

KIEMURA, MIKRO- JA KIERRÄTYSMUOVIEIN
KIERTOTALOUSRATKAISUT-PROJEKTI,
LAYOUT SUUNNITTELU

Tiivistelmä

Tekijä(t) Säntti, Anton	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Syksy 2020
	Sivumäärä 26	
Työn nimi KIEMURA, MIKRO- JA KIERRÄTYSMUOVIEIN KIERTOTALOUSRATKAISUT-PROJEKTI LAYOUT SUUNNITTELU		
Tutkinto Konetekniikka, Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Kiemura-projekti on monitahoinen hanke, jossa keskenään toimivat LAB AMK, Helsingin Yliopisto ja Muovipoli Oy. Projekti on EU rahoitteinen tutkimus- ja kehitysprojekti. Projektin tarkoituksena on kehittää muovinkäsittely keskus. Tämän keskuksessa suoritetun käsittelyn jälkeen muovi on valmis uudelleen käytettäväksi.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda layout, jossa valitaan ihanteellisin sijoitusratkaisu laitteistolle merikontissa, huomioiden layout suunnitteluun kuuluvat olennaiset osa-alueet.</p> <p>Varsinainen työn esittely alkaa kappaleessa 2. jossa avataan käsitettä layout suunnittelu ja mitä kaikkea vaaditaan onnistuneen layoutin luomiseen.</p> <p>Kappaleessa 3. käydään läpi pintapuolisesti projektissa käytettävää suunnitteluohjelmaa nimeltään Solidworks.</p> <p>Kappaleessa 4. esitellään Kiemura projektin laitteistoa, jonka jälkeen lukijalla on käsitys siitä mitä laitteita Kiemurassa käytetään.</p> <p>Viimeisessä kappaleessa 5. esitellään valmiita 3D mallinnuksia ja layout pohja. Käydään läpi projektissa vastaan tulleita ongelma kohtia sekä pohditaan tulevia kehityshankkeita.</p>		
Asiasanat Kiemura, Layout, SolidWorks, Mallinnus		

Abstract

Author(s) Säntti, Anton	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2020
	Number of pages 26	
Title of publication KIEMURA, CIRCULAR ECOMY SOLUTIONS FOR MICRO AND RECYCLABLE PLASTICS, LAYOUT DESIGN		
Name of Degree Bachelor's Degree Programme in Mechanical Engineering		
Abstract <p>Kiemura-project is a complex project which includes companies like LAB UAS, University of Helsinki and Muovipoli Oy. The project is an EU-funded research- and development project. The purpose of the project is to create a recycling center for plastics. Once the plastic has been processed at the factory, it is ready for re-use.</p> <p>The purpose of the thesis was to create a layout, where the designer selects the most ideal placing for the machines in the container, following the essential aspects of layout designing.</p> <p>The actual presentation of the work starts in chapter 2. where this thesis explains the concept of layout focusing on creating a successful one. It also reviews the design software used in the project perfunctory called SolidWorks.</p> <p>Chapter 4. The study introduces the machinery of the Kiemura project. After this, the reader has an idea of what machines were used in Kiemura.</p> <p>Finally, ready-made 3D- models and base drawing of the layout are introduced. In the end, the study reviews the problems encountered in the project and consider future development ideas.</p>		
Keywords Kiemura, Layout, SolidWorks, Design		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LAYOUT-SUUNNITTELU	2
2.1	Layout-tyypit	2
2.1.1	Solu-layout	2
2.1.2	Tuotantolinja-layout	3
2.1.3	Funktionaalinen-layout.....	3
2.2	Layout-tyypin valinta	3
2.3	Layout suunnittelun tavoitteet	4
3	MALLINNUSOHJELMA	6
4	KIEMURA	7
4.1	Prosessi.....	7
4.1.1	Murskaus.....	7
4.1.2	Pesu	8
4.1.3	Erottelu	9
4.1.4	Kuivaus.....	10
4.1.5	Ekstruusio.....	12
5	LAYOUTIN TOTEUTUS.....	13
5.1	Layout-tyyppi	13
5.2	Mallinnus	13
5.3	Laitteiston sijoittelu	14
5.4	Kulkeminen.....	16
5.5	Layoutin esittely.....	17
5.6	Laajennus mahdollisuudet	19
6	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

Kiemura- projekti on LAB ammattikorkeakoulun, Helsingin Yliopiston ja Muovipoli Oy:n yhteinen projekti. Projektin tarkoituksena on kehittää uudenlainen muovien kiertotalousratkaisu, joka pystyy erottelemaan muovilaadut toisistaan ja puristamaan erotellut muovit ulos ekstruusio muodossa. Muovin käsittely etenee seuraavassa järjestyksessä, murskaus, pesu, erottelu, kuivaus ja viimeisenä ekstruusio.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Kiemuralle toimiva layout, löytää ihanteellisin sijoitusratkaisu laitteistolle sekä selkeyttää materiaalinkäsittelyketjua. Kokonaisuutena tarkoituksena oli luoda työntekijäystävällinen ympäristö, joka johtaa sujuvampaan tuotantoon keskuksessa.

Työ alkaa luonnollisesti avaamalla käsitettä layout, sekä mihin sillä pyritään. Tämän jälkeen käydään läpi layout-tyypit, sekä niiden ominaisuuksia. Tähän samaan kategoriaan kuuluu ohjeistus oikean layouttyypin valintaan, sekä miten tunnistetaan hyvän layoutin ominaisuudet. Opinnäytetyössä käydään läpi vain pintapuolisesti suunnitteluohjelmaa Solidworks. Ohjelma on itsessään niin laaja, että syvempi ymmärrys vaatii ohjelman käyttöä ohjatusti sekä omatoimista tutustumista.

Välttämättömien perustietojen jälkeen, siirrytään itse projektiin. Kappaleessa 4. käydään läpi Kiemurassa käytettävää laitteistoa, sekä niiden tehtäviä.

Tämän jälkeen lukija ymmärtää paremmin projektin laitteistoa sekä layoutin rakennetta. Kappaleessa 5. syvennyttään itse layoutin toteutukseen vaihe vaiheelta kohti lopullista layout mallia ja sekä sen esittelyä.

2 LAYOUT-SUUNNITTELU

”Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa” (Haverila, Uusi Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 475). Layout-suunnittelulla selvitetään ja havainnollistetaan yksittäisen koneen todellinen tilantarve tehtaassa. Suunnitelmaa tehtäessä tulee huomioida mm. turvallisuus, huoltovälit sekä käytännöllisyys.

Hyvällä layout-suunnittelulla selvitetään taloudellisin sijoitusratkaisu, tehokkain tuotanto sekä käyttäjäkohtainen toimivuus kussakin työvaiheessa.

Layout-suunnittelulla on siis suuri merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Jotta näihin tavoitteisiin päästäisiin, tulee suunnittelijan tietää valmistettavat tuotteet, prosessissa käytettävät koneet sekä prosessin järjestys tehtaassa.

Suunnittelijalta vaaditaan kykyä kommunikoida muiden projektissa toimivien henkilöiden kanssa, jotta jokainen ongelma-alue sekä tilantarve havaitaan jo suunnitteluvaiheessa. Valitettavasti jotkut ongelmatilanteet havaitaan vasta prosessiketjun käynnistyessä. Esimerkkinä tässä voitaisiin käyttää yhden tuotantosolun kuormittumista, jolla on suora vaikutus muihin tuotannonsoluihin. Suunnittelijana on erittäin haasteellista ennalta-arvioida tämän tyyppisiä tilanteita tuotannossa.

