



Kokoonpanosolun layout-suunnittelu ja suunnitelman VR-visuaalisointi

Rolando San Martín Medina

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2023

Konetekniikka
Lentokonetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma
Lentokonetekniikka

SAN MARTÍN MEDINA, ROLANDO:
Kokoonpanosolun layout-suunnittelu ja suunnitelman VR-visualisointi

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Helmikuu 2023

Opinnäytetyön on tehty ruuvikompressorivalmistaja Gardner Denver Oy:lle. Yhtiön tilat ovat muuttuneet hyvin ahtaiksi tilausten lisääntymisen vuoksi, ja tehokkaan tuotannon ylläpitämiseksi tarvitaan uusi asennussolu CTN2-, CTN4-, TN4- ja TN8-tuotteiden kokoamista varten.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uuden kokoonpanosolun layout. Layout sisältää myös varastointipaikat käytettäville osille ja työkaluille sekä ehdotuksen nosturin sijainnille.

Layout-suunnitelman valmistuttua VR-tekniologiaa käytettiin hyväksi sen esittelyssä. VR-tekniologian avulla kokoonpanosolussa työskentelevät työntekijät sekä johto pystyivät tehokkaasti testaamaan layoutsuunnitelmaa ja sen toimivuutta.

Opinnäytetyön teoreettinen osa koostuu layout-suunnitelman yleisestä suunnittelusta sekä layoutien perustyyppien esittelystä ja valitsemisesta. Parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi opinnäytetyön aikana pidettiin viikoittaiset kokoukset yrityksen johdon kanssa ja työntekijöitä haastateltiin. Layoutin suunnittelussa käytettiin Solidworks-ohjelmaa. 3D-mallin toteutuksessa käytettiin eDrawings-ohjelmaa ja sen esittelyssä HTC Vive Pro 2 -VR-laseja.

Opinnäytetyön tuloksena yritys sai layout-suunnitelman uutta kokoonpanosolua varten. Uusi layout-suunnitelma sisältää kokoonpanosolun toiminnan edellyttämät tilat ja työkalut. VR-tekniikalla kokoonpanosolusta saa realistisemmän kuvan ja mittakaavoja pystyy testaamaan.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Aircraft Engineering

ROLANDO SAN MARTÍN MEDINA:
Layout Design of an Assembly Cell and VR Visualization of the Design

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 4 pages
February 2023

This thesis was made for the screw compressor manufacture Gardner Denver Oy as their facilities have become very cramped due to the increased orders. To maintain efficient production, it would be necessary to create a new assembly unit for four compressor's units.

The purpose of this thesis was to design the layout of a new assembly cell. Once a 3-D design of the layout was completed, Virtual Reality was used in its presentation.

The theory part of this thesis consists of a theory of the layout design, different layout types and their selection. In addition to studying the theory, weekly meetings were held with the company management during the design of the layout.

As a result of this thesis, the company received a layout plan for the new assembly cell. With the assistance of the VR technology the company now has a more realistic image of the future assembly cell.

Key words: layout, cell, design, vr

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YRITYSESITELELY	8
	2.1 Gardner Denver Oy	8
	2.2 Historia	8
	2.3 Liiketoiminta	8
3	TUOTTEET	10
	3.1 Enduro	10
	3.2 Tempest	10
	3.3 CT	11
	3.4 TN4 – TN8	11
	3.5 CTN2 – CTN4	12
4	LAYOUT	14
	4.1 Layoutsuunnittelu	14
	4.2 Layouttyypit	15
	4.2.1 Tuotantolinja	15
	4.2.2 Funktionaalinen layout	16
	4.2.3 Solulayout	17
	4.3 Layout valinta ja suunnittelu	19
5	VR	21
6	MATERIALIVIRRRAN SUUNNITTELU	22
	6.1 Komponentit	22
	6.2 Komponentti sijoittelu	23
7	LAYOUTSUUNNITTELU	27
	7.1 Alkutilanne	27
	7.2 Tavoitteet ja rajoitteet	29
	7.3 Paikka määrittäminen	30
	7.3.1 Kone ja tilan määrittäminen	30
	7.4 Layout	31
	7.4.1 Lopullinen layout	31
	7.4.2 Nosturin paikka	34
8	VR – VISUALISOINTI	35
	8.1 VR mobiili-versio	35
	8.2 VR laajempiin versio	36
9	POHDINTA	39
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	41

Liite 1. Layout	41
Liite 2. Nosturi vaihtoehto 1	42
Liite 3. Nosturi vaihtoehto 2	43
Liite 4. Nosturi vaihtoehto 3	44

LYHENTEET JA TERMIT

GD Oy	Gardner Denver Oy
OEM	Original Equipment Manufacturer
CAD	Computational Aided Design
VR	Virtual Reality

1 JOHDANTO

Gardner Denver Oy on ruuvikompressoreiden ja kompressoriyksiköiden valmistaja, joka sijaitsee Messukylässä, Tampereella. Yritys suunnittelee, valmistaa ja testaa omat kompressorinsa teollisuuden ja merenkulun käyttöön. Merenkulun kompressorit on kehitetty meri- ja öljynporausalan asettamien standardien mukaisesti ja teollisuuskäyttöön suunnitellut kompressorit on suunniteltu vastaamaan asiakkaiden ja alan tarpeita.

CTN2-, CTN4-, TN4- ja TN8-kompressorit ovat olleet saatavilla yrityksen tuotevalikoimassa jo muutaman vuoden ajan, mutta näiden kompressorien tilausten kasvaessa tarvittiin oma kokoonpanosolu niiden tehokasta tuotantoa varten.

Tämä opinnäytetyö on (valmistusprosessin)tuotantoprojektin pohjalta tehty, ja sen tavoitteena oli suunnitella uusi kokoonpanosolu-layout, jolla CTN2-, CTN4-, TN4- ja TN8-kompressorit voidaan valmistaa tehokkaasti. Uuden kokoonpanosolun suunnittelu alkoi tarvittavan tilan suunnittelusta ja sen vaikutuksesta nykyisiin kokoonpanosoluihin. Se sisältää myös materiaalivirtojen suunnittelun eli tarvittavien komponenttihyllyjen sijainnit kokoonpanosolussa. Lisäksi suunniteltiin tarvittavien työkalujen, koneiden sijoittelu ja paikannus kokoonpanosoluun.

Layout-mallit toteutettiin SolidWorksilla 2D- ja 3D-muodossa. 3D-mallin avulla ja eDrawings-ohjelmistoa käyttäen voitiin luoda VR-ympäristö ja saada realistisempi kuva kokoonpanosolun ulkonäöstä ja toiminnasta käyttämällä VR-laseja.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Gardner Denver Oy

Gardner Denver Oy sijaitsee Messukylässä Tampereella. Gardner Denver Oy suunnittelee ja valmistaa ruuvikompressoreita. Yrityksellä on yli 50 vuoden kokemus alalta. Yritys on osa kansainvälistä Ingersoll Rand -konsernia. Tuotteita myydään yli 50 erilaisella merkillä ympäri maailmaa. (Gardner Denver Oy)

2.2 Historia

Gardner Denver Oy aloitti tarinansa valmistamalla ruuvikompressoreita jo vuonna 1960. Silloin yritys oli nimeltään Tampella Tamrock, ja vuonna 1963 Tampella allekirjoitti lisenssisopimuksen SRM:n (Svenska Rotormaskinerin) kanssa ruuvikompressoreiden valmistamiseksi. Samana vuonna Tampereelle rakennettiin ensimmäinen ruuvikompressoreita valmistava tehdas. Maailman ensimmäiset epäsymmetriset profiilit suunniteltiin Tampereella vuonna 1969. Vuonna 1975 aloitettiin 321-nimisen ilmakompressoreiden valmistus. Näitä ilmakompressoreita käytettiin yli 150000 tuntia ja ne pyörivät vielä alkuperäisillä laakereillaan (Gardner Denver Oy).

Vuonna 1997 Yhdysvaltalainen Gardner Denver Inc. osti Tamrotor Oy:n ja vuoden 1999 loppupuolella alkoi käytössä Gardner Denver Oy -nimi. Gardner Denver Inc:n saapumisella tuli myös uusia valmistettavia tuotteita, kuten nopeudensäädettävällä pyörimisnopeudella varustetut kompressorit, merkilläsi kompressorit ja Tempest-integroidut yksiköt.

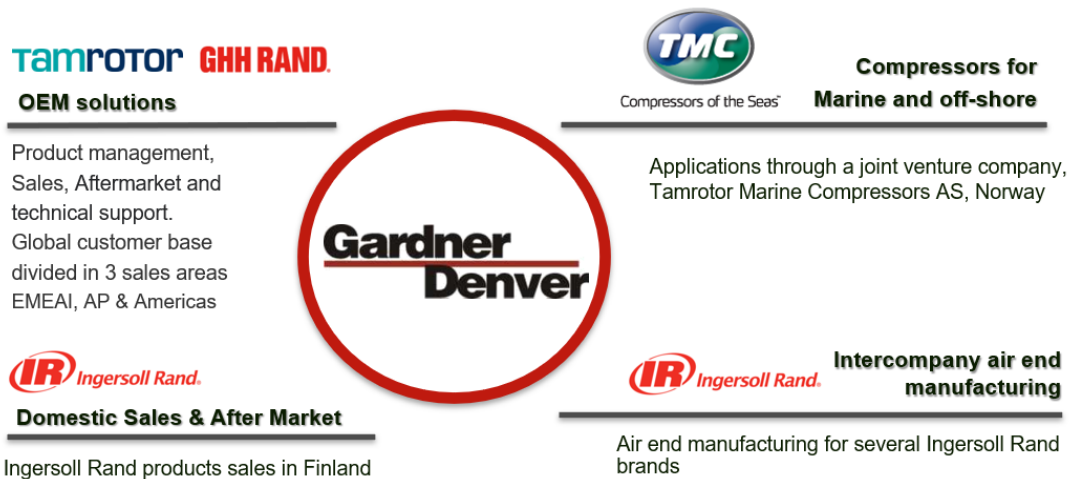
Vuonna 2020 Gardner Denver Inc. ja Ingersoll Rand Inc. fuusioituivat ja nyt Gardner Denver Oy on osa Ingersoll Rand -konsernia, joka on läsnä yli 50 maassa ja jolla on yli 16 000 maailmanlaajuista työntekijää. (Gardner Denver Oy)

2.3 Liiketoiminta

Gardner Denver Oy:n toimipisteen liiketoiminta kattaa teollisuuskompressorit, ruuviyksiköt OEM-asiakkaille ja laivakompressorit. Yrityksen sisäisiin toimintoihin

kuuluvat huolto, tuotannon kehitys, suunnittelu, laatu, myynti, markkinointi ja asiakaspalvelu.

Gardner Denver Oy:n Tampereen tehtaan liikevaihto 2021 oli noin 54,5 miljoonaa euroa. Sen liiketoiminta koostuu neljästä eri liiketoiminta-alueesta (kuva 1):



Kuva 1 Liiketoiminta-alueet Gardner Denver Oy:n (Gardner Denver Oy)

3 TUOTTEET

Gardner Denver Oy yrityksen itse suunnittelemat ja valmistamat ruuvikompressorit tunnetaan maailmalla niiden kestävyiden ja korkean laadun ansiosta. Ruuvikompressorin etuja ovat pysyvä tuotto, kestävyys ja korkea paine. Yrityksessä valmistetaan kahden tyyppisiä ruuvikompressoreita: OEM-tuotteita sekä laivakompressoreita. Tampereen tehtaalla valmistetaan kolmea eri OEM-tuoteperhettä: Enduro, Tempest ja CT.

