

KALLE LEIVO

PALLOVALSSAIMEN PROSESSIJÄTTEEN POISTON
OPTIMOINTI

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2017

PALLOVALSSAIMEN PROSESSIJÄTTEEN POISTON OPTIMOINTI

Leivo, Kalle
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 28
Liitteitä: 4

Asiasanat: pallovalssi, kuljetin, myötöraja, kuormitusjännitys

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella parannuksia Luvata Pori Oy:n pallovalssaimen prosessijätteen poistoon. Tarkoitus oli käytännöllistää ja helpottaa koneenkäyttäjien työskentelyä kyseisellä aihealueella suunnittelemalla paremmin tarkoitukseen soveltuvia apuvälineitä. Potentiaalisia kehityskohteita olivat prosessijätteen poisto, väliaikainen säilyttäminen ja koneen alla olevan viemärin tukkiutumisen ehkäiseminen.

Opinnäytetyön teoriaosuuden päähuomio oli pallovalssaimen käytön kuvaamisessa ja potentiaalsiin kuljetinmenetelmiin tutustumisessa. Niiden jälkeinen osa keskittyi parannusten suunnittelemiseen ja lukuuslaskentaan. Suunnitelluista parannuksista prosessijätteen säilöntään käytettävä laatikko tulee opinnäytetyö valmistuttua käyttöön ja kuljetinta harkitaan hankittavaksi.

WASTE DISPOSAL OPTIMIZATION FOR BALL ROLLING MILL

Leivo, Kalle

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical and production engineering

May 2017

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 28

Appendices: 4

Keywords: ball rolling mill, conveyor, yield strength, load stress

The purpose of this thesis was to design improvements to waste disposal for Luvata Pori Ltd's ball rolling mill. Idea was to make machine usage easier and more practical for users by upgrading aiding tools. Potential areas of improvement were waste disposal mechanism, temporary waste storage container and prevention of sewerage clogging.

The theory section of this thesis was mainly focused on describing the ball rolling mill and finding out information regarding potential conveyors. The part after those ones was about designing upgrades and doing strength calculations. Designed storage box will come to use after this thesis and conveyor will be considered to be acquired.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TAUSTAA	6
2.1	Luvata Pori Oy	6
2.2	Opinnäytetyön rajaus	6
2.3	Opinnäytetyön tavoitteet ja vaatimukset.....	7
2.4	Opinnäytetyöraportin rakenne	7
3	PALLOVALSSI	8
3.1	Toimintaperiaate	8
3.2	Jatkokäsittely.....	9
4	KULJETTIMIEN TEORIAA.....	11
4.1	Hihnakuuljetin.....	11
4.2	Ruuvisiirrin	13
4.3	Inertiasiirtimet.....	14
5	3D-MALLINNUS	16
5.1	Suunnittelu	16
5.2	Tärykuuljetin.....	17
5.2.1	Kouru.....	17
5.2.2	Tärylaite.....	18
5.2.3	Kiskot.....	19
5.2.4	Jouset.....	20
5.3	Prosessijätelaatikko.....	20
6	LUJUUSLASKENTA	23
6.1	Pohjustus.....	23
6.1.1	Prosessijätelaatikko	23
6.1.2	Takakiinnike.....	24
6.1.3	Etukiinnike.....	25
7	KUSTANNUSARVIO	26
8	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa Luvata Oy:n pallovalssaimen prosessijätteen poistoa ja käytännöllistä etenkin prosessijätelaatikon käyttöä. Työssä suunnitellaan kuljetin ja prosessijätelaatikko valssauksessa syntyvälle kuparintyöstöjätteelle. Suunniteltava prosessijätelaatikko tulee kohdeyritykseen käyttöön heti opinnäytetyön valmistuttua ja kuljetin suunnitellaan mahdolliseksi hankinnaksi, mikäli tilaaja sen päättää hankkia.

Lähtökohtaista kokonaisuutta ei ole suunniteltu optimaaliseksi ja se on käyttäjälle epämieluisaa käyttää. Suunniteltavana ovat mahdollisesti koneen alla käytettävä kuljetin ja väliaikaisessa varastoinnissa käytettävä prosessijätelaatikko. Koneen alapuolisen tilan tyhjennys työstössä syntyvästä kuparista ja kuonasta tapahtuu opinnäytetyön aloitushetkellä käsikäyttöisellä kolalla. Kuparia työstävien osien jäähtymyksessä käytettävää vettä kulkeutuu laatikkoon kolaamisen yhteydessä. Se seisoo laatikossa kunnes tulvii reunojen yli hetkeä myöhemmin. Hallin lattiaa ei ole viemäröity, jotta haitallisia aineita ei pääse ympäristöön. Ongelmana suunnittelussa on kuparin ja veden erottelu suuren kappalekoon vaihtelun takia, ilman erillisiä ja tilaa vievää suodatusmekanismeja. Suurimpien pallojen halkaisija on 50 mm ja epäonnistuneita yksilöitä putoaa koneen alle työstölastun ohella.

2 TAUSTAA

2.1 Luvata Pori Oy

Luvata Group on maailman johtava metalliteollisuuden kuparituotteiden valmistaja ja suunnittelija, joka koostuu emoyhtiöstä ja kahdesta erillisestä sivu-osastosta. Toimipisteitä Luvata Oy:llä on useita Euroopan, Aasian sekä Etelä- ja Pohjois-Amerikan alueilla. Luvata Pori Oy vastaa erikoistuotteista ja työllistää noin 350 henkilöä Satakunnan alueella. Osasto muodostui, kun investointiyritys Nordic Capital osti vuonna 2006 Outokummun kuparituotteiden liiketoiminnan. Hankinnan mukana siirtyi vuosisatoja tietotaitoa metalliteollisuudesta uudelle omistajalle. Mitsubishi Materials -korporaatio tulee ostamaan erikoistuotteiden osaston vuoden 2017 kuluessa.

Luvata Pori Oy valmistaa vuosittain noin 40 000 tonnia erilaisia kuparituotteita, joista 90 % menee ulkomaan vientiin. Porin yksikön kilpailuvalttina ovat erikoistuotteet, kuten hapettomasta kuparista valmistetut hitsausanodit autoteollisuuteen. (Luvata Oy:n www-sivut 2017.)

2.2 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyössä suunnitellaan ja mallinnetaan pallovalssille käyttöön tuleva prosessijätelaatikko sekä mahdollisesti hankittava kuljetin. Työssä pyritään selvittämään perustietoja eri kuljetinvaihtoehdoista ja pohdintaosiossa selvitetään perusteita tehdyille valinnalle. Sekä prosessijätelaatikosta että kuljettimesta tehdään lujuuslaskentaa, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi. Työn tärkeimpinä kohteina ovat prosessijätelaatikon käytön käytännöllistäminen ja viemärin tukkeutumisen ehkäiseminen.

2.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja vaatimukset

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa merkittäviä parannuksia pallovalssaimen prosessijätteen käsittelyyn. Työ katsotaan onnistuneeksi, mikäli merkittäviä parannuksia saadaan suunniteltua käyttömukavuuden ja käytännöllisyyden saralla. Pallovalssin prosessijätteen poisto pyritään tuomaan samalle tasolle muun Luvata Oy:n tuotannon tason kanssa.

Kokonaisuuden tulee olla mahdollisimman pienellä huollolla toimiva ja yksinkertainen. Tehtävät muutokset eivät saa vaikuttaa millään negatiivisella tavalla koneen normaaliin toimintaan tai huoltoon, eivätkä aiheuttaa käyttäjälle haittaa konetta ajettaessa. Koneen ympärillä oleva tila tulee pitää mahdollisimman vapaana. Modifikaatioiden tulee olla mahdollisimman paljon Luvata Oy:n sisällä toteutettavia, jotta suunniteltavat välineet voidaan aikanaan korvata uusilla ja muutoksia saadaan tarvittaessa tehtyä.

2.4 Opinnäytetyöraportin rakenne

Opinnäytetyöraportin alussa esitellään toimeksiantaja ja pohjustetaan työtä. Keski-osassa esitellään pallovalssi lyhyesti ja keskitytään erilaisiin harkittaviin kuljetin-vaihtoehtoihin. Niitä seuraa raportointiosio tehdyistä mallinnuksista, sisältäen tarvittavia lujuuslaskennan simulaatioita. Loppuosa keskittyy arvioituihin kustannuksiin ja pohdinta-verailu -osioon.

3 PALLOVALSSI

3.1 Toimintaperiaate

Pallovalssi on kone, jossa aihiotankoa valssaamalla saadaan aikaan pallonmuotoisia kappaleita. Pallojen halkaisija riippuu koneeseen syötettävän tangon halkaisijasta ja työstävien rullien asetuksista. Ideaalitulanteessa prosessissa ei synny juurikaan hukkakuparia, mutta todellisuudessa työstölastua ja epäonnistuneita valssauksia ilmaantuu. Käyttövoimanlähteenä toimii sähkömoottori, joka välittää työstövoiman kahden itsensä ympäri pyörivän akselin välityksellä. Valssauksen tekevät aihiotangon molemmin puolin pyörivät valssausrullat ja materiaalin oikeassa orientaatioissa pitävät tuet.



Kuva 1. Pallovalssain. Vasemmassa päässä käyttövoiman lähteenä toimiva sähkömoottori ja putki tangon syöttöön.



