



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tommi Kivimäki

# LAADUNVARMISTUSTILOJEN HIENOSUUNNITTELU

Wärtsilä Finland Oy

Tekniikka  
2021

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tommi Kivimäki
Opinnäytetyön nimi	Laadunvarmistustilojen hienosuunnittelu
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	64 + 12 liitettä
Ohjaaja	Sami Elomaa ja Jukka Ristimäki

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Wärtsilä Finland Oy:n kanssa Vaasan toimitusyksikön vastaanottotarkastukseen. Työn tarkoituksena on tutkia Wärtsilän uuden rakenteilla olevan teknologiayksikön kahteen erilliseen laadunvarmistustilaan sopivia layout ratkaisuja. Ensimmäinen laadunvarmistustila sijaitsee Smart Technology Hub -rakennuksessa ja toinen logistiikkakeskuksessa. Näistä ratkaisuista käy ilmi mihin osaston laitteet voidaan sijoittaa niin, että saataisiin selkeät materiaalivirrat, työturvallisuus olisi huomioitu ja töitä voitaisiin tehdä mahdollisimman tehokkaasti. Tehtävänä oli myös määrittellä logistiikkakeskuksen puolella oleviin tiloihin puuttuvat nostolaitteet ja saapuvalle sekä lähtevälle tavaralle osaston tarpeisiin sopiva lavakuljetin sekä tehdä nostolaitteista ja kuljettimesta investointiesitys. Lisätehtävänä selvitettiin myös varastoautomaattien soveltuvuus kumpaankin laadunvarmistustilaan.

Työssä käsitellään yleisesti osaston uusien toimitilojen hienosuunnittelua ja layout ratkaisuja sekä layout suunnittelussa huomioitavia asioita. Ennen työn alkua ja sen aikana perehdyttiin opinnäytetyöhön liittyvään kirjallisuuteen ja artikkeleihin. Prosessin aikana haastateltiin yrityksen johtoa, vastaanottotarkastuksen sekä kalibrointiosaston työntekijöitä ja Wärtsilän alihankkijoita ideoiden hyödyntämiseksi ja mahdollisten ongelmien selvittämiseksi.

Lopputuloksena saatiin päätettyä kumpaankin laadunvarmistustilaan toimivat layout-suunnitelmat, joiden avulla tiloista saadaan paras irti. Tiloihin sopivat nostimet saatiin selvitettyä, toimiva lavakuljetin saatiin suunniteltua, työntekijät pääsivät osallistumaan koko prosessiin haastatteluiden kautta, varastoautomaattien soveltuvuus tarkastamoon selvitettiin ja halutut investointiesitykset saatiin kirjoitettua.

## ABSTRACT

Author	Tommi Kivimäki
Title	Detailed Layout Planning of Quality Assurance Facilities
Year	2021
Language	Finnish
Pages	64 + 12 Appendices
Name of Supervisor	Sami Elomaa and Jukka Ristimäki

---

This thesis was done with Wärtsilä Finland Oy for the supplier quality assurance of the Vaasa delivery center. The purpose of this work is to investigate layout solutions suitable for the two separate quality assurance rooms of Wärtsilä's new technology unit under construction. The first quality assurance facility is located in the Smart Technology Hub building and the second in the logistics center. These solutions show where the equipment in the department can be placed so that clear material flows can be obtained, occupational safety is considered, and work can be carried out as efficiently as possible. The task was also to specify the missing cranes to the premises of the logistics center side and design the pallet conveyor suitable for the needs of the department for incoming and outgoing materials. After the design work, an investment proposal must be made for the pallet conveyor and cranes. As an additional task, the suitability of vertical carousel- and lift module for both quality assurance facilities need to be investigated.

The thesis generally deals with the detailed layout planning and layout solutions of the department's new premises, as well as the issues to be considered in the layout planning. Before and during the work, the literature and articles related to the thesis were studied. During the process, the company's management, the employees of the supplier quality inspection, calibration department and Wärtsilä's subcontractors were interviewed to take advantage of the ideas and to identify possible problems.

As a result, layout plans for both quality assurance facilities were decided, and they enable the best functioning of the new premises. A crane solution suitable for the facilities and layout were determined, a functioning pallet conveyor was planned, the suitability of the vertical carousel- and lift module for the quality assurance facilities determined, the desired investment proposals were made, and the employees were able to participate in the process through interviews.

---

Keywords                      Layout planning, material flow, Lean, layout types

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	YRITYSESITTELY.....	11
	2.1 Wärtsilä Oyj Abp.....	11
	2.1.1 Wärtsilä Marine.....	11
	2.1.2 Wärtsilä Energy.....	12
	2.2 Smart Technology Hub.....	13
3	LAYOUT-SUUNNITTELU.....	14
	3.1 Layout tyypit.....	14
	3.1.1 Tuotantolinja-layout.....	14
	3.1.2 Funktionaalinen layout.....	15
	3.1.3 Solulayout.....	15
	3.2 Layout suunnitelman tavoitteet ja ominaisuudet.....	16
4	LEAN-AJATTELU.....	17
	4.1 5S-menetelmä.....	18
	4.2 TOC (Theory Of Constraints).....	19
5	OPINNÄYTETYÖN ALOITUS JA SEN ETENEMISEN SEURANTA.....	20
6	LOGISTIIKKAKESKUKSEN LAADUNVARMISTUSTILAT.....	21
	6.1 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen layout-suunnittelun lähtökohdat.....	21
	6.1.1 Laadunvarmistustilojen layout suunnittelun aloitus.....	22
	6.2 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen layout-vaihtoehdot.....	23
	6.2.1 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustiloihin valittu layout-ratkaisu.....	24
	6.2.2 Valitun layoutin materiaalivirrat.....	28

6.2.3	Valitun layoutin kehittyminen, muut layout-vaihtoehdot ja perustelua .....	30
6.3	Lavakuljetin .....	33
6.3.1	Lavakuljettimen suunnitteleminen laitevalmistajan kanssa .....	35
6.3.2	Lavakuljettimen investointiesitys.....	38
6.4	Tiloihin parhaiten soveltuvan nosturiratkaisun selvittäminen .....	38
6.4.1	Uusien nostimien sijoittaminen layoutiin .....	40
6.4.2	Valittu nostinratkaisu .....	40
6.4.3	Muut nostin vaihtoehdot .....	42
6.4.4	Nosturien investointiesitys .....	43
6.5	Varastoautomaattien käyttö laadunvarmistustiloissa.....	43
7	STH-LAADUNVARMISTUSTILAT .....	45
7.1	STH-Laadunvarmistustilojen layout-suunnittelun lähtökohdat .....	45
7.2	STH-laadunvarmistustilojen layout-vaihtoehdot.....	47
7.2.1	Layout 1.....	49
7.2.2	Layout 2.....	55
7.3	STH-laadunvarmistustilojen Layoutin valinta .....	60
8	YHTEENVETO .....	62
	LÄHTEET .....	64
	LIITTEET .....	65

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Opinnäytetyössä käsiteltävien laadunvarmistustilojen sijainti. ....	10
<b>Kuva 2.</b> Leantyökaluja ja periaatteita. ....	18
<b>Kuva 3.</b> Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilat. ....	22
<b>Kuva 4.</b> Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen paperimalli. ....	23
<b>Kuva 5.</b> Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen valittu layout. ....	27
<b>Kuva 6.</b> Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen materiaalivirrat. ....	29
<b>Kuva 7.</b> Valittu layout kuormalavoilla. ....	30
<b>Kuva 8.</b> CMM:n epäkäytännöllinen asento layoutissa. ....	31
<b>Kuva 9.</b> Lavatason epäkäytännöllinen sijainti layoutissa. ....	32
<b>Kuva 10.</b> Nykyinen kaksitasoinen buffer. ....	35
<b>Kuva 11.</b> Uusi suunniteltu buffer. ....	38
<b>Kuva 12.</b> Valittu nostinratkaisu layoutissa. ....	41
<b>Kuva 13.</b> Valittu nostinratkaisu tyhjissä toimitiloissa. ....	42
<b>Kuva 14.</b> STH-Laadunvarmistustilat ....	46
<b>Kuva 15.</b> STH-laadunvarmistustilojen paperimalli. ....	48
<b>Kuva 16.</b> STH-Layout 1. ....	52
<b>Kuva 17.</b> STH-layout 1 materiaalivirrat. ....	54
<b>Kuva 18.</b> STH-layout 2. ....	57
<b>Kuva 19.</b> STH-layout 2 materiaalivirrat. ....	59

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen paperimalli 1

**LIITE 2.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen paperimalli 2

**LIITE 3.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen paperimalli 3

**LIITE 4.** Nostinvaihtoehto 1

**LIITE 5.** Nostinvaihtoehto 2

**LIITE 6.** Nostinvaihtoehto 3

**LIITE 7.** Nostinvaihtoehto 4

**LIITE 8.** Nostinvaihtoehto 5

**LIITE 9.** STH sivuutettu layout 1

**LIITE 10.** STH sivuutettu layout 2

**LIITE 11.** STH sivuutettu layout 3

**LIITE 12.** STH sivuutettu layout 4

## **LYHENTEET JA TERMIT**

STH	Smart Technology Hub
Layout	Tuotantotilan järjestys, selviää miten laitteet, koneet, työpisteet ja muut tilat on sijoitettu tuotantotiloihin
Buffer	Puskurivarasto, Työn yhteydessä kuormalavakuljetin
CMM	Koordinaattimittakone, Coordinate -Measuring Machine
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu, Computer Aided Design.

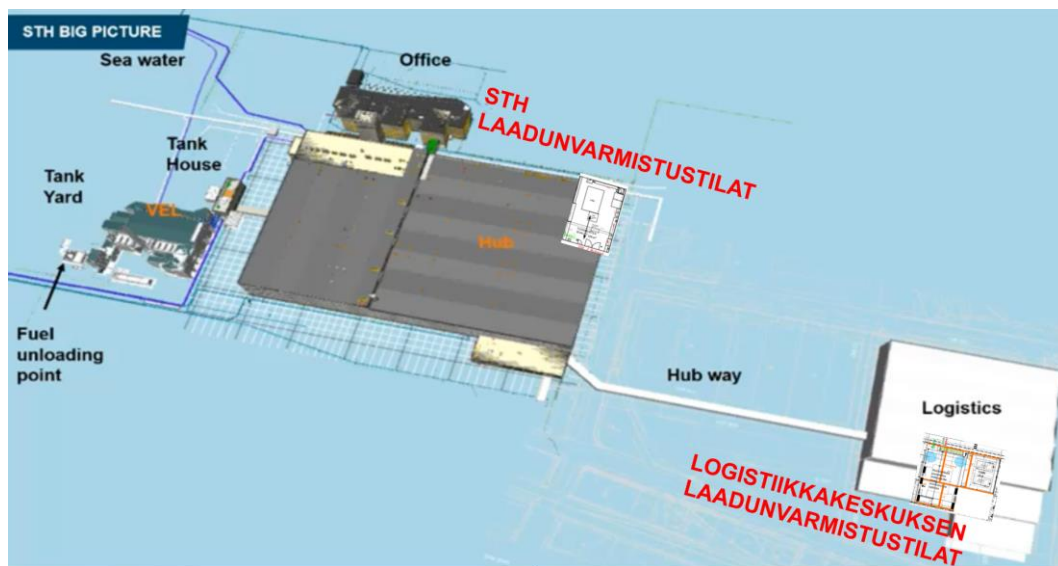


## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia hienosuunnitteluratkaisua Wärtsilä Finland Oy:lle Vaasan toimitusyksikön laadunvarmistusosaston kahteen uuteen erilliseen toimitilaan Vaasan Vaskiluotoon (Kuva 1). Yrityksen rakenteilla olevat toimitilat vaativat toisenlaisia ratkaisuja ja nykyisten sekä mahdollisten uusien toimitilaitteiden on mukauduttava uusiin tiloihin. Opinnäytetyön tehtävänä on kehittää osaston tarpeisiin toimivat layout ratkaisut laadunvarmistustiloihin STH:lle ja logistiikkakeskukseen sekä selvittää ja suunnitella logistiikkakeskuksen tarkastamon tiloihin sopiva nosturi- ja lavakuljetin ratkaisu. Nostureista ja lavakuljettimesta tehtiin lopuksi investointiesitys, jossa vastattiin valmiissa mallipohjassa oleviin kysymyksiin koskien esitettyä investointia.

Suunnittelutyössä käytetään Autodesk AutoCAD -ohjelmistoa. Layoutia suunniteltaessa oli selvitettävä siirrettävien koneiden, kaappien, pöytien ja laitteiden ulkoiset mitat. Osaston työntekijöitä ja johtohenkilöitä haastateltiin ja heidän kokemuksaan käytettiin apuna kaikkia toimintoja ja laitteita suunniteltaessa sekä sijoittaessa layoutiin. Uusista tuotantotiloista ja sinne sijoitetuista toimitilaitteista tehtiin rakennuspiirustuksia ja kerättyä dataa apuna käyttäen osaston tarpeisiin parhaiten sopivat layout mallit.

Osaston kokiessa suuria muutoksia, oli myös tärkeää tehdä uusista toimitiloista mahdollisimman toimivat ja ottaa huomioon mitä vaikutuksia laitteiden sijoittelulla on laadunvarmistustilojen materiaali- ja työviihtyvyyteen, työturvallisuuteen ja tehokkuuteen.



**Kuva 1.** Opinnäytetyössä käsiteltävien laadunvarmistustilojen sijainti.

## **2 YRITYSESITTELY**

### **2.1 Wärtsilä Oyj Abp**

Wärtsilä on vuonna 1834 perustettu kansainvälisesti merenkulku- ja energiamarkkinoiden johtava älykkään teknologian ja kokonaislinkaariratkaisujen toimittaja. Wärtsilä maksimoi asiakkaidensa alusten ja voimalaitosten taloudellisuuden ja ympäristötehokkuuden keskittymällä kestäviin innovaatioihin, kokonaishyötysuhteeseen ja data-analytiikkaan. Vuonna 2019 Wärtsilän liikevaihto oli 5,2 miljardia euroa ja siellä työskenteli noin 19 000 henkilöä. Yrityksellä on yli 200 toimipistettä yli 80 maassa ympäri maailmaa. Wärtsilä uudisti syksyllä 2018 organisaationsa. Uudistuksen tarkoituksena on kasvattaa asiakkaan saamaa arvoa tuotteiden koko elinkaaren ajan. Wärtsilä Marine- ja Wärtsilä Energy -liiketoiminnat aloittivat toimintansa vuoden 2019 alusta ja kumpikin ottivat omilla markkinoillaan vastuun sekä palveluista että laitemyynnistä. /1/

#### **2.1.1 Wärtsilä Marine**

Teknologijaohjaja Wärtsilällä on vahva asema meriteollisuudessa. Maailmassa liikennöi tällä hetkellä yli 50 000 alusta, joihin on asennettu vähintään yksi Wärtsilän tuote. Wärtsilä tuottaa myös kunnossapito- ja huoltopalvelut joka kolmannelle maailman meriä liikennöivälle alukselle. Wärtsilällä on alan laajin laite- ja ohjelmisto valikoima sekä toimialansa laajin palveluverkosto. Wärtsilän missiona on luoda älykkään merenkulun ekosysteemi, jossa meriteollisuus käyttää vain puhtainta saatavilla olevaa polttoainetta ja tukea asiakkaitaan matkalla kohti hiilineutraalimpaa tulevaisuutta. Wärtsilä tarjoaa laajan ratkaisuvaihtoehtojen, joka vastaa asiakkaiden ja varustamojen tarpeeseen käyttäen energiatehokkuutta parantavaa teknologiaa, hyödyntäen dataa optimoimaan laivamatkojen ja alusten käyttöä sekä tukea siirtymää kohti ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja energialähteiden ja polttoaineiden osalta toimimalla yhteistyössä sääntelyviranomaisten, energiayhtiöiden, luokituslaitosten ja muiden alan sidosryhmien kanssa. Wärtsilän asiakaskanta käsittää kaikki alan pääsegmentit, mukaan lukien perinteiset kauppalaivat,

risteilyalukset, kaasutankkerit ja matkustajalautat sekä sota-alukset ja erikoisalukset. Öljy- ja kaasuteollisuudessa Wärtsilä palvelee aktiivisimmin offshore-laitoksia ja niihin liittyviä aluksia. Wärtsilän tarjonta sisältää moottorit, propulsiolaitteet, pakokaasunpuhdistusjärjestelmät, tiivisteet ja laakerit, sähköratkaisut, veden- ja jätevedenkäsittelyn, kaasuratkaisut sekä navigointi-, automaatio ja viestintäjärjestelmät, alushallintaratkaisut (FOS), laivaliikenteen ohjauksen, simulaattorit ja koulutuksen sekä elinkaariratkaisut. /2/

### **2.1.2 Wärtsilä Energy**

Wärtsilän energiaratkaisut soveltuvat hyvin moniin tarkoituksiin, esimerkiksi perusvoimantuotantoon, kantaverkon vakautta varmistavaan tuotantoon, kuormitushuippujen tasaamiseen, kuormaa seuraavaan tuotantoon sekä laajalti uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien energijärjestelmien optimointiin. Wärtsilä tarjoaa asiakkailleen kattavaa energijärjestelmäosaamista, mukaan lukien tuotannon täyden integroinnin, kehittyneet ohjelmistot sekä lisäarvoa tuottavat elinkaaripalvelut. Wärtsilän teollisuusasiakkaat ovat etupäässä yksityisiä teollisuusyrityksiä, joilla on energiantensiivistä tuotantoa. Investoimalla omaan voimantuotantoon yritykset pystyvät alentamaan energiakustannuksiaan ja parantamaan huoltovarmuutta varautumalla kantaverkon mahdollisiin ongelmiin. Wärtsilä palvelee tämän osa-alueen ylintä asiakasryhmää eli isoja teollisuusyrityksiä, joiden sähköntarve on suhteellisen suuri, esimerkiksi datakeskuksia, kaivoksia ja sementtitehtaita. Toimitusten laajuus vaihtelee yksittäisistä laitetoimituksista kokonaisuutoimituksiin. Wärtsilän kaikkien toimitusten tukena ovat korkealuokkaiset projektihallintavalmiudet. Palveluvalikoima kattaa kaiken varaosista ja perushuollosta laitosten kunnossapito- ja käyttösopimukseen ja maksimoi voimalaitosten elinkaaren ja käytettävyyden sekä antaa niille elinkaarikustannustakuun. Wärtsilä optimoi asiakkaiden laitosten elinkaaren aikaisen suorituskyvyn päivitysten, modernisoin-

tien ja polttoainekonversioiden sekä turvallisuutta ja kyberturvallisuutta parantavien ratkaisujen avulla. Wärtsilän toimitettujen voimalaitosten kokonaiskapasiteetti on 72 GW, ja toimituksia on tehty 180 maahan. /3/

## **2.2 Smart Technology Hub**

Wärtsilällä on rakenteilla Vaasan Vaskiluotoon uusi Smart Technology Hub -tutkimus-, tuotekehitys- ja tuotantokeskus. Smart Technology Hub eli STH on yhtiön seuraava, todellinen askel Wärtsilän älykkään energia-alan ja älykkään merenkulun visioissa. STH toteuttaa visioita sekä Smart Marine -ekosysteemistä että 100 % uusiutuvan energian tulevaisuudesta samalla yhdistäen eri merenkulku- ja energiiliiketoimintalinjoja sekä elinkaariratkaisuja maksimoiden arvolupauksensa. /4/

Tällä toimialalla tämä ainutlaatuinen keskus mahdollistaa energia- ja meriteollisuuden entistä sukkelamman ja tehokkaamman tuotekehityksen sekä testauksen. Smart Technology Hub tulee olemaan vikkelä ja yhtenäinen testauslaitos, jossa maksimoidaan yhteisvaikutukset liittämällä toisiinsa useita osaamiskeskuksia ratkaisu- ja tuotekehityksen parantamiseksi ottaen samalla käyttöön kaikki se osaaminen, jota Wärtsilällä on ympäri maailmaa. /4/

Wärtsilä on investoinut tähän hankkeeseen 83 miljoonaa euroa, joka on kohdistettu keskuksen moderniin tuotanto- ja testausteknologiaan. STH-hankkeeseen liittyvä kokonaisinvestointi tulee olemaan peräti 230 miljoonaa euroa, joka koostuu tehdas- ja toimistorakennuksista, infrasta sekä logistiikasta. Smart Technology Hubiin siirtyä kesän jälkeen kaikki Wärtsilän Vaasan keskustassa olevat toiminnot, työntekijät, logistiikka ja huollon verstastoiminnot Vaasan Runsorista. /4/

### **3 LAYOUT-SUUNNITTELU**

Sana layout on teollisuuden käyttöön vakiintunut termi ja sillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten laitteiden, koneiden, varastopaikkojen ja kulkuväylien sijoittelua tehtaassa. Työnkulun ja tuotannossa käytettävien laitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmen tyyppisiin ryhmiin: tuotantolinja-, solu- ja funktionaaliseen layoutiin. Layout-suunnittelun suurimpia haasteita onkin saada koneet ja laitteet sijoitettua tilankäytön kannalta mahdollisimman tehokkaasti, mutta silti riittävän väljästi, jotta tiloissa työskentely ja materiaalin kulku on mahdollisimman tehokasta. /5/

Layout-suunnittelussa yleensä pyritään luomaan erilaisia vaihtoehtoja, joiden joukosta valitaan paras vaihtoehto. Useaa erilaista vaihtoehtoa vertailtaessa on selkeästi nähtävillä niiden hyvät ja huonot puolet. Vaihtoehtojen parhaita puolia yhdistelemällä saadaan yleensä toimivin kokonaisuus. Lopullista layout suunnitelmaa valitessa päädytään usein kompromissiin eri ominaisuuksien kesken. Haluttuun toimitilaan parhaiten sopiva vaihtoehto määräytyy monesti sen mukaan mitä ominaisuuksia pidetään tärkeimpinä. /5/

#### **3.1 Layout tyypit**

Työnkulun ja tuotannossa käytettävien laitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmen tyyppisiin ryhmiin: tuotantolinja-, solu- ja funktionaaliseen layoutiin. /5/

##### **3.1.1 Tuotantolinja-layout**

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työvaiheiden mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut ainoastaan tietyn tuotteen valmistamiseen. Kappaleiden valmistus ja käsittely on tehokasta ja automatisoi-

tua. Työn eteneminen on selkeää ja työn eri vaiheiden välillä voidaan käyttää mekaanisia kuljettimia. Korkea kuormitusaste ja suuret volyymit ovat merkittäviä edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle ja suuret valmistusmäärät laskevat tuotteen yksikköhinnan alhaiseksi. Laadunvalvontaa on tärkeä panostaa, koska linja kykenee tuottamaan myös suuria määriä virheellisiä tuotteita. /5/

### **3.1.2 Funktionaalinen layout**

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpaikat on ryhmitelty tietyn työtehtävän samankaltaisuuden pohjalta. Esimerkiksi hitsauspaikat ovat hitsaamossa ja sorvit sorvaamossa eli tietyn tuotantoteknologian mukaan sijoitettuna. Tuotantomääriä ja tuotetyyppejä voidaan joustavasti vaihdella. Kone- ja laitevalinnoilla pyritään suorittamaan erityyppisiä työtehtäviä joustavasti. /5/

Tuotteita valmistetaan yksittäisinä kappaleina tai sarjoina ja toisistaan poikkeavien työkulkujen takia materiaalin käsittelyyn on vain hyvin rajoitetusti mahdollista hyödyntää automaatiota. Tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn ja töiden ohjaus oikea-aikaisesti työvaiheiden välillä on hankalaa. /5/

### **3.1.3 Solulayout**

Solulayoutin tarkoituksena on muodostaa erilaisista koneista ja työpaikoista itsenäisesti toimivia ryhmiä, jotka ovat erikoistuneet tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden tekemiseen. Solulayout on funktionaalisen ja tuotantolinja-layoutin eräänlainen välimuoto. Pystyy valmistamaan niitä tuotteita joustavasti mihin se on suunniteltu. /5/

Tuotteiden eräkoot ja tuotantomäärät voivat vaihdella paljonkin. Tuotteita valmistetaan yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Solu-layoutin etuna on helppo tuotannonohjaus. Työntekijät ovat motivoituneempia, koska voivat itse vaikuttaa keskinäiseen työnjakoon ja eri tehtävien kierrättämiseen. /5/

### **3.2 Layout suunnitelman tavoitteet ja ominaisuudet**

Keskeisiä tavoitteita layoutsuunnittelussa on materiaalivirtojen suunnittelu mahdollisimman tehokkaaksi. Materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat työpisteiden välillä on pyritty minimoimaan suunniteltaessa osastojen ja työpisteiden sijoittelua. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on järkevää tavoitella selkeitä materiaalivirtoja. Tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuvat laajennus- ja muutostarpeet täytyy ottaa myös huomioon layoutia suunniteltaessa. Raskaiden ja vaikeasti siirrettävien isojen koneiden paikkojen suunnittelussa pitää muutostarpeet ottaa huomioon. /5/

Hyvän layoutin ominaisuudet lueteltuna:

- Layoutiin vaikuttavat tekijät on kaikki otettu huomioon,
- Materiaaleja liikutetaan mahdollisimman vähän,
- Kaikki tilat on käytetty tehokkaasti,
- Työturvallisuus ja -tyytyväisyys on huomioitu,
- Layout on joustava ja helppo muuttaa sekä valmistus etenee selväpiirteisenä virtana. /5/



## 4 LEAN-AJATTELU

Lean-ajattelu on alun perin Toyotan toimintatapaan perustuva kehittämisfilosofia, jolla on ollut valtava rooli menestyvän yritystoiminnan kehittämisessä. Lean ajattelun perustana on, että yrityksen tärkein tehtävä on tuottaa asiakkailleen arvoa. Kun on määritelty tarkasti, mitä arvoa halutaan tuottaa asiakkaille, voidaan erilaisia toimintoja tarkastella arvontuoton kannalta. /6/

Kaikki aktiviteetit voidaan jaotella kolmeen osa-alueeseen:

- Arvoa tuottavat aktiviteetit eli toiminnot, jotka muokkaavat materiaalia, tietoa ja joissain tapauksissa jopa ihmistä.
- Tukitoiminnot eli aktiviteetit, jotka ovat välttämättömiä, vaikka eivät tuo suoraan asiakkaalle arvoa, mutta mahdollistavat arvontuoton.
- Hukka eli toiminto, joka ei ole välttämätön eikä tuota arvoa esimerkiksi varastot, odottaminen, etsiminen, siirtymiset, siirrot, käsittelyt ja turha työ.

