



# **Esittelylaitteiston suunnittelu separaattorille**

Mikko Taka

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

Mikko Taka:  
Esittelylaitteiston suunnittelu separaattorille

Opinnäytetyö 26 sivua, josta liitteitä 1 sivua  
Toukokuu 2012

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Rekitec Oy:n toimeksiantona ja työn tarkoituksena oli suunnitella separaattorilaitteisto esittelykäyttöön. Laitteiston avulla on tarkoitus demonstroida separointitapahtumaa ja separaattorin toimintaa esimerkiksi messuilla. Laitteistoa voidaan käyttää myös markkinoinnissa apuvälineenä.

Työssä perehdyttiin käyttökelpoisten valmistusmateriaalien ominaisuuksiin ja vertailtiin niiden hyötyjä ja haittoja. Rakennusmateriaalin valintaan vaikutti oleellisesti kestävyys käytössä, valmistus- ja raaka-ainekustannukset, raaka-aineiden ja komponenttien saatavuus, sekä ulkonäkö. Samalla syvennyttiin valmistusmateriaalien valmistusta ja käyttöä ohjaaviin standardeihin.

Työn aikana tehtiin myös separoitavan massan vertailua. Separoitavan massan valinnassa täytyi ottaa huomioon käyttöympäristö, sekä massan ominaisuudet, saatavuus ja kustannukset.

Suunnittelutyössä käytettiin Vertex G4 –mallinnusohjelmaa. Suunniteltavina komponentteina työssä oli esittelylaitteiston runko, säiliö separoitavalle massalle, massan sekoitus säiliössä, sekä massan pumppaus separaattorille.

Suunnittelussa tuli ottaa huomioon laitteiston käyttöympäristö ja laitteiston logistiikkaan liittyvät vaatimukset. Separattorin koko määritteli muun laitteiston kokoa ja sijoittelua. Yhtenä tavoitteena suunnittelussa oli yhdistää kompakti koko ja toimivuus, sekä käyttöhuollon vaivattomuus.

Separattorin esittelylaitteistoa voidaan tulevaisuudessa käyttää Rekitec Oy:n markkinoinnissa ja separattorin myynnin edistämiseksi.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering  
Option of Machine automation/ Industrial Engineering and Management

Taka, Mikko:  
Designing the Demonstration Device for Separator

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 1 page  
August 2012

---

This thesis was carried out with Rekitec Ltd. The purpose of this thesis was to design a Demonstration device for a separator. The device will be operated in marketing events and for sales promotion purposes. The main goal of this study was to generate manufacturing drawings of the demonstration device.

The requirements for the device were reasonably strict. The device has to be imposing, functional, simple and cheap to produce and easy to transport. The information for this thesis was collected from websites, literature and other theses that deal with this subject.

This thesis is based on two different parts. The first part contains comparison and choosing the building materials and components. The second part is for the actual designing process. The designed parts were the frame, the container and the mixing device.

The results comprise manufacturing drawings of the sheet metal parts and a list of the streamline tubing for the frame. According to those drawings the device is later on manufactured by Rekitec Ltd.

---

Key words: separator, separation, rekitec ltd

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	SEPAROINTI JA SEPARAATTORI .....	6
	2.1 Separointiprosessin etuja .....	6
	2.2 Separattori.....	8
3	SÄILIÖN VALMISTUSMATERIAALIN VALINTA.....	10
	3.1 Kylmävalssattu pinnoittamaton teräsohutelevy.....	10
	3.2 Ruostumaton teräsohutelevy .....	10
	3.3 Sinkitty teräsohutelevy.....	11
	3.4 Komposiitti .....	12
4	RUNGON VALMISTUSMATERIAALIN VALINTA.....	14
5	SEPAROITAVAN MASSAN VALINTA .....	15
6	PUMPUN JA SEKOITTIMEN VALINTA.....	16
	6.1 Pumppu.....	16
	6.2 Sekoitin.....	17
7	LAITTEISTON SUUNNITTELU .....	18
	7.1 Runko .....	18
	7.2 Säiliö.....	19
	7.3 Sekoitin.....	20
	7.4 Ohjauskeskus .....	21
8	TULOKSET .....	22
9	YHTEENVETO .....	24
	LÄHTEET .....	25
	LIITTEET.....	26
	Liite 1. Esittelylaitteisto separattorille. ....	26

## 1 JOHDANTO

Rekitech Oy on Reisjärveläinen yritys, joka on perustettu vuonna 2010. Yrityksen pääosaamisalueita ovat lietteen käsittelytekniikka ja käsittelyyn soveltuvat laitteet. Rekitech Oy:ltä voi ostaa myös tuotekehitys ja mekaniikkasuunnittelupalveluja. Tällä hetkellä Rekitech Oy työllistää 3 henkilöä.

Tässä työssä lähtökohtana oli käyttökelpoisen esittelylaitteiston suunnittelu Rekitech Oy:n SP-600 -separaattorille. Laitteiston tarkoituksena olisi toimia demonstrointivälineenä ja markkinointiapuna tilaisuuksissa, joissa Rekitech Oy on edustettuna.

Työn laajuudesta johtuen tässä työssä käsiteltävät asiat on rajattu valmistusmateriaalien, separoinnissa käytettävän massan ja käytettävien komponenttien vertailuun ja valintaan. Tavoitteena oli saada aikaiseksi ohutlevyjen osalta leikkaus- ja kanttauskuvat, sekä katkentalista rungon putkipalkeista, joiden perusteella esittelylaitteisto myöhemmin valmistetaan.

Työn yksi osa oli sopivan separoitavan massan valinta. Separoitavan massan tulee olla edullista, hyvin säilyvää, helposti saatavaa ja sen tulee soveltua käytettäväksi sisätiloissa. Massan valintaa käsitellään myös myöhemmin tässä työssä.

