

Carita Mäkelä

Tuotannonohjausjärjestelmän valinta

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Carita Mäkelä

Työn nimi: Tuotannonohjausjärjestelmän valinta

Ohjaaja: Niko Ristimäki

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä:0

Opinnäytetyössä tutustutaan eri palveluntarjoajiin ja joihinkin standardeihin, kuten IEC 62264 ja ISA-95, toiminnanohjauksessa. Työssä kerrotaan toiminnanohjauksesta yleisesti, sen tarkoituksesta kuten mihin sitä käytetään ja mitä sillä voidaan saavuttaa. Työssä käydään läpi tuotannonohjauksen eri tietojärjestelmiä kuten MRP, MES, PLM ja ERP, ja miten ERP ja MES liittyvät toisiinsa ja miten ne eroavat toisistaan. Työssä selvitetään, miten toiminnanohjausjärjestelmä hankitaan yritykselle. Lisäksi pohditaan, mitä yritykseltä vaaditaan toiminnanohjausjärjestelmän valinnassa. Työ on kirjallisuusselvitys.

Avainsanat: Toiminnanohjaus, IEC, ISA, MRP, MES, ERP, PLM

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Carita Mäkelä

Title of thesis: Selection of a Production Management System

Supervisor: Niko Ristimäki

Year: 2020

Number of pages: 38

The thesis studied production management and different kind of service providers and standards such as IEC 62264 and ISA-95 in production management. In general, the thesis concentrated on production management, its purpose and what can be achieved with it. The different kind of information systems used for production management, such as MRP, MES, PLM and ERP, were introduced and it was studied how ERP and MES are connected to each other and how they differ from each other. The work explained how to obtain a production management system for a company and what is required from the company when choosing a production management system. The thesis was carried out as a literature search.

Keywords: production management, MES, ERP, service provider, IEC, ISA

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvaluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne.....	8
2 TOIMINNANOHJAUS YLEISESTI	10
2.1 Tavoitteet	11
2.2 Ohjattavuus.....	12
3 TIETOJÄRJESTELMÄT	13
3.1 MRP ja MRP II	13
3.2 PLM ja PDM.....	14
3.3 MES	15
3.4 ERP	16
3.4.1 Miten MES liittyy ERP-järjestelmään.....	17
3.4.2 Mihin yritys tarvitsee ERP-järjestelmää.....	18
3.5 Industry 4.0	18
4 STANDARDEJA	21
4.1 ISA-95	21
4.2 ISA-88	22
4.3 IEC 62264.....	23
4.4 IIRA	24
4.5 RAMI 4.0	25
4.6 MESA	25
5 PALVELUNTARJOAJIA.....	27

5.1 ABB.....	27
5.2 Odoon	27
5.3 Salesforce	27
6 TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄN VALITSEMINEN.....	29
6.1 Miten valita yritykselle sopiva toiminnanohjausjärjestelmä?	29
6.1.1 Tietojärjestelmän järjestelmävaatimusten määrittely	31
6.2 MES-järjestelmän valitseminen.....	33
6.3 Toiminnanohjausjärjestelmien erot	35
6.3.1 MES ja APS.....	35
6.3.2 ERP ja MES	35
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	36
7.1 Yhteenveto.....	36
7.2 Pohdinta.....	36
LÄHTEET	37

Kuvaluettelo

Kuva 1. Perinteinen suhde toimintavapauden, suunnittelun tuntemisen ja integraation välillä (Ptak & Schragenheim 2003).....	15
Kuva 2. MES-järjestelmän vaikutus tuotantoympäristössä (Arrow Engineering Oy [Viitattu 30.7.2019], 7)	17
Kuva 3. Industrie 4.0 (Heidel ym. 2019, 11)	20
Kuva 4. Toiminnanjohtamisen yleinen malli (SFS-EN 62264-3, 2016).....	24
Kuva 5. Hankinnan valmistelu (Forselius 2013, 25)	30

Käytetyt termit ja lyhenteet

APS	Advanced Planning and Scheduling on tuotannon kuormituksen suunnitteluun ja simulointiin tarkoitettu järjestelmä.
ERP	Enterprise Resource Planning -järjestelmä on hallintaohjelmisto, jolla hallitaan yrityksen taloushallintoa, toimitusketjua, toimintoja, raportointia, valmistusta ja henkilöstöhallinnon toimintoja, ja se integroi ne.
HR	Human Resources eli henkilöstöhallinto. HR on ensisijaisesti ihmisten johtamista organisaatiossa, mutta sen toimintoihin kuuluu myös työntekijöiden rekrytointi, koulutus, työajan seuranta ja suorituksen arviointi.
IIS	Internet Information Server on yksi Microsoftin verkkopalvelimista. Sitä käytetään Web-sovelluksien ylläpitoon.
MES	Manufacturing Execution System on tietojärjestelmä, joka valvoo ja seuraa valmistusprosessia.
MRP	Material Requirements Planning on tarvelaskentaan perustuva materiaalinohjaus. Sen tarkoitus on laskea materiaaltarve tuoterakenteen avulla.
PDM	Product Data Management -järjestelmä seuraa osien ja materiaaliesityksien määräyksiä ja seuraa suunniteltujen olosuhteiden versioita ja historiaa.
PLM	Product Lifecycle Management on lähestymistapa innovaatioihin, uusien tuotteiden kehittämiseen ja käyttöönottoon sekä tuotetietojen hallintaan ideoinnista elinkaaren loppuun saakka.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoen ammattikorkeakoululle. Työ käsittelee toiminnanohjausjärjestelmiä ja sen valintaa. Työssä on pohdittu, mitä toiminnanohjausjärjestelmän hankinta vaatii yritykseltä. Työssä on kerrottu eri toiminnanohjausjärjestelmistä kuten ERP ja MES.

Terminä toiminnanohjauksella tarkoitetaan tuotteiden ja palveluiden tuottamiseen liittyviä toimintoja ja tehtäviä. Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoitus on auttaa yritystä hallitsemaan toimintoja, kuten myyntiä, jakelua ja tuotesuunnittelua. Sen tavoite on suunnitella ja ohjata toimintaa ja sen periaatteet koostuvat pelisäännöistä ja toimintaperiaatteista.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on tutkia eri toiminnanohjausjärjestelmiä ja oppia valitsemaan yritykselle sopiva järjestelmä. Aluksi tutustuttiin toiminnanohjaukseen yleisesti, jonka jälkeen tutustuttiin eri toiminnanohjausjärjestelmiin tarkemmin. Työssä on pohdittu, mitä toimia toiminnanohjausjärjestelmän valinta vaatii yritykseltä.

1.3 Työn rakenne

Työssä tutustutaan toiminnanohjaukseen yleisellä tasolla. Toisessa luvussa perehdytään, miten toiminnanohjaus vaikuttaa yrityksen tehtävien suunnitteluun ja hallintaan, sekä sen ohjaukseen. Kolmannessa luvussa perehdytään eri tietojärjestelmiin kuten MRP, PDM, PLM, MES ja ERP, ja niiden valintaan ja eroihin. Neljännessä luvussa tutustutaan joihinkin standardeihin, kuten ISA-95, ISA-88, RAMI 4.0 ja MESA. Viidennessä luvussa esitellään palveluntarjoajia, kuten ABB, Odoo ja Salesforce. Kuudes luku pureutuu tuotannonohjausjärjestelmän valintaan. Siinä selvitetään, miten tuotannonohjausjärjestelmän valinta tehdään, mitkä kriteerit

tulee täytyä valinnassa ja kerrotaan järjestelmävaatimusten määrittelystä. Työssä on tutkittu myös toiminnanohjauksen tavoitteita ja periaatteita.

2 TOIMINNANOHJAUS YLEISESTI

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan liikeorganisaation tilaus-toimitusketjun eri prosessien ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa. Tuotannonohjauksen sijaan nykyään käytetään käsitettä toiminnanohjaus, koska liikeorganisaation toiminnan hallinta velvoittaa tuotannon lisäksi muidenkin toimintojen, kuten myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta. Valmistuksenohjauksella viitataan tuotteiden valmistuksen suunnitteluun ja ohjaukseen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 397.)

Toiminnanohjauksen tavoite on suunnitella ja ohjata toimintaa siten, että yhtiön tuotannon tavoitteet toteutuvat. Toiminnanohjausperiaatteet koostuvat ensisijaisista pelisäännöistä ja toimintaperiaatteista, joita noudatetaan tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. (Haverila, ym. 2009, 397.)

Tuotannonohjauksella terminä tarkoitetaan yrityksen tuotteiden ja palveluiden aikaansaamiseen liittyviä toimintoja ja tehtäviä (Martinsuo, ym. 2016).

Tuotannonohjaus voidaan nähdä vaiheittain etenevänä prosessina. Kysynnästä saatavilla olevaa ennustetietoa tarkennetaan ja sovelletaan toiminnanohjauksessa. Valmistusta ohjaavaksi tiedoksi kerätään pitkänajan tuotantostrategiasta. Kysynnästä saatava tieto tarkennetaan valmistusta ohjaavaksi tiedoksi. (Martinsuo, ym. 2016.)

Ennen tietokonejärjestelmien tuloa yksinkertaiset manuaaliset lähestymistavat olivat tehokkaita varastonhallinnassa. Yrityksillä oli varastot käsillä asiakkaiden kysyntää varten. Tuotteiden pidemmät elinkaaret ja pienemmät tuotevalikoimat tukivat ensisijaisia tavoitteita pitämällä kyseiset resurssit aktiivisina. Uudelleentilauksaikana oletettiin, että asiakas jatkaa saman tuotteen tilaamista myös jatkossa. Varastot, automatisoidut säilytys- ja hakujärjestelmät ja karusellijärjestelmät suunniteltiin hallitsemaan, lajittelemaan ja hakemaan varastoja. Tekniikat keskittyivät tehokkaimpaan tapaan hallita suuria varastomääriä. (Ptak & Schragenheim 2003, 3.)

