

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tutes13

2016

Mergim Syla

# LASTUJEN POISTO

Mergim Syla

## LASTUJEN POISTO

Tämä opinnäytetyö sisältää muutaman tärkeän kohdan, joihin pyritään saamaan vastauksia ja parannuksia. Tärkeimpänä kohtana on lastujen poiston automatisointi, joka helpottaa koneistajien työntekoa ja säästää aikaa työstökoneelta. Kyseinen tapahtuma onnistuu käyttämällä alipainelaitteistoa, jolla imetään lastut sorvaamo-osastolta. Lastut kuljetetaan putkistoa pitkin kellariin murskausta ja briketointia varten. Imun jälkeen alipainelaite puhaltaa lämmintä ilmaa. Lämminilma on toinen tärkeä kohta, johon työssä otetaan kantaa.

Lämmin ilma on otettava talteen ja saatava hyötykäyttöön sorvaamoon, sillä sitä hyödyttäen saadaan lämmityskulut pienennettyä. Samalla toimitaan energiatehokkaasti (ekologisesti), mikä on yrityksen arvoista ehkäpä tärkein. Kolmas tärkeä kohta on laitteiston sijoitus eli layout. Laitteisto pyritään sijoittamaan niin, että koneet vievät mahdollisimman vähän tilaa ja kellaria voitaisiin tulevaisuudessa käyttää hyödyksi muihin tarkoituksiin. Kellarin muita käyttötarkoituksia ovat esimerkiksi messinkilastujen säilytys. Tulevaisuuden laajennustarpeet on myös otettava huomioon, sillä alumiiniosasto liitetään myöhemmin kyseiseen imulaitteistoon. Tämä tarkoittaa, että koneiden on kyettävä murskaamaan ja briketöimään kaksi kertaa enemmän, verrattuna ensimmäiseen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa on kytkettynä vain sorvaamo.

Enston Porvoon tehdas tuottaa 180 000 kg alumiinilastua vuodessa. Tavoitteena on automatisoida lastujen poisto. Työntekijöiden aikasäästö on tärkeässä osassa projektin toteutuessa. Tällä hetkellä lastut kerätään ennalta määrättyihin astioihin, jotka kuljetetaan linkoon. Lingossa niistä erotellaan leikkuuöljy pois, jonka jälkeen ne viedään konttiin. Kontit toimitetaan kierrätykseen. Tässä tapauksessa pyritään poistamaan työntekijältä nämä ”turhat vaiheet”, jotta tuotanto olisi tehokkaampaa. Tulevaisuudessa briketointilaitte puristaa lastuihin sitoutuneen leikkuunesteen pois. Puristuksen jälkeen leikkuuneste menee suodatuksen kautta uudestaan työstökoneiden käyttöön. Tämä yksittäinen linkoamisvaihe jäisi siis kokonaan pois. Linkoamista ei tarvita erikseen sillä leikkuunesteet puristuvat automaattisesti briketointilaitteessa. Tulevaisuudessa kiinteän kappaleen erottelulaitteisto erottelee ne kiinteät kappaleet, jotka ovat liian isoja murskaukseen. Briketeistä saa paremman myyntihinnan, mikä on myös taloudellisesti kannattavampaa. Briketit johdetaan kellarista ulos suoraan kuorma-auton vaihtolavoille.

ASIASANAT:

Automatisointi, Lastujen käsittely, Layout, Ilman hallinta

Mergim Sylja

## SWARF REMOVAL

This thesis includes some important points which are studied and tried to be improved. The most important objective is the automation of swarf removal, which helps the work of machinists. This is made possible by using a vacuum suction machine. By sucking swarf from the turning machine department and moving them through a pipeline to the cellar, where the crushing and briquetting machines are waiting for further operations. After the suction the vacuuming machine also produces hot air, which is another important point to be considered. Hot air should be restored and lead back for utilization in the turning machine department. By taking the hot air in use, the costs of heating the turning machine department will be reduced and the operations will be energy efficient, which is one of the main company policies. The third important point which is considered is the machines' placement or layout. The machines are intended to be located so that they will be taking up space as little as possible, also providing the opportunity for cellar to be used for other purposes, such as restoring brass swarf, later on. So the future extensions have to be considered as well because the aluminum department will also be attached to the same vacuuming machine. This means that the machines will have to be able to work twice the amount compared with the first stage that includes only the turning machine department. Future extensions will be done, after the functionality of vacuuming suction machine is verified.

Ensto's Porvoo factory produces 180 000 kg aluminum swarf in a year. The goal is to automate the swarf removal and save employees time. At the moment swarf is collected on a predetermined bin which is moved to a centrifuge. In the centrifuge, swarf is separated from cutting oil and transferred to a container which is forwarded to be recycled. In this case the purpose is to eliminate this unnecessary step and minimize the use of employee time so that the production itself can be more effective. In the future the briquette machine will squeeze the cutting oil off which will be recycled for re-use. This spinning part will not be included as one part of the employee job, so it will save time. Briquettes are sold with better price, which is also economically more profitable. Briquettes will be led out from the cellar straight to the truck skips.

### KEYWORDS:

Automation, Layout, Air controlling, Swarf management

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
1.1 Tavoitteet	6
1.2 Ensto yrityksenä	6
<b>2 PROJEKTIN ALOITUS</b>	<b>8</b>
2.1 Lähtötilanne	9
2.2 Layoutin suunnittelu ja rakenne	9
2.3 Ilman hallinta	11
2.4 Lastun hallinta	13
Keräysallas	13
Imusäiliö	17
2.5 Suunnittelukatselmus	19
<b>3 MUUTOKSET</b>	<b>20</b>
3.1 Layout	20
3.2 Huolto ja hallinta	23
3.3 Lastun hallinta	25
3.4 Ilman hallinta	28
3.5 Leikkuuneste	30
<b>4 TULEVAISUUS</b>	<b>31</b>
4.1 Säästöt	31
4.2 CNC- työstökoneet	33
4.3 Laajennus	35
<b>5 LOPUKSI</b>	<b>36</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>37</b>

## KUVAT

Kuva 1. Sorvaamon layout. (Ensto, Ahonen 2016)	8
Kuva 2. Layout, kellarin rakenne häivytetty.	10
Kuva 3. Layout, kellari piilotettuna selkeyden vuoksi.	10
Kuva 4. Valmiiksi olemassa oleva, käytöstä poistettu putki.	11
Kuva 5. Lämminilmaputki	12
Kuva 6. Lastujen keräyspytty.	13
Kuva 7. Keräysallas.	14
Kuva 8. Poikkileikkaus keräysaltaasta.	15
Kuva 9. Keräysallas. Imu kiinni ja auki.	16
Kuva 10. Selät vastakkain olevien koneiden layout. (Ensto, Tiala 2016)	16
Kuva 11. Ratkaisu johon on päädytty selät vastakkain olevien koneiden kohdalla.	17
Kuva 12. Lastujen imusäiliö.	18
Kuva 13. Imusäiliö, luukku auki. Kuva 14. Imusäiliö mallinnettuna pystyssä.	18
Kuva 15. Uudistettu layout.	20
Kuva 16. Imusäiliö keskemällä.	21
Kuva 17. Rullakko ja linko testausta varten.	21
Kuva 18. Sorvaamon lastujenkuljetukseen tarkoitettu kouru.	22
Kuva 19. Huoltoluukku.	23
Kuva 20. Sähkökaappi imupytyyn vieressä valmiiksi asennettuna.	24
Kuva 21. Valmis lastujen keräysallas.	25
Kuva 22. Lukituslevy, ilman tappeja.	26
Kuva 23. Tassu. (Sks www-sivut 2003)	27
Kuva 24. Imulaitteen venttiilit.	29
Kuva 25. Esimerkki lastuamisnesteen kierrätyksestä saatavasta säästöstä. (Makrum www-sivut 02/2011 – 91150711)	30
Kuva 26. CNC- työstökoneet ja monsteri (Ensto, Tiala 2016).	34
Kuva 27. CNC- työstökoneen tyhjä tila, johon keräysastia sijoitetaan.	35

## TAULUKOT

Taulukko 1. Monsterin aikasäästö.	31
Taulukko 2. Sorvaamon muiden koneiden aikasäästö.	32
Taulukko 3. Rahallinen säästö muilla koneilla	32
Taulukko 4. Rahallinen säästö monsterilla	33

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella lastujen poiston automatisointi ja tuoda esille työntekijöiden aikasäästö, Enston Porvoon tehtaalle. Idea opinnäytetyöhön tuli esimiehen, Tapani Ahosen aloitteesta. Ideaan tuli tartuttua välittömästi, vaikka aihe ja työn tavoitteet vaikuttivat monimutkaisilta ja vaativalta. Työn vaativuus ja tärkeys herätti mielenkiintoa, sillä briketöidyistä alumiinilastuista saa paremman myyntihinnan, mikä tarkoittaa n. 27 000 euroa vuodessa.

Työ on rajattu koskemaan vain imulaitteiston osuutta, kuinka alumiinilastut saadaan työstökoneilta johdatettua alakertaan määrättyyn paikkaan. Sisältö tulee keskittymään layoutiin, ilman hallintaan, aikasäästöön, imuputkiston rakenteeseen ja imulaitteiston toimintaperiaatteeseen. Enston Porvoon tehdas tuottaa 180 000 kg alumiinilastua vuodessa. Tällä hetkellä lastut kerätään ennalta määrättyihin astioihin, jotka erilaisten välivaiheiden jälkeen kuljetetaan kontteihin ja kierrätykseen. Imulaitteiston tuottama lämmin ilma on otettava talteen ja saatava uudestaan hyötykäyttöön lämmitysilmana. Tämän kaiken mahdollistamiseksi on otettava huomioon laitteiston sijoitus kellarissa. Layoutin on oltava mahdollisimman vähän tilaa vievää ja samalla sen on mahdollistettava myöhäisemmässä vaiheessa tulevat laajennukset.

Projekti aloitetaan syyskuussa 2016 ja sen on valmistuttava marraskuun viimeisenä päivänä 2016.

## 1.2 Ensto yrityksenä

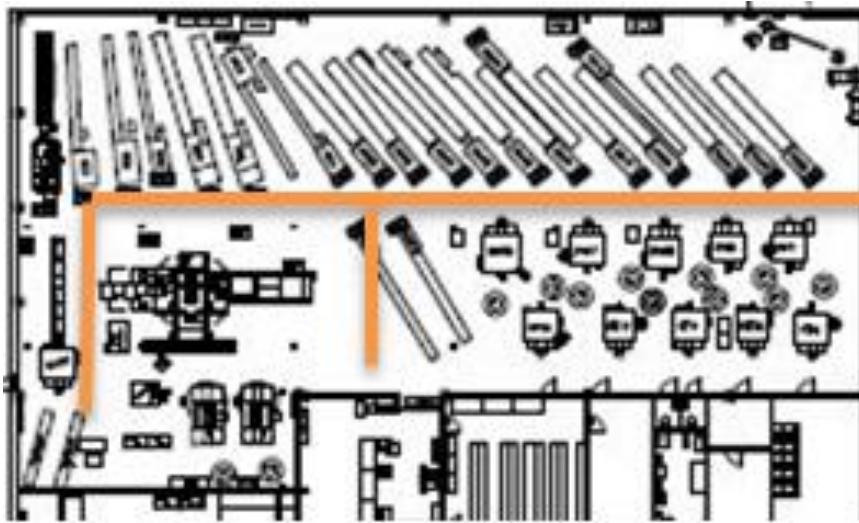
Ensto on Ensio Miettisen vuonna 1958 perustama perheyriutus. Ensto sijaitsee Porvoossa, Ensio Miettisen kadulla, ja on sähköjärjestelmien ja -tarvikkeiden kehittämiseen, valmistukseen ja markkinointiin erikoistunut kansainvälinen yritys. (Enston www-sivut 2016.) Enston muita toimipisteitä löytyy ympäri maailmaa.

