



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markus Salonen

# PÖLYNPOISTON JA TYÖTURVALLISUUDEN KEHITTÄMINEN LISÄAINEASEMALLA

Finnfeeds Finland Oy

Tekniikka  
2021

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Markus Salonen
Opinnäytetyön nimi	Pölynpoiston ja työturvallisuuden kehittäminen lisäaineasemalla
Vuosi	2021
Kieli	Suomi
Sivumäärä	42 + 8 liitettä
Ohjaaja	Jani Leppämäki

---

Tämän opinnäytetyö on tehty Finnfeeds Finland Oy:lle, lisäaineaseman kaatosuppilon modifioinnista, työturvallisuuden parantamiseksi sekä pölyn leviämisen minimoimiseksi. Tarkasteltavana oleva laite itsessään on jo erittäin vanha ja siinä on puutteita turvallisuuteen sekä pölyn leviämisen suhteen.

Käytännönvaihe koostui suunnittelutyöstä NX-ympäristössä, työturvallisuuden kehittamisestä sekä tarkastelusta pölyn leviämisen ehkäisemiseksi. Kaatosuppilon suunnittelu toteutettiin yhteistyössä työntekijöiden kanssa, jolla pystytään takaamaan paras mahdollinen käyttäjäystävällisyys. Työturvallisuutta tarkasteltiin teoriaosuuden pohjalta minimoiden kaikki riskit. Pölyn leviämistä ehkäiseviä toimia tarkasteltiin teoriassa mainittujen asioiden pohjalta.

Pölyn leviämistä pystytään minimoimaan uudella kaatosuppilolla sekä riittävän tasisella pölynsuodatinkankaan vaihtovälillä. Työturvallisuudessa oli puutteita, kuten työskentely a-tikkailla säkin avaamiseksi purkuvaiheessa, joten siihen sain myös tehtyä kehitysehdotuksen työturvallisuusriskien minimoimiseksi.

## ABSTRACT

Author	Markus Salonen
Title	Development of Dust Extraction and Occupational Safety at the Additive Station
Year	2021
Language	Finnish
Pages	42 + 8 Appendices
Name of Supervisor	Jani Leppämäki

---

This thesis was done for Finnfeeds Finland Oy. The topic is the modification of the hopper of the additive station, and the purpose was to improve occupational safety and to minimize the spread of dust. The device of inspection is already very old and has shortcomings in terms of safety and dust dispersion.

The practical contribution consisted of design work in the NX environment, on the development of occupational safety and a review to prevent the spread of dust. The hopper planning was carried out in cooperation with the employees, which can guarantee the best possible user friendless. Occupational safety was examined on the theory section to minimize all risks. The prevention of dust spreading prevent was examined the basis of the issues mentioned in theory.

The spread of dust can be minimized with a new hopper and by replacing the dust filter regularly. There were deficiencies in occupational safety, such as working on the ladder to open the bag during the demolition phase, a development proposal was made to minimize occupational safety risks.

---

Keywords                      occupational safety, dust, design, working methods.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

TERMIT

1	JOHDANTO.....	9
2	YRITYSESITTELY.....	10
	2.1 IFF (International Flavors & Fragrances).....	10
	2.2 FINNFEEDS FINLAND OY NAANTALIN TEHDAS .....	10
3	PROJEKTIN TAUSTA JA TAVOITTEET .....	12
	3.1 Tausta.....	12
	3.2 Ongelmat.....	13
	3.3 Tavoitteet.....	14
4	TYÖTURVALLISUUS .....	15
	4.1 Kemikaalien käyttöturvallisuus.....	15
	4.2 Työnantajan huolehtimisvelvoite .....	16
	4.3 Turvallisen työympäristön suunnittelu.....	17
	4.4 ATEX .....	17
	4.4.1 Tilaluokkien määrittely.....	18
	4.5 Laitteiden vaatimuksenmukaisuus .....	21
5	KÄSITELTÄVÄT AINEET .....	22
	5.1 Betaiini, eläinrehu .....	22
	5.2 Kalsiumstearaatti .....	23
6	PÖLYNPOISTO .....	24
	6.1 Pöly.....	24
	6.2 Kohdepölynpoistojärjestelmät .....	25
7	SUUNNITTELUVAIHE.....	26

7.1	Vaatimuslista.....	27
7.2	Alustava suunnitelma .....	27
7.3	Lisäaineaseman kaatosuppilon suunnittelu .....	28
7.4	Kaatosuppilo pölynpoistoreiät ja luukku pikakiinnityksellä .....	29
7.5	Suodatinkankaan valinta.....	30
7.6	Työntekijöiden työskentelyn vaikutus tuotteen pölyämislle.....	32
7.7	Suursäkin nostin.....	34
8	KAATOSUPPILON JATKOKEHITYS .....	35
9	YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS .....	39
	LÄHTEET .....	41

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Naantalin tehdas. (Wikipedia 2018.) .....	11
<b>Kuva 2.</b> Naantalin tehtaan lisäaineasema.....	12
<b>Kuva 3.</b> Pölynpoiston putkisto ja paineenpoisto suodatin. ....	13
<b>Kuva 4.</b> Esimerkki kemikaalin varoitusmerkistä. (Verkkovaria 2021.).....	15
<b>Kuva 5.</b> Räjähdyksvaarallisen laitteen tai tilan merkintä. (Metropolia 2021.).....	18
<b>Kuva 6.</b> Pölyräjähdysvaarallisen tilan luokitusmenetelmä. (Työturvallisuuskeskus 2017.) .....	20
<b>Kuva 7.</b> Ryhmittely kohdepölynpoistojärjestelmille. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.) .....	25
<b>Kuva 8.</b> Lisäaineaseman 3D-malli. ....	28
<b>Kuva 9.</b> Uusi 3D-malli kaatosuppilosta, imurei'istä ja uusi säkinavausluukku. ....	29
<b>Kuva 10.</b> Luukun sisään laitettu ura, johon tulee kumitiiviste paikalleen.....	29
<b>Kuva 11.</b> Laitteen sisäisen ilmanpoiston suodatin sekä suodatinkangas. ....	30
<b>Kuva 12.</b> Tuote peittää säkinavausluukun sekä pölynpoistopuhaltimen. ....	33
<b>Kuva 13.</b> Suursäkin nostoristikko. (Denios 2021.) .....	34
<b>Kuva 14.</b> Uusi kaatosuppilo, imuputket ja säkinavausluukku.....	35
<b>Kuva 15.</b> Säkinavausluukku viisteellä sekä pikakiinnityksellä.....	36
<b>Kuva 16.</b> Laippa kaatosuppilon kiinnitykselle. ....	37
<b>Kuva 17.</b> NX3D havainnekuva uudesta lisäaineasemasta. ....	38
<b>Taulukko 1.</b> Pöly sekä ilmaseoksista määräytyvä tilaluokitus. (Työturvallisuuskeskus 2017.) .....	19
<b>Taulukko 2.</b> Tilaluokitukset kaasuilimaseoksille. (Työturvallisuuskeskus 2017.) ..	19
<b>Taulukko 3.</b> Laiteluokitukset ja niille määräytyvät tilaluokitukset. (Työturvallisuuskeskus 2021.) .....	21
<b>Taulukko 4.</b> Lisäaineaseman vaatimuslista.....	27
<b>Taulukko 5.</b> Leikattavien suodatinkankaiden paksuudet, sekä tiheydet. (Suodatinkeskus 2021.) .....	31

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Kemikaalinkäyttöturvallisuustiedote.

**LIITE 2.** Kokoonpanokuva.

**LIITE 3.** Piirustus 1, avausluukun kansi.

**LIITE 4.** Piirustus 2, kiinnityslaippa.

**LIITE 5.** Piirustus 3, putki.

**LIITE 6.** Piirustus 4, säkinpudotusluukku.

**LIITE 7.** Piirustus 5, säkinavausluukku.

**LIITE 8.** Tarjouspyyntö kaatosuppilolle.

**Liitteitä ei julkaista Finnfeeds Finland Oy:n pyynnöstä**

## TERMIT

Kaatosuppilo	Aukko laitteessa/säiliössä, josta saadaan kaadettua materiaalia esimerkiksi laitteeseen suoraan.
Suodatinkangas	Ilman puhdistamiseen/suodattamiseen tarkoitettu kangas, josta ympäristöön pääsee vain raitista ilmaa.
ATEX	Räjähdyksenvaarallinen tila/laitte ja sitä koskevat määräykset.
NX	Siemens 3D-mallinnusohjelma.
Suursäkki	Tarkoittaa isoa säkkiä, jonka suurin paino voi olla jopa 1000 kilogrammaa.
Nostoristikko	Tarkoitettu helpottamaan nostoa, sekä saamaan painavan säkin painopiste jaettua tasaisesti.
Laippa	Osan tai kokonaisuuden kiinnittämisen helpottamiseksi oleva osa.



## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö suoritettiin Finnfeeds Finland Oy:n pakkaustoiminnoista vastaavalle yksikölle, jossa pakataan betaiinia rehuteollisuuden tarpeisiin. Työn tavoitteena kalsium stearaatti lisäaineaseman kaatosuppilon modifiointi ja valmistuskuvien tekeminen sekä pölyn leviämisen minimoimisen tarkastelu. Työn tärkein tavoite oli kuitenkin tarkastella työturvallisuutta sekä pölyn leviämistä lisäaineasemalla.

Opinnäytetyö rajattiin uuden kaatosuppilon suunnitteluun sekä työturvallisuuden kehityskohteisiin pölyn leviäminen yhteä osana työturvallisuutta.

Olen työskennellyt Finnfeeds Finland Oy:n pakkaamossa noin 3 vuoden ajan pakkausprosessin hoitajana. Töitä tein yrityksessä 2013 ja 2017 välisenä aikana. Olen siis itse myös työskennellyt kyseisen laitteen parissa, sekä tiesin jo valmiiksi mahdollisista ongelmakohtista tässä opinnäytetyössä. Edellä mainittujen seikkojen ansiosta minun oli helppo lähestyä työntekijöitä uusien ehdotusten kanssa, sekä ottaa vastaan työntekijöiden toiveita uusien ehdotusten myötä. Olen aina työskennellyt Finnfeeds Finland Oy:n palveluksessa erinomaisesti, joten minun oli luontevaa lähestyä opinnäytetyötä koskevassa asiassa juuri kyseistä yritystä. Haluan parhaani mukaan olla kehittämässä työntekijöiden turvallisuutta, joten tämä aihe sopi minulle oikein hyvin opinnäytetyön tekemiseen.

## **2 YRITYSESITTELY**

### **2.1 IFF (International Flavors & Fragrances)**

Ensimmäinen IFF:n emoyhtiöstä perustettiin vuonna 1889, mutta historiaa yrityksestä voidaan jäljittää vieläkin taaemmaksi. Yrityksen toimiala on erikoiskemikaalit. Konsernin tuotantolaitoksia sijaitsee maailmanlaajuisesti 44:ssä eri maassa. IFF konsernin toimipisteitä sijaitsee Suomessa mm. Naantalissa, Hangossa sekä Vaasassa. (IFF historia 2021, IFF konserni 2021.)

### **2.2 FINNFEEDS FINLAND OY NAANTALIN TEHDAS**

Naantalin sokeri tehdas sai alkunsa juurikassokerin valmistuksesta, jota valmistettiin aina vuodesta 1953 aina 1990 vuoteen saakka. Naantalin tehdas sijaitsee Naantalin sataman läheisyydessä. Tehdas valmisti pääsääntöisesti kidesokeria eri asiakkailleen. Kun sokerin valmistaminen loppui, Tehdas jatkoi betaiiniin valmistuksella, joka on sokerimelassin sivutuote. (Wikipedia 2018.)

Finnfeeds Finland Oy, joka sijaitsee Naantalissa, valmistaa sokerijuurikasprosessin sivuvirrasta liuoksista betaiinia ja inositolia. Yritysala on kemianteollisuus, josta Naantalin tehtaan alaan kuuluu ravitseminen, kosmetiikka ja rehu. Tehdas toimii ympäri vuorokauden vanhan sokeritehtaan tiloissa. Yrityksen raaka-aineet saapuvat kätevästi laivayhteyksin Naantalin satamasta. Vienti yrityksellä on maailmanlaajuisesti. Naantalin tehtaassa työskentelee noin 80 työntekijää. Tehdas kuuluu IFF konserniin, joka osti yrityksen Dupont konsernilta vuonna 2021. (Wikipedia 2018.)



**Kuva 1.** Naantalin tehdas. (Wikipedia 2018.)

### 3 PROJEKTIN TAUSTA JA TAVOITTEET

#### 3.1 Tausta

Kehitettävä kohde tässä opinnäytetyössä on Naantalin tehtaan betaiinin valmistukseen lisättävä lisäaine kalsiumstearaatti ja sen annosteluasema. Tällä hetkellä asemassa tyhjenetään noin 400 kg painava suursäkki, joka avataan säkin pohjalta. Säkit nostetaan erikseen määritellyllä nosturilla välitasanteelle. Levitessään lisäaine on haitallinen hengitykselle sekä keuhkolle, sitä mentäessä keuhkoihin aine ei enää lähde keuhkoista pois. Suursäkitysasemalla on käytössä 2 samanlaista kaatosuppiloa. (Kuva 2)



**Kuva 2.** Naantalin tehtaan lisäaineasema.

### 3.2 Ongelmat

Suursäkki avataan sen avaamiseen tarkoitettun luukun yläpuolelta, jolloin yhtenä työturvallisuusriskinä on käden jääminen puristuksiin suursäkin ja aukon väliin. Säkin avaus tehdään luukun yläpuolelta, jolloin se on niin korkealla, että se vaatii a-tikkaiden käyttöä. A-tikkaiden käyttö jatkuvasti samaa työtä suorittaessa on erittäin suuri riski kaatua ja loukata itseään.

Tästä avauksesta aiheutuu tällä hetkellä pöllähdys, jolloin imu ei ole riittävän tehokas kerätäkseen leijuvan pölyn talteen. Tämän takia pöly pääsee leviämään tehtaan tuotantotilojen toiseen kerrokseen. Lisäainesäkin kaatosuppilo on tällä hetkellä liian iso, jolloin säkin sekä aukon väliin jää aukko, josta pöly pääsee leviämään. Myös ilman poisto laitteiston sisältä menee suodattimen kautta, josta pöly tällä hetkellä leviää myös, koska suodatin ei pidä (**Kuva 3**). Pöly on erittäin hienojakoista, joten se tarvitsee suunnittelua uudenlaisen kaatosuppilo parantamiseksi. Kalsiumstearaatti on haitallista hengitykselle ja keuhkoille.



**Kuva 3.** Pölynpoiston putkisto ja paineenpoisto suodatin.

### 3.3 Tavoitteet

Työn tavoitteena on miettiä parannusehdotuksia mikä olisi paras ratkaisu lisäaine-  
aseman pölynhallinnan ja työturvallisuuden kehittämiseen. Työssä tulee miettiä  
jokaiselta näkökulmalta mikä olisi paras ratkaisu pölyn estämiselle tai sen vähen-  
tämiseksi. Työssä suunnittelen kohteelle uuden kaatosuppilon, johon tulee luukku-  
säkin avaamiselle ja pienempi aukko mihin säkki upotetaan. Myös laitteen sisäisen  
pölynpoiston suodattimen tutkiminen sekä mahdollisten muutosten esittäminen  
yritykselle. Tulen myös tarkastelemaan työntekijöiden toimintatavan vaikutusta  
tuotteen pölyämiseen.

## 4 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuus on työtapaturmien ehkäisyä, jota voidaan kehittää jokaisella työpaikalla. Työtapaturmiin löytyy aina erilaisia syitä, jotka voivat johtua joko työntekijän huolimattomuudesta taikka ohjeistuksen puutteellisuudesta. Työturvallisuutta kehitetään riskien arvioinnilla sekä työympäristön arvioinnilla esim. mitä suojaruusteita kyseistä työtehtävää hoidettaessa tulee käyttää. (työterveyslaitos 2021.)

