



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TEEMU SARVIJÄRVI
VALMET AUTOMOTIVEN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN
UUSINTA - TASAPAINOTUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU
Diplomityö

Tarkastaja: professori Kalevi Huhtala
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
9. maaliskuuta 2016

TIIVISTELMÄ

TEEMU SARVIJÄRVI: Valmet Automotiven toiminnanohjausjärjestelmän uusinta - tasapainotusjärjestelmien vertailu

Diplomityö, 51 sivua, 3 liitesivua

Toukokuu 2016

Automaatiotekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Koneautomaatio

Tarkastaja: professori Kalevi Huhtala

Avainsanat: autoteollisuus, tuotannonohjaus, prosessit, yrityssuunnittelu

Toiminnanohjausjärjestelmät ohjaavat yrityksen toimintaa ja ovat kriittisiä järjestelmiä toiminnan ylläpitämiseksi ja tehokkaan suunnittelun tukityökaluja. Autoteollisuudessa on tehokas ohjaus ja materiaalin hallinta on tärkeää. Yrityksen on tultava toimeen rajallisella määrällä resursseja, jotta se saavuttaa kilpailu etua muihin yrityksiin nähden. Toiminnanohjausjärjestelmät eli ERP-järjestelmät tehostavat yrityksen liiketoiminnan suunnittelua.

Käyttöönotto toiminnanohjausjärjestelmän uusimisessa on kriittinen vaihe. Käyttöönottoprosessi voidaan kuvata kattavan koko sen elinkaaren ajan. Se alkaa aina strategiasuunnittelusta järjestelmän kehittämiseen asti. Elinkaaren vaiheita ovat strategiasuunnittelu, vaatimusmäärittely ja järjestelmän valinta, käyttöönotto ja kehittäminen. Kahdessa ensimmäisessä vaiheessa suunnitellaan järjestelmän tarvetta ja käyttöä ja kahdessa seuraavassa koulutetaan käyttäjiä ja kehitetään sitä entisestään.

Valmet Automotive on autojen sopimusvalmistaja, joka valmistaa asiakkaansa autoja. Toiminnanohjausjärjestelmä ei pelkästään riitä autoteollisuudessa kaikkeen vaan tarvitaan myös tuotannon tukijärjestelmiä, jotta toiminta olisi tehokasta. Näitä tukijärjestelmiä on muun muassa linjan tasapainotus. Valmet Automotivella nykyistä järjestelmää käytetään kuormituslaskentaan ja muutoshallintaan. Tämä järjestelmä on räätälöity ohjelmisto, joka on ollut käytössä useita vuosia. Sitä on vuosien ajan kehitetty Valmet Automotiven tarpeita vastaavaksi ja nykyään on olemassa uudella tekniikalla toteutettuja järjestelmiä, joiden avulla voitaisiin saavuttaa tehokkaampia tuloksia.

Tuotannon tasapainotus on autoteollisuudessa tärkeä toiminto, jota toteutetaan jatkuvasti, jotta saavutetaan tuottavampia menetelmiä kustannustehokkaasti. Tuotantovolyymit sekä autojen versiot vaihtelevat, joka aiheuttaa tuotannossa tasapainotustarpeita. Jokainen auto on oma yksilönsä ja työt on tasapainotettava linjalle mahdollisimman tehokkaasti ja hukka työtä on eliminoitava. Myös muutoshallinta autoteollisuudessa on tärkeä toiminnallisuus, joka vaatii työkalun. Muutoksia tulee jatkuvasti asiakkaan toimesta, osia päivitetään ja tai muutetaan. Nämä muutokset pitää viedä tuotantoon ja ajoittaa järkevästi sarjavalmistusta häiritsemättä. Valmet Automotive on uudistamassa tasapainotusjärjestelmäänsä ja mahdollisia järjestelmiä on neljältä eri toimittajalta. Näitä järjestelmiä ja toimittajia vertailemalla esitän ehdotuksen sopivimmasta järjestelmästä Valmet Automotivelle.

ABSTRACT

TEEMU SARVIJÄRVI: Renewal of enterprise resource management system in Valmet Automotive - comparison of line balancing systems

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 51 pages, 3 Appendix pages

May 2016

Master's Degree Programme in Automation Technology

Major: Machine Automation

Examiner: Professor Kalevi Huhtala

Keywords: automotive industry, production management, processes, corporate planning

Enterprise resource management systems control company's business transactions and business logic. They are crucial systems in modern companies for example running daily planning and maintaining business logic. Effective control and material management is a must in today's automotive industry. ERP systems have great importance to companies, because they have to manage with certain resources and gain advantages to other companies. This is made possible with corporate planning and ERP systems.

Implementation of ERP system is always a critical phase of any ERP project. Implementation process can be explained with its life cycle. It begins in strategic planning all way to the development of the system. The phases of the life cycle are strategic planning, requirement specification and choosing the system, implementation and development. Planning the system and its use in the company happens in the phases one and two and the last two phase are mainly for implementation, user education and development of the system.

Valmet Automotive is a contract manufacturer of cars. This means that VA builds its customers cars. Automotive industry needs more systems in addition of ERP system. Manufacturing and assembly needs support systems so it could be as efficient as possible. These support systems are used in line balancing, change management and planning internal logistic. Current system in VA is has been tailored for its needs and developed within years to fit different customer's needs. Nowadays it is starting to get old and new systems have more potential and new technologies. With these new potentials it is possible to achieve more efficient results.

Line balancing in automotive industry is crucial function, which is done continually; more efficient work methods are achieved and more cost efficient. Assembly volumes and car variants change time to time, which means work load must be balanced. Every car is an individual but every car must be done in the same assembly line. These work elements must be balanced so that assembly can be done effectively and without or with less loss. Change management is also critical function in automotive industry which needs support system so it can be done effectively. Change orders happen all the time and parts are updated or changed. These changes must be taken notice so that they won't risk manufacturing. Old balancing and change management software needs to be replaced so Valmet Automotive has four different alternatives. These alternatives are compared and I propose most suitable system for Valmet Automotive.

ALKUSANAT

Suomen kilpailukyvyn kannalta teollisuuden pitää pystyä innovoimaan uutta eikä vain kehittää vanhaa. Teollisuuden on tartuttava uusiin ratkaisuihin ja tutkittava digitalisaation mahdollisuuksia uusien ratkaisujen löytämiseksi. Nykypäivän tekniikka tarjoaa rajattomasti mahdollisuuksia, joita teollisuudessa voidaan hyödyntää. Ajattelua on laajennettava tavanomaisten ratkaisujen ulkopuolelle ja mietittävä minkälaisia askelia on otettava, jotta tulevaisuuden visiot voidaan saavuttaa.

Uusikaupunki, 24.5.2016

Teemu Sarvijärvi

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | Yritysesittely | 1 |
| 1.2 | Työn tavoitteet..... | 1 |
| 1.3 | Työn rakenne..... | 2 |
| 2. | ERP-JÄRJESTELMÄ..... | 3 |
| 2.1 | Toiminnanohjaus | 3 |
| 2.2 | Toiminnanohjausjärjestelmien historia | 4 |
| 2.3 | Toiminnanohjausjärjestelmä | 6 |
| 3. | TYÖN TASAPAINOTUS | 8 |
| 3.1 | Linjan tasapainottaminen autoteollisuudessa | 8 |
| 3.2 | Normaaliaikatutkimus | 9 |
| 3.3 | Havainnointitutkimus | 9 |
| 3.4 | MTM-analyysi eli liikeaikatutkimus | 10 |
| 4. | ERP-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSI..... | 11 |
| 4.1 | Strategiasuunnittelu | 12 |
| 4.2 | Vaatimusmäärittely, suunnittelu ja järjestelmän valinta | 12 |
| 4.3 | Käyttöönotto..... | 13 |
| 4.4 | Kehittäminen | 14 |
| 5. | ORACLE FORMS KUOMU | 15 |
| 5.1 | Kuomu osana laajempaa ERP:iä | 15 |
| 5.2 | Kuomun kokoonpanon toiminnot yleisesti | 16 |
| 5.3 | Tasapainotus Kuomussa..... | 19 |
| 5.4 | Kuomun käyttö yrityksessä | 23 |
| 5.5 | Nykyisen järjestelmän ongelmakohdat | 24 |
| 6. | VAATIMUKSET UUELLE JÄRJESTELMÄLLE | 26 |
| 6.1 | Muutoshallinta..... | 26 |
| 6.2 | Tasapainotus..... | 27 |
| 6.3 | Työ- ja tarkastusohjeet | 28 |
| 6.4 | Tuotannon suunnittelu..... | 29 |
| 6.5 | Yleiset vaatimukset | 30 |
| 7. | JÄRJESTELMÄ EHDOKKAAT | 31 |
| 7.1 | Avix (Solme)..... | 31 |
| 7.2 | Lean Systems (Roima Int)..... | 33 |
| 7.3 | SWD PES (SWD)..... | 35 |
| 7.4 | Oracle Forms | 36 |
| 8. | TASAPAINOTUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU..... | 38 |
| 8.1 | Toimittajien vertailu | 38 |
| 8.2 | Tasapainotusjärjestelmien vertailu | 39 |
| 9. | JÄRJESTELMÄ EHDOTUS | 41 |

| | |
|----------------------|----|
| 10. YHTEENVETO | 42 |
| LÄHTEET | 43 |

LIITE A: VALMET AUTOMOTIVEN SANASTOA

LIITE B: TOIMITTAJIEN VERTAILUTAULUKKO

LIITE C: TASAPAINOTUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

LYHENTEET JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

| | |
|------|----------------------------------|
| A/F | Accounting and Finance |
| APS | Advanced Planning and Scheduling |
| BOM | Bill of Materials |
| DFA | Design from Assembly |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| FMEA | Failure Mode and Effect Analysis |
| HR | Human Resources |
| MES | Manufacturing Execution System |
| MRP | Material Resource Planning |
| M/S | Marketing and Sales |
| MTM | Method-Time-Measurement |
| PSS | Production Support System |
| SCM | Supply Chain Management |
| SMED | Single Minute Exchange of Die |
| TMU | Time-Measurement-Unit |
| VA | Valmet Automotive |

1. JOHDANTO

Moderniteollisuus edellyttää sen toiminnan jatkuvaa ohjausta ja hallintaa. Autotehtaalla on erityisen tärkeää, että työt pystytään määrittelemään tarkasti, jotta asemat pystytään kuormittamaan tasaisesti. Työtehtävien tasapainottaminen on olennainen prosessi tuotannon sujuvuuden ja läpimenon varmistamiseksi. Toiminnanohjauksen ja tasapainotuksen työkaluna käytetään toiminnanohjausjärjestelmää (ERP) eli Enterprise Resource Planning -järjestelmää.

1.1 Yritysesittely

Valmet Automotive Oy:n autotehdas on perustettu vuonna 1968 Uuteenkaupunkiin, jolloin yritys toimi nimellä Saab-Valmet. Tehdas oli Valmetin ja Saab-Scanian yhteisomistuksessa oleva autotehdas. Valmet Automotiven liiketoiminta-alueet ovat sopimusvalmistus, suunnittelupalvelut ja kattojärjestelmät. Kattojärjestelmät ovat kuuluneet Valmet Automotiven omistukseen vuodesta 2010 alkaen kattojärjestelmän valmistus Osnabrückissä Saksassa ja Zaryssa Puolassa. (Valmet Automotive 2016.)

Yli 40 vuoden ajan tehtaalla on valmistettu autoja eri asiakkaille, kuten Saab, Opel, Porsche, Fisker ja Daimler. Autotehtaan tämän hetkinen asiakas on Daimler AG. Vuonna 2012 päätettiin A-sarjan valmistamisesta Suomessa. Mercedes-Benzin A-sarjan tuotanto aloitettiin jo vuonna 2013 Uudessakaupungissa Valmet Automotivella. Daimler onkin ollut tyytyväinen Valmet Automotiven laatuun ja toimitustasemmällisyyteen ja GLC:n valmistuksesta päätettiin 2015 joulukuussa. (Valmet Automotive 2016.)

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tutustua nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään ja sen mahdollisiin korvaajiin, dokumentoida vaatimukset ja halutut toiminnot uuden järjestelmän ominaisuuksista ja toiminnallisuuksista. Järjestelmien tutustumisen jälkeen käyn läpi niiden vertailua ja sopivuutta Valmet Automotiven käyttöön. Vertailujen ja vaatimusten perusteella teen ehdotuksen korvaavaksi järjestelmäksi. Työn pääpaino on korvaavien tasapainotusjärjestelmien vertailussa ja niiden ominaisuuksien kirjaaminen.

Tutkimusongelma on löytää uusi järjestelmä, joka toteuttaa vaatimukset ja on toteutuskelpoinen autotehtaalle. Vaatimusmäärittely onkin tärkeä prosessi uuden järjestelmän valinnassa. Työssä haastetta aiheuttaa myös vanhan järjestelmän laajuus. Korvaavasta järjestelmästä ei löydy kaikkia ominaisuuksia ja onkin syytä tutkia, mitkä

kaikki ominaisuudet ovat tarpeellisia. Puuttuvien ominaisuuksien kohdalla on mietittävä, miten ne voidaan toteuttaa ja aiheuttavatko ne lisäkustannuksia. On arvioitava mahdollisia kokonaiskustannuksia. Työ on osa Valmet Automotiven toiminnanohjausjärjestelmän uudistamisprojektia.

1.3 Työn rakenne

Työn alussa kerron ERP-järjestelmistä yleisesti ja mihin niitä käytetään. Kerron myös lyhyesti työn tasapainotuksesta autotehtaalla. Seuraavaassa luvussa keskityn Oracle Formsin Kuomu ohjelmistoon, joka on käytössä oleva tuotannon tukiohjelmisto. Kuomu on osa laajempaa ERP-järjestelmää. Käyn työssä läpi myös sen muita osia lyhyesti, mutta perehdyn Kuomuun. Vaatimusmäärittely uuden järjestelmän valinnassa on tärkeää ja kerron uuteen järjestelmään liittyviä vaatimuksia tasapainotuksen, muutoshallinan ja tuotannon suunnittelun kannalta.

Työn loppuosassa esittelen uudet järjestelmä vaihtoehdot ja kuvailen niiden ominaisuuksia. Kuvailen myös lyhyesti niiden tasapainotusjärjestelmä vaihtoehtojen ominaisuuksia. Vertailen järjestelmiä ja toimittajia keskenään, lopuksi teen ehdotuksen sopivimmasta järjestelmästä Valmet Automotiven käyttöön ja kerron johtopäätökset. Työn viimeisenä osuutena on yhteenveto, jossa kerron työn tuloksista ja sen tavoitteiden onnistumisesta.

2. ERP-JÄRJESTELMÄ

Tuotannon apuna toimii tuotannon tukijärjestelmä eli Production Support System (PSS). PSS on useamman järjestelmän integraatio, joka hallitsee useita toimintoja ja integroi toiminnan yhdeksi kokonaisuudeksi. Se voi sisältää muun muassa toiminnanohjausjärjestelmän, logistiikan tukipalveluita, muutoshallinnan ja tuotannon tasapainotuksen. Se on kokonaisratkaisu, jonka avulla pystytään hallitsemaan koko tuotantoa.

2.1 Toiminnanohjaus

Yritysten tarve hallita ja organisoida materiaalia ja sen taloutta toimivat lähtökohtina toiminnanohjaukselle. Materiaalin- ja taloushallinnan järjestelmät usein laajennetaan myös muihin yrityksen tarpeisiin. Näin ollen toiminnanohjauksella ohjataan yrityksen toimintoja, joita ovat työt ja resurssit. Yrityksen resursseja ovat työntekijät, tuotantotilat ja koneet. Näistä yrityksen tärkein resurssi on sen työntekijät, joilla yritys valmistaa sen tuotteen tai myytävän palvelun. Resurssit muodostavat erilaisia kokonaisuuksia, kuten ryhmiä, tiimejä tai osastoja. Asiakkaan tilaukset ja vaatimukset ohjaavat tuotantoa ja asettavat tuloksille tavoitteet. Tuotteiden pitää valmistua asiakkaalle luvatussa aikamäärässä ja halutulla laadulla. Resursseja ohjataan haluttuun suuntaan, jotta asiakkaan vaatimukset saadaan täytettyä. Tehokas resurssien hallinta onkin perusta yrityksen kannattavalle tauloudelliselle toiminnalle. (Kettunen & Simons 2001, s.41.)

Toiminnanohjausjärjestelmien ymmärtäminen vaatii yrityksen liiketoiminnan ymmärtämistä. Yrityksen toiminnalliset alueet ohjaavat sen toimintaa. Näitä alueita ovat:

- markkinointi ja myynti (M/S Marketing and Sales)
- tiliöinti ja rahoitus (A/F Accounting and Finance)
- logistiikka ja toimitusketju (SCM Supply Chain Management)
- henkilöstöjohtaminen (HRM Human resource management)

Jokainen alue pitää sisällään omat toimintansa, jotka ovat ominaisia juuri sille alueelle. (Monk & Wagner 2009, s. 2-3.) Nämä neljä osa-alueita löytyvät suurimmasta osasta nykypäivän yrityksistä. Kukin alue saattaa olla hyvin eristynyt toisistaan vaikka ovatkin läheisti tekemisissä liiketoiminnan näkökulmasta. Jokaisen osaston tietojärjestelmä tarvitsee tietoa toiselta osastolta toimiakseen tehokkaasti. Jotta tiedonsiirto osastolta toiselle onnistuu, vaatii se tietojärjestelmän toimiakseen tehokkaasti. Tietojärjestelmä

pitää sisällään tietokoneet, ihmiset, menetelmät, ohjelmistot, jotka välittävät tai käyttävät tietoa.

Toiminnanohjauksessa on kolme eri tasoista ohjausta, joita ovat strateginen, kehitystoiminnan ja operatiivinen ohjaus. Näistä tärkein on operatiivinen toiminta, se tuottaa tuloa yritykselle. Strategisella ohjauksella asetetaan tavoitteet ja suunnitellaan toimenpiteitä. Kehitystoiminnalla pyritään suunnittelemaan ja tekemään edellytykset strategisen toiminnan asettamien tavoitteiden saavuttamiseksi. (Kettunen & Simons 2001, s. 41.)

