

Suvi Huhtala

KOMPONENTTIEN JÄLJITETTÄVYYS

KOMPONENTTIEN JÄLJITETTÄVYYS

Suvi Huhtala
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Suvi Huhtala

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Komponenttien jäljitettävyys

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Component Traceability

Työn ohjaaja: Timo Vainio

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020

Sivumäärä: 39

Työn tavoitteena oli selvittää komponenttien jäljitettävyydelle tuotantoon soveltuva toimintatapa tuotteilla, joilla oli monitasoinen tuoterakenne ja jotka sisälsivät useita yksikön ulkopuolelta hankittuja elektroniikkaosia. Jäljitettävyys tuli saada toteutettua työn tilanneella yksiköllä, Enics Raahe oy:llä, jo käytössä olleilla järjestelmillä.

Tehtävä aloitettiin tutustumalla yrityksellä käytössä oleviin tuotantojärjestelmiin ja niiden toimintoihin. Tutustumista varten hankittiin käyttöoikeudet niihin järjestelmiin, joihin sitä ei aikaisemmin ollut. Uudet järjestelmät olivat käyttöliittymiltään erilaisia kuin mihin aikaisemmin oli totuttu, joten järjestelmillä tehtiin aluksi yksinkertaisia harjoituksia, jotta päästiin edes jonkinlaiseen ymmärrykseen siitä, miten tieto kulki niissä eri toimintojen välillä.

Kun järjestelmien toiminnot ja niiden rajoitteet olivat tiedossa, valittiin tuotannossa olevan tuote, jolla jäljitystä ryhdyttiin toteuttamaan. Tämän jälkeen rajattiin tuotteen materiaalirakenteilla olleet komponentit ja niiden jäljitettävyydet, joista tehtiin kokonaiskuvaa selventävä kaavio.

Jäljitys toteutettiin annettuja järjestelmiä testaten sekä oikeiden valmistuneiden tuotteiden ja niiden komponenttien sarjanumeroita käyttäen. Lopulta onnistuttiin ratkaisemaan toimintatapa, millä jäljitettävyys saatiin toimimaan komponenttien vastaanotosta valmiin tuotteen toimitukseen asiakkaalle. Esimerkkinä olleesta tuotteesta tehtiin toimintaohje työn tilanneelle yritykselle, jota voitiin käyttää pohjana muiden tuotteiden jäljityksen ohjeistuksessa.

Jäljityksen toimimiseen tarvittiin useaa järjestelmää, joka ei ollut paras mahdollinen ratkaisu, mutta ilman uusia investointeja muutoin ei pystytty toimimaan. Tämä malli aiheuttaa paljon päällekkäistä työtä eri järjestelmissä, jonka kustannuksia olisi hyvä yrityksen jatkotoimenpiteenä tutkia tarkemmin ja tehdä sen perusteella johtopäätös, olisiko järjestelmä investointi järkevää lähivuosina.

Asiasanat: atk-järjestelmät, tietojärjestelmät, tiedonhallintajärjestelmät

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Information Technology

Author: Suvi Huhtala

Title of thesis: Component Traceability

Supervisor: Timo Vainio

Term and year when the thesis was submitted: spring 2020

Pages: 39

Purpose of the work was to find out a suitable method for component traceability of products that had a multi-level product structure, and contained a lot of electronics, which were purchased from outside of the business unit. Traceability had to be implemented by using systems which were already in use at the company that ordered the work. This company is Raahe Enics oy.

The task was started by introduction to production systems and their functions. For that user rights were needed for all systems. New systems had different user interfaces than system which was used previously. Therefore, it was necessary at first to do simple trials with the systems, so that it could be possible to get understanding, how the information will be moved between different functions.

Once the functions of the systems and their limitations were known, the product from the production was selected for the tracking implementation. After that, the material under product structure and their traceability levels were delineated. A clarifying diagram of the overall picture was made from the definition.

Tracing was implemented by testing the given systems and using serial numbers of the correct finished products and their components. In the end it was succeeded to form workable way to make traceability work from the receipt of the components to the delivery of the finished products to the customer. An operational instruction was made to company that ordered the work. A completed instruction could be used as a base of other product tracking instructions on the future.

Several systems were needed to get tracking to work. It was not the best possible solution, but without new investment, it would have not been possible to work otherwise. This model causes a lot of duplication work in different systems, and its cost should be measured and studied more closely and draw a conclusion if the investment of the system would make sense in the coming years.

Keywords: computer systems, information systems, information management systems

ALKULAUSE

Haluan kiittää Enics Raahen Oy:tä mahdollisuudesta tehdä mielenkiintoinen opin-
näytetyö, joka tuli Raahen yksiköllä todelliseen tarpeeseen. Erityiskiitokset Marko
Alakarjalalle työn ohjaamisessa ja palautteesta projektin aikana.

Kiitoksia OAMK:n opettajille. Opiskeluni tapahtui suurimmaksi osaksi etäyhteyk-
sillä, joten tuntien järjestäminen vaati teiltä varmasti ylimääräistä työtä ja vaivaa
siihen nähden, mitä normaalissa lähiopetuksessa olisi vaadittu. Työn ohessa
opiskelevana, kahden pienen lapsen äitinä, kouluttautuminen olisi muutoin jäänyt
vain haaveeksi.

Suurimman kiitoksen haluan osoittaa perheelleni, joka on jaksanut tukea ja kan-
nustaa minua opiskelussa. Vaikka olen ollut kotona läsnä, teille annettu aika kiih-
keimpänä opiskeluaikana rajoittui pieniksi siivuiksi arjen keskellä.

Raahessa 12.5.2020

Suvi Huhtala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 JÄRJESTELMIIN TUTUSTUMINEN	9
2.1 Tuotetiedonhallintajärjestelmä	9
2.1.1 Solidworks PDM	11
2.1.2 Wise ePDM	11
2.2 Toiminnanohjausjärjestelmä	13
2.2.1 ERP-järjestelmän rakenne	13
2.2.2 Wise ERP	14
2.3 Valmistusjärjestelmä	18
2.3.1 SAP ME	19
2.3.2 MES Tool	21
3 LINKITYS	28
4 JÄLJITYKSEN TOTEUTUS	30
5 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	38

LYHENTEET

BOM	Bill Of Materials, osaluettelo
CP	Customer Product, asiakkaan tuote
CPN	Customer Part Number, asiakkaan osanumero
EDI	Electronic Data Interchange, elektroninen tiedon vaihto
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
LPN	Local Part Number, lokaali osanumero
MES	Manufacturing Execution System, tuotannonohjausjärjestelmä
MI	Manufactured Item, valmistettava tuote
MPN	Manufacturer Part Number, valmistajan osanumero
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja ohjeistaa toimintamalli, miten jäljitettävyys saadaan toimimaan tuotteilla, joiden kokoonpanoon käytetään useita elektroniikkaosia. Työn toimeksiantajana oli Enics Raahen oy.

Yrityskaupan myötä Raahen yksikön elektroniikkatuotanto oli siirretty yrityksen muihin yksiköihin ja Raahen jäi enää tuotekehityksen lisäksi kokoonpanotuotantoa. Piirilevylle asennettavien komponenttien jäljitettävyydestä huolehti kyseisen tuotteen valmistava tehdas, joten piirilevylle asennettujen komponenttien jäljitys täytyi saada Raahen yksikössä jatkumaan lopputuotteelle asti.

Siirtymisvaiheessa kalustettujen piirilevyjen sarjanumerot oli luettu yksikön sisäiseen verkkoon Excel-tiedostoihin yhdessä tuotteen sarjanumeron kanssa. Tämä ei voinut olla kestävä ratkaisu. Tiedostojen yhdistäminen lopputuotteen sarjanumeroon oli työlästä, sekä tiedostojen vahingoittuminen käyttökelvottomiksi oli mahdollista.

Vaatus oli, että tuotteille asennetut yksittäiset komponentit ja niiden valmistuserät pystytään jäljittämään lopputuotteen sarjanumeron perusteella ja että Enics Raahen Oy:llä on tiedossa sekä yksikkö- että erätasolla, mihin ja milloin tuotteet on toimitettu asiakkaille. Tähän toimintamalliin oli käytettävä ensisijaisesti Enics Groupilla jo käytössä olevia sovelluksia.

Tuotteita valmistava yritys on vastuussa myymiensä tuotteiden turvallisuudesta. Erityisesti jos tuotteen käytöstä tiedetään aiheutuvan vaaraa, yrityksen täytyy poistaa vialliset tuotteet myynnistä sekä tiedottaa vaarasta asiakkaille. Tämän vuoksi kattava jäljitettävyys on tärkeää, jotta yritys voi tarvittaessa kotiinkutsua tuotteita sarjanumeron perusteella huoltoon esimerkiksi silloin, jos on tiedossa, että tuotteisiin on käytetty viallista komponentti erää. Ilman kunnollista, toimivaa jäljitystä viallisen tuotantoerän takaisin veto voi tulla merkittävän kalliiksi. (1.)

2 JÄRJESTELMIIN TUTUSTUMINEN

Ennen yrityskauppaa Raahessa komponenttien seuranta tapahtui toiminnanohjausjärjestelmän sisällä komponenttien vastaanotosta tuotteen toimitukseen saakka. Vaikka saman tarjoajan toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) oli käytössä myös uudella yhtiöllä, järjestelmässä oli käytössä eri ominaisuudet, kuin Raahen käytössä oli aikaisemmin ollut. Tehäväni oli siis selvittää, mitkä käytössä olevat sovellukset olivat ja kuinka annettu tehtävä saadaan niillä toteutettua.