2.1 Layout-tyypit

Layout-tyypit voidaan jakaa pääpiirteittäin kolmeen eri päätyyppiin työjärjestyksen ja laitteiston sijoituksen perusteella. Nämä kolme layout-tyyppiä ovat: funktionaalinen-, solu- ja tuotantolinja-layout. Monivaiheisessa tuotannossa on mahdollista käyttää myös layout-tyyppien yhdistelmiä. Tällä tavoin mahdollistetaan tehokkain tuotanto ja taloudellisin ratkaisu yritykselle.

2.1.1 Solu-layout

Solu-layout on itsenäinen ryhmä, joka koostuu koneista ja työpisteistä. Tämä yksikkö tarkoittaa, että tuote saadaan valmistettua. Siinä on yksinkertainen materiaalivirta, eikä tähän tarvita välivarastoja. Solu-layoutin tuotannonohjaus on yksinkertaista ja kevyttä, verrattuna funktionaaliseen-layoutiin. Työntekijät liikkuvat kuormitusasteen mukaan, jotta vältettäisiin ylikuormitus soluissa. Liikkuminen on helppoa, koska asetusajat ovat lyhyet. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 477–478).

Toisinaan solun sisäiset kone ja työpiste kuormitusasteet voivat vaihdella rajusti. Työntekijöitä kierrätetään ryhmän sisällä, tällä tavoin työntekijöiden osaaminen kasvaa. Tällä on suora vaikutus työmotivaation kasvuun sekä tuottavuuden paranemiseen. Työntekijöillä itsellään on mahdollisuus vaikuttaa omaan työnjakoon sekä uusien työtehtävien harjoittamiseen. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 478).

2.1.2 Tuotantolinja-layout

Tuotantolinjassa tuote prosessi on selkeää. Tuote kulkee linjaston läpi, jonka varrella on työpisteitä. Näissä työpisteissä tuotteeseen lisätään osia tai tehdään tarvittavia parannuksia. Tuotantolinjassa käsittely ja valmistus ovat hyvin automatisoituja, työpisteillä ei siis tarvita ihmisiä. Tällaisessa linjastolla tehokkuus on erittäin korkea. Lähes kaikilla autovalmistalla on käytössään tuotantolinja-layout malli. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 475–476).

Tuotantolinja on erittäin kallis rakentaa, joten suunnittelu vaati erityistä huolellisuutta. Etenkin koneiden nosto-/kääntö kapasiteetti tulee ottaa huomioon, työprosessia suunniteltaessa. Tuotantolinjaa tulee valvoa tehokkaasti, koska sillä on heikko häiriönsietokyky, jos häiriöitä ei huomioida, laitteisto voi tehdä suuria määriä virheellisiä tuotteita. Tästä seuraa suuret taloudelliset tappiot yritykselle. Linjaston valvontapisteet sijaitsevat alku- ja loppupäässä. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 476).

2.1.3 Funktionaalinen-layout

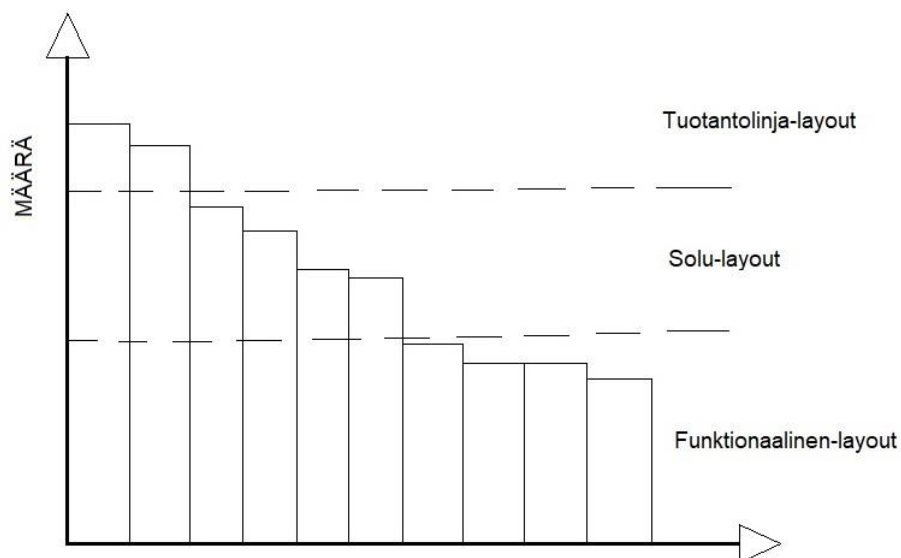
Funktionaalisessa eli prosessilähtöisessä layoutissa, työpisteet ja koneet on ryhmitelty samankaltaisuuden perusteella. Tällaisessa layoutissa esim. sorvaus, poraus, hitsaus ja hionta on jaettu omiin lohkoihinsa. Funktionaalisessa layoutissa voidaan tarvittaessa vaihdella tuotantomääriä sekä tuotemalleja, koska laitteisto on valittu monipuolisiin käyttötarkoituksiin. Funktionaalisessa layoutissa tuotteet tehdään yksittäisinä tai sarjoina. (Uusi-Rauva, Kouri & Haverila 2009, 477).

Tuottavuudeltaan funktionaalinen layout on heikko, verrattuna tuotantolinja-layoutiin, keskenäisiltä tuotteilta on vaikea välttyä. Tässä layoutissa häiriönsietokyky on erittäin korkea. (Uusi-Rauva, Kouri & Haverila 2009, 476).

2.2 Layout-tyypin valinta

Layout-tyyppiä valitessa, tulee selvittää tehtaassa valmistettavien tuotteiden laajuus ja niiden tuotantomäärät. Tässä voidaan käyttää apuna esimerkiksi. Tuote-määrä analyysiä (Kuvio 1). Kun tehtaan tuotantomäärät ovat suuria, mutta tuotteet samanlaisia, voidaan

tässä tapauksessa valita tuotantolinja-layout. Jos taas tuotantomäärät pysyvät pieninä, mutta tuotelaajuus on suuri, käytetään funktionaalista-layoutia. Solu-layout sijoittuu näiden edellä mainittujen layoutien väliin ja toimii tällä tavoin eräänlaisena kompromissina. Solu-layoutia käytetään, kun tuotelaajuus on melko suuri, mutta tuotantomäärät eivät yletä tuotantolinja-layoutin tasolle. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 479).



Kaavio 1. Tuote-määrä analyysi

Tuotantoon valittu layout voi myös koostua pienemmistä osa-alueista, jotka muodostavat erilaisia osalayouteja. Esimerkiksi kokoonpanolinjaa ruokitaan osilla, jotka on valmistettu pienemmässä solussa. Tämän tyyppinen ratkaisu on hyvä esimerkki hyvin suunnitellusta layoutmallista. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 480).

2.3 Layout suunnittelun tavoitteet

Layout suunnittelun tavoitteena on luoda hyvin toimiva koneisto, jossa materiaalivirrat ovat tehokkaita ja välimatkat lyhyitä. Tällä tavoin helpotetaan tuotannonohjausta ja tuotannon-toimintaa. Kaikilla työpisteillä on huomioitu laitetarpeet, ergonomisuus, työturvallisuus sekä tarvittava työskentelytila. Myös ylimääräinen lisätila tulisi huomioida, mahdollisia laite korjauksia varten.