2.1 Tavoitteet

Tuotannonohjauksen tehtävät, periaatteet ja menetelmät riippuvat eri tekijöistä kuten esimerkiksi toimialasta, yrityksen historiasta, tuotteiden erityispiirteistä, tavoitteista, tuotantojärjestelmästä ja tietojärjestelmästä (Martinsuo, ym. 2016).

Tuotannonohjauksella pyritään vaikuttamaan yleisiin tavoitteisiin, kuten kustannusten minimoimiseen, aikakilpailukykyyn, laatuun sekä joustavuuteen. Tuotannonohjauksella tähdätään näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja järjestämällä yhtiön resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla. (Haverila, ym. 2009, 402.)

Toiminnanohjauksen tavoitteet ovat:

- Tuotantotehon korkea tuottavuus
 - o Mitä suurempi tuotanto on, sitä parempi tuottavuus on tuotantolaitteisiin, koneisiin ja tuotantotiloihin sitoutuneella pääomalla. Tuotantoerät suunnitellaan niin, että pääasialliset varat ovat mahdollisimman tuloksellisessa käytössä. (Haverila, ym. 2009, 402.)
- Prosessiin sitoutuneen käyttövarojen minimointi
 - o Käyttövaroihin sitoutuu merkittävä osa yhtiön varallisuudesta. Valmistusta ja materiaalitoimintoja ohjataan siten, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastot vaativat mahdollisimman vähän varallisuutta. (Haverila, ym. 2009, 402.)
- Toimitusvarmuus
 - o Yhtiön tulee varmistaa, että aikatauluista pidetään kiinni sekä ylläpidetään valmiutta toimittaa tuote silloin kun asiakas sitä tarvitsee. (Haverila, ym. 2009, 402).
- Lyhyt läpäisy aika
 - o Tilausten ja tuotteiden läpäisyajat ovat riippuvaisia tuotannon suunnittelusta. Lyhyillä läpäisyajoilla vähennetään keskeneräiseen

tuotantoon sidottua varallisuutta ja sillä kehitetään toimintavarmuutta ja laatua. (Haverila, ym. 2009, 402.)

Tuotannonohjauksen perustavoitteiden on havaittu olevan ristiriidassa keskenään, mutta läpäisyajojen lyhentäminen on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi näiden tavoitteiden toteuttamiseksi (Haverila, ym. 2009, 402).

Toiminnanohjauksen tavoitteet muodostuvat yrityksen valitsemien kilpailutekijöiden mukaan; matalia kustannuksia tavoitteleva yritys panostaa korkeaan kuormitusasteeseen ja pieniin varastoihin (Haverila ym. 2009, 402-404).

2.2 Ohjattavuus

Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat seikat:

- Tuotantomuoto
- Läpäisy aika
- Kapasiteetin joustavuus tuotantomäärän muutoksille
- Joustavuus tuotemixin ja tuotetyyppien muutoksille
- Tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä

Kuvaavat tuotantojärjestelmän kykyä vastata ohjausmuuttujiin. Ohjattavuudella on suuri merkitys tuotannon kehityksessä, sen avulla resurssit voidaan hyödyntää tehokkaammin ja toiminnan virheet ovat vähäisempiä. (Haverila ym. 2009, 405.)

3 TIETOJÄRJESTELMÄT

Nykyaikainen suuri tai keskisuuri yritys tarvitsee toimiakseen toiminnanohjauksen tietojärjestelmän, näitä kutsutaan ERP-järjestelmiksi. ERP-järjestelmällä ylläpidetään yrityksen perustietoja ja hoidetaan tietojenhallintaa, suunnittelua ja ohjausta. ERP-järjestelmän tietoteknisen integroinnin avulla voidaan välittää esimerkiksi eri maiden myyntikonttoreiden tilaustiedot valmistusyksikölle ja se mahdollistaa toimintojen seurannan ja johtamisen. Toiminnanohjauksen tietojärjestelmien tehtäviä ovat muun muassa perustietojen ylläpito, tietojen välitys organisaation sisällä, suunnitelmien laatiminen ja ylläpito ja asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen. Sen hyötyjä ovat muun muassa tietojenkäsittelyn tehostaminen, resurssien käytön tehostuminen, nopeampi reagointi tapahtumiin ja tilausten ja toimitusten parempi hallinta. ERP-järjestelmän ongelma on integroidun tietojärjestelmän monimutkaisuus, hinta ja pitkä käyttöönottoaika. (Haverila ym. 2009, 430-431.)

3.1 MRP ja MRP II

MRP on lähtöisin USA:sta. Se on tarvelaskentaan perustuva materiaalinohjaus, jonka tarkoitus on laskea materiaalityö tarve tuoterakenteen avulla. MRP:n avulla materiaalityötarvetta voidaan verrata varastoihin ja saapumattomiin ostotilauksiin. (Miettinen 1993, 49-50.)

Jo 1970-luvulla valmistusorganisaatiot ovat käyttäneet ohjelmistoja kirjanpidon automatisointiin. Myöhemmin ohjelmistoja kehitettiin auttamaan myös varastonhallinnassa. 1970- ja 1980-luvun vaihteessa tuli MRP-järjestelmä, joka pystyi materiaalisuunnitteluun ja -hallintaan, ja tuotannon määrittelyyn. (WorkWise Software, [Viitattu 17.08.2019].)

MRP:n avulla on pyritty poistamaan rutiinit. Tarvelaskenta ja kuormituslaskenta yhdistettiin 1970-luvulla. Niiden lähtökohtana olivat myyntiennusteet, joiden avulla taas määritettiin materiaalien tarve. Tällaista materiaali-ohjaustapaa kutsutaan nimellä MRP II. (Miettinen 1993, 50.)

MRP ei sovellu hyvin solu- tai tuotantolinjatuotantoon, koska useissa tapauksissa läpimenoajat ja varastot kasvavat ja seurauksena on tuotannon huono hallittavuus. Tästä syystä sitä käytetään yleisemmin yksittäis- ja sarjatuotannossa. MRP:n etu on, että muutokset voidaan ottaa nopeasti huomioon. (Miettinen 1993, 50.)

3.2 PLM ja PDM

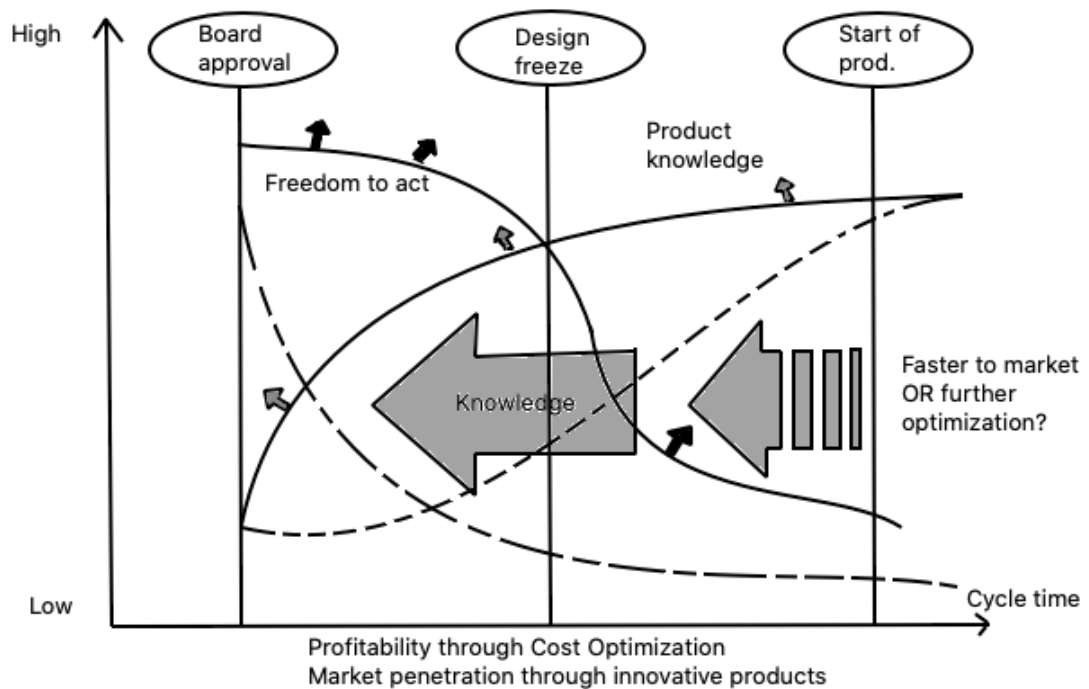
PLM on laaja lähestymistapa innovaatioihin, uusien tuotteiden kehittämiseen ja käyttöönottoon sekä tuotetietojen hallintaan ideoinnista elinkaaren loppuun. PLM-järjestelmä integroi ihmiset, tiedot, prosessit ja liiketoimintajärjestelmät ja tarjoaa yrityksen tuoteinformaatiolle perusrungon. (PLM Technology Guide [Viitattu 12.08.2019].)

Tuotekehitystä hajautetaan ja rinnastetaan yrityksen sisällä ja yritysten välillä. Eri tietojärjestelmät halutaan integroida niin, että niihin pääsee käsiksi myös verkon kautta. Tarjoamalla järjestelmälliseen asiakasrätälöintiin perustuvia tuotteita, yritys voi parantaa kilpailukykyään. Useammin käytetty termi PLM painottaa tuotteen tiedon hallintaa koko sen elinkaaren ajan. (Martio 2015, 9.)

