

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri AMK

2022

Jukka Porkka

4-EYE CHECK PROSESSIN KEHITTÄMINEN AKKUTEOLLISUUDESSA

Valmet Automotive EV Power OY



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2022 | 51 sivua

Jukka Porkka

4-eye check prosessin kehittäminen akkuteollisuudessa

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Valmet Automotive EV Power OY. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia prosessin parannusta, missä korvataan nykyinen 4-eye check tarkistusprosessi valvomopäätteellä. Nykyisessä tilanteessa Salon akkutehtaalla osaan tuotantoprosessia kuuluu laser hitsauksen tarkistus operaattorien toimesta. Jokaisella 4-eye check asemalla on kaksi operaattoria työskentelemässä tarkistaen hitsauslaatua.

Opinnäytetyössä esitellään valvomo projekti, sen vaiheet sekä lopputulema. Projektissa korvataan nykyiset neljä työasemaa, jossa osana tuotantoprosessia käytetään laser hitsausta ja hitsauslaatu tarkastetaan operaattorien toimesta. Tavoitteena on korvata kahdeksan operaattorin työt kolmella operaattorilla. Operaattorit tulevat työskentelemään projektin valmistuessa valvomo-olosuhteissa, jossa on yhteensä neljä näyttöpäätettä.

Työssä pohditaan mitä hyötyjä projektilla saadaan aikaan ja millaisia haasteita tulee projektissa esille. Toinen tavoite projektilla on valmistua aikamääreeseen mennessä ja häiritsemättä käynnissä olevaa tuotantoa ja sen tukitoimintoja.

Asiasanat:

Tuotantoprosessi, laser hitsaus, operaattori, projekti, valvomo, tehdas, tuotanto

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineer (AMK)

2022 | 51 pages

Jukka Porkka

Improving 4-eye check process in battery manufacturing

This thesis was commissioned by Valmet Automotive EV Power OY. The purpose of this thesis is to investigate the advantages of replacing operators that are working at the line to monitoring room system. Process is now at the Salo battery factory that the operators are checking the quality of the laser welding. For every 4-eye check station there are working two operators checking the welding quality.

In this thesis will be presented the monitoring room project, stages of the project and the outcome of the project. Purpose of this project is to replace now working four working stations, which as part of the manufacturing process is used laser welding and the quality of the welds is checked by the operators. Target is to replace work of the eight operators with three operators. After the project is completed operators will be working in monitor room environment which has four desktop monitors

In work we think what kind of advantages we achieve and what are the problems what we might face during the project. Another target with the project is that it will be finished within the given time frame and without any disruptions to the manufacturing and its support functions.

Keywords:

Manufacturing process, Laser welding, operator project, monitoring, factory, production

Sisältö

| | |
|---|-----------|
| 1 Johdanto | 8 |
| 2 Projektin aloitus | 10 |
| 2.1 Tarpeiden kartoitus | 11 |
| 2.2 Tarjousten käsittely | 12 |
| 2.3 Tarjousten yhteenveto | 13 |
| 3 Hankinta kokous | 14 |
| 3.1 Kamerajärjestelmää koskeva asia | 14 |
| 3.2 Valvomorakennelmaa koskeva asia | 14 |
| 4 Projektin toteutus | 16 |
| 4.1 Tehtaan layout muutossuunnittelu | 16 |
| 4.2 Valvomon suunnittelu ja rakennus | 17 |
| 4.2.1 Rakennusvaiheesta aiheutuvat partikkelihaitat | 21 |
| 4.2.2 Partikkeli-ansat | 21 |
| 4.2.3 Partikkeli-analyysit | 23 |
| 4.2.4 Valvomon valmistumisen jälkeiset desibelimittaukset | 28 |
| 4.3 Kamerajärjestelmän suunnittelu ja asennus | 29 |
| 4.3.1 Vanhan järjestelmän korvaus | 30 |
| 4.3.2 Uuden järjestelmän asennus | 32 |
| 4.3.3 Materiaalin tallennus ja käyttö | 36 |
| 4.3.4 Henkilöstön koulutus | 36 |
| 6 Prosessin vaatimusten määrittäminen | 38 |
| 6.1 Visual MSA:n spesifikaation määrittäminen | 38 |
| 6.2 Kameroiden MSA | 39 |
| 6.3 MSA materiaali henkilöstölle | 39 |
| 6.4 Control plan | 40 |
| 6.5 Jäljitettävyys | 41 |
| 6.6 Riskikartoitus | 42 |
| 6.6.1 Riskien tunnistaminen | 42 |
| 6.6.2 Riskien syiden selvitys | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 6.6.3 Riskien seuraukset | 43 |
| 6.6.4 Toimenpiteet | 44 |
| 7 Käyttöönotto ja huolto | 45 |
| 7.1 Kameroiden säätö | 45 |
| 7.2 Näyttöjen säätö | 45 |
| 7.3 Käyttöliittymän muokkaaminen | 46 |
| 7.4 Prosessin Validointi | 46 |
| 7.5 Auditointi ja asiakasvaatimukset | 47 |
| 7.6 Laitteiston kalibrointi | 47 |
| 8 Yhteenveto | 49 |
| Lähteet | 51 |
| Kuvat | |
| Kuva 1 Alkuperäinen layout kuva | 17 |
| Kuva 2 Desibelimittauksen tulos | 18 |
| Kuva 3 Urakoitsijan tarjouksen liitteenä saatu suunnitelma | 19 |
| Kuva 4 Kuva päivitetystä tuotannon layoutista. | 20 |
| Kuva 5 Käytettävät partikkeliansat | 22 |
| Kuva 6 Partikkeli-ansojen sijainti | 23 |
| Kuva 7 analyysit ansasta "A" | 24 |
| Kuva 8 Tarkempi tutkimuskuva partikkelista, joka ylitti spesifikaatiot. | 25 |
| Kuva 9 Analyysi ansasta "B" | 26 |
| Kuva 10 Analyysi ansasta "C" | 27 |
| Kuva 11 Uudet desibelimittaukset | 28 |
| Kuva 12 suunniteltu layout valvomoon | 29 |
| Kuva 13 Kuva tulevasta tarkistusasemasta edestä | 31 |
| Kuva 14 Kuva tarkistusasemasta alhaalta | 31 |
| Kuva 15 käyttöliittymä lepotilassa | 34 |

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

| | |
|-----------------------|---|
| 4-eye check | Visuaalinen tarkistus tuotantoprosessissa. Tarkistuksen suorittaa kaksi operaattoria. Asemalla on yhteensä neljä silmää. |
| EOL | End Of Line. |
| Golden Sample | Täydellinen näyte. Validoitu täyttämään tarvittavat spesifikaatiot ennalta määrätyillä osa-alueilla. |
| Heijastava partikkeli | Metallinen tai ominaisuuksiltaan kiiltävä partikkeli. |
| HSE | Health, Safety, Environment suom. organisaatio, joka vastaa työpaikan turvallisuusasioista, työterveydestä sekä ympäristö-asioista. |
| MFU | Maschinenfähigkeitsuntersuchung engl. machine capability analysis. |
| MSA | Measure System Analysis. |
| NDA | non-disclosure agreement suom. salassapitosopimus. |
| PFMEA | Process Failure Mode and Effect Analysis suom. syy- ja seuraus analyysi. |
| PLC | Programmable Logic Control suom. ohjelmoitava logiikka. |
| PPAP | Production Part Approval Process |
| RFID | Radio Frequency Identification. |

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä toteutetaan tuotannon prosessin parannusprojekti Salon Valmet Automotive EV Power Oy:lle. Valmet Automotive EV Power Salon tehdas toimii sopimusvalmistajana eri autonvalmistaja-asiakkaille. Prosessin parannus tehdään olemassa olevan tuotantolinjan laser hitsaus asemille. Valmet Automotive EV Powerin Salon tehdas on aloittanut toimintansa vuonna 2019 ja se edustaa akkuteollisuuden kansainvälistä keihäänkärkeä sekä on myös yksi Suomen vientiteollisuuden valteista. Tuotannossa käytetään uusinta valmistus- sekä prosessiteknologiaa. Valmet Automotive EV Power Oy on Valmet Automotiven tytäryhtiö.

Prosessin parannus tehdään Salon tehtaalla sijaitsevilla ”high volume” linjoihin, jossa kyseisillä työasemilla käytetään laser hitsausta. Tällä hetkellä tarkistus tehdään 4-eye check metodilla, tarkoittaen että työpisteellä on kaksi operaattoria tarkistamassa hitsauslaatua. Työpisteitä on kahdella tuotantolinjalla yhteensä neljä kappaletta, joissa työskentelee yhteensä kahdeksan operaattoria. Jokaisella työpisteellä on kaksi operaattoria suorittamassa tarkastusta.

Projektissa neljälle laser hitsausasemalle rakennetaan jokaiselle oma kamera yksikkö, josta välitetään reaaliaikaista 4K-kuvaa valvomon näytöille. Näytöiltä operaattori tarkastaa hitsauslaadun ja tekee päätöksen voiko tämän hyväksyä vai hylätäkö hitsaus vedoten laatu-osaston määrittelemiin laatuksiteereihin. Tällä hetkellä tehtaalla ei ole tuotannossa valvomo-tyyppistä työskentelyä, niin otamme työssä huomioon myös uuden tyyppisen työ-mallin. Suunnitteluvaiheessa otamme huomioon työskentely ergonomian, sekä kognitiivisen ergonomian.

Pääasiallisena tavoitteena projektissa on henkilöstökustannusten pienentäminen, koska voidaan vähentää 4-eye check pisteiden henkilöstöä kahdeksasta kolmeen. Kameroiden avulla saadaan myös arvokasta visuaalista materiaalia millä voidaan lähteä parantamaan hitsausprosessia. Mahdollisesti voidaan myös havaita materiaalin laadusta johtuvia virheitä jotka häiritsevät hitsausprosessia sekä jos hitsausprosessin aikana tapahtuu vaarantava virhe, niin akun läheisyydessä ei ole henkilöitä.

Suurin haaste projektissa tulee olemaan tietävästi COVID-19 aiheuttamat haitat, materiaali saatavuudet, karanteenit sekä muut riskit saattavat vakavasti haitata aikamääreitä sekä palvelujen saatavuutta.

2 Projektin aloitus

Projektin tarkoituksena oli hakea kustannussäästöjä ja kehittää valmiina olevaa prosessia. Nyt tarkistuksessa käytetään kahta operaattoria linjojen laserhitsaus asemilla, jotka tarkistavat hitsauslaadun. Tarkistus asemia on yhteensä neljä joten operaattorien kokonaismäärä on kahdeksan. Projektissa rakennamme valvomon, jolla voidaan tarkistus keskittää yhteen paikkaan. Keskitetyssä valvomossa työskentelee kaksi operaattoria, jotka tarkastavat hitsauslaatua monitoreilta ja yksi operaattori hoitaa juoksevia asioita esim. tuurauksia. Projekti aloitetaan suunnittelulla ja tarjousten kilpailutuksilla, käymme läpi rakennusvaiheet, niiden tuomat haasteet sekä kameravalvonnan asentamisen ja niiden tuomat haasteet. Lopputuloksena meillä on valvomo, joka on tehty määräysten mukaan sekä prosessi joka läpäisee sekä asiakas- että IATF-auditit.

Projektin alkaa ideasta, idea tuli tästä projektista tuotantopäälliköltä. Projektin idean ollessa selvillä aloitetaan suunnittelu. Ensin projekti aikataulutetaan, mutta tässä tapauksessa projektilla oli kiire saada käyntiin joten erillistä aikataulutusta projektille ei luotu. Suunnitteluvaiheessa on hyvä määrätä projektipäällikkö tai projekti-insinööri, kuka vastaa projektin toteutuksesta, aikataulusta sekä sujuvuudesta. Ensimmäiseksi kartoitetaan kuinka paljon rahaa tarvitaan projektin hankintoihin. Tässä projektissa raha tarpeen kartoitus aloitetaan kunnossapito -sekä tuotantoinisinöörien konsultoinnilla, jotta osataan tehdä nykyisen linjan kanssa yhteensopivat hankinnat. Suunnitelmien valmistuessa on arvoitu budjetti selvillä.

Ensimmäiset tarjoukset kysytään jo tehtaan rakennusvaiheessa käytetyiltä urakoitsijoilta, jos he pystyvät tarjoamaan palveluita tai tuotteita joita tarvitsemme projektissa. Se miksi suositaan ensitilassa jo tunnettuja tai käytettyjä urakoitsijoita niin pääasiallinen syy on jo valmiiksi tehdyt sopimukset yritysten välillä. Valmet Automotive EV Powerin tuotanto sekä valmistusprosessit ovat salassapidettäviä, joten jo käytettäviltä urakoitsijoille on tehty NDA-sopimus.

Jos nykyiset urakoitsijat eivät pysty tarjoamaan tarvittavia palveluita tai tuotteita niin tämän jälkeen alamme etsimään sopivia urakoitsijaehdokkaita Valmet Automotive Uudenkaupungin tehtaalta. Tämä on looginen vaihtoehto, koska Valmet Automotive EV Power OY on Valmet Automotiven tytäryhtiö niin sopimukset on helppo tehdä, tekijät ovat ennestään tunnettuja ja urakoitsijalta löytyy referenssit emoyhtiön palveluksesta.