Suunnittelussa käytettiin Vertex G4 –mallinnusohjelmaa. Suunniteltavina kokonaisuuksina olivat runkokokoonpano, jonka ympärille koko laitteisto rakentuu, säiliö separoitavalle massalle ja säiliöön massalle sekoitin, sekä massan pumppaus separaattorille. Separattori itsessään tulee Rekitech Oy:n valikoimista.

## 2 SEPAROINTI JA SEPARAATTORI

### 2.1 Separointiprosessin etuja

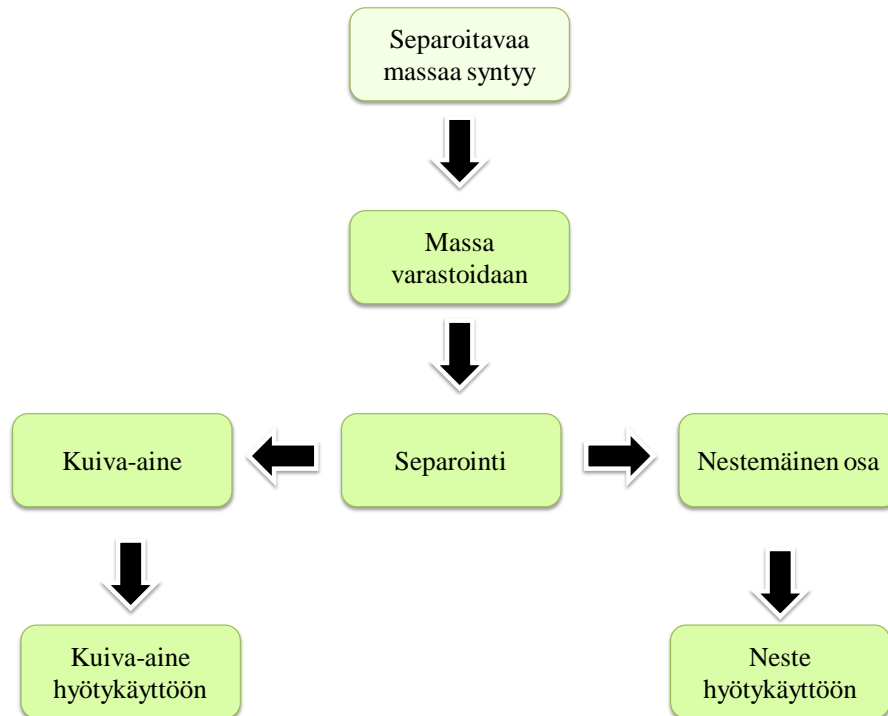
Separoinnissa erotellaan separoitavasta massasta kiinteä jae, sekä nestemäinen osa toisistaan. Separointi voidaan tehdä kemiallisesti tai mekaanisesti. Kemiallisessa separoinnissa lietteeseen sekoitetaan saostusvalmistetta, jolla saadaan kiinteä ja nestemäinen jae eroteltua. Kiinteä jae painuu lietteen alaosaan ja nestemäinen osa jää pinnalle. (Alasuutari 2008, 1.)



KUVA 1. Ruuviseparaattori telineeseen asennettuna. Kuiva-aine putoaa suoraan perävaunuun ja on valmis kuljetettavaksi. (Rekitech Oy. Tuotteet. Kuvat ja videot. muokattu)

Mekaanisessa separoinnissa liete siirretään ensin separaattorille (kuva 1) ja separoinnin jälkeen lietteen jakeet siirretään erillisiin säilytystiloihin, mistä ne voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön. Separointiprosessia käytetään monenlaisilla toimialoilla, kuten maataloudessa, elintarviketeollisuudessa ja esimerkiksi jätevedenpuhdistuksessa. Mekaanisen separointiprosessin vaiheita on kuvattu sivulla 7 olevassa yksinkertaistetussa kuviossa 1.

Pääpiirteittäin tavoite on separoinnissa kaikilla sama, eli saada separoitavassa massassa olevat jakeet erilleen, ainesosat tehokkaammin käyttöön ja samalla pienentää kustannuksia ja tehostaa tuotantoa.



KUVIO 1. Separoinnin prosessikaavio

Separoinnilla saavutetaan merkittäviä etuja maatalouden lietteenkäsittelyssä. Eläinten lietelannasta erotellaan separoinnilla fosforipitoinen kiinteä osa ja typpipitoinen nestemäinen osa toisistaan. Separoinnin avulla voidaan vähentää myös kemiallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä, kun ravinneaineet saadaan tehokkaammin käyttöön ja rikkakasvien siemenet kompostoituvat kuiva-aineen mukana. (Separoinnista tehoa lietteenkäsittelyyn. 17.12.2009.)

Lietelannan nesteosa voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteena nurmelle ja siitä saadaan tehokkaammin käyttöön liukoinen typpi. Liete saadaan nopeammin ja edullisemmin levitettyä pellolle. Nesteosa voidaan pumpata valmiiksi etäsäiliöön, jolloin kuljetustarve vähenee ja nesteosa saadaan nopeammin käyttöön. (Rekitec Oy. Separoinnin edut. 22.10.2011)

Kevyttä kuiva-ainesta voidaan käyttää peltojen tehokkaaseen lannoittamiseen ja sen kuljettamiseen ja levittämiseen voidaan käyttää kevyempää kalustoa. Kuiva-ainesta voidaan käyttää myös pohjavesialueilla ja asutuksen läheisyydessä, koska siitä ei tule ravinnevalumia, eikä se haise. Separoitua kuiva-ainesta voidaan käyttää myös biovoimalaitosten polttoaineena. (Separoinnista tehoa lietteenkäsittelyyn. 17.12.2009.)