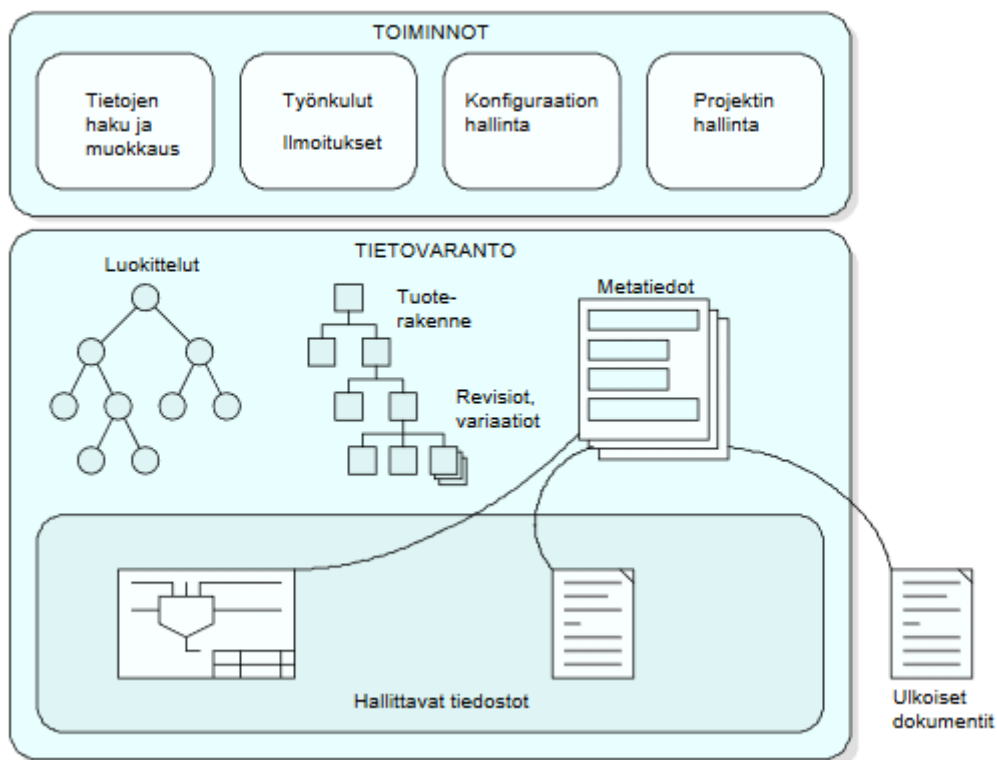
2.1 Tuotetiedonhallintajärjestelmä

Tuotetiedonhallinta- eli PDM-järjestelmä (Product Data Management) sisältää tuotetiedon. Se voi pitää sisällään vielä tuotekehityksessä olevien tuotteiden sekä tuotannossa valmistettavien tuotteiden tiedot. Näitä tietoja ovat mm. komponenttikirjastot ja tekniset piirustukset. Järjestelmällä voidaan hallinnoida myös tuoteversiointia. (2, s. 90.)

PDM-järjestelmän käyttö edellyttää, että omat toimintaprosessit ovat hyvin tiedossa (2, s. 91). Järjestelmässä voi olla tallennettu tiedostoja ja tuoterakenteita monille eri asiakkaille, joille valmistetaan eri käyttö tarkoituksiin tulevia tuotteita. Suunnittelevalla tai valmistavalla yrityksellä täytyy olla tiedossa, milloin esimerkiksi vaihtoehtoisia komponentteja tai valmistusprosesseja voidaan ottaa käyttöön omalla harkinnalla ja milloin yksinkertaiseltakin vaikuttava komponentin vaihto vaatii pitkiä testaus tai hyväksyntä prosesseja.

PDM-järjestelmiä on kaupan useilla eri tarjoajilla, ja vaikka järjestelmän nimi olisi sama, voi toisen tuote olla toiminnoiltaan suunnattu enemmän tuotantoon ja toinen taas tuotekehitykseen. Samalla tarjoajalla voi olla myös monia eritasoisia paketteja järjestelmästä, jotka sisältävät eri määriä toimintoja. Monesti järjestelmiin on myös mahdollista räätälöidä yrityskohtaisia toimintoja, jotka yleensä tulevat kustannuksiltaan huomattavasti kalliimmiksi kuin valmiit paketit.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän toimintoja ovat yleensä dokumenttien, tietokannan, toimintaprosessien, tuoterakenteen, muutosten, versioiden ja projektien hallinta sekä kommentointimahdollisuus ja tietojen selaustoiminta. Ehdottoman tärkeää on myös, että järjestelmään tallentuu muutoshistoria kaikista muutoksista, joita on tehty, sekä tieto siitä, kuka muutoksen teki. PDM:ssä voi olla myös liityntä muihin järjestelmiin yrityksen sisällä tai muihin organisaatioihin. (2, s. 91–92.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Tuotetiedon hallintajärjestelmän osakokonaisuuksia (2, s. 92)

Oikeuksia tehdä muutoksia PDM:n eri osa-alueille voidaan antaa rajatusti eri käyttäjille. Esimerkiksi komponentti-insinööreille voidaan antaa oikeudet muokata ainoastaan komponenttien valmistajien tuotenumeroita eli MPN:niä (Manufacturer Part Number), tuotantoinsinööreille valtuudet päivittää tuotantoprosesseja sekä asiakkaille katseluoikeus heidän omistamilleen tuotteille ja niihin linkitetyille dokumenteille, prosesseille ja materiaalilistoille. (2, s. 92–93.)

2.1.1 Solidworks PDM

Yrityksellä oli käytössä kaksi PDM-järjestelmää, toinen tuotekehityksen ja toinen tuotannon tarpeisiin. Tuotekehityksen järjestelmä oli nimeltään Solidworks PDM.

Solidworks PDM-järjestelmä on PLM Groupin tarjoama palvelu. Yritys on holding-yhtiö, jolla on oma yksikkö (PLM Group Suomi Oy) Suomessa. Yrityksen kotisivujen mukaan heillä on noin 5000 asiakasta Pohjoismaissa, Virossa ja Latviassa. Toimipisteitä yrityksellä on 17 ja ne sijaitsevat samoissa valtioissa kuin asiakkaat, Islantia lukuun ottamatta. (3.)

Solidworks PDM oli selkeästi tuotekehityksen tarpeisiin erikoistunut järjestelmä. PDM:ssä pystyi käsittelemään 3D-mekaniikkapiirustuksia, piirilevypiirustuksia sekä tekemään visuaalisia simulointeja. Muutoshallinta toimi automaattisesti ja käyttöliittymä oli suurelle osalle tuttu Windows Explorer, joten ohjelmiston käytön oppiminen oli nopeaa. (4.)

Solidworks PDM oli hyvä ja toimiva tuotekehityksen tarpeisiin. Jäljityksen kannalta sillä ei kuitenkaan ollut saatavissa rajapintaa tuotannon kanssa, joten minulla ei ollut tarvetta sen tarkempaan tutkimiseen.

2.1.2 Wise ePDM

Toinen PDM-järjestelmä oli Wise ePDM. Ohjelmisto oli suunnattu tuotannon tarpeisiin. Tästä tuotetiedonhallintajärjestelmästä tapahtui tiedonsiirto toiminnanohjausjärjestelmään.

Wise ePDM oli Wisetime Oy:n tuotannonohjausjärjestelmään kuuluva lisämoduuli. Yritys on suomalainen ohjelmistotalo, joka sijaitsee Oulussa. Heidän kotisivujen mukaan yrityksellä on asiakkaita 14 maassa ja käyttäjiä on tuhansia (5).

PDM-järjestelmään luotiin ensin komponentti ja tuotetiedot globaalilla tasolla, jonka jälkeen tiedot lokalisoitiin yksiköihin, jossa tuotetta oli tarkoitus valmistaa. Tällä toimintatavalla oli tarkoitus parantaa tuotetiedonhallintaa esimerkiksi tilanteissa, joissa tuotteen valmistusta haluttiin siirtää yksiköstä toiseen. Myös komponentteihin liittyvissä muutoksissa pystyttiin järjestelmän kautta toteamaan,

missä kaikissa yksiköissä kyseistä osaa käytettiin, ja informoimaan muutoksesta kaikille tarvittaville osapuolille mahdollisimman pienellä viiveellä.

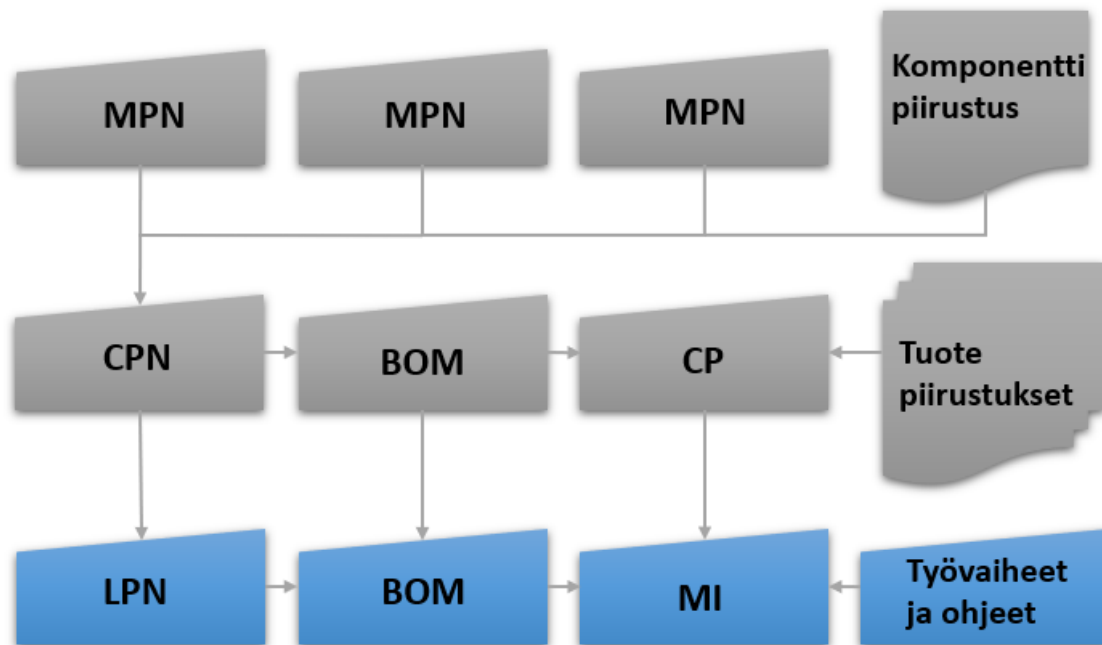
Järjestelmässä hallinnoitiin myös yhteistyökumppaneiden tietoja. Perustiedot luotiin ensin järjestelmään globaalille tasolle ja lokaalilla tasolla niihin voitiin lisätä yksikkökohtaisia yhteyshenkilöitä. Lokaalitason tiedot siirrettiin tuotannonohjausjärjestelmään, jossa yksityiskohtaista käsittelyä voitiin jatkaa.

