

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2023

Matias Syrjälä

# SAP Fiori - toiminnanohjausjärjestelmä ilmastointikonehuoneiden työnsuunnitteluprosessissa

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2023 | 40 sivua

Matias Syrjälä

## SAP Fiori -toiminnanohjausjärjestelmä ilmastointikonehuoneiden työsuunnitteluprosessissa

Työsuunnittelulla sekä toiminnanohjauksella on laivakonseptien suurentuessa, sekä laivateknologian kehittyessä, yhä keskeisempi rooli projektinhallinnassa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella uutta, Meyer Turun implementoimaa SAP Fiori -toiminnanohjausjärjestelmää HVAC-osaston, (heating, ventilation, air conditioning) työsuunnittelussa, sekä löytää mahdollisia ongelmakohtia kyseisestä järjestelmästä.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin yleisesti lohkorakentamista sekä varustelua, tuotannon työvaiheiden ollessa perusta koko toiminnanohjausjärjestelmän käytölle. SAP Fiorin rakennetta myös analysoitiin lean-periaatteiden avulla, tarkoituksena tunnistaa mahdollisesti ylimää räisiä, arvoa tuottamattomia prosesseja. Työssä myös pohdittiin varustelun toiminnanohjauksessa käytettäviä ohjaustasoja, niiden tarkoituksia sekä peruseriaatteita.

Nykyisen SAP Fiorin rakenteessa sekä toiminnallisuudessa huomattiinkin joitain epäkohtia, jotka eivät täysin sovi yhteen HVAC-varustelutuotannon kanssa. Epäkohtiin annettiin myös parannusehdotuksia, ja näin ollen pienillä ohjaustasojen muutoksilla saataisiinkin SAP Fiorista johdonmukainen sekä yhtenäinen toiminnanohjausjärjestelmä.

Asiasanat:

Toiminnanohjaus, SAP Fiori, HVAC, työsuunnittelu, projektin hallinta

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree programme in Mechanical Engineering

2023 | 40 pages

Matias Syrjälä

## The SAP Fiori enterprise resource management system in the work planning process of air conditioning machine rooms

With the increasing size of ship concepts and the advancement of ship technology, work planning and operations management play an increasingly central role in project management. The aim of the thesis was to examine the new SAP Fiori operations management system implemented by Meyer Turku in the work planning of the HVAC (heating, ventilation, air conditioning) department, and to identify possible issues with the system.

The thesis examined ship block construction and outfitting in general, with production work phases forming the basis for the entire operations management system. The structure and functionality of SAP Fiori were also analyzed using lean principles to identify potentially non-value-adding processes. The thesis also discussed the control levels used in outfitting operations management, their purposes, and basic principles.

Some shortcomings were identified in the current structure and functionality of SAP Fiori that do not fully align with HVAC outfitting production. Improvement suggestions were also provided for these issues, and thus, with minor changes to the control levels, a consistent and unified operations management system could be achieved from it.

Keywords:

Process management, SAP Fiori, HVAC, work planning

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Lohkorakentaminen ja -varustelu</b>	<b>8</b>
2.1 EML-vaihe	9
2.2 EMV-vaihe	10
2.3 EMS – vaihe	11
2.4 JMS – vaihe	12
2.5 Aluevaihe	13
<b>3 Lean-filosofia varustelutuotannossa</b>	<b>15</b>
3.1 Lean-filosofian 7 hukkaa	16
<b>4 Varustelun toiminnan ohjaus</b>	<b>22</b>
4.1 Ohjaustasot	22
4.1.1 Telakkatason suunnitelmat	22
4.1.2 Laivatason suunnitelmat	23
4.1.3 Lohko/aluetason suunnitelmat	23
4.1.4 Tiimitason suunnitelmat	24
4.2 Suunnittelun ohjaus	24
4.3 Varustelutuotannon ohjaus	24
4.4 Materiaalin ohjaus	25
4.5 Edistymän seuranta	25
<b>5 HVAC-työnsuunnittelu SAP Fiorissa</b>	<b>27</b>
5.1 Nykyinen SAP Fiori-rakenne	29
5.1.1 Toinen taso	30
5.1.2 Kolmas taso	31
5.1.3 Neljäs taso	32
5.2 Rakenteen parannusehdotus	34
5.3 Tuntien jyvitys sekä edistymän seuranta	36

<b>6 Johtopäätökset ja yhteenveto</b>	<b>38</b>
<b>Lähteet</b>	<b>39</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. EMV-työvaiheen lohko	10
Kuva 2. EMS-työvaiheen suurlohko	11
Kuva 3. JMS-vaiheen helmalohko	13
Kuva 4. SAP Fiori-nykyinen rakenne	29
Kuva 5. SAP Fiori-rakenne ehdotelma	34

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

AD/AV-vaihe	Aluevaihe
EML-vaihe	Ennen maalausta lohkovarustelu-vaihe
EMS-vaihe	Ennen maalausta suurlohkovarustelu-vaihe
EMV-vaihe	Ennen maalausta varustelu lohkoon-vaihe
HVAC	Heating, Ventilation, Air conditioning
JMS-vaihe	Jälkeen maalauksen suurlohkovarustelu-vaihe
MARS	Logimatic Software A/S:n kehittämä materiaalin- ja tuotannonhallintajärjestelmä

# 1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Meyer Turun hotellivarustelun HVAC- (heating, ventilation, air-conditioning)-osastolle. HVAC-osasto vastaa telakalla valmistuvien laivojen ilmastointikonehuoneiden sekä kuilujen rakentamisesta ja suunnittelusta yhteistyössä eri sidosryhmien sekä alihankitayritysten kanssa.

Laivanrakennusteknologian kehittyessä, sekä laivaprojektien suurentuessa työnsuunnittelulla on kasvavissa määrin yhä tärkeämpi osa projektinhallinnassa. Sen avulla pystytään varmistamaan, että projekti toteutetaan taloudellisesti kannattavasti, suunnitelmallisesti sekä aikataulussa.

Työnsuunnitteluprosessi kattaakin useita eri vaiheita, joilla varmistetaan projektin onnistuminen. Se alkaa tarpeiden määrittelyllä ja päättyy loppuraportointiin. Työnsuunnittelussa määritellään projektin tavoitteet, tehtävät, aikataulu sekä tarvittavat resurssit.

Työnsuunnitteluun sekä toiminnanohjaukseen onkin kehitetty useita erilaisia työkaluja, kuten opinnäytetyössä käsiteltävä, Meyer Turun telakalla käyttöön otettu SAP Fiori. Kyseisen järjestelmän tarkoituksena on yhtenäistää eri projektinhallinnan toiminnot, ja näin ollen korvata aikaisemmin toiminnanohjaukseen käytetyt systeemit, kuten edistymän raportointiin ja seurantaan käytetty Safran, sekä materiaalinhallintaan käytetty MARS. Työn tavoitteena onkin tarkastella kuinka hyvin SAP Fiori nykyisellään palvelee kyseisiä toimintoja sekä antaa epäkohtiin myös parannusehdotuksia.

SAP Fiorin käyttö on tällä hetkellä epäjohdonmukaista eikä yhteistä linjaa työnsuunnitteluun ole vielä löytynyt. Työnsuunnittelu on myös havainnut ongelmia kyseisen toiminnanohjausjärjestelmän rakenteessa.

SAP Fiorin rakenne analysoidaan lean-periaatteiden avulla, jotta pystyttäisiin havaitsemaan mahdollisesti ylimääräisiä, arvoa tuottamattomia prosesseja. Rakennetta myös verrataan HVAC-varustelutuotannon näkökulmaan ja tarpeisiin, sekä tarkastellaan SAP Fiorin aikataulu- eli ohjaustasoja, sekä niiden pääasiallisia tehtäviä.

## 2 Lohkorakentaminen ja -varustelu

Lohkorakentamisella tarkoitetaan nykyaikana yleisesti käytössä olevaa tapaa rakentaa laivan runko. Kyseisessä menetelmässä runko jaetaan yksittäisiin osiin eli lohkoihin, jotka kasataan sekä rakennetaan erillään. Valmiit lohkot liitetään yhteen rakennusaltassa rungon kokoonpanovaiheessa. (MarineLink 2023.)

Lohkoista on toisinaan myös järkevää koota suurlohkoja ennen varsinaista rungon kokoonpanoa. Tällaisia suurlohkoja ovat yleensä kansirakenteet sekä konehuoneet, joita voidaan varustella merkittävästi ennen niiden kiinnittämistä lopulliseen paikkaansa. Suurlohkojen lukumäärä ja koko määräytyvät rungon rakennustavan, tuotantoaikataulun sekä kapasiteetin optimoinnin perusteella. (Gustafsson 2000, s.28.)