## 2.2 Separaattori

Esittelylaitteiston separaattorina on tarkoitus käyttää Rekitec Oy:n SP-600 – ruuviseparaattoria. Rekitec Oy:n tuotemallistosta löytyy lisäksi suorituskyvyltään vaihtoehtoisesti suurempaa SP-800 -mallia, tai pienempää SP-400 -mallia. Separaattori voidaan asentaa kiinteästi telineeseen lietteen varastointipaikan tai navetan läheisyyteen kuten kuvassa 1.

Separaattoria voidaan käyttää myös liikuteltavana mallina, ja asennusalustana voi toimia auton tai traktorin perävaunu kuten kuvassa 2. Alla olevassa kuvassa 3 on Rekitec Oy:n separaattori-mallisto ja niiden teknisiä tietoja.

	SP-400	SP-600	SP-800
Mitat (mm)	Pit: 1400 Lev: 700 Kork: 950	Pit: 1850 Lev: 1000 Kork: 1200	Pit: 2100 Lev: 1000 Kork: 1200
Paino (kg)	300	600	660
Teho (Kw)	2,2	5,5	5,5
Max teho (m <sup>3</sup> /h)	n. 10 - 20	n. 35-65	n. 60-100
Työsaavutus riippuu lietteen koostumuksesta, seulasta, halutusta kuivuudesta ja pumpun kapasiteetista			
Ruuvi	Ruostumaton teräs, volframikarbidi päällystetty		

KUVA 2. Rekitec Oy:n ruuviseparaattorimallisto ja niiden ominaisuuksia. (Rekitec Oy. Tuotteet. Mallisto. 20.3.2012)

Tässä työssä separaattorin esittelylaitteisto koostuu rungosta, jonka päälle separaattori asennetaan. Separaattorin alla rungon keskellä on laitteiston säiliö, missä separoitava massa on ja mihin se separoinnin jälkeen palaa. Säiliössä on sekoittaja, jolla separoitu kuiva-aines ja nesteosa saadaan jälleen sekoitettua tasaiseksi massaksi.

Säiliön taakse sijoitetaan massan pumppausjärjestelmä ja laitteiston ohjauskeskus. Ohjauskeskuksen toiminta ja sähkösuunnitteluosuus rajattiin tämän työn ulkopuolelle. Laitteiston suunnittelun vaiheita käsitellään tässä työssä myöhemmin enemmän.

Laitteistosta pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman tiivis kokonaisuus, jotta sen liikuttelu ja kuljetus olisi mahdollista kuorma- tai pakettiautolla. Käyttöhuoltoa vaativat komponentit täytyy olla helposti huollettavissa ja puhdistettavissa.



KUVA 3. Ruuvisparaattori perävaunuun asennettuna mobiilimallina. (Rekitec Oy. Tuotteet. Kuvat ja videot. muokattu)

### **3 SÄILIÖN VALMISTUSMATERIAALIN VALINTA**

#### **3.1 Kylmävalssattu pinnoittamaton teräsohutlevy**

Kylmävalssattu pinnoittamaton teräs on muovaukseen hyvin soveltuvaa ja sitä voidaan muovata tavallisimmilla työstömenetelmillä. Ominaisuuksia on erilaisia ja teräslaatu valitaan tarvittavien ominaisuuksien perusteella. SFS EN 10 079 –standardissa määritellään levytuotteet pinnoittamattomiin ja pinnoitettuihin levytuotteisiin ja lisäksi kylmävalssatut pinnoittamattomat ohutlevyt on määritelty vielä erikseen omassa ainestandardissa SFS EN 10 130. Ainestandardin lisäksi SFS EN 10 131 –mittastandardi määrittelee ohutlevyjen muoto- ja mittatoleranssit.

Teräslajit luokitellaan luokkiin DC01-DC07. Luokittelu perustuu terästen muovattavuusominaisuuksiin. DC01 ominaisuudet sopivat kevyeen, tai lievään muovaukseen ja DC07 vaativaan muovaukseen. Teräksen vanhenemisen vuoksi se täytyisi muovata mahdollisimman pian valmistamisen jälkeen, jotta myötöjuovien syntyminen vältettäisiin. (Hiitelä 2011, 9.)

Käytettäessä pinnoittamatonta ohutlevyä pitäisi se korroosiokestävyyden ja näyttävyyden lisäämiseksi maalata tai pinnoittaa muulla korroosiolta suojaavalla materiaalilla. Maalipinnoite kuluu kovassa käytössä ja sen kuluessa ja kolhiintuessa korroosiosuojaus heikkenee. Maalipinnoitteen sijaan voidaan käyttää myös erilaisia metalliseos-, tai muovipinnoitteita.

Pinnoittamaton teräs on halvempi materiaali, kuin esimerkiksi ruostumaton teräs, mutta korroosiosuojaus täytyy ottaa huomioon materiaalia valittaessa. Raaka-ainevalinnalla voidaan saavuttaa säästöjä, jotka kuitenkin menetetään pinnoituskustannuksissa, jos tarvitaan korroosio suojausta.

#### **3.2 Ruostumaton teräsohutlevy**

Ruostumaton teräs sisältää vähintään 10,5 % kromia. Kromin ansiosta ruostumattoman teräksen pinnalle muodostuu muutaman nanometrin paksuinen kromirikas oksidikalvo, jota kutsutaan passiivikalvoksi. Hapettavassa ympäristössä teräksen pinnassa oleva

passiivikalvo voi uusiutua ja korjaantua itsestään. Ruostumattomassa teräksessä olevan kromin ansiosta teräksen korroosio-ominaisuudet muistuttavat kromia. Noin 2 % Molybdeeniä sisältäviä ruostumattomia teräksiä kutsutaan haponkestäviksi teräksiksi.

Ruostumattomat teräkset ja niiden kemialliset, sekä tekniset ominaisuudet määrittelevä standardi on SFS EN 10 088. Kylmävalssattujen ruostumattomien teräslevyjen ja – nauhojen standardi SFS EN 10 259 määrittelee niille mitta- ja muototoleranssit.