Globaalitasolla tapahtui nimikeryhmän määrittely. Komponentit ryhmiteltiin aluksi pääryhmiin, kuten puolijohteisiin, elektromekaniikkoihin, passiiveihin, mekaniikkoihin, piirilevyihin ja puolivalmisteisiin ja siitä eteenpäin alaryhmiin. Passiiveista alaryhmänä pystyi olemaan esimerkiksi vastukset ja taas sen alaryhmänä esimerkiksi verkkovastukset.

Globaalitasolla luotiin asiakkaiden komponenttikoodit eli CPN:t (Customer Part Number) ja koodien alle asiakkaan hyväksymät MPN:t sekä tallennettiin niihin liittyvät spesifikaatiot ja piirustukset. Globaalitasolla luotiin myös asiakkaan tuotenumerot eli CP:t (Customer Product) ja niiden alle tuotepiirustukset ja komponenttirakenteet eli BOM:t (Bill Of Materials).

Lokalisoinnissa tarvittaviin valmistaviin yksiköihin siirrettiin globaalien tason CP, siihen kiinnitetyt dokumentit ja tuotteen BOM:ssa olevat CPN:t. Lokaalitasolla tuotteelle luotiin valmistettavan tuotteen eli MI:n (Manufactured Item) koodi sekä jokaiselle komponentille luotiin omat lokaalit komponenttinumerot eli LPN:t (Local Part Number). Valmistettavalle tuotteelle määriteltiin tarvittavat työvaiheet. Tämän jälkeen saldojen hallinnan ylläpitämiseksi BOM:llä olevat komponentit jaettiin työvaiheille sen mukaan, missä niiden käyttö oli. Kun lokaalitaso oli valmis, se julkaistiin, jonka jälkeen tuotteet ja niiden mukana olleet komponentit ja dokumentit siirtyivät tuotannonohjausjärjestelmään.

Käsittelyn hahmottamista helpottamaan, tein tuoterakenteen hallinnasta yksinkertaistetun kaavion. Kuvassa on harmaalla pohjalla globaalilla tasolla tapahtuva tietojen määrittely ja sinisellä pohjalla lokaalitaso. (Kuva 2.)



KUVA 2. Wise ePDM, tuoterakenteen hallinta

2.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

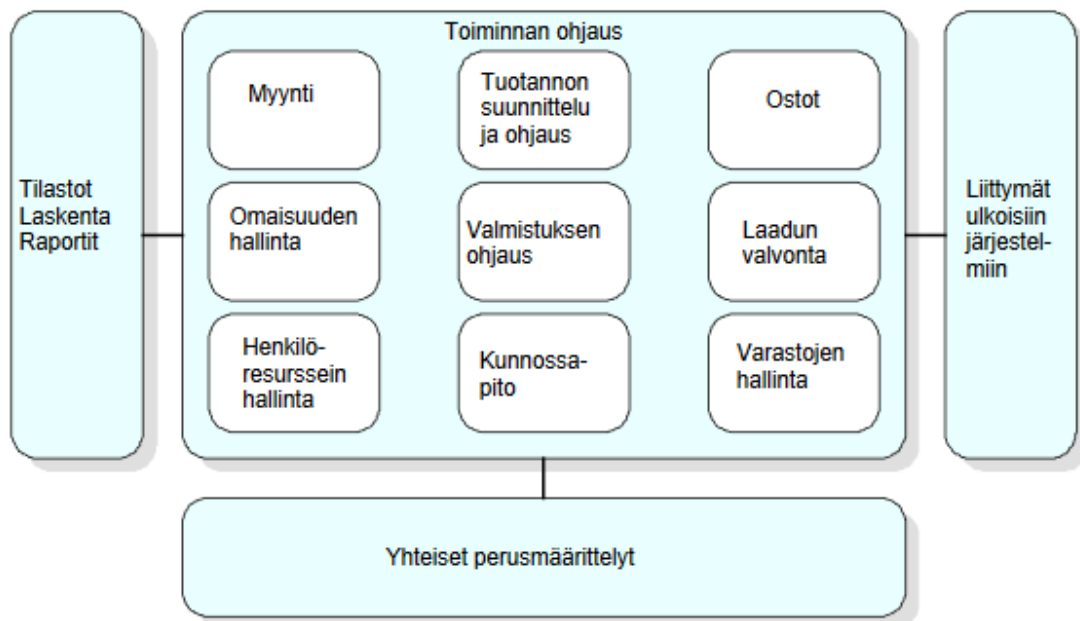
Tilastokeskuksen mukaan toiminnanohjausjärjestelmä oli vuonna 2017 käytössä 60 prosentilla teollisuuden toimialalla toimivista yrityksistä. Mitä suurempi yritys, sitä todennäköisemmin ERP-järjestelmä oli käytössä. (6.)

2.2.1 ERP-järjestelmän rakenne

Toiminnanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan tietojärjestelmiä, joiden tehtävä on yhdistää yrityksen yksiköt ja niiden liiketoimintaprosessit. Ohjelmistoon sisältyy liiketoimintaan ja tuotannon toimintaan liittyviä rakenneosia. Järjestelmä mahdollistaa tiedonkulun tasapuolisesti kaikille yrityksen sisällä ja se automatisoi toimintoja. ERP-järjestelmän tarjoajia on useita kymmeniä, joista suurimpia ovat esimerkiksi SAP, Oracle, People Soft ja Baan. (2, s. 48–49.)

Mitä toimintoja toiminnanohjausjärjestelmään kuuluu, riippuu järjestelmää tarjoavan yrityksen tuotteesta ja siihen asiakkaan tarpeesta liitettävistä lisäosista. Toimintoja voivat olla mm. tuotetietojen, laadun, varaston, logistiikan ja resurssien hallinta, tuotannonsuunnittelu ja sen ohjaus, dokumenttien jakelu, kunnossapito,

taloushallinto, hankinta sekä tilausten ja asiakastietojen käsittely. (2, s. 48–49.)
(Kuva 3.)



KUVA 3. Toiminnanohjausjärjestelmän tyypillisiä rakenneosia (2, s. 49)

ERP-järjestelmillä voidaan siirtää tietoa myös elektronisen viestinnän eli EDIn (Electronic Data Interchange) kautta. Tämä on kannattavaa silloin, jos tiedon siirto on suuri muotoista. EDI-viestintää voidaan käyttää esimerkiksi komponenttien tilaamiseen toimittajilta tai yrityksen yksiköiden väliseen hankintaan. (2, s. 50.)

2.2.2 Wise ERP

Yrityksellä käytössä oleva toiminnanohjausjärjestelmä oli saman ohjelmistotarjoajan kuin aikaisemmin kuvattu PDM-järjestelmä Wise ePDM eli Wisetime oy:n. Wisetime oy:n kotisivujen mukaan heidän ERP-järjestelmänsä käytetään elektroniikka-, piirilevy- ja ympäristöteknologiateollisuudessa, johdinsarja- ja mekaniikkavalmistuksessa sekä kone- ja laitevalmistuksessa (7).

Järjestelmän käyttöliittymä on looginen ja helppo käyttää. Toiminnanohjausjärjestelmässä saatavilla olevia toimintoja olivat liikekumppanit, tuotetiedon hallinta,

dokumenttien hallinta, myynti, hankinta, tuotanto, varastonhallinta, jäljitys ja talous. Eri toiminnoille pystyttiin antamaan käyttöoikeuksia yrityksen pääkäyttäjien toimesta. (7.)

Tein kuvan 4 helpottamaan sen hahmottamista, mitä toimintoja Wise ERP sisälsi (Kuva 4). Tämän jälkeen kävin tekstimuodossa pääpiirteittäin läpi, mitä toimintojen alle sisältyi, nimenomaan työn tilanteen yrityksen käytössä olevassa järjestelmäkokonaisuudessa.



KUVA 4. Wise ERP:n toiminnot

Liikekumppanit

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä pystyttiin hallitsemaan liikekumppaneiden tietoja. Liikekumppanin perustiedot luotiin järjestelmään Wise ePDM:n kautta globaalitasolla, mutta esimerkiksi tilauksiin ja toimituksiin liittyvät tiedot, kuten yhteyshenkilöt, toimitusehdot jne. pystyttiin muokkaamaan suoraan ERP:ssä.

Tuotetiedon hallinta

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä olisi ollut mahdollista hallita tuotetietoja kokonaisuudessaan, mutta Enics oli aikoinaan valinnut käytettäväksi erillisen PDM-moduulin, jossa tuotetiedonhallinta pääasiassa tapahtui. ERP:n puolella hallittiin lähinnä pelkästään tuotteiden läpimenoaikoja ja niiden kuormitusta eri linjoilla.

Dokumenttien hallinta

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä olisi mahdollista hallita yrityksen dokumentaatiota. Järjestelmässä olisi voinut hallita tuotannolle tehtyjä ohjeistuksia, hoitaa lausuntapyyntöjä ja katselmointipöytäkirjat, pyytää lukukuittauksia talon yleisiin toimintaohjeisiin ja tuotteen työohjeisiin ennen työn aloittamista, ylläpitää kemikaaliluetteloja jne. Kuitenkin Enicsillä dokumenttien hallinta oli otettu käyttöön vain PDM-moduulissa ja sielläkin vain suppeasti. PDM:stä siirtyi komponentti- ja tuotetietojen mukana liitetiedostoina vain tekniset piirustukset ja asiakkaan tuotekohdainen dokumentaatio.

Myynti

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä myyntitoiminnan hallinnassa olevat ominaisuudet olivat hyvin Enicsillä käytössä. Tämä ominaisuus oli varsin laaja, joten en ruvennut käymään sitä läpi yksityiskohtaisesti, koska siinä ei ollut mitään yhtymäkohtia jäljitykseen, jota olin selvittämässä.

