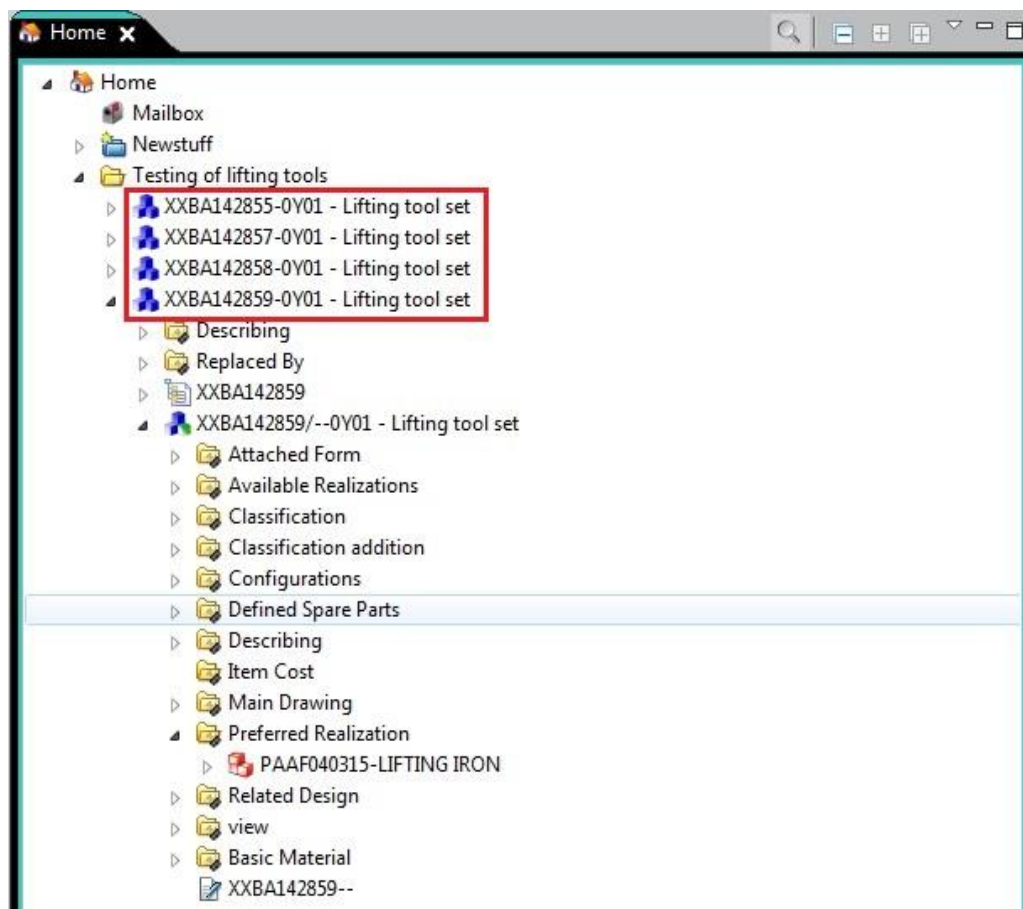
AUX-ryhmä ylläpitää portfolioa Teamcenterissä, joka sisältää kaikki moottoreissa ja generaattoriseteissä käytettävät apulaitteet. AUX-ryhmä hoitaa myös uusien materiaalien lisäämisen Teamcenterin portfolioon. Uudet materiaalit siirretään TERPS-tietokantaan ja mahdollisesti myös TERPS-nettisivuille, josta nähdään muun muassa kaikki sinne lisättyjen komponenttien tekniset tiedot ja niille kuuluvat piirustukset. Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia voitaisiin toteuttaa myös tätä kautta, sillä valmis toimintamalli on jo olemassa.

6.8 WDMS, Teamcenter & SAP

WDMS, Teamcenter & SAP vaihtoehtona moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa hyödyntää sekä WDMS että Teamcenter-ohjelmistojen ominaisuuksia. Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- pakkausmateriaaleille luodaan oma osionsa EBOMiin, jonne konfiguraattori tuo moottorin/generaattorisetin ominaisuuksien ja konfiguroitujen sääntöjen mukaiset kuljetus- ja pakkausmateriaalit.

Rivimoottoreiden nostotyökalut on suunniteltu tuotavan Teamcenterin kautta, sillä tätä kautta on mahdollista tilauttaa rivimoottoreiden nostotyökaluja yksi kappale per projekti. Rivimoottoreiden nostotyökaluille täytyy luoda eri variantteja (**Kuva 21.**) eli eri vaihtoehtoja ja säännöt Teamcenteriin, joiden perusteella konfiguraattori osaa hakea moottorin tietojen perusteella moottorille sopivan nostotyökalun.

Muille moottorin ja generaattorisetin kuljetus- ja pakkausmateriaaleille luodaan tilaukset WDMSän EBOMin (moottorirakenteen) kautta. Konfiguraattori tuo moottorille tai generaattorisetille kuuluvat oikeat kuljetus- ja pakkausmateriaalit EBOMiin. EBOMista luodaan PBOM, joka siirretään tämä jälkeen SAPIin, jossa järjestelmä luo ostoehdotukset materiaalarpeiden ja varastotilanteen mukaan. Ostoehdotukset siirtyvät ostolle ja materiaalit tilataan. Materiaalien tarveajat, tarvepaikat ja asennusvaiheet määritellään kuljetus- ja pakkausmateriaalien settikoodien ja MES-aktiviteettien perusteella tuotannossa (ks. 6.1 MES-aktiviteetti ja settikoodi, s.37).



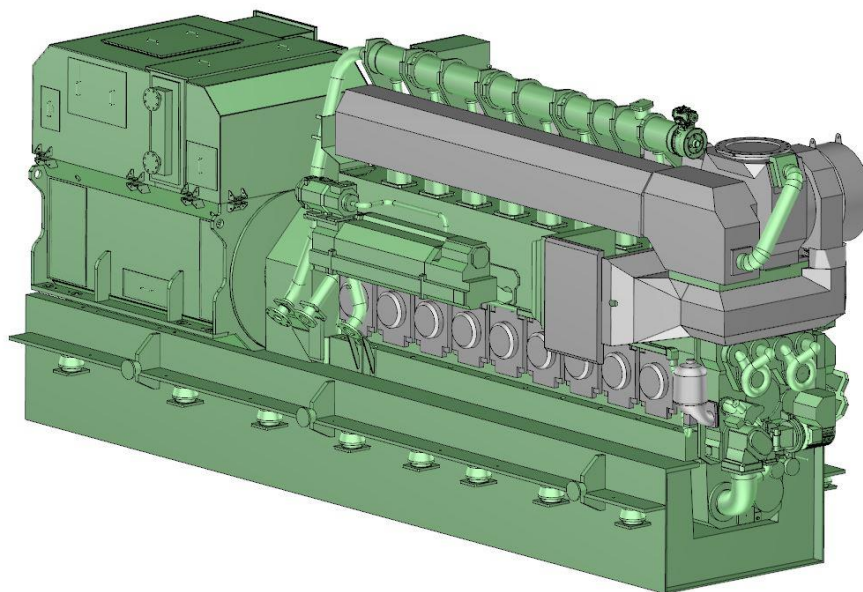
Kuva 21. Teamcentervariantit rivimoottorin nostotyökaluille.

