

Ossi Kivijärvi

**5S-MENETELMÄÄN POHJAUTUVA TARRAUSTYÖPISTEEN
KEHITYSTYÖ**

5S-MENETELMÄÄN POHJAUTUVA TARRAUSTYÖPISTEEN KEHITYSTYÖ

Ossi Kivijärvi
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, tuotantotekniikka

Tekijä: Ossi Kivijärvi

Opinnäytetyön nimi: 5S-menetelmään pohjautuva tarraustyöpisteen kehitystyö

Työn ohjaaja: Tauno Jokinen

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: kevät 2019

Sivumäärä: 43 + 0 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on lean ja sen ratkaisut tuotannossa sekä ratkaisuiden hyödyntäminen. Työssä tarkastellaan V.A.V Group Oy:lle tehtyä kehitystyötä, joka on suoritettu yhtiön toimitiloissa lissä. Yhtiö valmistaa tiivisteprofiileja.

Työssä luotiin tarraustyöpisteelle lean-pilottityöpistettä, jonka tarkoitus oli vähentää hukka-aikaa 5S-työkalua ja lean-periaatteita hyväksikäyttäen. Tarrauskone liimaa asennusta varten tiivisteeseen tarrapinnan. Työpisteeseen perehtymisen jälkeen todettiin, että työpisteelle on etsittävä uusi sijainti ahtauden ja huonon sijainnin vuoksi. Työpiste sijaitsi myös hätäuloskäynnin tiellä.

Välipalaverissa todettiin parhaaksi ratkaisuksi jättää 5S työstä pois ja keskittyä tarrauskoneelle uuden sijainnin löytämiseen. Yhtiön tiloista löydettiin vanha kipi-nätyöstökeskus, joka poistamalla saatiin huone tyhjäksi. Huoneen viereinen tila oli liitoshuone, jonka toiminta kärsi sekavuuden luomista ongelmista ylimääräisten materiaalien täyttäessä työtilan. Huoneiden välinen väliseinä poistettiin ja liitostyöpisteelle tilattiin uudet pöydät järjestyksen palauttamiseksi. Huoneen nimeksi tuli yhdistetty työtila, jossa molemmat työpisteet saivat toimivat työtilat. Tarrauskonetta ei saatu siirrettyä työtilaan, sillä ennen siirtoa huoneesta pitäisi poistaa vesipiste ja asentaa sähkökeskus. Nämä työvaiheet jäivät yhtiön suoritettaviksi.

Avainsanat: layout, kehittäminen, layout-suunnitelu

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty V.A.V. Group Oy:lle vuonna 2019. Työssä tarkastellaan työpisteen kehittämistä lean-ajatusmaailman pohjalta sekä päädytään uudelleen sijoittamaan työpiste tehokkuuden lisäämiseksi.

Haluan osoittaa kiitokset V.A.V Groupin henkilökunnalle, joka mahdollisti työn suorittamisen. Eritoten haluan kiittää työn valvojaa, jona toimi laatupäällikkö Tuomas Moilanen. Tuomas antoi paljon tukea suurinkiin muutoksiin sekä oli mukana vaihtoehtojen pohtimisessa. Haluan myös kiittää työn ohjaajana toiminutta yliopettaja Tauno Jokista, joka antoi työlle suuntaa palavereissa ja asiantuntija-apua etenkin työn aloittamisessa.

Osoitan myös kiitokset läheisilleni tuesta opinnäytetyön suorittamisen aikana.

Oulussa 6.5.2019

Ossi Kivijärvi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
1.1 V.A.V Group Oy	7
1.2 Työn tavoitteet	7
2 LEAN-AJATTELUN HISTORIAA	9
3 LEAN	10
3.1 One-piece flow	11
3.2 Lean-ajattelua	13
3.2.1 Genchi genbutsu	13
3.2.2 Kaizen	14
3.2.3 Heijunka	15
3.2.4 Jidoka	16
3.2.5 Just-in-time	16
3.3 Lean layout-suunnittelussa	17
4 LÄHTÖTILANNESELVITYS	18
4.1 Työn rajaus ja määrittäminen	18
4.2 Tarrauskone	19
4.3 Ponnekumipöytä	20
4.4 Tuotteiden varastointi	22
5 TARRAUSKONEEN YMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN	23
5.1 Tarrauskone	23
5.2 Ponnekumipöytä	25
6 UUDEN TYÖTILAN SUUNNITTELEMINEN TARRAUSTYÖPISTEELLE	26
6.1 Liitoshuone	27
6.2 Kipinätyöstökeskus	28
6.3 Uusi toimintasuunnitelma	29
7 YHDISTETTY TYÖTILA	31
7.1 Kipinätyöstökoneen poistaminen	31
7.2 Väliseinän poisto	32

7.3 Liitoshuone	33
7.4 Uusi liitospöytä	34
7.5 Toteutunut yhdistetty työtila	39
8 POHDINTA	41
LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty V.A.V Group Oy:ssä, jossa oli havaittu tarvetta kehittää tuotantoa. Työn käsitellään eri kulmista lean-ajattelun kautta tehtäviä parannuksia tuotantoon, etenkin layout-suunnittelun pohjalta. Aiheessa tutustutaan myös leanin eri työkaluihin, joilla tuotantoa voidaan tehostaa ja parantaa. Työn tavoitteena on kehittää valittua työpistettä niin, että sen tehokkuutta saadaan parannettua vertailukelpoisesti alkutilanteeseen.

1.1 V.A.V Group Oy

V.A.V Group Oy on vuonna 2005 perustettu yritys, jonka toimipaikka on Pohjois-Suomessa. Yritys valmistaa korkealaatuisia tiivisteitä eri materiaaleista asiakkaan toiveiden mukaan, mutta yleisimpiä tuotteita pidetään valmiina yrityksen varastotiloista. Yritys valmistaa asiakkaidensa kanssa kehitysyhteistyössä uuden mallisia profiileja asiakkaiden tarpeiden mukaan ja kokeilee erilaisia materiaalivalintoja. (1.)

V.A.V Group Oy valmistaa silikoni- ja TPE-profiileja tuotantolinjallaan ja lisää niihin asiakkaan toiveiden mukaan tarrapinnan asennusta varten. Tuotteet myös pakataan asiakkaan toivomalla tavalla joko pahvilaatikoihin tai keloihin, joita on useina eri kokoina. (1.)

Yhtiö suorittaa paljon tuotekehitystä asiakkaidensa kanssa sekä suunnittelee jatkuvasti uusia tuotteita. Yhtiö on halukas kehittämään itseään ja lähti mukaan opinnäytetyöhön kehittämään niitä osa-alueita, jotka kehityksessä olivat jääneet jälkeen. (1.)

1.2 Työn tavoitteet

Layout muutosten tavoitteena on tehostaa työympäristöä, jossa tarraukseen tulevilla tuotteilla ja tarratuilla tuotteilla olisi selkeät paikat. Samalla estetään muiden tarrausprosessiin kuulumattomien tuotteiden saapuminen tarrastyöpisteelle, koska ylimääräiset materiaalit tukkivat ja hidastavat työpisteen toimintaa. Tällä lyhennettäisiin tuotteiden läpimenoaika, jolloin tuottavuus parantuisi. Tarrauspiste on kärsinyt myös vaikeakäyttöisyydestä, jota pyrittäisiin yksinkertaistamaan ja selkeyttämään. Kun tarrauspisteelle kertyy linjalle kuulumattomia tuotteita ja materiaaleja, kärsii työpisteen läpimenoaika.

Työ toteutettaisiin lean-periaatteisiin pohjautuen ja pyrkien siihen, että jokaisella tuotteella ja työkalulla on oma selkeä paikka. Työssä pohjattaisiin 5S-työkalun ajatusmalliin, jossa

kaikki ylimääräinen poistettaisiin työpisteiltä ja jokaiselle työkalulle luotaisiin oma selkeä paikka. Samalla lattioihin asennettaisiin teippausmerkintöjä estämään työpisteille kuulumattomien tuotteiden ja raaka aineiden kulkeutuminen.

Tarrauskoneelle ja tuotantolinjojen valmiille tuotteille luodaan selkeät varastopaikat, joi-
loin valmiit ja käsittelyyn menossa olevat tuotteet eivät valtaisi työpisteitä. Jokaiselle ma-
teriaalille luodaan varasto tai odotusalue, joka on merkattu kyseiselle tuotteelle.

2 LEAN-AJATTELUN HISTORIAA

Lean tunnustetaan myös usein toiselta nimeltään Toyota Production Systeminä eli toisin sanoen TPS. Ensimmäiset ajatukset kohti lean-ajattelua olivat 1900-luvun alussa, kun Japanissa Sakichi Toyoda kehitti kankaiden kutomiseen käytetyn koneen, joka pysähtyisi automaattisesti langan katketessa. Tämä oli ensimmäinen tapaus, josta lähti kehittymään tänä päivänä tunnettu lean. (2.)

Vuonna 1934 Toyota muutti itsensä tekstiilialasta kohti nykyään tunnettua autoteollisuuden suuntaansa Kiichiro Toyotan perustaessa Toyota Motor Corporation. Törmätessään jatkuvasti erilaisiin ongelmiin tuotannon ja laadun kanssa alkoi Kiichiro luoda perustaa Toyota Production Systemille. (2.)

Toyota Production System kehittyi vuosien varrella useiden eri henkilöiden alla, mutta ajattelutapa säilyi aina samana. Vaikka uusia työvälineitä ja strategioita päivitettiin ja kehitettiin vuosien varrella useita, oli perusajatus silti sama. (2.)

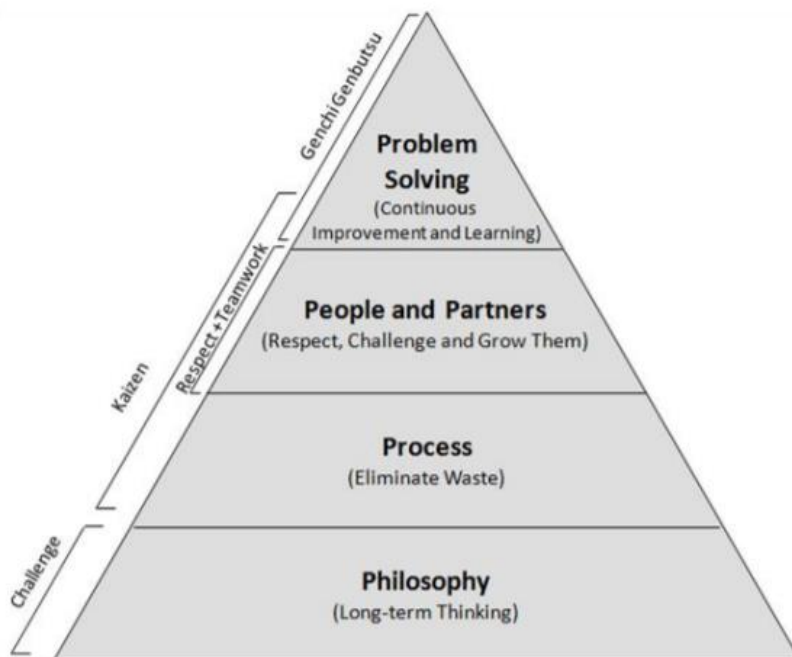
Toyotan perheen jäsenet olivat vuosia Toyotan johdossa ja keulahahmoja leanin synnyn kannalta. Kuitenkin ajan saatossa Toyotan johtoon nousi myös useita muita henkilöitä, jotka vaikuttivat ja kehittivät lean-ajattelusta sen minä se tänä päivänä tunnustetaan. Yksi suurimmista isä hahmoista lean-ajattelulle oli kuitenkin Taiichi Ohno. (2.)

Lean-ajattelu on käytännössä länsimainen kutsuma nimi TPS:lle, mutta TPS on kuitenkin pitkälle firman käytäntöihin juurensa työntävä filosofia. Useissa firmoissa puhutaan pienen siivouksen jälkeen, kuinka on siirrytty lean-ajatteluun. Erona kuitenkin TPS on Toyotan vuosien aikana hioma lähestymistapa joka ikiseen ongelmaan ja tapahtumaan tai päätökseen, mitä tuotannossa tai muualla organisaatossa tulee vastaan.

3 LEAN

Toisin kuin länsimaisessa massatuotannossa, leanissä pyritään tehostamaan tuotantoa useiden eri työkalujen avulla. Leanin ytimessä ovat ihmiset, joiden tehokkuutta pyritään tehostamaan koneilla ja automaation avulla. Tärkeää on kuitenkin tapa, jolla työntekijän työtä tuetaan sekä myös, kuinka tuotantotilat luodaan ja layoutit asetetaan. Leanin ytimessä on hukkan vähentäminen ja poistaminen, jotka suoritetaan usein käyttämällä eri työkaluja ja ajattelutapoja kuten 5S, poka-yoke, JIT, jidoka, heijunka ja genchi genbutsu. (2.)