### 4.1 Kemikaalien käyttöturvallisuus

Kemikaalin valmistajan tulee laatia jokaisesta tuotteen sisältämästä kemikaalista asetusten mukainen käyttöturvallisuustiedote, joka tulee olla aina toimitettuna tuotteen toimituksen yhteydessä. Kemikaalien myrkyllisyys sekä vaarallisuus tulee olla tuotteeseen laitettuna kiinni, josta käy ilmi mitä haittavaikutuksia kyseisessä tuotteessa on. Oheisessa kuvassa esimerkki haitallisen aineen merkinnästä. (**Kuva 4**) (Verkkovaria 2021.)



**Elinmyrkylliset, karsinogeeniset,  
mutageeniset ja lisääntymis-  
myrkylliset aineet sekä  
hengitystieherkistäjät**

**Kuva 4.** Esimerkki kemikaalin varoitusmerkistä. (Verkkovaria 2021.)

Myös kemikaalista tulee laatia käyttöturvallisuustiedote, mikä on jokaisen työntekijän saatavilla sekä luettavissa. (**Liite 1**) (Verkkovaria 2021.)

## 4.2 Työnantajan huolehtimisvelvoite

”Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat” (Finlex 2002.).

”Huolehtimisvelvollisuuden laajuutta rajaavina tekijöinä otetaan huomioon epätavalliset ja ennalta arvaamattomat olosuhteet, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa, ja poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää huolimatta kaikista aiheellisista varotoimista” (Finlex 2002.).

”Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:”

”1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;”

”2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;”

”3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja”

”4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.”

”Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Työnantajan on myös tarkkailtava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyteen” (Finlex 2002.).

”Työnantajan on huolehdittava siitä, että turvallisuutta ja terveellisyttä koskevat toimenpiteet otetaan huomioon tarpeellisella tavalla työnantajan organisaation kaikkien osien toiminnassa” (Finlex 2002.).



### 4.3 Turvallisen työympäristön suunnittelu

Työympäristön rakenteellisiksi ominaisuuksiksi luetaan: työpaikan valaistukset, kulkuteiden turvallisuus ja sisäilman puhtaus. Toiminnalliset tekijät työympäristössä ovat järjestys ja siisteys. (Työturvallisuuskeskus 2021.)

Työpaikan vastuulla on huolehtia siitä, että kemialliset, fysikaaliset sekä biologiset terveysvaarat on tunnistettavissa/tunnistettu ja niitä pystytään hallitsemaan. Koneiden ja laitteiden tulee olla hyvässä kunnossa ja työpaikka huolehtii myös tarvittavien henkilösuojaimien sekä apuvälineiden kunnosta ja että ne ovat käyttötilanteeseen/tarkoitukseen oikean mukaiset. (Työturvallisuuskeskus 2021.)

### 4.4 ATEX

”Räjähdyssuojausasiakirja oli laadittava 30.6.2006 mennessä työpaikoille, joilla käsitellään palavia nesteitä, kaasuja tai pölyjä siinä määrin, että näiden aineiden käsittelyyn liittyy tavanomaisissa toimintaolosuhteissa sekä ennakoitavissa toimintahäiriöissä ja vikatilanteissa mahdollisuus vaarallisen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumiseen. Velvoite perustuu valtioneuvoston asetukseen (576/2003), jota valvoo työsuojeluviranomainen työntekijöiden suojelun osalta. Henkilö- ja omaisuusvahinkojen osalta asetusta valvoo Tukes sellaisissa laitoksissa, joissa vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi on laajamittaista. Vähäistä vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittavissa laitoksissa asetusta valvoo pelastuslaitos. (390/2005 115 §) Valvonta kattaa myös vaaralliseksi kemikaaliksi luokittelemattomat pölyt” (Työturvallisuuskeskus 2017.).

EX-tiloihin tarkoitettu varoitus merkki, jolla merkitään ne tilat missä saattaa esiintyä räjähdyskelpoisia ilmaseoksia. Kyltti on kolmion muotoinen mustilla reunoilla, mustilla kirjaimilla (**Kuva 5**). (Metropolia 2021.)



**Kuva 5.** Räjähdyksenvaarallisen laitteen tai tilan merkintä. (Metropolia 2021.)

#### **4.4.1 Tilaluokkien määrittely**

Tilaluokitukset ovat mahdollisesti räjähdyskelpoisten ilmaseosten sisältävän ympäristön luokitusmenetelmä. Luokituksen perusteella määräytyy mitä laitteita/koneita kuhunkin tilaluokkaan saadaan tuoda tai asentaa. Laitteiden tulle tilaluokkien perusteella täyttää vaadittavat turvallisuusvaatimukset. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

Tilaluokitus on tehtävä kaikille räjähdysvaarallisille tiloille ja vyöhykkeille. Ex-tiloja ovat sellaisia tiloja, joissa voi esiintyä räjähdyskelpoista ilmaseosta, että työntekijän turvallisuuteen tai terveyteen tarvitaan erityiset suojelutoimenpiteet niiden ylläpitämiseksi. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

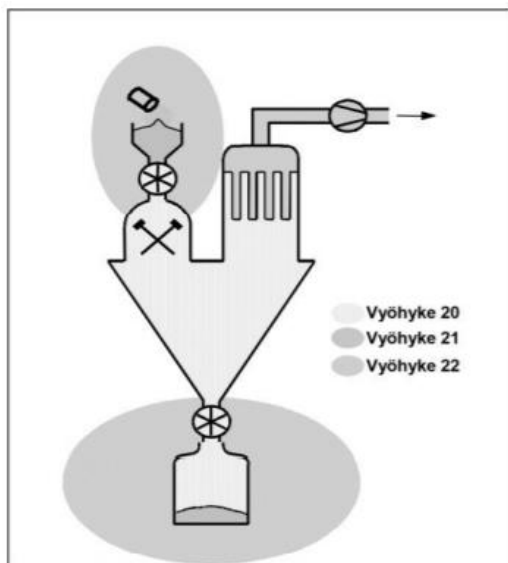
**Taulukko 1.** Pöly sekä ilmaseoksista määräytyvä tilaluokitus. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

TILALUOKKA	MÄÄRITELMÄ
Tilaluokka 20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy <b>jatkuvasti, pitkäaikaisesti ja usein</b>
Tilaluokka 21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy <b>normaalitoiminnassa satunnaisesti.</b>
Tilaluokka 22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen <b>normaalioloissa on epätodennäköistä ja se kestää vain lyhyen ajan.</b>

**Taulukko 2.** Tilaluokitukset kaasuilmaseoksille. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

Tilaluokka 0	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy <b>jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.</b>
Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy <b>normaalitoiminnassa satunnaisesti.</b>
Tilaluokka 2	Tila, jossa ilman ja kaasun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen <b>normaalioloissa on epätodennäköistä ja se kestää vain lyhyen ajan.</b>

Standardin SFS-EN 60079-10-2 mukaan voidaan tehdä tilaluokitus pölyräjähdysvaarallisille tiloille. Esimerkiksi myllyn täyttösäiliö mukaan lukien tuotteen poistoaukko sekä suodatin. Pölyävän tuotteen täyttäminen käsin täyttösuppiloon. Käsin syötön aikana voi satunnaisesti alueelle muodostua ilman ja pölyn räjähdyskelpoinen seos (**Kuva 6**). (Työturvallisuuskeskus 2017.)



**Kuva 6.** Pölyräjähdysvaarallisen tilan luokitusmenetelmä. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

#### 4.5 Laitteiden vaatimuksenmukaisuus

Kaikki laitteet Ex-tiloissa tulee käydä läpi. Vaatimuksenmukaisuuden osoittavan merkinnän löytyminen laitteesta, se tulee kirjata laiteluettelossa olevaan sarakkeeseen. Laitteiden osalta, joissa on sähköisiä sekä mekaanisia osia, on syytä varmistaa laitteiden asiakirjoista, koskeeko vaatimuksenmukaisuus merkintä mekaanisia sekä sähköisiä osia. Jos laitteiden eri osat kuuluvat eri tilaluokituksiin niin vaatimukset tilaluokille selitty seuraavasti: Sisäiset laitteen osat tilaluokituksessa 0 ja laitteen ulkopuoliset osat tilaluokituksessa 2. Tämän kaltaisissa tapauksissa tulee varmistua siitä, että ne täyttävät vaatimukset molemmissa osissa (**Taulukko 3**). (Työturvallisuuskeskus 2017.)