Enston toimintatapoihin kuuluu energiatehokkuus ja kestävä kehitys (Enston www-sivut 2016). Pyrkäksään paremman yhteiskunnan rakentamiseen, aloitetaan kierrättämällä väheneviä luonnonvaroja. Tämä tarkoittaa lastujen puristamista briketeiksi, joista on

saatu lastuamisneste eroteltua ja kierrätettyä uudelleen käyttöä varten. Kierrättämällä lastuamisnestettä saadaan kulutusta pienennettyä. Briketointi on ekoteko, jossa ei nestettä valu hukkaan, varastointi- ja kuljetuskustannukset sekä metallin sulatuksen aikainen hävikki vähenee. (Makrum [www-sivut](#) 2016.)

## 2 PROJEKTIN ALOITUS

Enstossa työstetään erilaisia tuotteita pääosin alumiinista, mutta myös muista materiaaleista. Tässä projektissa vain alumiinista aiheutuvat lastut tullaan sisällyttämään automaattiseen imujärjestelmään. Alumiinia työstäviä työstökoneita on 23 sorvaamosastolla (Kuva 1.) ja nyt keskitytään vain näiden koneiden imuun, pitäen kuitenkin mielessä uudet laitehankinnat ja tulevat laajennukset alumiiniosastolle.



Kuva 1. Sorvaamon layout. (Ensto, Ahonen 2016)

Tämä työ on osa automaattista lastunkäsittelyä. Automaattinen lastunkäsittely perustuu viiteen vaiheeseen, imuun, murskaukseen, nesteen erottelun, briketöintiin, sekä kuljetukseen. Lastujen muodostuessa ne imetään alipaineella 100 mm halkaisijaltaan olevalla imuputkella, joka kulkee sorvaamon läpi. Oranssi viiva kuvassa 1 esittää putken sijaintia. Putki kulkee työstökoneiden vierestä, lattiatason alla olevassa kourussa. Imun jälkeen lastut kerääntyvät säiliöön, joka aukeaa ennalta määrätyn aikavälein tiputtaen kerääntyneet lastut lastunkuljettimeen. Kuljetin kuljettaa lastut murskaimeen, jossa on jätepala-erotin kiinteiden kappaleiden erottelemista varten. Murskaimessa lastut murskataan todella pieniksi kappaleiksi, jotta briketöintilaitte pystyy puristamaan ne mahdollisimman pieneen kasaan. Toinen kuljetin kuljettaa murskatut lastut brikettilaitteeseen, joka puristaa ne kasaan ja muodostaa briketin. Briketöintilaitte toimii myös nesteen erottelijana, minkä ansiosta lastuamismeste puristuu pois ja tipahtaa omaan astiaan. Näin lastuamismeste saadaan kierrätettyä suodatuksen kautta uudelleen käyttöön. Lopuksi



kolmas kuljetin kuljettaa valmiit brikitit ennalta määrättyyn paikkaan, tässä tapauksessa takaisin ylös sorvaamoon ja siitä ulos vaihtolavoille.

Järjestelmän toimivuuden varmistamiseksi, joudutaan imujärjestelmä testaamaan. Testausvaiheessa syötetään lastuja putkistoon manuaalisesti, jotta nähdään kulkevatko ne ongelmitta kellariin. Samalla testataan imulaitteen toimivuus ja sen tehon riittävyys Enston Porvoon tehtaassa tarpeeseen.

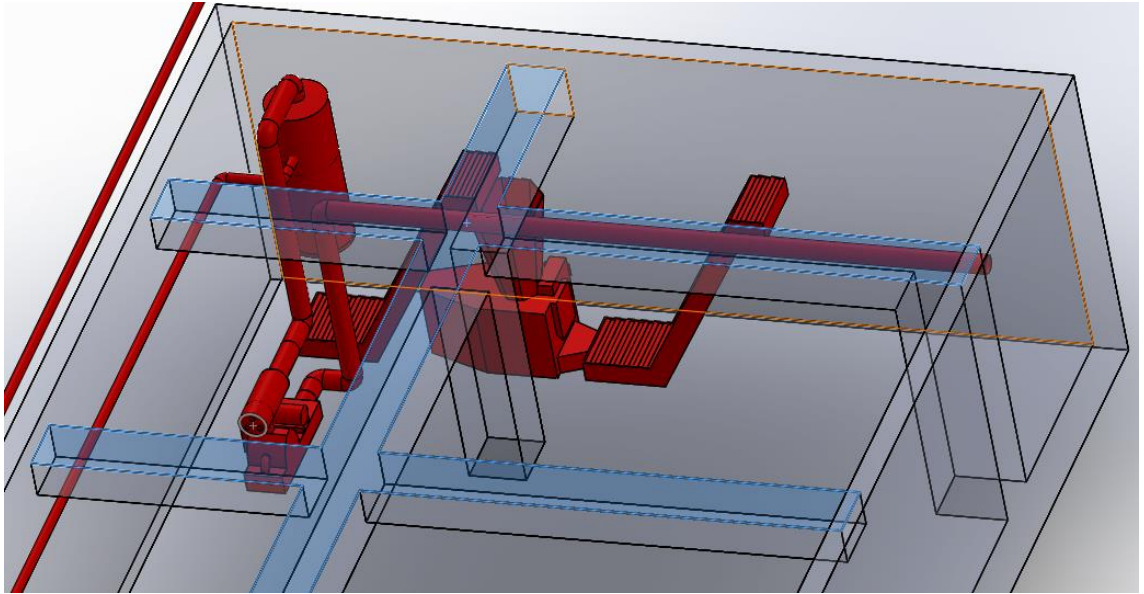
## 2.1 Lähtötilanne

Projektia aloitettaessa, imulaitteisto oli jo ostettu. Laitteisto ostettiin käytettynä, mutta toimivana. Laitteisto on Busch:n valmistama Dingo WN0200-AV. Imulaitteisto huolletaan ulkopuolisella yrityksellä ja samalla saadaan huoltoraportti, joka tulee toimimaan muiden vaiheiden taustatukena.

Enston Porvoon tehtaassa on kustomoitu transfer-tyyppinen työstökeskus, jota kutsutaan monsteriksi. Monsterista irtoaa vaikeinta tuotetta työstettäessä  $0,280 \text{ m}^3$  lastua tunnissa ja 43 mm paksuisia irtokappaleita. Monsteri tuottaa siis lähes yhtä paljon lastua, kuin kaikki muut työstökoneet yhteensä sorvaamo-osastolla.

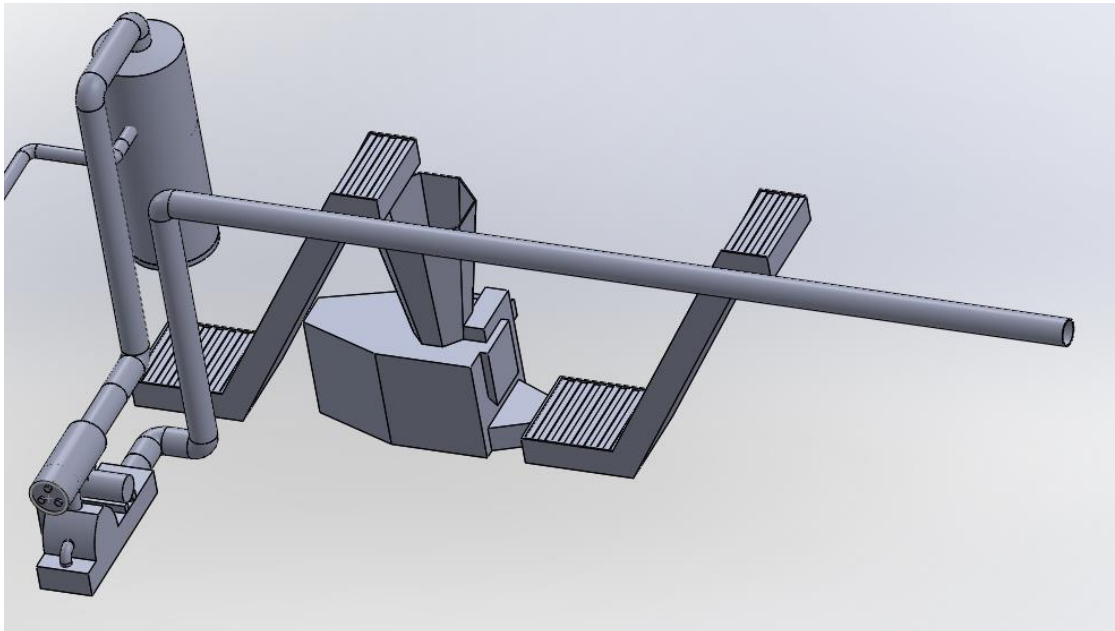
## 2.2 Layoutin suunnittelu ja rakenne

Layoutin suunnittelu vaiheessa käytettiin apuna SolidWorks-nimistä 3D-mallinnusohjelmaa. Koneet ja kellari mallinnettiin todellisia mittoja käyttäen, todennäköisyyden luomiseksi. Mallinnettaessa otettiin huomioon koneiden sijoittelu, sekä tilan hallinta. Alustavan layoutin rakenteen pyrkimyksenä oli sijoittaa koneet mahdollisimman vähän tilaa vievästi. Imuputkisto sijoitettiin kattopalkkeja pitkin, jotta niiden kiinnitys olisi helpompaa. Valmiina olevat betonirakenteet helpottavat kiinnitystä. (Kuva 2.)



Kuva 2. Layout, kellarin rakenne häivytetty.

Pyrkimyksenä on pitää mutkat minimissään, jotta ei tulisi ongelmia ja tukoksia lastuja imettäessä. Koneet sijoitettiin takaseinän lähetyville, jotta kellarin etuosaa voitaisiin hyödyntää jatkossa muihin tarkoituksiin, kuten messinkilastujen säilytykseen. Tavoitteena oli kuljettimien ja murskaimen sijoittaminen samalle linjalle, jotta kuljettimet olisivat mahdollisimman pienikokoisia ja lastujen kulkema matka lyhyempi. (Kuva 3.)



Kuva 3. Layout, kellari piilotettuna selkeyden vuoksi.