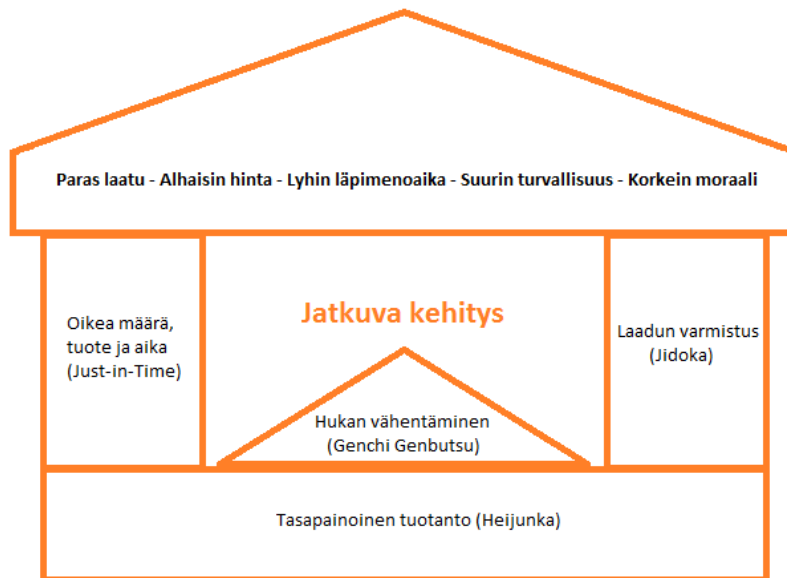
TPS tunnistaa itselleen toimintamalliksi neljän P:n pyramidi mallin, jossa yhdistyvät leanin keskeiset toiminta pisteet ja ajatusmallit. Pyramidin pohjana on leanin vankka filosofia ja prosessin hukkan eliminointi, joka nousee ylemmäs ihmisten kunnioittamiseen ja ongelmien ratkomiseen (kuva 3).



KUVA 1. "4 P" malli Toyotan tavasta (3, s. 6)

Kuvassa 2 hahmotettuna lean-työkalujen talo-malli, jossa kaikki osat tukevat toisiaan. Mikäli yksi poistetaan, katoaa muiden työkalujen potentiaalinen hyöty usein kokonaan pois. Useissa moderneissa lean-tuotannoissa on otettu käyttöön vain yksi tai kaksi työkalua,

tästä syystä myös leanin hyöty jää todella pieneksi, eikä leanin hyötyjä saada tuotantoon. (3, s.33.)



KUVA 2. Lean-työkalujen talo (3, s. 33)

Lean keskittyy usealla eri tavalla ja työkalulla poistamaan hukkaa, jota syntyy usein tuotannossa. Pahimpia tapauksia on ollut, että yhtiölle itselle tiedostamatta syntyy työprosessissa hukkaa jopa 90 %. Samalla kun leanissa keskitytään one-piece flow'hun, tulee selväksi, mistä hukka syntyy ja näin siihen on helppo vaikuttaa. Isossa osassa one-piece flow'ta on myös leanin kannalta keskeinen laadun varmistus, kun jokainen työntekijä toimii myös laatutarkastajana. Tämä luo mahdollisuuden puuttua niihin asioihin, jotka aiheuttavat huonoa laatua ja rajoittavat tuotteiden arvoa nostavaa aikaa. (3, s. 10–4.)

3.1 One-piece flow

One-piece flow keskittyy yhden tuotteen viemiseen loppuun asti, toisin kuin perinteisessä massatuotannossa. Kun seurataan yhden tuotteen matkaa tuotannon läpi, nähdään välittömästi, milloin tuote pysähtyy tai odottaa. Tämä on suoraan hukkaa, jonka minimointi on käytännössä leanin sydän ja tavoite. (3, s. 21–22.)

Yksi one-piece-flowin suurimpana etuna on virheiden huomaaminen ja niihin puuttuminen, toisin kuin massatuotannossa. Virheet huomataan tarkemmin jo suoraan työpisteillä

ja mikäli ne selviävät lopputarkistukseen asti, on helppo seurata tuotetta ja selvittää miksi kyseinen virhe pääsi tapahtumaan. Lean tähtää standardoimaan kaiken niin, ettei virheitä olisi mahdollista edes tapahtua. One-piece flow antaa hyvän työkalun selvittää missä ja miksi virheitä tapahtuu, näin ollen niihin on helppo puuttua. Virheiden ilmoittamisen ja ongelma käsittelyn välille ei synny pitkää väliä, jonka aikana vika on voinut jo piiloutua etsinnältä. (3, s. 91–94.)

One-piece flow’sta on seitsemän suoraa etua (3, 94–96):

1 Tuotteiden laatu paranee. Jokainen operaattori on itse tarkastaja, mikäli virhe pääsee läpi tuotannosta, se on helppo jäljittää, diagnosoida ja estää.

2 Luo todellista joustavuutta tuotantoon. Jos massatuotannossa joudutaan muutamaankin linjastojen kokoonpanoja, kestää tilauksen saapumisesta viikkoja ennen kuin kyseisen tuotteen valmistus alkaa. Käytettäessä one-piece flow’ia käsky tulee suoraan työpisteelle, ja jo tuntien päästä tuotanto voi alkaa valmistaa haluttua tuotetta.

3 Tuottavuus nousee. Vaikka massatuotannossa usein koneiden ja ihmisten käyttöasteella mitataan tuottavuutta, syntyy tässä yleensä hukkaa huomattavia määriä. Operaattorit pyritään pitämään kiireisinä, jolloin usein tehdään ylituotantoa, joka täytyy varastoida. Mikään tästä ei ole arvoa lisäävää työtä.

4 Tuotantotilat käyttöön. Kun tuotantotilat luodaan osasto kerrallaan, jää osastojen väliin suuria aukkoja sekä välivarastot vievät tilaa ja laskevat tuotteen arvoa lisäävän työn osuutta.

5 Työturvallisuus kasvaa. Kun tuote-erien määrä pienenee ja tarve suurille koneille ja trukeille siirrellä tuote-eriä jokaisessa välissä vähenee, kasvaa työturvallisuus ja vähenevät vahingot.

6 Työntekijöiden moraalit kasvaa. Työntekijät näkevät suoraan heidän työpanoksensa vaikutuksen, joka antaa heille puolestaan onnistumisen tunnetta.

7 Varastojen arvo vähenee. Pääomaa vapautuu varastoista seisomasta, joka voidaan näin ollen sijoittaa johonkin tarpeelliseen. Samalla tarve suurille varastoille vähenee, eikä pääomaa tarvitse tuhlaa tarpeettomaan tilaan. (3, s. 94–96.)

3.2 Lean-ajattelua

Lean-ajattelun ytimessä ovat lähtökohtaisesti genchi genbutsu, kaizen, heijunka, jidoka ja JIT. Nämä ovat vain osa laajasta filosofiasta, jota lean ajaa, mutta laajimmiten tunnetut ja käytetyt. (4.)

Leania voidaan ajaa myös monella eri työkalulla ja tavalla, joista yksi tunnetuimmista on 5S. 5S perustuu viiteen toimintatapaan, jolla työpisteellä ja koko alueella saadaan pidettyä järjestys. Työkalun viisi kohtaa, joista nimi tulee ovat sorteeraus (seiri), systemointi (seiton), siivous (seiso), standardisointi (seiketsu) ja seuranta (shitsuke). Näillä työkaluilla pyritään ensin luomaan leanin mukainen työympäristö, jossa vähän käytetyt työkalut on siirretty kauas työpisteeltä tai hävitetty. Seuraavaksi jokaiselle työvälilineelle luodaan oma paikka, jonne se aina asetetaan. Siivouksen tarkoitus on ylläpitää viihtyvää ympäristöä sekä estää epäjärjestyksen leviäminen ja paheneminen. Standardisoinnilla pidetään huoli, että kaikki pysyy omilla paikoillaan aiemmin määritetyillä pisteillä. Viimeisenä osana on tärkein, eli seuranta. Mikäli 5S ei ylläpidetä aktiivisesti, se palaa aiempaan epäjärjestyksen tilaan. (4.)

3.2.1 Genchi genbutsu

Genchi genbutsu on periaate, että kaikki pitää käydä itse näkemässä ja kokemassa. Jotta voit tehdä hyviä päätöksiä aiheesta, sinun on koettava ja nähtävä ne itse. Tämä kannustaa etenkin johdossa olevia henkilöitä, eli valkokauluksisia laskeutumaan ensin sinikauluksisille tasolle. (3, s. 39–41.)

Genchi genbutsu tarkoitus on asettaa päätöksiä tekevät henkilöt sille tasolle, jossa todellisuudessa kaikki tapahtuu, tuotantolinjoilla. Perehtymällä tuotantoon, sen ongelmiin ja mahdollisiin kehityskohteisiin tiedät mitä tulee tehdä. Usein kannustetaan jopa liittymään hetkellisesti tuotannon arkeen, jossa ongelmat esiintyvät todellisuudessa. Genchi genbutsua käytetään etenkin nuorten, vasta valmistuneiden työntekijöiden perehdyttämiseen yhtiön toiminnasta. Usein uusia työntekijöitä asetetaan kokeneiden, arvostettujen työntekijöiden oppipojiksi. Tämä käytäntö varmistaa myös taidon siirtymisen, jota ei voi opettaa tekstikirjoilla. Genchi genbutsu johtaa myös siihen, että yhtiö suosii omia kouluttamiaan työntekijöitään. Ulkopuolisen asiantuntijan palkkaaminen johtoon tuntuu ajatusmaailmaan vieraalta, eikä sitä yleensä katsota positiivisena asiana. (5, s. 10–11.)

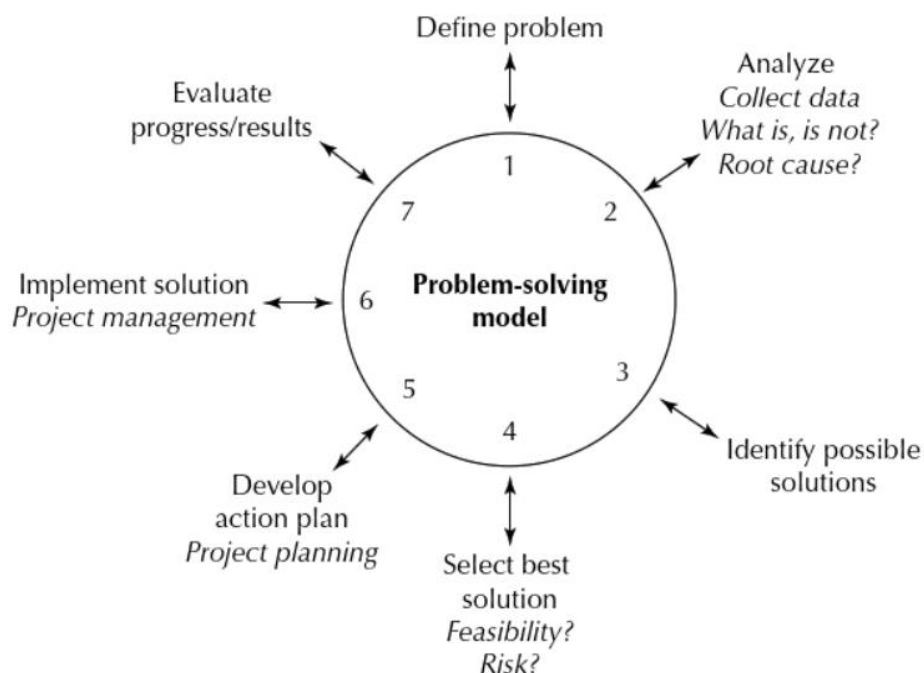
3.2.2 Kaizen

Kaizen on jatkuvaa kehittämistä, niin tuotannon työntekijöiltä kuin yrityksen toimitusjohtajaltakin. Kaizen haastaa aina etsimään fiksumpaa ja tehokkaampaa tapaa suoriutua tehtävistä, kuin vanha tapa. Tämä pätee niin tuotannossa, kuin asiakaspalvelussakin. (3, s. 6.)

Suurena osana kaizenia ovat pienet jatkuvat kehitykset, joita työntekijöitä kannustetaan tuomaan esille ja toteuttamaan. Kaizenin jatkuva kehittyminen ei tapahdu vain tehtaan tuotantotiloissa, vaan myös yrityksen johdossa. (3, s. 39–41.)

Keinoja sisällyttää kaizenia yhtiön arkeen on useita, mutta kaikki lähtee pienistä askelista. Kannustetaan yhtiön kulttuuria, jossa uusista ideoista palkitaan. Näin työntekijät kiinnostuvat yhtiön parantamisesta sekä kehittamisestä. Yhtiössä kuuluu edistää yhteistä vastuuta, jossa kaikki työntekijät johdosta tuotantotilojen työntekijöihin ovat vastuussa yhtiön kehittämisestä. Kaizenissa huomautetaan, että pieniäkin käytäntöjä ja prosesseja voidaan parantaa. Aloittamalla vähän ja pienillä muutoksilla kerrallaan, vähennetään vastustusrintamaa muutoksille. Pitämällä heijastuskokouksia saadaan mahdollisuus kehua ajatuksia parannuksista ja kannustettua keksimään lisää parannuskohteita. (5, s. 6.)