/6/

Kehittäminen Lean periaatteiden mukaan tarkoittaa, että asiakkaan arvonn ollessa määritelty ja on tunnistettu arvoa tuottavat ja tuottamattomat aktiviteetit, pyritään kaikki hukka eliminoimaan ja arvoa tuottavat aktiviteetit järjestämään mahdollisimman toimiviksi virtauksiksi. Virtauksiksi voidaan ajatella esimerkiksi materiaalivirtaa, tilaus-toimitusprosessia ja uuden tuotteen markkinoille tuontia. Kehittäessä virtauksia on hyvin tärkeää ymmärtää siihen liittyvää vaihtelua ja on poistettava ei-toivotut hajonnan lähteet. Tämän avulla prosesseista saadaan toimintavarmempia ja tasaisempia samalla varmistuen hyvästä laadusta. Hyvä virtaus edellyttää toiminnan yhdenmukaistamista kuten esimerkiksi yhteisten toimintatapojen luomista, kehittämistä ja ylläpitämistä. Leanin kulmakiviä on siis myös jatkuva parantaminen eli hukkaa eliminoidaan samalla virtausta parantaen. /6/

Kuvassa (Kuva 2) erilaisia Lean-ajatteluun liittyviä erilaisia työkaluja ja periaatteita. Kuvan työkalut ja periaatteet ovat ryhmitelty esimerkkinä niin sanotun Toyotan talon mukaisesti. /6/



**Kuva 2.** Leantyökaluja ja periaatteita.

#### 4.1 5S-menetelmä

5S-menetelmä on kehitetty työn tuottavuuden parantamiseen. Menetelmän vaikutus työpaikoilla perustuu organisointiin, työmenetelmien standardisoimiseen sekä hukan ja arvoa tuottamattoman toiminnan minimoimiseen. 5S-menetelmällä voidaan parantaa turvallisuutta, tuottavuutta ja laatua luomalla työpaikasta ja työmenetelmistä miellyttäviä ja tehokkaita. 5S-menetelmä ei ole yksittäinen kerta, erillinen toiminto, tai siivousohjelma, vaan yrityksen päivittäin käytössä oleva toimintamalli. /7/

Menetelmä tulee alun perin Japanista ja näiden viiden sanan Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke alkukirjaimista. Nimet on kuitenkin käännetty myös englanniksi:

- SORT (Seiri) – Poista kaikki tarpeeton ja turha
- SET IN ORDER (Seiton) – Järjestä tarvittavat asiat työprosessien ja käyttötarpeiden mukaan
- SHINE (Seiso) – Siisti paikat ja vahdi, että järjestys ja siisteys säilyvät
- STANDARDIZE (Seiketsu) – Vakiinnuta kaikki työpisteet, olosuhteet, ohjeet ja työprosessit
- SUSTAIN (Shitsuke) – Seuraa, sitoudu, arvioi, kyseenalaista ja kehitä jatkuvasti. /8/

#### 4.2 TOC (Theory Of Constraints)

TOC-teoria eli esteiden teoria on ohjaus- ja johtamismalli, jolla pyritään hallitsemaan suorituskyykyä rajoittavia esteitä eli niin sanottua pullonkaulaa. Ydinajatus on, että jokaisessa systeemissä on vähintään yksi este, joka rajoittaa sen suorituskyykyä. Esteen eteen alkaa kertyä asioita, kun sitä kuormitetaan liikaa ja siitä johtuvan läpimenoajan kasvaessa suorituskyyky laskee. Tämän tapahtuessa esteiden teoriassa esiin nousee, että johtamissysteemin tulee tukea tämän esteen tunnistamista eli parannustoimenpiteiden priorisointia ja ylituotannon estämistä systeemin ohjauksella.

Esimerkkinä voidaan käyttää prosessia, jossa on viisi vaihetta. Mikäli tässä viisi vaiheisessa prosessissa vaihe kaksi on pullonkaulana, niin pidemmällä aikavälillä ei prosessi voi tuottaa enempää, kuin vaihe kaksi pystyy tuottamaan. Vaihe kaksi siis määrittelee koko systeemin suorituskyykyyn. /9/

## 5 OPINNÄYTETYÖN ALOITUS JA SEN ETENEMISEN SEURANTA

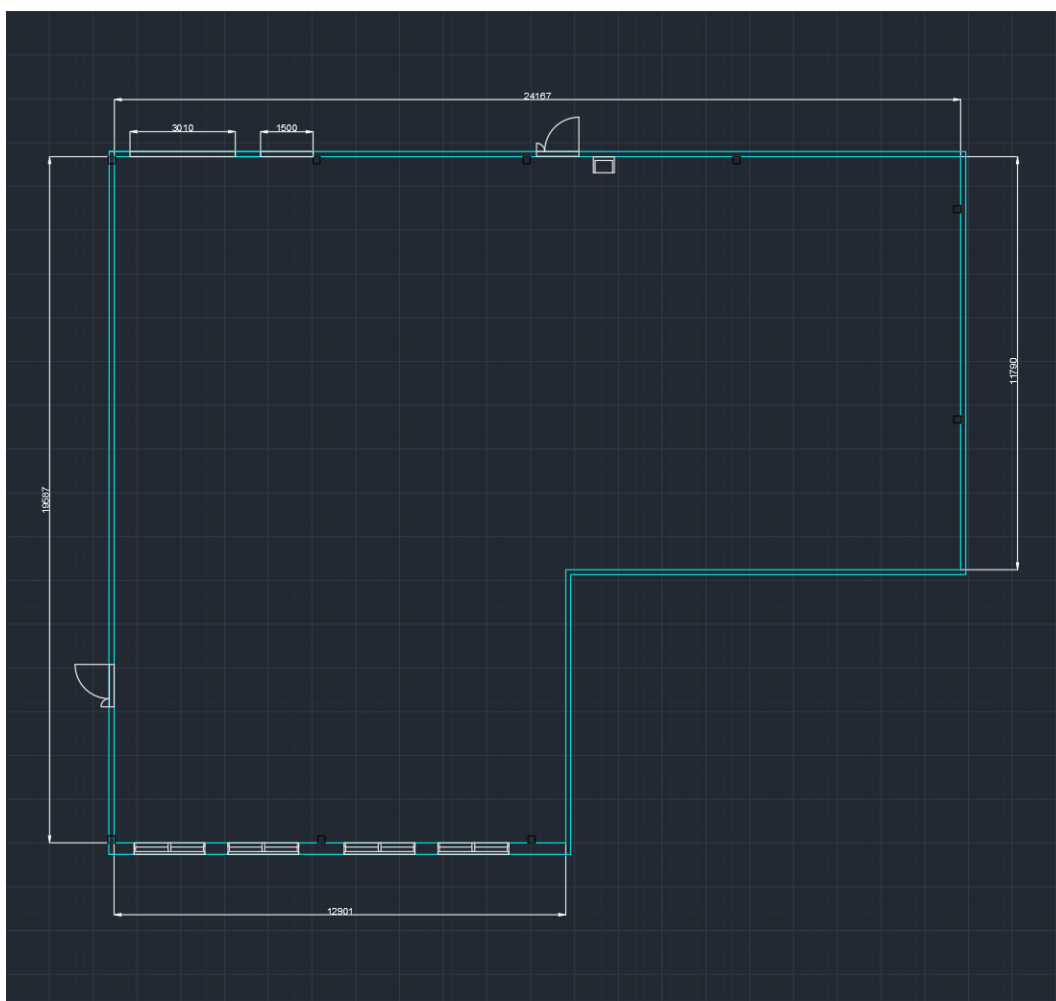
Tämä opinnäytetyö aloitettiin sen alulle panneen osaston johtohenkilöiden kanssa Teams-palvelussa käydylle kokouksella 18.01.2021, jossa käytiin läpi tämän opinnäytetyön sisältöä ja esiteltiin Wärtsilän uusia toimitiloja, jotka ovat rakenteilla Vaasan Vaskiluotoon. Kokouksessa keskusteltiin, että opinnäytetyön etenemistä olisi hyvä seurata viikoittain käytävällä kokouksella ja sovittiin, että kokous järjestetään jokaisena perjantaina kello 09.00. Tein perjantain kokouksiin listan keräämistäni kysymyksistä, esittelin ideoitani, työntekijöiden ajatuksia ja tein kokoa-mastani datasta esityksen kokouksen muille henkilöille. Kokouksessa keskusteltiin myös kaikesta mikä opinnäytetyön aiheeseen liittyy sisältäen mm. tilanpäivityksiä, laadunvarmistustoimitilojen rakentamisen etenemistä ja sitä kautta syntyneitä kysymyksiä. Jokaisen kokouksen päätteeksi käytiin myös läpi ajatuksia siitä, mitä haluttaisiin saada selville seuraavaan kokoukseen mennessä. Keskustelua aiheesta käytiin useita kertoja viikossa kasvotusten, puhelimitse, Teams-palaverissa tai sähköpostilla.

## 6 LOGISTIikkakeskuksen laadunvarmistustilat

Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustiloissa eli tarkastamossa tutkitaan Wärtsilän alihankkijoilta saapuvat osat erilaisia tutkimusmenetelmiä ja mittalaitteita apuna käyttäen. Saapuvia osia on satoja erilaisia ja niistä jokaiselle tehdään vaadittavat tutkimukset laadun varmistamiseksi. Suoritettujen tutkimusten jälkeen osat hyväksytään tai hylätään ja niille tehdään käyttöpäätös. Hyväksytyt kappaleet lähtevät tarkastamosta varastoon, tuotantoon, laboratorioon tai kappaleelle määriteltyyn paikkaan. Hylätyistä kappaleista tehdään vikailmoitus asiaan kuuluvalla taholla sekä ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin. Laadunvarmistustiloissa työskentelee manuaalimittaukseen erikoistuneita tarkastajia ja koordinaattimittakoneen käyttäjiä. Tarkastajat hyödyntävät työssään enimmäkseen perinteisempiä manuaalimittalaitteita, kun taas koordinaattimittalaitteiden käyttäjät työskentelevät erilaisilla koordinaattimittakoneilla. Logistiikkakeskuksen ja STH:n laadunvarmistustilojen mittakoneiden on myös ajateltu tukevan toisiaan tilanteen mukaan.

### 6.1 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen layout-suunnittelun lähtökohdat

Laadunvarmistustilojen layout-suunnittelu alkoi logistiikkakeskuksen rakennuspiirustuksien tutkimisella. Laadunvarmistustilojen mitat, pinta-ala ja muoto olivat jo tiedossa, joten rakennuspiirustuksien pohjalta luotiin laadunvarmistustiloista erillinen pohjapiirros (Kuva 3). Pohjapiirroksen mallintamiseen käytettiin Autodesk AutoCAD -ohjelmistoa. Pohjapiirroksesta oli huomioitava muutama asia, jotka olivat jo etukäteen päätetty ja vaikuttivat Layout suunnitteluun. Tiloissa on 9 kpl 200x200 mm tukipilareita seinien vierustalla, jotka vaikuttavat tilankäyttöön. Kaikkien liuku- sekä kulkuovien paikat olivat jo etukäteen päätetty ja se vaikuttaa suuressi koko tilan toimintaan, työpisteiden sijoitteluun ja materiaalivirtoihin, joten tilojen layout suunnitelma täytyy rakentaa toimivaksi näiden asioiden ympärille. Tiloihin on myös sijoitettu pesuallas kulkuoven viereen.

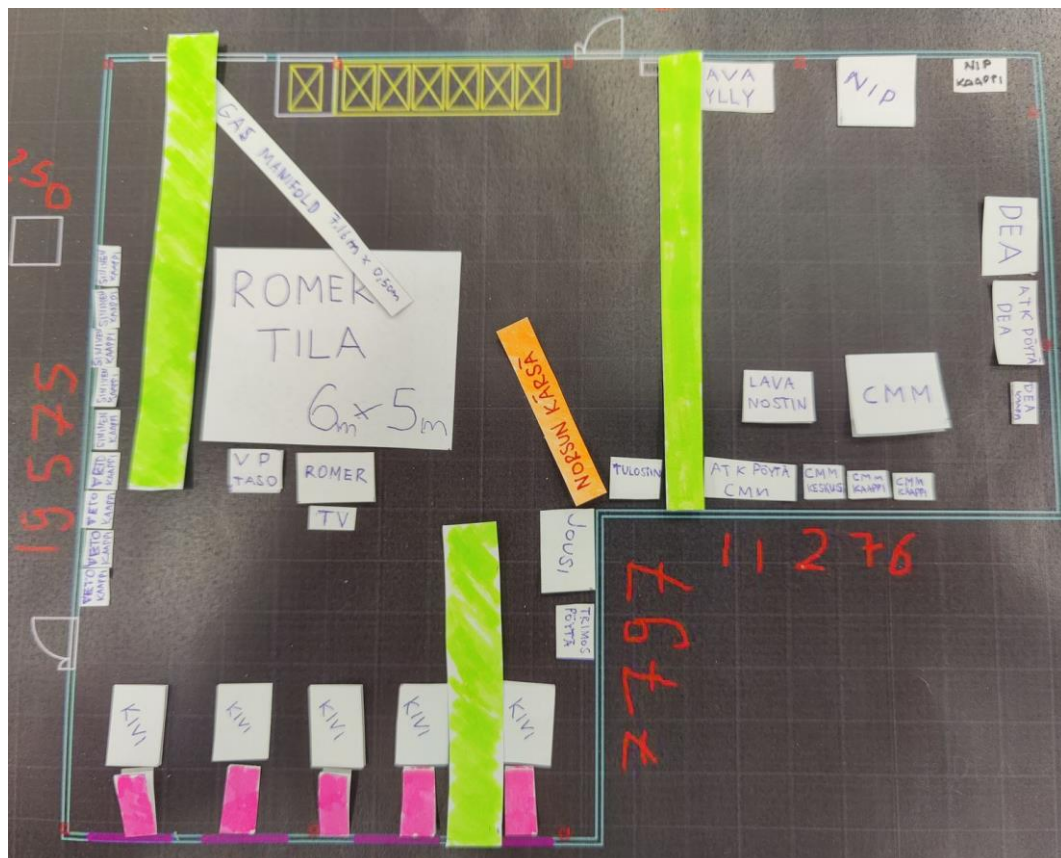


**Kuva 3.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilat.

### 6.1.1 Laadunvarmistustilojen layout suunnittelun aloitus

Rakenteilla olevien laadunvarmistustilojen layout suunnittelu aloitettiin tulostamalla AutoCAD-ohjelmistolla tiloista luotu 1:1 pohjapiirros ja se vietiin osaston työntekijöiden nähtäville nykyisiin toimitiloihin. Seuraavaksi osaston nykyiset käytössä olevat toimilaitteet, työtasot, kaapit ja laatikostot mitattiin ja niistä tehtiin paperiset mallit helpottamaan layout suunnittelua. Pohjapiirroksessa näkyvä 1 ruutu on kooltaan 1250x1250 mm ja sitä voitiin käyttää apuna leikatessa oikean kokoista paperimallia mittaustulosten pohjalta 1:1. Paperimalleihin päädyttiin, kun tätä opinnäytetyötä koskevassa kokouksessa mainittiin niiden käytettävyyden

yksinkertaisuus ja nopea liikuteltavuus suunnittelun alkuvaiheessa. Paperista leikattuja malleja lähdettiin asettelemaan tulostettuun pohjapiirroksen yhdessä työntekijöiden kanssa (Kuva 4). Työntekijät otettiin heti mukaan, jotta heidän käytännön kokemuksensa kautta opittu tietotaito saataisiin hyödynnettyä tehokkaasti layout suunnittelussa. Kokonaisuudesta saataisiin myös mahdollisimman toimiva käytännön tasolla ja samalla henkilöstö sitoutuu mukaan hankkeeseen.



**Kuva 4.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen paperimalli.

## 6.2 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen layout-vaihtoehdot

Laadunvarmistustiloista luotiin vaihtoehtoisia layout-malleja ja näistä malleista otettiin kuvia. Layout malleja muodostaessa käytiin jatkuvaa keskustelua työntekijöiden kanssa, jotta malleista saataisiin lähtökohtaisesti mahdollisimman toimivia. Malleista otetut kuvat siirrettiin tietokoneelle ja niistä tehtiin AutoCAD:in

avulla tarkemmat layout mallit. Toimilaitteista, työtasoista, kaapeista ja laatikostoista piirrettiin omat mallinsa niistä otettujen mittojen mukaan ja ne sijoitettiin pohjapiirroksen paperimallien pohjalta tulleita ideoita apuna käyttäen. Näiden laitteiden sijoittelua CAD-pohjassa tietenkin hieman paranneltiin työn etenemisen aikana, koska kuukausien pituisessa projektissa tietoa ei ole aina kaikesta heti saatavilla vaan sitä tulee hiljalleen pitkin viikkoja selvitystyön mukana. Mahdolliset muuttujat saattavat vaikuttaa olennaisesti työpisteiden sijoitteluun layoutissa.

### **6.2.1 Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustiloihin valittu layout-ratkaisu**

Kaikkien layoutissa olevien komponenttien sijoitteluun on haastateltu niitä käyttäviä työntekijöitä ja kokoustettu osaston johtohenkilöiden kanssa niiden sijoittelusta. Valitussa layoutissa (Kuva 5) kivitasot ja työpöydät on sijoitettu vasemmalle tilojen alalaitaan ikkunoiden äärelle. Kivitasot ja niiden yhteydessä olevat pöydät toimivat tarkastajien pääasiallisina työpisteinä, joten niiden sijoittelu on hyvin tärkeää, koska työpäivät vietetään niiden ääressä materiaaleja tutkien. Kivitasojen vieressä olevien työpöytien on myös oltava seinustalla, jotta tietokoneille ja muille laitteille on helposti saatavilla sähköpistokkeita. Tässä sijainnissa tasoilla työskentelevät manuaalimittaustarkastajat saatiin kaikki mahtumaan samalle seinustalle, niin että jokaisen työpisteen ympärillä on haastatteluiden perusteella tarpeeksi tilaa työskennellä. Kivitasojen päässä on myös tilaa kuormalavoille, joissa tarkastettavaksi tulevat materiaalit ovat. Tilojen alalaitaan on suunniteltu käytettäväksi kahta nosturia, joiden toiminta-alue on täydellinen ajatellen kivipöytiä. Lisäksi tarkastajat pystyvät toimimaan mainiosti tiiminä, kun yhtään työpistettä ei tarvinnut erottaa toisistaan. Tämä sijainti myös hieman jakaa tarkastamon tiloja, niin että manuaalimittaustarkastajat työskentelevät pääasiassa tilan vasemmalla puolella ja koordinaattimittalaitteiden käyttäjät tilojen oikealla lohkolle.

Lisäksi ikkunanäkymät saatiin hyödynnettyä mikä lisää työviihtyvyyttä. Tarkastajille on sijoitettu vasemmalle seinustalle työkalukaapit ja tiloissa on yhteisessä käytössä koordinaattimittalaitteiden käyttäjien kanssa yhteinen varastoautomaatti eli pateri, jossa on ajateltu säilyttää suurta osaa tarkastamon työkaluista.



Nivelvarsimittalaite, jota kutsutaan romeriksi on sijoitettuna tarkastamon keskilattialle. Romer, romerin pöydän ja sen työalueen vaatima 5 m x 6 m sijoittelu on hyvin tärkeää, koska työalueen on oltava vahvimman nosturin toiminta-alueella, sillä kaikkein painavimmat tarkastettavat kappaleet mitataan tällä laitteella. Se on myös järkevintä sijoittaa suuren liukuoven läheisyyteen, jotta suuria kappaleita ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja tarkastamon sisällä, joka toisi mukanaan työturvallisuusriskin. Tällä paikalla pystytään mittaamaan painavinta komponenttia ja saman aikaisesti vastaanottamaan mitoiltaan pisin tutkittava kappale tarkastamoon sisään. Tälle alueelle on myös suunniteltu lattiasta nousevat sähköpistokkeet, jotta romeria, tietokonetta ja näyttöä voidaan käyttää keskilattialla ilman pitkiä johdotuksia seinältä asti. Romerin käyttö on joustavaa, joten tarvittaessa romerille varattu tila on käytössä myös muulle vapaata lattiatilaa vaativalle tarkastamiselle.

Vauhtipyörätaso eli VP-taso on sijoitettuna romerin pöydän viereen, koska sen päälle tutkittavaksi nostettavat vauhtipyörät kuuluvat myös painoltaan tarkastettavien komponenttien suurimpaan ryhmään. Tällä sijainnilla voidaan myös käyttää suurinta nosturia, joka kykenee nostamaan vauhtipyörät turvallisesti tasolle tarkastusta varten.

Materiaalikuljetin eli buffer on sijoitettu tilojen ylälaitaan, jotta pienempää sitä varten jo etukäteen suunniteltua liukuovea voidaan käyttää bufferin lastausaukko. Bufferin on oltava poikittain, jotta se ei rajoita suuresta liukuovesta saapuvan tavaran materiaalivirtoja ja kuormalavat saadaan oikeassa asennossa tarkastamoon sisään bufferin kuljetinradan toimintojen mukaisesti.

Koordinaattimittalaite, josta käytetään nimeä CMM on sijoitettu tilojen oikeaan siipeen korkeustasossa noin keskikohdalle layoutia. Keskeinen sijainti mahdollistaa tilojen muille laitteille riittävän toiminta-alueen eikä tule ahdasta niitä käyttäessä. Tiloissa oleva pienempi nosturi ja tarvittaessa suurempikin pystyvät nostamaan mitattavat kappaleet CMM:lle tässä sijainnissa ilman ongelmia. CMM:n pää-

tyyn on sijoitettu kuormalavojen nostopöytä eli lavataso, jossa mitattavat kappaleet saadaan kätevästi puhdistettua mainiolla työergonomialla. Kuormalavoja mahtuu myös hyvin tason vierelle ja käsienpesualtaan läheisyyteen on suunniteltu lavahylly täyttämään erityisesti CMM:n tarpeita. Mittalaitteen pöytä on asetettu poikittain seinustalle työntekijöiden toiveesta, jotta sille on paras mahdollinen näkyvyys. CMM:n työkalukaapit löytyvät pöydän molemmilta puolilta. Tämä sijainti on myös tulevaisuutta ajatellen ihanteellinen, mikäli osastolle jossain vaiheessa päätetään hankkia uusi suurempi mittakone. Oikean siiven lattia on erotettu muista tarkastamon tiloista liikuntasaumalla, joka estää esimerkiksi bufferin edustalla trukki liikenteestä syntyvän lattian läpi kulkevan värähtelyn etenemisen mittalaitteelle. Värähtely saattaa vaikuttaa mittaustuloksiin, joten alue on ihanteellinen tarkkoihin mittauksiin. Liikuntasäuma on käsienpesualtaan kohdilla ja jatkuu sen vastakkaiseen seinään saakka.