Hankinta

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä hankinnan ominaisuudessa ostosopimusten hallinnan lisäksi toimi mm. ostoennusteiden ja -ehdotusten automaattinen luonti. Ostosopimukset oli kohdennettu yksittäisille MPN:ille, koska komponenttikoodilla pystyi olemaan usea MPN hyväksyttynä.

Tuotanto

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä pystyi tekemään tuotannonohjausta, joka kattoi kone-, materiaali- ja henkilöresurssien hallintaa ja seurantaa. Kuormitustilanne ja aiheutuneet kustannukset olivat hyvin saatavissa järjestelmässä, mutta tässä ominaisuudessa mahdollistettu jäljitys ei ollut käytössä Enicsin ERP:ssä.

Varastonhallinta

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä komponenteille luotiin varastopaikat, tehtiin vastaanotot, lähetykset, tarkastukset sekä inventaariot. Varastossa olevat komponentit pystyivät olemaan järjestelmässä joko yrityksen tai asiakkaan omistamia. Vastaanotettaessa jokaisen komponenttieron tiedot luettiin järjestelmään. Kokoonpantujen tuotteiden sarjanumerot luettiin järjestelmään lähetystä tehtäessä.

Jäljitys

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä olisi ollut mahdollisuus täydelliselle jäljitettävyydelle, mutta tätä ominaisuutta ei ollut otettu Enicsin järjestelmään. Jäljitys toimi osittain komponenttitasolla, mutta alirakenteiden linkittämiseksi toisiinsa minun piti tutustua myös muihin järjestelmiin.

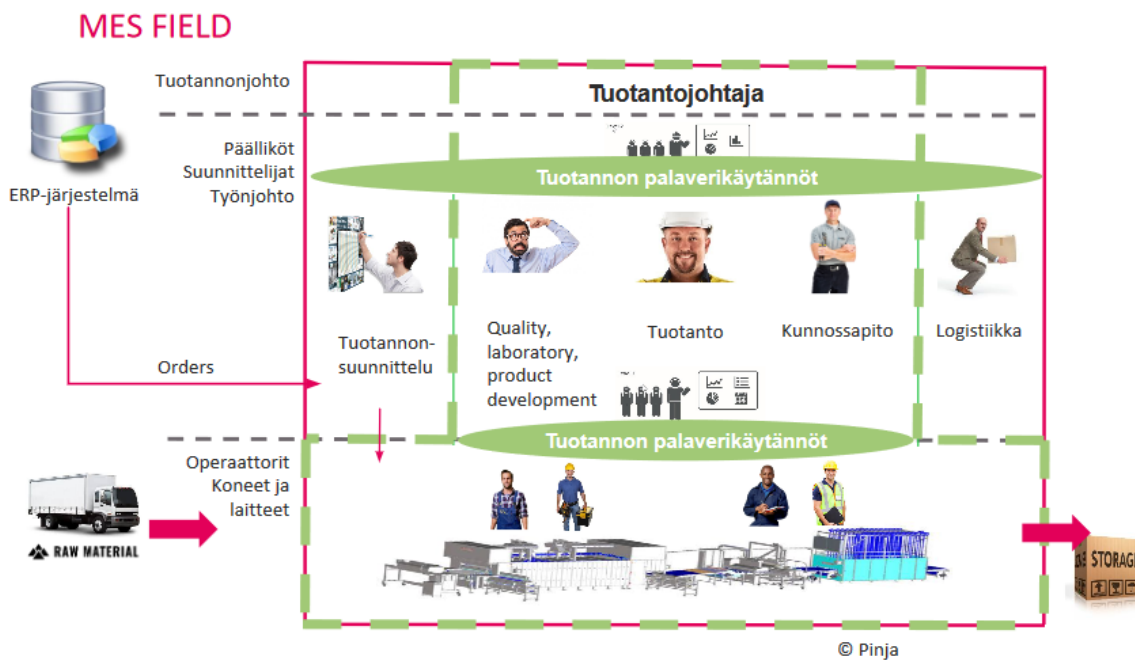
Talous

Wise-toiminnanohjausjärjestelmässä talouteen liittyvä ominaisuus oli laaja. Lähetetyt tuotteet siirtyivät laskutustilaan ja järjestelmän kautta pystyttiin tekemään myös vapaamuotoisia myyntejä ja laskutuksia palveluista, joita ei ollut kirjattu muutoin ERP:iin. Käytännössä kaikki ulkoinen ja sisäinen laskutus pystyttiin tekemään järjestelmän kautta. Talouteen liittyviä toimintoja näiden lisäksi oli monia, mutta en selvittänyt niitä tarkemmin, koska toiminnoilla ei ollut rajapintaa komponenttien jäljityksen kanssa.

2.3 Valmistusjärjestelmä

Valmistus- eli MES-järjestelmää (Manufacturing Execution System) käytetään yrityksissä usein ERP-järjestelmää ja tehdasautomaatiota yhdistävänä sovelluksena. ERP- ja MES-järjestelmissä voi olla samanlaisia ominaisuuksia, joten toiminnalliset rajaukset yleisellä tasolla ei ole helppoja. (8, s. 5.)

MES-järjestelmä on suunnattu ohjaamaan ja kehittämään tuotannon operatiivisia toimintoja. MES kokoaa käyttäjille tarvittavat tiedot siihen, että tilaus valmistuu oikea-aikaisesti ja oikeista materiaaleista. Järjestelmissä on yleensä erilliset käyttöliittymät tuotannon operaattoreille sen mukaan, mitä tuotannon prosessia he tekevät. Hyvän ohjelmiston kautta operaattorit saavat myös työhön liittyviä ohjeistuksia ja tietoa, joka parantaa tuotannon laatua. (8, s. 9–10.) (Kuva 5.)



KUVA 5. MES-järjestelmän tuotantoympäristön vaikutukset (8, s. 7)

Valmistusjärjestelmän käyttö soveltuu esimerkiksi suurta volyymia ja erilaisia tuotteita valmistavalle teolliselle yritykselle, jolla on tarve kerätä reaaliaikaista ja hyvälaatuista tietoa lattiatasolta esimerkiksi erilaisiin raportointeihin (9, s. 8). MES-järjestelmän toimintoja voivat olla resurssien, henkilöstön, tuotantoproses-

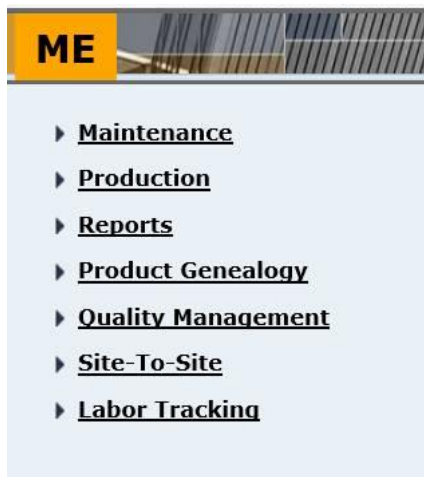
sien, kunnossapidon ja dokumenttien hallinta, tuotannon hienokuormitus ja tietojen kerääminen, laatujohtaminen, tuotetietojen seuranta sekä suorituskyvyn analysointi (9, s. 3).

2.3.1 SAP ME

Yrityksellä käytössä oleva MES-järjestelmä oli SAP ME (SAP Manufacturing Execution). Järjestelmän tarjoaja on SAP. Yritykseltä on toimipisteitä ympäri maailmaa, myös Suomessa (10).

SAP on markkinoilla johtavassa asemassa oleva suuri globaali yritys, joka on perustettu Saksassa jo vuonna 1972. Heidän kotisivujen mukaan yrityksen palveluja käyttää yli 440 000 asiakasta yli 180 maassa. (10.)

SAP:n internetsivuja tutkiessa en löytänyt SAP ME:n esittelystä samanlaista sovellusta, kuin mikä oli Enicsillä käytössä. Jatkoin käyttöliittymän tutkimista suoraan järjestelmästä. Käytössä olevassa järjestelmässä olevat toiminnot olivat: ylläpito, tuotanto, raportit, tuotegenealogia, laadunhallinta, tiedon siirto ja työajan seuranta (Kuva 6).



KUVA 6. SAP ME -toiminnot käyttöliittymässä

Ylläpito

SAP ME -valmistusjärjestelmässä ylläpidon alla olevia toimintoja olivat tuotetietojen ja vikamääritelmien ylläpito sekä järjestelmäraportit ja järjestelmätietojen ylläpito. Tällä toiminnolla pystyi esimerkiksi luomaan järjestelmään uusia materiaaleja ja määrittelemään tuotteille työpisteet ja työvaiheet.

Tuotanto

SAP ME -valmistusjärjestelmässä tuotannon alla olevia toimintoja olivat mm. arkistoidut tuotteet, tuotannossa aktiivisena olevat tuotteet ja valmistuserät. Tämän toiminnon alla voitiin esimerkiksi luoda uusia tuotantoeriä järjestelmään.

Raportit

SAP ME -valmistusjärjestelmässä Raportit-toiminnon alta pystyi tekemään erilaisia raportteja rajauksia tekemällä. Tämän toiminnon alta oli mahdollista esimerkiksi selvittämään, mille tuotteelle mikäkin sarjanumero oli linkittynyt.

Tuotegenealogia

SAP ME -valmistusjärjestelmässä Tuotegenealogia-toiminnon alla mm. perustettiin tuoterakenteet ja määriteltiin pakkauskoot. Myös komponenttien vastaanotto tapahtui tässä toiminnossa. Toiminnon alta pystyi saamaan myös erilaisia raportteja, esimerkiksi tulostamaan tuoterakenteen.

Laadunhallinta

SAP ME -valmistusjärjestelmässä Laadunhallinta-toiminnon alta löytyi mm. reaaliaikainen tilastollinen prosessiohjaus ja sinne pystyi kirjaamaan sarjanumero- ja erätasolla asiakasreklamaatiot. Jos oli tarpeen, sarjanumeron perusteella pystyi jäljittämään tuotteet, joista oli tehty reklamaatio, mutta tämä toiminto ei muutoin liittynyt jäljitykseen, joten en tutkinut toimintoa sen pidemmälle.

