



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

V-12 MOOTTORIEN KOKOONPANOLINJAN TUOTTAVUUDEN KEHITYS

AGCO Power Oy

Marko Äijö

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja työkonetekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja työkonetekniikka

ÄIJÖ, MARKO:

V-12 moottorien kokoonpanolinjan tuottavuuden kehitys
AGCO Power Oy

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Maaliskuu 2016

Tässä opinnäytetyössä esitellään Nokian Linnavuorella sijaitsevan AGCO Power Oy:n V-12 dieselmoottorien kokoonpanolinjan tuottavuudenkehitysprojekti. Opinnäytetyö esittelee AGCO Powerin dieselmoottorien perusrakenteen kuitenkin keskittyen työn ensisijaisena kohteena olevaan V-12 konstruktion. Opinnäytetyössä esitellään lyhyesti kokoonpanolinjan lähtötilanne ja syyt miksi tuottavuuden kehitysprojektiä lähdettiin toteuttamaan.

Opinnäytetyössä kerrotaan lyhyesti tuottavuuden kehitykseen liittyvästä teoriasta ja esitellään työvälit ja -menetelmät mitä tämän projektin puitteissa sovellettiin. Kokoonpanolinjan tilaa esitellään valokuvien ja tuottavuutta kuvaavien sekä ennen projektin aloitusta että ennen kaikkea sen jälkeen.

Lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi tuottavuuden kehitykselle asetetut tavoitteet sekä niiden toteutuma käytännössä. Lisäksi esitellään kokoonpanolinjan layout. Lopuksi esitellään vielä joitakin tässä vaiheessa toteuttamatta jääneitä muutosehdotuksia, jotka on tarkoitus toteuttaa myöhemmin kuluvan vuoden aikana.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automobile and Transport Engineering
Automobile and Industrial Vehicle Engineering

ÄIJÖ, MARKO:

Productivity development of the V-12 engine assembly line
AGCO Power

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 7 pages
March 2016

This thesis is about productivity development project of V-12 diesel engine assembly lines in AGCO Power which is located in Linnavuori, Nokia. Thesis introduces the basic construction of diesel powered engine, focusing mainly on the V-12 construction. This thesis also covers the initial state and the base line of the V-12 assembly line and the reasons why the company wanted to start the project at the first place.

In this thesis is also written some basic theory of the productivity development, focusing on the methods chosen to be used in this project. The initial and the final state of the assembly line and its productivity are presented in both photographs and graphs.

This thesis will also present the main goals that were set to the project and how those goals realized within and after the project. The layout of the assembly line will also be introduced. And finally there are presented some proposed amendments that will take place later this year after the initial project has ended.

Key words: diesel engines, assembly, productivity

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	AGCO POWER OY	8
2.1	AGCO Powerin taustahistoria ja toiminta-ajatus.....	8
2.2	Tunnuslukuja	9
2.3	V-12 moottoreiden tuotantomäärät, markkina-alueet ja asiakkaat	9
3	DIESELMOOTTORIN RAKENNE JA KOKOONPANO	10
3.1	V-12 dieselmoottorin rakenne	10
3.1.1	V-12 dieselmoottorin yleiskatsaus	10
3.1.2	V-12 dieselmoottorin rakenne.....	11
3.2	V-12 dieselmoottorin kokoonpano ja sen jälkeiset toimenpiteet.....	16
3.2.1	Kokoonpano	16
3.2.2	Logistiikka	17
3.2.3	Koekäyttö	17
3.2.4	Maalaus ja loppuvarustelu.....	17
4	KOKOONPANOLINJAN TUOTTAVUUS LÄHTÖTILANTEESSA JA KEHITYSTAVOITTEET	18
4.1	Tuottavuus ja laatutaso lähtötilanteessa.....	18
4.2	Kehitystavoitteet ja suoritus.....	23
5	TUTKIMUSMENETELMÄT JA KEHITYSTOIMENPITEET	24
5.1	Tuottavuuden kehitykseen liittyvää teoriaa	24
5.2	Oleellisia työhön liittyviä alkutilanteen tietoja	25
5.3	Työnsisällön alustava määrittely	27
5.4	Nykyongelmien listaus ja valokuvaus	28
5.4.1	Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 1.....	28
5.4.2	Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 2.....	28
5.4.3	Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 3.....	29
5.4.4	Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 4.....	31
5.5	Materiaalit	32
5.6	Työkalulistaus	32
5.7	Aikaelementtien mittaukset	33
5.8	Hukan ja ongelmien tunnistaminen	34
5.9	Uuden materiaalivirran suunnittelu	35
5.10	BWT -hyllytarpeiden suunnittelu	35
5.11	Toteutetut muutokset	37
5.12	Aikamittaukset muutosten jälkeen.....	39
5.13	Tulossa olevat kehitystoimenpiteet.....	39

6 YHTEENVETO	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	44
Liite 1. V-12 moottorien kokoonpanolinjan layout (Kainulainen, 2016).....	44
Liite 2. Esimerkki työvaiheella asennettavien materiaalien listauksesta.....	45
Liite 3. Esimerkki työvaiheella tarvittavien työvälineitten listauksesta.....	46
Liite 4. Esimerkki työvaiheen sisällöstä aikamittauksineen.....	47
Liite 5. Esimerkki työvaiheen spagettikuvaajista.....	48
Liite 6. Esimerkki työvaiheen aikamittauksista toteutuneiden kehitystoimien jälkeen.....	49
Liite 7. Esimerkki standardityöohjesta (Standard Work Instruction).....	50

ERITYISSANASTO

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
ICAC	Interstage Charge Air Cooling, ahtovaiheiden välinen ahtoilman jäähdytys
EGR	Exhaust Gas Recirculation, pakokaasun uudelleen kierrätys
CCV	Closed Crankcase Ventilation, suljettu kampikammion huotusjärjestelmä
Common Rail	Polttoaineen yhteispaineruiskutus
ECU	Electronic Control Unit, elektroninen moottorin ohjausyksikkö
BWT	BeeWaTec, AGCO Powerilla käytössä oleva prosessi- ja teollisuuskaluste järjestelmä

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on AGCO Powerin Nokian Linnavuorella sijaitsevan diesel moottoritehtaan V-12 moottoreiden kokoonpanolinjan tuottavuudenkehitys. Tavoitteena on tehostaa tuotantoa samalla parantaen lopputuotteen kokoonpanolaatua sekä lyhentää moottoreiden kokoonpanon läpimenoaikaa ja samalla kohentaa kokoonpanolinjan ulkoasua vastaamaan tehtaan tämänhetkisiä suosituksia.

Tämä opinnäytetyö syntyi työelämän tarpeista. V-12 moottorit ovat yrityksen lippulaiva tuote, joiden kokoonpanolinjalla työskentelee tällä hetkellä kahdeksan asentajaa ja yksi materiaalivastaava yhdessä vuorossa. Moottoreiden kasvavan kysynnän vuoksi on syntynyt luonnollinen tarve tuotannon tehostamiselle. Tuottavuuden kehitykselle asetettiin tavoitteeksi noin 25 % parannus aiempaan tuottavuuden tasoon verraten (Tanni, P. 2015).

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi kokoonpanoprosessi vaihe vaiheelta ja samalla analysoidaan ja poistetaan työn sisältämää hukkaa sekä tasapainotetaan eri vaiheiden sisältöä. Samalla pyritään kehittämään kokoonpanotyöhön ja linjan logistiikkaan liittyviä menetelmiä ja työvälineitä sekä yhteistyössä tehtaan tuotekehitysosaston kanssa ongelmallisempien komponenttien valmistuslaatua ja asennettavuutta.

Lopuksi käydään läpi toteutuneet muutokset ja parannukset sekä esitetään niiden kokonaisvaikutus moottoreiden läpimenoaikaan ja kokoonpanolinjan tuottavuuteen ja verrataan saavutettua muutosta asetettuun tavoitteeseen. Lisäksi käydään läpi lähitulevaisuudessa toteutettavia tämän työn puitteissa ehdotettuja kehityskohteita, jotka eivät tuotannollisista syistä ehtineet tähän projektiin mukaan.

2 AGCO POWER OY

Tässä luvussa esitellään lyhyesti AGCO Powerin historia ja käydään läpi yrityksen tämän päivän tuotteita ja tunnuslukuja. Lisäksi käydään läpi opinnäytetyön kohteena olevien V-12 moottoreiden tuotantomäärät, päämarkkina-alue ja käyttökohteet.

2.1 AGCO Powerin taustahistoria ja toiminta-ajatus

Yritys on perustettu vuonna 1942 nimellä Valmet Linnavuoren tehtaat ja ensimmäinen dieselmoottori siellä valmistettiin vuonna 1946. Erinäisten yrityskauppojen ja järjestelyjen johdosta yrityksen nimi vaihtui 90-luvun puolivälissä muotoon Sisu Diesel. Vuonna 2004 kansainvälinen AGCO-konserni osti yrityksen traktoriliiketoiminnan sekä Linnavuoren moottoritehtaan. Vuonna 2008 yrityksen nimi vaihtui muotoon AGCO Sisu Power ja edelleen vuonna 2012 muotoon AGCO Power (AGCO Power, 2016).

AGCO Powerin toiminta-ajatuksena on tuottaa kotimaisin voimin laadukkaita työkone-dieselmoottoreita kansainvälisille maailmanlaajuisille markkinoille ja AGCO Powerin tuotannosta valtaosa meneekin vientiin joko suoraan tai välillisesti esimerkiksi traktoreihin ja työkoneisiin asennettuina (AGCO Power, 2016).

2.2 Tunnuslukuja

AGCO Powerin henkilöstömäärä suomessa on noin 850 henkilöä ja liikevaihto 346 miljoonaa euroa. Moottoreita valmistetaan vuodessa noin 30000 kappaletta. Moottorit ovat viimeisimmät päästövaatimukset täyttäviä työkonedieselmootoreita kokoluokissa 3,3–16,4 litraa ja teholuokissa 40–650 kW. Moottoreiden lisäksi yritys valmistaa vaihteistoja, akseleita, hammaspyöriä sekä dieselgeneraattoreita ja palopumppuja (AGCO Power, 2016).

2.3 V-12 moottoreiden tuotantomäärät, markkina-alueet ja asiakkaat

V-12 moottoreiden tuotantomäärä on noin 300 moottoria vuodessa. Niiden pääasiallinen markkina-alue on Yhdysvallat jossa niitä käytetään lähinnä AGCO -konsernin sikäläisten tuotemerkkien, kuten Challenger, isoimmissa tela-alustaisissa traktoreissa ja työkooneissa (KUVA 1) (AGCO Power, 2016).



KUVA 1. Challenger-telatraktori (Challenger, 2016)

3 DIESELMOOTTORIN RAKENNE JA KOKOONPANO

Tässä luvussa esitetään lyhyt yhteenveto dieselmoottorin rakenteesta keskittyen kuitenkin työn pääaiheena olevaan V-12 konstrukktioon, sekä sen kokoonpanoon, huomioon ottaen kyseessä olevan vaiheisiin jaotellun linjatyon vaatimukset.

3.1 V-12 dieselmoottorin rakenne

3.1.1 V-12 dieselmoottorin yleiskatsaus

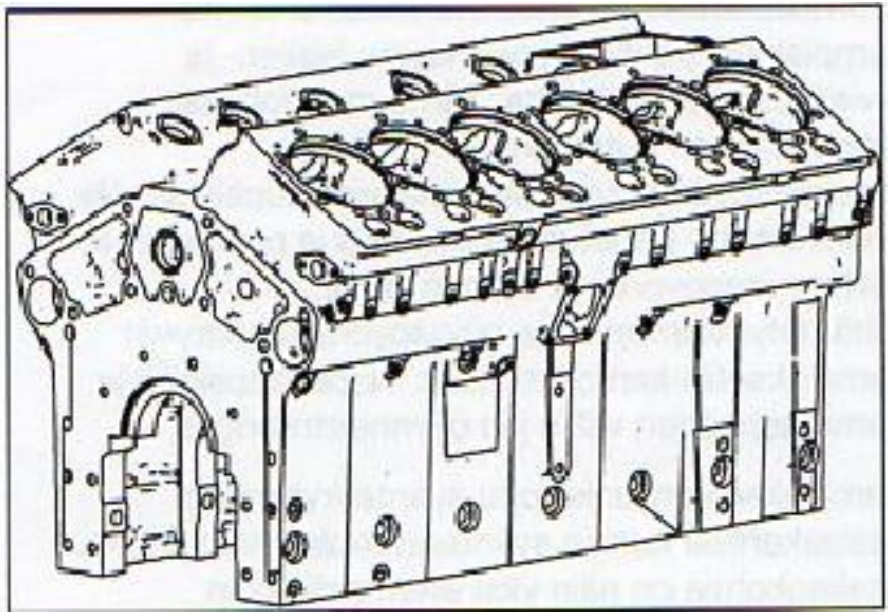
AGCO Power 168 AWF -moottori on nestejäähdytteinen, pakokaasuahdettu nelitahtidieselmoottori, jonka iskutilavuus on 16,8 litraa ja sylinterilohkojen välinen v-kulma on 60 astetta. Moottorissa on märät sylinteriputket, jotka on tuettu keskeltä. Molemmilla sylinteririveillä on käytössä ahtovaiheiden välinen ahtoilman jäähdytys eli ICAC (Interstage Charge Air Cooling), 2-vaiheinen pakokaasuahdaminen sekä pakokaasujen takaisinkierätyksjärjestelmä eli EGR (Exhaust Gas Recirculation) (Korjaamokäsikirja 2014, 1-10). Yleiskuva moottorista on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. V-12 dieselmoottori, iskutilavuus 16,8 litraa (AGCO Power, 2014)