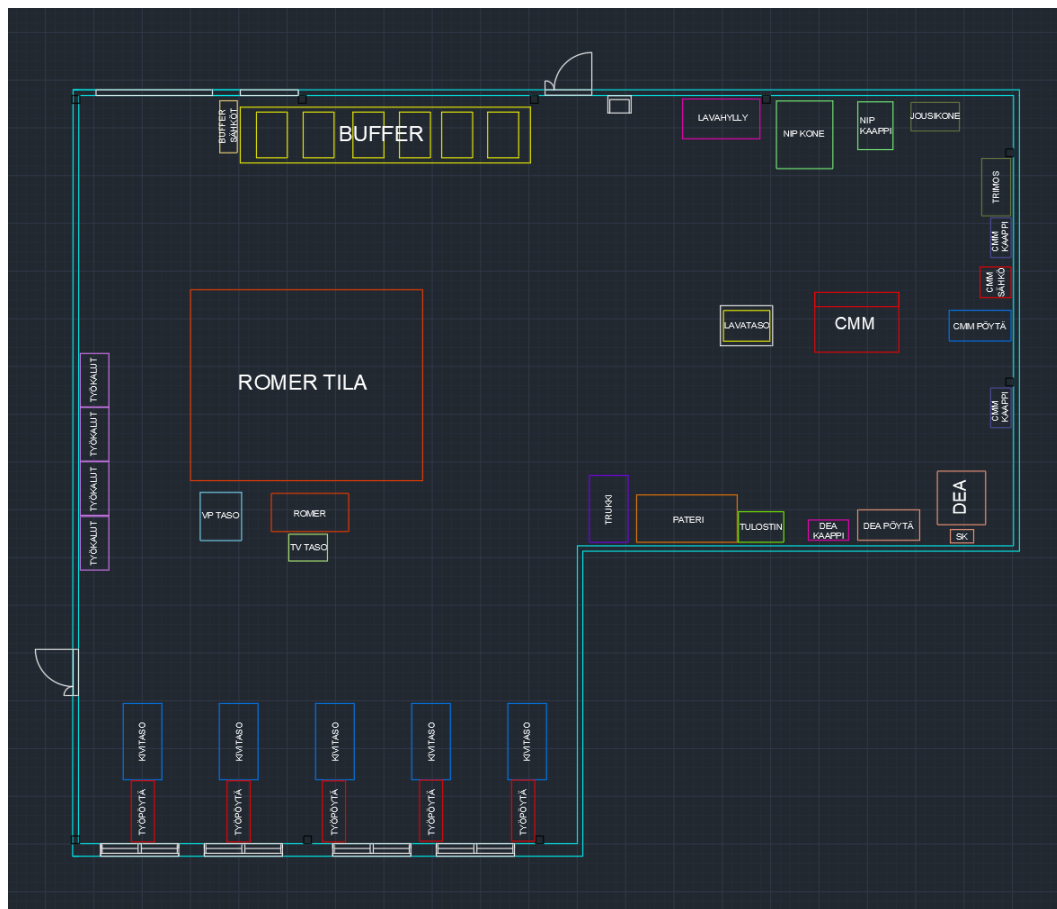
Pienempi koordinaattimittalaite, josta käytetään nimeä dea on sijoitettu oikeaan siipeen nurkkaukseen ja sen pöytä tietokoneineen on poikittain sen vierellä. Sijainti oli työntekijöille mieleinen ja kuormalavoille löytyy tarvittavat tilat laitteen viereltä. Dean sijainti kulmauksessa todettiin toimivaksi, sillä näkyvyys on paras mahdollinen pöydän ja dean asennon suhteen. Sijainti on nykyiessäkin tarkastamossa kulmauksessa ja pöytä asetettuna samaan asentoon sen vierelle. Tiloihin suunniteltu lavahylly on ajateltu myös palvelemaan dea:n tarpeita ja niiden välinen etäisyys on toimiva.

Varastoautomaatti, jota kutsutaan pateriksi, on sijoitettu tiloihin niin, että jokaiselta toiminnolta on sinne tasapuolinen matka. Paterissa on tarkoitus säilyttää suurinta osaa tarkastamon työkaluista ja sitä tullaan käyttämään useita kertoja päivässä. Paterin paikka on optimaalinen sillä, vaikka sitä käytetään usein, niin se ei aiheuta sijaintinsa puolesta häiriötä käytännössä millekään työpisteelle.

Pinoamistrukki on sijoitettu paterin viereen ja sillä on tarkoitus kuljettaa suurin osa tarkastamon sisällä liikkuvasta materiaalista. Trukin sijainti on kaikille tasapuo-

linen eikä paikka vaikuta negatiivisesti tilan toimintoihin. Pinoamistrukillla nostetaan tarkastamon sisällä kaikki tarkastettavaksi tulevat kuormalavat bufferista ja laitetaan ne myös tarkastettuna sinne takaisin jatkokuljetusta varten. Lisäksi sillä voidaan nostaa materiaaleja kivitasojen korkeudelle, jotta tarkastajat voivat tutkia kappaleita tarkastamiselle soveltuvalta korkeudelta. Lavahyllyn edessä on myös trukin tarvitsema liikkumatila.

Tiloissa olevat harvemmin käytettävät, mutta tarpeelliset laitteet Nip-kone, jousivoimakone ja vaaka trimos on sijoitettu oikeanpuoleisen siiven ylänurkkaan, jotta niiden sijainti ei vaikuta negatiivisesti tilan materiaalivirtoihin tai päivittäin käytössä olevien komponenttien sijoitteluun. Tilat riittävät silti mainiosti niiden käyttöön ja ne ovat aseteltu myös myöhemmin esiteltävän nosturin toiminta-alueen mukaisesti kohdassa 6.4.2.



**Kuva 5.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen valittu layout.

### 6.2.2 Valitun layoutin materiaalivirrat

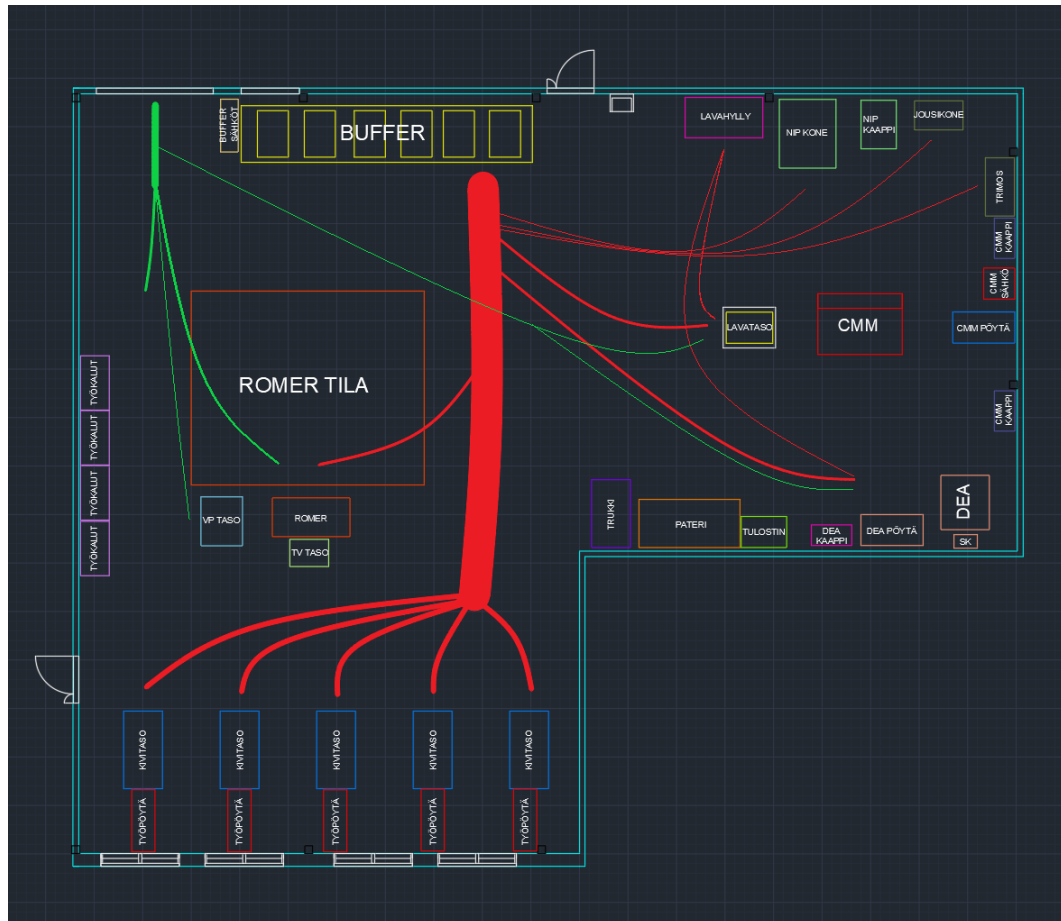
Valitun layout-vaihtoehdon materiaalivirtoja esitettynä (Kuva 6). Osaston avainhenkilöiden kanssa käydyssä perjantaisessa kokouksessa keskusteltiin miten materiaalivirtoja voisi tutkia ja millä tavoin niitä voisi kuvantaa layout suunnitelmiin. Kokouksessa päätettiin viivojen olevan sopiva tapa kuvantaa kuormalavojen liikettä tarkastamon sisällä ja samalla niiden paksuus kuvantaisi materiaalmäärää tietyllä reitillä. Paksuin viiva symboloi suurinta ja kapein viiva taas pienintä materiaalivirtaa.

Vihreät viivat kuvastavat liukuovesta tulevaa ja punaiset viivat bufferilta ja lavahyllystä lähtevää materiaalivirtaa eri toiminnoille ja lavapaikoille. Työntekijöiden haastatteluista kerätyn datan perusteella luoduista viivoista voidaan huomata, että vihreällä merkitty liukuovesta tuleva materiaalivirta on voimakkainta liukuoven edustalla ja romer tilan vierellä. Siitä se haarautuu pienempiin virtoihin tarkastamon halki CMM:lle ja dea:n mahdollisille kuormalavapaikoille.

Bufferilta lähtevä paksulla punaisella piirretty materiaalivirta on ylivoimaisesti vilkkainta kivitasoille, jossa komponentit voivat vaihtua todella nopeasti tarkastettava tuotteesta riippuen. Kivitasoja on viisi kappaletta tilojen alalaidassa, joten sijainnin mukana tullut runsas lavaliikenne ei vaikuta tilan muihin ydintoimintoihin. Tästä suuresta virrasta haarautuu liikenne myös muille tilojen toiminnoille, mutta aktiivisimmin CMM:lle, dea:lle ja romerille. Kapeimmat virtaukset haarautuvat nip-koneelle, jousivoimakoneelle ja trimokselle, mutta näiden toimintojen luoma liikenne on niin vähäistä, jotta se ei vaikuta käytännössä mitenkään tilojen vilkkaimpiin toimintoihin.

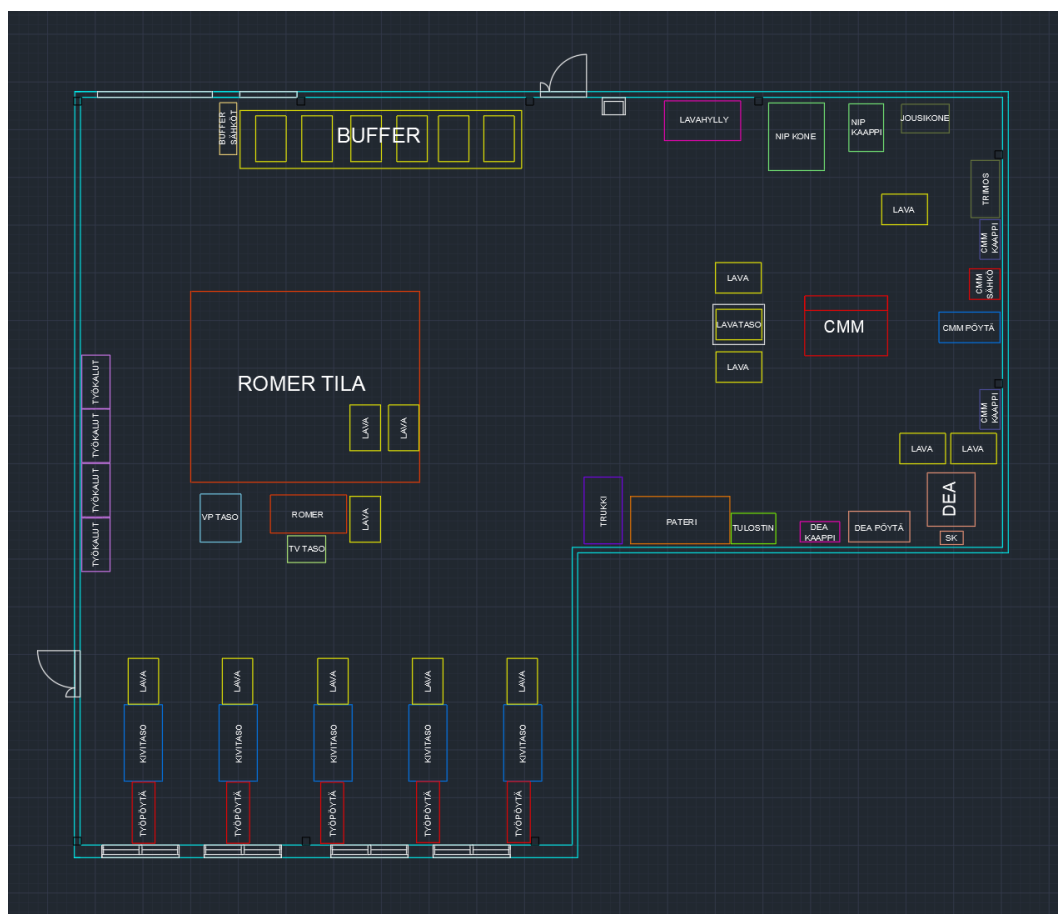
Lavahyllystä lähtevä eri työpisteiden välillä punaisella merkitty materiaalivirta on suurinta CMM:lle, jolle lavahylly on pääasiassa suunniteltu. Niiden välinen etäisyys on optimaalinen eikä ylimääräistä trukkiliikennettä synny niiden välille. Pienempi satunainen virtaus liikkuu myös ajoittain dea:lle tilanteen mukaan.

Järkevän sijoittelun ansiosta vilkkaatkaan materiaalivirrat eivät häiritse toisia toimintoja vaan virtaus on hajautettu luonnollisesti laadunvarmistustiloihin.



**Kuva 6.** Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustilojen materiaalivirrat.

Valittu layout-ratkaisu esitettyä kuormalavoilla, kun työpisteillä on kiirettä (Kuva 7). Bufferin toimiessa välivarastona se pitää sisällä 18 kuormalavaa ja tiloissa oleva lavahylly määritellystä korkeudesta riippuen jopa yli 10 lavaa. Laadunvarmistustilat toimivat tehokkaasti ja ahtaita väyliä ei synny. Äärimmäisessä kiireessä romerille määriteltyyn tilaan voidaan asettaa väliaikaisesti jopa yli 12 lavaa sen vaikuttamatta merkittävästi tilan muihin toimintoihin.

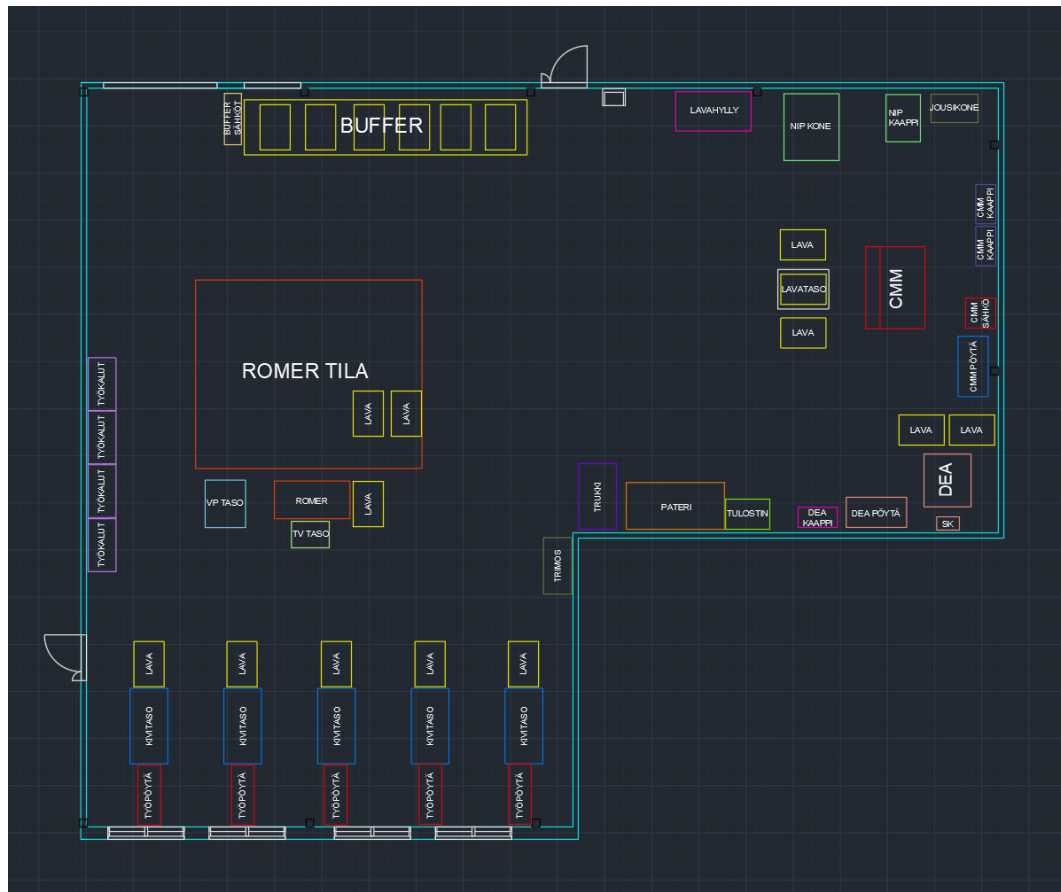


Kuva 7. Valittu layout kuormalavoilla.

### 6.2.3 Valitun layoutin kehittyminen, muut layout-vaihtoehdot ja perustelua

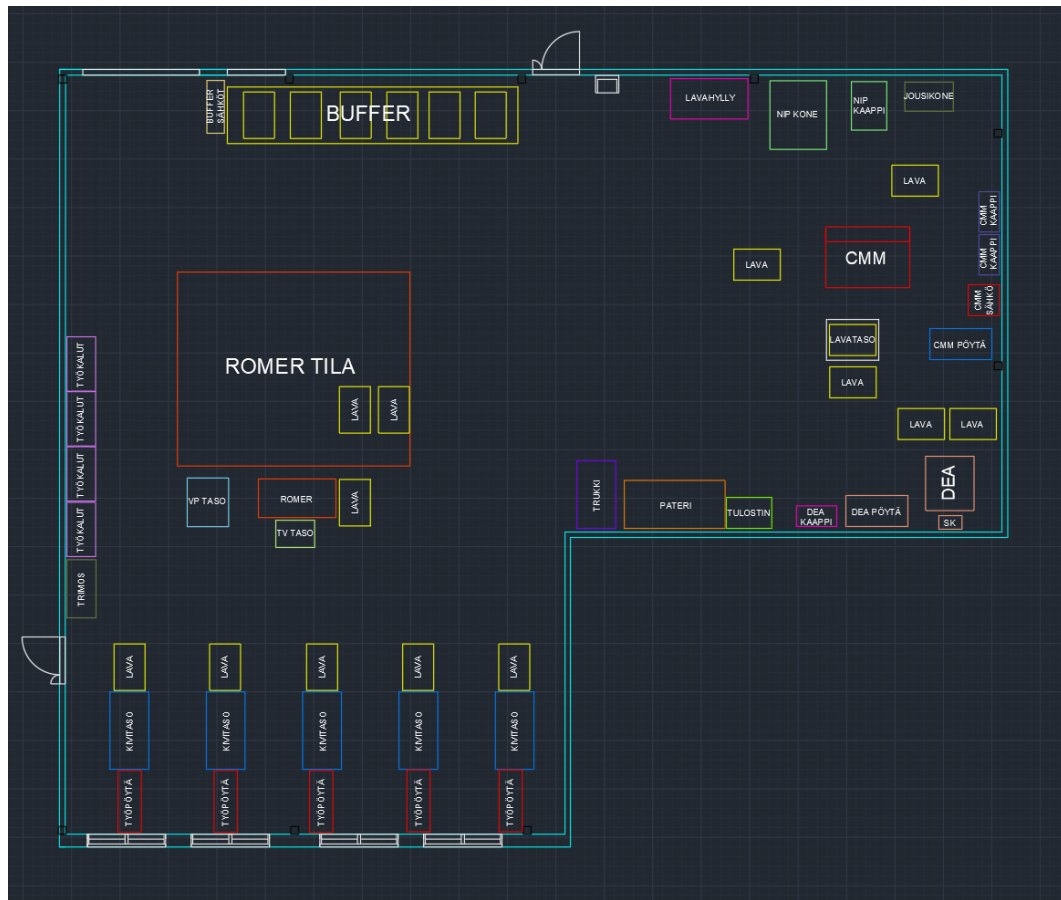
Valittu layout on useiden viikkojen työn tulos ja se muuttui hiljalleen nykyiseen muotoonsa haastatteluista, kokouksista ja henkilökohtaisesta tutkimustyöstä saattujen ideoiden avulla. Alla olevista kuvista (Kuva 8) ja (Kuva 9) voidaan hyvin huomata muutokset mitä valitussa layoutissa muuttui. Muutokset koskivat merkittävästi lähinnä CMM:n sijoittelua sille määritellyllä alueella, mutta myös mittalaite trimos siirtyi työntekijöiden toivomuksesta valittuun paikkaansa tilojen kulmaukseen. CMM:n kodalla ongelmaksi sen sijoittelun suhteen muodostui laitteessa oleva kiviseinä, joka rajoittaa näkyvyyttä ja vaikuttaa negatiivisesti koneen käyttöön, mikäli se on sijoitettu virheelliseen asentoon. Tämä tuli esille, kun opin-

näytetyöntekijä kävi tutkimassa kyseistä konetta Runsorin tehtaalla. Haastattelussa työntekijöitä he vahvistivat asian ja kone oli sijoitettava poikittain, kuten valitussa layoutissa. Kiviseinämä estää täysin näkyvyyden ja nostot sen suunnalta mittakoneen pöydälle (Kuva 8). Asento samalla pienentää kaikkien toimilaitteiden työskentelytiloja tällä alueella.



**Kuva 8.** CMM:n epäkäytännöllinen asento layoutissa.

Alla olevan kuvan (Kuva 9) kohdalla ongelmaksi koettiin myös huonompi näkymä CMM:lle sen rakenteesta ja työpöydän etäisyydestä johtuen. Myös pöydän alapuolella olevaa lavatasoa toivottiin koneen pätyyn, kuten valitussa layoutissa lopulta tehtiin. Alapuolella oleva lavataso olisi luonut ahtaammat työskentelytilat ja samalla kuormalavojen ollessa koneen äärellä myös liikkuminen vaikeutuisi.



**Kuva 9.** Lavatason epäkäyttännöllinen sijainti layoutissa.

Muita layout-vaihtoehtoja esitettynä liitteissä (Liite 1), (Liite 2) ja (Liite 3). Logistiikkakeskuksen laadunvarmistustiloihin sovitettiin hyvien suunnittelutapojen mukaan muitakin layout ratkaisuja, mutta ne jäivät hiljalleen haastatteluiden, kokouksissa saadun palautteen ja niiden huonomman toimivuuden takia pois jatkosuunnittelusta.