Layoutissa on huomioitu laajennus- ja muutostarpeet, jos tuotetyyppi tai tuotantomäärät muuttuvat huomattavasti. Isojen ja vaikeasti liikuteltavien koneiden sijoittelu, tulee huomioida aikaisessa suunnittelu vaiheessa. Tämän tyyppisiä koneita ovat suuret lineaarikuljettimet, raskaat työstökoneet sekä automatisoidut varastojärjestelmät. Näiden sijoittelu tulee

huomioida siten, että niistä ei olisi haittaa layoutin muutosta tehdessä. (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 480–482).

Hyvä layout koostuu seuraavista ominaisuuksista:

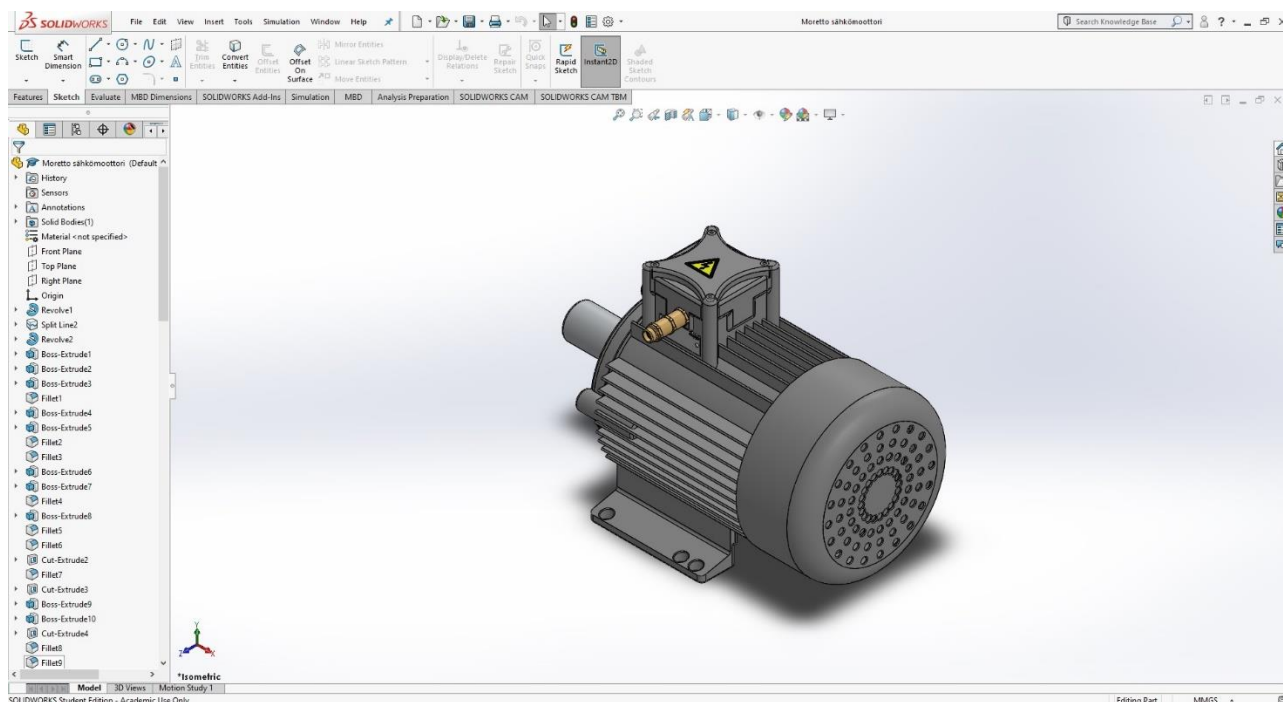
- Selkeät materiaalivirrat.
- Helposti ja joustavasti muutettavissa oleva layout
- Tarve materiaali siirroille on pieni
- Lyhyet kuljetusmatkat
- Erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty samaan paikkaan
- Tehtaan sisäisten palveluiden sijoittaminen käyttöpaikan lähelle
- Tehokas materiaalien jakelu ja vastaanotto
- Sisäisen kommunikaation vaivattomuus
- Valmistusvaiheiden vaatimat erityistarpeet on otettu huomioon
- Annettu tila on käytetty tehokkaasti
- Työturvallisuus- ja tyytyväisyys on huomioitu (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 482).

3 MALLINNUSOHJELMA

Solidworks Corporation perustettiin vuonna 1993 Jon Hirschtickin toimesta miljoonalla dollarilla. Jon palkkasi ryhmän insinöörejä, jotka yhdessä alkoivat suunnitella uutta CAD-ohjelmistoa, joka olisi kilpailukykyinen olemassa olevien ohjelmistojen kanssa.

Solidworksistä pyrittiin luomaan imago helposti lähestyttävänä sekä edullisena suunnitteluohjelmiana. Solidworks julkaisi ensimmäisen merkittävän mallinnusohjelmansa vuonna 1995 Windowsin tietokoneille. Jo silloinen kilpailija AutoCAD, oli julkaissut oman 2D – suunnitteluohjelmistonsa ennen Solidworksia. Solidworks kuitenkin loi markkinoille uuden osa-alueen: 3D-mallinnuksen. Menestyksensä takia vuonna 1997 ranskalainen 3D-mallinnukseen erikoistunut yritys, Dassault Systèmes osti Solidworksin 320 miljoonalla dollarilla. (Bethany 2017.)

Suunnittelu Solidworksissä painottuu 3D-mallinnukseen, mutta ohjelma taipuu myös 2D-mallinnukseen. Älykäs ohjelmisto pystyy tuottamaan itse mm. tilavuus- ja massalaskelmat, osaluettelot sekä osanumeroinnin. SolidWorksistä löytyy kattava materiaalikirjasto mm. teräksiä, rautoja, kumeja sekä muoveja. Yli 2 170 100 insinööriä ja tuotesuunnittelijaa käyttää Solidworksin ohjelmistoja päivittäin mm. automaatio-, metsäkoneiden- ja muovituotteidensuunnitteluun. (Solidworks 2020). Kuvassa 1 havainnollistetaan Solidworks 2019-ohjelman käyttöliittymää.



Kuva 1. Solidworksin käyttöliittymä

4 KIEMURA

Mikro- ja kierrätysmuovin kiertotalouden ratkaisut (lyhyemmin Kiemura.) on EU- rahoitteinen tutkimus- ja kehitysprojekti. Projektin avulla pyritään tutkimaan ja ratkaisemaan muovien kierrätykseen liittyviä haasteita, sekä tehostamaan muovien uusiokäyttöä. Projektissa yhteistyössä toimivat LAB ammattikorkeakoulu, Muovipoli sekä Helsingin yliopisto. (Kiemura esite, 2019).

Hanketta varten on visioitu pilot-tason muovien pesu- ja kierrätyslinjasto, joka sisältää muovien pesu-, erottelu- ja kuivauslaitteiston sekä kaksiruuviekstruuderin. Seuraavaksi käydään pintapuolisesti läpi laitteiston toimintaa ja tarkoitusta. Projektin on määrä valmistua 2020 vuoden loppuun mennessä.

4.1 Prosessi

Prosessi alkaa muovin murskauksella pieniksi n. 5 mm pituisiksi paloiksi, jonka jälkeen murskattu muovisilppu ajetaan pesurin läpi erotteluun. Huolellisesti suoritettua erottelun jälkeen, muovi ajetaan kuivuriin. Kuivauksen jälkeen muovisilppu on sopivassa muodossa, ekstruusiota varten.