3.1 Enduro

ENDURO-kompressorit ovat suosittuja ja luotettavia ilmanpuristuslaitteita, joita käytetään erilaisissa sovelluksissa teollisuudessa, maanrakennuksessa, kaivoksissa ja merenkulussa. ENDURO-tuotevalikoima sisältää ruuvikompressoreita eri paine- ja tuottokapasiteeteilla. ENDURO-kompressorit on suunniteltu kestämiään vaativia käyttöolosuhteita, ja ne ovat erittäin luotettavia ja helppokäyttöisiä. Kompressorit ovat myös energiatehokkaita, mikä säästää käyttäjien kustannuksia.

ENDURO-kompressorien huolto on myös helppoa, ja huolto-osat ovat helposti saatavilla. ENDURO-kompressorit ovat erittäin kestäviä, mikä takaa pitkän käyttöiän ja vähentää huoltokustannuksia. (Ingersoll Rand OEM)

3.2 Tempest

Tempest integroidut kompressoripaketit ovat pienikokoisia ruuvikompressoripaketteja, jotka on suunniteltu moniin eri käyttötarkoituksiin. Ne ovat tunnettuja korkeasta hyötysuhteestaan, luotettavuudestaan ja helppokäyttöisyydestään. Paketit ovat täysin integroituja, niillä on monia toimintoja, kuten öljynerotusjärjestelmä, joka tehokkaasti erottaa öljyn puristetusta ilmasta ja vähentää öljyn ja ilman vuotoja.

Tempest-kompressoripaketit ovat täysin letkuttomia, mikä vähentää painehäviöitä ja parantaa järjestelmän hyötysuhdetta. Tempest-kompressoripaketit ovat

saatavilla useissa eri koossa ja teholla, joiden tehoalue on 4–75 kW. (Ingersoll Rand OEM)

3.3 CT

Gardner Denver CT -sarja on itsekantavia kompressoripaketteja, jotka on suunniteltu erilaisiin sovelluksiin. Nämä kompressorit ovat tunnettuja luotettavuudestaan, energiatehokkuudestaan ja huoltovarmuudestaan.

CT-sarja on saatavana kiinteillä ja vakionopeuksisilla malleilla, joiden tehoalue on 5,5–75 kW. Niissä on kompakti muotoilu, mikä tekee niistä ihanteellisia asennuksiin, joissa tila on rajallinen.

CT-sarja on myös varustettu joukolla vakio-ominaisuuksia, kuten ilmanottosuodatin, ilman/öljy-separoitin ja termostaattiventtiili. Lisäksi kompressoripaketteihin voidaan räätälöidä useita valinnaisia ominaisuuksia ja lisävarusteita asiakkaan tarpeiden mukaan. (Ingersoll Rand OEM)



Kuva 2 Enduro, Tempest ja CT-kompressorit (Tamrotor)

3.4 TN4 – TN8

Kompressorit TN4 ja TN8 ovat osa Ingersoll Randin OEM-tuoteperhettä, mikä tekee niistä integroituja kompressorikonaisuuksia Tempest. Nämä kompressorit on suunniteltu erityisesti kompakteiksi ja helppokäyttöisiksi, joten niitä on helppo käsitellä, varastoida ja asentaa pieniin tiloihin tai liikkuviin laitteisiin.

Yksiköissä on ilmaa puristavan ruuviyksikön lisäksi öljysäiliö, öljynerotusjärjestelmä, tuottoventtiili ja minimivirtausventtiili, joiden avulla varmistetaan optimaalinen suorituskyky ja pitkä käyttöikä. Nämä kompressorit soveltuvat erinomaisesti käytettäväksi teollisuus- ja merikompressoripaketeissa, ja niitä käytetään yleisesti esimerkiksi kylvökoneissa ja kaivostoiminnassa.

On tärkeää huomata, että nämä yksiköt on suunniteltu nimenomaan OEM-tuotteiksi, joten niitä ei voida käyttää itsenäisinä laitteina. (Jussila, J.)



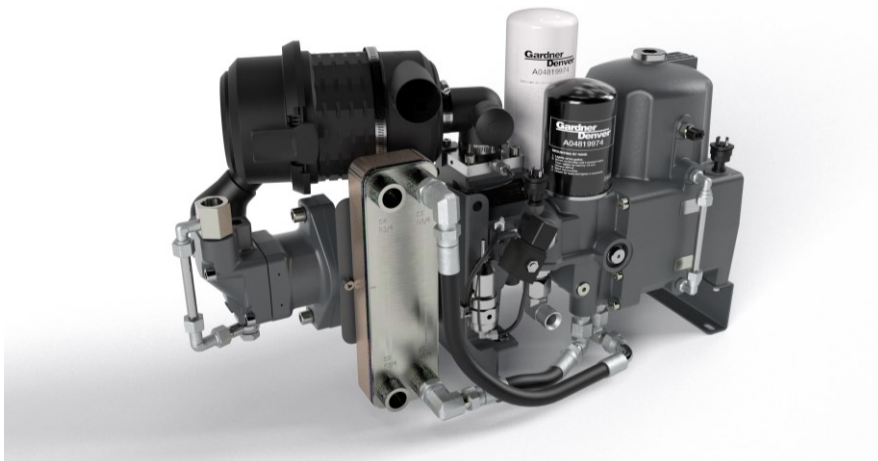
Kuva 3 Integroitu ruuviyksiköitä TN4 ja TN8 (Tamrotor)

3.5 CTN2 – CTN4

CTN2- ja CTN4-kompressorit ovat tehokkaita ja kompakteja ilmanpuristimia, jotka on suunniteltu tarjoamaan luotettavaa suorituskykyä raskaissa teollisuuskäytöissä. Nämä kompressorit kuuluvat Ingersoll Randin CTN-perheeseen integroitujen kompressoriyksiköiden joukossa ja niitä voidaan käyttää joko sähkö- tai hydraulimoottoreilla, mikä tekee niistä erittäin monipuolisia vastaamaan asiakkaiden erilaisia tarpeita.

Kompaktin suunnittelun ansiosta nämä kompressorit sisältävät kaikki olennaiset komponentit toimintaan, lukuun ottamatta käynnistintä. Koska ne on suunniteltu

OEM-tuotteiksi, nämä kompressorit ovat ihanteellisia erilaisiin käyttökohteisiin, mukaan lukien mobiililaitteisiin, esimerkiksi kallionporauslaitteisiin. (Jussila, J.)



Kuva 4 CTN4 – kompressoripaketti (Tamrotor)

4 LAYOUT

Layout tarkoittaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua. Hyvä layout mahdollistaa tuotteen luotettavan ja kustannustehokkaan tuottamisen. (Haverila, M. 2009, 475 - Moran S. 2017)

4.1 Layoutsuunnittelu

Layoutsuunnittelu on monimutkainen prosessi, johon vaikuttaa suuri määrä erilaisia tekijöitä. Tuotantojärjestelmän layout on aina kompromissi, koska kaikkien tekijöiden suhteen optimaalista ratkaisua ei yleensä ole löydettävissä. (Haverila M. 2009, 480–481)

Operaation tai prosessin "layout" tarkoittaa sitä, miten sen muunnetut resurssit sijoitetaan toisiinsa nähden ja miten sen eri tehtävät kohdennetaan näille muutosresursseille. Yhdessä nämä kaksi päätöstä sanelevat muuttuneiden resursien mallin, kun ne etenevät operaation tai prosessin aikana. Se on tärkeä päätös, koska jos asettelu osoittautuu vääräksi, se voi johtaa liian pitkiin tai sekaviin kuvioihin, pitkiin prosessiaikoihin, kestäättömiin toimintoihin, arvaamattomiin ja korkeisiin kustannuksiin. Joten, koska asettelupäätös voi olla vaikea ja kallis, operatiiviset johtajat ovat haluttomia tekemään sitä liian usein. Tämä on kuitenkin vain lähtökohta monivaiheiselle prosessille, joka johtaa operaation lopulliseen fyysiseen aseteluun. (Slack, N. 2010, 179)

Keskeisenä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja -matka pyritään minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijoittelua suunniteltaessa. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on edullista pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin. Työpisteet tulee sijoittaa siten, että materiaalien siirtoetäisyydet ovat mahdollisimman pienet. (Haverila M. 2009, 482)

Hyvän layoutin ominaisuuksia ovat:

- Materiaalivirrat ovat selkeät
- Layout on helposti ja joustavasti muutettavissa
- Materiaalien siirtotarve on pieni
- Kuljetusmatkat ovat lyhyet
- Erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty samaan paikkaan
- Tehtaan sisäisten palvelujen sijoitus käyttöpaikan lähelle
- Materiaalien vastaanoton ja jakelun tehokkuus
- Eri valmistus vaiheiden erityistarpeet on otettu huomioon
- Kaikki tila on tehokasti käytetty
- Työturvallisuus ja -tyytyväisyys on otettu huomioon. (Haverila M. 2009, 482)

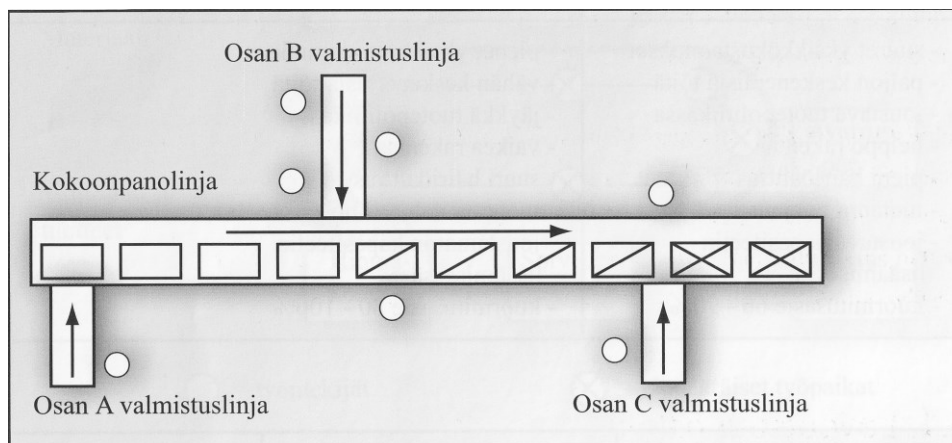
Suunnittelussa on myös otettava huomioon mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet. Tuotantomäärien ja tuotetyyppien muuttuessa layoutia on pystyttävä muuttamaan joustavasti. Mahdolliset muutostarpeet pitää ottaa huomioon erityisesti vaikeasti siirrettävien koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Suunnitellessa asettelua on tärkeää ottaa huomioon tuotantolinjojen, raskaiden koneistojen ja kiinteiden varastorakennusten sijoittelu. Nämä elementit tulisi järjestää siten, että layoutin kehitys tulevaisuudessa on mahdollista ilman esteitä. (Haverila M. 2009, 482)

4.2 Layouttyypit

Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin.