Haastatteluiden, kerätyn tiedon ja tutkimusten perusteella muut luodut layout-vaihtoehdot eivät pystyneet täyttämään tärkeitä tarpeita, kuten tämä layout. Lattian liikuntasauaman paikka, joka määriteltiin opinnäytetyön aikana vaikuttaa suuressi CMM:n sijoitteluun. Tärinöitä poistava vaikutus on hyödynnettävä nyt ja tu-



levaisuudessa mikäli osasto päättää hankkia uuden mittalaitteen. Vaikka mahdollinen uusi CMM olisi huomattavasti suurempi, kuin nykyinen, ei sen sijoittaminen tälle paikalle olisi ongelma sille varattujen keskeisten suurten tilojen ansiosta.

Myös tiloissa olevat oviaukot vaikuttavat suuresti työpisteiden ja laitteiden sijoitteluun, koska raskaimmat laadunvarmistustiloihin saapuvat tarkastettavat komponentit tulevat liukuovesta trukin avulla. Tämä puoltaa romerille varattujen tilojen sijoittelua valitussa layoutissa, kuten aikaisemmin kerrottiin. Mahdollisimman lyhyet siirtymät trukilla pienentävät työturvallisuusriskiä ja pitävät liukuoven avaamisesta johtuvat mahdolliset olosuhdemuutokset poissa. Mikäli laadunvarmistustilojen olosuhteet muuttuvat esimerkiksi lämpötilan osalta se saattaa vaikuttaa mittaustuloksiin. Lisäksi sen varaama tila 5 m x 6 m on niin suuri, että se pakottaisi siirtämään muita tärkeitä laitteita, joiden sijainti valitussa layoutissa on hyvin perusteltu.

Tiloihin suunnitellut nostinratkaisut, jotka esitellään tarkemmin kohdassa 6.4.2 myös puoltavat tiloihin valittua layout ratkaisua.

### **6.3 Lavakuljetin**

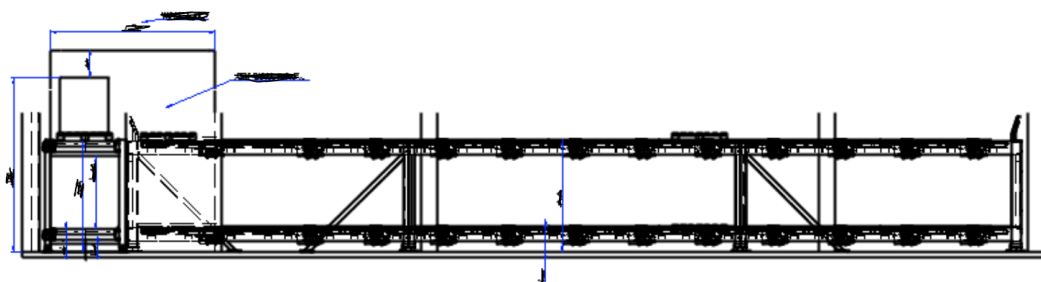
Lavakuljettimeksi eli bufferiksi kutsutaan Wärtsilän vastaanottotarkastamossa olevaa materiaalikuljetinta, johon nostetaan tarkastukseen sisään tulevat ja sieltä tarkastettuna ulos lähtevät komponentit kuormalavoja apuna käyttäen. Osaston nykyinen lavakuljetin (Kuva 10) toimii kahdessa osassa, joista ensimmäinen on sisään saapuvia tarkastettavaksi tulevia lavoja varten ja toinen ulos lähteviä tarkastettuja lavoja varten. Sisään tulevat lavat tulevat tarkastamoon poikittaissuunnassa kahdella tasolla ja ulos lähtevät lavat lähtevät kahdella tasolla pituussuunnassa. Nykyiset lavakuljettimet jakavat saman liukuoviaukon. Logistiikka nostaa tarkastettavaksi tulevat kuormalavat lavakuljettimelle, jossa ne liikkuvat kuljetinta pitkin sähkömoottoreiden ja ketjujen avulla automaatioita hyödyntäen paikalleen. Kuormalavat nostetaan logistiikkahallista, seinän toiselta puolelta kuljettimelle liu-

kuoviaukosta, jotta ylimääräinen trukkiliikenne saadaan minimoitua laadunvarmistustiloissa, joka koetaan mm. työturvallisuusriskinä. Lavakuljetin toimii samalla hetkellisenä välivarastona, jotta tarkastamon lattiatilat eivät täytyisi lavoista vaan niillä on oma selkeä paikkansa ja samalla työjono on selkeä. Tarkastaja tai mittaaja tunnistaa tutkittavaksi tulevan komponentin kuormalavan päässä olevan tunnistepaperin perusteella ja valitsee sen tarkastettavaksi tilanteen tai kiireellisyyden mukaan.

Buffer on elintärkeä tarkastamolle ja mikäli se puuttuisi, niin lattiat täytyisivät kuormalavoista luoden suuren työturvallisuusriskin ja esteiden teorian (TOC) mukaisesti selkeän pullonkaulan. Työjono ei olisi enää yhdellä paikalla selkeästi ja visuaalisesti hallittavissa, trukkiliikenne tarkastamossa lisääntyisi, 5S menetelmää ei voitaisi hyödyntää, materiaalivirrat olisivat täysin sekaisin ja työntekijät joutuisivat siirtelemään kuormalavoja jopa tunteja päivän aikana.

Lähtökohtana oli spesifioida osaston tarpeisiin soveltuva uusi lavakuljetin, joka pystyttäisiin sijoittamaan rakenteilla olevaan logistiikkakeskuksen laadunvarmistustiloihin ja saada siitä mahdollisimman toimiva sille varattuun tilaan. Aiheesta kokoustettiin ja käytiin läpi yhtiön laatuinsinöörin luomaa ajatusta mahdollisesta kolmikerroksisesta bufferista, jossa olisi yksi taso sisään tulevalle tavaralle ja kaksi tasoa ulos lähtevälle tavaralle. Tehtävänä oli lähteä kehittämään tätä aluillaan olevaa ideaa tai mahdollisesti keksiä jotain täysin erilaista.

Työ lähti liikkeelle nykyisen bufferin tutkimisella ja laitteen kyljessä olevan valmistajan liimaaman tarran pohjalta tämän opinnäytetyön tekijä soitti kuljettimen aikoinaan kokoonpanneelle yritykselle. Yritys on toiminnassa ja heillä on yhä olemassa olevat piirustukset tästä nykyisestä laadunvarmistustilojen bufferista. Suunnittelutyötä oli tämän opinnäytetyönkin kannalta järkevää lähteä jatkamaan heidän kanssaan, koska kummatkin tahot ovat tilanteen tasalla sekä laitteen komponentit, materiaalit ja muut ratkaisut ovat valmiiksi tiedossa. Lisäksi voimassa olevat koronarajoitukset estäisivät vierailun tehtaalla, joten opinnäytetyön aika-aulun kannalta tämä oli järkevin ratkaisu.



**Kuva 10.** Nykyinen kaksitasoinen buffer.

### 6.3.1 Lavakuljettimen suunnitleminen laitevalmistajan kanssa

Olemassa olevaa bufferia lähdettiin modifioimaan yhdessä kyseisen toimittajan kanssa niin, että se soveltuisi parhaalla tavalla logistiikkahallin uuteen tarkastamoon. Erytisen tärkeää on saada bufferille maksimaalinen määrä kuormalava-paikkoja ja se oli koko suunnittelutyön kannalta merkittävimpiä huomioon otettavia asioita. Laitevalmistajalle toimitettiin uusien tilojen pohjapiirros, jotta he voivat konkreettisesti mallintaa bufferin sinne ja samalla kokeilla ideoitamme tähän piirrokseen. Piirroksessa oli nähtävillä laadunvarmistustilojen seinustalla olevat tukipilarit ja buffer on asetettava määritellylle etäisyydelle niistä, jotta liukuovien yhteydessä olevat palo-ovet mahtuvat myös liikkumaan. Selvisi, että käytettävissä oleviin tiloihin saadaan mahtumaan kolmekerroksinen buffer, jossa jokaisella tasolla on käytössä kuusi kuormalavapaikkaa. Tämä tarkoittaa siis kaksitoista paikkaa tarkastettavaksi tuleville ja kuusi paikkaa lähteville tarkastetuille lavoille. Tämän määritteli bufferin pakollinen sijainti liukuoviaukon edustalla, josta se täytetään ja tyhjäetään. Toisessa päässä pituutta rajoittamassa on normaali kulkuovi, jonka eteen kuljetinta ei voi tietenkään asettaa.

Opinnäytetyöntekijä haastatteli Wärtsilässä toimivaa logistiikkayhtiötä, jonka työntekijät ovat täyttäneet tätä materiaalibufferia jo vuosia. Heiltä kerätyn tiedon perusteella saatiin ratkottua useita asioita koskien uuden bufferin suunnittelua. Nykyisissä toimitiloissa oleva nostotila on hieman kapea ja se on hankaloittanut

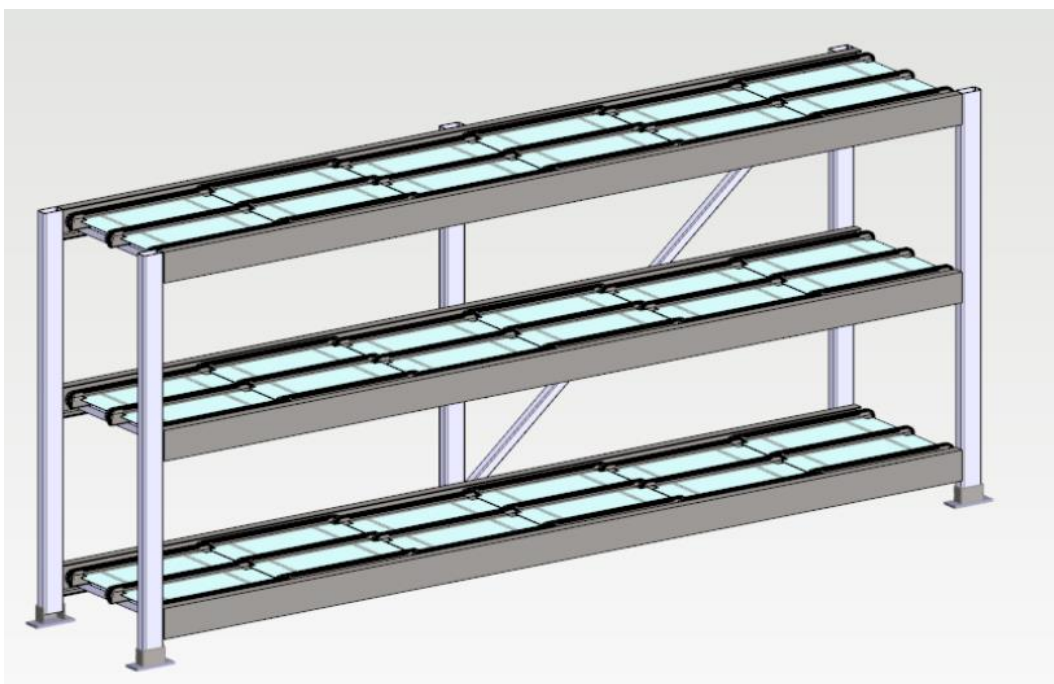
logistiikan työskentelyä, koska kuljettimelle nostettua lavaa on joutunut asettelemaan kuljettimelle moneen kertaan. Lava on jäänyt makaamaan kuljettimen reunalle ja sitä on pitänyt kurottaa hieman syvemmälle, jotta lava asettuu kuljettimelle kunnolla. Uusissa toimitiloissa olevaa bufferia varten suunniteltu liukuoviauukko mahdollistaa selvitystyön perusteella ongelmattoman lavojen noston leveys suunnan osalta sillä tilaa on enemmän käytössä.

Kolmekerroksinen buffer mitoitettiin optimaaliseksi myös kaikkien mittojen suhteen yhdessä logistiikkayhtiön- ja Wärtsilän työntekijöiden toivomusten mukaan. Korkein kuormalava mitä kuljettimelle nostetaan, on lava, jossa on neljä lavalaulusta ympärillä. Ensimmäisen ja toisen kerroksen hyllyvälit mitoitettiin tämän korkeuden pohjalta, niin että nostotilaa on tarpeeksi kerrosten välillä turvalliseen ja sujuvaan nostoon. Huomioitava oli myös nostotila mikä jää kolmannen kerroksen ja liukuoviauukon väliin korkeus suunnassa, kun lavaa nostetaan sinne tai sieltä pois. Haastatteluiden pohjalta tästä etäisyydestä oli järkevä tehdä suurempi, jotta nostoa varten on enemmän pelivaroja ja vältytään mahdolliselta törmäykseltä oviauukon yläreunan kanssa. Lisäksi ylimmälle tasolle on haastavin nostaa kuormalavoja huonomman näkyvyyden takia, niin päätettiin kolmannelta kerroksesta tehdä palautusrata tarkastetuille kuormalavoille. Ensimmäinen ja toinen kerros toimivat siis tämän päätöksen myötä tarkastettavaksi tulevan materiaalin sijoituspaikkana. Ensimmäinen ja toinen kerros on järkevintä pitää tässä roolissa myös sen takia, että saapuvat komponentit voidaan nähdä visuaalisesti suoraan kuormalavoilta. Uusi buffer kuvattuna alla ilman päätyesteitä ja muita komponentteja (Kuva 11).

Toimittajalle määriteltiin myös oheiset asiat selvitystyön pohjalta, jotka kaikki toteutuivat:

- Mahdolliset tukirakenteet on sijoitettava kuljettimen taakse seinustalle, jotta ne eivät vaikuta rajoittavasti kuormalavojen nostamiseen
- Kuljettimen on mahdollista liukuoviauukon ja henkilökulkuoven väliin

- Lattian ja kuljettimen pohjan väliin jäätävä tarpeeksi suuri etäisyys, että pinoamistrukki mahtuu rullaamaan sinne väliin lavoja nostaessa
- Kuljettimen on oltava tarpeeksi kestävä suurimmillekin painoille mitä kuormalavoilla voi sille tulla.
- Sähkökeskus kuljettimen vasempaan reunaan, jotta saadaan maksimaalinen määrä lavapaikkoja.
- Käytetään kaikki nykyisen kuljettimen komponentit mitä vielä voidaan hyödyntää
- Korotetaan nykyinen kuljetin 3 kerroksiseksi hyödyntäen olemassa olevaa runkomateriaalia
- Tehtävä työturvallisuus edellä ja oltava vähintään samat varotoimet mitä nykyisessäkin kuljettimessa on käytössä
- Tehdään CE-standardien mukaan
- Kuljettimen jokaisen tason on kyettävä liikkumaan kumpaankin suuntaan
- Laadunvarmistustilojen ulkopuolelle merkkivalot logistiikkaa varten, joka kertoo, voidaanko kuljettimelta hakea tarkastettuja lavoja pois vai voidaan sinne tuoda lisää tarkastettavaksi
- Laadunvarmistustiloihin vähintään kaksi painonappia työpisteiden läheisyyteen, jotta kuljetinta voidaan ohjata myös etäältä
- Kuljettimen on toimittava samalla toimintaperiaatteella, kuin nykyinenkin toimii eli lavan tullessa sisään liukuoviaukosta se liikkuu kuljetinta pitkin automaation avulla niin pitkälle, kuin kuljettimella on tilaa
- Kuljettimen oltava vähintään määritellyllä etäisyydellä tilojen tukipilarista, jotta tiloissa oleva palo-ovi mahtuu sulkeutumaan
- Sähkökeskuksessa vasemmalla sivulla olevat painonapit oikealle puolelle, jotta niitä pystytään käyttämään.



**Kuva 11.** Uusi suunniteltu buffer.

### **6.3.2 Lavakuljettimen investointiesitys**

Investointiesityksestä on Wärtsilällä käytössään valmis mallipohja, jossa on vastattava erilaisiin kysymyksiin investointiin liittyen. Kysymyksissä käsitellään mm. mitä hyötyjä saadaan, vaihtoehtoisia ratkaisuja, mitä kyseisen esityksen mahdollisesta hylkäämisestä voi seurata, perusoletuksia, tiivistelmä ja mitä on taustalla tähän hankintaan liittyen. Investointiesityksen on oltava hyvin perusteltu, jotta henkilö, joka kyseisen esityksen ottaa käsiteltäväkseen saadaan vakuutettua ja ymmärtää mistä kyseisessä esityksessä on kyse ja miksi se tehdään.

### **6.4 Tiloihin parhaiten soveltuvan nosturiratkaisun selvittäminen**

Tehtävänä oli määrittellä tiloihin soveltuva nostinratkaisu, joka palvelee laadunvarmistustiloja parhaalla mahdollisella tavalla. Nosturien paikka vaikuttaa suuresti layout-suunnitteluun sekä tilojen toimivuuteen ja siksi se on suunniteltava ennen

laitteiden sijoittelua pohjapiirroksen. Työ aloitettiin selvittämällä voisiko osaston nykyisiä käytössä olevia nostimia käyttää sellaisenaan tai modifioituna. Tutkimusten jälkeen selvisi, että osaston nykyiset nostimet eivät sovellu enää uusiin toimitiloihin, koska ne ovat liian lyhyet ja niiden modifioiminen tulisi toimittajan mukaan kalliimmaksi, kuin uusien hankkiminen. Lisäksi nykyiset nostimet ovat kiinnitettynä kantaviin seinä- ja kattorakenteisiin, joten niiden hyödyntäminen ei ole mahdollista ilman suurta modifiointia. Uuden laadunvarmistustilan seinät ja katto eivät ole kantavia vaan sinne tarvitaan erilliset tolpat nosturia varten.

Seuraavaksi Wärtsilän omistuksessa olevia nostimia, jotka voisivat soveltua tähän tarkoitukseen, lähdettiin kartoittamaan ja asian suhteen järjestettiin kokous. Selvisi, että Wärtsilän Runsorin tehtaalla voisi olla yksi uusiin toimitiloihin soveltuva nosturi. Opinnäytetyöntekijä mittasi nosturin ja sen tukirakenteita, mutta se ei mittojensa puolesta soveltunut tähän hankkeeseen, koska valmistajan mukaan modifioiminen maksaisi uuden nosturin hinnan. Nostimen ohjauslaite on myös huonossa kunnossa ja sen uusiminen tulevaisuudessa olisi valmistajan mukaan hyvin kallista.

Seuraava askel oli selvittää voisiko Wärtsilän omistuksessa olevia puominostureita hyödyntää uusissa toimitiloissa. Työntekijöitä haastatellessa kävi ilmi, että iäkäs puominosturi ei sovellu herkille koordinaattimittalaitteille. Nostaessa tutkittavia kappaleita puominosturi tekee hyppivää liikettä, joka saattaa vahingoittaa arvokasta mittakoneenpöytää, mikäli kappale osuu voimalla siihen. Lisäksi yksikään vapaana olevista puominostureista ei ole tarpeeksi voimakas nostamaan suurimpia tarkastuksessa käyviä komponentteja ja niiden liikealue on riittämätön. Tiloihin hyvin soveltuvaa ratkaisua ei ollut enää vapaana vaan kaikki oli varattu yhtiön toisille osastoille.

#### 6.4.1 Uusien nostimien sijoittaminen layoutiin

Laadunvarmistustilojen on toimittava kunnolla, joten nostureita on pystyttävä käyttämään parhaalla mahdollisella tavalla tilojen muodon mukaisesti. Tiloista AutoCAD:llä luotuun mallipohjaan sijoitettiin nosturiradat ja nostopuomit kuvitteellisilla mitoilla, jotta saataisiin yleisesti selville, mikä onärkevin nostopuomin liikesuunta. Tärkeää oli myös miettiä miten puomit ja kiskot kannattaisi tiloihin sijoittaa.

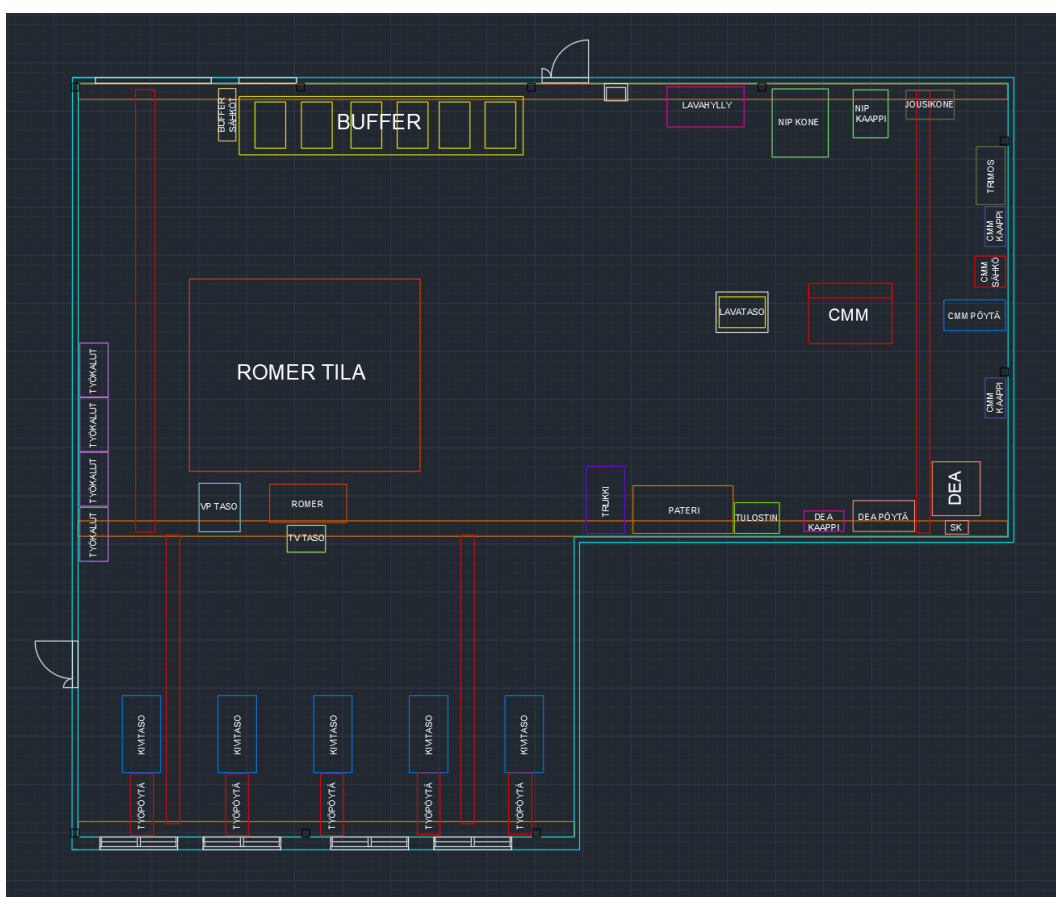
#### 6.4.2 Valittu nostinratkaisu

Tämä kuvien (Kuva 12) ja (Kuva 13) nostinratkaisu valittiin, koska tarkastamon pisin sivu saatiin otettua käyttöön. Tässä ratkaisussa myös nostin ratoja tarvitaan vain kolme kappaletta ja seinällä olevia tukipilareita voidaan laitevalmistajan mukaan hyödyntää niiden kannakointiin. Tämän avulla voidaan pienentää huomattavasti kustannuksia, koska erillisiä tukipilareita tarvitsee hankkia tiloihin vähemmän. Tukipilareiden sijainti ei myöskään tämänhetkisten tietojen mukaan häiritse tarkastamon työpisteiden sijoittelua sillä ne on tarkoitus asettaa aivan seinien viereen.