Teräksen korroosionkestävyys tulee säilyä, joten passiivikerroksen muodostumista ei tule vaarantaa. Lisäksi tulee säilyttää pinnan hyvä ulkonäkö koko valmistusketjun sekä varastoinnin aikana, sillä pintojen korjaaminen on työlästä ja kallista. Leikkaukseen liittyvät erityyppiset merkintäkynät tai liidut voivat olla vaikeasti poistettavia. (Hiitelä 2011, 50.)

Ruostumattoman teräksen leikkaukseen ja muovaavan työstöön voidaan käyttää samoja menetelmiä, kuin hiiliteräksillekin. Muokkauslujittumisen ja duplex-lajien suuren myötölujuuden takia täytyy leikkaus- ja muokkausvoimien olla suurempia. (Hiitelä 2011, 50.)

Ruostumattomien terästen korroosio tapahtuu joko sähkökemiallisesti tai kemiallisesti. Sähkökemiallista eli märkäkorroosiota esiintyy nestemäisissä ympäristöissä. Metallireagoi tällöin nesteiden välityksellä. Kemiallinen korroosio eli kuivakorroosio tapahtuu kaasumaisissa ympäristöissä, jolloin metalli reagoi suoraan ympäristön kanssa. (Hiitelä 2011, 41.)

Ruostumaton teräksen hyvinä puolina voidaan pitää sen hyvää kestävyyttä. Se ei vaadi erillistä pinnoitetta korroosiosuojaukseen ja on tarpeeksi näyttävää valmiiksi. Ruostumaton teräs on materiaalina hieman kalliimpaa kuin esimerkiksi pinnoittamaton kylmävalssattu teräs.

### **3.3 Sinkitty teräsohutlevy**

Yleisimmät sinkitysmenetelmät ovat kuumasinkitys ja sähkösinkitys. Sinkki on edullinen ja kestävä korroosionestopinnoitteena. Sinkityn teräksen korroosiosuojauksen kestävyys riippuu sinkkiseoskerroksen paksuudesta. Eli

paksummalla kerroksella saadaan parempi korroosiosuoja. Paksu pinnoitekerros toisaalta vaikeuttaa ja rajoittaa teräksen muovattavuutta ja hitsattavuutta.

Pinnoitekerroksen paksuus valitaan siis näiden kahden asian kompromissina. Sinkityt teräkset sopivat maalattaviksi ja maalaus parantaa korroosiosuojausta.

Metallipinnoitetut kylmävalssatut ohutlevyteräkset ovat SFS EN 10 346 –standardin mukaisesti kuumaupotusmenetelmällä valmistettuja teräksiä. Ohutlevyterästen materiaalivahvuudet ovat 0,35-3,0 mm. Yleisimmät pinnoitevaihtoehdot ovat sinkkipinnoite, sinkki-alumiiniseospinnoite sinkki-rautaseospinnoite, ja elektrolyyttinen sinkkipinnoite. (Hiitelä 2011, 12.)

Sinkityn ohutlevyteräksen pinnoite luokitellaan kolmeen eri laatuluokkaan A, B ja C. A on tavallinen pinnanlaatu, joka sallii pienet pinnan virheet. B on vaativa pinnanlaatu, joka sallii pienet virheet teräksen pinnassa. Koloja ei saa kuitenkaan olla. Jälkivalssauksella saadaan valmistettua lopullinen pinta. C on erittäin vaativa laatu, jossa toisen puolen pinta täytyy olla vähintään B –laatuluokkaa ja toinen pinta täytyy olla niin hyvä, ettei se vaikuta lopullisen pintakäsittelyn tulokseen. (Lepola & Makkonen. 2000, 199)

Sinkitylle teräkselle suositellaan vastushitsausta, koska sinkkikerroksen paksuus vaikuttaa hitsausliitoksen laatuun. Hitsausliitosta tehdessä sinkittyyn kappaleeseen täytyy käyttää mahdollisiman ohuita pinnoitekerroksia (100-140 g/m<sup>2</sup>). Korroosionkestävyyden täytyy kuitenkin olla riittävä tuotteen käyttöympäristössä. (Hiitelä 2011, 13.)

### **3.4 Komposiitti**

Komposiitti on kahden tai useamman materiaalin muodostama rakenne. Materiaalien ominaisuuksien yhdistämisellä pyritään parempiin ominaisuuksiin, kuin yksittäisillä komposiitin materiaaleilla. Komposiiteissa on perusmateriaalina niin sanottu matriisi, johon lisättäviä materiaaleja nimitetään komponenteiksi. (Lepola & Makkonen. 2000, 118.)

Lujitemuovit eli lasi-, ja hiilikuitu ovat muovisen matriisiaineen, -esimerkiksi epoksin ja lasi,- tai hiilikuitulujitteen muodostamia komposiitteja. Lujitemuoveista tehty rakenne on kevyempi, kuin teräksestä valmistettu vastaava. Lujitemuovirakenteella on myös paremmat korroosionkesto-ominaisuudet. Lujitemuovista tehdyn rakenteen viimeistely joudutaan yleensä tekemään maalamalla tai ainakin lakkaamalla.

Säiliön materiaaliksi ei valittu komposiittia, koska materiaalista ja sen valmistusprosessista ei ollut aikaisempia kokemuksia. Komposiitin valinnassa arvelutti säiliön kestävyys käytössä ja laitteiston valmistusvaiheessa komposiittisäiliön liittäminen muuhun laitteistoon olisi ollut haastavampaa. Säiliöön tulevat kiskot olisi täytynyt kiinnittää ruuviliitoksilla ja kaikki reiät täytyisi tiivistää erikseen. Liimaliitoksella kiinnittäminen ei kestä kovassa käytössä pitkään.