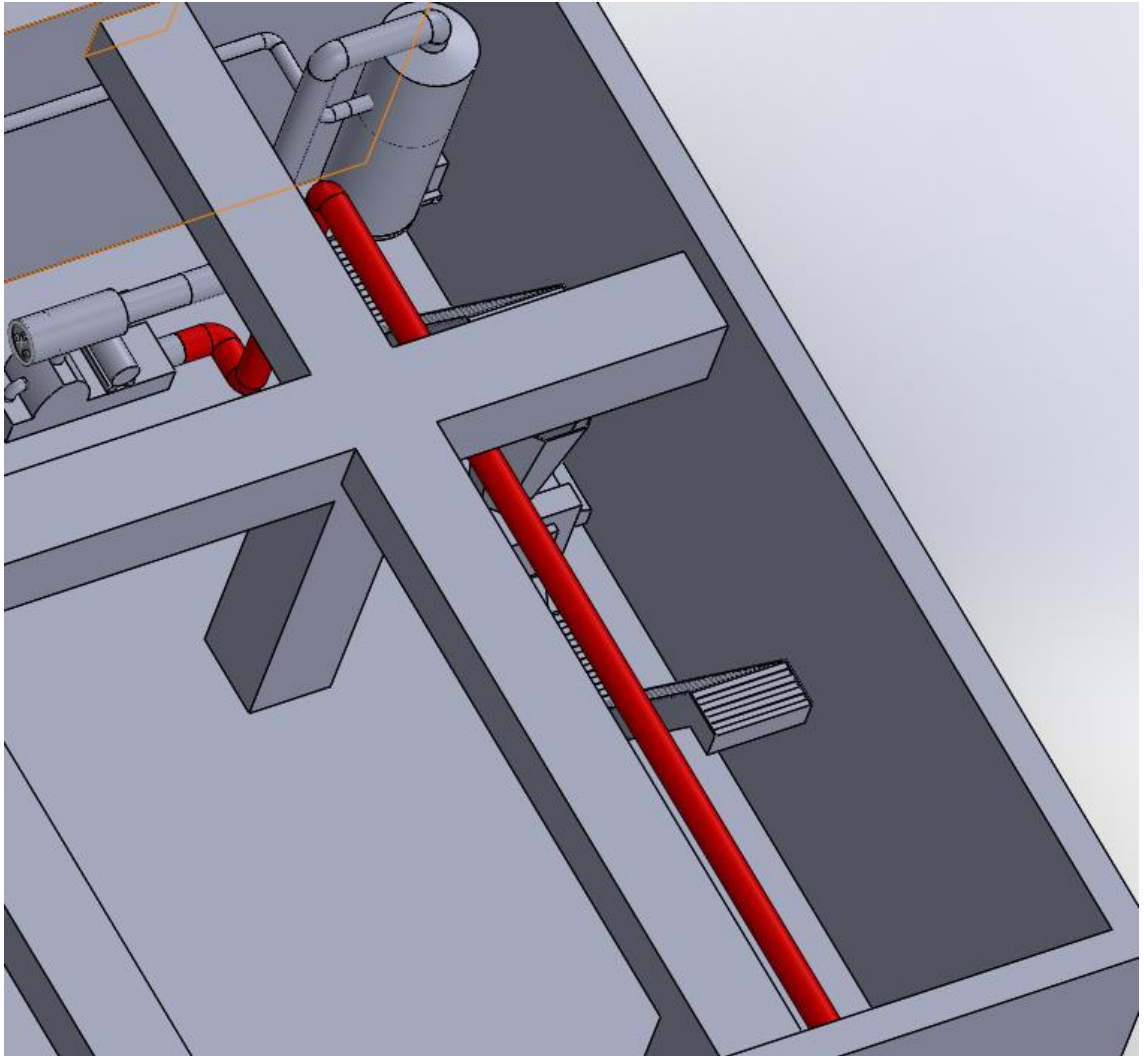
### 2.3 Ilman hallinta

Imulaitteisto imee lastujen mukana sorvaamosta myös ilmaa, joten sen on myös puhallettava ilmaa ulos. Kulkeutuessaan koneiston läpi, ilma lämpenee. Kyseistä lämmintä ilmaa on tarkoitus ottaa talteen ja käyttää sorvaamon lämmittämistä varten. Ilma johdetaan imulaitteesta putkia pitkin kellarin seinän viereen. Seinän vieressä on valmiiksi käytöstä poistettu putki, joka nousee suoraan sorvaamoon. (Kuva 4.)



Kuva 4. Valmiiksi olemassa oleva, käytöstä poistettu putki.

Imulaitteesta tuleva putkisto kiinnitetään kuva 4 nuolen osoittamaan putkeen. Putkisto johdetaan tuki- ja kattopalkkeja hyödyksi käyttäen. (Kuva 5.) Työturvallisuus on otettu huomioon ja kaikki mahdolliset kompastelut pyritään minimoimaan. On tärkeää ottaa huomioon resonointi ilmiötä, josta johtuen rakenteiden eristäminen on hyvä pitää mielessä.



Kuva 5. Lämminilmaputki

Lämpimän ilman talteenotossa on otettava huomioon, että kesäisin ei tarvitse johtaa lämmintä ilmaa sorvaamoon, joten se on saatava ulos. Niinpä suunnitteluvaiheessa on pohdittava ratkaisuja, miten saadaan ilma ohjattua sisätiloihin tai ulos mahdollisimman helposti ja yksinkertaisesti. Projektin alkuvaiheessa ajatuksena on ollut ohjausluukku, joka ohjaa ilman haluttuun suuntaan ja siten oikeaan paikkaan, joko sorvaamoon tai ulos.

## 2.4 Lastun hallinta

Lastun hallinta edellyttää imulaitteiston lisäksi keräysaltaan, imusäiliön, sekä putkiston. Putkisto yhdistää edellä mainitut osat toisiinsa, mahdollistaen automaattisen imun työstökoneesta aina briketöintilaitteeseen asti. Haasteita tuottavat muutamat työstökoneet, jotka ovat "selät vastakkain." Näiden kohdalla on löydettävä ratkaisu, joka ei ole esteenä koneistajien liikkumiselle. Kyseinen ratkaisu ei myöskään saisi olla työturvallisuutta heikentävä vaihtoehto.

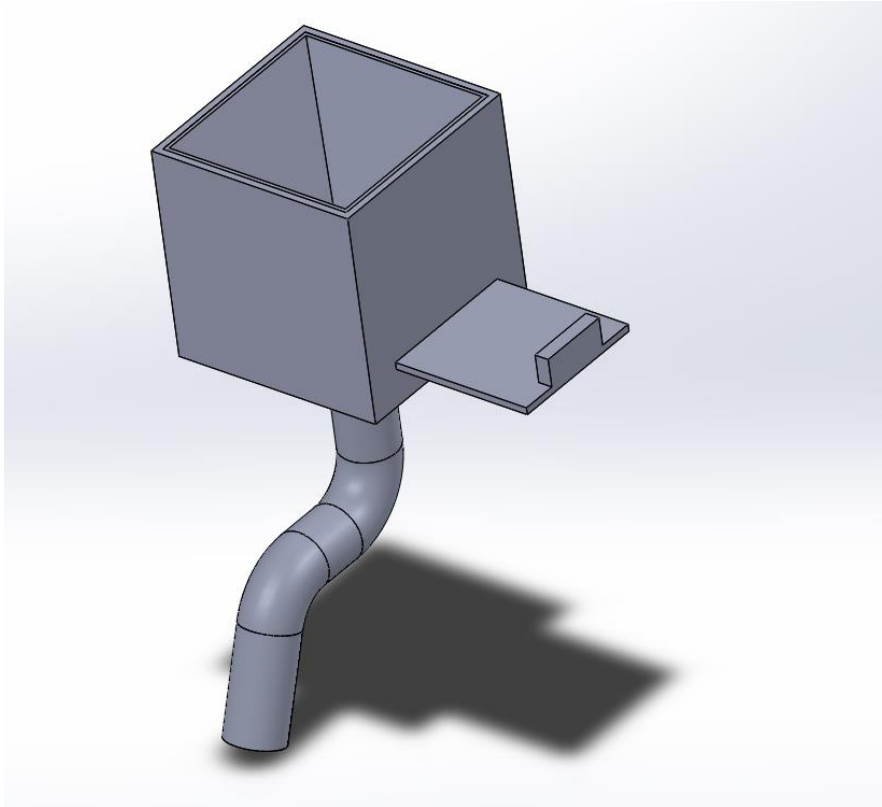
### Keräysallas

Lastun hallinta on toistaiseksi toiminut niin, että koneista tuleva lastu on kerääntynyt lastunkeräys altaaseen. Koneistaja on tasaisin väliajoin käynyt kaapimassa lastut lastunkeräyspyttyihin. (Kuva 6.) Pytyt on sen jälkeen kuljetettu kärryissä linkoon, missä niistä on eroteltu nesteet pois. Tämän jälkeen lastut on kipattu pieniin klippereihin, jotka on täytyttyään tyhjennetty ulkona sijaitsevaan kuorma-auton vaihtolavalle. Näissä vaiheissa on aina useampi työntekijä sidottuna ja aikaa kuluu kuljetuksiin ja linkoamiseen. Tavoitteena on minimoida työntekijän ajankulutus tuotannon muita työstövaiheita tehostaen.



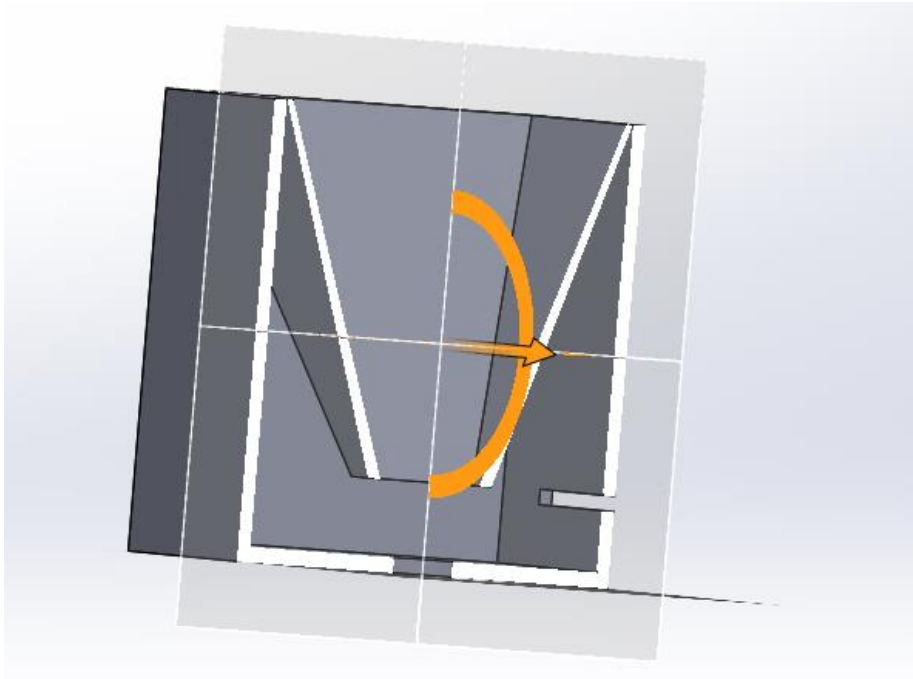
Kuva 6. Lastujen keräyspytty.