PDM-järjestelmä noudattaa osien ja materiaaliesityksien määräyksiä. Järjestelmä myös seuraa versioita ja historiaa jo valmiiksi suunnitelluista ja rakennetuista olosuhteista. Integroitua CAD- ja PDM-järjestelmää hyödyntämällä suunnittelun laatu ja reagointiaika paranee. Suora yhteys CAM:iin (Computer Aided Manufacturing) on myös mahdollinen. (Ptak & Schragenheim 2003, 196.)

PLM:n avulla tutkitaan erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja ja määritellään vaihtoehtoja seuraavan tuotteen julkaisemiseen. Se hallinnoi linkkejä varhaisesta suunnitteluvaiheesta julkaisusuunnitelmaan. Tällä prosessilla mahdollistetaan tuotantotiedon kehittäminen tuotesuunnittelun yhteydessä ennen suunnittelun lopullista julkaisua. (Ptak & Schragenheim 2003, 200.)

PDM-järjestelmän yksi tärkeimmistä tehtävistä on edistää kommunikointia ihmisten välillä yrityksessä. Se pakottaa yhtenäistämään tuotteisiin liittyvät käsitteet ja prosessit ja määrittelee yhteisen kielen, jolla niistä puhutaan yrityksen sisällä. (Martio 2015, 50.)



Kuva 1. Perinteinen suhde toimintavapauden, suunnittelun tuntemisen ja integraation välillä (Ptak & Schragenheim 2003)

3.3 MES

MES on tietojärjestelmä, joka valvoo ja seuraa valmistusprosessia. MES-järjestelmän tarkoitus on varmistaa, että valmistus on tehokasta. Se saavutetaan seuraamalla ja keräämällä reaaliaikaista ja tarkkaa tietoa koko tuotteen elinkaaren ajan. (WorkWise Software, [Viitattu 16.08.2019].)

MES kokoaa yhteen tuotannossa ne informaatiovirrat tilauksesta, tuotteesta, materiaaleista ja prosessista, joita sisäisen tuotantoketjun hallintaan tarvitaan. Kokonaisuuden hallinta helpottuu, kun toimintojen eri osa-alueet kootaan samaan järjestelmään eikä eri järjestelmissä hajallaan oleva tieto vaikeuta tuotannon johtamista. (Arrow Engineering [Viitattu 30.7.2019], 8.)

Operaattoreilla on tärkeä rooli sujuvassa tuotannossa. Operaattoreilla tulisi olla yksi selkeä käyttöliittymä tarvittavaa tietoa varten, ettei tieto ole hajallaan paperilapuilla ja Excel-tiedostoissa. Henkilöstöryhmille räätälöidyt käyttöliittymät auttavat

työntekijää saamaan hänen kannaltaan tarpeellisia tietoja. (Arrow Engineering [Viitattu 30.7.2019], 9.)

Tuottavuuden kasvattaminen, läpäisyajan lyhentäminen, laadun parantaminen ja sisäisen toimintavarmuuden tehostaminen ovat olennaisia syitä harkita MES-järjestelmää. Näiden lisäksi tarve helpottaa tuotannon työntekijöiden työtä ja digitalisoida hajallaan olevaa tietoa voivat olla taustalla. (Arrow Engineering [Viitattu 30.7.2019], 12.)

3.4 ERP

ERP-järjestelmä on hallintaohjelmisto, jolla hallitaan yrityksen taloushallintoa, toimitusketjua, toimintoja, raportointia, valmistusta ja henkilöstöhallinnon toimintoja ja integroidaan nämä toiminnot (Microsoft [Viitattu 12.07.2019]).

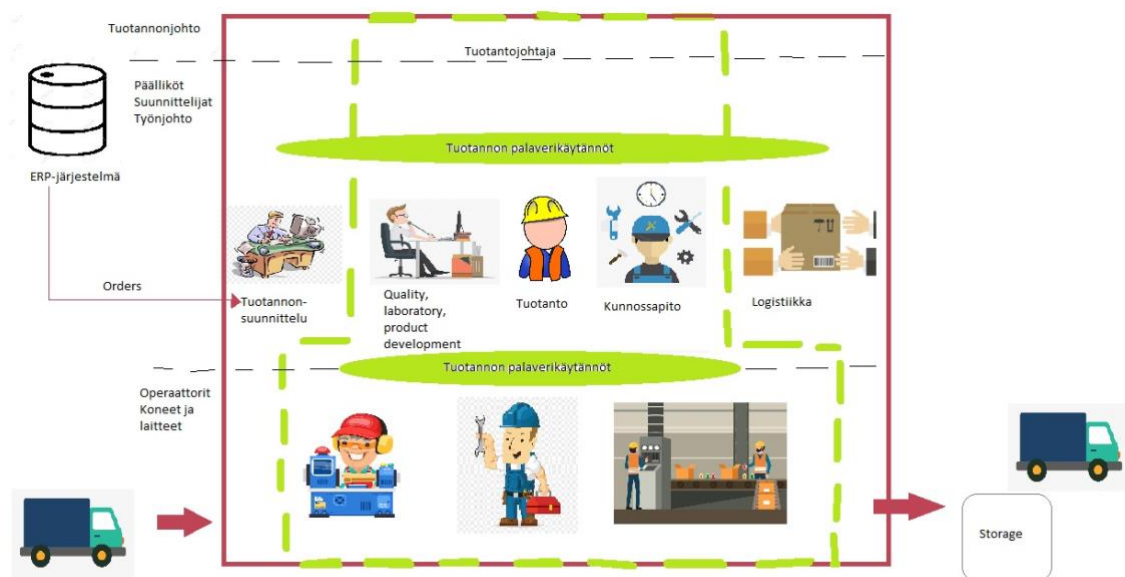
Yritykset tarvitsevat yhtä hallintajärjestelmää, joka arkistoi tietoja ja toimittaa tiedot tarvittaessa työntekijälle. Tiedot tarvitaan nopeasti päätöksentekijöiden ulottuville liiketoimintapäätösten tekemiseen. Henkilökohtaisen tietokoneen tulo mullisti liiketoiminnan hallintajärjestelmät. Se antoi käyttäjille mahdollisuuden päästä suoraan tietoihinsa analysointia varten. ERP sisältää laajuudessaan kaiken yrityksen resurssisuunnittelun tuotesuunnittelusta viestintäjärjestelmiin. (Ptak & Schragenheim 2003, 10-12.)

Vaatimuksia tehokkaalle toiminnanohjausjärjestelmän toteuttamiselle on vähän. Vaikka toteutus olisi monimutkainen, ytimessä on samat perusvaatimukset. Rakennuspalikat ovat samat riippumatta käyttöjärjestelmästä tai alustasta. Toiminnanohjausjärjestelmää valittaessa tarvitaan vähintään seuraavat tiedot: tuotetunnus, osanumero, läpimenoaika, varastointikäytännöt, materiaalien määrät ja ajoitus. Myös ajanmukaiset vaatimukset määräistä, aikataulusta ja riskeistä tulee ottaa huomioon. (Ptak & Schragenheim, 2003, 271.)

3.4.1 Miten MES liittyy ERP-järjestelmään

MES- ja ERP-järjestelmillä on kyky toimia keskenään, koska molemmilla ohjelmistoilla toteutetaan eri toiminnot. Käyttämällä molempia ohjelmistoja saadaan aikaan monipuolisempi lopputulos. Niiden integroiminen lisää toiminnan selkeyttä ja antaa organisaatiolle mahdollisuuden suorituskyvyn seuraamiseen ja siihen vaikuttamiseen. Toisin sanoen ERP tietää, miksi päätöksiä on tehtävä ja MES osaa tehdä päätökset. (WorkWise Software [Viitattu 18.08.2019].)

MES-järjestelmällä viitataan usein valmistukseen tai tuotannonohjaukseen. MES-järjestelmäasiat liittyvät yrityksen ERP-tason ja tehdasautomaation välille, eikä tarkkaa rajaa tai tehtävänjakoa näin ollen voida jakaa MES:n ja tuotannossa käytössä olevien muiden järjestelmien välille. Tuotannossa on tavallisesti käytössä monta eri järjestelmää, kuten PDM, SCM ja APS. (Arrow Engineering [Viitattu 30.7.2019], 4.)



Kuva 2. MES-järjestelmän vaikutus tuotantoympäristössä (Arrow Engineering Oy [Viitattu 30.7.2019], 7)

ERP erotetaan MRP II-järjestelmästä integroitujen tietokoneavusteisten työkalujen avulla. Tällaisia työkaluja ovat muun muassa PDM, APS ja MES (Ptak & Schragenheim 2003, 30).

3.4.2 Mihin yritys tarvitsee ERP-järjestelmää

Yritys tarvitsee ERP-järjestelmän markkinoiden laajentamiseen ja yhdistämään eri ohjelmistot. Jos yritys vaihtaa esimerkiksi kirjanpito-ohjelmistoa, voi se olla yhteensopimaton vanhan HR-järjestelmän kanssa. ERP-järjestelmän avulla yritys pystyy vastaamaan paremmin asiakkaiden odotuksiin, jos esimerkiksi vanha järjestelmä ei pysty mukautumaan liikkuvaan henkilöstöön ja asiakkaisiin. (Microsoft [Viitattu 12.07.2019].)

