

Janne Niemi

Uuden tuotteen tuotannollistaminen FMS-automaatiolinjaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

9.6.2014

Tekijä(t) Otsikko	Janne Niemi Uuden tuotteen tuotannollistaminen FMS -automaatiolinjaan
Sivumäärä Aika	32 sivua 20.5.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio, kappaletavara-automaatio
Ohjaaja(t)	Koneistamon tuotantopäällikkö Tomi Putus Lehtori Markku Inkinen
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä prosessinkuvaus uuden tuotteen tuotannollistamisesta FMS-automaatiolinjaan.</p> <p>Prosessien kautta voidaan ymmärtää työn toimintaa systeeminä ja sen perusteella syntyy mahdollisuus toimia paremmin tuloksia tuottavalla tavalla. Työhön ryhdyttiin, koska uuden tuotteen tuotannollistamisesta tuotantoon ei ollut virallista standard work suunnitelmaa. Prosessille haluttiin selkeä, helposti havaittava prosessisuunnitelma. Haluttiin, että työkierro nopeutuu, laatu paranee ja ongelmakohtien havainnointi selkenee. Dokumentin tärkein tarkoitus onkin, että työntekijöiden on helpompi ymmärtää prosessia, prosessin seuranta helpottuu ja mahdollisiin ongelmakohtiin puuttuminen nopeutuu. Prosessisuunnitelman tekemistä auttoivat olemassa olevat työvaiheet, joiden kulkuun ei tarvinnut enemmässä määrin puuttua.</p> <p>Työssä käytiin prosessia läpi koneistajien sekä tekniikan alan henkilöiden kanssa. Analysoimme olemassa olevia työvaiheita ja ohjeita sekä niissä käytettäviä ohjelmia.</p>	
Avainsanat	Prosessinkuvaus, Standard Work, FMS

Author(s) Title	Janne Niemi Productionalizing a new product into the FMS automation line
Number of Pages Date	32 pages 24 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process Automation, Manufacturing Automation
Instructor(s)	Tomi Putus, Machining Production Manager Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis was to develop a process description of productionalizing a new product into the FMS automation line.</p> <p>The work functions can be understood as a system through processes and based on this a possibility of functioning better in a more productive way is created.</p> <p>This subject was chosen as there was no official standard work plan for productionalizing a new product into production. The process required a clear, illustrative process description. A faster work circulation, better quality and clearer problem situating were needed. The most important purpose of this document is to help the workers better understand the process, make the process monitoring easier and make the handling of the possible problems faster. The existing work stages, which as such did not need reviewing, helped with the development of the process plan.</p> <p>The process was viewed with the machinists and technical people. We analyzed the existing work stages, guidelines and programs used in them.</p>	
Keywords	process description, Standard Work, FMS

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Palodex Group Oy	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Historia	3
2.3	Pään kuvantaminen	4
3	FMS-automaatiojärjestelmä yleensä	7
3.1	MMS5 yleensä	9
3.2	Käyttöliittymät	10
3.3	Prosessin yleiskuvaus MMS5 ohjausjärjestelmässä	13
4	Prosessin kuvaus	15
4.1	Kiinnitinsuunnittelu yleensä	21
4.2	Ohjelmointi yleensä	25
4.3	Kiinnitinkoneistus yleensä	27
4.4	Koeajo yleensä	28
4.5	Validointi yleensä	29
5	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

Lyhenteet

FMS	<i>Flexible Manufacturing System.</i> tarkoittaa joustavaa valmistusjärjestelmää, joka rakentuu automaattisen varaston ympärille sijoitetuista työstökeskuksista tai muista työlaitteista
MMS5	FMS-ohjausjärjestelmä.
DBS	<i>Danaher Bisnes Systems.</i> Palodex Groupissa käytössä oleva toimintamalli.
DM	Daily management. Päivittäin pidettävä kokous, jossa käsitellään päivän asioita
PRO-E	mallinnusohjelma. Kiinnitinsuunnittelijan käyttämä mallinnustyökalu.
MasterCam	ohjelmointi ohjelma. ohjelmasuunnittelijan työkalu.
Standard Work	vakioitutyöprosessi

1 Johdanto

Prosessi on joukko toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteen muutetaan tuotoksi. Prosessien kuvaaminen on keino esittää organisaation käytännön työtä, sekä prosessien avulla voidaan tunnistaa toiminnoissa tarvittavaa osaamista. Prosessien kautta voidaan myös ymmärtää työn toimintaa systeeminä ja sen perusteella syntyy mahdollisuus toimia paremmin tuloksia tuottavalla tavalla. [1]

Tämä insinööri työ keskittyy prosessin kuvauksen luomiseen uuden tuotteen tuotannollistamisesta FMS-automaatiolinjaan. Haastetta työhön tuo se, että prosessista ei ole olemassa aikaisempaa Standard Worksia. Myös vähäinen kokemus prosessin eri työvaiheiden osalta hankaloitti aluksi hieman prosessin kuvauksen hahmottamista.

Itse työ etenee käytännössä niin, että aluksi tutustutaan prosessiin, haastatellaan henkilökuntaa, sekä tutkitaan nykyisen prosessin tuottamia ongelmia. Työssä tullaan pohtimaan myös Standard Work:n periaatetta, eli miksi Standard Worksia tarvitaan, mitä siitä on mahdollisesti hyötyä sekä miten työvaiheiden tulisi toimia, jotta työ olisi tehokasta ja laadukasta.

2 Palodex Group Oy

2.1 Yleistä

Palodex Group Oy suunnittelee, valmistaa, myy ja markkinoi korkealaatuisia laitteistoja ja ratkaisuja hampaiston ja pään alueen kuvantamisen vaativalle kansainväliselle asiakaskunnalle. Vaikka yritys kuuluukin kansainväliseen Danaher-konserniin, ovat yrityksen juuret tukevasti Suomessa, jossa meillä on pitkä historia ja vankkaa osaamista.

Palodex Group Oy:n pääkonttori on Tuusulassa (kuva1). Kaikki valmistukseen liittyvä työ tuotekehityksestä, kokoonpanosta sekä koneistuksesta lähtien tapahtuu Tuusulassa sijaitsevassa tuotantolaitoksessa. Moderni tuotantolaitos, joka on pinta-alaltaan 13 000 m², on maailman suurin hampaiston ja pään alueen kuvantamislaitteiden valmistukseen erikoistunut huippuosaamisen yksikkö. Palodex Group työllistää suomessa noin 400 henkilöä ja sen alihankintaverkossa noin 150 henkilöä.

Palodex Group Oy on sitoutunut ylläpitämään korkeaa asiakastytyväisyyttä tuotteiden koko elinkaaren ajan kaikkialla maailmassa. Asiakaskuntaamme kuuluu laaja joukko hammasalan ammattilaisia: hammaslääkäreitä, implantologeja, oikoja, suukirurgia, röntgenlääkäreitä ja röntgenhoitajia. Jokaisella heistä on oma näkökulmansa ja omat tarpeensa kuvantamiseen liittyen. Hyvin suunnitellut laitteet eivät ole kompromisseja, vaan ne täyttävät koko käyttäjäkunnan korkeat vaatimukset. [2]



Kuva 1. Palodex Group Oy Tuusulassa

2.2 Historia

Professori Yrjö Paateroa pidetään panoraamakuvantamisen isänä, sillä hän julkaisi aiheesta ensimmäisen tieteellisen tutkimuksen jo vuonna 1946. PalodexGroup Oy:n juuret ulottuvat aina vuoteen 1964 saakka, jolloin Ruusuvaara Oy perustettiin valmistamaan teollisessa mittakaavassa Professori Paateron keksintöön perustuvaa ja diplomi-insinööri Timo Niemisen kehittämää ORTHOPANTOMOGRAPH®-laitetta, jolla kyettiin kuvaamaan koko hampaisto yhdellä valotuksella. Vuonna 1967 yhtiö muutti nimensä Palomex Oy:ksi.

Vuonna 1977 Instrumentarium Oyj osti Palomex Oy:n. Samanaikaisesti tiettyjä yhtiön toimintoja eriytettiin, mikä johti SOREDEX Oy:n perustamiseen. Vuonna 1981 SOREDEX Oy fuusioitiin Orion Oy:öön. Palomex-nimi muutettiin nimeksi Instrumentarium Imaging vuonna 1988, samana vuonna SOREDEX lanseerasi maailman ensimmäisen hampaiston- ja päänalueen kuvantamiseen kehitetyn tomografialaitteen, nimeltään SCANORA.

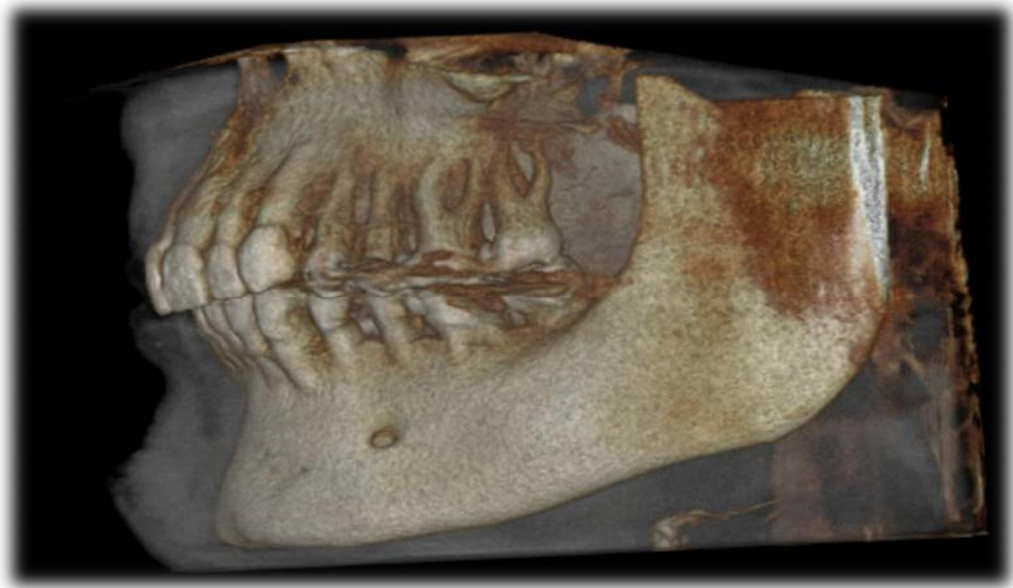
Vuonna 2001 Instrumentarium Oyj osti SOREDEXin - näin syntyi kahden vahvan brändin yhtiö, joka oli edelläkävijä hampaiston kuvantamislaitteiden valmistuksessa. Vuonna 2003 General Electric (GE) osti Instrumentarium Oyj:n, jolloin hampaiston kuvantamislaitteet liitettiin osaksi General Electricin Healthcare liiketoiminta-alueetta. Hampaiston kuvantamisen liiketoiminta eriytettiin GE:stä vuonna 2005. Palodex Group Oy perustettiin jatkamaan tätä liiketoimintaa. PalodexGroup Oy:llä on kansainvälisesti johtava asema panoraamalaitemarkkinoilla. Vuonna 2009 Danaher Corporaatio osti Palodex Groupin. [2]