Kyseisten kuljetusten ja linkoamisvaiheiden poistamiseksi on löydettävä nopeampi ratkaisu. Sorvaamon läpi kulkeva pääimputki menee juuri koneissa olevien lastunkeräysaltaiden vierestä. Lastunkeräyspyttyjen sijaan päädyttiin ratkaisuun, jossa kehitetään toisen tyyppinen keräysallas. Tämä allas olisi yhdistetty pääimputkeen. (Kuva 7.)



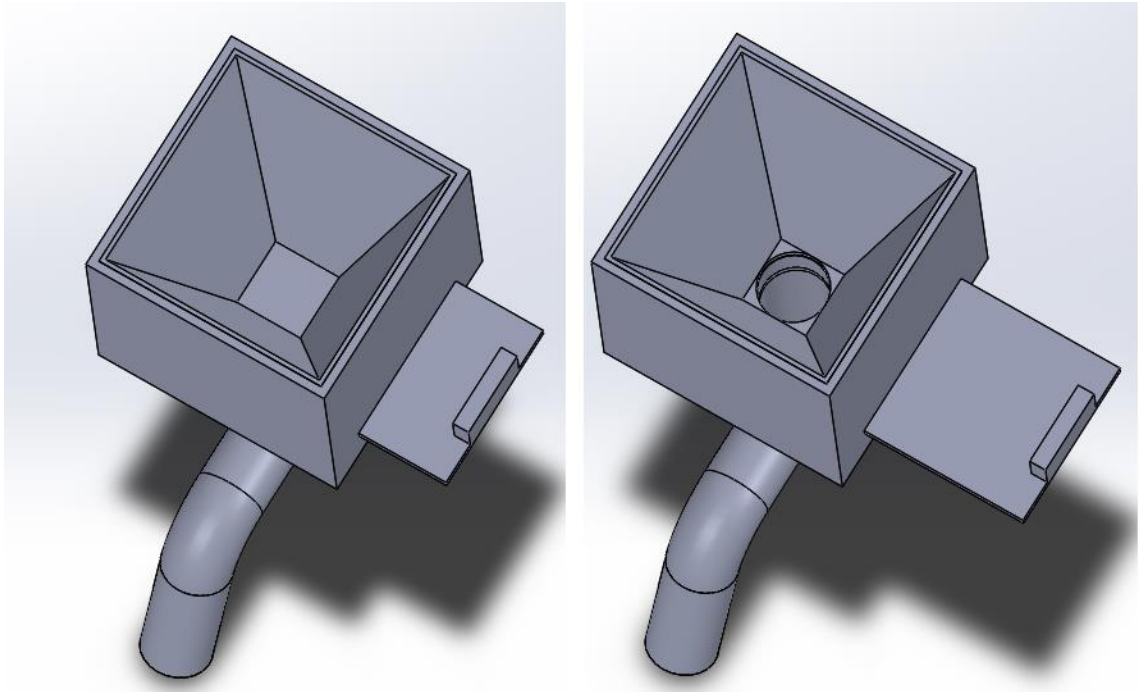
Kuva 7. Keräysallas.

Keräysallas korvasi liikutettavan keräyspytyn ja se olisi kiinteästi asennettuna työstökoneen vieressä. Lastunkeräysallasta olisi kuitenkin koneistajan tyhjennettävä. Ratkaisuksi päädyttiin suppilomaiseen altaaseen, jossa olisi käsin avattava ja suljettava imu. Suppilomaiseen muotoon päädyttiin geometristen ominaisuuksien takia, jotta lastut ohjautuisivat oikeaan kohtaan imettäviksi kellariin.



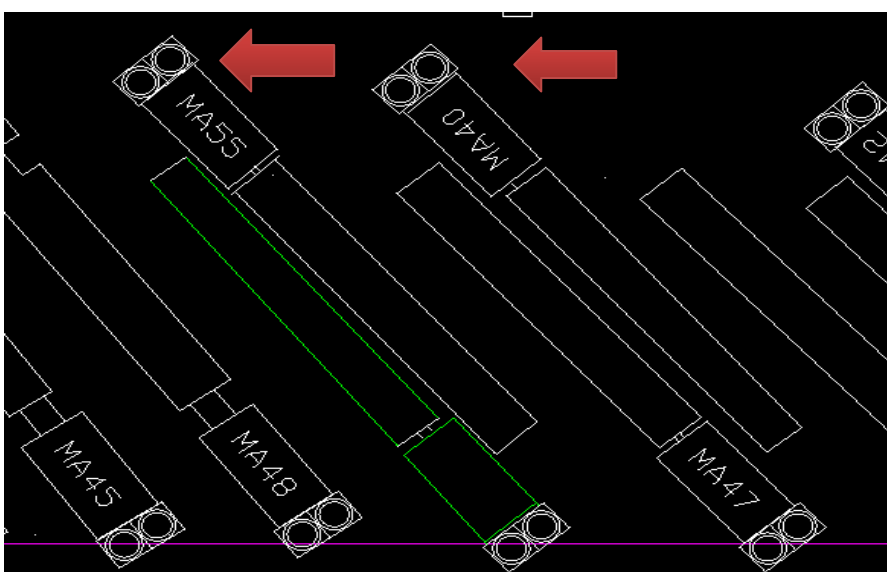
Kuva 8. Poikkileikkaus keräysaltaasta.

Poikkileikkauksen (Kuva 8.) mukaisesti keräysallas olisi suppilomainen, johon koneistaja kaappii lastut. Suppilo on sijoitettuna laatikkomaiseen runkoon, jotta se olisi tukevampi. Laatikon muotoiseen objektiin on helpompi rakentaa jalat, jonka varassa laatikko seisoo. Samalla on myös ajateltu pääimuputkesta tulevaa pienempää jatkoputkea, joka mahdollistaa altaan ja pääimuputken yhteen liittämistä. Pienemmälle 80 mm halkaisijan putkelle on jätetty keräysaltaan ja suppilon väliin 55 mm tilaa. Putken on tarkoitus tulla laatikon sisään, jotta se on tukevasti sisällä eikä irtoa koneistuksesta johtuvista tärinäistä ja liikkeistä. Samalla on myös mahdollistettu liikkuva lukituslevy, joka avaa imun lastujen poistamista varten. Pääimuputkessa tulee olemaan jatkuva imu, mutta keräysaltauksiin se on rajoitettu kyseisellä lukituslevyllä. Koneistajien kiertäessä hallissa heidän tarvitsee vain kaapia lastut altaaseen. Sen jälkeen vedetään lukituslevy auki (Kuva 9.) ja lastut imeytyvät kellariin jatkotoimenpiteisiin. Lukituslevyssä ja suppilossa on jatkoputken kaltaiset 80 mm:n kokoiset reiät, jotka kohdistuvat ja mahdollistavat lastun kitkattoman ja esteettömän imeytymisen.



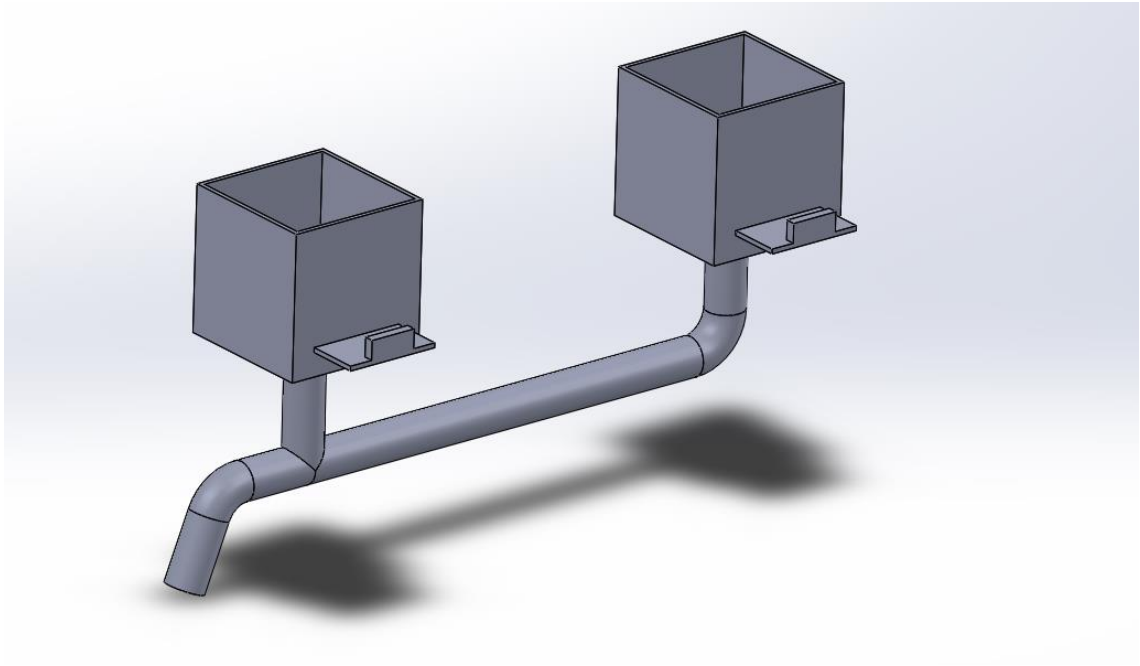
Kuva 9. Keräysallas. Imu kiinni ja auki.

Selät vastakkain olevien koneiden (Kuva 10.) kohdalle päädytään ratkaisuun, missä käytetään muihin koneisiin suunniteltua keräysallasta. Keräysallas asennetaan vastavasti koneen viereen kiinni, mutta jatkoputki tulisi olemaan pidempi. Jatkoputki kulkisi koneen takaa tai jopa alhaalta (Kuva 11.), jolloin se ei häiritse koneistajia ja mahdollistaa esteettömän koneiston työstämisen. Materiaalin syöttö ei myöskään ole estettynä.



Kuva 10. Selät vastakkain olevien koneiden layout. (Ensto, Tiala 2016)





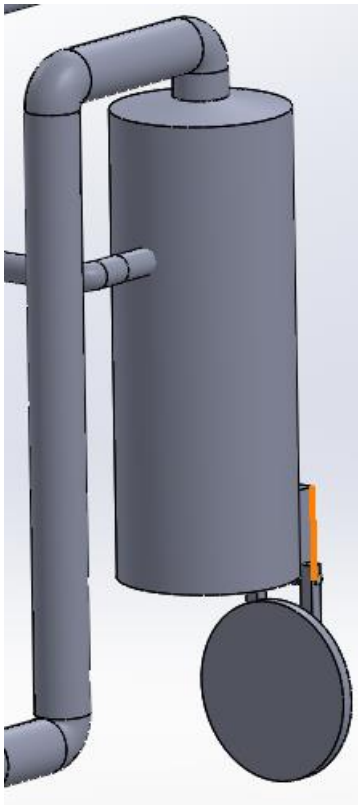
Kuva 11. Ratkaisu johon on päädytty selät vastakkain olevien koneiden kohdalla.