Tapauksessa jos tunnetut urakoitsijat eivät kykene tarjoamaan palveluja niin alamme etsimään uusia urakoitsija ehdokkaita.

2.1 Tarpeiden kartoitus

Projektin alkuvaiheessa selvitetään mitä on hankinnassa ja määritellään millaista projektia ollaan tekemässä. Tässä tapauksessa haetaan kustannussäästöjä korvaamalla useita operaattoreita kamerajärjestelmällä, jolloin voidaan kahdeksan ihmisen työ tehdä kahdella työntekijällä. Projektin myötä saadaan myös kerättyä arvokasta visuaalista dataa jota voidaan käyttää esimerkiksi laadun analyysissä tai koulutuksissa.

Tarvitsemme fyysisen paikan valvomolle, johon voidaan perustaa työpisteet kahdelle työntekijälle. Työpisteille tarvitsemme myös kalusteet ja tietokoneet sekä muut tarvittavat laitteet. Johtoryhmä on pyytänyt projekti-insinööriä suunnittelemaan paikan valvomolle. Ideaali paikka olisi mahdollisimman lähellä tuotantoa, missä 4-eye check tarkistuspisteet sijaitsevat. Johtoryhmä esitti toivomuksensa valvomoa varten, että kiinteä valvomo olisi heidän mielestään paras.

Valvomoa varten tarvitsemme myös sähköä ja myös dataliitännät, vaikka tässä vaiheessa emme tiedä vielä minkälaisia liitännöitä tarvitsemme valvomossa niin päätämme silti varautua. Ennakkotapauksista voimme saada pientä tietoa mitä voimme hyödyntää tässä. Tarkemmat spesifikaatiot saamme kameroiden toimittajalta kun sopivat tarjous on hyväksytty. Tässä vaiheessa tiedämme, että valvomoon tulee kaksi tietokonetta, kahdeksan näyttöpäätettä sekä motorisoidut ergonomiapöydät.

Tuotannosta on myös arkkitehtikuvat ja muutokset tarvitsee päivittää tehtaan pohjapiirustukseen kun rakenteellisia muutoksia tehdään tuotannossa. Projektinsinööri on vastuussa pohjapiirustuksien muutoksista.

Joissain projekteissa saattaa tapauskohtaisesti tulla tilanne missä esimerkiksi asiakas voi vaatia prosessin muutosta tietynlaiseksi. Tämän tyylinen tapaus saattaa hyvinkin tapahtua sopimusvalmistuksessa, jos vaikka asiakas todennut että tietynlainen käytäntö on toimiva jossain muualla. Tällöin voidaan implementoida prosessi myös toiselle asiakkaalle.

2.2 Tarjousten käsittely

Kun tarpeiden kartoitus on projektille tehty, niin meillä on arvio siitä mitä tarvitsemme. Tämän jälkeen joka alansa asiantuntijat pyytävät tarjouksen erityisosaamiensa aloilta jotka ovat heille tuttuja. Yrityksessä toimitaan samalla tavalla kuin julkisissa hankinnoissa. Tämä tarkoittaa sitä että jos hankinnan hinta ylittää kilpailutukseen vaadittavan summan, niin tällöin tarvitsemme kilpailutetun tarjouksen vähintään kolmelta toimitsijalta.

Valvomorakennelman toimittajilta oli vaikea saada tarjousta, koska pyyntömme oli hieman erikoinen markkinoihin nähden tästä saimme seuraavanlaisen tarjouksen. Tarjouksessa olisimme vuokrannet ”kontin mikä olisi täyttänyt tarpeemme leasing hinta olisi ollut alle kilpailutettavan summan. Ongelmaksi tässä tuli, että valvomorakennelmissa oli katto ja jos rakennelma sisältää katon niin tällöin tarvitsee hakea rakennuslupaa. (Salo, 2021)

Ongelmaksi muodostui myös sprinklerijärjestelmän sekä ilmanvaihdon toteuttaminen. Uudet vaatimukset ja lupabyrokratia huomioon ottaen hinta nousi merkittävästi ja tarjous olisi tarvinnut kilpailuttaa.

Sähköjen ja muiden kaapeleiden vetoon pyysimme tarjouksen jo tiloissamme työskentelevältä paikalliselta sähköurakoitsijalta. Yritys antoi kustannusarvion kaapelinedosta sekä pientarvikkeista. Tätä ei tarvinnut lähteä kilpailuttamaan

hinnan jäädessä paljon alle kilpailutussummasta sekä myös tämä on ennestään tunnettu urakoitsija, joka tunki tehtaalle tilat hyvin.

Valvomossa työskennellään näyttöpäätteiden edessä, joten tarvitsemme tarjouksen vielä valvomokalusteista. Kalusteet eivät kuuluneet valvomorakennelman tarjoukseen, joten joudumme kustantamaan ne itse. Tarjous pyydetään yhteistyökumppanilta joka on toimittanut tehtaalle ennestään kalusteita. Yhteistyökumppanin tarjous jäi hyvin alle kilpailutussumman.

2.3 Tarjousten yhteenveto

Kun projekti on vaiheessa, jossa kaikki tarvitsemamme tarjoukset ovat saatu on hyvä tehdä ennen projektin seuraavaa vaihetta yhteenveto. Yhteenvedossa järjestetään kokous, missä kaikki asiantuntijat ovat paikalla. Tarjouksista tehdään joko powerpoint esitys tai jokainen asiantuntija saa esittää tarjouksen ja pyytämänsä asiansa johtoryhmälle. Johtoryhmälle argumentoidaan myös tarjouksen hyvät ja huonot puolet sekä valmistaudutaan kysymyksiin, joita johtoryhmä saattaa kysyä.

Ennen asian esittämistä johtokunnalle, päätimme yhdistää tarjoukset jokaiselta osa-alueelta yhdeksi powerpoint esitelmäksi.

3 Hankinta kokous

Hankintakokouksessa päätetään yrityksen johdon kanssa hankinnoista sekä lasketaan yhteen projektista tulevat kustannukset. Kokouksessa lasketaan myös arvioidut hyödyt mitä projektilla voidaan toteuttaa, kuten esimerkiksi kustannussäästöt. Kokouksessa on yleensä paikalla henkilöt, jotka vastaavat yrityksen hankinnoista ja ostoista.

Projektia varten avattiin tuotannonhallinta järjestelmään oma kustannuspaikka, jotta finanssi-osasto saa valvottua projektin kustannuksia kirjanpidollisista syistä. Kokouksessa päätettiin, projektin kokonaisbudjetti.

3.1 Kamerajärjestelmää koskeva asia

Kokouksessa esiteltiin johtoryhmälle kamerajärjestelmien tarjoukset, johon olimme eritelleet hyvät ja huonot puolet. Tarjouksia katsottiin kolme kappaletta, koska hinta kaikissa oli tämä kilpailutuksen vaativa summa. Kokouksessa esiteltiin kolme tarjousta, joista yksi oli huomattavasti edullisin.

Näistä yksimielisesti päätettiin toimittajaksi edullisimman yrityksen tarjoaman järjestelmän, koska hinta oli huomattavasti edullisempi kuin kilpailijoilla. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa. Päätöksestä tehtiin kirjallinen muistio, minkä yrityksen johtoryhmä allekirjoitti.

3.2 Valvomorakennelmaa koskeva asia

Valvomorakennelmaksi kaavailtiin valmiiksi koottua konttia, joka siirrettäisiin vain paikalleen. Olimme saaneet tästä tarjouksen yritykseltä, joka tarjosi leasing palveluna konttia. Ongelmaksi tässä havaittiin lupakysymykset, jos tiloihin tuodaan kontti, joka on umpinainen niin tällöin tähän tarvitsee hakea rakennuslupa. Rakennusluvan lisäksi, konttiin tarvitsee tehdä sprinkleri asennukset sekä LVI suunnitelmat. Ehdotimme konttirakennelman tilalle kevyttä sermirakennelmaa. Johtoryhmälle tämä oli hyvä ajatus.

Sermirakennelmalle annettiin kokouksessa budjetti. Tähän budjettiin oli määrä mahtua sermirakennelma, valvomon kalusteet sekä muut tarvittavat hankinnat. Tämän päätöksen myötä jouduimme katselmoimaan tarjouksia uudelleen, miten voisimme hyödyntää näitä. Valvomon sähköistykseen sekä datakaapelointiin tällä ei ollut vaikutusta, joten pystyimme jatkamaan sähköurakoitsija yrityksen antamalla tarjouksella sekä kalustetarjoajan antamalla tarjouksella.

4 Projektin toteutus

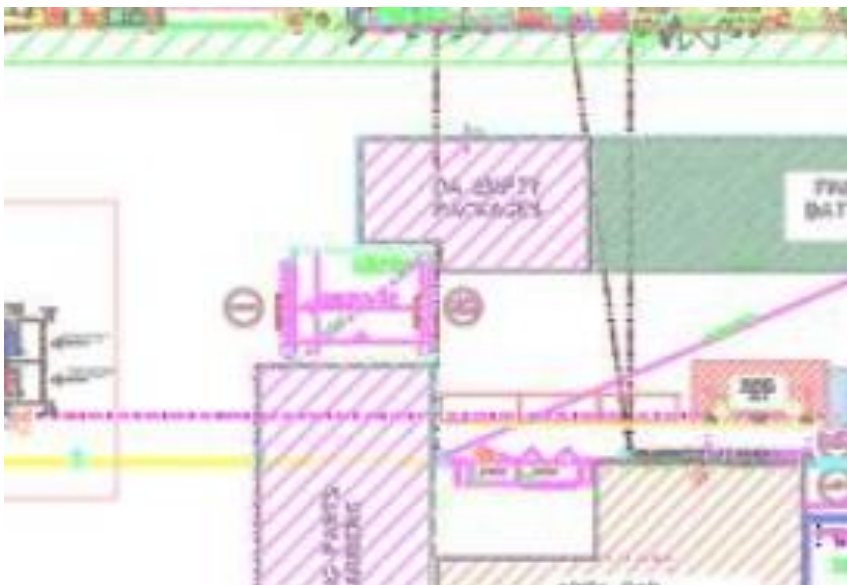
Projektia lähdetään toteuttamaan vaiheittain; kun hankintaan liittyvät asiat ovat selvillä niin voidaan aloittaa projektin rakennusvaihe. Rakennusvaiheessa on otettava huomioon useita asioita. Ensinnäkin missä vaiheessa kukin urakoitsija tulee suorittamaan heille määrätyt työvaiheet. Tämä on kriittistä sillä, jos joku työvaihe on suoritettu jo niin työvaihe vaikeuttaa tai jopa estää seuraavan urakoitsijan työt. Ennen toteutusta päätimme konsultoida vanhoja projektipäälliköitä, miten olisi hyvä toteuttaa projekti vaiheittain.

Hyvä huomio projektin aloitusvaiheessa on, että tuotantotilat ovat puhdastila. Puhdastila tarkoittaa, että organisaatio on määritellyt standardit tilan puhtaudelle. Tähän otamme rakennusvaiheen alussa laadun organisaation mukaan ja asetamme projektialueelle partikkeli ansoja. Koska tuotantotila on puhdastilaa, niin näillä saamme luotettavaa dataa miten paljon rakennusvaiheessa tulee ylimääräisiä partikkeleita tilaan ja mahdollisesti myös tehdä toimenpiteitä tämän osalta.

4.1 Tehtaan layout muutossuunnittelu

Kun projektia lähdetään suunnittelemaan lay-out suunnitelma on hyvä tarkistella ja arvioida huolellisesti ennen rakennustöiden aloittamista. Tämä helpottaa kalusteiden tilaamista, asennuksia ja tarjoaa muuta yleistä visuaalista apua projektin aikana. (Chrysler LLC, 2008)

Jokaisesta rakennuksesta on olemassa arkkitehtikuvat, joten ensimmäinen vaihe on päivittää suunnitelma rakennuksen arkkitehtikuvaan. Tämä onnistui helposti, sillä meillä oli tuotannon tiloista olemassa arkkitehtikuva, niin Auto CAD ohjelmalla teimme muutoksen piirustuksiin. Arkkitehtikuva oli helppo muokata koska skaalaukset ja asetukset olivat valmiina asetettu.



Kuva 1 Alkuperäinen layout kuva

Valvomon paikka päätettiin sijoittaa tuotannon tiloihin tyhjiin kulmaukseen. Tämä on lähellä 4-eye check pisteitä, jos työpiste tarvitsee akuuttia huomiota tarkastajan toimesta.