Kuva 2. Valssausrullat ja tuet.

3.2 Jatkokäsittely

Valssatut pallot siirtyvät hihnakuuletinta pitkin tärypöydälle, joka erottelee onnistuneet ja epäonnistuneet valssaukset toisistaan. Onnistuneet pallot pyörivät lievään alamäkeen, epäonnistuneiden ajautuessa värinän vaikutuksesta vastakkaiseen suuntaan. Värinän muoto ja voimakkuus on sellainen, että tasaisia sivuja omaavat epäonnistuneet kappaleet pomppivat ylämäkeen. Romukupari tippuu laatikkoon, jonka sisältö vietään paalattavaksi uudelleensulatusta varten. On huomioitavaa, että kyseinen laatikko on erillinen opinnäytetyössä suunniteltavasta.



Kuva 3. Tärypöytä, romulaatikon päästä kuvattuna

Tärykuljettimelta onnistuneet pallot tulevat pyörivälle rummulle, jonka tehtävänä on poistaa pallojen pinnassa oleva hieno kuparipöly. Rumpu pyörii akselinsa ympäri ja liikuttaa kuparipalloja, mikä koputtaa niistä hienon materiaalin irti. Rummusta päästetään pallot tulevat Z-hihnakuuljettimelle, joka kokoaa ne yhteen kuvassa 4 näkyvään vihreään säiliöön. Kyseisellä valssilla kyetään valmistamaan palloja 50 mm halkaisijaan asti.



Kuva 4. Kuvassa vasemmalla rumpu, keskellä z-hihnakuuljetin ja oikealla vihreä säilytyslaatikko.

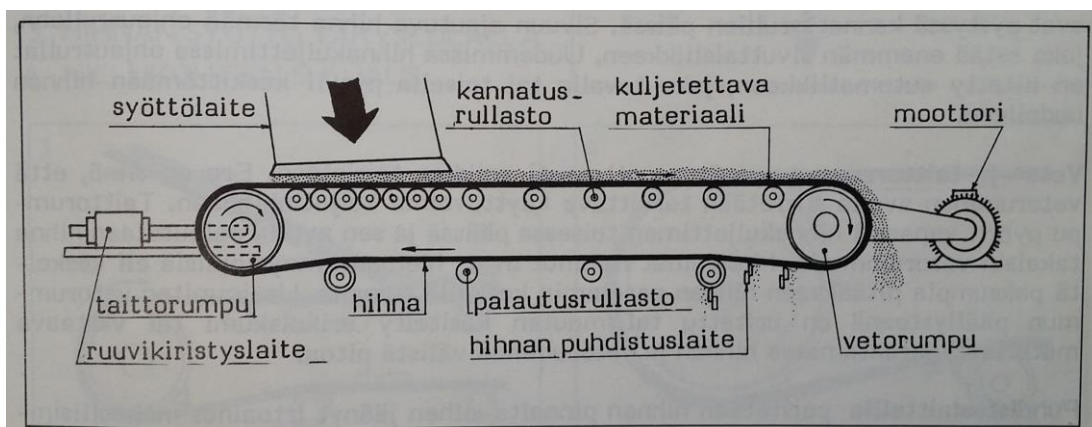


Kuva 5. Valssattu kuparipallo.

4 KULJETTIMIEN TEORIAA

4.1 Hihnakuljetin

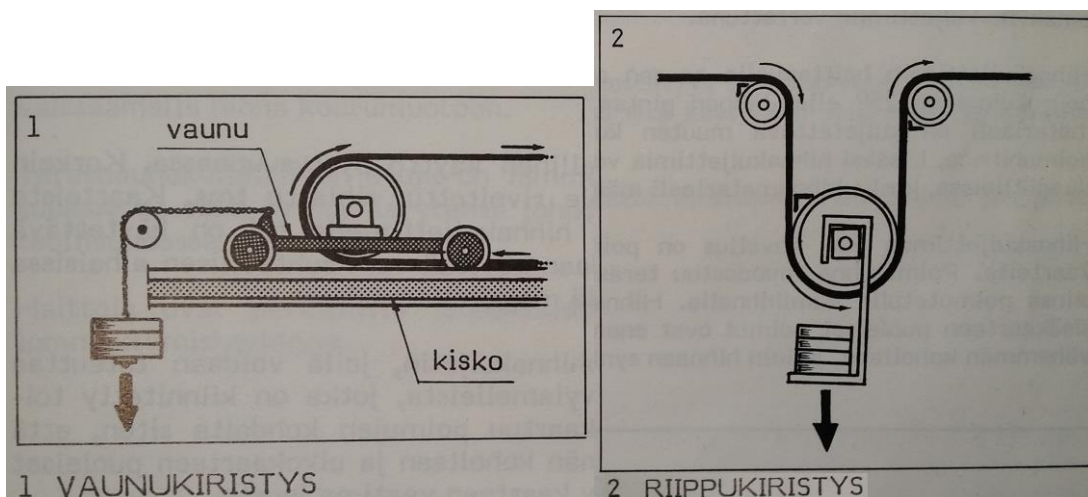
Hihnakuljetin soveltuu sekä joukko- että kappaletavaran kuljettamiseen. Nimensä mukaisesti kuljettimen tärkein osa on yhtenäinen hihna, johon moottori luo käyttövoiman vetorummun välityksellä. Kuljettimen toisessa päässä sijaitsee taittorumpu, joka ei sanottavasti poikkea vetorummusta. Siihen ei välity käyttövoimaa, vaan se pyörii vapaasti hihnakuljettimen toisessa päässä, palauttaen hinnan takaisin vetorummulle. Näiden välissä oleva kannatus- ja palautusrullasto kannattelevat ja ohjaavat päällä kulkevaa hihnaa. Rullastojen rakenne ja jakoväli määräytyvät hinnan nopeuden ja kuljetettavan aineen mukaan. Rullia on yleensä tiheämmin kuormitetuissa kohdissa ja ne saattavat olla palautusrullaston rullia vankkatekoisempia. (Frilund & Pihkala 1992, 65-66)



Kuva 6. Hihnakuljettimen rakenne ja pääosat (Frilund & Pihkala 1992, 65)

Hihna on tavallisesti kumia tai muovia, jota on vahvistettu jollain punoksella, kuten puuvillalla tai teräslangalla. Punosaine ja -kerrokset riippuvat käyttötarpeesta. Suuri punoskerrosten määrä ja vahvat punoslangat haittaavat kuljettimen toimintaa jäykistämällä hihnaa. Suurin osa huollosta ja kuluista keskittyy hinnan kunnossapitoon ja huoltoon, joten oikean hinnan valitseminen on tärkeää. Käyttökohteesta riippuen hihna voidaan korvata metallisilla lamelleilla, jolloin kuljettimesta saadaan järeämpi. (Frilund & Pihkala 1992, 66)

Kiristyslaitteistolla hihnan kireys pidetään tasaisena, jotta hihnan ja vetorummun välissä ei ole luistoa. Yksinkertaisin menetelmä tähän on ruuvikiristys, jossa ruuvia kiristämällä taittorumpua siirretään vaakasuunnassa. Hihnan venyessä tai sitä vaihdettaessa, on kireys säädettävä aina uudelleen. Vaunukiristystä käytettäessä taittorumpu sijaitsee kiskojen päällä kulkevassa vaunussa, jota vaijerissa roikkuva paino tai jousi vetää kauemmaksi. Riippukiristeisessä vaihtoehdossa hihnan palautusrullastoon asennetaan kolme taittorumpua, joista keskimmäiseen liitetään alaspäin vetävä paino. Reunimmaisat taittorullat ohjaavat hihnan alaspäin ja edelleen takaisin vaakasuoraan asentoon. Vaunu- ja riippukiristysten etuna on automaattisesti kiristyvä hihna verraten ruuvikiristykseen. (Frilund & Pihkala 1992, 67)

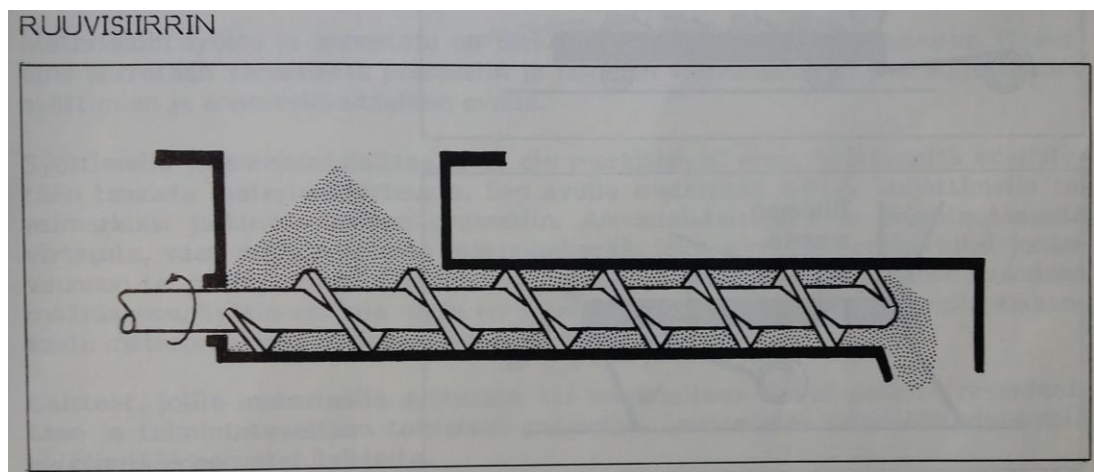


Kuva 7. 1) Vaunukiristys 2) Riippukiristys (Frilund & Pihkala 1992, 67)