ERP-teknologia yhdistää liiketoimintaprosessit, parantaa yhteistyötä ja auttaa yritystä päätösten tekemisessä sekä lisää tuottavuutta. ERP:n tärkeimmät liiketoimintaprosessit ovat taloushallinto, henkilöstöhallinto, valmistus ja toimitusketju. Nykyaikainen ERP antaa yleiskatsauksen taloushallinnosta, josta saadaan reaaliaikaisia tietoja. Sen avulla manuaalista tietojensyöttöä voidaan vähentää, kun automatisoidaan tehtävät ja käytetään seurantamahdollisuuksia, jotka auttavat säännösten noudattamisessa. ERP-järjestelmällä hallitaan yrityksen tietoja ja yksinkertaistetaan hallintatehtäviä, kuten palkanlaskentaa ja rekrytointia. Työntekijöiden suorituskyvyn seuraaminen ja henkilöstöhallinnan ongelmien tunnistaminen on myös mahdollista. Valmistustoiminto parantaa yrityksen viestintää ja automatisoi päivittäisiä prosesseja. Tämä toiminto antaa valmistajille mahdollisuuden hallita resursseja ja täyttää asiakkaiden tarpeita reaaliaikaisten tietojen avulla. Se myös optimoi projektin, kustannustenhallinnan ja tuotannon suunnittelun. ERP-järjestelmän avulla voidaan säästää aikaa ja rahaa automatisoimalla tietojen syöttäminen ja varaston jäljittäminen. (Microsoft [Viitattu 12.07.2019].)

3.5 Industry 4.0

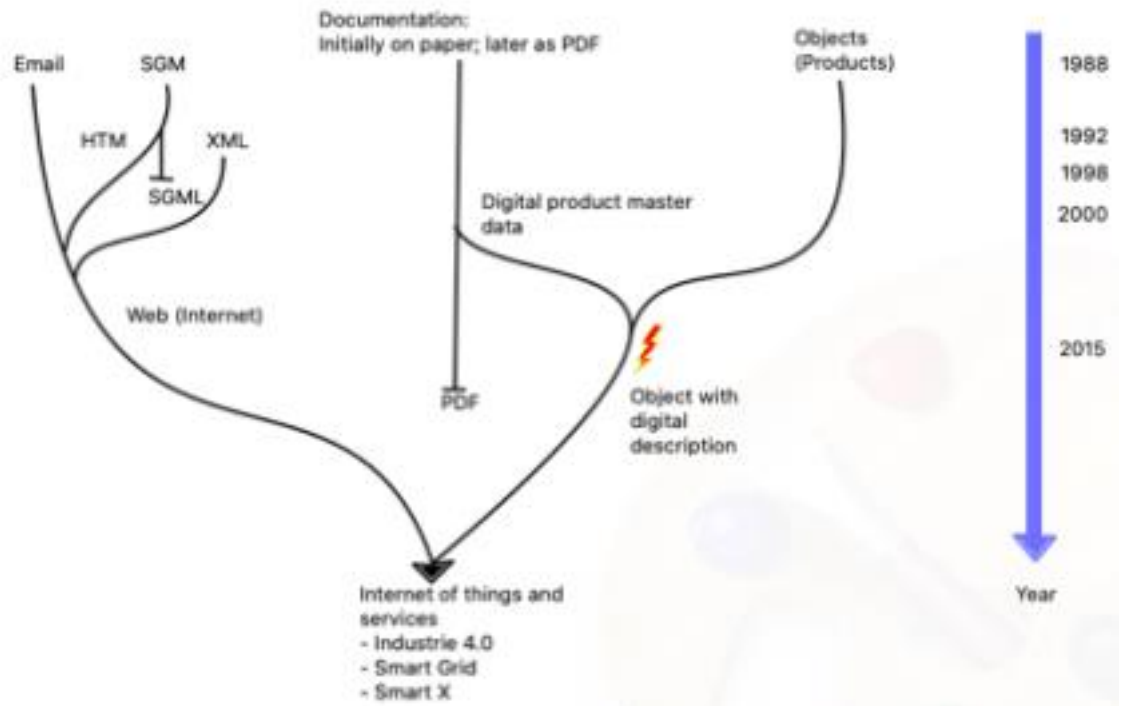
Yrityksellä on yleensä kaksi tasoa: hallinnollinen taso, jossa on hallinto- ja organisaatiotehtävät, ja operatiivinen taso, jossa tuotteet valmistetaan. Joissain tapauksissa nämä kaksi tasoa toimivat erillään, vaikka ne ovat riippuvaisia samoista tiedoista. Tietojen integrointi sallii yhteyden valittuihin päätepisteisiin ja on mahdollista vain, jos molemmilla tasoilla käytetään samaa järjestelmää tietojen vaihtamiseen. Suuret yritykset voivat määrätä tällaisen järjestelmän käytettäväksi

alihankkijoilleen, pienemmät eivät voi. Jos alihankkijalla on paljon erilaisia asiakkaita, voi yritys kärsiä vääränlaisesta tiedonvaihtojärjestelmästä. Industrie 4.0:n yksi päätavoitteista on määrittää yleisesti pätevä tietomalli, jota kaikki liikekumppanit voivat käyttää. Tämä mahdollistaisi hankalien, kustannustehokkaiden ja virheettöiden rinnakkaisten rakenteiden poistamisen ja niiden edellyttämät siirtoprosessit. (Heidel ym. 2019,9).

Industrie 4.0 puuttuu arkkitehtuurimallin peruskysymyksiin. Yleisesti hyväksytyyn mallinnusteorian mukaan, mallista löytyy seuraavat elementit:

- Tarkoitus
- Viittaus alkuperäiseen asiakirjaan
- Alkuperäisestä otetut määritellyt ominaisuudet. (Heidel ym. 2019, 10.)

Tietomallit, käyttöliittymämallit ja rakennemallit ovat esimerkkejä digitaalisista malleista ja näkökulmista. Industrie 4.0 ei määrittele tiettyä arkkitehtuuria vaan vähimmäisvaatimuksilla varustettua kehystä. Kehykseen sisältyy ehtojen asettamista, siinä on säännöt. Näitä sääntöjä ovat esimerkiksi fyysisen maailman kuvaukset tietomaailman pohdintaa varten, fyysisen maailman esitys tietomaailmassa, komponenttien tunnistaminen ja komponenttien kytkeminen. (Heidel ym. 2019, 11).



Kuva 3. Industrie 4.0 (Heidel ym. 2019, 11)

I4.0-komponentti on Industrie 4.0:n peruskomponentti. Se on teknisen omaisuuden ja koneellisesti prosessoivan tietomaailman symbioosin tulos. Sen keskipisteenä on muun muassa itsenäisen, tilanteellisesti itseohjautuvan, tietopohjaisen ja anturien tukeman ja hajautetun tuotantosuunnittelun verkosto. Se sisältää niiden suunnittelun ja hallintajärjestelmät. Esimerkiksi älykkäälle tehtaalle on ominaista integroitu tekniikka, joka kattaa niin tuotannon kuin tuotettavan tuotteenkin. Älykäs tehdas antaa ihmiselle mahdollisuuden hallita kasvavaa tuotantoprosessia ja tekee tuotannosta taloudellisemman. (Heidel ym. 2019, 14-15.)

Industrie 4.0 tuottaa älykkäitä tuotteita, jotka ovat yksilöityjä ja aina paikallistettavissa. Älykäs tuote on tietoinen elinkaarestaan aina valmistusprosessista toimintaolosuhteisiin ja kulumisasteisiin. Näitä tietoja käytetään älykkään tehtaan optimointiin. Tällaisessa skenaariossa voidaan ottaa huomioon yksittäiset asiakas- ja tuotekohtaiset kriteerit suunnittelussa, konfiguroinnissa, tilaamisessa, tuotannossa, toiminnassa ja kierrätyksessä. Se antaisi työntekijöille mahdollisuuden hallita, säädellä ja muokata älykkäästi kytkettyjä tuotantoresursseja ja -vaiheita tilanteen mukaisesti. (Heidel ym. 2019, 15.)

4 STANDARDEJA

4.1 ISA-95

ISA-95 on amerikkalainen standardi, joka määrittelee valmistuksenohjausjärjestelmän rakenteen ja tehtävät. Käytännössä kaikki MES- ja ERP-valmistajat pyrkivät noudattamaan tätä standardia ja esimerkiksi SAP ja Microsoft ovat sitoutuneet tukemaan sitä. ISA-95 määrittelee yksityiskohtaisesti valmistuksenohjausjärjestelmän osat ja toiminnot, mutta valmistuksenohjausjärjestelmän toteutus riippuu kuitenkin yrityksen omista toimintaperiaatteista. Valmistuksenohjausjärjestelmän päätehtävä on tuotannonhallinta, mutta sen piiriin kuuluvat myös huollon hallinta, laadunvalvonta ja varastonhallinta. ISA-95 määrittelee kultakin osa-alueelta ja ala-alueelta, mitä toimintoja sillä hoidetaan, ja niillä tapahtuvat toiminnot. (Production Software, [Viitattu 22.08.2019].)

ISA-95 ei ole automaatiojärjestelmä, vaan tapa työskennellä, ajatella ja kommunikoida. Menetelmät on kuvattu useissa dokumenteissa ja ne sisältävät malleja ja terminologiaa, jota voidaan käyttää analysoimaan yksittäisiä valmistusyrityksiä. Mallit ovat keskittyneet erityisesti ERP-MES-integraatioon, jossa valotetaan ongelmaa eri näkökulmista. (Scholten 2009, 16.)

ANSI/ISA-95 ratkaisee koordinoitioongelman, jossa kaikilla ei ole pääsyä toisten tietoihin ERP-järjestelmästä huolimatta, tarjoamalla määritelmän liiketoiminnasta ja tiedoista, joiden on kuljettava alueiden välillä (ISA [Viitattu 23.08.2019]).

Jos yrityksellä on useita tuotantolaitoksia, on yleensä paikallisiin toiminnanohjausjärjestelmiin liitettyjä järjestelmiä. Tällaisia järjestelmiä ovat hienokuormituksen ja valmistuksenohjauksen MES-järjestelmät sekä varastonhallinta WMS-järjestelmä. Näin varmistetaan, että eri tuotantolaitosten toimintoja ja automaatiota voidaan kehittää myös paikallisesti. Kun toiminnanohjausjärjestelmä on sama, voidaan varmistaa, että kirjanpito, projektit ja resurssit on kaikkialla yhdenmukaiset. (Saarelainen, [Viitattu 26.08.2019]).