2.3 Pään kuvantaminen

3D-kuvantamisella saavutetaan erittäin hyvä mittatarkkuus. 3D-kuvantaminen antaa kirjaimellisesti uuden ulottuvuuden hampaiston ja pään alueen kuvantamiseen. 3D-kuvissa (kuva 3) nähdään yksityiskohtia, joita 2D-kuvissa (kuva 5) ei näy, kuten piilossa toisen juuren takana olevia juuria. 3D-kuvantamista hyödynnetään muun muassa implanttien suunnittelussa, oikomis- ja juurihoidossa sekä hammas- ja leukakirurgisten toimenpiteiden suunnittelussa. Yleisimmin 3D-tekniikkaa käytetään leukaluun paksuuden mittaamiseen, jolloin mittatulokset ovat erittäin tarkkoja ja ne on helppo lukea kuvasta yhden suhde yhteen. Kuvassa (kuva 2 & 4) esimerkkikuva 3D-kuvantamislaitteesta.



Kuva 2. ORTHOPANTOMOGRAPH® OP300

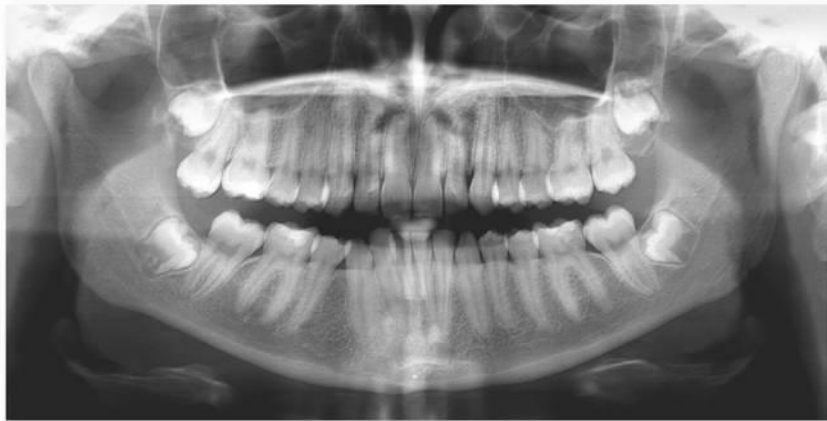


Kuva 3. Esimerkkikuva 3D-kuva hampaista

Panoraamakuvauksella saadaan hyvä yleiskuva hampaistosta sekä leukaluista ja-nivelistä. Potilaalle panoraamakuvaus on helppo vaihtoehto verrattuna esimerkiksi intraoraalikuviin. Kontrollitutkimuksissa vertailu on helppoa hyvän toistettavuuden takia. Panoraamakuvasta näkee yhdellä valotuksella luualueet, juuret ja niiden tulehdukset. Viisaudenhampaan suhde hermokanavaan on helppo tarkistaa ennen hampaan poistoa. Nykyisissä digitaalisissa kuvissa jopa karies tulee hyvin näkyviin. [2]



Kuva 4. ORTHOPANTOMOGRAPH® OP30



Kuva 5. Esimerkkikuva panoraamakuva hampaista

3 FMS-automaatiojärjestelmä yleensä

FMS (Flexible Manufacturing System) tarkoittaa joustavaa valmistusjärjestelmää, joka rakentuu automaattisen varaston ympärille sijoitetuista työstökeskuksista tai muista työkaluista. FMS-järjestelmää pystytään ajamaan miehittämättömänä, mikä parantaa tuotantokapasiteettia ja työstökoneiden käyttöastetta. FMS:n avulla saadaan tuotantoaikaan mukaan yöt ja viikonloput. FMS on usein rakennettu korkeavaraston ympärille. Automaattinen hyllystö siirtää lavoja, joita tässä kutsutaan paletteiksi, varastoon odottamaan työstöä, työsoluun ja työstön jälkeen takaisin varastoon. FMS-ohjaus voi tarvittaessa ladata työstökoneeseen myös uusia ajo-ohjelmia, jotka on etukäteen tehty CAM-ohjelmilla. Paletissa saattaa olla monia erillisiä työstettäviä kappaleita, minkä johdosta paletti saattaa kiertyä useammalla työstökoneella. Työstökeskuksissa on automaattiset työkalujen (terien) vaihtamiseen tarkoitetut järjestelmät ja erillinen työkalumakasiini sekä oma ohjauksensa. [3]

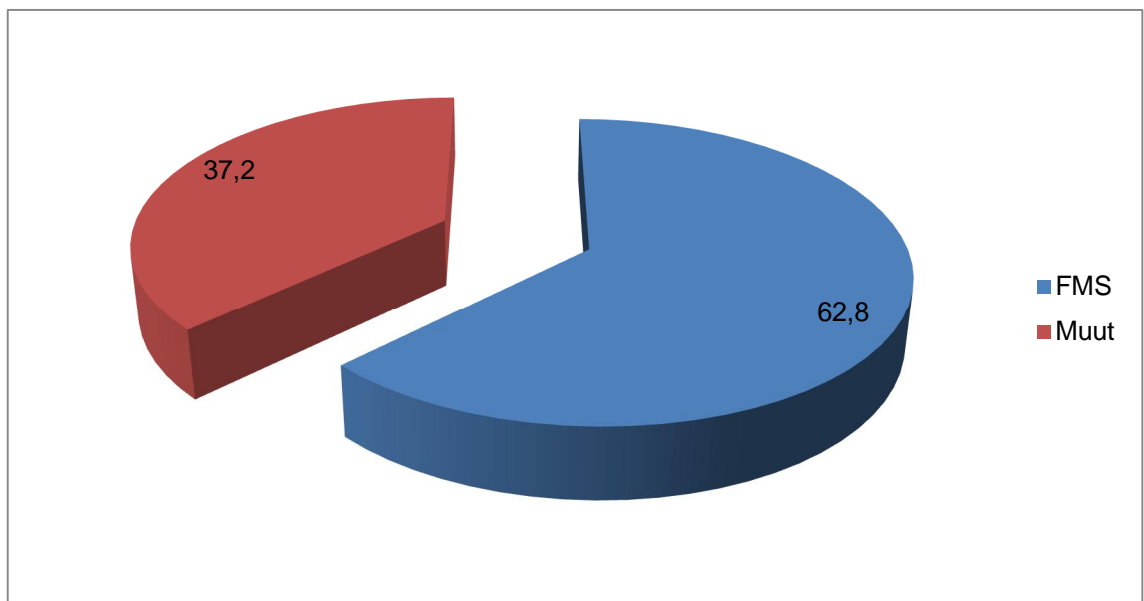


Kuva 6. Esimerkkikuva MMS5 valvomosta

FMS-automaatiolinjasto on rakentunut palettivarastosta, hissistä, kolmesta latauspisteestä, pesukoneesta sekä Makino A77 työstökeskuksesta. Palettivaraston kapasiteetti on 85kpl koneistuspaletteja. Varastoa ohjaa oma tietokone ja valmistusjärjestys perustuu Fastems:n MMS5-tuotannonohjausjärjestelmään.

Taulukko 1. FMS-linjan konetiedot

Fastems	Liikealueet X – Y – Z (mm)	Työkalupaikat (kpl)	CNC – ohjaus	Max. RPM
Makino A77	800x750x700	244	Fanuc16Mi	20 000
Makino A77	800x750x700	188	Fanuc16Mi	14 000
Makino A77	800x750x700	188	Fanuc16Mi	14 000
Makino A77	800x750x700	188	Fanuc16Mi	14 000
Ideamachine Washing Machine				



Kuva 7. Koneistamon tilauskapasiteetti 2013 [4]

3.1 MMS5 yleensä

Fastems MMS5 on nykyaikaisin FMS-ohjausjärjestelmä. MMS5-ohjausta käytettäessä käyttäjän ei tarvitse kertoa kuin mikä kappale halutaan ja milloin, ja ohjausjärjestelmä huolehtii lopusta. Jokaiselle kappaleelle on määritelty kerroin (kpl/koneistus kerta), koneistusaika, pesuaika sekä lataus- ja purkuaika. Tietojen avulla ohjausjärjestelmä pystyy laskemaan koska ja kuinka usein paletin täytyy koneella käydä, jotta tilaus valmistuu määräaikaan mennessä. Paletilla täytyy olla määritelty kappale, kiinnitin ja tilaus, jolloin järjestelmä voi aikatauluttaa paletin latausasemaan ja siitä edelleen työsuunnitelman mukaisiin tehtäviin.

The screenshot shows the MMS5 Data Manager interface. The main window displays a table of orders (TILAUKSET) with the following columns: Kappale, Tilanne, Valmis, Tila, Aikaisin alotusajankohta, Määräpäivä, Kireellisyys, and Kuva. The table lists various parts and their current status, such as 'Kireellinen työ' (urgent work) or 'Vapautettu' (released).