Yrityksellä on käytössään rajalliset resurssit, joilla sen on tultava toimeen ja saada etua kilpailijoihin nähden. Kettusen ja Simonssin (2001, s.42) mukaan toiminnanohjausta voidaan kuvata säätöprosessina, jonka sisäänmenoja ovat resurssit ja ulostulona on tavoitteellinen toiminta. Toiminnanohjaus toimii säätöpiirinä, jossa muuttujina ovat suunnittelu, toimeenpano, seuranta ja säätö. Tämä toiminnanohjauksen säätöpiirin malli onkin ideaalinen, sillä todellisessa maailmassa toiminnassa on epätäydellistä tietoa ja rajatut resurssit, joilla yritys toimii. Ohjausmekanismeissa on tehtävä useita yksinkertaistuksia. Toiminnan ja toimeenpanon seurauksena on kerättävä tietoa, jotta saadaan takaisinkytkettyä tietoa suunnittelun ja toimeenpanon onnistumisesta. Ohjausmekanismi on jatkuva prosessi, jossa kerätään tietoa resurssien puitteissa. Yhtälailla rajoittavaksi tekijäksi resurssien ohella muodostuu tietojen hallinta. Kaikkea tietoa ei voida kerätä talteen eikä sitä kaikkea keritä hyödyntämään suunnittelussa, joten on löydettävä kriittiset ja tavoitteelliseen toimintaan vaikuttavat tiedot.

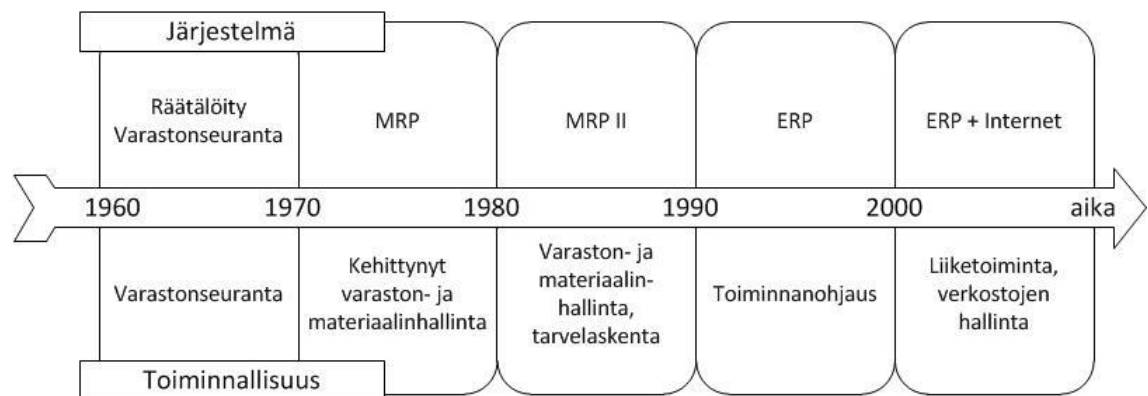
2.2 Toiminnanohjausjärjestelmien historia

Tietotekniikan kehitys on omalta osaltaan vaikuttanut merkittävästi myös tietojärjestelmien kehittymiseen. Ennen ei ollut muistikapasiteettia käsitellä suuria määriä tietoa ja prosessorit olivat hitaita. 1960-luvulla, yrityksillä ei vielä ollut tietokoneita, koska ne olivat isoja ja kalliita. Ne eivät tarjonneet reaaliaikaista tietoliiketoimintaa varten. 1970-luvulla yritykset saivat käyttöönsä tietokantapohjaisia ohjelmia, joidenka avulla he pystyivät tallentamaan ja analysoimaan tietoa, mikä ei ennen sitä ollut mahdollista. Tietokoneet alkoivatkin yleistyä yritys käytössä vasta 1980-luvulla, mutta vielä silloin tiedon jakaminen oli hankalaa. (Monk & Wagner 2009, s.20.) Tietokoneista ei ollut enää paluuta paperiin, kun huomattiin niiden positiiviset vaikutukset tuottavuuteen, joustavuuteen ja oppimiseen.

Ennen 90-lukua suurimmalla osalla yrityksistä on ollut käytössään erillisiä tietojärjestelmiä tuotannolle, markkinoinnille sekä muille tarpeille. Yritykset ovat vasta viime vuosina aloittaneet integroimaan ja yhdistämään tietojärjestelmiään. Integroidut järjestelmät eivät olleet vielä tuolloin mahdollisia, koska tietotekniikka ei ollut tarpeeksi kehittynyttä, jotta suuria määriä tietoa voitaisiin käyttää samanaikaisesti. Kullakin osastolla oli käytössään oma erillinen tietojärjestelmä, ohjelmisto ja laitteisto. Kun

tietoa haluttiin siirtää osastolta toiselle, jouduttiin se printaamaan ulos ja syöttämään käsin uudestaan toiseen järjestelmään. Tämä vei paljon aikaa ja tämä aiheutti hukka työtä. (Monk & Wagner 2009, s.18-19.)

Ensimmäiset varastonseurantajärjestelmät alkoivat kehittyä 1960-luvulla. Sitä voidaan pitää toiminnanohjausjärjestelmien kehityksen alkuna. (Kettunen & Simons 2001, s.46.) Seurantajärjestelmät olivat yrityksille yksilöityjä järjestelmiä, joiden tehokkuus riippui tietotekniikasta, joka oli silloin saatavilla tai käytettävissä. Tämä johti lopulta materiaalinhallinta ohjelmistoihin, joista kehittyi 70-luvulla MRP-järjestelmät, joka tulee englanninkielen sanoista Material Resource Planning. Ohjelmistot olivat yleensä yritykselle räätälöityjä. Kuvassa 1 on esitetty järjestelmien kehitys ja niiden toiminnallisuudet suhteessa aikaan.



Kuva 1. ERP-järjestelmän kehitys (Mukailtu lähteestä Kettunen & Simons 2001)

Räätälöityjen in-house-ohjelmistojen seuraava askel oli MRP-järjestelmät, jotka olivat jo kehittyneempiä materiaalinhallinnassa, jotka sisälsivät jo automaatiotakin. Niitä hyödynnettiin tarvelaskennassa, oston ohjauksessa ja tilauspisteen laskemisessa (Kettunen & Simons 2001, s.46). 70-luvun loppupuolella ohjelmistojen kehittäjät alkoivat kehittää in-house-ohjelmistojen tilalle standardiohjelmistoja, jonka jälkeen kaikki järjestelmät eivät enää vastanneet vain yhden yrityksen tarpeita vaan pystyivät tarjoamaan toiminnallisuuksia yleisesti yrityksille. Järjestelmiä kehittivät muun muassa SAP ja Oracle (Monk & Wagner 2009, s.24-26).

MRP II varaston- ja tuotannonhallinnan kehitys tapahtui 1980-luvulla tietokoneiden ja ohjelmistojen yleistymisen myötä. MRP-järjestelmiin lisäiltiin toiminnanohjauksen sekä jakelunhallinnan toimintoja. MRP II –konseptin kehittäminen jatkui 1990-luvulla, jolloin siihen lisättiin entisestään tuotannonohjauksen toimintoja. Lopulta MRP- ja MRP II –ohjelmistoista alkoi muodostua nykyisten toiminnanohjausjärjestelmien kaltaisia kokonaisuuksia. (Kettunen & Simons 2001, s.46-47.)

Varsinaiset ERP-järjestelmät (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmät alkoivat kehittyä nykymuotoonsa 1990-luvulla MRP-

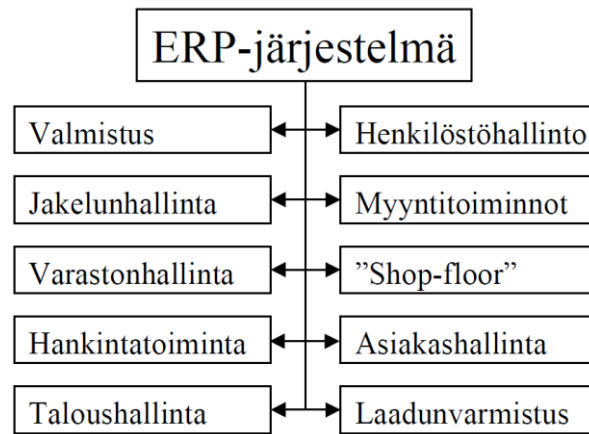
järjestelmistä, kun yritykset tarvitsivat parempaa tiedonhallintaa ja sen jalostusta globalisoituakseen ja pysyäkseen kehityksessä mukana. (Kettunen & Simons 2001, s.40). Järjestelmien kehitystä vauhditti tietotekniikan ja ohjelmistojen kehitys, joka mahdollisti entistä tehokkaamman integroinnin ja laajempien tietokantojen käytön. 1990-luvun järjestelmistä voidaan puhua jo ERP-järjestelminä. 2000-luvulla ERP-järjestelmät ovat saavuttaneet nykytilansa, jossa ne yhdistettiin verkkoon ja niiden avulla pystytään hallitsemaan liiketoimintaa ja verkostoja. Verkostojenhallinta ERP:in avulla tarjoaa yrityksille paljon potentiaalia ja haasteita järjestelmien kehittäjille.

2.3 Toiminnanohjausjärjestelmä

Nykyaikaisessa teollisuusyrityksessä logistiikka, tuotanto ja taloushallinto on pystyttävä hallitsemaan tehokkaasti ja vaivattomasti. Tietojärjestelmät välittävät ja tallettavat tarvittavat tiedot oikeille ihmisille. Yrityksissä näitä tietojärjestelmiä ovat toiminnanohjausjärjestelmät. ERP on lyhennys sanoista Enterprise Resource Planning. Logistiikka, tuotanto ja taloushallinto ovat perinteisen ERP-järjestelmän keskeisiä asioita, mutta moderneissa tehtaissa se ei enää riitä. ERP:iin on sisällytettävä ihmiset, kuten johto, toimittajat, asiakkaat ja henkilöstö. (Kettunen & Simons 2001, s.48, s.56.)

Yrityksen kasvaessa myös tiedon määrä kasvaa ja sitä kerätään merkittäviä määriä. Kerättyä tietoa on pystyttävä hallitsemaan, ohjamaan halutulla tavalla ja välittämään oikeille ihmisille. Tietoa kerätään tietokantaan tai tietokantoihin, joita ERP-järjestelmän avulla voidaan käyttää hallitusti. ERP-järjestelmät tuovat halutun tiedon tuotannon ulottuville, jotta tuotanto pystyy varautumaan tulevaan tuotantotilanteeseen. Tuotannon muuttuessa saa logistiikka tiedon tuotantotilanteesta ja tarvittavista osista. Näin logistiikka pystyy reagoimaan ja tilaamaan oikeita osia oikean määrän. ERP-järjestelmät ovat välttämättömyys, jotta yritys pystyy hallitsemaan sen valtavaa tietomäärää ja kontrolloimaan sen tavoitteiden saavuttamista.

Kuten luvusta 2.2 huomattiin, ERP-järjestelmä on kehittynyt monessa vaiheessa ja siinä on eri moduuleja, jotka yhdessä muodostavat toiminnanohjausjärjestelmän. Näitä moduuleja ovat muun muassa materiaalinhallinta, tuotetiedonhallinta, tuotannonohjaus, myynti ja osto. Modulaarisuuden etuja onkin, että saadaan jaettua moduulit yrityksen eri toiminnan kohteille, joilloin yksi moduuli vastaa omasta kokonaisuudestaan. ERP:in moduulit integroivat toiminnan kokonaisuudeksi, jossa tiedonsiirto eri moduulien välillä on vaivatonta. Kuvassa 2 on esitetty SAP R/3 ohjelman toiminnalliset moduulit.



Kuva 2. SAP R/3 toimintaan liittyvät moduulit (Kettunen & Simons 2001, s.50)

Kettunen ja Simons (2001 s.51) kertovat julkaisussaan yrityskäytössä olevista toiminnanohjausjärjestelmistä ja niiden serveriarkkitehtuurista. Pääsääntönä voidaan pitää, että ERP-järjestelmien serveriarkkitehtuureista on toteutettu client-server -tyyppisesti, joissa on yritystason palvelin. Palvelimen lisäksi yrityksissä on käytössä pieni määrä työasemia, joilta ERP-järjestelmää käytetään. Kun moduuli on valittu ja siellä on tehty halutut toiminnot, kommunikoivat moduulit keskenään. Moduulit tekevät päivityksiä keskitettyyn tietokantaan tai kommunikoivat suoraan keskenään.

3. TYÖN TASAPAINOTUS

3.1 Linjan tasapainottaminen autoteollisuudessa

Autoteollisuudessa on tärkeä tietää, kuinka kuormitus on jakautunut tuotantolinjalle. Volyymit ovat suuria ja tahtiajat lyhyitä. Tahtiajalla tarkoitetaan autoteollisuudessa, kuinka kauan auto on yhdellä asemalla. Se voidaan laskea käytettävissä olevalla työajalla ja vuorokohtaisella automäärällä. Käytettävissä oleva työaika on aika, josta on vähennetty tauot ja muu tuotantoon kuulumaton aika. Kun tahtiajat ovat lyhyitä, ei työssä saa olla turhia liikkeitä. Tasapainotetulla linjastolla läpimeno pysyy vakiona eikä linjastolle pääse syntymään pullonkauloja.

Työn tasapainotus ja tutkiminen pohjautuu lean ajattelumaailmaan eli tehdään vain niitä asioita, joista asiakas maksaa. Pyritään nopeuttamaan läpimenoaikaa ja tehostamaan prosessia. On tärkeää panostaa arvoaan tuottaviin toimintoihin ja minimoida arvoaan tuottamattomia toimintoja. Prosessissa eteenpäin vietävää tuotetta, kuten esimerkiksi autoa kutsutaan virtausyksiköksi. Arvoa tuottavat toiminnot jalostavat virtausyksikköä ja vievät sitä eteenpäin prosessissa. Jalostamaton toiminta on näin arvoa tuottamatonta toimintaa, eikä se vie virtausyksikköä eteenpäin prosessissa. Jalostamaton toiminta voi olla esimerkiksi odotusaikaa tai jonottamista. (Modig & Åhlström 2013, s.18-24.)

Nopea läpimenoaika ei aina tarkoita, että prosessi on suoritettu virtaustehokkaasti. Jos on huomioitu vain välittömät tarpeet, esimerkiksi auton osat asennetaan mahdollisimman nopeasti. (Modig & Åhlström 2013, s.27-28.) Lopputuloksena on auto, joka on kokoonpantu huolimattomasti tai sitä on kolhittu asennuksen aikana. Välittömien tarpeiden lisäksi on huomioitava välilliset tarpeet eli auton rakennuksessa laatu. Osat laitetaan paikalleen ilman turhia liikkeitä ja oikein. Tällöin käytetään niin sanottua tuottavinta menetelmää, nopein mahdollinen asennus, laadukkaasti, huomioiden työturvallisuuden ja ergonomian. Autoteollisuudessa laatu on yksi tärkeimmistä välillisistä tarpeista.

Työn tutkimiseen on olemassa erilaisia aikatutkimuksia, joiden avulla työajat ja työmenetelmät voidaan määrittää. Niitä ovat muunmuassa normaaliaikatutkimus, havaintotutkimus, MTM-analyysi ja standardiajat. Standardiajat ovat aikoja, jotka pysyvät vakiona prosessissa. Näitä ovat muun muassa askeleet tai tunnistekortin lukeminen. Niiden avulla tutkitaan työsuoritteisiin kuluva aikaa. Osalla niistä voidaan tutkia esimerkiksi myös odotus- ja häiriöaikojen tiheyttä. Tutkimusten tavoite on muodostaa riittävän tarkka kuvaus työstä ja mitata siihen kuluva aika tarkasti. Aika

mitataan TMU:na eli time-measurement-unitteina. Yksi TMU on 1/100 000 osa tunti eli 28 tmu:a on noin yksi sekunti.

3.2 Normaaliaikatutkimus

Normaaliaikatutkimus tehdään otosluontoisesti ja siinä mitataan lyhyitä työvaiheita noin kymmenen kappaletta. Se riittää määrittämään työlle siihen kuluvan ajan. Ajoille määritellään joutuisuuskerroin, esimerkki normaalijoutuisuudesta on korttipakan jakaminen neljään pinoon 30 sekunnissa. Joutuisuus normalisoi mitatut ajat. Kun joutuisuus on määritelty oikein työntekijän nopeus tai hidastelu ei vaikuta mitattuun aikaan. Saatu keskiarvo, joka on normalisoitu joutuisuuskertoimella, vastaa normaalijoutuisuudella tehtyä aikaa.

Tutkijan on varmistuttava, että mitatut ajat kestävät pienet vaihtelut. Vaihtelua prosessissa aiheuttavat resurssit, kuten koneiden vioittuminen ja häiriöt. Ihmiset ovat erilaisia ja tekevät samaa työtä hieman eri tavalla. Harjaantunut työntekijä tekee työn varmemmin ja samalla tavalla. (Modig & Åhlström 2013, s.40-41.) Uusi asentaja saattaa kokeilla erilaisia työskentely tapoja, joten uuden ja harjaantuneen työntekijän välillä syntyy helposti vaihtelua. Tutkittaessa työtä on valittava harjaantunut työntekijä. Näin työntutkimus vastaa parhaiten oikeaa työtä.

Tutkittavan menetelmän kuvaaminen ennakkoon varmistaa, että menetelmä on oikea. Tutkimustulokset eivät ole käyttökelpoisia, jos menetelmä ei ole tutkittavan menetelmän kaltainen. Mittaustarkkuus määräytyy, kuinka tarkasti kohteen menetelmä on kuvattu. Isoja työmenetelmiä tutkittaessa voidaan menetelmä tutkia pienemmissä työerissä.

3.3 Havainnointitutkimus

Havainnointitutkimusta suoritetaan kun tarkkaillaan häiriöitä tai odotusaikojen esiintymistiheyttä. Havainnointi suoritetaan yhdellä vilkaisulla sovittun havaintovälein juuri sillä hetkellä. Havaintoväli sovitaan ennen tutkimusta, mutta yleensä käytetään yhden minuutin havaintoväliä. Tutkimuksessa on syytä tutkia eri henkilöiden työmenetelmiä. Henkilöt tutkitaan kukin omana seurantanaan. Näitä tuloksia voidaan tutkimuksen jälkeen vertailla ja tutkia eri menetelmien tehokkuutta.

Tutkimusta suunniteltaessa on huomioitava ajan käyttö. Tutkimuksessa olisi hyvä tutkia yhdestä kolmeen työvuoroa. Riittävä tarkkuus saadaan, kun tutkitaan aamu- ja iltavuoro. Tutkimusaika on pitkä ja se voidaankin tarvittaessa keskeyttää ja jatkaa ilman, että tulokset vaarantuisivat. Tutkimustulokset antavat tietoa tuotteen valmistusajasta ja todellisesta tekemisestä. Se kertoo kuinka työntekijän aika jakautuu. Tämän tyyppistä tutkimusta käytetään yleensä häiriöiden ja odotusaikojen esiintymisen ja keston tutkimiseen.