Modulaarisen kaizenin ongelman ratkaisu kehittyy pitkälti perinteisen kaizenin juuriin, jossa ratkaisun etsiminen alkaa ongelman tunnistamisessa. Seitsemän askeleen mallissa käsitellään jokaiset otettavat askeleet yksitellen (kuva 3). (6, s. 5.)



KUVA 3. Seitsemän askelinen ongelmanratkaisumalli (6, s. 5)

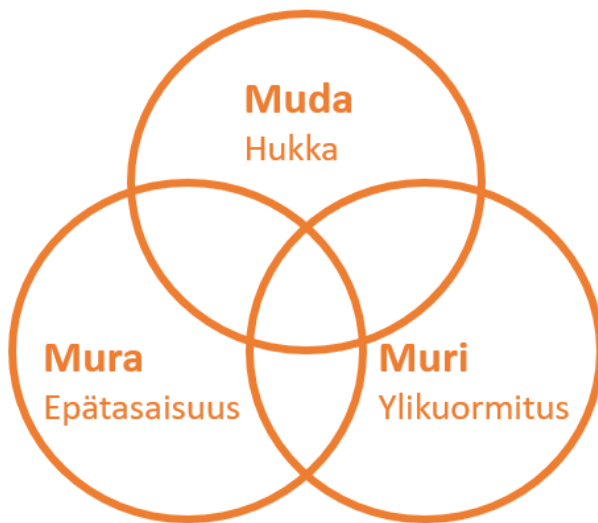
3.2.3 Heijunka

Heijunka tarkoittaa tasoitettua työtaakkaa, jolla viitataan, että työprosessin eri osa-alueet tulisi pyrkiä tasoittamaan. Kun työpisteiden aikavaatimuksilla on suuret erot kasvaa hukka (muda), jonka minimoiminen on leanin keskeisin tavoite. (3, s. 113–123.)

Toyota linjaa heijunkaa erilaisten tuotteiden tasaista jakamista päivän, viikon ja kuukauden aikajaksolla. Tällä saadaan nopeaa muokattua tuotantoa täsmäämään eri tuotteiden kysyntää, jota ei kyetä etukäteen ennustamaan. Toisin sanoen, heijunka on termi, jota käytetään kuvaamaan hajautettua tuotantoa. Hajautetussa tuotannossa eri tuotteet tuotetaan samalla tuotantolinjalla, jolloin pystytään reagoimaan nopeasti muuttuviin markkinavaihteluihin. Tuotantolinjojen joustavuus johtaa varastoarvon pienentymiseen sekä tasattuun työtaakkaan. (7, s. 31.)

Tuotannossa syntyy hukkaa, jonka hävittämisestä puhutaan leanin ytimenä. Usein kuitenkin unohdetaan, että hukan lisäksi on kaksi muuta tuotantoa vaarantavaa pahetta. Muda, muri ja mura edustavat kolmea arvoa lisäävän työ uhkaa, jotka suomeksi ovat hukka, ylikuormitus ja epätasaisuus. Heijunka pyrkii löytämään tasapainon näiden välillä,

jotta pystytään maksimoimaan arvoa lisäävä aika tuotteiden parissa (kuva 4). (3, s. 114–115.)



KUVA 4. Tuotantoa uhkaavat kolme M: ää (3, s. 115)

3.2.4 Jidoka

Jidoka tarkoittaa automaatiota ihmiskosketuksella, jossa koneet tukevat ja auttavat ihmistä. Heti kun virhe tuotannossa paljastuu tai ilmenee, pysäyttää kone toiminnan ja ilmoittaa työntekijälle, joka puolestaan pysäyttää tuotannon. (3, s. 38.)

Täysautomaatio ei ole ratkaisu, koska koneet eivät kykene itse tunnistamaan syytä keskeytykselle sekä puuttumaan ja korjaamaan sitä. Automaatio otetaan kuitenkin tukemaan ihmisen työskentelyä, koska automaatiolla on kuitenkin selvät etunsa tietyissä työtehtävissä. (3, s. 38.)

3.2.5 Just-in-time

Just-in-time eli JIT, tarkoittaa että toimitetaan juuri oikea määrä tuotteita juuri oikeaan aikaan. Tällä pyritään hillitsemään ylituotantoa ja pitämään arvoa lisäävän työn aika korkealla tuotannossa, joka suoraan tarkoittaa myös sitä, ettei tuotteita tehdä varastoon turhaa suuria määriä. (8.)

Oikealla ajalla tarkoitetaan sitä, ettei varasoihin tehdä yhtään enempää kuin ennuste kysynnälle lupaa. Tällöin tuotteiden valmistuttua niiden on tarkoitus lähteä suoraan toimitettavaksi asiakkaalle (8.)

JIT on syvässä harmoniassa heijunkan, eli työtaakan tasoittamisen kanssa. Yhdistettynä näillä kahdella ajattelutavalla, saadaan pidettyä työntekijät toteuttamassa arvoa lisäävää työtä ja minimoitua tuotteiden hukka aika varastossa ja tuotantolinjalla. (8.)

3.3 Lean layout-suunnittelussa

Layout-suunnittelussa lean pyrkii tukemaan one-piece flow'n periaatteita, jossa yksi tuote viedään loppuun kerralla. Oikein toteutettuna saadaan tällä luotua työpisteelle flow, joka antaa tuotantoon joustavuutta ja mahdollisuuden reagoida muutoksiin. Lean suosii U-mallista tuotantolinjaa, silloin kun linjastoa on mahdollista muokata. Linjan tehokkuutta voidaan näin olla muuttamassa lisäämällä, tai vähentämällä työntekijöitä työpisteellä. (3, s. 97–99.)

Layout suunnittelussa olisi optimaalista, että tuotteet saapuisivat yhteen kohtaan, johon ne kierroksen jälkeen tuotantolinjalta palaavat. Tällä pyritään minimoimaan tuotteiden turha liikuttelu tuotantotiloissa sekä niiden odotusaika tuotantotiloissa ennen siirtymistä seuraavalle pisteelle. Yksi tämän selvittämiseen käytetyistä työkaluista on spagettidiagrammi, jossa merkitään pohjapiirustuksiin tuotteen kulkema reitti. Tässä saadaan selville välittömästi turhien liikkeiden määrä, jotka tuote tekee edestakaisin. Askel eteenpäin on vielä ajoittaa jokainen pysäkki työpisteellä sekä tehdä kartoitus, paljonko tuotteelle tehdystä työstä on arvoa lisäävää. (9.)

Layout suunnittelussa on tärkeää tunnistaa riskit ja mahdollisuudet, vaikka lean suosii U-solua, ei siihen tule pakottaa tuotantoa. Myös I-solu on toimiva versio, jossa työstettävien kappaleiden virtausta pitää vain pohtia hieman enemmän. (9.)

4 LÄHTÖTILANNESELVITYS

Ensimmäisenä yritykseen otettiin yhteyttä puhelimitse Pitching-tapahtuman esityksessä olleiden tietojen pohjalta sekä sovittiin vierailu yhtiön tiloihin. Vierailulla yritykseen tuli hyvin selvästi, että tarrastustyöpisteellä olisi erittäin akuuttia tarvetta leanin mukaisiin parannustöihin. Yhtiöntiloissa oli useita eri työpisteitä, joissa hukkaa syntyi suuria määriä. Projektin alkamiselle sovittiin päivämäärä, jossa käytäisiin aloituspalaverissa ohjaavan opettajan kanssa läpi yksityiskohdat työlle ja sen rajauksille.

4.1 Työn rajaus ja määrittäminen

Aloituspalaverin yhteydessä käytiin kiertämässä tuotantotilat ja tutustuttiin tuotantolinjoihin sekä apupisteisiin, joista tarrastustyöpiste valittiin lean projektiin. Selviä ongelmien aiheuttajia olivat muun muassa

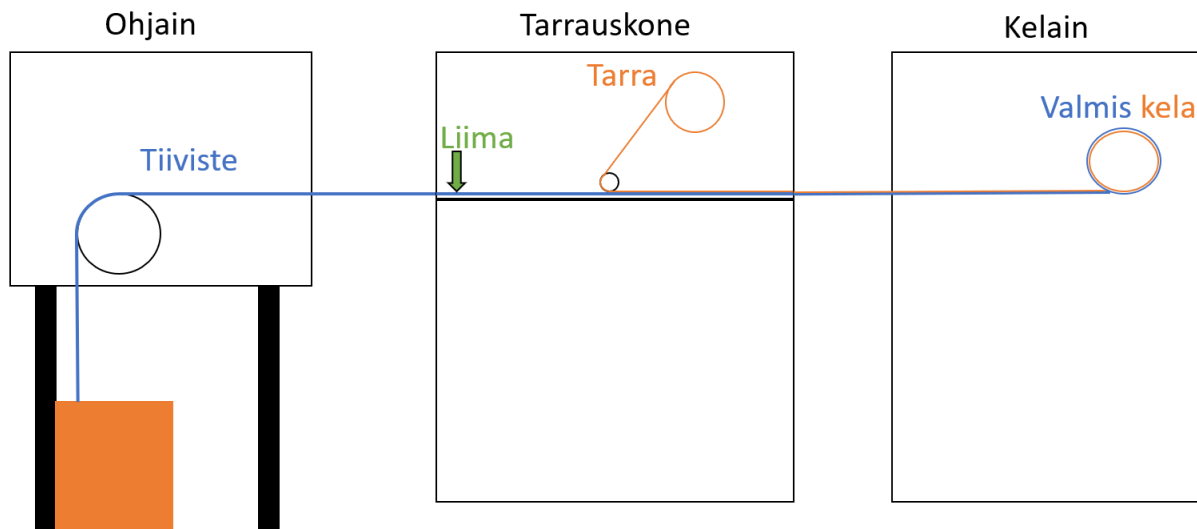
- valmiit tuotteet, jotka kerääntyivät työpisteelle
- tuotteet, jotka olivat tulossa tarrattaviksi
- työkalut, jotka lojuivat ilman omaan merkattua paikkaansa työtasoilla
- tuotantoprosessin raaka-ainelavat, jotka valtasivat kulkuväylät.

Tarrastuspisteen välittömässä yhteydessä oli myös ponnekumipöytä, jossa mitoitettiin pitkiä tiiviste profiileja. Ponnekumipöytä on välittömässä yhteydessä samoissa tiloissa tarrastustyöpisteen yhteydessä, joten sen siistiminen oli lean-pilottipisteen luomisen kannalta välttämätöntä. Samalla välittömällä alueella oli myös odottamassa valmiita pahvikeloja, jotka liimataan etukäteen valmiiksi ja varastoidaan odottamaan tuotteiden kelausta.

Tarrastustyökoneen käyttö on ollut yhtiölle haastavaa, sillä uusin työntekijöiden koulutus koneen ajamiseen ei ole tuottanut tulosta. Yhdeksi osaksi projekti katsottiin tarrastuskoneelle yksinkertaisten käyttöohjeiden luominen sekä ylimääräisten välineiden ja työkalujen rajaaminen. Työpisteelle järjestyksen luomisen jälkeen luotaisiin yksinkertainen 5S-toimintamalli.

4.2 Tarrauskone

Tarrauskone itsesään on yksi liikuteltava työpiste, johon kuuluu kolme muuta liikuteltavaa työpistettä. Ensimmäinen työpiste toimii telineenä ja ohjaimena tiivisteelle, johon kuuluu liimata tarrapinta. Toisena on itse tarrauskone, joka ohjaa tiivisteen oikeaan asentoon, levittää liiman tiivisteeseen pintaan ja viimeisenä asettaa ja painaa tarran tiivisteeseen. Tarrauksen jälkeen tiiviste tulee suoraan kelaukseen, jossa se kelataan kullekin tiivisteelle asetettuihin mittoihin keloihin. Kelauksen jälkeen valmiisiin keloihin asetetaan päälle muovikelmu suojaamaan tuotetta, jottei tarrapinta pääse kovettumaan. Kaikkien koneiden on oltava samassa linjassa, sillä tiiviste on ajettava koneiden läpi yhdellä kertaa. Ainoistaan kelmutuskone on mahdollista siirtää muualle, mutta silloin tuotteita joudutaan turhaan siirtelemään. Kuvassa 5 tarrauskoneen kokoonpano täytenä linjastona, työpisteet peräkkäin työvalmiina.



KUVA 5. Tarrauskoneen toiminta ja sen laitteet

Tarrauskone oli sijoitettuna suoraan silikonilinjaston päähän, jotta tarrattavat tuotteet olisivat mahdollisimman lyhyen matkan päässä. Linjaston on myös pakko olla yhtenäisessä linjassa, pois lukien kelmutuskone. Tilan puute teki linjaston yhtenäisenä pitämisestä haastavaa, sillä usein työn jälkeen ne työnnettiin reunaan tilan puutteen vuoksi. Sijainnista johtuen tarrakoneen ympäristöön kertyi jatkuvasti sekä linjastolta saapuvia tarrauk-

seen menossa olevia tuotteita, kuin myös valmiita tuotteita, jotka olisivat kuuluneet suoraan varastoon. Nämä tuotteet tukkivat tarrauskoneen ympäristön aiheuttaen haittaa koneen käytölle. Usein koneen ympäristön siivoaminen käyttökuntoon saattoi viedä jopa tunnin, joka on kaikki hukkaa.