## 4 RUNGON VALMISTUSMATERIAALIN VALINTA

Esittelylaitteiston runko päätettiin valmistaa RHS-profiiliputkista. Rungon täytyy olla tukeva ja kestävä, koska koko muu laitteisto rakentuu sen varaan. Runkoprofiiliksi valikoitui neliönmuotoinen putkiprofiili 50 x 50 mm kokoisena, 4mm seinämävahvuudella.

Taulukossa 1 on lueteltu erilaisten RHS-profiilien ominaisuuksia ja esimerkiksi 60 mm x 60 mm 3 mm seinämävahvuudella, olisi ollut hieman kevyempää ja ominaisuuksiltaan kestävämpää. Käytettävään 50x50x4 kokoon päädyttiin kuitenkin kustannussyistä. Rekitec Oy:n varastosta löytyi jo valmiiksi tätä profiilia ja siitä oli nopea ja edullinen tehdä runkoon tarvittavat putket. Runkoputkien liitokset tehdään hitsaamalla.

TAULUKKO 1. Taulukossa neliönmuotoisten putkipalkkien ominaisuuksia. (Oy Kontino Ab. muokattu)

Neliön muotoiset putkipalkit				Arvot laskettu käyttäen nimellismittoja ja pyöristyksiä R=2,0xt kun t<4mm / R=2,5xt kun t>4mm					
Koko mm	Seinämän paksuus t mm	Paino kg/m	Poikki- pinta- ala cm <sup>2</sup>	Jäyhyys- momentti cm <sup>4</sup>	Jäyhyys- säde cm	Taivutus- vastus cm <sup>3</sup>	Plastinen taivutus- vastus cm <sup>3</sup>	Vääntö- jäyhyys momentti cm <sup>4</sup>	
25 x 25	3,0	1,89	2,41	1,84	0,87	1,47	1,91	3,33	
30 x 30	3,0	2,36	3,01	3,50	1,08	2,34	2,96	6,15	
40 x 40	2,0	2,31	2,94	6,94	1,54	3,47	4,13	11,3	
	3,0	3,30	4,21	9,32	1,49	4,66	5,72	15,8	
	4,0	4,20	5,35	11,1	1,44	5,54	7,01	19,4	
50 x 50	2,0	2,93	3,74	14,1	1,95	5,66	6,66	22,6	
	3,0	4,25	5,41	19,5	1,90	7,79	9,39	32,1	
	4,0	5,45	6,95	23,7	1,85	9,49	11,7	40,4	
	5,0	6,56	8,36	27,0	1,80	10,8	13,7	47,5	
60 x 60	3,0	5,19	6,61	35,1	2,31	11,7	14,0	57,1	
	4,0	6,71	8,55	43,6	2,26	14,5	17,6	72,6	
	5,0	8,13	10,4	50,5	2,21	16,8	20,9	86,4	
70 x 70	3,0	6,13	7,81	57,5	2,71	16,4	19,4	92,4	
	4,0	7,97	10,1	72,1	2,67	20,6	24,8	119	
	5,0	9,70	12,4	84,6	2,62	24,2	29,6	142	

## 5 SEPAROITAVAN MASSAN VALINTA

Tässä tapauksessa separoitavana massana on tarkoitus käyttää, jotain edullista ja helposti saatavaa massaa. Massasta täytyy saada erotettua nesteosa ja kiinteä aines, jotta separaattorin toimintaa saataisiin mahdollisimman autenttisesti demonstroitua. Samalla massan tulisi olla sellaista, että sitä voi käyttää niin ulko- kuin sisätiloissa. Massaa pitäisi voida käyttää useamman kerran ja sen pitäisi säilyä varastoituna silloin, kun esittelylaitteistoa ei käytetä.

Separaattorin käyttöympäristö täytyy ottaa huomioon massan valinnassa. Massan täytyisi olla mahdollisimman hajutonta, koska laitetta käytetään sisätiloissa. Massan pitää sisältää tarpeeksi kiinteää jae, että separaattorin toiminnasta saa oikeanlaisen kuvan.

Massan säilyvyys mahdollistaisi massan käyttämisen useamman kuin yhden kerran, jolloin käyttökustannuksia saadaan pienennettyä. Separaattorin ollessa käyttämättömänä massaa säilytetään erillisissä astioissa, joista se pystytään ottamaan helposti uudelleen käyttöön. Tarvittaessa massaa uusittaessa, sitä täytyisi olla helposti saatavilla. Laitteisto täytyy myös saada puhdistettua käytön jälkeen ja massa saisi olla helposti vedellä huuhdeltavissa.

Turve oli yksi vaihtoehto mietittäessä separoitavaa massaa. Turve sitoo hyvin nestettä, mutta neste värjäytyy likaisen mustaksi. Turpeessa voi olla myös hiekkaa ja pieniä kiviä, jotka voivat tukkia separaattorin ja kuluttaa seula ja ruuvia. Turvetta on myös helposti saatavilla.

Paperimassassa olisi tarvittava kiinteä ja nestemäinen jae. Paperimassa olisi tarpeeksi edullista ja sitä on helposti saatavilla. Valkaistusta paperimassasta tuleva vaalea nesteosa näyttäisi paremmalta kuin likaisen oloinen turpeesta separoitu tumma neste. Valinnassa päädyttiin lopuksi juuri paperimassaan, joka täyttää riittävän hyvin asetetut vaatimukset.

## **6 PUMPUN JA SEKOITTIMEN VALINTA**

### **6.1 Pumppu**

Separaattorille tuleva massa täytyy pumpata säiliöstä noin 2,5 - 3 metrin korkeuteen separaattorin päälle, missä separaattorin syöttöputki sijaitsee. Pumpun tuoton täytyy olla tarpeeksi suuri, että separaattorille menevää massaa on tarpeeksi.

Syöttöputken toteutuksessa harkittiin eri vaihtoehtoja. Ensimmäisessä mallissa syöttöputkessa on juuri ennen separaattoria paikka paineanturille. Paineen kasvaessa paineanturilta saadun tiedon perusteella pumpun tuottoa ohjataan pienemmäksi ja paineen laskiessa taas nostetaan pumpun tuottoa. Tällä ratkaisulla pystytään kontrolloimaan pumpattavan massan määrää automaattisesti.