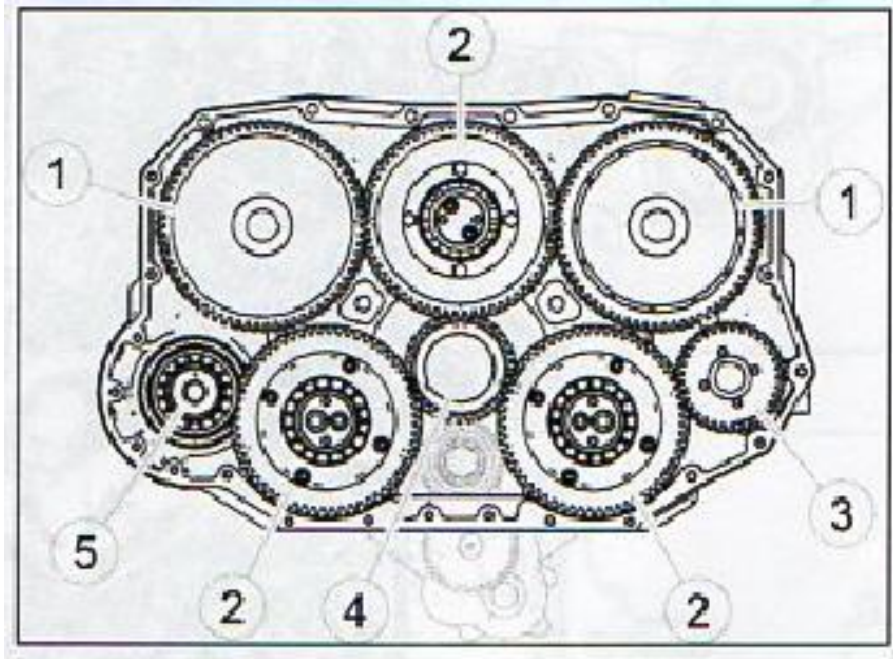
3.1.2 V-12 dieselmoottorin rakenne

Sylinteriryhmä (KUVA 3) muodostaa moottorin rungon, johon kiinnittyvät muut moottorin rakenneosat. Märät, vaihdettavat sylinteriputket on tuettu sylinteriryhmään ylä- ja alapäistä sekä keskeltä. Sylinteriputkien alapää on tiivistetty O-renkain kun yläpää puolestaan tiivistyy sylinterikannen tiivisteeseen. Nokka-akselit on sijoitettu sylinteriryhmään ja laakeroitu erillisin laakeriholkein. Venttiilinnostimet ovat tyypiltään hydrauliset ja käyttävät venttiilejä työntötankojen välityksellä. Venttiileitä on neljä kappaletta sylinteriä kohden, kaksi imu- ja kaksi pakuventtiiliä. Sumutin sijaitsee pystyasennossa niiden keskellä.



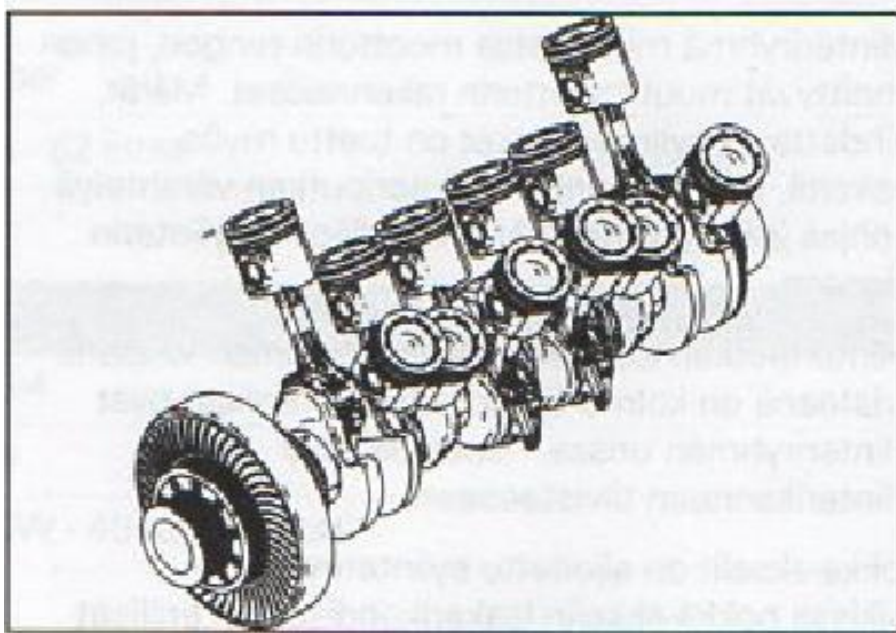
KUVA 3. Sylinteriryhmä (AGCO Power, 2014)

Sylinteriryhmän takaosassa sijaitsee vauhtipyöräkotelo, johon käynnistinmoottori kiinnittyy. Sylinteriryhmän etuosaan on puolestaan kiinnitetty hammaspyöräkotelo, jonka sisällä sijaitsevat moottorin jakopään hammaspyörät (KUVA 4). Nämä hammaspyörät käyttävät nokka-akseleita, polttoaineen korkeapainepumppua sekä öljypohjan sisällä sijaitsevaa öljypumppua. Kuvan 3 jakopyörästä nokka-akselin hammaspyörät (1), välihammaspyörä (2), korkeapainepumpun hammaspyörä (3), kampiakselin öljypumpua käyttävä hammaspyörä (4) ja voimanulosoton hammaspyörä (5).



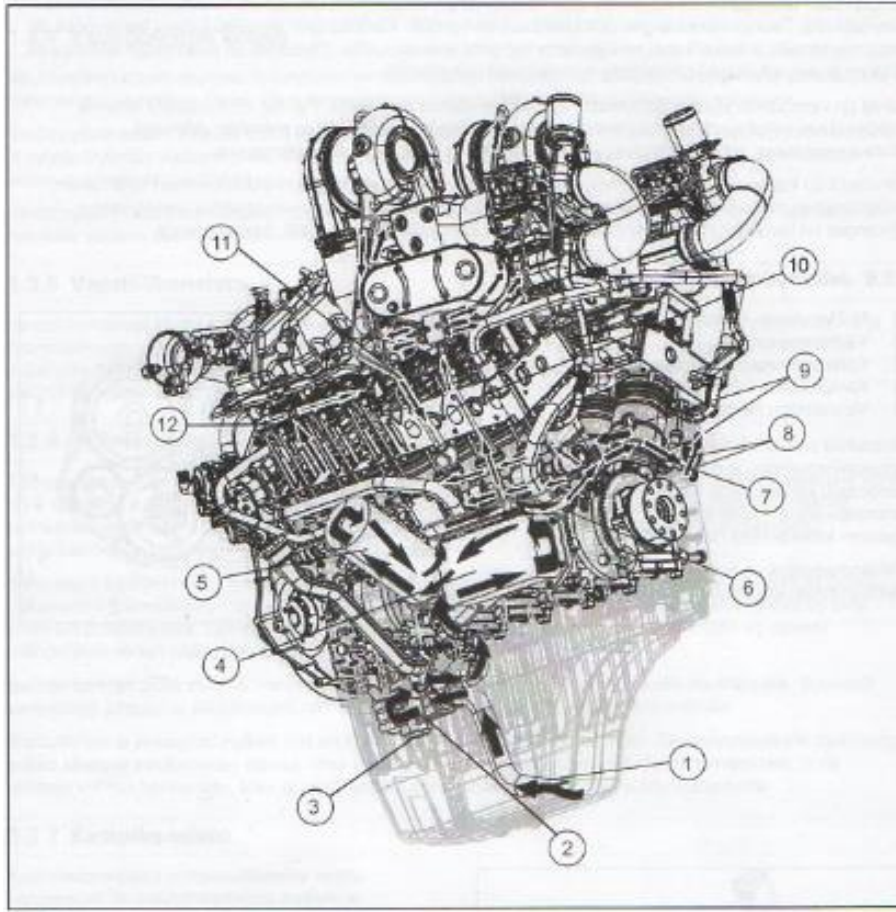
KUVA 4. Jakopyörästä (AGCO Power, 2014)

Öljypohjan sisällä sijaitsee myös takomalla valmistettu kampiakseli, jonka takapäähän on kiinnitetty vauhtipyöräkotelon sisällä pyörivä vauhtipyörä. Alumiiniseoksesta valmistetut ja kolmella männänrenkaalla varustetut männät kiinnittyvät kampiakselin laakerikauloille kiertokankien välityksellä. Kampikoneiston rakenne on esitetty kuvassa 5.



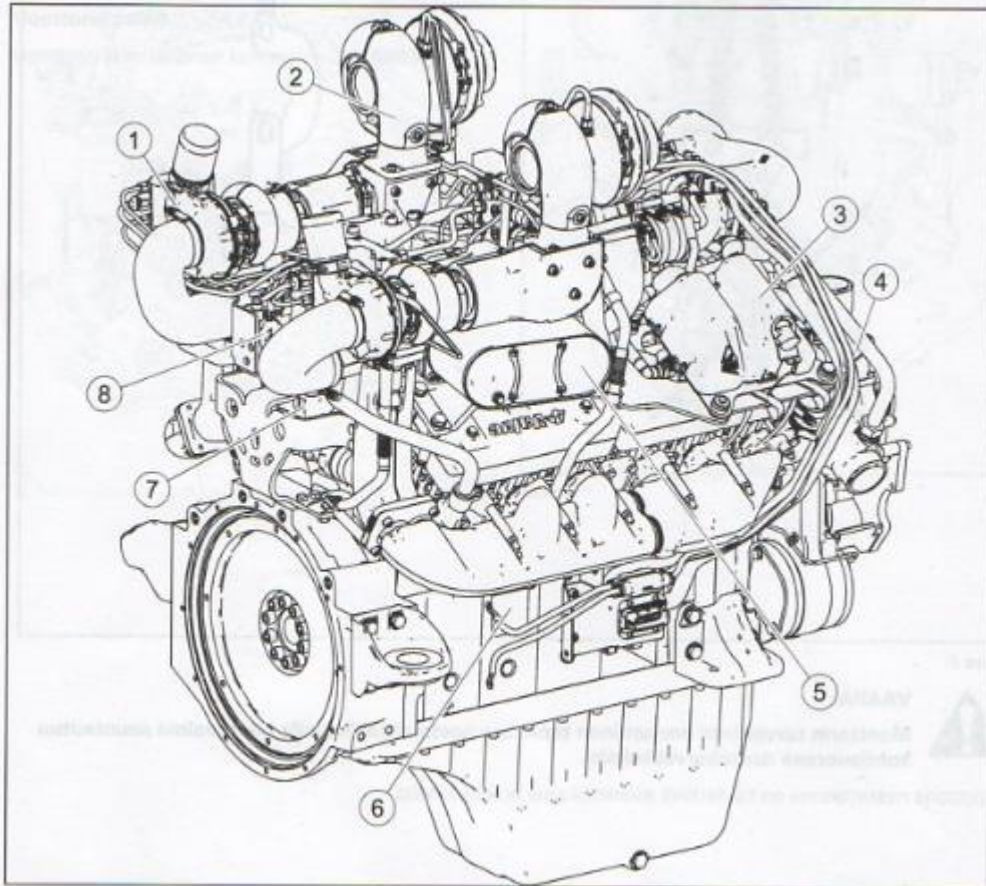
KUVA 5. Kampikoneisto (AGCO Power, 2014)

Voitelujärjestelmään (KUVA 6) kuuluvat öljypumpun (1–3) ja moottorin sisäisten ja ulkoisten öljykanavien (6–12) lisäksi moottorin ulkopuolella sijaitsevat öljynsuodatin (5) ja -jäähdytin (4). Öljynjäähdytin jäähdyttää kaiken moottorissa kiertävän öljyn ja jäähdytykseen se käyttää moottorin jäähdytysjärjestelmässä kiertävää jäähdytysnestettä.



KUVA 6. Voitelujärjestelmä (AGCO Power, 2014)

Jäähdytysnestettä kierrättävä vesipumppu (KUVA 7, kohta 4) puolestaan sijaitsee moottorin etupäässä hammaspyöräkotelon ulkopuolella. Käyttövoimansa se saa kampiakselilta moniurahirnan välityksellä. Moottorin ulkoisiin komponentteihin kuuluvat vesipumpun ja erilaisten suodattimien lisäksi imu- ja poistosarjat, ahtimet (1–2), ahtoilman välijäähdyttimet (5) ja moottorin ohjausyksikkö eli ECU (3) johdotuksineen ja anturointeineen sekä pakokaasujen takaisinkierätyksjärjestelmä eli EGR käyttölaitteineen (7–8). Lisäksi kuvassa on esitetty moottorintyypikilven sijainti (6) sylinteriryhmän kyljessä.



KUVA 7. Moottorin ulkoiset varusteet (AGCO Power, 2014)

3.2 V-12 dieselmoottorin kokoonpano ja sen jälkeiset toimenpiteet.

3.2.1 Kokoonpano

Moottorit kootaan kokoonpanolinjalla vaihteyönä. Kokoonpanolinja on jaettu neljään päävaiheeseen sekä kuuteen näitä avustavaan alikokoonpanovaiheeseen. Linjalla työskentelee kahdeksan asentajaa sekä logistisia toimintoja suorittava materiaalivastaava. Lähes kaikki kokoonpanovaiheet suoritetaan parityönä, toisen asentajan asentaessa moottorin oikean puolen komponentteja ja toisen puolestaan vasemman puolen komponentteja.

Linjan ensimmäisen vaiheen kokoonpanopukki on tyypiltään kiinteä, ja loppujen vaiheiden pukit ovat sähkömoottorin voimin siirreltäviä. Alikokoonpanojen tehtävänä on koota valmiiksi moottoreihin asennettavia kokonaisuuksia, tästä esimerkkinä vaikkapa sylinterikansien esikokoonpano. Kokoonpanolinjan layout on esitetty kuvassa 8. Layout on esitetty tarkemmin liitteessä 1.



KUVA 8. V-12 moottorien kokoonpanolinja (Kainulainen 2016)

3.2.2 Logistiikka

Sylinteriryhmät tuodaan linjalle yksittäispakattuina kuormalavoilla, kun puolestaan pienemmät komponentit kuljetetaan useamman kappaleen pakkauksissa tai lavoilla, joihin on pakattu useampia kappaleita. Materiaalivastaavan tehtäviin kuuluu huolehtia, että linjalla on riittävästi komponentteja kullakin vaiheella.