Lohkorakentaminen mahdollistaakin tehokkaamman tuotannon sekä suuremman joustavuuden suunnittelussa, sillä laivan osat voidaan rakentaa omina yksikköinä riippumatta toisistaan sekä rakennuspaikasta.

Lohkojen varustelutyöt suoritetaan rungon koonnin lomassa, riippuen lohkojen aikatauluista, sekä rungon rakennustavasta. Varustelun aikataulut suunnitellaan vastaamaan lohkojen sekä suurlohkojen työvaiheita.

Varustelutyöt tuleekin toteuttaa siten, että niillä ei hankaloiteta tulevia työvaiheita kuten suurlohkon koontia tai maalausta. (Meyer Turku 2019.)

Lohkovarustelun vastuulla ovat kaikki lohkoihin sekä suurlohkoihin tehtävät varustelutyöt, jotka suoritetaan ennen lohkojen nostamista rakennusaltaseen. (Holmström 2000, s.3.)

Tärkeimpiä syitä lohkovarusteluun ovat (Holmström 2000, s.4)

1. Lohkojen ja näin ollen laivan läpimenoajan lyhentäminen tekemällä teräs ja varustelutöitä samanaikaisesti



2. Työn tuottavuuden parantaminen asettamalla se edullisempaan ympäristöön ja olosuhteisiin, kuten varustelemalla teknisten tilojen kattoja sisätilassa ulkoisilta olosuhteilta suojassa, jalkoasennossa
3. Laatutavoitteiden helpompi saavuttaminen hyödyntämällä mm. parempia asennusolosuhteita kuten sisätiloja.

Rungonkoonnin työvaiheet, ja näin ollen varustelutuotannon työvaiheet esitellään yksityiskohtaisemmin seuraavissa kappaleissa.

## 2.1 EML-vaihe

EML-vaiheella tarkoitetaan varustelutöitä ennen lohkon maalausta, lohkonkoonnin yhteydessä. Se suoritetaan jalkoasennossa jolloin kansilaatta on ylösalaisin. EML-vaihe toteutetaan aivan lohkonkoonnin lopussa jolloin kansilaatalle on asennettuna muotorausat, laipiot, pilarit sekä laitalohkot. (Meyer Turku 2023.)

Kyseisessä vaiheessa voidaan mm. esipolttaa aukkoja, asentaa eriste-, ja koolauskiinnikkeitä, läpivientejä, runkokanavia sekä kanavalähtöjä. Tiedot esipoltettavista aukoista tulee saada rungon työkuviin jolloin ne saadaan poltettua rungon valmistuksen yhteydessä. (Meyer Turku 2023.)

EML-vaihetta on kuitenkin haastava toteuttaa, lohkonkoonnin sekä varustelun ollessa omia itsenäisiä osastoja. Näin ollen ne vastaavatkin eri tehtävistä, sekä toimivat omilla prosesseillaan, aikatauluillaan sekä ammattiryhmillään.

Tämä voikin johtaa kommunikaatio- sekä yhteistyöhaasteisiin, kun varustelutyöt ja lohkonkokoaminen ovat erillisiä toimintoja, mutta silti niiden pitäisi olla tiiviisti yhteensovitettuja ja -ajoitettuja EML-vaiheen suorittamiseksi.

Varustelutyöt on myös saatettava päätökseen juuri oikeaan aikaan, jotta tulevien lohkojen kokoaminen voisi toteutua suunnitellusti. Aikataulupaineet voivatkin vaikuttaa varustelutöiden suorituskyykyyn sekä kommunikaation tehokkuuteen, mikä voi vaikeuttaa EML-vaiheen toteuttamista.

## 2.2 EMV-vaihe

EMV-vaiheella tarkoitetaan varustelutöitä ennen lohkon maalausta, lohkonkoonnin valmistuttua. EMV-vaiheessa lohko on edelleen jalkoasennossa. Tässä varusteluvaiheessa lohko siirretään lohkonkoonnin jälkeen erilliselle varustelupaikalle, jonka takia se onkin helpompi toteuttaa kuin EML-vaihe. Kyseisessä vaiheessa voidaan asentaa mm. putki- ja kanavalinjoja, kaapeliratoja, konealustoja, kannakkeita, läpivientejä sekä kanavalähtöjä. (Meyer Turku 2023.)

Kuvassa 1 on esitettyä EMV-työvaiheen, jalkoasennossa oleva lohko, johon ollaan asennettu kanavalinjoja sekä kannakkeita.



Kuva 1. EMV-työvaiheen lohko

Erityisen tärkeää EML- ja EMV-vaiheissa on ottaa huomioon tulevat työvaiheet, jotta aiemmat asennukset eivät hankaloittaisi niitä. Asennuskokonaisuudet, kuten putki ja kanavalinjat, eivät siis saa estää maalausvaihetta niiden ollessa liian lähellä esimerkiksi kantta tai laipioita. Asennukset eivät myöskään saa ulottua liian lähelle lohkorajaa, jolloin lohkojen yhdistäminen sekä lohkorajan hitsaaminen hankaloituu. (Meyer Turku 2019.)

### 2.3 EMS – vaihe

EMS-vaiheella tarkoitetaan suurlohkovarustelua ennen maalausta. Kyseinen varusteluvaihe suoritetaan suurlohkonkoonnin yhteydessä. (Meyer Turku 2023.)

Suurlohkonkoonnissa käännetään jalkoasennossa olevat varustellut kansilohkot oikeinpäin ja kasataan päällekkäin, jolloin esimerkiksi neljä yksittäistä kansilohkoa muodostavat suurlohkon. Alimmainen kansilohko toimii siis suurlohkon pohjana. (Meyer Turku 2023.)

Kuvassa 2 on esitettyä EMS-vaiheen suurlohko juuri ennen maalausvaihetta.



Kuva 2. EMS-työvaiheen suurlohko

Suurlohkon maksimikoko määräytyy yleensä rakennusaltaan nostokapasiteetin mukaan (Gustafsson 2000, s.28).

EMS-vaiheessa asennetaan pääasiassa kuumavarustelua, kuten hitsattavia läpivientejä, laitealustoja, kannakkeita sekä kanavalinjoja, mutta siinä voidaan, tuleva maalausvaihe huomioon ottaen, asentaa myös ilmanvaihtokojeita, joita ei suurlohkokoonnin jälkeen ole mahdollista lohkon sisälle nostaa. Tällöin on huomioitava laitteiden asianmukaiset suojaukset ennen maalausvaihetta. (Meyer Turku 2023.)

## 2.4 JMS – vaihe

JMS-vaiheella tarkoitetaan suurlohkovarustelua maalauksen jälkeen. Kyseinen varusteluvaihe tehdään ennen suurlohkon nostamista runkoon. (Holmström 2000, s.10.)

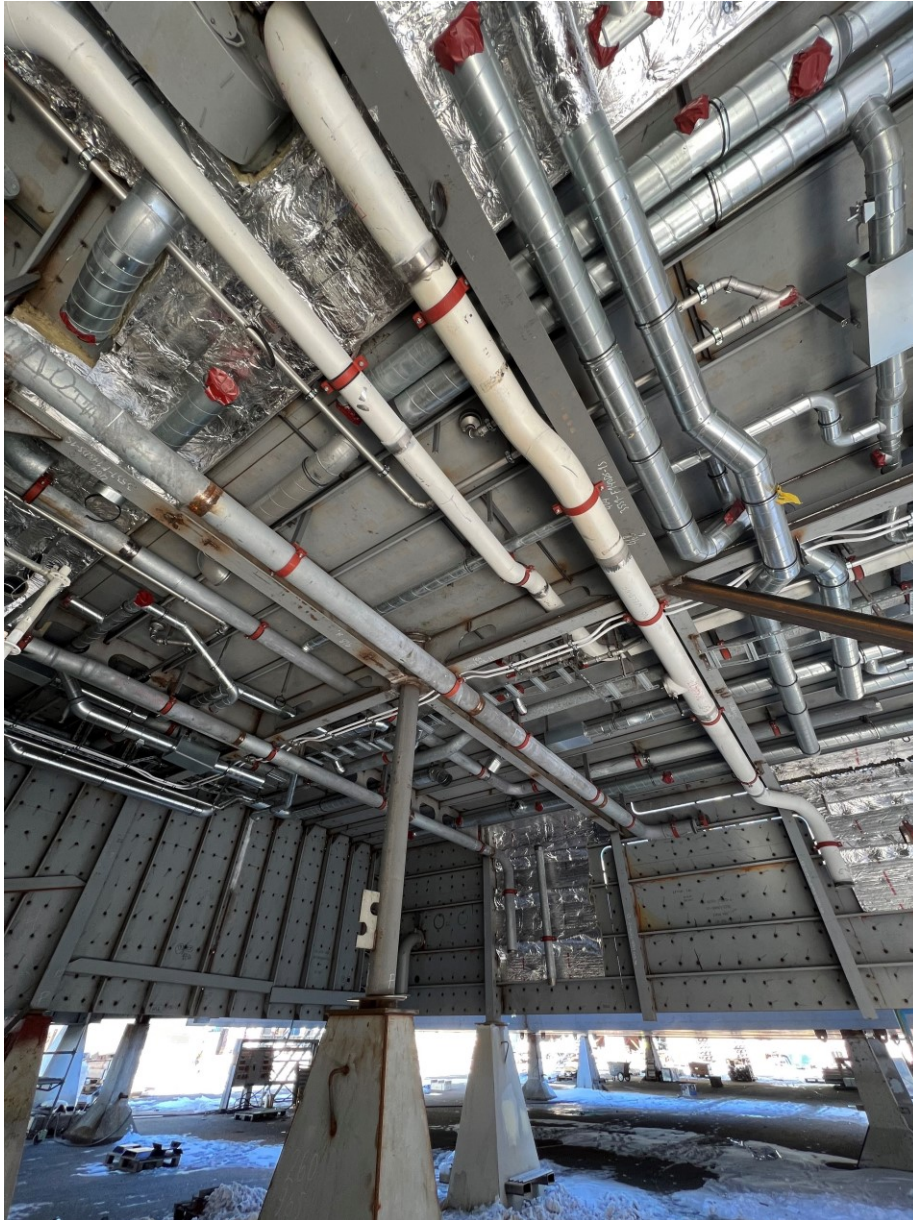
JMS-varustelussa pyritään tekemään suurin osa lohkovarustelusta, sillä lohkonkoonti on tässä vaiheessa jo valmis. Rajoittavana tekijänä JMS-varustelussa pidetään suurlohkon lohkorajaa. Lohkorajan tulee olla tyhjä, jotta suurlohkojen yhteen liittäminen, kansisaumojen suoristaminen sekä maalaaminen, olisi runkoon nostamisen jälkeen mahdollista.