Hihnakuuljettimen etuina ovat suuri kuljetuskyky ja kuljetusetäisyys muutamaan kilometriin asti. Rakenne ja osat ovat suhteellisen yksinkertaisia, joten huolto on kohtuuhintaista. Laitteiston tehonkulutus on vähäistä verraten muihin saman kapasiteetin ja kuljetuskyvyn omaaviin laitteisiin. Haittapuolia ovat kaarteet, joissa materiaali on kuljetettava muulla tavalla tai käytettävä poimutettua hihnaa. Jyrkät nousut ovat ongelmallisia, mikäli hihnaa ei ole rihlattu, tai tehty muuta saman asian ajavaa toimenpidettä. (Frilund & Pihkala 1992, 68)

4.2 Ruuvisiirrin

Ruuvisiirrin koostuu akselinsa ympäri pyörivästä ruuvista, käyttövoiman lähteestä ja paikallaan pysyvistä kourusta tai putkesta. Pyöriessään akselinsa ympäri, ruuvi työntää siirrettävää materiaalia eteenpäin putkessa. Menetelmä soveltuu hyvin jauhemaisen ja rakeisen materiaalin siirtoon lyhyillä matkoilla. Sen tehonkulutus on suuri, mutta yksinkertainen rakenne ja pieni osien määrä tekevät huollon ja kunnossapidon kohtuuhintaiseksi. Ruuvisiirtimellä pystytään kuljettamaan materiaalia pystysuunnassa, edellyttäen suurta kierrosnopeutta ja pientä kierteen nousua. (Frilund & Pihkala 1992, 82)

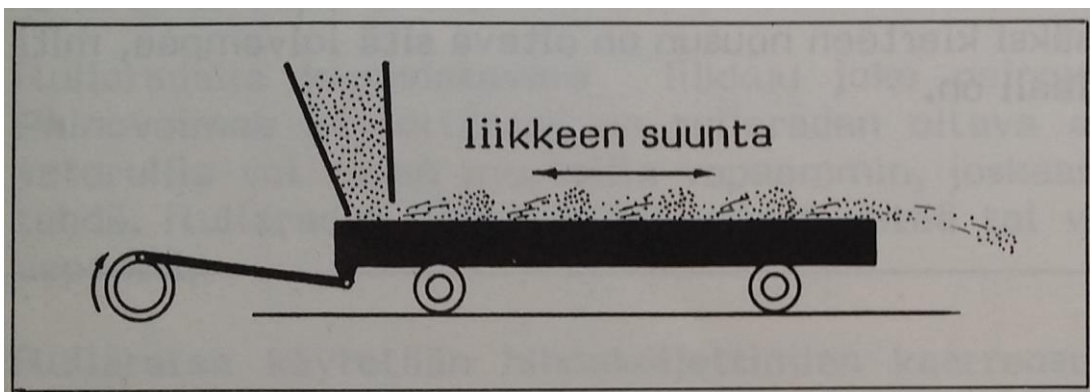


Kuva 8. Ruuvisiirrin (Frilund & Pihkala 1992, 81)

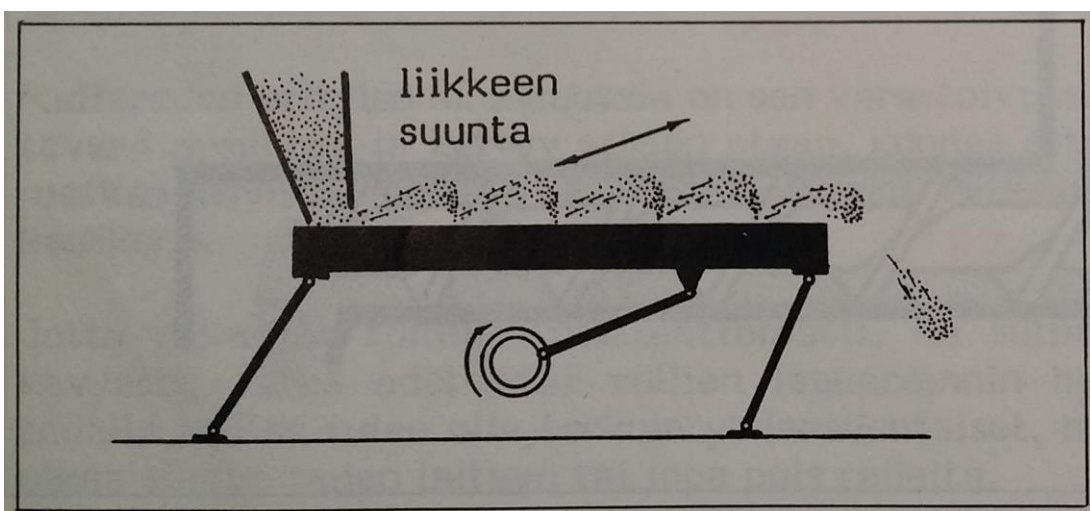
Akselillisiä ruuvisiirtimiä käytetään, kun siirrettävän materiaalin kappalekoko on hyvin pieni, eikä kappaleilla ole mahdollisuutta jäädä jumiin akselin ja kotelon väliin. Akselittomia ruuvisiirtimiä tarvitaan, kun kuljetettavan materiaalin kappalekoko vaihtelee. Ne toimivat myös silloin, kun ruuvilla siirretään lankamaisia kappaleita, joilla on taipumuksena kiertyä ruuvien akselin ympärille. Lisäksi tahmaiset materiaalit heikentävät ruuvien siirtokykyä tukkimalla kierteiden ja akselin välistä tilaa. Akselittomissa ruuvisiirtimissä spiraalin ympärillä oleva putki toimii siirtimen tukijana, joka mahdollistaa lievän taivuttelun. (Fedorov 2013, 12)

4.3 Inertiasiirtimet

Inertiasiirrintyyppäjä on kaksi: heilurisiirrin ja tärysiirrin. Niiden toiminta perustuu inertiaan eli kappaleen taipumukseen jatkaa liikkettään tasaisessa liiketilassa. Heilurisiirtimen kouru liikkuu vaakatasossa edestakaisin siten, että eteenpäin suuntautuvan liikkeen aikana kiihtyvyyys on pieni ja paluuliikkeen aikana suuri. Eteenpäin suuntautuvan liikkeen aikana materiaali kourun päällä pysyy paikallaan, mutta paluuliikkeen aikana suuri kiihtyvyyys saa sen liikkumaan kourussa. Tärysiirtimen toimintaperiaate on samanlainen kuin heilurisiirtimellä, mutta osa liikkeestä tapahtuu pystysuorassa, saaden materiaalin pomppimaan eteenpäin kourussa. (Frilund & Pihkala 1992, 82)

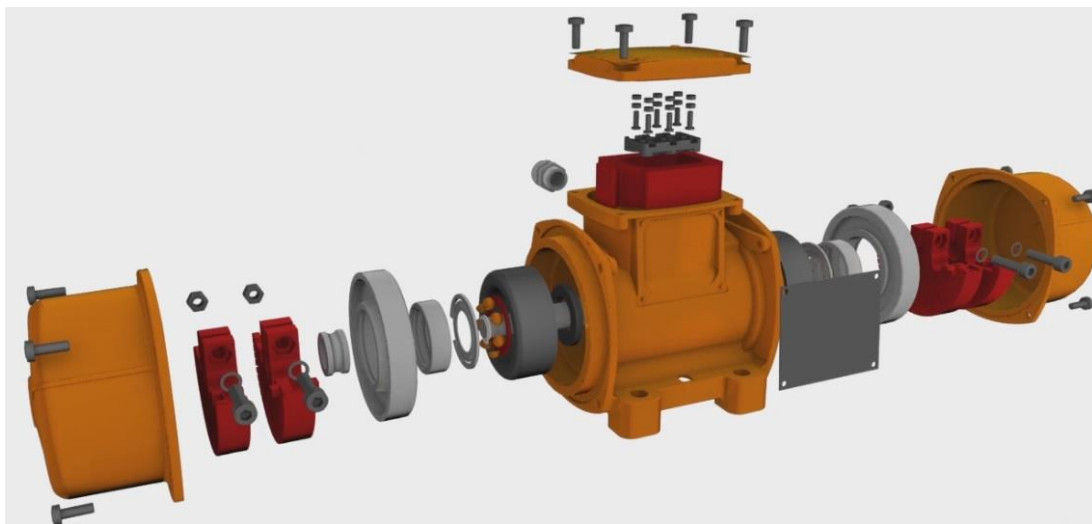


Kuva 9. Heilurisiirrin (Frilund & Pihkala 1992, 82)



Kuva 10. Tärysiirrin (Frilund & Pihkala 1992, 82)