4.1.1 Murskaus

Tuotanto alkaa prosessin ehkä tärkeimmällä toimenpiteellä, eli murskauksella. Murskauksen tarkoituksena on silputa olemassa oleva muovituote hienoksi, samankokoiseksi muovisilpuksi. Muovi pysyy tässä muodossa koko käsittelyprosessin ajan, ennen ekstruusiota.

Murskaus tapahtuu Moretton 400 voltisella GR3035U5 A- silppurilla (Kuva 2).

Moretton silppuri on valittu sen pienen koon, sekä laitteen nopean tuotantokapasiteetin ansiosta. Laite pystyy silppuamaan muovimateriaalia 100–180 kiloa tunnissa (Moretto, 2020).



Kuva 2. Moretto GR3035U5 A- silppuri

4.1.2 Pesu

Murskatun/silputun muovin pesu suoritetaan LAB- ammattikorkeakoulun opiskelijoiden kehittämällä innovaatiolla, pesurilla (Kuva 3). Pesuri koostuu linjastosta, 2- jakoisesta vesisäiliöstä ja putkistosta, jonka sisällä vesi/muovisilppu kulkee. Pesurissa sovelletaan uppopumpun vortex- ilmiötä, jossa muovisilppu hankautuu pumpunpesän reunaan vasten keskipakoisvoiman avulla. Kun muovi on kiertänyt ”pulsattorikoneen” läpi riittävän monta kertaa, avataan kuulasulku jolloin muovi/saippuaseos syötetään linjastolle. Tässä kohtaa vesi valutetaan pois ja ns. sakka jää säiliöiden pohjalle. 2- jakaisen vesisäiliön kautta, vesi kierretään takaisin saaviin.



Kuva 3. Pesuri helmikuussa 2020. Oikealla puolella kuva 2-jakoisesta vesisäiliöstä.

4.1.3 Erottelu

Muovisilpun erottelu vedestä tapahtuu hydrosykloni menetelmällä. Tässä prosessissa erotinainetta tiheämmät kappaleet vajoavat pohjalle ja kevyemmät kappaleet poistuvat nousemalla pintaan. Syklonin rakenne koostuu sylinterimäisestä syöttökammioista ja kartiomaisesta pohjasta, jota kutsutaan yleisesti erotuskammiksi. Syöttökammio on suljettu yläosasta ja sen lävitse kulkee pysty akselin suuntainen ylitysputki. (Wills 2006, 212.)

Projektia varten opiskelijat rakensivat oman syklonin LAB-ammattikorkeakoulun tiloihin (Kuva 4).



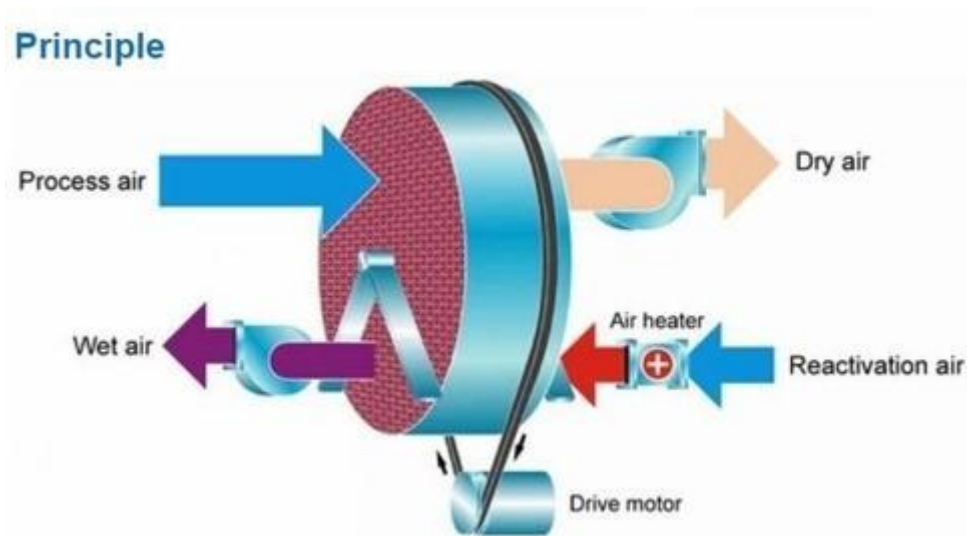
Kuva 4. Sykloninrunko lokakuussa 2019.

4.1.4 Kuivaus

Kuivauksen periaatteena on ilmakeivata kostea muovisilppu absorptio-roottorilla (Kuvat 5 ja 6). Tuloilma kulkee muovisilppua sisältävän roottorin läpi. Roottorin kostea osa pyörii hitaalla vauhdilla, jolloin lämmitetty ilmavirta kulkee sen lävitse. Poistoilmavirta lämmittää muovisilppua, jolloin tämä luovuttaa sen sisältämän kosteuden, joka poistuu regenerointi-ilman mukana. Kuivaus prosessi on havainnoitu kuvalla 6. (Munters Air Treatment, 2020).



Kuva 5. Absorptiorottori ilmanavalla huhtikuussa 2020.



Kuva 6. Absorptiorottorin toimintaperiaate.

4.1.5 Ekstruusio

Suulakepuristus, kansankielellä tunnetaan nimellä ekstruusio. On yleisnimi taukoamattomalle muovinvalmistusmenetelmälle. Jossa sylinterin sisällä sijaitseva ruuvi sulattaa muovin paineen, kitkan sekä sylinterin seinästä johtuvan lämmön avulla. Muovi massan painetta nostetaan pienentämällä ruuvin kierteiden väliin jäävää tilavuutta. Kitka aiheutetaan muovi materiaan lisäämällä ruuvin kierrosnopeutta. Sylinterin lämpötila puolestaan määrää sylinterin seinämistä johtuvaa lämpöä. Tätä säädetään lämpövastuksien avulla.

Ekstruusiossa käytetään usein yksi- sekä kaksiruuviekstruuderia. (Järvinen 2017, 154.)

Projektiin on valittu kaksiruuviekstruuderin, Ekstruuderille syötetään muovisilppua kahta syöttösäiliötä pitkin, syöttösäiliöt sijaitsevat ekstruuderin peräpäässä ja niiden sisälle on rakennettu kaksi ruuvia ohjaamaan syöttöä. Ruuveja pyöritetään kahdella DC-moottorilla.

Ekstruuderin ruuvit on jaettu sisältä kahteen eri prosessi vyöhykkeeseen, sulatusvyöhykkeeseen ja sekoitusvyöhykkeeseen. Sulanut muovimassa puskee ulos ekstruuderin suuttimesta, josta se syötetään pelletointiyksikköön. Tämän jälkeen massa jäädytetään ekstruuderin perässä sijaitsevan laitteiston avulla. Kuvassa 7 Kaksiruuviekstruuderin.



Kuva 7. LAB-ammattikorkeakoulun kaksiruuviekstruuderin helmikuussa 2020.

5 LAYOUTIN TOTEUTUS

5.1 Layout-tyyppi

Layout-tyyppi yleisesti valitaan tuotantovolyymien sekä tuotevalikoiman laajuuden perusteella. Riippumatta käsiteltävästä muovimateriaalista, jokainen muovi käy läpi saman prosessin tuotantoketjussa. Syötettävä muovimateriaali on pääsääntöisesti polyeteeniä, joka on käytetyin muovin polymeerinen raakamateriaali maailmassa.