JMS-vaiheessa pyritään nostamaan varusteltavalle alueelle mahdollisimman paljon materiaaleja, sillä materiaalinostot ovat tässä vaiheessa helpoin toteuttaa. Materiaalit saadaan nostettua suoraan alueelle ilman rungon sisäistä haalausta.

JMS-vaiheessa ilmanvaihtokonehuoneisiin nostetaan sekä asennetaan muun muassa ilmanvaihtokojeita, puhaltimia, sähkökaappeja, palo-ovia, ohut-, ja paksulevykanavalinjoja, eristyksiä sekä putkilinjoja. (Meyer Turku 2023.)

Kuvassa 3 on esitetty JMS-työvaiheen helmalohko, johon ollaan asennettu putki-, ja kanavalinjoja, alue-eristyksiä sekä kaapeliratoja.





Kuva 3. JMS-vaiheen helmalohko

## 2.5 Aluevaihe

Aluevaihe on varustelun viimeinen työvaihe. Se aloitetaan heti kun runkopuoli aloittaa rungonkoonnin, ja jatkuu aina laivan luovutukseen saakka. (Meyer Turku 2023.)

Aluevaiheessa asennetaan kaikki edeltävistä työvaiheista jäljelle jäävä asennusmateriaali. Tällaisia ovat mm. kanava-, sekä putkilinjojen lohkorajoille

jäävä materiaali, sekä ilmastointikuilu-, ja huonemoduulien liitososat. (Meyer Turku 2023.)

Aluevaiheeseen liittyy myös paljon muitakin työvaiheita kuten lohkorajojen maalaukset, jäljellä olevat alue eristykset, laiteasennukset, palovarusteiden asennukset, kaapelivedot sekä loppusiivoukset.

Jotta varustelutuotanto ja materiaalivirta saataisiin mahdollisimman sujuviksi, erittäin tärkeää on oikea-aikainen resurssien, kuten materiaalien, nosturikapasiteetin sekä työntekijöiden ohjaaminen juuri oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan.

### 3 Lean-filosofia varustelutuotannossa

Lean on systemaattinen ajattelutapa, jonka avulla poistetaan prosessin turhat vaiheet ja keskitytään ainoastaan lisäarvoa tuottaviin toimintoihin (Rastogi 2020).

Se koostuu useasta eri ajattelu-, ja toimintatavasta joilla kaikilla pyritään luomaan sekä toteuttamaan prosesseja, jotka vastaavat täydellisesti asiakkaiden kysyntään. Sen tavoitteena on korkealaatuisten tuotteiden sekä palvelujen toimittaminen oikeaan paikkaan, juuri oikeaan aikaan, kaikki kustannustehokkaalla tavalla. (McMahon 2021.)

Lean, tunnetaan myös lyhenteestä TPS, (Toyota Production System), kehitettiin alunperin Toyota-yhtiössä parantaakseen kustannustehokkuutta sekä kilpailukykyä. Tavoitteena oli luoda nopeampi ja näin ollen tehokkaampi tuotantoprosessi, joka vähentäisi hukkaa ja parantaisi asiakastyytyväisyyttä. Lean filosofian tavoitteena onkin luoda arvoa asiakkaalleen, poistaen eri menetelmin arvoa tuottamattomia prosesseja. (Skhmo 2017.)

Lean-periaatteiden soveltaminen laivanrakennusympäristössä on melko rajoittunutta laivakonseptien ainutlaatuisuudesta johtuvien rajoitusten vuoksi (Sandeep 2013, s.85).

Lean laivanrakennus onkin hyvin erikoistunut, rajoitettu sovellusalue lean-periaatteiden soveltamisessa, ja sitä pidetään yhtenä laajennuksena perinteisen lean-konseptin ulkopuolella. Lean laivanrakennuksessa viitataan yleisesti kustannusten vähentämiseen hukan, arvoa tuottamattomien prosessien sekä liiallisten varastojen eliminoinnin kautta. (Sandeep 2013, s.85.)

Opinnäytetyössä käsitellään lean-ajattelua yleisellä tasolla, eikä ryhdytä tutkimaan lean-ajattelun perustaa syvemmin. Työssä pyritäänkin tunnistamaan turhia prosesseja, ja näin ollen hukan aiheuttajia, telakan HVAC-varustelutuotannossa sekä SAP Fiori -toiminnanohjausympäristössä.

Hukan aiheuttajia havainnoidaan opinnäytetyön kirjoittajan, eli telakan HVAC-työnsuunnittelijan silmin, sekä tarkastellaan kuinka turhat prosessit sekä hukan aiheuttajat heijastuvat varustelutuotantoon.

### 3.1 Lean-filosofian 7 hukkaa

Lean-filosofian ydinperiaate koostuu arvoa tuottamattomien prosessien poistamisesta ja näin ollen ns. ”hukan” vähentämisestä. Hukkaa voi prosessista riippuen tulla ajan, materiaalin tai työn muodossa, mutta se voi myös liittyä työntekijöiden osaamisen huonoon hyödyntämiseen tai tuotteen huonoon suunnitteluun. (Gay 2016.)

Lean-ajattelussa kaikki ylimääräinen toiminta, joka aiheuttaa kuluja sekä vie aikaa, ja josta asiakas ei ole valmis maksamaan, on turhaa. Prosessin vaiheita optimoimalla sekä hukkaa eliminoimalla saadaan aikaan pelkästään todellista lisäarvoa prosessin jokaisessa tuotantovaiheessa. (Gay 2016.)

Lean-filosofia tunnistaa seitsemän tärkeintä tuhlauksen muotoa, jotka yhdessä muodostavat prosessin kokonaishukan. Kokonaishukan osa alueet ovat:

*Manufacturing waste =*

*f (overproduction, wait time, transportation, processing, inventory, excess motions, and defects).*

(Taghizadegan 2006, s.63.)

#### 1. Ylituotanto

Tuotteita valmistetaan enemmän kuin tuotantosuunnitelman mukaisesti tulisi valmistaa (Jokinen 2020, 17). Resursseja käytetään liian runsaasti, ennen asiakkaan tilausta, mikä usein johtaa hukattuun aikaan sekä resurssien turhaan käyttöön (Elger 2018).

Laivakonseptien ainutlaatuisuuden vuoksi tällaista hukkaa ei kuitenkaan hirveästi pääse varustelutuotannossa syntymään.

Ylituotantoa voisi mahdollisesti ilmetä kuitenkin sarjalaivahankkeissa, mikäli alueet rakennettaisiin ennenaikaisesti, keskeneräisillä, tai vanhoilla



asennuspiirrusteruksilla. Tällöin suunnitteluaineiston muuttuessa jouduttaisiinkin tekemään merkittäviä muutoksia jo valmiiseen työhön.

## 2. Odotusaika

Tämä ilmeinen hukan muoto johtuu yleensä käsittelyviiveistä, materiaalipuutteista, koneen tai järjestelmän seisokeista, tai se voi olla tuotannon sisäinen ominaisuus, jossa työntekijä joutuu odottamaan esimerkiksi materiaalin saapumista tuotantolinjalta. (Jokinen 2020, s.17.)