ISA-95 ei mainitse termejä ERP tai MES. ISA-95 merkitsee rajat päätöksentekotasojen välillä, joihin erityyppiset tiedot kuuluvat. Funktionaalinen hierarkiamalli määrittelee tason 4, joka keskittyy pidemmälle ajalle. Tasolla 4, jota yleisesti kutsutaan ERP-tasoksi, tehdään päätöksiä materiaalien tilaamisesta, laskujen lähettämisestä, pitkäaikaisesta tuotannosta ja ylläpidosta ja uusien tuotteiden kehittämisestä. (Scholten 2009, 17.)

4.2 ISA-88

ISA-88-standardi on alun perin tarkoitettu eräprosessien hallintaan, mutta se on laajennettu käsittelemään myös erillisiä valmistusprosesseja ja jatkuvia prosesseja. Se organisoii tietämyksen kolmeen osaan: fyysinen malli, prosessimalli ja menettelytapaohjaus. ISA-88-standardi järjestää fyysisen mallin yrityksen hierarkkisesti sivustoiksi, prosessisoluiksi ja yksiköiksi ja jakaa eräprosessin hierarkkisesti prosessivaiheisiin, prosessioperaatioihin ja prosessitoimintoihin. (Vegetti & Henning [Viitattu 20.02.2020], 2.)

Menettelyvalvonnan ontologian kehittämisen ad-hoc("tätä varten")-menetelmä perustuu neljään vaiheeseen:

1. Vaatimustiedot, jotka yksilöivät ontologian laajuuden ja tarkoituksen.
2. Konseptuaalivaihe, joka järjestää ja muuntaa epävirallisesti havaitun näkymän.
3. Toteutusvaihe, joka kodifioi ontologian.
4. Arviointivaihe, joka mahdollistaa teknisen arvioinnin ontologian laadusta ja hyödyllisyydestä suhteessa vaatimusmäärittelyyn ja pätevyyskysymyksiin. (Vegetti & Henning [Viitattu 20.02.2020], 3.)

Vaatimusmäärittelyssä kompetenssikysymykset auttavat tunnistamaan vaatimukset. Kysymykset on luokiteltu ryhmiin, jotka liittyvät kontrollimallissa määriteltäviin tasoihin. Esimerkkeinä pätevyyskysymyksistä voi olla esimerkiksi,

mitkä ehdot tulee täytyä tietyn operaation aloittamiseksi, mitkä toiminnot koostuvat tietystä yksikkömenettelystä, ja mitkä vaiheet vaativat vaiheen X päättämisen, että toiminnon suorittaminen voidaan aloittaa. (Vegetti & Henning [Viitattu 20.02.2020], 3.)

4.3 IEC 62264

Standardi IEC 62264 määrittelee neljä mallia, jotka ovat: tuotantotoimintojen hallinta, kunnossapitotoimintojen hallinta, laadunhallinnan ja varastotoimintojen hallinta. Standardissa ne on esitelty yksityiskohtaisesti lausekkeissa 6, 7, 8 ja 9.

- a) Tuotantotoimintojen hallintamalli, joka sisältää tason 3 funktioina toimivat tuotannonhallinnan toiminnot ja tuotannon aikataulusjoukon alajoukot.
- b) Kunnossapitotoimintojen hallintamalli, joka sisältää kunnossapidon johtamisen toiminnan.
- c) Laadunhallinnan malli, joka sisältää laadunvarmistustoimenpiteet.
- d) Varastotoimintojen hallintamalli, joka sisältää varaston ja materiaalien hallinnan, mukaan lukien tuotevaraston hallinta ja materiaalien ja energian hallinta (SFS-EN 62264-3 2016,15).

Tuotantotoimintojen hallinnan, kunnossapitotoimintojen hallinnan, laadunhallinnan ja varastotoimintojen hallintamallien määrittelemiseen on käytettävä toiminnanhallinnan yleistä mallia. Jos yleistä mallia toteutetaan uudelle luokalle, sen toimintojen on sisällettävä resurssienhallinnan, määritelmien hallinnan, lähettämisen, seurannan ja tiedonkeruun. Näiden lisäksi sen täytyy sisältää analyysin, yksityiskohtien ajoituksen ja suorituksen hallinnan määritelmät. (SFS-EN 62264-3 2016,15).

Yleinen toimintamalli määrittelee pyyntö-vastaussyklin, muuttaa ne aikatauluksi, hallinnoi työn suorittamista, kerää tietoa ja muuntaa tiedot vastauksiksi. Sykliä tuetaan parannuksilla ja korjauksilla tehdyn työn analyysillä ja suorittamiseen käytettyjen resurssien hallinnan avulla. Yleinen toimintamalli tarjoaa puitteet

4.5 RAMI 4.0

RAMI 4.0 perustuu teollisuuteen määriteltyihin standardeihin. Se yhdistää Industry 4.0:n tärkeät elementit 3D-malliin. Tätä rakennetta voidaan käyttää Industry 4.0 teknologioiden järjestelmälliseen organisointiin. (Zaheer [Viitattu 23.4.2020].)

Keskeistä RAMI 4.0:ssa on CPS-käsite (Cyber-physical Systems). CPS käsitteessä autonomia on paikallista ja järjestelmät tekevät itsenäisiä päätöksiä. I4.0:n ympärille taas on rakennettu vaatimuksenmukainen kohde, joka voi olla tuote, omaisuus, ohjelmisto tai kone, joilla on kyky kommunikoida itsenäisesti I4.0:n avulla. RAMI 4.0 on visio siitä, kuinka I4.0 voidaan toteuttaa, ja se perustuu olemassa oleviin viestintästandardeihin. Esineiden tunnistaminen tyyppinä, kuten tuotteina, omaisuutena, ohjelmistona, koneena tai jopa tehtaana on RAMi 4.0:n tärkeä ominaisuus. Kerrostettu arkkitehtuuri hajottaa ongelmat hallittaviin osiin. (Ferreira ym. 2019, 188.)

4.6 MESA

MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association) on maailmanlaajuinen yhteisö. Se koostuu teollisuusyrityksistä, tietotekniikkalaitteiden ja -ohjelmistojen toimittajista, järjestelmä integraattoreista, konsultointipalvelujen tarjoajista ja analyytikoista. Sen tarkoitus on parantaa liiketoiminnan tuloksia ja tuotantotoimintaa optimoimalla tietotekniikan ja johtamiskäytäntöjä. (MESA International [Viitattu 23.04.2020].)

MESA erottaa 11 valmistustoimenpidettä, jotka tunnetaan MESA-kennomallina: resurssien allokointi ja tila, operaatiot ja yksityiskohtainen aikataulu, tuotantoyksiköiden lähettäminen, asiakirjaohjaus, tiedonkeruu, työnhallinta, laadunhallinta, prosessien hallinta, ylläpidonhallinta, tuotteiden seuranta ja suorituskykyanalyysi. Alkuperäinen konseptinvalmistusjärjestelmä koskee tietojärjestelmiä, jotka tukevat tuotantoa, kuten mitä on tehtävä, jotta voidaan valmistella ja hallita työohjeita ja seurata tuotantoprosessin oikeaa toteutusta. MESA kerää ja analysoi tietoja tuotantoprosessista ja tuotteesta ja syöttää tiedot takaisin muille osastoille, kuten kirjanpitoon ja logistiikkaan, ratkaisee ongelmia ja

optimoi menettelyjä. MESA on erittäin selkeä ja hyödyllinen viestintäväline keskusteltaessa MES-järjestelmästä ja siihen liittyvistä asioista laajasti. MESA ei kuitenkaan kerro toimintojen suhdetta toisiinsa, ja mitä tietoja ne vaihtavat keskenään. Tässä ISA-95 on hyödyllisempi työkalu. (Scholten 2009, 15).

5 PALVELUNTARJOAJIA

5.1 ABB

ABB:n tuotannonohjausjärjestelmä parantaa tuotannon tuottavuutta, laatua ja joustavuutta antamalla operaattoreille, tuotantoinsinööreille ja tehtaanjohtajille käsityksen, kuinka toimia ja optimoida. Se tarjoaa keskeiset osatekijät kilpailuetujen saamiseksi ja mahdollistaa tehtaan korkeamman tehokkuuden ja tuottavuuden, suuremman joustavuuden koko tuotantoprosessien ajan sekä saumattoman orkestraation ja synkronoinnin kaikkien valmistusprosessiin osallistuvien tahojen kesken. (ABB [Viitattu 15.07.2019].)

5.2 Odoo

Odoon tavoitteena on tarjota helppokäyttöisiä liiketoimintasovelluksia, jotka muodostavat joukon työkaluja liiketoiminnan tarpeisiin. Odoo koostuu 30 pääasiallisesta sovelluksesta. Sen joustavuus ja mahdollisuus täydelliseen integraatioon sopii isonkin yrityksen tarpeisiin. Sovelluksia voidaan lisätä yrityksen kasvun mukaan. Odoolla on yli 3 700 000 käyttäjää ympäri maailmaa startup-yrityksestä suuriin yrityksiin. Odoon avoimen lähdekoodin ansiosta sitä ylläpitää suuri joukko kehittäjiä vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin ja tarjoamaan uusia sovelluksia. Odoolla on toimipisteitä muun muassa USA:ssa, Belgiassa, Intiassa ja Kiinassa ja sitä käyttää muun muassa Toyota, Hyundai, Danone ja WWF. (Odoo [Viitattu 17.07.2019].)