3.4 MTM-analyysi eli liikeaikatutkimus

MTM on lyhenne sanoista Methods-Time-Measurement. MTM-analyysi on liikeaikatutkimus, eikä se ole työnmittausmenetelmä vaan se on tapa, jolla kuvata työmenetelmä. Sen sivutuotteena saadaan muodostettua aikatieta tehdyille työlle tai, jollekin sen osalle. Työtä kuvattaessa voidaan vaativimmat työt tehdä normaaliaikatutkimuksella ja pienet työerät kuvata MTM-analyysillä. Analyysin teossa hyödynnetään yleensä videokameraa, jolla menetelmä kuvataan videolle ja siitä analysoidaan työntekijän liikesarjat. MTM-analyysillä kuvatut työajat vastaavat normaalijoutuisuudella tehtyä työtä. Menetelmästä saadaan työhön kulunut aika TMU:na (MTM-2 1986, s.9). Taulukossa 1 on esitetty perinteiset MTM-2 liikkeet ja niiden lyhenteet (MTM-2 1986, s.15).

Taulukko 1. MTM-2 liikkeet ja niiden lyhenteet

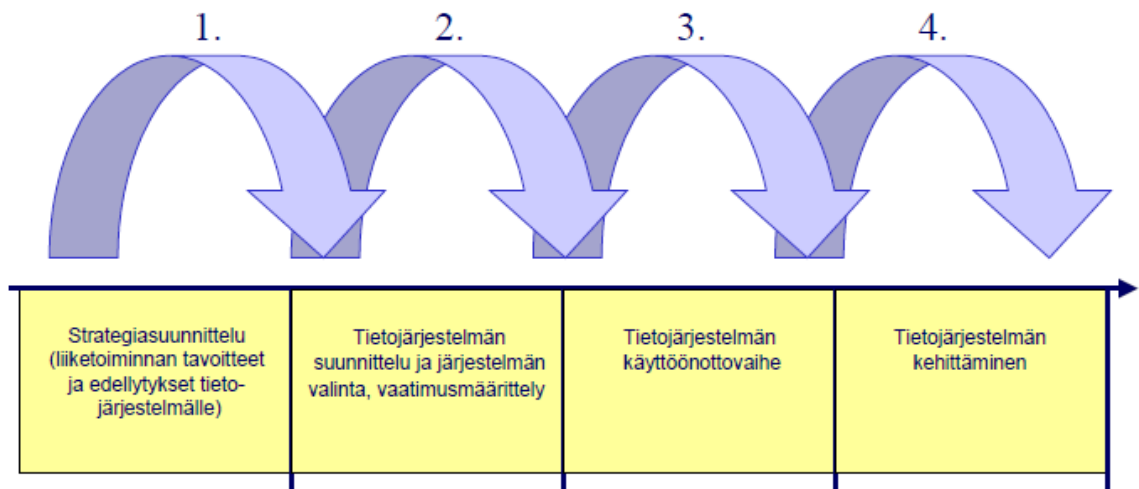
| Liike suomeksi | Liike englanniksi | Lyhenne |
|----------------------|-------------------|---------|
| Ottaa | Get | G |
| Asettaa | Put | P |
| Aikaansaada painetta | Apply pressure | A |
| Otteen vaihto | Regrasp | R |
| Silmien liike | Eye motion | E |
| Veivata | Crank | C |
| Askel | Step | S |
| Jalan liike | Foot motion | F |
| Kumartua ja nousta | Bend and arise | B |

Analyysissä kuvataan pieniä ja lyhyt kestoisia työvaiheita lyhenteillä, joita edellisessä taulukossa on esitetty. Erilaisien osien keräämiset tai muut työt, joissa on paljon vaihtelua, kannattaa kuvata käyttäen jotain muuta menetelmää. MTM-analyysi ei ota huomioon mitään häiriöitä tai odotusaikoja. Analyysiä käytetään yksittäisten töiden ja sen vaiheiden kuvaamiseen. Tämän avulla voidaan määrittää tarviiko kyseistä menetelmää kehittää ja optimoida työtapaa.

4. ERP-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSI

Tässä luvussa käyn läpi uuden ERP-järjestelmän käyttöönoton takana olevaa prosessia ja sen eri vaiheita elinkaarimallin avulla. Prosessi on monivaiheinen ja jokainen vaihe on omanlaisensa. Käyn käyttöönoton prosessin läpi loppukäyttäjyriksen näkökulmasta, joka päivittää vanhan ERP-järjestelmän uuteen. Tämä luku ei ole vain Valmet Automotiven näkökulmasta vaan yleisesti loppukäyttäjyriksen näkökulmasta.

Uuden järjestelmän käyttöönotto on prosessi, joka alkaa tarpeesta päivittää vanha järjestelmä uuteen, aina uuden tietojärjestelmän kehittämiseen saakka. Prosessi on pitkä ja se voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen, kaikilla vaiheilla on erilaiset toimintaperiaatteet ja tavoitteet. Kettunen ja Simons (2001, s.24) ovat kuvanneet tätä julkaisussaan loppukäyttäjyriksen näkökulmasta elinkaarimallilla, joka on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Tietojärjestelmän käyttöönottoprosessin elinkaarimalli loppukäyttäjyriksen näkökulmasta (Kettunen & Simons 2001, s.24).

Autotehtaalla uuden tietojärjestelmän käyttöönotto on haaste, sillä järjestelmän käyttöönottoon on erittäin rajallisesti aikaa, kun autoja pitää valmistaa nopealla aikataululla. Tietojärjestelmän käyttöönotto ei saa häiritä autonvalmistusta vaan se pitää ottaa käyttöön nopeasti, joko ketterillä menetelmillä tai niin sanotulla hybridiratkaisulla. Ketterillä menetelmillä järjestelmä otettaisiin käyttöön pala palalta iteraatiokierros kerrallaan. Hybridimenetelmässä vanha järjestelmä jätetään hetkeksi uuden järjestelmän rinnalle ja uuteen järjestelmään siirrytään asteittain. Uuteen järjestelmään ei voida

siirtyä kerralla eli niin sanottu ”Big bang” lähestyminen on pois suljettu. Siinä riskit kasvavat merkittävän suuriksi ja tuotanto vaarantuu.

Tietojärjestelmän käyttöönoton elinkaarimalli soveltuu hyvin myös ERP:n käyttöönottoon. Elinkaarimallin ensimmäinen vaihe voidaan nimetä esisuunnitteluvaiheeksi, missä yritys käyttää strategiasuunnittelua, josta pystytään erottamaan liiketoimintastrategia ja tietotekniikkastrategia. Toisessa vaiheessa tehdään vaatimusmäärittely, suunnittelu ja järjestelmän valinta. Tämä vaihe on merkittävä vaihe koko käyttöönottoprosessissa. Kolmannessa vaiheessa tapahtuu varsinainen käyttöönotto ja neljännessä vaiheessa saavutaan käyttöönotto prosessin viimeiseen osaan, joka on tietojärjestelmän kehittäminen, missä tapahtuu jatkuvaa kehittämistä ja järjestelmän ylläpito. Tämä vaihe pitää sisällään myös työntekijöiden kouluttamisen ja osaamisen kehittämisen.

4.1 Strategiasuunnittelu

Tietotekniikan rooli ja sen hyödyntäminen on modernin yrityksen strategisia tavoitteita, joilla pyritään helpottamaan ja tehostamaan toimintaa. Johto luo linjauksia liiketoiminta- ja tietotekniikkastrategian avulla, yhdessä nämä kaksi suuntausta muodostavat yrityksen strategisen suunnittelun. Modernisointi digitalisoinnin kautta on avain yrityksen strategisten tavoitteiden saavuttamiseen. (Kettunen & Simons 2001, s.24-25.)

Tietojärjestelmän hankkiminen vaatii strategiasuunnittelua, strategian hiomista ja tavoitteiden tarkastelua. Suunnittelu vaatii systemaattisuutta ja ottaen huomioon strategisen näkökulman, sillä uuden tietojärjestelmän hankkiminen vaikuttaa pitkälle yrityksen tulevaisuuteen. Uuden ERP-järjestelmän elinkaari saattaa olla useita vuosia. (Kettunen & Simons 2001, s.24-25.)

4.2 Vaatimusmäärittely, suunnittelu ja järjestelmän valinta

Strategiasuunnittelun jälkeen siirrytään vaatimusmäärittelyyn ja suunnitteluun. Vaatimusten ja suunnittelun perusteella valitaan lopulta järjestelmä. Tämä vaihe toimii esisuunnitteluvaiheena käyttöönottovaihetta varten. Vaatimusmäärittelyssä on tärkeää kuulla sekä käyttäjien, että toimittajien näkökulmia, jotta vaatimukset ovat realistisia ja tulevasta järjestelmästä löytyy halutut toiminnallisuudet. Vaatimusmäärittelyt ovat myös toimiva kommunikointitapa toimittajien ja asiakasyrityksen välillä. (Kettunen & Simons 2001, s.25.)

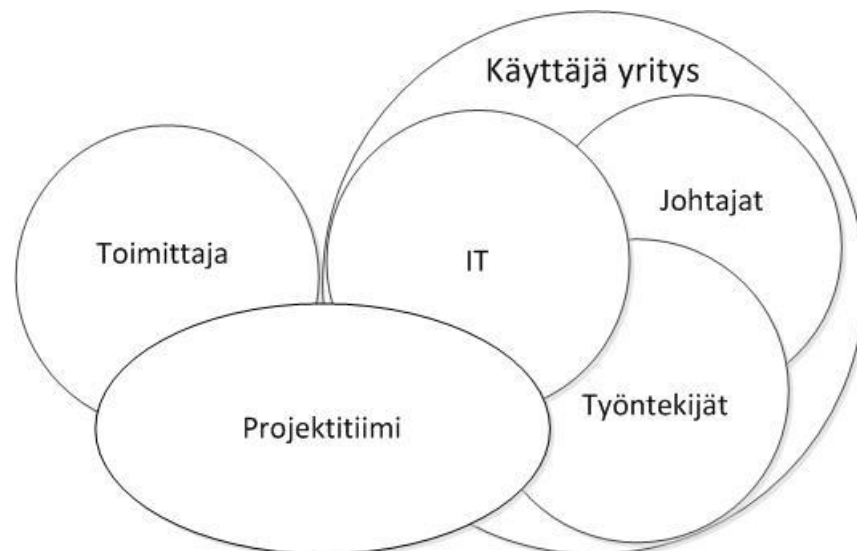
Järjestelmän valinnassa on kannattavaa tutkia samanlaisia yrityksiä ja niiden ERP-järjestelmiä ja käyttöönottoa. Ohjelmiston toimintaa ja tarpeiden täyttämistä on myös tarpeellista tarkkailla. Mikäli heillä ERP-järjestelmä on toimiva ja tuonut tehokkuutta, voisiko samanlainen ohjelmisto toimia myös omassa yrityksessä? ERP-järjestelmät ovat

usein valmiita kokonaisuuksia, joten yrityksen on oltava valmis tekemään myönnytyksiä omiin vaatimuksiinsa ja mahdollisesti muutoksia omaan toimintamalliinsa (Vilpola & Kouri 2006, s.19). Valintaan vaikuttavat seuraavat tekijät: kuinka ohjelmistot täyttävät asetetut vaatimukset, tuleva hyöty, ohjelmiston hinta, koulutuksen ja implementoinnin kustannukset (O’Leary 2000, s.102-117).

4.3 Käyttöönotto

ERP-järjestelmän implementointi on elinkaarimallin kolmas vaihe. Se sisältää käyttöönoton lisäksi tiedonsiirron ja muuntamisen uuteen järjestelmään, parametrien asettamista ja myös henkilökunnan koulutuksen. Harjoittelu on tärkeää kaikille ERP-järjestelmän käyttäjille, koska se helpottaa tuotantovaiheeseen siirtymistä ja alkuvaiheen ongelmia. Uuden järjestelmän tuotantokäyttöön ottaminen on kriittinen koko tietojärjestelmän hankintaprosessissa. Se vaatii koko organisaatiolta panostusta ja työtä. (Kettunen & Simons 2001, s.25.)

Käyttöönoton sidosryhmät ovat niitä tekijöitä, jotka tekevät muutoksen käytäntöön ja ovat mukana prosessissa. Näitä toimijoita ovat muun muassa ERP toimittaja, projektitiimi, mahdolliset konsultit, ylläpito, päätöksiä tekevät johtajat, ohjelmistoa käyttävät työntekijät ja IT. Nämä sidosryhmät on esitetty kuvassa 4. Tämä kuva on esimerkki millainen kokoonpano ERP-järjestelmän käyttöönotossa voi toimia. Eri toimijoilla voi olla päällekkäisiä rooleja hankkeessa. Väitöskirjassaan Vilpola (2008, s.10) kertoo kuitenkin, että ylemmän johdon tuen olevan yksi tärkeimmistä asioista ERP-järjestelmän implementoinnin onnistumisen kannalta.



Kuva 4. ERP-järjestelmän käyttöönoton sidosryhmät.

Projektitiimin kokoonpanon on oltava mahdollisimman kattava ja monipuolinen yrityksen eri osapuolilta, jotta koko ERP:in käyttäjät tulisivat edustetuksi projektissa. Projektitiimi on kohdeyrityksen edustaja. Projektitiimi pitää sisällään muun muassa

konsultoinnin. Näin lopputulos vastaisi mahdollisimman monen käyttäjän toiveita. Yritys saisi parhaan mahdollisen hyödyn ERP:stä. Projektitiimi toimii yrityksen ja ohjelmiston toimittajan rajapintana, keskustelee yrityksen ja toimittajan välillä.

4.4 Kehittäminen

Elinkaarimallin viimeisenä syklinä on jatkuva kehittäminen. Se kattaa järjestelmän ylläpitävät toiminnot, päivitykset ja myös osaamisen kehittämisen. Ohjelmistoon voidaan myös tehdä räätälöintejä ja lisäyksiä, jotka parantavat tehokkuutta. Yritys voi myös kehittää omaa toimintaprosessiaan ja tietojärjestelmästä voidaan saada entistä tehokkaampi yrityksen käyttöön. Jatkuva kehittäminen tulee olla osa yrityksen strategiaa ja toimintamallia. (Kettunen & Simons 2001, s.25.)

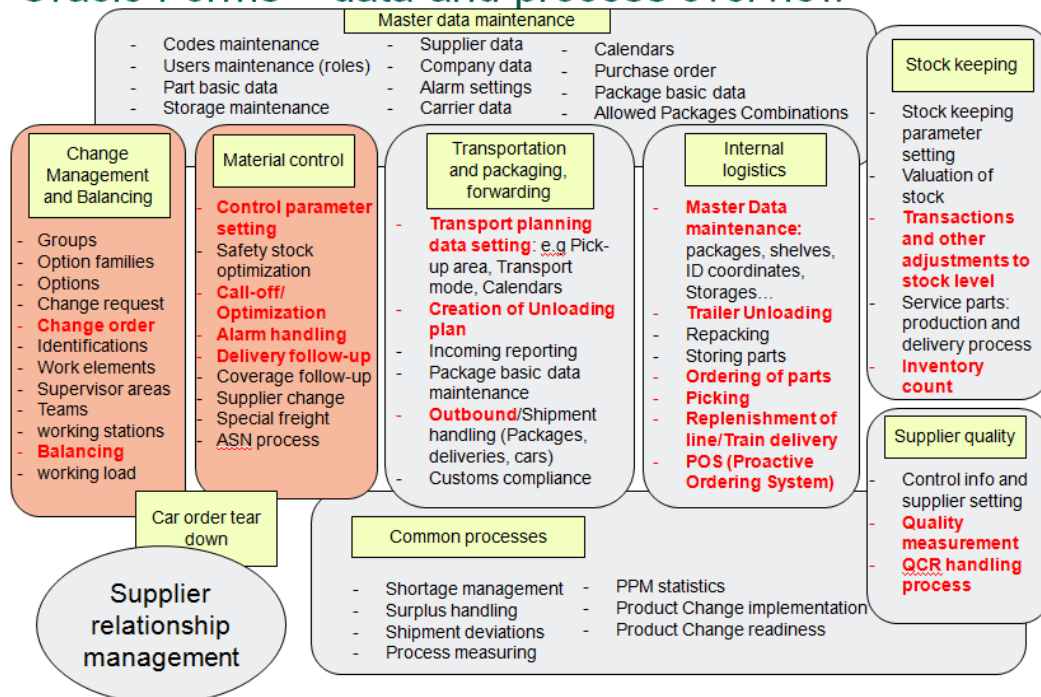
Vaikka järjestelmä on saatu toimitettua yritykselle ja se on otettu käyttöön, vaatii se yleensä silti kehitystä ja ylläpitoa. Osa moduuleista ei välttämättä ole käytössä niiden tarpeettomuuden tai koulutuksen puutteen takia (Lehtonen 2004, s.139). Työntekijöitä voidaan kouluttaa käyttämään uusia ominaisuuksia, jotka parantavat käytettävyyttä ja säästävät näin työaika ja parantavat toimintaprosessia. Henkilökunnan jatkuva koulutus on tärkeää tietojärjestelmien täyden tehokkuuden hyödyntämiseksi.

5. ORACLE FORMS KUOMU

5.1 Kuomu osana laajempaa ERP:iä

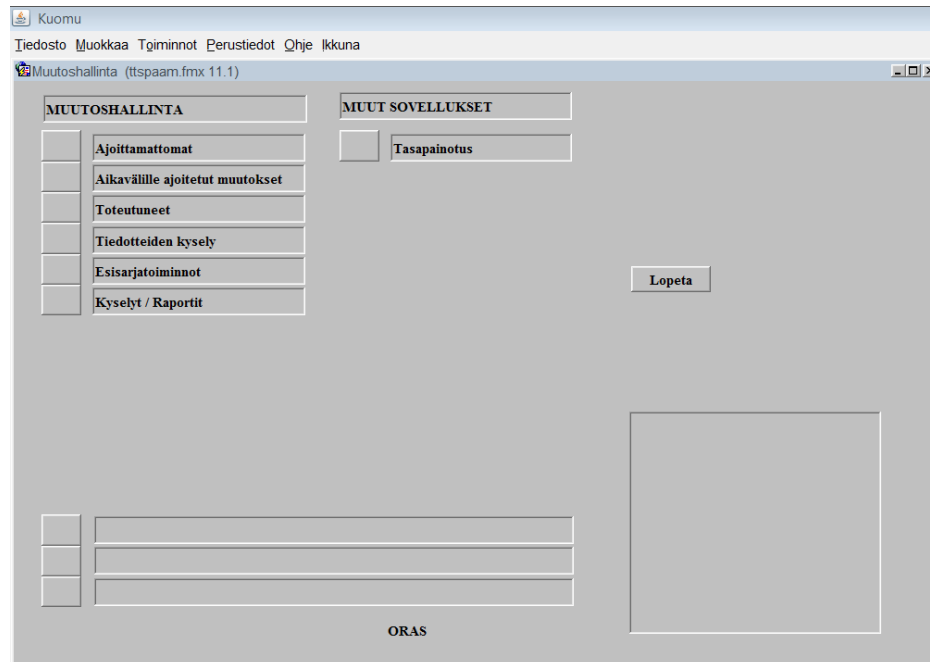
Oracle Formsin Kuomu on Valmet Automotivella käytössä oleva ohjelmisto. Kuomu on kehitetty autotehtaan kokoonpanon kuormituslaskennan ja muutoshallinnan työkaluksi. Kuvassa 5 on esitetty Oracle Formsin prosessien yleiskatsaus, punaisella taustalla on merkitty Kuomun osuus. Sen käyttäjinä on aluesuunnittelijat, tiiminvetäjät, tuotetekniikan suunnittelijat ja sisäinen logistiikka. Kuomu on räätälöity järjestelmä, jota on ajan myötä kehitetty autotehtaan tarpeiden mukaan.