Käyttövoima inertiasiirtimille luodaan tärinää tuottavalla sähkömoottorilla, joka eroaa normaalista sähkömoottorista akselinsa päihin asennetuissa vastapainoissa. Kun painot asetetaan eri kulmaan, luo moottori värähtelevää liikettä omaa akselia pyörittäessään. Värähtelyn ominaisuuksia pystytään muokkaamaan vastapainojen asentoa ja kokoa muuttamalla, moottorin pyörimisnopeudella sekä sähköteholla. (Tärylaite Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 11. Räjähdysskuva tärymoottorista, jossa vastapainot näkyvät päissä punaisina (Italvibras Oy:n www-sivut 2017)

Inertiasiirtimet ovat varmakäyttöisiä ja yksinkertaisia. Ne soveltuvat erityisesti lyhyisiin kuljetuksiin sekä käytettävänä syöttölaitteina, että seuloina. Suurimmat haittapuolet ovat tärin vaimennus ja meluhaitat. Käyttökohteesta riippuen on saatavilla myös muita käyttövoiman lähteitä, kuten lineaari- ja magneettitoimilaitteita, joita käytetään esimerkiksi tarkkuutta tai hygieniaa vaativissa tapauksissa. (Frilund & Pihkala 1992, 82; Tärylaite Oy:n www-sivut 2017)

5 3D-MALLINNUS

5.1 Suunnittelu

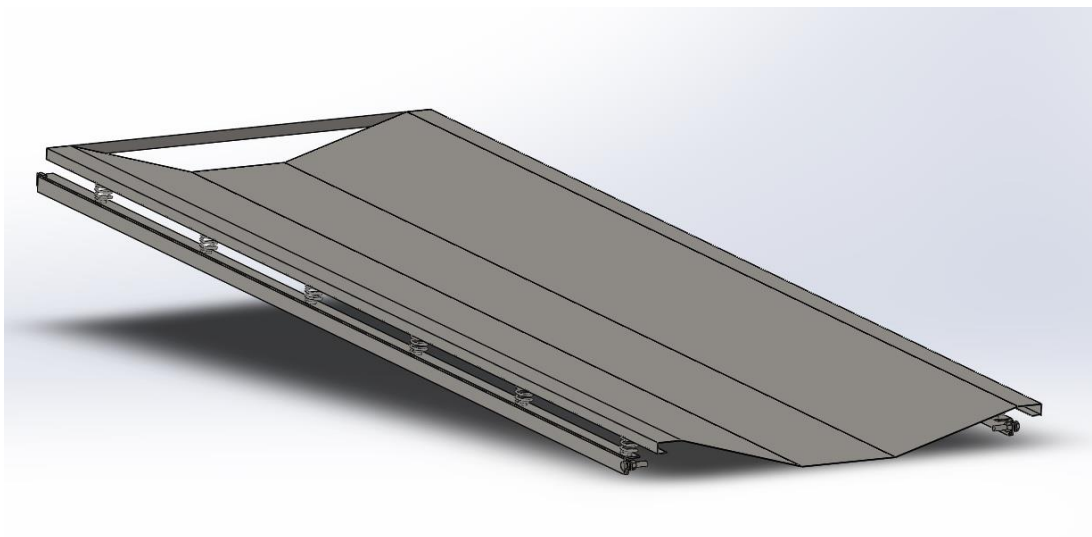
Opinnäytetyötä aloittaessa ei kenelläkään ollut selkeää kuvaa valmiista lopputuloksesta, joten asiaa lähdettiin selvittämään tutustumalla ensin koneen toimintaan. Yritysvierailulla ilmeni vaadittavat ominaisuudet, joita pallovalssaimen prosessijätteen poiston kehittämisessä tulisi ottaa huomioon. Saadun tiedon perusteella alettiin selvittää potentiaalisia ratkaisuja ja tutustua tarkemmin aiheesta saatavilla olevaan tietoon. Kuljetinvaihtoehtojen hahmotuttua mietittiin niiden sopivuutta käyttökohteeseen, hintaa sekä käytön määrän tarvetta. Toisen yritysvierailukäynnin aikana kyseltiin käyttäjien toiveita ja mielteitä kuljettimesta, viemäristä ja etenkin prosessijätelaukosta. Saadun tiedon perusteella aikaisemmin tehdyt luonnokset hahmottuivat paremmiksi kuviksi toimivasta kokonaisuudesta. Uuden tiedon perusteella tehtiin mallinnus parhaaksi katsotuista vaihtoehdoista.



Kuva 12. Kuljettimen asennuspaikka. Oikealla takanurkassa viemäri.

5.2 Tärykuljetin

Kuljettimen valinnassa päädyttiin yksinkertaisuuden ja soveltuvuuden perusteella tärykäyttöiseen vaihtoehtoon. Rakenteellisesti kuljetinkouru makaa kiskorakenteeseen kiinnitettyjen jäykkien jousien päällä, joka sallii pienen liikkumisvaran. Kourun alapintaan voidaan tarvittaessa lisätä poikittaisia vahvikkeita, mikäli rakenteen katsotaan olevan liian joustava. Tärymoottori asennetaan pulteilla kiinni kourun alapintaan.



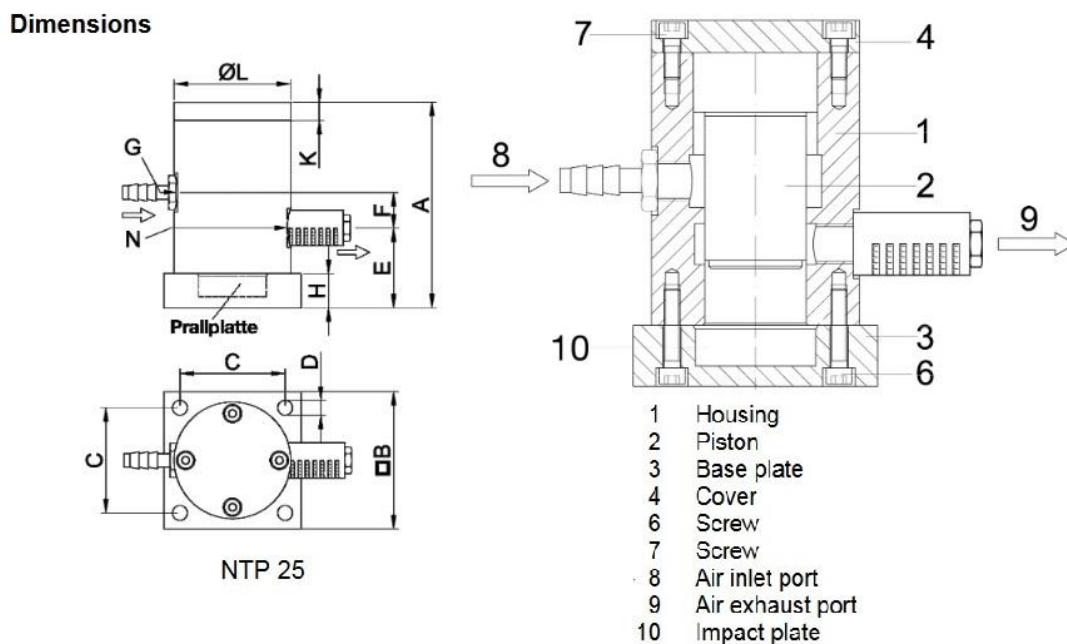
Kuva 13. Tärykuljetin

5.2.1 Kouru

Kourun tulee kestää pieniä kolhuja, sietää vettä sekä olla tarpeeksi vahva kannattelemaan oma ja paineilmalla toimivan tärylaitteen paino. Vaadittu materiaalin määrä on 925x2500 mm, joten raaka-aineeksi päätettiin valita millimetrin paksuinen 1250x2500 mm kuumasinkitty teräslevy tai parempi ja kalliimpi vaihtoehto ruostumattomasta teräksestä. Kuumasinkitty levy voidaan kosteudensietokyvyn parantamiseksi päällystää vielä erillisellä sinkityksellä. Reunoihin tehtävät kanttaukset ja takaosassa oleva tuki tekevät rakenteesta jäykän.

5.2.2 Tärylaite

Kuljettimen käyttövoimanlähteeksi valittiin NetterVibration:n paineilmakäyttöinen NTP 25 B tärylaite. Tärkeimpinä valintakriteereinä toimivat pieni koko, suhteellisen pieni melusaaste ja yksinkertainen rakenne. Tärylaite kiinnitetään kuljettimen kourun pohjaan pulteilla ja liitetään paineilmaverkkoon. Paineilmakanavasta tulevaan kynsi-liittimeen liitetään sopivalla painealueella toimiva paineensäädin.