6.9 3D-mallien käyttö pressutilauksissa

Moottoreiden ja generaattorisettien pressut tilataan tällä hetkellä Wärtsilässä manuaalisesti eli ensin pressuista ja muista kuljetus- ja pakkausmateriaaleista luodaan tuotantotilaukset (**Kuva 3**). Tämän jälkeen tilaus menee MRP-ajon kautta ostolle ostoehdotuksena, mikäli tilattua pressutyyppiä ei löydy varastosta. Moottorin tai generaattorisetin piirustukset lähetetään ostotilauksen yhteydessä pressujen toimittajalle, joiden mukaan pressujen toimittaja valmistaa pressut. Pressujen toimittajalle on myös piirustusten lähetyksen yhteydessä kerrottu muun muassa projektin nimi, WBS-elementti, moottorityyppi, tarvittavien pressujen lukumäärä ja tarveajankohta.

Tätä prosessia olisi tarkoitus automatisoida ja käyttää siinä mahdollisesti hyväksi moottoreiden ja generaattorisettien pelkistettyjä 3D-malleja (**Kuva 22**). Nämä

3D-mallit sisältävät ainoastaan moottoreiden ja generaattorisettien ulkokuoret ja ulkomitat, jotka ovat pressujen valmistuksen kannalta välttämättömät. Wärtsilän toiminnan ylläpitämiseksi pyritään ensin kuitenkin saamaan toimimaan prosessi, jossa pressujen toimittajalle lähetetään moottoreiden ja generaattorisettien piirustukset 3D-mallien sijaan. Haasteena 3D-mallien lähettämässä pressujen toimittajalle on se, miten moottoreiden/generaattorisettien 3D-mallit saadaan lähetettyä pressujen toimittajalle sopivassa tiedostomuodossa.



Kuva 22. W8L34-DF generaattorisetin pelkistetty 3D-malli.

Piirustukset tai 3D-mallit voidaan tulevaisuudessa lähettää pressujen toimittajalle Supplier Portal nimisen selainpohjaisen järjestelmän välityksellä. Supplier Portal on toimittajien käytössä oleva järjestelmä, joka lataa Wärtsilän järjestelmästä tila-tille materiaaleille liitetyt liitetiedostot, esimerkiksi moottoreiden piirustukset tai 3D-mallit. Toimittaja pääsee katselemaan omia ostotilauksiaan omilla käyttäjätunnuksillaan Supplier Portalissa ja pystyy tätä kautta katselemaan ostotilaukseen liitettyjä liitetiedostoja. Pressujen toimittaja pystyisi siis avaamaan ja tallentamaan pressutilauksiin liitettyjä moottorin tai generaattorisetin piirustuksia tai 3D-malleja, ja valmistamaan pressut niiden mukaan.

Dokumenttien liittäminen ostotilaukseen on mahdollista automatisoida, mutta moottoripiirustukset ja 3D-mallit voidaan liittää tilaukselle myös manuaalisesti, mikäli järjestelmäpohjainen automaatio ei piirustuksille tai 3D-malleille onnistu. Ongelmana tässä on se, että ostotilauksia hoitavalle osastolle on saatava tieto linkitettävistä piirustuksista tai 3D-malleista. Supplier Portalissa ei vielä ole toimintoa, jolla ostotilauksiin voitaisiin lisätä liitteitä, mutta kyseinen toiminto on kehitysvaiheessa eli jatkossa piirustukset lähetetään tätä kautta alihankkijoiden saataville. Supplier Portalissa pystytään tällä hetkellä liittämään tiedostoja ainoastaan vikailmoituksiin eli tiedostojen linkitys on jo sinänsä mahdollista kyseisessä järjestelmässä.

Toinen vaihtoehto olisi lähettää linkki käyttäen Chatter-toimintoa, joka on yleinen dokumenttien jakomahdollisuus. Siinä toimittaja pystyy vapaamuotoisesti keskustelemaan Wärtsilän ostotilauksia hoitavan henkilön kanssa. Linkki tai tiedosto moottorin piirustuksista tai 3D-malleista voidaan liittää keskusteluun aivan samalla tavalla kuin missä tahansa muussa keskusteluohjelmassa, mutta tämä vaatii sen, että kyseisellä alihankkijalla on Supplier Portal käytössä. Ongelmana tässä kuitenkin on se, että pressujen toimittajan on joka tilauksen yhteydessä yhdistettävä Supplier Portalin kautta saapunut ostotilaus keskustelussa linkitettyyn piirustukseen tai 3D-malliin. Tämä kasvattaa riskiä, että Supplier Portalin ostotilaus ja piirustusten tai 3D-mallien liitetiedostot menevät sekaisin toisten ostotilausten kanssa.

Kolmantena vaihtoehtona on ylläpitää piirustuksia tuotannonhallintajärjestelmässä eli tässä tapauksessa SAPissa. SAP sisältää ainoastaan linkin moottorin/generaattorisetin piirustuksiin tai 3D-malleihin, jotka on tallennettu Wärtsilän palvelimelle. 3D-mallien lähettäminen ei kuitenkaan tällä hetkellä ole tätä kautta mahdollista, sillä SAPissa on tällä hetkellä ainoastaan mahdollisuus linkittää piirustuksia PDF-muodossa. Ostotilauksen luonnin yhteydessä moottoreiden tai generaattorisettien piirustukset lähtevät automaattisesti pressujen toimittajalle presutilausten yhteydessä. Automaattisen piirustusten jakamisen edellytyksenä on, että materiaalin perustietoihin on linkitetty sille kuuluva piirustus. Pressujen osalta piirustusta ei ole linkitetty materiaalille, koska pressujen valmistus perustuu moot-

torin/generaattorisetin ulkomittoja kuvaavaan piirustukseen. Tämä toimii ainoastaan, mikäli jokaiselle pressun materiaalille on liitetty sille kuuluva standardipiirustus. Wärtsilän valmistamat moottorit ja generaattorisetit ovat uniikkeja, joten pressujen piirustuksia on hankala standardisoida, sillä moottoreiden ja generaattorisettien ulkomitat saattavat vaihdella turbon ja generaattorityypin mukaan.

Moottoreiden ja generaattorisettien piirustukset tai 3D-mallit tulee tallentaa Wärtsilän järjestelmään, jotta niitä voidaan jakaa alihankkijoille. Vaihtoehtoja ovat IDM eli Integrated Document Management System, WDMS tai Teamcenter. 3D-malleille oikea tallennuspaikka on Teamcenter, mikäli mallit lähetetään STEP (Standard for the Exchange of Product Data) -tiedostomuodossa, sillä tämä on edellytys STEP-mallien jakelulle Supplier Portalin kautta.