### Imusäiliö

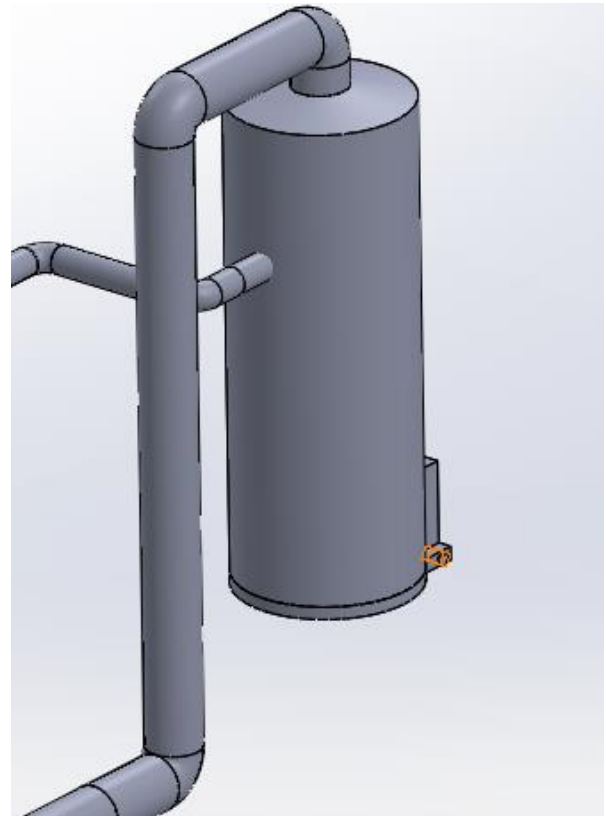
Koneistajan kaavittua lastut lastun keräysastiaan hänen tehtäväkseen jää vetää lukituslevy auki, jolloin lastut imeytyvät päämuputkea pitkin kellariin. Kellarissa lastut kerääntyvät lastujen keräykseen tarkoitettuun säiliöön. (Kuva 12.) Säiliön tarkoitus on toimia ikään kuin varastona, mihin lastut kerääntyvät ja jatkuva virtaus olisi mahdollista. Säiliöön tullaan asentamaan aikarele, joka ohjelmoidaan aukeamaan tietyin aikaväleihin. (Kuva 13.) Säiliön aukeaminen on määritettävä sen mukaan, kuinka paljon sorvaamossa olevat työstökoneet tulevat tuottamaan lastua. Tarkoitus on ehkäistä säiliön täyttymistä ja tukkiutumista. Samalla joudutaan ottamaan huomioon lastunkuljettimien kapasiteetti kuljettaa lastuja ja briketöintilaitteiston kykyä puristaa lastua kasaan. Säiliön tilavuudeksi on laskettu 311 litraa, eli  $0,311 \text{ m}^3$ . Pytty tullaan kiinnittämään kattoon tai seinään (Kuva 14.), sillä sen pohjassa olevan luukun on auettava alaspäin. Imulaitteiston imu kulkee säiliön kautta, joten säiliö ja imukone on loogista sijoittaa vierekkäin. Pytyssä on suodatin sisällä, joten lastut eivät imeydy alipainelaitteeseen aiheuttaen tukoksia tai koneiston vaurioitumista.



Kuva 12. Lastujen imusäiliö.



Kuva 13. Imusäiliö, luukku auki.



Kuva 14. Imusäiliö mallinnettuna pystyssä.

## 2.5 Suunnittelukatselmus

Suunnitelman ollessa valmis oli aika esittää se esimiehelle, joka hyväksyttäisi tai ilmoitaisi tarvittavista muutoksista. Jo layoutia esiteltäessä tuli esiin kohtia, joihin puututtiin ja jotka vaativat muokkausta. Tietyt asiat vaativat jopa uudelleen suunnittelua. Layoutia suunniteltaessa pääpaino oli keskittynyt valmiin layoutin pohdintaan, jossa olisi briekointilaitte, murskaimet ja kuljettimet. Todellisuudessa tarkoitus on ensin testata, että imulaitteisto, putkisto sekä keräysaltaat toimivat ja että lastut kulkevat esteettömästi työstökoneista kellariin imusäiliöön asti.

Imusäiliön sijoittaminen kellarin nurkkaukseen koettiin tarpeettomaksi, ja se päätettiin sijoittaa pituussuunnassa kesemmälle kellaria. Samalla päätettiin imukoneiston sijoittaminen takaseinän lähetyville nurkkaan, sillä imulaite tulee mahdollisesti tarvitsemaan äänieristyskopin. Tässä tapauksessa käytettäisiin hyödyksi jo olemassa olevat kaksi betoniseinää, jolloin säästyisi sekä aikaa että rahaa turhiin suunnittelu- ja valmistusvaiheisiin. Alipaineimulaitteen ja imusäiliön toimivuuden kannalta tuli esiin myös se, että tarvitaan sähkönohjauskaappi. Niinpä kaappi tilattiin hyvissä ajoin valmiiksi.

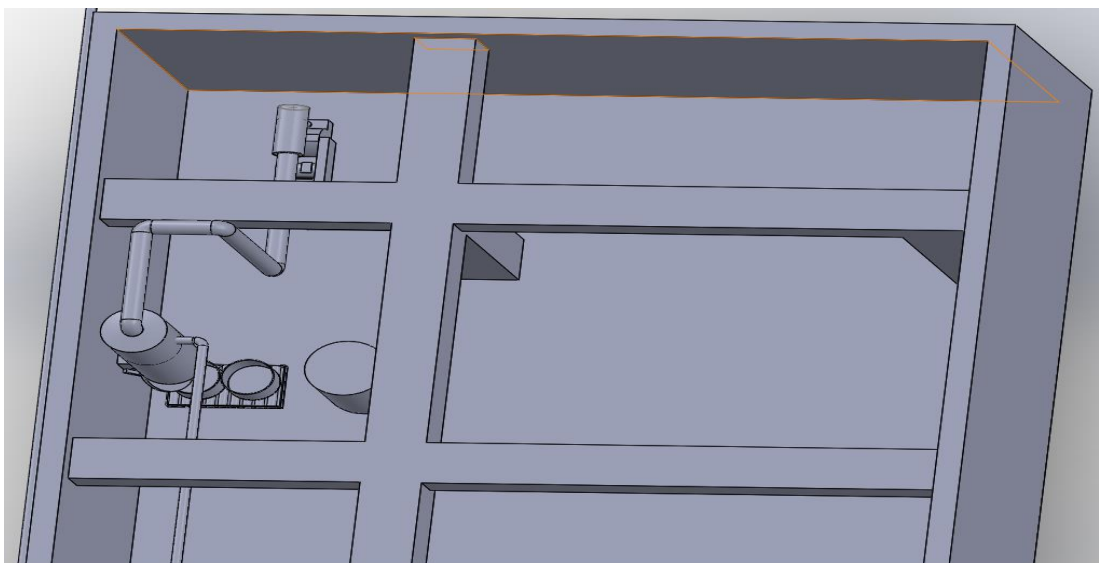
Ilmanhallintaa ja lämmön talteenottoa pohtiessa huomattiin erittäin tärkeä asia, joka oli melkein päässyt unohtumaan kaikilta osapuolilta. Työstökoneet työstävät alumiinia. Jotta vältetään työstön aikaisesta terien ja työstettävän kappaleen välisestä hankautumisesta johtuvasta kipinöinnistä, on käytettävä leikkuunestettä. Ensto käyttää biohajoavaa öljyä. Koneistajan kaapiessa lastut, mukaan tulee myös öljyä ja lastutkin ovat jo valmiiksi öljyssä kylpeneitä. Imulaitteiston imu kuljettaa kaiken mitä keräysaltaaseen kertyy. Tämä tarkoittaa, että niin nesteet, lastut, kuin ilmakin kulkevat imusäiliöön. Ilma jatkaa matkaansa koneiston läpi lämmeten ja tullen ulos lämpimänä ilmana. Tässä kohtaa ilma poistuisi imulaitteesta öljysumuna, sillä missään kyseisen prosessin aikana ei ole riittäviä ilmansuodattimia öljysumun puhdistamiseksi. Ajatuksena ollut lämpimän ilman johtaminen suoraan ylös sorvaamoon takaisin hyötykäyttöön ei onnistu. Enstossa on asennettu 2016 kesällä uusi ilmanvaihtolaitteisto, jossa on öljynerotin. Päädytään ratkaisuun, jossa kysytään Ilmanvaihtolaitteiston asentaneelta insinööriltä laitteiston kapasiteettia ja mahdollisuutta liittää imulaitteiston tuottama lämmin ilma siihen.

## 3 MUUTOKSET

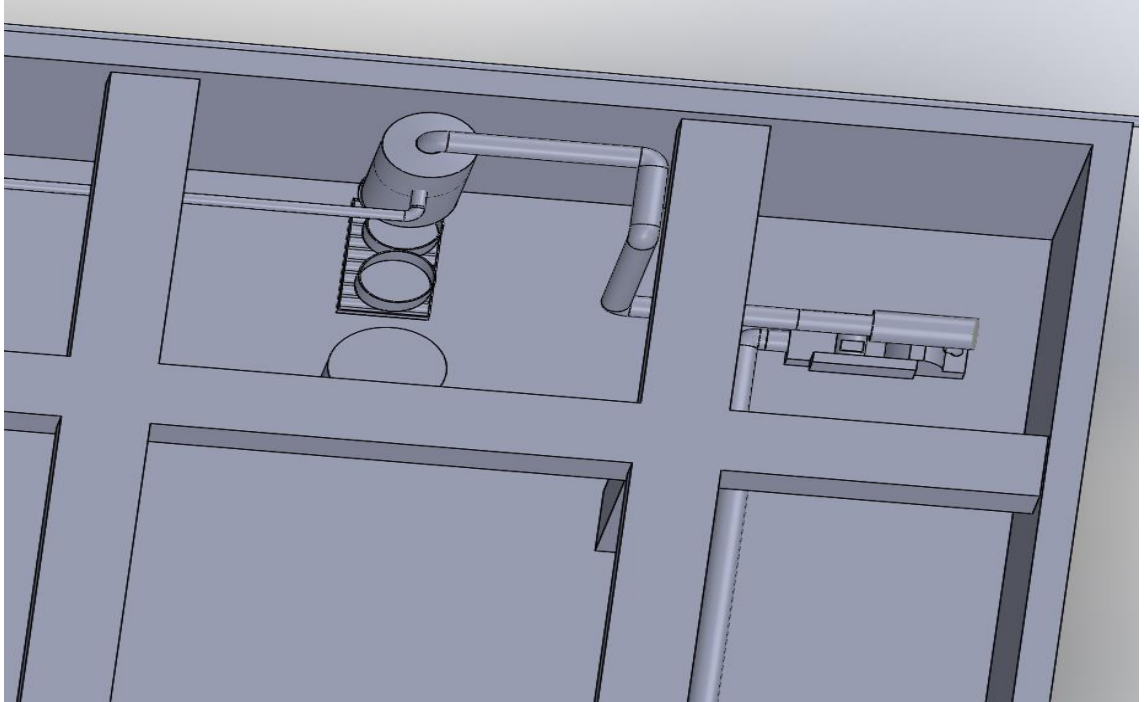
Suunnittelukatselmuksessa tulleiden korjauskehotuksien kanssa käytettiin aikaa ja tarkkuutta. Muutettavaa ja korjattavaa, sekä uudelleen mietittävää oli paljon. Vaikka kyseessä oli pieniä asioita, joihin ei kiinnittänyt huomiota, oli ne saatava kuntoon ja lopulliseen muotoonsa, jotta projekti etenisi aikataulussa.