**Taulukko 3.** Laiteluokitukset ja niille määräytyvät tilaluokitukset. (Työturvallisuuskeskus 2017.)

LAITELUOKKA	MÄÄRITELMÄ
Laiteluokka 1	<p><b>Erittäin korkea turvallisuustaso.</b> Laitteet on suunniteltu niin, että ne valmistajan ilmoittamilla toiminta-arvoilla takaavat erittäin korkean turvallisuustason.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelpoinen seos esiintyy jatkuvasti tai pitkiä aikoja (<b>tilaluokat 0 ja 20</b>).</li> <li>Taattava riittävä turvallisuustaso harvoinkin esiintyvissä virhetoiminnoissa <ul style="list-style-type: none"> <li>kaksi toisistaan riippumatonta suojauskeinoa, tai</li> <li>turvallisuus säilyy kahden vian esiintyessä yhtä aikaa</li> </ul> </li> </ul>
Laiteluokka 2	<p><b>Korkea turvallisuustaso.</b> Laitteet on suunniteltu niin, että ne valmistajan ilmoittamilla toiminta-arvoilla takaavat korkean turvallisuustason.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelpoinen seosesiintyy todennäköisesti normaalikäytössä (<b>Tilaluokat 1 ja 21</b>)</li> <li>Taattava riittävä turvallisuustaso toistuvasti esiintyvissä häiriöissä tai normaaleissa laitevioissa <ul style="list-style-type: none"> <li>yksi vika ei saa aiheuttaa vaaraa</li> </ul> </li> </ul>
Laiteluokka 3	<p><b>Normaali turvallisuustaso.</b> Laitteet on suunniteltu niin, että ne valmistajan ilmoittamilla toiminta-arvoilla takaavat normaalin turvallisuustason.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelpoinenpitoisuus esiintyy epätodennäköisesti ja silloinkin vain harvoin ja lyhytaikaisesti. (<b>Tilaluokat 2 ja 22</b>)</li> <li>Taattava riittävä turvallisuustaso normaalitoiminnassa.</li> </ul>

## 5 KÄSITELTÄVÄT AINEET

### 5.1 Betaini, eläinrehu

Betaini on luonnossa esiintyvä materiaali, jota löytyy monien elintarvikkeiden lähteiden, erityisesti sokerijuurikkaiden soluista. Betafin by Danisco Animal Nutrition on tuotemerkki luonnolliselle, erittäin puhtaalle betaiinille. (Danisco eläintenravitseminen 2013.)

Betaini uutetaan sokerijuurikkasmelassista ja vinasseista (fermentoidusta melassista) patentoitua kromatografista erotteluprosessia käyttäen. (Danisco eläintenravitseminen 2013.)

Betaiinilla on kaksi tärkeää tehtävää eläinten ruokinnassa osmolyytinä ja metyyliantajana transmetyloinnin kautta. (Danisco eläintenravitseminen 2013.)

Osmolyytit auttavat ylläpitämään solunestetasapainoa vuorovaikutuksessa vesimolekyylien kanssa. Erittäin tehokkaana osmolyytinä luonnollinen betaini kerääntyy soluihin, jotka suojaavat niitä osmoottisen stressin ja nestehukan varalta ylläpitämällä veden ja ionin tasapainoa. Normaalit solutoiminnot säilyvät näin ollen osmoottisen stressin aikana. Solujen vesitasapainon ylläpitäminen on energiaa kuluttava prosessi. Näin ollen betaini säästää arvokasta aineenvaihduntaenergiaa eläimessä. (Danisco eläintenravitseminen 2013.)

Metyyliuovuttaja sekä sisältää että lahjoittaa metyyliiryhmiä moniin olennaisiin biologisiin toimintoihin, kuten kreatiinin ja karnitiinin synteesiin, joka liittyy aineenvaihduntaenergian, lihasten kasvun ja immuunisolujen toiminnan syntymiseen. Luonnollinen betaiinimolekyyli sisältää 3 metyyliiryhmää, jotka se voi luovuttaa joko osittain tai kaikki kerrallaan. Betaini luovuttaa tehokkaammin metyyliiryhmän verrattuna muihin rehuissa käytettyihin metyyliilähteisiin kuten metioniiniin ja koliinikloridiin. (Danisco eläintenravitseminen 2013.)

## 5.2 Kalsiumstearaatti

Saippuat ovat metalliyhdisteitä, joissa on kasviöljyistä tai eläinten talista johdettuja rasvahappoja, joista yleisin käytetty happo on steariinihappo, joka sisältää teollisessa muodossaan enimmäkseen C16- ja C18-ketjuja. Tärkeimmät käytetyt metallit ovat esimerkiksi kalsium, magnesium ja alumiini. (Echem-Group 2021.)

Kalsiumstearaatti on valkoista vahajauhetta. Stearaatti on kalsiumin karbosylaatti, joka luokitellaan kalsiumsaippuaksi. Se on osa esimerkiksi voiteluaineita sekä elintarvikkeita. Kalsiumstearaatti on helppo hajottaa vesipohjaisiin järjestelmiin. (Wikipedia 2018.)

## 6 PÖLYNPOISTO

Työpaikalla, jossa esiintyy ilman epäpuhtauksia, kuten pölyä, savua, kaasua tai höyryä työntekijää vahingoittavassa tai häiritsevässä määrin, on niiden leviäminen mahdollisuuksien mukaan estettävä eristämällä epäpuhtauden lähde tai sijoittamalla se suljettuun tilaan tai laitteeseen. Ilman epäpuhtaudet on riittävässä määrin koottava ja poistettava tarkoituksenmukaisen ilmanvaihdon avulla. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)

### 6.1 Pöly

Pölyllä tarkoitetaan aerosolia, joka leijuu ilmassa. Aerosoleihin luokitellaan myös sumut, savut sekä huurut. Nämä ovat niin sanottuja kiinteitä hiukkasia, joiden koko luokitellaan 1 µm aina 100 µm saakka. Pölyjen ilmaan joutuminen riippuu sen ominaisuudesta ja sen alkuperästä. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)

Työympäristössä esiintyviä pölyjä voivat olla esimerkiksi:

- Sementti, kivihiili, kvartsi sekä mineraalipölyt
- Metallipölyt, kadmium, kalsium ja lyijy
- Kemikaaleista johtuvat pölyt tai kemikaalit irrallaan
- Orgaaniset pölyt kuten: jauho, puu sekä mausteet
- Home ja siitepölyä

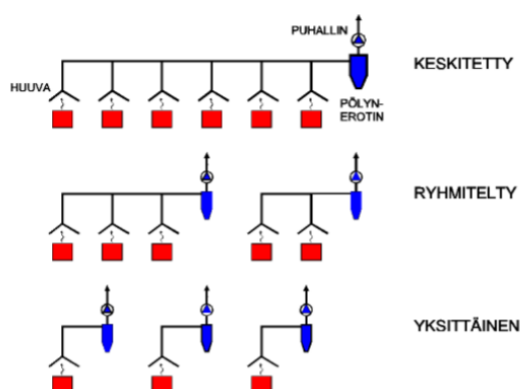
”Kuitumaisia pölyjä muodostuu esimerkiksi asbestista, vuorivillasta, lasikuidusta ja keraamisista kuituja sisältävistä materiaaleista. Kuitumaiseksi pöly määritellään silloin, kun sen terveyshaitat johtuvat pääasiassa hiukkasen muodosta. Kuidut ovat riittävän ohuita päästäkseen syväälle keuhkoihin (< 3 µm), riittävän pitkiä tarttuakseen kiinni (> 5 µm) ja joiden pituus/paksuus on > 3 (WHO 1997)”. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)



Pölyn toinen lähde on esimerkiksi materiaalin käsittely, jossa tuote pääsee liikkumaan vapaasti. Tätä on esimerkiksi kuorman siirto, purkaminen, lastaaminen, materiaalin siirto kuljettimella. Pölyä kuitenkin syntyy, kun sen käsittelyyn kuuluu materiaalin vapaa putoaminen. Riippuen materiaalin koostumuksesta sen vapaa putoaminen hajottaa materiaalin pienempiin partikkeleihin, jolloin muodostuu lisää pölyä. Materiaali pääsee yleisemmin putoamaan vapaasti, kun täytetään tai puretaan lastia. Pölyn leviämistä pystytään ehkäisemään hyvällä kohdepölynpoistolla tai laitteen koteloinnilla. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)