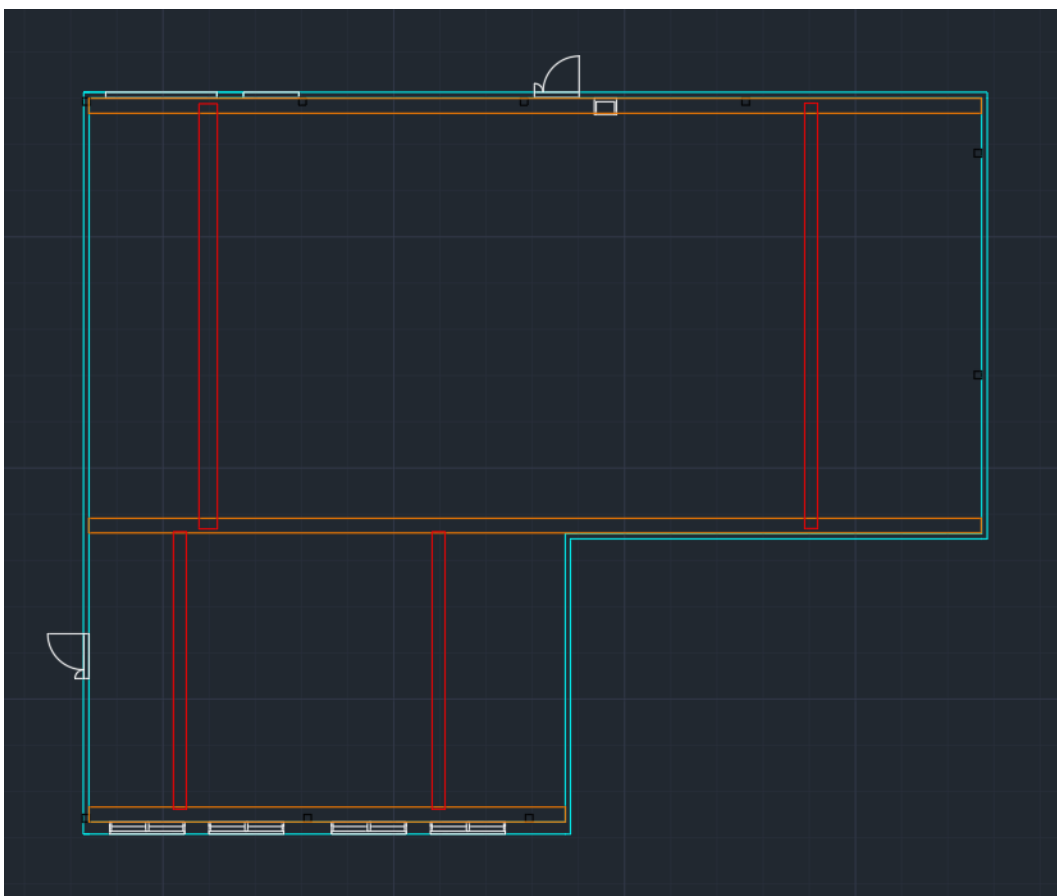
Tiloihin on suunnitteilla hankkia yksi vahva nosturi ja kolme pienempää, jotka ovat keskenään samankokoisia. Vahvin nosturi on ajateltu sijoittaa vasemmalle puolelle, bufferin viereisen seinän ja tilojen keskelle tulevaan rataan. Tässä sijainnissa se pystyy toimimaan koko matkalla jokaisella toiminnolla, mutta erityisesti suuren liukuoven, romer-alueen, CMM ja vauhtipyörätason alueella. Näillä edellä mainituilla toiminnoilla liikkuu laadunvarmistustilojen painavimmat komponentit. Samaan rataan oikealle puolelle on ajateltu sijoittaa yksi pienemmistä nostureista palvelemaan erityisesti CMM-, DEA-, NIP-konetta, jousivoimakonetta ja lavatasoa. Kummatkin nostimet pystyvät toimimaan koko matkalla ja nostinradan alueella voidaan tehdä tehokkaasti samanaikaisia nostoja.



Tilojen alemmalle ikkunoiden viereiselle nosturiradalle on ajateltu sijoittaa kaksi pienempää nosturia, jotka palvelisivat kivitasoilla työskenteleviä tarkastajia. Kivitasojen alueella ei ole haastatteluiden mukaan tarvetta vahvalle nosturille, koska tarvittavat suurien komponenttien manuaalimittaukset voidaan suorittaa romerille varatulla alueella. Mikäli nostureita saadaan nämä toivotut kaksi kappaletta, niin kivitasoilla voidaan työskennellä yhtäaikaisesti, vaikka kahdella eri työpisteellä suoritettaisiin nostoja samanaikaisesti. Lisäksi on mahdollista suorittaa nostoja kaikilla neljällä nostimella samanaikaisesti, mikäli tilanne niin vaatisi.



Kuva 12. Valittu nostinratkaisu layoutissa.



**Kuva 13.** Valittu nostinratkaisu tyhjissä toimitiloissa.

### 6.4.3 Muut nostin vaihtoehdot

Tiloihin kokeiltiin myös muunlaisia ratkaisuja, jotka ovat esitettyinä liitteissä (Liite 4), (Liite 5), (Liite 6), (Liite 7) ja (Liite 8). Muiden ratkaisujen kohdalla oli selkeitä ongelmia, ja ne jäivät pois valinta prosessista. Liite 8 kuitenkin toimi valitun nosturiradan pohjana eroten ainoastaan nosturien määrän suhteen valitulla nosturiradalla. Muiden liitteissä esitettyjen ratkaisujen ongelmia selvennetään hieman alla:

Liite 4

Ylimääräinen kisko ja ratkaisu vaatii ylimääräisiä erillisiä nostinradantolppia, jotka lisäävät kustannuksia.

#### Liite 5

Nosturin jänne väli on liian pitkä, eikä sitä ollut mahdollista toteuttaa teknisesti. Lisäksi Nosturi kykenisi liikkumaan vain lyhyellä matkaa sivuttain toimitiloissa.

#### Liite 6

Ylimääräinen kisko, joka lisää kustannuksia ja rajoittunut nosturien liikealue. Lisäksi osa tilojen keskiosasta jäisi kokonaan ilman nostokapasiteettia.

#### Liite 7

Nosturiradan vaatimat kannakointitolpat olisivat keskellä lattiaa, ja tilojen pisin sivu jäisi hyödyntämättä. Lisäksi pisimmällä sivulla olevat seinien tukipilarit jäisivät hyödyntämättä lisäten kustannuksia.

### **6.4.4 Nosturien investointiesitys**

Investointiesityksestä on Wärtsilällä käytössään valmis mallipohja, jossa on vastattava erilaisiin kysymyksiin investointiin liittyen. Kysymyksissä käsitellään mm. mitä hyötyjä saadaan, vaihtoehtoisia ratkaisuja, mitä kyseisen esityksen mahdollisesta hylkäämisestä voi seurata, perusoletuksia, tiivistelmä ja mitä on taustalla tähän hankintaan liittyen. Investointiesityksen on oltava hyvin perusteltu, jotta henkilö, joka kyseisen esityksen ottaa käsiteltäväkseen saadaan vakuutettua ja ymmärtää mistä kyseisessä esityksessä on kyse ja miksi se tehdään.

### **6.5 Varastoautomaattien käyttö laadunvarmistustiloissa**

Varastoautomaatti on varastointi- ja käsittelyjärjestelmä, jonka avulla voidaan maksimoida varastotila pienellä lattia-alan käytöllä. Verratessa tavallisiin työkalukaappeihin, jotka käyttäisivät suuremman lattiapinta-alan samalla tavaramäärällä.

Layout suunnittelun aikana eräs työntekijä ehdotti sähköpostilla voisiko tiloihin olla saatavilla varastoautomaattia, ja siitä saatiin idea lähteä selvittämään, olisiko Wärtsilällä ylimääräiseksi jäävää automaattia. Selvitystyön jälkeen saatiin tieto,

että Wärtsilän, Runsorin tehtaalla olisi eräässä varastossa kaksi erilaista ylimääräiseksi jäävä varastoautomaattia. Tiedon saavuttua soitettiin kyseisen osaston johtohenkilölle ja sovittiin tapaaminen tehtaalle, jossa varastoautomaatit mitattiin ja valokuvattiin. Varastoautomaateissa oli tunnistekilvet, joiden avulla voitiin selvittää kummankin laitteen tarkat tiedot. Tutkimusten jälkeen todettiin, että kumpikin laite soveltuisi tarkastamoihin kapasiteettinsa ja mittojensa puolesta korvaamaan monia työkalukaappeja, joten alun perin kaapeille varatuista tiloista voisi vapautua tilaa muuhun käyttöön. Näillä perusteilla ylimääräiseksi jääneet varastoautomaatit varattiin käytettäväksi tarkastamoihin ja lähdettiin selvittämään kumpaan tarkastamoon toisistaan poikkeavat laitteet soveltuvat. Mitoiltaan suurempi laite on varustettu 32 hyllypaikalla ja pienempi laitteista on 11 hyllypaikkainen. Kumpaakin laitetta sovitettiin AutoCAD:in avulla luotuun mallipohjaan ja aiheesta pidettiin kokous. Kokouksessa selvisi hyvin nopeasti, jotta suurempi varastoautomaatti sijoitettaisiin STH:n puolelle rakenteilla olevaan tarkastamoon, koska sen tarkastamo on rakennuspiirustusten mukaan pinta-alaltaan yli 2.5 kertaa pienempi, kuin logistiikkahalliin rakentuva tarkastamo. STH-rakennuksen tarkastamon pienempään lattiapinta-alaan on siten vaikeampi sovittaa suurta määrää tarpeellisia työkalukaappeja järkevästi, joten yksi suuri keskitetty ratkaisu koettiin parhaaksi ratkaisuksi layout suunnittelun kannalta. Logistiikkahallin tarkastamon suurempaan pinta-alaan on taas helpompi sijoittaa useita työkalukaappeja ja samalla ottaa käyttöön pienempi varastoautomaateista tukemaan toimintaa.

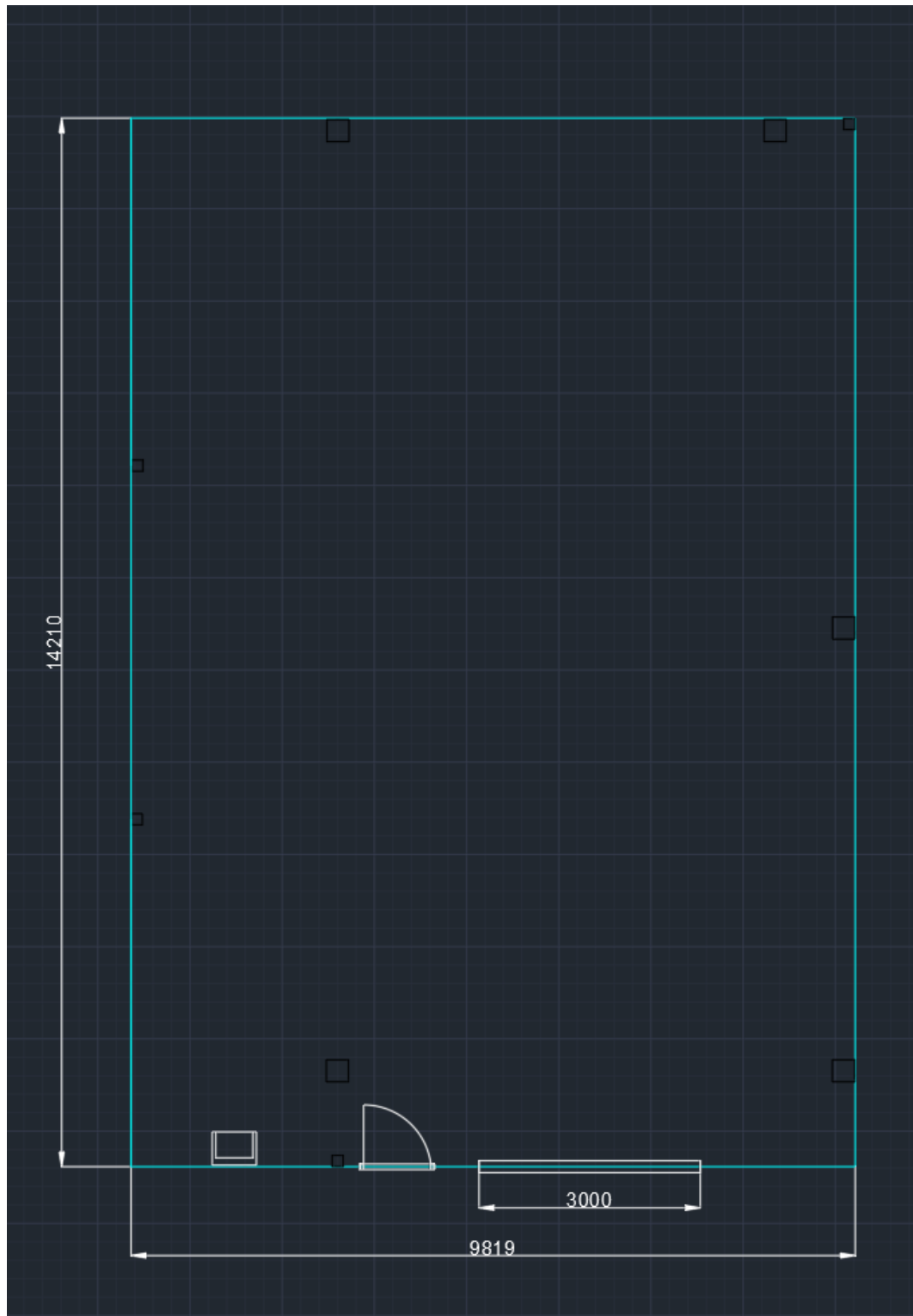
Varastoautomaattien melko korkean iän takia niiden huollettavuutta tulevaisuudessa lähdettiin selvittämään niitä huoltavalta yritykseltä ja kävi ilmi, että siinä on mahdollisia riskejä varaosien vaikean saatavuuden suhteen. Vaihtoehtoina on näiden varastoautomaattien automaation uusiminen, ostaa toiset kunnostetut varastoautomaatit, investoida täysin uusin varastoautomaatteihin tai viimeisenä vaihtoehtona luopua ideasta ja sijoitella tavallisia työkalukaappeja niille sopiville paikoille tarkastamojen sisällä. Selvitystyö on vireillä eikä valmistunut tämän opinäytetyön teon aikana, mutta valitut layoutit on esitetty tässä opinäytetyössä varastoautomaateilla.

## 7 STH-LAADUNVARMISTUSTILAT

Tiloissa toimii kalibrointiosasto, koordinaattimittakoneen käyttäjät sekä profiili-  
piirturin ja ympyrämäisyyskoneen käyttäjä. Tiloissa olevan kivitason on ajateltu  
toimivan tuotannotarkastajien ajoittaisena mittauspaikkana ja tiloissa vakitui-  
sesti työskentelevien kokouspaikkana. Tehtävänä on palvella tuotannon päivittäis-  
mittaustarpeita, kalibroida STH:n mittavälineitä, suorittaa koordinaattimittauksia  
ja tukea tuotannon päivittäismittauksia kivitason varatulla alueella, jossa voidaan  
tehdä manuaali tai nivelvarsimittauksia. Tarkoituksena on myös antaa mittaustu-  
kea moottorien tuotekehitystoiminnoille ja huoltotoiminoille. Logistiikkakeskuk-  
sen ja STH:n laadunvarmistustilojen mittakoneiden on myös ajateltu tukevan toi-  
siaan tilanteen mukaan.

### 7.1 STH-Laadunvarmistustilojen layout-suunnittelun lähtökohdat

Laadunvarmistustilojen layout suunnittelu alkoi STH-rakennuspiirustuksien tutki-  
misella. Laadunvarmistustilojen mitat, pinta-ala ja muoto olivat jo tiedossa, joten  
rakennuspiirustuksien pohjalta luotiin laadunvarmistustiloista erillinen pohjapiir-  
ros (Kuva 14). Pohjapiirroksen mallintamiseen käytettiin Autodesk AutoCAD-ohjel-  
mistoa. Pohjapiirroksesta oli huomioitava muutama asia, jotka olivat jo etukäteen  
päätetty ja vaikuttivat Layout suunnitteluun. Tiloissa on 5 kpl 300x300 mm sekä 2  
kpl 150x150 mm tukipilareita seinien läheisyydessä, jotka vaikuttavat tilankäyt-  
töön. Kaikkien liuku- sekä kulkuovien paikat olivat jo etukäteen päätetty ja se vai-  
kuttaa suuresti koko tilan toimintaan, työpisteiden sijoitteluun ja materiaalivirtoi-  
hin, joten tilojen layout-suunnitelma täytyy rakentaa toimivaksi näiden asioiden  
ympäri. Tiloihin on myös sijoitettu pesuallas kulkuoven viereen. Tiloihin on myös  
hankittu jo etukäteen tarvittaviin nostoihin kattonosturi, jonka toiminta-alueelle  
laitteet on sijoitettava. Nosturi pystyy liikkumaan tilojen yläreunasta alimmaisiiin  
300x300 mm tukipilareihin saakka.

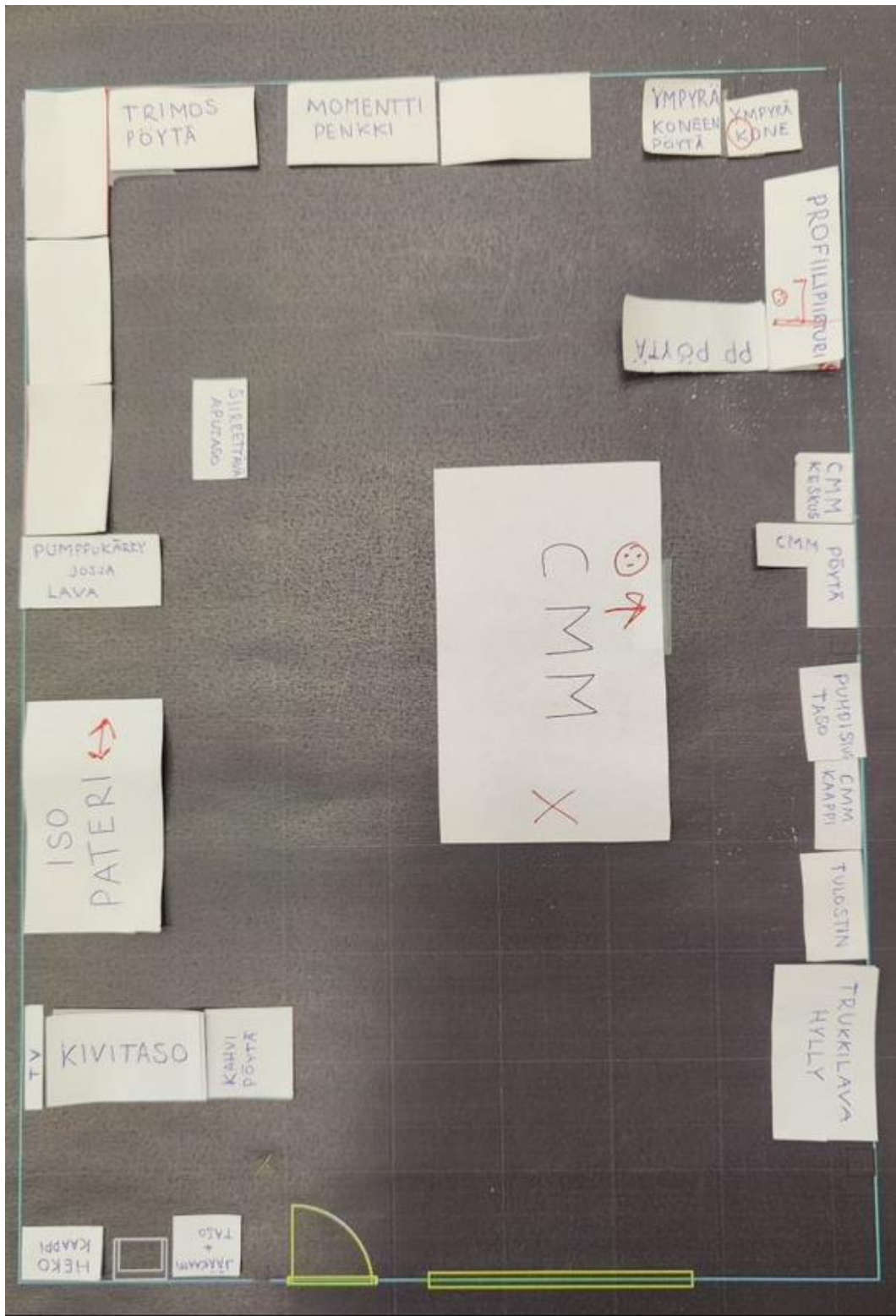


Kuva 14. STH-Laadunvarmistustilat

## 7.2 STH-laadunvarmistustilojen layout-vaihtoehdot

Laadunvarmistustiloista luotiin vaihtoehtoisia layout-malleja ja näistä malleista otettiin kuvia (Kuva 15). Layout-malleja muodostaessa käytiin jatkuvaa keskustelua työntekijöiden kanssa, jotta malleista saataisiin lähtökohtaisesti mahdollisimman toimivia. Malleista otetut kuvat siirrettiin tietokoneelle ja niistä tehtiin AutoCAD:in avulla tarkemmat layout mallit. Toimilaitteista, työtasosta, kaapeista ja laatikostoista piirrettiin omat mallinsa niistä otettujen mittojen mukaan ja ne sijoitettiin pohjapiirroksen paperimallien pohjalta tulleita ideoita apuna käyttäen.

Työntekijöitä myös haastateltiin ja heiltä kysyttiin suuntaa antavaa arvioita siitä, paljonko erilaisille toiminnoille tulee kuormalavoilla tavaraa tietynä ajanjaksona. Tämän tiedon avulla voidaan arvioida paljonko lavatilaa tietyt toiminnot vaativat ja montako kuormalavaa tietyillä toiminnoilla mahdollisesti olisi esimerkiksi päivittäin. Kerätyn tiedon avulla pystytään hahmottamaan mitä reittiä kuormalavat liikkuvat laadunvarmistustiloissa ja kuinka suurena virtana sitä missäkin liikkuu sekä miten toimilaitteiden sijoittelu layoutissa soveltuu tähän tarkoitukseen.



Kuva 15. STH-laadunvarmistustilojen paperimalli.



### 7.2.1 Layout 1

Ensimmäinen layout-vaihtoehto esitettynä kuvassa (Kuva 16). Ensimmäisessä layout ehdotuksessa mekaanisen kalibrintiosaston toiminnot ovat sijoitettuna tilojen vasemmalle seinustalle ylänurkkaan, jolloin niiden varaama tila on hieman eriytetty tarkastus ja mittaustoiminnoista. Tämän avulla kalibrintiosaston testattavaksi kuormalavoilla saapuville komponenteille on käytössä tarpeeksi lattiatilaa ja sen toiminnot ovat keskitetty omaan kulmaukseensa, jotta työskentely on mahdollisimman sujuvaa ilman ylimääräisiä siirtymisiä. Lisäksi työntekijöillä on haastatteluiden perusteella käytössään tarpeeksi tilaa työskennellä tällä alueella ja heillä on mahdollisuus hyödyntää 4 metristä kärynpoistoa, joka on tarkoitettu kiinnittää pöytien vieressä olevaan tukipilariin. Kärynpoistoa voidaan käyttää erilaisissa mittauksissa, kun kappaleita puhdistetaan erilaisilla voimakkailla aineilla.

Tilojen oikealle seinustalle yläkulmaan on sijoitettuna ympyrämäisyyskone ja profiilipiirturi sekä työpöytä laitteiden käyttäjää varten. Kulmauksessa oleva työpiste on omassa rauhassaan erillään muista toiminnoista, eivätkä muut toiminnot vaikuta häiritsevästi sen toimintaan. Näillä laitteilla on tavallisesti 1 työntekijä, joka hallitsee kummankin laitteen käytön. Haastatteluiden perusteella työntekijällä on käytössään tarpeeksi tilaa toimia varatulla alueella ja myös tarkastettavaksi tuleville kuormalavoille on tarvittava lattiatila.

Koordinaattimittakone eli CMM on sijoitettu hieman tilojen keskitason yläpuolelle. CMM:n sähkökeskus, sille varatut kaapit, aputaso ja työpöytä on sijoitettu koneen läheisyyteen sen oikealle puolelle. Tämän avulla koneen käyttäjät voivat toimia omassa rauhassaan seinustalla, eikä häiritsevää kulkua tapahdu CMM:n alueella tilojen muista toiminnoista johtuen. Haastatteluiden perusteella työntekijöillä on tarvittavat tilat toimia koneelle varatussa tilassa sekä sen ympärillä. Työntekijöiden toivomusten mukaan työpöydältä on myös hyvä näkyvyys CMM:lle ja koneen toimintaa pystytään tarkkailemaan sen vaatimalla tavalla. Mittakoneelle

saapuvat kuormalavat mahtuvat hyvin koneen eteen ja lavoilla olevat materiaalit mahdutaan putsamaan ilman ongelmia koneen läheisyydessä aputason päällä.