4.2.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Valmistus ja kappaleenkäsittely on automatisoitua ja tehokasta. Työnkulku on selkeää ja eri työvaiheiden välillä voidaan käyttää mekaanisia kuljettimia. (Haverila M. 2009, 476)



Kuva 5 Tuotantolinjalayout (Haverila M. 2009)

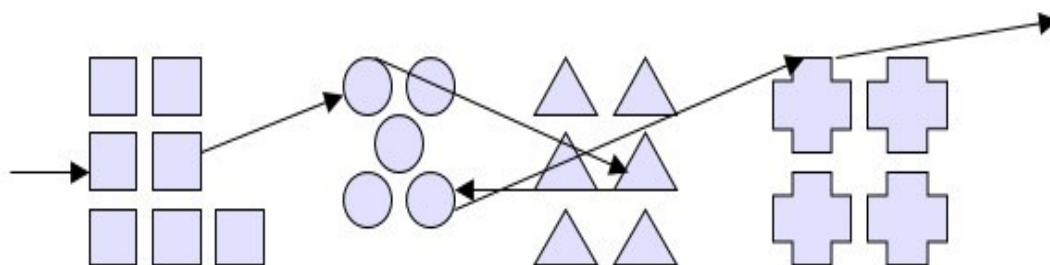
Suuri volyymi ja korkea kuormitusaste ovat keskeisiä edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle. Suurien valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi, vaikka tuotantolinjan rakentamisen kustannukset ovat suuret. Tuotantolinja sietää huonosti häiriöitä, koska pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti koko linjatuottavuuteen. (Haverila M. 2009, 476)

Laadunvalvonta on tärkeää, koska häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja kykenee tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita. Kapasiteetin kasvattaminen on vaikeaa linjan toteutuksen jälkeen. Tuotantosarjat ovat usein pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen toiseen vaatii tavallisesit pitkän asetusajan. Selkeä työkulku tekee linjan tuotannonohjauksen helpoksi, tuotantolinjaa ohjataan käytännössä yhtenä kokonaisuutena. (Haverila M. 2009, 476)

4.2.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpaikat on ryhmitelty työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki sorvit ovat sorvaamossa ja hitsauspaikat hitsaamossa. Funktionaalista layoutia nimetään myös teknologiseksi

layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Haverila M. 2009, 476)



Kuva 6 Funktionaalinen layout (logistiikanmaailma)

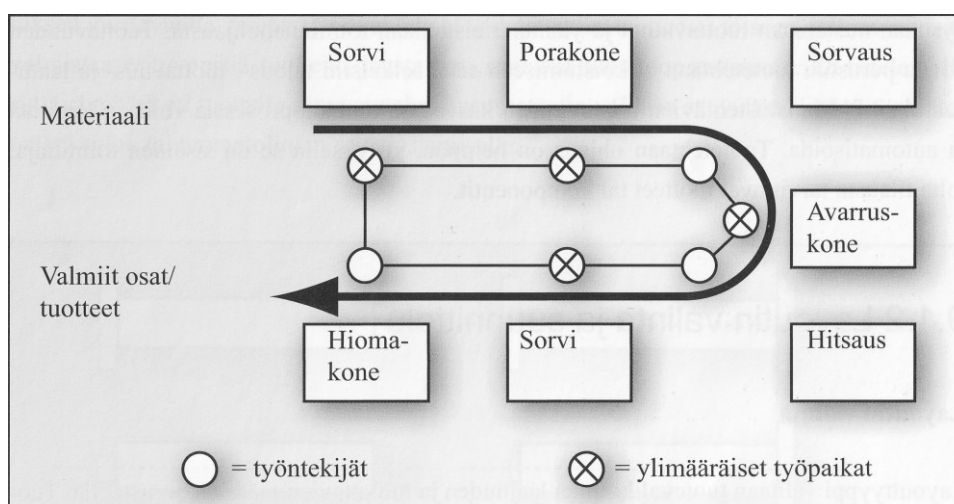
Funktionaalisisessa layoutissa tuotantomäärät ja tuotetyypit voivat vaihdella huomattavasti. Koneet ja laitteet ovat tavallisesti monipuolisia yleiskoneita, joilla voidaan valmistaa joustavasti erilaisia tuotteita. Tuotteet valmistetaan yksittäiskappaleina tai sarjoina. Toisistaan poikkeavien työnkulkujen vuoksi materiaalinkäsittelyyn voidaan soveltaa automaatiota hyvin rajoitetusti. Tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn. Töiden ohjaus oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen on hankalaa. Työjonot kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää ja pidentävät tuotannon läpäisyäikää. Työpisteiden välisen suuren etäisyyden vuoksi materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset muodostuvat suuriksi. Työnvaiheiden välillä olevien välivarastojen ja työpisteiden suuren etäisyyden vuoksi laadunhallinta on hankalaa. (Haverila M. 2009, 476)

Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa tuotantolinjaan verrattuna. Kapasiteetin kasvattaminen on joustavaa samoin kuin erilaisten tuotteiden valmistaminen. Funktionaalisen layoutin tuottavuus on tuotantolinjaan verrattuna heikompi ja kuormitusasteet jäävät keskimäärin mataliksi. (Haverila M. 2009, 476–477)

4.2.3 Solulayout

Solulayout muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solulayout on eräänlainen välimuoto funktionaalisesta layoutista ja tuotantolinjasta. (Haverila M. 2009, 477)

Solujen läpäisyajat ovat huomattavan lyhyitä funktionaaliseen layoutiin verrattuna. Materiaalivirta on selkeä. Eikä siinä esiinny välivarastoja. Solu pystyy valmistamaan joustavasti niitä tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Asetusajat siirryttäessä tuotteesta toiseen ovat lyhyet. Solu on juostavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila M. 2009, 477–478)



Kuva 7 Solulayout (Haverila M. 2009)

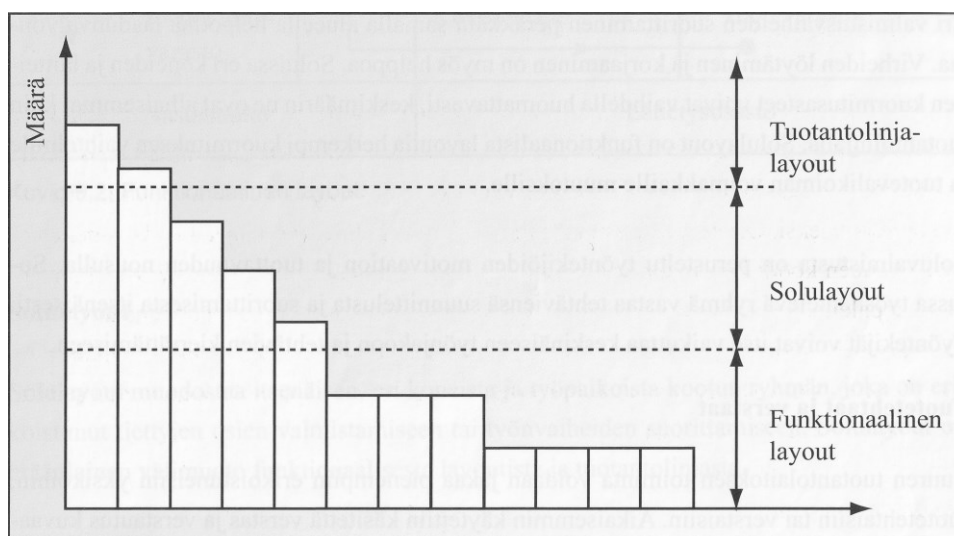
Eri tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella paljonkin. Tuotteita valmistetaan yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden kuormituspisteen.

Eri valmistusvaiheiden suorittaminen peräkkäin samalla alueella helpota laadunvalvontaa. Virheiden löytäminen ja korjaaminen on myös helppoa. Soluissa eri koneiden ja laitteiden kuormitusasteet voivat vaihdella huomattavasti, keskimäärin ne ovat alhaisemmat kuin tuotantolinjalla. Solulayout on funktionaalista layoutia herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille. (Haverila M. 2009, 478)

Soluvalmistusta on perusteltu työntekijöiden motivaation ja tuottavuuden nousulla. Solussa työskentelevä ryhmä vastaa tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itsenäisesti. Työntekijät voivat itse vaikuttaa keskinäiseen työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen. (Haverila M. 2009, 478)

4.3 Layout valinta ja suunnittelu

Layouttyypit valitaan tuotevalikoiman laajuuden ja tuotettavien määrien perusteella. Tuotantolinjalayouttia sovelletaan tuotettaessa suuria määriä samantyyppisiä tuotteita. Funktionaalinen layout on parhaimmillaan, kun valmistettavien tuotetyyppien määrä on suuri, mutta tuotantomäärät pienet. Solulayouttia käytetään valmistettaessa eri tuotteita toistuvasti, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että kannattaisi muodostaa oma tuotantolinja. Soluissa voidaan valmistaa tuotantolinjaa juostavammin erityyppisiä tuotteita. (Haverila M. 2009, 479)



Kuva 8 Tuote-määrä-analyysi (Haverila M. 2009)

Tehtaan layout muodostuu erityyppisistä osalayouteista. Layout voi vaihdella tuotantoprosessin vaiheen mukaan. Moderni tuotantoautomaatio on lisännyt valmistuksen joustavuutta. Asetusajat ovat lyhyet vaihdettaessa tuotteesta toiseen, jolloin voidaan valmistaa erityyppisiä tuotteita joustavasti samassa tuotantoprosessissa, yhdistelemällä riittävä määrä eri tuotteita juostavasti samassa tuotantoprosessissa. Yhdistelemällä riittävä määrä eri tuotteita samaan valmistusprosessiin voidaan saavuttaa riittävä tuotantomäärä solun tai tuotantolinjan muodostamiseksi. (Haverila M. 2009, 480)

Layoutsuunnittelun peruslähtökohtana ovat seuraavat tekijät:

- Tuotteiden rakennetiedot kuvaavat käytettävät puolivalmisteet, komponentit ja raaka-aineet.
- Työnvaiheistus, joka kertoo tuotteen työnvaiheet ja järjestyksen.
- Tuotantomäärän, jokaan perustella mitoitetaan tuotantokoneisto ja määrittellään tuotantomuoto ja tekniikka.
- Tuotannon aikajänne, joka kertoo, kuinka pitkän ajan tuotanto tulee säilyttää suunnitelman mukaisesti. Aikajänteen pituus vaikuttaa investointien kannattavuuteen.
- Tukitoiminnot kertovat, mitä valmistusta tukevia toimintoja tarvitaan. Tukitoimintoja ovat esimerkiksi työkaluhuolto, paineilmajärjestelmä ja jätteiden käsittely. (Haverila M. 2009, 481)

5 VR

Virtuaalitodellisuus (VR) tarkoittaa keinotekoista digitaalista ympäristöä, joka on luotu simuloimaan todellista tai kuviteltua ympäristöä ja tarjoamaan täysin immerstiivisen kokemuksen. Tämä saavutetaan käyttämällä VR-laseja, joissa on yleensä näytöt silmien edessä ja anturit, jotka seuraavat käyttäjän pään liikkeitä ja säätävät kuvaa sen mukaisesti.

VR-tekniikalla on laaja sovellusalue, mukaan lukien pelit, viihde, koulutus ja terveydenhuolto. Pelien yhteydessä VR tarjoaa immersivemmän kokemuksen mahdollistamalla pelaajien vuorovaikutuksen virtuaalisten esineiden ja ympäristöjen kanssa reaaliajassa. Viihteessä VR:ää voidaan käyttää luomaan immersivisiä kokemuksia, kuten huvipuistolaitteita tai interaktiivisia elokuvia. Koulutuksessa VR:ää voidaan käyttää simuloimaan elämäntilanteita koulutustarkoituksiin, kuten lääketieteellisten toimenpiteiden opettamiseen tai valmistautumiseen hätätilanteisiin. Terveydenhuollossa VR:ää voidaan käyttää terapiaan, kivunhallintaan ja jopa leikkauksien simulaatioihin.

VR-tekniikka on vielä varhaisessa vaiheessa ja se kehittyy jatkuvasti. Kuitenkin sillä on potentiaalia mullistaa tapaa, jolla vuorovaikutamme digitaalisen sisällön kanssa, ja tarjota uusia mahdollisuuksia innovaatioille eri teollisuudenaloilla. VR-laitteiston ja -ohjelmistojen kehityksen myötä kokemukset voivat muuttua yhä realistisemmiksi ja osallistavimmiksi, johtaen uusiin mahdollisuuksiin sen käytölle.

6 MATERIALIVIRRRAN SUUNNITTELU

Kokoonpanoyksikön suunnittelua varten täytyy myös suunnitella materiaalivirta, jotta tiedetään, kuinka paljon tilaa tarvittaisiin. Tätä varten otettiin huomioon kaikki komponentit ja alikomponentit, jotka tarvittiin kompressoreiden valmistukseen. Siksi tarkasteltiin kaikkia neljän yksikön TN4, TN8, CTN2 ja CTN4 kokoonpanokomponentteja, koska näillä erilaisilla kompressoreilla on samankaltaisuuksia ja ne jakavat useita komponentteja. Suurin osa komponenteista suunniteltiin sijoittaa soluun, koska ne ovat pääosin pienikokoisia. Komponenttien säiliöiden sijainti ja määrä määritettiin säiliöiden koon ja muodon perusteella.