Oracle Forms – data and process overview



Kuva 5. Oracle Forms yleiskatsaus dataan ja prosesseihin.

Kuvassa 6 on esitetty Kuomun käyttöliittymän perusnäkyä. Ulkoasu on yksinkertainen ja pelkistetty. Etusivulla näkyy muutoshallintaan ja tasapainotukseen liittyviä toimintoja, näkymä saattaa vaihdella eri käyttäjärooleilla. Kuvassa on aluesuunnittelijan roolin näkymä. Etusivulle tulee myös kohdennettuja ilmoituksia, jotka liittyvät käyttäjän vastualueisiin. Esimerkiksi vanhaksi menneet työelementit, jotka on päivitettävä.

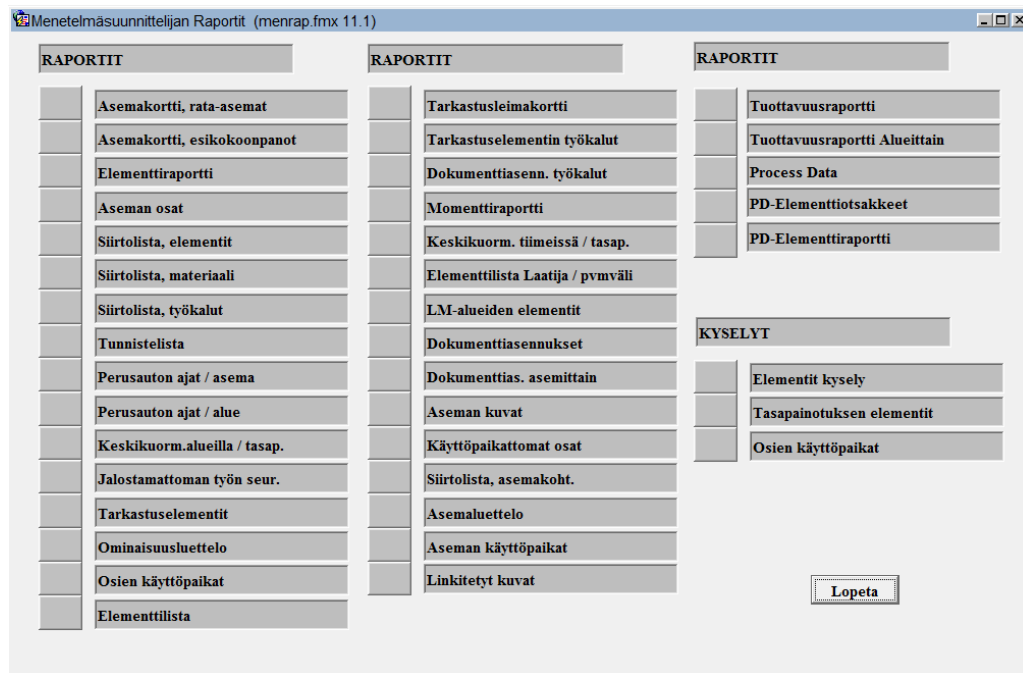


Kuva 6. Kuomun käyttöliittymä.

Kuomu on vain yksi osa laajempaa Oracle Formsin ERP:iä. Muita sovelluksia Kuomun lisäksi ovat MTROHJ, MTRKÄS ja PURKU. MTROHJ avulla hallitaan materiaalin ohjausta ja MTRKÄS:n avulla hallitaan materiaalin käsittelyt. PURKU sovelluksen avulla hoidetaan BOM:n eli Bill of Materialsin purkaminen Valmet Automotivelle sopivaksi, jotta tarpeelliset osat saadaan näkymään oikein. Oraclen ERP-järjestelmä on räätälöity ja kehitetty Valmet Automotiven käyttöön ja se on laajentunut tarpeiden niin vaatiessa. Se on integroitu kokonaisuus, joka koostuu eri organisaation tarpeisiin soveltuvista osista. Muita Valmet Automotiven ERP järjestelmään liittyviä sovelluksia ovat MYLA eli myynti ja laskutus, PartnerWeb ja PROJSE eli projektien tuntiseuranta.

5.2 Kuomun kokoonpanon toiminnot yleisesti

Kuomussa on automaattinen raportointityökalu, jolla pystytään luomaan raportteja halutuista asioista. Esimerkiksi menetelmäsuunnittelijan valikosta voidaan muodostaa asemakortteja ja aseman osalista nopeasti. Tästä valikosta on myös mahdollista tulostaa tuottavuusraportti. Menetelmäsuunnittelijan raporttivalikko on esitetty kuvassa 7. Raporttivalikosta voidaan myös tehdä kyselyitä, esimerkiksi elementeistä tai osien käyttöpaikoista.



Kuva 7. Raporttivalikko.

Osien käyttöpaikkoja ylläpidetään ja hallinnoidaan Kuomusta käsin. Osia käytetään asemilla ja niillä on aina käyttöpaikka kyseisen aseman alla. Käyttöpaikan ylläpito valikosta osalle määritellään käyttöpaikka, missä osalla on tarkat koordinaatit. Tästä valikosta osan voi myös siirtää toisen aseman käyttöpaikalle. Kun osalla on käyttöpaikka järjestelmässä, voidaan sille tehdä tilauslappu. Tilauslappu pystytään tulostamaan suoraan Kuomusta halutulle osalle.

Asemakorttien sisältö kertoo tietyn työaseman työt, jotka ovat jaettu elementteihin. Yhdessä elementissä on yhden osan tai työvaiheen tehtävät, jotka muodostavat pienen kokonaisuuden. Elementtien koko riippuu asemasta tai tehdystä työstä, niillä ei ole yleisesti määrättyä kokoa. Ne ovat yleensä lyhyitä työvaiheita, joita pystytään siirtämään asemalta toiselle. Kuvassa 8 on esitetty esimerkkielementti ABS-anturin asennuksesta.

Elementtitietojen ylläpito (ktpelpe.fmx 11.2.9)

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------------|------------------|-------------|------------------|--------|-----------|
| Elementti | DAA180813205 | Tulee mv | Poistuu mv | Prosessi | 1808 | Elem.aika | 575 | |
| Asiak. elementti | 012237 | | | | | | | |
| Nimi | KIINNITÄ ABS-ANTURI TAKA VASEN | | | | | | Lm-kdi | |
| Luokitus | A | Japan TDS | Turvallisuus / ympäristövaateet | E | | | | |
| Dokas.nro | Perustevaade MA: B, 8 Nm +- 1 Nm, UEG: 6,5 Nm, OEG: 9,8 Nm | | | | | | | |
| SF-numero | 60 | Eleteksti | | | | | | max |
| Nimellismomentti | 8,000 | A) Asenna anturi olkavarteen B) Asenna johdonpidike anturin päälle C) Laita ruuvi kierteelle ja kierrä pari kierrosta D) Kiristä akkuvääntimellä E) Asenna johto pidikkeisiin | | | | | | min |
| Vaihteluväli | 7,000 | 9,000 | | | | | | Ehdteksti |
| Jalostava/ jalostamaton | 100 / 0 | | | | | | | |
| Laatija + pvm | JPo | 24.02.2014 | TeT | 29.05.2013 10:52 | JPo | 17.10.2014 08:17 | | |
| Tuotelinja | DAIMLER | | | | | | | |
| Pääryhmä | 18 | SÄHKÖT | Toimiryhmä | 1808 | JOHTOSARJAT | Pos | | |

< >

Kysely Lisää Vahvista Paluu

Poista

Osia: 3 Työkaluja: 1 Kuvia: 1

| | | | | | |
|-----------|------|----------|----------|-----------|------------|
| Kopiointi | Osat | Työkalut | AS.kuvat | Työntutk. | Dok.asenn. |
|-----------|------|----------|----------|-----------|------------|

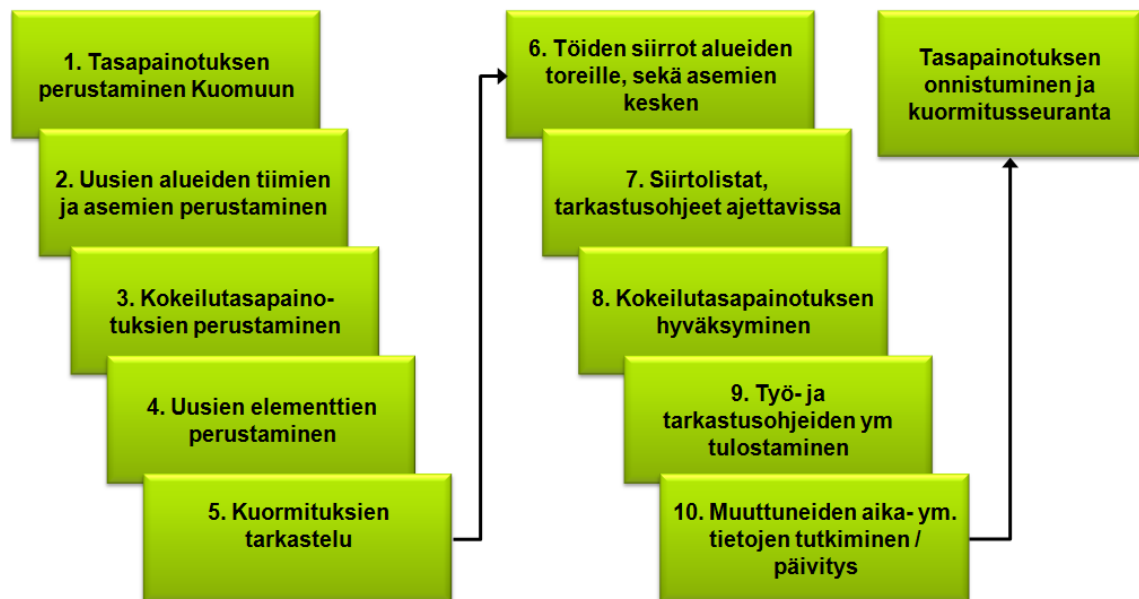
Kuva 8. Elementti ABS-anturin asennuksesta.

Elementin tietoihin kuuluvat yksilöivä koodi ja nimi. Se sisältää elementtitekstin, joka kertoo työkuvausten yksiselitteisesti. Tekstin lisäksi elementin alla on sen työhön kuuluvat osat, työkalut ja asennuskuvat. Mikäli työhön kuuluu jokin kiristystä vaativa asennus, näkyy sen perusteveaate elementtitekstin yläpuolella. Elementillä on myös siihen kuuluva aika TMU:na. Elementti sisältää myös työntutkimusvalikon, jossa on kolme vaihtoehtoa työntutkimiseen. Ne ovat kellotutkimus, MTM2-analyysi ja arvio. Kaikki nämä vaihtoehdot tehdään Excel-pohjan avulla, joka tallennetaan tietokantaan. Sieltä Kuomu saa tiedot yhteen elementtiin kuuluvasta ajasta. Elementtivalikosta voidaan myös etsiä muita elementtejä kysely toiminnon avulla. Tunnisteella kuvataan mihinkä autoon elementin työtä tehdään, jokainen elementti on liitetty johonkin tunnisteeseen. Esimerkiksi tehdäänkö elementin työ jokaiseen autoon vai pelkästään manuaalivaihteiseen autoon.

Kuomusta voidaan tulostaa asemakortti, joka sisältää yhden aseman työt eli elementit. Ne voidaan tulostaa, joko tunniste- tai asennusjärjestyksessä. Asemakortista asentaja näkee työohjeen, työhön kuuluvat osat ja työkalut, joita työssä käytetään. Kortin loppuosaan tulostuu myös kyseisen aseman kuormituslaskenta, jonka kuomu muodostaa automaattisesti jokaisen tunnisteiden vuorokohtaisen kuormituksen ja laskee ne yhteen. Tästä muodostuu aseman töiden kuormitus, johon lisätään vielä työpäivävakioiden osuus. Työpäivävakio on erikseen sovittu muutaman prosentin kerroin aseman kokonaiskuormituksesta, joka pitää sisällään muun muassa käsien pesun, aseman yleissiivouksen ja jonkin verran pakkauksen purkua. Tämä kokonaiskuormitus muodostaa aseman tasapainotettavan kuormituksen.

5.3 Tasapainotus Kuomussa

Tasapainotusprosessi aloitetaan uuden tasapainotuksen perustamisesta. Linjaa tasapainotettaessa on otettava huomioon millainen tasapainotus on tulossa. Se voi olla vain tuotanto volyymin muutokseen liittyvä tasapainotus, mallinvaihdon aiheuttama tai sekatasapainotus, jossa tuotantolinja tasapainotetaan useammalle mallille. Perinteisesti tasapainotus liittyy tuotantovolyymien muutokseen. Tasapainotusprosessi Kuomussa suoritetaan kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. *Tasapainotusprosessi Kuomussa.*

Kun tuotanto saa tiedon tuotannonohjaukselta uudesta tuotantovolyymista, voidaan kokoonpanolinjalle laskea tahtiaika. Tahtiaika muodostuu seuraavan kaavan mukaisesti

$$Tahtiaika = \frac{Työaika}{tuotanto\ volyymi}, \quad (1)$$

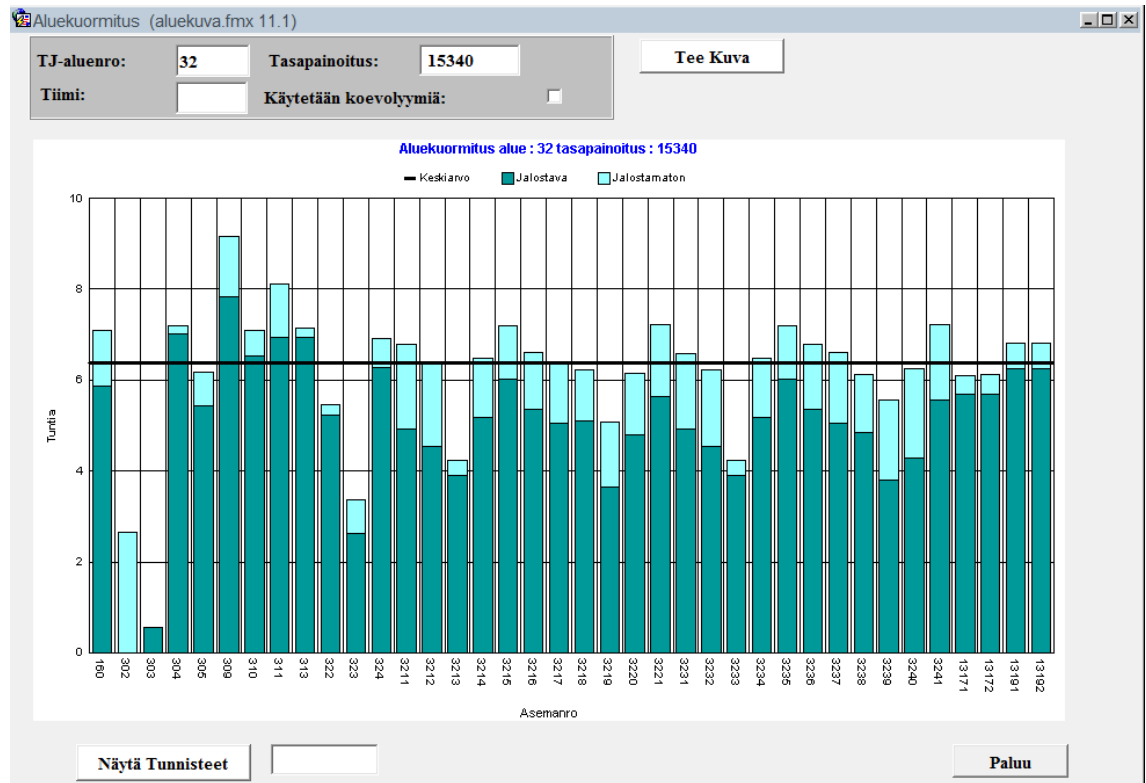
missä työaika on aika, josta on vähennetty tauot. Volyymi on autojen lukumäärä yhdessä vuorossa. Tahtiajan lisäksi tärkeä vaihe tasapainotuksessa on työnjohtoalueiden kuormitusanalyysi. Kuormitusanalyysissä määritellään alueen kuormitettavuus. Siinä huomioidaan prosessin aiheuttamat hukat, kuten esimerkiksi siirtoajoista ja kuljettimista johtuvat ajat, jolloin niitä ei voida kuormittaa. Siirtoajat ovat poikkeus, joita pystytään linjasta riippuen hyödyntämään joissain määrin. Siirtoajat ovat pääsääntöisesti hukkaa, mutta niitä voidaan hyödyntää esikokoonpanoihin ja muihin valmisteleviin töihin. Kuormitusanalyysin pohjalta muodostetaan tasapainotuksen aluekohtaiset kuormitustavoitteet, joidenka perusteella voidaan tehdä johtopäätös kunkin alueen karkeasta henkilötarpeesta.

Kuomussa tasapainotuksen ensimmäiset askeleet ovat uuden ja kokeilutasapainotuksen perustaminen. Tasapainotuksesta riippuen myös uusien esimiesalueiden, tiimien,

asemien luonti tai poisto. Uuden tasapainotuksen asemamuutokset ja työsiirrot tehdään ensimmäiseksi kokeilutasapainotukseen. Alueiden väliset työsiirrot sovitaan ennen suunniteltua määräaikaa ennen kuin tasapainotus hyväksytään käytettäväksi tasapainotukseksi.