Kappale	Tilanne	Valmis	Tila	Aikaisin alotusajankohta	Määräpäivä	Kireellisyys	Kuva
206799 - ISTUKAN JARRU KORVATAPILLE	Kireellinen työ	0% (0 / 10)	Kireellinen työ	8.4.2014 7:41	9.4.2014 7:41	0,000	P:74
68494 - E KULJETINKELKKA	Kireellinen työ	67% (8 / 12)	Kireellinen työ	7.4.2014 10:52	8.4.2014 10:52	0,000	P:81
62052 - LINEAARIRUUVIN LAAKERPESA	Kireellinen työ	67% (4 / 6)	Kireellinen työ	7.4.2014 10:51	8.4.2014 10:51	0,000	P:64
6312090 - ETUVALO RUNKO	Kireellinen työ	50% (4 / 8)	Kireellinen työ	7.4.2014 9:05	8.4.2014 9:05	0,000	P:63
6313090 - LIITTIMEN RUNKO	Kireellinen työ	0% (0 / 12)	Kireellinen työ	11.4.2014 8:09	12.4.2014 8:09	2,931	P:80
H6300010 - ALALAITTA	Kireellinen työ	77% (192 / 250)	Kireellinen työ	29.7.2013 7:35	25.4.2014 0:00	23,351	P:31
30423 - PUTKEN KIINNITIN	Vapautettu	16% (38 / 231)	Vapautettu	29.1.2014 11:17	28.3.2014 0:00	0,000	P:42
5142910 - SHOULDER VASEN	Keskeytetty	2% (2 / 120)	Keskeytetty	13.3.2014 8:52	14.3.2014 8:52	0,000	P:52
5142909 - SHOULDER OIKEA	Keskeytetty	2% (2 / 120)	Keskeytetty	13.3.2014 8:59	14.3.2014 8:59	0,000	P:52
32964 - ALAPOYTA OPTIPPOINT	Keskeytetty	30% (32 / 108)	Keskeytetty	6.2.2014 9:53	17.3.2014 0:00	0,000	P:49
32926 - VALJERIN PIDIN	Keskeytetty	38% (40 / 104)	Keskeytetty	7.3.2014 12:27	21.3.2014 0:00	0,000	P:19
51115 MAALILEVENVYVERSIO - INTRA-NIVEL 2 MAALILEVENVYVERSIO	Vapautettu	38% (36 / 96)	Vapautettu	4.2.2014 10:03	17.3.2014 0:00	0,000	P:60
51262 - NIVEL 3	Keskeytetty	50% (48 / 96)	Keskeytetty	27.1.2014 11:40	7.3.2014 0:00	0,000	P:59
31168 - VARREN KIINNITIN	Vapautettu	44% (108 / 244)	Vapautettu	5.2.2014 15:06	20.3.2014 0:00	0,000	P:23
37231 - LIITTIMEN PESA	Vapautettu	0% (0 / 35)	Vapautettu	29.1.2014 11:19	14.3.2014 0:00	0,000	P:42
210968 - NIVEL 2 KONISTETTU	Keskeytetty	6% (6 / 100)	Keskeytetty	2.1.2014 0:00	11.3.2014 7:21	0,000	P:10
37201 - KOLLIKAATTORIN RUNKO	Keskeytetty	22% (28 / 127)	Keskeytetty	2.12.2013 10:06	17.3.2014 0:00	0,000	P:28
31862 V1 - HELURI VAIN V1	Vapautettu	72% (80 / 111)	Vapautettu	5.2.2014 14:55	14.3.2014 0:00	0,000	P:38
32968 - DETEKTORIN KOTELO	Vapautettu	51% (72 / 140)	Vapautettu	5.2.2014 15:39	24.3.2014 0:00	0,000	P:33
30806 - TUNNON RUNKO	Keskeytetty	0% (0 / 20)	Keskeytetty	17.2.2014 0:00	7.3.2014 0:00	0,000	P:77
33214 - Z-MOOTTORIN KANNATIN	Vapautettu	32% (62 / 196)	Vapautettu	16.1.2014 12:48	28.2.2014 0:00	0,000	P:1

Kuva 8. Esimerkkikuva tilauksien käsittely näkymä

3.2 Käyttöliittymät

MMS5:ssa on käytössä kaksi käyttöliittymää, Data Manager ja Station Commander. Data Manager on järjestelmän valvojalle tarkoitettu käyttöliittymä tuotannon hallintaa varten. Järjestelmänvalvoja huolehtii tilauksien syöttämisestä sekä kiireellisyyden määrittämisestä. Data Managerilla luodaan kappaleetiedot, kiinnitintiedot sekä reititykset eri työstökoneille. [3]

Data Manager koostuu seuraavista osista (kuva 9) Toimintopalkki(1) Työtila(2)



Kuva 9. Esimerkkikuva valvomo

Paletissa voi olla kiinnitettynä useita osia ja niitä voidaan koneistaa tarpeiden mukaan eri työstökoneilla. Jokaiselle osalle tehdään työsuunnitelma, jossa on määritelty lataus-, koneistus-, pesu- ja purkutehtävät(kuva 10). Jokaiselle osalle on määritelty oma kiinnitin, jonka mukana MMS5 lähettää työstökoneelle kappaleeseen liittyvän NC-ohjelman, jonka työstökone tyhjentää muististaan automaattisesti työstön jälkeen.

RYHMÄKIINNITYS

Etsi ryhmäkiinnitykset Kaikki suunnitelmat FMS-suunnitelmat Ulkoiset suunnitelmat Lisää Muokkaa Poista

Työsuunnitelma

FAI-2

Operointi	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine
P10-4010/82864/82856							
P11-4211/5169851							
P1-4201/33214/30065/37031/32734							
P14-2014/68808 KEINURUNKO							
P1-4301/37031/32734							
P16-4216/62100							
P17-2017/30816 ALATUKI							
P17-2117/30137 KAUKALON PIDIN							
P17-2217/32456 OVALIKAHVA LYHYT							
P17-2317/82777 KAUKALON PIDIN							
P17-2417/32413/32414 JOHTEEN KINI							
P17-2517/31803 KESIKRUNGON LAAKI							
P17-4117/30816/30137/32456/32413/32414							
P17-4417/30816/82777/32456/32413/32414							
P18-4218/76060							
P19-4419/203266/51295/63816/76022							
P20-4020/33821							
P23-4023/31404/37131/31186/30106/30106							
P2-4102/68755/67286							
P28-2028/63984 CCD-ALUSTA OPD EI							
P28-2128/64074 CCD-ALUSTA PANOR							

Työsuunnitelma P17-2117/30137 KAUKALON PIDIN

Lataus	Koneistus	Pesu	Purku
Loading station 1 Loading station 2 Loading station 3 1 min 30 s	MC Type 1 Machine 5 2117 Machine 2 30137 KAUKALON... Machine 4 27 min 33 s	MC Type 2 Wash Machine 1 0 TODELLA LYHYT 6 min 53 s	Loading station 1 Loading station 2 Loading station 3 1 min 30 s

Kiinnitin: P17/2117 EI SAMANAIKAAN P17/2317 KANSSA

30137 KAUKALON PIDIN	30 KONEISTUS 3 VALMIS	Kappaleiden lukumäärä: 1 pcs
30137 KAUKALON PIDIN	20 KONEISTUS 2	Kappaleiden lukumäärä: 1 pcs
30137 KAUKALON PIDIN	10 KONEISTUS 1	Kappaleiden lukumäärä: 1 pcs

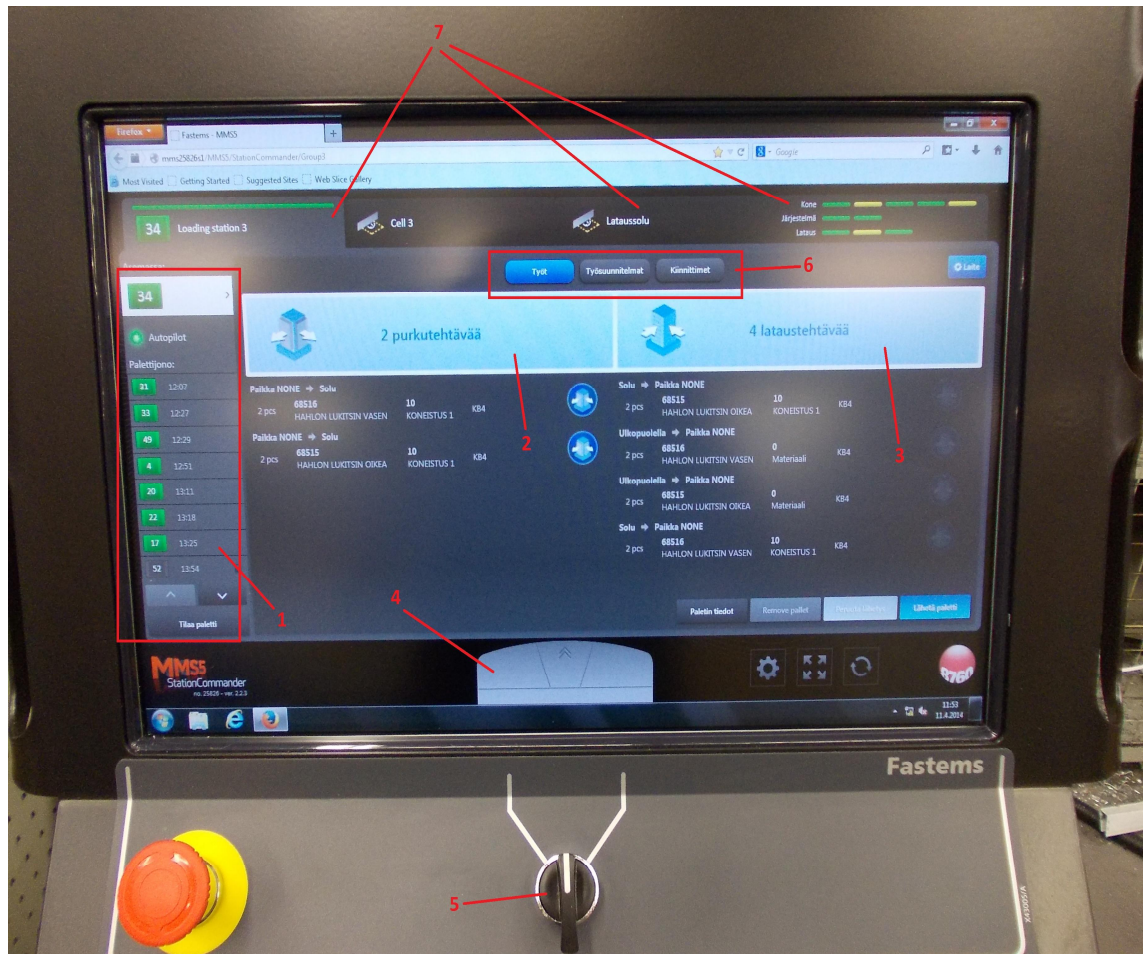
Kuva 10. Esimerkkikuva työsuunnitelmasta

- 1. Lataus-(latausasemat 1,2,3), koneistus-(määritellään millä koneilla voidaan koneistaa), pesu- ja purkutehtävät(latausasemat 1,2,3) sekä työvaiheiden ajat.
- 2 Osan numero ja nimi. Koneistus vaihe (10=vaihe yksi),(20=vaihe kaksi),(30=vaihe kolme valmis kappale) sekä kappaleiden lukumäärä eri vaiheissa.