6.1 Komponentit

TN4, TN8, CTN2 ja CTN4 -kompressoreiden voidaan sanoa olevan aina samantyyppisiä ja niillä on vain muutamia konfiguraatioita, koska vain niiden moottorit vaihtelevat. Näin ollen oli helppo saada täydellinen luettelo kaikista tarvittavista osista. Aluksi tutkittiin kaikki alikomponentit, jotta nämä erilaiset kompressorit voitaisiin valmistaa. SAP-ohjelman avulla saatiin neljä erilaista Excel-luetteloa jokaisesta kompressorista, joissa kaikki komponentit ja määrät oli lueteltu kompressorin kokoonpanoa varten.

Luettelon komponentit lueteltiin ja jaettiin ryhmiin. Hallinnolta saatiin myös 3D-kuvia kompressoreista, joissa komponentit oli lueteltu. Kuvat oli myös jaettu ryhmiin, joten voitiin verrata ja tarkastella komponenttiluetteloa ja selvittää, mikä kappale kuuluu mihinkin kuvaan.

Listassa komponentit olivat luetteloitu ja jaettu ryhmiin. Kompressoreista saatiin myös 3D-kuvia, jotka sisälsivät luetteloidut komponentit, mikä teki komponenttien vertailusta kuvissa helpompaa ja auttoi tunnistamaan, mihin kukin osa vastasi kuvissa.

Komponenttiluettelossa alikomponentteja, kuten sähkömoottoreita, ei otettu huomioon, koska ne riippuvat kompressorien konfiguraatiosta. Alikomponenteilla on

oma paikkansa kuormalavahyllyllä, ja ne ovat lähellä uutta kokoonpanoyksikköä. Myös niiden koon vuoksi niiden uudelleensijoittaminen olisi vaikeaa.

Käyttäen kuvia ja komponenttilistaa neljästä eri kompressorista, oli mahdollista luoda uusi lista kaikista käytettävistä komponenteista. Tätä listaa luotaessa käytettiin kuvien kokoa, komponenttien nimiä ja omaa näkökulmaa hyödyksi. Komponentit jaettiin kolmeen eri ryhmään: suuriin, keskikokoisiin ja pieniin. Komponenttien suurikokoiseen ryhmään sijoitettiin kompressorin rakenteen osia, kuten kehyksiä, keskikokoiseen ryhmään sijoitettiin esimerkiksi suodattimia ja öljynerotimia, ja pienten komponenttien ryhmään sijoitettiin ruuveja, muttereita ja tiivisteitä.

Käyttäen Excelin työkaluja yhdistin nämä neljä komponenttilistaa ja poistin kaikki kaksoiskappaleet, jolloin sain yhden listan kaikista käytettävistä komponenteista. Yhteensä 212 komponenttia käytetään kompressorien valmistukseen, joista 166 on pieniä osia, 39 keskikokoisia ja 7 suuria. Uudessa luodussa listassa havaittiin komponentteja, joilla oli samoja koodeja, mutta hieman eri nimiä, samoin kuin komponentteja, joilla oli sama nimi, mutta erilaiset koodit. Nämä komponentit merkittiin punaisella värillä, jotta hallinto voisi tarkistaa ne.

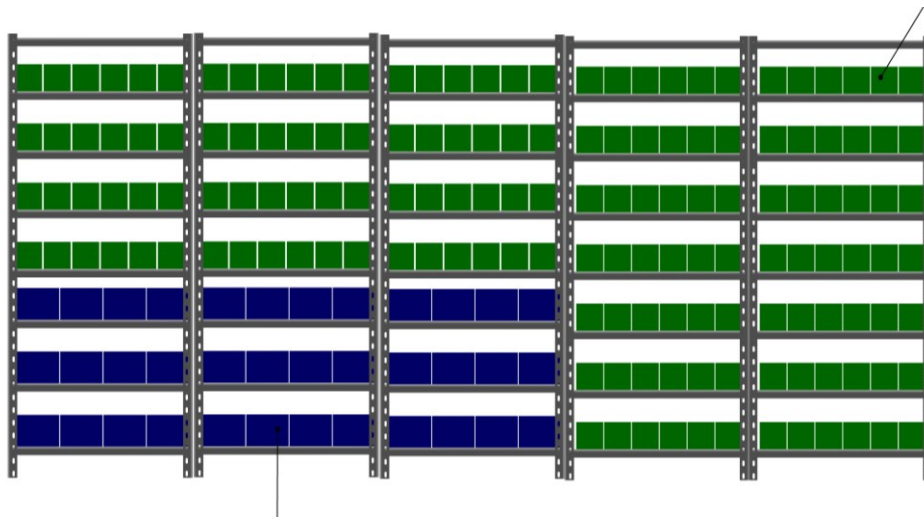
6.2 Komponentti sijoittelu

Komponenttien järjestelyä varten solussa käytettiin hyllyjä, koska suurin osa komponenteista on pieniä ja niitä voidaan varastoida kokoonpanosolun vieressä, jolloin ne ovat helposti saatavilla työntekijöille. Käytettiin modulaarisia hyllyjä, koska ne eivät vie paljon tilaa ja ovat monipuolisia. Varastoinnin hyllyjä, joita jo oli olemassa, käytettiin esimerkkinä (kuva 9).



Kuva 9 Tavara-hylly olemassa

Jokaiselle komponentille määriteltiin paikka käyttäen hyllykaappeja, joille annettiin värikoodi niiden koon ja komponenttien koon mukaan. Punainen annettiin suurille, sininen keskikokoisille ja vihreä pienille komponenteille. Layoutin suunnittelun aikana ja SolidWorks-ohjelman avulla suunniteltiin uudet varastointipaikat, joissa on 5 hyllykköä, ja jotka voivat varastoida 156 paikkaa pienille komponenteille ja 36 paikkaa keskikokoisille komponenteille. (kuva 10).



Kuva 10 tavarahylly komponentti sijoittelu

Kuvasta 10 näkyy, että suunnitellut tilat eivät riitä kaikkien komponenttien varastointiin, mutta on otettava huomioon, että nämä paikat ovat likimääräisiä komponenttien varastointia varten, ja hyllyjen laatikoiden koko vaihtelee komponentin koon mukaan.

Komponenttien hyllyjen lisäksi suunniteltiin muita varastointitiloja, jotka eivät välttämättä tarvitse hyllylaatikoita. Esimerkiksi O-rengas tiivisteet voidaan ripustaa hyllyyn tai työseinään, jolloin ne vievät hyvin vähän tilaa. Muut tilat, joita voidaan käyttää joidenkin komponenttien varastointiin, ovat työpöytiä, joihin voi ripustaa säilytyslaatikoita pöydän alle. (Kuva11). Letkut ja putket eivät yleensä tarvitse hyllylaatikoita. Letkut tulevat yleensä rullina, jotka voidaan kiinnittää hyllyn yhteen päähän tai niitä voidaan varastoida lavojen päällä. (Kuva 12).



Kuva 11 säilytyspaikka työpöydän alla



Kuva 12 Letku rullina

Näin ollen hyllylaatikoiden määrä olisi riittävä pienille (vihreä) ja keskisuurille (sininen) komponenteille. Isoille komponenteille (punainen) päätettiin olla määrittämättä varastopaikkaa kokoamissolussa, koska niiden koko olisi hankalaa varastoida hyllyissä ja varastoitavien komponenttien määrä olisi alhainen. Tällöin työntekijän olisi täytettävä hyllyä usein, mikä aiheuttaisi ajanhukkaa.

Komponenttien sijaintia hyllyissä (kuva 10) ei ole nimetty jokaisessa hyllylaatikossa, koska tämä päätetään työntekijöiden toimesta. He päättävät, missä sijaitsevat eniten käytetyt komponentit, jotka asetetaan hyllyyn keskikorkeudelle, joka on ergonomisempaa. Komponenttien sijoittelua suositellaan siten, että pienimmät tai kevyimmät osat ovat hyllyn yläosassa ja suuremmat tai painavammat osat ovat hyllyn alaosassa, jotta estetään tapaturmia, joissa komponentti putoaa työntekijän päälle.

7 LAYOUTSUUNNITTELU

Uuden kokoonpanoyksikön sijoituspaikka on täysin uusi, joten paikka, johon yksikkö sijoitettaisiin, piti kartoittaa ja määrittää, mitä oli tarpeen poistaa tai muuttaa. Yrityksen piirustuksia käytettiin ja mitattiin myös instrumenteilla.

7.1 Alkutilanne

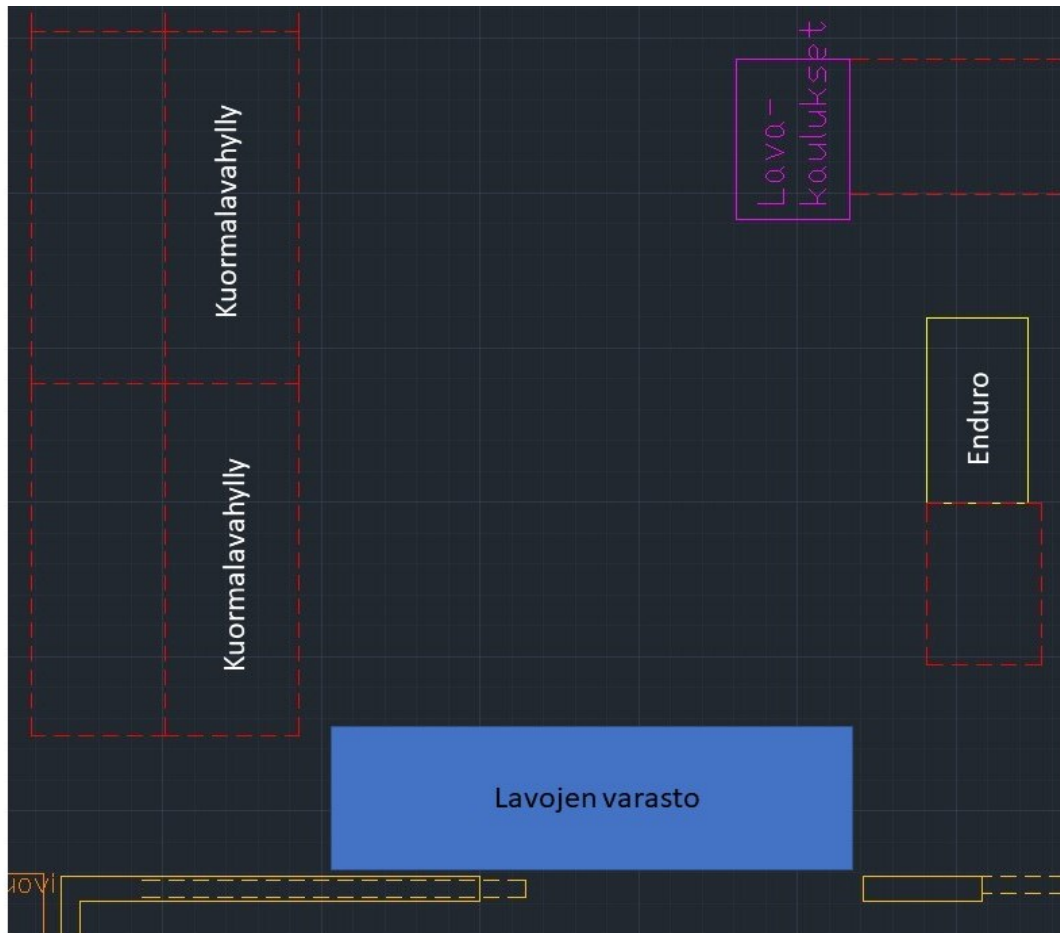
TN4-, TN8-, CTN2- ja CTN4-kompressorit tarvitsivat uuden sijainnin, koska niiden nykyinen sijainti estää muiden kompressorien kokoonpanon, sillä näiden kompressorien tilausten määrä on kasvanut. Toisena syynä on se, että TN4-, TN8-, CTN2- ja CTN4-kompressorit ovat erilaisia kuin muut kompressorit, mikä vaikuttaa tuotantoon aiheuttaen viivästyksiä.