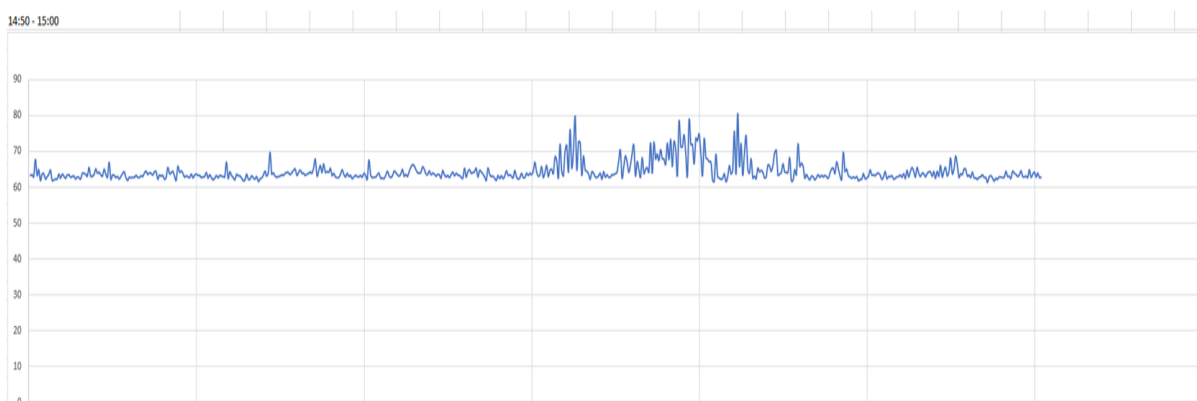
4.2 Valvomon suunnittelu ja rakennus

Ensiksi tuotantopäällikkö ehdotti että valvomomme ei rakennettaisi erillistä tilaa, vaan asentaissimme kalusteet sekä näyttöpäätteet suoraan niille osoitetuille paikoille. Ehdotuksella olisimme päässeet reilusti alle budjetin, mutta kyseenalaistin tämän päätöksen vedoten näyttöpäätteillä työskentelevien operaattoreiden kognitiiviseen ergonomiaan ja ulkoisiin häiriötekijöihin. Tämä ymmärrettiin tuotantopäällikön toimesta ja päätimme rakennuttaa erillisen kulmauksen. Teetätimme HSE-organisaation toimesta desibelimitaustutkimuksen (kuva 2) tiloihin jolloin sermejä ei ollut vielä rakennettu.

Mittauksista ilmenee että keskimääräinen desibeli arvo on noin 65,4db. Piikkiarvot ovat hieman yli 80db, tästä saattaa aiheutua häiriötä valvomossa

työskenteleville operaattoreille. Ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä tämä huomioitiin rakennusurakassa. Desibelimittauksia suoritettiin neljänä eri ajankohtana ja näkyvä mittaus antoi suurimmat tulokset. (Kuva 2)

Mittaukset suoritettiin ajankohtana 14:50-15:40, ajankohta valittiin vuoronvaihdon jälkeen. Oletuksena oli, että materiaali liikkuu tässä vaiheessa eniten sekä mahdollisia melulähteitä on eniten.

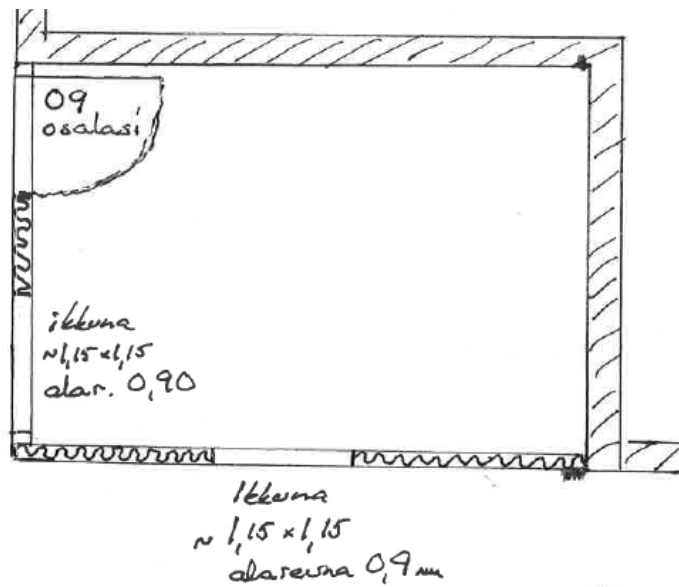


Kuva 2 Desibelimittauksen tulos

Mittausten jälkeen huoleksi heräsi valvomossa työskentelevien turvallisuus. Vaikka valvomossa on kaavailtu kahden henkilön työskentelevän niin, jos molemmat henkilöt tulevat äkisti työkyvyttömäksi. Tilanteeseen varauduttiin suunnittelemalla valvomoon ikkunat, jolloin ohikulkijat huomaisivat mahdollisen tilanteen ja reagoisivat tähän välittömästi.

Koska ensin hankintakokouksessa esitelty valvomorakennelma osoittautuikin liian hankalaksi rakennuslupien, sprinklereiden ja ilmanvaihdon takia niin päädyimme rakentamaan yksinkertaisen sermirakennelman. Ehdottamastani sermirakennelmasta teimme tarjouspyynnön rakennusyritykselle, jota olemme käyttäneet useissa projekteissa ja heillä oli samalla hetkellä urakoitsijoita töissä tiloissamme.

Rakennesuunnittelussa pääsimme projektissa helpolla. Tiloissamme olimme käyttäneet kyseistä rakennusurakoitsijaa, joten kutsuimme urakoitsijan käymään tiloissamme ja käymään hänen kanssaan tilat läpi. Urakoitsijalle kerroimme tarpeet ja urakoitsija laati perus rakennepiirustuksen. Rakennepiirustuksesta kävi ilmi käytettävät materiaalit ja mukana tuli perus rakennepiirustus.



Uudet väliseinät: $h = 2,70$

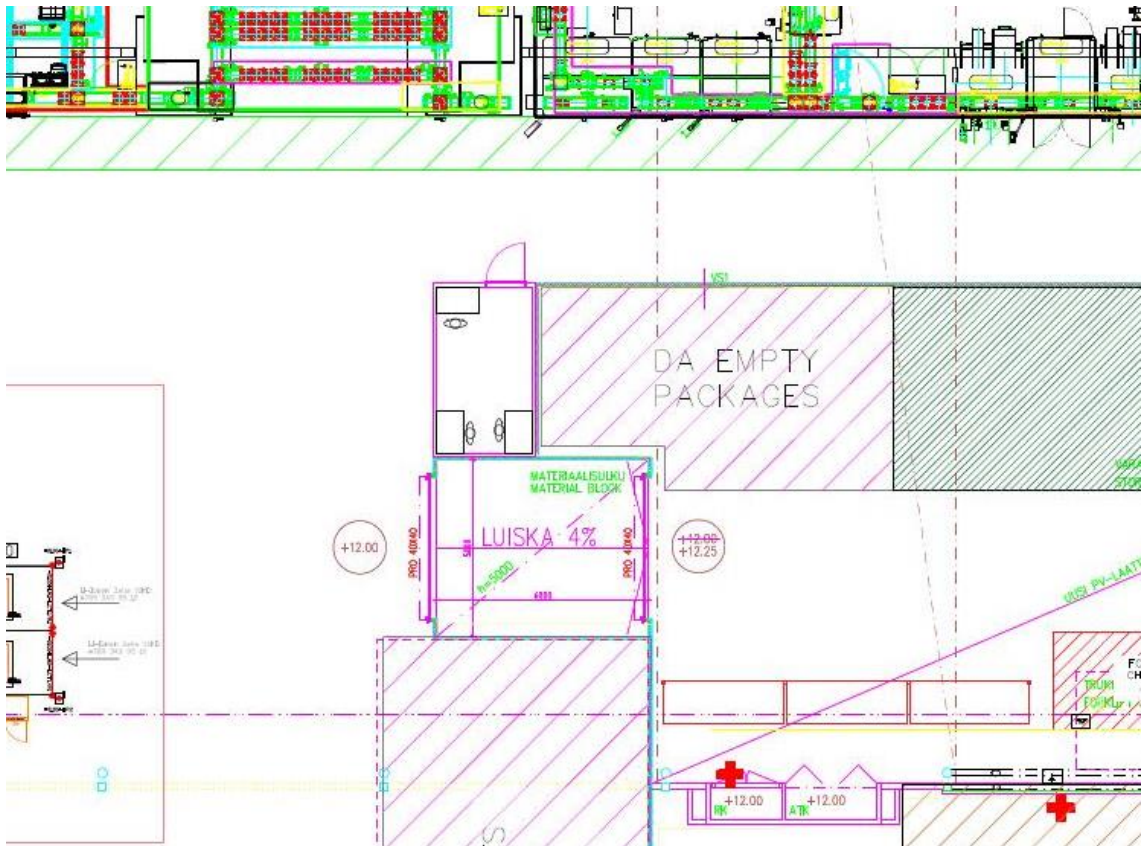
kipsilevy EK 13 mm
runko kartonki 66 mm + villo 50 mm
kipsilevy EK 13 +
tasaus + maalaus

Ikkunat 2 kpl 4 mm lasilla

Laaka Ovi 09 x 2,1 m osalasarika
Listat + filikkaat + helat

Kuva 3 Urakoitsijan tarjouksen liitteenä saatu suunnitelma

Urakoitsijan rakennepiirustusta hyödyntäen voimme täydentää layout muutoksen olemassa olevaan tehtaan tuotannon layout suunnitelmaan. Suunnitelmasta poiketen, oveen suunniteltu ikkuna ei ollut toimitusvaikeuksien takia mahdollinen, joten tämä kompensoitiin kääntämällä oven avaussuunta valvomoon sisälle. Oven avautuessa tuotannon suuntaan on mahdollista, että työntekijä saattaa törmätä oveen sitä avatessa



Kuva 4 Kuva päivitetystä tuotannon layoutista.

Ennen rakennustyön aloittamista, tarkoituksemme on myös monitoroida rakennustöistä aiheutuvien ylimääräisten partikkelien määrää. Paikan valinnassa otimme huomioon poistoilmakojen suoraan valvomoon yläpuolella, joten tilan eristämistä rakennustöiden ajaksi ei nähty tarpeelliseksi.

Rakennustyöt saatiin aloitettua nopeasti ja valvomo rakentui kolmessa päivässä. Pintakäsittely ja viimeistelytyöt kestivät viikon. Ongelmia rakennusvaiheessa tuli urakoitsijan huonon kommunikaation takia.

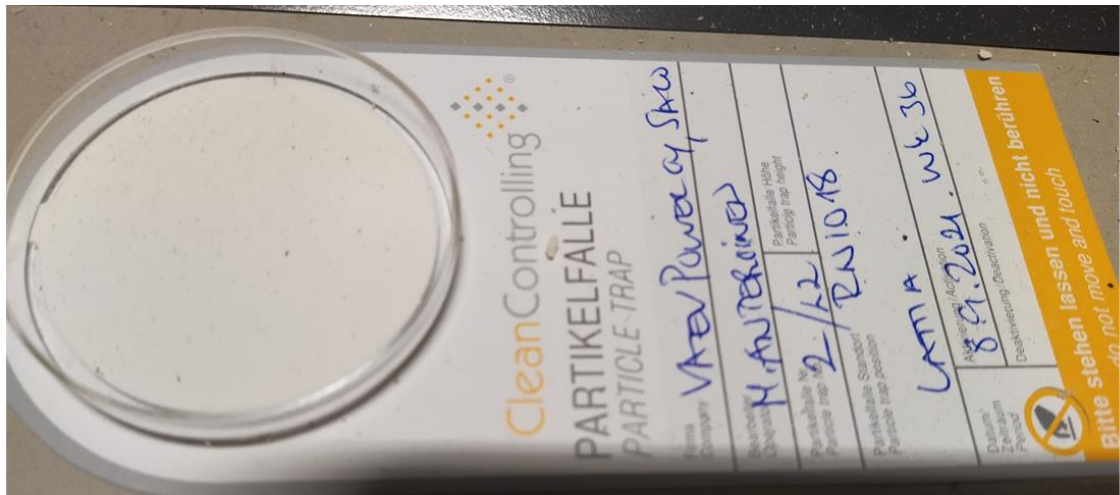
4.2.1 Rakennusvaiheesta aiheutuvat partikkelihaitat

Rakennusprojektin alkuvaiheessa asensimme partikkeli-ansoja mittaamaan tuotantotiloihin mahdollisesti aiheuttaa partikkeli haittaa. Kyseisillä partikkeli-ansoilla monitoroidaan jatkuvasti tuotannon eri prosesseissa tulevia partikkeleita. Hyvä esimerkki tässä on ruuvausprosessi, tässä tuotteeseen ruuvataan kierteittäviä ruuveja. Kyseisellä ruuvausmenetelmällä syntyy jäystettä jota kohdepoisto ei aina saa poistettua. Valvomorakennuksen yläpuolella sijaitseva tuotantotilan kohdepoisto, jonka laskelmoimme olevan tarpeeksi tehokas poistamaan kevyet partikkelit. Toinen vaihtoehto olisi ollut rakennuskohteen eristäminen, tätä ei nähty varteenotettavana vaihtoehtona koska tästä olisi saattanut tulla ESD riski. Perinteiset pressut varastoivat staattista varausta, jotka vetävät partikkeleita puoleensa. Pressuja purettaessa varaus saattaa vapautua ja partikkelit saattavat vapautua purettaessa ympäri tuotantotiloja aiheuttaen näin tuotannon partikkelimitoituksiin poikkeamia.

Urakoitsijaa pyydettiin suorittamaan pölyävät työt ulkona, jotta voidaan minimoida turhat partikkelilähteet tuotannossa.

4.2.2 Partikkeli-ansat

Partikkeli-ansoja asetettiin rakennusvaiheessa kolme kappaletta. Tähän päädyttiin siksi, että yksi ansa ei tuota tarvittavaa määrää analysoitavaa dataa. Jos ansoja taas olisi useampi, niin tällöin data saattaisi toistaa itseään. Sijainnit näkyvät kuvassa 6.