Tiedonsiirto

SAP ME -valmistusjärjestelmässä Tiedonsiirto-toiminnon alla pystyi tekemään erilaisia tiedonsiirtoja. En nähnyt tarvetta tässä vaiheessa lähteä tutkimaan toimintoa tarkemmin, koska ainakaan tässä vaiheessa tutkimista en tarvinnut tätä toimintoa työn tekoon.

Työajanseuranta

SAP ME -valmistusjärjestelmässä Työajanseuranta-toiminnon alla pystyi mm. ylläpitämään kustannuspaikkoja ja työaikoja. Tämä toiminto ei myöskään liittynyt jäljitykseen, joten en tutkinut toimintoa kuin pintapuolisesti.

SAP ME -valmistusjärjestelmän käyttöliittymä tuntui hankalalta hahmottaa verrattuna Wise ERP -käyttöliittymään. Luultavasti tämä johtuu suuresta ja kirjavasta asiakaskunnasta. Päätin seuraavaksi tehdä järjestelmällä harjoituksen tuotteiden perustamisesta, eteenpäin lähetykseen asti, yksinkertaisella tuoterakenteella, jotta pääsin parempaan käsitykseen sen toiminnoista.

2.3.2 MES Tool

MES Tool on SAP:n tarjoama lisämoduuli, joka on tuotannon käyttöön tarkoitettu käyttöliittymä. MES Tooliin tehtävät kirjaukset pystyttäisiin tekemään suoraan myös SAP ME -järjestelmässä, mutta kirjausten tekeminen tuotannossa on selkeämpää tämän käyttöliittymän kautta.

MES Toolissa oli useita eri toimintoja. Jotta jäljitys saataisiin toimimaan, täytyi perehtyä ensin, minkä toimintojen kautta sarjanumerot saataisiin syötettyä MES-järjestelmään niin, että linkitys jatkuisi lopputuotteelle asti. (Kuva 7.)



KUVA 7. MES Tool -toiminnot

Production Start

Production Start -toimintoa käytetään aloitusviestin lähettämiseen SAP ME -järjestelmälle. Tämän käyttämiseen tarvitaan tuotantoerä ja jo olemassa oleva tuotteen sarjanumero. Toiminnolla pystyy linkittämään tarvittaessa kahden eri tuotteen sarjanumerot yhteen.

Production Complete

Production Complete -toimintoa käytetään valmistumisviestin lähettämiseen SAP ME -järjestelmälle. Sarjanumeroiden syöttämisen jälkeen tässä toiminnossa operaatio tietää tuotteiden valmistuneen ja kyseisillä sarjanumeroilla olevien tuotteiden valmistusta voidaan jatkaa tarvittaessa muissa työpisteissä.

Start & Complete

Start & Complete -toimintoa voidaan käyttää silloin, kun samalla kerralla halutaan välittää SAP ME -järjestelmään tieto työn aloittamisesta ja valmistumisesta. Tätä toimintoa on hyvä käyttää silloin, kun työvaiheen aloittaminen ja lopettaminen tapahtuu saman operaattorin toimesta. Toiminnon käyttämiseen tarvitaan tuotantoerä ja jo olemassa oleva tuotteen sarjanumero.

Warehouse

Warehouse-toimintoa käytetään materiaalien hallintaan. Raahen yksikössä materiaalihallinta tapahtuu tuotannonohjausjärjestelmässä ja sinne vastaanotettavat materiaalit kirjataan jo jäljityksen piiriin, joten voin rajata tämän toiminnon pois työstä.

BoxBuild

BoxBuild-toiminto on suunnattu erilaisten moduulien kokoonpanoon. Toiminnon käyttämiseen tarvitaan tuotantoerä ja jo olemassa olevan sarjanumeron, tai järjestelmän voidaan pyytää luomaan uusi sarjanumero annetuilla parametreilla. Tällä toiminnolla voidaan linkittää kokoonpanossa yhdistettävien moduulien sarjanumerot toisiinsa.

BoxBuild2

BoxBuild2-toiminto luo järjestelmään suoraan annettujen parametrien mukaan niin monta sarjanumeroa, kuin toimintoon annetun erän koko on. Linkitettävän alirakenteen sarjanumeron pystyy lukemaan linkitettäväksi valmistuvalle tuotteelle.

SFC Printing

SFC Printing -toiminnolla voidaan tulostaa esimerkiksi tuotteeseen tarvittavat sarjanumerotarrat, jos tarrantulostus ei ole linkitetty suoraan työvaiheelle, jossa sarjanumero ensimmäisen kerran luodaan. Tarran tulostus päätettiin jättää työstä pois. Tällä hetkellä monitasoiset kokoonpanot tehdään niin pienissä erissä, ettei tarrojen ohjelmoiminen uuteen järjestelmään ole ajan käytön kannalta järkevää.

Panel Split

Panel Split -toimintoa käytetään piirilevypaneelin ja yksittäisten piirilevyjen sarjanumeroiden yhdistämiseen toisiinsa. Työssä ei tarvitse tehdä linkittämistä piirilevytasolla, joten en tutki toimintoa tarkemmin.

Serialize

Serialize-toimintoa käytetään piirilevypaneelissa olevan sarjanumeron linkittämiseen asiakkaan koodiin. Työssä ei tarvitse tehdä linkittämistä piirilevytasolla, joten en tutki toimintoa tarkemmin.

PCB Trace

PCB Trace -toimintoa käytetään piirilevyppakkauksen valmistustietojen ja piirilevypaneelin sarjanumeron yhdistämiseen toisiinsa. Tämä linkitys tehdään ensimmäisenä elektroniikan valmistuksessa. Tämä menee myös alueelle, jota työssä ei tarvitse toteuttaa, joten jätän toiminnan tarkemman tutkimisen pois.

Visual

Visual-toimintoa käytetään visuaaliseen tarkastukseen ja korjaukseen. Tänne pystyisi kirjaamaan esimerkiksi juotostarkastuksessa kytkentäpaikat, joissa juotostarkastaja havaitsee korjausta vaativan virheen. Kirjauksen jälkeen korjaaja löytäisi sarjanumeron perusteella tuotteilta korjattavat paikat ilman, että tuotteisiin tarvitsisi liimata erillisiä virhetarroja. Raahessa korjaukset tapahtuvat tuotannon-ohjausjärjestelmän alla ja korjaukset löytyvät sarjanumeron perusteelta jo sieltä, joten tämä toiminto rajautuu pois työstä.

Material Sort

Material Sort -toiminnolla pystyy sarjanumeron perusteella varmistamaan, mikä tuote on kyseessä, jos esimerkiksi korjaajan pöydälle on unohtunut tuote, josta löytyy sarjanumero, mutta ei muuta tuotetietoa. Tämä on ihan hyvä toiminto tuotannolle, mutta tähän työhön ei tarpeellinen.

UID

UID-toiminto on materiaalin vastaanottamiseksi SAP ME -järjestelmään. Kuten varastotoiminta, myös tämä tapahtuu Raahessa tuotannonohjausjärjestelmän kautta, joten en tutki toimintoa tarkempaa.

Resource Status

Resource Status -toimintoa käyttäen voidaan tarvittaessa muuttaa resurssien toiminnan tilaa raportointia varten. Koska tuotannonohjaus tapahtuu Raahessa ERP-järjestelmän kautta, en tutki tätä toimintoa pidemmälle.

Pass/Fail

Pass/Fail-toimintoa voidaan käyttää silloin, kun halutaan kertoa järjestelmälle, onko tuote mennyt esimerkiksi testauksesta annettuihin raja-arvoihin. Jos sarjanumeron kuittaa läpi menneeksi, kyseinen tuote voidaan ottaa käyttöön seuraavalla työvaiheella. Jos taas kuitataan toisin, eli tulokset eivät ole menneet annettuihin raja-arvoihin, toiminnon kommenttikenttään täytyy kirjata hylkäämisen syy ja tuotetta ei voi käyttää edelleen seuraavilla työvaiheilla, ennen kuin testaustulos on hyväksyttävä annetuilla raja-arvoilla.

Unboxing

Unboxing-toiminnolla voidaan poistaa jo koonpanulta tuotteelta sinne linkitettyjä alirakenteita. Tämän käyttö on tarpeen esimerkiksi silloin, jos tuotteessa huomataan jokin vika kokoonpanon jälkeen, jonka vuoksi alirakenne pitää vaihtaa toiseen. Tätä toimintoa voidaan joutua joissakin tapauksissa käyttämään myös Raahessa, joten toiminto on hyvä pitää mielessä erikoistilanteiden varalta.

Printer Setup

Jos tuotteelle on määritelty SAP ME -järjestelmässä dokumentteja, tätä toimintoa käyttäen pystytään tulostamaan esimerkiksi eräkohtaiset testausraportit. Raportointi tapahtuu Raahessa joko suoraan testereiden ohjelmistossa tai tuotannonohjausjärjestelmästä, joten en tutki tätä toimintoa pidemmälle.

Data Collection

Data Collection -toimintoa voidaan käyttää silloin, kun halutaan tallentaa jollekin tuotteelle ylimääräistä dataa, esimerkiksi jos kokoonpanossa on pitänyt tehdä jokin normaalista työtavasta poikkeavaa. Raahessa tämän kaltainen tieto kerätään tuotannonohjausjärjestelmään, joten tätä ei tarvitse lisätä tehtävän piiriin.

Production Control

Production Control -toiminnolla voidaan yhdistää monta työvaihetta kuitattavaksi yhdellä kertaa. Tämä mahdollisuus on hyvä tietää, mutta tähän työhön toiminnolla ei ole tarvetta.

Packing

Packing-toiminnolla voi luoda uuden tai valita jo SAP ME -järjestelmässä aiemmin määritellyn pakkauksen. Toimintoa voi pyytää luomaan pakkaukselle oman yksilöllisen numeron tai numeroksi voi antaa myös valmistetun tuotteen sarjanumeron. Tämän jälkeen pakkaukseen voidaan lukea tarvittava määrä tuotteita. Jos käytetään SAP ME -järjestelmään määriteltyä pakkausta, sinne pystytään linkittämään ainoastaan valmistusjärjestelmässä määritellyt tuotteet. Samalla toiminnolla pystytään myös poistamaan pakkauksen alle lisätyjä sarjanumeroita.