Moottoreiden ja generaattorisettien pressutilauksissa tulee myös huomioida mahdolliset revisiomuutokset piirustuksissa tai 3D-malleissa ja tieto muutoksista täytyy välittyä pressujen toimittajalle, jotta pystyvät tekemään mahdolliset muutokset pressujen mittoihin. Muutokset moottoreiden ja generaattorisettien ulkomitoissa eivät kuitenkaan yleensä ole niin suuria, että pressut eivät sopisi, mutta se on silti riski, joka täytyy minimoida. Revisiomuutoksen yhteydessä tulisi tieto muutoksista välittyä moottoreiden ja generaattorisettien piirustuksia tai 3D-malleja lähettävälle taholle, joka ilmoittaa muutoksista pressujen toimittajalle.

Moottoreiden ja generaattorisettien piirustukset jäädytetään noin kahdeksan viikkoa ennen kokoonpanon aloitusta. Niihin ei enää saa tehdä muutoksia tämän jälkeen eli revisiomuutokset eivät sinänsä ole riski pressutilauksissa.

6.10 JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi

Wärtsilällä on yhteistyöyhtiöitä ympäri maailmaa, jotka valmistavat Wärtsilän moottoreita ja generaattorisettejä yhteistyönä. Wärtsilä toimittaa näille yhteistyöyhtiöyksille koneistetun lohkon lisäksi osan moottorin valmistukseen tarvittavista komponenteista. Kaikki muut moottoreiden ja generaattorisettien komponentit nämä yritykset hankkivat itse.

Lohkotoimituksissa tarvitaan erilaisia kuljetus- ja pakkausmateriaaleja, jotta lohko voidaan pakata ja kuljettaa. Lohkon kuljetus- ja pakkausmateriaaleille luodaan manuaalisesti ostoehdotukset SAPissa samalla tavalla, kuin moottoreiden tai generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaaleille.

JV-lohkojen kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa voidaan käyttää samaa ideaa mitä moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa, eli näille luodaan ensin konfigurointisäännöt ja luodaan oma osionsa Teamcenterin projektirakenteeseen tai WDMS:n moottorirakenteeseen. Tätä kautta lohkon kuljetus- ja pakkausmateriaalit saadaan tilattua kun PBOM viedään SAPIin. Ongelmana on kuitenkin se, että Wärtsilässä tilataan lohkoja myös omaan tuotantoon EBOMin kautta, ja näille ei tarvitse tilata lohkon kuljetus- ja pakkausmateriaaleja, sillä lohkot menevät tuotantoon ja lähtevät maailmalle valmiina moottoreina tai generaattorisetteinä. Konfiguraattoriin täytyisi siis luoda säännöstö, jonka mukaan se osaisi tuoda lohkolle kuljetus- ja pakkausmateriaalit vain silloin, kun kyseessä on JV-lohkotoimitus ja Wärtsilä toimittaa lohkon.

Loppujen lopuksi Wärtsilä toimittaa melko harvoin lohkot JV-toimijoille eli tämän prosessin automatisointi ei sinänsä kannata vielä, mutta mikäli Wärtsilä alkaa toimittamaan useammin lohkoja JV-toimijoille, niin silloin näiden kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnin tarve kasvaa. JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalit lisättiin työssä standardirekisteriin, josta nähdään mitä kuljetus- ja pakkausmateriaaleja eri moottorityyppien lohkoille tarvitaan. Lohkojen kuljetus- ja pakkausmateriaalit jätettiin standardirekisterissä tilaan ”not in config” eli konfiguraattori ei tuo kyseisiä kuljetus- ja pakkausmateriaaleja, kun moottoreille ja generaattoriseteille luodaan tuoterakenne.

7 VALITTU TOIMINTATAPA

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia varten kehitettäväksi toimintatavaksi valittiin WDMS ja SAP-ohjelmistot. Tähän vaihtoehtoon päädyttiin sillä se mahdollisti sen, että moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalit saadaan tilattua sekä Marine Solutions- että Energy Solutions-projektien moottoreille ja generaattoriseteille. Tätä kautta tulevat myös Wärtsilän moottoreille ja generaattoriseteille tällä hetkellä kaikki materiaalit, joita näiden tuotannossa tarvitaan eli kuljetus- ja pakkausmateriaalit saadaan tulemaan samaa kautta, jolloin niiden ohjaaminen ja seuraaminen on helpompaa muiden materiaalien rinnalla.

Rivimoottoreiden nostotyökalujen tilaukset suunniteltiin hoidettavan Teamcenterin (projektirakenteen) kautta, mutta päädyttiin hoitamaan WDMS:n (moottorirakenteen) kautta kunnes Teamcenterin kehitys on siinä vaiheessa, että nostotyökaluja voidaan alkaa tilauttamaan sen kautta. Teamcenterin kehitys ei ollut vielä siinä vaiheessa, että sen kautta olisi voinut tilauttaa rivimoottoreiden nostotyökaluja ilman, että toimintatapoja olisi täytynyt Teamcenterin kehitysvaiheen ajaksi muuttaa.

Teamcenteriin täytyy luoda kaikki mahdolliset variaatiot ja säännöt moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaaleille, mikäli materiaaleja tilataan jatkossa Teamcenterin (projektirakenteen) kautta. Työssä varianttien luomista testattiin Teamcenterin testipuolella (**Kuva 21.**). Moottoreiden ja generaattorisettien piirustukset suunniteltiin lähetettävän pressujen toimittajalle manuaalisesti näiden ostotilausten yhteydessä, mutta jatkossa piirustukset tai 3D-mallit voidaan lähettää pressujen toimittajalle Supplier Portalin kautta, kun siihen tarvittavat toiminnallisuudet ovat valmiit.

Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten tarveajankohdat saadaan WDMSän (moottorirakenteen eli EBOMin) ja SAPin avulla määräytymään paremmin moottoreiden ja generaattorisettien kokoonpanon aloituksen mukaan.

Mikäli kokoonpanon aloituspäivämäärä muuttuu, muuttuu myös järjestelmän luomien tuotantotilausten tarveajankohdat sen mukaan. Tällä saadaan pienennettyä varastoja sekä yritykseen sitoutunutta vaihto-omaisuutta, sillä järjestelmä automaattisesti muuttaa kuljetus- ja pakkausmateriaalien tarveaikoja suhteessa kokoonpanon aloituspäivämäärään. Materiaalit saapuvat myöhemmässä vaiheessa verrattuna manuaalisesti määriteltyihin tarveajankohtiin.

Työssä pyrittiin automatisoimaan kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luontia ja tarveaikojen määräytymistä, joten päätettiin, että kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten luonnin automatisoinnissa ei käytetä Project Builderia.

