

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotekehityksen koulutusohjelma

Markus Piesanen

AUTOMAATIOASEMAN TOIMINNAN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotekehityksen koulutusohjelma

PIESANEN, MARKUS

Automaatioaseman toiminnan kehittäminen

Opinnäytetyö

18 sivua

Opinnäytetyön ohjaaja

lehtori Ilkka Estlander

Toimeksiantaja

Visi-Systems Oy

Maaliskuu 2010

Avainsanat

murskaus, teollisuusautomaatio, kalkki, kehittäminen

Tein opinnäytetyöni Kotkan Mussalossa sijaitsevalla kalkkiasemalla. Jo aikaisemmin rakennettu automaatioasema oli melko hankalasti ylläpidettävissä huollon osalta. Keskityn opinnäytetyössäni nimenomaan aseman ylläpidon helpottamiseen sekä kehittämiseen.

Kalkkiasema on viiteen eri kerrokseen rakennettu laitos, jonka runkona on teräspalkkia ja kävelytasoina metalliritilät. Tarkoituksena on murskata kalkkikiveä, joka tulee laivalla satamaan ja siitä edelleen kuljettimia pitkin varastohalleihin. Kalkkikivi on raekooltaan 10–130 millimetriä saapuessaan. Kyseessä on tarkemmin ottaen sammuttamaton kalkki.

Asema toimii käytännössä niin, että kalkkikivi nostetaan kauhakuormaajalla syöttimeen, joka kuljettaa sen ensimmäiselle elevaattorille. Tämän jälkeen kuljetinhihna vie kalkkikivet seulan läpi, pienemmät menevät suoraan läpi ja isommat sihdataan murskaimeen, joka murskaa ne hyvin hienoksi kalkiksi. Raekoko on isoimmillaan 10 millimetrin luokkaa tässä kohtaa. Murskattu kalkki kulkee kuljetinhihnaa pitkin viimeiselle elevaattorille, joka nostaa sen erittäin korkealle ja edelleen kahteen suureen siiloon. Tästä eteenpäin kalkki lastataan asiakkaan kuormasäiliöautoihin siilojen pohjassa olevien syöttimien avulla

Tämän prosessin aikana syntyy kuljettimilta tippuvan kalkkiaineksen johdosta välillä aikamoinen siivo asemalle. Pöly, joka syntyy niin laivaa halliin purettaessa (ihmisen läsnäolo hallissa tällöin kielletty) tai asemaa käytettäessä, kuormittaa niin yleistä puhtautta kuin aseman huollettavuuttakin. Myös sähkömoottoreiden jäähdytysrivat kuljettimissa tukkeutuvat jatkuvasti.

Aseman puhdistamisessa käytettävät työkalut olivat lapio ja lumikola, jotka eivät oikein vakuuttaneet työn määrään nähden. Avuksi päätettiin ottaa aseman pölynpoistoyksikön moottorista saatava imuteho ja rakentaa itse tyhjentyvä säiliö, jotta siivottava aines kulkee kerralla oikeaan paikkaan mahdollisimman vaivatta. Järjestelmä osoittautui erittäin kehityskelpoiseksi hienon pölyn keräämisen osalta.

ABSTRACT

KOTKA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Product Development

PIESANEN, MARKUS	Improving an Automatic Station
Bachelor's Thesis	18 pages
Instructor	Ilkka Estlander, Senior Lecturer
Commissioned	Visi-Systems Oy
March 2010	
Keywords	crushing, industrial automation, lime, development

My thesis work was about developing a lime processing station in Mussalo harbour. The station is build previously without a proper planning to keep it tidy and easily maintained.

My thesis work is all about improving and developing these issues.

The limestone processing facility is a five stories high, steel framed construction. The purpose of this station is crushing the limestone. The limestone is been shipped in Finland from Europe, and it is the size of a fist before crushed. To be more specific we are talking about quicklime.

First the limestone is loaded in a feeder by a wheel loader. Then the conveyer belt drives the limestone in the elevator that lifts the limestone on top of this station. The next conveyer belt drives the limestone through a metal detector and to the sieve. Small bits go straight through as bigger bits are crushed to small, the maximum size at this point is about 10 millimetres. Third conveyer belt takes the crushed fine limestone to final elevator that lifts it to the top of the silos, and into one. Now it is ready to be loaded for motor transport further on. Due to this process and when unloading ships to the warehouse, heavy lime dust is been fallen everywhere. It is building up in places that need to be cool, like electrical motor fins.