Latausasemissa operaattorin käytössä on kosketusnäyttötoiminen Station commander käyttöliittymä. Station commanderin avulla operaattori suorittaa vaadittavat lataus- ja purkutoiminnot sekä yleisesti latausaseman käyttöön liittyvän toiminnan. Lataussolu on "tila", jonka kautta kappaleet siirtyvät purkutehtävän ja lataustehtävän välillä. Esimerkiksi kahdessa vaiheessa koneistettavat kappaleet: valmiin purku vaiheesta kaksi ja lataus vaiheeseen kaksi ja yksi.

Station commander koostuu seuraavista osista (kuva 10):

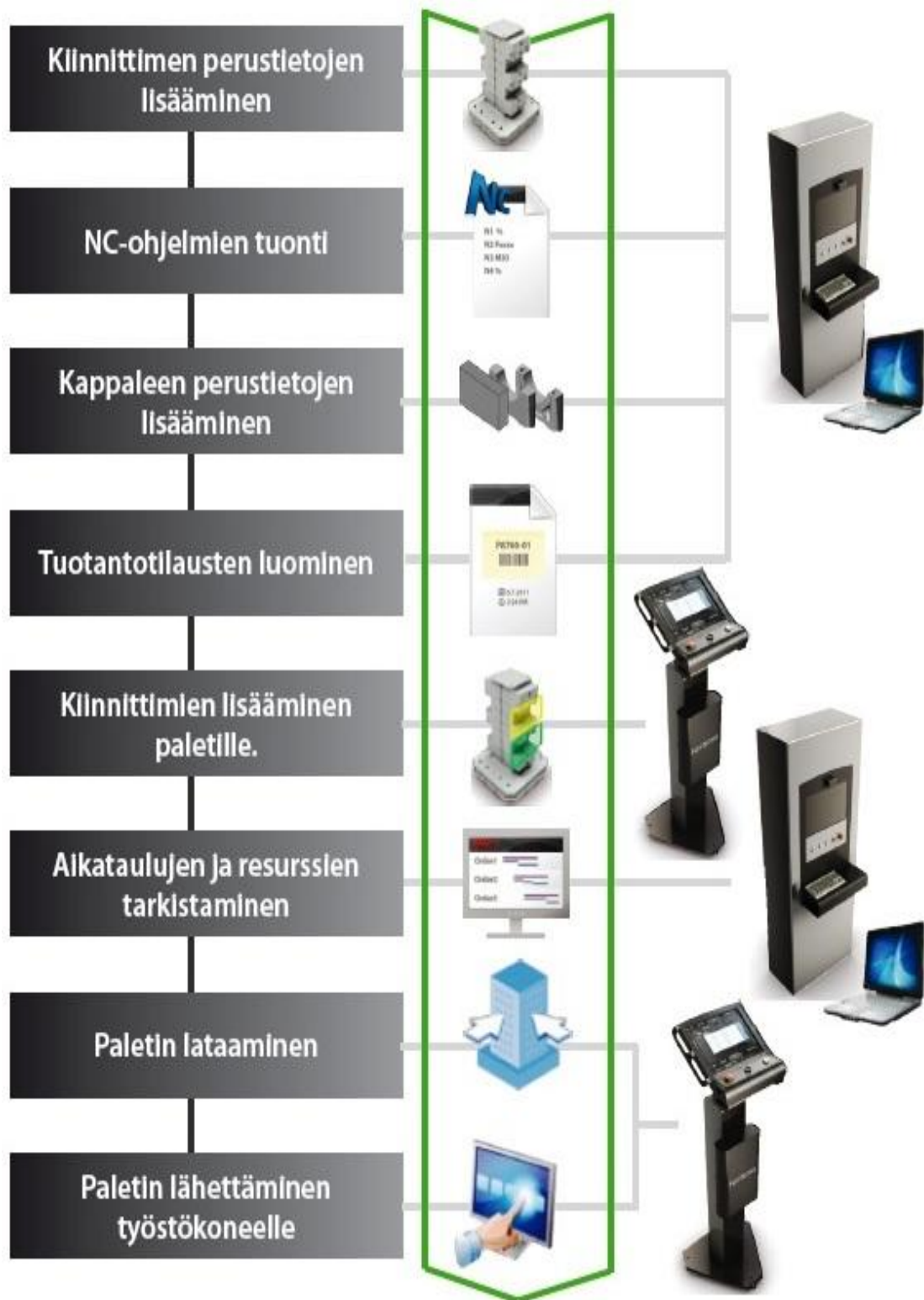
- Tehtäväluettelo(1), aikataulutetut paletit
- Purkutehtävät(2)
- Lataustehtävät(3)
- Käsiohjausvalikko(4), latausaseman liikehallinta
- Valintakytkin(5), valitaan haluttu liike käsiohjausvalikosta
- Työtila-painikkeet(6), työtilasta toiseen siirtyminen
- Laite-välilehdet(7), latausasema, lataussolu, kaikki laitteet.



Kuva 11. Esimerkkikuva Station commanderista

3.3 Prosessin yleiskuvaus MMS5 ohjausjärjestelmässä

MMS5-järjestelmässä seuraavat toimenpiteet on tehtävä (kuva 12), jonka jälkeen palletilla olevat tuotteen ovat valmiita koneistukseen. Kuvassa (12) on kuvattuna prosessin yleiskuvaus MMS5-järjestelmässä.



Kuva 12. Esimerkkikuva prosessin yleiskuva MMS5 ohjausjärjestelmässä [3]

4 Prosessin kuvaus

Prosessi on työtehtävien järjestys, jolla on alku, loppu ja tavoitteet/päämäärät. Toisiinsa liittyvien toimintojen ja tehtävien muodostama kokonaisuus, joka alkaa tarpeista ja päättyy tarpeiden tyydyttämiseen. Prosessikuvaus on sopimus toimintatavasta. Tarkoitus on auttaa lukijaa ymmärtämään yhteisen tavoitteen ja oman roolin tämän saavuttamisessa.

Tämä insinööri työ keskittyi prosessin kuvauksen luomiseen uuden tuotteen tuotannollistamisesta FMS-automaatiolinjaan. Prosessin kulun selvittämiseen toi haastetta se, että prosessista ei ollut sovittu minkäänlaista virallista toimintatapaa. Tarvittavat työvaiheet tietenkin oli jo valmiiksi olemassa ja niiden muuttamiseen ei käytännössä ollut tarvetta puuttua.

Itse prosessin kulun suunnittelu tapahtui käytännössä niin, että ensin koottiin entisen toimintatavan ongelmakohtat. Suurimmiksi ongelmakohtiksi nousivat laatuongelmat, projektien venymiset kohtuuttoman pitkiksi, kiinnitinkoneistuksessa käytettävän raaka-aineen ajoittainen puuttuminen ja koeajossa ilmaantuneet ns. sudenkuopat. Ongelma-kohtien tunnistuksen jälkeen oli kuitenkin alettava pilkkomaan prosessia eri työvaiheiksi sekä haastateltava henkilöitä, jotka tuntevat työvaiheet.

Palodex noudattaa DBS (Danaher Bisnes system) toimintamallia, joka tukeutuu Lean -ajattelutapaan. Myös insinööri työssäni DBS ja Lean-ajattelutapa näkyi vahvasti. DBS-toimintamallissa tärkeätä on myös havainnollistaminen, eli prosessin kulku ja ylläpitäminen/hallitseminen piti olla helposti ja nopeasti havaittava. Tämän johdosta prosessista piti luoda seurantataulu, jota päivittäisessä DM:ssä (Daily management kokous) päivitetäisiin ja käytäisiin läpi.

Lean

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän erilaisen turhuuden (tuottamattoman toiminnon) poistamiseen, minkä avulla pyritään parantamaan asiakastytytyvyyttä, parantamaan laatua ja pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuo-

tannon läpimenoaikoja. Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan ja oikeanlaatuisena. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa ja ollaan joustavia sekä avoimia muutoksille. Arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi tai turhiksi asioiksi lasketaan:

- kuljetukset
- varastot
- liike
- odotusaika
- ylituotanto
- yliprosessointi
- viallinen tuote.

Näiden ongelmien poistamiseen Lean-ajattelu tarjoaa useita työkaluja, kuten jatkuvaa kehittämistä, imuohjausta (Kanban) ja virhemahdollisuuksien prosessista eliminointia. [5]

Tässä vaiheessa oli siis selvitetty ongelmakohtat, haluttu läpimenoaikatavoite, työvaiheet ja tarve tarvittavaan seurantaan ja ylläpitoon (seurantataulu). Näiden tietojen ja tarpeiden pohjalta alettiin suunnittelemaan ja rakentamaan ohjauskuvauksen piirtoa prosessista.

Ohjauskuvauksen piirto oli erittäin hyödyllinen työvaihe prosessin ymmärtämisessä. Tähän käytettiin paljon aikaa, koska prosessin läpimenoajaksi haluttu kahdeksan arkipäivää osoittautui todella lyhyeksi ajaksi viiteen eri työvaiheeseen jaettuna. Lean-ajattelutavasta tutulle jatkuvan parantamisen mukaisesti prosessin työvaiheille läpimenoajaksi määriteltiin tarkoituksella todella tiukat ajat. Prosessin eri työvaiheiksi hahmottui:

- kiinnitinsuunnittelu
- ohjelmointi
- kiinnitinkoneistus
- koeajo
- validointi.

Raaka-aineen puuttumisongelmaan ratkaisua lähdettiin hakemaan määrittämällä niin sanotut standardi raaka-aineet ja osat, joilla kiinnitinsuunnittelija pyrkii kiinnittimen toteuttamaan. Standardi raaka-aineille ja osille (Pohjalevyt, kiinnitin viset, pultit, mutterit, yms.) varmuutta tavaran saatavuudesta luotiin kaksi laatikko järjestelmän mukaisesti, eli luotiin tilauskortit ja hälyrajat. Tuotteen loppuessa hyllystä/laatikosta tilauskortti toimii signaalina tilata lisää ja hälypaikalta siirretään tuote käytössä olevaan hyllyyn/laatikkoon. Tilattu ja saapunut tuote hyllytetään tyhjään hälylaatikkoon, jolloin tilauskortti sijoitetaan takaisin käytössä olevaan hyllyyn/laatikkoon. Toisien osien pitkät jopa 2vk-4vk toimitusajat eivät antaneet muuta vaihtoehtoa kun luoda pieni varasto, jota kiinnitinkoneistaja ja kiinnitinsuunnittelija pitävät ajan tasalla.