3.2.3 Koekäyttö

Kokoonpanonlinjan jälkeen moottori varustellaan koekäyttöä varten ja lähetetään koekäytettäväksi. Kaikki moottorit koekäytetään toiminnan ja suoritusarvojen täyttymisen varmistamiseksi. Jos koekäyttö havaitsee moottorissa virheitä toiminnallisuuden tai suoritusarvojen osalta, suoritetaan tarvittavat korjaustoimenpiteet erillisellä korjauspaikalla.

3.2.4 Maalaus ja loppuvarustelu

Moottorin läpäistyä koekäytön hyväksytysti, puretaan koekäytön varusteet pois ja siirretään moottori maalauslinjalle pesua, maalausta sekä loppuvarustelua ja lopputarkastusta varten. Kun moottori on maalattu ja hyväksytty lopputarkastuksessa, kiinnitetään se varastointi- ja kuljetusalustalle ja siirretään moottorivarastoon odottamaan toimitusta loppuasiakkaalle.

4 KOKOONPANOLINJAN TUOTTAVUUS LÄHTÖTILANTEESSA JA KEHITYSTAVOITTEET

Tässä luvussa esitetään yhteenveto kokoonpanolinjan tuottavuudesta ja laatutasosta lähtötilanteessa, sekä minkälaisia tavoitteita tuottavuuden kehitykselle tämän työn puitteissa on asetettu.

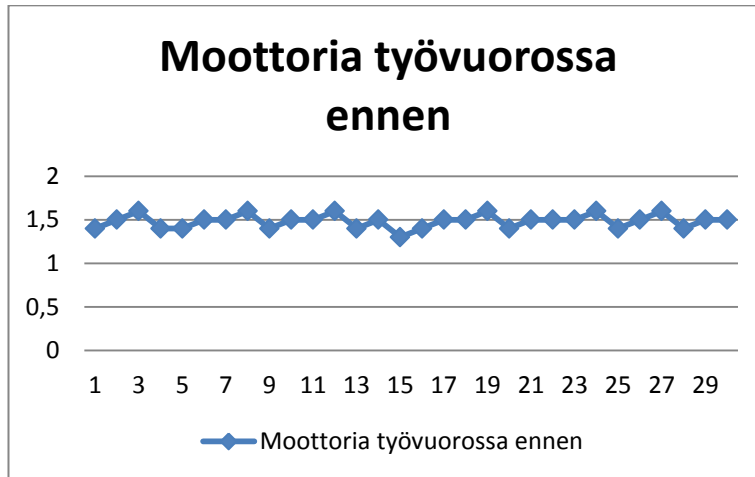
4.1 Tuottavuus ja laatutaso lähtötilanteessa

Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli parantaa linjan tuottavuutta sekä lyhentää läpimenoaika. Mittarina kokoonpanotyön tuottavuudelle käytetään yrityksessä yleisesti käytössä olevaa, moottoria per asentaja työpäivää kohden. Kokoonpanolinjan tuotantovolyymien mittarina puolestaan käytetään moottoria per työvuoro. Lähtötilanteessa kokoonpanolinjan tuotantovolyymi on keskimäärin 1,5 moottoria työvuorossa ja kun tiedetään lisäksi että linjalla työskentelee tavallisesti kahdeksan asentajaa, saadaan tästä johdettua kokoonpanotyön tuottavuudeksi linjalla 0,18 moottoria per asentaja. Tämän perusteella voidaan määrittää linjan toiminnalle laskennallinen tahtiaika joka on lähtötilanteessa 5,3 tuntia. Tahtiaika saadaan laskettua kaavalla 1,

$$\text{tahtiaika} = \frac{\text{käytettävissä oleva aika}}{\text{kysyntä}} \quad (1)$$

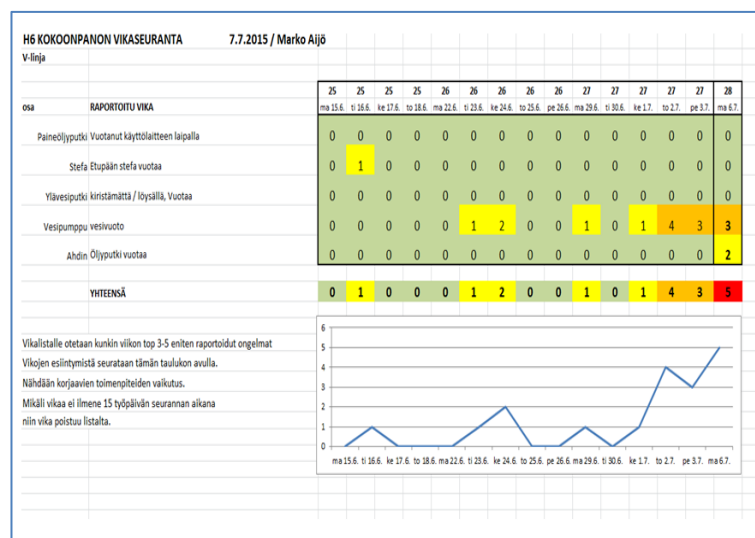
jossa *tahtiaika* on kokoonpanotyyppisen prosessin tuotteiden kysynnän vauhti, *käytettävissä oleva aika* on prosessin tehokas toiminta-aika eli tässä tapauksessa työvuoro josta on vähennetty suunnitellut taukohetket ja siivous sekä huoltotoiminta, ja *kysyntä* on tuotteiden määrä, jota asiakkaat eli tässä tapauksessa yrityksen johto vaatii prosessista tuona aikana (Rother 2010, 71). Työpisteellä on toisin sanoen tämän tahtiajan verran aikaa saada oma työvaiheensa suoritettua ja lähettää tuote eteenpäin, eikä mainittuun tahtiaikaan vaikuta työntekijöiden määrä. Työvuoron aikana valmistuneiden moottoreiden määrää seurataan tehtaalla linjakohtaisesti kokoonpanossa käytössä olevasta KEKO-tuotannonohjausjärjestelmästä.

Graafinen esitys tuottavuudesta, käyttäen mittarina moottoria per työvuoro, lähtötilanteessa on esitetty kuviossa 1, jota laadittaessa on jätetty huomioimatta päivät joihin on sisällytynyt kokoonpanovauhtiin vaikuttaneita häiriöitä tai vajaamiehitystä linjan henkilöstössä. Seurantajaksona käytettiin kolmenkymmenen työvuoron mittaista jaksoa.



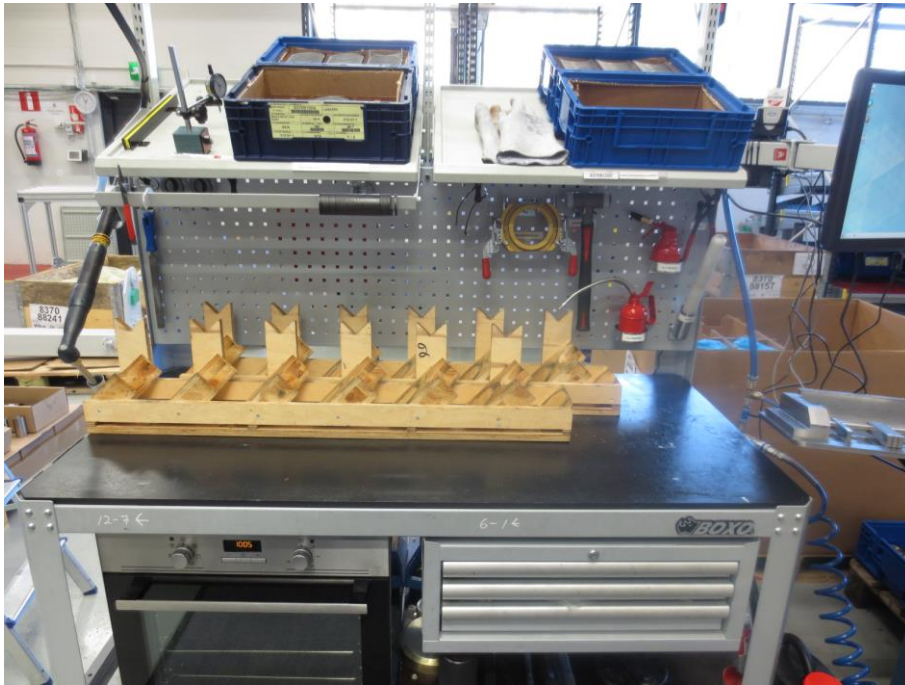
KUVIO 1. Kokoonpanolinjan tuottavuus lähtötilanteessa

Tuottavuuden parannustavoitteiden lisäksi kokoonpanolinjan asennuslaadussa on myös havaittu olevan parantamisen varaa. Tämä selittyy osittain myös komponenttien laadun vaihtelevuudella. Tässä käytetään mittarina toistuvien vikojen seurantaraporttia, jota päivitetään päivittäin manuaalisesti KEKO-järjestelmään raportoitujen virheitten ja vikojen perusteella. Esimerkki kahdenkymmenen työvuoron mittaiselta seurantajaksonalta on esitetty kuviossa 2.



KUVIO 2. Kokoonpanolinjan asennuslaatu lähtötilanteessa

Lisäksi on nähty että linjan yleinen ulkoasu ei vastaa tehtaan lippulaivatuotteen kuvaa. Linjan logistisia toimintoja on pitkälti hoidettu kuljettamalla komponentteja pahvilaatikoissa ja trukkilavoilla varastosta linjalle. Esimerkki linjan tilanteesta näiltä osin on esitetty kuvissa 9-14.



KUVA 9. Mäntien esikokoonpano



KUVA 10. Linjan alkua



KUVA 11. Linjan välivarastoa



KUVA 12. Kansikokoonpanon työpöytä



KUVA 13. Linjan logistisia ratkaisuja



KUVA 14. Sylinterikansien välivarastointia

4.2 Kehitystavoitteet ja suoritus

Työn suorituksesta ja tavoitteista sovittiin kokoonpanon valmistuspäällikkö Paavo Tannin kanssa. Tuottavuuden kehitykselle asetettiin tavoitteeksi 25 %. Käytännössä tämä tarkoittaa kahta valmistunutta moottoria työvuoroa kohden, kun linja toimii normaali-miehityksellä. Tämä tarkoittaa 0,25 moottoria per asentaja aikaisemman 0,18 moottorin asemasta ja linjan tahtiajaksi muutettuna 4,0 tuntia aikaisemman 5,3 tunnin asemasta.

Laadullisia tavoitteita ei määritelty tarkemmin. Sovittiin kuitenkin, että muutokset toteutetaan kokoonpanolaadun ja työskentelyergonomian heikentymättä. Lisäksi sovittiin, että tehtaan tuotekehitysosasto tulee mukaan kehitystyöhön tarvittaessa, eli käytännössä komponenttien asennettavuuteen liittyvien ongelmien osalta.

Työn aikatauluksi sovittiin alustavasti noin kuusi kuukautta, kuitenkin huomioon ottaen kokoonpanolinjan tuotannollisen tilanteen ja siihen liittyvät vaihtelut. Aikataulua jouduttiinkin muutamaaan otteeseen säätämään ja sovittelemaan työn edetessä, koska asennusvaiheille tehtävien muutosten pilotointiin sovittiin käytettäväksi asennuslinjan vaiheita suoraan, eli ei katsottu tarpeelliseksi rakentaa erillistä pilottisolua simulaatio- ja määrittelytarkoitusta varten.

Työssä tarvittavien henkilöressurssien osalta sovittiin, että yrityksen taholta nimetään kehitystiimi toimimaan projektin alaisuudessa ja suorittamaan tarvittavia muutoksia käytännön tasolla. Budjetin osalta sovittiin erikseen tietty summa, jonka sisällä muutostöiden tulee pysyä. Tähän kuitenkin poikkeuksena erilaisiin logistiikan tarvitsemien hyllyjen ja räkkien kustannukset, joista sovittiin, että ne eivät sisälly kehitysprojektin budjettiin, vaan arvioidaan erikseen omana kokonaisuutenaan.

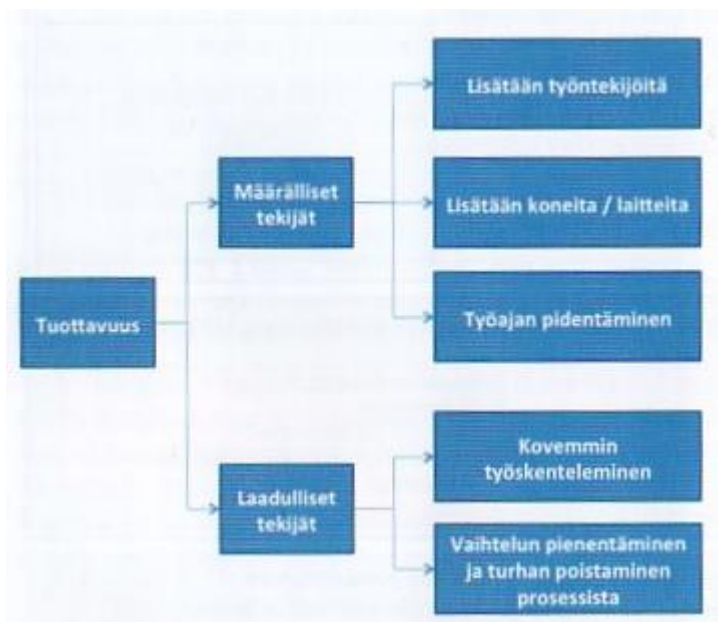
Lisäksi sovittiin, että työn etenemisestä raportoidaan tehtaan johtoryhmälle yrityksen normaalien käytänteiden mukaisesti erikseen kehitystyön edetessä.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA KEHITYSTOIMENPITEET

Tässä luvussa esitellään työn edetessä käytetyt tutkimus- ja analysointimenetelmät sekä niiden sovellutukset ja suoritettavat kehitystoimenpiteet sekä käydään läpi tuottavuuden kehitykseen liittyvää teoriaa.