## 6.2 Kohdepölynpoistojärjestelmät

Kun työympäristössä esiintyy samanaikaisesti useita eri pölyviä työvaiheita, voidaan toisiaan lähellä olevat pölynpoistot yhdistää yhdeksi keskitetyksi järjestelmäksi. Yksittäisjärjestelmä on myös hyvä vaihtoehto, mutta siinä on jokainen kohdepölynpoisto varusteltu omalla suodatinlaitteistolla, sekä puhaltimella. Yllä mainittujen välimuoto on ryhmitelty pölynpoisto, jossa lähekkäin olevat kohdepölynpoistot ovat yhdistettynä samaan puhaltimeen. **(Kuva 7).** (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)



**Kuva 7.** Ryhmittely kohdepölynpoistojärjestelmille. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2004.)

## 7 SUUNNITTELUVAIHE

Suunnitteluvaiheessa tärkein asia on asiakkaan tarpeiden sekä toiveiden kartoittaminen, joiden pohjalta pystytään lähteä tekemään suunnittelutyötä. Suunnittelutyön aloitin ideoimalla ja hahmottelemalla miltä uusi kaatosuppilo näyttäisi. Suunnittelussa käytin NX-mallinnusohjelmistoa. Kyseisen lisäaineaseman suunnittelussa tulee ottaa huomioon lukuisia eri seikkoja, joita ovat esimerkiksi: Työskentelytavat, työturvallisuus sekä pölynpoiston kehittäminen pölyn leviämisen ehkäisemiseksi.

Tällä hetkellä lisäaineasemalla on käytössä yhteensä 4 pölynpoistokanavaa suoraan kohteessa, näistä kuitenkin vain 2 on käytössä, koska toiset pölynpoistot ottavat lisäainetta talteen pölyn sijasta. Myös kohteesta löytyy laitteiston sisäpuolisen ilman poistaminen. Laitteen sisäisen ilman poistamisessa käytettävä suodatin ei pidä ollenkaan pölyä sisällään, jolloin pölyä pääsee myös sitä kautta leviämään tehtaaseen. Tällä hetkellä säkin kaato suulla oleva luukku on poissa käytöstä, koska stearaatti täyttää luukun lähes kokonaan. Myös säkin vaihdossa tarvitaan aikkaita, joka helpottaa säkin avaamista. Säkin kaatoaukko on myös liian leveä ja muodoltaan neliö, josta myös pääsee pölyä leviämään tehtaaseen. Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon nämä seikat, jotta pölyä pääsisi leviämään mahdollisimman vähän tehdas ympäristöön. ATEX-turvallisuuden tilaluokituksena tässä työssä tarkastellaan tilaluokkaa 21, jossa pölyä syntyy satunnaisesti normaalitoiminnassa.

Säkin kaatosuppilo olisi kannattavaa suunnitella niin, että se on ympyrän muotoinen sekä hieman pienempi ympärysmitaltaan mitä aikaisempi ratkaisu. Tyhjennyspuppilon luukku on suunniteltava niin, että säkin pohjatyhjennysyhde saadaan jatkossa avattua sitä kautta.

Tässä työssä tulee myös ottaa huomioon työntekijöiden työskentelytavat ja miten ne eroavat toisistaan ja näin ollen aiheuttaa toisinaan enemmän pölyämistä. Laitteen sisäiseen korvausilmasuodatin on liian harva, eikä näin ollen pysty pitämään

pölyä sisällään. Jolloin pölyä pääsee purkuvaiheen ylipainetilanteessa myös sitä kautta leviämään. Vaihtoehtoisesti oikeanlaisen suodatinkankaan valinnalla pöly saataisiin pysymään kurissa.

## 7.1 Vaatimuslista

Suunnittelutyö aloitettiin asiakkaan toiveita kunnioittaen laatimalla vaatimuslista. Vaatimuslistaa on mahdollista päivittää myöhemminkin. (**Taulukko 4.**)

**Taulukko 4.** Lisäaineaseman vaatimuslista.

Vaatimuslista - Stearaattiaseman pölynpoiston parantamiseksi		
Vaatimus	Muutos	VV, KV, T*
Pölyn leviämisen minimointi asemalla		KV
Käyttäjystävällinen		KV
Säkin avausluukku minimimitoituksella		VV
Pölynpoiston reikien uudelleen paikoitus		VV
Kustannustehokas		T
Työturvallisuusriskien minimointi		T
		<b>*VV = Vähimäis vaatimus, KV = Kiinteä vaatimus, T = Toive</b>

## 7.2 Alustava suunnitelma

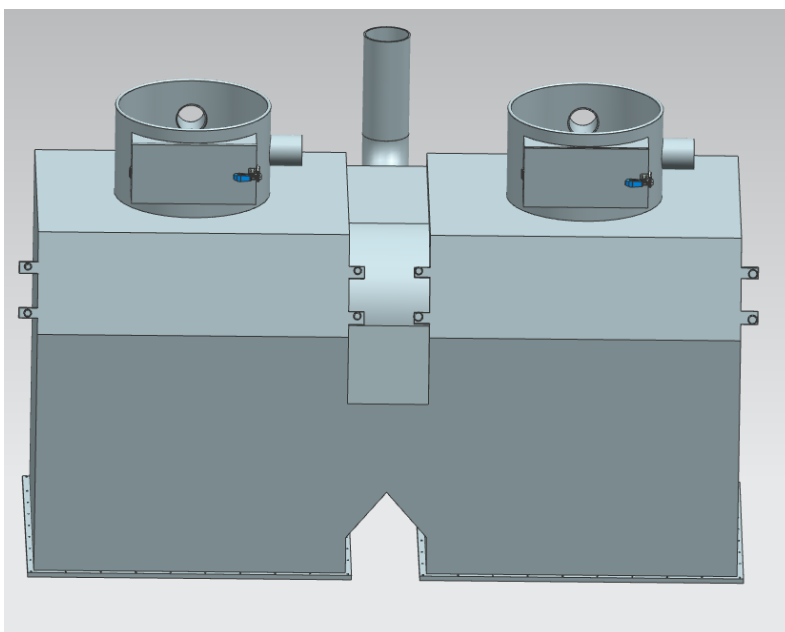
Alustavana suunnitelmana minulla on jo kokemusta erilaisista suursäkin kaatopisteistä, joten alustavasti mallinsin NX-ohjelmistolla vanhan purkuaseman, sekä siihen liitin valmiiksi uudenlaisen kaatosuppilon. Uusi kaatosuppilo tulee olemaan noin 250 mm lyhyempi sekä 200 mm kapeampi. Näin ollen säkin ja kaatosuppilon väliin jäävä tila on minimaalinen, jonka takia pölyä pääsee sitä kautta leviämään paljon vähemmän. Toisena suunnitelmana laitteen sisäisen ilmanpoiston kotelointi ja liittäminen pölynpoistoon. Tässä opinnäytetyössä tullaan käymään läpi

työntekijöiden kanssa mahdollisesti käyttäjästä johtuva pölyäminen, jolloin pitäisi saada laadittua tehtaalle uusi työohje mitä tulee jokaisen työntekijän noudattaa.

Tässä tapauksessa Kyseinen pölynpoistojärjestelmä on ryhmitelty pölynpoisto, jossa lisäaineaseman pölynpoisto letkut ovat liitetty ryhmiteltyyn eli yhteiseen pölynpoistoon.