7.1 Yhteenveto

Suurimmaksi haasteeksi työssä osoittautui uusien materiaalien lisääminen Teamcenteriin ja niiden ylläpitoa hoitavan ryhmän laatiminen. Tuotannonsuunnittelu on lisännyt ja ylläpitänyt moottoreiden kuljetus- ja pakkausmateriaaleja SAPissa, mutta sillä ei tällä hetkellä ole resursseja lisätä ja ylläpitää materiaaleja Teamcenterissä. Moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaaleille luotiin myös konfigurointisäännöt, joiden perusteella konfiguraattori osaa tuoda oikeat kuljetus- ja pakkausmateriaalit moottoreille ja generaattoriseteille. Kuljetus- ja pakkausmateriaaleille luotiin myös omat settikoodinsa, sekä MES-aktiviteetit, jotta niiden tarveajat ja tarvepaikat pystytään määrittelemään oikein.

Rivimoottoreiden nostotyökaluille luotiin oma settikoodi ja MES-aktiviteetti, joka mahdollistaa sen, että nostotyökaluja pystytään ohjaamaan erikseen muiden kuljetus- ja pakkausmateriaalien rinnalla. Rivimoottoreiden nostotyökalut lisättiin konfiguraattoriin V-valinnan taakse. V-valinta toimii siten, että erittelijät valitsevat rivimoottorille sen lähtiessä pelkkänä moottorina oikean tyyppisen nostotyökalun, kun moottorin EBOMiin lisätään kaikki projektikohtaiset materiaalit, joita konfiguraattori ei osaa sinne tuoda.

W32- ja W34-moottorityypeille kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi saatettiin testivaiheeseen ja tämän testaamista varten sovittiin sopiva projekti. W20-moottorityyppien ja JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmate-

riaalit lisättiin myös Wärtsilän järjestelmään, mutta niille ei luotu vielä konfigurointisääntöjä, vaan ne jätettiin konseptivaiheeseen odottamaan jatkokehitystä.

Moottoreiden ja generaattorisettien pressutilauksissa suunniteltiin käytettävän joko pelkistettyjä 3D-malleja tai piirustuksia. 3D-mallit ja piirustukset lähetetään pressujen toimittajalle joko manuaalisesti tai käyttäen Supplier Portal-ohjelmaa. Työn kannalta tätä ei kuitenkaan päästy kokeilemaan, sillä Supplier Portalissa ei vielä ollut mahdollista linkittää tiedostoja ostotilauksiin, vaan kyseessä oli kehitteillä oleva toiminnallisuus. Moottoreiden ja generaattorisettien 3D-mallien muuntaminen pressujen toimittajalle sopivaan lähetettävään muotoon täytyy toteuttaa manuaalisesti, mikäli niiden automaattinen muuntaminen ei onnistu.

Moottoreiden ja generaattorisettien 3D-mallien sijasta päädyttiin käyttämään näiden piirustuksia pressutilauksissa eli ostotilauksen yhteydessä pressujen toimittajalle lähetetään manuaalisesti moottoreiden ja generaattorisettien piirustukset.

7.2 Jatkokehitys

Työssä jatkokehitettävälle tasolle jätettiin moottoreiden ja generaattorisettien 3D-mallien käyttö pressutilauksissa, W20-moottoreiden, JV-lohkotoimitusten ja W31-moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointi. W20- ja W31-moottoreiden ja generaattorisettien sekä JV-lohkotoimitusten kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisoinnissa voidaan käyttää samaa toimintaperiaatetta mitä W32- ja W34-moottoreiden ja generaattorisettien kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia varten kehitettiin. Työssä suunnitellut organisaatioiden työtehtävien muutokset, liittyen kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointiin, jätettiin myös jatkokehitettäväksi eli työtehtävien muutoksia käsitellään vasta siinä vaiheessa kun W32- ja W34-moottoreiden kuljetus- ja pakkausmateriaalien tilausten automatisointia testataan käytännössä.

LÄHTEET

/1/ Tietoa Wärtsilästä. Viitattu 12.4.2017. <http://www.wartsila.com/fi/wartsila>
<https://en.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rtsil%C3%A4>
<https://fi.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rtsil%C3%A4>

/2/ Kuva Moottoripressu ja VCI-muovi.
http://1oi0s8l4d7728hnyw1bfwct2.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/blogs.dir/2/files/2016/01/HarveyEnergy_Wartsila-34DFs-850-600x402.jpg

/3/ Tietoa tuotannonohjauksesta. Viitattu 12.4.2017.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Tuotannonohjaus>

/4/ Tietoa ERP ohjelmistosta. Viitattu 12.4.2017.
<http://www.webopedia.com/TERM/E/ERP.html>

/5/ Tietoa PDM/PLM toiminnasta. Viitattu 12.4.2017.
https://en.wikipedia.org/wiki/Product_data_management

/6/ Tietoa EBOM:sta. Viitattu 12.4.2017.
<http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/engineering-bill-of-materials-EBOM>

/7/ EBOM ja PBOM havainnollistava kuvio.
<http://www.asprova.jp/mrp/glossary/en/index/p/post-528.html>

/8/ PDM ja PLM järjestelmät. Viitattu 10.5.2017.
https://fi.wikipedia.org/wiki/Tuotteen_elinkaaren_hallinta

/9/PDM järjestelmä. Viitattu 10.5.2017.
https://fi.wikipedia.org/wiki/Tuotetiedon_hallinta

/10/ Tietoa Teamcenter järjestelmästä. Viitattu 12.5.2017.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Teamcenter>

/11/ Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere. Infacs Oy.

/12/ Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere. Infacs Oy.