### 3.1 Layout

Layout oli laitettava lähes kokonaan uusiksi ja testausvaihetta vastaavaksi. (Kuva 15.) Imusäiliö sijoitettiin keskemälle kellaria (Kuva 16.), ja siihen rakennettiin tukikehikko (Kuva 20.), jotta sen saisi seinään kiinni. Imulaitteisto käytettiin huollossa, ja sen jälkeen se sijoitettiin kellarin nurkkaukseen samalle linjalle imusäiliön kanssa. (Kuva 16.) Huollosta tulleen testiajon raportin mukaan imulaitteen äänitaso ylittää 80 dB rajan. Tämä vahvistaa aiemmat epäilyt, että imulaitteen ympärille on rakennettava äänieristys. Tässä vaiheessa tarkoitus on testata koneen toimivuutta, joten äänieristys ei ole prioriteetti järjestyksessä ensimmäisenä. Tulevaisuutta ajatellen äänieristys on tärkeä asia, joka hoidetaan, kun on todettu laitteen ja järjestelmän toimivuus. Enstossa löytyy vanha äänieristyskoppi, jota pyritään muokkaamaan kellaritilaan sopivaksi. Kyseinen koppi on ollut juurikin tämän imulaitteiston käytössä, joten se soveltuu tähän tarpeeseen hyvin.

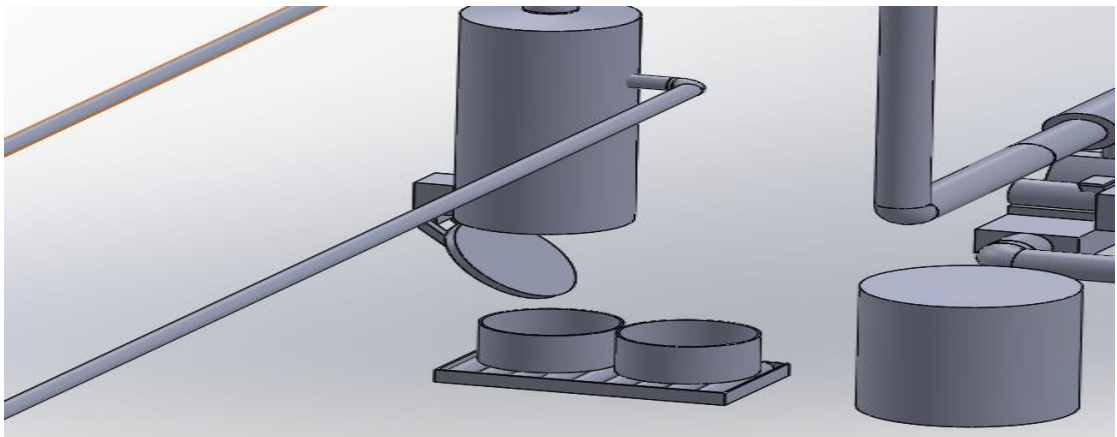


Kuva 15. Uudistettu layout.



Kuva 16. Imusäiliö keskemällä.

Imujärjestelmän ja lastun keräysaltaiden mutkattoman toimivuuden varmistamiseksi ne testataan. Testausta varten joudutaan tekemään muutoksia, sillä testausvaiheessa ei Enstoon ole vielä hankittu kuljettimia. Imusäiliön alle kehitettiin vaihtoehtoinen ratkaisu testausta varten. Sinne tilattiin rullakkomekanismi, jonka päällä on olemassa olevat lastujen keräyspyttyt. (Kuva 17.) Imusäiliön auetta lastut tipahtavat keräyspyttyihin. Pyttyjen täytyttyä nostetaan ne linkoon, missä niistä erotellaan nesteet. Näin todetaan imulaitteiston toimivuus ja lastujen mutkaton liikkuminen sorvaamosta kellariin.



Kuva 17. Rullakko ja linko testausta varten.

Sorvaamossa tehtiin tarvittavat huoltotoimenpiteet, jotta päämuputki (Kuva 18.) saadaan asennettua. Olemassa olevat lastukourut puhdistettiin ja niistä poistettiin ruuvikuljettimet.



Kuva 18. Sorvaamon lastujenkuljetukseen tarkoitettu kouru.

Huollosta tuleen raportin mukaan imulaitteisto imee  $26,3 \text{ m}^3/\text{min}$ . Tämän perusteella päädytään olemassa oleviin 100 mm halkaisijaltaan olevien putkien käyttöön ja todetaan niiden riittävän imuun. Samalla todetaan teoriassa, että monsterista, työstön aikana lähtevät yksittäiset enintään 43 mm:n kokoiset palat eivät aiheuta tukoksia.

### 3.2 Huolto ja hallinta

Kuten kaikessa mekaanisessa toiminnassa, myös lastuja imettäessä voi ilmestyä ongelmia. Ongelmien välttämiseksi joudutaan imuputkiin tekemään huoltoluukkuja. (Kuva 19) Kyseiset luukut sijoitetaan enimmäkseen mutkien yhteyteen, sillä ne ovat todennäköisimmät kohdat tukkeutumisille. Huoltoluukkuja varten putket sahataan auki ja rakennetaan pellistä luukku, joka tiivistetään silikonitiivisteellä. Näin vältetään imun aikaisesta lastujen karkaamisesta tai leikkuunesteestä aiheutuvista vuodoista.



Kuva 19. Huoltoluukku.

Imulaitteen hallintaan ja ohjaukseen tarvitaan sähkönohjauskaappi. (Kuva 20.) Imulaitteen sähkönohjaus asennetaan sähkökaapin kautta, jotta voidaan tehdä erilaisia käskyjä. Imulaitteen pehmeään käynnistymisen takia joudutaan asentamaan myös taajuusmuuntaja. Taajuusmuuntajaa tarvitaan, jotta käynnistettäessä imulaitetta se ei imisi heti täydellä teholla, vaan alkaisi kiihdyttään saavuttaa halutun imutehon. Sähkökaapilla saadaan myös säädettyä imusäiliön ajastettu aukeaminen. Edellä mainittujen toimintojen on toimittava synkronoidusti.



Kuva 20. Sähkökaappi imupytytyn vieressä valmiiksi asennettuna.

Sähköohjauskaappi tulee järjestelmän tässä vaiheessa tarpeeseen. Imusäiliön avautuessa imulaitteen imun on pienennyttävä, jotta lastut voivat tipahtaa siitä ulos. Imusäiliön aukeamisen takaamiseksi imulaitteen ja imusäiliön välisessä putkistossa on takaiskuventtiili, joka laukeaa sähkökaapin tulevan käskyn takia. Takaiskuventtiili estää hetkellisesti imun. Sähkökaapista tulee siis samanaikaisesti käsky luukun aukeamisesta ja takaiskuventtiilin avautumisesta, jolloin imu heikkenee ja imusäiliön pääsee tyhjenevän.



### 3.3 Lastun hallinta

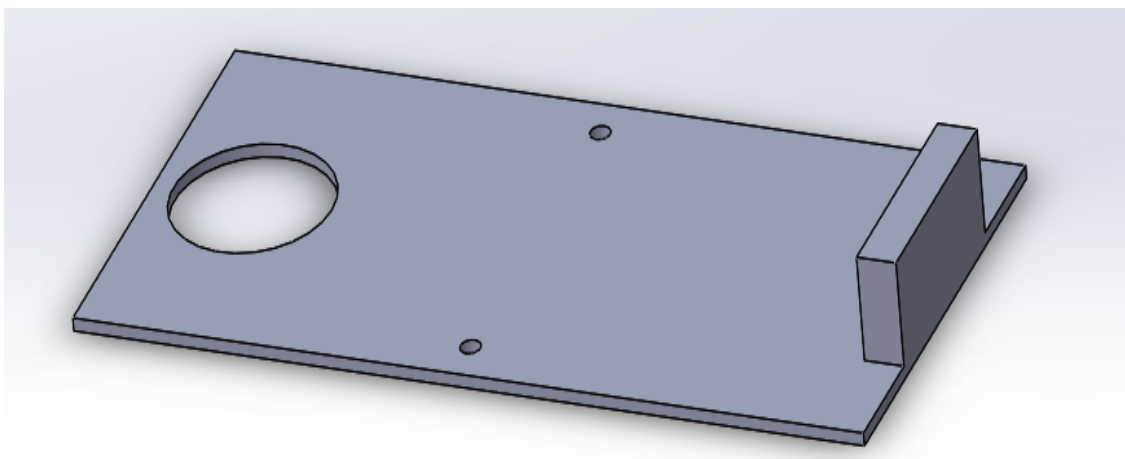
Lastujen imua varten kehitettyä keräysallasista jouduttiin muuttamaan, sekä ottamaan huomioon pieniä, mutta tärkeitä kohtia. Alkuperäisessä mallinnuksessa allas oli luonnosteluvaiheessa, mutta nyt siihen tehtiin viralliset mitat. Virallisten mittojen ja piirustusten perusteella lähetettiin tilaus valmistettavaksi. Seinämäpaksuus on 2 mm. Korkeus, pituus ja leveys ovat 300 mm. (Kuva 21.)



Kuva 21. Valmis lastujen keräysallas.

Suppilo on korkeudeltaan 240 mm. Laatikon sisälle tulee 50 mm:n verran imuputkea, jotta imettäessä kaikki lastut ja nesteet menevät imuun eivätkä aiheuta vuotoja. Vuotojen ehkäisemiseksi joudutaan putken pää tiivistämään huulitiivisteellä. Lukituslevy, joka liikkuu edestakaisin, on mitoitettu olemaan putken päällä. Putken pitäisi tukea levyä riittävästi. Samalla suppilo on muutettu irrotettavaksi osaksi, joka myös makaa lukituslevyn päällä, muodostaen robustin ja tiiviin kokonaisuuden. Testausvaiheessa voi tulla ilmi myös lukituslevyn ja suppilon välinen tiivistämisen tarve. Tähän tiivistämisen tarpeeseen on mietitty pyyhkijän tapainen tiivistys suppilon neliön muotoiseen alareunaan.