The original tools to keep this station clean were a snow pusher and a shovel. They did not impress much, so we decided to use the sucking power from a dust removal system. The plan was to build a container that would empty itself automatically and also straight in to the loader and not to the floor, so the dust would go straight to use once again. For the fine dust the system worked quite fine.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	6
2 TEOLLINEN AUTOMAATIO	7
3 AUTOMATISOITU KALKKIASEMA	8
4 AUTOMATISOIDUN KALKKIASEMAN KEHITTÄMINEN	11
5 YHTEENVETO	17
LÄHTEET	18

ALKUSANAT

On kiitollista huomata, kuinka oma-aloitteisuus voi johtaa projekteihin, jotka muidenkin silmissä huomataan hyödyllisiksi. Palkitsevalta tuntuu nähdä lopullinen prototyyppi käytännön töissä toimivana.

Kiitokset Visi-Systems Oy:lle ja Lhoist Groupille tästä opinnäytetyön mahdollisuudesta sekä yhteistyön jatkumisesta.

Kotkassa, maaliskuussa 2010

Markus Piesanen

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Visi-Systems Oy:n kanssa Mussalon satamassa sijaitsevalle kalkkiasemalle. Kalkkiasema kuuluu Lhoist-konserniin, joka kehittää korkealaatuisia ratkaisuja luonnonmineraaleista, joihin kuuluvat erityisesti kalkkikivi [CaCo₃] sekä sammuttamaton kalkki [CaO] (Lhoist Group 2010). Visi-Systems Oy on perustettu 1988, ja yritys on erikoistunut pc-automaatioon, automaatio- ja sähkötöiden asennuksiin sekä ohjauskeskusten letkuventtiilien ja säätölaitteiden valmistukseen. Visi-Systems hoitaa muun muassa myös kunnossapidon tällä Mussalossa sijaitsevalla kalkkiasemalla. (Visi-Systems Oy 2010.)

Hoidettuani kunnossapidollisia töitä jonkin aikaa kalkkiasemalla kävi selväksi, että asemaa pitäisi kehittää. Ongelmakohtana oli lähinnä suurten pölymäärien kertyminen kiusallisiin paikkoihin, josta sen pois saaminen oli konstikasta. Aseman alkuperäinen suunnittelu ei juuri huomionnut ylläpitoa ja sen helppoutta. Jotkin työkohteet ovat niin tiukasti suunniteltuja, ettei väliin mahdu edes lapiolla. Myös työvaiheita tuntui olevan liikaa siihen nähden, että sammuttamaton kalkki ärsyttää hengitysteitä. Ylimääräiset työvaiheet aiheuttavat myös aina turhaa kalkkipölyä. Tässä opinnäytetyössä pyrin hyödyntämään jo olemassa olevan pölynpoistoyksikön eri variaatiota kehittäessäni kalkkiaseman toimintaa paremmaksi.

2 TEOLLINEN AUTOMAATIO

Automaatiolla tarkoitetaan kaikkea itsestään tapahtuvaa toimintaa. Automaatiossa hyödynnetään eri teknologioita halutun lopputuloksen mukaisesti. Automaatiota voi ohjata joko mekaanisesti tai elektronisesti. Automaatiota ohjataan esimerkiksi rajoin, painoin ja mittauksin. (Kippo & Tikka 2008, 7.)