Tiloihin on myös sijoitettu kuormalavoille oikealle alanurkkaan oma lavahyllynsä liukuoven viereen johon logistiikka tai tarkastamon henkilökunta voi tuoda kuormalavoilla olevaa materiaalia säilytettäväksi tilanteen mukaan. Hyllyn on ajateltu palvelevan erityisesti CMM:ää, koska mittaukseen saapuvia lavoja on arvioitu saapuvan sille eniten, joten sijainti on senkin kannalta optimaalinen. Lavahyllyn sijainti mahdollistaa mahdollisimman häiriöttömän trukki liikenteen, koska se on heti liukuoven läheisyydessä eikä trukin täten tarvitse liikkua häiritsevästi tarkastamon eri toimintojen lävitse. Mikäli hylly olisikin tarkastamon vasemmalla seinustalla joutuisi trukki kulkemaan henkilökulkuoven edestä ja samalla hieman pidemmän matkan. Ylimääräinen trukki liikenne tiloissa on työturvallisuusriski, joten sijainti on myös sen kannalta optimaalinen.

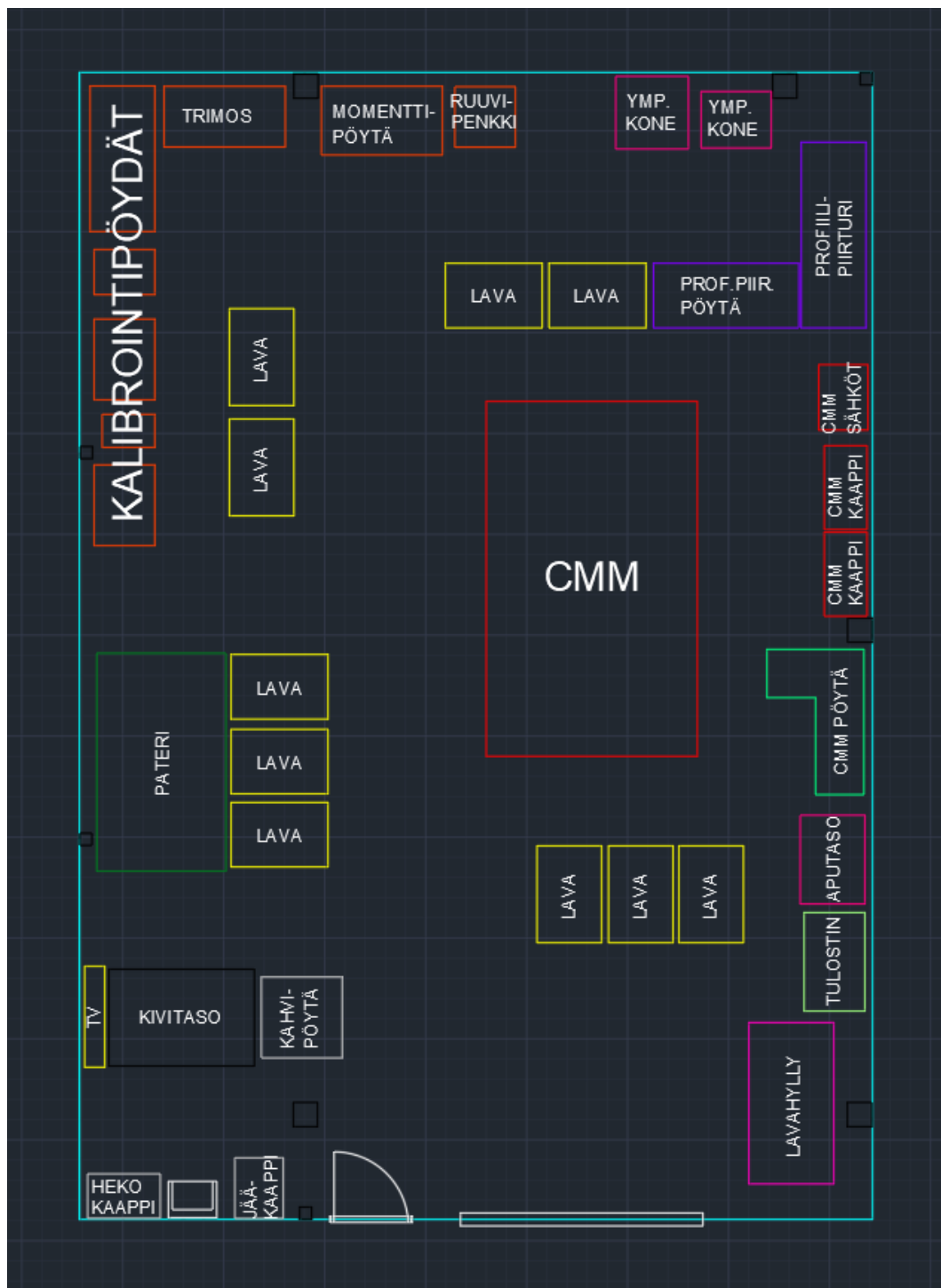
Varastoautomaatti eli pateri on tilojen vasemmalla seinustalla ja sen suuaukko on kalibrointia kohti. Pateriin on ajateltu sijoittaa lähes kaikki tiloissa käytettävät työkalut sekä mittavälineet ja tämä sijainti mahdollistaa mahdollisimman häiriöttömän kulun niitä hakemaan koska toisia työvaiheita häiritsevää liikennettä ei synny ja sen on jokaisen työntekijän välittömässä läheisyydessä.

Kivitaso, näyttö ja mahdollinen taukopöytä on sijoitettuna vasemmalle seinustalle tarkastamon alkupäähän. Taso ei ollut järkevää sijoittaa oikealle seinustalle, koska liukuoven oikeanpuoleinen sijainti osoittautui hankalaksi tason kannalta sillä se häiritseisi materiaali virtoja kokonsa takia. Ajatuksena on, että tuotannon tarkastajilla ja tiloissa olevilla vakiohenkilöillä olisi tilanteesta riippuen mahdollisuus käyttää kivitasoa erilaisiin manuaalimittauksiin ja sen ympärillä voitaisiin myös koulustaa näyttöä apuna käyttäen. Kivitason sijainti on etureunassa, koska sitä todennäköisesti käytetään harvemmin ja se olisi pääasiassa toisen organisaation käytössä, joten se ei vaikuta tilan ydintoimintoihin. Tason vieressä olevaan tukipi-

lariin on ajatuksena kiinnittää 4 metrinen kärynpoistomuri, jota voidaan hyödyntää erilaisissa mittauksissa poistamaan puhdistusaineista sekä tietyistä suoja-aineella käsitellyistä komponenteista lähtevää voimakasta hajua.

Jääkaappi ja henkilökohtainen kaappi eli tehtaassa nimellä heko-kaappi ovat sijoitettuna pesualtaan viereen tilojen vasempaan alakulmaan, jotta niiden sijainti ei vaikuta negatiivisesti tarkastamon toimintaan ja työpisteiden paikkojen suunnitteluun. Lisäksi kaapit ovat mahdollisen kahvipöydän välittömässä läheisyydessä.

Layouttiin (Kuva 16) on lisätty 10 kuormalavaa tarkastamon lattialle, joka oli haastatteluiden perusteella mahdollinen tilanne, mikäli kaikki toiminnot ovat samanaikaisesti maksimi kuormituksen alla. Kuvasta on nähtävillä, että tarkastamo pystyy vielä toimimaan, vaikka tämä ajoittainen tilanne pääsisi syntymään. Jokaisella työpisteellä on tarvittavat työtilat yhä käytössään ja liikkuminen tiloissa on mahdollista.

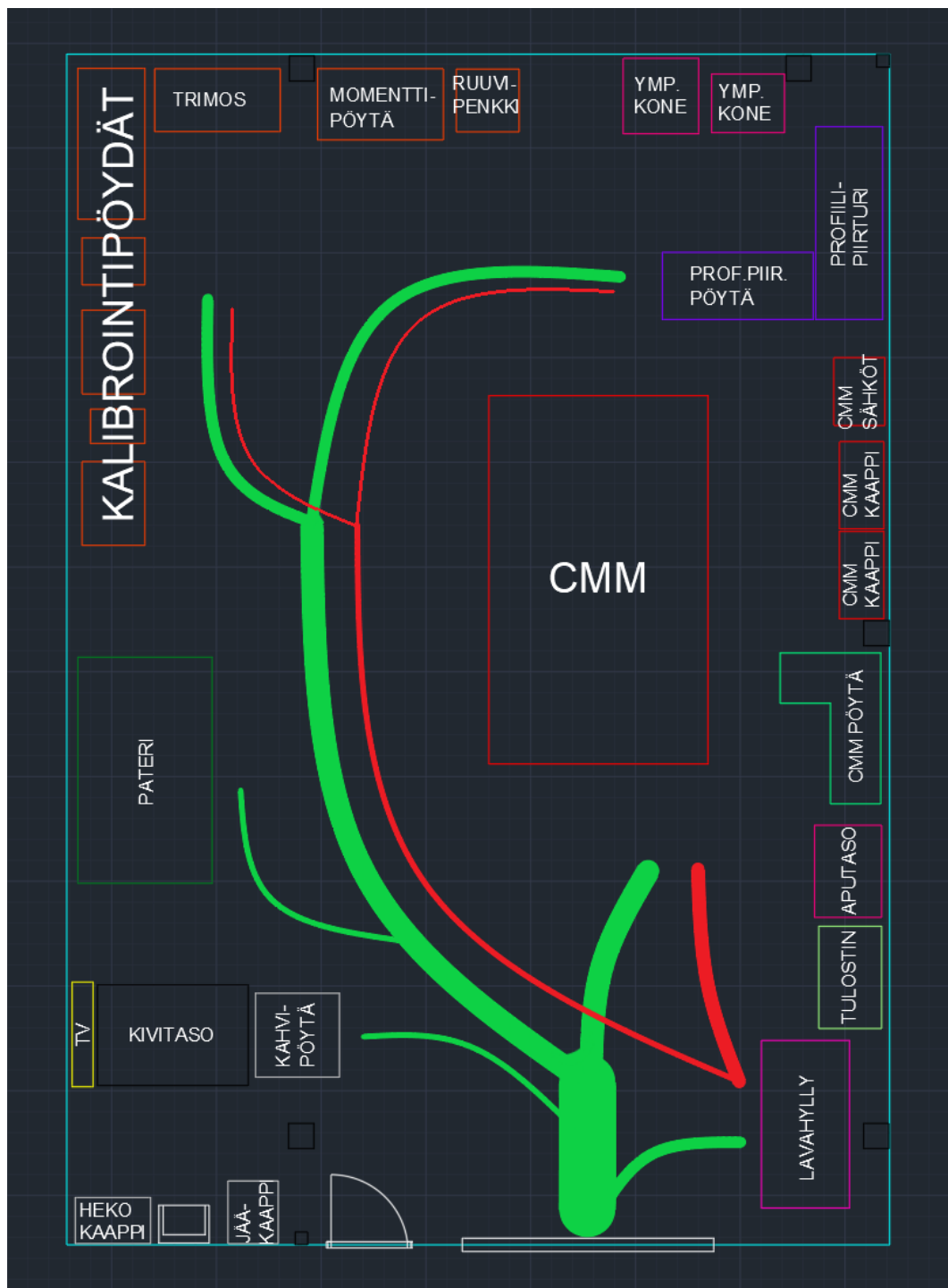


Kuva 16. STH-Layout 1.

Ensimmäisen layout-vaihtoehdon materiaalivirtoja esitettynä alla (Kuva 17). Osaston avainhenkilöiden kanssa käydyssä perjantaisessa kokouksessa keskusteltiin

miten materiaalivirtoja voisi tutkia ja millä tavoin niitä voisi kuvantaa layout suunnitelmiin. Kokouksessa päätettiin viivojen olevan sopiva tapa kuvantaa kuormalavojen liikettä tarkastamon sisällä ja samalla niiden paksuus kuvantaisi materiaalmäärää tietyllä reitillä. Paksuin viiva symboloi suurinta ja kapein viiva taas pienintä materiaalivirtaa. Vihreä viiva kuvastaa liukuovesta tulevaa ja punainen viiva lavahyllystä lähtevää materiaalivirtaa eri toiminnoille ja lavapaikoille.

Työntekijöiden haastatteluista kerätyn tiedon perusteella luoduista viivoista voidaan huomata, että vihreällä merkitty liukuovesta tuleva materiaalivirta on voimakkainta liukuoven edustalla. Siitä se haarautuu pienempiin virtoihin tarkastamon halki ensin viereiselle CMM:lle ja sitten kalibroinnille, piirturinurkkaukselle ja mahdollisille kuormalavapaikoille. Lavahyllystä lähtevä eri työpisteiden välillä punaisella merkitty materiaalivirta on suurinta CMM:lle, jolle lavahylly on pääasiassa suunniteltu. Niiden välinen etäisyys on optimaalinen eikä ylimääräistä trukkiliikennettä synny niiden välille. Pienempi satunainen virtaus liikkuu myös ajoittain kohti kalibrointia ja profiilipiirturi- sekä ympyrämäisyyskone nurkkausta tilanteesta riippuen.



Kuva 17. STH-layout 1 materiaalivirrat.

### 7.2.2 Layout 2

Toinen layout-vaihtoehto esitettynä alla (Kuva 18). Toisessa layout-ehdotuksessa mekaanisen kalibrintiosaston toiminnot ovat sijoitettuna tilojen oikealle seinustalle, jolloin niiden varaama tila on myös hieman eriytettynä tarkastus ja mittaus-toiminnoista. Tämän avulla kalibrintiosaston testattavaksi kuormalavoilla saapuville komponenteille on käytössä tarpeeksi lattiatilaa ja sen toiminnot ovat keskitettynä oikeanpuoleiselle seinustalle. Työskentely on sujuvaa ilman ylimääräisiä siirtymisiä ja lisäksi työntekijöillä on haastatteluiden perusteella käytössään tarpeeksi tilaa työskennellä tällä alueella.

Tilojen oikealle seinustalle yläkulmaan on sijoitettuna ympyrämäisyyskone ja profiilipiirturi sekä työpöytä laitteiden käyttäjää varten. Kulmauksessa oleva työpiste on kalibrointipöytien päässä, mutta sen ei pitäisi vaikuttaa häiritsevästi sen toimintaan. Näillä laitteilla on tavallisesti 1 työntekijä, joka hallitsee kummankin laitteen käytön. Haastatteluiden perusteella työntekijällä on käytössään tarpeeksi tilaa toimia varatulla alueella ja myös tarkastettavaksi tuleville kuormalavoille on tarvittava lattiatila ainakin normaaleissa olosuhteissa.

Koordinaattimittakone eli CMM on sijoitettu tilojen vasemman yläkulman läheisyyteen. CMM:n sähkökeskus, sille varatut kaapit, aputaso ja työpöytä on sijoitettu koneen läheisyyteen sen vasemmalle puolelle. Tämän avulla koneen käyttäjät voivat toimia omassa rauhassaan seinustalla, eikä häiritsevää kulkua tapahdu CMM:n alueella tilojen muista toiminnoista johtuen. Haastatteluiden perusteella työntekijöillä on tarvittavat tilat toimia koneelle varatussa tilassa sekä sen ympärillä, mutta ne saattavat olla hieman ahtaat materiaalmäärän ollessa suuri. Työntekijöiden toivomusten mukaan työpöydältä on myös hyvä näkyvyys CMM:lle ja koneen toimintaa pystytään tarkkailemaan sen vaatimalla tavalla. Mittakoneelle saapuvat kuormalavat mahtuvat koneen eteen ja lavoilla olevat materiaalit mahdutaan putsamaan koneen läheisyydessä aputason päällä.

Tiloihin on myös sijoitettu kuormalavoille oikealle alanurkkaan oma lavahyllynä liukuoven viereen johon logistiikka tai tarkastamon henkilökunta voi tuoda kuormalavoilla olevaa materiaalia säilytettäväksi tilanteen mukaan. Hyllyn on ajateltu palvelevan erityisesti CMM:ää, koska mittaukseen saapuvia lavoja on arvioitu saapuvan sille eniten ja tietyt materiaalit saatavat viipyä tarkastamossa pidempään. Lavahyllyn sijainti ei ole CMM:lle etäisyytensä puolesta kovin hyvä, mutta se mahdollistaa mahdollisimman häiriöttömän trukki liikenteen, koska se on heti liukuoven läheisyydessä.

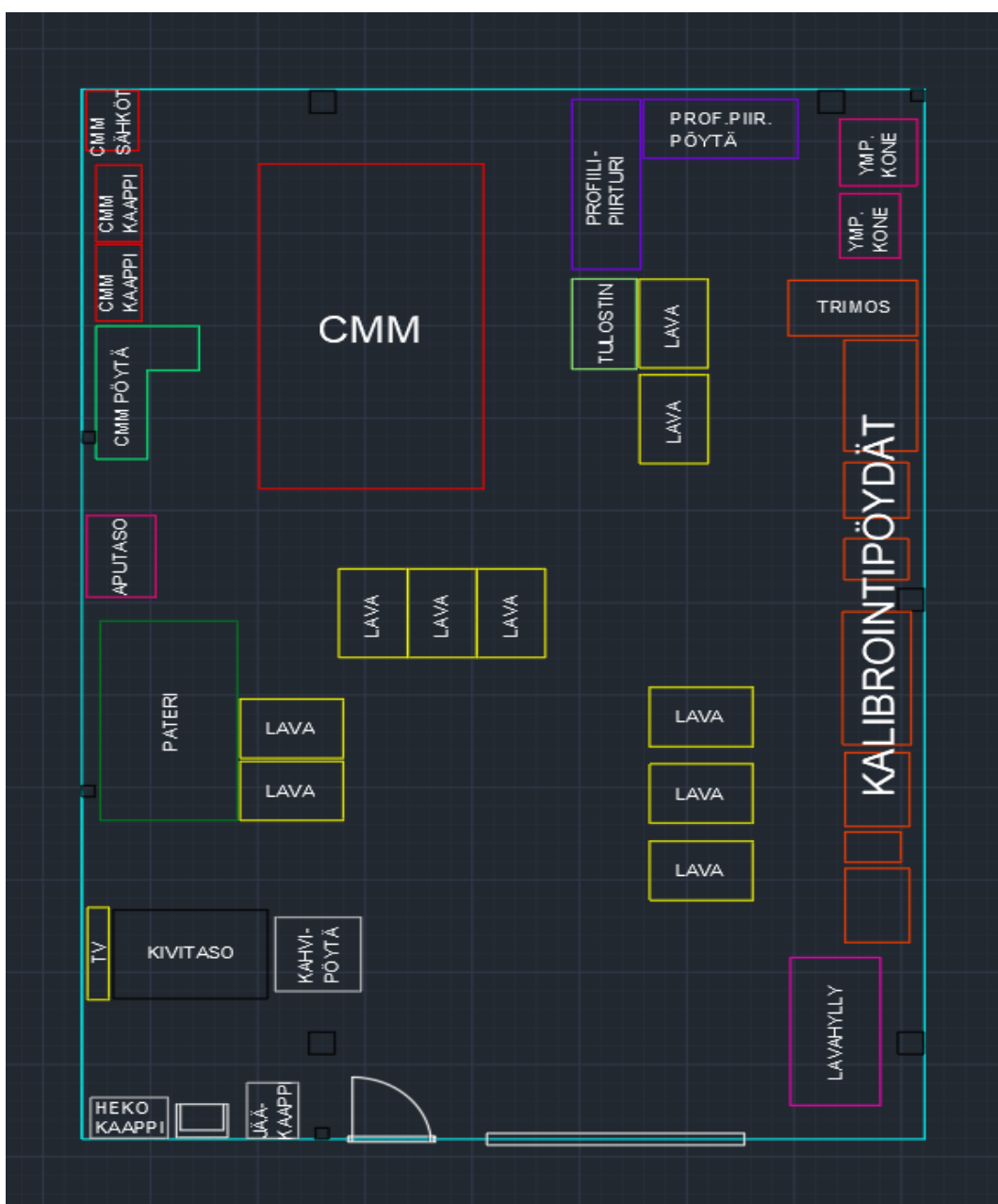
Varastoautomaatti eli pateri on tilojen vasemmalla seinustalla ja sen suuaukko on kivipöytää kohti. Pateriin on ajateltu sijoittaa lähes kaikki tiloissa käytettävät työkalut sekä mittavälineet ja tämä sijainti mahdollistaa mahdollisimman häiriöttömän kulun niitä hakemaan koska toisia työvaiheita häiritsevää liikennettä ei synny ja sen on jokaisen työntekijän välittömässä läheisyydessä.

Kivitaso, tv ja mahdollinen kahvipöytä on sijoitettuna vasemmalle seinustalle tarkastamon alkupäähän. Taso ei ollut järkevää sijoittaa oikealle seinustalle, koska liukuoven oikeanpuoleinen sijainti osoittautui hankalaksi tason kannalta sillä se haittaisi materiaalivirtoja kokonsa takia. Ajatuksena on, että tuotannontarkastajilla ja tiloissa olevilla henkilöillä olisi tilanteesta riippuen mahdollisuus käyttää kivitasa erilaisiin manuaalimittauksiin ja sen ympärillä voitaisiin myös kokousta tv:tä apuna käyttäen. Kivitason sijainti on etureunassa, koska sitä todennäköisesti käytetään harvemmin ja se olisi pääasiassa toisen organisaation käytössä, joten sijainti ei vaikuta tilan ydintoimintoihin. Tason vieressä olevaan tukipilariin on ajatuksena kiinnittää 4 metrinen kärynpoistoimuri, jota voidaan hyödyntää erilaisissa mittauksissa poistamaan puhdistusaineista sekä tietyistä suoja-aineella käsitellyistä komponenteista lähtevää voimakasta hajua.

Jääkaappi ja heko-kaappi ovat sijoitettuna pesualtaan viereen tilojen vasempaan alakulmaan, jotta niiden sijainti ei vaikuta negatiivisesti tarkastamon toimintaan ja työpisteiden paikkojen suunnitteluun. Lisäksi kaapit ovat mahdollisen kahvipöydän välittömässä läheisyydessä.



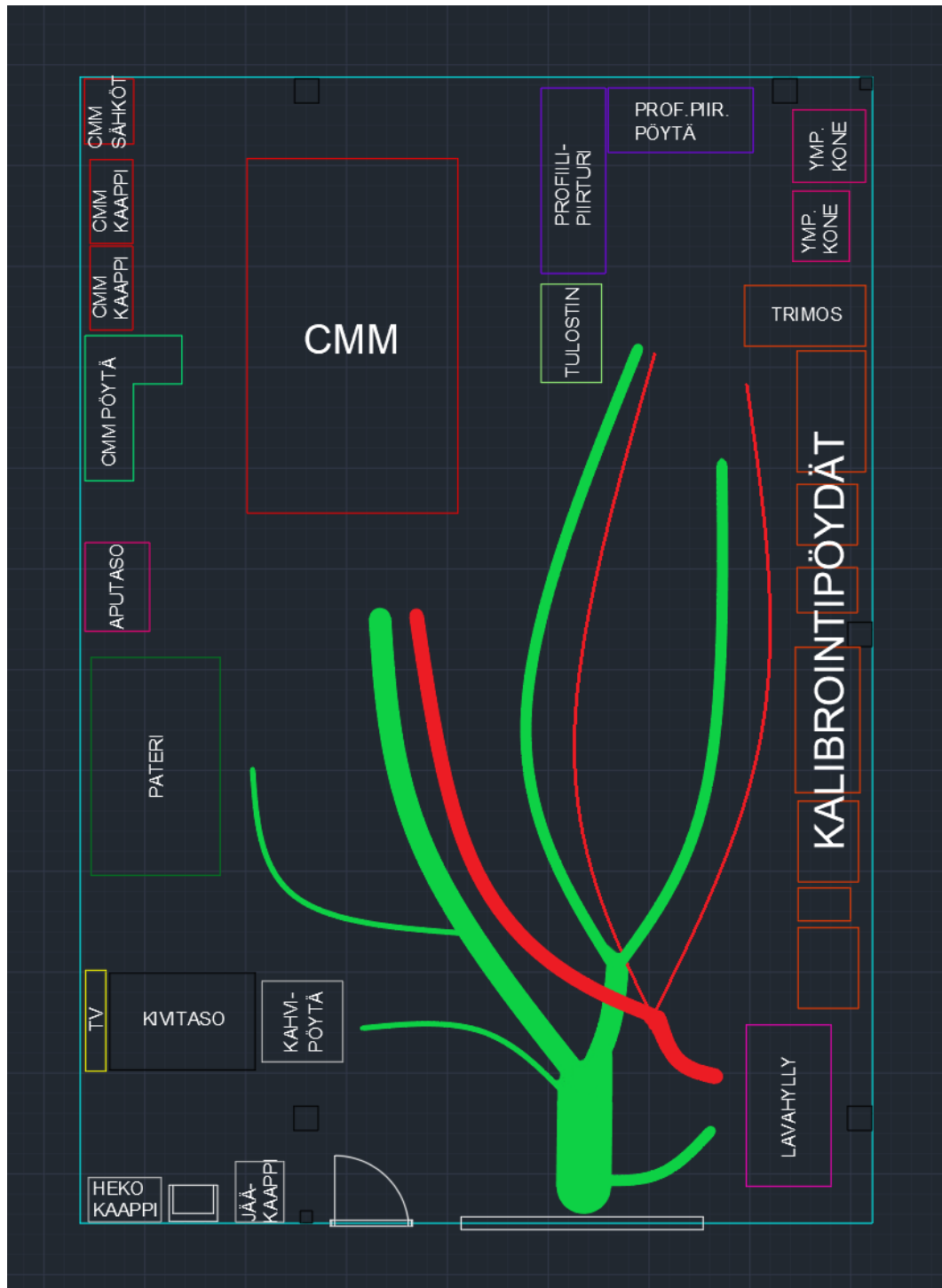
Layouttiin (Kuva 18) on lisätty 10 kuormalavaa tarkastamon lattialle, joka oli haastatteluiden perusteella mahdollinen tilanne, mikäli kaikki toiminnot ovat samanaikaisesti kovan kuormituksen alla. Kuvasta on nähtävillä, että tarkastamo menee hieman tukkoiseksi, jos kaikilla toiminnoilla on kiirettä. Erityisesti CMM:llä tila muuttuu ahtaaksi ja liikkuminen vaikeutuu. Jokaisella työpisteellä työtilat hieman pienenevät ja liikkuminen tiloissa on vaikeampaa.