Kuva 5 Käytettävät partikkeliansat

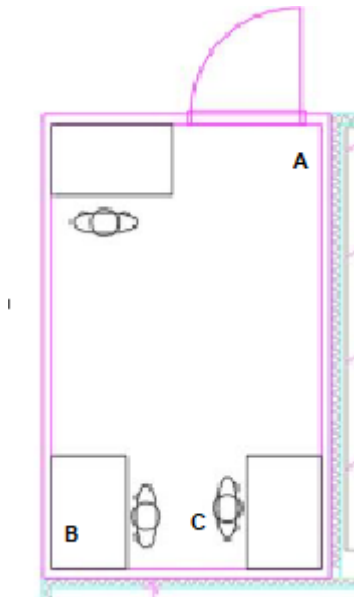
Käyttämämme partikkeli-ansat ovat CleanControlling valmistamia standardi partikkeli-ansoja, joita käytetään tehtaalla. Toimintaperiaate on yksinkertainen, analyysipinta on tarramateriaalia, joka kiinnittää leijaavat partikkelit jotka laskeutuvat analyysi-alueelle. Kun monitorointi periodi on valmis niin analysointi alueen kiekoon laitetaan kansi, joka avataan vasta laboratoriossa.

Partikkeli-ansaan on merkitty laatuorganisaation toimesta tutkinta pyyntö "RN" numero, joka pystyy identifioimaan järjestelmästä mitä tässä tutkintapyynnössä halutaan laboratorion toimesta analysoida. Ansaan on myös merkitty päivämäärä, sijainti sekä partikkeli-ansan tuoneen operaattorin nimi.

Paikan A ansan sijoitimme kulkuväylälle mihin todennäköisesti kerääntyy eniten ylimääräisiä partikkeleita. Oletus tähän on se, että tuotannossa ei ole lattatasossa ilmavirtoja. Jos ilmavirtoja ei ole niin normaali pöly kerääntyy näihin paikkoihin ja ohi kuljettaessa ilmavirta saa pölyn liikkeelle.

Paikan B ansan sijoitimme kulmaukseen lattialle, koska täällä ei myöskään ole ilmavirtoja. Kulmauksessa ei myöskään ole urakoitsijoiden ylimääräistä liikennettä. Tämä on silti kykenevä lukitsemaan lattiatasolle putoavat partikkelit.

Paikan C ansan sijoitimme poikkeuksellisesti hieman korkeammalle. Sijainti on pöydällä, jonka uskomme olevan puhtain. Tehtaan poistoilmaventtiili sijaitsee myös suoraan tämän partikkeli-ansan yläpuolella.



Kuva 6 Partikkeli-ansojen sijainti

4.2.3 Partikkeli-analyysit

Partikkeli-aikojen mittausaikojen täytyttyä laboratorio aloittaa ansojen analysoinnin. Analysointi suoritetaan Leican mittausmikroskoopilla, joka pystyy analysoimaan jopa muutaman mikrometrin kokoisia partikkeleita.

Analysoinnissa mikroskooppi hakee kahden tyyppisiä partikkeleita, heijastavia sekä ei heijastavia. Ennen analysointia tiesimme, että projektista ei aiheudu heijastavia partikkeleita. Asetimme pääpisteen ei heijastaville ja kuitumaisille partikkeleille.

Used configuration: Date: Time:
Operator:

| Workflow information | | | |
|----------------------|---------------------|------------------|---------------|
| Plant | VA EV Power Oy Salo | Location | RN1018 Lattia |
| Trap ID | 3/L2 Lattia | Measurement time | wk36_wk37 |
| | | | |

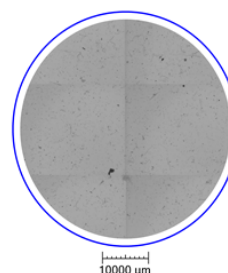
| System information | | | |
|--------------------|---------|---------------|--------------------------------|
| Microscope: | DMS1000 | C-Mount: | 0,33x |
| Objective: | 0,246x | Illumination: | 1 |
| Camera: | DMS1000 | Gamma: | 0,5!(0.5) |
| Exposure: | 9,80ms | Cal. value: | 15,34 $\mu\text{m}/\text{pix}$ |

Sample ID:

| | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Measured diameter [mm]: | <input type="text" value="44"/> | Counted particles: | <input type="text" value="47"/> |
| Histogram max.: | <input type="text" value="164"/> | Reflective: | <input type="text" value="3"/> |
| Threshold: | <input type="text" value="0-93"/> | Non-refl.: | <input type="text" value="44"/> |
| Filter occupancy [%]: | <input type="text" value="0"/> | Total fiber length*: | <input type="text" value="0,00"/> |

Largest particles on filter [μm]*

| Reflective | Non-reflective |
|---|--|
| Length: <input type="text" value="406,09"/> | Length: <input type="text" value="1584,09"/> |
| Width: <input type="text" value="364,29"/> | Width: <input type="text" value="947,12"/> |
| Height: <input type="text" value=""/> | Height: <input type="text" value=""/> |



Result table Number of parts Wetted vol./surface

| Classes [μm] | Name | Limit | Particle length (Feret max.) | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|------------------------------|-------|--------------|-------|--|-------|
| | | | on filter | | on component | | on 1000mm ² /100mm ³ | |
| lower | upper | | total | refl. | total | refl. | total | refl. |
| 150 | 150 < x | 500 | 53 | 3 | | | | |
| 500 | 500 < x | 0 | 6 | 0 | | | | |
| 1000 | 1000 < x | 0 | 1 | 0 | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Overall results failed passed

Comments:


Signature: _____

*Sum of elongated fiber length; **Length & width by Feret max and Feret min

Kuva 7 analyysit ansasta "A"


Kuten oletimme niin partikkeli ansa "A" antoi suurimmat partikkelihaitat työmaalla tapahtuvan liikkumisen takia. Yhteensä partikkeleita löytyi tästä ansasta 63 kappaletta, joista 3 oli heijastavia partikkeleita. Tuloksissa huolestuttavaa on se, että yksi partikkeli ylitti sallitun rajan tälle alueelle. Sallitun

rajan ylittyessä, meidän tarvitsee analysoida partikkelia ansaa tarkemmin. Lukumääräisesti partikkeleita oli ainoastaan yksi kappale, joten tämä ei aiheuta huolta. Kuva 8 kertoo meille tarkemman analyysin tuloksen. Suoraan voimme varmuudella sanoa, että kyseessä on pala puukuituvillaa. Villaa urakoitsijat käyttivät rakennusprojektissa. Kyseessä ei ole huolta-aiheuttava partikkeli johon osasimme varautua, että tämä oli odotettavissa joten tästä ei aiheutunut toimenpiteitä. Heijastavat partikkelit alittivat 150 mikrometrin rajan, joten näihin ei kiinnitetty analyysissa huomiota.



VALMET AUTOMOTIVE

Cleanliness Analysis

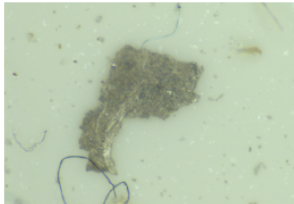


Used configuration: Particle_traps_08

Date: 13.09.21

Time: 04:27:06

Operator: Hannu Peltokorpi




| ID | Fmax | Fmin | Max ICD |
|--------|-----------|----------|----------|
| 28 | 1584,03 | 947,12 | 722,75 |
| height | refl. Y/N | X pos. | Y pos. |
| | N | 20414,56 | 29893,29 |

| ID | Fmax | Fmin | Max ICD |
|--------|-----------|--------|---------|
| height | refl. Y/N | X pos. | Y pos. |

| ID | Fmax | Fmin | Max ICD |
|--------|-----------|--------|---------|
| height | refl. Y/N | X pos. | Y pos. |


Kuva 8 Tarkempi tutkimuskuva partikkelista, joka ylitti spesifikaatiot.

Seuraavaksi tarkastelun kohteena on partikkeli ansa "B". Partikkeli ansa "B" sijaitti rakennuksen kulmassa lattialla. Odotuksemme analyysien tuloksista oli, että tähän ei kerääntyisi paljoa partikkeleita. Kulmassa ei esiintynyt urakoitsijoiden jatkuvaa liikettä, ainoastaan silloin kun kipsilevyseinää pystytettiin. Kuten kuvasta 9 selviää analyysin tulokset, niin oletuksemme oli oikeassa. Ansassa oli 26 kappaletta partikkeleita, mutta partikkeleiden koko oli alle spesifikaation. Partikkelit olivat kaikki alle 150 mikrometriä ja yksikään partikkeleista ei ollut heijastava, joten tämä ei johtanut tarkempiin tutkimuksiin.



VALMET AUTOMOTIVE

Cleanliness Analysis



Leica
MICROSYSTEMS

Used configuration:

Date: Time:

Operator:

Workflow information

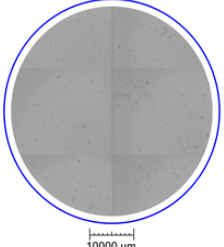
| | | | |
|---------|---------------------|------------------|---------------|
| Plant | VA EV Power Oy Salo | Location | RN1018 Lattia |
| Trap ID | 2/L2 Lattia | Measurement time | wk36_wk37 |
| | | | |

System information

| | | | |
|--|--|---|---|
| Microscope: <input type="text" value="DMS1000"/> | C-Mount: <input type="text" value="0,33x"/> | Camera: <input type="text" value="DMS1000"/> | Gamma: <input type="text" value="0,5!(0.5)"/> |
| Objective: <input type="text" value="0.246x"/> | Illumination: <input type="text" value="1"/> | Exposure: <input type="text" value="9,80ms"/> | Cal. value: <input type="text" value="15,34"/> $\mu\text{m}/\text{pix}$ |

Sample ID:

| | |
|---|---|
| Measured diameter [mm]: <input type="text" value="44"/> | Counted particles: <input type="text" value="26"/> |
| Histogram max.: <input type="text" value="164"/> | Reflective: <input type="text" value="0"/> |
| Threshold: <input type="text" value="0-93"/> | Non-refl.: <input type="text" value="26"/> |
| Filter occupancy [%]: <input type="text" value="0"/> | Total fiber length *: <input type="text" value="0,00"/> |



Largest particles on filter [μm]*

| | |
|---|--|
| Reflective Length: <input type="text"/> Width: <input type="text"/> Height: <input type="text"/> | Non-reflective Length: <input type="text" value="276,51"/> Width: <input type="text" value="33,95"/> Height: <input type="text"/> |
|---|--|

Result table

Number of parts

Wetted vol./surface

| Classes | | | | Particle length (Feret max.) | | | | | | |
|-------------------|-------|----------|-------|------------------------------|--------|--------------|-------|--|-------|--|
| [μm] | | Name | Limit | on filter | | on component | | on 1000mm ² /100mm ³ | | |
| lower | upper | | | total | refl. | total | refl. | total | refl. | |
| 150 | | 150 < x | 500 | 26 | 0 | | | | | |
| 500 | | 500 < x | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 1000 | | 1000 < x | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Overall results | | | | passed | passed | | | | | |


Comments:

Signature: _____


*Sum of elongated fiber length; **Length & width by Feret max and Feret min

Kuva 9 Analyysi ansasta "B"

Viimeisenä tarkastelun kohteena on partikkeli ansa "C", joka sijaitti pöydällä. Oletus on, että tämä on kaikista "puhtain" ansa, koska lähellä ei ole paljoa liikettä ja ne olivat suhteellisen kaukana rakennuksesta aiheutuvasta partikkeleista. Lisäksi vielä tämä on korkeammalla tasolla, jolloin lattialla olevat irtopartikkelit eivät jää ansaan kiinni.