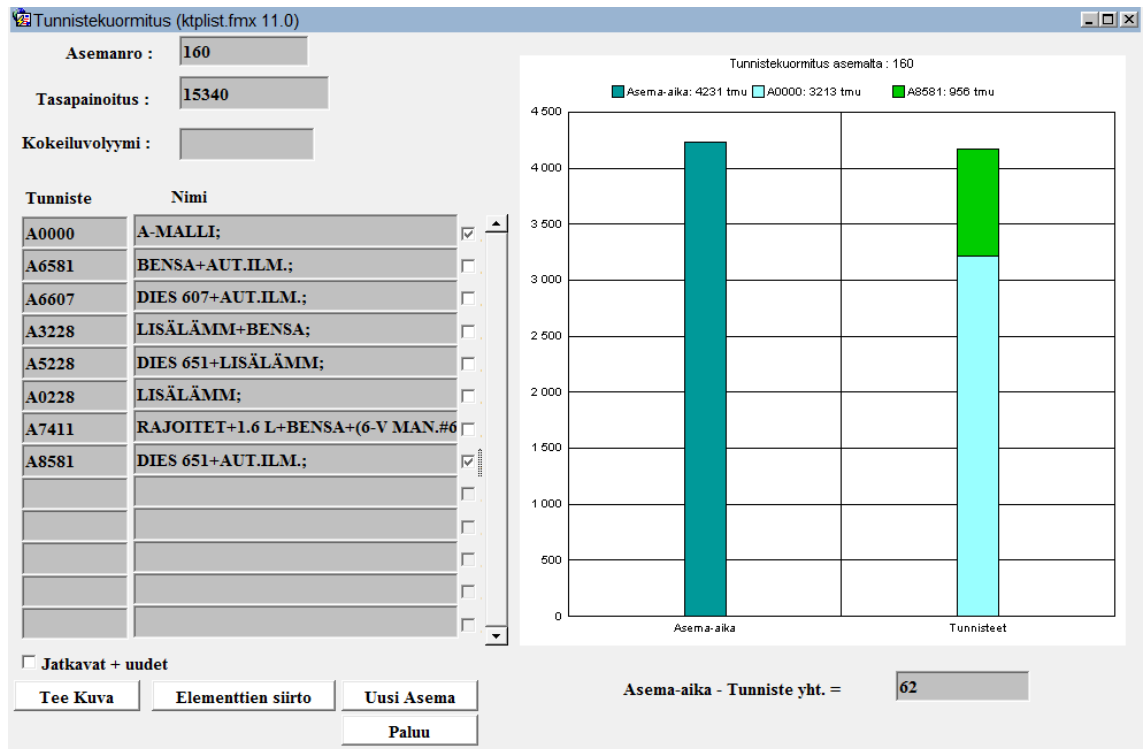
Ennen hyväksymistä kokeilutasapainotuksesta tulostetaan työsiirrot ja elementtilistaukset, joita asentajat voivat hyödyntää uusien töiden opettelussa. Asentajien osaamisen varmistaminen onkin tärkeä vaihe jokaisessa tasapainotuksessa. Siirtolistat ovat tärkeässä asemassa tasapainotuksen onnistumisen kannalta sillä niiden avulla voidaan varmistaa opetuksen lisäksi työ-, osa- ja työkalusiirrot. Ne toimivat myös tarkastuslistana, joista nähdään että kaikki tarvittava on siirretty oikealle asemalle. Kun vanhalla tasapainotuksella ei tehdä enää töitä, voidaan kokeilutasapainotus hyväksyä ja siitä tulee voimassaoleva tasapainotus. Hyväksymisen jälkeen uudet asemakortit eli työohjeet viedään asemille.

Kuomussa voidaan piirtää erilaisia kuormituskuvaajia koko osastosta, aluekohtaisesti tai yksi asema kerrallaan. Alueen asemien kuormitusta voidaan vertailla kuvassa 10 esitetyn kuvaajan avulla. Kuvaajasta nähdään alueen keskikuormitus, joka piirtyy kuvaan mustana viivana. Vaaka-akselilla on asemanumero ja pystyakselilla on aseman kuormitus tuntia per henkilö. Palkkeja vertailemalla on helppo tutkia kuormitusta eri asemien välillä ja mille asemille tarvitaan lisää töitä ja miltä asemilta voisi siirtää töitä pois kuormituksen tasaamiseksi.



Kuva 10. Alueen asemien kuormituskuvaaja.

Tarkemman kuvan aseman kuormituksesta saa, kun piirtää kuvaajaan aseman töistä tunnistekohtaisesti. Kuvassa 11 on esitetty Kuomun moduuli, jolla voi tehdä kuvan halutuista tunnisteista asemalla verrattuna tahtiikaan. Kuvassa vasemmalla on kaikki asemaan liittyvät tunnisteet. Tunnisteista pitää tietää, mitkä tunnisteet voidaan tehdä samaan aikaan. Kuomusta pystyy valitsemaan kaikki aseman tunnisteet kerralla, jolloin tilanne ei ole todellinen. Käyttäjän on tiedettävä, mitä tunnisteita ei tehdä samaan autoon. Tiiminvetäjät pystyvät tästä kuvaajasta tarkastelemaan aseman piikkikuormituksia. Osa tunnisteista on raskaampia kuin toiset ja tällä moduulilla voidaan simuloida miten ne vaikuttavat aseman aikaan verrattuna tahtiikaan.



Kuva 11. Piikkien vaikutus aseman kuormitukseen.

Kuormituspiikkien tarkastelu on tiiminvetäjien työkalu tarkasteltaessa korkeasti kuormittavia töitä, jotka saattavat aiheuttaa pullonkaulan asemalle. Kuvassa 11 näkyvässä valikossa pystytään valitsemaan halutut tunnisteet, simuloidun kuormituksen ja kuormitusvajeen. Nämä voidaan nähdä helposti kuvaajasta. Moduuli värittää yksittäisen tunnisteiden kuormituksen väreillä, josta voidaan havaita nopeasti kuinka paljon yksi tunniste kuormittaa asemaa verrattuna tahtiikaan. Vasemmalla olevasta tunnistevalikosta voidaan valita useita tunnisteita samanaikaisesti.

Töiden siirtoa varten Kuomussa on valikko nimeltä *Elementin siirto*, joka on esitetty kuvassa 12. Elementin siirtovalikosta valitaan asema, josta työt halutaan siirtää ja kohde asema. Näyttö kertoo aseman ja kohdeaseman nykyisen kuormituksen, kun halutut työt ovat valittu, näyttää se myös kuormitusvaikutuksen tehtäville siirroille. Tämän jälkeen kun työt on ja kuormitukset ovat halutunlaiset siirto hyväksytään vahvistus painikkeella, jolloin työt siirtyvät kohde asemalle. Työsiirtoja tekee aluesuunnittelijat ja tasapainotuksen yhteydessä myös tiiminvetäjät.

Elementtien siirto (ktpelsi.fmx 11.1)

Tasap.nro Jatkavien + uusien kuormitus

Asemalta: → Asemalle:

Asema-aika/hlö: Asema-aika/hlö:

Muutos/hlö: Muutos/hlö:

Yht: Yht.:

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|-----|-------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAA080816240 | AS. OVILASI, TAKAOVI VAS | 296 | A0000 | ▲ |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13041992 | TYÖPÄIVÄVAKION (2,8 %) SIS.TYÖT | 0 | A0000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAA080816290 | KIINNITÄ OVILASI LASIN NOSTIMEEN, TAKAOVI VAS | 259 | A0000 | * |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAA080816230 | TARKISTA OVILASI, TAKAOVI VAS | 84 | A0000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAT080807025 | TARKASTA OVIMODULI TAKAOVI VAS | 126 | A0000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAA080807040 | NIITTAA OVIMODULI, TAKAOVI VAS | 936 | A0000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | TY3216 | TURVALLISUUS- JA YMPÄRISTÖVAATEET | 0 | A0000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DAA080842010 | PUJOTA JOHTOSARJA OVEN ETUPÄÄTTYYN, TAKAOVI VAS | 366 | A0000 | ▼ |

Kuva 12. Elementtien siirtovalikko.

Tasapainotuksessa töitä siirrellään paljon asemilta toisille ja monelle eri asemalle. Kuomu dokumentoi kaikki siirrot ja niistä pystytään muodostamaan raportti. Tämä on tärkeä raportti, josta pystytään verifioimaan siirrot. Mikäli tulee tahattomia siirtoja niin ne pystytään tarkistamaan edellisen aseman raporteista. Siirtolista toimii myös asentajille opetuslistana, josta he näkevät uudet opeteltavat työt. Näin pystytään minimoimaan tasapainotuksen riskit, kun työt pystytään opettelemaan etukäteen ennen kuin tasapainotus astuu voimaan. Elementtien siirtovalikko näyttää vain kaksi asemaa, aseman jolta siirretään töitä ja kohde aseman. Asemat, joita halutaan käsitellä, pitää muistaa. Tämä asettaa haasteita uusille käyttäjille, jotka eivät muista asemia välttämättä ulkoa.

5.4 Kuomun käyttö yrityksessä

Kuomua käytetään erilaisissa tehtävissä tuotannon tukijärjestelmänä eli PSS-järjestelmänä, joka tulee englannin kielen sanoista Product Support System. Kuomu ei ole varsinaisesti ERP-järjestelmä, kuten SAP vaan se on pikemminkin MTR-järjestelmä. Sillä hallinnoidaan sisäistä logistiikkaa ja osien käyttöpaikkoja. Tuotanto hallinnoi osien käyttöpaikkoja asemilla, jotta logistiikka osaa tuoda osat oikeille asemille.

Kaikilla käyttäjillä on roolit ja niiden avulla hallitaan käyttöoikeuksia ja lupia järjestelmän ominaisuuksiin. Eri osastot käyttävät järjestelmää omiin tarkoituksiinsa ja käyttäjille on määritelty roolit, jotka antavat käyttöoikeudet tarvittaviin toimintoihin. Toimintoja on Oracle Formsissa paljon ja kaikki eivät tarvitse suurinta osaa

toiminnallisuuksista, joten niitä on hyvä rajata pois. Roolitus myös madaltaa mahdollisia riskejä, kun tehdään työsiirtoja tai materiaalin hallintaan liittyviä asioita.

Oracle Forms on laaja sovellus, joka yhdistää monta eri toiminnallisuutta samaan ohjelmistoon. Kuomussa on toteutettu paljon materiaalinhallintaa ja logistiikkaa, esimerkiksi osien käyttöpaikkojen ylläpito ja muutoshallinta. Kuomuun on kerääntynyt ajan saatossa eri toiminnallisuuksia ja sitä on kehitetty Valmet Automotiven tarpeita vastaavaksi. Se on räätälöity ohjelmisto, joten vastaavaa järjestelmää ei ole olemassa.

Kuomussa ja Valmet Automotivella tuotanto ja muutoshallinta ovat vahvasti kytköksissä toisiinsa. Muutoshallintaa ylläpitää tuotetekniikan osasto, joka vastaa muutosten tuonnista tuotantoon ja niiden tiedottamisesta tuotannon vastuuhenkilöille. Kuomussa on myös mahdollista seurata eri alueiden muutosvalmiutta haluttuun muutostiedotteeseen verrattuna, jotta muutos pystytään ajoittamaan tuotantoon. Muutostiedote kertoo, mistä muutoksessa on kyse ja mahdollisesti mitä osanumeroa se koskee.

Tuotetekniikka tekee tuotannolle elementtien rungon, jotka vastaavat asiakkaan perustevaateita. Vaateet kertovat, jos asennukseen liittyy esimerkiksi momentointi- ja dokumentointivaade. Kun tuotetekniikka on perustanut elementin rungon, elementti siirretään sille esimiesalueelle Kuomussa, joka on vastuussa kyseisestä asennuksesta. Sitten aluesuunnittelija tekee työohjeen elementtiin, jotta asennus onnistuu tuottavimmalla menetelmällä. Tuottavin menetelmä on asennus, joka tehdään turvallisesti, kerralla valmiiksi ja ergonomisesti. Menetelmä tutkitaan ja siihen kuluvat ajat laitetaan pöytäkirjaan, joka linkitetään kyseessä olevaan elementtiin. Näin elementti saa siihen kuluvan ajan pöytäkirjasta.

5.5 Nykyisen järjestelmän ongelmakohdat

Vaikka järjestelmää on kehitetty jatkuvasti, se on vanhentumassa. Nykyaikaisissa järjestelmissä on olemassa kehittyneempiä toimintamalleja ja toiminnallisuuksia, jotka eivät ole Kuomussa mahdollisia tai ovat liian kalliita toteuttaa. Myös järjestelmän osaajat, jotka ovat olleet mukana kehittämässä sitä ovat jääneet tai ovat jäämässä pois työelämästä. Järjestelmän tunteminen ja osaaminen on häviämässä.

Kuomu on kehitetty 90-luvun alkupuolella, joten sen käyttöliittymä on vanhanaikainen. Se on käyttäjälle vaikeaselkoinen ja sisältää paljon muistamista ja ulkoaopettelua. Kokenut käyttäjä kykenee käyttämään ohjelmistoa hyvin ja tehokkaasti, mutta uudelle käyttäjälle sen käyttöönotossa on korkea aloituskynnys. Nykyaikaiset käyttöliittymät ovat enemmän käyttäjäystävällisiä ja tehokkaampia käyttää kuin nykyinen. Yhden asian hoitamiseen tarvitaan Kuomussa monta erillistä näyttöä, eikä niiden välillä voi välttämättä siirtyä sulkematta edellistä.

Järjestelmän vanhuus ja rikkonainen rakenne on myös kasvattanut ylläpidon työmäärää, mikä tekee siitä hankalasti hallittavan. Epätietous järjestelmän todellisesta toiminnasta on myös tuonut ongelmia järjestelmän kehittämisessä. Kun ei tiedetä miten muutos saattaa vaikuttaa järjestelmän toiminnallisuuksiin niin ei uskalleta toteuttaa niitä, ettei sarjavalmistus kärsi muutoksista. Riskit muutosten yhteydessä ovat kasvaneet, joten järjestelmän kehittäminen on haastavaa. Järjestelmän kehitys on tullut taantumaan ja on aika siirtyä uuteen tekniikkaan, jotta kehityskaari voi jatkua.

6. VAATIMUKSET UUELLE JÄRJESTELMÄLLE

Tässä luvussa käydään läpi uudelle järjestelmälle asetettuja vaatimuksia eri näkökulmista. Työ keskittyy linjaston tasapainotukseen, joten vaatimukset koskevat myös kokoonpanoa. Vaatimukset ovat jaettu eri osa-alueisiin eri toiminnallisuuksien perusteella. Niitä ovat muutoshallinta, tasapainotus, työ- ja tarkastuskohteet ja yleiset vaatimukset.

Vaatimukset perustuvat tehokkuuteen, käytettävyyteen ja toiminnallisiin. Suurin osa vaatimuksista on olennaisia toiminnallisuuksia, jotka järjestelmän on pystyttävä suorittamaan, jollain tasolla jotta kokoonpano pystyy toimimaan luotettavasti ja sitä pystytään valvomaan tehokkaasti. Vaatimukset ovat yleensä, joko toiminnallisia tai ei-toiminnallisia. Toiminnalliset vaatimukset liittyvät suoraan järjestelmän toimintaan, kun taas ei-toiminnalliset lähteet liittyvät epäsuoriin asioihin, kuten saatavuus tai käytettävyys.

6.1 Muutoshallinta

Muutoshallinta on kaiken perusta. Se luo pohjan kaikelle muulle toiminnalle, kuten tuotannon suunnittelun autojonoille ja tuotannon tasapainotukselle. Perusteet ja työelementit, joihin liittyy osia tulevat muutoshallinnalta prosessisuunnittelulle. Prosessisuunnittelu kirjoittaa luotuihin elementtirunkoihin työohjeen ja muokkaa sen sopivaksi asemalle. Taulukossa 2 on kuvattu muutoshallinnan toiminnallisia vaatimuksia.

Taulukko 2. Muutoshallinnan vaatimukset

| Nro | Vaatus |
|------------|---|
| REQ.CM.1 | Kustannuskyselyjen hallinta |
| REQ.CM.2 | Muutosten perushallinta |
| REQ.CM.2.1 | Tarvittavat tiedot pystyttävä tuomaan päämiehen liittymästä |
| REQ.CM.2.2 | Tärkeiden tietojen ylläpito. (DRT osat eli varastuserkät osat, sarjanumeroseuranta, dokumentoitavat osat) |
| REQ.CM.2.3 | Osanumero / käyttörikohtaisten tietojen tilannetarkastelu (voimassaolevat, aiemmat ja tulevat perusteet) |
| REQ.CM.2.4 | Järjestelmästä oikea materiaalin tarve kotiinkutsujen pohjaksi |
| REQ.CM.2.5 | Esisarjatoiminnallisuus, autokohtaiset osalistat, uusista osista asemittain |
| REQ.CM.2.6 | Muutostiedotteiden jakelu, liittymät eri järjestelmiin |
| REQ.CM.2.7 | Juoksevien muutospakettien ja mallivuosi muutosten hallinta oltava mahdollista |

| | |
|--------------------|---|
| REQ.CM.2.8 | Vastuiden määrittely oltava mahdollista ja avointen tai keskeneräisten asioiden ohjautuminen automaattisesti työkuormaksi |
| REQ.CM.2.9 | Ajoitusten ja toteutustietojen kokonaisvaltainen hallinta |
| REQ.CM.2.10 | Tunnisteketjujen hallinta |
| REQ.CM.3 | Poikkeustilanteiden hallinta, hälytykset |
| REQ.CM.4 | Muutosvalmiuksien hallinta |
| REQ.CM.5 | Muutoshallinnan on pystyttävä tekemään elementtirunko, joka vastaa perusteita. |
| REQ.CM.6 | Elementtitietojen oikeellisuus perusteita vasten |

Muutoshallinnan vaatimuksista tärkeimmät ovat **REQ.CM.2-CM.2.10**, jotka ovat sille ominaisia toiminnallisuuksia. Vastuut on pystyttävä määrittelemään järjestelmään, jotta tiedetään kenelle kyseinen vastuualue kuuluu. Tulevat muutostiedotteet on myös pystyttävä jakelemaan näille vastuualueille. Muutoshallinnan on myös pystyttävä seuraamaan muutosvalmiuksia, jolloin alueella ollaan valmiita tulevaan muutokseen niin että muutos voidaan ajoittaa.

Muita olennaisia toiminnallisuuksia ovat tunnisteketjujen hallinta, jotta tiedetään mitkä ominaisuudet liittyvät mihinkin tunnisteeseen. Yksi ominaisuus voi olla esimerkiksi manuaalivaihteisto tai automaattivaihteisto. Yksi tunniste yksilöi manuaalivaihteistaisen auton, esimerkiksi A0413 tarkoittaa manuaalivaihteistoa. Sen ketju on yksinkertaisesti 413. Tunnisteiden ketjutukset eivät aina ole näin yksinkertaisia. Tässä esimerkiksi tunniste A9B56 ketjusta.

348/508/509/512/514/522/526/527/531/(B56/B62)+(510/523);

Jokaiselle tunnisteiden ketjulle on olemassa myös selite osa, joka tässä tapauksessa on seuraavanlainen.

AVUSTIN/NAV VALM/NAVI/APS DVD/DVD NA K/APS NTG/DVD/DVD NAVI/NTG5/5.5/(I-P4KULJ/I-P5KULJ)+(A20 CD-V/AUDIO 20);

Järjestelmän on pystyttävä hallinnoimaan näitä tunnisteita ja sen ketjun sääntöjä käyttäjälähtöisesti.