Kuva 18. STH-layout 2.

Toisen layout-vaihtoehdon materiaalivirtoja esitettynä alla (Kuva 19). Osaston avainhenkilöiden kanssa käydyssä perjantaisessa kokouksessa keskusteltiin miten materiaalivirtoja voisi tutkia ja millä tavoin niitä voisi kuvantaa layout suunnitelmiin. Kokouksessa päätettiin viivojen olevan sopiva tapa kuvantaa kuormalavojen liikettä tarkastamon sisällä ja samalla niiden paksuus kuvantaisi materiaalmäärää tietyllä reitillä. Paksuin viiva symboloi suurinta ja kapein viiva taas pienintä materiaalivirtaa. Vihreä viiva kuvastaa liukuovesta tulevaa ja punainen viiva lavahyllystä lähtevää materiaalivirtaa eri toiminnoille ja lavapaikoille.

Työntekijöiden haastatteluista kerätyn tiedon perusteella luoduista viivoista voidaan huomata, että vihreällä merkitty liukuovesta tuleva materiaalivirta on voimakkainta liukuoven edustalla. Siitä se haarautuu pienempiin virtoihin tarkastamon halki ensin kalibroinnille ja sitten CMM:lle, piirturinurkkaukselle ja mahdollisille kuormalavapaikoille. Lavahyllystä lähtevä eri työpisteiden välillä punaisella merkitty materiaalivirta on suurinta CMM:lle, jolle lavahylly on pääasiassa suunniteltu. Niiden välinen etäisyys on huomattavasti pidempi, kuin layout 1:ssä ja ylimääräistä trukkiliikennettä syntyy tästä johtuen niiden välille. Pienempi satunainen virtaus liikkuu myös ajoittain kohti kalibrointia ja profiilipiirturi- sekä ympyrämäisyyskone nurkkausta tilanteesta riippuen.



Kuva 19. STH-layout 2 materiaalivirrat.

### 7.3 STH-laadunvarmistustilojen Layoutin valinta

Esitellessä layout-ehdotuksia osaston johtohenkilöille ja työntekijöille layout 1 sai ylivoimaisen kannatuksen sen toiminnallisuuden, työtilojen koon, työpisteiden sijainnin, työturvallisuuden ja järkevämmän materiaalivirran takia. Myös tarkastamon ollessa kovalla kuormituksella tilat todettiin toimivammaksi, koska kuormalavat eivät tukkineet työskentelyä ja rajoittaneet liikkumista tarkastamossa.

Layout 2 haluttiin ottaa toiseksi vaihtoehdoksi, koska siinä näyttää olevan paljon tyhjää lattiatilaa. Materiaalivirtojen piirtämisen ja kuormalavojen asettelun jälkeen voitiin huomata, että tilat eivät kuitenkaan olleet yhtä toiminnalliset, kuin layout 1:ssä. Tilat näyttävät toimivilta vain silloin, kun tarkastamossa on hiljaista työkuorman suhteen.

CMM ollessa tilojen takaosassa kuormalavat ovat myös epäkäytännöllistä tuoda sinne logistiikan toimesta trukilla, koska etäisyys on niin pitkä ja trukki joutuisi kulkemaan käytännössä koko tarkastamon läpi tuoden samalla mukanaan työturvallisuusriskin. Etäisyys lavahyllyyn on myös pidempi ja siirtymät ovat sieltäkin pidemmät CMM:lle

Kalibroinnin ollessa sijoitettuna oikealle seinustalle materiaalivirta ja liike olisi jatkuvaa työntekijöiden selän takana eikä työpisteellä ole samoja edellytyksiä keskittyä työntekoon verrattuna layout 1, jossa kalibrointi on sijoitettuna kulmaan omaan rauhaansa. Haastatteluiden perusteella kalibrointiosastolla on suurin tarve hyödyntää kärynpoistoimuria, ja tiloihin suunnitellut imurit eivät ylety oikealle seinustalle, joten osaston työntekijät eivät pystyisi hyödyntämään niitä tässä sijainnissa.

Layout 1 ja layout 2:ssa on myös hieman samoja ratkaisuja koskien, kivipöytää, lavahyllyä, pateria, jääkaappia, mahdollista taukopöytää ja heko-kaappia. Liu-kuoven sijainti hieman oikealla määritteli paljolti näiden sijoittelua ja jo paperimal-

lien luonnissa tämä huomattiin, kun tilat eivät toimineet tai tärkeiden toimilaitteiden sijoittelu tiloihin kävi mahdottomaksi. Mikäli lavahylly olisikin tarkastamon vasemmalla seinustalla joutuisi trukki kulkemaan henkilökulkuoven edestä ja samalla hieman pidemmän matkan. Ylimääräinen trukkiliikenne tiloissa on työturvallisuusriski, joten sijainti on myös sen kannalta optimaalinen. CMM on myös sijoitettu pitkittäin tilojen muodon mukaisesti, koska sivuttain se tukkii koko tarkastamon tilojen kapeuden takia, eikä kaikkia laitteita saisi mitenkään mahtumaan tiloihin.

Näiden sijainti todettiin myös parhaaksi näillä paikoilla osaston johtohenkilöiden ja työntekijöiden kanssa käydyissä keskusteluissa liittyen layoutin toimivuuteen. Tiloista luotuja muita layout-vaihtoehtoja esitettyinä liitteissä (Liite 9), (Liite 10), (Liite 11) ja (Liite 12), jotka jäivät pois vertailusta huonomman toimivuutensa takia.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö saatiin valmiiksi toivotulla lopputuloksella ja kaikki halutut osa-alueet saatiin tehtyä aikataulussa. Uusien laadunvarmistustilojen layoutit on saatu päätettyä ja niiden toiminnallisuus on otettu laajasti huomioon. Tilojen jokaisen laitteen sijainti layoutissa on perusteltu ja tilojen odotetaan toimivan parhaalla mahdollisella tavalla niiden sijainnin osalta. Logistiikkahalliin tarkastamoon suunniteltiin tilojen muodon mukaisesti järkevin mahdollinen nosturiratkaisu, joka tukee kaikkia tilojen toimintoja. Ehdotettu nostinratkaisu mahdollistaa useita samanaikaisia nostoja, työturvallisuus on huomioitu ja uudet tilat saadaan toimimaan mahdollisimman tehokkaasti niiden avulla. Tiloihin saatiin suunniteltua tarkastamo mahdollisimman hyvin palveleva materiaalikuljetin. Se sijaitsee toimivimmalla paikalla tarkastamon sisällä sille suunnitellun liukuoven edustalla. Kuljetin jokainen mitta luotiin osaston työntekijöiden ja Wärtsilässä toimivan logistiikkayhtiön haastatteluiden perusteella tehden siitä toimivan kokonaisuuden. Tarvittaviin investointiesityksiin saatiin kirjoitettua englanniksi hyvin perustellut vastaukset niissä esitettyihin kysymyksiin. Varastoautomaattien käyttö tiloissa selvitettiin ja niiden avulla tiloista on mahdollista saada vieläkin enemmän irti. Osaston työntekijät saivat osallistua tämän työn kaikkiin työvaiheisiin ja heidän kokemustaan käytettiin hyödyksi jokaisella tämän opinnäytetyön osa-alueella.

Olen erittäin tyytyväinen siitä mitä sain aikaan ja miten paljon opin tämän laajan työn aikana. Työ vei välillä ääri rajoille ja jokainen selvitetty asia on vienyt minua eteenpäin ajatellen tulevaa työuraani. En ollut koskaan aikaisemmin käyttänyt AutoCAD:iä, piirtänyt layoutia tai puhumattakaan ollut suunnittelemassa suurta kuljetinta yhdessä toimittajan kanssa, joten tämä matka oli hyvin antoisa. Työn tekeminen vei kaikkineen noin 680 tuntia ja olen kehittynyt valtavasti tämän projektin mukana tuomien haasteiden ansiosta. Sosiaaliset taidot ovat olleet aina vahvuuteni, ja niitä sain hyödyntää lukuisissa Wärtsilän työntekijöiden haastatteluissa, jotka koskivat tätä opinnäytetyötä.

Tähän loppuun haluan osoittaa kiitokseni Vaasan Wärtsilälle ja erityisesti laatuosastolle tästä mahtavasta opinnäytetyöaiheesta. Jukka Ristimäelle ja Pertti Kaustiselle suuret kiitokset saamastani ammattimaisesta avusta ja neuvoista. Eri-tyisesti haluan kiittää Janne Hankilanojaa lukuisista keskusteluista, jopa työajan ulkopuolella tähän opinnäytetyöhön liittyen. Kiitokset myös osaston työntekijöille, joilta sain korvaamatonta apua heidän kokemuksensa kautta. Vaasan ammattikorkeakoulun opettajille Sami Elomaalle ja Lotta Saarikoskelle myös suuret kiitokset, kun apua oli saatavilla sitä tarvittaessa. Suuri kiitos myös puolisololleni, perheelle ja ystäväilleni kaikesta motivaatiosta ja tsempeistä mitä sain teiltä tänä aikana.

## LÄHTEET

/1/ Wärtsilä. Tilinpäätöstiedote. Viitattu 26.01.2021 <https://www.wartsila.com/fi/media-fi/uutinen/14-01-2021-wartsila-julkaisee-vuoden-2020-tilinpaatostiedotteen-28-1-2021-klo-8-30-2845183>

/2/ Wärtsilä marine-liiketoiminta. Viitattu 26.01.2021 <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2019/ar/tama-on-wartsila/wartsila-marine-liiketoiminta/>

/3/ Wärtsilä energy-liiketoiminta. Viitattu 26.01.2021 <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2019/ar/tama-on-wartsila/wartsila-energy-liiketoiminta/>

/4/ Wärtsilä. Mikä on smart technology hub. Viitattu 29.04.2021 <https://www.smarttechnologyhub.com/fi/sth/>

/5/ Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2003. Teollisuustalous. 4. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy. Viitattu 25.03.2021

/6/ Logistiikan maailma verkkosivu. Lean-ajattelu. Viitattu 29.04.2021 <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

/7/ LIS verkkosivu. Lean management ja 5S-menetelmä. Viitattu 30.04.2021 <https://www.lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/>

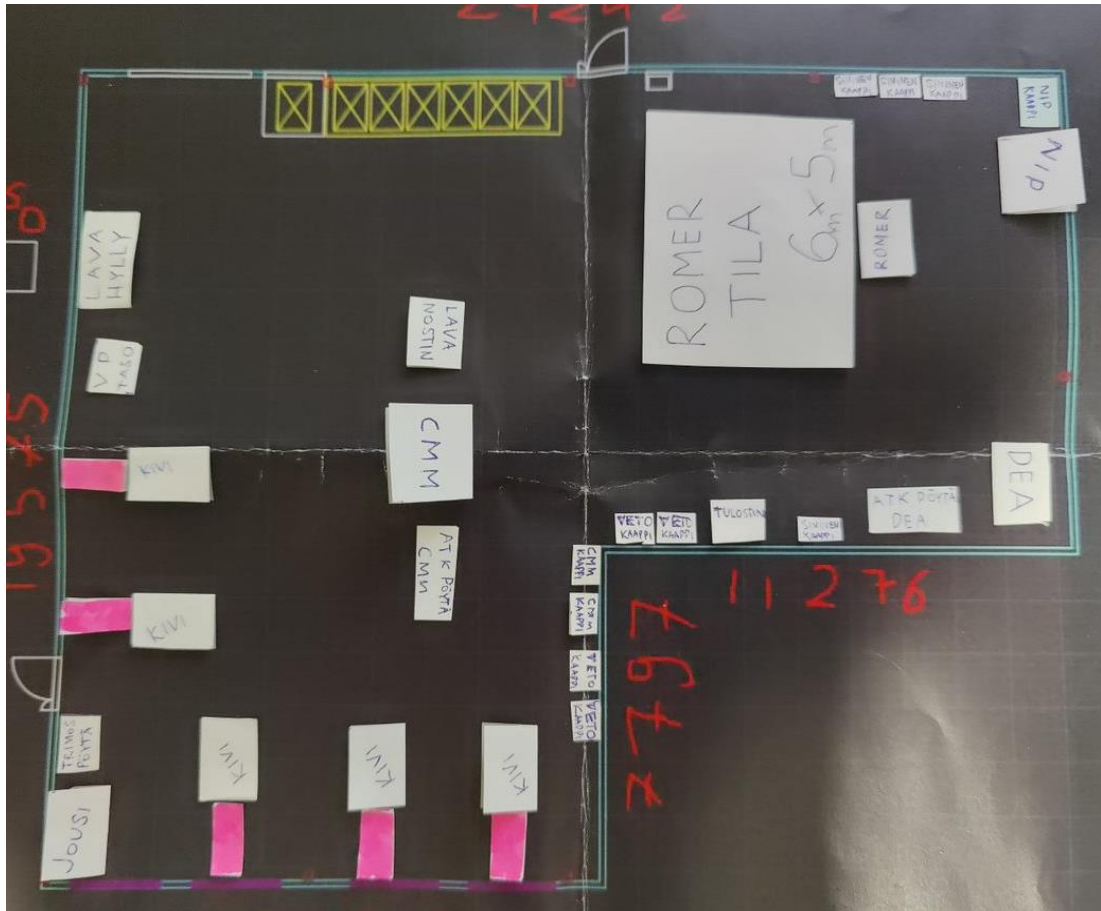
/8/ QL verkkosivu. Mitä on 5S. Viitattu 30.04.2021 <https://www.ql.fi/missiomme/mika+on+5s/>

/9/ Six sigma verkkosivu. Esteiden teoria. Viitattu 30.04.2021 <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/esteiden-teoria-toc/>

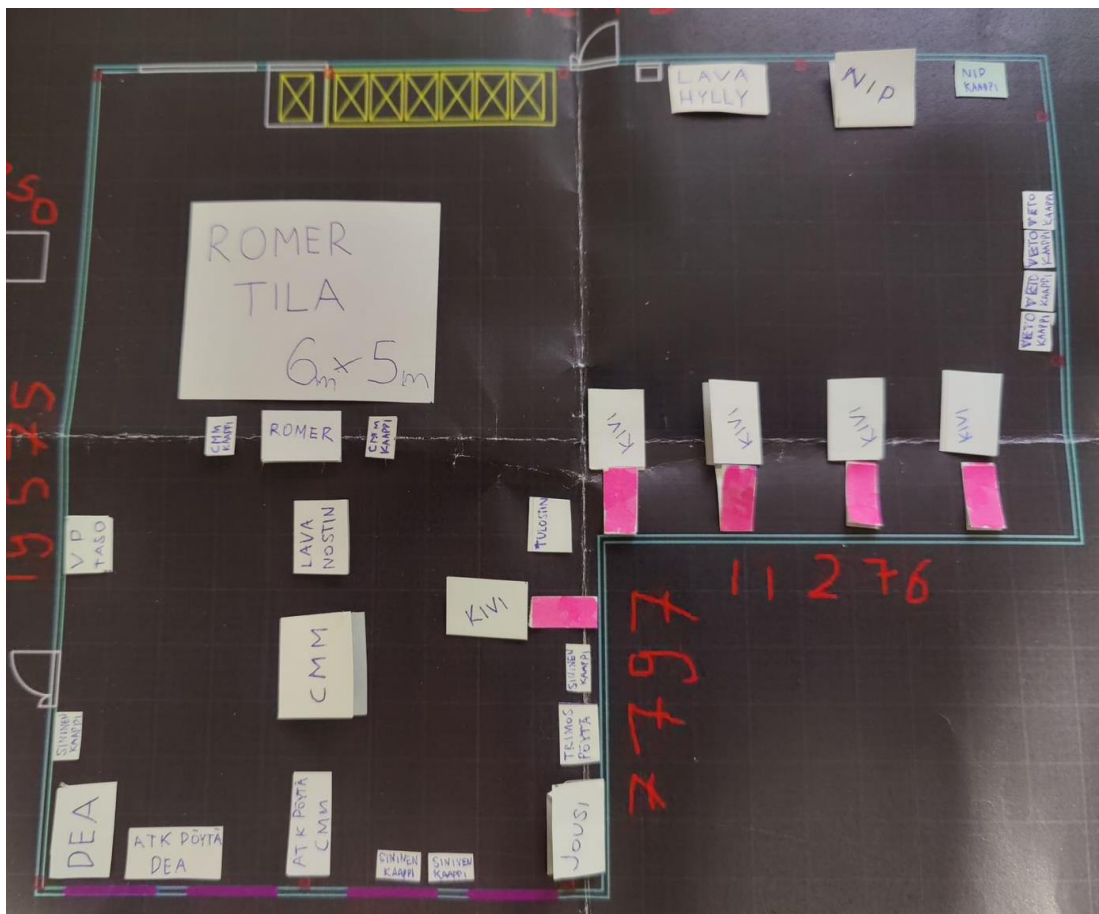


# LIITTEET

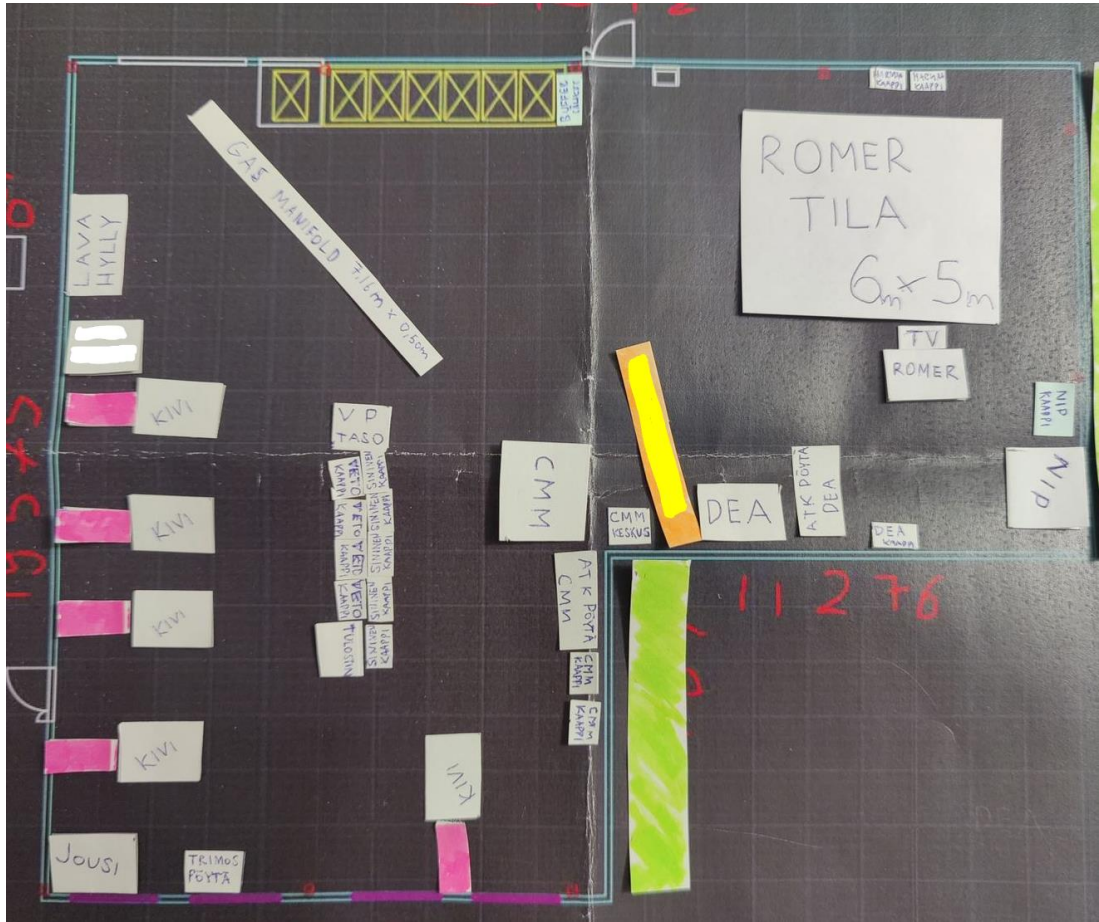
Liite 1.



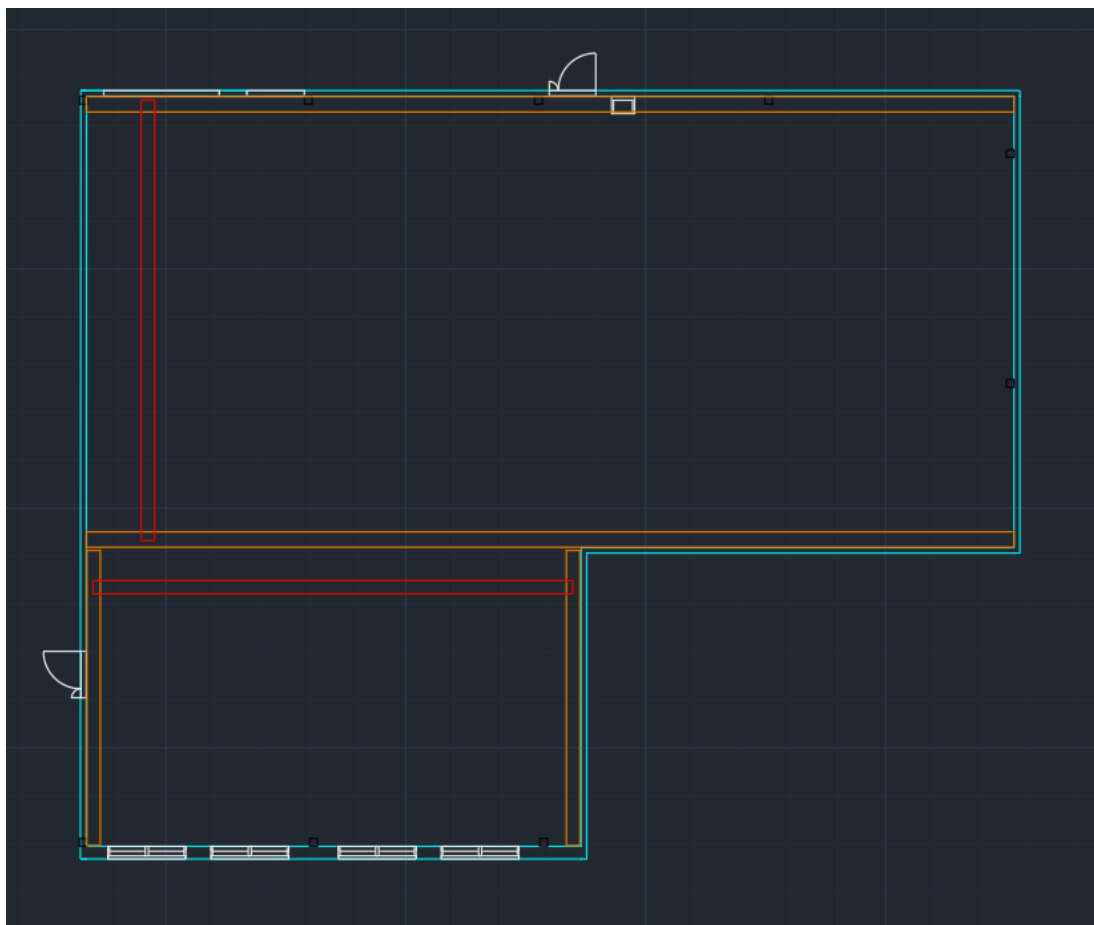
Liite 2.