VALMET AUTOMOTIVE

Cleanliness Analysis


Leica
 MICROSYSTEMS

Used configuration:

Date: Time:

Operator:

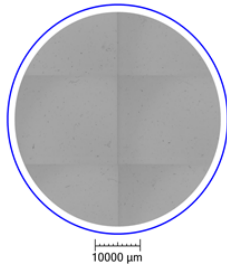
Workflow information

| | | | |
|---------|---------------------|------------------|-----------|
| Plant | VA EV Power Oy Salo | Location | RN01018 |
| Trap ID | 1/L2 pöytä | Measurement time | wk36_wk37 |
| | | | |

System information

| | | | | | | | |
|-------------|---------|---------------|-------|-----------|---------|-------------|--------------|
| Microscope: | DMS1000 | C-Mount: | 0,33x | Camera: | DMS1000 | Gamma: | 0,5!(0.5) |
| Objective: | 0,246x | Illumination: | 1 | Exposure: | 9,80ms | Cal. value: | 15,34 μm/pix |

Sample ID:



Measured diameter [mm]:

Counted particles:

Histogram max.:

Reflective:

Threshold:

Non-refl.:

Filter occupancy [%]:

Total fiber length *:

Largest particles on filter [μm]²*

| Reflective | Non-reflective |
|------------------------------|------------------------------|
| Length: <input type="text"/> | Length: <input type="text"/> |
| Width: <input type="text"/> | Width: <input type="text"/> |
| Height: <input type="text"/> | Height: <input type="text"/> |

Result table

| | | | |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Number of parts | <input type="text"/> | Wetted vol./surface | <input type="text"/> |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|

| Classes [μm] | | Name | Limit | Particle length (Feret max.) | | | | | |
|-----------------|-------|----------|-------|------------------------------|--------|--------------|-------|-------------------|-------|
| lower | upper | | | on filter | | on component | | on 1000mm²/100mm³ | |
| | | | | total | refl. | total | refl. | total | refl. |
| 150 | | 150 < x | 500 | 3 | 0 | | | | |
| 500 | | 500 < x | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 1000 | | 1000 < x | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Overall results | | | | passed | passed | | | | |

Comments:

Signature: _____

*Sum of elongated fiber length; **Lenght & width by Feret max and Feret min

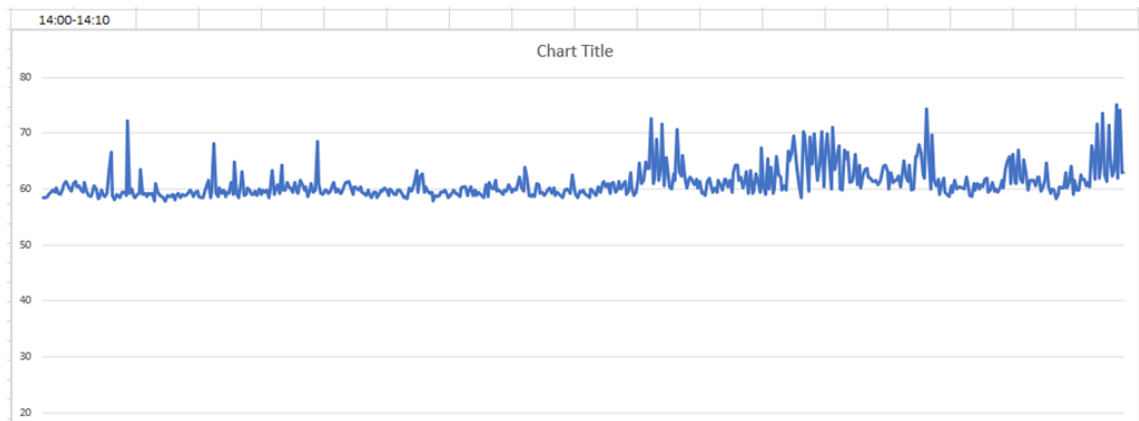
Kuva 10 Analyysi ansasta "C"

Tulokset ovat kutakuinkin mitä odotimme, eli partikkeli-ansassa oli ainoastaan kolme partikkelia. Partikkelit eivät ole heijastavia sekä ovat reilusti alle spesifikaation.

Yhteenvedona voimme todeta, että valvomon rakennusprojekti oli onnistunut urakoitsijan toimesta. Poikkeuksena tässä oli että urakoitsija ei ilmoittanut työn vaiheista ollenkaan. Kerran jouduimme soittamaan urakoitsijalle, että missä ovat kun ei olleet rakennustyömaalla sovittuna ajankohtana.

4.2.4 Valvomon valmistumisen jälkeiset desibelimittaukset

Valvomon valmistuttua, ajatuksemme oli, että rakennetut sermit estävät suurimmat äänet ja tarvetta erillisille äänieristeille ei ole tarvetta. Pyysimme HSE-organisaatiota suorittamaan desibelimittaukset samoilta paikoilta kuin kuvan 2 mittaukset tehtiin. Tulokset eivät yllättäneet, sillä valvomon lattia on metallia sekä seinät jonka varaan rakensimme lisäsermit ovat myös peltiä. Metallit johtavat hyvin ääntä sekä metallin äänen absorptiokyky on huono.

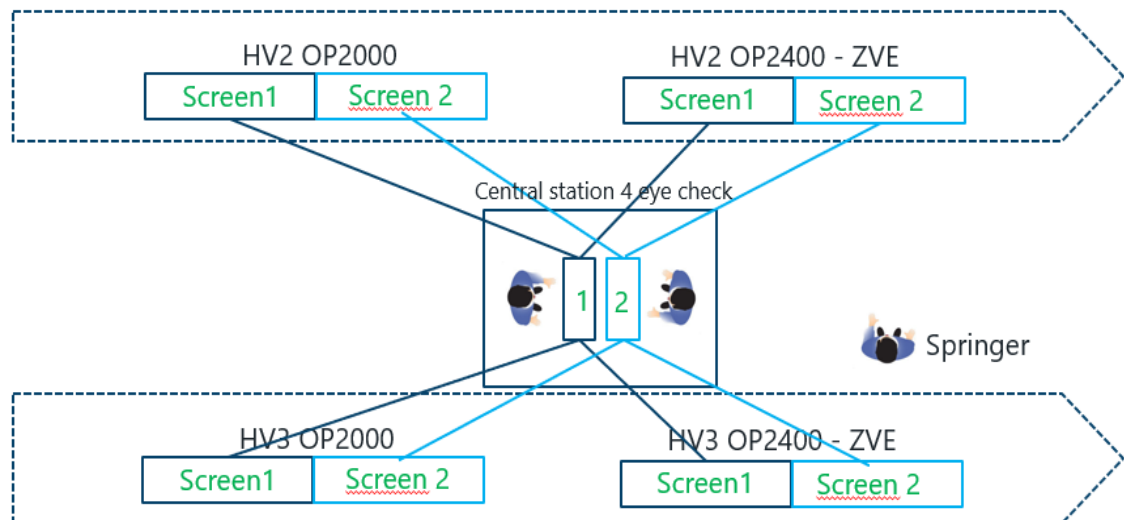


Kuva 11 Uudet desibelimittaukset

Uudet mittaukset kertovat, että saimme staattista desibelimäärää alennettua marginaalisesti. Koska seinät eivät kykene absorboimaan ääntä niin tilaan tulee ”kaiku-efekti”. Tuloksista oli hyvä huomata, että pääsimme eroon yli 80 desibelin piikeistä, jotka saattavat huonontaa kognitiivista ergonomiaa. Tässä kohtaa projektia tuli ensimmäinen epäonnistuminen, nyt joudumme miettimään uudelleen esimerkiksi akustiikkalevyjen käyttöä tiloissa. Työsuojelun puolesta meluntaso on hyväksyttävissä rajoissa.

4.3 Kamerajärjestelmän suunnittelu ja asennus

Kamerajärjestelmän tulee asentamaan valitun kameraurakoitsija yrityksen asiantuntijat urakkatyönä. Tähän sovimme, että itse kamera-yksiköiden asennus tulee tapahtumaan päivänä jolloin ei ole tuotantoa. Tämä sen vuoksi kun joudumme muokkaamaan linjan PLC-yksiköitä. Tarkoitus kameroilla ei ole, että konenäkö tekee päätöksen onko hitsausseama hyvä vai huono vaan operaattori tekee valvomossa päätöksen erillisellä käyttöjärjestelmällä. Kamerajärjestelmään ei asenneta mahdollisuutta konenäkölogiikkaan, tarkoittaen että konenäkö ei tee päätöstä hitsauksesta vaan tämä annetaan kokonaan operaattorien päätökseksi. Operaattorit ovat suorittaneet nykyisen prosessin MFU/MSA testit. Testien tarkoitus on varmistaa, että operaattoreilla on taito havaita laatupoikkeamia hitsausseamoissa. Koska kyseessä on uusi prosessi, niin tällöin joudumme validoimaan uudelleen operaattorien osaamisen järjestämällä uudelle prosessille MFU/MSA testit. Testit tullaan toteuttamaan laatuorganisaation toimesta.



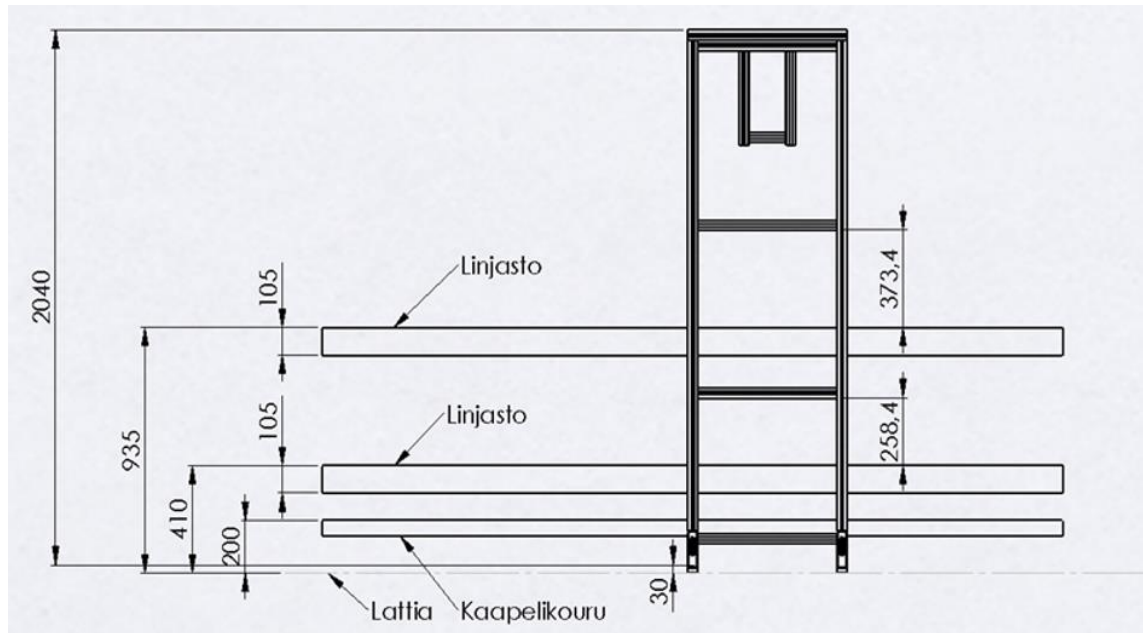
Kuva 12 suunniteltu layout valvomoon

4.3.1 Vanhan järjestelmän korvaus

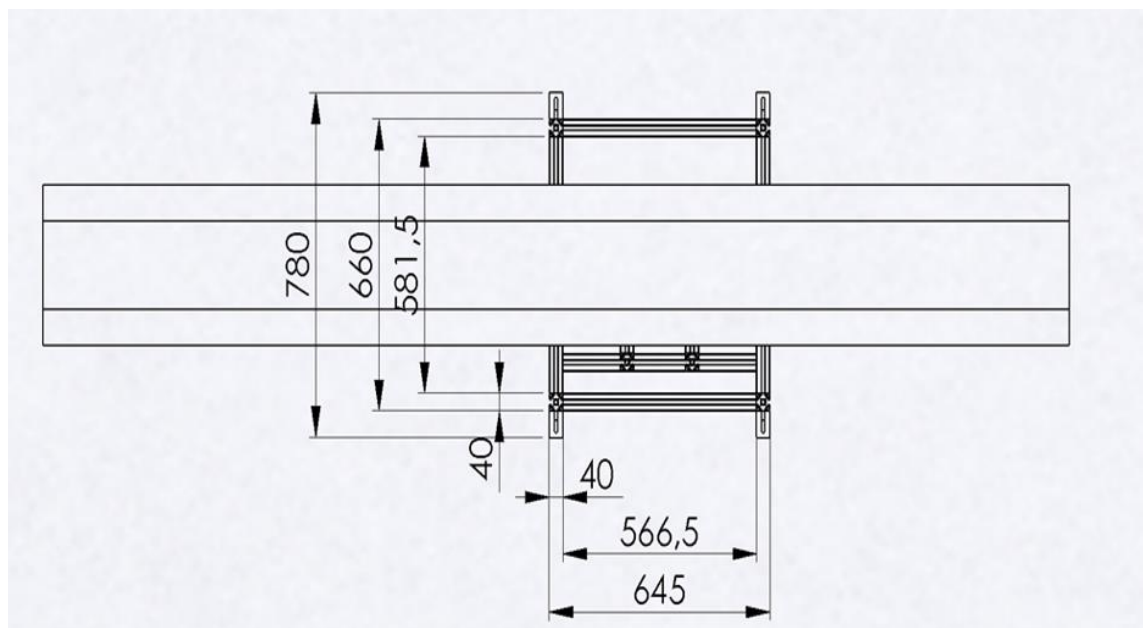
Vanha prosessi toimii molemmilla HV-linjoilla eritavalla. HV 2 linjalla operaattorit tarkastavat työpisteellä hitsaus jäljen pelkästään silmillään, apuna heillä on käytössä suurennuslasi. Tarkastettuaan hitsausjäljen operaattoreilla on käytössään painikkeet käytössä joissa on OK/NOK toiminto. OK toiminnolla powerpack jatkaa linjalla matkaa seuraavalle asemalle ja NOK toiminnolla powerpack menee ”rework” asemalle. Rework asemalla powerpack yritetään hitsata uudelleen tai jos tämä ei ole mahdollista niin powerpack romutetaan. HV 3 linjalla käytäntö on lähes samanlainen, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. HV 3 linjalla on käytössä myös kamerat yhdellä työpisteellä, jotka näyttävät kuvan hitsauslaadusta. Tällöin operaattorien ei tarvitse kurottautua aseman sisälle ja tarkastella laatua.

Korvausta edelsi kameraurakoitsija yrityksen asiantuntijoiden vierailu tehtaalla. Mukana oli rakennesuunnittelija, kenen tehtävä oli ottaa mitat nykyisistä asemista ja luonnostella uuden järjestelmän rakennevaatimukset. Tehtävänä oli myös kartoittaa tarpeelliset asennuksen rakennemuutokset. Toinen vieraileva asiantuntija oli enemmän ohjelmistopuolen asiantuntija. Hän konsultoi Valmet Automotive EV Power Oy:n ohjelmisto-asiantuntijaa, jotta PLC ohjelmistojen rakenteesta päästiin yhteisymmärrykseen. Vierailun yhtenä tarkoituksena oli myös mahdollinen kaapelinvetojen tarpeiden kartoitusten päivitys. Asiantuntijat kameraurakoitsijan yrityksen suunnalta tekevät yhteenvedon kuinka paljon kaapelia he tarvitsevat valvomorakennukseen, jonka jälkeen voimme ottaa yhteyttä urakoitsijaan joka hoitaa kaapelinvedot. Huomioitavaa tässä on että otetaanko kamerajärjestelmälle omat vaiheet sulakekaapilta vai voimmeko hyödyntää vanhoja asennuksia.