Uusi tila suunniteltiin tuotannonhallinnon toimesta. Päätettiin, että TN4-, TN8-, CTN2- ja CTN4-kompressorien uusi paikka olisi ENDURO-sarjan kokoonpanoyksikön vieressä. Uusi sijoituspaikka on lähellä nykyistä kokoonpanopaikkaa, joten komponenttien ja osakokonaisuuksien järjestely lavojen hyllyissä on lähellä. Määritettyä paikka käytetään tällä hetkellä euro- ja puolieurolavojen varastointiin.

Uuden paikan voi nähdä kuvassa 13. Kuvassa 14 on nähtävissä sama paikka, mutta 2-D-näkökulmasta. 2-D-piirroksessa näytetään palettihyllyjen, ENDURO-sarjan kokoonpanoyksiköiden ja oviaukkojen sijainnit.



Kuva 13 kokoonpanosolu lähtötilanne



Kuva 14 Lähtötilanne 2-D

7.2 Tavoitteet ja rajoitteet

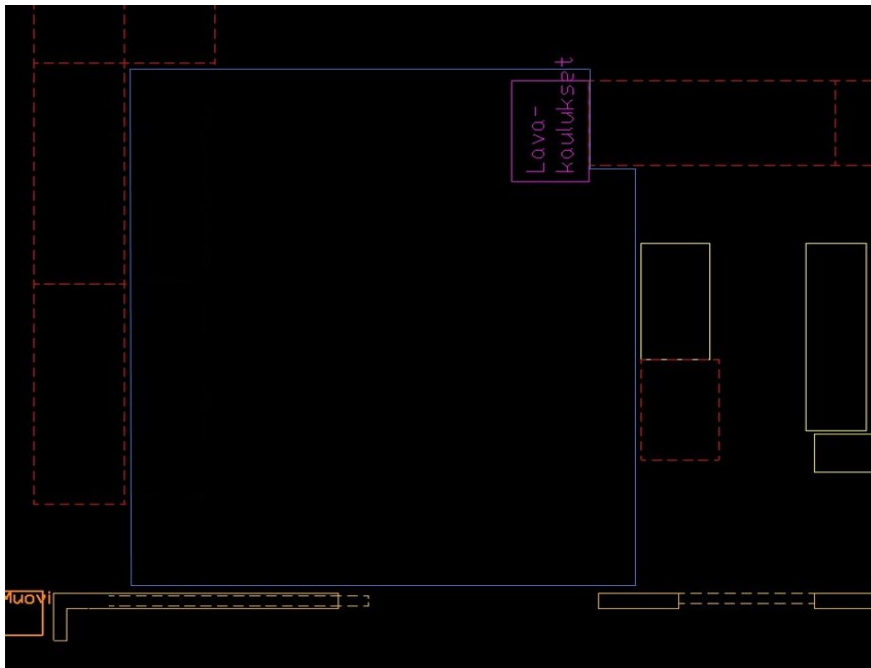
Suunnittelun tavoitteena oli luoda uusi työyksikkö CTN2, CTN4, TN4 ja TN8 -kompressoreille. Tavoitteena oli luoda toimiva paikka, jossa työntekijät voivat käyttää kaikkia työkaluja ja osia helposti. Tilan tuli olla riittävän väljä, jotta työntekijät voivat liikkua mukavasti, mutta samalla kompakti.

Ensin oli selvitettävä, mitkä olivat rajoitukset uuden kokoonpanoyksikön suunnittelussa, kuten mitä alueita voidaan muokata ja mitä asioita voidaan poistaa alueelta. Rajoitukset selvitettiin yhdessä johdon kanssa, joka määritteli mitä voidaan muokata. Muokattavat asiat sisälsivät euro- ja puolieuropalettien varastointipaikat, palettihyllyjen poistamisen, yhden suuren oven käytön rajoittamisen ja päätöksen jättää tai poistaa Enduro-sarjan kokoamisyksikön, riippuen siitä, kuinka paljon tilaa uusi työyksikkö tarvitsee ja miten se voi vaikuttaa tähän.

7.3 Paikka määrittäminen

Uuden kokoonpanoyksikön suunnittelu aloitettiin määrittelemällä sijainti ja suunnittelurajoitukset. Sijainti valittiin siten, että TN- ja CTN-yksiköiden kokoonpanossa käytettävien alayksiköiden siirto olisi mahdollisimman helppoa ja tehokasta, joka mahdollistaa materiaalivirran kulun sujuvammin. Tämä auttaa lyhentämään kuljetusetäisyyksiä ja tehostamaan kokoonpanoprosessia. Lisäksi suurten komponenttien hyllyjen sijaintia ei muutettu alkuperäisestä paikasta.

Aluksi määritettiin käytettävissä oleva kokonaistila, kuten kuvassa 14, jossa sininen laatikko osoittaa tilan, jota voitaisiin käyttää kompressorien kokoonpanoon. Päätettiin, että Enduro-kokoonpanoyksiköitä ei muutettaisi tai poistettaisi.



Kuva 15 Kokoonpanosolu tila

7.3.1 Kone ja tilan määrittäminen

Jotta uusi kokoonpanoyksikkö toimisi moitteettomasti, tiettyjä koneita ja työkaluja tarvittiin sen varustamiseksi. Vanhojen kokoonpanoyksiköiden TN- ja CTN-kompressorien tilantarve otettiin huomioon uutta yksikköä suunniteltaessa. Myös ympäröivä tila, jossa työntekijät liikkuvat, mitattiin, jotta saataisiin käsitys siitä, kuinka uusi yksikkö tulisi suunnitella toimivaksi ja turvalliseksi työpaikaksi.

7.4 Layout

Kaiken kerätyn tiedon perusteella rajoituksista suunnittelussa, työntekijöiltä kysytyistä kysymyksistä ja tarvittavista koneista, aloitettiin layout-suunnittelu käyttäen SolidWorks-ohjelmaa. Tämä opinnäytetyö sisältää vain yhden ehdotuksen, joka esiteltiin hallinnolle ja joka perustui esitettyihin ideoihin, jota parannettiin lopulliseen tulokseen asti. Layout sisältää kolme ehdotusta nosturin sijoittamiseksi. Lopuksi layout esiteltiin työntekijöille heidän mielipiteidensä saamiseksi. On huomattava, että tämä layout on suunniteltu niin, että vain yhden tyyppistä kompressoria tehdään kerrallaan: TN- tai CTN-tyyppiä, koska kokoonpanoyksiköllä on vain yksi nosturi.

7.4.1 Lopullinen layout

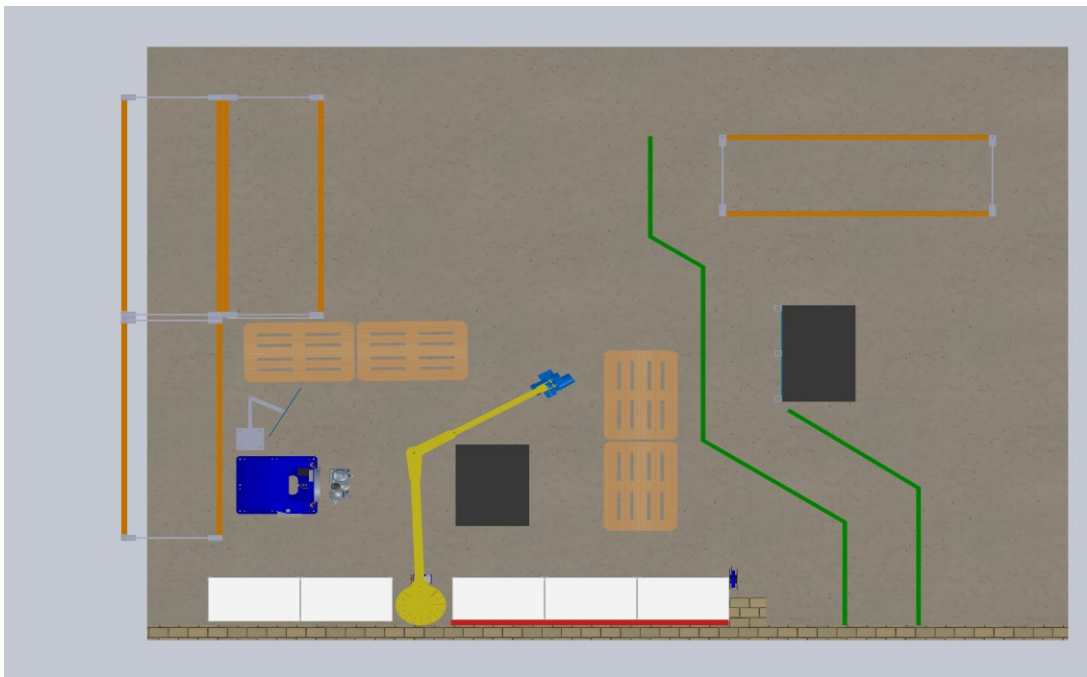
Lopullinen layoutin suunnittelu pyrki käyttämään hyväksi kaiken käytettävissä olevan tilan kokoonpanoyksikköä varten. Suunnittelussa poistettiin vain yksi palettihylly, koska tila on riittävä kokoonpanoyksikön säilytykseen ja yrityksessä on vähän tilaa palettien varastointiin. Lisäksi palettihyllyä voidaan käyttää solun komponenteille.

Poistetun palettihyllyn tilalle lisättiin TN-kompressoreiden kokoonpanoon käytetty kone, eteen asetettiin säädettävä työpöytä, jota käytetään CTN-kompressoreiden kokoonpanoon. Pöydän ympärille jätettiin riittävästi tilaa vapaan liikkumisen varmistamiseksi, ja europaletit lisättiin osoittamaan, että väliaikaisia säilytyspaikkoja on olemassa komponenteille tai purkamattomille kompressoreille.