5.3 Salesforce

San Franciscossa vuonna 1999 perustettu Salesforce on pilvipohjainen asiakassuhteiden hallinnan (CRM, Customer relationship management) alusta. Sitä voidaan käyttää yrityksen osa-alueilla, jotka ovat vuorovaikutuksessa asiakkaiden kanssa, kuten markkinointi, myynti, kauppa ja palvelut. Salesforcen käyttäjiä ovat muun muassa KONE, Adidas, Toyota, Philips ja Schneider Electric. Salesforcen

avulla voidaan luoda kiinnostavampi markkinointi, lähettää kohdennettuja ja henkilökohtaisia viestejä, ja se mahdollistaa useiden lähteiden ja laitteiden tietojen käyttämisen. Salesforcea voidaan kasvattaa tuottavuutta ja tuottoa. Sillä voidaan seurata jokaista asiakasvuorovaikutusta, automatisoida tarpeettomat tehtävät ja yhdistää B2B- (business-to-business) ja B2C (business-to-consumer) -ostokokemukset. (Salesforce [Viitattu 17.07.2019].)

6 TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄN VALITSEMINEN

6.1 Miten valita yritykselle sopiva toiminnanohjausjärjestelmä?

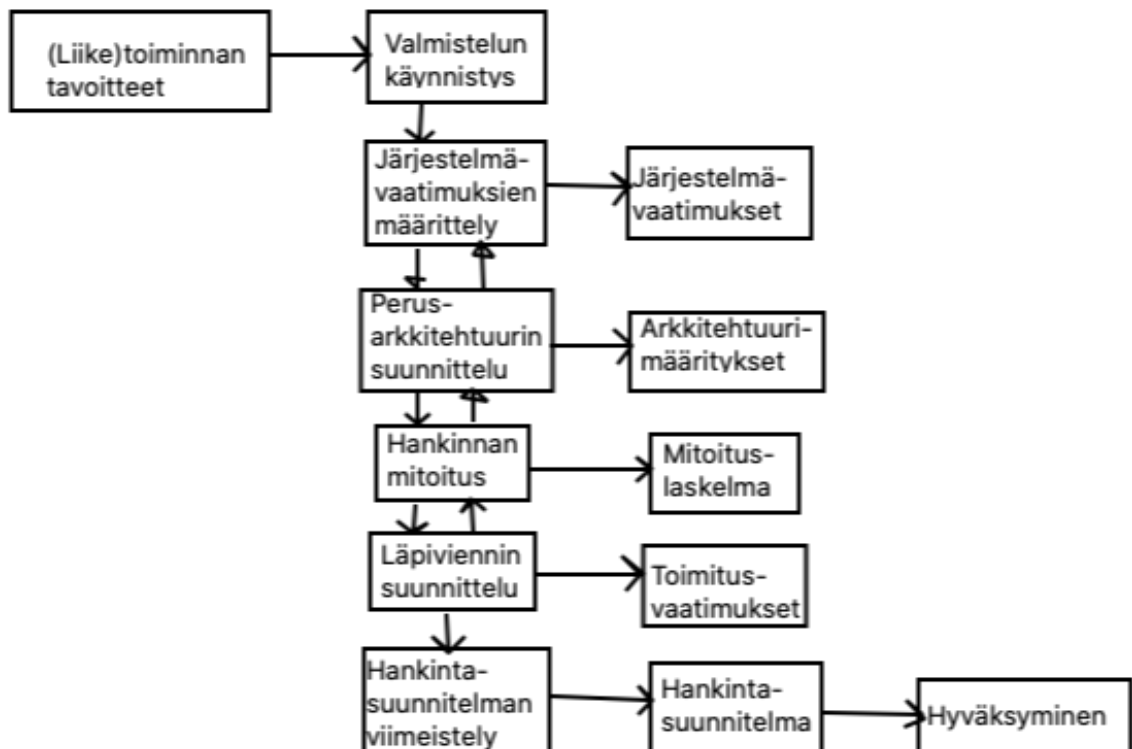
Toiminnanohjausjärjestelmää hankittaessa ei kannata aloittaa järjestelmien hintojen, ominaisuuksien tai toimittajien vertailulla. Toiminnanohjausjärjestelmän hankinta on onnistunut, kun siihen on valmistauduttu määrittelemällä yrityksen tilanne, tarpeet ja järjestelmällä tavoitellut hyödyt. Yrityksen tilannetta kartoitettaessa yrityksen tulisi pohtia, mihin tarkoitukseen se ERP-järjestelmää tarvitsee. (Visma Suunta, [Viitattu 15.11.2019].)

Tietojärjestelmää hankittaessa on tärkeää ymmärtää, minkä tyyppistä ohjelmistoa ollaan hankkimassa. Jokainen ohjelmistotyyppi vaatii erilaisen hankinta- ja käyttöönottoprosessin sekä erilaisen määrän huomioitavia asioita ja tilaajalta erilaista roolia projektissa. Tietojärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen luokkaan:

1. Valmiit ohjelmistot kuten ERP, jonka räätälöitävyys on rajoitettua
2. Puolivalmiit ohjelmistot, joita voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeisiin sopiviksi
3. Alusta lähtien kehitettävät ohjelmistot, jossa koko ohjelmiston toiminnallisuus kehitetään asiakkaan tarpeisiin. (Holvi, [Viitattu 4.11.2019].)

Verkkokaupparatkaisuissa erillISRatkaisuja ei ehkä kannata korvata ERP-järjestelmällä, jos toiminta on pientä ja erillISRatkaisu toimii. Tosin, jos verkkokaupalla ei ole helposti dataa saatavilla tai se kootaan manuaalisesti, ERP-järjestelmä on kannattavaa hankkia. ERP:n avulla voidaan kilpailla toimitusnopeudella ja sujuvalla palautusten käsittelyllä. Verkkokaupan yhteydessä järjestelmä skaalautuu parin vuoden tarpeisiin. Jos liiketoiminta tapahtuu kivijalkaliikkeen ja verkkokaupan yhdistelmänä, useilla paikkakunnilla, paikallisten ja keskusvaraston yhdistelmänä, ERP-järjestelmän toimittajan tulee olla sellainen, jolla on kokemusta tällaisesta asetelmasta. (Tapanainen, [Viitattu 5.11.2019].)

Hankintaa valmisteltaessa suurin valmistelutyömäärä menee järjestelmävaatimuksien määrittelyyn. Toisaalta liian tarkka määrittely saattaa rajata mahdollisia ratkaisuja epätarkoituksenmukaisesti tai jopa estää kelvollisen, nopean ja edullisen ratkaisun löytämisen. Järjestelmävaatimuksien määrittelyn tavoitteena on saada aikaan määrittelijöiden, tulevien käyttäjien ja päätöksentekijöiden yhteinen ymmärrys tietojärjestelmän toiminnallisuudesta, teknisistä reunaehdoista ja laadullisista ominaisuuksista. Järjestelmävaatimuksien määrittelyn tärkeimmiksi tehtäviksi mielletään tarpeiden keruu, niiden analysointi ja täsmentäminen vaatimuksiksi ja vaatimuksien priorisointi ja hyväksyminen. Määrittelyn yhteydessä järjestelmää tarkastellaan sekä toimintaprosessin että tietohallinnon kannalta. (Forselius 2013, 25-26.)



Kuva 5. Hankinnan valmistelu (Forselius 2013, 25)

Tietojärjestelmähankinta liittyy yleensä liiketoiminnan kehittämiseen. Toiminnan kehittäminen usein tarkoittaa joko uusien prosessien ottamista osaksi toimintaa, olemassa olevien prosessien kehittämistä tai prosessista luopumista. Prosessin parantaminen vaatii parempien menetelmien ja parempien työvälineiden hankintaa. Tietojärjestelmän hankinta tulisi nähdä organisaatiossa mahdollisuutena ottaa

käyttöön myös entistä parempia menetelmiä ja kehittää organisaation työnjakoa ja tehtäviä. (Forselius 2013, 27).

ERP-järjestelmää hankittaessa yrityksen tulee ensin selvittää yritystoimintansa ongelmakohdat, jotka halutaan ERP-järjestelmän avulla poistaa. Liiketoiminnan hyödyt, joita halutaan saavuttaa, tulisi määrittää jo hankintavaiheen alussa. Mitä selkeämmät ja konkreettisemmat hyötyjen määrittelyt ovat, sitä helpompi on arvioida vaihtoehtoisia järjestelmäkokonaisuuksia. (Visma Suunta [Viitattu 15.11.2019].)

Toiminnanohjausjärjestelmän arviointikriteerit ovat yrityskohtaisia, sillä ne määrittelee yritys itse omiin tarpeisiinsa sopiviksi. Tärkeitä kriteerejä ovat muun muassa hankintahinta, toimittajan luotettavuus ja aiempi kokemus hankkeista, toimialatuntemus ja tuki- ja lisäpalvelut. Valintaan vaikuttaa myös yrityksen toimintamalli. Jos yrityksen tuotannossa vuorottelevat vain vakiotuotteet, joita ei tarvitse konfiguroida, voi yritys tulla toimeen ERP-järjestelmällä, jossa on kevyemmät tuotannosuunnittelu- ja tuotehallintamoduulit. Mikäli tuotanto on tilausohjautuva ja siinä on eritasoisia tuoterakenteita kokoonpanovaiheessa, ja tuotteisiin tulee usein muutoksi, yritys tarvitsee tuotantolähtöisen ERP-järjestelmän. (Iskanius & Juuso 2009, 26-27.)

6.1.1 Tietojärjestelmän järjestelmävaatimusten määrittely

Järjestelmävaatimukset tulee valmisteluvaiheessa määrittellä riittävän konkreettisesti, jotta tavoitteiden toteuttamisen edellytykset pystytään luotettavasti arvioimaan. Tarvemäärittelyn tavoite on, että hankinnan osapuolten välillä on ymmärrys hankittavan tietojärjestelmän sisällöstä ja laadusta. Vaatimusmäärittelyä lukevat ja ymmärtävät tekijät kykenevät toteuttamaan tietojärjestelmän, kun tietojärjestelmän käyttöön liittyvät prosessit ja käyttötilanteet on kuvattu kattavasti. Vaatimusmäärittelyn tasolla on vaikutus lopputuloksen tasoon. (Forselius 2013, 29).