6.2 Tasapainotus

Tasapainotukseen kuuluu monta eri toiminnallisuutta, jotka ovat olennaisia linjan tasapainottamisessa. Nykyinen tasapainotusohjelmisto Kuomu sisältää näistä toiminnoista suurimman osan ja uuden järjestelmän on toteutettava ne jollakin asteella. Kaikkia Kuomun toiminnallisuuksia ei välttämättä tarvitse toteuttaa, niiden tarpeettomuuden takia ja idea tämän takana onkin tasapainotuksen kehittäminen. Kuomussa jollekin toiminnolle on useita eri toiminnallisuuksia, jotka voi toteuttaa yhdessä näkymässä. Tämä pitää huomioida tulevassa järjestelmässä jo sen kehitysvaiheessa. Tuotannon tasapainotus vaatii näiden vaatimusten lisäksi vielä paljon

määrittelyä, mutta taulukossa 3 on esitetty keskeisimpiä toiminnallisia vaatimuksia. Näissä vaatimuksissa on huomioitu tuotannon nykyisiä ja tulevaisuuden tarpeita.

Taulukko 3. Tasapainotuksen vaatimukset

| Nro | Vaatus |
|-----------|---|
| REQ.LB.1 | Työvaiheet kuvataan pienissä erissä (elementeissä), joita pystyttävä siirtämään asemalta toiselle. Ajan yksikkö TMU 1/100000 h. |
| REQ.LB.2 | Elementtien siirtäminen oltava käyttäjälle vaivatonta |
| REQ.LB.3 | Suunnittelutyötä pystyttävä tekemään koskematta voimassa olevaan tasapainotukseen |
| REQ.LB.4 | Esisarjan autot pystyttävä tekemään nykytuotannon seassa |
| REQ.LB.5 | Useamman kuin yhden tuotteen hallinta samalla linjalla |
| REQ.LB.6 | Tuotanto BOM:in tuottaminen |
| REQ.LB.7 | Nykyaikainen käytettävyys |
| REQ.LB.8 | Osien käyttöpaikkojen hallinta |
| REQ.LB.9 | Mahdollisuus hallita prosesseja |
| REQ.LB.10 | Mahdollisuus tuottaa järjestelmästä tietoa |
| REQ.LB.11 | Rajapinnat muihin järjestelmiin, Hunter, mtr, muutoshallinta ja volyymitiedot |
| REQ.LB.12 | Mahdollisuus paperittomille työohjeille |
| REQ.LB.13 | Työntutkimusaineiston linkittäminen elementteihin |
| REQ.LB.14 | Asennusjärjestyksen hallinta |
| REQ.LB.15 | Esimiesalueen keskikuormitus h/henkilö, yhden vuoron kuormitus |
| REQ.LB.16 | Tuotannon rajoitteet tuotannonohjaukselle |
| REQ.LB.17 | Asemalle pystyy määrittelemään henkilömäärän |

Taulukosta osa on perusvaateita, kuten **REQ.LB.1** eli työt pitää pystyä määrittelemään pienissä erissä. Autoteollisuudessa työajat ovat lyhyitä ja tarkkuus suuri, joten aika määritellään siksi TMU:ssa. Parannuksia haetaan Kuomuun verrattuna erityisesti käytettävyyden kautta. Niitä on esitetty vaatimuksissa **REQ.LB.2**, **-7**, **-12** ja **-13**. Synergiaa eri osastojen välille haetaan rajapintojen kautta. Tässä projektissa on tärkeää kuvata prosesseja eikä vain eri osastojen toimintoja. Näin saadaan yhteinen toimintaympäristö eri osastojen välille ja pyritään välttämään turhaa työtä.

6.3 Työ- ja tarkastusohjeet

Työ- ja tarkastusohjeille on oma vaatimustaulukkonsa selkeyden vuoksi. Nämä vaatimukset on esitetty taulukossa 4. Asemakortit sisältävät yhden aseman kaikki työt eli ne ovat kyseisen aseman työohjeet. Elementtiraportti on kuin asemakortti, mutta sisältää elementtien tiedot otsikkotasolla. Työohjeet ovat tuotannon toiminnan kannalta tärkeitä ja niistä asentaja pystyy varmistamaan tehtävät työt ja aseman osien ja työkalujen oikeellisuuden.

Taulukko 4. Työohjeiden vaatimukset

| Nro | Vaatus |
|-----------|--|
| REQ.WI.1 | Asemakortit / työohjeet nykyisillä tiedoilla |
| REQ.WI.2 | Elementtiraportti ja elementtilista |
| REQ.WI.3 | Elementtien siirtolista |
| REQ.WI.4 | Työkalujen siirtolista |
| REQ.WI.5 | Tunnisteraportti |
| REQ.WI.6 | Keskikuormitus alueella |
| REQ.WI.7 | Visuaaliset työohjeet |
| REQ.WI.8 | Tuottavuusraportti (keskikuormitus, jalostava / ei jalostava, suora työ alueittain, työntutkimustilanne) |
| REQ.WI.9 | Mahdollisuus tulostaa kustomoituja raporteja halutuista tiedoista |
| REQ.WI.10 | Kuvien ja muiden tiedostojen liittäminen työohjeeseen |

Tulevaisuudessa työohjeita tulisi yksinkertaistaa ja selkeyttää. Digitaalisuuden ja nykytekniikan avulla paperittomat työohjeet tuovat useita mahdollisuuksia työohjeiden visuaalisuuteen ja interaktiivisuuteen. Työohjeet voivat sisältää erityishuomioita esimerkiksi vaurioherkistä tai tarkoista asennuksista. Työohjeissa voisi olla hälytys, kun asentajan on tehtävä dokumentaatiota vaativa asennus.

6.4 Tuotannon suunnittelu

Tuotannon suunnittelun vaatimuksia on kerätty taulukkoon 5. Nykyisin tuotannon suunnittelulla ei ole omaa työkalua tuotantojonon muodostamiseksi. Tuotantojonon muodostaminen samassa ohjelmassa tuotannon tasapainotuksen kanssa saadaan synergiaa, jota ei ole ennen ollut. Esimerkiksi tuotannon suunnittelu voi saada suoraan tuotannon rajoitteet ohjelman kautta eikä vaadi erikseen toimenpiteitä tuotannon ohjaukselta tai tuotannolta, kun tuotanto on rajoitteet asettanut järjestelmään.

Taulukko 5. Tuotannon suunnittelun vaatimukset

| Nro | Vaatus |
|----------|---|
| REQ.PP.1 | Pidemmän ajan tuotantosuunnitelma ennusteen perusteella |
| REQ.PP.2 | Päiväkohtaisen tuotantojonon laskeminen (14 päivän kiinteä tuotantojono) 3 päivän tuotantotilauksista |
| REQ.PP.3 | Tuotanto-ohjelman suunnittelutyökalu: työpäiväkalenteri (vuorot, tahti, läpimenoaika, kapasiteetti) |
| REQ.PP.4 | Henkilöstösuunnittelu |
| REQ.PP.5 | Eri päämiehille eri suunnitelmat |
| REQ.PP.6 | Prosessipaikat |
| REQ.PP.7 | Graafinen / visuaalinen output: Ohjelma, suunnitelma ja loppuraportit |
| REQ.PP.8 | Eri lähtötietojen perusteella tuotantosuunnitelma ja kapasiteetin simulointi |
| REQ.PP.9 | Eri skenaarioiden tuottoprosentti |

Tuotannon suunnittelun vaatimukset ovat pitkälti uusia toiminnallisuuksia, kuten **REQ.PP.1-6** ovat toimintoja, joita ei ole tällä hetkellä olemassa. Tästä saadaan merkittävää hyötyä tuotannon suunnittelun tehostamiseksi ja kehittämiseksi. Toimintojen toteutus vaatii resursseja, mutta lisää tuotannon suunnittelun tuottavuutta. **REQ.PP.7** on mainittu ohjelman ulostulot raporttien ja palavereiden tueksi, jotta toimintaa pystytään seuraamaan ja dokumentoimaan tarvittaessa. **REQ.PP.9** eli tuottoprosentti kertoo suunnittelijoille palautetta kuinka toimiva suunnitelma on kulloinkin kyseessä.

6.5 Yleiset vaatimukset

Järjestelmään liittyviä yleisiä vaatimuksia, jotka eivät sisälly suoranaisesti edellisten otsikoiden alle on esitetty taulukossa 6. Nämä vaatimukset liittyvät järjestelmään yleisesti ja ovat järjestelmän ominaisuuksia, joita sen toimintaan on sisällytettävä jollakin tasolla. Osa niistä perustuu autoteollisuuden dokumentointeihin ja laatuun tai käytettävyyteen.

Taulukko 6. Yleiset järjestelmän vaatimukset

| Nro | Vaatus |
|----------------|--|
| REQ.G.1 | Järjestelmä oltava muunneltavissa kulloisenkin päämiehen tarpeisiin sopivaksi |
| REQ.G.2 | Oltava kätevä tietokantatyökalu erikoisraporttien tuottamiseen, jolla saa kulloinkin tarvitsemansa erikoisraportin |
| REQ.G.3 | Oikeuksien hallinta |
| REQ.G.4 | Datojen arkistointivaateiden mukaisesti |
| REQ.G.5 | Ohjelman käyttökieli oltava Suomi |
| REQ.G.6 | Nykyaikainen käytettävyys |
| REQ.G.7 | Visuaalinen käyttöliittymä |

REQ.G.1 perustuu Valmet Automotiveen, koska VA on autojen sopimusvalmistaja ja tehtaalla voi olla parhaassa tapauksessa useamman automerkin autoja valmistuksessa. Nykyisellään Oracle Formsin tietokannasta pystyy hakemaan Discoverer -selainsovelluksen avulla käyttäjän haluamia tietoja, kuten vanhan tasapainotuksen töitä tai nykyisen tasapainotuksen kaikki dokumenttiasennukset, mitä käyttäjä tarvitsee. Tämän jälkeen sovellus tuottaa excel tiedostoon halutut tiedot, jota pystyy käsittelemään ja järjestelemään Excelillä. Tämä on hyödyllinen ominaisuus, joka voisi olla uudessa järjestelmässä myös itsessään.

7. JÄRJESTELMÄ EHDOKKAAT

Järjestelmä ehdokkaita vanhan Oraclen järjestelmän korvaajaksi on neljä erilaista ja ne ovat kaikki eri toimittajilta. Tässä luvussa esittelen yleiskuvauksen kaikista järjestelmistä. Kertamani tiedot pohjautuvat toimittajavierailuihin Valmet Automotivella ja toimittajien tarjoamiin materiaaleihin, mukaan lukien järjestelmien käyttöohjekirjat ja käyttäjäperehdytykset. Valmet Automotivella pidettyjen työpajojen pohjaksi muodostin liitessä A olevan sanaston, jotta autoteollisuuden sanasto olisi palaverissa tuttua toimittajille ja välttäisi turhilta väärinymmärryksiltä.

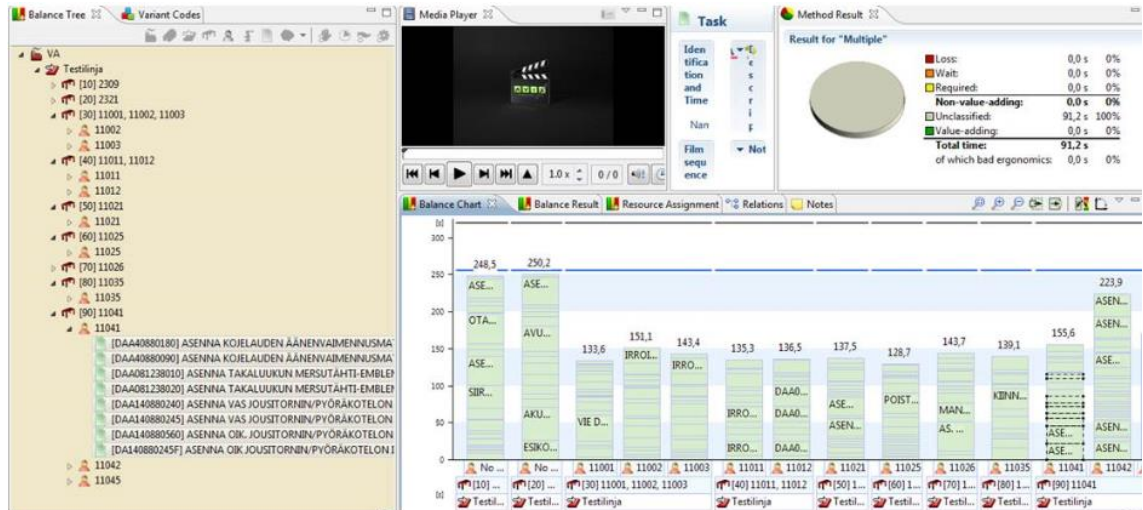
Kaikki ohjelmistot ovat tuotantolinjan optimointiin tarkoitettuja työkaluja. Ominaisuudet ja toiminnallisuudet vaihtelevat eri ohjelmistojen välillä, mutta keskityn tässä luvussa vain niihin ominaisuuksiin, jotka ovat tärkeitä autotehtaan linjan tasapainotuksessa. Kerron jokaisesta järjestelmän toimittajasta lyhyen kuvauksen.

7.1 Avix (Solme)

Solme Ab on ruotsalainen ohjelmistoyritys, joka on perustettu 1998. Solmen tuote on Avix tuotannon optimointiin ja menetelmien kehittämiseen. Se tarjoaa videoanalyysiohjelmistoa tuotannon kuormituslaskennan ja tasapainottamisen avuksi. Avix on suunniteltu visuaaliseksi ja helppokäyttöiseksi linjan tasapainotus ohjelmistoksi. Solmen asiakasyrityksiä ovat muun muassa Scania, Volvo Trucks ja Erikson. (Solme 2015.)

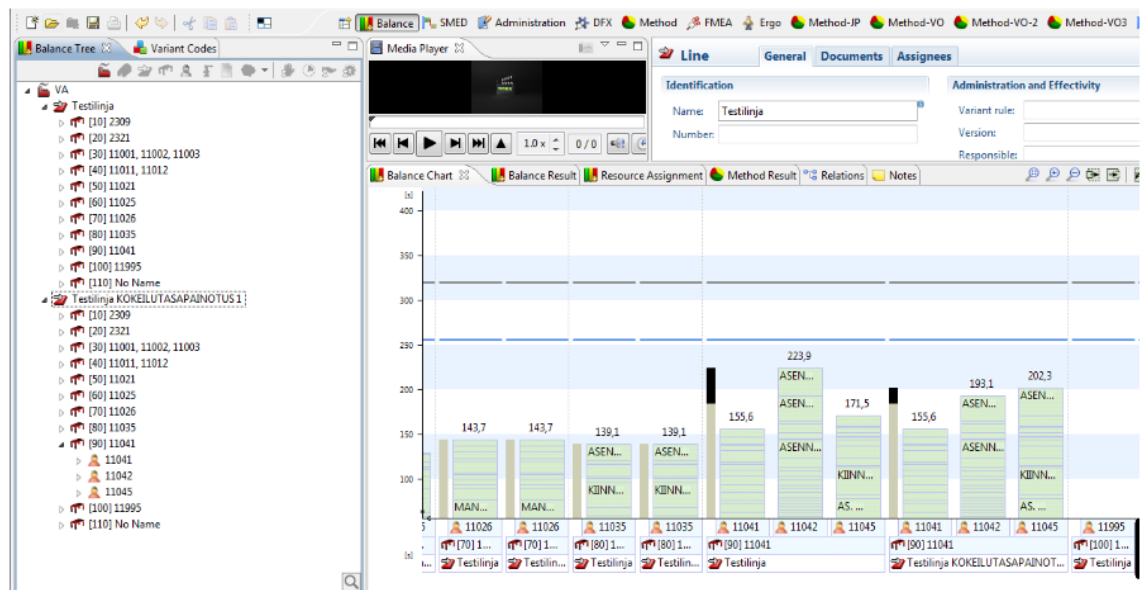
Avix pyrkii olemaan standardijärjestelmä tuotannon optimointiin. Sen toiminta perustuu kuuteen eri moduuliin, joita ovat Balance, Method, DFX, FMEA, SMED ja Ergo. Balance on linjan tasapainotus moduuli, jolla töitä voidaan siirrellä helposti asemalta toiselle hiirellä (drag&drop). Muut moduulit ovat menetelmän kehittämiseen liittyviä työkaluja.

Avix ohjelmistossa pystytään luomaan tuotantolinjoja ja asemia puumaiseen rankenteeseen. Näin asemat ja eri linjat ovat helposti saavutettavissa yhdeltä näytöltä ja eri asemien välillä pystytään liikkumaan nopeasti. Kuormitukset saadaan näkyviin linjatasolla tai pelkästään yhden aseman tasolla riippuen halutusta tarkkuudesta. Avixissa tasapainotusnäkyvä on visuaalinen ja työelementtejä pystytään siirtämään drag&drop toiminnoilla. Tasapainotusnäkyvä on esitetty kuvassa 13.




Kuva 13. Tasapainotusnäkymä Avixissa.

Kuvassa 14 oikealla on valittu koko linjan kuormitus, jossa töitä pystytään siirtämään asemalta toiselle nopeasti hiirellä (drag&drop). Kuvassa näkyy myös harmaita palkkeja asemakuormituksen vieressä, jotka ovat toisen tasapainotuksen kuormituksia. Vertailtavat tasapainotukset näkyvät kuvassa vasemmalla kahtena eri linjana. Vasemmalla olevasta puunäkymästä voidaan valita tarkastellaanko yksittäisen linjan kuormitusta vai yhden tai useamman aseman kuormitusta.



Kuva 14. Kokeilutasapainotus ja vertailu.

Avixissa työohjeet muodostuvat kentistä, joiden sisältöä pystytään muokkaamaan halutuksi. Esimerkki työohjeesta, joka on automaattisesti muodostettu Avixista on esitetty kuvassa 15. Työohjeeseen pystytään helposti lisäämään kuvia tai still-kuvia työohje videoista. Kuvan lisääminen onnistuu esimerkiksi kopioimalla kuva ja liittämällä se suoraan työohjeeseen.

| Task instruction | | | | AVIX | |
|------------------|---|--|----------------------------------|--|---|
| Signature | Task Time | Items Tools | | Description Picture | |
| | [DAA040880211] RINTAPELLIN ISO ÄÄNIERIST KULJETUSTELINEESEEN Start: 0,0 s Duration: 9,0 s Stop: 9,0 s | [A0009055800] NOX-SENSOR ; 1 [A2468300302] HALTER ; 1 [A00998978717503] KLEBSTOFF / SIKAFLEX 250 DM58 ; 1 [A00998979717502] KLEBSTOFF - SIKABOOSTER 30W ; 1 | 1 pcs 1 pcs 1 pcs 1 pcs | A) Ota pakista rintapellin iso äänieriste B) Laita se kuljetustelineeseen |  |
| | [DAA040880212] TUULILASIN ALPALKIN ERISTE KULJETUSTELINEESEEN Start: 0,0 s Duration: 3,1 s Stop: 3,1 s | | | | |
| | [ERISTEVAUNU] ERISTEVAUNUJEN VAIHTO Start: 0,0 s Duration: 2,1 s Stop: 2,1 s | | | | |

Kuva 15. Standardi työohje Avix järjestelmästä.