Typ	A [mm]	B [mm]	C [mm]	ØD [mm]	E [mm]	F [mm]	G	H [mm]	K [mm]	ØL [mm]	N	Weight [kg]
NTP 25	90	60	46	6,5	36	14,5	G1/8	15	8	51	G1/8	0,61
NTP 32	140	75	51	11	48	32	G1/4	20	10	70	G1/4	1,47
NTP 48	194	100	76	13	60	51	G3/8	25	15	95	G3/8	3,95

Kuva 14. NTP 25 paineilmatärylaitteen mitat, liitokset ja pääosat (Tärylaite Oy:n www-sivut 2017)

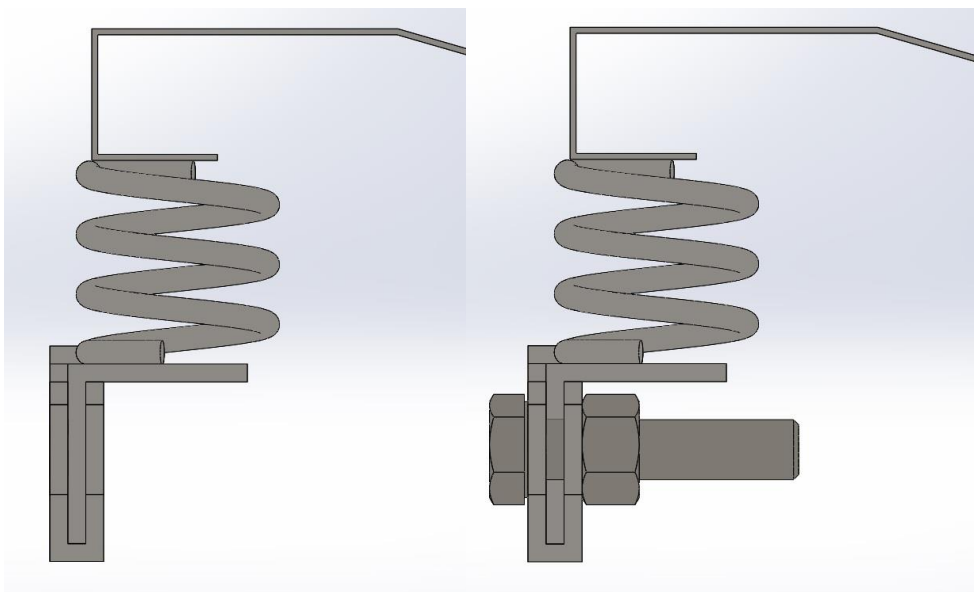
3 Technical Data

Type	Working moment [cmkg]			Nominal frequency [min ⁻¹]			Centrifugal force [N]			Air consumption [l/min]	Noise level [dB(A)]
	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar - 6 bar	2 bar - 6 bar
NTP 25 B+C	0,144	0,163	0,196	5.848	7.000	8.764	289	438	830	33 - 108	68 - 82
NTP 25 B	0,488	0,613	0,686	2.645	3.159	3.602	190	341	487	23 - 92	64 - 73
NTP 32 B+C	0,602	0,665	0,665	2.959	4.080	5.040	289	607	926	50 - 198	71 - 86
NTP 32 B	1,080	1,365	1,449	1.824	2.221	2.614	197	369	543	37 - 143	64 - 77
NTP 48 B+C	2,081	1,992	1,992	2.618	3.456	4.320	782	1.305	2.039	96 - 336	78 - 90
NTP 48 B	4,718	6,188	6,641	1.328	1.603	1.963	456	872	1.403	67 - 295	65 - 80

Kuva 15. NTP 25 B tekniset tiedot (tärylaite Oy:n www-sivut 2017)

5.2.3 Kiskot

Kiskojen kiinnitysmekanismiin tulee likaisen ja kostean sijoituspaikan myötä olla mahdollisimman yksinkertainen, mikä johti valittuun ratkaisuun. Kuljetin saadaan tarpeen vaatiessa poistettua nostamalla se kiskosta ylös, mikäli kiskon väliin on kii-
 lautunut kuonamateriaalia. Tässä tapauksessa vältetään mahdottomalta kiskossa liu'uttamiselta. Pallovalssin runkoon hitsataan noin 5 asteen kulmaan U-muotoiset profiilit, joihin L-muotoinen kuljettimen kisko asennetaan. Pieni kulma takaa sen, että kuljettimen päälle tippuva materiaali liikkuu oikeaan suuntaan. Raaka-aineina kiskorakenteelle toimivat kaksi kuuden metrin mittaista 30x30x3 mm, S235JR rakenneräksistä L-profiilia ja samasta materiaalista oleva kuuden metrin 3x25 mm lattatanko. Valmiit osat on syytä sinkittää ruosteen muodostumisen estämiseksi. Kisko-
 kujen etuosaan on syytä tehdä reikä pysäytinpultille, jotta kuljetin ei liiku kiskosta pois. Kuljettimen toisessa päässä on ylijäämäisestä L-profiilista leikattu pala, joka estää värinän vaikutuksesta seuraavan kiskosta nousemisen.



Kuva 16. 1) Kiskorakenne 2) Kiskorakenne pysäytinpultin kanssa

5.2.4 Jouset

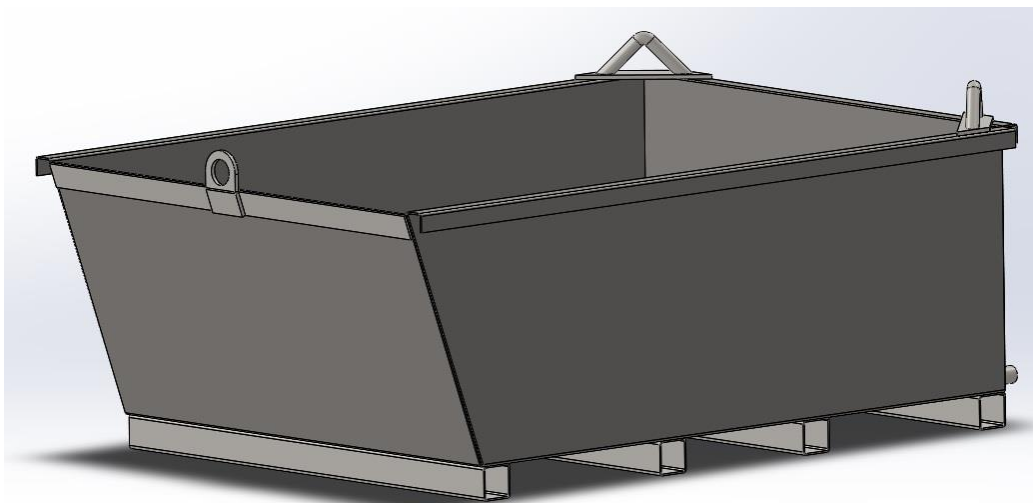
Jousiksi valittiin jäykät ja lyhyet puristusjouset. Ominaisuuksien valintaan vaikutti suuresti kourun omasta painosta keskelle suuntautuva voima, jota vastaan puristusjoussia ei ole suunniteltu toimimaan. Lyhentämällä ja paksuntamalla jousia saadaan ne toimimaan tarpeen vaatimalla tavalla. Kappalemääräisesti niitä asennetaan 12, kuusi kummallekin puolelle tasavälein. Valittu materiaali on Sodemann Oy:n jousite-räksinen sarjan A puristusjousi. Muut samankaltaiset jouset toimivat tarkoituksessa yhtä hyvin.

d	De	Di	L0	Ln	Sn	Fn	R
Lanka mm	Ulkohalkaisija mm	Sisähalkaisija mm	Vapaa pituus mm	Suurin kuormitettu pituus mm	Suurin liikkuvuus mm	Suurin voima N	Jousivakio N/mm
5,00	30,00	20,00	41,00	27,60	13,40	1569,06	116,70

Kuva 17. Valittu jousi esimerkki (Sodemann Oy:n www.jouset.com 2017)

5.3 Prosessijätelaatikko

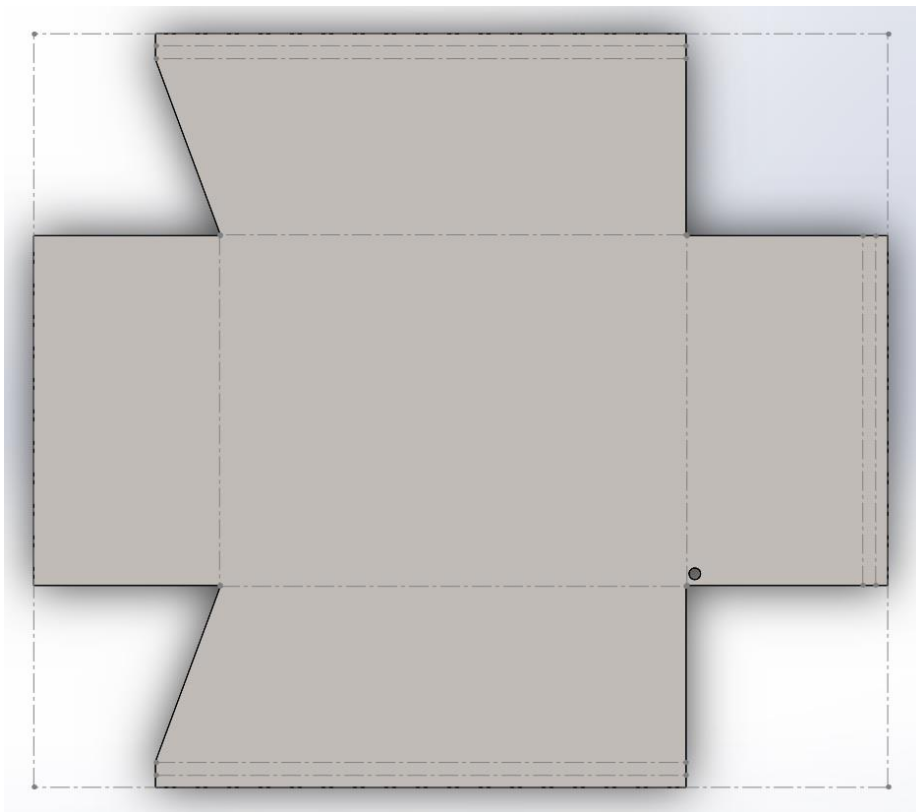
Prosessijätelaatikkoa suunniteltaessa tärkeinä kriteereinä toimivat siltanosturin käyttö tyhjennyksessä ja mahdollisimman pitkä tyhjennysväli. Niinpä laatikon tyhjennys ja koko on suunniteltu niiden mukaan. Tilavuudellisesti laatikkoon mahtuu kerralla noin 1370 kilogrammaa kuparia. Lisäksi suunnittelussa on otettu huomioon laatikon kulkeutuva vesi.