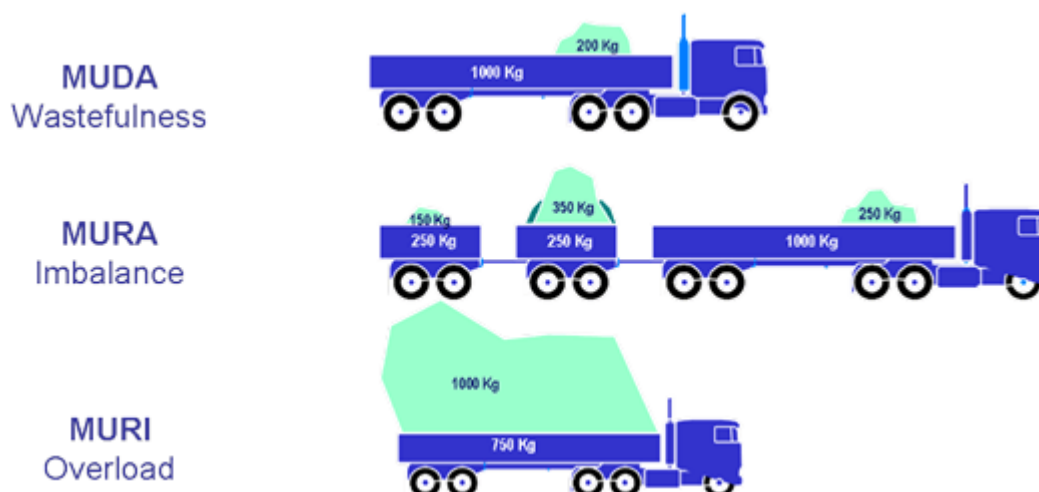
5.1 Tuottavuuden kehitykseen liittyvää teoriaa

Tuottavuuteen ja tehokkuuteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa määrällisiin ja laadullisiin tekijöihin. Määrällisiä tekijöitä ovat uusien koneiden ja teknologian hankkiminen, lisäresurssien rekrytointi tai työajan pidentäminen. Laadullisia keinoja ovat asioiden suorittaminen nopeammin tai vaihtelun pienentäminen ja asioiden suorittaminen pienemmin panoksin eli turhan poistaminen prosessista (KUVA 15) (Piirainen 2014, 22).



KUVA 15. Viisi keinoa lisätä tuottavuutta (Piirainen 2014)

Tämän työn puitteissa keskityttiin pääasiassa vaihtelun pienentämiseen ja turhan poistamiseen prosessista. Selvennetään näitä vielä muutamalla lauseella ja kuvaesimerkillä. Usein kuulee tuottavuuden kehittämisen yhteydessä käytettävän japanilaisia *muda-*, *muri-* ja *mura-*termejä. Näistä Muda-termillä tarkoitetaan lisäarvoa tuottamatonta työtä, Muri-termillä ihmisten tai laitteiden ylikuormitusta ja Mura-termillä epätasaisuutta. Näitä termejä havainnollistaa kuva 16.



KUVA 16. Kolme M-termiä (avpsonline.com 2013)

Tämän työn yhteydessä keskityttiin näistä kolmesta hukan lajista Mudan eli hukan ja Muran eli epätasapainon poistoon. Hukkaan keskittyminen on yleisin tapa ottaa Lean-työkaluja käyttöön, koska sen tunnistaminen ja eliminointi on helppoa. Monet yritykset kuitenkin epäonnistuvat vaikeammassa prosessissa, eli järjestelmän tasapainottamisessa ja tasaisuuden eli aidon ja tasapainoisen Lean-virtauksen luomisessa (Liker 2004, 115).

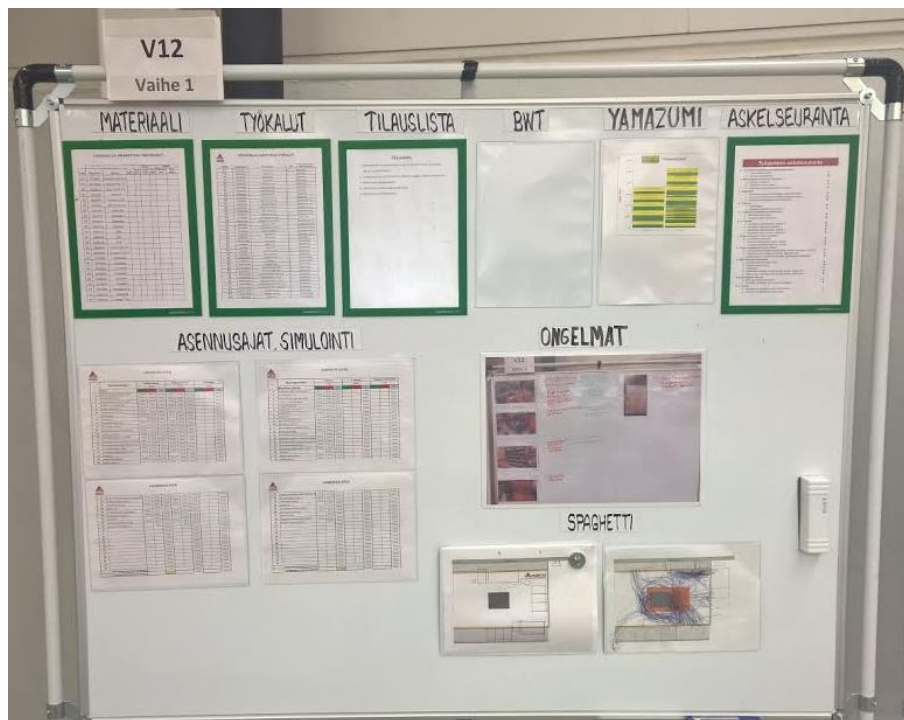
5.2 Oleellisia työhön liittyviä alkutilanteen tietoja

Alun perin, kun työn aikataulutuksesta sovittiin, oli tieto että linja olisi tauolla 3–4 viikkoa syys- ja lokakuun vaihteessa. Linjan tuotantotilanteen vaihdellessa, työn alkamishetkellä kuitenkin vaikutti, että linja olisi ollut tauolla lähes koko syksyn, jolloin päätettiin käyttää kokoonpanovaiheiden muutosten pilotointiin asennusvaiheita suoraan, jolloin välttyttäisiin samojen muutosten rakentamiselta kahteen kertaan. Loppujen lopuksi tuotantotilanne vaihtui vielä uudemman kerran siten, että viimeiset linjalle suunnitellut parannustoimenpiteet jäivät odottamaan seuraavaa pidempää tuotantotaukoa.

Kehitystyöryhmän käyttöön oli varattu pilotointia varten aivan oikeita tilauksella olevia tuotantomoottoreita muutamia kappaleita, ja näiden kanssa oli tarkoitus testata suunnitelluilla olevia muutoksia ja niiden toimivuutta ja vaikutuksia käytännössä.

Projektin käyttöön oli varattu työryhmä suorittamaan käytännön muutostöitä sekä testaamaan pilottivaiheessa olevia kehitystoimenpiteitä. Työryhmään kuului linjan työtilanteen sallimissa rajoissa 3–4 asentajaa ja tarpeen mukaan logistiikan ja tuotekehityksen henkilöitä. Projektiryhmän kanssa pidettiin joka arkipäivä puolen tunnin mittainen palaveri, jossa käytiin läpi viimeksi tehtyjä toimenpiteitä ja sovittiin mitä seuraavaksi tehdään tai tutkitaan.

Ryhmän käytössä oli vaihekohtaiset projektitaulut (KUVA 17), joihin kerättiin ja kirjattiin suoritettuja toimenpiteitä ja mittausten tuloksia päivittäin.

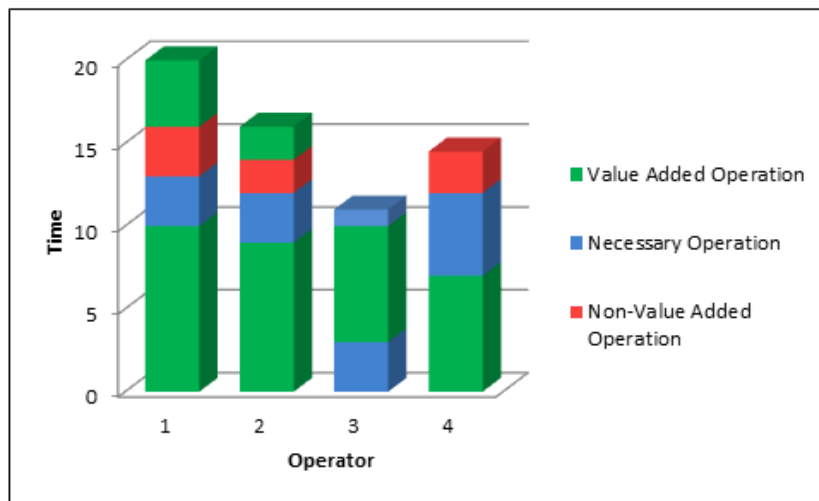


KUVA 17. Vaiheen 1 projektitaulu

5.3 Työnsisällön alustava määrittely

Aivan ensimmäiseksi laadittiin asennusjärjestyslistaus linjan eri vaiheilla asennettavista komponenteista. Tätä listausta tarvitaan myöhemmässä vaiheessa suoritettavien vaihe-aikamittausten pohjana. Näitä vaihe-aikamittauksia käytetään lähtökohtana kun myöhemmässä vaiheessa laaditaan vaiheitten sisällöstä Yamazumi-kuvaajat.

Yamazumi-kuvaaja on pylväikkö, johon on purettu työ pieninä erivärisinä ja -mittaisina portaina sen mukaan, voidaanko sen tulkita olevan arvoa lisäävää työtä tai arvoa lisäämätöntä työtä, eli hukkaa jota sitäkin on olemassa kahdenlaista eli välttämätöntä hukkaa jota ilman työtä ei voida suorittaa sekä tarpeetonta hukkaa (Nüschen, 2015). Yamazumi-kuvaajan periaate on esitetty kuvassa 18.



KUVA 18. Esimerkki Yamazumi-kuvaajasta (Leanlab)

Jos kyseisellä kokoonpanolinjalla koottaisiin useita erilaisia malleja tai variaatioita, olisi tässä vaiheessa hyvä tehdä myös listaus näistä. Nyt sellaista ei tarvittu, koska työn kohteena olevalla asennuslinjalla ei valmisteta kuin yhtä ainoaa mallia, eikä mallisarjan sisällä ole asiakaskohtaisia variaatioita, jotka vaikuttaisivat komponentteihin tai asennusaikoihin.

5.4 Nykyongelmien listaus ja valokuvaus

Työnsisällön alustavan määrittämisen jälkeen käytiin linjalla tehtävä kokoonpanotyö läpi komponenttikohtaisesti ja listattiin kaikki mahdolliset asennettavuuteen ja komponenttien laadulliseen vaihteluun liittyvät ongelmat, sekä valokuvattiin tarpeelliseksi katsotut ongelma-kohteet. Nykyongelmien listauksen yhteydessä käytettiin myös hyödyksi vaiheella työskentelevien henkilöiden asiantuntemusta oman työnsä suhteen ja haastateltiin heitä työhön liittyvien ongelmien määrittämiseksi.

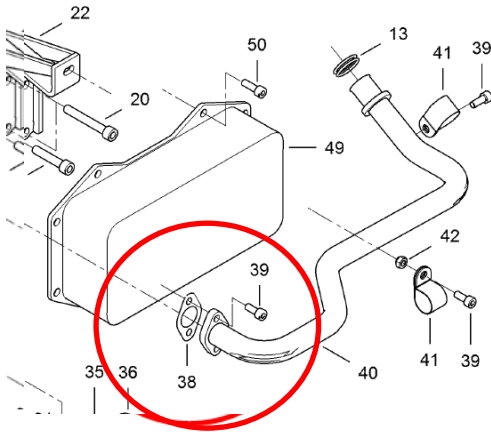
Tuotekehitysosaston edustaja otettiin mukaan työryhmään tässä vaiheessa ja hän otti näistä ongelma-kohteista suunnittelullisen vastuun oman osastonsa hoidettavaksi.

5.4.1 Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 1

- 1.1 Vauhtipyörät tulevat toimittajalta likaisina varastomönjässä. Pestään rasvanpoistosprayllä, joka vie aikaa
- 1.2 Kampiakseleissa on paksu varastorasva, jonka peseminen vie aikaa noin 5 minuuttia per moottori. Puhdistus tehdään piipunrassilla, rasvanpoistosprayllä ja paineilmalla
- 1.3 Kampiakselin takapäähän akselitiivisteet tulevat linjalle laatikossa. Niitä ei ole pakattu pahviputkeen, kuten rivimoottoreiden akselitiivisteet. Tiivisteiden huuli on täten huonossa asennossa ja se menee helposti asennettaessa nurinpäin
- 1.4 Kiertokanget ovat varastorasvassa. Puhdistetaan yksitellen rasvanpoistosprayllä

5.4.2 Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 2

- 2.1 Paineöljyputken 837088325 tiivistys öljynjäähdyttimeen (KUVA 19). Nyt käytössä paperitiiviste joka liimataan molemmilta puolilta. Selvitetään voisiko tämän tilalle suunnitella O-renkaalla tiivistettävän liitokset

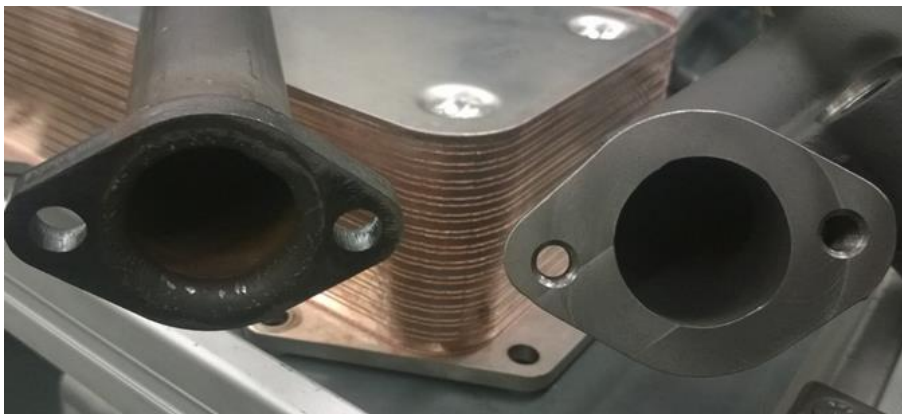


KUVA 19. Öljynjäähdyttimen asennuskuva (AGCO Power 2014, muokattu)