Retest

Retest-toimintoa käytetään silloin, kun sarjanumeroille kirjatut avoimet vikakoodit halutaan sulkea, tai muutoinkin, jos tuotteille tulee jostakin syystä tarve uudelleen testaustulokselle. Raahan tuotteiden testaustuloksia ei tuoda valmistusjärjestelmään, joten en näe ainakaan tässä vaiheessa tälle toiminnolle käyttöä.

Burn-in

Burn-in-toiminto liittyy myös testaukseen. Tällä toiminnolla operaattori voi lukea useita sarjanumeroita järjestelmään ja aloittaa testaamisen sen jälkeen. Testauksen jälkeen operaattori voi lukea niiden tuotteiden sarjanumerot järjestelmään, joiden testitulokset ei ole mennyt annettuihin raja-arvoihin. Tämän toiminnon voisi kuvitella olevan hyvä esimerkiksi silloin, kun elektroniikat testataan paneelissa ennen paloittelua. Tämä toiminto liittyy jälleen elektroniikkatasolle, johon työni ei ulotu, joten en tutki toimintoa pidemmälle.

Reprinting

Reprinting-toiminnolla pystytään ottamaan kopioita dokumenteista, jotka ovat liitettyinä tuotteen alle SAP ME -järjestelmässä. Kopioita voi halutessaan ottaa useampia kuin yhden. Toiminto ilmoittaa, jos samat dokumentit on tulostettu jo aikaisemmin. Raahessa kaikki tuotannon tarvitsemat dokumentit pystytään tulostamaan tuotannonohjausjärjestelmästä, joten en tutki toimintoa enempää.

Panel Awareness Maintenance

Tällä toiminnolla voidaan lukea, muuttaa, lisätä ja poistaa piirilevyille lasermerkattuja sarjanumeroita. Toiminto kohdistuu piirilevy tasolle, joten jätän sen tarkemman tutkimisen.

Model Viewer

Model Viewer -toiminnolla voidaan tutkia ja etsiä piirilevytiedostoissa olevia kytkentäpaikkoja. Toiminto on hyödyllinen mm. korjaustyötä tekeville. Jälleen tämä toiminto koskee piirilevytasoa, joten en tutki toimintoa enempää.

Joka työpisteelle, jossa MES-järjestelmää oli tarkoitus käyttää, tarvittiin oma tietokone ja siihen asennettu MES Tool. Tämä johtui siitä, että MES Tooliin tarvitsi määritellä asetuksiin, mitä operaatiota työpisteessä tehtiin. Ilman asetusten muuttamista samassa työpisteessä ei pystynyt tekemään esimerkiksi kokoonpanoa ja testausta. Asetuksia ei pystyneet muutamaa muut kuin pääkäyttäjät. Tämän takia oli sujuvampaa, että työt eroteltiin eri työpisteille, vaikka tilan puolesta samassa pisteessä olisi pystynytkin tekemään useampia työvaiheita

MES Toolissa kirjauduttiin SAP ME:ssä perustetulle erälle ja sinne pystyttiin lukemaan tuotteissa olevat sarjanumerot valmistusjärjestyksessä. Sarjanumeroiden linkitys tulisi siis tapahtumaan suurilta osin tässä työkalussa.

3 LINKITYS

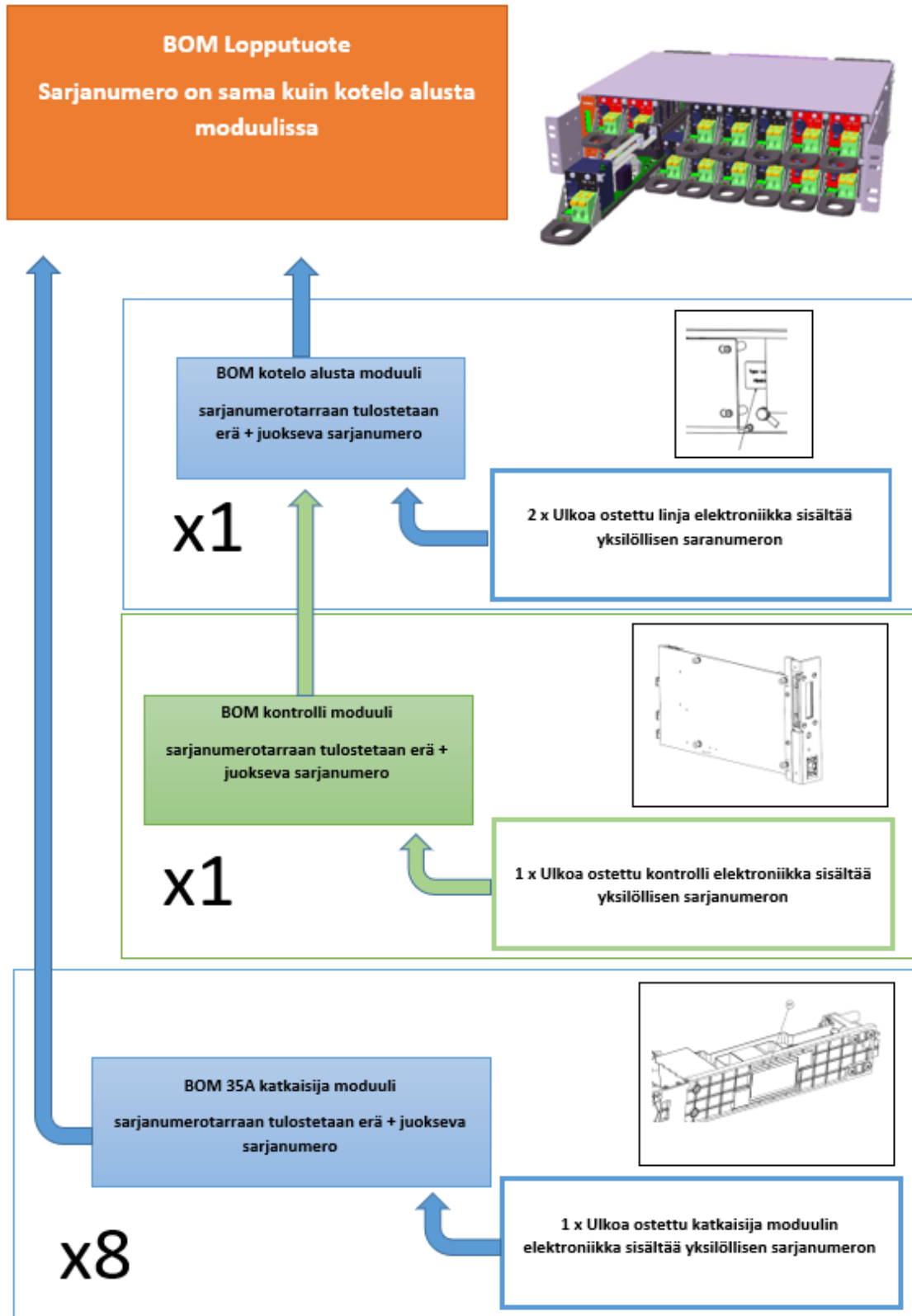
Jotta komponenttien jäljitys onnistuisi tuotekohtaisesti komponenttitasolta asiakastoimitukseen asti, tuli selvittää, mitä tuotteen komponentteja tulisi linkittää toisiinsa järjestelmissä, jotta vaatimus toteutuisi. Piirilevyille asennetut komponentit oli linkitetty jo toisessa yksikössä elektroniikan sarjanumeroon, joten linkitys Raahessa tuli tehdä siitä eteenpäin.

Koska käytettävissä olevaan ERP-järjestelmään ei ollut hankittu Enicsin käyttöön laajempaa jäljitettävyysoimintoa, linkitystä ryhdyttiin miettimään MES-järjestelmän kautta. Jäljitettävyyden käyttöönottoa päätettiin ryhtyä tutkimaan tuotteella, joka oli tulossa valmistukseen seuraavien joukossa.

Tuoterakenteiden materiaaliluettelot koostuivat valmiista elektroniikoista sekä mekaanisista osista. Mekaniikkaosat päätettiin jättää pois yksikkökohtaisen jäljityksen piiristä. Niille riittävä jäljitys oli eräkohtainen ERP-järjestelmän kautta, joten kaikkia alirakenteita ei tarvinnut linkittää. Jäljitettäväksi jätettiin ainoastaan rakenteet, jotka sisälsivät elektroniikkaa.

Päätöksen jälkeen linkitettäväksi jäi kolme eri alirakennetta, joista jokaisella oli oma sarjanumero. Alirakenteille tuli ensin linkittää eri toimipisteessä valmistettuja elektroniikkaosia yhdestä kahteen kappaletta ja sen jälkeen alirakenteita linkitettiin lopputuotteelle yhteensä kymmenen kappaletta. Linkitykset tuli tehdä samassa järjestelmässä kuin miten kokoonpano eteni ERP-järjestelmässä, eli alirakenteiden linkitys tuli tapahtua useammassa portaassa.

Alirakenteet ovat ERP-järjestelmässä yksittäisiä tuotteita, joiden eräkoot saattoivat olla pienempiä tai suurempia kuin lopputuotteen valmistuserä. Samoja alirakenteita pystyttiin käyttämään myös muihin lopputuotteisiin, joten elektroniikkojen linkitys alirakenteelle tapahtuu yksilöllisesti. Linkityksen hahmottamisen parantamiseksi tein tuotteesta kaavion, johon oli jätetty ainoastaan ne komponentit, jotka oli tarkoitus linkittää toisiinsa (Kuva 8).



KUVA 8. Linkitettävät materiaalit

4 JÄLJITYKSEN TOTEUTUS

Nyt kun oli selvillä, miten linkitys tuli tapahtua tuotteen valmistuessa, ryhdyttiin konkreettisesti toteuttamaan linkityksen sovelluksissa. Koska käytettävissä olevaan ERP-järjestelmään ei ollut hankittu Enicsin käyttöön laajempaa jäljitettävyysoimintoa, kuten aikaisemmin oli todettu, jäljitettävyyttä täytyi toteuttaa suurimassa osin MES-järjestelmässä.