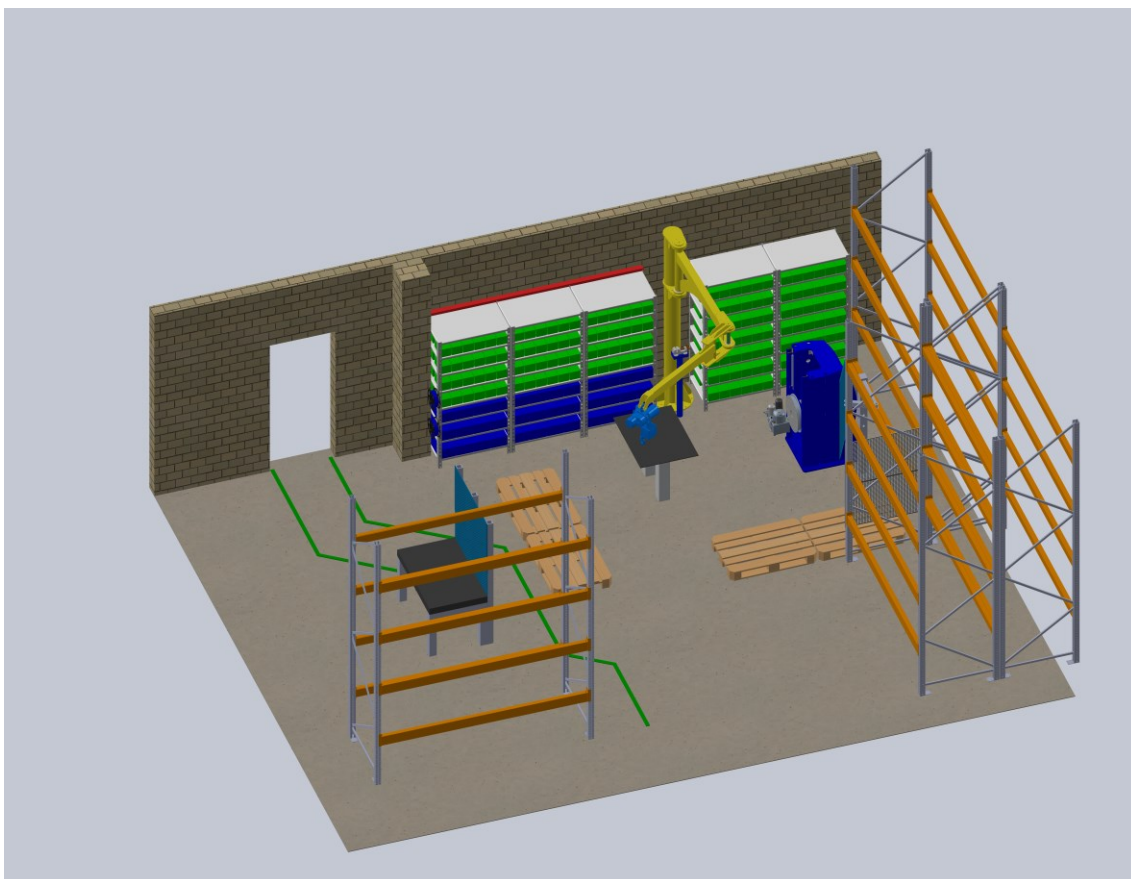
Kaikki hyllyt ryhmiteltiin tiiliseinän viereen, jotta kaikki komponentit olisivat työalueen läheisyydessä eivätkä estäisi työntekijöiden tai trukkien kulkua, ja komponenttien järjestely näkyisi työntekijöille.

Enduro-sarjan kokoonpanoyksikkö haluttiin ottaa huomioon, jolloin sitä pyrittiin olemaan muokkaamatta. Lisäksi vain yhden pöydän poistaminen oli tarpeen, jolloin jäi riittävästi tilaa trukin liikkumiseen. Piirustukseen lisättiin myös kävelytie työntekijöille.

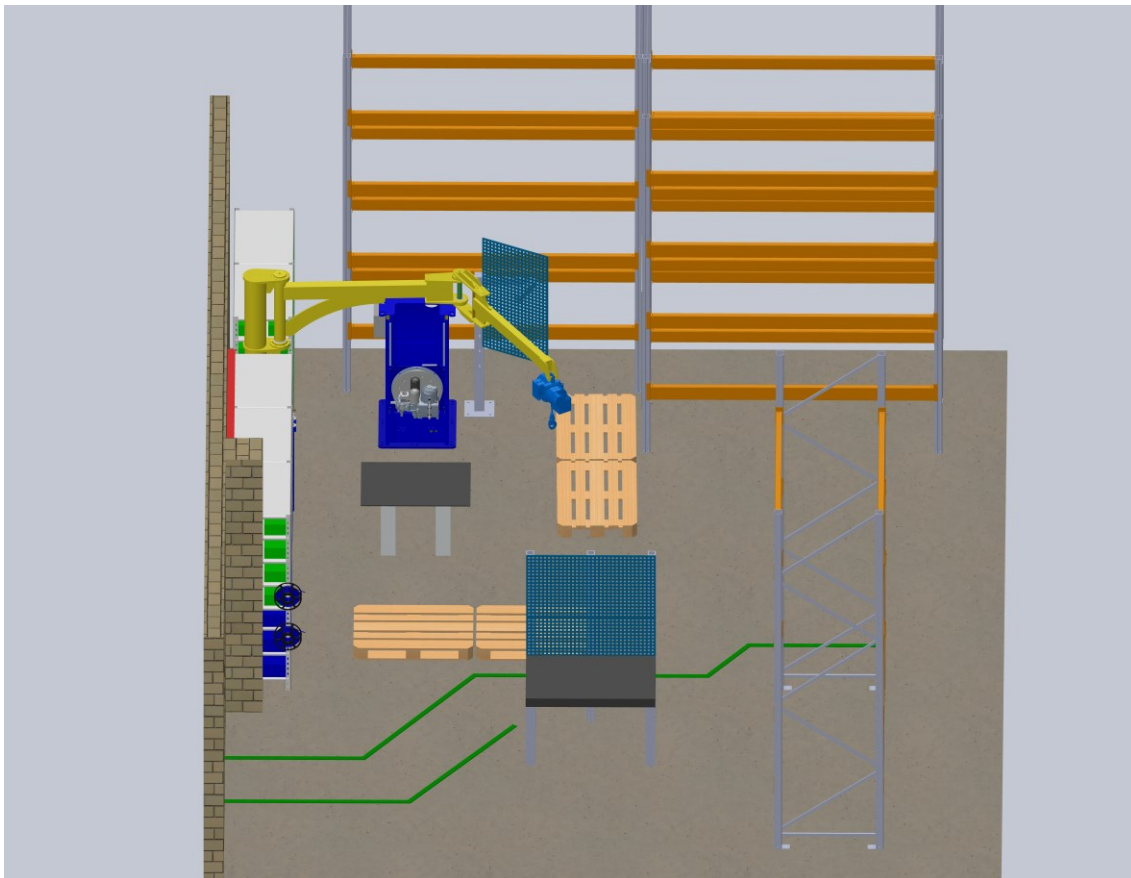
Layout näkyy kuvassa 16 ylhäältä päin katsottuna, ja kuvissa 17 ja 18 on 3D-näkymä layoutista eri näkökulmista. Liitteessä 1 layout näkyy 2D-muodossa tärkeine mittoineen.



Kuva 16 valmis 3-D Layout ylhäältä päin.



Kuva 17 layout 3-D perspektiivi



Kuva 18 Layout 3-D perspektiivi

7.4.2 Nosturin paikka

Koska uudessa solussa ei ole olemassa olevia nostureita eikä Enduro-sarjan asennusyksikön nosturit ylety sinne, pyydettiin suunnittelemaan erilaisia nostotyyppi- ja sijoitusehdotuksia asennusyksikön vaatimusten mukaiselle nosturille. Luotiin kolme erilaista ehdotusta. Tarvittavan nosturin tulisi pystyä nostamaan vähintään 250 kg. Tämä opinnäytetyö ei käsittele erilaisia nosturityyppejä, vaan esitellään vain vaihtoehtoja sen sijoittamiseksi.

Ensimmäinen ehdotus on kääntöpuominosturi (liite 2) joustavalla varrella, jonka kokonaispituus on 3,5 m. Nosturin sijainti on komponenttihyllyjen keskellä ja tarpeeksi korkea, jotta se ei törmäisi hyllyihin. Nosturi kykenee kattamaan koko asennusyksikön noin 180 astetta, ulottuen työpöytien ja pinojen luo. Nosturi kykenee nostamaan raskaimmat osat ja myös jättämään valmiit kompressorit laivoille.

Toinen ehdotus on seinäkääntöpuominosturi (liite 3), joka on kiinteästi kiinnitetty seinään ja palkkiin. Se on 5,5 m pitkä, jossa nostonhallintajärjestelmän on liikuttava nosturin pituussuunnassa, mikä ei olisi mukavaa työntekijöille. Työntekijä joutuisi siirtämään komponenteilla tai valmiilla kompressoreilla kuormitettua nosturia paikasta toiseen. Nosturi kattaa lähes koko työalueen jättäen vain pienen osan ilman nosturia, missä pinoja sijaitsee.

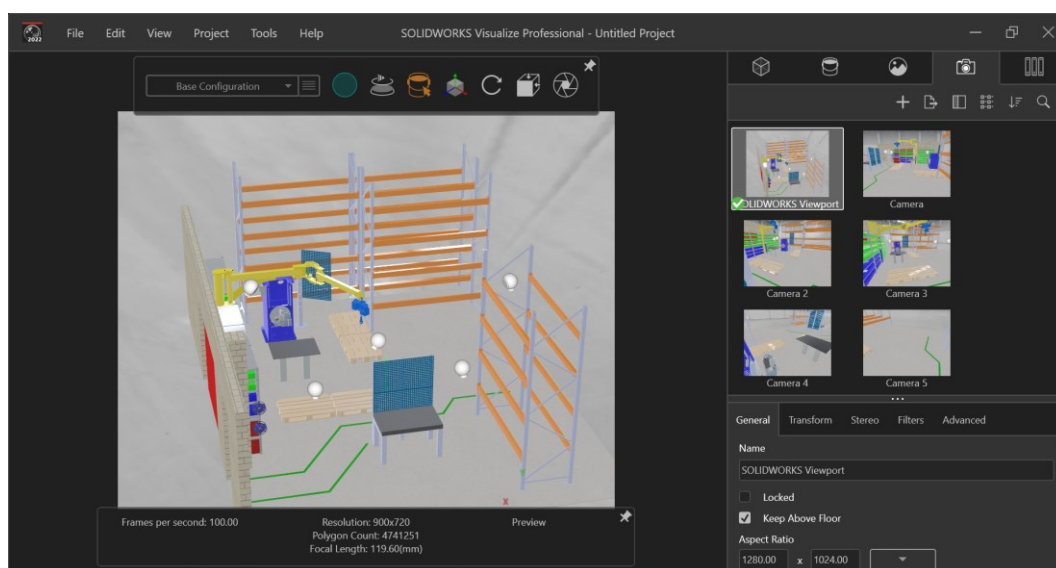
Kolmas ehdotus on kääntöpuominosturi (liite 4), joka on kiinnitetty vain noin 1,5 m etäisyydelle seinästä palkkiin. Sen pituus on 5 m. Nostolaitteisto olisi sama kuin toisessa ehdotuksessa, joten työntekijän on siirrettävä nosturia työalueen läpi. Nosturi kattaa lähes koko työalueen, mutta jättää alueen ilman nosturia. Nosturin liikkumista rajoittaa pinojen hyllyt, johon se törmäisi.

8 VR – VISUALISOINTI

Kun 2D- ja 3D-layoutin suunnittelu valmistui, harkittiin VR-tekniikan käyttöä yksikön tarkistamiseen ja navigointiin todellisuutta lähempänä olevasta näkökulmasta. Luotiin kaksi versiota layoutista, kevyempi ja yksinkertaisempi versio, jota voidaan käyttää matkapuhelimissa tai tietokoneissa, ja toinen vaihtoehto, joka on monimutkaisempi ja käyttää VR-laseja. Ensimmäinen vaihtoehto jaettiin yrityksen kanssa linkin kautta, ja toinen vaihtoehto esiteltiin työpaikalla yrityksessä työntekijöille ja johdolle.