### 7.3 Lisäaineaseman kaatosuppilon suunnittelu

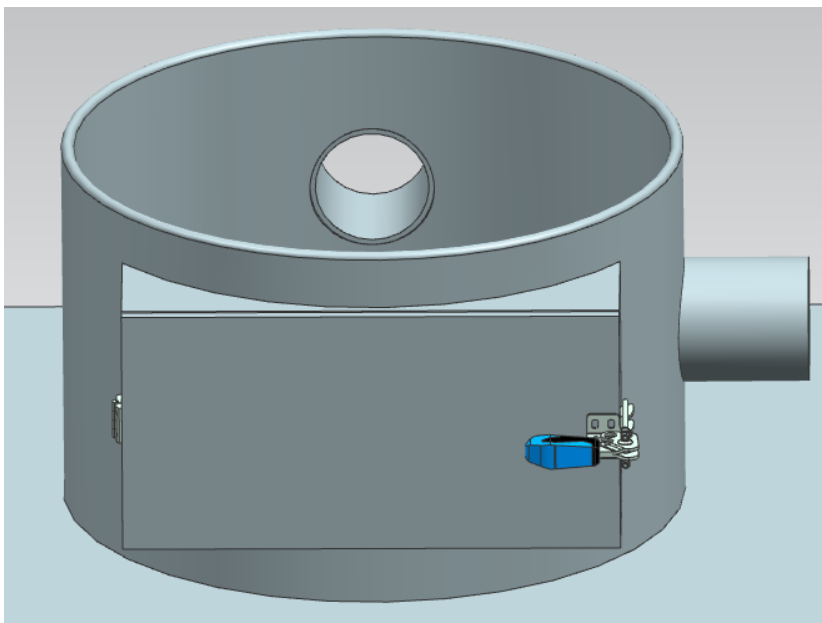
Ajatuksena oli, että lähden suunnittelemaan asiakkaan toiveiden mukaan uudenlaista kaatosuppiloa lisäaineasemalle. Aloitin vaiheen mallintamalla alkuperäisen lisäaineaseman uudella kaatosuppilolla. Tähän mallintamiseen tarvitsin laitteesta päämittoja, jonka avulla sain mallinnettua sen heti oikean mittakaavan mukaan. Alapuolella on kuva uudesta kaatosuppilosta. **(Kuva 8)**.



**Kuva 8.** Lisäaineaseman 3D-malli.

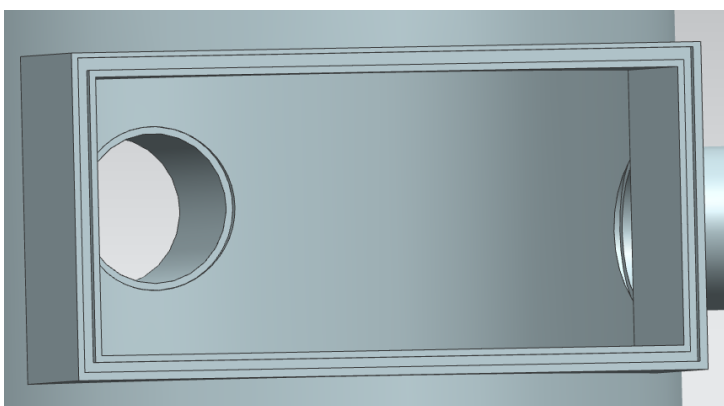
#### 7.4 Kaatosuppilon pölynpoistoreiät ja luukku pikakiinnityksellä

Mallinsin pölynpoistoreikiä 4 kappaletta uuteen kaatosuppiloon, jotta tällä hetkellä olevista 4 imuaukosta pystytään hyödyntämään kaikkia pölyn sieppaamiseen. Mallinsin säkintyhjennykseen käytettävän luukun, jossa on pikalukitusella oleva kiinnitys. Luukussa on toisella puolella saranat. **(Kuva 9).**



**Kuva 9.** Uusi 3D-malli kaatosuppilosta, imurei'istä ja uusi säkinavausluukku.

Kaatosuppilon luukun ja kiinteän osan väliin tulee ura, johon laitetaan kumitiiviste estämään tuotteen pölyämisen luukun läpi. **(Kuva 10.)**



**Kuva 10.** luukun sisään laitettu ura, johon tulee kumitiiviste paikalleen.

## 7.5 Suodatinkankaan valinta

Lisäaineaseman laitteen sisäisen ilman poiston suodatinkangas päästää liikaa ilmaa läpi, jolloin myös lisäaineen partikkeleja pääsee leviämään tehdasympäristöön. Suodatinkangasta ei ole vaihdettu ainakaan vuoteen. Vaihdoimme tehtaalla suodatinkankaan ja katsotaan miten kankaan vaihto vaikuttaa tuotteen pölyämiseen. Käytössä oleva suodatinkangas on G4 EN 779 ja mitat kankaalle ovat 70 cm x 100 cm. (Kuva 11).



**Kuva 11.** Laitteen sisäisen ilmanpoiston suodatin sekä suodatinkangas.

Tuote on hyvin hienoa pölyä sekä takertuvaa, joten parhaan suodatustehon varmistamiseksi tulisi vaihtaa vähintään kerran kuukaudessa. Kangas tulee vaihtaa, kun lisäaine suursäkki on tyhjä, jolloin varmistutaan siitä, että tuotetta pääsee vaihdon yhteydessä leviämään mahdollisimman vähän ympäristöön. Suodatinkankaaksi tulisi kokeilla eri vaihtoehtoja parhaan suodatustehon varmistamiseksi.

Leikattavia suodatin kankaita on eri vaihtoehtoja, jotka löytyvät oheisesta taulukosta. (**Taulukko 5**). Suodatusluokat tulevat suoraan uudesta ISO 16890 -standardista. (Suodatinkeskus 2021.)

**Taulukko 5.** Leikattavien suodatinkankaiden paksuudet, sekä tiheydet. (Suodatinkeskus 2021.)

<b>Leikattavat suodatinkankaat.</b>		
	<b>Paksuus</b>	<b>Materiaali paino</b>
Karkeat suodatinkankaat		
<b>G3 (ISO Coarse 50%)</b>	8mm	130 g/m <sup>2</sup>
<b>G4 (ISO Coarse 60%)</b>	14mm	175g/m <sup>2</sup>
Hienot suodatinkankaat		
<b>M5/F5 (ISO ePM10 50%)</b>	15mm	300g/m <sup>2</sup>
<b>M5/F5, ohut (ISO ePM10 50%)</b>	8mm	

Suosittelisin tässä tapauksessa kokeilemaan M5-suodatinkangasta, joka pitää paremmin pienet pölyhiukkaset ja näin ollen ilma pääsee kuitenkin pois laitteen sisältä. Suosituksen sain tähän Suodatinkeskukselta, johon otin yhteyttä opinnäytetyötä varten. Kuitenkin suodatinkankaan valinnassa tulee huomioida se, että kangas tulee vaihtaa vähintään kuukauden välein, jotta saadaan mahdollisimman tehokas ilman suodatus, sekä pystytään estämään suodatinkankaan tukkoon meneminen.

Suodatinkankaan hinta vuotuisella tasolla kuukauden vaihtovälillä:

- Kappalehinta 1 m\*1 m = 19,50e
- Vuodessa 12\*19,50e = 234e

## **7.6 Työntekijöiden työskentelyn vaikutus tuotteen pölyämiselle**

Olen käynyt katsomassa sekä tarkastelemassa miten eri työntekijät suorittavat suursäkin vaihdon/purkamisen, enkä ole huomannut poikkeusta työntekijöiden työskentelytavoissa. Jokainen työntekijä vaihtaa suursäkin niin sanotusti säkin avausluukun yläpuolelta. Eli säkinavausluukku ei tällä hetkellä käytetä suursäkin avaamiselle. Syy tähän on se, että säkin avaukseen tarkoitetut luukut ovat rakenteeltaan sellaisia, että niihin kertyy tyhjennyksen ja käytön yhteydessä stearaattia, joka taas luukku avatessa purkautuu käyttäjän päälle sekä ympäristöön. Myös pölyämistä tapahtuu enemmän mitä tyhjemmäksi täyttö säiliö pääsee.



On toisinaan niin täynnä, että pölynpoistoaukko tyhjennyspölyssä peittyy ja pölypitoista ilmaa ei ole mahdollista imeä ja vaarana on, että pölynpoistolaitteisto imee tuotetta sellaisenaan. (Kuva 12).



**Kuva 12.** Tuote peittää säkinavausluukun sekä pölynpoistopuhaltimen.

Tällä hetkellä ei varmasti ole muuta vaihtoehtoa tehdä tuotteen avaamista, mutta turvallisempaa on tuotteen avaaminen sille tarkoitetusta luukusta. A-tikkaita myös joudutaan käyttämään, että yletytään avaamaan suursäkki. Pitäisi miettiä mahdollista työskentelytasoa, joka olisi noin 15 cm korkeudella nykyisestä tasosta, jolloin tikkaita ei tarvitsisi käyttää.