- 2.2 Käyttölaitteen ja hydraulikkapumpun aukon sulkulevy vuotaa usein koekäytössä. Levy on niin ohut, että se taipuu ruuveja kiristettäessä
- 2.3 Käyttölaitteen etummaisessa kannessa on kierrereikä, joka tulpataan. Tiivistyksenä kuparitiiviste. Reiän ympärille on koneistettu tiivistepinta, mutta siinä pinnanlaatu on huonompi kuin laipassa muuten

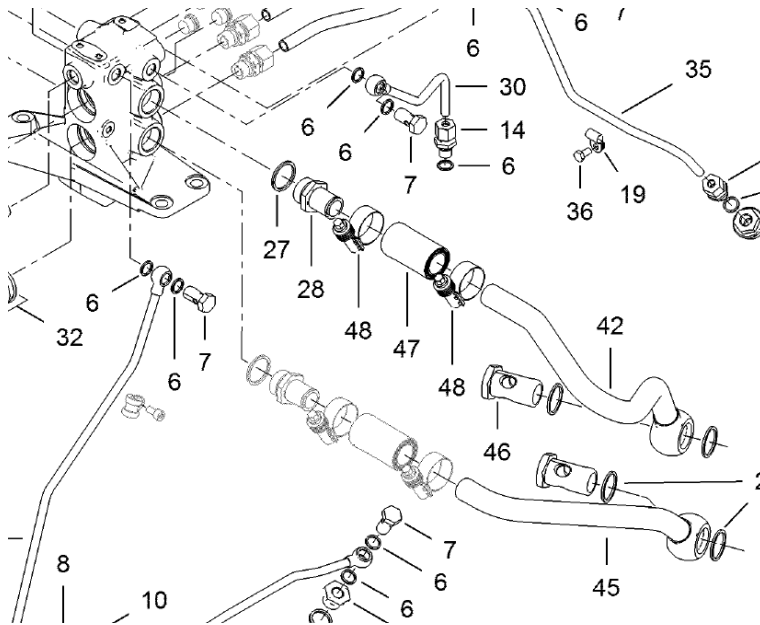
5.4.3 Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 3

- 3.1 Vesiputki öljynjäähdyttimeltä kannen jakokappaleeseen (KUVA 20). Nyt käytössä paperitiiviste joka liimataan molemmilta puolilta. Laipan tiivistepinta on ohut. Aiheuttaa vuotoja koekäytössä ja on hankala korjattava kokonaisessa moottorissa



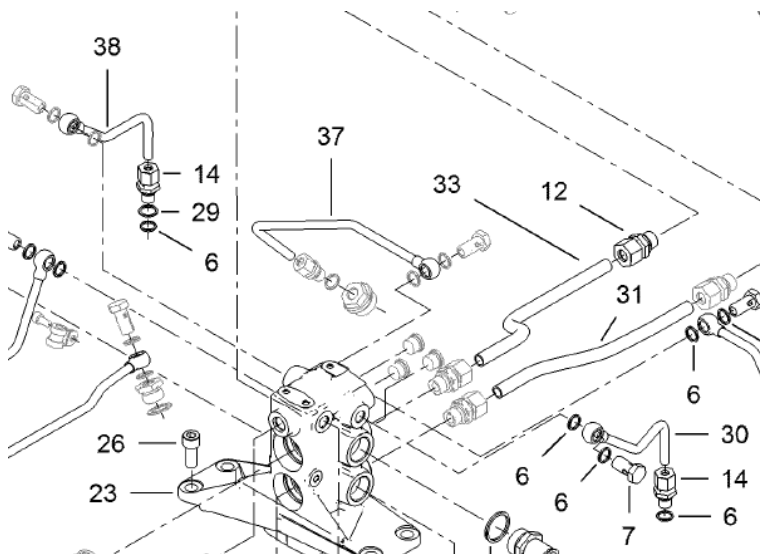
KUVA 20. Vesiputken tiivistyslaippa

- 3.2 Katalysaattorin teline ja tuki ahtimelle. Kokoonpano-ohjeissa määritelty M12x35 ruuvi pohjaa. Paineilmaväännin kyllä vääntää sen loppuun asti, mutta voi olla myöhemmin hankala avattava
- 3.3 Vesiputki ICAC:lta jakotukille (KUVA 21, osa 42). Putkea joudutaan linjalla lyhentämään joka kerta noin 5–10 millimetriä



KUVA 21. Jakotukin asennuskuva (AGCO Power 2014, muokattu)

- 3.4 Vesiputket EGR-lauhduttimelta jakotukille (KUVA 22, osat 31 ja 32). Putkia pitää lyödä ja taivuttaa linjalla, että ne saa asennettua



KUVA 22. Jakotukin asennuskuva (AGCO Power 2014, muokattu)

- 3.6 Vesitilan kannen tiivistys ryhmään. Kannen ja ryhmän väli vuotaa kokoonpanolinjan vuototestissä, ellei tiivisteen väliin laita tiivisteliimaa

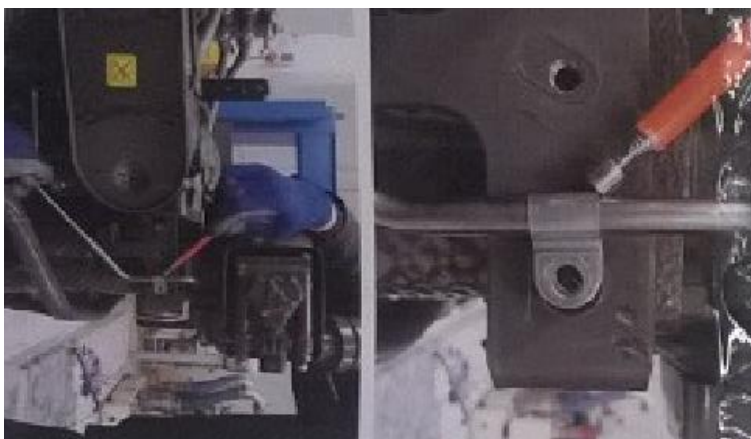
5.4.4 Nykyongelmat kokoonpanolinjan vaiheella 4

- 4.1 EGR-käyttölaitteen molemmat vesiputket ovat noin 8 millimetriä liian lyhyet (KUVA 23).



KUVA 23. EGR-käyttölaitteen vesiputket

- 4.2 Ahtimen lämpösuojat ovat hankalat asentaa, V-siteet eivät sovi aina paikoilleen
- 4.3 Slave-puolen korkeapaineahtimen paineöljyputken side ei osu vesiputken telessä olevaan reikään (KUVA 24)



KUVA 24. Paineöljyputken side

- Pakosarjan lämpösuojan muoto on huono. Tuotannossa joudutaan käyttämään erittäin ohueksi ohennettuja hylsyjä, joiden kestoikä on lyhyt. Aiheuttaa tapaturvavaaran Aina ei mahdu ohennettukaan hylsy. Tällöin riskinä on lämpöeristeen vaurioituminen

5.5 Materiaalit

Tämän jälkeen otettiin työryhmään mukaan logistiikkaosaston edustajat ja laadittiin heidän kanssaan yhteistyönä materiaalilistaukset eri vaiheilla asennettavista komponenteista. Esimerkki näistä listauksista löytyy liitteestä 2.

Logistiikkaosaston edustajien kanssa alettiin tässä vaiheessa suunnitella komponenttien toimitustapaa kokoonpanolinjalle. Tähän mennessä komponentit oli toimitettu erälavoilla ja pahvilaatikoissa sähkötrukeilla ja pumppukärryillä. Tälle vaihtoehdona mietittiin tehtaalla osittain jo muilla osastoilla olevaa junakuljetusvaihtoehtoa, missä komponentit kerätään varastossa jo suoraan linjalla käytössä oleviin hyllystöihin ja räkkeihin mitkä kuljetetaan sähköisesti operoivilla, useamman vaiheen komponentteja kärryissä peräsään vetävillä, eräänlaisilla junilla.

5.6 Työkalulistaus

Ennen ensimmäisiä testauksia ja mittauksia laadittiin vielä listaus eri vaiheilla käytössä olevista työkaluista ja -välineistä. Esimerkki näistä listauksista löytyy liitteestä 3.

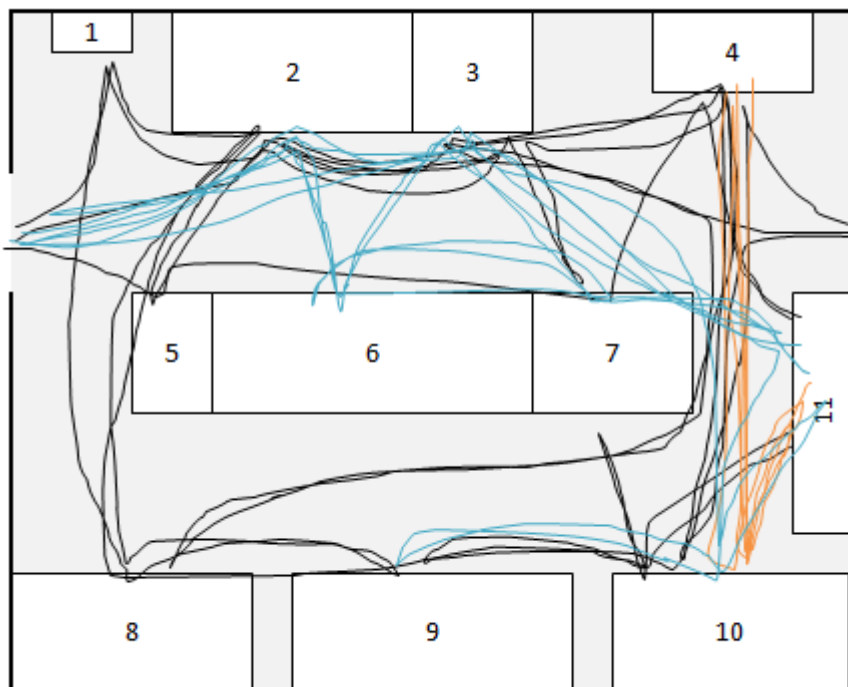
Tässä vaiheessa alettiin myös miettiä, mitä muutoksia työkaluasioihin mahdollisesti tullaan esittämään ja miten työvälineiden käytettävyyttä voidaan työn edetessä parantaa.

5.7 Aikaelementtien mittaukset

Ensimmäisenä varsinaisena testausvaiheena oli suorittaa asennuslinjan vaiheiden lähtötilanteesta aikaelementtien mittaukset, jotta saadaan laadittua Lean periaatteiden mukaiset Yamazumi-kuvaajat. Tämän työn yhtenä tarkoituksena oli poistaa tarpeetonta hukkaa sekä vähentää välttämätöntä hukkaa ja tähän tarkoitukseen Yamazumi-kuvaaja on oiva työväline. Yamazumi-kuvaajan tärkeänä osa-alueena on listaus vaiheella suoritettavista töistä sekä vaiheen ajankäytön tutkimus eli kansanomaisesti työnsisällön kuvaus ja kellotus.

Asennusjärjestyslistausta käytettiin lähtökohtana vaiheiden sisällön aikamittauksia suoritettaessa. Esimerkki asennusvaiheen sisällöistä komponenttikohtaisine aikamittauksineen löytyy liitteestä 4.

Kokoonpanolinjan työvaiheista laadittiin myös spagettikuvaajat. Spagettikuvaajan avulla voidaan havainnollistaa liikettä asennusvaiheella, oli sitten kyse materiaalien tai henkilöitten liikkeestä (Nüschen, 2015). Spagettikuvaajan periaate on esitetty kuvassa 25. Esimerkiksi valitut spagettikuvaajat löytyvät liitteestä 5.



KUVA 25. Spagetti-kuvaaja (breezetree.com)

5.9 Uuden materiaalivirran suunnittelu

Materiaalivirtoja suunniteltaessa alettiin miettiä, onko tarpeellista muuttaa joidenkin komponenttien laatikkokokoja sekä paljonko laatikoissa pitäisi olla kappaleita ja paljonko näitä laatikoita tulisi olla kierrossa että kokonaisuudesta saadaan logistisestikin toimiva kokonaisuus. Tehtaalla on yleisesti käytössä Kanban-periaatteen mukainen imuohjaukseen perustuva logistiikkajärjestelmä eikä sen toiminnallisuutta ollut tarpeellista alkaa tämän työn yhteydessä arvioimaan.

Kanban on Lean-periaatteen mukainen tuotannon ajoitusjärjestelmä, joka auttaa määrittämään mitä pitää tuottaa, milloin, ja millaisissa määrissä (Karjalainen, E., 2015). Kanban toimii osana imuohjauksjärjestelmää, jota edesauttaa työvaiheiden välillä olevat pienet puskurivarastot. Kun puskurivarastossa alitetaan tietty sovittu raja tuotteiden määrässä, lähtee kanban viestiksi materiaalin loppumisesta (Liker 2004, 108),

5.10 BWT -hyllytarpeiden suunnittelu

Työn yhtenä osatavoitteena oli yhdenmukaistaa kokoonpanolinjan ulkoasu vastaamaan tehtaalla käytössä olevaa standardia, ja tässä yhtenä tärkeänä osa-alueena oli BeeWaTec-materiaaleista kootut hyllystöt ja räkit. Näiden hyötynä on niistä valmistettujen hyllystöjen ja muitten vastaavien helppo muunneltavuus sekä hyvä ergonomia. Hyllystöjä ja räkkeitä uusittiin ja muutettiin työn edetessä siten että kaikki vanhantyyppiset kokonaisuudet tuli työn kuluessa uusittua toivotun kaltaisiksi. Näihin sisältyivät myös esikokoonpanotoimitusten kääryt, jonotoimitusosien kääryt ja työkalukääryt. Nämä kääryt suunniteltiin ja toteutettiin paikan päällä käytettävissä olevan tarpeen ja tilan mukaan, joten niistä ei tehty mitään virallisia tarkempia piirustuksia. Näihin materiaaleihin liittyvät komponentit tilattiin IT-Linelta (BeeWaTec-Catalogue, 2012). Esimerkkejä näistä kääryistä on esitetty kuvissa 27–29.