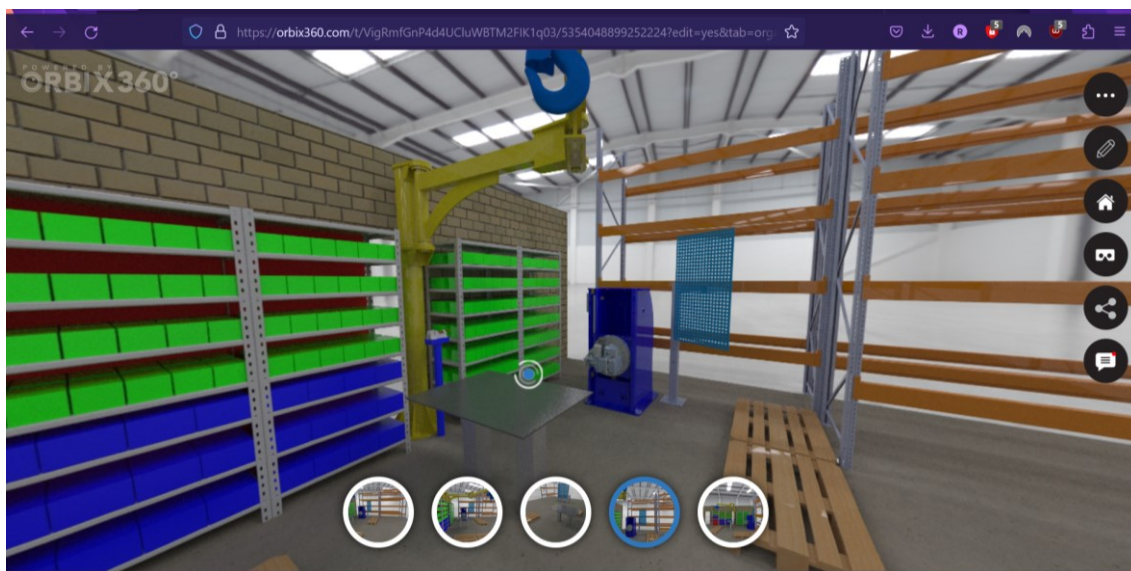
8.1 VR mobiili-versio

Tässä versiossa käytettiin 3D-kokoonpanoa, joka luotiin SolidWorksin avulla, kun kaikki yksityiskohdat oli viimeistely. Kokoonpanodokumentti (.SLDASM) tuotiin sitten ohjelmaan SOLIDWORKS Visualize 2022, jossa kyseisellä ohjelmalla on mahdollista visualisoida kokoonpano ja lisätä kameroita kokoonpanoon haluttuihin paikkoihin. Oli mahdollista lisätä 360 asteen kameroita, joten lisäsin 5 erilaista kameraa eri paikkoihin kokoonpanoa (kuva 19). Kun kamerat oli sijoitettu oikein, oli tarpeen renderöidä kamerat, mikä oli hidasta ja kesti useita tunteja riippuen tietokoneen ominaisuuksista.



Kuva 19 Layout Visualize 5 kamerat paikallaan.

Kun renderöinti valmistui, saatiin viisi 360 asteen panoraamaa kuvaa. Käyttäen ilmaista ORBIX 360° -ohjelmaa virtuaalisten kierrosten tekemiseen, kuvat lisättiin ohjelmaan, mikä loi virtuaalisen ympäristön. Kuvat asetettiin haluttuun järjestykseen ja navigointipisteitä lisättiin, mikä mahdollisti edetä tässä ympäristössä. Lopputuloksen voi nähdä kuvassa 20.



Kuva 20 ORBIX360° Virtual ympäristö

Tämän ohjelman avulla on helppo jakaa virtuaaliympäristö, jota voidaan käyttää millä tahansa tietokoneella ja puhelimella. Se antaa myös mahdollisuuden käyttää yksinkertaisia virtuaalilaseja, kuten Google Cardboard, älypuhelimien kanssa. Tässä on linkki virtuaaliympäristöön: <https://orbix360.com/dsdAGLZG0>.

8.2 VR laajempiin versio

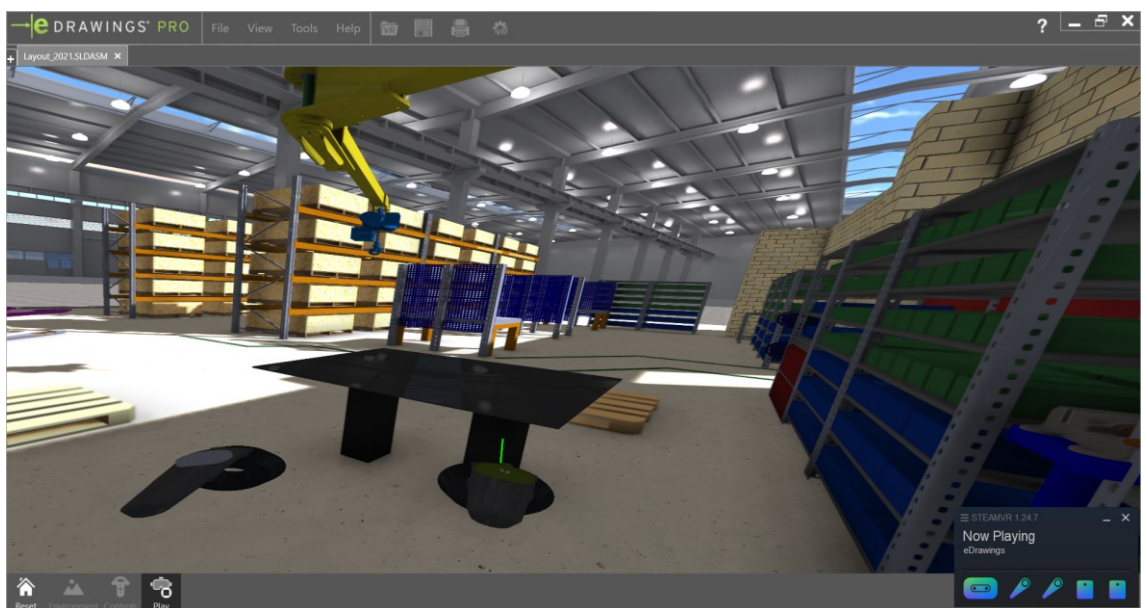
Laajemman version luomiseen käytettiin samaa 3D-kokoamistiedostoa, joka oli luotu SolidWorksissa. Sen muokkaamisessa käytettiin ohjelmaa nimeltä eDrawings, jolla voi luoda virtuaaliympäristöjä pelkällä SolidWorksin kokoamistiedostolla. Myös tehokas tietokone on tarpeen, joka pystyy käsittelemään VR-ympäristöjä ja käyttämään VR-laseja. Käytetyt VR-lasit olivat HTC VIVE PRO-2, koska niitä suositellaan eDrawingsille. Lasit ja tietokone lainattiin ammatikorkeakoululta, sillä tietokoneessa oli jo kaikki tarvittavat ohjelmat VR-ympäristön luomiseen.

Tässä kokoamisessa lisättiin enemmän komponentteja, kuten kuormitetut hyllyt ja yksinkertaiset työyksiköt. Tämä tehtiin, jotta VR-laseja käyttävän henkilön olisi helpompi sijoittaa itsensä oikealle paikalle ja tutkia aluetta interaktiivisesti.

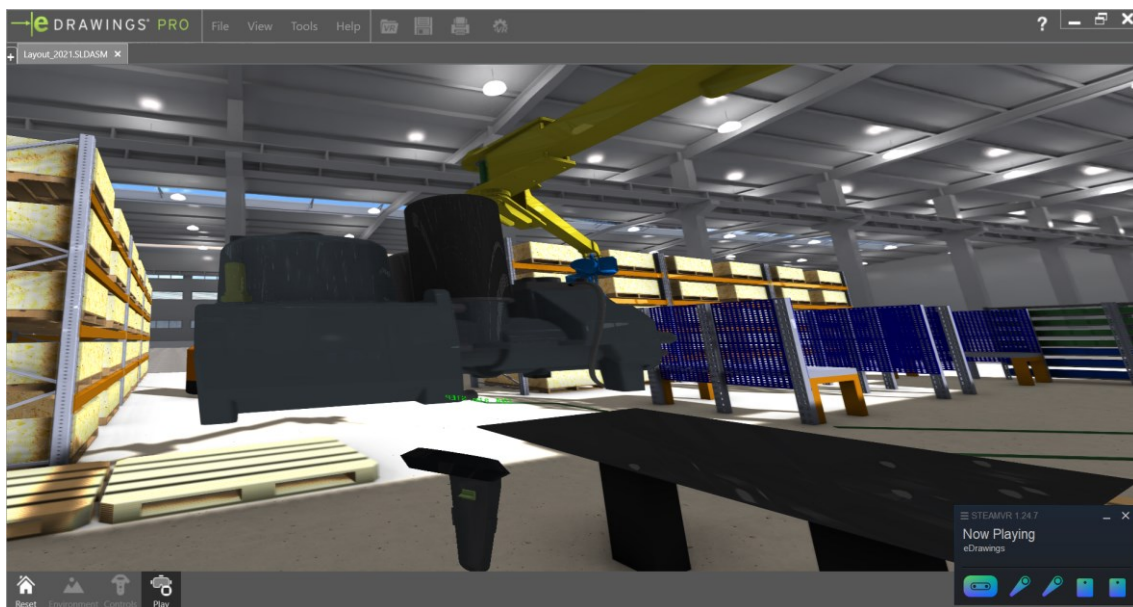
Tällä työkalulla työntekijät pystyivät tutkimaan uutta kokoamisyksikköä ja liikuttamaan komponentteja, mikä auttoi hahmottamaan niiden todellista kokoa. Näin he pystyivät antamaan mielipiteitä siitä, ovatko suunnitellut tilat riittävät liikkumiseen ja onko komponenttien, koneiden ja työkalujen sijoittelu järkevä. Seuraavissa kuvissa näkyy (kuva 21,22,23), mitä VR-laseista nähtiin.



Kuva 21 näkymä kokoonpanosolua kohti



Kuva 22 näkymä kokoonpanosolulta



Kuva 23 kädessä kompressori

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uusi kokoamissolu TN4-, TN8-, CTN2- ja CTN4-kompressoreille. Tavoitteena oli luoda suunnittelusuunnitelma, joka voisi sisältää kaikki tarvittavat komponentit toiminnan varmistamiseksi. Tilaa täytyi hyödyntää tehokkaasti ilman, että aluetta tarvitsi muuttaa liikaa tai vaikuttaa muihin kokoamissoluihin.

Opinnäytetyön tuloksena yritykselle esitettiin ehdotus uudesta kokoamissolusta, nosturien sijoittamisvaihtoehdoista sekä komponenttien varastointipaikoista.

3D-mallinnuksen ja VR-visualisoinnin avulla saatiin luotua virtuaalinen esittely kokoamissolusta. Tällaisella työkalulla on ainutlaatuinen mahdollisuus visualisoida ja testata erilaisia skenaarioita, mikä helpottaa mahdollisten ongelmien tunnistamista ja muutosten tekemistä ennen rakentamisen aloittamista. Lisäksi VR-visualisointi tarjoaa erittäin immerstiivisen kokemuksen, mikä mahdollistaa asennuksen kokeilun, ikään kuin olisi fyysisesti läsnä.

3D-mallinnuksen ja VR-visualisoinnin käyttö ovat olennaisia modernien suunnittelu- ja rakennusprosessien kannalta. Nämä teknologiat tarjoavat merkittäviä etuja kustannusten, tehokkuuden ja turvallisuuden suhteen, ja ovat ratkaisevia asennuksen onnistumisen varmistamiseksi.

LÄHTEET

Gardner Denver Oy, Yritysesittely 2022. Luettu 12.12.2022

Ingersoll Rand OEM, solutions and products. Verkkosivu. Luettu 10.02.2023
<https://www.ingersollrand.com/en-fi/oem-solutions/products>

Gardner Denver Oy, Tuote – esite. Verkkosivu. Luettu 12.02.2023
<https://www.gardnerdenver.com/en-fi/tamrotor>

Jussila, J. OEM Strategic Technical Sales Support. 2023 sähköpostihaastattelu 13.1.2023. Tampere.

Haverila, M. et al. (2009) Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Infacs johtamistekniikka.

Moran, S. (2017) Process plant layout. Second edition. Amsterdam: BH.

Slack, N. et al. (2001) Operations management.