Kyseinen hukan laji voisi mahdollisesti näkyä varustelutuotannossa esimerkiksi standardi materiaalien, kuten putkikannakkeiden, komponenttien kuten venttiilien, sekä esivalmistekanavien ja -putkien pitkien toimitusaikojen vuoksi. Tämä voisikin johtaa putki- ja kanava-asennusten, ja näin ollen koeponnistusten sekä systeemien viivästyksiin.

Muita mahdollisia syitä odotusaika-hukalle voisi olla mm. komponenttien ajoitusvirheet suunnitteluaineistossa, puutteelliset osaluettelot, materiaalien häviäminen, sekä rajallinen nosturikapasiteetti.

Kun materiaaleja häviää, komponentteja kuten venttiilejä, tilataan usein ohi osaluettelon jolloin varasto materiaali loppuukin ennen aikaisesti. Projekti-kohtaisten komponenttien menekki on laskettu aluekohtaisesti, jolloin varastossa ei niitä ole ylimääräisenä.

Osaluetteloiden puutteellisuus voisi myös mahdollisesti aiheuttaa kyseistä hukkaa. Yleisiä, osaluettelosta puuttuvia materiaaleja, ovat edellä mainitut putkikannakkeet. Varasto sekä materiaalien osto, eivät siis saa todellista tarvetietoa kappalemäärästä, sillä materiaalin osto sekä hallinta perustuvat osaluetteloista löytyviin materiaaleihin.

## 3. Tarpeeton kuljettaminen

Teollisessa valmistusprosessissa kuljetusjätteellä/hukalla yleensä

viitataan tuotteen turhaan siirtämiseen paikasta toiseen esimerkiksi tuotteen lisäkehityksen sekä tarkastelun, tai muiden toimintojen vuoksi. Teollisissa valmistusprosesseissa kuljetusjättellä yleensä viitataan fyysisen tuotteen siirtämiseen käytettyihin resursseihin. Kyseinen hukka syntyy ylimääräisestä ajasta, joka kuluu tuotteen siirtämiseen tai siitä, että työvoimaa ei ole asianmukaisesti määritetty siirtoon liittyviin tehtäviin. (Elger 2018.)

Valmistusprosessit, jotka eivät ole suunniteltu tehokkaiksi, aiheuttavat useimmiten kuljetusjätettä. Tämä on erityisen huolestuttavaa, sillä tällaisissa prosesseissa, joissa kuljetusjätettä syntyy, syntyy sitä joka kerta kun prosessi suoritetaan. Tuotteen kulku pitäisikin suunnitella mahdollisimman lineaarisesti valmistuslattian tilan mukaan. Kun tuotteiden kulkureitit menevät päällekkäin tai työntekijät joutuvat usein liikkumaan suurilla alueilla edestakaisin, kuljetusjätettä todennäköisesti syntyy. (Elger 2018.)

Kyseistä hukkaa voisi mahdollisesti syntyä varustelutuotannossa esimerkiksi lohkovaiheessa. Työpakettien, eli materiaalipakettien koko voi olla suunniteltu liian suureksi, verraten työvaiheen pituuteen, jolloin kaikkia materiaaleja ei ehdittäisi kyseisessä työvaiheessa asentamaan. Tämä synnyttäisikin materiaalien turhaa liikuttamista sekä pahimmassa tapauksessa niiden häviämisen, joka johtaa suuren kokonaishukan syntymiseen.

#### 4. Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä leanissa viitataan tuotteen turhaan jalostamiseen asiakkaan vaatimusta pidemmälle. Esimerkkinä voivat olla turhien ominaisuuksien, joita asiakas ei tarvitse, lisäämistä, esteettisten yksityiskohtien liioittelua, tai muita tuotteen muutoksia, jotka eivät nosta tuotteen arvoa. (Elger 2019.)

Ylimääräisessä prosessoinnissa sekä ylikäsittelyssä käytetäänkin usein turhia materiaali-, sekä henkilöstöresursseja, jolloin sillä luodaan nopeasti suuriakin määriä hukkaa. Tuotteeseen lisätyt, turhat ominaisuudet ovatkin teollisuudessa todennäköisin ylimääräisen prosessoinnin lähde. Edellä mainituista syistä, valmistajien onkin hankittava yksityiskohtaista tietoa asiakkaan vaatimasta vähimmäistuotteesta ennen valmistuksen aloittamista. Kyseistä hukkaa voi myös syntyä käyttettäessä kalliimpia materiaaleja kuin on tarpeen. (Elger 2019.)

Myös toimistotyössä tapahtuu ylimääräistä prosessointia. Se onkin yleisempää ja kalliimpaa kuin monet luulevat. Aina kun työntekijä tekee enemmän työtä kuin tehtävässä tai projektissa tarvitaan, ylimääräistä prosessointihukkaa syntyy. Esimerkkeinä mm. projektin määritetyn laajuuden ylittäminen sekä pienten yksityiskohtien viilaaminen tarpeettomasti "täydellisyyteen". (Elger 2019.)

Kyseistä hukkaa varustelutuotannossa voisi mahdollisesti syntyä esimerkiksi SAP Fiori -työnsuunnittelussa. Mahdollisten ylimääräisten ohjaustasojen suunnitteluun käytetyt resurssit olisivatkin esimerkki kyseisestä hukasta. Ylimääräiset ohjaustasot voisivatkin aiheuttaa hukkaa myös tuotannon näkökulmasta, turhien raportointien ja niihin käytettävien resurssien muodossa.

## 5. Tarpeettomat varastot

Lean-filosofiassa varastohukalla yleisesti viitataan joko itse varastoidun materiaalin tuhlaamiseen tai varaston epäsuorasti aiheuttamaan resurssihukkaan. (Elger 2018.)

Varastohukka voi syntyä mm. liiallisten varastojen ylläpito-, sekä käsittelykustannuksista, liiallisesta kuljettamisesta, liikatuotannosta tai varastovirheistä (Gay 2016).

Kaikki kyseisen varastohukan syyt synnyttävätkin huonoa materiaalivirtausta sekä varastonmateriaalien hävikkiä.

Varastonhallinta onkin lean-menetelmän keskeinen periaate, sillä varastotason vaihtelulla voi olla laajamittaisia vaikutuksia toimintaan. Arvioitaessa varastotasoa on otettava huomioon halutun varaston määrä sekä kuinka kauan, ja missä tuotteet sekä raaka-aineet varastoidaan. Mikäli kyseisiä olosuhteita ei suunnitella asianmukaisesti, kaikki nämä voivat aiheuttaa varaston hukkaan. (Elger 2018.)

Varastopaikan valinta voi myös johtaa epäsuoriin hukkiin. Mikäli tuotantomäärät kasvavat ja tarvittaisiin lisää tilaa, ilman asianmukaista suunnittelua tila ei ehkä ole yhtä saavutettavissa kuin aiemmin, mikä johtaakin korkeampiin varastointikustannuksiin. (Elger 2018.)

## 6. Ylimääräiset liikkeet

Liikkeet maksavat rahaa. Ylimääräistä liikettä voi tulla niin raaka-aineiden liikuttelun, kuin myös henkilöstön sekä laitteiden liikuttelun muodossa. Kaikki tarpeeton liike johtaakin siis arvoa tuottamattomaan lisääikaan ja näin ollen se kasvattaa kustannuksia. (Gay 2016.)

Yleisimpiä ylimääräisen liikkeen aiheuttajia sekä syitä ovat muun muassa: huono työpisteen suunnittelu, heikko tuotannonsuunnittelu, heikko prosessin suunnittelu, jaettu varustus ja koneet, siiloutuneet toiminnot, tuotannon standardien puute. (Gay 2016.)

Kyseistä hukkaa voisi mahdollisesti varustelutuotannossa syntyä esimerkiksi vaikeiden työasentojen muodossa. Mikäli asennukset voitaisiin suorittaa aikaisemmissa työvaiheissa, jolloin lohko olisi suotuisammassa jalkoasennossa, ne voitaisiin tehdä ergonomisemmin, mikä saattaisikin estää kyseisen hukan syntyä.

## 7. Laatuvirheet

Lean ajattelussa laatuvirheet ovat tuotteita tai palveluita jotka eivät vastaa niitä vaatineen osapuolen hyväksyttäviä standardeja. Ne aiheuttavat hukkaa niiden korjaamiseen tai korvaamiseen tarvittavien lisäresurssien vuoksi. (Elger 2018.)

Kyseiset virheet voivat vaikuttaa useisiin resursseihin, kuten aikaan joka tarvitaan tuotteen korjaamiseen tyydyttävälle tasolle, ylimääräisiin materiaaleihin joita tarvitaan virheen korjaamiseksi, tai täysin virheelliseen tuotteeseen, joka johtaa kokonaisvaltaiseen tuotantohukkaan. (Elger 2018.)