Tuotteiden työvaihekirjaukset ja materiaalihallinta tapahtui tuotannonohjausjärjestelmässä ja koska käytettävissä olevat ERP- ja MES-järjestelmät olivat erillisiä, luotiin ensin tarvittavat komponentit MES-järjestelmään, jossa niitä ei ollut vielä olemassa. Jotta komponentti- ja tuotehallinta olisi loogista, luonnissa käytettiin samoja lokaaleja koodeja, jotka olivat ERP:ssä oli jo olemassa.

Seuraavaksi MES-järjestelmään luotiin tuoterakenteet. Ne eivät olleet yksi yhteen ERP:ssä olevien tuoterakenteiden kanssa. Rakenteille tuotiin ainoastaan ne komponentit, jotka sisälsivät sarjanumeron. Nämä olivat valmiit elektroniikkaosat sekä alirakenteet, kaikki muut komponentit rajattiin pois. Tuotteen koodi ja versio luotiin kopioimalla tieto tuotannonohjausjärjestelmästä.

MES-järjestelmään täytyi luoda myös työvaiheet. Työvaiheiksi päätettiin rajata ainoastaan vaiheet, jossa sarjanumeron omaava komponentti asennettiin tuotteelle, mutta vielä tämän lisäksi alirakenteille tai lopputuotteelle tehtävät testaukset. Testaus-työvaiheen lisäämisellä saatiin torjuttua se, että sarjanumeroita, jotka eivät olleet menneet testauksessa annettuihin raja-arvoihin, ei pystytty linkittämään seuraavalle kokoonpanolle vasta kuin hyväksytyt tuloksen jälkeen. Muiden työvaiheiden lisääminen työvaiherakenteelle oli turhaa sen tähden, koska ne kuitattiin tehdyiksi jo ERP-järjestelmän puolella.

Testaus-työvaiheeseen olisi voinut linkittää testaustulokset testilaitteelta, mutta käyttöönoton nopeuttamista varten, se jätettiin tekemättä ainakin alkuvaiheessa. Tulokset päätettiin tuoda MES-järjestelmään vasta tulevaisuudessa, jos se näyttää silloin tarpeelliselta. Sovitussa prosessissa testaustyövaiheella operaattori ainoastaan kirjaa valmistusjärjestelmään sarjanumerolle tulokseksi joko hyväksytty tai hylätty.

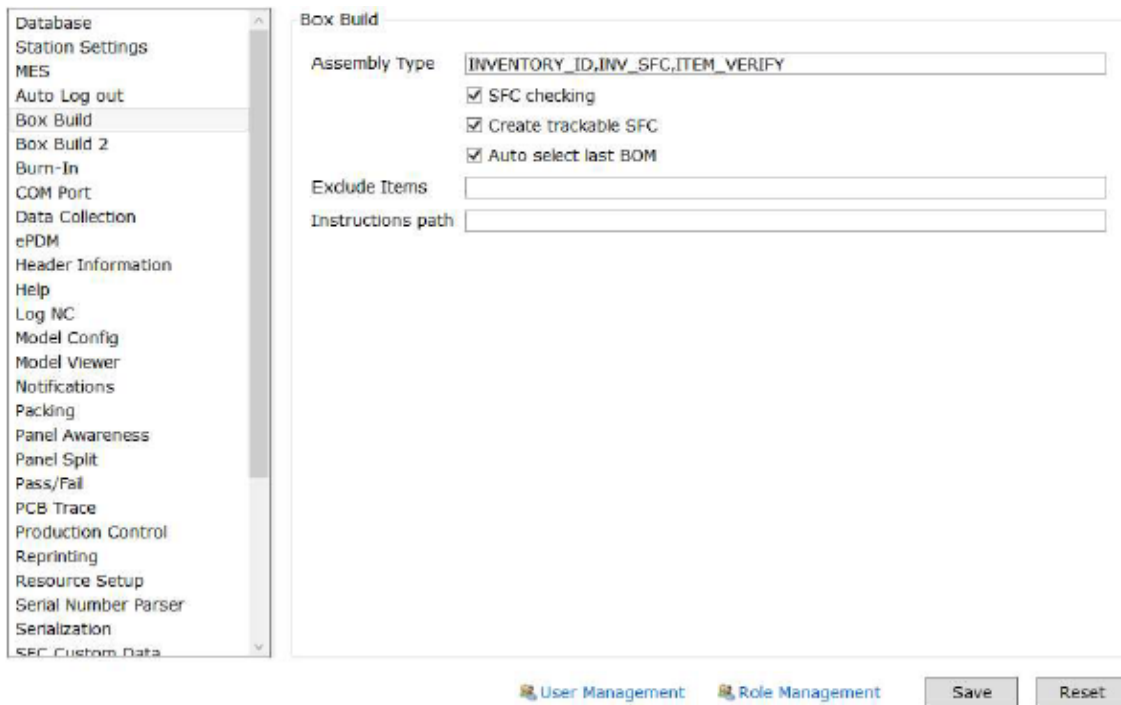
Tarrojen tulostus olisi ollut myös mahdollista toteuttaa MES-järjestelmän kautta. Tarratulostus päädyttiin jättämään erilliselle tulostimelle ainakin tuotteilla, joita valmistettiin vain pieniä määriä kerrallaan. Tämä siksi, koska järjestelmään oli mahdollista lukea jo valmiiksi määritelty sarjanumero.

Nämä edellä mainitut työvaiheet olivat pysyviä. Ne piti luoda MES-järjestelmään vain yhden kerran. Ainoastaan, jos tuotteesta tehtiin uusia versioita, versiointi tarvitsi tehdä myös MES-järjestelmään.

Jotta sarjanumerolinkitykset päästiin tekemään, MES-järjestelmään tuli luoda erät. Tuotantoerät olivat olemassa jo tuotannonohjausjärjestelmässä, joten tässäkin kohdassa käytettiin jo siellä olevaa numerointia jäljittävyyden ylläpitämiseksi. Eränumeroiden ja eräkokojen tuli olla tuotantojärjestelmään perustaessa samoja kuin ERP-järjestelmässä.

Kun SAP ME -järjestelmään oli luotu erät, voitiin seuraavaksi ottaa käyttöön MES Tool eli tuotannon MES-käyttöliittymä. Ensimmäiseksi MES Toolin asetukset täytyi muokata niin, että sinne kirjaaminen onnistui kokoonpanon yhteydessä. Asetuksiin tuli määritellä työpisteen sijainti, resurssi ja työvaihe. Nämä kaikki täytyi olla luotuna SAP ME -järjestelmään jo aikaisemmin, jotta ne pystyttiin käyttöönottamaan MES Toolin asetuksissa.

Jotta järjestelmässä pystyttiin linkittämään kaksi tai useampi sarjanumero toisiinsa, tuli kirjauksessa käyttää MES Toolin Box Build -toimintoa. Toiminnon alle tuli muuttaa asetukset niin, että kirjaukset pystyttiin tekemään siten, että järjestelmä tarkisti kirjausten ohessa, että aiemmin valmistettu tuote ja sen sarjanumero oli olemassa, eikä sitä ollut asennettu millekään muulle tuotteelle. Lisäksi piti mahdollistaa jäljitettävän sarjanumeron luominen työvaiheella. (Kuva 9.)



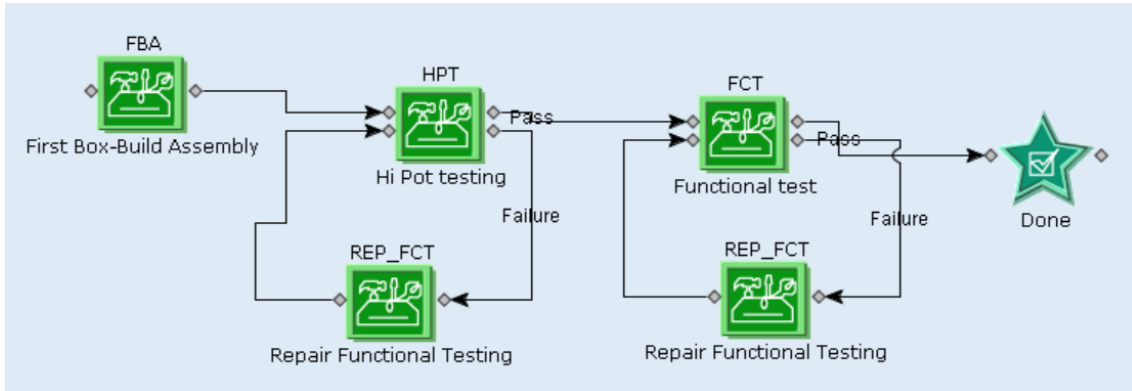
KUVA 9. MES Tool, Box Build -toiminnon asetukset

Näiden asetusten määrittämisen jälkeen Box Build -toiminnolla pystyttiin tekemään erille tuotekohtaiset linkitykset elektroniikalle ja kokoonpanulle moduulille eli alirakenteelle. Kokoonpantavan moduulin sarjanumeron alle oli mahdollista linkittää niin monta sarjanumeroa, kuin aikaisemmin kyseisen tuotteen BOM:lle oli SAP ME:ssä määritelty.

Moduulit ja niiden omistama sarjanumerot eivät kuitenkaan siirtyneet valmiiden saldoille, ennen kuin testaustyövaihe oli kuitattu hyväksytyksi. Koska testituloksia ei haluttu siirtää MES-järjestelmään, vaan ne haluttiin pitää erillisenä, kuitaus testituloksesta pystyttiin suorittamaan järjestelmään Pass/Fail-toiminnolla.

Nyt kun uutta työvaihetta, testausta, oltiin käsittelemässä, sitä varten tarvittiin myös työpistekohtaiset määrittäykset MES Toolin asetuksiin. Tämän jälkeen kokoonpantu moduuli sarjanumeroineen siirtyi järjestelmän saldoille käytettäväksi seuraavassa kokoonpanossa, jos testitulos oli kuitattu hyväksytyksi. Jos erillisellä testauslaitteella testitulos oli kuitattu hylätyksi, eli se ei ollut mennyt testauksessa annettuihin raja-arvoihin, sarjanumeroa ei voinut linkittää eteenpäin seuraaville kokoonpanotasoin, ennen kuin status oli muuttunut hyväksytyksi.