Kuvassa 6 nähdään, kuinka työpiste on täyttynyt pahvilaatikoista, keloista ja muista työpisteelle kuulumattomista tavaroista. Tämä luo työpisteelle epäjärjestyä sekä lisää työhön tarvittavaa esivalmistelua ennen työn aloittamista.



KUVA 6. Tarrauskoneen ympäristö

4.3 Ponnekumipöytä

Tuotantotiloissa tarrauskoneen kanssa samassa tilassa olevan ponnekumipöydän alle oli sijoitettu sekä valmiita tuotteita että tuotteita, jotka olivat jääneet ylijääminä odottamaan varastointia. Lean-periaatteiden mukaan tuotantotiloissa ei varastoida yhtään tuotetta, sillä varastointi itsesään on jo hukkaa. Tuotantotiloihin varastointi haittaa muuta tuotantoa ja vie kallista lattiaa tilaa. Tämä tila kuuluisi hyödyntää tuottavasti, sillä siitä maksetaan

vuokraa. Hukan eliminointi on lean-periaatteen keskeisimpiä asioita, sillä tuotteet väärissä paikoissa luovat epäjärjestystä, joka entisestään luo lisää hukkaa.

Ponnekumipöydän toiminta itsessään on olla mittausalustana, pöytään on merkattu valmiiden tuotteiden pituudet. Näin työntekijän ei tarvitse mitata tuotteita joka kerta, vaan tuote vedetään oikeaan merkkiin asti ja katkaistaan. Keskellä pöytää on myös liitäntä väline, sillä osaan ponnekumeista pitää kiinnittää liitäntäkappale.

Kuvassa 7 on havainnollistettu, kuinka raaka-aine laatikot ovat tukkineet kulkuväylän. Raaka-aine laatikot tukkivat käytävät niin, ettei niitä pääse siirtämään pumppukärryillä. Jotta ponnekumipöytää pääsee käyttämään, on joka ikinen laatikko siirrettävä yksitellen pois tieltä. Leanin mukaisten periaatteiden mukaan tuotantotiloihin olisi luotava selvät paikat kaikille tuotteille ja raaka-aineille, eikä niistä yksikään saisi olla tuotantotiloissa ilman että tuotantoprosessi sitä vaatii.



KUVA 7. Ponnekumipöydän ympäristö ja alusta

Lean-ajatusmaailman mukaisesti työpisteelle luotaisiin lattiasteppaukset, jotka ohjeistaisivat missä tiettyjä raaka-aineita säilytettäisiin. Kulkukäytävien merkkauksilla kielletään asettamasta käytäville tavaroista, niin pysyvästi kuin tilapäisestikin. Kulkukäytävät on

aina pidettävä avoinna, tämä lisää suoraan tuottavuutta sekä työturvallisuutta. Lattiateip-
pausten tulisi olla niin tilavat, että työtiloissa pääsee aina vapaasti kulkemaan pumppu-
kärryillä. Raaka-aine laatikot voivat painaa useita satoja kiloja, eikä niiden siirtely ilman
pumppukärryjä siksi ole mahdollista.

4.4 Tuotteiden varastointi

Ponnekumipöydän alla sekä tarraustyöpisteen välittömässä läheisyydessä oli useita val-
miita tuotteita, jotka ehdottomasti kuuluisivat säilyttää varastossa. Osa tuotteista oli niin
lyhyissä pätkissä tai niin vanhoja, ettei niitä ole mahdollista myydä asiakkaille. Kaikki vas-
taavat tuotteet kuuluvat ehdottomasti leanin periaatteiden mukaan hävittää viemästä tilaa
ja tekemästä työtilasta epäjärjestäytyntä.

Tuotteille, jotka olivat käyttökelpoisia luotiin oma alue varastossa. Jokaiseen pakkauk-
seen merkattiin selvästi, mikä tuote on kyseessä ja paljonko sitä on. Tämän jälkeen tiedot
lisätyistä tuotteista lisättiin ERP-järjestelmään (Enterprise Resource Planning). Näin
myynnin henkilökunta näkee suoraan mitä tuotteita on varastossa sekä missä määrissä.
Tällöin mahdollisesti estäen turhan uuden erän tuottamisen sekä ylimääräisen varasto
volyymin kertymän.

Kuvassa 8 näkyy ylhäällä luotu pätkä uutta varastoa, jossa tuotteet ovat järjestyksessä ja
merkattu selvästi, mitä kussakin laatikossa on. Alla näkyy vanhoja varastoituja tuotteita,
jotka eivät ole missään järjestyksessä. Koko varaston muuttamista leanin mukaiseen jär-
jestykseen ei otettu opinnäytetyön piiriin, jottei työtaakka kasvaisi liian suureksi.



KUVA 8. Tuotevarasto

5 TARRAUSKONEEN YMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Lähtökohtana aloituspalaverissa oli luoda tuotantotiloihin lean-pilottipiste, josta työntekijä ja johtokunta ottaisivat mallia. Tarkkailtuaan pilottipisteen toimintaa, johto rupeasi ajamaan lean-filosofiaa tehtaan muihin työpisteihin. Koko tuotannon ja tehtaan tiloihin leanin käyttöönotto todettiin välittömästi liian mittavaksi projektiksi. Lisäksi tehdas valmistaa tuotteita metrimittaisena, jotenka one-piece flowia on äärimäisen haastava tuoda tuotannon toimintaan.

5.1 Tarrauskone

Tarrauskoneelle luotaisiin selkeä lean-henkinen työympäristö, jossa kone olisi omalla paikallan lattiateipatulla alueella. Lattiateippauksen tavoitteena olisi estää tuotteiden ja muiden välineiden päätyminen työympäristöön, joka luo ongelman työpisteen käyttöön. Tarrauskoneelle luotaisiin myös yksinkertainen käyttöohje, joka helpottaisi myös uusien työntekijöiden sijoittamista työpisteelle.

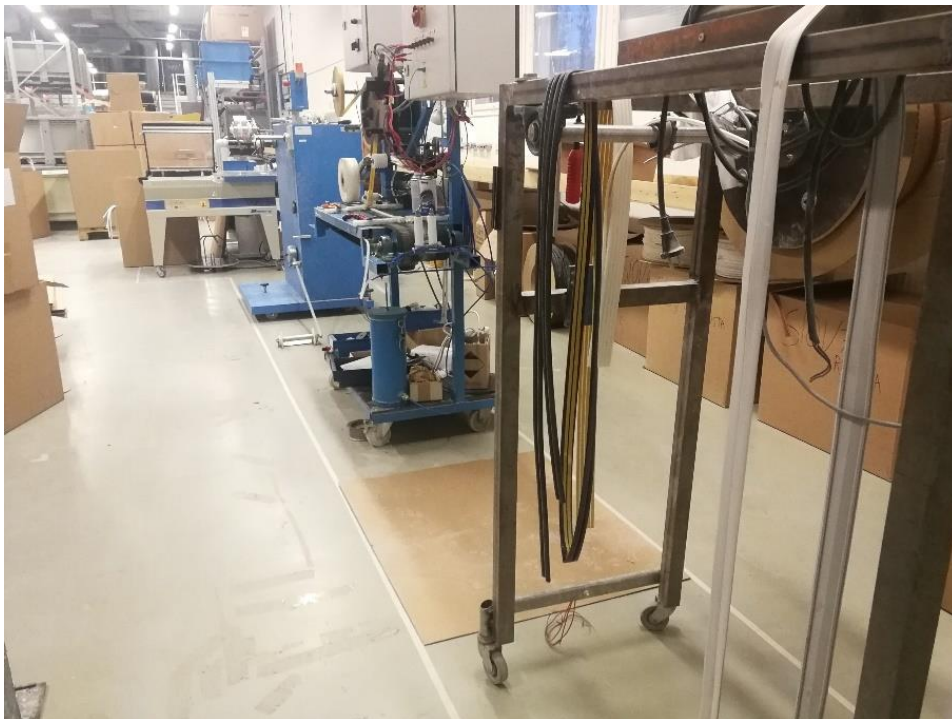
Ensimmäinen askel on poistaa kaikki ylimääräinen työpisteeltä (5S), joka mahdollistaa toimivan järjestyksen ja standardien luomiseen. Uudesta layoutista luotiin pohjapiirustus, joka käsiteltiin opinnäytetyön valvojan kanssa läpi ja huomattiin että tilanpuute on ilmeinen. Opinnäytetyön kannalta todettiin kuitenkin parhaaksi suorittaa prototyyppi vaihe lattiateippauksista ja layoutista.

Tarrauskoneen käyttö ei ollut työntekijä ystävällistä, sillä säädöille ja eri työkaluille ei ollut mitään selvää ohjeistusta. Työnjohtajat olivat oppineet tuntemaan koneen ja operoimaan sitä kokemuspohjalta, joten suuri osa koneen toiminnoista perustui käyttäjän tuntumaan. Koneelle oli luotu kansioon toimintaohjeistus, johon työntekijän oli tarkoitus voida turvautua ongelma tilanteissa. Todellisuudessa kuitenkin koneessa ilmenevät ongelmat saattoivat johtua useista eri syistä, ettei aina kokenutkaan käyttäjä saanut konetta toimimaan ilman ongelmia. Tiivistettä ja tarraa säädettiin useilla eri rullilla ja ohjaimilla, joista osa oli valmistettu rautalangasta ja niitä piti tarpeen tullessa säätää taittamalla. Koska eri säätöihin ei ollut mitään visuaalista asteikkoa, johon turvautua saadakseen tiivisteen ja tarran oikeaan linjaa. Tämä johti tilanteeseen, jolloin ainoa keino oli yrittää. Vanha toimintaohjeistus ei perehtynyt kaikkiin ongelma kohtiin tarpeeksi yksityiskohtaisesti, joten osana

tätä opinnäytetyötä oli luoda parempi toimintaohjeistus tukemaan työntekijöiden koneen käyttöä.

Layout ratkaisuun kuului myös, että kelmutuskone saatiin samaan tilaan. Kelmutuskoneen pitäminen erillään tarruskone kokoonpanosta tarkoitti että, jokainen tuote jouduttiin kuljettamaan ensin kelmutuskoneelle ja sen jälkeen varastoon. Tämä ylimääräinen liikuttelu on suoraan hukkaa. Samalla kun työntekijä, joka kelaa valmiit tiivisteet kelalle on vapaa uudella layoutilla myös kelmuttamaan valmiit kelat. Tästä edestakaisesta liikkeestä syntyvää hukkaa käsiteltiin spagettidiagrammi tyylisellä käsittelyllä.

Linjastolle luotaisiin myös oma piste, johon tarraukseen saapuvat tuotteet asetettaisiin ilman että ne valtaisivat koko linjaa. Samalla valmiit tuotteet pakattaisiin linjan toisessa päässä suoraan lavalle, josta ne voitaisiin nopeasti ja helposti kuljettaa varastoon odottamaan lähetystä (kuva 9).



KUVA 9. Tarrakoneen järjestely ja lattiатеippaus prototyyppi

Tarrakoneelle suoritettiin myös työkalujen ja välineiden osalta sortteeraus, jossa hävitettiin paljon välineitä. Välineet olivat hajonneet, tai eivät olleet käyttökelpoisia nykyisille tuotteille. Samalla koneeseen asennettiin pieni työkaluhylly, jossa voitaisiin säilyttää tarvittavia työkaluja.

5.2 Ponnekumipöytä

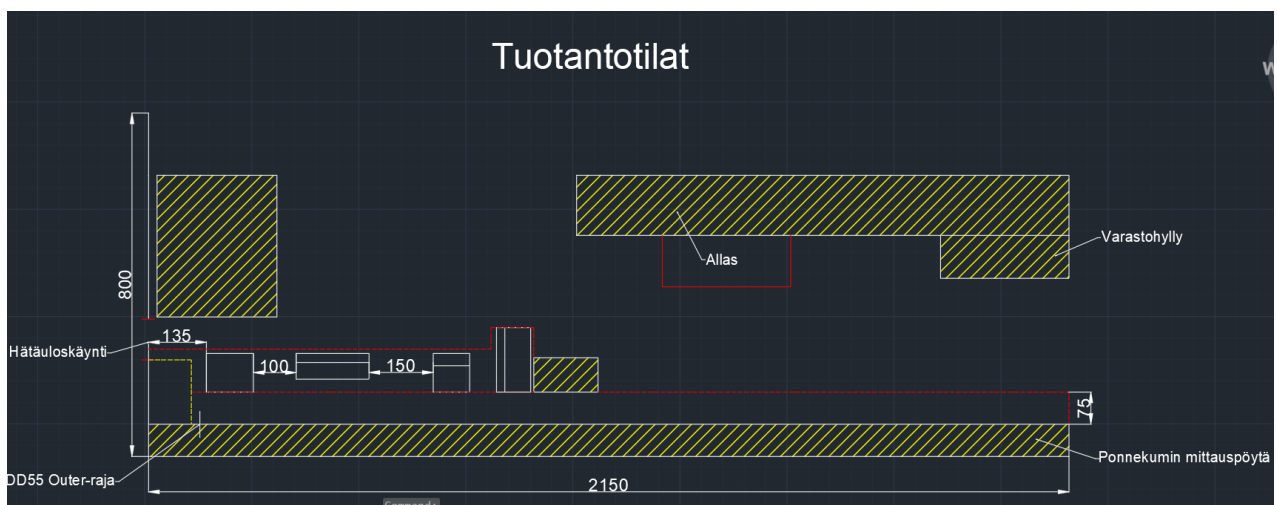
Samassa työtilassa olevalla ponnekumipöydälle ensimmäinen selvä vaihe oli päästä eroon valmiista tuotteista, jotka olivat kerääntyneet työpöydän alle, päälle ja sivuille. Tuotteita käytiin läpi ja joko varastoitiin, tai hävitettiin kokonaan. Tuotteet, jotka olivat olleet vuosia tai jäljellä oli vain pieniä ja lyhyitä pätkiä hävitettiin. Ponnekumipöydän toisessa päässä oli raaka-aine varasto silikonilinjastolle, jossa varastoitiin raaka-aine laatikoita. Tyhjät laatikot saattoivat jäädä lojumaan ponnekumipöydän viereen, haitaten työskenteilyä työpisteellä.