Vierailun jälkeen kameraurakoitsija yrityksen rakennesuunnittelija otti yhteyttä, että rakennepiirustusten suunnittelu on käynnissä. Varmuuden vuoksi tarkistimme, että piirustusten mitat ovat oikeat. Tällä varmistamme sujuvuuden asennusvaiheessa ettei tule yllätyksiä mitoitusien suhteen.



Kuva 13 Kuva tulevasta tarkistusasemasta edestä



Kuva 14 Kuva tarkistusasemasta alhaalta

Mitoitukset varmistettiin konkreettisesti tuotteen liikkeessä linjalla ja näistä selvisi, että meillä on vielä varaa noin 200 millimetrin virhemarginaaleille. Tässä skaalassa se on enemmän kuin tarpeeksi.

4.3.2 Uuden järjestelmän asennus

Ennen uuden järjestelmän asennusta, sähkö sekä kaapelointityöt oli tehtävä. Sähkötyöt oli suunniteltu tehtävän päivänä, jolloin tuotantoa ei ole määrätty. Tähän tuli poikkeuksena sekä hieman yllätyksenä ylemmän johdon käsky suorittaa viikonloppuna tuotantoa ylityönä, tuotantopäivä aiheutti pieniä ongelmia. Haasteena työn tekeminen tuotannollisen ylityön päivänä oli, että jokainen minuutti kun tuotanto ei ole käynnissä yritys menettää rahaa. Varsinkin ylityöpäivinä, jolloin operaattoreille maksetaan ylityökorvaukset

Ensisijaisesti koordinoimme sähkö-urakoitsijoiden kanssa kaapelien vedot, joilla ei ole suoranaisesti vaikutusta operatiiviseen tuotantoon. Tämä tapahtui sähkökaapelien vedolla jakelukeskuksesta 4-eye check valvomoon. Vaatimuksena oli, että valvomon keskustietokoneelle vedetään oma vaihe suuren tehontarpeen takia. Näyttöpäätteille vedettiin myös oma vaihe.

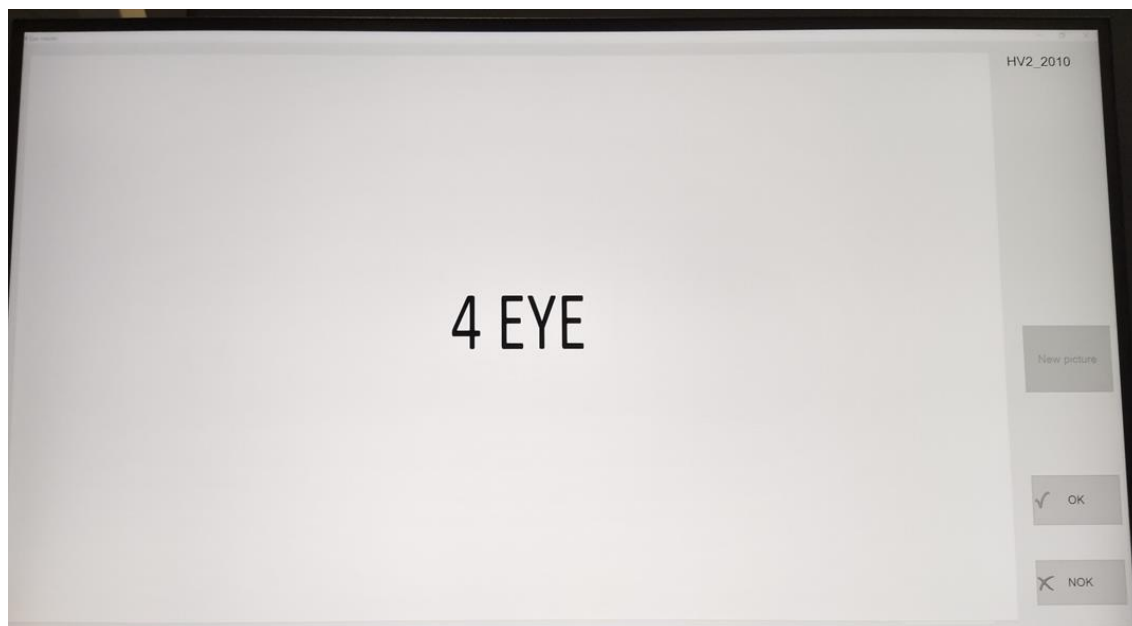
Datakaapelien veto aloitettiin valvomoa lähemmästä linjasta joka oli HV2. Tässä korostui enemmän koordinoinnin ja kommunikaation tärkeys, sillä tuotanto oli käynnissä. Ensin vuorossa oli asema OP2010, jossa tarkastetaan kolmiraita hitsaus. Kaapelit kulkevat lattian alla olevissa kuiluissa ja onneksemme kuilu meni juuri tämän aseman alla, josta saimme sen helposti otettua aseman lähelle. Laser-aseman kuljetin sammutettiin osittain kaapelin vedon ajaksi, toimenpiteellä minimoimme tuotantotappiot. Seuraavana vuorossa oli OP2400 asema, tässä ei ollut lattia kuiluja lähellä joten jouduimme hyödyntämään aseman sisällä olevia kaapeli hyllyjä. Jouduimme sulkemaan aseman kuljettimet jälleen turvallisuussyistä, tästä ei seurannut tuotantotappioita.

Seuraavana vuorossa oli HV3-linja. Tässä vetoja auttoi se että linjat ovat lähes identtiset, joten käytimme samaa tekniikkaa vedoissa. Ongelmaksi tässä muodostui, että sähkö-urakoitsijoiden työnjohtaja oli laskenut kaapelit väärin joten kaapeli loppui kesken OP2400 vedon. Kaapelin vetoa jatkettiin seuraavalla viikolla ja saatiin suoritettua ilman eri mainintoja.

Uuden järjestelmän ennakoitu aikataulu oli sovittu lokakuun loppupuolelle, mutta kuten arvelimme Covid19 pandemia on aiheuttanut maailmanlaajuisia komponenttipulaa niin tämäkin projekti myöhästyi sovitusta ajankohdasta hieman. Kameraurakoitsija yrityksen tarjouksessa mainittiin, että komponenttien saatavuus saattaa kärsiä pandemian takia joten sopimussakkoja toimituksen viivästymiselle ei ole määrätty. Kameraurakoitsija yritys ilmoitti, että pystyvät toimittamaan tarvittavat tarvikkeet marraskuun loppupuolella.

Tarvittavat suunnitelmat olivat kameraurakoitsija yrityksen toimesta valmiit, tässä vaiheessa valmistaja kutsuu yleensä validoimaan tuotteen ennen toimitusta. Valmistaja kutsui tarkistamaan tuotteen yrityksen pääkonttorille. Tämä on normaali toimenpide valmistusteollisuudessa. Vierailun tarkoituksena on varmistaa että sovittu tuote tai linja on rakennettu valmistajan tiloissa oikein ja toimii sopimuksen mukaisesti. Valmistajalla on myös velvollisuus kertoa mahdollisista vioista tai ominaisuuksista mitä ei välttämättä ole kirjattu sopimukseen, tämä on kirjattu kauppalakiin (Kauppalaki, 1987).

Kamerayrityksen vierailulla kävimme läpi perusasioita esim. mihin valvomopiste on lopullisesti sijoitettu, millaiset kaapeliyhteydet on käytössä sekä että valvomoon on riittävästi vedetty vaiheita laitteistolle. Paikalla oli Valmet Automotive EV Power Oy:n edustajista projektipäällikkö, asiantuntija sekä laatuorganisaation edustaja. Mukana veimme laboratorion tarkasteltavia näytteitä, mitä järjestelmä tulisi tarkistamaan. Tutustuimme laitteiston käyttöliittymään ja ominaisuuksiin, järjestelmä oli yksinkertaisesti toteutettu ja käyttöpääte oli yksinkertainen käyttää. Käyttökoulutus ei kestänyt montaa minuuttia, käyttöliittymässä oli ainoastaan kolme valinta vaihtoehtoa. Yksi oli "OK" painike, tähän oli lisätty logiikka virhepainallusten eliminoimiseksi. Painiketta oli painettava käyttöpääteen hiirellä yhden sekunnin ajan. Toisena vaihtoehtona oli "NOK" painike, joka käytännössä tarkoittaa sitä että tarkasteltavassa kuvassa oli laatupoikkeama. Tähän oli myös rakennettu sama logiikka kuin "OK" painikkeessa. Kolmantena vaihtoehtona oli "New Picture", tämän rakennettiin tarkoituksella, jos ensimmäinen otettu kuva oli huono tai jos siinä oli muita poikkeuksia niin operaattori sai "tilattua" uuden kuvan näytölle.



Kuva 15 käyttöliittymä lepotilassa

Kun totesimme, että järjestelmä toimi toivotulla tavalla Valmet Automotive EV Poweri Oy:n tarpeisiin niin suoritimme asiakkaalle sopimuksessa olevan maksuerän.

Uusien kameroiden asennus aloitettiin tuotannottomana päivänä lauantaina. Kameroiden asema. Asennuksen suoritti kameraurakoitsija yrityksen aliurakoitsija. Tässä havaittiin suuri ongelma, kun aloimme asentamaan kamera-asemia. Emme saaneet muokattua linjan alakuljettimia, joten jouduimme ottamaan asennettavista kamera-asemista jalat pois, jotta saisimme asemat oikein sijoitettua linjalle. Pienen metallityön jälkeen kamerat saatiin sijoitettua linjalle

Asemien asennusten jälkeen asiantuntijat aloittivat kameroiden konfiguraatiot. HV2- linjan kamerat saimme konfiguroitua, kun seuraava ongelma tuli esille. Huomasimme, että molemmilla linjoilla on sama IP osoite. Kytkiessämme HV3 linjan kameroita niin huomiomme kohdistui siihen, että molemmilla linjoilla on sama IP osoite. Tämän seurauksena järjestelmä ei pystynyt tulkitsemaan kummalta linjalta kuva tuli ja kamerat eivät toimineet yhdessä ollenkaan. Asiantuntijat alkoivat selvittää ongelmaa ja avasivat tutkintapyyntöön Valmet

Automotive EV Powerin IT palveluntarjoajalle. Viikon kuluessa ongelma saatiin korjattua. Verkko-ongelmien selvittyä, jouduimme kutsumaan kameraurakoitsijan uudelle käynnille konfiguroimaan kamerajärjestelmät.

Seuraavaksi ongelmaksi muodostui teollisuusliiton antama ylityökielto, joka hankaloitti suuresti asennustöitä. Asennukset oli tehtävä viikonloppuna ylityönä, joten Valmet Automotive EV Power OY:lta ei saatu asiantuntijaa paikalle. Tähän kehitettiin varasuunnitelma, vaikka asiantuntijaa ei saada paikalle niin konfiguroinnit voidaan suorittaa tuotannollisena päivänä. Asennus ei vaadi kanssakäymistä valmistuslinjan kanssa, joten kamerat asennetaan lauantaina ja jos jotain konfigurointi tarpeita jää niin nämä hoidetaan myöhemmin. Vaikka tästä aiheutui lisäkustannuksia niin budjetissa oli vielä varaa ongelmien ratkaisuun. Tästä käynnistä seurasi lisälasku sekä samalla huomasimme, että kameroilta ei saa yhteyttä meidän PLC järjestelmiin sillä palomuuuri esti pääsyn. Tästä teimme ilmoituksen IT osastolle ja heidän selvityksissä meni noin puolitoista viikkoa. Tämä oli erittäin paha takaisku aikataulutukselle sekä pieni isku budjetille, sillä tästä seurasi se että jouduimme kutsumaan kameraurakoitsijan vielä seuraavalle käynneille, jolloin heillä olisi mahdollisuus saada yhteydet PLC:n kanssa toimimaan.

Konfiguroinnit aloitettiin aamulla aikaisin kun viesti IT osastolta tuli, että portit olivat avattu. Ajoimme testiohjelman nähdäksemme ovatko portit oikeasti auki, havaitsimme että pääsy PLC:lle oli edelleen estetty porttien takia. Tästä otimme kiireellisesti yhteyden IT osastoon että portit on saatava auki välittömästi, koska joka hetki tulee lisää kustannuksia. Onneksemme pääsy oli evätty ainoastaan yhdelle asemalle joka oli kolmoslinjan OP2400. Samalla hetkellä saimme linjan kaksi yhteydet toimimaan testiohjelmalla. Yritimme replikoida tuotantotilannetta ja tämä suoritettiin onnistuneesti, joten linja kaksi oli valmiina MSA testauksiin. Tästä ilmoitimme laatu-organisaatiolle, jotta he voivat alkaa luomaan MSA materiaaleja jatkoa varten.