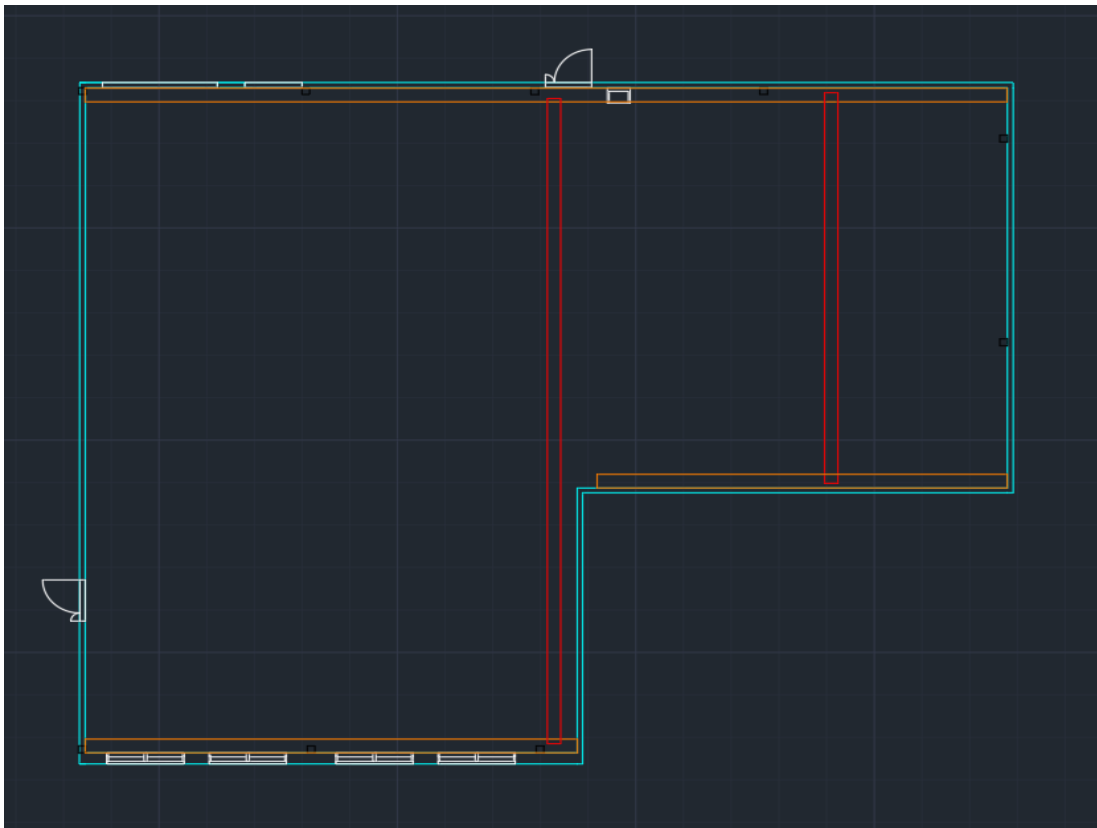
Liite 3.



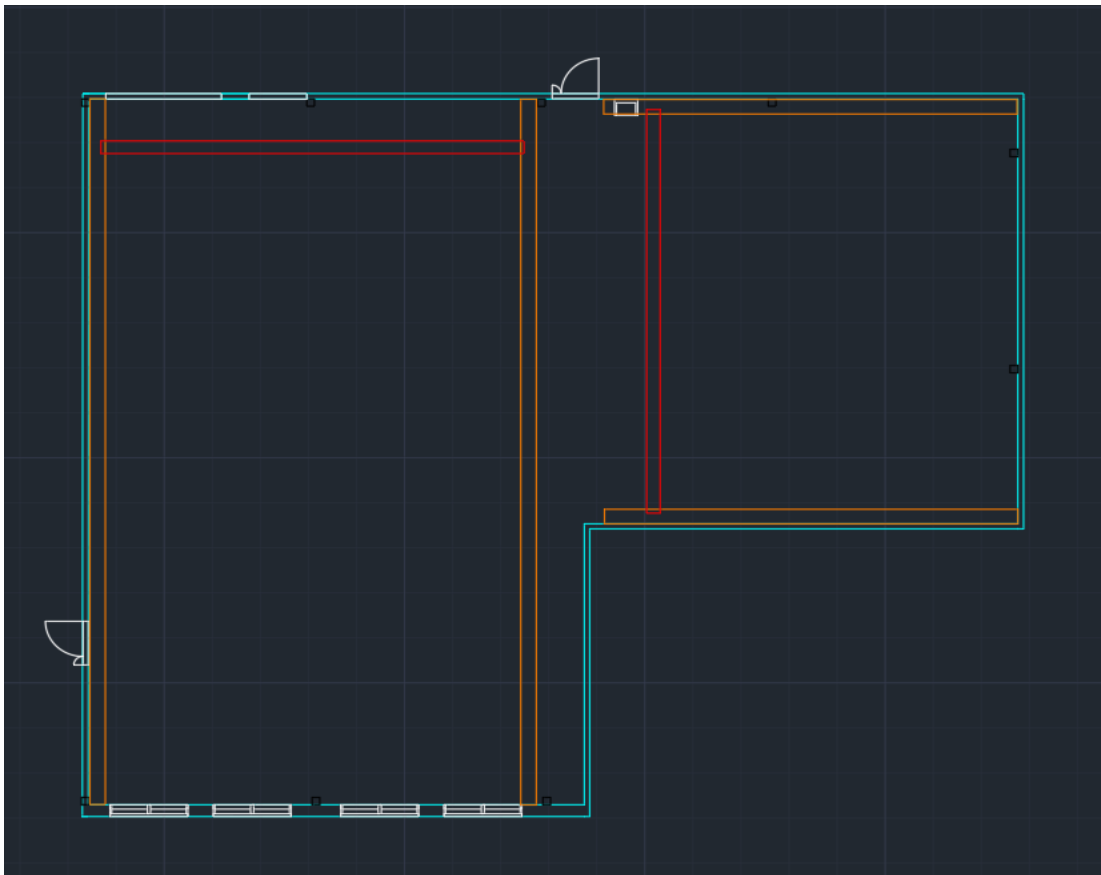
Liite 4.



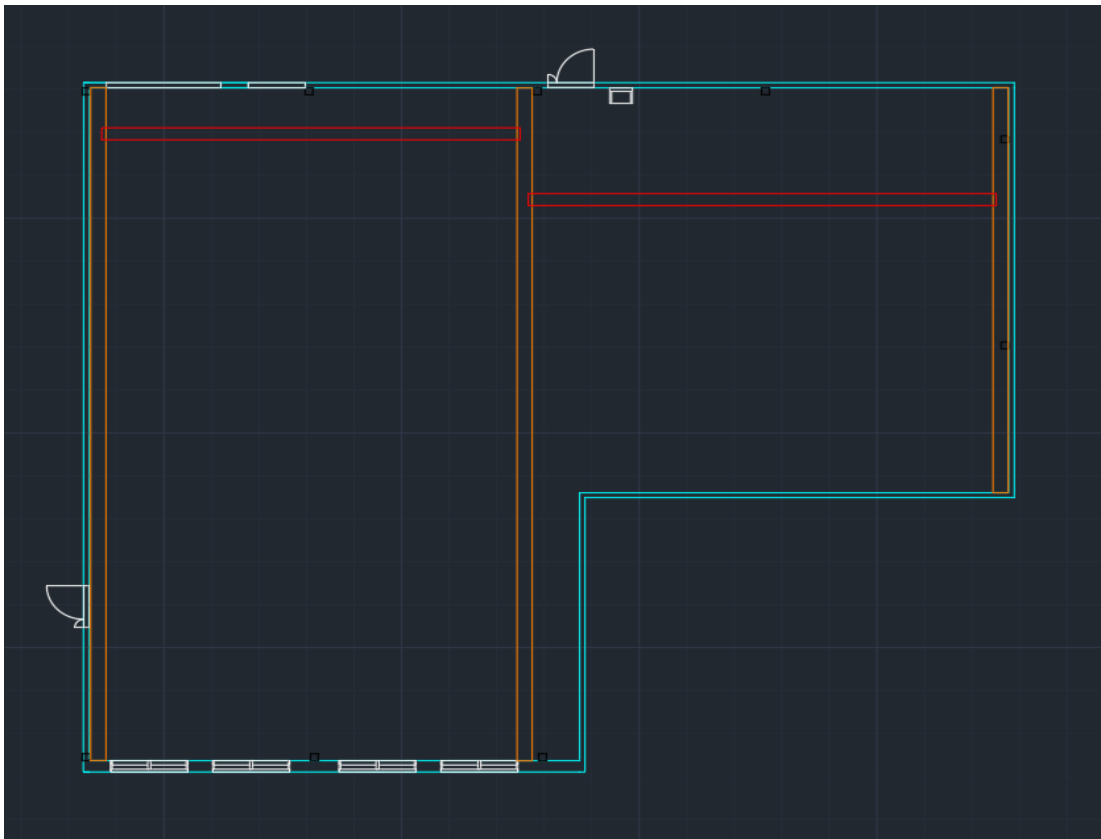
Liite 5.



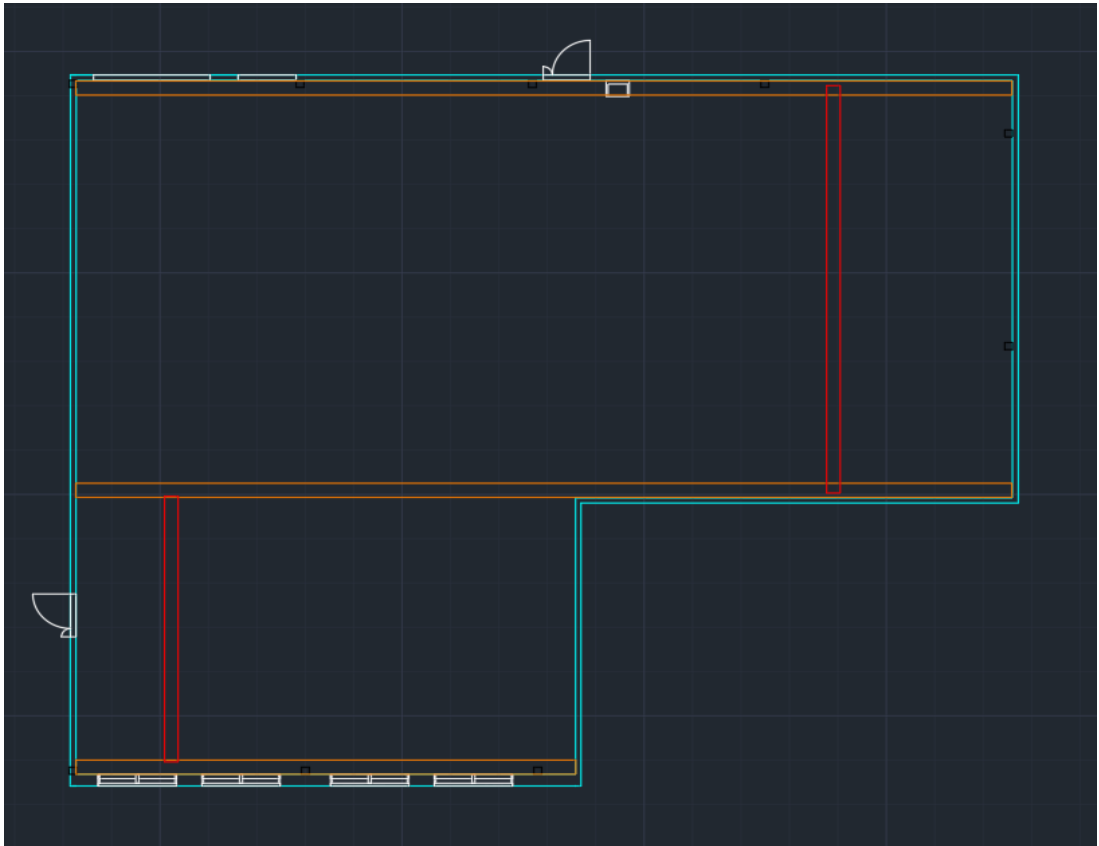
Liite 6.



Liite 7.

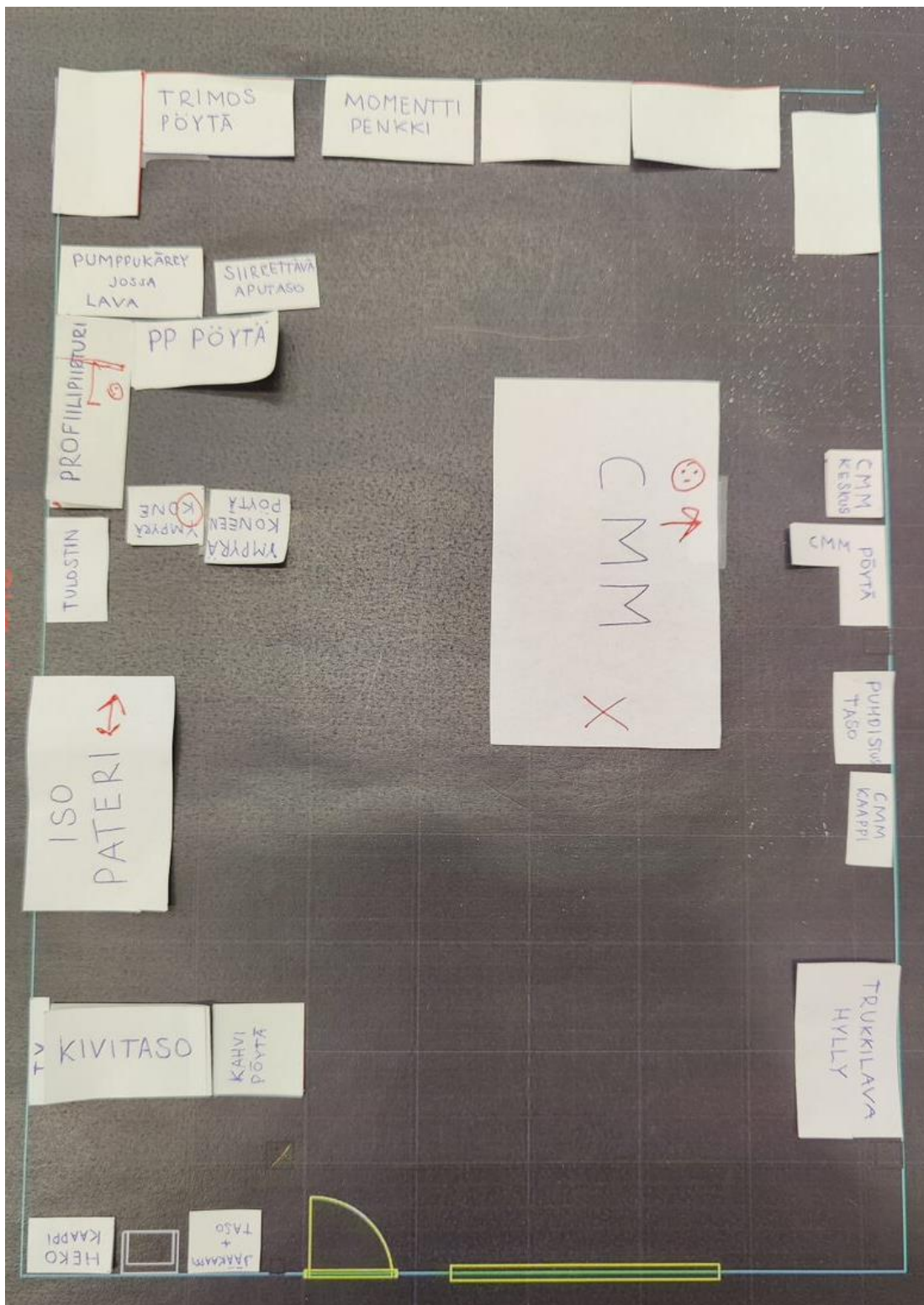


Liite 8.

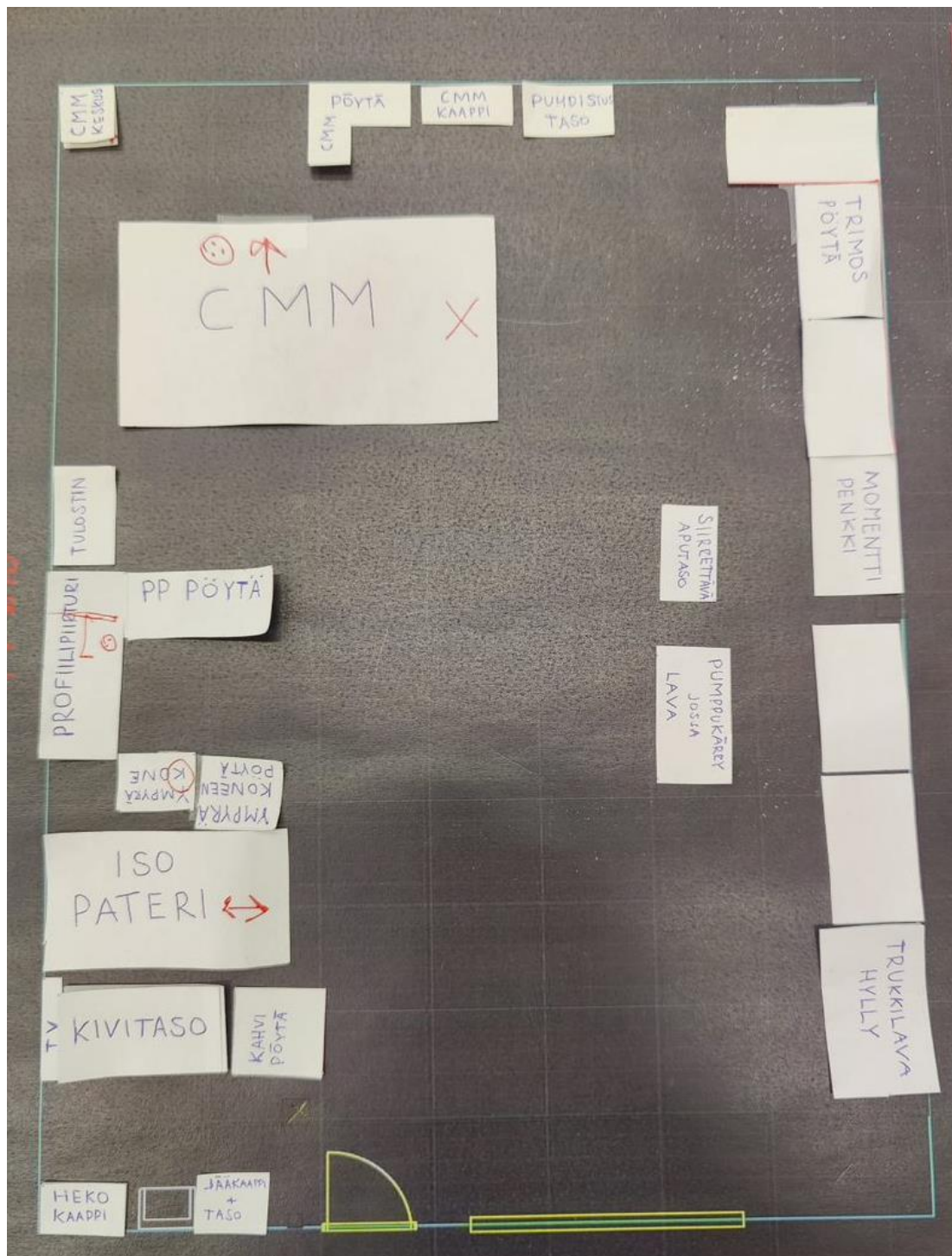




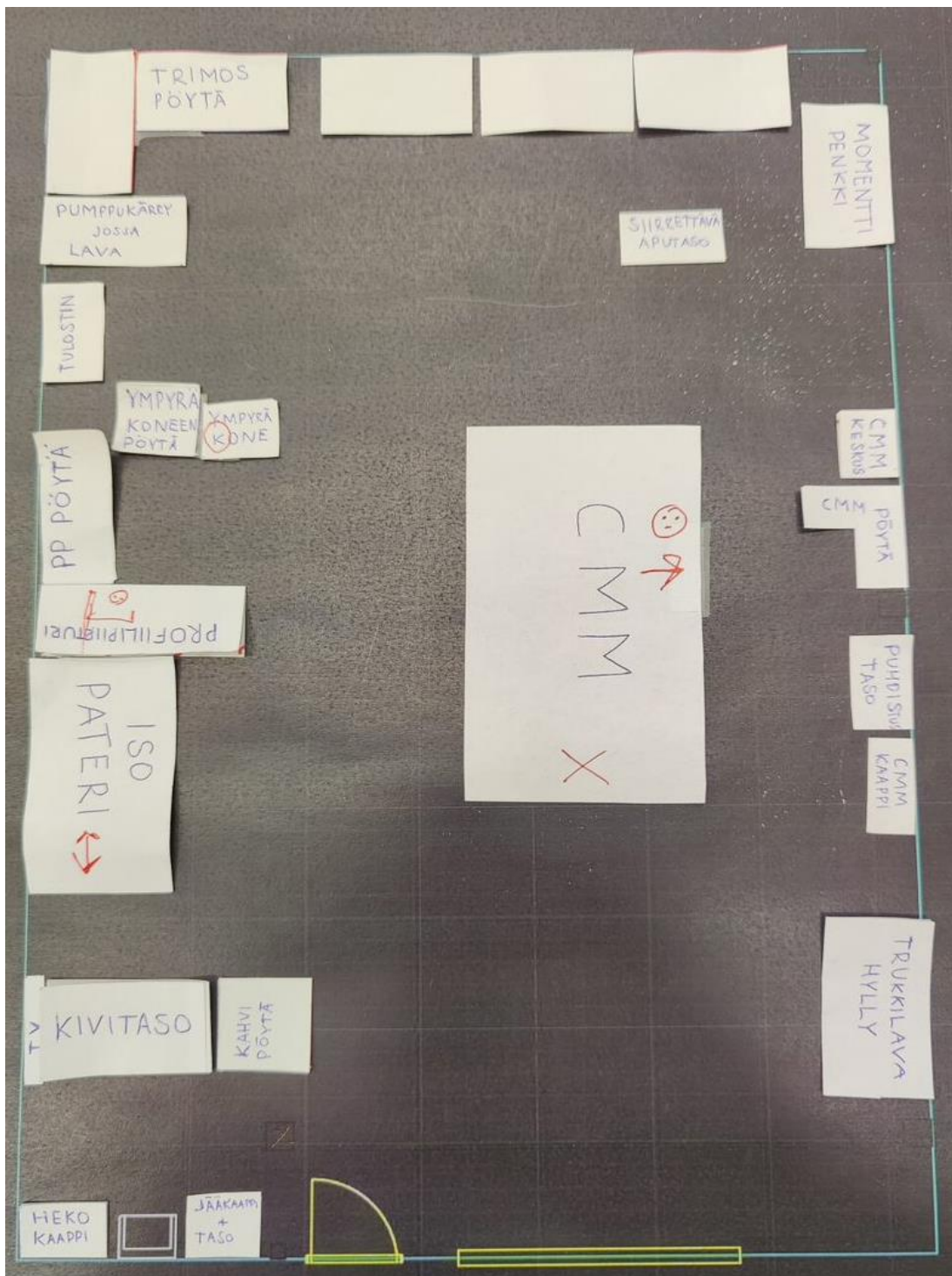
Liite 9.



## Liite 10.



Liite 11.



Liite 12.