Kemikaalia käsiteltäessä suursäkin vaihdossa on otettava huomioon työnantajan määrittelemät työvälineet, johon kuuluu normaali suojavarustus sekä lisäksi moottoroitu maski. Työntekijöiden tulee myös perehtyä kemikaalin käyttöturvallisuustiedotteeseen koskien kalsium stearaatti.

## 7.7 Suursäkin nostin

Suursäkki nostetaan nostimen avulla asemalle. Kuitenkin tällä hetkellä säkin 4 lenkkiä kiinnitetään yhteen koukkuun, joka on työntekijöiden mielestä huono ratkaisu sekä välillä joudutaan käyttämään ylimääräistä kuormaliinaa säkin saamiseen nostimelle.

Ehdottaisin nostimelle päivitystä niin, että siihen tulisi suursäkille tarkoitettu nostoristikko, joka tulisi tukemaan säkin nostamista ylös sekä vähentämään ylimääräisten kuormaliinojen käyttöä. Suursäkin nostoristikon toimintaperiaate on selkeä, säkki kiinnitetään sen 4 nostolenkistä kiinni, jolloin paino jakautuu tasaisesti säkkiä nostettaessa sekä siirrettäessä. **(Kuva 13).**



**Kuva 13.** Suursäkin nostoristikko. (Denios 2021.)

Nostureita on käytössä kaksi kappaletta, joten niitä tulisi hankkia 1 kappale lisää, kappalehinta yhdelle nostoristikolle on 1357 euroa. (Denios 2021.)

Tehtaalla on kuitenkin yksi nostoristikko, jota ei tällä hetkellä käytetä. Olisi suositeltavaa mahdollisuuksien mukaan käyttää nostoristikkoa aina kun säkki nostetaan purkuasemalle.

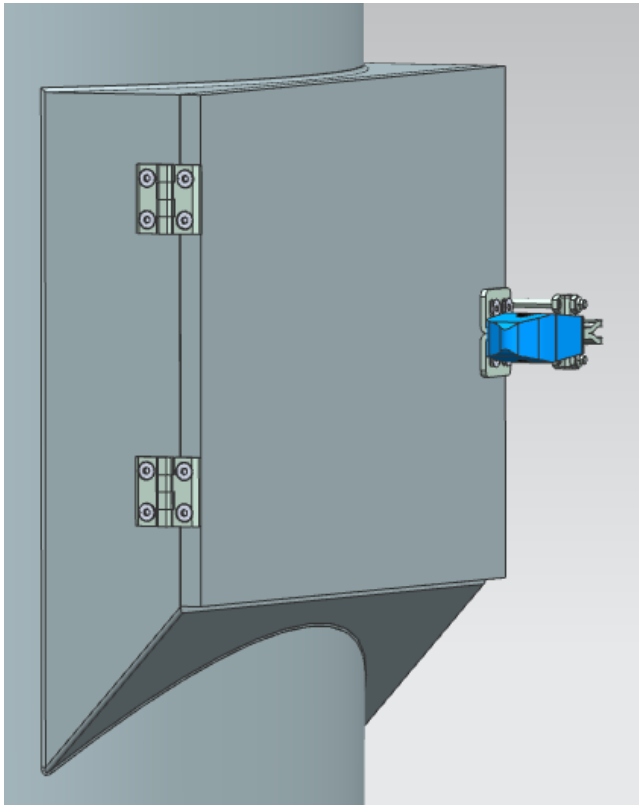
## 8 KAATOSUPPILON JATKOKEHITYS

Lähdin alkuperäisen luonnoksen pohjalta kysymään työntekijöiltä mitä parannuksia ne haluaisivat uuteen kaatosuppiloon, joita tulee valmistaa 2 kappaletta lisääi-neasemalle. Jatkojalostin kaatosuppiloa vielä paremmaksi, sekä käyttäjäystävälliseksi. Jalostettu 3D malli on korkeudeltaan 40 cm, eli nykyistä kaatosuppiloa se olisi 20 cm alempana. Pölynpoistoputket ovat korkeammalla, sekä ne ovat 10 cm halkaisijaltaan. Tämä riittää sieppaamaan pölyt kauttaaltaan, kuten tällä hetkellä kaikkea pölyä ei saada pölynpoistoon talteen. **(Kuva 14)**.



**Kuva 14.** Uusi kaatosuppilo, imuputket ja säkinavausluukku.

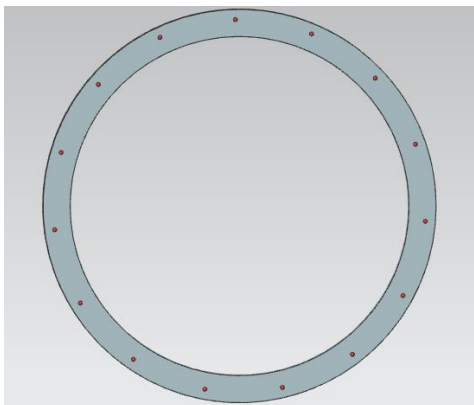
Säkinavausluukkuun toivottiin tehtävän minimi mitoituksella. Säkinavausluukku on laitettu kompaktiin kokoon, sekä laitettu luukun sisään viiste, jolloin tuotetta pitäisi jäädä mahdollisimman vähän luukkuun. Luukku toimii pikakiinnityksellä, jolloin kansi on helppo avata sekä sulkea. Myös luukkuun tarvitaan kumitiiviste, jolloin tuotetta ei pääse vuotamaan sitä kautta lävitse. **(Kuva 15).**



**Kuva 15.** Säkinavausluukku viisteellä sekä pikakiinnityksellä.

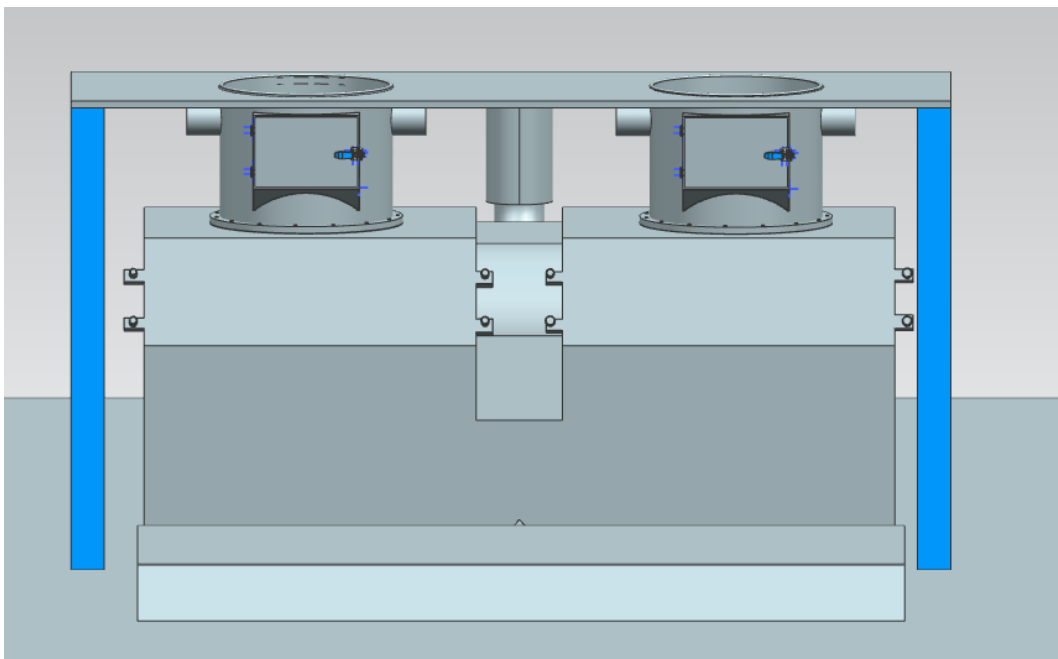
Tein myös laipan, johon tulee 15 x M6-ruuvia. Ne kiinnitetään lisäaineaseman kaatosuppilon kanteen kiinni. Myös Rei'istä näkyvä punainen on tiiviste, joka tiivistää metallien välit yhteen, jolloin pystytään minimoimaan pölyäminen liitoskohdasta.