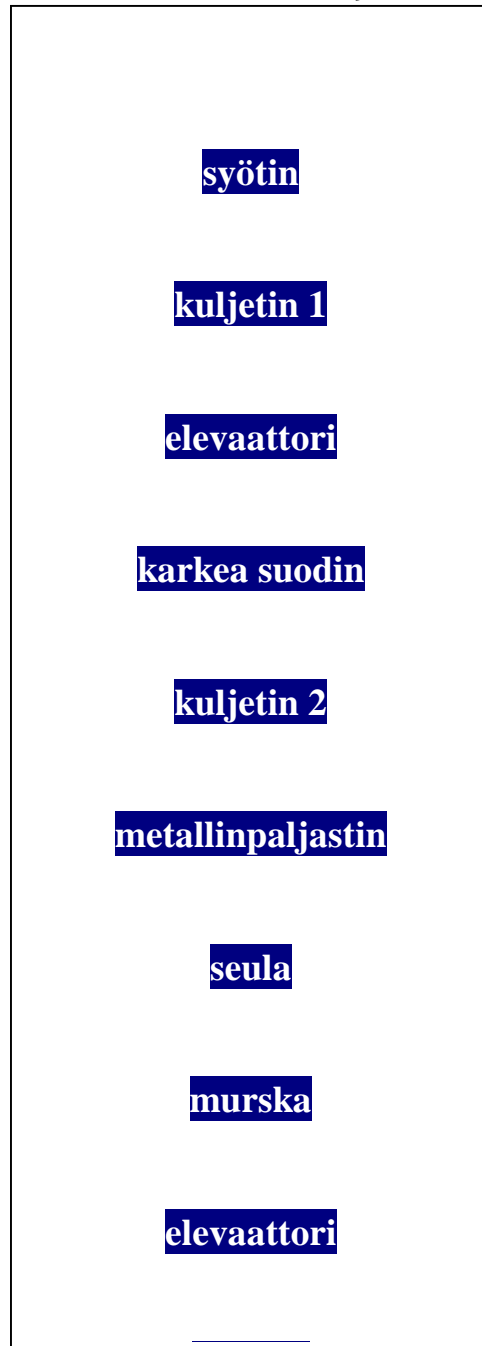
Tietotekniikan kehitys ja sovellukset ovat vauhdittaneet automaation kehitystä sekä sovelluksia. Internet on kasvattanut automaation mahdollisuuksia suuresti. (Kippo & Tikka 2008, 8.) Automaation kehittäminen parantaa yritysten tuotteiden laatua ja tuotantoa. Tuotteiden nopeampi läpimenoaika kasvattaa yritysten kilpailukykyä. Kuluttajan arjessa tämä näkyy massatuotannon yleistymisenä. (Heinonkoski, Asp & Hyppönen 2008, 13.) Massatuotannon avulla voidaan minimoida raaka-aineiden hävikki ja parantaa tuotteiden ominaisuuksia sekä tasalaatuisuutta. Lisäksi teollisuudessa raskaiden työtehtävien määrä on pienentynyt automaation hoitaessa tuotannon kuormittavimmat työvaiheet. Työntekijöiden työolosuhteet ovat myös parantuneet kevyempien työtehtävien myötä. (Heinonkoski ym. 2008, 19.)

Varjopuolena automaation yleistymisessä on koneiden väsymätön työtahti, joka vääjäämättä syrjäyttää inhimillisen lihasvoimalla suoritetun työn. Käytännössä automaatio on niin paljon halvempi vaihtoehto, että se syrjäyttää ihmisiä ja näin vähentää työpaikkoja. (Kippo & Tikka 2008, 8.) Täysin automatisoidut asemat, jotka kasvottomasti palvelevat ihmistä, ymmärtävät vain sisään ohjelmoidun tehtävänsä, eivät inhimillisiä tarpeita. Tuotannossa automaattisesti tuotetulla tuotteella on laskelmoitu tuotantovauhti. Vikatapauksessa automaatioasema on hyvin riippuvainen huollon pätevyydestä sekä nopeudesta. Linjaston odottaessa korjausta se tekee koko ajan tappiota. (Heinonkoski ym. 2008, 34–35.)

3 AUTOMATISOITU KALKKIASEMA

Teollisuuden tarpeisiin kehitetty sammuttamattoman kalkin murskausasema hyödyntää myös automaatiota. Kyseessä on miehittämätön asema, joka ei toimiakseen vaadi ihmisen jatkuvaa läsnäoloa aseman suorittaessa prosessia. Aseman toiminnan edellytys on, että syöttimeen täydennetään raaka-ainetta ja että laitteisto huolletaan määräajoin. (Heinonkoski ym. 2008, 27.)