Ponnekumipöydän ympärille luotiin suoraan lattiатеippaukset, luoden yhden metrin turva-alueen työntekijälle. Tälle alueelle ei saa varastoida mitään, ei edes hetkellisesti. Tällä luodaan lean-hengen mukainen ylimääräisten materiaalien poisto sekä työpisteen läpimeno aika lyhenee huomattavasti. Itse työpisteeseen ei koskettu, sillä työpisteellä oli jo käytössä one-piece flow käytäntö. Työntekijät tuovat aina itse tarvittavat työkalut paikalle, eikä näin ollen ollut tarvetta käydä läpi lajittelu prosessia turhien välineiden poistoon.

6 UUDEN TYÖTILAN SUUNNITTELEMINEN TARRAUSTYÖPISTEELLE

Puolessa välissä opinnäytetyön sovittua aikaväliä pidettiin välipalaveri, johon kutsuttiin paikalle ohjaava opettaja. Palaverin tarkoituksena oli käydä läpi missä tilanteessa opinnäytetyön kanssa oltiin, ja kuinka siitä edetään. Palaveri pidettiin yhtiön tiloissa lissä, kokoushuoneessa.

Työssä oli edetty noudattaen genchi genbutsun mukaista ajattelua, jossa kaikki siirrot harkittiin ja selvitettiin tarkkaan ennen toteuttamista. Tehdyistä layout-piirroksista tuli selväksi, ettei tarrakoneen ja sen apulaitteiden sijainti voi olla nykyisessä paikassa. Kuten kuvassa 10 näkyy, tilanpuutteen lisäksi on linjasto hätäuloskäynnin tiellä. Turvallisuus kysymysten vuoksi oli tällöin mahdotonta sijoittaa linjasto nykyiseen paikkaansa. Tästä nousi ylös kysymys eräästä sivuhuoneesta, jossa nykyään säilytettiin vanhaa kipinätyöstökeskusta. Kipinätyöstökeskus ei ollut toimintakunnossa lähes vuoteen ja koska kone oli jo vanhentunut, ei sen korjaus ollut varteen otettava vaihtoehto. Kyseinen kone ei ollut yhtiön toiminnalle tärkeää, sillä se oli jo korvattu 3D-tulostimella.

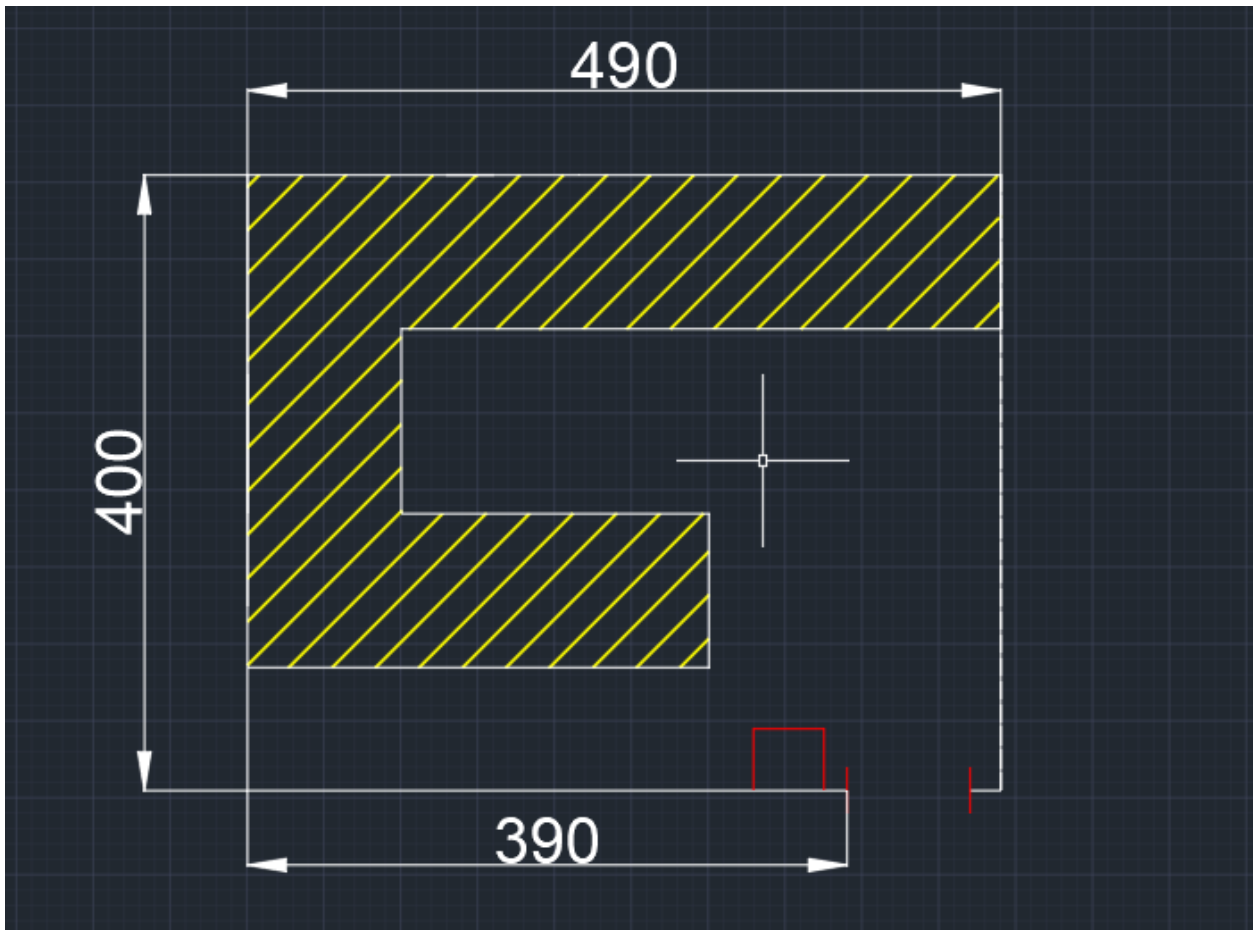


KUVA 10. Tuotantotilat ja vanha tarratyöpiste

6.1 Liitoshuone

Kipinätyöstökeskuksen viereinen huone oli käytössä tietyn tuotteen liittämiseen, jossa kappale vulkanoitiin. Huonetta kutsuttiin liitoshuoneeksi, se oli erotettu kipinätyöstökeskuksen huoneesta väliseinällä. Välipalaveriin oli valmistettu vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi poistaa väliseinä näiden kahden huoneen väliltä ja luoda yhdistetty työtila, jossa molempien työpisteiden toimintaa voitaisiin tehostaa.

Kuvassa 11 on havainnollistettu, että huone oli pienikokoinen. Huoneen mittojen vuoksi pöytä oli liian lyhyt pisimmille tuotteille, mikä vaikeutti niiden asettelua ja mittausta. Lisäksi ahtaute aiheutti sitä, ettei työkaluille ja materiaaleille ollut omia paikkoja ja ne valtasivat pöytätilaa joka paikasta mistä vapaata tilaa löytyi.



KUVA 11. Liitoshuone

Kuvassa 12 on havainnollistettu kuntoa, johon liitoshuone oli mennyt. Roskien ja ylimääräisten materiaalien lisäksi löytyi pöytien ala tasolta vanhoja tylsiä mattopuukkojen teriä.

Työpöydän alla oli paljon vanhoja työkaluja ja laitteita, jotka eivät liittyneet tälle työpisteelle mitenkään. Lisäksi vanha pöytä oli pultattu seinään kiinni, eikä sitä olisi mahdollista siirtää.



KUVA 12. Liitoshuone

6.2 Kipinätyöstökeskus

Kipinätyöstökeskuksen huoneen mitat olivat puolestaan 4 000 mm x 6 400 mm, mutta koko huoneen valtasi kyseinen kone. Koneessa oli neljä erillistä yksikköä: työstökeskus ja suojattu työstö tila, pääohjaus yksikkö, sähkökaappi ja vesiallas. Yhteensä näiden osien paino oli noin 3 600 kg. Jotta kone saataisiin huoneesta ulos, jouduttaisiin uloskäyntiä huoneeseen laajentamaa. Kuvassa 13 nähdään kipinätyöstökeskus sekä huone, jossa konetta oli säilötty. Koska itse työstökeskuksen pääosa oli yli kaksi metriä korkea ja painoi yksinään yli 2 000 kg, olisi sen siirtäminen yhtiön välineillä pienimuotoinen haaste.



KUVA 13. Kipinätyöstökeskus

Huoneeseen oli säilötty kaikkea erilaista tavaraa, vanhentuneista jauhesammuttimista ilmastointiputken palasiin. Koneiden purkamisesta irralleen tulisi paljon osia, jotka jouduttaisiin kierrättämään ja hävittämään.

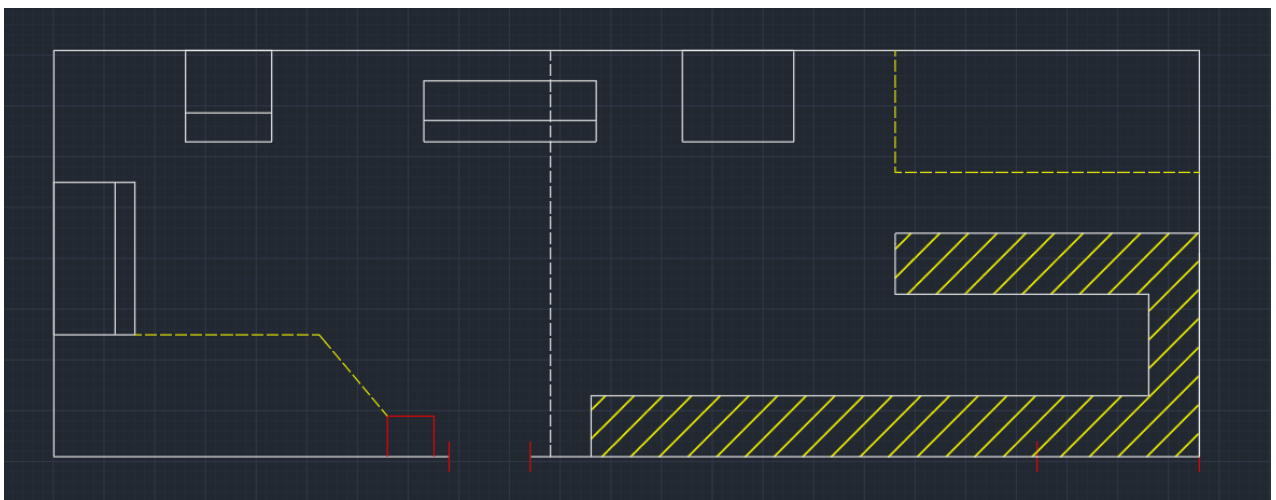
6.3 Uusi toimintasuunnitelma

Palaverissa todettiin, ettei koneen säilyttäminen vanhassa paikassa tuotantolinjojen päässä ole hyväksyttävä vaihtoehto. Suurimpina syinä sen sijainti hätäuloskäynnin tiellä sekä tilanpuute vanhalla sijainnilla. Samalla käytiin läpi eri vaihtoehtoja uudelle sijainnille, jotta tarrakone saataisiin toimivaan ympäristöön. Tärkeimpänä kohtana pidettiin sijaintia, joka ei saisi olla ahdas tai haitata työturvallisuutta.

Valintaa varten oli valmistettu useita eri layout vaihtoehtoja, jotta voitaisiin perehtyä eri mahdollisuuksiin mahdollisimman perinpohjaisesti. Eri vaihtoehtoja sijainnille ja ratkaisulle oli yli kymmenen kappaletta, osa selvästi vähemmän toimiva kuin toiset. Suurimpana ongelmana sijainnissa on työpisteiden peräkkäisyys, joka saa tilavaatimuksen olemaan noin 8 metriä pitkä alue.