Kehittämisen prosessi koostuu vaatimusten kuvaamisesta, teknisestä toteutustyöstä ja vaatimusten hallinnasta. Kehittämisen prosessiin voidaan ajatella kuuluvan 14 askelta:

1. Tietojärjestelmän hankinta, joka alkaa ideasta hankkia uusi tietojärjestelmä, kuten vaikkapa projektinhallintaohjelmisto, potilastietojärjestelmä tai asiakastietojärjestelmä.
2. Käyttäjien kuvaus, jolla tarkoitetaan, ketkä kyseistä tietojärjestelmää tulisi käyttämään.
3. Käyttötarinat, joiden tarkoitus on kertoa, kuinka käyttäjä on selvinnyt tehtävästään uuden tietojärjestelmän avulla.
4. Termit, tulisi yhtenäistää niin, että organisaation joka yksikössä käytettäisiin samaa terminologiaa.
5. Käsittemallit, jos tietojärjestelmän avulla on tarkoitus hoitaa tietojen tallentamista tietokantaan ja sen hallintaa, tallennettavat tietoryhmät ja niiden suhteet tulee kuvata ja määritellä.
6. Prosessit, eli prosessikaaviot ja prosessien kuvaukset, joiden avulla kuvataan kaikki sellaiset toimintaprosessit, joissa käyttäjä tulee käyttämään jotain uutta tietojärjestelmää. Vaikka liiketoimintaan luultavasti sisältyy muitakin prosesseja, on tärkeää rajata vaatimukset ainoastaan niihin prosesseihin, joissa järjestelmä on mukana.
7. Käyttötilanteet, joiden tarkoituksena on kuvata tilanteet, joissa käyttäjä kommunikoi hankittavan tietojärjestelmän kanssa. Käyttötilanteen kuvauksesta tulisi löytyä helposti kaikki juuri siinä tilanteessa tarpeelliset järjestelmän toiminnot.
8. Toiminnalliset vaatimukset, kuten näytöt, liittymät, raportit ym. järjestelmän toiminnot, kootaan luetteloon. Käyttötilanteissa esiintyvistä toiminnoista ja itsenäisesti prosessikaavioissa näkyvät hankittavan tietojärjestelmän ja muiden järjestelmien väliset rajapinnat siirretään erilliseen

informaatiopalvelua tuottavaan tietovarastoon. Näiden tietojen avulla tuotetaan raportit.

9. Määrittysten tarkentamisella tarkoitetaan toimittajan tekemiä lisäkysymyksiä, tarkennuspyyntöjä ja ehdotuksia pystyäkseen toteuttamaan vaaditun toiminnallisuuden.
10. "Malli" eli tekninen suunnittelu, jossa suunnitellaan kunkin näytön, raportin tai muun toiminnon ulkoasu. Tässä yleensä käytetään apuna tilaajan valitsemaa käyttöliittymäarkkitehtuuria.
11. Ohjelmakoodin tuottaa toimittaja ja suorittaa yksikkötestaukset sovitulla testiaineistolla.
12. Testaus- ja hyväksymisraportit voidaan tehdä, kun riittävä määrä ohjelmistoa on valmistunut niin, että kokonaisia käyttötilanteita voidaan testata.
13. Tuotantoon vienti, toisin sanoen käyttöönotto, jossa käyttäjät ovat tyytyväisiä järjestelmän toimintaan ja toiminnallisuuteen.
14. Ylläpito, jolla tarkoitetaan järjestelmän niin kunnossapidon kuin ylläpidon sujuvuutta ja tehokkuuttakin. Kun tietojärjestelmän elinkaari voi olla kymmeniäkin vuosia, uusia versioita ohjelmistoista ja laajennuksia järjestelmän toiminnallisuuteen tarvitaan vuosien aikana lukuisia ja säännöllisin välein. (Forselius 2013, 30-43.)

6.2 MES-järjestelmän valitseminen

Logica julkaisee vuosittain MES-tuotetutkimuksen, joka löytyy muun muassa MESA-verkkosivulta. Asiakirja antaa yleiskuvan MES-myyjistä ja heidän tuotteistansa maailmanlaajuisesti. MES-järjestelmää ja toimittajaa valittaessa tulisi miettiä, mihin kyseinen järjestelmä on tarkoitettu: Sopiiko se eräprosesseihin vai

jatkuviin prosesseihin, miten laajalti myyjä tarjoaa tukea (Eurooppa vs. maailmanlaajuinen), ja mitä ominaisuuksia järjestelmä sisältää - esimerkiksi näillä kriteereillä saadaan rajattua mahdollisia toimittajia. Tällaisella eliminointitaktiikalla voidaan vähentää järjestelmän hankintaan kuluva aikaa. (Scholten 2009, 72-73.)

MES-järjestelmää ja toimittajaa valitessa ei vertailla vain ohjelmistoja, vaan on myös vertailtava toimittajien suorituskykyä. Tämä pitää sisällään kustannukset, toteutusajan tuen, sillä näillä tekijöillä voi olla suuria eroja toisiinsa nähden eri toimittajilla ja ohjelmistoilla. Prosessin arvioinnissa pyritään tunnistamaan vastaako ohjelmiston toiminnallisuus tuotantotarpeita. Siinä tarkastellaan ohjelmiston joustavuutta eli missä määrin MES-järjestelmää voidaan muokata, luotettavuutta, missä selvitetään MES:n kykyä suorittaa vaaditut toiminnot ilmoitetuissa olosuhteissa, ja yhteensopivuutta eli kuinka MES mukautuu olemassa oleviin ja tuleviin järjestelmiin. MES:n ja muiden tuotannossa olevien järjestelmien integrointi on tärkeä tietojärjestelmien täysimääräisten etujen saavuttamiseksi. Lisäksi tarkastellaan turvallisuutta tietojen ja prosessien suojaamisen kannalta, ja helppokäyttöisyyttä järjestelmän käyttäjien kannalta. (Liang & Qing 2006, 692-693.)

Kun mahdollisia toimittajia on karsittu muutamaan, on hyvä kysyä muutama kysymys jäljelle jääneiltä. Esimerkkeinä: Onko heillä saatavana tuotekoulutusta, MES:n strategiset suunnitelmat, lisenssit ja toimittajan taloudellinen tila jatkuvuuden kannalta. Kun kysymyksiin on vastattu, voidaan pitää kysymys- ja vastaustilaisuus, jossa ostaja voi vastata samanaikaisesti kaikkien toimittajien kysymyksiin. Näiden avulla toimittaja voi räätälöidä ostajan tarpeisiin sopivimman MES-järjestelmän. (Scholten 2009, 73-74.)

Kun valintatiimillä on riittävästi tietoa myyjästä, järjestelmästä, lisensoinnista ja toiminnallisuudesta suhteessa toisiinsa, voidaan tehdä valinta. Valinnassa tulee ottaa huomioon, onko toimittajalla tarjota tukea kellonajasta huolimatta, jos tarve vaatii, onko heillä kokemusta rajapintojen luomisesta tason 4 järjestelmiin ja onko vaadittua tietoa omaavia työntekijöitä saatavilla, kun sitä tarvitaan. Projektien hinnoissa saattaa olla suuria vaihteluita. Toiset voivat sisältää projektinhallintaa, koulutusta ja toteutusohjeet, kun toiset voivat jättää manuaalin luomisen ostajalla. (Scholten 2009, 75-77.)

6.3 Toiminnanohjausjärjestelmien erot

6.3.1 MES ja APS

MES on tarkoitettu tuotannon ohjaamiseen, suorittamiseen ja dokumentointiin ja APS tuotannon kuormituksen suunnitteluun ja simulointiin. Esimerkiksi poikkeamaraportointi, työohjeistus ja materiaalipyynnöt eivät ole mahdollisia tai niiden jäljitettävyys voi jäädä puutteelliseksi ilman MES-järjestelmää. Mitä jos -skenaarioiden mallintaminen ei ole mahdollista ilman APS-järjestelmää. (Leanware, [Viitattu 29.10.2019].)

6.3.2 ERP ja MES

ERP vastaa kysymyksiin ”Milloin, kuinka paljon ja minkälaista” kun taas MES vastaa kysymyksiin ”Miten työ tehdään, miten se edistyy, miten työ onnistuu ja kuka sen teki”. Tuotannonäkökulmasta ERP sisältää toimintoja yrityksen kaikilta osa-alueilta. ERP toimii harvoin ilman yrityskohtaista räätälöintiä, joka on haaste, kun räätälöinti levittyy usein joka osa-alueella ja voi siten riskeerata koko järjestelmän toimivuuden. Räätälöinti voi estää uuden version käyttöönoton päivityksen yhteydessä. MES taas sisältää vain tuotannolle olennaiset toiminnot, joita voidaan räätälöidä yrityksen toimintoihin sopivaksi ilman riskiä. Tarkkuustaso ERP-järjestelmässä aikamääre on tyypillisesti kuukausi, viikko tai päivä, kun MES-järjestelmässä se on tunti, sekunti tai sekunnin murto-osat. Valittaessa ERP-järjestelmän ja MES-järjestelmän välillä täytyy myös pohtia, halutaanko, että työntekijä etsii tiedot vai tekeekö sen järjestelmä. ERP-järjestelmässä työntekijä hakee tiedot itse, MES-järjestelmässä MES näyttää oikeat tiedot työn suorittamiseen. ISA-95-standardin mukaan ERP-järjestelmää ei pitäisi liittää automaatioon, sillä reaaliaikainen ohjaus ei ole tarkoitettu ERP-tasolle. (Leanware [Viitattu 28.10.2019].)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Yhteenveto

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun toimeksiannosta. Työn tavoitteena oli selvittää toiminnanohjausta yleisesti, ja miten valita yritykselle sopiva tuotannonohjausjärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmää valittaessa vastataan mm. kysymyksiin ”milloin, kuinka paljon, minkälaista, miten työ tehdään” ja niin edelleen.