Aseman tehtävänä on murskata nyrkinkokoista kalkkikiveä hyvin hienoksi rakeeksi. Prosessi alkaa kalkin lastaamisella syöttimeen. Syöttimen alla on kuljetin, joka vie kalkkikiven edelleen elevaattorille, joka nostaa kalkkikiven hyvin korkealle aseman korkeimpaan kohtaan. Tässä kohdassa kalkki tippuu ensimmäisen karkean seulan läpi, johon suurimmat joukkoon kuulumattomat esineet jäävät. Kalkkikivi putoaa kuljettimelle, joka vie sen metallinpaljastimen läpi. Jos kuljetinhihnalla metallinpaljastin havaitsee metallia, se pysäyttää kuljettimen sekä aseman prosessin. Metallinpaljastimen jälkeen kalkkikivi kulkee seulaan, jossa karkea kalkkikivi kulkeutuu murskaimelle ja hieno varisee suoraan murskaimen ohi. Hieno kalkki jatkaa tästä viimeistä kuljetinta pitkin ulkoelevaattorille, joka nostaa kalkin todella korkealle siilojen päälle. Kalkki varastoituu kahteen siiloon, josta se edelleen lastataan rekkoihin ja kuljetetaan asiakkaalle. (Valtion ympäristöhallinto 2009.)



Kuva 1. Kalkkiaseman prosessin eri vaiheet

Aseman kunnossapidolliset työt jäävät ihmisen vastuulle. Kunnossapidon tavoitteena on pitää koneet ja laitteet sellaisessa kunnossa, että tuotanto sujuu mahdollisimman mutkattomasti ja ilman keskeytyksiä. (Ansaharju 2009, 298.) Kunnossapidollisiin töihin kuuluvat sekä ehkäisevä kunnossapito että korjaava kunnossapito. Näistä merkittävimpiä ovat vikojen selvittäminen sekä huolto- ja asennustyöt. Tämän opinnäytetyön kannalta keskeisimmäksi kunnossapidon muodoksi muotoutuu parantava kunnossapito, jossa parannetaan koneiden käytettävyyttä, luotettavuutta ja tuottavuutta. (Ansaharju 2009, 299.)

Päällisin puolin Mussalon automatisoitu kalkkiasema toimii tarkoituksensa mukaisesti. Aina on kuitenkin parannettavaa ja kehitettävää. Erityisesti työntekijän näkökulmasta kehitettävää löytyy työturvallisuuden kannalta runsaasti, sillä sammuttamaton kalkki eli kalsiumoksidi on terveydelle vaarallista. Kalkki reagoi veden ja kosteuden kanssa, joten esimerkiksi iholle joutuessaan kalkki aiheuttaa ihon rikkoutumista ja poltetta. Kalkki muodostaa reagoidessaan lämpöä, joten myös palovammojen saamisen vaara on olemassa. (Työterveyslaitos 2009.) Pitkään jatkuva altistuminen kalkkipölylle ärsyttää myös nenän limakalvoja, kurkkua sekä ylempiä hengitysteitä ja voi aiheuttaa nenän haavaumia, kurkkukipua, hengitysteiden tulehduksia sekä jopa ärsytysastmaa. (Kemian työsuojeluneuvottelukunta 2006.) Kalkkiaseman kehittämisessä voisi siis silmälläpitää myös työturvallisuuden parantamista vähentämällä kalkkipölylle altistumista.



Kuva 2. Näkymä kalkkiaseman viidenneltä tasolta.

4 AUTOMATISOIDUN KALKKIASEMAN KEHITTÄMINEN

Kehitystyössä on kolme vaihetta, joihin kuuluu tutkimus-, kehittely- ja toteutusvaihe. Tutkimusvaiheessa selvitetään, mitä työllä halutaan saavuttaa ja mitä faktoja on käytettävissä. Lisäksi suunnitellaan työn kohteen ominaisuuksia. Tässä vaiheessa selvitetään myös käytetyt tekniikat ja käyttöön liittyvät asiat. (Lehtinen 1995, 48.) Kehitysvaihe on kaikkein pisimpään aikaa vievä vaihe. Tässä vaiheessa hahmotellaan tulevia ratkaisuja eri menetelmin sekä tehdään malleja ja piirroksia. Lopputuloksena kehitysvaiheesta syntyy testikelpoinen prototyyppi, jota voidaan testata käytännössä. Viimeiseksi jää toteutus, jossa tuotetta ei enää muuteta. Tässä vaiheessa tehdään tarkat ohjeet tuotannolle, joka valmistaa tuotteen konkreettisesti jälleenmyyjille. (Lehtinen 1995, 49.)