Tuotantoketjussa jokaisella yksittäisellä laitteella on oma ainutlaatuinen tarkoitus, tästä syystä samankaltaisia työvaiheita ei tuotantoketjussa ole useampia. Tuotantoketjun toimivuus on lähes täysin riippuvainen ihmisestä, joka takaa materiaalikulun prosessissa, sekä huolehtii laitteiston päälle/pois kytkennästä.

Nämä edellä mainitut lähtötiedot puolsivat vahvasti solu-layoutin mallia.

Solu-layoutin etuna on yksinkertainen materiaalivirta, sekä työntekijöiden mahdollisuus liikkua työpisteillä kuormitusasteen mukaan (Haverila, Uusi-Rauva, Miettinen & Kouri 2009, 477–478). Suurin kuormitusaste osuu mitä todennäköisimmin pesuriin, johtuen sen pitkästä työstöajasta.

5.2 Mallinnus

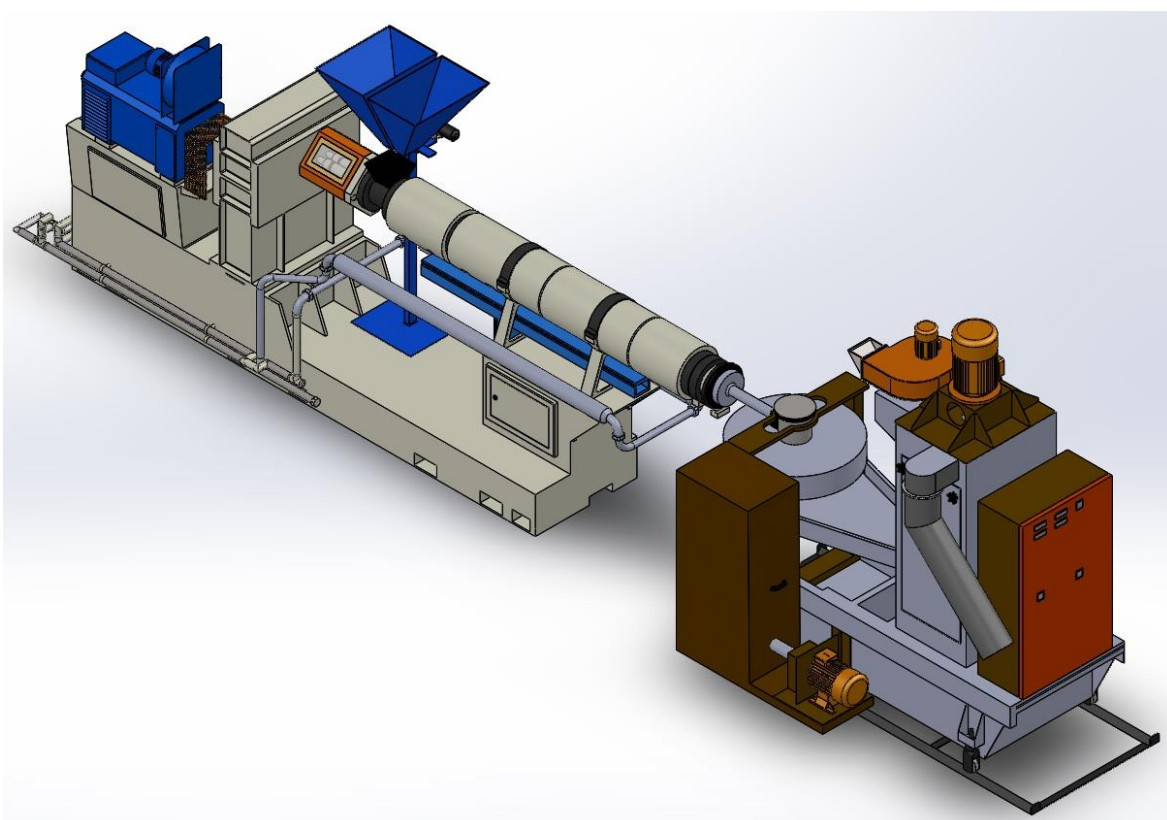
Mallinnuksen tarkoituksena oli luoda selkeä layout tuotantotiloille, sekä työkalu, jota voitaisiin helposti käyttää tulevaisuudessa uusien koneiden sijoittelussa.

Valittuani layout-tyypin, aloitin luonnosten tekemisen. Luonnos, joka tunnetaan ammattikielessä nimellä sketsi, on paperille tehtävä yksinkertainen hahmotelma, jolla kuvataan tulevaa projektia ja tuodaan esiin mahdollisia ongelmia sekä ideoita. Luonnosten yhteydessä, mitoitin laitteiston paikan päällä LAB-ammattikorkeakoulun tiloissa ja selvitin 6 metrisen merikontin standardimitat. Mitoitustyöhön kului paljon aikaa, koska kyseessä oli jo olemassa oleva laitteisto, joka täytyi mallintaa 3D muotoon.

Solidworksissä aloitin mallintamisen ekstruuderista. Ekstruuderin paikka määrittelee vahvasti muiden koneiden sijoittelun layoutissa, sen vuoksi se on syytä mallintaa ensimmäisten joukossa. Toinen vaikuttava tekijä tähän oli sen suuri koko. Mallintaminen voidaan aloittaa mistä tahansa kokonaisuudesta. Henkilökohtaisesti pyrin aloittamaan suuret projektit mallintamalla isoimmat yksiköt ensimmäiseksi, jotta ne eivät kuluttaisi liikaa aikaa projektin lopussa. Tällä tavoin vähennetään kiirettä mallinnuksen loppuvaiheessa, sekä varmistetaan että mallinnus valmistuu sille määrättyssä aikataulussa.

Tällä samalla periaatteella mitoitin kaikki projektiin kuuluvat koneistot. Mallinnettuani merikontit sekä laitteiston erillisinä projekteinaan, niistä luotiin yhteinen kokoonpano.

Tämä tapahtui Assembly- osiossa, joka tulee näkyviin, Solidworksissä kun päätetään aloittaa uusi projekti. Haasteina mitoituksessa olivat satunnaiset koekäytöt laitteistolla, sekä jatkuva laitteiston ulkoinen muokkaaminen ja kehittäminen. Tästä syystä päädyin johtopäätökseen, että ei ole syytä päivittää jo mallinnettua laitteistoa, jos sillä ei ole vaikutusta layoutissa laitteen sijoittelun kannalta. Jatkuva päivittäminen viivästyttäisi layoutin suunnittelua. Laitteisto on mallinnettu sen pohjalta, millainen se on ollut mitoitushetkellä. Kuvassa 8 esitetty esimerkki valmiista mallinnuksesta Solidworks- ohjelmassa.



Kuva 8. Valmis mallinnus ekstruuderista Solidworksissä.

5.3 Laitteiston sijoittelu

Laitteiston sijoittelu layoutissa alkoi selvittämällä tuotannon materiaalivirrat, arvioimalla työvaiheisiin tarvittava tilan määrä, sekä sijoittamalla layout pohjaan nollapiste. Edellä mainitut kohdat ovat välttämättömiä toimivan layout-mallin saavuttamiseksi.