Kolmannen linjan ongelmien korjaus aloitettiin kutsumalla kameraurakoitsijan asentaja jälleen paikalle kun saimme varmistuksen, että portit olivat auki. Samassa projektia varjosti korona-aalto, joka vaikeutti vieraiden saamista

tehtaalle ja avainhenkilöitä oli joutunut karanteeniin. Ongelmaksi oli muodostunut PLC-logiikan konfigurointi. Tuotteen saapuessa tarkistettavaksi asema lukee RFID-tagin paletista, jossa powerpack on niin tästä lähti logiikalle kaksinkertainen triggeröinti. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että tuotteen saapuessa asemalle järjestelmä lähettää kaksi kuvaa valvomon näytölle. Tämä sekoittaa valvomon käyttöpäätteen ja tekee sen käyttökelvottomaksi. Samalla huomattiin triggerin epäyhteneväisyys, jolloin asema saattaa ottaa kuvan väärään aikaan joten kuvassa saattaa näkyä vain puolet mitä oikeasti kuuluisi näkyä.

Kameroiden konfigurointi saatiin vastoinkäymisistä huolimatta valmiiksi asiantuntijoiden toimesta. Tämän jälkeen voimme aloittaa prosessin uudelleen validoinnin sekä käyttö -ja huolto-ohjeiden kirjoittamisen.

4.3.3 Materiaalin tallennus ja käyttö

Laitteiston tuottamalle materiaalille varasimme yrityksemme sisäisestä verkosta oman verkkolevyn, jokainen otettu kuva on kooltaan 35 megabittiä. Normaalisti kameran ottama kuva on keskimäärin 2-5 megabittiä, joten kuvan koko on suuri. Periaate oli, että ”NOK” kuvat tallennetaan verkkolevylle. Tarkoituksena tällä on, että laatu poikkeaman omaavan tuotteen kuvat otetaan talteen jolloin näitä voidaan hyödyntää hitsausprosessin parantamisessa sekä laatu sekä tuotanto-organisaation koulutustarkoituksessa. Tässä vaiheessa emme nähneet tarvetta OK kuvien tallennukselle. Kuvien jäljitettävyyden integrointina tiedoston nimeen.

4.3.4 Henkilöstön koulutus

Aluksi kun lähdemme kouluttamaan henkilöstöä, niin he ovat suorittaneet ja läpäisseet laatu-organisaation hallinnoiman MSA-testin. kameraurakoitsija järjesti ensin käyttökoulutuksen projektipäällikölle sekä asiantuntijoille (myös laatu-organisaation edustajalle) ja tämän jälkeen koulutusvastuu siirretään projektipäällikölle tai asiantuntijalle. Tässä tapauksessa projektipäällikkö oli

mukana kouluttamassa operaattoreita uuteen järjestelmään sekä tätä tukemaan kirjoitettiin yrityksen mukaiselle standardipohjalle käyttöohjeet ja miten järjestelmää käytetään. Koulutuksen käyneet kirjataan ylös ja siirretään koulutusmatriisiin, koulutuksien käyntiä kysytään aina auditoinnissa. Tällä varmistutaan siitä, että henkilöstö on pätevää käyttämään laitteistoa.

Vastuu laitteen kunnossapidosta ja ylläpidosta siirtyy valmistumisvaiheessa tuotanto sekä kunnossapito-organisaatiolle. 4eye- check projekti-organisaatio lakkaa olemasta projektin valmistuessa. Projektin päättyminen määritellään kun laatu-organisaatio on todennut prosessin luotettavaksi sekä asiakas on suorittanut prosessille auditoinnin, joka on suoritettu hyväksyttävästi. (General motors, 2010)

6 Prosessin vaatimusten määrittäminen

Koska kyseessä on uusi prosessi, joka on tuotetoimivuuden kannalta kriittinen niin meidän tarvitsee asettaa spesifikaatiot millä varmistetaan prosessin visuaalisen tarkistuksen toistettavuus. Nykyisellä menetelmällä operaattorit ovat koulutettuja visuaalisen tarkistuksen MSA-koulutuksella ja testillä.

Onneksemme voimme käyttää vanhoissa MSA-koulutuksissa käytettyjä ”golden sampleja”. Projektin myötä tuleva visuaalinen tarkistus poikkeaa vanhasta menetelmästä siten, että tarkasteltava kohde sijaitsee näyttöpäätteellä eikä ole konkreettisesti tarkasteltavissa. Tämä tuo oman haasteen prosessin vaiheeseen. (General motors, 2010)

6.1 Visual MSA:n spesifikaation määrittäminen

Kun lähdemme määrittelemään visual MSA:ta meidän tulee ottaa huomioon useita asioita:

- Mitä olemme määrittelemässä
- Millä/miten tarkistus suoritetaan
- Voiko koulutuksen tehdä eri kalustolla kuin itse prosessin
- Mille spesifikaatioille määritelmä tehdään
- Kuinka operaattoreille luodaan MSA-testi.

Nyt tiedämme, että kyseessä on 4-eye check asemien tarkistukset, joten tarkistamme hitsausaumoja näyttöpäätteeltä. Näytöt ovat 27” jotka esittävät 4K kuvaa, tästä kutsuttiin kokous laatu-organisaation kanssa.

Kokouksessa päätettiin, että minimivaatimus koulutusympäristölle on vähintään 27” näyttö ja värivaatimus on sama mikä valvomon näytöissä. Koulutuksessa voidaan siis käyttää yli 27” näyttöjä jos ominaisuudet ovat tätä paremmat. Tavoitteenamme oli, että ensimmäiset koulutukset suoritetaan valvomossa käytettävillä laitteilla. Tämä onnistui sillä järjestelmä suunniteltiin käytettäväksi vanhan järjestelmän kanssa rinnan.

6.2 Kameroiden MSA

Ensin kun lähdemme kouluttamaan henkilöstöä, niin meidän tarvitsee tehdä MSA validointi kameroille. Käytännössä tämä tarkoittaa, että laatu-organisaatio tekee MSA määritykset kameroille. MSA spesifikaatiot tässä tapauksessa tekee myös laatu-organisaatio. MSA spesifikaatio on yksinkertaisesti tapauksessa seuraavanlainen:

Laatu-organisaatio kokoaa pienen ”task forcen” tarkistamaan kuvan ja analysoi täyttääkö se heille tarvittavat osa-alueet esimerkiksi onko valoisuus oikeanlainen, onko focus oikea sekä saako tarkastettavasta näytteestä selvää kuvaa mitä analysoida. Kun MSA on saatu valmiiksi niin voidaan siirtyä kokoamaan henkilöstölle sopivaa MSA materiaalia.

6.3 MSA materiaali henkilöstölle

Koulutusta ja spesifikaatioita ajatellen varasimme useita hitsausnäytteitä kuvattavaksi uudella järjestelmällä. Vanha materiaali perustui kolmeen eri laatuosiinotoksiin, ensimmäinen oli hyvät kappaleet , toiset otokset olivat selvästi huonoja kappaleita kolmannet otokset olivat rajatapauksia. Käytyämme läpi laatuorganisaation kanssa vaatimuksia MSA materiaaleille teimme päätöksen että koulutusmateriaalissa käytettäisiin ainoastaan kahden laatuista otosmäärää, ensimmäinen oli hyvät ja toiset olivat huonot. Tämän perusteltiin laadun toimesta sillä, että rajatapauksen esittely saattaa aiheuttaa tulkinnoissa ongelmia ja sitä kautta turhien hylkäysten määrä saattaa kasvaa rajusti. Kuten myös päinvastoin huonoa laatua saattaa päästä asemalta eteenpäin.

6.4 Control plan

Kun päivitämme valmistettavan tuotteen prosessia, niin tällöin meidän tarvitsee huomioida Control Planin päivitys myös. Control Plan on elävä dokumentti, johon kirjataan jokaisen työvaiheen valmistustoimenpiteiden määrittely ja luominen. Lisäksi tämä kertoo myös, että työvaiheet ovat suoritettu oikein sekä minimoidaan prosessi- ja tuotevaihtelua.

Control Plan dokumentti koostuu eri dokumenteista esimerkiksi prosessikuvauksista, vaatimuksista, työ-aikatutkimuksista, laitteiston suorituskyvystä jne. Lisäksi Control Planista selviää asemakohtaiset työohjeet, joka antaa hyvän työkalun auditoinneissa. (Chrysler LLC, 2008)

Quality Karjalaisen sanoin ohjaussuunnitelma on:

"Kirjoitettu yhteenveto, joka kuvaa systeemit, joita käytetään monitoroimaan ja ohjaamaan prosessi- ja tuotevaihtelua. Dokumentti, joka mahdollistaa yrityksen kaikkien ohjausmenetelmien dokumentoinnin yhdenmuotoisesti. Näitä suunnitelmia käytetään varmentamaan, että asiakasvaatimukset on täytetty. Elävä dokumentti, jota päivitetään, kun mittausysteemejä ja ohjausmenetelmiä on arvioitu ja parannettu. Tästä dokumentista voidaan luoda lyhyt ja tiivis tarkastusohje.

Ohjaussuunnitelma tarjoaa vakiintuneen muistutuksen prosessin tilasta ja mittauksista, jotka määrittelevät sen. Se tarjoaa oikea-aikaisen prosessin vianetsinnän ja korjauksen sekä avustaa koulutuksessa ja auditoinneissa." (Karjalainen, 2008)

6.5 Jäljitettävyys

Valmistavassa prosessiteollisuudessa jäljitettävyys (engl. Traceability) on kriittinen osa prosessia ja osa laadunhallintaa. Jäljitettävyydellä tarkoitetaan sananmukaisesti tietyn toimenpiteen tai prosessin jäljitettävyyttä läpi koko valmistusketjun. (Antti Linnola, 2019)

Tässä prosessissa jäljitettävyys on tehty kahdella tavalla, operaattorin hyvän ja huonon laadun kirjanpitoon, esimerkiksi jos asemalla OP2400 laser polttaa liian suurella teholla hitsauspinnasta läpi niin tämä on laadullisesti hylättävä powerpack ja operaattorit hylkäävät tuotteen ja powerpack romutetaan. Toinen tapa on Valmet Automotive EV Poweri Oy:n käytössä oleva "data-warehouse" minne linjalla tehdyt toimenpiteet tallentuvat sähköisesti. Jäljitettävyys attribuutit ovat näillä asemilla yksikertaiset "OK" tai "NOK". Identifiointi tuotteeseen luodaan järjestelmässä, kun powerpack on koottu paletille niin paletin tiedot luetaan RFID-tagista. Kun paletti on aseman kohdalla, niin tästä lähtee tieto järjestelmään tagista.

Tässä oli havaittavissa kehityskohta miten prosessia voisi parantaa. Ideaalissa tilanteessa järjestelmä voisi tallentaa jokaisen hitsauksen parametrit yksityiskohtaisesti. Asemalla OP2000, joka on tuoteturvallisuuden kannalta kriittinen asema. Laser voisi tallentaa esimerkiksi mikä yksittäinen hitsaus on onnistunut ja mikä epäonnistunut, lisäksi vielä mikä olisi hitsausteho, laserin lambda-arvo sekä millaisen penetraation hitsaus on tehnyt materiaaleissa. Samaa parannusta voisi käyttää asemalla OP2400. Tästä saattaisi kertyä arvokasta tutkimusdataa, jota voitaisiin hyödyntää tekniikan kehittämisessä. Laser hitsaus on prosessina erittäin herkkä ja prosessi sietää todella vähän toleranssivaihteluja. (General motors, 2010)

6.6 Riskikartoitus

Riskikartoituksella tarkoitetaan prosessin aikana tapahtuvia mahdollisia riskejä. Tätä kutsutaan prosessin vika- ja vaikutusanalyysiksi yleisimmin tämä tunnetaan tuotantoteollisuudessa FMEA tai PFMEA Meidän tapauksessa riskit tapahtuvat tuotantoprosessin aikana ja kohdistuvat tuotteen laatuun.

Riskikartoitus aloitetaan riski-analyysillä, jossa on neljä pääkohtaa. Tässä sovelletaan myös tunnettua syy ja seuraus kaaviota (General motors, 2010)

- Riskien tunnistus
- Riskin syiden selvitys
- Riskin seuraukset
- Toimenpiteet

6.6.1 Riskien tunnistaminen

Kun korvataan prosessissa ihminen kameralla niin väkisinkin käyttäjän inhimillisen virheen mahdollisuus kasvaa, vaikka kamera on 4K-kuvalaatuinen niin kamera on sijoitettu suoraan tarkastettavan tuotteen yläpuolelle niin kamerassa näemme ainoastaan kuvan X- sekä Y-akselissa. Vaikka ihmissilmä havaitsee myös Z-akselin, joten jos tarkistuksessa jokin kohde on liian ylhäällä tai liian alhaalla niin karttumaton silmä ei välttämättä havaitse sitä. Vaatimukset tulevat IATF-Standardista.

Toinen mahdollinen riski on myös inhimilliseen virheeseen liittyvä, kun ihminen työskentelee valvomo-ympäristössä käyttöpäätteellä niin ihmissilmä alkaa

tottumaan tai väsymään sillä tarkasteltava kohde on aina ominaisuuksiltaan sama sekä tarkastellaan samoja kohteita.

Kolmas riski on mekaaninen tai järjestelmään liittyvä, jos esimerkiksi PLC:hen tulee virhe tai linjalla tehdään toimenpide joka vaikuttaa automaation ohjelmaan, niin tällä saattaa olla vaikutusta kameroiden käyttöliittymään.