Kyseistä hukkaa voisi varustelutuotannossa mahdollisesti syntyä esimerkiksi väärin suunnitelluista tai valmistetuista esivalmisteista.

Näitä voivat esimerkiksi olla väärästä materiaalista valmistettuja kanavaosia, tai sitten esivalmisteputkia, jotka eivät sovi asennuskuvan tarkoittamalla tavalla.

Esivalmisteita voidaankin joutua muokkaamaan tuotannossa tai mahdollisesti tilaamaan uusiksi, mikä voi aiheuttaa kyseistä hukkaa esimerkiksi lisätöinä tai kokonaisvaltaisena materiaalin hukkana.

Toiminnanohjauksen laadulla onkin suuri merkitys kyseisten hukkien syntyyn. SAP Fiorin perimmäinen tarkoitus onkin tulevaisuudessa ohjata tuotantoa ohjaustasojen alla olevien materiaalipakettien eli työpakettien muodossa.

Oikein ajoitetut ohjaustasot ovatkin merkittävässä roolissa ehkäisemään edellä mainittuja suuria hukan lähteitä.

## 4 Varustelun toiminnan ohjaus

### 4.1 Ohjaustasot

Ohjaustasoilla tarkoitetaan toiminnansuunnittelussa käytettäviä aikataulutasoja. Kyseessä on hierarkinen menetelmä, jossa alempien ohjaustasojen aikataulut perustuvat aina ylemmän ohjaustason suunnitelmiin sekä ajoituksiin.

Projektiokohtaiset ohjaustasot jaetaan yleisesti telakka-, laiva-, lohko/alue- ja tiimitasoihin (Holmström 2000, s.9).

Meyer Turun telakalla, telakka- ja laivakohtaisista ohjaustasoista vastaa toiminnansuunnittelu. Lohko- ja aluekohtaisista tasoista vastaa tuotannonsuunnittelu ja tiimitasoista vastaa työnsuunnittelu. SAP Fiori toiminnanohjausjärjestelmä perustuukin kyseisten tasojen suunnitteluun sekä ohjaukseen.

#### 4.1.1 Telakkatason suunnitelmat

Aikatauluhierarkian ylin taso, eli telakkatason suunnitelma, laaditaan jo yleensä tarjousvaiheessa telakan toiminnansuunnittelun toimesta huomioiden muiden samanaikaisesti tehtävien projektien aiheuttamat reunaehdot, kuten eri vaiheiden läpimenoajat. (Holmström 2000, s.9.)

Telakkatason suunnitelman merkittävimpiä aikataulu-, sekä kiintopisteitä ovat laivasopimus, tuotannon aloitus, kölinlasku, vesillelasku ja lopulta laivan luovutus. (Holmström 2000, s.9.)

Kyseisessä suunnitelmassa esitetään tilauskannan laivaprojektien keskeisimmät työvaiheet kuten osavalmistus, rungon koonti, laiturivaihe sekä viimeisimpänä kiintopisteenä aikaisemmin mainittu laivan luovutus. Merkittävimpana rajoittavana tekijänä pidetään yleisesti rakennusaltaan käyttöä. (Holmström 2000, s.10.)

#### 4.1.2 Laivatason suunnitelmat

Aikatauluhierarkian toinen taso, eli laivatason suunnitelma, jaetaan projekti- ja perussuunnitteluvaiheiden ohjaukseen, sekä suurlohko- ja aluetason kehysuunnitelmaan. (Holmström 2000, s.9.)

Projekti-suunnitelmassa on pääasiassa listattuna joukko erilaisia suunnittelutehtäviä jotka on tehtävä laivaprojektin läpiviemiseksi. Sillä myös esitetään eri suunnittelutehtävien keskinäisiä riippuvuuksia sekä vuorovaikutuksia. Varustelun osalta se sisältää yleisesti rakennustapasuunnitelman, turnkey-alihankintasuunnitelman sekä tiimijakosuunnitelman. (Holmström 2000, s.9.)

Suurlohko- ja aluetason kehysuunnitelma perustuu hiomattomaan rakennustapasuunnitelmaan ja on tarkempi kuin telakkatason suunnitelma. Siinä esitetään tarkemmin tuotannon aloituksen ja laivanluovutuksen välisen ajanjakson tapahtumia. Tämän tason avulla määritellään muun muassa tärkeimpien komponenttien tarveajat. (Holmström 2000, s.9.)

Laivatason suunnitelmalla esitetään yhden laivaprojektin merkittävimmät työvaiheet. Tärkeimpiä kiintopisteitä ovat muun muassa laivasopimus, tuotannon aloitus, kölinlasku, vesillelasku, pääkoneiden käynnistys, koematka sekä luovutus. (Holmström 2000, s.10.)

#### 4.1.3 Lohko/alue-tason suunnitelmat

Aikatauluhierarkian kolmas taso eli lohko- ja aluetason suunnitelmat perustuvat toiminnansuunnittelun tekemään, laivatasolla esitettyyn suurlohko- ja aluekohtaiseen kehysuunnitelmaan. (Holmström 2000, s.9.)

Alue ja lohko-kohtaiset aikataulut suunnitellaan vastaamaan mahdollisimman hyvin hyväksyttyä rakennustapaa sekä myös huomioimaan eri osastojen tarpeet mahdollisimman laajasti. (Holmström 2000, s.9.)

#### 4.1.4 Tiimitason suunnitelmat

Aikatauluhierarkian alin taso, eli tiimitason suunnitelmat, perustuvat edellä mainittuihin aluesuunnitelmiin ja ne käsittelevät tiimin sisäistä toimintaa. Näihin suunnitelmiin kuuluvat muun muassa eri systeemien koeponnistussuunnitelmat. (Holmström 2000, s.9.)

Tiimitason aikatauluilla pyritään ohjaamaan asennustiimin työskentelyä omalla alueellaan. Tarkkuudeltaan tiimikohtaiset aikataulusuunnitelmat voidaan tehdä jopa päivä- sekä henkilötasolle. (Holmström 2000, s.9-10.)

#### 4.2 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjaus perustuu yleisesti tuotannolta saatuun rakennustapasuunnitelmaan, jonka pohjalta rajataan asennuspiirustusten sisältö. (Holmström 2000, s.11.)

Ilmastointikonehuoneet Meyer Turun telakalla toteutetaan kuitenkin yhtenevän rakennustavan mukaisesti. Rakennustapa perustuukin VAS-suunnittelulle, (valmistussuunnittelulle), tehtyyn yleiseen ohjeistukseen mitä materiaaleja pystytään missäkin työvaiheessa, (EML, EMV, EMS, JMS, Aluevaihe) asentamaan. (Meyer Turku 2023.)

Rakennustapa tuleekin arvioida vielä uudelleen alueen työsuunnittelussa yhteistyössä tuotanto organisaation kanssa, riippuen lohkoaikataulusta sekä rungon rakennustavasta. Rakennustavassa on tärkeää huomioida pysytäänkö kaikki jakson materiaalit asentamaan kyseisessä työvaiheessa vai tuleeko materiaaleja uudelleen jaksottaa seuraavaan työvaiheeseen.

#### 4.3 Varustelutuotannon ohjaus

Varustelun ohjaus perustuu tarkkaan suunnitteluun ja ajantasaiseen seurantaan. Edellisessä kappaleessa mainittu työsuunnittelun tarkastelema



rakennustapasuunnitelma sisältää jaksotuksen ja jaksoaikataulun, jonka avulla jokaiselle työjaksolle määritetään alku- ja loppupiste. (Holmström 2000, s.11.)

Työnsuunnittelun tehtävänä on antaa paras arvio systeemikohtaisten työkokonaisuuksien/ työpakettien työtuntimäärästä (Meyer Turku 2023).

Työtuntimäärää voidaankin arvioida kokemusperäisten mittariarvojen perusteella. Lisää pohdintaa työtuntien laskemisesta kappaleessa 5.3.

Varustelutuotannon ohjauksen tarkoituksena on myös kertoa asennustiimien tuntikuormituksesta. Kun tiimien kaikkien jaksojen tuntikuormitusennusteet yhdistetään saadaan laskettua kokonaiskuormitusennuste. Kun eri osastojen kyseisiä kuormitusennusteita yhdistetään, saadaan laskettua koko telakan kuormitusennuste. (Holmström 2000, s.11.)

Tuotannonohjauksella varmistutaankin varustelun sujuvasta etenemisestä sekä tilauskannan tehokkaasta täytöstä. Tällöin voidaan myös jo hyvissä ajoin valmistautua tilauskannan luomiin kuormituspiikkeihin eri ammattiryhmissä. (Meyer Turku 2023.)