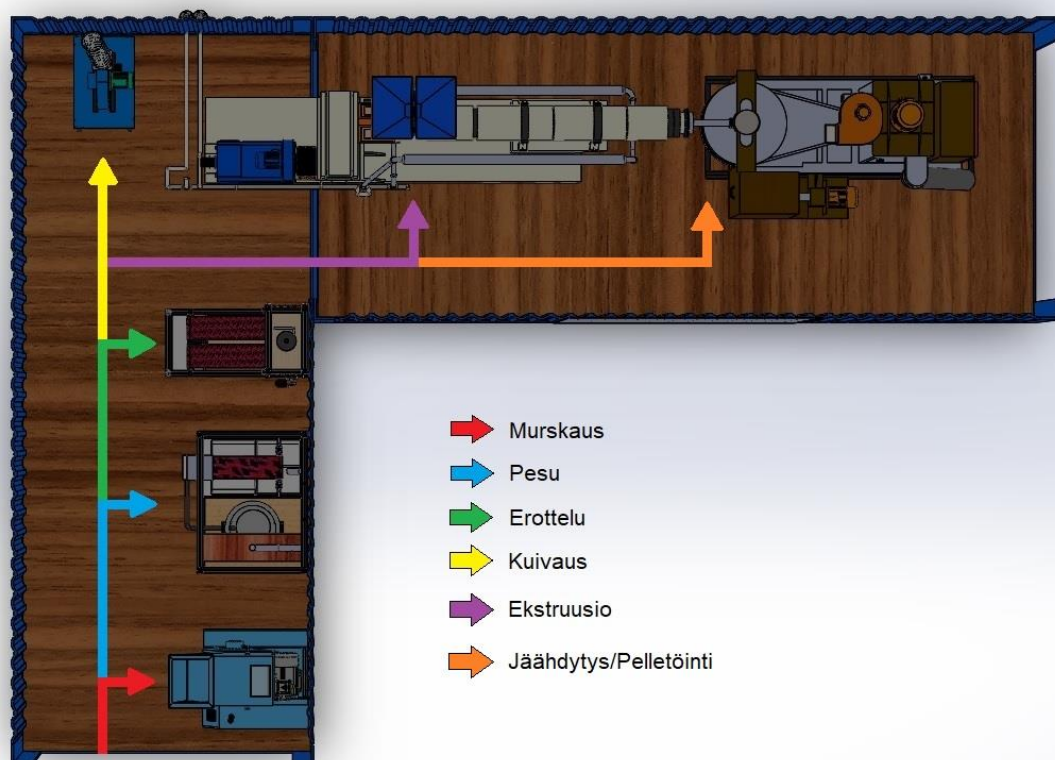
Nollapiste on ennalta päätetty koordinaatti, jonka avulla määritetään sijoitettavan laitteen asennuspaikka. Suunnittelija päättää nollapisteen yhteistyössä asiakkaan kanssa, tämä perustuu ”kentällä” tehtyyn tilantarvemittaukseen. Tämä kertoo asentajille oikean

välimatkan, minkä mukaan laitteen etäisyys on mitoitettu. Nollapisteen sijoittaminen on erittäin tärkeää, etenkin jos asennus tehdään avaraan tuotetehtaaseen, jossa on jo olemassa oleva linjasto. Jos laitemitoitusta ei tehdä nollapisteen mukaan, voi pahimmassa tapauksessa uuden -ja vanhan linjaston väliin jäädä rakoja.

Nollapiste on sijoitettu layoutissa konttien leikkauspisteeseen.

Tästä kohdasta on kohtisuora näkyvyys molempiin kontteihin. Tämä tekee mitoittamisesta yksinkertaisempaa ja helposti ymmärrettävää.

Tuotannon materiaalivirran pohjalta aloitettiin prosessin ensimmäisen vaiheen sijoittaminen sekä tilanarviointi. Materiaalivirtaa havainnollistettu (Kuva 9). Prosessissa ensimmäisenä on Moretton silppuri. Silppurille tuleva muovimateriaali saadaan kontin ulkopuolelta, koska kontin sisällä ei ole tarpeeksi tilaa muovin säilytykselle. Moretto ei vaadi käytettävissä tilaa sivuilta, koska kaikki toiminta tapahtuu koneen etuosassa (muovinsyöttö ylhäältä ja silpun tyhjentäminen alhaalta). Tästä syystä silppuri sijoitettiin kontin pääsisäänkäynnin yhteyteen, tällöin materiaalivirta on mahdollisimman lyhyt ja nopea.



Kuva 9. Materiaalivirta havainnollistettu suunnitelmassa suuntanuolin.

Moretton viereen sijoitettiin prosessissa seuraavana käytettävä laite, pesuri.

Pesuria käytetään pääasiassa linjaston päädyn puoleiselta sivustalta, mistä käsitelty muovi/saippuaseos syötetään ulos laitteesta.

Tilanmitoituksessa on huomioitu huoltoväli (550 mm) Moretton silppuriin, sekä mahdollinen saavin vaihto/tyhjennys vikatilán sattuessa. Huoltoväli on katsottu riittäväksi tilaksi suorittaa mahdolliset korjaukset laitteistossa. Tällä kyseisellä välillä pyritään myös minimoimaan mahdolliset vesiroiskeet viereisille laitteille.

Prosessi etenee seuraavaksi erotteluun, missä pesty muovisilppu erotellaan hydrosykloni menetelmällä. Erottelijan käyttö tapahtuu pääasiassa laitteen etuosassa, mutta esimerkiksi saavin vaihto tapahtuu vasemmalta puolelta laitetta. Tämä vaihto on huomioitu jättämällä tilaa laitteen molemmin puolin. Kapean rakenteensa ansiosta, laite pystyttiin sijoittamaan luonnollisesti pesurin viereen.

Etuna tässä sijoittelussa on vettä käyttävien laitteiden ryhmittely samalle alueelle, tällöin veden syöttö sekä poisto voidaan tuoda samaan paikkaan.

Kuivurille on varattu oma alueensa kompleksin nurkasta, aivan nollapisteen vierestä. Koska kuivurin rakennus sekä suunnittelu olivat mallinnus vaiheessa vielä kesken, tuli kuivurille varata tila mitoitukselta saatujen arvojen perusteella.