Toisessa vaihtoehdossa pumpulla on tarkoitus pumpata vakiotuotolla massaa separaattorille enemmän kuin separaattori pystyy käsittelemään. Syöttöputkessa on haara ylivuotavalle massalle, jota pitkin ylivuoto ohjataan takaisin säiliöön. Ylivuodolla voidaan tarvittaessa tehostaa separoitavan massan uudelleen sekoittumista.

Pumpun valinnassa täytyy ottaa huomioon separoitavan massan kiintoaineprosentti. Käyttöhuollon kannalta avainasemassa ovat pumpun puhdistettavuus ja huollettavuus. Hiljainen ja tärinätön toiminta ovat myös pumpun valintaan vaikuttavia ominaisuuksia. Pumpun virrankulutus täytyy olla tarpeeksi pieni, jotta laitteistoa pystyisi käyttämään 16 ampeerin sähkövirralla.

Pumpun lopullinen valinta jäi Rekitec Oy:n harteille. Sopivaa pumppua vaadituilla ominaisuuksilla ei ollut löytynyt vielä tämän työn valmistuessa ja sen lopullinen valinta siirtyy tehtäväksi myöhemmin.

## 6.2 Sekoitin

Sekoittimen tehtävä säiliössä on sekoittaa separaattorilta säiliöön palaava kiinteä aines ja nestemäinen osa uudelleen tasaiseksi massaksi. Tasaiseksi sekoittuneella massalla voidaan varmistaa separaattorin useammankin tunnin jatkuva toiminta. Separoitavan massan sekoituksen toteutuksessa mietittiin muutamaa vaihtoehtoa.

Sekoittimen toiminta voidaan toteuttaa myös sähkömoottorilla vaihteistolla, joka sijoitetaan säiliön taakse. Silloin sekoittimen akseli liitetään sähkömoottorin yhteydessä olevaan vaihteistoon ja voima siirtyy suoraan sekoittimen akselille. Silloin täytyy säiliössä olla akselille tiivistetty läpivientireikä.

Vaihtoehtoisena ratkaisuna sekoittimen moottorin sijoituspaikka oli säiliön päällä separaattorin jalkojen välissä. Käyttövoima olisi tällöin välitetty ketjulla tai hihnalla sekoittimen akselille.

Ketju-/hihnavedon etuja ovat hyvä hyötysuhde, yksinkertainen ja edullinen rakenne. Tarvittaessa varaosien saatavuus on hyvä, jos käytetään standardien mukaisia komponentteja. Ketjuvedon haittapuolina ovat esimerkiksi käytöstä aiheutuva melu, komponenttien voitelun tarve, ja käytön aiheuttama osien kulumisen ja siitä seuraava välysten kasvu. Hihnavedon huonoja puolia ovat huono kestävyys huonoissa olosuhteissa, hihnan kulumisen ja löystyminen, joka vaatii jonkunlaisen kiristysmenetelmän. (Ekman 2010, 569-570,587.)

Ketjun/hihnan ja niiden hammas-, tai hihnapyörien kestävyys käytössä askarrutti ja ketjun/hihnan pyöriminen olisi aiheuttanut massan roiskumista. Roiskumisen estämiseksi olisi täytynyt tehdä roiskesuojia säiliön päälle. Voimansiirto päätettiin toteuttaa suoraan sähkömoottorin jatkeena olevaan vaihteistoon tulevalla akselilla. Sekoittimen akselin vapaaseen päähän asennetaan laakeri .

## 7 LAITTEISTON SUUNNITTELU

### 7.1 Runko

Runkomateriaaliksi valikoitui kestävä ja tukeva neliön muotoinen putkipalkki 50 mm x 50 mm kokoisena 4 millimetrin seinämävahvuudella. Rungon ympärille rakentuu koko muu laitteisto ja sen tulee kantaa separaattorin, apulaitteiden ja täyden säiliön massa.

Rungon suunnittelussa lähdettiin liikkeelle separaattorin sijoittamisella rungon päälle. Separattori kiinnitetään runkoon pulttiliitoksella. Separattorin ollessa paikalla runkoon suunniteltiin paikka säiliölle. Säiliön irroittamista varten runkoon suunniteltiin u-profiilipalkeista kiskot, joihin asennetaan kulutusmuovit. Muovit vähentävät kitkaa ja säiliö liukuu kiskojen päällä ulos rungon sisältä puhdistuksen ajaksi.

Säiliön sijoittamisen jälkeen jatkettiin apulaitteiden paikkojen suunnittelulla. Komponentit sijoitettiin säiliön ja separaattorin taakse piiloon, laitteiston ulkonäön parantamiseksi ja siistin yleisilmeen saavuttamiseksi.

Rungon valmistuttua siihen lisätään vielä ulkopuolelle verhoilulevyt 1 millimetriä paksusta ruostumattomasta ohutlevystä. Verhoilulevyillä saadaan ulkonäköä siistimmäksi.

Rungon profiilit kootaan niin sanottuun katkotalistaan, jonka mukaan rungon profiilit katkaistaan. Sivulla 19 olevaan katkotalistaan (taulukko 2) on koottu kaikki rungossa käytettävät profiilit ja niiden pituudet. Profiilit liitetään hitsausliitoksin ja valmiina tuotteena saadaan runko esittelylaitteistolle.

TAULUKKO 2. Rungon putkiprofiilit kerättynä katkotalistaan.