#### 4.4 Materiaalin ohjaus

Materiaalien ohjaus sekä ajoitus perustuu alueen karkeaan rakennustapaan sekä laivatason aikataulun luomiin tarveaikoihin. Komponenttien tarkka ja huolellinen ajoittaminen onkin erittäin tärkeää pitkien toimitusaikojen vuoksi. (Holmström 2000, s.11.)

Ilmanvaihtokonehuoneissa pitkän toimitusajan komponentteja ovat muun muassa ilmanvaihtokojeet sekä erillispuhaltimet.

#### 4.5 Edistymän seuranta

Edistymän seuranta perustuu työnjohtajien sekä aluepäälliköiden antamiin viikoittaisiin valmiusraportteihin. Valmiusraportointi onkin Meyer Turussa siirtynyt myös SAP Fioriin, ja se perustuu tiimitasolla olevien suunnitelmien, eli

asennuskokonaisuuksien sekä työpakettien valmiuden raportointiin. (Meyer Turku 2023.)

Tiimi-, osasto- ja laivaprojektitason edistymäarvioita saadaan yhdistämällä jaksokohtaisia valmiusraportointeja. Kun kyseisiä valmiusraportointeja verrataan suunniteltuihin valmiuksiin voidaan todeta ollaanko aikataulua edellä vai jäljessä. (Holmström 2000, s.11.)

## 5 HVAC-työnsuunnittelu SAP Fiorissa

SAP Fiori on Meyer Turun telakalla käyttöön otettu verkkoselainpohjainen toiminnanohjausjärjestelmä.

HVAC-työnsuunnittelussa sitä tullaan käyttämään muun muassa asennuskokonaisuuksien eli työpakettien, sekä materiaalien ajoittamiseen, kuormituksen ennustamiseen, sekä edistymän seurantaan. Tulevaisuudessa myös materiaalinhallinta, eli varastolle tehtävien keräilypyyntöjen luominen ja vapautus, hoidetaan kyseisen ohjelman avulla.

Järjestelmä hyödyntää edellisissä kappaleissa mainittuja ohjaustasoja. Tässä kappaleessa pohditaan SAP Fiorin rakennetta, kuinka hyvin se palvelee nykyisellään tuotantoa, sekä annetaan parannusehdotuksia HVAC-työnsuunnittelun sekä tuotannon näkökulmasta.

Toiminnanohjausjärjestelmän rakennetta myös tarkastellaan lean-periaatteiden avulla, jotta mahdolliset arvoa tuottamattomat prosessit havaittaisiin mahdollisimman tehokkaasti.

SAP Fiorin rakenne koostuu neljästä eri ohjaustasosta. Ensimmäisellä tasolla on karkea laivatason suunnitelma. Sen tarkoituksena on siis antaa raamit kaikille sen alla oleville tasoille.

Toisen tason tehtäviä kutsutaan aktiviteeteiksi ja sen pääasiallisia tarkoituksia on neljä (Meyer Turku 2023)

1. materiaalien ajoittaminen
2. piirustusten ajoittaminen
3. kapasiteetin kuormittaminen
4. tuotanto aikataulun synnyttäminen.

Kolmas taso koostuu systeemikohtaisista aikajanoista. Sen tehtävänä on jakaa toisen tason aktiviteetit pienemmiksi systeemikohtaisiksi tilauksiksi (order).

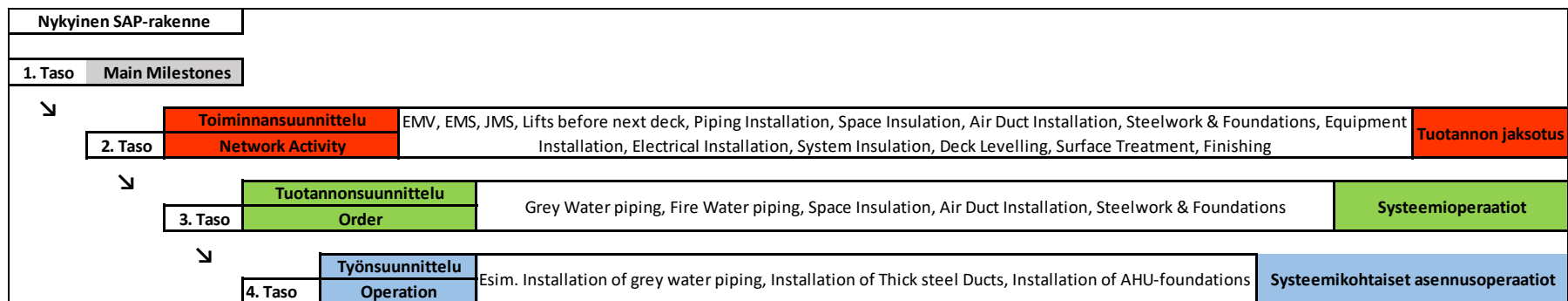
Neljännän tason tehtävänä on jakaa kolmannen tason systeemikohtaiset aikajanat pienemmiksi asennuskokonaisuuksiksi eli työpaketeiksi.

Neljännän tason alle, on tulevaisuudessa tulossa ns. materiaalitaso, joka koostuu suunnitteluaineiston luomista osaluetteloista, eli työpakettien alla olevista ”materiaalikansioista”.

Kyseisellä ohjelmalla onkin tarkoitus korvata tällä hetkellä käytössä oleva MARS materiaalinhallintajärjestelmä. Työpakettien oikea aikainen ajoittaminen sekä suunnittelu tuleekin olemaan avainasemassa SAP Fiori työnsuunnittelussa.

## 5.1 Nykyinen SAP Fiori-rakenne

Kuvassa 4 on esitettyä SAP Fiorin nykyinen rakenne. Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan jokaista SAP Fiorin ohjaustasoa yksitellen, pohtien samalla niiden perimmäisiä tarkoituksia, sekä miettien lean periaatteita hyödyntämällä kuinka hyvin ne tällä hetkellä palvelevat nykyistä tuotantoprosessia.



Kuva 4. SAP Fiori-nykyinen rakenne

### 5.1.1 Toinen taso

Kuvan 4, toista tasoa tarkastellessa huomataan siellä olevan paljon erilaisia aktiviteetteja. Jotkin niistä kertovat jaksokohtaisen työvaiheen (EMV, EMS, JMS), kun taas toiset kertovat millainen asennuoperaatio on kyseessä, (esim. piping installation).

Nykyisellään SAP Fiorin rakenne jakaa toisen tason aktiviteetit seuraavanlaisesti:

1. Lohkovaiheen aktiviteetit: EMV, EMS, JMS
2. Aluevaiheen aktiviteetit: Lifts before next deck, Piping Installation, Space Insulation, Air Duct Installation, Steelwork & Foundations, Equipment Installation, Electrical Installation, System Insulation, Deck Levelling, Surface Treatment, Finishing.

Toisen tason pääasiallisia tehtäviä ovat materiaalin sekä piirustusten ajoittaminen, kapasiteetin kuormittaminen, tuotantoaikataulun synnyttäminen sekä edistymän seuranta.

Nykyisellä toisella tasolla onkin useita eri aktiviteetteja (aluevaiheen aktiviteetit), joilla HVAC varustelutuotanto ei ajoita kuvia, tai myöskään materiaaleja. Varustelutuotannon materiaalien sekä kuvien ajoitus perustuukin tuotannon työvaiheisiin (EMV, EMS, JMS, Aluevaihe), joita myös asennuspiirustukset noudattavat.

Toisella tasolla sijaitsevien aluevaiheen aktiviteettien tarkoituksenmukaisuutta tulisi tarkastella niiden hyötyjen ja haittojen kautta sekä pohtia, tuleeko niiden pääasiallinen tarkoitus hyödynnetyksi.

Lean-periaatteiden mukaisesti tällaiset ylimääräiset, ”turhat” operaatiot tuovatkin hukkaa niiden suunnitteluun käytettyjen resurssien vuoksi.

Useat toisen tason aktiviteetit, kuten edellä mainittu piping installation, ovat myös ristiriidassa muiden saman tason aktiviteettien kanssa. Esimerkiksi putkiasennuksia tehdäänkin jo hyvin paljon mm. JMS-lohkovarusteluvaiheessa.

Tällöin JMS-aktiviteetille tehtyt putkiasennukset eivät tuota edistymää piping installation aktiviteetille, kuten aktiviteetin nimen mukaisesti voisi päätellä. Näin ollen tuleekin virheellinen kuva piping installation-aktiviteetin kokonaisputkiasennuksista. SAP Fiori aluevaiheen, toisen tason aktiviteetit eivät siis pelkästään ole aluevaiheen aktiviteetteja, vaan ne ovat jokaisen työvaiheen aktiviteetteja.