Toiminnan kehittämisen lähtökohtana on poistaa prosessia hankaloittavia epäkohtia, joita ei suunnitteluvaiheessa ole mietitty tarpeeksi. Mitättömältä tuntuvan yksityiskohdan voi helposti suunnitteluvaiheessa sivuuttaa, vaikka se myöhemmin voi muodostaa suurempia ongelmia prosessissa. Joskus myös kehitystyön lähtökohtana ovat aiemmat ratkaisut, jotka eivät ole osoittautuneet riittävän toimiviksi. Toisinaan olemassa olevat epäkohdat jäävät täysin huomaamatta, jolloin niihin ei ole edes osattu puuttua. (Haavisto 1990, 16.) Mussalon kalkkiasemalla epäkohtana on hieman ahtaasti toteutettu rakenne, joka on erittäin hankala kunnossapidon osalta. Ahdas rakennelma estää koneellisen puhdistuksen käytännössä koko aseman alta. Ainoaksi mahdolliseksi vaihtoehdoksi jää puhdistaa aseman ympäristö lihasvoimin. Tämä raskas työ aiheuttaa kehityspaineita ongelman ratkaisemiseksi koneellisin menetelmin, jotka helpottaisivat työntekijää.

Kalkkiasemalla alun perin hyödynnettiin pölynpoistoyksikön imutehoa asemaa siivottaessa, mutta pölynpoistoyksikkö tyhjentää pölynpoistoletkuun imetyn aineksen suoraan viimeiselle kuljettimelle ja edelleen siiloon. Tämä on huono asia, jos siivotessa asemaa sattuu imaisemaan ei-haluttuja esineitä imuletkuun, koska ne päätyvät suoraan asiakkaalle lastattavaan kalkkiin. Kalkkisiilosta on mahdotonta etsiä sinne päätyneitä esineitä. Epäsuotuisaa on myös saattaa kalkkisiiloon esimerkiksi kosteaa kalkkia, koska se huonontaa kalkin laatua. Yhtenä epäkohtana oli lisäksi se,

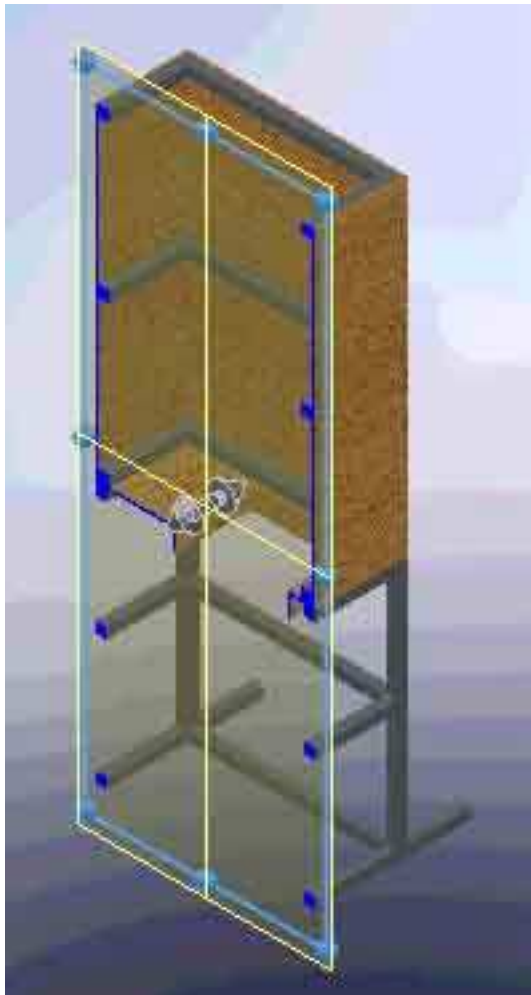
että käsin siivottua kalkkia alun perin joutui kuljettamaan kymmeniä metrejä käsivoimin, ja vasta tämän jälkeen kalkki saatiin koneella aurattua kasaan ja kipattua syöttimeen. Näihin epäkohtiin lähdettiin hakemaan parempaa ratkaisua.