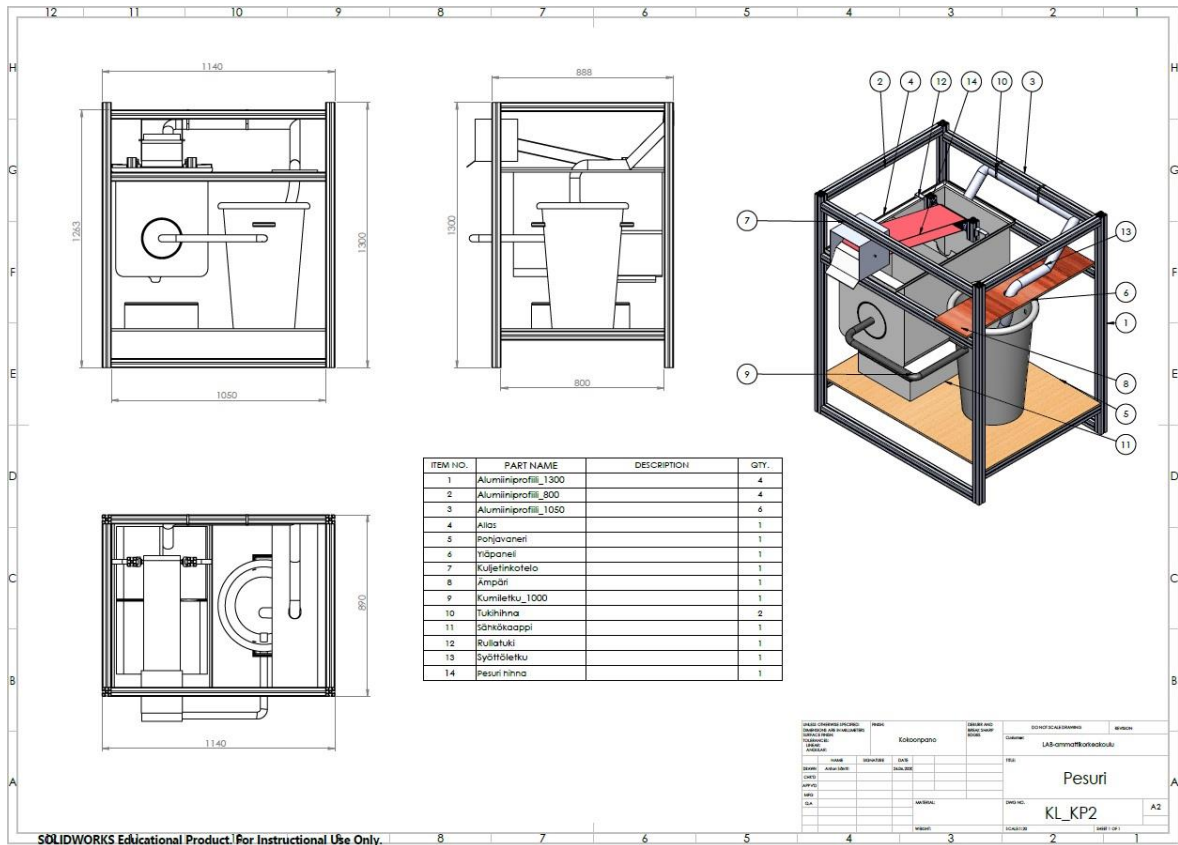
Prosessissa viimeisenä oleva ja eniten tilaa vievä laite oli ekstruuderin, joka aiheutti mitoituksessa jatkuvasti päänvaivaa. Ekstruuderin käyttö vaatii vähintään kahta ihmistä. Toinen henkilö käynnistää laitteiston ja tarkkailee laitteiston toimintaa, samalla kun hänen työparinsa syöttää käsiteltäviä muovisilppua syöttösuppilon.

Toinen vaihe, joka vaatii kahden ihmisen yhteistyötä, on ekstruuderin perässä sijaitsevan pelletöintiyksikön siirtäminen sekä kytkeminen. Pelletöintiyksikön siirtäminen suoritetaan siinä vaiheessa, kun kaksiruuviekstruuderin alkaa työntämään sulanutta muovimassaa suuttimestaan ulos. Tässä vaiheessa pelletöintiyksikkö on työnnetty kiinni kaksiruuviekstruuderin suuttimeen, jolloin molempien laitteiden suuttimet voidaan kytkeä yhteen. Pelletöintiyksikkö kulkee pyörillä kahden kulmaraudasta tehdyn kiskon päällä.

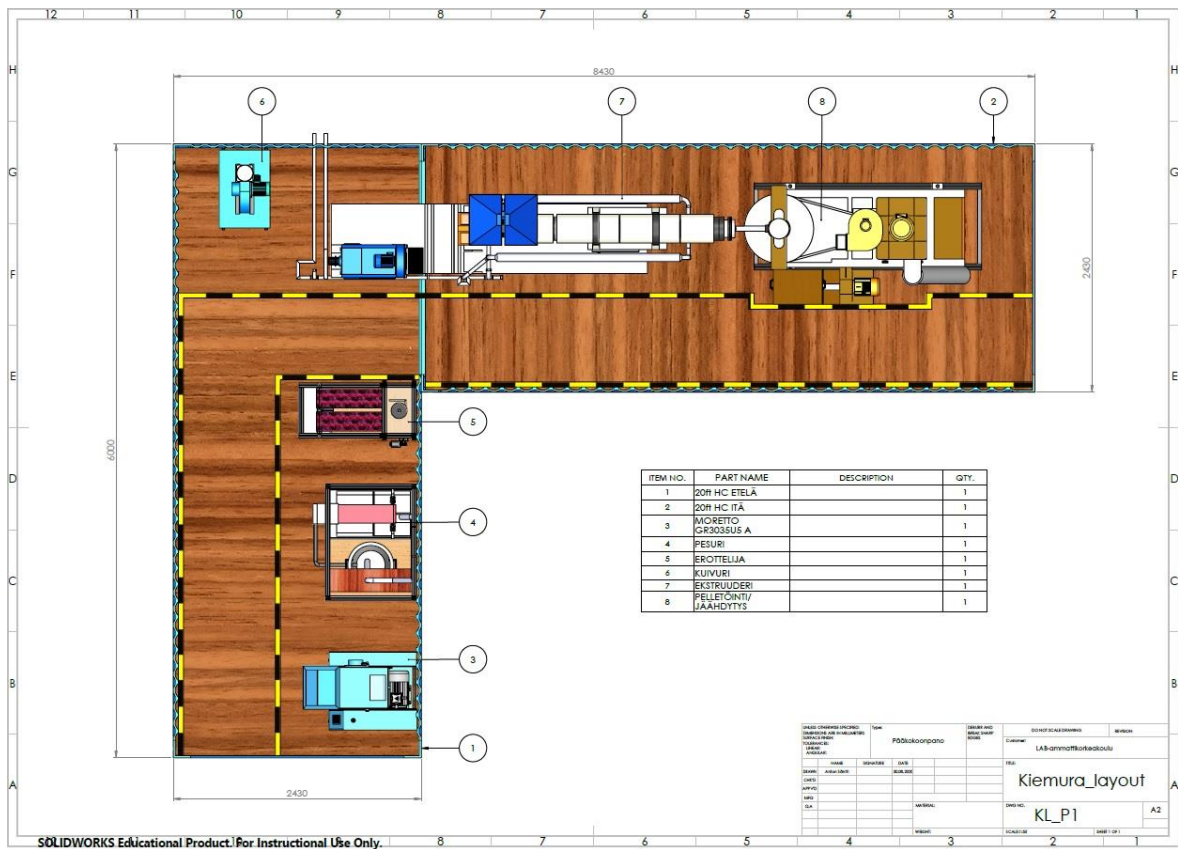
Tätä työvaihetta varten mitoituksessa on varattu 500 mm tila pelletöintiyksikön kytkemiseen, sekä irrottamiseen kaksiruuviekstruuderista. Pelletöintiyksikön kokonaisliikkumavaraksi on mitoitettu 650 mm. Tämä arvo perustuu tämänhetkisen kiskon pituuteen.

5.4 Kulkeminen

Jotta voidaan varmistaa ihmisten turvallinen kulkeminen tehtaassa, täytyy suunnittelijan miettiä layoutia tehdessä tehtaassa raja-alueita sekä kulkuväyliä. Kulkuväylä on merkattu vanerilattiaan PVC lattiamerkintäteipillä. Kulkuväylän leveydeksi on mitoitettu 710 mm – 900 mm. Vaihteluväli johtuu kapeammista kulkuväylistä, jossa on liikkuvia yksiköitä kuten esimerkiksi ekstruuderin pelletöintiyksikkö. Teippauksen tarkoitus on merkitä kulkureittiä sekä rajata tuotantotiloja. Kulkuväylän merkitsemisellä varmistetaan, että ihmiset



Kuva 11. Pesuri kokoonpanopiirustus



Kuva 12. Kiemura layout pääkokoonpanopiirustus.