Tuotteella oli mahdollista olla useampi kuin yksi testaustyövaihe kokoonpanon jälkeen, esimerkiksi korkeajännite ja funktionaalinen testaus. Tällöin kummallekin testaukselle tuli määritellä omat työpistekohtaiset asetukset MES Tooliin ja työvaiheistuksessa ensimmäiseksi määritelty testaus täytyy olla kuitattu hyväksytyllä tuloksella, ennen kuin seuraavaa testaustyövaihetta pystyttiin käsittelemään samalla sarjanumerolla. (Kuva 10.)



KUVA 10. SAP ME, työvaiherakenne, jossa kaksi eri testausta

Harjoitustyöksi valitun tuotteen sarjanumeroiden linkitys oli siitä ongelmallinen, että lopputuotteelle jäävä sarjanumero määriteltiin jo alirakenteella, jossa tuotteen koteloon kasattiin muutamia elektroniikkoja. MES Toolin Box Build -toiminto ei antanut käyttää samaa sarjanumeroa toista kertaa. Tähän ongelmaan löytyi ratkaisu pakkaustoiminnosta.

Normaalisti kokoonpantaville tuotteille tehdään valmistusjärjestelmissä komponentti- ja työvaiherakenteet sekä valmistuserät tuotantoa varten. Tässä tapauksessa, jotta sama sarjanumero saatiin kirjattua järjestelmään kahteen kertaan, lopputuote määriteltiin pakkaukseksi. Tuotteen koodilla ja nimikkeellä perustettiin SAP ME -järjestelmään pakkaus, johon määriteltiin komponentit, jotka pakkaus tulee sisältää. Nämä komponentit olivat tuotteen alirakenteet, jotka normaalisti olisi asennettu tuotteelle kokoonpanotyövaiheen alla, pois lukien alirakenne, jonka sarjanumero haluttiin siirtää lopputuotteen sarjanumeroksi.

Näin toimiessa erillisiä tuotantoeriä ei tarvinnut perustaa valmistusjärjestelmään. Linkitystä tehdessä pakkauksen koodiksi tuli valita MES Toolissa lopputuotteen

koodi, jolloin järjestelmä osasi pyytää pakattavaksi tarvittavan määrän alirakenteita ja pakkauksen numeroksi pystyi tämän jälkeen syöttämään alirakenteen sarjanumeron, joka haluttiin myös lopputuotteen sarjanumeroksi. Näin toimiessa SAP ME -järjestelmän raporttitoiminnossa kaikki tarvittavat sarjanumerot linkittyivät lopputuotteen alle, kuten vaatimus oli.

Raahessa tuotteiden toimituksiin ja laskutuksiin liittyvät asiat kirjattiin ERP-järjestelmään. Jotta komponenttien jäljitys pystyttiin tekemään järjestelmien kautta sinne asti, että tiedossa olisi yksilöllisesti, mihin lopputuotteet oli toimitettu, sarjanumero tuli kirjata myös lähetyksen yhteydessä ERP-järjestelmään. Enicsin käytössä olevilla ERP-järjestelmän toiminnoilla jäljitystiedon keruu toimi läheterivillä, joten tiedon kirjaaminen sinne onnistui kätevästi lähettämön henkilökunnalla.

Valmiiden tuotantojärjestelmien vertailu on hankalaa. Järjestelmien kuvauksia luukiessa, niiden käyttö on verrattoman aikaa ja kustannusta säästävää, mutta tarjouksen pyytäjällä täytyy olla todella hyvä näkemys siitä, mihin käyttöön ohjelmistoa tarvitaan ja miten tai kenen toimesta mitään tullaan järjestelmään kirjaamaan. Tarjousta pyytäessä voi tulla yllätyksiä lisäosien ja lisenssien määrästä ja niiden kustannuksista. Räättälöinti maksaa paljon, joten niitä tehtäessä täytyy olla todella hyvät lähtötiedot, jotta tilaaja tietää tarkalleen, mitä tarvitsee, sekä osaa sen tarjoajalle kuvata niin selkeästi, ettei väärin ymmärrykselle ole mahdollisuutta.

Työtä tehtäessä vahvistui ymmärrys siitä, että yrityksen täytyy jossain vaiheessa investoida ja muuttaa toimintamalliin, jossa jäljitettävyyden voitaisiin toteuttaa alusta loppuun yhdellä järjestelmällä. Nyt kahta eri järjestelmää käyttäessä jouduttiin monet asiat tekemään kahdesti päällekkäin, joka tulee muodostamaan kustannuksia pidemmällä aikavälillä. Yhdellä järjestelmällä toimiessa olisi myös helpompi kouluttaa uusia käyttäjiä, kun ohjeistamiseen ja työn oppimiseen ei kuluisi niin paljon aikaa.

Suuressa yrityksessä, jossa uudet järjestelmät täytyy hyväksyä globaalisti, tuotantojärjestelmän muuttamisesta toiseksi edes hankintamielessä voi helposti kestää useamman vuoden. Uusien järjestelmien käyttöönotto useassa toimipisteessä voi kestää myös vuosia. Siirtymävaiheessa joudutaan usein pitämään

vanhoja järjestelmiä käytössä, jotta tarvittavat tiedot saadaan siirrettyä turvallisesti talteen. Lisenssimaksujen osuus kasvaa tuolloin välivaiheen ajaksi.

5 YHTEENVETO

Tekemäni työ, komponenttien jäljityksen toimintamallin selvittäminen ja ohjeistus tehtiin todelliseen tarpeeseen työn tilanneelle yritykselle. Vastaavia tuotteita, jossa kokoonpanot olivat monitasoisia, ei tehty muissa yrityksen yksiköissä, jonka tähden asiaan perehtyminen oli aikaa vievää.

Eri järjestelmiin tutustumiseen ja niiden käytön harjoitteluun täytyi tehdä työn aikana rajoituksia, jottei käytettävissä oleva aika valunut epäolennaiseen. Täydelliseen ymmärrykseen toiminnoista ja niiden rajoitteista kuitenkin pääsisi vasta pidemmällä käyttöajalla.

Työn toteutusta varten valittiin tuotantoon tuleva tuote, jolle käytettiin useita yksikön ulkopuolella valmistettuja elektroniikkaosia. Tuotteeksi valittiin sillä hetkellä aktiivisena oleva, mahdollisimman monitasoinen rakenne, jotta työssä valmistuvan ohjeistuksen pohjaa pystyttäisiin jatkossa käyttämään myös muille tuotantoon tuleville tuotteille.

MES-järjestelmään rajattiin linkitettäväksi ainoastaan sarjanumeroita sisältävät komponentit, mikä vähensi päällekkäistä työtä ERP-järjestelmän kanssa. Muut komponentit pystyttiin jäljittämään eräkohtaisesti ERP:n kautta. Rajauksen jälkeen mekaanisia komponentteja hävisi MES-järjestelmästä niin paljon tuotannonohjausjärjestelmään nähden, että tuotteesta ja sen rakenteista täytyi tehdä selventävä kaavio. Muutoin linkityksen järjestyksen hahmottaminen olisi ollut hankalaa.

Jäljityksen toteuttaminen järjestelmiin vaati paljon testaamista ja pääsin eteenpäin aina vain pienen palan kerrallaan. Lopulta sain kuitenkin tehtyä onnistuneesti linkitykset viimeiseen rakennetasoon saakka. Tämän jälkeen ryhdyin valmistamaan toimintaohjetta työn tilanneelle yritykselle.

Tehtyn työn jälkeen tuotteet ja niiden sisältämät komponentit pystyttiin jäljittämään järjestelmistä saatavien raporttien avulla. Enää ei tarvittu erillisiä sisäiseen verkkoon tallennettavia Excel-tiedostoja, joiden läpi käyminen oli aikaa vievää.

Onnistuneesta työstä huolimatta toivon, että tämäkin toimintamalli tulee olemaan yksikölle vain uusi välivaihe ja seuraavan kerran, kun firmassa investoidaan uuteen tuotannonohjausjärjestelmään, pidetään huoli siitä, että koko tämä työ pystytään tekemään yhden järjestelmän sisältä eikä jäljityksen tekemiseksi tarvitse yhdistellä enää palasia eri sovelluksista. Mahdollisuudet siihen ovat hyvät.

LÄHTEET

1. Tuotteiden jäljitettävyys. 2020. Tukes. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/tuotteiden-jaljitettavyys>. Hakupäivä 25.3.2020.
2. Tommila, Teemu – Jakobson, Stefan – Ventä, Olli – Wahlström, Björn – Wolski, Antoni. 2000. Ydinvoimaloiden uudet tietoturvajärjestelmät. VTT. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2000/T2031.pdf>. Hakupäivä 8.4.2020.
3. Yrityksestä. PLM Group. Saatavissa: <https://plmgroup.fi/about-us/>. Hakupäivä 9.5.2020.
4. Solidworks PDM. PLM Group. Saatavissa: <https://plmgroup.fi/tuotteet/ohjelmistot/solidworks-pdm/>. Hakupäivä 9.5.2020.
5. Yritys. 2016. Wisetime Saatavissa: <http://www.wisetime.fi/yritys.html>. Hakupäivä 10.4.2020.
6. Liiketoiminnan sähköistyminen. 2017. Tilastokeskus. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/icte/2017/icte_2017_2017-11-30_kat_005_fi.html. Hakupäivä 27.3.2020.
7. Järjestelmä. 2016. Wisetime Saatavissa: <http://www.wisetime.fi/jarjestema.html>. Hakupäivä 10.4.2020.
8. MES-järjestelmän hankinta. Mitä tulisi ottaa huomioon? 2020. Pinja. Saatavissa: <https://blogi.arroweng.fi/mes-jarjestelman-hankinta-opas>. Hakupäivä 11.4.2020.
9. Skouen, Christian 2015. MES-järjestelmä: standardit ja teollinen sovellus. Aalto-yliopisto. Saatavissa: https://mycourses.aalto.fi/pluqinfile.php/113706/mod_resource/content/1/Manufacturing%20Execution%20System.pdf. Hakupäivä 11.4.2020.

10.SAP History. SAP. Saatavissa: <https://www.sap.com/corporate/en/company/history.html>. Hakupäivä 10.5.2020.