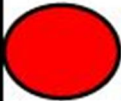















Laadun turvaamiseksi sekä parantamiseksi kiinnitinsuunnittelijan saatua toimeksianto uudesta työstä, pidetään aloituksen jälkeen sovituksi palaveri, johon osallistuu suunnittelijan lisäksi ohjelmoija, koneistaja sekä esimies. Palaverin tarkoituksena on kiinnitinsuunnittelijan tuoda alkusuunnitelmansa kiinnittimestä esille. Omien erikoisalojen asiantuntijat keskustelevat ja kertovat omat näkemyksensä kiinnitinsuunnitelmasta, jotta ehkäistäisiin jo suunnitteluasteella mahdolliset sudenkuopat, kiinnitysvirheet, kappaleiden irtoamiset tai muut tulevaisuudessa tuotantoa haittaavat tekijät.

Seurantataulua suunnitellessa lean:n mukainen jatkuva parantaminen otettiin huomioon luomalla jokaiselle työvaiheelle omat ongelmataulukot, johon havaitut ongelmat kirjataan ylös DM:n yhteydessä. Pidempiaikaisen käytön jälkeen voidaan seurata jokaisen työvaiheen ongelmataulua ja havaita helposti, mikäli jokin ongelma ilmenee usein. Usein ilmenevän ongelman juurisyy on selvitetty ongelmataulukossa ja tarvittaviin toimenpiteisiin on helpompi ryhtyä. Myös prosessissa syntyvät pullonkaulatilanteet on helppo havainnollistaa ongelmataulukon avulla (kuva 13), jolloin tarvittaviin toimenpiteisiin ryhtyminen nopeutuu.

Problem	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Month/Build Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Kuva 13. Ongelmataulukko

Projektissa toimeksiantojen läpimenoaikojen kontrollointia varten luotiin seurantataulu toimimaan sillä periaatteella, että avonaisia tehtäviä ei voi olla kerrallaan viittä kappaletta enempää. Tehtävien rajaaminen viiteen kappaleeseen tuo sen edun, että tehtävien ongelmienratkaisu tai tehtävän loppuun saattaminen ei jää turhaan roikkumaan. Seurantataululla jokaista työtä kuvataan erivärisillä magneeteilla ja jokainen magneetti "nimetään" erikseen tehtävänkuvauskaavakkeella (kuva 14). Tehtävänkuvauskaavakkeessa nimetään työ, merkitään aloitus ja toteutunut aika, mahdolliset ongelmatilanteet, korjaava toimenpide sekä vastuuhenkilö. Projektin valmistuttua FMS-automaatiolinja tuotantoon valmis täytetty tehtävänkuvauskaavake arkistoidaan.

TEHTÄVÄN KUVAUS:		Aloitus aika:	
		Toteutunut aika:	
Ongelma tilanne kiinnitin suunnittelu:	Korjaava toimenpide:	Vastuu:	
		Vastuu:	
		Vastuu:	
Ongelma tilanne ohjelmointi:	Korjaava toimenpide:	Vastuu:	
		Vastuu:	
		Vastuu:	
Ongelma tilanne kiinnitin koneistus:	Korjaava toimenpide:	Vastuu:	
		Vastuu:	
		Vastuu:	
Ongelma tilanne koeajo:	Korjaava toimenpide:	Vastuu:	
		Vastuu:	
		Vastuu:	
Ongelma tilanne validointi:	Korjaava toimenpide:	Vastuu:	
		Vastuu:	
		Vastuu:	

Kuva 14. Esimerkkikuva tehtävän kuvaus kaavakkeesta



Kuva 15. Esimerkkikuva Prosessin seuranta-aula

Kuvassa 15 Kohdassa(1) on prosessin kulku kuvattuna työvaiheittain. Jokaiselle työvaiheelle on määritelty päivillä(numero laatikko) työvaiheen kesto, jota päivittäisessä DM palaverin yhteydessä päivitetään töiden osalta ajan tasalle. Jokaisessa työvaiheessa on myös kohdat: myöhässä ja ongelma. Mikäli työvaiheen ongelma tai työ myöhästyy, siirretään työtä kuvaava magneetti kyseiseen kohtaan ja merkitään ongelmataulukon(2) syy ja täytetään tehtävänkuvauskaavakkeesta(3) vaadittavat kohdat. Prosessin seuranta-aulan ollessa ajan tasalla, on jokaisen helppo ja nopea havainnoida missä vaiheessa prosessia mikäkin työ on menossa.

Prosessin kulku muodostui seuraavaksi: (kuva13) Kiinnitinsuunnittelu, kesto kolme päivää, josta valmis kiinnitinsuunnittelu siirtyy samanaikaisesti tapahtuvaan ohjelmointiin sekä kiinnitinkoneistukseen, joiden kesto on niin ikään kolme päivää. Ohjelmoinnin valmistuttua, ohjelmoija simuloi kiinnittimellä tehtävän työstön mahdollisten kolareiden ja työkalurikkojen varalta. Kiinnitinkoneistaja kiinnittää valmiin kiinnittimen haluttuun palettiin, jonka jälkeen suoritetaan koeajo kiinnittimelle, johon on varattu päivä aikaa. Suoritettua koeajon jälkeen ajatut kappaleet viedään validointiin. Mittaus suoritetaan 3D-mittauslaitteella, josta tulostetaan virallinen mittauspöytäkirja arkistointia varten. Validoinnin jälkeen, jonka läpivientiin on varattu päivä, kiinnitin ja kappale voidaan ottaa tuotantoon FMS-automaatiolinjastossa.

4.1 Kiinnitinsuunnittelu yleensä

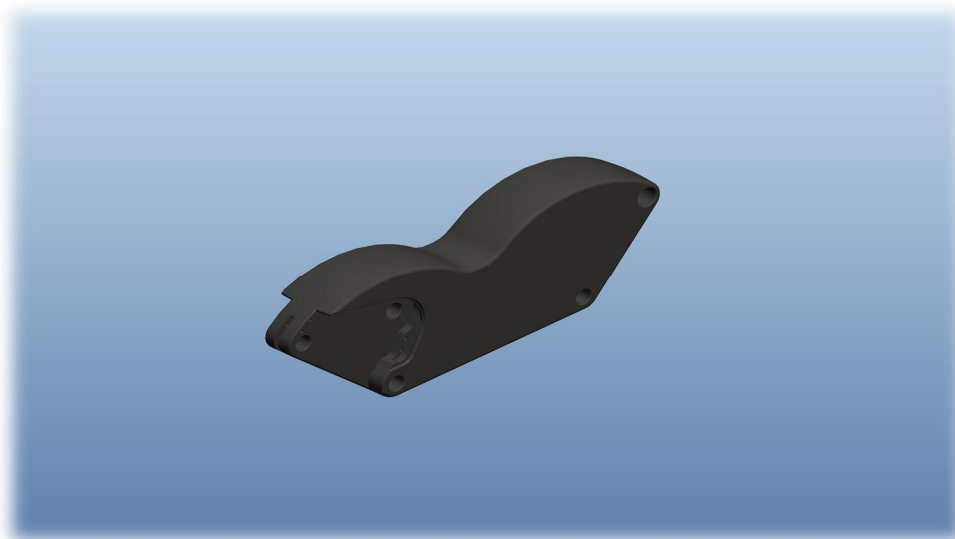
PRO-E ohjelma on työkalu, jota kiinnitinsuunnittelija käyttää apunaan suunniteltaessa uutta kiinnitintä. Tuotteen valmistuskuva, jonka esimies suunnittelijalle antaa, sekä PRO-E ohjelmasta löytyvä valmiiksi 3D-mallinnettu kappale, ovat työkaluja jolla suunnittelija lähtee kiinnitinsuunnitelmaa toteuttamaan. Mikäli tuote on FMS-linjalla tuotettavan Kanban (Lean:n mukainen imuohjaus) tilausten piiriin kuuluva, pyritään kappalekertoimet suunnittelemaan sen mukaan, että mahdollisesti yhdellä tai kahdella koneistuskerralla saataisiin kanban tilauksen tarvittava kappalemäärä valmiiksi. Tarkka kerronmäärän määrittäminen on tärkeä eteenkin kanban tilauksien kanssa, koska yhden tai kahden työstökierroksen ansiosta tilausajat voivat olla lyhyet ja reagointi nopeaa.

Kiinnitinsuunnittelijalla on neljä tärkeää kohtaa, joiden miettimisellä suunnittelu aloitetaan.