Kuva 18. Prosessijätelaatikko

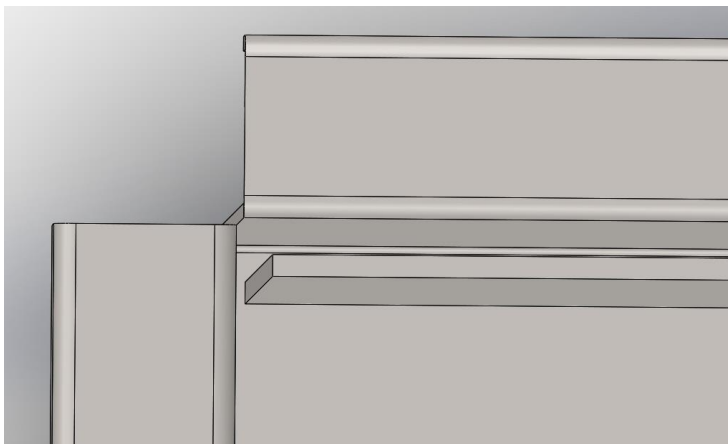
Prosessijätelaatikko makaa neljän 40x40x2 mm S235JR rakenneteräksisen putkipalkin päällä. Niiden tehtävinä ovat tukea rakennetta ottamalla vastaan kuparin paino varsinkin nostettaessa ja auttaa tyhjennysprosessissa. Putkipalkit asennetaan siten, että kaksi keskimmäistä palkkia ovat lähempänä toisiaan kuin reunimmaisista palkkeista. Tämä auttaa laatikon pohjaa kannattelemaan painoa paremmin.

Itse laatikko tehdään kanttaamalla 2 mm seinämepaksuista ruostumatonta tai kuumasinkittyä -teräslevyä. Vaadittu levykoko on 1200x1500 mm, minkä takia yksi sivusta on mahdollisesti leikattava eri levystä ja hitsattava kiinni. Tällöin valmistus tapahtuu kahdesta 2x1000x2000 mm tai 2x1250x2500 mm levystä. Kolme reunoista kantataan tuomaan jäykkyyttä rakenteelle ja toimimaan kiinnityspintana nostolaitteelle asennettaville kiinnikkeille. Prosessijätelaatikon takaseinässä on halkaisijaltaan 20 mm reikä, johon hitsataan putkenpätkä vedenpoistoa varten. Siihen saadaan liitettyä esimerkiksi 19 mm puutarhaletku.



Kuva 19. Laatikko levynä

Prosessijätelaatikon sisälle takaseinämän myötäisesti hitsataan kiinni väliseinä, joka luo kyseisten osien välille 5 mm raon. Väliseinä toimii geometrisenä esteenä kuparille, joka ei suuren tiheydensä vaikutuksesta pääse liikkumaan veden mukana poistoputkelle asti. Väliseinä on poistoputken puolisesta päästä hitsattu sivuseinämään kiinni ja molemmista päädyistä nostolaitteen takakiinnikkeisiin tuomaan lisää vahvuutta laatikolle.



Kuva 20. Väliseinä vedenpoistoa varten

Nostovälinettä varten prosessijätelaatikossa on kolme kiinnityspistettä: edessä yksi ja laatikon takakulmissa omansa. Etummainen kiinnike on leikattu 5 mm paksuisesta S235JR rakenneteräksestä, taivutettu muotoonsa ja hitsattu kiinni edessä rakennetta tukevaan vahvikkeeseen. Takakiinnikkeet ovat samasta teräslaadusta valmistettua ja taivutettua 15 mm tankoa, jotka on kiinnitetty 5 mm paksuisten levyosien päälle. Prosessijätelaatikon tyhjennys tapahtuu siten, että laatikko nostetaan ensin nostolaitteella kiertokuparilaatikon reunan päälle. Reunan tulee sijoittua etummaisen ja siitä seuraavan putkipalkin väliin. Kun prosessijätelaatikko on saatu tähän asemaan, ajetaan sitä siltanosturilla hieman alaspäin, jotta etummaisessa kiinnikkeessä oleva nostolaitteen kiinnitys voidaan irrottaa. Aiemmin mainitut putkipalkit mahdollistavat tämän tukeutuessaan kiertokuparilaatikon reunaan ja estäessään prosessijätelaatikon liukumisen pois reunan päältä. Kun prosessijätelaatikkoa nyt ajetaan ylös ja kohti kiertokuparilaatikkoa, se tyhjenee kallistuessaan. Etureunan kaltevuus auttaa tyhjentäessä prosessijätelaatikon sisältöä valumaan pois.

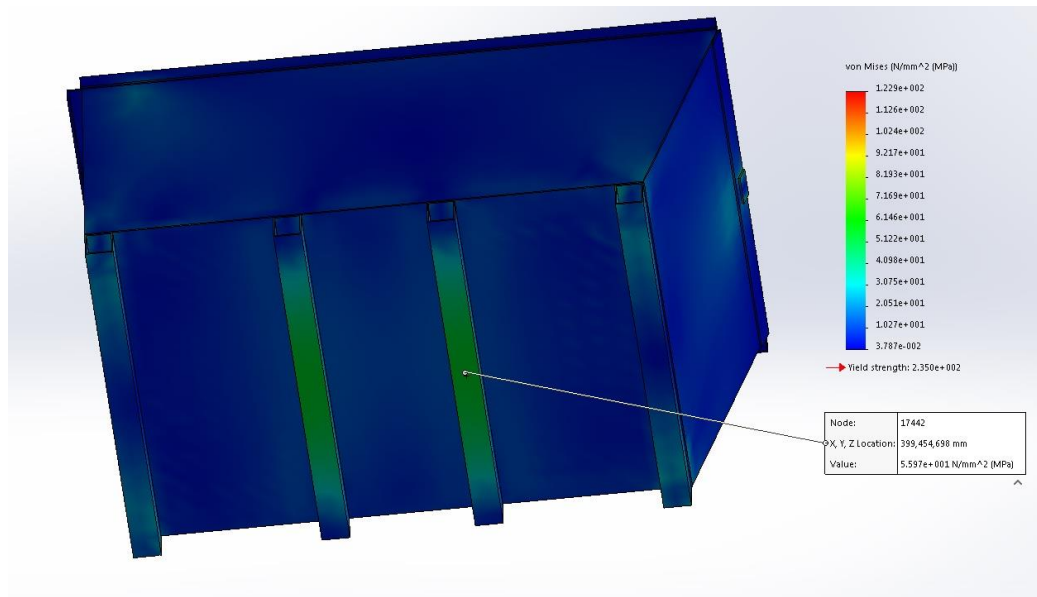
6 LUJUUSLASKENTA

6.1 Pohjustus

Tärykuljettimelle en näe tarpeelliseksi tehdä lujuuslaskentaa, joten tämä osio keskittyy kokonaan prosessijätelaatikkoon. Nostot ovat kriittinen vaihe sen käyttöä ja ne tulee pystyä suorittamaan turvallisesti. Tässä osiossa mainitaan useaan otteeseen varmuuskerroin, mikä tarkoittaa materiaalin jännityksen sietokyvyn ja kuormitusjännityksen suhdetta. Sietokyky on kullekin materiaalille ominainen ja siitä käytetään nimitystä myötöraja. Myötörajoja on kaksi: ylempi ja alempi, joista ylempi saavutetaan kappaletta kuormitettaessa ennen alempaa. Ylemmän myötörajan ylityksestä seuraa pysyviä muutoksia materiaalin rakenteeseen ja kuormitusta edelleen nostettaessa materiaali saavuttaa lopulta murtolujuutensa, kuroutuu ja murtuu. Tässä laskennassa keskitytään vain ylempään myötörajaan. Lujuuslaskennat on suoritettu käyttäen S235JR teräslaadun materiaaliominaisuuksia, jonka ylempi myötöraja on 235 megapascalina (MPa).