Työssä kerrotaan tuotannonohjauksesta yleisesti ja erilaisista tuotannonohjausjärjestelmistä ja tutustutaan joihinkin järjestelmätoimittajiin. Työssä on myös selvitetty, kuinka toiminnanohjausjärjestelmä valitaan yritykselle ja mitä hankinta vaatii yritykseltä.

7.2 Pohdinta

Tuotannonohjausjärjestelmää valittaessa täytyy ensin miettiä oman toimialan erityistarpeet ja tunnistaa solmukohdat. Tuotannonohjausjärjestelmän avulla voidaan valvoa ja analysoida yrityksen toimintaa järjestelmästä saatujen tietojen avulla. Suoraan ei voida sanoa, minkälainen toiminnanohjaus sopisi millekin yritykselle, sillä yritysten tuotteet ja tuotannot vaativat aina selvitystä toiminnanohjausjärjestelmää varten. Karkeasti voitaisiin sanoa, että valmiit ohjelmistot sopivat yrityksille, joilla ei ole tuotannossa vaihtelua. Valmiilla ohjelmistolla tarkoitetaan ohjelmistoa, jonka räätälöintimahdollisuuksia on rajoitettu. Yrityksille, joilla on tuotannossa paljon vaihtelua, sopisi parhaiten alusta lähtien räätälöidy ohjelma. Yrityksen tulee määritellä järjestelmävaatimukset ja arvioida hankintakriteerit, kuten järjestelmän hankintahinta ja toimittajan luotettavuus ja toimialatuntemus. MES-järjestelmää hankittaessa ja toimittajaa valittaessa ei vertailla pelkästään ohjelmistoja, vaan tulee ottaa huomioon myös toimittajan suorituskyky ja ohjelmiston joustavuus, eli vastaako ohjelmisto tuotantotarpeita ja mukautuuko se olemassa oleviin ja tuleviin järjestelmiin.

LÄHTEET

- ABB. Ei päiväystä. Manufacturing Execution System (MES). [Verkkosivu]. ABB. [Viitattu 15.07.2019]. Saatavana: <https://new.abb.com/cpm/manufacturing-execution-system-mes-mom>
- Arrow Engineering Oy. Ei päiväystä. MES-järjestelmän hankinta. [Verkojulkaisu]. Arrow Engineering. [Viitattu 30.07.2019]. Saatavana: https://blogi.arroweng.fi/hubfs/Docs/MES-järjestelmän-hankinta-opas.pdf?utm_campaign=MES&utm_source=hs_automation&utm_medium=email&utm_content=51195868&_hsenc=p2ANqtz-_p7mCue5MbjQ0XKsl1b9UiscWvDAV0u0ywm48hfqTf-YXYvZGd-44fLkPbUmsp4p1Uc8esr-Amf3FEO1TFKlj5GLR8w&_hsmi=51195868. Vaatii käyttöoikeuden.
- Ferreira, L., Lopes, N., Silva, J., Goran, P., Cruz-Cunha, M. & Ávila, P. 2019. Technological Developments in Industry 4.0 for Business Applications. Hershey PA: IGI Global.
- Forselius, P. 2013. Onnistunut tietojärjestelmän hankinta. 3. uud. p. Helsinki: Talentum Oy.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. uud. p. Ylöjärvi: Infacs johtamistekniikka Oy.
- Heidel, J., Hoffmeister, M., Hankel, M. & Döbrich, U. 2019. Industrie 4.0: The Reference Architecture Model RAMI 4.0 and the Industrie 4.0 component. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Hovi, A. Ei päiväystä. Tietojärjestelmän hankinta käytännössä. [Verkojulkaisu]. Ari Hovi. [Viitattu 4.11.2019]. Saatavana: <https://www.arihovi.com/?kurssi=tietojarjestelman-hankinta-kaytannossa#>
- ISA. Ei päiväystä. ISA-95. [Verkkosivu]. ISA Europe. [Viitattu 23.08.2019]. Saatavana: <https://isaeurope.com/isa-95/>
- Iskanius, P. & Juuso, J. 2009. Arviointikriteerit toiminnanohjausjärjestelmän valintaan. [Verkojulkaisu]. Raahen Oulun yliopisto, Raahen toimintayksikkö. Tomi-raportti 5. [Viitattu 19.11.2019]. Saatavana: <https://docplayer.fi/653314-Arviointikriteerit-toiminnanohjausjarjestelman-valintaan.html>
- Leanware. Ei päiväystä. Mikä on MES- ja APS-järjestelmien ero?. [Verkojulkaisu]. Leanware. [Viitattu 29.10.2019]. Saatavana: https://leanware.fi/fi/leanwaremes-visuaalisin-ja-ohjaavin-valmistuksenohjausjarjestelma/?gclid=EAlaIqobChMI2_6Gm7XB5QIVD6WaCh3qXQXaEAAYASAAEgJ-fPD_BwE

- Leanware. Ei päiväystä. Miksi LeanwareMES ERP-järjestelmäksi?. [Verkkajulkaisu]. Leanware. [Viitattu 28.10.2019]. Saatavana: https://leanware.fi/fi/leanwaremes-visuaalisin-ja-ohjaavin-valmistuksenohjausjarjestelma/?gclid=EAIaIQobChMI2_6Gm7XB5QIVD6WaCh3qXQXaEAAYASAAEgJ-fPD_BwE
- Liang, C. & Qing, L. 2006. A Unified decision model for evaluation and selection of MES software. Beijing, Tsinghua University.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.
- Martio, A. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Espoo: Amartekno Oy.
- MESA International. Ei päiväystä. About MESA. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.04.2020]. Saatavana: <http://www.mesa.org/en/aboutus/aboutmesa.asp>
- Microsoft. Ei päiväystä. Mikä ERP on ja miksi sitä tarvitaan. [Verkkosivu]. Microsoft, Suomi. [Viitattu 12.07.2019]. Saatavana: <https://dynamics.microsoft.com/fi-fi/erp/what-is-erp/>
- Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Odoo. Ei päiväystä. Making companies a better place, one app at a time. [Verkkosivu]. Odoo. [Viitattu 17.07.2019]. Saatavana: <https://www.odoo.com/page/about-us>
- PLM Technology Guide. Ei päiväystä. What is PLM? [Verkkosivu]. PLM Technology Guide. [Viitattu 12.08.2019]. Saatavana: <https://plmtechnologyguide.com/what-is-plm/>
- Production Software. Ei päiväystä. ISA-95. [Verkkosivu]. Production Software. [Viitattu 22.08.2019]. Saatavana: http://www.productionsoftware.fi/MES/isa_95.htm
- Ptak, C. & Schragenheim, E. 2003. ERP: tools, techniques & applications for integrating the supply-chain. 2. uud. p. Boca Raton: CRC Press.
- Saarelainen, P. ERP, MES, WMS,APS... Miksi ISA-95-standardi. [Verkkajulkaisu]. Leanware. 2016. [Viitattu 26.08.2019]. Saatavana: <https://leanware.fi/fi/miksi-isa-95-standardi/>
- Salesforce. Ei päiväystä. What is Salesforce. [Verkkosivu]. Salesforce. [Viitattu 17.07.2019]. Saatavana: <https://www.salesforce.com/eu/products/what-is-salesforce/?d=cta-body-promo-72>

- Scholten, B. 2009. MES Guide for Executives: Why and How to Select, Implement, and Maintain a Manufacturing Execution System. International Society of Automation
- SFS-EN 62264-3. 2017. Enterprise-control system integration. Part 3: Activity models of manufacturing operations management (IEC 62264-3:2016). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Tapanainen, T. Ei päiväystä. Miten valita omaan toimintaan sopivin ERP-järjestelmä?. [Verkkajulkaisu]. Paytrail Technology Oy. [Viitattu 5.11.2019]. Saatavana: <https://www.paytrail.com/blog/miten-valita-omaan-toimintaan-sopivin-erp-jarjestelma>
- Vegetti, M. & Henning, G. Ei päiväystä. ISA-88 Formalization. A Step Towards its Integration with the ISA-95 Standard. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 20.02.2020]. Saatavana: http://ceur-ws.org/Vol-1333/fomi2014_4.pdf
- Visma Suunta. Ei päiväystä. Miten aloittaa ERP-järjestelmän hankinta?. [Verkkajulkaisu]. Visma Software Oy. [Viitattu 15.11.2019]. Saatavana: http://suunta.visma.fi/miten-aloittaa-erp-jarjestelman-hankinta?_ga=2.258036490.1299087317.1573650902-1164365601.1573650902&_gac=1.19056140.1573650993.EAlalQobChMljqP1jJ_n5QIVBaaaCh39zwnsEAAYBCAAEgKR1vD_BwE
- WorkWise Software. Ei päiväystä. History of MES. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.08.2019] Saatavana: <https://www.workwisellc.com/erp-software/what-is-mes/>
- WorkWise Software. Ei päiväystä. How does MES and ERP Work Together?. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.08.2019]. Saatavana: <https://www.workwisellc.com/erp-software/what-is-mes/>
- WorkWise Software. Ei päiväystä. Manufacturing Execution System, Explained. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.08.2019]. Saatavana: <https://www.workwisellc.com/erp-software/what-is-mes/>
- Zaheer, M. 2017. RAMI 4.0 (Part 1): Smart Electronic Industry 4.0 Architecture Layers. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 23.04.2020]. Saatavana: <https://dzone.com/articles/part-1-rami-40-startup-of-smart-electronic-industr>