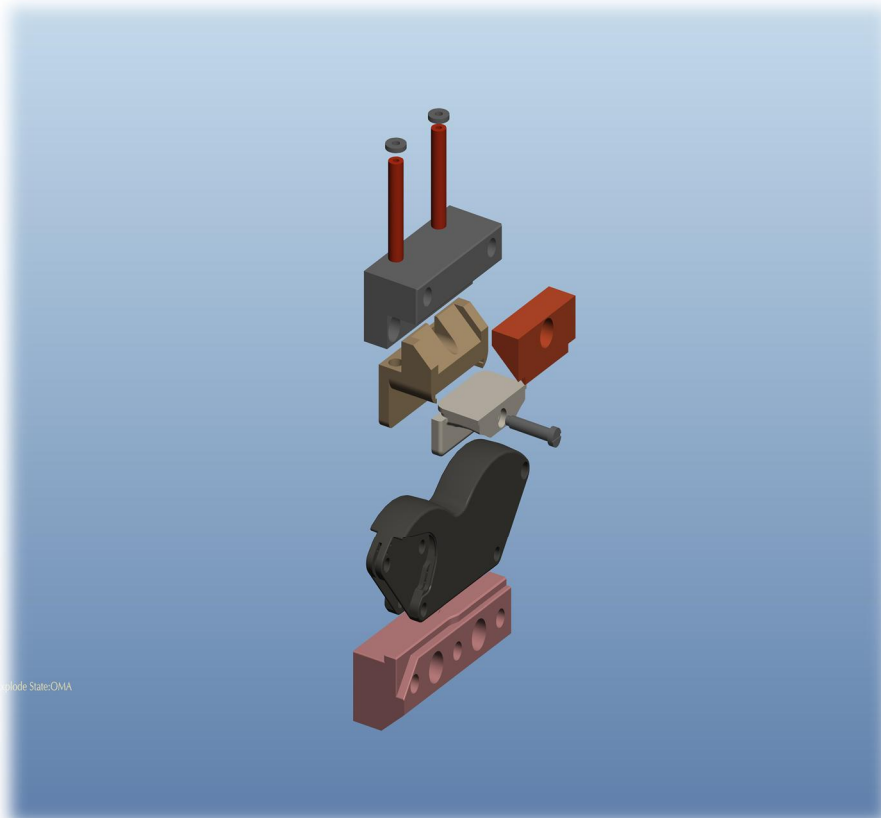
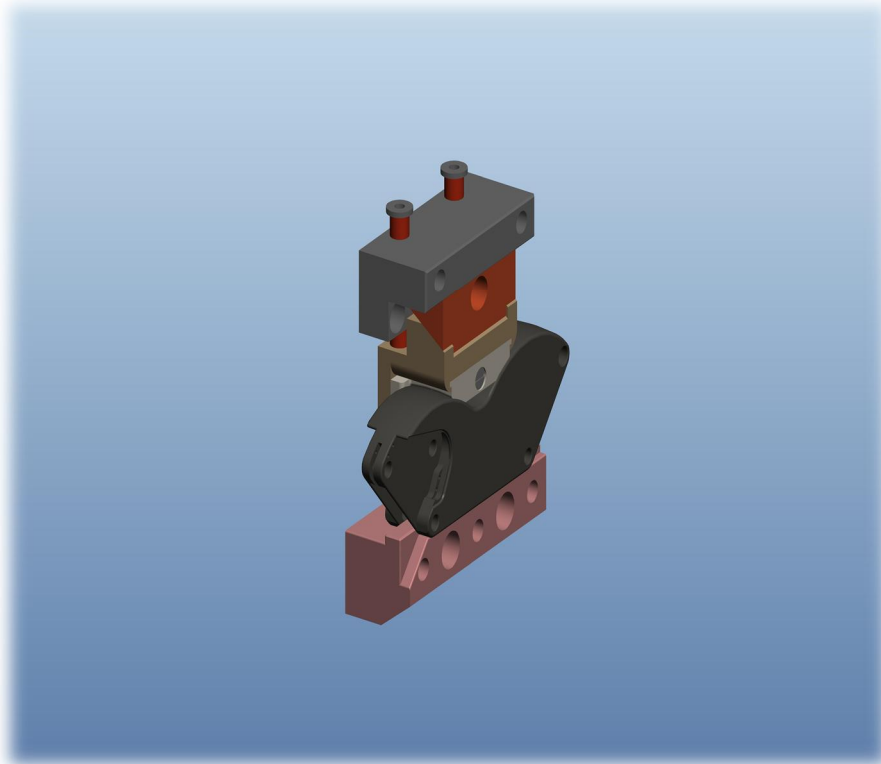
- 1. Ajojärjestys. Eli monessako vaiheessa kappale työstetään, miten kappale lähdetään työstämään ja millä työkaluilla kappale työstetään.
- 2. Kappaleen mahdollinen kiinnitys vaiheittain. Kappaleen kiinnipysyminen sekä vaiheittain tarvittavat väistöt sekä väärin kiinnityksen eliminointi.
- 3. Materiaali. Minkä kokoisesta aihioista kappale työstetään, onko mahdollisuus käyttää esimerkiksi jotain valmista profiilia hyväksi.
- 4. Kertoimet. Mahdollisten kertoimien mahdollistaminen palettiin ajovaihteittain.

Tässä vaiheessa kiinnitinsuunnittelijalla on alustava ajatus siitä, miten kappaleet ajetaan ja miten kappaleet voitaisiin kiinnittää. Pidetään suunnittelupalaveri. Palaverissa kiinnitinsuunnittelija esittää näkemyksensä ja ratkaisunsa edellä mainittuihin neljään kohtaan. Kiinnitinkoneistaja, ohjelmoija sekä esimies keskustelevat suunnittelijan antaman ehdotuksen pohjalta ja kertovat oman näkemyksensä asiaan omien osaamisalueidensa pohjalta. Palaverissa esimiehen tehtävä on palaverin vetäjänä varmistaa, että palaveri etenee toivotulla tavalla sekä antaa oma asiantunteva näkemyksensä. Kiinnitinsuunnittelijalla on palaverin jälkeen sovittu suunnitelma, jonka pohjalta kiinnitinsuunnitelmaa lähdetään työstämään.

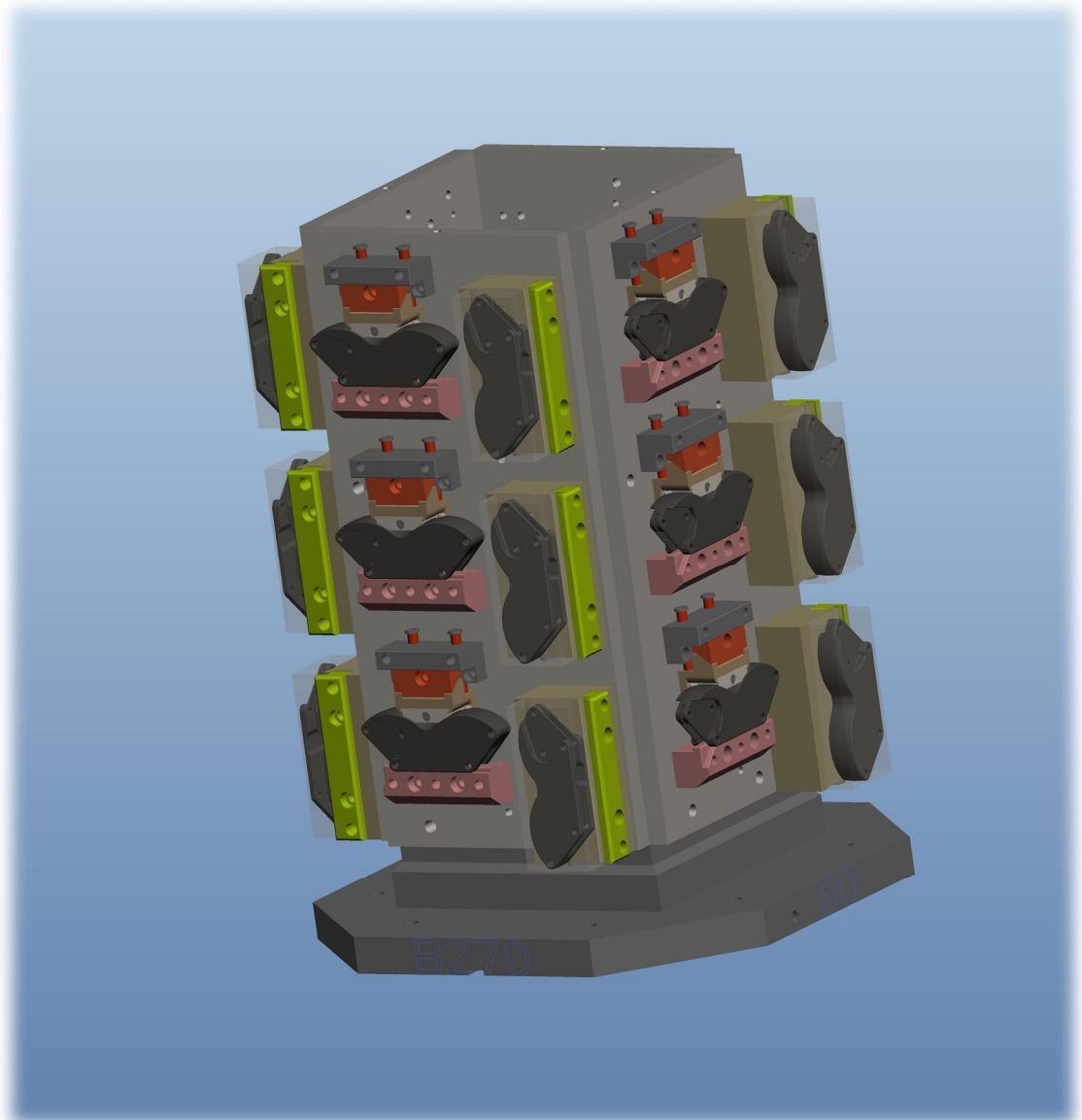
Kappaleen kiinnityssuunnitelma aloitetaan suunnittelemalla/piirtämällä runko-osa, jonka pintaan kappale tullaan kiinnittämään. Runko-osa on kiinteä osa, jota vasten kappaleen ollessa välissä, toinen liikkuva osa (esimerkiksi leuka, visepuristin tai muu kiristysmekanismi) puristuu. Suunnittelijan on myös otettava huomioon kiinnitystä suunniteltaessa mahdollinen työstön aiheuttama terävärinä. Väriin ehkäisyä estetään mahdollisilla värinänestokiinnityksillä. Valmiit kappalekuvat (kuva 16) ja kiinnitinosakokoonpanokuvat (kuva 17) lopulta yhdistetään kiinnitinpääkokoonpanokuvaksi. Suunnitelman valmistuttua suunnittelija piirtää kiinnitinkoneistusta varten tarvittavat koneistuskuvat koneistettavista osista sekä kokoonpanokuvan valmiin kiinnittimen kokoamista varten. [6]