Kuvassa 12 esiteltynä valmis layout mallinnus. Kuvakaappaus on otettu Solidworksin drawing- työkalusta, tämän työkalun avulla mitoitetaan valmis mallinnus. Mitoituksen avulla esimerkiksi asentajat osaavat kantata osat juuri oikeasta kohdasta, sekä tehdä oikeat hitsaussaumot kappaleeseen. Tässä pääkokoonpanossa on ilmoitettu ainoastaan merikonttikompleksin päämitat, mutta tarkemmat mitat tuodaan esiin yksittäisissä osakoonpanoissa. Olen yleensä tehnyt tämän tyyppiset pohjapiirrokset AutoCAD tai Revit ohjelmistoilla. Mutta tässä tapauksessa oli yksinkertaisempaa tehdä kaikki osat sekä layout pelkällä Solidworksillä. Piirustukseen on lisätty osaluettelo sekä osanumerointi helpottamaan laitteiston tunnistamista.

Luvussa 5.3 käytiin läpi laitteistoin sijoittelua sekä turva-alueita. Tähän ei ole tullut muutoksia sen koommin. Layouttiin on merkattu keltamustalla PVC lattiamerkintäteipillä kulkuväylä. Teippaus alkaa eteläpäädyn sisääntulo kohdasta ja päättyy tehtaan itäpäädyn ulostulo kohtaan. Teippaus tehdään 24 mm paksun vanerilattian pintaan. Molemmissa konteissa on omat lattiansa ja nämä vanerit peittävät molempien konttien koko lattiapinta-alan.

Kuten kuvasta 12 voidaan havaita, itäisen merikontin pääty on leikattu auki ja kiinnitetty eteläisen merikontin oikealle puolelle. Tämän sijoittelun tarkoituksena on pitää materiaalivirta yhtenäisenä, sekä kommunikointi mahdollisimman vaivattomana luomalla yksi yhtenäinen tila. Myös yksi suuri vaikuttava tekijä tähän sijoitteluun oli ekstruuderin ympäristö ja sen perässä sijaitseva pelletöntiyskone. Ekstruuderin ympärillä tulee olla tilaa, jotta muovimateriaalia voidaan syöttää laitteistolle vaivattomasti ja että työntekijät voivat työskennellä kuumien suuttimien läheisyydessä niin, että he eivät polta itseään. Tämän lisäksi pelletöntiyskone tarvitsee liikkumavaraa sen kytkemiseen- ja irrottamiseen ekstruuderista.

Tämän ratkaisun ansiosta, muovisilpun siirtely voidaan toteuttaa esimerkiksi kärryjen avulla, ilman turhaa nostelua kontista toiseen. Tuolloin materiaalin siirtely olisi vaivattomampaa sekä turvallisempaa työntekijälle.

5.6 Laajennus mahdollisuudet

Todennäköisesti ensimmäinen laajennustarve tulee olemaan varastotilojen luominen, sillä tähän projektiin ei sisällytetty varastotiloja. Materiaalivarastossa olisi tarkoitus säilyttää jo käsiteltyä muovia, ennen kuin se syötetään ekstruuderille. Varastoinnilla ehkäistäisiin muovin lojumista lattialla, mikä aiheuttaisi kulkureittien tukkeutumista sekä työskentelytilojen pientymistä. Tämä voi johtaa työntekijöiden turhautumiseen ja aiheuttaa riitaa työyhteisössä. Varastossa jo käsitellyt muovit pysyisivät myös suojassa likaantumislta.

Jos kiemurassa päätettäisiin käyttää myös muita muovimateriaaleja, voitaisiin ne erotella toisistaan ja varastoida tulevaa käyttötarkoitusta varten. Materiaalivarasto on hyvä sijoittaa aivan konttikompleksin läheisyyteen. Jos mahdollista, kytkettynä muihin kontteihin, jotta siirtely voitaisiin suorittaa kärryjä apuna käyttäen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valita sekä kehittää optimaalisin layout vaihtoehto Kiemura- projektia varten. Työn alussa käytiin läpi layout- suunnittelun perusteita ja mitä tulee huomioida, jotta pystytään kehittämään mahdollisimman tehokas ja käytännöllinen layout. Tämän jälkeen kerrottiin projektissa käytettävästä suunnitteluohjelmasta nimeltä Solidworks. Ohjelmasta käytiin läpi pelkästään sen keskeistä käyttötarkoitusta. Solidworks on ohjelmana erittäin laaja ja monitasoinen. Ohjelman syvempi ymmärtäminen vaatii aiempaa kokemusta suunnitteluohjelmista sekä opastettua tutustumista ohjelman käyttöön.

Halusin avata Kiemura- projektia lukijalle esittelemällä laitteistoa ja niiden ominaisuuksia, tällä tavalla saavutetaan yhteinen käsitys siitä, mitä kaikkea suunnittelija joutuu mallintamaan layoutia varten. Lopuksi kerron vaihe vaiheelta, miten lähdin tätä layoutia toteuttamaan, sen ongelmakohtia sekä huomioitavia asioita.

Ongelmia layoutia tehdessä ilmaantui kuten mm. koronavirus, mikä rajoitti pääsyä koululle missä oli tarkoitus tehdä laitteiston mittauksia. Myös laitteiston jatkuva päivittäminen ja kehittäminen projektin aikana oli turhauttavaa, koska nämä muutokset tuli myös tehdä jo tehtyihin 3D-mallinnuksiin. Olisin halunnut olla projektissa alusta asti, tällöin suunnittelu ja mallinnus olisi tehty ennen kuin laitetta olisi alettu valmistamaan.

Näistä ongelmista huolimatta, sain aikaiseksi toimivan sekä kompaktin layoutin, missä on huomioitu tilantarve, turvallisuus, tuottavuus sekä käytännöllisyys. Kehitys ideana on syytä luoda Kiemuralle jo mainitsemani varastotilat, tällä voidaan ehkäistä työpisteiden kuormittumista sekä pidetään yllä yleistä järjestystä. Työ oli antoisaa ja antoi perspektiiviä siitä, kuinka isoja kokonaisuuksia voi suunnittelija tässä vaiheessa omatoimisesti tehdä, sekä millaisia ponnisteluja se vaatii.

Layoutin toimivuutta ei olla vielä päästy käytännössä näkemään, koska projekti on vielä kesken. Paperilla layout on todettu toimivaksi sekä tehokkaaksi kokonaisuudeksi. Olen henkilökohtaisesti tyytyväinen työn tulokseen ja toivon että layout mallia käytetään projektissa tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Haverila, MJ., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous 6. p. Tampere: Infacts Oy.

Bethany. 2017. A Brief History Of SolidWorks. Viitattu 4.6.2020.

<https://www.scan2cad.com/cad/solidworks-history/>

Järvinen, P., Immonen, K., Maksimainen, R. & Lähteenmäki, E. 2017. Muovit ja muovituotteiden valmistus. Porvoo: Bookwell Oy

Solidworks. 2020. Tietoja SOLIDWORKSISTA. Viitattu 12.6.2020.

https://www.solidworks.fi/sw/6453_SVF_HTML.htm

Wills, B. A, Napier-Munn, T. 2006. Will's mineral processing technology, 7th ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Moretto. 2020. Granulators. Viitattu 22.4.2020.

<https://www.moretto.com/us/products/grinding/granulators%E2%80%8B/gr>

Munters Air Treatment. 2020. Energiasäästöjä Manterisin roottorin energiantalteenottojärjestelmien avulla. Viitattu 13.7.2020.

<https://www.munters.com/fi/service/upgrades-uncover-new-potential/energy-savings-with-munters-internal-rotor-energy-recovery-systems/>