Avixissa on potentiaaliset mahdollisuudet menetelmän kehittämiseen ja valvontaan. Avix moduuleja ovat SMED, DFA ja FMEA. SMED tulee englannin kielen sanoista Single Minute Exchange of Die, joka on lean menetelmätyökalu, jolla pyritään vähentämään tuotannon hukkatyön määrää. DFA lyhenne tulee englannin kielen sanoista Design from Assembly. DFA moduulin avulla töitä voidaan suunnitella kokoonpanoa silmällä pitäen. Vähemmän osia on nopeampi koota kuin kokoonpano, jossa on paljon osia. DFA on tuotekehityksen apu työkalu. FMEA tulee englannin kielen sanoista Failure Mode and Effect Analysis, joka on teollisuudessa vakiintunut analyysi. Tämä analyysi löytyy Avixin vakio moduuleista.

Avix on lisensoitu ohjelmisto ja Solme julkaisee keskimäärin kaksi isompaa ja viidestä kymmeneen pienempää päivitystä vuodessa. Solme tekee vähän räätälöintiä Avixiin ja tavoite onkin pitää Avix lähes standardiohjelmana. Solmen bisnesmallin mukaan ajankäyttö jakautuu 80 prosenttia ohjelmiston kehitykseen ja 20 prosenttia käyttöliittymän räätälöintiin ja integrointiin.

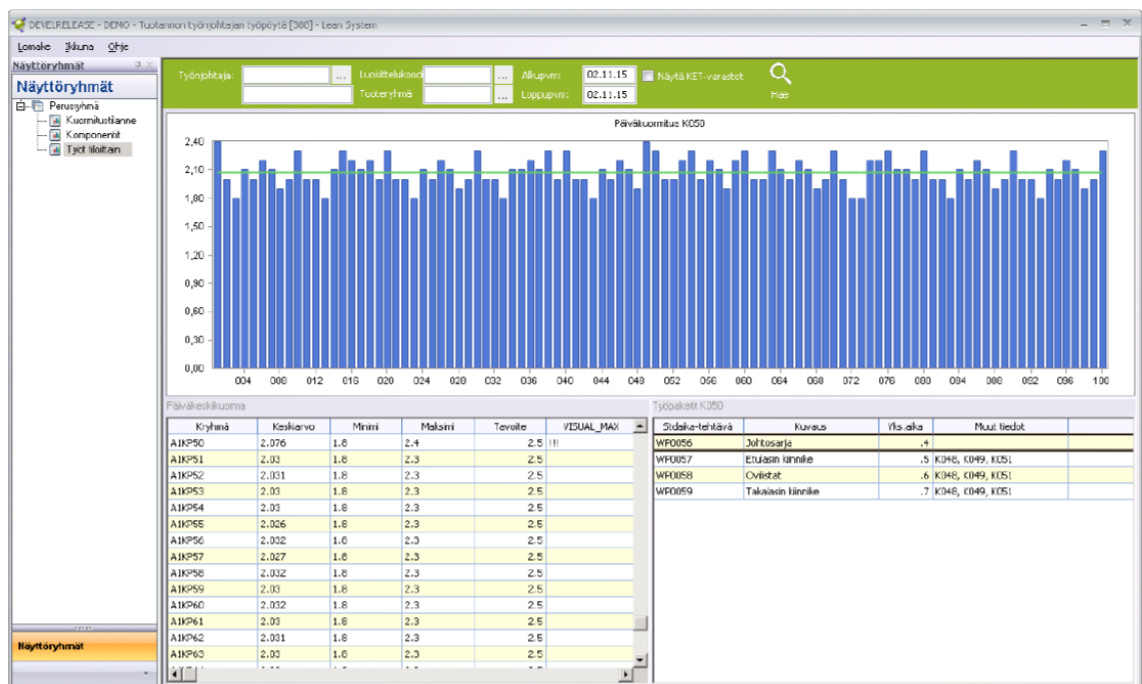
7.2 Lean Systems (Roima Int)

Lean Systemin toimittajana toimii Roima Intelligence, joka on suomalainen teknologiateollisuus yritys. Se on erikoistunut asiakkaidensa valmistuksen ja toimintaverkon kustannustehokkuuden optimointiin. Roimalla on asiakkaita elintarviketeollisuudesta ja teknologiateollisuudesta. Yrityksestä 63 prosenttia omistaa Korona Invest palvelurahasto ja loput 37 prosenttia omistaa yrityksen johto ja avainhenkilöt (Roima 2016).

Lean Systemin käyttökohteet ovat monipuolisia, kuten valmistava teollisuus, komponentti ja systeemi toimittajat, prosessiteollisuus, palvelu ja kunnossapito. Lean

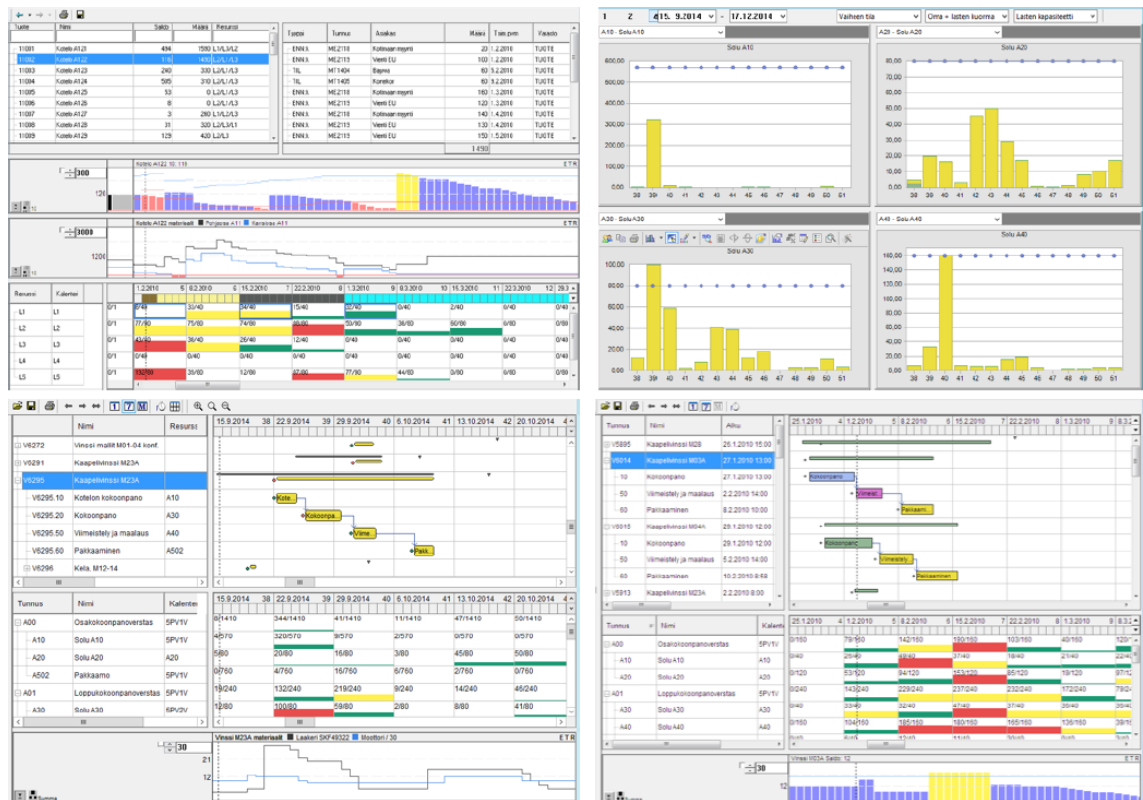
Systemsiä käyttää Suomessa muun muassa Alstom Grid, Carrus Delta ja Bronto Skylift (Roima). Autoteollisuutta lähin on Carrus Delta, joka valmistaa linja-autoja, toki tuotantovolyyymi on autoteollisuutta matalampi. Lean Systems pyrkii tuomaan asiakkaalle arvoa: tuottavuudella, joustavuudella ja syvällä valmistavan teollisuuden osaamisella.

Lean Systemsin toiminnallisuuksiin kuuluu APS, joka tulee englannin kielen sanoista Advanced Planning and Scheduling. APS voi avata suomeksi tarkkana suunnitteluna ja jonotuksena. Sen toimintoihin kuuluvat tuotannon simulointi ja optimointi, joka mahdollistaa reaaliaikaisen seurattavuuden ja läpinäkyvyyttä suunnitteluun. Kuvassa 16 on esitetty Lean Systemsin esimerkkikäyttöliittymä.



Kuva 16. Lean Systemsin esimerkkikäyttöliittymä.

Lean Systemin käyttöliittymä on joustavuutensa ansiosta helposti muokattavissa asiakkaan tarpeita vastaavaksi. Kuvassa 17 on esitetty erilaisia näkymiä, jotka on nopea toteuttaa Lean Systemillä. Käyttäjä pystyy muokkaamaan näkymänsä halutunlaiseksi ja käyttäjille pystytään määrittelemään roolit. Kullakin roolilla voi olla eri näkymä, jossa turha tieto on piilotettu.



Kuva 17. Mahdollisia tasapainotusnäkymiä

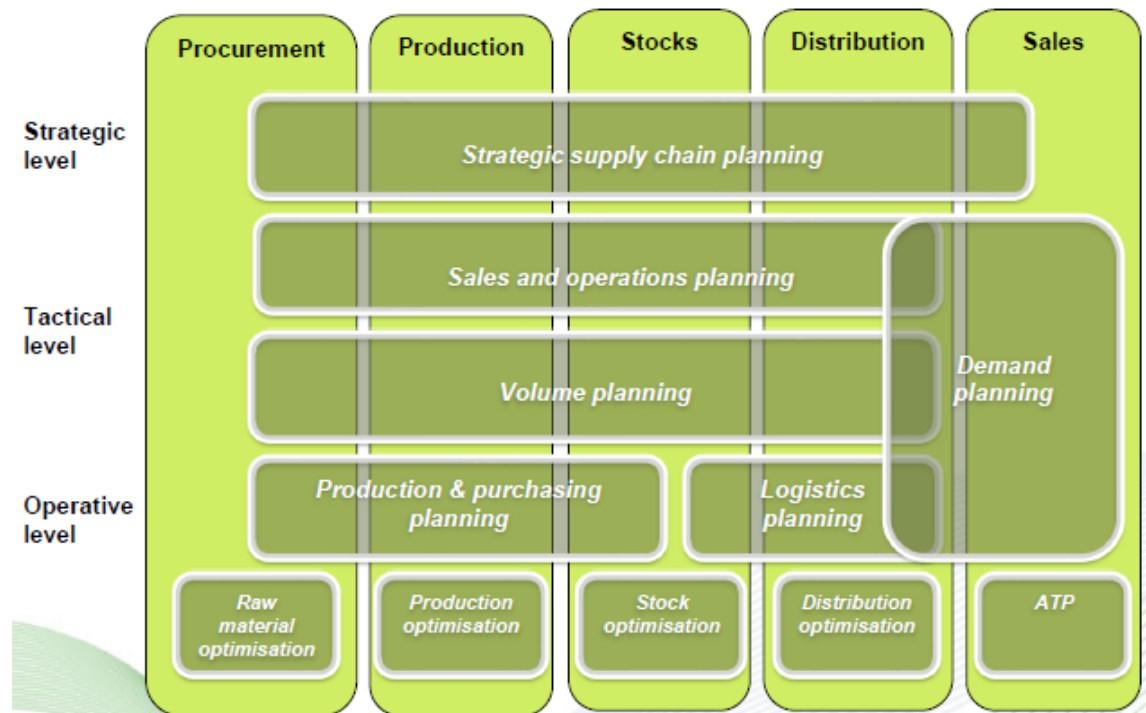
Lean Systemsissä on valmiit rajapinnat ERP-järjestelmiin, kuten SAP:iin, joten sen integrointi SAP:in kanssa on mahdollista. Tämä tuo ohjelmistoon synergiaa ja helppokäyttöisyyttä ja lisäksi helpottaa käyttäjää, kun käyttäjä pystyy käyttämään SAP:in tehokkuutta kevyemmällä käyttöliittymällä. SAP toimii tiedon omistajana, jota Lean Systems käyttää.

Roima Intelligence on toimittanut VA:lle myös Hunter järjestelmän, joka toimii tuotannon MES-järjestelmänä eli Manufacturing Execution Systeminä. Se ohjaa PLC:tä ja sen kautta pystytään seuraamaan reaaliajassa, missä esimerkiksi jokin tietty auto on juuri sillä hetkellä. Sen avulla pystytään myös seuraamaan tuotannon lukumääriä nopeasti. Koska Hunter ja Lean Systems on saman toimittajan järjestelmiä, mahdollistaa se linkityksien muodostamisen järjestelmien välille tarvittaessa.

7.3 SWD PES (SWD)

SWD on suomalainen tuotannon optimointiin kehitetty sovellus. SWD:n asiakkaita ovat muun muassa Sandvik, BRP Finland ja Olvi. Näistä eniten autonvalmistusta muistuttaa BRP, joka valmistaa moottorikelkkoja ja mönkijöitä, mutta autoalan referenssejä ei SWD:llä ole. SWD PES pyrkii tehostamaan koko toimitusketjua ja myös konsultoimaan tuotannon avuksi. Tuotteesta löytyy tuotantotehokkuuden analysointia, kapasiteettilaskelmat, työvoiman mitoitus layout ja materiaalivirtojen sekä varastojen

optimointi ja kehitysskenaarioiden vertailua. Kuvassa 18 on esitetty SWD-developmentin tuoteportfolio.



Kuva 18. SWD-developmentin tuoteportfolio

Autojonon muodostukseen SWD PES on lähes valmis ohjelmisto tuotannon suunnittelun tueksi. Mikä tuo synergiaa tuotannon suunnittelun ja tuotannon tasapainotuksen välille. Näin voidaan nähdä päivittäisen jonon vaikutus voimassaolevaan tasapainotukseen. Ylikuormitetuille asemille voidaan määrätä apuresursseja ennakkoon ja tehtyä jonoa voidaan parantaa, jotta ylikuormitusta saadaan vähennettyä.

SWD PES:stä löytyy tasapainotusmoduuli, jossa töitä pystytään siirtämään asemalta toiselle hiirellä (drag&drop). Töiden välille pystytään luomaan riippuvuuksia ja rinnakkaisia tehtäviä. Tasapainotuksista voidaan tehdä erilaisia skenaarioita, joissa voidaan kokeilla erilaisia vaihtoehtoja ja kuinka ne vaikuttavat kuormitukseen. Tämän jälkeen voidaan valita, mikä skenaario on paras ja se voidaan ottaa käyttöön.

7.4 Oracle Forms

Kaikkia Kuomun toiminnallisuuksia ei välttämättä pysty toteuttamaan uudessa järjestelmässä tai ei ole järkevää toteuttaa. Tulevaisuudessa uuden tasapainotus järjestelmän rinnalla, voisi olla joitakin toiminnallisuuksia Kuomussa, jotka katsotaan tärkeiksi uuden tuotteen kannalta tai mahdollisen pienvalmistuksen tueksi. Esimerkiksi oman BOM:in luominen tai jopa työelementtien luominen erillään varsinaisesta sarja valmistuksesta pienivolyymisen tuotannon tueksi.

Oracle Formsin moduuleja voisi myös käyttää eri järjestelmästä, kun tarvitaan suurta kapasiteettia. Käyttäjä käyttäisi toista ohjelmaa, joka käyttää Formsin moduuleja SAP:in kautta. Forms toimisi siis lisäkapasiteettina, kun sitä tarvitaan. Näin vaativat toiminnot eivät rasittaisi SAP:in muita toimintoja. Forms toimisi taustalla vaikka käyttäjä ei sitä tiedäkään. Käyttäjä pystyy näin käyttämään tehokkaampia käyttöliittymiä vaikka itse toiminnallisuus suoritettaisiinkin Formsissa.

8. TASAPAINOTUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

8.1 Toimittajien vertailu

Järjestelmien vertailussa ei riitä pelkästään ominaisuuksien ja toiminnallisuuksien vertailu vaan on katsottava kokonaiskuvaa. On huomioitava toimittajan kyvykkyys, käyttöönottoprosessi eri järjestelmissä, kehitys ja ylläpito. Kokonaiskuvaa tarkastelemalla pystytään arvioimaan suorituskyvykkäin järjestelmä. Liitteessä B on muodostettu taulukko toimittajien vertailusta. Vertailu on suoritettu tuotannon näkökulmaa silmällä pitäen. Otos liitteestä on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Toimittajien vertailun yhteenveto

| | Nortal (-) | Roima (Lean Systems) | Solme (Avis) | SWD (SWD PES) |
|------------------------------|------------|----------------------|--------------|---------------|
| Painotettu pistemäärä | 97 | 138 | 93 | 113 |

Toimittajien vertailussa Roima sai parhaimmat pisteet ja se onkin vertailussa olleista toimittajista kyvykkäin yhteistyökumppani tasapainotusjärjestelmän toteutuksessa Valmet Automotivelle. Roima Intelligence onkin osoittanut pystyvänsä tehokkaaseen yhteistyöhön autotehtaan kanssa sillä se on toteuttanut VA:n Hunterin, joka on MES-järjestelmä. Hunterin ja Lean Systemin välille voi luoda linkityksiä, jonka avulla voidaan hakea synergiaa. Tämä voisi mahdollistaa toimintoja, jotka eivät ennen ole olleet mahdollisia. Esimerkiksi niiden avulla voitaisiin seurata autojonon läpimenoa reaaliaikaisesti Lean Systemistä. Linkitys voitaisiin hakea tuottavuutta ja tehokkuutta tuotannon suunnitteluun.

Jokaiselle toimittajalle lähetettiin tietopyyntö eli Request for Information (RFI) materiaalia, jonka perusteella järjestelmätoimittajat pitivät demon VA:lla. Näiden demojen perusteella nähtiin toimittajien kyvykkyyttä toteuttaa VA:n tarpeita RFI materiaalin perusteella. Toimittajien kanssa pidettiin myös jatko demoja ymmärryksen laajentuessa ja pisimmälle päästiin näiden neljän toimittajan kanssa, jotka ovat taulukossa 7 esitelty. Parhaiten demoista suoriutui Roima Intelligencen Lean Systems. SWD:n PES järjestelmä suoriutui parhaiten jonon muodostamisessa, mutta siinä oli puutteita muilla osa-alueilla. Nortalilla ei ollut tarjota, mitään omaa ohjelmistoa tasapainotukseen. Solmen Avisissa oli useita menetelmän kehitystyökaluja mitä ei löytynyt kilpailijoiden tuotteista. Avis kuitenkin vastasi vain tasapainotuksen tarpeisiin osittain verrattuna Lean Systemiin, joka VA:n näkökulmasta pystyy toteuttamaan

kokonaisuuden, johon kuuluu muutoshallinta, jonon muodostus, linjan tasapainotus ja työohjeiden ylläpidon.