6.1.1 Prosessijätelaatikko

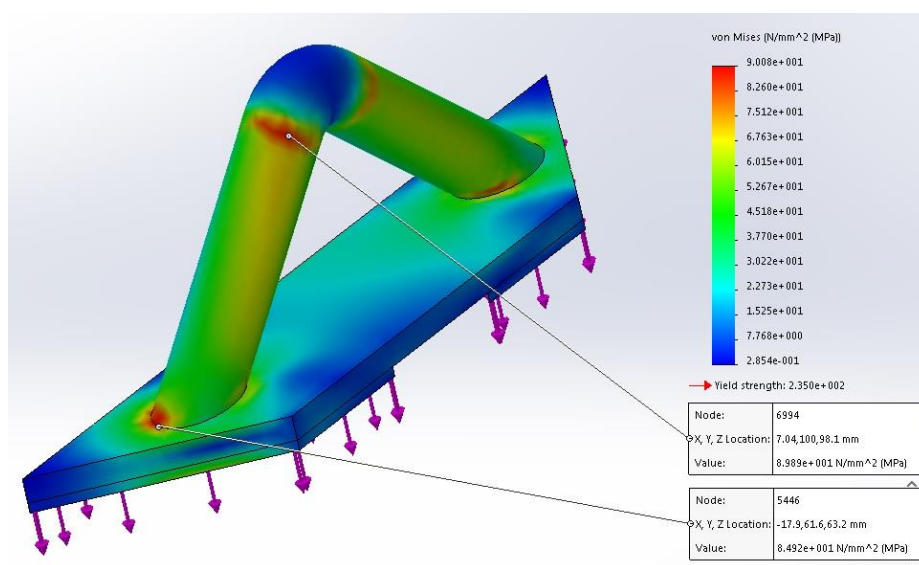
Prosessijätelaatikkoon kohdistuvat suurimmat kuormitusjännitykset kohdistuvat rakennetta tukeviin pohjan putkipalkkeihin. SolidWorks -ohjelman lujuuslaskennassa putkipalkkien kulmiin keskittyvät maksimijännitykset olivat 122 MPa, mutta ohjelman toimintatavasta johtuvia pisterasituksia. Mikäli ne unohdetaan, olivat putkipalkkeihin kuvan 21 mukaisesti vaikuttavat maksimijännitykset 56 MPa. Tällöin varmuuskerroin on noin 4. Kyseisessä laskennassa ei ole mukana nostovälineelle tehtyjä kiinnikkeitä, vaan niille on tehty omat laskennat.



Kuva 21. Prosessijätelaatikon lujuuslaskennan tulokset

6.1.2 Takakiinnike

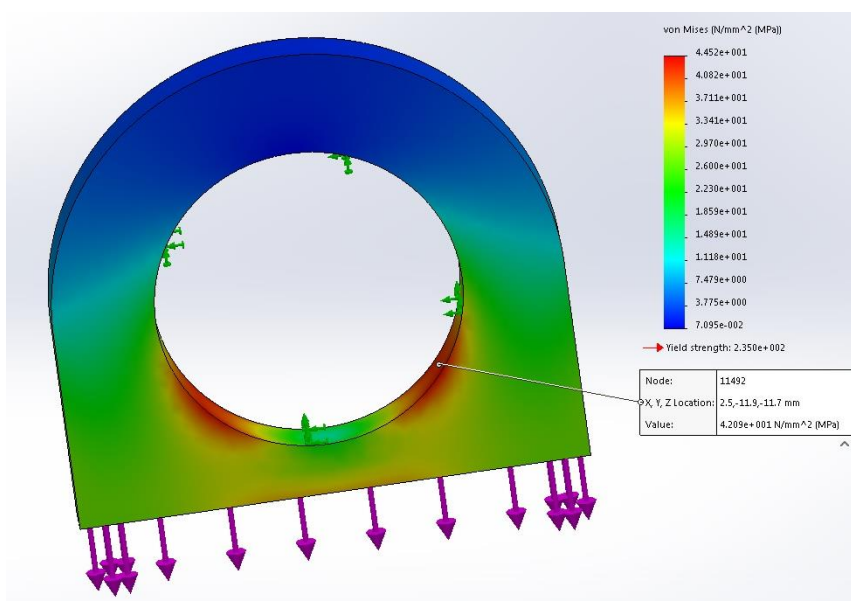
Kumpikin takakiinnikkeistä on suunniteltu kannattelemaan puolet täyden prosessijätelaatikon painosta. Suurimmat jännitykset keskittyvät levypinnan ja tangon liitoskohtiin sekä tangon taitekohdan välittömään läheisyyteen. Lujuuslaskentaan on lisätty kaksi kahden millimetrin paksuista osaa levyn alapintaan simuloimaan prosessijätelaatikon kantattuja reunoja. Suurimmat kuormitusjännitykset takakiinnikkeisiin ovat 90 MPa ja varmuuskerroin on tällöin 2.6.



Kuva 22. Takakiinnikkeen lujuuslaskennan tulokset

6.1.3 Etukiinnike

Etukiinnikkeessä jännitykset kohdistuvat kiinnikkeen taitekohdan poikkileikkauksen pinta-alaan, joten puolet kiinnikkeestä on jätetty lujuuslaskennasta pois. Kiinnike on suunniteltu kannattelemaan puolet täyden prosessijätelaatikon painosta. Käytännöllisyyden vuoksi se valmistetaan aiemmin käytetystä 5 mm teräslevystä, vaikka ohuempikin materiaali riittäisi. Tällöin maksimijännitys oli 45 MPa ja varmuuskerroin 5. Suurimmat kuormitusjännitykset kohdistuvat kiinnikkeessä olevan reiän reunaan.



Kuva 23. Etukiinnikkeen lujuuslaskennan tulokset

7 KUSTANNUSARVIO

Kustannusarviossa on otettu huomioon ainoastaan suurimmat materiaalihankinnat ja oletetaan, että opinnäytetyön tilaajalta löytyy raaka-aineet pieniin osiin. Tärykuljetimen hintaan täytyy materiaalihankintojen lisäksi laskea mukaan myös NTP-25 B tärylaite (150-200 €) ja mahdollisesti hankittava paineensäädin (20-30 €), jolloin hankintojen kustannukset nousevat noin 500-550 €:n. Henkilötyötuntien kustannuksia ei ole huomioitu. Prosessijätelaatikon hinta-arviossa on huomioitavaa, että sen yhteyteen on valmistettava lisäksi nostoväline, jotta sitä voidaan käyttää. Yksinään laatikon materiaalien hinnaksi tulee arviolta 200 €.

Kuljetin	Tuote	Mitat	Hinta €/kpl	Kappalemäärä	Hinnan lähde
	Ruostumaton teräslevy EN 1.4301	1,0x1250x2500 mm	152,33	1	VS-market.fi
	Sarjan A jouset		11,26	12	jouset.com
	L-profiili S235JR	30x30x3 mm (6m)	17,9	2	taloon.com
	Lattatanko S235JR	3,0x25 mm (6m)	6,59	1	taloon.com
			Yht.	329,84	€
Prosessijätelaatikko					
	Putkipalkki S235JR	40x40x2 mm (6m)	28,9	1	taloon.com
	Kuumasinkitetty teräslevy St 01/Z02 275 M	2,0x1000x2000 mm	76,9	2	taloon.com
			yht.	182,7	€

Kuva 24. Kustannusarviot suurimmista raaka-ainehankinnoista

8 POHDINTA

Opinnäytetyössä päästiin mielestäni suurimmilta osin työn alussa esitettyihin tavoitteisiin. Työn kanssa paljon aikaa vietettyäni, ainoa asia johon en ole täysin tyytyväinen, on kuljetin. Se on halpa ja helposti toteutettavissa, mutta näin jälkikäteen en ole varma onko sen hankkiminen välttämättä kannattavaa käyttömäärän ja hyödyn saralla. Vaihtoehtona kuilun takaosaan, viemärin päälle, voitaisiin kiinnittää alaspäin vietävä katos. Se estäisi materiaalin tippumisen suoraan viemärin päälle ja helpottaisi täten myös kuilun kolaamisessa. Päälle kerääntyvä materiaali saataisiin silloin tällöin poistettua kolalla muun toiminnan ohessa.

Prosessijätelaatikko täytti kaikki tavoitteensa. Siihen mietittiin erilaisia tyhjennystä auttavia mekanismeja, kuten jonkin näköistä kippauksen vapauttavaa vipua. Lopulta päädyttiin kuitenkin helposti toteutettavaan vaihtoehtoon, jolla ei ole vaaraa jumittua tai tukkeutua. Veden poiston suunnittelussa punnittiin myös erilaisia suodatinvaihtoehtoja niin laatikolle kuin viemärille, mutta ne tukkeutuvat tai eivät muuten sovellu käyttötarkoitukseen. Niinpä molemmissa kannattaa käyttää kuparin omaa suurta tiheyttä hyväksi.