KUVA 27. BeeWaTec-hyllistöjä



KUVA 28. Linjan hyllistöjä



KUVA 29. Raskaskeräilykärry

5.11 Toteutetut muutokset

Työn edetessä toteutettiin lukuisia pieniä ja isompiakin muutoksia komponenttien asennettavuuteen, kokoonpanolinjan ulkoasuun, logistiisiin toimintoihin ja työvälineisiin. Kaikilla näillä oli omat vaikutuksensa linjan tuottavuuteen. Lisäksi tasapainotettiin vaiheiden sisäistä ja ulkoista epätasapainoa Yamazumi-kuvaajia apuna käyttäen. Seuraavaksi esitetään listaus tärkeimmistä toteutetuista muutoksista.

- Tasapainotettiin vaiheitten sisäistä ja keskinäistä työkuormiin liittyvää epätasapainoa ja samalla vähennettiin hukkatyön ja odotuksen määrää
- Rakennettiin hyllyt BeeWaTec-materiaaleista ja siirrettiin lähemmäksi työpisteitä
- Kehitettiin raskakeräilykärriä johon logistiikka kerää esimerkiksi ykkösvaiheella kampiakselin, vauhtipyörän koteloineen sekä korvakkeet ja muilla vaiheilla vastaavasti
- Lisättiin Keko-järjestelmään automaattinen kirjaus ryhmän ja kampiakselin numeroille. Aiemmin tiedot on jouduttu lisäämään käsin ja se on ollut hidasta
- Rakennettiin mäntäkokoonpanolle siirrettävä kärri sekä laakerikansille siirrettävä levy
- Siirrettiin sylinteriryhmän levityslaite moottoripukkiin sekä lisättiin niittausvasara kuppitulpille
- Nostettiin ykkösvaiheen uuni lattian tasalta oikealle työskentelykorkeudelle ja tehtiin sille oma teline
- Vedettiin paineilmakoneille omat ilmaputket ja muutenkin järjeistettiin paineilma-putket ja vedettiin kuiva paineilma sitä tarvitseville laitteille
- Poistettiin putkikeräilykärri, putket tulevat nykyään vaihekohtaisena keräilynä muitten osien mukana
- Kehitettiin työkalu & osakärriä
- Lisättiin suutinkoodien luku Keko-järjestelmään ja siirrettiin suuttimet osakokoonpanosta linjalle
- Hankittiin suutinkoodien lukua varten vaunuihin viivakoodinlukijat telineineen
- Siirrettiin käsityökalut moottoripukkeihin lähemmäs asentajia, ei tarvitse enää yksitellen noutaa työkaluja työkaluvaunuista ja palautella niitä sinne

- Lisättiin kattoon kevenninkiskoja ja vaiheille keventimet sähkö- ja paineilma-
vääntimiä varten
- Järkeistettiin kampikammion ponnistukseen tarvittavia välineitä ja niiden sijoit-
telua linjalla
- Järkeistettiin logistiikan laatikkokokoja
- Madallettiin supermarketien hyllyt yhdenmukaiseksi muiden kokoonpanolinjo-
jen kanssa
- Kehitettiin raskaskeräilypaikat varaston puolelle
- Hoidettiin laadullisia ja konstruktionon liittyviä ongelmakohteita tuotekehityksen
eteenpäin vietäväksi. Osaan on jo saatu aikaiseksi korjaavia toimenpiteitä, osa
kuitenkin vielä työn alla
- Suunniteltiin komponenttien keräily siten että logistiikka toimii trukilla mutta on
helposti muutettavissa junakuljetuksien hoidettavaksi
- Kehitettiin ICAC-telineen osakokoonpanoon korkeudensäätö
- Kehitettiin hammaspyöräkotelon ja öljynjäähdyttimen asennusjigeihin korkeu-
densäädöt
- Kehitettiin kansikokoonpanopöytä. (KUVA 30)
- Siirrettiin imu- ja poistosarjat kansikokoonpanosta raskaskeräilyyn ja tehtiin
niille kahden moottorin osatarpeita varten kärry
- Pienennettiin osakokoonpanojen työpöytä ja poistettiin pöydällä lainehtinut
"romuvarasto"



KUVA 30. Sylinterikansien kokoonpanopöytä

5.12 Aikamittaukset muutosten jälkeen

Näiden muutosten jälkeen tehtiin linjan vaiheilla uudet aikamittaukset. Esimerkki parantuneista aikamittausten tuloksista löytyy liitteestä 6. Ajalliset säästöt linjan alkutilanteen ja toisen vaiheen aikamittausten välillä:

- Vaiheen 1 vaiheajan kehitys 2:24 -> 2:05 tuntia = säästö 19 minuuttia
- Vaiheen 2 vaiheajan kehitys 2:42 -> 2:05 tuntia = Säästö 37 minuuttia
- Vaiheen 3 vaiheajan kehitys 2:19 -> 1:54 tuntia = säästö 26 minuuttia
- Vaiheen 4 vaiheajan kehitys 2:45 -> 2:19 tuntia = säästö 26 minuuttia

5.13 Tulossa olevat kehitystoimenpiteet

Tätä raporttia laadittaessa on tiedossa olevia kehitystoimenpiteitä vielä suorittamatta joksia, isoimpina mainittakoon siltanosturin asennus sylinterikansien esikoontavaiheen ja varsinaisen kokoonpanolinjan välille, napakappaleen asennukseen käytettävän puomnosturin puomiston muokkaus ja koko nosturipylvään siirto noin puolella metrillä, jolloin ei kokoonpanon sähkökäyttöisellä moottoripukilla tarvitse enää ajaa edestakaisin. Materiaalit ja komponentit näitä muutoksia varten on jo talossa hankittuna, joten enää ei puutu kuin asennus- ja muutostyöt ja nosturien hyväksynät koekuormituksiin.

Viimeisenä vaiheena on vielä suoritettava aikamittaukset yhtämittaisella suorituksella, sekä laadittava niiden perusteella lopulliset spagetti- ja Yamazumi-kuvaajat, mutta tästä sovittiin että tehdään se vasta kun viimeisetkin ehdotetut kehitystoimet on linjalla tulevaisuudessa saatu suoritettua.

Kokoonpanon ohjeidentekijän tehtäväksi jäi päivittää linjalle viimeisimmän mallin mukaiset uudet standardityöohjeet (Standard Work Instructions), joilla varmistetaan, että työ opetetaan suoritettavaksi joka kerran samalla tavalla ilman henkilökohtaisia variaatioita suoritukseen. Tämä tulee kuitenkin toteutumaan vasta viimeisten kehitystoimenpiteiden toteuduttua. Esimerkki AGCO Powerilla käytössä olevasta standardityöohjeesta löytyy liitteestä 7.

Linjan logistiset muutokset toteutettiin ajatuksella, että linjan materiaalivirtoja voidaan jatkossa kuljettaa joko sähkötrukilla keräilykärry/-hylly kerrallaan raskaskeräilyn tapautuessa varastohallin puolella, tahi sitten sähköjunatyypisenä kuljetuksena kuten naapurilinjallekin kuljetetaan. Tällä hetkellä olemassa olevan junakaluston kapasiteetti ei riitä enää tämän linjan materiaalivirtojen kuljetukseen naapurilinjan ohella, joten mahdollisen tulevaisuuden logistisen tarpeen määrittely täytyy suorittaa tarvittaessa erillisenä projektina ja hakea sille oma rahoitus jos tähän ratkaisuun päädytään.

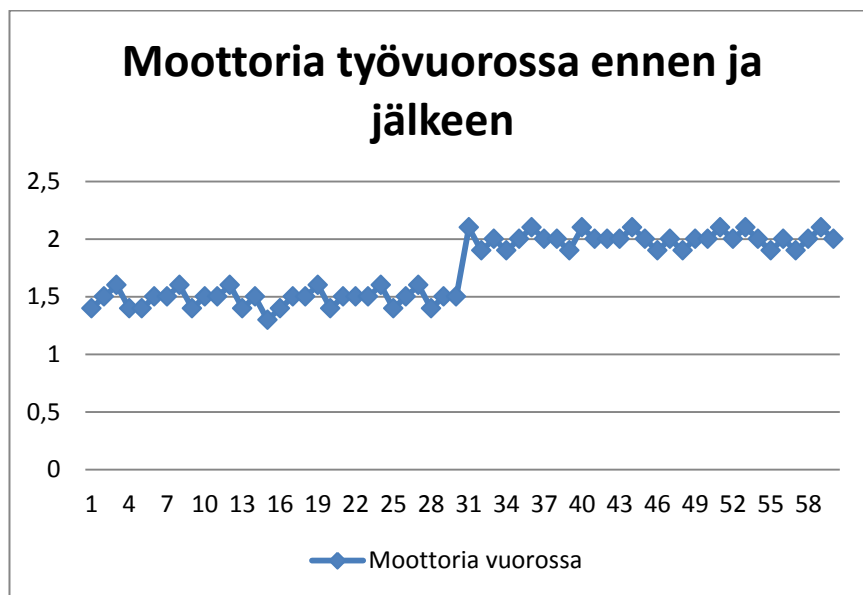
Lisäksi allekirjoittanut on saanut tehtäväkseen laatia projektista laajan loppuraportin konsernin Eurooppa tason johtoryhmälle myöhemmin tänä vuonna esitettäväksi. Voidaankin siis todeta, että vaikka opinnäytetyöhön liittyneet tavoitteet on saavutettu, ja itse opinnäytetyön osuus voidaan katsoa päättyneeksi, on työtä kuitenkin vielä tehtävänä ennen kuin projektikansiot voidaan lopullisesti sulkea.

6 YHTEENVETO

Työlle oli asetettu varsin tiukat tavoitteet niin toteutuman, kuin myös budjetin ja aika-
taulun suhteen. Näiden tavoitteiden voidaan katsoa täyttyneen asetetulla tavalla jo tässä
vaiheessa, vaikka jokusia kokoonpanolinjalla havaittuja ongelmia korjaustoimenpitei-
neen onkin vielä korjaamatta. Niiden osalta on suunnitelma olemassa, ja voidaan hyväl-
lä syyllä olettaa, että nämä tulevat lähitulevaisuudessa suoritettua. Tällä hetkellä ei lin-
jan tuotantopaineiden vuoksi ollut mahdollista niitä kuitenkaan saattaa loppuun.

Tuottavuuden kehityksen tavoitteeksi oli asetettu 25 % parannus tuottavuuteen, eli käy-
tännössä päivittäin valmistuneitten moottoreitten määrän lisäys 1,5 moottorista per työ-
vuoro määrään 2 moottoria per työvuoro ja tämä tärkein tavoite on jo tässä vaiheessa
saavutettu ja se on myös KEKO-tuotannonohjausjärjestelmän kautta todennettavissa.

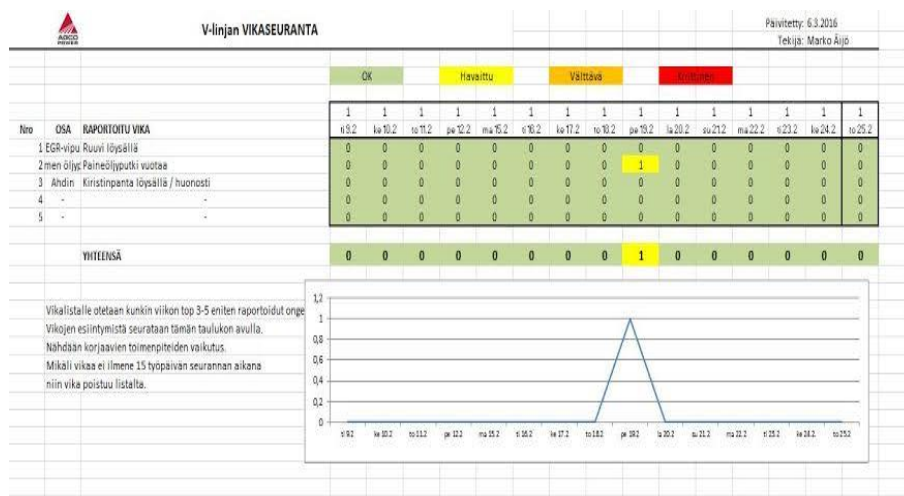
Tämä kehitys verrattuna aiempaan on esitetty graafisesti kuviossa 3.



KUVIO 3. Kokoonpanolinjan tuottavuuden kehitys

Tästä voidaan johtaa että asetetut tavoitteet 0,25 moottoria per asentaja aikaisemman
0,18 moottorin asemasta ja linjan tahtiaika 4,0 tuntia aikaisemman 5,3 tunnin asemasta
ovat asetettujen tavoitteiden mukaiset.

Laadulliselle parannukselle ei esitetty varsinaisia numeerisia tavoitteita, mutta kun seurataan KEKO-järjestelmään raportoitujen toistuvien virheitten kehitystä, voidaan todeta tässäkin asiassa tapahtuneen kehitystä hyvään suuntaan (KUVIO 4).



KUVIO 4. Kokoonpanolinjan asennuslaadun kehitys

Budjetinkin osalta pysyttiin annetuissa tavoitteissa, tästä ei tosin ole mahdollisuutta luottamuksellisuuden vuoksi esittää mitään laskelmaa. Lisäksi työtä ja ennen kaikkea saavutettuja tuloksia on käyty esittelemässä tehtaan johtoryhmälle ja esitetyt kommentit olivat kautta linjan erittäin positiivisia. Tähän liittyen sain vielä tehtäväkseni laatia projektista laajan loppuraportin konsernin Eurooppa tason johtoryhmälle esitettäväksi.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta työn onnistuneen odotusten mukaisesti. Työ on ollut mielenkiintoinen ja haastava varsinkin oman toimen ohella suoritettavaksi. Asetetut tavoitteet on saavutettu aikataulun mukaisesti ja kun viimeiset vielä toteuttamattomat kehitystoimet on saatu suoritettua loppuun, saavutettaneen linjan tuottavuuteen vielä pientä pelivaraakin.