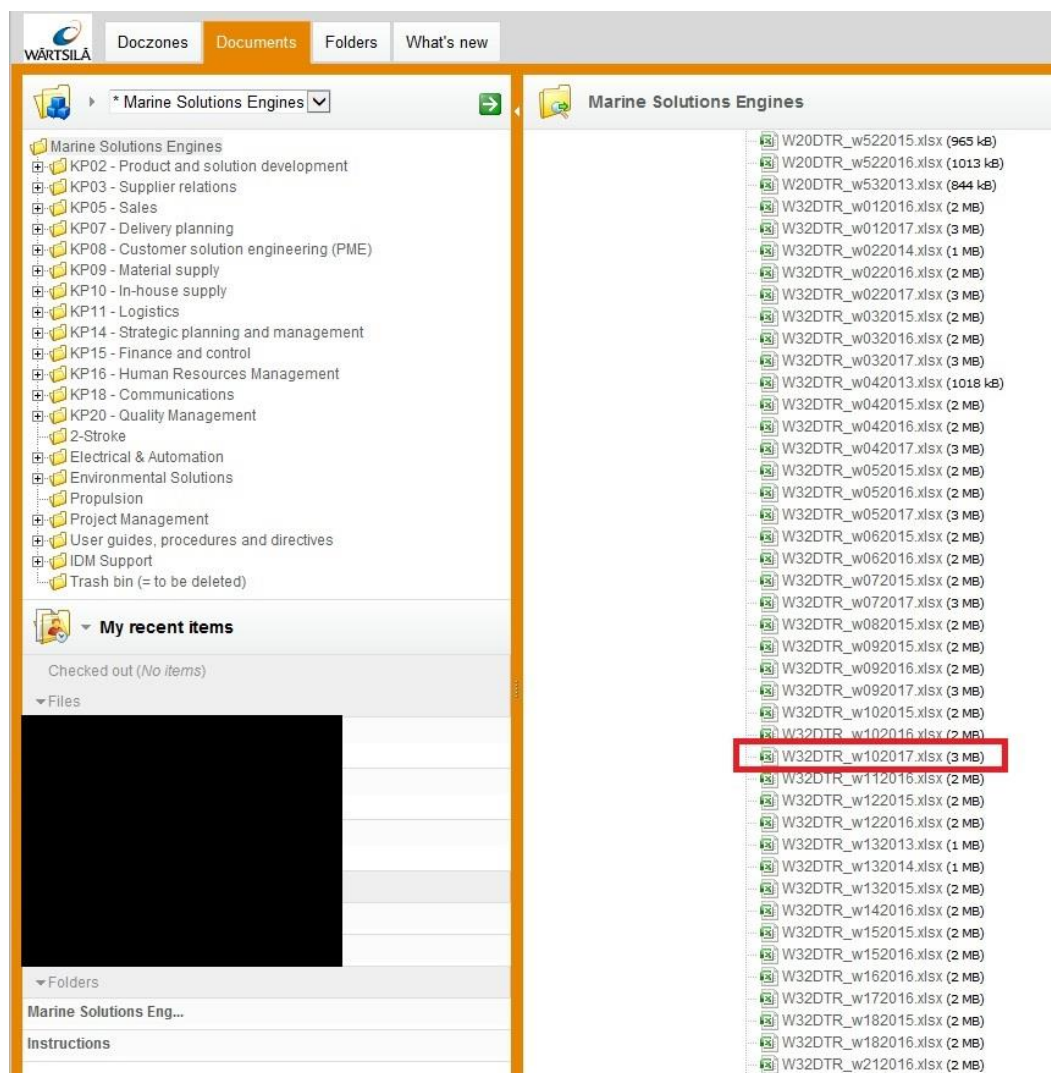
/13/ Krajewski, L., Malhotra, M. & Ritzman, L. 2016. Operations Management: Processes and Supply Chains. England. Pearson Education Limited.

/14/ Bloomberg, D., Lemay, S. & Hanna, J. 2002. Logistics. New Jersey. Prentice-Hall, Inc.

/15/ Kauppinen, P., Kivistö, I. & Strömberg, O. 1985. Tuotannonohjaus Metalliteollisuudessa. Helsinki. Valtion painatuskeskus.

Moottoripiirustusten löytäminen WBS elementin avulla

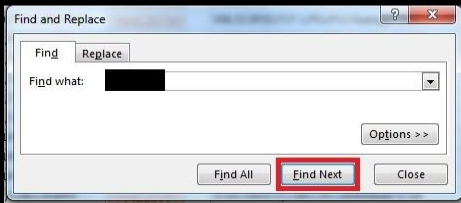
1. Avaa linkki XXX (Ctrl+Left mouse button).
2. Avaa uusin W32 taulukko (3.) "View File" ja "Open". Tässä tapauksessa uusin taulukko on viikko 10 ja vuosi 2017.



- 3.
4. Taulukosta (5.) nähdään kaikkien W3x projektien WBS elementit ja moottorinumerot. WBS elementtiä voidaan hakea painamalla Ctrl+F, jolloin hakutyökalu aukeaa. Syötetään haettava WBS elementti. Kuvassa nuoli osoittaa haun löydön. Moottorinumeroa klikkaamalla päästään moottorierittelyyn.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2702		16A01					W9L32	DNV
2703		16L01					W20V32	
2704		16L01					W20V32	
2705		16L01					W20V345G	
2706		16L01					W20V345G	
2707		16L01					W20V345G	
2708		16L01					W20V345G	
2709		16A01					W16V32	
2710		16L02					W8L32	CCS
2711		16L02					W8L32	CCS
2712		16L02					W8L32	CCS
2713		16L02					W8L32	CCS
2714		16A01					W20V34DF	
2715		16L02					W6L34DF	DNV
2716		16L02					W6L34DF	DNV
2717		16L01					W20V32	
2718		16L01					W20V32	
2719		16L01					W20V32	
2720		16L02					W6L32	ABS
2721		16L02					W6L32	ABS
2722		16A01					W20V32	
2723		16L01					W20V345G	
2724		16L01					W20V345G	
2725		16L01					W20V345G	
2726		16L01					W20V345G	
2727		16L01					W20V32	
2728		16L01					W20V32	
2729		16L01					W20V32	
2730		16A01					W16V32	
2731		16L02					W12V32	DNV
2732		16L02					W12V32	DNV
2733		16A01					W20V34LPG	
2734		16A01					W20V34LPG	
2735		16L01					W6L32	DNV
2736		16L01					W6L32	DNV
2737		16L01					W6L32	DNV

5.



6. Moottorierittelystä (7.) moottoripiirustukseen päästään klikkaamalla kohdan "Engine drw" piirustusnumeroa.

Shortcut to this specification

Engine nr / type:	PAAE266503 x	W20V34DF B
Teamcenter spec.nr / rev.:		
WBS Element:		
Project:		
Shipyard:		
Application:		

Spec. no:	
Wiring diag:	DAAF283194, , ,
Engine drw:	DAAF318406
Engine drw 2:	DAAF066517
Instrument list:	DAAF283195
Software:	
Performance map drw:	

Turbocharger:	
TC Spec:	
TC Mount A:	
TC Mount B:	
TC Inlet:	

TC Location:	
--------------	--

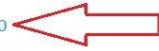
Governor:	
Flexible coupling:	
Flexible coupling drawing:	

Generator:	
- Bearing:	
- Cooling:	
- Differential CTs:	

-
-
-
-
-
-
-
-
-
- 7.
8. Klikkaa "Engine drawing" (10.) kohdan piirustusnumeroa, jolloin moottoripiirustus aukeaa.
9. Pressujen toimittajalle tulee välittää tieto projektin WBS-elementistä kun moottoripiirustus lähetetään, jotta osaavat yhdistää oikean pressutilauksen oikeaan moottoripiirustukseen.