LÄHTEET

Luvata Pori Oy:n www-sivut. Viitattu 15.4.2017

Frilund, R & Pihkala, J. 1992. Prosessialan kuljetustekniikka. Helsinki: VAPK

Fedorov, V. 2013. Ruuvikuljettimen suunnittelu näytteenottoon. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 19.4.2017.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013060613254>

Tärylaite Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 20.4.2017. <http://www.tarylaite.fi>

Italvibras Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 20.4.2017. <http://www.italvibras.it>

VS-Partners Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 13.5.2017. <http://www.vs-market.fi>

Sodemann Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 10.5.2017. <http://www.jouset.fi>

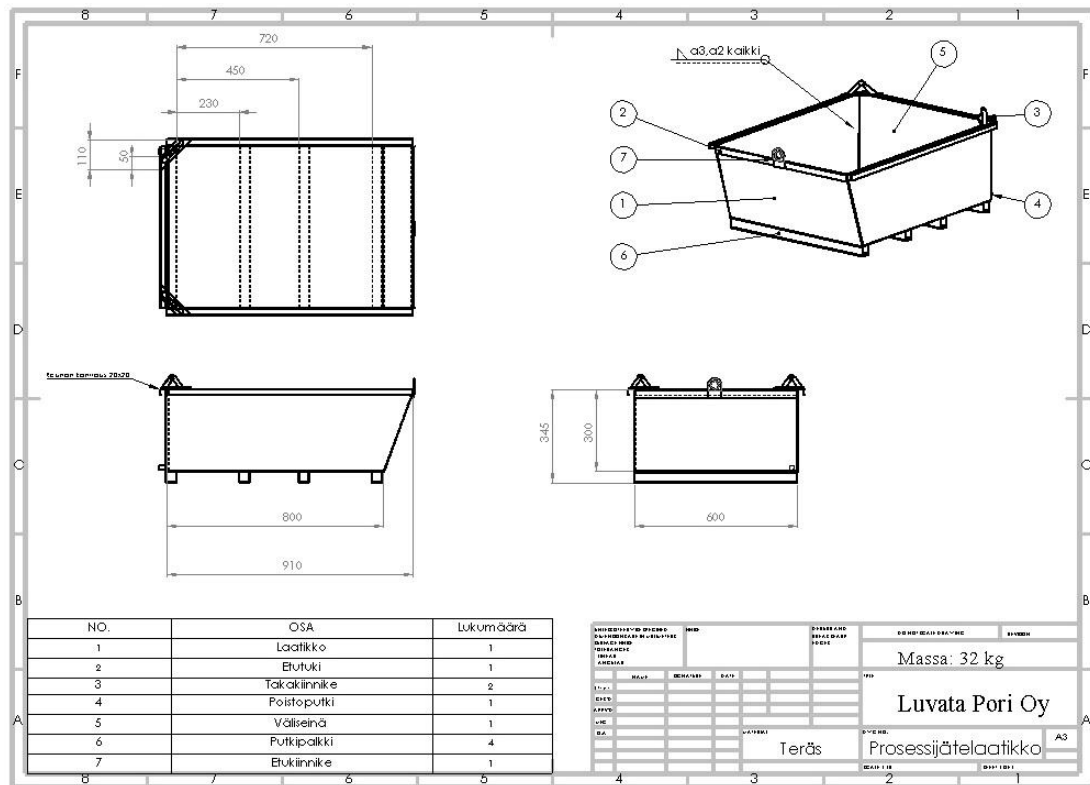
Taloon Yhtiöt Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 15.5.2017 <http://www.taloon.com>

Luvata Pori Oy:n henkilökunta. 2017. Suullinen tiedonanto.

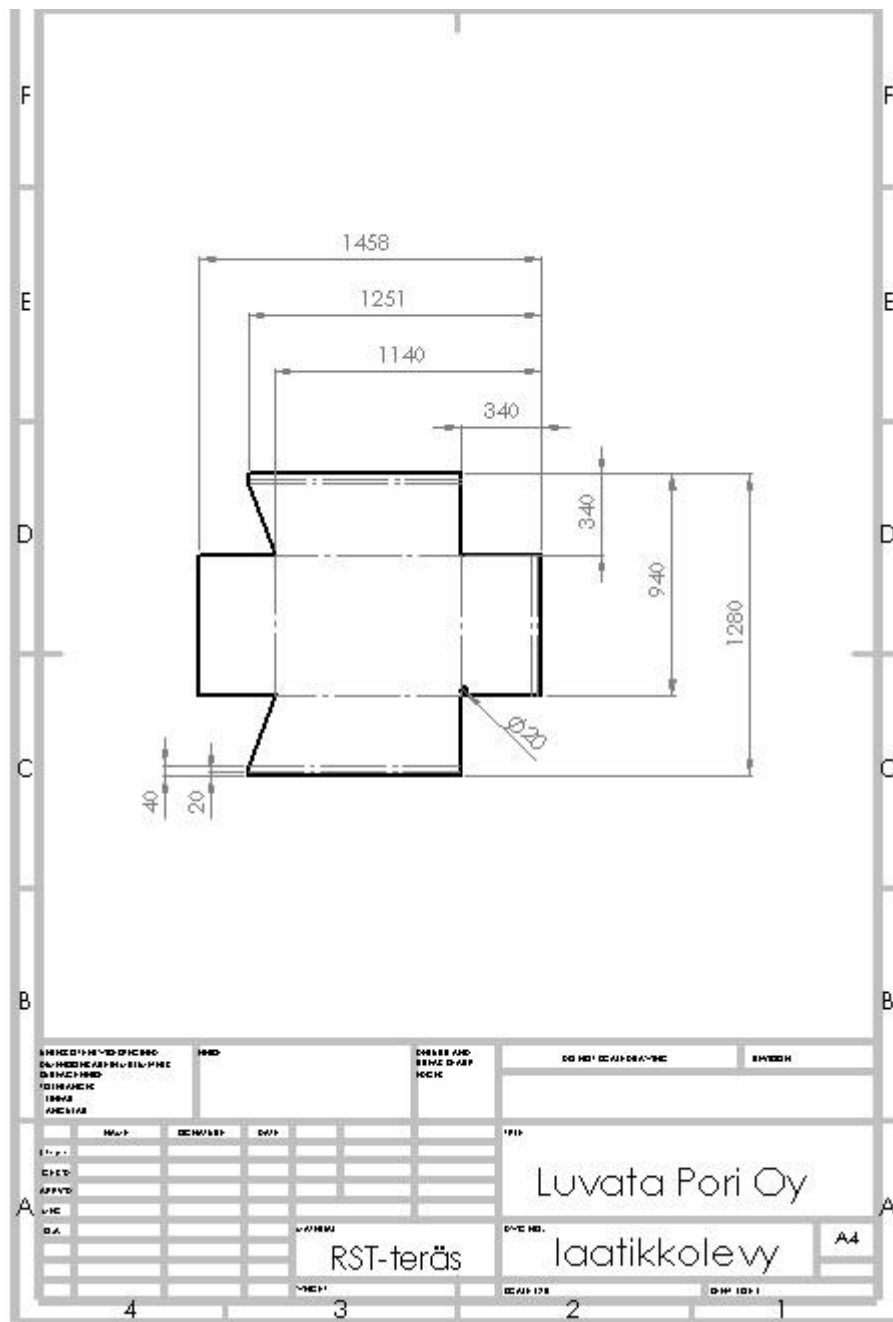
LIITTEET:

- LIITE 1 Piirustus prosessijätelaatikosta
- LIITE 2 Piirustus laatikon levystä
- LIITE 3 Piirustus tärykuljettimesta
- LIITE 4 Piirustus kuljettimen kourulevystä

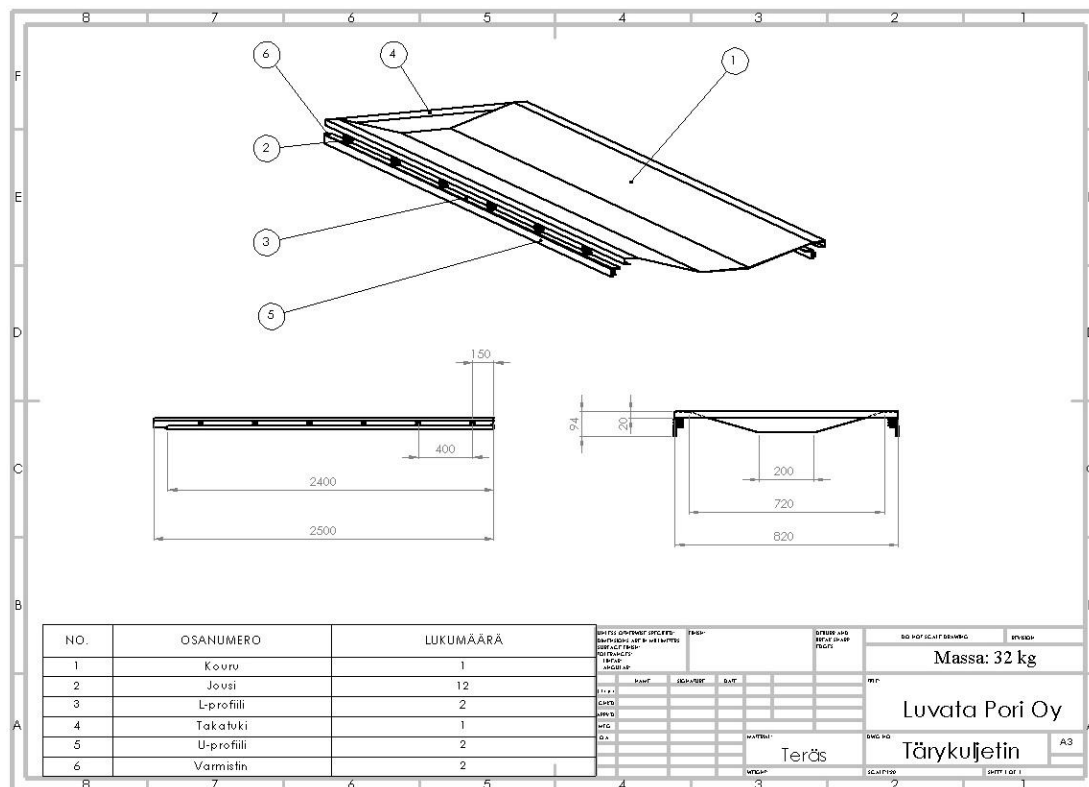
LIITE 1



Kuva 25. Piirustus prosessijätelaatikosta



Kuva 26. Laatikoksi kantattava levy



Kuva 27. Piirustus tärykuljettimesta