LÄHTEET

AGCO Power. 2016. Internet-sivu. Luettu 13.03.2016
<http://www.agcopower.com/suomi/>

Beewatec-catalogue 2012. Pdf-tiedosto. Luettu 02.03.2016
http://it-linefi.virtual33.nebula.fi/images/BeeWaTec-Catalogue_2012_web.pdf

Challenger. 2016. Internet-sivu. Luettu 13.03.2016.
<http://www.challenger-ag.com/EMEA/GB/products/tractors/3312.htm>

Kainulainen, A. Tuotannonkehitysinsinööri. 2016. V-12 linjan layout. Nokia: AGCO Power

Karjalainen, E. Luennoitsija. 2015. Lean Six Sigma Green Belt -kurssin luennot ja luentomateriaalit.

Korjaamokäsikirja. 5. sukupolven 168 AWF -moottori. 2014. Nokia: AGCO Power.

Liker, J. K. 2010. Toyotan Tapaan. 3. painos. Suom: Niemi, M. Helsinki: Readme.fi. Alkuperäinen teos 2004

Muda-Muri-Mura. 2013. Internet-sivu. Luettu 02.03.2016.
<http://avpsonline.com/blog/wp-content/uploads/2013/07/muda-mura-muri-1.gif>

Nüschen, J. Luennoitsija. 2015. Lean manufacturing –kurssin luennot ja luentomateriaalit.

Piirainen, A. 2014. Vaihtelu. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy

Rother, M. 2011. Toyota Kata. Suom: Niemi, M. Helsinki: Readme.fi. Alkuperäinen teos 2010

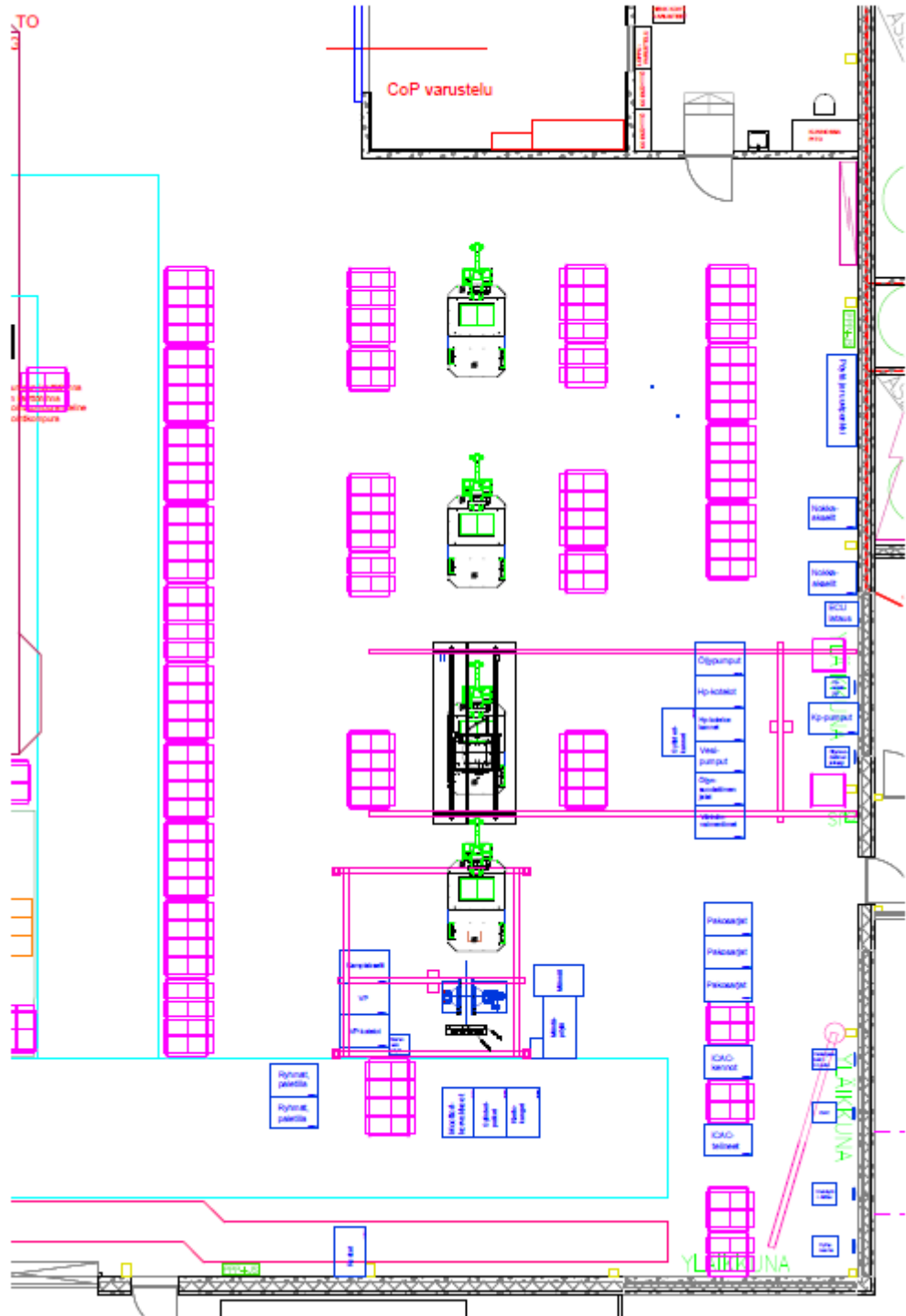
Spagetti-Diagram. Internet-sivu. Luettu 02.03.2016
<http://www.breezetreec.com/articles/spaghetti-diagram.htm>

Tanni, P. Production Manager. 2015. Haastattelu 10.07.2015. Haastattelija Äijö, M. Linnavuori.

Yamazumi-Chart. Internet-sivu. Luettu 02.03.2016
<http://www.leanlab.name/what-is-the-yamazumi-chart>

LIITTEET

Liite 1. V-12 moottorien kokoonpanolinjan layout (Kainulainen, 2016)



Liite 2. Esimerkki työvaiheella asennettavien materiaalien listauksesta

TYÖPISTEELLÄ ASENNETTAVAT MATERIAALIT

1

Vaihe	Osanumero	Nimitys	o- paikka	Laatikot			Sijainti	
				muu ttuu	Laatikk o-koko	kko- määr	Toimitus- tapa	Hylly- paikka
V1	837081697	Akselitiiviste 150x170x13						
V1	581706020	6kolo M14x150 12.9						
V1	581705470	6kolo M12x50 12.9						
V1	529702650	14x50 12.9						
V1	598359860	Jousisokka 13x24						
V1	836867857	Kiila kampiakselille						
V1	640016040	Kuppitulppa						
V1	640016016	Kuppitulppa						
V1	640016012	Kuppitulppa						
V1	836852744	Sulkutulppa						
V1	528801412	8x35						
V1	528801402	8x25						
V1	528801382	8x20						
V1	836855446	O-rengas 120.5x4.3						
V1	836855447	O-rengas 120.5x4.3						
V1	837088282	Runkolaakeri						
V1	837088283	Runkolaakeri						
V1	837088284	Runkolaakeri						
V1	837088285	Runkolaakeri						
V1	837088257	Painelaakeri						
V1	837088258	Painelaakeri						
V1	640325110	Kierretulppa M10x1						
V1	615871016	Kuparitiiviste						
V1	614907157	O-rengas 71.2x5.7						

Liite 3. Esimerkki työvaiheella tarvittavien työvälineitten listauksesta



TYÖPISTEELLÄ TARVITTAVAT TYÖKALUT

Vaihe	Työkalutyyppi	Tavaran nimi	KPL	Sijainti vaiheella
V1	Käsityökalu	Hylsy 30mm	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	Hylsy 27mm	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 24mm	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 22mm	1	Hylsyteline
V1	Käsityökalu	hylsy 22mm pitkä	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 13mm 3/8	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 10mm kolo	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 8mm kolo	1	Hylsyteline
V1	Käsityökalu	hylsy 14mm kolo	1	Magneetti
V1	Käsityökalu	hylsy 5mm kolo 3/8	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	3/8 jatko 240mm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	hylsy 24mm pitkä 3/4	2	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	hylsy 27mm 3/4	2	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	muunnin 3/4 - 1/2	1	kappaleessa kiinni
V1	Suojaväline	kuumankesto kintaat	1	uunin päällä
V1	Käsityökalu	hylsy 8mm kolo 100mm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	jatko 1/2 250mm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	momenttiavain 300Nm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	jatko 1/2 100mm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	hylsy 24mm	1	kappaleessa kiinni
V1	Käsityökalu	vääntörauta	1	magneetti
V1	Special työkalu	vp-kot ohjuri	1	työkalutaulu
V1	Kemikaali	saippua + tela	1	työkalutaulu
V1	Kemikaali	öljy + tela	1	työkalutaulu
V1	PI-työkalu	paineilma pistooli	1	työkalutaulu
V1	PI-työkalu	atlas-copco ep8	1	työkalutaulu
V1	Special työkalu	syl.ryhmän levitin	1	moottoripukki
V1	Akkukone	akkupora	1	materiaalihylly
V1	Special työkalu	öljykanava harja	3	työkalutaulu
V1	Special työkalu	nostorauta 92021786	1	työkalutaulu
V1	Special työkalu	nostorauta 92021784	1	työkalutaulu
V1	Special työkalu	nostorauta 92021400 vp.kot	1	keräilykärry
V1	Special työkalu	nostorauta 92021408 vp	1	keräilykärry
V1	Special työkalu	nostorauta 2256 syl.ryhmä	1	keräilykärry
V1	Special työkalu	nostorauta carlstahl 82941010	1	ryhmäpöytä
V1	Special työkalu	nostorauta 92023005 kampiakseli	1	ryhmäpöytä
V1	Special työkalu	syl.putken painin	1	työkalutaulu
V1	Special työkalu	takapään stefa jigi	1	materiaalihylly
V1	PI-työkalu	Pulttipyssy IR	2	materiaalihylly

Liite 4. Esimerkki työvaiheen sisällöstä aikamittauksineen



VAIHEEN KELLOTUS

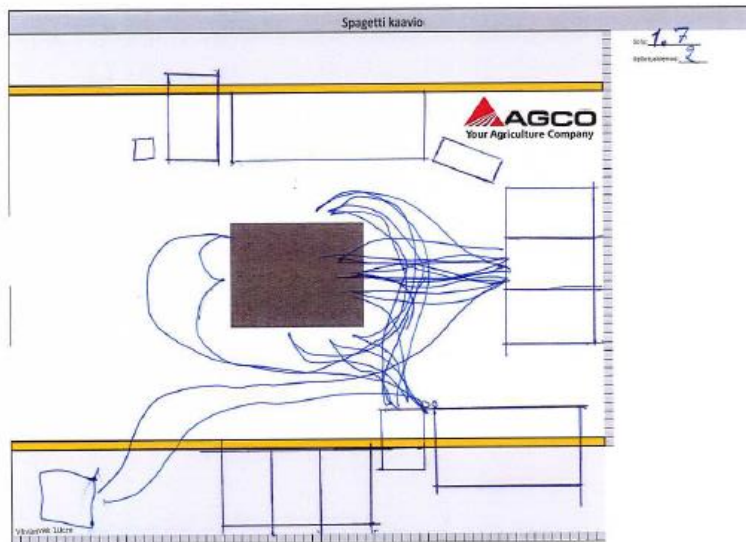
1	Suunnitteluvaihe	1.Alkup.testaus			2.Alkup.testaus			3.Testaus		
		V-12			V-12			V-12		
		Jalostava	Hukki	Yht.	Jalostava	Hukki	Yht.	Jalostava	Hukki	Yht.
	Mittaaja:									
1	Moottorikortin täyttö / Kekolla aloitus	0:03:45	0:00:38	0:04:23	0:03:16	0:00:26	0:03:42	0:03:30	0:00:32	0:04:02
2	Hammasyörät uuniin	0:00:05	0:00:07	0:00:12	0:00:08	0:00:09	0:00:17	0:00:07	0:00:08	0:00:15
3	Ryhmän tarkastus ja kiinnitys pukiin	0:03:59	0:04:36	0:08:35	0:02:25	0:06:44	0:09:09	0:03:12	0:05:40	0:08:52
4	V-laakson O-renkaat ja lätkät	0:03:27	0:02:06	0:05:33	0:03:43	0:02:58	0:06:41	0:03:35	0:02:32	0:06:07
5	V-laakson kuppitulpat	0:03:53	0:01:59	0:05:52	0:01:57	0:02:38	0:04:35	0:02:55	0:02:19	0:05:14
6	Sylinteriputkien O-renkaat	0:02:39	0:02:54	0:05:33	0:02:06	0:02:47	0:04:53	0:02:23	0:02:51	0:05:14
7	Sylinteriputket	0:01:00	0:02:06	0:03:06	0:01:12	0:01:48	0:03:00	0:01:06	0:01:57	0:03:03
8	Kääntö 180°		0:00:51	0:00:51		0:00:49	0:00:49		0:00:50	0:00:50
9	Runkolaakerikansien avaus	0:01:24	0:02:00	0:03:24	0:01:49	0:01:25	0:03:14	0:01:37	0:01:43	0:03:20
10	Kierretulppien asennus	0:01:40	0:01:22	0:03:02	0:01:47	0:01:25	0:03:12	0:01:44	0:01:24	0:03:08
11	Männäjäähdytysuuttimien asennus	0:02:09	0:01:39	0:03:48	0:02:33	0:01:23	0:03:56	0:02:21	0:01:31	0:03:52
12	Laakerit sylryhmään	0:00:33	0:00:55	0:01:28	0:01:07	0:00:31	0:01:38	0:00:50	0:00:43	0:01:33
13	Kampiakselin tarkastus / puhdistus	0:02:00	0:06:34	0:08:34	0:02:31	0:05:36	0:08:07	0:02:16	0:05:58	0:08:14
14	Kampiakselin asennus, akselin nro:n kirjaus	0:00:47	0:00:38	0:01:25	0:00:55	0:00:47	0:01:42	0:00:51	0:00:43	0:01:34
15	Runkolaakerikansien laakerointi ja asennus	0:07:40	0:03:57	0:11:37	0:03:23	0:06:36	0:15:59	0:08:53	0:05:28	0:14:21
16	Runkolaakerikansien kiristys	0:02:29	0:01:54	0:04:23	0:03:01	0:01:48	0:04:49	0:02:45	0:01:51	0:04:36
17	Kampiakselin päittäisväljyksen mittaaminen	0:00:32	0:00:45	0:01:17	0:00:59	0:00:36	0:01:35	0:00:46	0:00:41	0:01:27
18	Kääntö 90°		0:00:33	0:00:33		0:00:33	0:00:33		0:00:33	0:00:33
19	Mäntien esikokoonpano	0:10:45	0:11:58	0:22:43	0:09:18	0:04:35	0:13:53	0:10:03	0:08:23	0:18:26
20	Mäntien asennus	0:07:37	0:07:53	0:15:30	0:08:21	0:06:45	0:15:06	0:07:58	0:07:19	0:15:17