[Shortcut to this page](#)

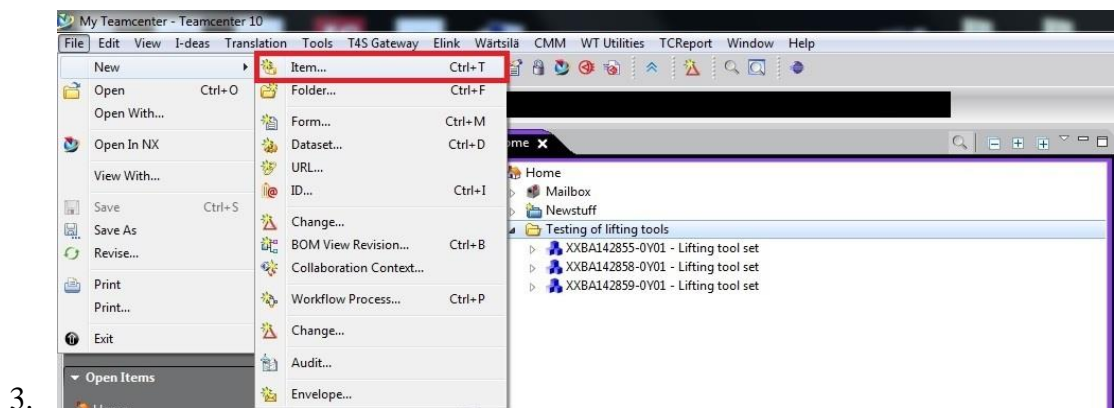
Engine drawing:	DAAF318406_000
Engine drawing 2:	DAAF066517_000
Instrument list:	DAAF283195_000
Wiring diagram 1:	DAAF283194_000
Wiring diagram 2:	
Wiring diagram 3:	
Wiring diagram 4:	
WECS cabinet:	
Distributit unit:	
Actuator & el.motor:	
Code list Modbus:	
Spemos:	
Torsional vibration dep.components:	
Software:	



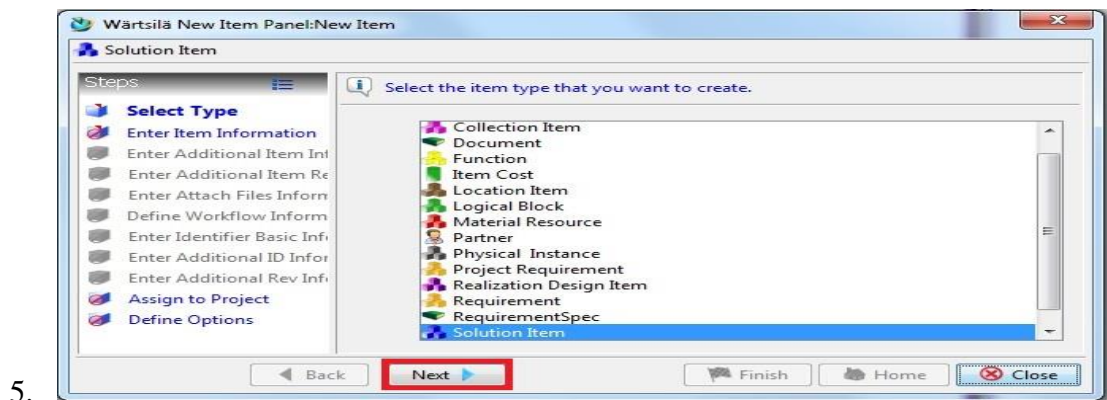
10.

Uusien varianttien luominen Teamcenterissä

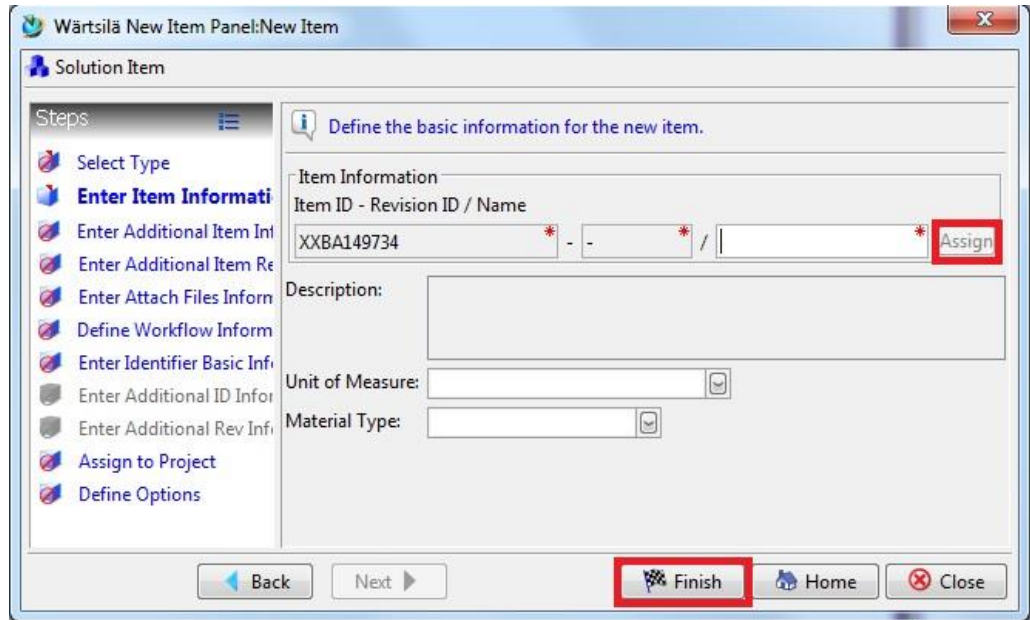
1. Teamcenter ohjelmistossa valitaan ensin kansio, jonne variantit halutaan luoda.
2. Luodaan uusi variantti siten, että File → New → Item (3.).