Logistiikanmaailma, tuotantoon layout. Verkkosivu. Luettu 15.02.2023
<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Sheldon, R. 2022. definition virtual reality. Verkkosivu. Luettu 7.1.2023
<https://www.techtarget.com/whatis/definition/virtual-reality>

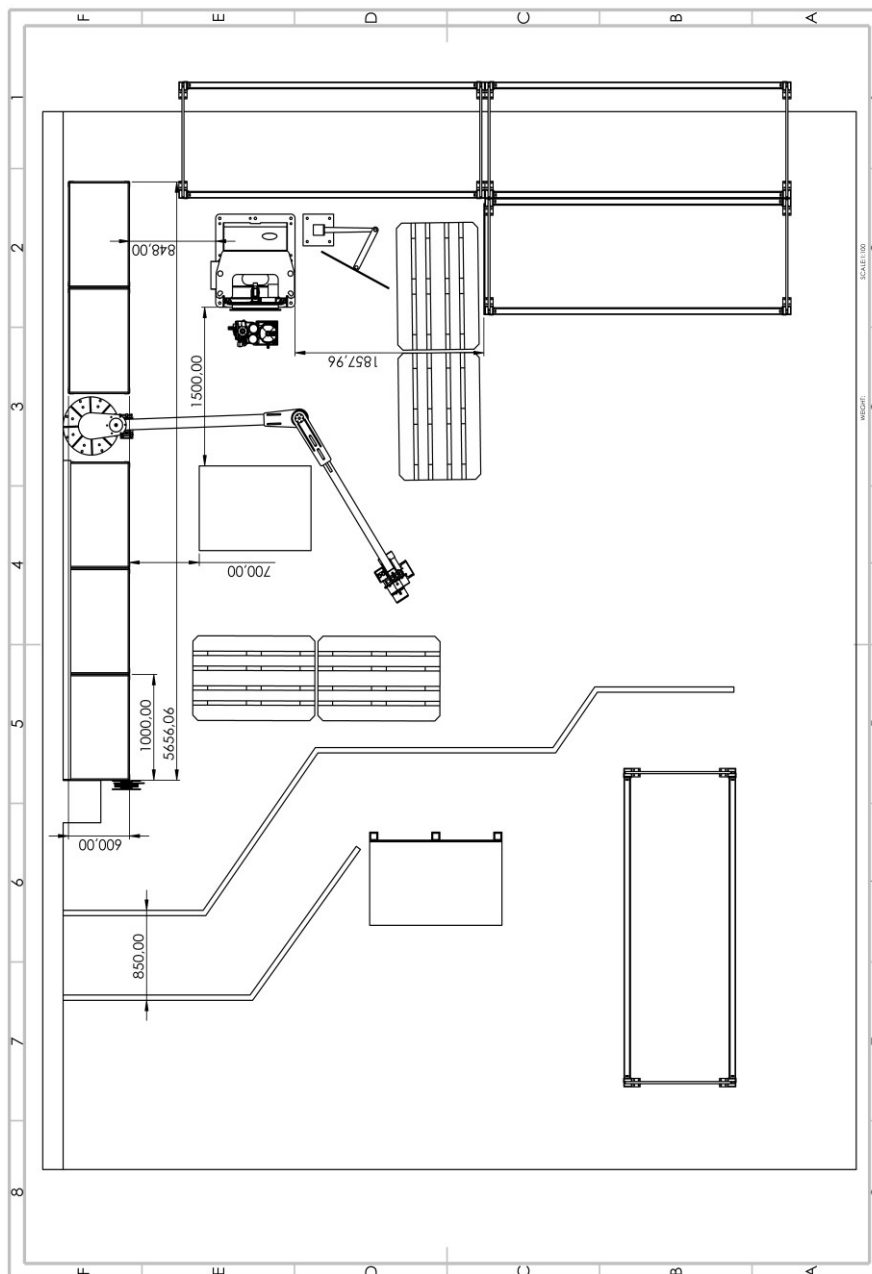
Orbix360°, VR creation and Publishing company. Verkkosivu. Luettu 13.1.2023
<https://orbix360.com>

Hillner B. 2017. Quickstart Guide to Using Virtual Reality in SOLIDWORKS Visualize Professional, SolidWorks Blogi 27.10.2017. Luettu 6.1.2023
<https://blogs.solidworks.com/tech/2017/10/quickstart-guide-virtual-reality-visualize-professional-2018.html>

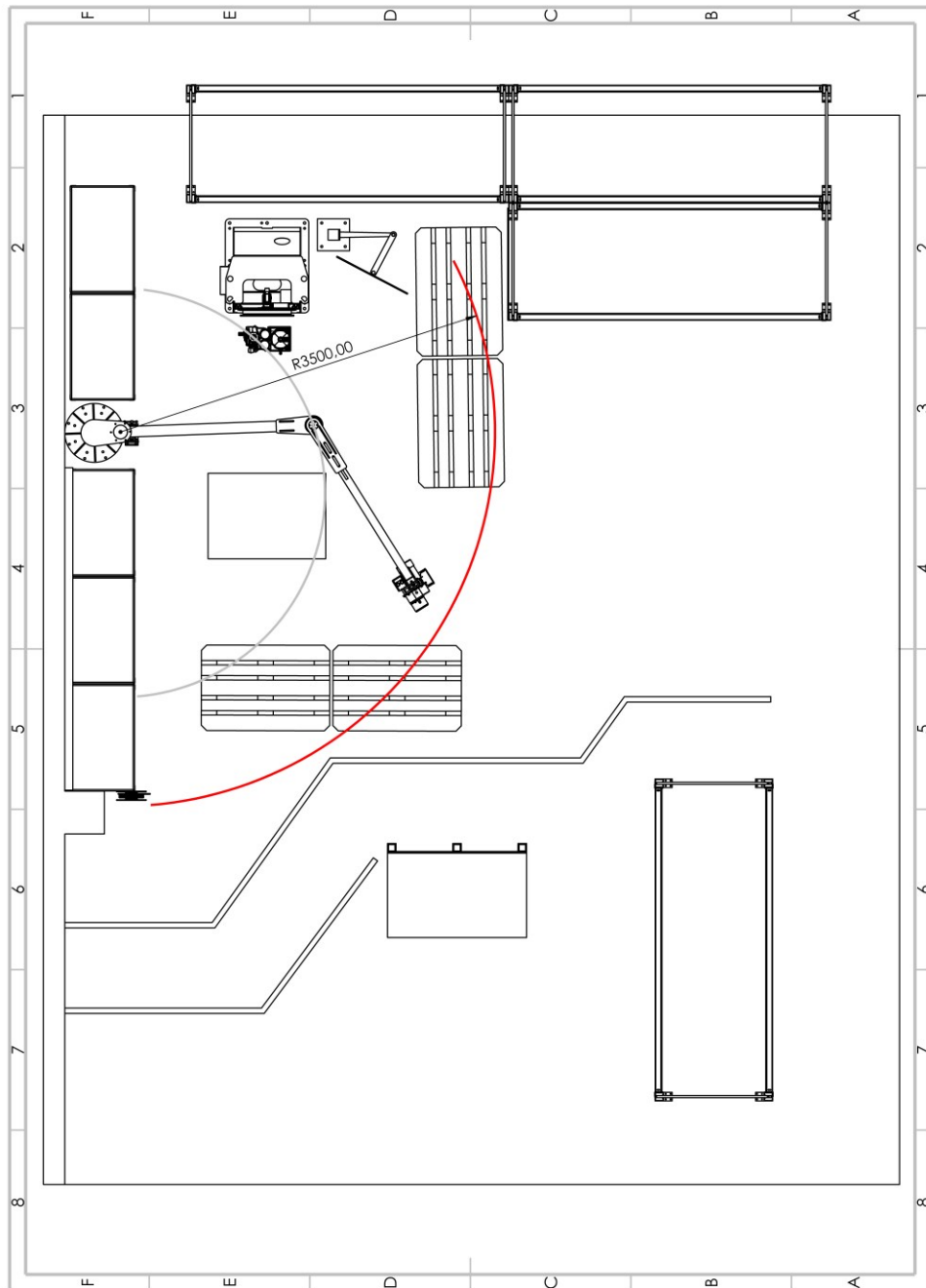
eDrawings Professional, Virtual Reality. Verkkosivu. Luettu 17.1.2023
https://help.solidworks.com/2022/English/edrawings/c_virtual_reality.htm?id=6a305ee6bf6a45bf89c2208127648b82#Pg0

LIITTEET

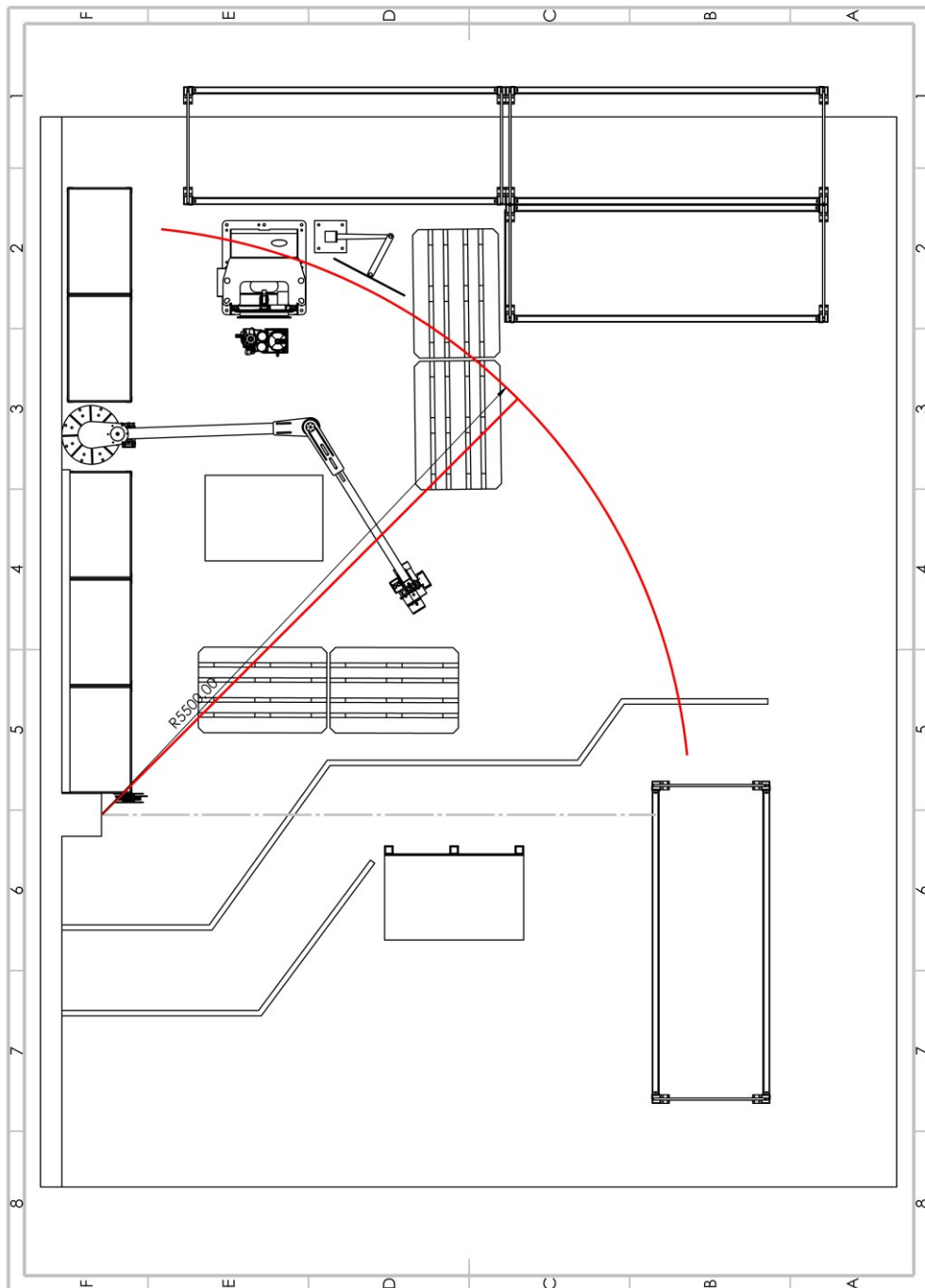
Liite 1. Layout



Liite 2. Nosturi vaihtoehto 1



Liite 3. Nosturi vaihtohto 2



Liite 4. Nosturi vaihtoehto 3