VAIHEEN KELLOTUS

21	Kuppi- ja kierretulppien asennus takapäähän	0:01:30	0:02:00	0:03:30	0:01:38	0:02:19	0:03:57	0:01:34	0:02:10	0:03:44
22	Vauhtipyöräkotelon asennus	0:05:42	0:06:28	0:12:10	0:04:24	0:05:40	0:10:04	0:05:06	0:06:04	0:11:10
23	Vauhtipyörän asennus	0:00:34	0:03:34	0:04:08	0:00:32	0:03:11	0:03:43	0:00:33	0:03:23	0:03:56
24	Kääntö 180°		0:00:43	0:00:43		0:00:46	0:00:46		0:00:45	0:00:45
25	Kuppitulpkien asennus etupäähän	0:01:16	0:01:03	0:02:19	0:00:58	0:01:35	0:02:33	0:01:14	0:01:19	0:02:33
26	Kuumienpyörän asennus	0:00:18	0:00:47	0:01:05	0:00:12	0:00:47	0:00:59	0:00:15	0:00:47	0:01:02
27	Kääntö 90°		0:00:33	0:00:33		0:00:30	0:00:30		0:00:32	0:00:32
28	Moottoriorvakkeiden asennus	0:03:14	0:03:34	0:06:48	0:03:28	0:02:28	0:05:56	0:03:21	0:03:02	0:06:23
29	Moottorin siirto toiseen pukiin		0:04:20	0:04:20		0:05:29	0:05:29		0:04:49	0:04:49
30				0:00:00			0:00:00			0:00:00
31				0:00:00			0:00:00			0:00:00
32				0:00:00			0:00:00			0:00:00
33				0:00:00			0:00:00			0:00:00
34				0:00:00			0:00:00			0:00:00
35				0:00:00			0:00:00			0:00:00
36				0:00:00			0:00:00			0:00:00
37				0:00:00			0:00:00			0:00:00
38				0:00:00			0:00:00			0:00:00
39				0:00:00			0:00:00			0:00:00
40				0:00:00			0:00:00			0:00:00
41				0:00:00			0:00:00			0:00:00
Rivikohtaiset suoritukset yhteensä:				2:27:25			2:20:47			2:24:52
1. yhtäjaksoinen suoritus yhteensä:							0:00:00			0:00:00

Liite 5. Esimerkki työvaiheen spagettikuvaajista



Liite 6. Esimerkki työvaiheen aikamittauksista toteutuneiden kehitystoimien jälkeen



VAIHEEN KELLOTUS

1	Suunnitteluvaihe	1. testaus			2. testaus			V-12		
		V-12			V-12			V-12		
	Muutosten jälkeen	Jalostava	Hukka	Yht.	Jalostava	Hukka	Yht.	Jalostava	Hukka	Yht.
1	Moottorikortin täyttö / Kekolla aloitus	0:00:11	0:03:51	0:04:02			0:00:00			0:00:00
2	Hammasyöyrät uuniin	0:00:06	0:00:04	0:00:10			0:00:00			0:00:00
3	Ryhmän tarkastus ja kiinnitys pukkiin	0:01:07	0:04:06	0:05:13			0:00:00			0:00:00
4	V-laakson O-renkaat ja lätkät	0:02:31	0:03:59	0:06:30			0:00:00			0:00:00
5	V-laakson kupputilpat	0:01:59	0:01:22	0:03:21			0:00:00			0:00:00
6	Sylinteriputkien O-renkaat	0:01:24	0:03:54	0:05:18			0:00:00			0:00:00
7	Sylinteriputket	0:01:40	0:01:16	0:02:56			0:00:00			0:00:00
8	Kääntö 180°		0:00:40	0:00:40			0:00:00			0:00:00
9	Runkolaakerikansien avaus	0:02:37	0:02:55	0:05:32			0:00:00			0:00:00
10	Kierretulppien asennus	0:01:14	0:01:28	0:02:42			0:00:00			0:00:00
11	Männinjähdytysuuttimien asennus	0:02:41	0:01:31	0:04:12			0:00:00			0:00:00
12	Laakerit syl.ryhmään	0:01:07	0:00:48	0:01:55			0:00:00			0:00:00
13	Kampiakselin tarkastus / puhdistus		0:04:46	0:04:46			0:00:00			0:00:00
14	Kampiakselin asennus, akselin nro:n kirjaus	0:01:31	0:01:02	0:02:33			0:00:00			0:00:00
15	Runkolaakerikansien laakerointi ja asennus	0:07:29	0:06:03	0:13:32			0:00:00			0:00:00
16	Runkolaakerikansien kiristys	0:02:44	0:01:32	0:04:16			0:00:00			0:00:00
17	Kampiakselin päittäisvälyksen mitta	0:00:23	0:00:19	0:00:42			0:00:00			0:00:00
18	Kääntö 90°		0:00:42	0:00:42			0:00:00			0:00:00
19	Mäntien esikokoonpano	0:08:40	0:09:25	0:18:05			0:00:00			0:00:00
20	Mäntien asennus	0:08:00	0:07:34	0:15:34			0:00:00			0:00:00



VAIHEEN KELLOTUS

21	Kuppi- ja kierretulppien asennus takapäähän	0:01:19	0:01:56	0:03:15			0:00:00			0:00:00
22	Vauhtipyöräkotelon asennus	0:03:28	0:05:22	0:08:50			0:00:00			0:00:00
23	Vauhtipyörän asennus	0:00:52	0:00:51	0:01:43			0:00:00			0:00:00
24	Kääntö 180°		0:00:59	0:00:59			0:00:00			0:00:00
25	Kupputulppien asennus etupäähän	0:00:48	0:01:21	0:02:09			0:00:00			0:00:00
26	Kuumienpyörien asennus	0:00:10	0:00:29	0:00:39			0:00:00			0:00:00
27	Moottorin kääntö		0:00:33	0:00:33			0:00:00			0:00:00
28	Moottorikorvakkeiden asennus etupään	0:02:58	0:02:12	0:05:10			0:00:00			0:00:00
29				0:00:00			0:00:00			0:00:00
30				0:00:00			0:00:00			0:00:00
31				0:00:00			0:00:00			0:00:00
32				0:00:00			0:00:00			0:00:00
33				0:00:00			0:00:00			0:00:00
34				0:00:00			0:00:00			0:00:00
35				0:00:00			0:00:00			0:00:00
36				0:00:00			0:00:00			0:00:00
37				0:00:00			0:00:00			0:00:00
38				0:00:00			0:00:00			0:00:00
39				0:00:00			0:00:00			0:00:00
40				0:00:00			0:00:00			0:00:00
41				0:00:00			0:00:00			0:00:00
Rivikohtaiset suoritukset yhteensä:				2:05:59			0:00:00			0:00:00
1. yhtäjaksoinen suoritus yhteensä:							0:00:00			0:00:00

Liite 7. Esimerkki standardityöohjesta (Standard Work Instruction)

AGCO		StandardWork				Layout
Osast 6-Halli B-Linja A-Loop	Päiväys 12.11.2015	K.A. aika 12,8	Työkuorma 80 %			
Työpiste	BA10	Versio 2.0	Min aika 12,4	Vaiheika 16,0		<p>Tarvittavat työkalut: nosturi, iskevä IR pyssy, nylon vaara, 7mm kolo, 22mm hyläy, 19mm hyläy, 14mm kimbavaan</p> <p>Momenttityökalut: pulttopyssy AtlasC 50Nm, kelo-ohjauksella toimiva sähkövahti</p> <p>Tarvittavat apuvälineet / jigit: o-rensasjigi, sylinteriputken paininruus, männänjäähdytysuuttimen jig 54 & 58, nostorauta kampiakselle 54 & 58</p> <p>Tarvittavat kemikaalit: Loctite 572 valkoinen liima, tipakanttu + öljy, vaseliini + suu, mäntysuopa + tala, silikonispray</p> <p>Tarvittavat suojavälineet: suojalasit</p> <p>Työturvallisuus Puhtaus</p> <p>Laatuhuomio Tyotehokkuus</p>
Malli	84988	Yastuuhenkilö Team leader	Max aika 13,2			
Nro	Päävaiheet	Alivaiheet		84	98	
1	Moottorin valinta Kekosta	Kirjaudu kekon ja valitse moottori Ota työkaluvaunu moottorin viereen	0:10	0:10		
2	Sylinteriputket	Saippuoi ryhmässä olevat o-renkaat Asenna sylinteriputket asennustyökalun avulla	0:49	0:57		
3	Kääntö	Käännä moottoria 180°	0:30	0:30		
4	FL-pukkien irroitus	Aseta FL-tarjotin paikalleen Avaa FL-pukit ja siirrä ne tarjottimelle otto järjestyksessä	1:31	2:09		
5	Männänjäähdytysuuttimet	Asenna männänjäähdytysuuttimet kierteelle jigin avulla Kiristä männänjäähdytysuuttimet ja poista jigi	1:16	1:28		
6	Ryhmän laakerointi	Puhdista FL-pukit ja runko laakeripinnat Laakeroi FL-pukit ja runko, öljyä ryhmän laakerit	0:42	1:04		
7	Kampiakselin asennus	Nosta kampiakseli paikalleen nostoraudan avulla Puhdista paineilmailla epäpuhtaudet kampiakseli Öljyä kampiakselin kaulat ja asenna FL-pukit paikalleen Kiristä laakeripukit kekon kiristysohjelmaa käyttäen Kiristä vaihteet ja akselin pgorimmen, jata 1-sylinterin kaula alasään	2:20	2:14		
8	CCY-suodatin	Nosta moottori yläasentoon Asenna o-renkas ja separaattori paikalleen ryhmään (kiristes 50mm) Asenna paineöljyputki separaattorin ja kiristä molemmat päät Varmista että paineöljyputki on suorallittimen pohjassa	2:18	1:56		
9	Kääntö	Käännä moottoria 90°, etupää ylöspäin	0:30	0:30		
10	Kuumat pgorät	Asenna kuumat pgorät	1:35	1:35		
11	Hp-kotelon asennus	Nosta hp-kotelo paikalleen, keskitä ohjaintapeilla Kiristä hp-kotelo kekon kiristysohjelmaa käyttäen	1:52	2:07		
12	Solu OK	Kuittaa kekon näytöltä SOLU OK	0:05	0:05		
Tark.		Hyväksyntä:	13:38	14:43		

AGCO		Menetelmäohje			
DATE	Osasto: 6-Halli B-Linja	Malli: 84988	Versio: 1	Päiväys 12.11.2015	
Nro	Päävaiheet	Alivaiheet ja tarkennukset	Kuvalliset osat:		
1	Ryhmän laakerointi	<p>Laakeroi FL-pukkeen ja laakeroiden asennuspinnat paikalleen</p> <p>Asenna FL-pukit kekon laakeripinnalle ja laakeroi ne. Öljyä ne huolellisesti.</p> <p>Öljyä laakeroiden asennuspinnat huolellisesti ennen laakerointia.</p> <p>Asenna o-rensasjigi moottorin yläosaan ja kiristä se. Kiristä vaihteet ja akselin pgorimmen, jata 1-sylinterin kaula alasään.</p>	<p>Laakeroi FL-pukkeen ja laakeroiden asennuspinnat paikalleen ennen laakerointia.</p> <p>Öljyä laakeroiden asennuspinnat huolellisesti ennen laakerointia.</p> <p>Öljyä runkokaakelit.</p>	<p>Puhdista laakeroiden asennuspinnat huolellisesti ennen laakerointia.</p>	
2	Kampiakselin asennus	<p>Nosta kampiakseli paikalleen nostoraudan avulla.</p> <p>Puhdista epäpuhtaudet kampiakselin kaulasta huolellisesti.</p> <p>Öljyä kampiakselin kaulat ja asenna FL-pukit paikalleen.</p> <p>Kiristä laakeripukit kekon kiristysohjelmaa käyttäen.</p> <p>Jata kampiakselin yläosaan ja kiristä se.</p> <p>Nosta moottoria yläasentoon ja laakeroi se.</p>	<p>Puhdista epäpuhtaudet kampiakselista paineilmailla.</p>	<p>Puhdista laakeroiden asennuspinnat huolellisesti ennen laakerointia.</p>	
3	CCY-suodattimen asennus	<p>Nosta moottori yläasentoon.</p> <p>Asenna o-renkas ja separaattori ryhmään.</p> <p>Asenna paineöljyputki separaattorin ja kiristä se.</p> <p>Asenna paineöljyputki moottorin yläosaan ja kiristä se.</p> <p>Kiristä vaihteet ja akselin pgorimmen.</p>	<p>Napaaletta nylonvaaralla öljypaineputki paikalleen.</p>	<p>Moottoriin että asennuspinnat jigitä se jata jata CCY-suodattimen jata ja ryhmän väliin.</p>	
11	HP-kotelon asennus	<p>Nosta hp-kotelo paikalleen, keskitä ohjaintapeilla.</p> <p>Kiristä hp-kotelo kekon kiristysohjelmaa käyttäen.</p>	<p>Käytä ohjaintapeja hp-kotelon paikalleen.</p>	<p>Asenna jousivälikatja tarkista että hp-kotelo ja ryhmän väliin.</p>	