Tilanteessa tultiin johtopäätökseen, jossa kipinätyöstökeskus hävitettäisiin kokonaan ja huone tyhjennettäisiin kaikista välineistä ja materiaaleista. Tämän jälkeen väliseinä liitoshuoneen väliltä poistettaisiin ja nämä kaksi huonetta yhdistettäisiin. Tällöin huone kompleksiin saataisiin tilaa tarpeeksi, jotta liitoshuoneen pöytä voitaisiin päivittää toimivampaan versioon. Samalla lisääntynyt tila antaisi mahdollisuuden tuoda tarrakone yhdistyneeseen tilaan, poistaen tilanpuutteen ja kertyvien tuotteiden ongelmat.

Kuvassa 14 keltaisella poikkiviivalla täytetty alue esittää uutta liitostyöpöytää ja keltaiset katkoviivat tilaa, johon tarrattavat sekä tarratut tuotteet voidaan asettaa. Valkoisilla viivoilla tehdyt suorakulmiot edustavat tarrakone linjaston neljää konetta.



KUVA 14. Uusi yhdistetty työtila

Tämä päätös johti myös ponnekumipöydän parannusten jättämisen vain lattiateippaukseen sekä ympäristön lisäparannusten keskeyttämiseen. Pääpainon vaihtuessa yhdistettyyn työtilaan, myös tarrakoneen käyttöohjeiden tekeminen piti jättää pois uudesta toimintasuunnitelmasta. Samalla suunnitelman kasvaessa, ei työssä jäänyt aikaa toteuttaa alkuperäistä 5S-pohjaista suunnitelmaa. Muutostöiden määrä ja työtaakka ei jättäisi aikaa toteuttaa muutoksia pisteillä sekä koulutuksia niin johdolle, kuin työntekijöillekin.

7 YHDISTETTY TYÖTILA

Palaverin pohjalta alettiin luoda yhdistettyä työtilaa, joka parantaisi molempien työpisteiden järjestystä, tehokkuutta ja pienentäisi valmistautumisaikaa. Ensimmäinen haaste olisi poistaa vanha kipinätyöstökeskus huoneesta ja hävittää se, ettei ylimääräisiä osia jää lojumaan yhtiön tiloihin viemään tilaa. Koneen hävityksen jälkeen purettaisiin väliseinä, jonka myötä uusi työtila saataisiin avoimeksi. Viimeisenä vaiheena on saada huoneeseen uusi liitospöytä, hävittää vanha ja tuoda tarrauskone työtilaan.

7.1 Kipinätyöstökoneen poistaminen

Kipinätyöstökeskuksen poistamisen ensimmäisen osa oli selvittää kuinka pieniin osiin kone olisi mahdollista purkaa, jolla selviäsi mahdollinen tarve laajentaa huoneen sisäänkäyntiä. Pääyksikköä vaille kaikki muut osat konetta saataisiin pumppukärryn avulla siirrettyä pois ilman suurempia lisätöitä, sillä muiden yksiköiden paino pyöri 300 kg:n maissa. Pääyksikkö puolestaan painoi 2500 kg, eikä yhtiöllä ollut suoraan kyseisen massan käsittelyyn välineitä. Pääyksikkö olisi mahdollista irrottaa kahteen osaan, mutta molempien osien painaen yli 1000 kg ei niiden irrottaminen toisistaan olisi turvallista. Ainoa ratkaisu poistaa pääyksikkö olisi laajentaa huoneen sisäänkäyntiä poistamalla oven raamit sekä yläpuolelta kipsilevyseinää.

Kipsilevyseinän purkaminen oli nopeaa ja yksinkertaista, sillä kipsilevyt oli kiinnitetty ruuveilla seinän sisällä oleviin rimoihin. Ruuvien poiston jälkeen kipsilevyt saadaan irrotettua, jolloin päästään käsiksi seinän puulankkuihin. Puulankut eivät olleet seinässä kantavia rakenteita, joka piti tietenkin varmistaa ennen purkua. Kaikki rakenteet voitiin irrottaa sorkkaraudalla ja vasaralla, sillä suunnitelman mukaan tämä vanha sisäänkäynti rakennettaisiin umpeen. Tämä siitä syystä, ettei vieressä olevien uunin ja tuotantotilan meteli tulisi huoneeseen. Kipsilevyn purkamisessa saa aina varautua siihen, ettei levyjä saada ehjänä irti vaan ne hajoavat palasiksi.

Kipinätyöstökeskuksen eri yksiköt olivat toisiinsa yhteydessä paksuilla sähköjohdoilla ja letkuilla, joiden poistaminen oli välttämätöntä. Ennen yksiköiden purkamista täytyi kuitenkin varmistaa, ettei yhdessäkään yksikössä ole virtaa. Sulakkeen poiston ja sähkömittarilla suoritettujen mittausten jälkeen oli purkamisen aloittaminen turvallista. Sähköjohdot irrotettiin yksiköiden väliltä joko purkamalla koko sähköliitännän yksiköstä, tai katkaisemalla

kaikki johdot pihdeillä. Kun kaikki johdot ja letkut yksiköiden väliltä oli poistettu, saatiin aloittaa varsinaisten yksikköjen valmistelu. Yksiköitä ei painonsa vuoksi ollut kiinnitetty kiinteästi lattiaan, vaan niiden oma paino piti koneet tukevasti paikallaan. Pääyksikköä lukuun ottamatta ei yksiköistä tarvinnut irrottaa osia, tai purkaa pienimmiksi. Vesialtaasta piti laskea vedet pois käyttäen porakonepumppua, jotta ylimääräinen paino saataisiin poistettua. Pääyksiköstä jouduttiin irrottamaan käytetyn langan poiskuljetus hihna, sillä se vei tilaa useita metrejä. Lisäksi ulkokuoren suojaavat pellit ja vahvikkeet irrotettiin ras-kaasta valurungosta helpottamaan käsittelyä sekä vähentämään painoa.

Kipinätyöstökeskuksen poistamista varten tilattiin hyvissä ajoin kuorma auto hakemaan yksiköitä, sillä niitä ei voitaisi säilyttää varastossa, eikä pihalla. Muuten ne haittaisivat raaka aineiden sekä valmiiden tuotteiden virtausta, mikä ei ole hyväksyttävää. Tämän lisäksi jouduttiin lastaamista varten varaamaan erikseen pyöräkuormaaja, sillä yhtiön oma trukki ei jaksanut nostaa pääyksikköä. Pienemmät yksiköt saatiin siirrettyä pumppukärryillä ilman vaivaa ulko-ovelle, mutta pääyksikön paino tuotti vaikeuksia. Pääyksikkö nostettiin koritunkeilla puoli kerrallaan ylös tarpeeksi, jotta alle saatiin puoli kerralla pumppukärry. Pääyksikkö saatiin siirrettyä usean miehen ja kahden pumppukärryn avulla vai-voin ovelle, tarpeeksi lähelle pyöräkuormaajan piikkien ulottuville.

Kipinätyöstökeskuksen hävittämisestä maksettiin yhtiölle hinta romuraudan mukaan, eikä kuorma auto veloittanut noutamisesta yhtiötä. Samalla laitettiin kierrätykseen kaikki muu materiaali, joka voidaan luokitella rautaromuksi.

7.2 Väliseinän poisto

Kun kipinätyöstökeskus oli saatu poistettua huoneesta, oli viimein vapautunut tarpeeksi tilaa väliseinän purkuun. Väliseinä oli rakennettu samoin, kuin aiemmin purettu pieni osa kipsilevyä huoneen uloskäynnin yhteydestä. Vanhan kipinätyöstökeskuksen puolelta pur-kaminen oli helppoa, sillä ruuvien irti repimisen jälkeen ei tarvinnut varoa siivon aiheutta-mista. Liitoshuoneen puolella piti edetä erittäin varoen, sillä kyseinen huone oli työikä-tössä koko purkamisen ajan. Liitoshuoneen tekemä vulkanointi ei sietänyt pölyä, jota kip-silevyn purkamisessa vapautuu tilaan suuria määriä. Kipsilevyjen poiston jälkeen jäljelle jäivät vain puurungot, jotka oli ankkuroitu lattiaan isoilla teräskiinnikkeillä. Kiinnitysten poistaminen ilman oikeita työkaluja osoittautui erittäin aikaa vieväksi sekä haastavaksi operaatioksi. Kun viimeisetkin seinän runkorakenteet oli poistettua lattiasta, katosta ja

seinistä, jäi jäljelle jätteiden hävittäminen ja siivoaminen. Tässä samalla alettiin hävittämään muuta huoneeseen kuulumatonta tavaraa, jota siellä oli säilytetty.

Puutavara pilkottiin pieniin paloihin, jotta puujätteen kuljettaminen onnistuisi henkilöautolla. Sen sijaan kipsilevyt vietiin ulos, sillä ne jouduttaisiin hävittämään kaatopaikalle rakennusjätteenä.

7.3 Liitoshuone

Liitoshuoneen toimintaan perehtyminen oli välttämätöntä, jotta uudet tilat voitaisiin suunnitella lean-ajatteluun pohjautuen. Liituskone itsesään oli toiminnaltaan yksinkertainen, sillä laitteeseen asetetun tiivisteiden käsittely ei vaatinut monimutkaisia säätöjä. Tiiviste oli asetettava suoraan ja vietävä perille asti, jonka jälkeen asentaja painoi polkimesta ja käynnisti prosessin. Kone tarttui tiivisteeseen ja kuumat pinnat vulkanoivat tiivisteiden päädyn kiinni, työntekijä ei vaikuttanut tässä pisteessä koneen toimintaan (edellyttäen että säädöt liituskoneessa olivat oikein). Vulkanoinnin jälkeen tiivisteiden reunat, jotka olivat sulaneet, siistittiin tarkasti käyttäen mattopuukkoa. Tiivistelle ja sen työkaluille jouduttiin tekemään useita eri valmisteluita, riippuen tuotteesta. Kaikki tarvittavat työkalut ja materiaalit olivat säilytettynä liitoshuoneessa, mutta ilman selviä omia paikkoja. Tämä johti epäjärjestykseen, joka huoneessa vallitsi.

Huoneessa oleva työpöytä oli rakennettu mitoiltaan turhan syväksi, eikä loppuosa pöydästä ollut työntekijöiden käytettävissä. Syvyyden takia työkalut ja ylimääräiset materiaalit päätyivät seinää vasten pöydän reunoihin, eikä seinälle ollut mahdollista luoda työkaluille omia paikkoja. Pöydän jaloissa ei ollut säädettäviä tassuja, joilla jalat voitaisiin säätää. Sen sijaan oli jalkojen alle laitettu levyjä, jotta kaikki jalat tukisivat pöytää. Pöytä oli myös pulattu seinään, mikä esti saman pöydän käyttämisen uudessa yhdistetyssä työtilassa. Vanhassa pöydässä oli myös alapuolella taso, jossa oli mahdollista säilyttää työssä tarvittavia materiaaleja ja työkaluja. Kyseinen taso oli kuitenkin täyttynyt vanhoista, käyttämättömistä työkaluista sekä huoneeseen kuulumattomista materiaaleista. Näihin ongelmiin ratkaisuna päädyttiin hävittämään vanha pöytä ja sen mukana suuri osa säilötystä materiaalista, hankkimalla tilalle uusipöytä ilman väli tasoa.

Yhdistetyn työtilan huoneeseen jouduttiin tekemään muutoksia myös rakenteellisesti, sillä työpisteelle tulee saada useampi pistorasia. Liituskoneelle vedettiin sähköt vanhan ki-

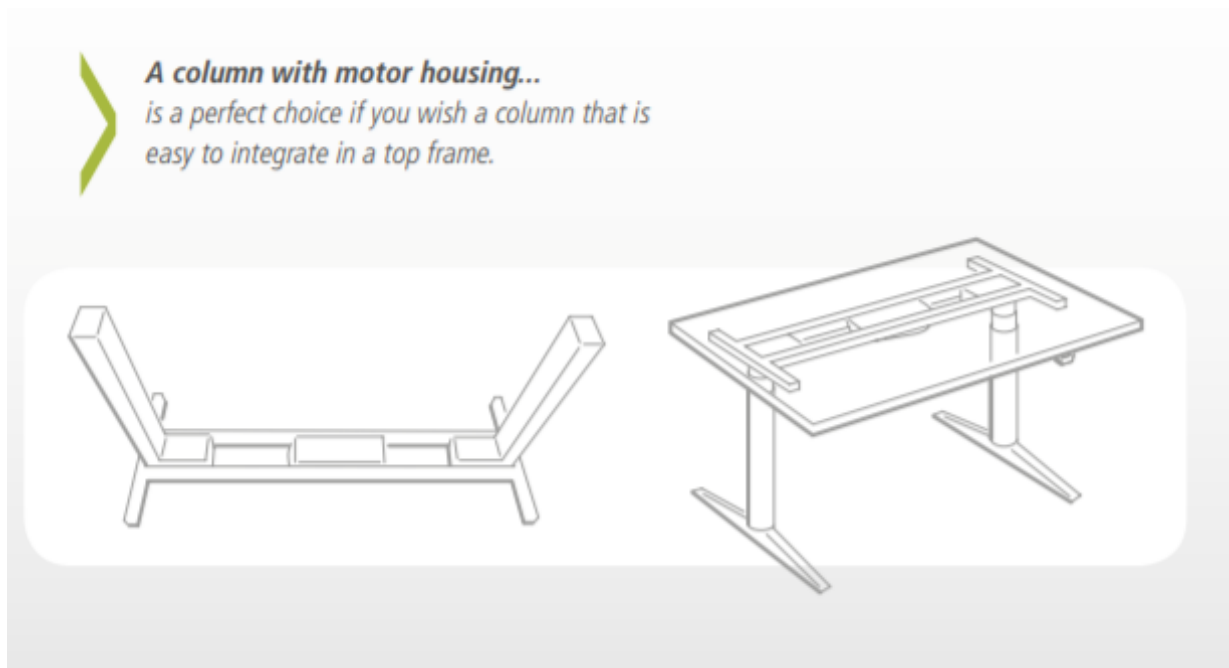
pinätyöstökeskuksen sähköjohdosta, josta saatiin uusi sähkökeskus huoneeseen. Purettujen väliseinän ja laajennetun uloskäynnin lisäksi, jouduttaisiin huoneesta poistamaan vesipiste uuden liitospöydän tieltä. Vesipiste päätettiin siirtää seinän toiselle puolelle tuotantotiloihin, sillä sitä tarvitaan prosessin vesitarpeisiin. Koska kaksi huonetta olivat ennen erilliset, jouduttaisiin valaistuksen sähköt vetämään uusiksi. Tämä kuitenkin ratkesi sillä, että firma päätti päivittää valaistuksen kokonaisuudessaan uudempaan, taloudellisempaan ja kirkkaampaan LED-valaistukseen.