8.2 Tasapainotusjärjestelmien vertailu

Tasapainotusjärjestelmien vertailussa on otettava huomioon Valmet Automotiven tarve ja tarjoaako järjestelmä kilpailuetua. Saavutetaanko järjestelmällä tehokkuutta ja uusia ominaisuuksia, jotka eivät olleet mahdollisia vanhassa järjestelmässä. Toimittaja vaikuttaa merkittävästi, jotta järjestelmän implementointivaihe, kehitys ja ylläpito onnistuu ilman suurempia haasteita.

Tasapainotuksen muodostaminen VA:lla pidettyjen järjestelmädemojen ja palavereiden perusteella onnistui parhaiten Lean Systemissä ja Avixissa. SWD:n PES järjestelmässä oli puutteita autoteollisuuden näkökulmasta, kuten työelementtien esittäminen ja toteutus. Kaikissa näissä kolmessa käyttöliittymä oli moderni ja esimerkiksi työelementtejä olisi mahdollista siirrellä hiirellä asemalta toiselle.

Toiminnot vaihtelivat jokaisessa järjestelmässä, mutta joustavimmalta käyttöliittymä vaikutti Lean Systemin osalta. Siinä työelementit ja muut tarvittavat tiedot olivat muodostettu käyttöriveittäin, joista käyttäjä saa erilaisilla hakutoiminnoilla esiin halutut käyttörivit. Käyttöriivi toiminnallisuus tuo synergiaa myös muutoshallinnan ja tuotannon tasapainotuksen välille. Tietojen esittäminen käyttöriveittäin on autoteollisuudelle tyypillistä. Käyttäjä myös saa näin myös nopeasti paljon tietoa näkyville. Liitteessä C on tasapainotusjärjestelmien vertailutaulukko, josta on pistemäärät koottu taulukkoon 8.

Taulukko 8. Tasapainotusjärjestelmien vertailun tulokset

| | Kuomu | Avix | Lean Systems | SWD PES |
|------------------------------|-------|------|--------------|---------|
| Painotettu pistemäärä | 58 | 88 | 96 | 52 |

Parhaiten vertailusta pisteitä sai Lean Systems ja nykyinen järjestelmä Kuomu sai vertailusta 58 pistettä, mutta kuitenkin enemmän kuin SWD PES järjestelmä. SWD PESistä ei löytynyt tarvittavia toiminnallisuuksia, kuten työohjeiden hallintaa sillä tarkkuudella, missä sitä tarvitaan VA:lla. Liitteessä C vertailtiin muun muassa järjestelmien käytettävyyttä ja visuaalisuutta. Kaikille vertailtaville toiminnoille tai ominaisuuksille oli määritelty painokertoimet, jotka olivat yhdestä kolmeen. Kolmonen oli erittäin tärkeä ominaisuus ja ykkönen oli normaali tärkeysaste. Sitten järjestelmille annettiin kullakin osa-alueella arvosana myös yhdestä kolmoseen. Ykkönen silloin kun järjestelmässä oli toteutettu toiminnallisuus heikosti ja kolmonen silloin, kun se oli toteutettu erinomaisesti.

Vertailutaulukossa kolmosen painokertoimella painotettiin vain kaikista tärkeimmät ominaisuudet ja niitä oli vain raporttien muodostaminen eri hakuehdoilla ja tunnisteiden

hallinta. Näissä kohteissa kolmosen arvosanan sai vain Kuomu, mikään kolmesta vaihtoehtoisesta sovelluksesta ei saanut tästä kuin kakkosen. Muut toiminnallisuudet arvioitiin painokertoimella kaksi ja pienimmät painokertoimet saivat ergonomian huomointi ja kommenttien kirjoittaminen, joita ei pidetty järjestelmässä olennaisina ominaisuuksina.

9. JÄRJESTELMÄ EHDOTUS

Järjestelmien ja toimittajien vertailun perusteella sopivin järjestelmä Valmet Automotiven käyttöön on Lean Systems. Se pystyy toteuttamaan merkittävän osan järjestelmälle asetetuista vaatimuksista sekä myös tehostamaan tuotannon suunnittelua ja tasapainotusta verrattuna nykyiseen järjestelmään. Joitakin olennaisia toiminnallisuuksia jäi demoista pois, kuten tuotannon tunnisteet, joiden avulla muodostetaan kuormitus ja ohjaus. Järjestelmässä on kuitenkin olemassa jollakin tasolla konfiguraattori, mutta se ei sellaisenaan riitä autoteollisuudessa eikä Valmet Automotiven käyttöön. Tunnisteet täytyy toteuttaa Lean Systemsiin räätälöintinä.

Roima Intelligencen toteuttama Hunter on myös merkittävä hyöty, koska Roimalla on kokemusta, kuinka VA:lla toimitaan. He tietävät kuinka autoteollisuudessa toimitaan. Roima sai sekä toimittajien vertailussa ja tasapainotusjärjestelmien vertailussa suurimmat pisteet verrattuna muihin järjestelmiin. Taulukot kokonaisuudessaan on esitetty liitteissä B ja C. Uskon myös että Roima Intelligence on kyvykkäin toimittamaan tasapainotusjärjestelmän autotehtaalle. He suoriutuivat esimerkki datalla tehdystä järjestelmä demosta parhaiten.

Lean Systems mahdollistaa myös esikokoonpanojen tuottamien komplettien kuormituksen määrittämisen, mikä ei ennen ole ollut mahdollista. Tämän avulla pystytään seuraamaan esikokoonpanojen kuormitusta kompletti kohtaisesti. Esimerkiksi voidaan tarkastella yhden kojelaudan läpimenoa esikokoonpanossa tai sen kuormitusvaikutusta.

10. YHTEENVETO

Tuotannon tasapainotuksen perustana on lean ajattelumaailma, jotta linjan työt voitaisiin tasapainottaa mahdollisimman tuottavasti. Tasapainotusta tapahtuu autotehtaalla päivittäin ja sitä varten tarvitsee olla käyttäjäystävällinen ohjelmisto, josta löytyy nykyisen ohjelman toiminnallisuudet. Myös muutoshallinnan osuus on yhtä tärkeä kuin tasapainotuksen osuus. Tasapainotus ja muutoshallinta kulkevat Valmet Automotivella käsi kädessä ja onkin hyvä että nämä toiminnallisuudet löytyvät saman järjestelmän alta. Tämä ei ollut mahdollista Avixissa eikä SWD PES järjestelmissä.

Tämä diplomityö toteutettiin osana Valmet Automotiven Production Support Systems esiselvitys projektia, jonka tavoitteena oli vertailla tasapainotusjärjestelmiä toisiinsa. Vertailujen perusteella Lean Systems osoittautui sopivimmaksi järjestelmäksi autotehtaalle vertailujen ja palavereiden perusteella. Taulukkoon 9 on koottu vertailujen kokonaispistemäärät.

Taulukko 9. Tasapainotusjärjestelmien vertailun tulokset

| | Kuomu | Avix | Lean Systems | SWD PES |
|-----------------------------------|-------|------|--------------|---------|
| Toimittajavertailu | - | 93 | 138 | 113 |
| Tasapainotus- vertailu | 58 | 88 | 96 | 52 |

Järjestelmistä oli aluksi haastava vertailla materiaalin vaihtelevuuden takia. Lisäksi suurin osa vertailuista perustuu on järjestelmädemoihin ja palaveriin. Toimittajien keskusteluiden ja sähköpostien perusteella järjestelmistä sai kuitenkin riittävän kuvan vertailujen tekemiseksi. Työn tavoitteet saavutettiin ja järjestelmä ehdotus pystyttiin muodostamaan. Opin työn kautta paljon autoteollisuudesta ja tuotannon tasapainotuksesta.

LÄHTEET

AviX4 User Manual. Solme AB. Ruotsi.

Kettunen, J. & Simons, M. 2001. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä. Teknologialähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja osaamisen hallintaa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Julkaisuja. Espoo. 232 sivua.

Lehtonen, J. 2004. Tuotantotalous. 1. Painos. WSOY. Helsinki. 292 sivua.

MTM-2. 1986. Menetelmätekninen yhdistys Ry. Helsinki. 85 sivua.

Modig, N., Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean. Rheologica Publishing. Ruotsi. 167 sivua.

Monk, E. & Wagner, B. 2008. Concepts in Enterprise Resource Planning. Course technology Cengage Learning. USA. 254 sivua.

O'Leary, D. 2000. Enterprise Resource Planning. Campridge University Press. USA. 232 sivua.

Roima Intelligence [WWW]. [Viitattu 25.3.2016] Saatavissa: <http://www.roimaint.fi/>

Solme AB [WWW]. [Viitattu 31.07.2015] Saatavissa: <http://www.solme.se/>

Valmet Automotive Oy [WWW]. [Viitattu 27.07.2015] Saatavissa: <http://www.valmet-automotive.com/>

Vilpola, I. 2008. Applying User-Centered design in ERP Implementation Requirements Analysis. Tampereen Teknillinen Yliopisto, TTY julkaisu 739. Tampere. 200 sivua.

Vilpola, I. & Kouri, I. 2006. Toiminnanohjausjärjestelmän hankinta C-CEI-menetelmän avulla. Teknologiateollisuus ry. Vantaa. 136 sivua.

LIITE A: VALMET AUTOMOTIVEN SANASTOA

| Termi | Selite |
|--------------------------|--|
| Alustakortti | Autokohtainen, dokumentoidaan asennukset/tarkastukset sekä mahdolliset puutteet |
| Asema | Työasema jossa voi olla yksi tai useampi asentaja. Nykyisellään rata- ja ekp asemia. |
| Asemakortti | Kuomusta asemalle tulostettu asemakohtainen asennusohje. Sisältää elementtien tiedot ja aseman kuormituslaskelman. |
| Aseman kuormitus | Työaika, josta on otettu pois tauot ja muu työhön kuulumaton aika. Perustuu aluekohtaisiin kuormitusanalyysiin. Tuntia per henkilö. |
| Autopaikka | Linja on jaettu autopaikkoihin ja autopaikalla voi olla useampi asema. |
| DOK-osa | Henkilökohtaiseen turvallisuuteen liittyvä osa autoa käytettäessä esim. Air-bag turvatyyny. |
| dokumenttiasennus | Asennus, joka liittyy henkilöturvallisuuteen. Asennukseen liittyy aina tarkastus. (erillisessä elementissä) |
| DRT-osa | "Diebstahl Relevante Teile" (Varastusheräät osat), osat joilla voidaan helposti muuttaa auton identiteettiä. |
| EKP asema | Esikokoonpanoasema |
| Elementti | Elementti on ajallisesti pieni työvaihe. Elementissä on kuvattu sanallinen kuvaus työstä, työkuvat, työkalut |
| Elementtiluokitus | Kuvataan minkä tyyppisestä elementistä on kyse |
| Elementtinumero | Yksilöi elementin. Muodostuu kolmesta alkukirjaimesta, submodulista ja juoksevasta numerosarjasta |
| Esimiesalue | Osastot ovat jaettu esimiesalueisiin. |
| FsIBOM | Ohjelma kokonaisuus, jonka avulla pyritään varmistamaan työohjeiden oikeellisuus käyttöriivasolla. Siinä verrataan elementissä olevia käyttöriivejä voimassa oleviin perusteisiin ja päin vastoin. |
| Jonon muodostuskriteerit | Sovittu menettely miten raskaita versioita nostetaan kokoonpanoon |
| Kokeilutasapainotus | Suunnitellaan tuleva tasapainotus |
| LM asema | Laadunmittausasema |
| Muutostiedote | Kokonaisuus, jolla kuvataan tuotteen tulevaa teknistä muutosta. Normaalisti sisältää poistuvia/tulevia käyttöriivejä sekä sanallisen kuvauksen muutoksesta. Jaetaan sähköisesti järjestelmässä. |
| Nosto kokoonpanoon | Tapahtuma, jossa auto raportoidaan korivarastosta kokoonpanoon. |
| Nostokielto | Estetään tiettyjen autojen nosto kokoonpanoon esim. Kriittisen osan puute. |
| Nostorajoite | Kriittisen osan puuteuhka, jolloin nostoja rajoitetaan. |
| Osan käyttö | Yksi osan käyttö pitää sisällään osanumeron, tuoteavaimen, käyttöketjun ja määrän (=käyttörivi tason) |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Osan käyttöpaikka | Osalla on metrin tarkkuudella määritetty osoitekoordinaatit (X-Y) |
| Osan käänteiset ketjut | Tällä hetkellä ei lainkaan Oracle ohjelmissa. Käytetään vain Dialog järjestelmässä, mutta vaikuttaa oleellisesti mihin osaa kuuluu asentaa. |
| Perustasapainotus | Voimassa oleva tasapainotus, jossa työt (elementit) on jaettu esimiesalueille ja tiimeille. |
| Perustevaade | Elementissä oleva sanallinen kuvaus perustevaateista asennukseen liittyvistä vaateista |
| POS-ohjattavat osat | Osien automaattinen ohjaus varastosta käyttöpaikalle. |
| Pää- ja toimintaryhmät ja submodulit | Tuote on jaettu perusteissa kyseessä olevien ryhmien avulla haluttuihin kokonaisuuksiin. |
| Synkro ohjattavat osat | Ovat alihankkijalta tilausnumerokohtaisesti tilattuja kompletteja. Tilaus lähtee järjestelmästä autotilauksen jälkeen ja toimittaja toimittaa valmiin kompletin. |
| Tahtiaika | Määräytyy käytössä olevasta työajasta jaettuna volyymilla |
| Tarkastuskortti | Dokumenttitarkastuskohteita varten, johon asemahenkilö leimaa omien asennukset suoritetuksi. Asemakohtainen. |
| Tiimi | Esimiesalue on jaettu 3 - 5 tiimiin, yksi tiimi sisältää keskimäärin 10 henkilöä |
| Tunniste | Tunnisteella kuvataan mihinkä versioon elementin työtä kuuluu tehdä. |
| Tunnistekortti | Tunnistekortilla ilmaistaan autokohtaisesti asentajalle tärkeitä tietoja. |
| Tunnistevolyymi | Keskimääräinen tuotantomäärä kyseessä olevalle tunnisteelle. (=eri versio) |
| Työntutkimus | Mitataan elementtien työajat vähintään kerran vuodessa ja aina muutosten kohdalla. Työntutkimuksen oleellimmat tiedot kirjataan elementin perustietoihin. |
| Työpäivävakio | Apu aika, joka on kuvattu standardielementinä, 2,8% aseman kokonais työajasta. Apu luontoiset työn ohessa suoritettavat työt. |
| Volyyymi | Yhden vuoron tuotantomäärä |
| VPD | "Variable Product Data" Asennuksen yhteydessä dokumentoidaan osan sarjanumero. Tarkistetaan myös osan oikeellisuus. |

Toimittajien vertailutaulukko

| Kriteerit | Painoarvo 1-5 | Nortal (?) | | Roima (Lean Systems) | | Solme (Avix) | | SWD (SWD PES) | |
|--|------------------|--------------------------------|-----------|----------------------------|------------|---------------------------|-----------|--|------------|
| | | vastaus | pisteet | vastaus | pisteet | vastaus | pisteet | vastaus | pisteet |
| Nykyinen palvelutaso/kokemukset toimittajasta | 3 | ei kokemusta | 3 | Hunter | 4 | | 3 | | 2 |
| Mielikuva toimittajan/ratkaisun kyvykkyydestä workshoppien perusteella | 4 | ei vaateen mukaisia ratkaisuja | 2 | | 4 | | 3 | | 2 |
| Toimittajan yhteyskieli | 3 | suomi | 5 | suomi | 5 | englanti | 3 | suomi | 5 |
| Tavotettavuus projektin aikana ja tulevaisuudessa | 5 | | 5 | | 4 | | 3 | | 4 |
| Tarjopaako määrityksen mukaisesti? | 4 | ei | 1 | kyllä | 4 | ei | 1 | ei | 1 |
| Onko toimittajalla omia ratkaisuehdotuksia? Määritystä parempia ehdotuksia | 5 | ei | 1 | joitain omia ehdotuksia | 3 | | 4 | omia ehdotuksia tuotantojonon ja tasapainotuksen synergiasta | 4 |
| Onko oma tuote vai räätälöity ohjelmisto | 3 | ei | 1 | Oma tuote, räätälöitävissä | 4 | 70% tuote, 30% räätälöity | 4 | oma tuote, räätälöitävissä | 4 |
| SAP liitännät? | 4 | SAP sertifikaatti | 4 | | 4 | ei vielä olemassa | 2 | SAP sertifikaatti | 4 |
| Synergia eri VA toimintojen välillä | 4 | | 3 | | 4 | | 1 | Muutoshallinta jäi pois, mutta synergiaa löytyi tuotannon | 3 |
| PAINOTETTU PISTEMÄÄRÄ | | | 97 | | 138 | | 93 | | 113 |

LIITE B: TOIMITTAJIEN VERTAILUTAULUKKO

LIITE C: TASAPAINOTUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

| | Paino- kerroin | Kuomu | Avix | Lean Systems | SWD PES |
|--|-------------------|-------|------|-----------------|------------|
| Käytettävyys | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Visuaalisuus | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Kuvankäsittely | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Elementtien siirto | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Uusien alueiden, tiimien ja asemien perustaminen/poistaminen | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Kuormitusten/piikkien seuranta tasapainotuksen yhteydessä | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Aikatietojen tuonti | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Tuottavuusraporttien seuranta (tiimi/alue/kp) | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Työohjeiden muokattavuus | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Kuvien linkittäminen eri työvaiheisiin | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Tasapainotusten perustaminen, kopioiminen ja hyväksyntä | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| Jalostavan/jalostamattoman työn seuranta | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Työmenetelmän kehittäminen | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Raporttien muodostaminen eri haku-ehdoilla | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Ergonomian/työturvallisuuden huomiointi | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Eri tuotteiden hallinta | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Tunnisteidenhallinta | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Muistiinpanojen/kommenttien kirjoittaminen | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Muutostiedotteiden hallinta | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Alueen ylläpito (käyttöpaikat, henkilöt, tiimit, asemat) | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Pistemäärä | | 58 | 88 | 96 | 52 |

Painokerroin 1-3

1 normaali

2 tärkeä

3 erittäin tärkeä

Arvostelu 1-3

1 ei ole/ olematon

2 jollain asteella mahdollista/ kohtalainen

3 toteutettu erinomaisesti/ erinomainen