Kysyntää oli siis laitteelle, joka hoitaisi kalkkipölyn keräämisen, kuljettamisen ja vielä aseman syöttimeen tyhjentämisen yhdellä kertaa. Kerätty kalkki olisi parasta ajaa aseman läpi syöttimen kautta, jotta mahdolliset metalliesineet voitaisiin havaita metallinpaljastimella, ja näin parantaa laatua. Myös kauhakuormaajan joutavaa ajelua pyrittiin minimoimaan ylimääräisen pölyn nostattamisen ja tehokkuuden nimissä. Syöttimen päälle ei voi kauhakuormaajan kauhan liikkumisen takia rakentaa mitään kiinteää, joten rakenne piti saada sovitettua kulkutasolle. Mitat olivat hyvin pitkälti aseman rakenteiden sanelemia.



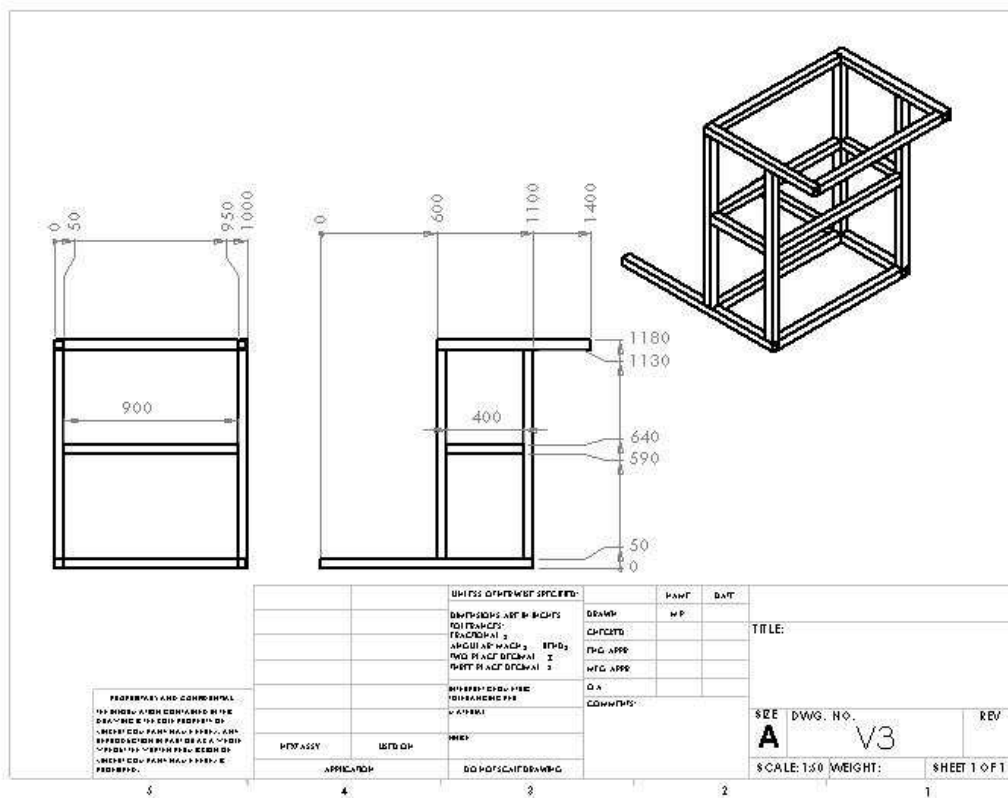
Kuva 3. Pölyn kertymistä rakenteisiin.