4. Aukeaa uusi ikkuna (5.), josta etsitään "Solution Item" ja klikataan next.

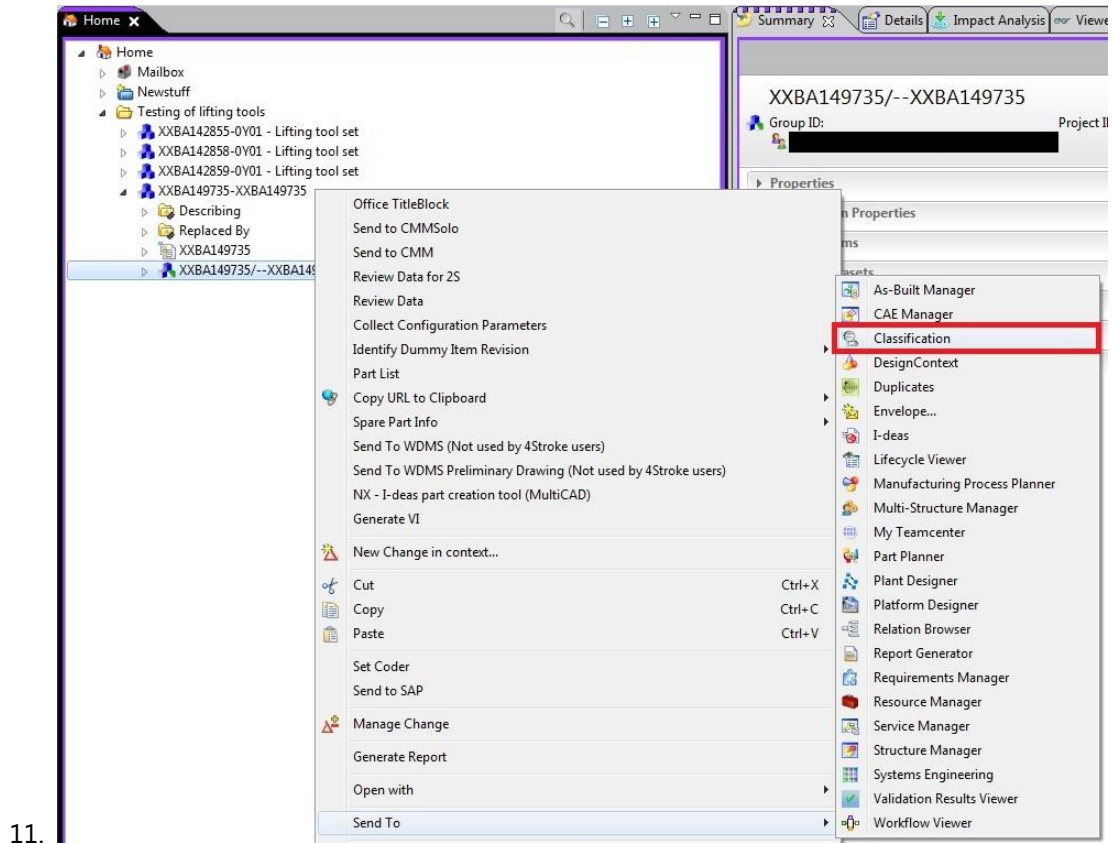


6. Klikkaa "Assign", jolloin järjestelmä luo uudelle variantille oman Item ID nimen.
Klikkaa Finish ja Close (7.).

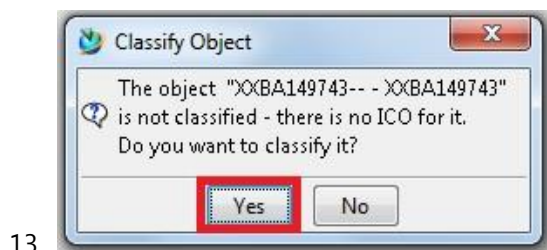


7.

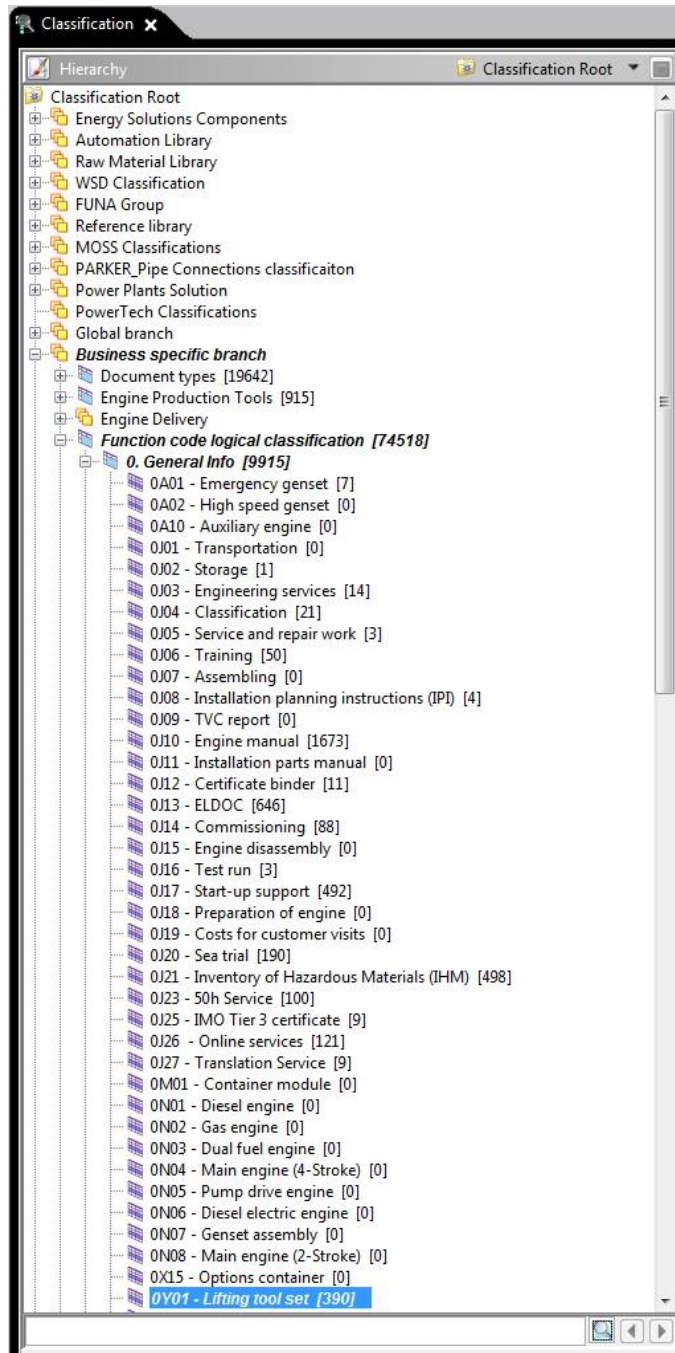
8. Avaa luodun variantin alarakenne (11.) ja klikkaa hiiren oikealla painikkeella "Solution Item Revision" objektia, jonka kuvake on .
9. Valitse valikosta Send To → Classification.
10. Uudelle variantille luodaan säännöt, joiden mukaan konfiguraattori osaa valita oikean variantin.



12. Klikkaa "Yes" kun järjestelmä kysyy (13.), että halutaanko kyseinen variantti classifikoida.



14. Classification hierarkiapuusta (17.) täytyy valita kyseiselle variantille sopiva classification atribuutit eli säännöt joilla konfiguraattori valitsee variantin.
15. Atribuuttien ID tunnuksia voidaan hakea alhaalta oikealta löytyvällä suurennuslasin kuvalla esim. 0Y01 *Lifting tool set*.
16. Valitaan sopiva attribuutti variantille ja valitaan se tuplaklikkaamalla attribuuttia (tässä tapauksessa oikea attribuutti nostotyökalulle on 0Y01 *Lifting tool set*).