7.4 Uusi liitospöytä

Uuden yhdistetyn työtilan toteuttamiseksi oli piirretty Autocadilla useita eri layouteja, jotta huoneen lopullinen muutos voitaisiin toteuttaa lean-ajattelun mukaisesti. Tärkeimpinä pointteina oli jatkuva virtaus tuotteilla sekä työpisteiden 5S metodin mukainen puhtaus. Tällä pyrittäisiin estämään useilla työpisteillä tapahtunut ylimääräisten työkalujen ja materiaalien kertyminen, joka haittaa työpisteen läpimeno aikaa. Layouteja suunniteltaessa oli myös perehdytty työpöydän optimaalisiin mittoihin sekä otettu työntekijöitä kertomaan kokemuksiaan työpisteeltä. Työntekijöiltä saatiin useita parannus ehdotuksia työpisteelle, joista vain pieni osa voitiin ottaa opinnäytetyöhön mukaan. Todettiin myös, että työntekijöiden suurista pituuksista johtuen tutkittaisiin mahdollisuutta säädettävään pöytään. Huonossa työasennossa työnteko voi aiheuttaa selkää ja hartiakipuja, aiheuttajan työntekijöille ylimääräisiä sairauspoissaoloja.

Sähkösäätöisiä työpöydän runkoja löytyy laaja valikoima eri toimittajilta sekä niitä oli yhtiöllä jo käytössä toimistotiloissa. Ehdoton vaatimus liitospöydälle oli kuitenkin saumaton, yhtenäinen rakenne. Rakenteeseen olisi mahdollista yhdistää useita runkoja, jolloin työntekijästä riippuen pöydän tason säätäminen onnistuisi sähkömoottorein ohjattuna yhden ohjaimen kautta.

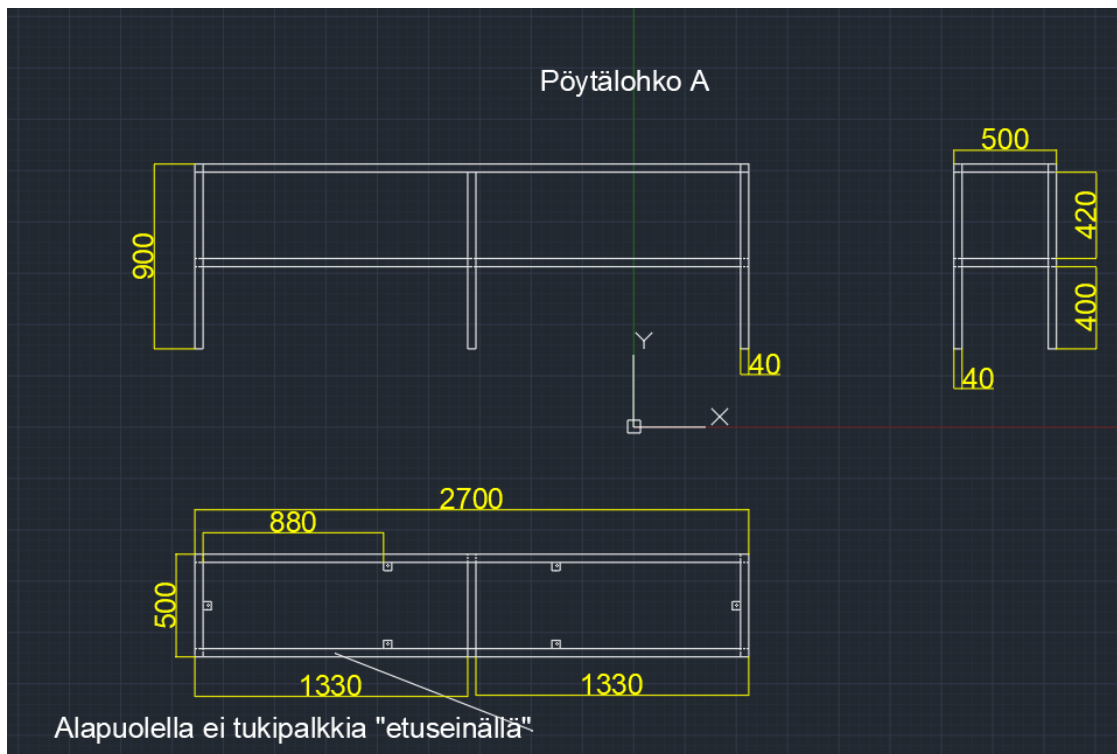
Kuvassa 15 on havainnollistettu sähköpöydän runkoa, jota voitaisiin hyödyntää liitospöydässä. Kyseisestä mallista lähetettiin maahantuojalle kysymyksiä, joilla kartoitettiin kyseisen tuotteen toimivuutta yhtiön tarpeeseen. Tuote myös kilpailutettiin kolmelta eri jälleenmyyjältä, jotta saataisiin varmistettua kilpailukykyinen hinta.



KUVA 15. Sähkösäätöinen pöydänrunko

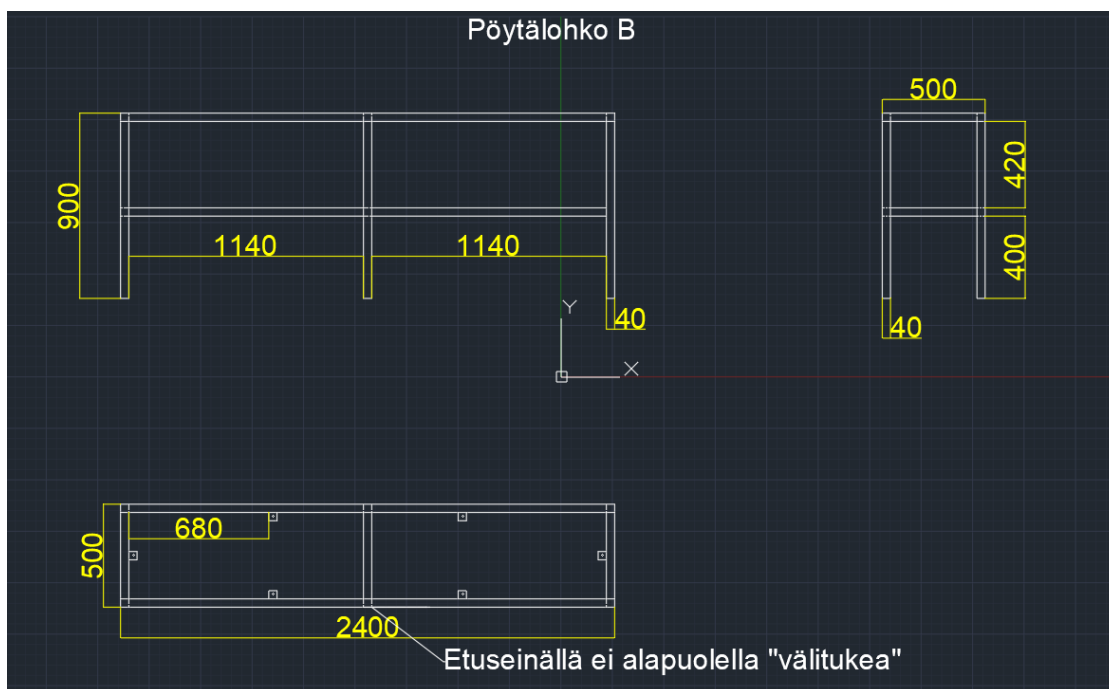
Sähköisen pöydänrungon rinnalle suunniteltiin myös perinteinen teräsrungolla rakennettu kiinteä pöytä, jotta vaihtoehdot olisi tutkittu paremmin ja päätös voitaisiin perustella laajoin perustein. Pöydälle luotiin piirrokset Autocadilla, jotta olisi mahdollista kilpailuttaa sen rakentaminen. Etuna teräsrungolla oli parempi huomattavasti paremmat tassut jalkojen pohjissa, joilla pöytä saataisiin suoraan. Huoneessa oli lattiakaivon vuoksi suhteellisen suuri kaltevuus, lattian juoksujen vuoksi. Teräsrunkoon olisi myös helpompaa rakentaa kiinnikkeet liitoskoneelle, mitoitettuna sopimaan tarkoitukseen. Runko rakennettaisiin useammasta osasta, sillä täyden mittaista yksiosaista pöytää ei olisi mahdollista käsitellä ja siirrellä. Rungon rakenteeseen tulisi neljä erillistä osaa, jossa olisi kolme ainutlaatuista rakennetta. Itse rasitus rungolle ei ole suuri, joten 1,5 mm paksu 40 mm x 40 mm huonekalupalkki riittäisi materiaaliksi.

Pitkälle sivulle sijoittuvia pöytä lohko A:n kappaleita tulisi kaksi, jolloin pöydän sivupituus olisi kuusi metriä. Tällöin pisimmätkin tiivisteet voitaisiin mitata suorana yhdellä kertaa, nopeuttaen ja helpottaen työtä (kuva 16).



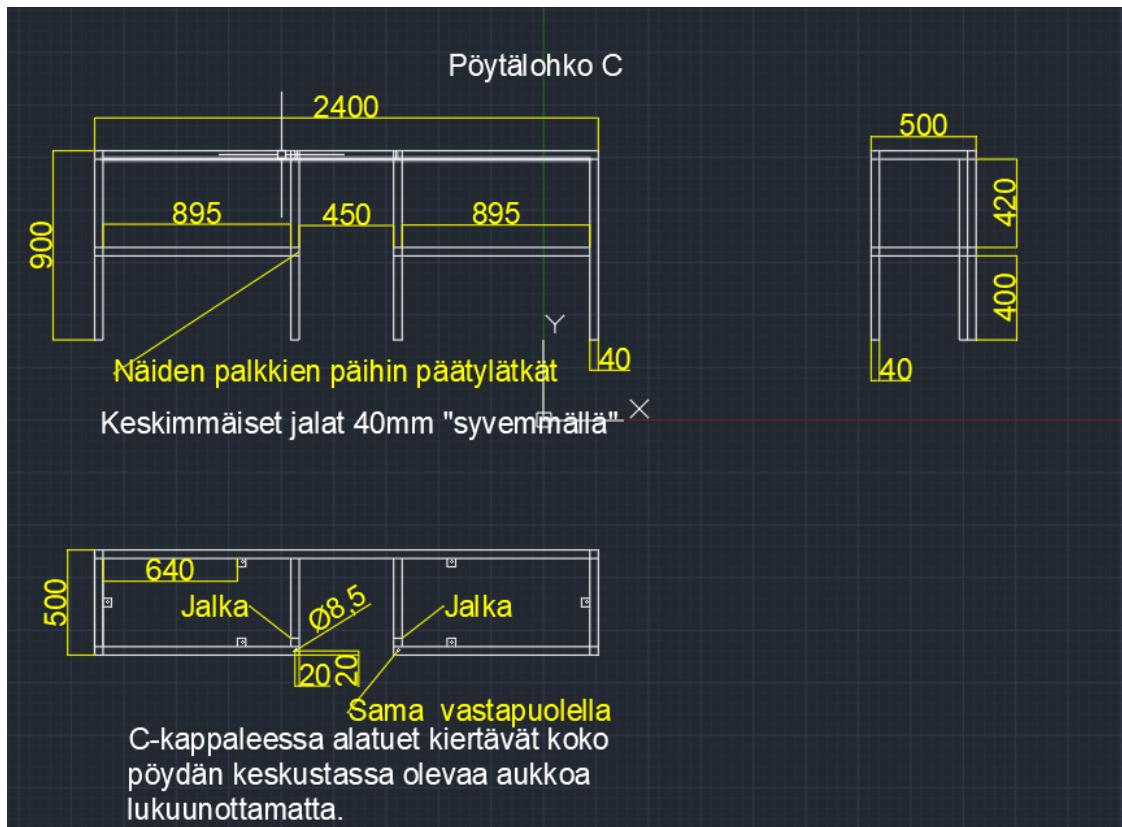
KUVA 16. Pöytä lohko A

B-kappale sijaitsee pöydän lyhyemmällä sivulla, jonka vuoksi se joudutaan tekemään erikseen kuin kappale A. Toisen sivun pöydän pituus haittaisi toisella puolella olevaa tarrauskone työpistettä, eikä toisella pitkällä sivulla ole olennaista lisähyötyä (kuva 17).