<b>Rungon profiiliputkien katkotalista</b>		
<b>Poikkileikkaus/mm</b>	<b>Kpl</b>	<b>L/ mm</b>
50x50x4	2	150
50x50x4	2	450
50x50x4	4	500
50x50x4	1	620
50x50x4	1	720
50x50x4	2	2150
50x50x4	2	2250
U60x40	2	1520
160x80x4	2	720

## 7.2 Säiliö

Säiliön suunnittelun lähtökohdat olivat selkeät. Säiliön täytyi olla tarpeeksi suuri ja se pitäisi olla helposti puhdistettava. Lisäksi siitä haluttiin näyttävän näköinen. Materiaaliksi valittiin 3mm paksu ruostumaton teräsohutlevy. Säiliön tilavuudeksi muodostui noin 400 litraa, joka määräytyi pitkälti koko laitteiston ulkomittojen ja muiden laitteen komponenttien tilavaatimusten mukaan.

Säiliöön saatiin näyttävyyttä puolipyöreällä pohjalla. Muotoilulla voidaan vaikuttaa myös separoitavan massan sekoittumiseen, kun separoitu massa valuu aina pyöreän säiliön keskelle. Tasapohjaisessa säiliössä kuiva massa voisi jäädä säiliön reunoille, jolloin kuiva massa ja neste eivät sekoittuisi tehokkaasti.

Säiliön osien liitokset toteutetaan pääosin hitsausliitoksien ja muutamassa osassa käytetään pulttiliitosta. Hitsausliitosten täytyy olla pitäviä, ettei separoitava massa pääse vuotamaan säiliön saumoista.

Säiliöön suunniteltiin vapaasti pyörivä rumpu, joka sijoitettiin separaattorista tulevan separoidun kuiva-aineksen putoamiskohdalle. Rummulla pyritään estämään separoitavan massan loiskuminen kuiva-aineksen pudotessa säiliöön. Säiliön

takaseinään piirrettiin sekoittimen akselille ja pumpun imuputkelle läpivientireiät säiliöstä. Reiät jäävät massan pinnan alapuolelle, joten ne täytyy myös tiivistää. Separattorilta tuleva nestemäinen jae johdetaan putkea pitkin takaisin säiliöön.

### **7.3 Sekoitin**

Sekoitinta suunniteltaessa tärkeimmät ominaisuudet olivat tehokkuus, yksinkertainen ja kestävä rakenne ja edullisuus. Sekoitin täytyisi myös tarvittaessa saada säiliöstä ulos puhdistusta varten. Sekoitin saisi pyöriä myös mahdollisimman hitaasti, sekoitus tehokkuudesta kuitenkin tinkimättä. Hitaalla pyörimisellä pyritään minimoimaan ylimääräinen tärinä, meteli ja separoitavan massan roiskuminen.

Sekoittimesta tehtiin yksinkertainen kuusilapainen akseli. Sekoittimen lavat liitetään hitsaamalla akseliin. Lapoihin tehtiin suuret aukot, jotta pyörittäminen ei vaatisi suurta voimaa.

Sekoittajalle saadaan käyttövoima 250 W sähkömoottorilta moottorissa on vaihde, joka siirtää käyttövoiman sekoittimelle. Sekoittimen akseli tulee suoraan vaihteeseen kiinni ja muita erillisiä voimansiirtoja ei tarvita. Moottorille piirrettiin säiliön taakse paikka. Sekoittimen akseli tulee säiliöstä tiivistetyn reiän kautta vaihteistoon.

Suoran akselin käytössä on säiliöön tehtävä reikä ja sen tiivistäminen täytyy onnistua täydellisesti. Tiivisteen ominaisuudet huononevat käytön myötä ja ennemmin tai myöhemmin se on vaihdettava. Akselin vapaaseen päähän asennetaan tiivistetty laippalaakeri.

#### **7.4 Ohjauskeskus**

Ohjauskeskuksesta käynnistetään ja sammutetaan separaattori ja ohjataan käynnistyksen yhteydessä separaattorin hetkellinen ”väärinpäin” pyöriminen. Tällä pyritään estämään separaattorin seulan tukkeutuminen.

Ohjauskeskuksen suunnittelu rajoittui tässä työssä pelkästään sen sijainnin ja kiinnityksen suunnitteluun. Keskukselle tehtiin rhs- putkiprofiilista kiinnityskehikko separaattorin taakse. Sijoituksella saatiin ohjauskeskus pois näkyviltä ja ulkonäköä siistimmäksi.

## 8 TULOKSET

Valmistusmateriaalien valintaan vaikutti saatavuus ja hinta. Runkoprofiilin valinnassa käytettävää profiiliputkea löytyi valmiiksi Rekitec Oy:n varastosta ja sillä tavoin saatiin valmistuskustannuksia karsittua. Ohutlevyjen osalta kestävyys, hinta ja näyttävyys asettivat kriteerit materiaalivalinnoille. Ruostumattoman ohutlevyn valintaa säiliön materiaaliksi puolsi kestävyys ja näyttävyys.

Suunnittelussa laitteiston kokoa rajoitti kuljetusvaatimukset. Tavoitteena oli, että kuljetus onnistuu kuorma-autolla. Rungon suunnittelussa pyrittiin siihen, että kaikki komponentit ovat rungon profiiliputkien sisäpuolella. Tähän tavoitteeseen päästiin ja 2.4 metrin maksimimitaan jäi vielä varaa useita senttejä. Rungosta tehtiin kokoonpanokuva ja profiiliputket kerättiin katkentalistaan.

Säiliöstä suunniteltiin mahdollisimman iso, että separaattorille riittää separoitavaa massaa useiden tuntienkin ajaksi. Säiliön pohja piirrettiin puolipyöreäksi massan sekoittumisen tehostamiseksi. Säiliön suunnittelussa tuli ottaa huomioon tiiviys ja hitsisaumojen ja reikien määrä yritettiin pitää mahdollisimman pienenä. Säiliön pohja ja sivuseinät tehdään yhdestä palasta, jolloin säiliöön tulevia hitsisaumoja on vähemmän.