Kuva 16. Esimerkkikuva kappalekuva



Kuva 17. Esimerkkikuva osakoonpanokuvat toisen vaiheen kiinnitys



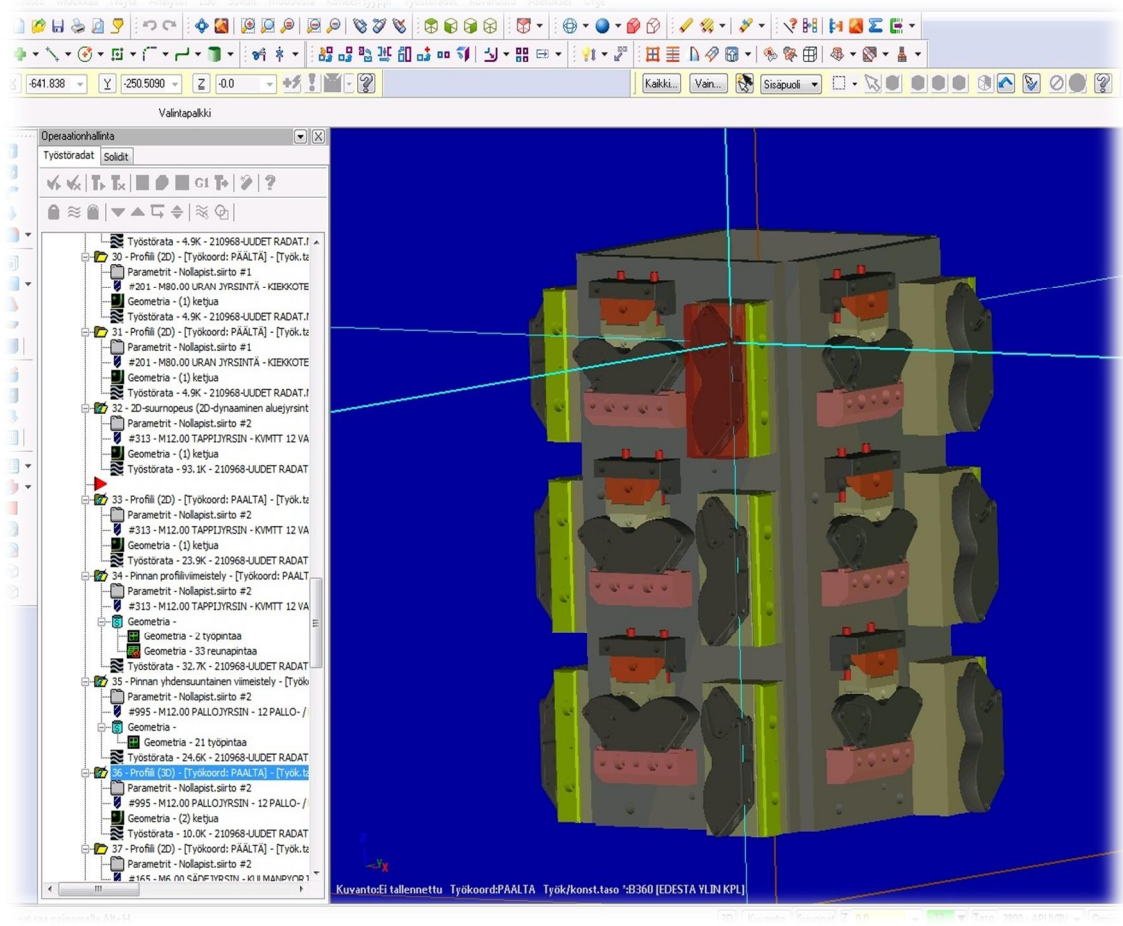
Kuva 18. Esimerkkikuva Pääkoonpanokuva

4.2 Ohjelmointi yleensä

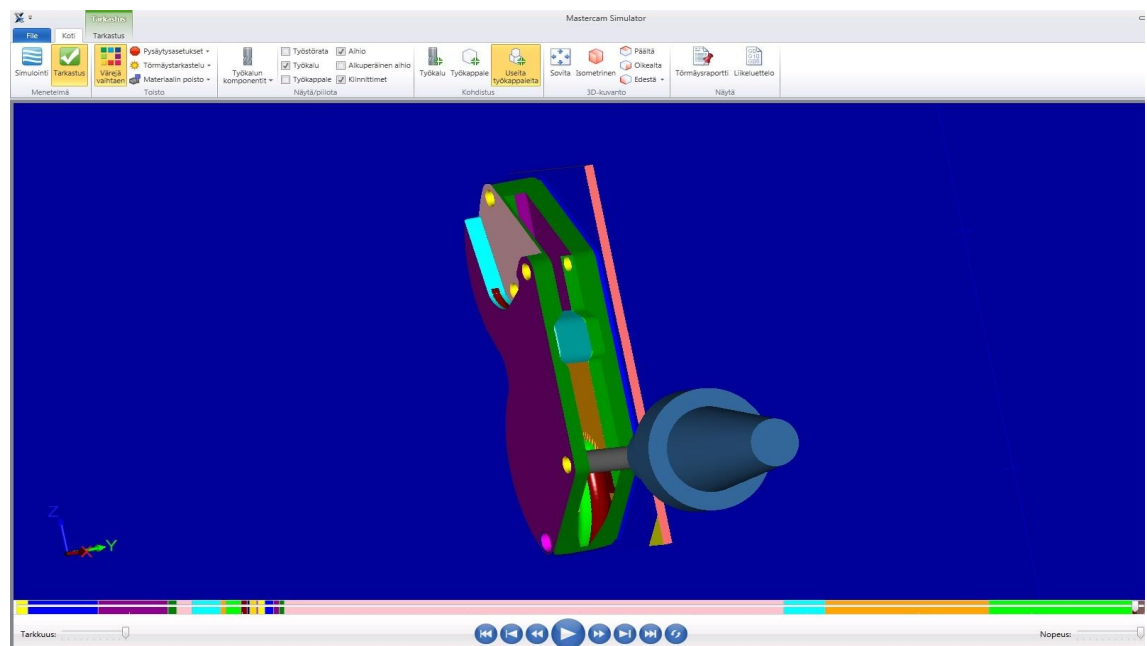
MasterCam-ohjelma on ohjelmoijan työkalu suunniteltaessa kappaleelle työstöratoja. Kiinnitinsuunnittelijalta saatua kiinnitinkokoonpanokuvaa apuna käyttäen aloitetaan kappaleen ohjelmoinnissa suunnittelemalla ja laatimalla kappaleille nollapisteet eri työstösuunnista. Nollapisteiden löydettyä paikkansa aletaan laatia kappaleelle työstösuunnitelmaa. Vaiheiden lukumäärä, kappaleen kiinnitys, työstöjärjestys, mitkä terät, arvot ja työstöajat, ovat kysymyksiä, joihin ohjelmoija päivittäisissä haasteissaan joutuu kohtaamaan.

Työstövaiheiden lukumäärä sekä kiinnitykset vaikuttavat siihen missä järjestyksessä ja kuinka suurilla arvoilla voidaan kappaletta työstää. Ohjelmoitaessa täytyy tietenkin muistaa, että arvojen täytyy olla sitä luokkaa, että automaattityöstössä työstäminen on turvallista ja terien tulee kestää pidempää ajoa kun on kyse miehittämättömästä työstöstä. Työstöjärjestyksen muodostuessa aloitetaan kappaleen työstäminen koneella simuloiden terä kerrallaan, jonka edetessä kappaleen muoto alkaa hahmottua halutunlaiseksi. Koneen ilmoittamia työstöaikoja pyritään ohjelmoinnin ja simuloinnin aikana saada mahdollisimman pieneksi ja kustannustehokkaaksi kokeilemalla erilaisia työstöratoja sekä arvoja, toki turvallisen työstämisen rajoissa.

Terien suositusarvoja tarkkaillaan terästoimittajien terälistoista, mutta yleensä kiinnittimessä on ahtaita työstöpaikkoja, joissa suositusarvot eivät yksinkertaisesti toimi. Tässä vaiheessa astuu kuvaan ohjelmoijan ammattitaito, ja teräarvot määritellään itse työstöön sopiviksi. Ohjelman ollessa valmis ja työstöratojen sekä arvojen haluttuja, MasterCam-ohjelmassa postprosessori muuttaa ohjelmoidut operaatiot NC-koodiksi. Lopuksi ohjelmoija suorittaa ohjelman simuloinnin, jossa olemassa olevista työkaluista mallinnetuilla työkaluilla varmistetaan, etteivät ohjelmassa terät tai teräistukat aiheuta minkäänlaista mahdollisuutta kolariin. Simuloinnilla on ohjelmoinnin yhteydessä helppo havaita mahdolliset sudenkuopat, jotka voisivat työstössä aiheuttaa mittavat aineelliset ja tuotannolliset vahingot, sekä helpottaa ja nopeuttaa kappaleen koeajoa. [6,7]



Kuva 19. Esimerkkikuva Cam -ohjelmoinnista



Kuva 20. Esimerkkikuva simuloinnista

Päivämäärä:	Sivuja:	Tiedostonimi:
25.4.2014 16:11:29	1	C:\Users\i010258\Documents\my mcamx7\Mill\NC\ncp8889.ncp

```

N3 (B0 V-1 ULKOMUOTO SUORAT OSAT VIIMEISTELY)
#190=1
WHILE[#190 LE 12] DO1
G54.1P#190
GOX-31.139Y57.751
Z50.
Z21.
GLZ-17.F1000.
G41D2X-39.463Y49.107F2000.
X-34.961Y44.772
X-32.064Y41.982
X5.549Y5.763
G2X8.Y0.I-5.549J-5.763
GLY-103.
G2X5.549Y-108.763I-8.J0.
GLX-34.078Y-146.922
X-34.951Y-147.763
X-39.453Y-152.098
G40X-31.129Y-160.742
GOZ50.
(B0 V-1 OLAKEMUODON ROUHINTA)
X-19.83Y47.294
Z18.
GLZ7.5F1000.
X-22.512Y41.423F2000.
X-21.318Y36.42
G2X-7.291Y41.565I21.318J-36.42
GLX-28.433Y51.225
X-34.184Y38.637
X-32.664Y32.268
X-28.268Y13.847
G2X-27.189Y15.093I18.826J-15.207
GLX-25.058Y17.392
X-22.147Y20.531
G2X0.Y30.2I22.147J-20.531
GLX3.037Y36.847
X-37.037Y55.156
X-45.856Y35.852
X-44.336Y29.483
X-35.876Y-5.97
G3X-32.021Y-7.902I4.818J4.799
G2X-26.365Y-1.636I12.971J-6.021
GLX-21.335Y1.359
G2X-18.389Y6.934I11.893J-2.719
GLX-16.258Y9.233
X-13.347Y12.373
G2X0.Y18.2I13.347J-12.373
GLX7.573Y34.774
GOZ50.