KUVA 17. Pöytä lohko B

Päädyn lohko C, johon liitokone kiinnitetään, on erilainen rakenteeltaan muista pöytälohkoista. Rakennus materiaaleiltaan se rakennettaisiin kuitenkin samoista teräspalkeista, kuin lohkot A ja B. Kuvien 16, 17 ja 18 piirroksien pohjalta luotiin tarjouspyynnöt, jotta saataisiin vertauskelpoista tietoa mitä pöytä maksaisi. Teräsrungolle tarjouspyyntöjä lähetettiin yhteensä viidelle yhtiölle, joista yhdestä saatiin takaisin käyttökelpoinen tarjous (kuva 18).

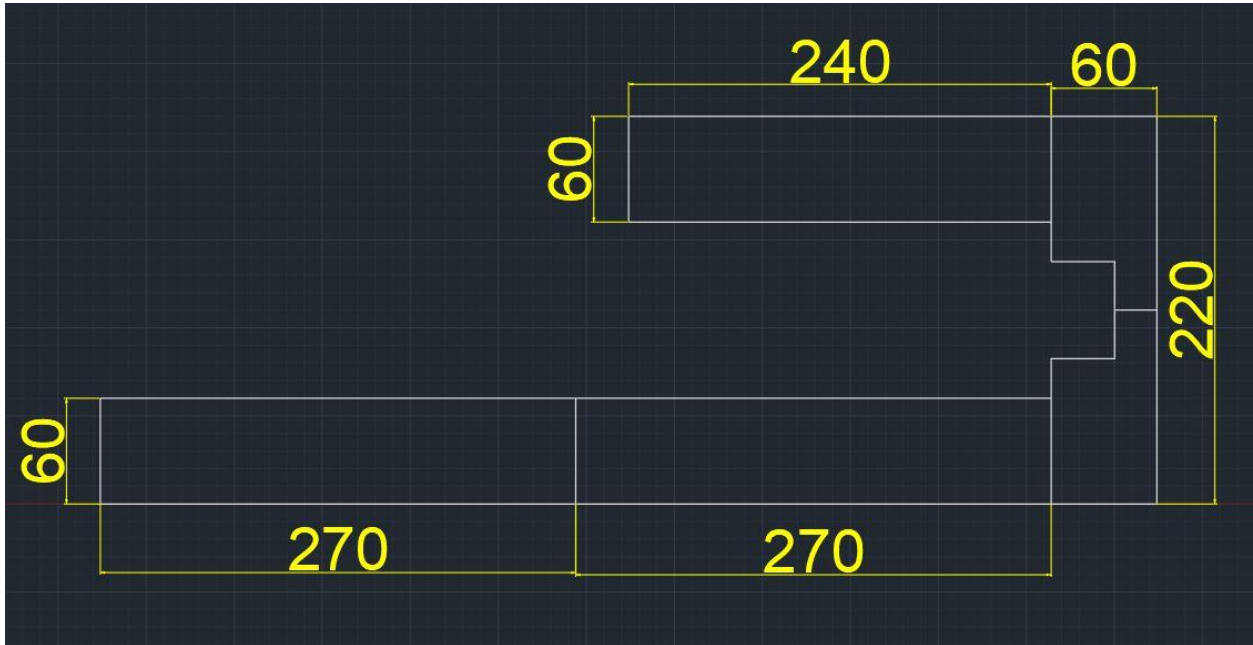


KUVA 18. Pöytä lohko C

Kumpaankin ratkaisuun päädyttäessä tarvittaisiin pöydän rungon päälle pöytälevyt, jotka kilpailutettiin. Paikalliselta yhtiöltä saatiin ilman toimituskuluja kohtuulliseen hintaan, paikalle kuljetettuna. Materiaaliksi tasoille valittiin laminaatti, kestävän pinnan ja kohtuullisen hinnan vuoksi. Laminaattilevyt leikattaisiin kohtuullisiin kuljetettaviin mittoihin sekä haluttuihin muotoihin. Laminaatin paksuudeksi määritettiin 30mm, sillä se antaa riittävän kestävyuden ja helpottaa eri pöytä lohkojen yhdistämistä.

Mittapiirrosten lisäksi käytiin sähköposti keskustelussa läpi yksityiskohdat, kuten mitkä reunat pyöristettäisiin ja mikä olisi pyöristyksen kulma. Pääty lohkon mitat sovittiin käytä-

väksi myöhemmin, kun tilauksen yhteydessä olisi tehty päätös pöytärun-
gon valinta vaikutti pääty lohkon mittoihin, eikä tilausta voitu näin ollen suorittaa ennen
päätöstä (kuva 19).



KUVA 19. Pöytälevyjien mitat tilausta varten

Tilanteesta pidettiin palaveri, jossa vertailtiin molempien pöytien hyviä puolia ja toimi-
vuutta. Sähkösäätöisessä pöydänrungossa ei voitu taata, että pöydät voidaan synkro-
noida yhteen ohjauspiiriin. Ongelmaksi nousi myös pohjassa olevien tassujen säätö, joka
ei riittänyt kompensoimaan lattian kaltevuutta. Sähköisten runkojen hinta olisi myös huo-
mattavasti kalliimpi, kuin teräsrun-
gon. Myös liitoskoneen kiinnitys sähkösäätöiseen run-
koon tuottaisi ongelmia, sillä laminaattilevyyn kiinnittäminen ei ole ratkaisu koneen kiin-
nikkeiden vuoksi. Samalla käytiin läpi myös ongelmaa, että sähkörun-
gon jalat tulisivat ulommas kuin pöytä tason reuna. Tämä aiheuttaisi mahdollisen riskin kompastua jalkaan,
tai vähintään työskennellessä olisi pöydänjalka tiellä jatkuvasti. Kaikki vaikuttavat asiat
johtivat yhteiseen selkeään päätökseen, teräsrunko on huomattavasti helpompi ja toimi-
vampi ratkaisu kyseiselle työpisteelle. Työntekijöille aiottiin katsoa mahdollisuutta hom-
mata säädettäviä istuimia, joilla olisi mahdollista poistaa pitempien työntekijöiden kyyris-
tely.

7.5 Toteutunut yhdistetty työtila

Yhdistettyyn työtilaan saatiin rakennettua uusi liitospöytä, joka palvelisi paremmin työpisteen toimintaa. Huoneelle jäi vielä erinäisiä tehtäviä, joita pitäisi suorittaa opinnäytetyön jälkeen. Tarrauskone jäi vielä vanhoille sijoilleen tuotantotiloihin, sillä sitä ei voitu siirtää ennen vanhan liitospöydän purkamista. Vanhaa pöytää ei voitu purkaa ennen kuin uusi pöytä oli valmiiksi kasattuna, sillä työpiste oli jatkuvalla työkuormituksella. Yhtiö aikoi käydä läpi vanhan työpisteen työkalut ja materiaalit, jottei uudelle pöydälle kertyisi ylimääräisiä välineitä.

Kuvassa 20 nähdään uusi liitospöytä sekä umpeen rakennettu vanha uloskäynti. Kuvassa näkyy vielä vesipiste sekä kipinätyöstökoneen sähköjohto. Vesipisteelle oli tilattu asentaja vaihtamaan se toiselle puolelle seinää, mutta sitä ei vielä ehditty opinnäytetyön loppuun mennessä vaihtaa. Sähköjohdolla oli tarkoitus luoda sähkökeskus huoneeseen, johon tulisi myös voimavirtapistoke.



KUVA 20. Yhdistetyn työtilan uusi liitospöytä

Toimitusvirheen vuoksi kuvasta uupuu vielä yksi pala pöytä lohkoa, joka ei saapunutkaan perille muiden osien kanssa. Viimeisen lohkon kasaaminen jäi yhtiölle suoritettavaksi opinnäyteyön jälkeen. Myös tarrauskoneen siirtäminen yhdistettyyn työtilaan jäi yhtiön hoidettavaksi.

Uusi layout tuo tuotantotiloihin huomattavaa selkeyttä sekä poistaa tuotteiden varastoitumista toisille työpisteille. Liitospisteen pöydältä saatiin pois ylimääräistä materiaalia sekä mahdollisuus rakentaa seinälle työkaluteline. Huoneen molemmissa päädyissä oli varattuna pieni tila tarrattaville tuotteille, jotta ne saataisiin pois tuotantotiloista. Huoneen sisäänkäyntiä myös laajennettiin, jotta tuotteet voitaisiin tuoda sisään trukkilavoissa. Vanhalla järjestelyllä tämä ei ollut mahdollista, vaan pahvilaatikoita raahattiin käsin pitkin lattiaa. Uusi järjestys poistaa tuotteiden kerääntymisen tarrauslinjaan, joka tukkii työpisteen käytön.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön päätavoite oli luoda yrityksen käyttöön toimiva lean-pilottityöpiste, jossa sekä työntekijät että esimiehet voivat tutustua lean-ajattukseen ja sen toimivuuteen. Alun perin ajatuksena oli luoda tarrauskoneen ympäristöstä toimiva kokonaisuus ja pyrkiä hio-maan se loppuun saakka 5S:ää noudattaen.

Tutustumisvaiheessa todettiin, ettei tarrauskoneen ympäristö ole työpisteelle toimiva eikä sitä voida tilanpuutteen vuoksi saada toimimaan. Tämä johti lähtöpalaverin tavoitteiden uudelleen katsomiseen ja niiden määrittämiseen toimivuuden kannalta paremmalle tasolle. Parhaaksi ratkaisuksi todettiin luoda yksi toimiva tila, jonne on mahdollista luoda lean-hengen mukaista työympäristöä.

Muutokset johtivat siihen, että projekti kasvoi huomattavasti eikä sitä ollut mahdollista viedä täysin loppuun projektin mitoitettussa aikavälissä. Yhtiö sai kuitenkin tilan pieniä yksityiskohtia vaille valmiiksi sekä Autocad-piirustukset laitteiden ja työpöytien sijainnista. Myös kyseiset työpöydät kilpailutettiin ja koottiin valmiiksi. Yrityksen tehtäväksi jäi hoitaa vesipisteen poisto, uloskäynnin sulkeminen, työpöydän rakentaminen ja käyttöönotto, sähköjen vetäminen laitteille ja työntekijöiden opastaminen.

Projekti oli haastava useiden muuttujien ja tiukan aikataulun vuoksi. Vaikka lopputulos ei tullut ihan haluttuun täydelliseen lean-pilottipisteeseen, saatiin luotua yhtiölle puitteet ja ohjeet sen valmistamiseen. Yhtiön johtohenkilöt itsekkin totesivat, ettei työssä tehtyä tärkeää muutosprosessia olisi saatu tehtyä ilman opinnäytetyötä.

LÄHTEET

1. V.A.V Group Oy 2019. Oulu: V.A.V Group Oy. Saatavissa: <https://www.vav-group.com/yritys/>. Hakupäivä 7.1.2019.
2. Lean manufacturing 2019. Wikipedia. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing. Hakupäivä 9.11.2018.
3. Liker, Jeffrey K 2004. The Toyota Way. Yhdysvallat: McGraw-Hill.
4. Sarkar, Debashis 2005. 5S for service organization and offices. Yhdysvallat: ASQ Quality Press.
5. Haghirian, Parissa 2010. Understanding Japanese Management Practices. Yhdysvallat: Business expert press.
6. Grace, Duffy 2013. Modular Kaizen: Continuous and breakthrough improvement. Yhdysvallat: ASQ Quality Press.
7. Coleman, Jay - Vaghefi, Reza 1994. Production and Inventory Management Journal. Yhdysvallat: American Production & Inventory control society.
8. Ernst, Neil - Niu, Nan 2015. 1st International Workshop on Just-In-Time RE. Yhdysvallat: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Saatavilla: <https://ieeexplore-ieee.org.ezp.oamk.fi:2047/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7330166>. Hakupäivä 21.3.2019.
9. Sayer, Natalie. Williams, Bruce 2012. Lean for Dummies. Yhdysvallat: John Wiley & Sons, inc.
10. F C, Filip - V, Maracasu-Klein 2015. The 5S lean method as a tool of industrial management performances. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Saatavissa: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/95/1/012127/pdf>. Hakupäivä 11.11.2018.
11. Y, Sugimori - K, Kusunoki - F, Cho - S, Uchikawa 1977. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect for human system. The international journal of production research. Saatavissa:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00207547708943149?needAccess=true>.

Hakupäivä 11.11.2018.

12. Womack, James P 2003. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Yhdysvallat: Simon & Schuster Ltd.