Lukituslevyä, joka estää jatkuvan imun, jouduttiin muokkaamaan. Alkuperäisen suunnitelman mukaan siihen olisi hitsattu kaksi tappia reunoihin. Tapit toimivat esteenä levyn karkaamiselle, silloin kun se vedetään auki. Tappien oli tarkoitus olla kiinteitä, jolloin ne olisivat olleet hitsattuina levyyn. Muutoksen myötä tapit eivät ole kiinteästi levyssä kiinni. Tämä johtuu siitä, että levyn asentaminen ja tarvittaessa vaihtaminen olisi ollut lähes mahdotonta ilman, että koko keräysallas olisi vahingoittunut. Pienen tilansa vuoksi allas ei sovellu työkalujen kanssa työskentelylle. Uuden ratkaisun mukaan reiät porataan entiseen tapaan oikein mitoitetuihin kohtiin. Niihin porataan myös kierteet. Tappeina voidaan nyt käyttää joko muttereita tai umpitankoa, johon on tehty kierteet.



Kuva 22. Lukituslevy, ilman tappeja.

Keräysaltaiden on nojattava jonkin päällä. Pelkästään 50 mm putki, joka tulee sen läpi, ei riitä kannattelemaan allasta lastuineen ja nesteineen. Niinpä erilaisten ajatusten jälkeen päädytään ratkaisuun, jossa altaisiin asennetaan tassut. (Kuva 22.)



Kuva 23. Tassu. (Sks www-sivut 2003)

Keräysaltaat lepäävät tassujen päällä, ja niiden asentaminen ei tuota ongelmaa. Suppilomainen muoto mahdollistaa reilusti tilaa reunoihin, samoin kuin 50 mm tyhjä tila pohjasta katsottuna. Tassujen alapuolella on kumiset pehmusteet. Kumipehmusteen joustavat ominaisuudet mahdollistavat laatikon pysymisen stabiilina, vaikka työstökone tärisee. Tassuilla voidaan säätää tarvittaessa lastunkeräysaltaiden korkeutta. Kyseisiä tassuja on Enstossa valmiina, joten niiden hankkimisesta ei tule lisäkustannuksia.

Työstökoneisiin, joiden selät ovat vastakkain, ajateltuun ratkaisuun tulee muutos. Alkuperäinen ajatus tuplaimusta todetaan olevan mahdoton toteuttaa. Ongelmana on työturvallisuus, sillä jossain vaiheessa imuputkisto joutuisi kulkemaan tietyn matkan lattia-atasolla. Toinen ongelmakohta, on se kohta, mistä putki liitettäisiin toiseen keräysaltaaseen t-haaralla. Liitoskohtaa edeltävä imuputki tulisi työstökoneen vierestä, estäen huoltotoimenpiteitä varten pääsyn työstökoneen viereen. Ääritapauksessa, putkivuodot

saattaisivat mahdollistaa nesteiden joutumisen sähkökomponenttien väliin. Kyseisten koneiden aiheuttaman ongelman ratkaisemiseksi päädytään ratkaisuun, jossa koneiden paikkoja vaihdetaan. Tämä mahdollistaa sen, että nämä koneet joiden lastujen tulopaikka on toisella puolella muihin verrattuna, ovat nyt suoraan kellarin yläpuolella. Näihin työstökoneisiin asennetaan samanlainen keräysallas, mutta niiden imuputki ei liitetä sorvaamon läpi kulkevaan pääimuputkeen. Kyseisten koneiden uudelleen sijoittamisen jälkeen, porataan reiät lattiasta läpi. Reiät tulevat katon läpi, suoraan kellariin. Kellarin kattoa pitkin johdetut putket liitetään imusäiliöön tai pääimuputkeen.

### 3.4 Ilman hallinta

Suunnittelukatselmuksessa tulleiden ongelmakohtien mukaisesti, ilman hallintaa oli pohdittavaa uudelleen. Kyseinen ongelma johtuu öljysumusta, jota imeytyy lastujen mukana. Imulaitteistossa ei ole riittäviä ilmansuodattimia, jotka suodattaisivat öljysumun pois. Ilma olisi palautunut takaisin sorvaamon öljysumuna. Öljysumun hengittäminen voi aiheuttaa terveydellisiä haittoja. Ongelman ratkaisemiseksi otetaan yhteyttä ilmanvaihtoa suunnitelleeseen insinööriin. Häneltä pyydetään selvitystä mahdollisuudesta liittää imulaitteesta tuleva lämmin ilma uuteen, kesällä asennettuun ilmanvaihtolaitteistoon. Mikäli tämä ei onnistu, joudutaan harkitsemaan uuden suodatinjärjestelmän hankintaa imulaitteistolle. Tämä tarkoittaisi lisäkustannuksia.

Imulaitteistossa tulee olemaan jatkuva imu päällä. Tämä johtuu siitä, että putkisto on pidettävä puhtaana, jotta ei tule tukkeutumista. Samalla ennalta ehkäistään imusäiliön, murskaimen tai briketöintilaitteiston ylikuormittumista. Koneistajat avaavat keräysaltaita luukut eri aikaan, joten imun tarve vaihtelee ja on jatkuvaa. Imulaitteistossa on kolme venttiiliä koneen takana ja ne säätelevät jatkuvan imun. (Kuva 24.)



Kuva 24. Imulaitteen venttiilit.

Mikäli kaikki luukut sorvaamossa ovat kiinni, imulaitteesta avautuvat venttiilit, jolloin imetään kellarista ilmaa. Näin kone on käynnissä koko ajan, eikä tule ongelmia. Samalla vältetään ylimääräiset, toimintoa estävät lämpenemiset ja sulakkeiden palamiset. Kellari on kytkettyä ilmanvaihtojärjestelmään, joten sieltä ei ilma lopu. Mikäli kellarista loppuisi ilma, muodostuisi sinne alipainetta, hankaloittaen kellarin ovien avautumisen.

### 3.5 Leikkuuneste

Enstossa Porvoon tehtaalla käytettävä leikkuuneste on biohajoavaa Binol Cut 10. Enston tarpeisiin kustomoitu monsteri käyttää Binol Cut 5. Näiden leikkuunesteiden ero on viskositeetissä. Projektin edetessä päädytään ratkaisuun, jossa joudutaan vaihtamaan kaikkien sorvaamon koneiden leikkuuneste, monsteria vastaavaksi. Syynä tähän on se, että lastuja imettäessä ja briketöitäessä, myös nesteet imeytyvät lastujen mukana. Briketöinti vaiheessa nesteet puristuvat pois. Enston hankintasuunnitelmissa olevassa briketöinti laitteessa on nesteen erottelija. Nesteiden puristuessa pois, ne kerääntyvät brikettilaitteessa olevaan nesteenkeräys astiaan. Astiassa nesteet sekoittuisivat ja niiden uudelleen käyttäminen ei onnistuisi. Tämän muutoksen ansiosta pystytään nesteet kierrättämään uudestaan käyttöön ja ne ovat puhtaampia, jolloin uuden nesteen tarve pienenee. (Kuva 25.)

#### Sample calculation for total saving of oily aluminium swarf

		without briquetting	with briquetting
<b>Disposal volume</b> (in metric t/p.a.)	solids	500 metric t	500 metric t
	cutting oil	125 metric t	25 metric t
	total volume of disposal	625 metric t	525 metric t
	<b>oil saving</b>	–	<b>100 metric t</b>
<b>Need of fresh oil</b> (in €/p.a., 1 metric t = 1400 €)	need of fresh oil	125 metric t	25 metric t
	need of fresh oil	175.000 €	35.000 €
	<b>fresh oil saving</b>	–	<b>140.000 €</b>
<b>Sale revenue</b> (in €/p.a.)	sales volume	625 metric t	525 metric t
	sales price	500 €/metric t	700 €/metric t
	sales revenue	312.500 €	367.000 €
	<b>sales revenue</b>	–	<b>55.000 €</b>
<b>Total income statement</b> (in €)	sales revenue	312.500 €	367.500 €
	need of fresh oil	175.000 €	- 35.000 €
	total	137.500 €	332.500 €
	<b>profit</b>	–	<b>195.000 €</b>

Kuva 25. Esimerkki lastuamismesteen kierrätyksestä saatavasta säästöstä. (Makrum www-sivut 02/2011 – 91150711)

Kuvan 25 erään laskennallisen esimerkin mukaisesti, lastuamismesteen vaihtamisella kaikkiin koneisiin yhteensopivaksi, saadaan myös taloudellista hyötyä. Kierrättämällä lastuamismestettä, uuden nesteen tarve pienenee. Mitä vähemmän nestettä tarvitaan, sitä ympäristölle ystävällisempää se on. Samalla vältetään lastuamismesteen valumisesta aiheutuvista ympäristöhaitoista.

## 4 TULEVAISUUS

Projektin tarkoitus on tuotantotilassa tapahtuvasta työstöstä aiheutuvien lastujen poiston automatisoinnin suunnittelu. Tavoitteena oli imun suunnittelu ja laitteiston sijoitus, mutta kokonaisuutta ajatellen. Tähän kokonaisuuteen kuuluu lastujen kuljettimet, murskaimet, kiinteiden kappaleiden erottelulaitteisto sekä briketöintilaitte. Kuljettimia tullaan tarvitsemaan kolmen eri toimenpiteen välisessä lastun kuljetuksessa. Ensimmäinen kuljetin tarvitaan imusäiliön ja murskaimen välille. Toinen kuljetin tarvitaan murskaimesta briketöintilaitteeseen kulkeville lastuille. Kolmas kuljetin tarvitaan briketöintilaitteesta vaihtolavalle kuljetettaville briketeille. Kuljettimia saa tilattua omien tarpeiden mukaisesti valmistettuna. Olemassa olevassa murskaimessa on kiinteiden kappaleiden erotin, mutta mikäli sen ei koeta riittävän, joudutaan hankkimaan erillinen erottelulaitteisto. Tässä tapauksessa lisääntyy myös kuljettimien tarve yhdellä kappaleella.

### 4.1 Säästöt

Automatisoimalla lastujen poisto, saadaan kahden monsterin koneistajan työpanos siirrettyä muualle tuotantoon. (Taulukko 1.) Tämä tarkoittaa 3520 tunnin aikasäästöä, vain monsterin lastujen käsittelyn kohdalla. Samalla parannetaan työturvallisuutta liukaiden karryjen kuljettamisen jäätyä pois.

Aikasäästö monsterilla/henkilö	
Päivässä	8h
Viikossa	40h
Vuodessa	1760h

Taulukko 1. Monsterin aikasäästö.

Vastaavasti sorvaamon muiden 22 koneiden lastujen käsittelyyn menevä aika on arvioitu olevan 60 minuuttia päivässä. (Taulukko 2.) Sorvaamossa on noin 20 työntekijää. Tämä tarkoittaa 20 työtunnin säästöä päivässä ja vuodessa se vastaa 4400 työtuntia.

Aikasäästö sorvaamossa/henkilö	
Päivässä	1h
Viikossa	5h
Vuodessa	220h

Taulukko 2. Sorvaamon muiden koneiden aikasäästö.