6.6.2 Riskien syiden selvitys

Lähtiessämme selvittämään riskien syitä tarkastelemme ensin mitä muuttujia prosessissa on. lähtökohtaisesti käytämme 4M-analyysia. 4M analyysi tarkoittaa riskien tunnistusten juurisyitä seuraavista kategorioista; Man, Machine, Method, Material. Käytännössä tämä tarkoittaa, että prosessissa joku neljästä kategoriasta on muuttunut. (Manufacturing, 2018)

6.6.3 Riskien seuraukset

Riskien seuraukset on hyvä tunnistaa, sillä jos jotain tapahtuu niin mitä seuraamuksia tapahtumalla on. Tapauksessamme tarkastelemme mitä prosessissa tapahtui. Prosessissa korvataan kaksi ihmistä kameralla, joten uuden operaattorin saattaa olla vaikea ymmärtää miksi tarkastusta tehdään ja mikä tuote konkreettisesti on kun tämä nähdään ainoastaan näytöllä. Nämä tarkistukset käydään MSA-testeissä läpi, mutta kun tuotetta ei elävänä näe niin tällä voi olla vaikutus tilanteeseen olemalla liian varovaisia tai katsotaan liian helposti huonoa laatua hyvänä.

Riskien seurauksena tapauksissa saattaa tarkastuksessa päästä huonoa laatua läpi, jos hitsaus on huono ja sauma ei palvele tarkoitettua käyttötarkoitusta niin nämä tuottaa jäävät tuotantoprosessin EOL-testausvaiheessa kiinni.

6.6.4 Toimenpiteet

Aihetta tarvittaviin toimenpiteisiin syntyy siinä vaiheessa, kun huonoa hitsausjälkeä pääsee runsaasti aseman läpi. Tällöin laatu-organisaatio aloittaa uuden koulutuksen tai tarkastelevat uudelleen MSA-materiaalien tehokkuutta. Paras toimenpiteistä on ennaltaehkäisy ja koulutus, jotta operaattorit olisivat aina koulutettu ja ohjeistettu. Tarpeen vaatiessa mietitään laitteiston uudelleen kalibrointia.

7 Käyttöönotto ja huolto

Koska prosessi tulee käytettäväksi asiakkaan tuotteiden valmistukseen, niin asiakas on kiinnostunut prosessin uudistuksesta ja millainen vaikutus uudella prosessilla näin mittavan investoinnin jälkeen on lopputuotteelle. Asiakkaamme ilmoitti suorittavan prosessille auditoinnin myöhemmin. Käyttöönottoa edelsi henkilöstön MSA testit, jonka organisoivat laatu-organisaatio. Ennen käyttöönottoa säädimme kameroiden tarkennukset, jotta tarkennus olisi mahdollisimman hyvin kohdistettu tarkistettavalle pinnalle.

7.1 Kameroiden säätö

Kameroiden säätö tapahtuu manuaalisesti linssiä kääntämällä, tällä säädetään valovoimakkuutta sekä suurennosta. Tämä suoritettiin kameraurakoitsija yrityksen sekä Valmet Automotive EV Power Oy:n asiantuntijoiden toimesta. Käytännössä säätö tehtiin seuraavalla tavalla. Kameraurakoitsijan asiantuntija oli säätämässä kameraa ja Valmetin henkilö oli käyttöpöytäällä tarkistamassa kuvaa ja kertoi milloin kuva on hyväksyttävällä tarkkuudella sekä valoisuudella.

7.2 Näyttöjen säätö

Näyttöjen säätö tapahtuu kahdella tavalla. Ensimmäinen on näyttöön integroitu säätö, joka on jokaisessa kaupasta hankitussa näyttössä. Toinen säätö on integroituna 4-eye check käyttöpöytäällä. Säätö-ominaisuudet ovat molemmissa koneissa samat normaali-olo säädöt, kirkkaus, kontrasti, terävyys.

7.3 Käyttöliittymän muokkaaminen

Käyttöliittymän muokkaaminen suoritetaan perus C-Sharp ohjelmoinnilla muistio sovellusta hyödyntäen. Tätä käytetään, jos halutaan tehdä käyttöpääteen ominaisuuksiin sekä olemukseen muutoksia. Asentajalta esimerkiksi jäi kirjoitusvirhe käyttöliittymään. HV (High Volume) oli jätetty HW muotoon. Koko käyttöliittymä on ohjelmoitu Visual Studios ohjelmalla.

7.4 Prosessin Validointi

Ennen käyttöönottoa tulee uusi prosessi validoida. Prosessin validoinnin suorittaa laatu-organisaatio. Prosessin validoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että tuottaako prosessin muutos halutun tasoista tuotelaatua prosessissa. Spesifikaatiot tuotelaadulle määrittää tässä prosessissa Valmet Automotive EV Power Oy:n laatu-osasto, päävastuu validoinnissa on laaturaportilla. Laatu-insinöörit ajavat uuden järjestelmän läpi ennestään valittuja powerpackeja, joissa virheet ovat ennalta dokumentoituja. Validoinnissa tavoitteena on simuloida tuotantotilanne ja laatu-insinöörit tarkistavat valvomon näyttöpäätteiltä onko kameroiden kuvan laatu riittävä havainnoimaan vaadittavat kohdat hitsausalueelta. Validoinnissa otetaan myös huomioon satunaistarkistukset, tarkoittaen että asetetaan kierto manuaalisille tarkastuksille. Tällä pystymme varmistumaan siitä, että tuotannollisesti prosessissa ei ole haavoittuvuuksia.

Järjestelmien validointi tarkkuuden, luotettavuuden, johdonmukaisen tarkoituksenmukaisen suorituskyvyn takaamiseksi sekä virheellisten tai muutettujen tietueiden erottelemiseksi (Vaisala, 2022)

7.5 Auditointi ja asiakasvaatimukset

Korona-pandemian vuoksi normaalia auditointi menetelmää ei käytetä. Normaalissa tapauksessa asiakas tulee auditoimaan paikan päälle varmistamaan asetetut vaatimukset sekä tarkistamaan vaadittavat dokumentit. Tässä tapauksessa käytetään niin sanottua ”Desk Relasea”, joka käytännössä tarkoittaa että ennalta määrätyt vaadittavat tarkistuskohteet ovat esitelmä muodossa ja esittely hoidetaan etänä hyödyntäen Microsoft Teams ohjelmaa. Kaikki dokumentit kootaan esitelmäksi ja tämä esitetään asiakkaan edustajille. Asiakas lähetti ennakkoon vaadittavat tarkastuskohteet:

- Miten operaattorien/tarkastajien työnkierto toteutetaan ?
- Millaiset toimenpiteet tehdään epävarmoissa tapauksissa ?
- MSA testit suoritetaan ”hankalimmissa olosuhteissa”.
- Audit suunniteltu tehtäväksi ”desk audiittina”.
- Implementoinnin jälkeen dokumentoitu PPAP sisältäen.
 - MSA tulokset ja sisäinen validointi.
 - Valmet Automotive EV Power sisäinen virhe katalogi.
 - aikataulutus presentaatio.
- Mahdollisuus laajennukseen tulevalle uudelle tuotantolinjalle.

7.6 Laitteiston kalibrointi

Laitteet joita käytetään valmistavassa prosessiteollisuudessa tarvitsee kalibroinnin. Kalibroinnilla varmistutaan siitä, että tavoitearvot ja toistettavuus ovat oikeasti sitä mitä vaatimuksissa määrätään. Laatu-organisaatio määrittelee vaatimukset meidän laitteistolle. Tapauksessamme meillä on kaksi kalibroitavaa kohdetta, kamerat sekä näytöt.

Dokumentointia sekä kalibroinnin helppoutta ajatellen pyysimme tästä tarjouksen laitteiston asentaneelta yritykseltä. Tämä auttaa huomattavasti meitä kalibrointipöytäkirjojen säilytyksessä, koska nämä saamme suoraan kalibroivalta yritykseltä. Meidän ei tarvitse huolehtia, muuta kuin

kalibrintipäivämäärien ylläpidosta laitteissa. Kaiken muun hoitaa kalibroiva yritys. Kansainvälistä kalibrintistandardia tälle ei löytynyt.

Sovimme määräaikaikalibroinnin suoritettavaksi kerran vuodessa sekä jos jotain muutostöitä suoritetaan linjastolla, jotka koskevat kameroita tai valvomon näyttöjä niin suoritetaan kalibrointi erillistä korvausta vastaan.

8 Yhteenveto

Kokonaisvaltaisesti projekti sujui huomattavasti nopeammin kuin olisi osannut odottaa. Korona-pandemia aiheutti hieman vähemmän haittaa kuin olisi osannut odottaa. Projektin valmistuminen viivästyi kahdella kuukaudella suunnitellusta käyttöönotosta. Pääasiallinen syy tähän oli Valmet Automotive EV Power Oy:n IT organisaation viiveet sekä odottamattomat ongelmat verkko-yhteyksien kanssa. Paikallaolleet asiantuntijat ja avainhenkilöt tekivät hyvää työtä.

Hankintakokous ja projektin budjetin määrittäminen sujui mallikkaasti ja yrityksen johtajat ja asiantuntijat tekivät hyvää yhteistyötä, että yhteinen tavoite saatiin maaliin ja päätökset tehtiin lakien mukaisesti. Tästä oppineena on hyvä huomata, että kaikki sujuu mallikkaasti kun kaikilla on sama päämäärä eli projektin onnistuminen ja maaliin vieminen.

Projektin aloitus ja suunnittelu sujui paremmin kuin odotimme. Suunnitteluun sai tarvittaessa tukea ja apua. Suunnittelu-ohjelmana käytimme Dassault Systemsin DraftSight 2021 versiota, käyttökokemuksena ohjelma oli riittävä pieniin muutoksiin ja suunnitteluihin. Jos kyseessä olisi suurempi projekti, niin tällöin olisi hyvä mukaan ottaa oma lay-out suunnittelija tai projektisuunnittelija.

Ensimmäisenä urakoitsijana käytimme paikallista rakennusurakoitsija yritystä. Heidän kanssa yhteistyö sujui mallikkaasti, mutta kommunikointi oli osittain puutteellista. Projektin osa-alueen jäädessä päivän päätteeksi keskeneräiseksi niin ilmoitusta tästä ei tullut eikä tietoa, milloin olivat jälleen valmiita jatkamaan. Rakennustyöt valmistuivat tästä huolimatta ripeästi ja urakoitsijat noudattivat yrityksen sääntöjä.

Toisena vuorossa oli sähköurakoitsija yritys kaapelivetoineen. Sähköurakoitsija suoritti kaapelivedot esimerkillisesti huolimatta siitä, että projektin muuttui matkavarrella useasti ja alkuperäiset suunnitelmat kaapelien vetojen kanssa. Esimerkkinä tässä on mainittuna verkko-alueiden puuttuminen. Asennusjälki valvomon päässä oli kuitenkin välttävää ja Valmet Automotive EV Powerin sähköturvallisuustyönjohtaja puuttui tilanteeseen sillä kaapelien asennus

valvomossa ei ollut vaadittavalla tasolla. Sähköurakoitsija yrityksen asennuspäällikkö tuli tarkastamaan kytkennät ja nämä korjattiin vaadittavalle tasolle.

Seuraavana vuorossa oli kameraurakoitsija yrityksen asennukset. Mekaaniset asennukset menivät oikein hyvin, mutta ohjelmistopuolella tuli runsaasti ongelmia. Loppujen lopuksi ongelmat saatiin selvitettyä ja runsaiden ongelmien myötä projekti tuotti opettavaa materiaalia seuraaviin projekteihin.

Vaikka projekti venyi alkuperäisestä aikataulusta noin kolme kuukautta niin yleisesti-otteen projekti sujui tyydyttävästi. Aikatauluvenähdyksen myötä rahallinen menetys tuotantoon verrattuna oli suuri, projekti olisi melkein kaksi kertaa maksettu takaisin aikana jos projekti olisi pysynyt aikataulussa. Toteutus saatiin tehtyä myös ilman suurempia tuotantokatkoksia.

Lähteet

Antti Linnola. 2019. Cajo Technologies. [Online] Cajo , 7. lokakuu 2019.

<https://cajotechnologies.com/fi/jaljitettavyys-on-laadunhallintaa/>.

Chrysler LLC, Ford and General Motors. 2008. Advanced Product Quality Planning and Control Plan. *Chrysler LLC, Ford and General Motors*. 2008.

General motors. 2010. Measurement System Analysis. [kirjan tekijä] General motors. *Measurement System Analysis*. 2010, 1.

Karjalainen, Eero E. 2008. Ohjaussuunnitelmat (Control Plans). [Online] 2008.

<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/ohjaussuunnitelmat-control-plan/>.

Kauppalaki, Finlex. 1987. Finlex. [Online] 27. 3 1987.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1987/19870355>.

Manufacturing, Lean. 2018. *Lean manufacturing online*. [Online] Lean manufacturing, 29. elokuu 2018. <https://leanmanufacturing.online/4m-analysis-process/>.

Salo. 2021. Salon Kaupunki. [Online] Salon Kaupunki, 2021.

<https://salo.fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen-ja-kiinteistot/luvan-sahkoinen-hakeminen/tarvitsetko-luvan/>.

Vaisala. 2022. [Online] Vaisala, 02. 02 2022. <https://www.vaisala.com/fi/3-fundamental-elements-controls-validation-and-archiving>.