**(Kuva 16).**



**Kuva 16.** Laippa kaatosuppilon kiinnitykselle.

Havainnollistava kokonaiskuva uudesta lisäaineasemasta. Uudessa kuvassa näkyy vanha säiliö uusilla säkin kaatosuppiloilla. myös mallinsin työskentelytason 15 cm. Uuden aseman avulla pölynleviämistä pystytään estämään sekä nyt operaattorien on mahdollista tehdä suursäkin vaihto ilman a-tikkaita, joka on työturvallisuusriski. Korkeutta työskentelytasolta tulee kaatoaukolle 127 cm mikä on edeltävään ratkaisuun huomattavasti alempana. Myös kaatosuppilon pyöreiden ansiosta pölynpoisto putket saavat kerättyä paremmin pölyä talteen säkin vaihdon aikana. Pölynpoistoletkut leikataan haitarimuoviputkesta määrämittaan ja yhdistetään olemassa olevaan pölynpoistojärjestelmään. (Kuva 17).



**Kuva 17.** NX3D havainnekuva uudesta lisäaineasemasta.

## 9 YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS

Lopputuloksena sain tehtyä Finnfeeds Finland oy:lle valmistuskuvat sekä havainne kuvat uudesta säkinpurkusuppilosta, piirustuksia tuli yhteensä 6 kpl sekä kyseisen kaatoaukon 3D mallit. Tulevaisuutta ajatellen tämä on hyvä pohja uuden kaatosuppilon valmistamiselle, joka ei vuoda sekä se on käyttäjäystävällinen. Kaatosuppilo pystytään valmistamaan suoraan piirustuskuvista. Kaatosuppilo mallinnettaessa lähdettiin liikenteeseen muotoilemalla suursäkille sopiva kaatosuppilo, joka on ympyrän muotoinen. Jatko jalostuksessa pyrin ottamaan huomioon kaikki työntekijöiden toiveet sen käytettävyyden sekä turvallisuuden kannalta. Työturvallisuusriskejä oli muutamia jo valmiiksi, jotka sain uusilla ratkaisulla minimoimaan entisestään sekä parannettua pölynpoistoa kaatosuppilon kohdalta. Olisi ollut entistä mielenkiintoisempaa, jos tästä olisi valmistettu prototyyppi, mutta tämä jäi tässä opinnäytetyössä suunnitteluvaiheen lopputulokseen.

Tarkastelin myös tässä opinnäytetyössä työntekijöiden työskentelyn vaikutusta tuotteen pölyämiselle. Työntekijät vaihtoiva samalla tavalla uuden suursäkin paikalleen, mutta pölyämistä tapahtui aina enemmän mitä tyhjemmäksi säiliö oli päässyt menemään. Kuitenkaan työntekijät eivät käyttäneet säkinavausluukkua, vaan vaihto tehtiin kaatosuppilon yläpäästä, josta syntyy työturvallisuusriski. Käsi voi jäädä suursäkin sekä kaatosuppilon väliin. Kun kaatosuppilo on niin korkealla, joutuvat työntekijät käyttämään vaihdon aikana a-tikkaita, joka myös on työturvallisuusriski. Säkin kiinnityslenkit laitetaan tällä hetkellä nosturin yhteen koukuun, joka aiheuttaa säkin ajoittaista heilumista. Työturvallisuuden parantamiseksi olisi hyvä hankkia suursäkille nostoristikko, jolloin suursäkki saadaan kiinnitettyä 4 eri kohdasta, joka vähentää suursäkin heilumista.

Sain pyydettyä suunnittelemalleni kaatosuppilolle tarjouksen, johon sisältyy kaikki muu lukuun ottamatta avausluukkua. Tarjous oli laskettu kahdelle kaatosuppilolle.

**(Liite 8).**

Tein myös kehitysehdotuksen säiliön sisäisen ilman poistoon liittyvän suodatin kankaan valintaan. Työntekijöiden mielestä suodatinkangas vuotaa ilman lisäksi pölyä lävitseen. Tässä tapauksessa tarkastelin erilaisia vaihtoehtoja kehitysehdotuksiin, joista yksi oli suodatinkankaan vaihtoväli, jota olisi hyvä tarkastella aluksi. Vaihtoväli voisi olla hyvä 4 viikon välein. Tällä hetkellä suodatinkankaan vaihtoväli on yli vuosi, jolloin se ei pysty toimimaan parhaan mahdollisen suodatustehon mukaisesti. Suosittelen siis yritykselle uutta suodatinkangasta, jota he voisivat testata ja mitä vaikutuksia sillä on suodatustehoon ja pölyn pitämiseen suodatinkankaassa.

Lisäaineasemaa olisi mahdollista jatkokehittää vielä entisestään paremmaksi sekä käyttäjäystävälliseksi esimerkiksi siirtämällä pölynpoiston omaan järjestelmään, jolloin siitä saisi paremman tehon irti. Pölynpoiston siirtämiseen tarvittavat putket oli jo hyvin saatu aluilleen, jolloin muutamalla putkiliitoksella tämä olisi mahdollista yhdistää omaan pölynpoistojärjestelmään.

Lisäaine säiliön reunan ja tason väliset raot on myös mahdollista peittää, jolloin pölyä pääsee tippumaan alempaan kerrokseen mahdollisimman vähän sekä tällöin pöly mitä jää ympäristöön pystyttäisiin rajaamaan vain yhteen alueeseen eli lisäaineaseman täyttöpaikalle.



## LÄHTEET

IFF historia. Viitattu 1.2.2021. <https://www.iff.com/about/history>

IFF Yrityksenä. Viitattu 8.2.2021. <https://www.iff.com/about>

Naantalin Sokeritehdas. Viitattu 1.2.2021. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Naantalin\\_sokeritehdas](https://fi.wikipedia.org/wiki/Naantalin_sokeritehdas).

Finnfeeds Finland Oy. Viitattu 1.2.2021. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Finnfeeds\\_Finland](https://fi.wikipedia.org/wiki/Finnfeeds_Finland).

L 23.8.2002/738 Työturvallisuuslaki. Finlex. Viitattu 4.2.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P8>.

Työympäristö. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 4.2.2021. [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto).

ATEX-starttipaketti. työturvallisuuskeskus. Viitattu 3.3.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-starttipaketti-2017.pdf/b440ed57-218e-4eda-a5b9-42df468e0b5f/ATEX-starttipaketti-2017.pdf>.

Vaatimukset komponenteille. Metropolia. Viitattu 3.3.2021 <https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Vaatimukset+komponenteille>.

Betaiini. Animalnutrition Dupont. Viitattu 8.2.2021. [http://animalnutrition.dupont.com/fileadmin/user\\_upload/live/animal\\_nutrition/documents/open/Feed-natural-betaine-Betafin-Danisco-Animal\\_Nutrition.pdf](http://animalnutrition.dupont.com/fileadmin/user_upload/live/animal_nutrition/documents/open/Feed-natural-betaine-Betafin-Danisco-Animal_Nutrition.pdf).

Kalsiumstearaatti. echem-group. Viitattu. 8.2.2021. <https://echem-group.com/product/metal-soaps>.

Pöly. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Viitattu 17.2.2021. <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/pace.pdf>.

Suodatinkankaat. Suodatinkeskus. Viitattu 22.3.2021. <https://www.suodatinkeskus.com/suodatinkangas-10-m>.

Nostoristikko suursäkin siirtämiseen. Denios. Viitattu 24.3.2021. [https://www.denios.fi/shop/nostoristikko-suursakkien-siirtämiseen-vakiomalli/](https://www.denios.fi/shop/nostoristikko-suursakkien-siirtamiseen-vakiomalli/).

Työturvallisuus. Työterveyslaitos. Viitattu 6.4.2021. <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/tyoturvallisuus/>.

Kemikaalien käyttöturvallisuus. Verkkovaria. Viitattu 6.4.2021. [https://www.verkkovaria.fi/yhteiset/kemia/?page\\_id=88](https://www.verkkovaria.fi/yhteiset/kemia/?page_id=88).

Kalsiumstearaatti. Wikipedia. Viitattu 27.4.2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium\\_stearate](https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_stearate).