Oman haasteen toi myös, säiliön saaminen helposti rungon alta esille puhdistusta varten. Säiliön siirto tulee tapahtumaan pohjassa olevia kiskoja pitkin ja säiliön puhdistus tapahtuu irrotettavan kannen kautta.

Laitteiston käyttöympäristö asetti vaatimukset separoitavalle massalle. Eläinten lietelanta ei välttämättä ole paras myyntivaltti messuilla ja markkinointitilaisuuksissa. Paperimassasta löytyi ratkaisu tähän. Paperimassassa on tarpeeksi kiintoainetta, se on edullista ja sitä voidaan separoida sisätiloissakin.

Käyttöympäristö otettiin huomioon myös sekoituksen ja pumppauksen suunnittelussa. Separoitavan massan sekoittimesta tehtiin mahdollisimman yksinkertainen ja varmatoiminen. Sekoitin tulee pyörimään hitaasti, jotta ylimääräiset melut ja tärinät saadaan mahdollisimman vähäisiksi.

Pumpun valinnassa täytyy ottaa huomioon monia seikkoja. Tässä työssä keskeisimmät olivat nostokorkeus, pumpattavan massan kiintoaineprosentti, teho ja tietysti osaltaan myös hinta. Oikeanlaista pumppua ei tämän työn puitteissa löytynyt. Etsintä jatkuu ja laitteiston pumppu valitaan myöhemmin.

## 9 YHTEENVETO

Suunnittelun aikana tuli vastaan paljon uutta tietoa valmistustekniikoista ja osakokonaisuuksien suunnittelussa huomioon otettavista asioista. Mallinnusohjelmassa hienolta näyttävä ratkaisu saattaa olla käytännössä vaikea tai liian kallis toteuttaa.

Tässä työssä haasteita toivat vähäinen kokemus Vertex G4 –ohjelmasta. Ohjelman käyttö alkoi kangerrellen, mutta alkoi sujua muutaman harjoitustyön jälkeen. Haasteita suunnitteluun toi sekoittajan moottorin, ohjauskeskuksen ja pumpun sijoittaminen tarpeeksi tiiviseen tilaan ja kuitenkin niin, että tarvittaessa huoltotoimenpiteet onnistuvat.

Työn aikana kävi ilmi, kuinka tärkeää hyvän aikataulutuksen ja projektisuunnitelman tekeminen on. Ajankäyttö on tehokkaampaa ja projekti etenee sujuvammin huolellisen projektisuunnitelman ja järkevän aikataulun laatimisen avulla. Tässä työssä huomasi myös, että on tärkeää rajata aihe tarkasti ja pyrkiä pysymään niissä aiheissa, jotka ovat oleellisia.

Projektissa mukana olevien välisessä kommunikoinnissa täytyy omat ajatukset pystyä kertomaan mahdollisimman tarkasti, jotta väärinkäsityksiltä vältytään. Pitkä välimatka työn toteutuspaikan ja yrityksen toimipaikan välillä toi hieman haasteita ja kommunikointivälineinä toimi pääosin sähköposti ja puhelin, joka välillä hieman hidasti työn etenemistä.

Tavoitteena oli suunnitella Rekitec Oy:n SP-600 –separaattorille esittelykäyttöön soveltuva liikuteltava separointilaitteisto ja askelmerkit laitteiston valmistukselle on tehty. Tavoitteeseen ei päästy aivan kaikilta osin, kun pumppu jäi tämän työn puitteissa vielä valitsematta. Kehitettävää jäi omalta osalta ainakin ajankäytön tehostamiseen ja suunnitteluun, sekä projektin aikaisen kommunikoinnin parantamiseen.

**LÄHTEET**

Airila, M, Ekman, K, Hautala, P, Kivioja S, Kleimola, M, Martikka, H, Miettinen, J, Niemi, E, Ranta, A, Rinkinen, J, Salonen, P, Verho, A, Vilenius, M, Välimaa, V & WSOYpro OY, 2010. 4.-5. painos. Koneenosien suunnittelu. Helsinki: WSOY. 85-135, 569-610

Alasuutari, S, Palva, R, Pietola, L, 2008. Lietelannan kemiallinen fraktointi: fosforin saostaminen. [http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Esitelmat/es049.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es049.pdf)

Autokanta. Urakointi uutiset. Separoinnista tehoa lietteenkäsittelyyn. 17.12.2009. [http://www.autokanta.com/urakointi\\_uutiset/tekniikka\\_ja\\_koeajot/kotielaintuotanto/?x136505=1437667](http://www.autokanta.com/urakointi_uutiset/tekniikka_ja_koeajot/kotielaintuotanto/?x136505=1437667), luettu 14.5.2012

Lepola, P, & Makkonen M, 2003. Materiaalit ja niiden käyttö. Vantaa: WSOY. 118-119, 185-186, 189, 199, 261-263

Matilainen, J, Parviainen, M, Havas, T, Hiitelä, E, Hultin, S, 2011. Ohutlevytuotteiden suunnittelijan käsikirja. Tampere: Teknologiainfo Teknova Oy. 7-59.

Oy Kontino Ab. Uusin varastotuoteluettelomme. 2011. <http://julkaisin.plusverkot.fi/kontino/2011/01/#/46/> Luettu 12.5.2012, Muokattu 12.5.2012

Rekitec Oy. Tuotteet. Mallisto. 2010. Luettu 20.3.2012. [http://www.rekitec.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18&Itemid=14&lang=fi](http://www.rekitec.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=14&lang=fi)

Rekitec Oy. Tuotteet. Separoinnin edut. 22.10.2011. Luettu 24.5.2012. [http://rekitec.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=13&lang=fi](http://rekitec.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=13&lang=fi)

Valorinta, V, 1993. 3. painos. Koneenrakentajan metallioppi. Tampere: Pressus Oy

**LIITTEET**

Liite 1. Esittelylaitteisto separaattorille.