Säästettäessä aikaa, säästetään myös rahaa. Tässä tapauksessa säästetään suoraan myös rahaa, sillä briketöidystä alumiinista saa paremman hinnan. Enston vuotuinen alumiinilastun tuotto on noin 180 000 kg. Briketöidystä alumiinista saa 0,15 € enemmän kiloa kohti. Tämä tarkoittaa noin 27 000 € enemmän rahaa.

Taulukoissa 3 ja 4 on laskettu rahalliset arvot säästöille. Muiden työstökoneiden vuotuinen säästö, lastujen poiston automatisoinnin jälkeen on 6600 € henkilöä kohden. Sorvaamossa on n. 20 työntekijää, joten vuotuinen säästö sorvaamossa on 132 000 €.

Rahallinen säästö sorvaamossa/henkilö	
Päivässä	30€
Viikossa	150€
Vuodessa	6600€

Taulukko 3. Rahallinen säästö muilla koneilla



Monsterin kohdalla vuotuinen rahallinen säästö on 52 800 € henkilöä kohden. Kahden työntekijän yhteenlaskettu säästö on siis 105 600 €.

Rahallinen säästö sorvaamossa/henkilö	
Päivässä	240€
Viikossa	1 200€
Vuodessa	52 800€

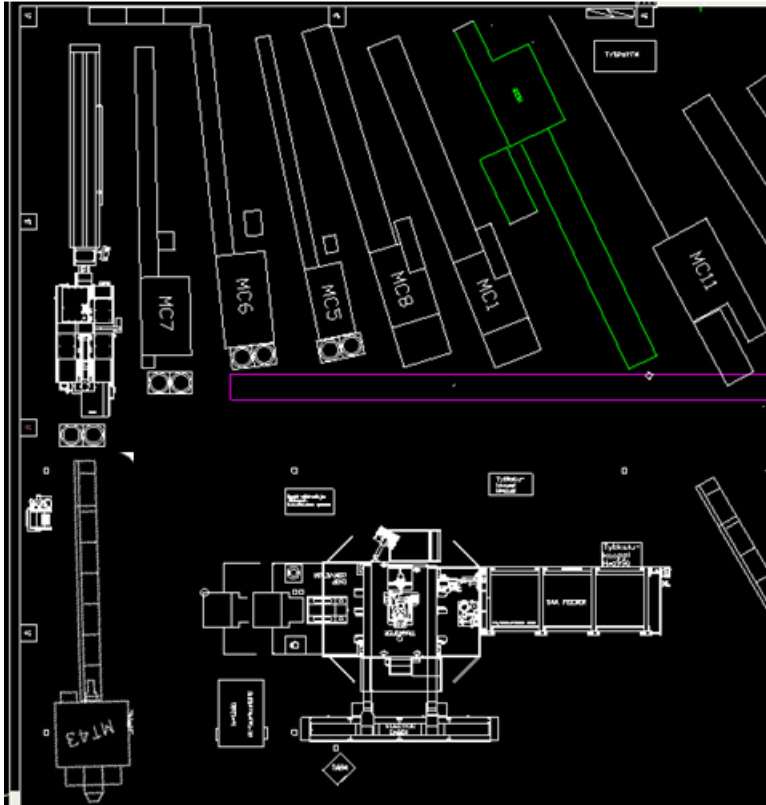
Taulukko 4. Rahallinen säästö monsterilla

Rahallisten arvojen laskemisessa on käytetty laskentahintana 30 €/h. Hinta-arvio toteutuu, mikäli henkilön aika voitaisiin sijoittaa arvoa lisäävään työhön.

Yhteensä lasketut rahalliset säästöt ovat 264 600 €. Kyseiseen summaan sisältyy briketöinnistä saatava parempi lastun hinta. Summaan ei kuitenkaan sisälly leikkuunesteestä saatavat taloudelliset säästöt.

#### 4.2 CNC- työstökoneet

Työstökoneita on sorvaamossa 23, joista 8 ovat CNC- työstökoneita. (Kuva 26.) Nämä työstökoneet työstävät pääosin alumiinia, mutta myös muita materiaaleja. Tästä johtuen oli kehitettävä omanlainen ratkaisu näille koneille, jotta alumiini ja muut lastut eivät sekoitu. Sekalastusta ei saa hyvää myyntihintaa. Messinkiä ei briketöidä sillä nykyinen toimittaja haluaa sen lastuina.



Kuva 26. CNC- työstökoneet ja monsteri (Ensto, Tiala 2016).

Testausvaiheessa kyseiset koneet eivät ole kytkettynä imuun, mutta heti kun varmistetaan imujärjestelmän toimivuudesta, myös nämä koneet liitetään imuun. Kyseisissä koneissa haastetta lisää lattiatason alla oleva kouru, johon pääimuputkisto sijoitetaan. Purppuran värinen alue kuvassa 26 kuvastaa olemassa olevaa kourua. Kourua joudutaan mahdollisesti jatkamaan ja se toteutetaan piikkaamalla lattia auki, jotta saadaan sekä monsteri, että reunimmaisiet koneet mukaan järjestelmään. Kyseinen toimenpide on hyvin kallista ja siksi saatetaan turvautua myös yläkautta kulkeviin imuputkiin. Lopullinen päätös saadaan tehtyä, kun imujärjestelmän toimivuus on todettu.

Nykyisten CNC- työstökoneiden kohdalla päädytään lastujen keräilyastian suhteen erilaiseen vaihtoehtoon, kuin käyräohjattujen tankosorvien kohdalla. (Kuva 27.) CNC-työstökoneiden kohdalla käytetään hyväksi koneissa olevaa tyhjää tilaa, jonka päälle keräysastiat sijoitetaan. Tankosorveissa keräysastia sijoitetaan lastualtaan viereen. Kaikissa CNC- työstökoneilla ei kuitenkaan ole vastaavaa tyhjää tilaa. Imujärjestelmän edetessä CNC- työstökoneiden liittämis-vaiheeseen, joudutaan kehittämään jokin muu ratkaisu keräysastian sijoittamiselle.



Kuva 27. CNC- työstökoneen tyhjä tila, johon keräysastia sijoitetaan.

Koneiden työstettäessä alumiinia asennetaan erillinen, irrotettava kouru, joka ohjaa lastut keräysaltaaseen. Työstettäessä messinkiä koneistaja irrottaa kourun. Näin vältetään lastujen sekoittumiselta ja saadaan kaikki alumiinilastut talteen, ilman että joudutaan turvautumaan manuaaliseen lastujen käsittelyyn. Koneistajien on mahdollista kulkea turvallisesti koneiden väleistä, materiaalin syöttöä, vaihtoa ja huoltotoimenpiteitä varten. Tästä syystä johtuen ei voida keräysastiat sijoittaa koneen viereen tai suoraan lattiassa olevan kourun päälle.

### 4.3 Laajennus

Testausvaiheen jälkeen, kun on todettu imulaitteiston, säiliöiden ja altainen toimivuus, laajennetaan projekti briketöintilaitteiston hankintaan. Lopulta voidaan laajentaa myös alumiiniosastolle. Alumiiniosasto tuottaa n. puolet koko Enston Porvoon tehtaan lastumäärästä ja siksi järjestelmä on saatava myös sinne. Imulaitteen kapasiteetti kattaa molempien osastoiden lastujen imemisen. Suunniteltu briketöintilaitteisto ostetaan valmiiksi tuplabriketöinti mahdollisuudella, joten myös sen kyky briketöidä tulevaisuudessa enemmän on otettu huomioon.

## 5 LOPUKSI

Opinnäytetyö oli mieluinen, mutta muuttuvat tekijät tekivät siitä haastavan. Haasteita riitti ja suurimpana haasteena koettiin aikataulussa pysyminen. Haastavina tekijöinä olivat usean henkilön erilaiset näkemykset, joita yritettiin ottaa huomioon ja käyttää hyväksi projektin edetessä. Projektissa tuli jatkuvasti muuttuvia tekijöitä, kuten ilman hallinnan kanssa tulleet haasteet. Haasteita aiheuttivat myös ulkopuoliset osapuolet, kuten laitteiston huoltanut yritys.

Oppimisprosessina tämä oli opettavainen ja onnistunut projekti. Tässä tuli vastaan haasteita ja vastoinkäymisiä, joita ratkottiin, niin yksin, kuin ryhmässä. Ensimmäisenä kerättiin tietoa ja tutustuttiin automaattisen lastunpoistojärjestelmän toimintatapoihin. Seuraavaksi mallinnettiin erilaisia layouteja, joiden pohjalta aloitettiin asennustyöt. Projekti eteni suunnitellusti ja ajallaan.

Projektin edetessä tuli jatkuvasti esiin uusia asioita joita ei alun perin mietitty tai tiedetty lainkaan. Näitä olivat sähkönohjauskaappi, taajuusmuuntaja, keräysaltaan ulkopuolinen valmistaja, koneiden uudelleen sijoittelu, sekä tärkeimpänä imusta aiheutuva öljysumun hallinta.

Positiivisia asioita oli toimiva kommunikointi kaikkien osapuolien välillä. Osaavat ihmiset ympärillä tukena, mahdollistivat työn onnistumisen. Myös täysin uusi tapa lastujen keräykselle kehitettiin keräysaltaan muodossa. Kokonaisuutena projekti oli onnistunut ja asetettuihin tavoitteisiin päästiin. Putkiston ja laitteiston layout saatiin ratkaistua ja sitä kautta saadaan työntekijöiden aikasäästöä ja rahallista säästöä.

Imulaitteisto ja putkisto saatiin asennettua paikoilleen. Lastunkeräyssäiliö ja siihen kuuluvat sähkönohjaukseen tarvittavat osat saatiin asennettua ja kytkettyä. Aikataulun tullessa vastaan, ei vielä saatu lopullista selvyyttä ilman hallinnasta, mutta vaihtoehtoja on olemassa. Projektin tavoitteena ollut, lastujen poiston automatisoinnin suunnittelu onnistui. Järjestelmän toimivuuden onnistuminen käytännössä selviää koeajon jälkeen.

## LÄHTEET

Enston www-sivut 2016. Viitattu 17.10.2016.

<http://www.ensto.com/fi/yhtio/yritys/ensto-on-perheyritys/>.

Makrum www-sivut 2016. Viitattu 17.10.2016

<http://www.makrum.fi/edustukset-ja-tuotteet/hocker/>.

Sks www-sivut 2003. sivulta 6. Viitattu 18.11.2016.

[http://www.sks.fi/Sofor/skswww.nsf/sivut/110071AF1954E4EBC2257B79003518D7/\\$FILE/Airlock\\_vaimennuslevyt\\_konejalat\\_1071339.pdf](http://www.sks.fi/Sofor/skswww.nsf/sivut/110071AF1954E4EBC2257B79003518D7/$FILE/Airlock_vaimennuslevyt_konejalat_1071339.pdf).

Makrum www-sivut 02/2011 – 91150711. sivulta 7. Viitattu 21.11.2016

[http://www.makrum.fi/wp-content/uploads/2016/02/BrikStar\\_M\\_MD\\_EN\\_110224.pdf](http://www.makrum.fi/wp-content/uploads/2016/02/BrikStar_M_MD_EN_110224.pdf).