Jotta tulevaisuudessa materiaalin ajoituksesta, edistymän seurannasta sekä SAP Fiori-työsuunnittelusta saataisiin johdonmukaista, tulisi toisen tason suunnittelun perustua tuotannon työvaiheisiin. Toinen taso toimiikin perustana kolmannen- ja neljännen tason suunnittelulle. Kuten aikaisemmin onkin jo todettu, edistymän seuranta tapahtuu toisen tason avulla, perustuen neljännen tason asennusoperaatioiden raportointeihin, jotka tuottavat edistymää toisen tason aktiviteeteille.

### 5.1.2 Kolmas taso

Kolmas taso koostuu systeemioperaatioista ja sen pääasiallinen tehtävä on jakaa toisen tason aktiviteetit pienemmiksi systeemikohtaisiksi tilauksiksi (order).

Kolmatta tasoa tarkastellessa, voidaan nopeasti todeta siellä olevan useita tilauksia, joilla on täysin samat selitykset kuin toisen tason aktiviteeteilla. Esimerkiksi: toisen tason aktiviteetti: air duct installation, verrattuna kolmannen tason tilaukseen: air duct installation.

Lean-periaatteiden mukaisesti samojen asioiden ilmaiseminen usealla eri tasolla ei ole tuottavaa toimintaa. Jokainen taso suunnitellaankin erikseen omissa tiimeissään ja osastoissaan, kuten toinen taso toiminnansuunnittelussa ja kolmas taso tuotannonsuunnittelussa.

Jotta välttyttäisiin mahdollisilta hukan aiheuttajilta, aikatauluhierarkian jokaisella tasolla tulisi olla oma, itsenäinen sekä tarkentava tehtävänsä työnsuunnitteluprosessissa. Näin ollen säästettäisiin myös turhaan työhön käytettäviä suunnitteluresursseja.

### 5.1.3 Neljäs taso

Neljännän tason tarkoituksena on ohjata asennuskokonaisuudet eli työpaketit, sekä muut resurssit kuten työntekijät, lean-periaatteiden mukaisesti, oikeaan paikkaan juuri oikeaan aikaan.

Tämä onkin erittäin tärkeää, sillä työvaiheiden, erityisesti lohkovaiheiden (EMV, EMS, JMS) jaksopituudet ovat lyhyitä. Tästä syystä on oleellista päästä suorittamaan tehtävää työtä nopealla aikataululla.

Neljäs taso tulee tulevaisuudessa sisältämään fyysiset materiaalipaketit, jotka vapautetaan työnjohdon toimesta varastolle. Jotta neljännän tason työpaketit saataisiin ajoitettua oikein, tulisi ylempien hierarkiatasojen ollakkin tarkkaan ajoitettu vastaamaan todellisia työvaiheita.

Lean-periaatteiden mukaisesti materiaalin sekä muiden resurssien oikea aikainen ohjaaminen onkin avainasemassa toimivaan tuotantoprosessiin.

Otetaan esimerkkinä yhden kuvitteellisen, aluevaiheessa (AD/AV), tehtävän ilmastointikanavanlinjan asennusoperaatio, ja miten se ilmaistaan nykyisen rakenteen avulla.

2. Taso = Air Duct Installation → Kertoo ammattiryhmittäin millainen asennusoperaatio suoritetaan

3. Taso = Air Duct Installation → Kertoo ammattiryhmittäin millainen asennusoperaatio suoritetaan

4. Taso = Installation of thick steel ducts → Kertoo tarkentavasti millainen asennusoperaatio suoritetaan



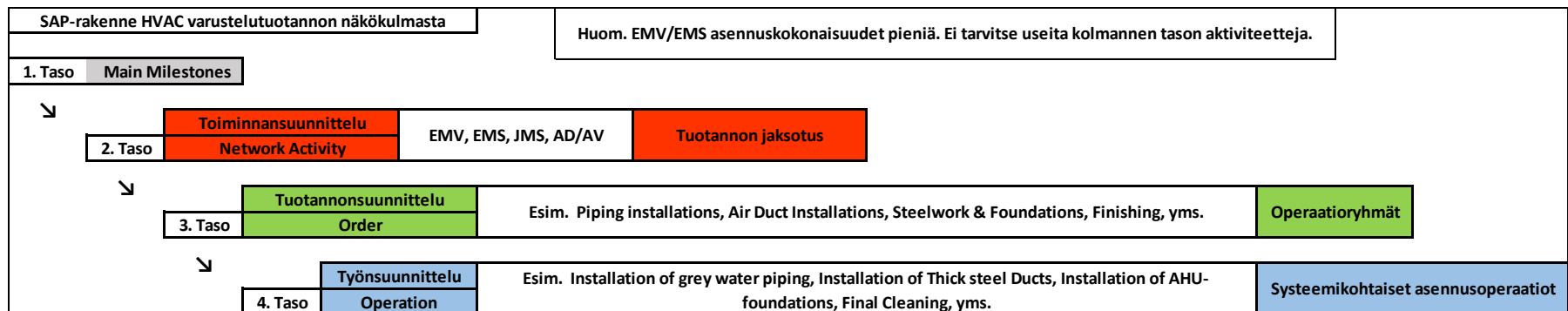
Tarkasteltaessa yllä olevaa esimerkkiä, voidaan todeta että se ei tarkenna suoritettavaa työkokonaisuutta hierarkian jokaisella tasolla, vaan ainoastaan neljännelle tasolle siirryttäessä.

Pienillä ohjaustasojen rakennemuutoksilla pystyttäisiinkin järjestelmästä muokkaamaan sellainen, että jokaisen tason suunnittelulla tarkennetaisiinkin tulevaa työtä.

Kuten jo aikaisemmin on todettu, SAP Fiori käyttää hierarkisesti ohjaustasoja, ylempien tasojen antaessa reunaehdot alempien tasojen suunnitelmille.

## 5.2 Rakenteen parannusehdotus

Kuvassa 5 on esitettyä parannusehdotus SAP Fiorin rakenteesta. Kyseisen rakenteen tarkoituksena on perustaa ohjaustasot vastaamaan mahdollisimman hyvin tuotannon työvaiheita, joita myös asennuskuvat noudattavat. Jokaisen ohjaustason suunnitelmat tarkentaisivatkin seuraavaa, aikatauluhierarkiassa alempana olevaa tasoa. Näin ollen välttyttäisiinkin saman asian suunnittelulta useammalla eri tasolla.



Kuva 5. SAP Fiori-rakenne ehdotelma

Toisen tason suunnitelmat perustuisivat kyseisessä rakenne-ehdotuksessa yksinkertaisesti tuotannon työvaiheisiin. Näin ollen, jokaisen alemman tason suunnittelu tapahtuisikin samanlaisella periaatteella. Tuotannon työvaiheet ovatkin jo aikaisemmin mainitut EMV, EMS, JMS, Aluevaihe (AD/AV). Kyseisellä mallilla pystyttäisiinkin yksinkertaistamaan toisen tason suunnitelmia.

Edellä mainituilla työvaiheilla varustelutuotanto myös jaksottaa materiaalit sekä asennuskuvat, joten olisikin loogista näiden olevan ylimmällä hierarkia tasolla. Nykyisen toisen tason aluevaiheen aktiviteetit (mm. piping installation, air duct installation, yms.), siis yksinkertaistettaisiin yhdeksi toisen tason aktiviteetiksi AV/AD (Aluevaihe).

Kolmannen tason suunnitelmat perustuisivat ammattiryhmäkohtaisiin aikajanoihin/tilauksiin (order). Näin ollen, nykyisen toisen tason aluevaiheen aktiviteetit pudotettaisiin aikatauluhierarkiassa kolmannen tason tilauksiksi (order). Tällöin ammattiryhmäkohtaiset suunnitelmat eivät olisi pelkästään aluevaiheen aktiviteetteja, vaan niitä voitaisiin hyödyntää myös SAP Fiorin jokaisen toisen tason työvaiheen alla. Esimerkiksi piping installation, (putkiasennukset), ovat täysin samanlaisia riippuen työvaiheesta.

Jotta uudella mallilla pystyttäisiin seuraamaan samalla tavalla esimerkiksi kaikkien putkiasennusten yhteistä edistymää, nykyisen toisen tason edistymäseuranta tulisi myös aktiviteettien siirron mukana siirtyä kolmannelle tasolle. Tämä kuitenkin tarkoittaisi ohjaustasojen pääasiallisten tarkoitusten sekä tehtävien muokkaamista. Kolmannen tason tehtävänä ei siis enää pelkästään olisi jakaa toisen tason aktiviteetit pienemmiksi systeemikohtaisiksi operaatioiksi vaan sillä myös seurattaisiin ammattiryhmäkohtaista edistymää sekä voitaisiin ennakoida tulevaa kuormitusta.

Neljännän tason suunnitelmat uudessa mallissa pysyisivät samanlaisina. Niiden avulla edelleen suunniteltaisiin systeemikohtaisia työpaketteja.