```

Esimerkki NC- koodista

4.3 Kiinnitinkoneistus yleensä

Kiinnitinsuunnittelusta kappaleen suunnitelma on siirtynyt samanaikaisesti ohjelmointiin sekä kiinnitinkoneistukseen. Kiinnitinkoneistaja saa suunnittelijalta kiinnittimen osista koneistuskuvat, sekä kiinnittimestä kokoonpanokuvan. Koneistajan suuri kokemus ja ammattitaito astuvat suureen kuvaan kiinnittimen koneistuksessa, koska koneistaja voi kuvia katselemalla tai koneistuksen aikana tehdä havaintoja kiinnittimen puutteellisuu-desta, jolloin ongelmien korjaus tässä vaiheessa on helppoa eikä mahdollisesti pysäytä tuotantoa.

Kiinnitinten koneistamisen ohella mahdollisten ns. sudenkuoppien havainnointi ja eli-minointi on erittäin tärkeää tässä vaiheessa prosessia. Kiinnitinkoneistaja tekee tiivistä yhteistyötä ja keskustelee mahdollisten muutosten suhteen suunnittelijan kanssa. Ko-neistajan tehtävänä on varmistaa raaka-aineen riittoisuus ja hallinnoida standardiosien varastoa, joka luotiin varmistamaan raaka-aineen saatavuuden tarvittaviin töihin. Raa-ka-ainevarastonhoito ja ylläpito ovat elinehto prosessin toimivuuden kannalta, koska monien vaadittavien osien toimitusajat ovat kohtuuttoman pitkiä. Raaka-aineen loputtua

koneistaja ottaa materiaalin käyttöön hälylaatikosta tai hyllystä ja toimittaa tilauskortin eteenpäin materiaalin tilausta varten.

Osien valmistuttua koneistaja testaa toimivuuden, rakentaa kiinnittimen ja kiinnittää sen palettiin käyttäen apunaan suunnittelusta saamaansa kokoonpanokuvaa.

4.4 Koeajo yleensä

FMS–automaatiolinjassa MMS5 ohjausjärjestelmä säätelee palettien ajojärjestystä tilauksien kiireellisyydestä riippuen, kahdessa vuorossa työskentelevien työntekijöiden lisäksi yöllä miehittämättömänä. Tästä johtuen koeajo työvaiheena on erittäin tärkeässä roolissa prosessissa.

Koeajamalla kappale voidaan todeta, että mikäli kappale on kiinnitetty oikein kiinnittimeen, voidaan antaa koneen hoitaa koneistus valvomatta.

Koeajajalle annetaan työstettävään kappaleeseen liittyvä NC-ohjelma, jonka koneistaja käy koeajamassa työstökoneella käsiajolla lause kerrallaan läpi. Koeajajan tärkein tehtävä koeajon yhteydessä on varmistaa jokaisella terällä tehtävät lähestymiset kappaleeseen sekä mahdollisten törmäysvaarojen ennakointi. Koeajon aikana kappaletta työstettävien ratojen seuranta ja mahdollinen kehittäminen hyödyllisemmiksi, on kappaleen ajon nopeutumisen tai työstöterän kestämisen kannalta tärkeää.

Koneistaja tarkastaa ja suorittaa koeajon aikana tärkeitä mittoja sisältävien kohtien mittaukset ja tarvittaessa ohjelmoijan kanssa tekevät tarvittavat muutokset ohjelmaan, jotta ohjelma saadaan haluttuun muotoon. Koneistajan suoritettua koeajo onnistuneesti alusta loppuun, voidaan todeta ohjelman kelpoisuus automaattiajoon soveltuvaksi.

Koeajetut kappaleet toimitetaan mittaukseen, jossa kappaleet validoidaan. Jokaisen ohjelmaan tehdyn muutoksen jälkeen suoritetaan koeajo, jotta saadaan varmuus ohjelman soveltuvuudesta automaattiajoon.

4.5 Validointi yleensä

Laatu on asia jolla konepajatyössä on tärkeä merkitys. Hyvä ja tasainen laatu takaa toimivan kokonaisuuden tyytyväiset asiakkaat. Validointi on laadun varmistuksen kannalta elintärkeä työvaihe, jota arvostetaan ja pidetään prosessin tärkeimpänä työvaiheena. Koeajokappale toimitetaan mittaukseen validointia varten.

Mittaus suoritetaan Mitutoyo B710 3D-mittalaitteella, jolla mittalaitteen käyttäjä mittaa kappaleesta kaikki mahdolliset voimassa olevasta piirustuksesta selviävät fyysiset mitat, sekä tarkastaa pinnanlaatuvaatimukset. Mittauksen alkuvaiheessa mittaajan täytyy suunnitella millä tavalla kappale asetellaan mittauksen toteuttamista varten, jotta mittaus tapahtuu tarkasti ja helposti. Kappaleessa käytettäviä yleistoleransseja varten toleranssitaulukko, piirustuskuvat ja kappaleesta olevat dokumentit ovat kierretulkkien, sekä muiden yleismittavälineiden ohella mittaajan arkityövälineitä. Mahdollisten piirustuskuvamuutoksien jälkeen suoritetaan aina uudelleen validointi kyseiseen muutokseen laadun varmistamiseksi.

Mikäli mittauksessa ilmenee mittaheittoja voi kyseessä olla joko ohjelmallinen tai kiinnityksellinen ohjelma. Ongelmatapauksessa kiinnitin tai ohjelma palaa tarvittavaan työvaiheeseen toimenpiteitä varten. Tällä tavoin validointi toimii erinomaisena laadunvarmistajana. Tehdaspalvelu käyttää mittausta hyväksi konehuoltojen tai mahdollisten työstökoneella tapahtuneiden kolareiden jälkeen ajetun mittapalikan mittauksessa. Mittapalikalla tarkastetaan koneen liikeratojen halutut arvot ja tarkkuudet. Mittapalikoista tulostetaan aina mittauspöytäkirja, jonka tehdaspalvelu ja mittaaja arkistivat.

Kappaleesta tehdyn validoinnin jälkeen mittaaja tulostaa mittauksesta mittauspöytäkirjan ja täyttää validointikaavakkeen. Hyväksytyt pöytäkirjat arkistoidaan sekä verkkolevyille, että kansioon. Validoinnin hyväksytysti suorittanut mittaaja myöntää kappaleelle luvan siirtyä FMS-automaatiolinjaan tuotantoon. [8]

5 Yhteenveto

Tuloksena työstä saatiin prosessinkuvausdokumentti, josta selviää käyttäjälle hyvin kuinka prosessi toimii, sekä mitä uuden kappaleen tuotannollistamisprosessissa tulisi ottaa huomioon. Prosessinseurantataulun avulla prosessinkulun havainnollistaminen, seuraaminen ja mahdollisten ongelmien ilmeneminen nopeutuu ja selkeytyy.

Työnkuvauksen perusteella ulkopuolisen ihmisen on helppo ymmärtää prosessinkulku, ja erityövaiheissa tapahtuvan työn eteneminen. Dokumentissa on pyritty selvittämään, miten FMS-automaatiolinjan järjestelmät toimivat, sekä suurpiirteittäin eri työvaiheissa tapahtuvat työt ja tarvittavat välineet töiden suorittamiseen.

Tarvittaviin ongelmakohtiin pyrittiin löytämään parannuksia, sekä selkeyttämään jo hyvin sekavaa prosessia standard work menetelmäksi. Seurantatyökalujen luonti ja nopea kykyinen seurantataulukko jatkuvan parantamisen piirissä oli suuressa roolissa työssä.

Kappaleen ja kiinnittimen toimivuutta ja alkuvaiheen ongelmien karsimista tehostaa yhteistyö eri työvaiheiden välillä ja täysimääräinen ohjelman simulointi ennen koeajoa. Laaduntarkastuksen ja validoinnin ansiosta voidaan turvallisesti mielin tuottaa laadukasta tuotetta asiakkaiden toiveiden mukaan. Työvaiheista luodut ongelmataulukot takaavat jatkuvan kehityksen kannalta erinomaiset työkalut purkaa ja poistaa prosessinkulun aikana ilmaantuvat samankaltaiset ongelmat.

Prosessinkuvauksen kirjoittaminen auttoi minua ymmärtämään hyvin, minkä takia prosessikuvauksia ja prosessisuunnitelmia laaditaan ja mitä hyötyä niistä on. Myös tarpeet ja hyödyt niin asiakkaan, kuin oman henkilökunnankin kannalta ajateltuna tulivat hyvin esiin. Työn kirjoittaminen vahvisti myös omaa osaamista ja prosessinkulun tulkitsemista sekä ongelmanratkaisukykyä työn edetessä. Työssä tuli hyvin esille kuinka tärkeää on kuvata prosessinkulku, jolloin prosessin hallinnointi ja läpimeno helpottuvat.

Tutkimusprosessi oli haastava, koska kyseisessä prosessissa työvaiheita ja työntekijöitä oli useita. Lisäksi jokainen prosessiin tuotava työ on yksilöllinen. Työhön toi myös haastetta se, että uuden tuotteen tuotannollistaminen prosessina oli minulle täysin vieras, ja olemassa oleva prosessinkuvaus oli todella sekava.

Prosessinkuvaus jää elämään ja se palvelee uuden tuotteen tuotannollistamisessa FMS-automaatiolinjaan, nopeuttaa läpimenoaikaa, vahtii laatua ja auttaa ilmaisemaan/ratkaisemaan pullonkauloja prosessin eri vaiheissa. Prosessinkuvaus auttaa myös uutta henkilökuntaa sisäistämään, mitä uuden tuotteen tuotannollistaminen vaatii.

Lähteet

- 1 Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Neljäs, uudistettu painos. Espoo: Redfina Oy.
- 2 Palodex Group Oy. 2014. Word-dokumentti. Palodex Group sisäinen materiaali
- 3 Fastems. 2013. MMS5 pikaopas. Word-dokumentti. Fastems sisäinen materiaali
- 4 Putus, Tomi. 2014. Koneistamon tuotantopäällikkö, Palodex Group Oy, Tuusula. Keskustelu 16.4.2014
- 5 Lean. Verkkodokumentti. Wikipedia. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>>. Päivitetty 9.1.2014 luettu 22.4.2014
- 6 Rytömaa, Tuomas. 2014. CAM ohjelmoija, Palodex Group Oy, Tuusula. Keskustelu 22.4.2014
- 7 Karvonen, Kari. 2014. CAM ohjelmoija, Palodex Group Oy, Tuusula. Keskustelu 22.4.2014
- 8 Rissanen, Seppo. 2014. 3D-mittaaja, Palodex Group Oy, Tuusula. Keskustelu 22.4.2014