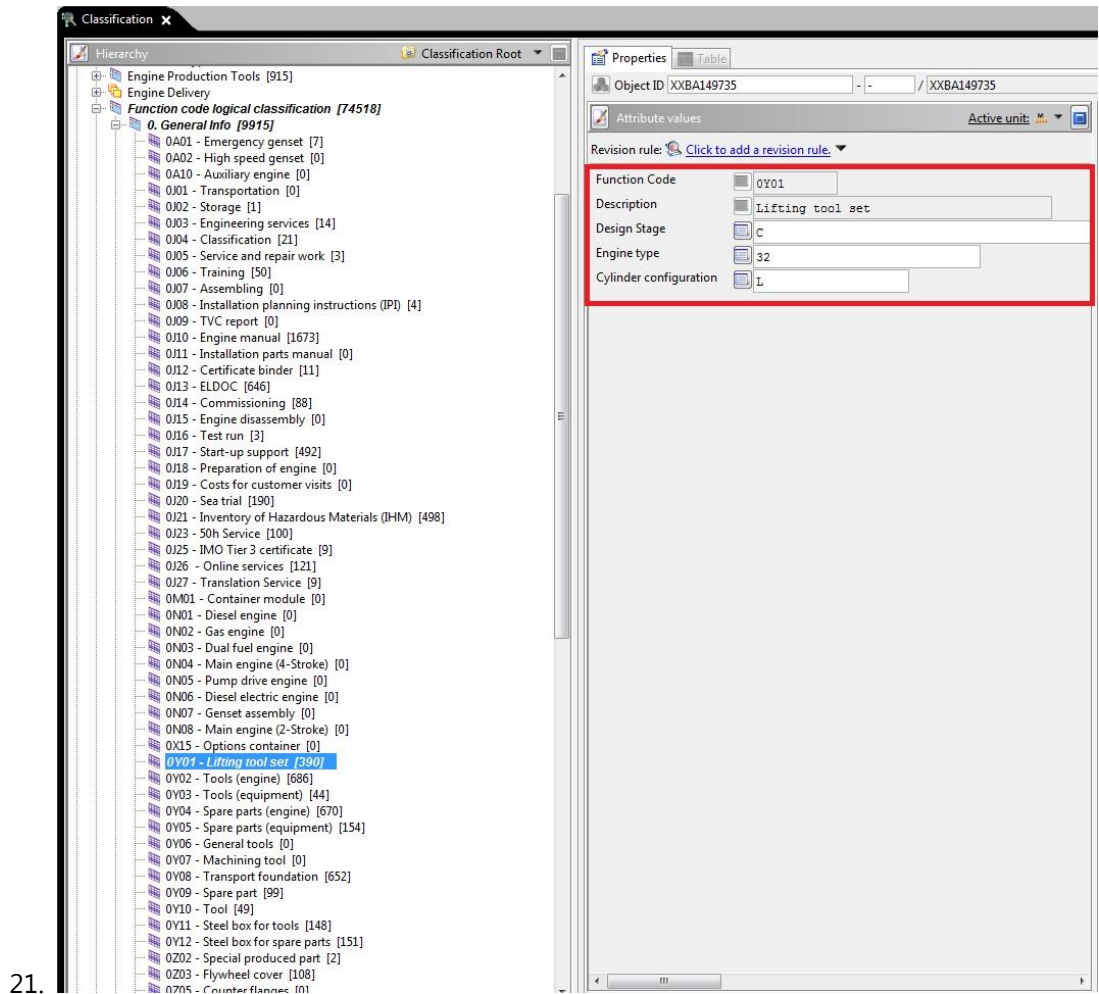


17.

18. Attributissa *0Y01 Lifting tool set* on määritelty muuttujiksi Design Stage, Engine type ja Cylinder configuration.

19. Tässä tapauksessa luodaan uusi variantti L32 C moottorin nostotyökalulle (21.), joten merkitään tarvittavat tiedot niille määriteltyihin kenttiin.

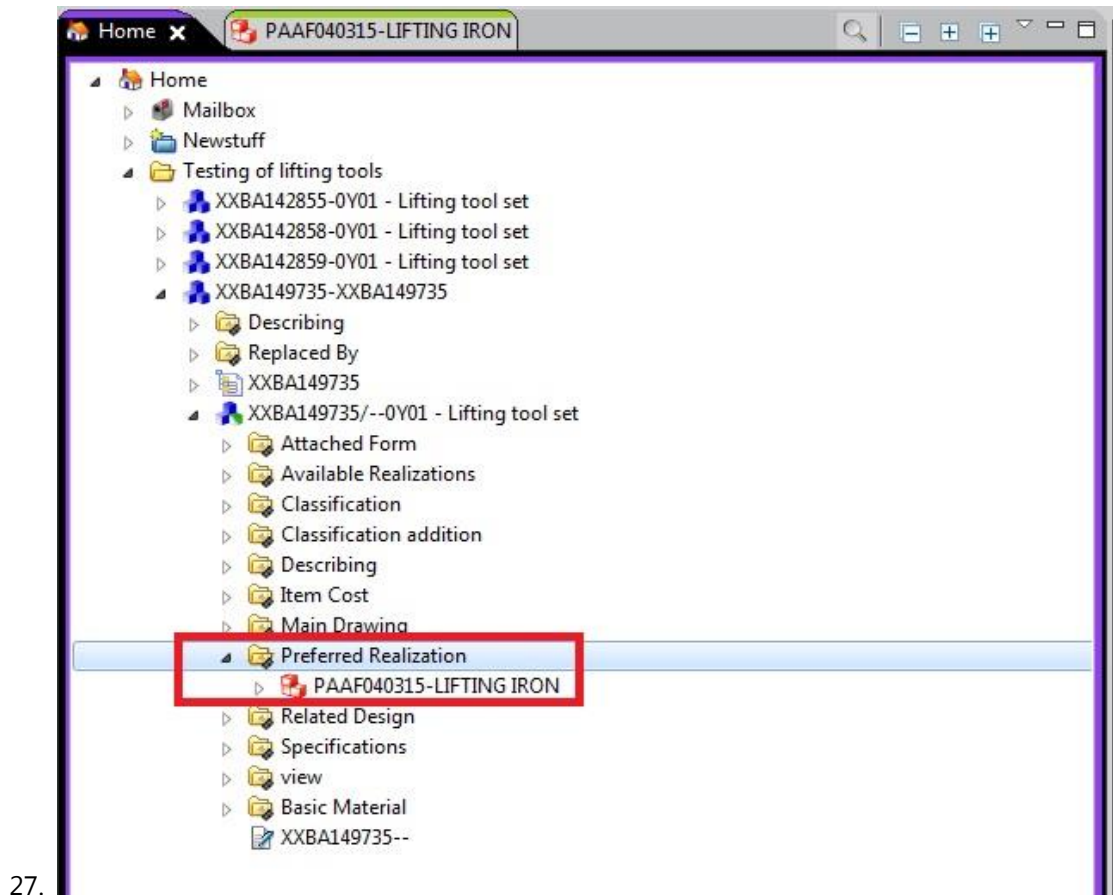
20. Lopuksi tallenna muutokset yläpalkista löytyvällä kultaisella disketin kuvakkeella



22. Palataan takaisin "Home" välilehdelle ja etsitään luodulle variantille oikea materiaali hakemalla materiaalia Teamcenterin tietokannasta "Search" hakutyökalulla (23.) esim. PAAF040315



24. Valitse työkalu (ylin rakenne) (23.) ja kopioi se leikepöydälle painamalla Ctrl + C.
25. Siirry takaisin "Home" välilehdelle (27.) ja avaa "Solution Item Revision" ja liitä kopioitu materiaali kansioon "Preferred Realization".
26. Uusi variantti on nyt luotu, mutta kustannukset täytyy myös määrittellä, mikäli kyseinen variantti sitä vaatii ja miten ne halutaan toteuttaa.



27.