Otetaan esimerkkinä yhden kuvitteellisen, aluevaiheessa (AD/AV), tehtävän ilmanvaihtokanavanlinjan asennusoperaatio, ja miten se voitaisiin ilmaista uuden rakenteen avulla.

2. Taso = Aluevaihe (AD/AV) → Kertoo missä työvaiheessa asennusoperaatio suoritetaan.

3. Taso = Air Duct Installation → Kertoo ammattiryhmittäin millainen asennusoperaatio suoritetaan.

4. Taso = Installation of thick steel ducts → Kertoo yksityiskohtaisesti / systeemikohtaisesti suoritettavan asennusoperaation.

Yllä olevaa esimerkkiä tarkastellessa voidaan todeta jokaisella tasolla olevan oma yksittäinen sekä tarkentava tehtävänsä, jolloin leanin mukaista hukkaa ei synny, ja työnsuunnitteluprosessi olisi selkeä sekä johdonmukainen.

### 5.3 Tuntien jyvitys sekä edistymän seuranta

SAP Fiorin tuotannonohjaus sekä edistymän seuranta perustuu neljännelle tasolle luotaviin työkokonaisuuksiin sekä niille jyvitettyjen työtuntien raportointiin.

Työnsuunnittelijan tehtävänä on antaa paras arvio systeemikohtaisten työkokonaisuuksien sekä työpakettien työtuntimäärästä (Meyer Turku 2023).

Tällä hetkellä työnsuunnittelulla ei kuitenkaan ole luotettavaa menetelmää asennuskokonaisuuksien työtuntien määrittämiseen. Neljännen tason operaatioiden työtunteja ollaankin arvioitu lähinnä kokemusperäisten mittariarvojen avulla, käyttäen erinäisiä tuntikertoimia. Kyseiset tuntikertoimet eivät kuitenkaan ota kantaa työvaiheeseen. Kertoimet ovat siis yhtenevät, riippumatta siitä tehdäänkö asennus aluevaiheessa tai sitten esimerkiksi moduulituotannossa.

Jotta neljännentason työnsuunnittelu olisi johdonmukaista ja yhtenevää riippumatta työnsuunnittelijasta, tulisi työkokonaisuuksien tuntilaskentaa tarkastella tarkemmin työvaihekohtaisesti, sillä esimerkiksi moduulituotannossa olevien paksulevykanava-asennusten työtuntimäärä on eriävä mm. aluevaiheessa tehtyjen asennusten kanssa.

Jokaisella työnsuunnittelijalla onkin hyvin erilainen käsitys työvaihekohtaisten työpakettien tuntimäärästä, ja luotettava tieto työtuntien arvioimisesta tulee vasta kokemuksen kautta. Työvaihekohtaisten asennuspiirustusten

kokonaistyömäärä voi myös olla erittäin suurta, jolloin epätarkkuuksien kokonaisvaikutus arvioidun sekä todellisen työmäärän välillä vaihtelee paljon.

Todellisten työtuntien tarkka arvioiminen onkin ohjelmistoteknisesti tärkeää, sillä SAP Fiorin edistymälaskenta perustuu aikatauluhierarkian ylätasoon, toisen tason suunniteltuihin tunteihin, joita verrataan neljännelle tasolle luotuihin ja raportoituihin asennusoperaatioihin. Tämä vertailu tuottaa edistymäprosentit, jotka ovat tärkeitä projektin seurannassa ja hallinnassa.

Mikäli tarkkaa tunti-laskentaa ei kuitenkaan pystytä tekemään, loogisin periaate voisi olla, että neljännen tason tunnit olisivat suoraan yhtenevät toiselle tasolle laskettujen tuntien kanssa. Ylätasoon aktiviteetit kuitenkin määrittävät hierarkiassa olevien alempien tasojen aikataulut sekä perustan. Tällöin toisen tason tunnit voitaisiin jyvittää prosentuaalisesti kolmostason tilauksille ja niin edelleen neljännelle tasolle, riippuen työpiirustusten kokonaistyömäärästä.

## 6 Johtopäätökset ja yhteenveto

Opinnäytetyössäni tutkin SAP Fiori -toiminnanohjausjärjestelmää ilmanvaihtokonehuoneiden työnsuunnitteluprosessissa. Tutkimukseni aikana havaitsin, kuinka keskeinen rooli toiminnanohjauksella on projektin hallinnassa.

Työtä tehdessäni tunnistin muutamia epäkohtia, jotka liittyivät SAP Fiorin rakenteeseen sekä toiminnallisuuteen. Rakenteessa havaitsin usealla eri ohjaustasolla aktiviteettien toistoa, joilla ei saavuteta lisäarvoa järjestelmän käytössä. Edistymän seurannassa sekä tuntien laskennassa havaitsin myös epäjohdonmukaisuutta, jotka johtavat virheellisiin toisen tason aktiviteettien kokonaisedistymiin.

SAP Fiori -toiminnanohjauksella tullaan korvaamaan, ja näin ollen yhtenäistämään, aikaisemmin monella eri järjestelmällä suoritettut toiminnot, kuten valmiuden seuranta, kuormituksen ennakointi, materiaalien-, ja piirustusten ajoittaminen, kapasiteetin kuormittaminen, tuotanto aikataulun synnyttäminen sekä tuotannon ohjaaminen. Näin ollen, erittäin tärkeää olisikin huomioida kyseiset epäkohdat jo hyvissä ajoin, jotta niihin pystyttäisiin reagoimaan mahdollisimman nopeasti järjestelmän käyttöönotossa sekä pilotoinnissa.

Epäkohtien selvittäminen, sekä mahdollisten parannusehdotusten kirjaaminen, olikin opinnäytetyöni keskeisin tarkoitus, ja se onnistuikin mielestäni kiitettävästi.

Pienillä ohjaustasojen aktiviteettien sekä ydintarkoituksien muutoksilla, saataisiinkin SAP Fiori työnsuunnittelusta johdonmukainen, tuotantoprosessia mukaileva sekä yhtenäinen tapa ohjata sekä seurata toimintaa.

Koska opinnäytetyössäni ei otettu kantaa muiden osastojen kuin HVAC-varustelutuotannon tarpeisiin sekä näkökulmiin, seuraava vaihe kehitysprosessissa olisi tutkia, sopiiko opinnäytetyössäni kuvatut sekä ehdotetut muutokset telakan muihin toimintoihin. Tulisi myös selvittää, onko ehdotetut muutokset ohjelmistoteknisesti mahdollisia, ja millä tavoin ne vaikuttaisivat kokonaisvaltaisesti kyseisen ohjelman käyttöön.

## Lähteet

Elger, C. 2018-2019, The 8 Forms of Lean Waste, Applied to Business  
<https://ideawake.com/8-forms-lean-waste-applied-business-overproduction/>

Gay, C. 2016, 8 Wastes of Lean Manufacturing (viitattu 09.02.2023)  
<https://www.machinometrics.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing>

Gustafsson, J. 2000. Terästuotantoprosessi. Teoksessa Räisänen (toim.)  
Laivatekniikka. Modernin laivanrakennuksen käsikirja. 37, 1-38.

Holmström, J. 2000. Varustelu. Teoksessa Räisänen (toim.) Laivatekniikka.  
Modernin laivanrakennuksen käsikirja. 39, 1-23.

Jokinen, T. 2020, Lean with passion, Toim. Jokinen, Rahko, Kilponen,  
Kekkonen (viitattu 08.02.2023)  
[https://issuu.com/oamk\\_kone/docs/lean-erikoisnumero](https://issuu.com/oamk_kone/docs/lean-erikoisnumero)

Marine Link, 2023, Shipbuilding / Vessel Construction (viitattu 11.03.2023)  
<https://www.marinelink.com/articles/maritime/shipbuilding--vessel-construction-100164>

McMahon, T. 2021, Lean 101: An Introduction to Lean Manufacturing (viitattu 08.02.2023)  
<https://www.qualitymag.com/articles/96687-lean-101-an-introduction-to-lean-manufacturing>

Meyer Turku, 2019, Painting, Outfitting, Insulation and Compounding at Block  
Boundary Areas

Meyer Turku, 2023, Ac-huone rakennustapa

Rastogi, A. 2020, A Brief Introduction To Lean, Six Sigma And Lean Six Sigma  
(viitattu 08.02.2023)  
<https://www.greycampus.com/blog/quality-management/a-brief-introduction-to-lean-and-six-sigma-and-lean-six-sigma>

Sandeep, P. 2013. An Introduction to applicability of lean in shipbuilding.  
Teoksessa International Journal of Latest Research in Science and Technology.  
Volume 2, Issue 6, 85-89.

Skhmot, N. 2017, What is Lean (viitattu 08.02.2023)

<https://theleanway.net/what-is-lean>

Taghizadegan, S. 2006, Essentials of Lean Six Sigma