Ratkaisuksi kehitettiin pölynpoistoletkun väliin tuleva säiliö. Pölynpoistoletkuun imetty kalkki kerääntyy tähän säiliöön eikä mene suoraan siiloihin, kuten aiemmin. Säiliö sijaitsee aseman kolmannella tasolla. Tämä säiliö tyhjentyä automaattisesti suoraan aseman syöttimeen ja näin keventää työntekijän urakkaa. Tyhjennys tapahtuu yksinkertaisesti. Kun säiliössä oleva tavara on painavampaa kuin alipaine, joka pitää säiliön luukun kiinni, luukku aukeaa. Kun taas säiliön luukussa oleva vastapaino voittaa tyhjenevän säiliön kalkkivirran, se painaa luukun takaisin kiinni. Etuna tässä säiliössä on se, että kaikki säiliöön imetty tavara kulkee aseman metallinpaljastimen sekä murskaimen läpi. Asiakkaalle menevä kalkki on näin paremmin turvattu laadun puolesta. Säiliö vähentää myös turhia liikkeitä, koska kalkki kuljetetaan suoraan oikeaan paikkaan yhdellä kerralla.



Kuva 4. Imusäiliön prototyypin poikkileikkaus.

Rakennusmateriaalivalinnassa päädyttiin teräsrungoilla vahvistettuun filmivanerirakenteeseen sen edullisuuden ja muokattavuuden takia. Imusäiliön koko on 800 x 1000 x 1150 millimetriä, ja käytetty filmivaneri on 15 millimetriä paksuudeltaan. Itse säiliössä on kolme teräsprofiilikehää ylhäällä, keskellä ja alhaalla tukemassa vanerirakennetta. Käytetty teräsprofiili oli kooltaan 50 x 50 x 3 millimetriä. (Kuva 5. Imusäiliön jalka). Eniten päänvaivaa tuotti pohjan tyhjennysluukun suunnittelu, joka aukeaa automaattisesti. Tyhjennysluukku suunniteltiin niin suureksi kuin se vain mahtui olemaan, että se ei holvaisi imusäiliön reunoille paljon kalkkia ja tyhjenisi mahdollisimman helposti. Tässä vaiheessa pelkona oli myös se, että säiliö holvaisi kalkin tiiviisti pohjalle eikä mitään tulisi ulos. Myöhemmin tämä pelko osoittautui turhaksi. Imuletkun halkaisijan koko on 200 millimetriä. Pölynpoistoyksikön moottorin teho on 11 kiloWattia.



Kuva 5. Imusäiliön jalka.



Kuva 6. Imusäiliön tyhjennyskouru.

Koska imusäiliö oli noin metrin syöttimestä sivussa, piti säiliön tyhjennysluukun alle rakentaa vielä U-mallinen liukumäki kalkille. Tyhjennysluukku aukeaa siis U-kourun pohjaan ja kalkki valahtaa säiliöstä kourua pitkin syöttimeen. Yhdellä kerralla tyhjenee arviolta noin 100 litraa hienoa kalkkia imusäiliöstä.



Kuva 7. Imusäiliö ylhäältä päin.

Kuvassa vasemmassa laidassa näkyy letku, joka vie kalkin imusäiliöön (numero 1). Kuvassa keskeisellä näkyvä letku (numero 2) on imusäiliöön alipaineen tekevä pölynpoistoyksikölle johtava imuletku. Kuvassa näkyvä luukku (numero 3) on tarkoitettu alipaineen poistamiseen säiliöstä tarvittaessa, mikäli säiliö halutaan tyhjentää manuaalisesti.



Kuva 8. Imusäiliön alipaineen poistomekanismi.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössäni kykenin hyödyntämään monia opiskeluaikana opittuja asioita konkreettisesti, ja lopputuloksena oli toimiva laite. Imusäiliö toteutettiin pienellä budjetilla ja se kyllä hieman näkyy lopputuloksessa. Ei pidä silti unohtaa, että ulkonäkö on olematon asia, kun ajattelee, mihin tarkoitukseen se on rakennettu. Toimivuudeltaan säiliö on erittäin hyvä kevyelle kalkkipölylle. Työntekijä voi nyt keskittyä työntekoon, kun kaikki muu tapahtuu automaattisesti. Järjestelmä sopii myös erinomaisesti huoltokohteiden puhdistukseen ennen toimenpiteitä.

Ongelmiksi voisin mainita esimerkiksi sen, että imusäiliön kalkin tyhjennyskouru on rikkoutunut pahoin neljään eri otteeseen, koska pyöräkoneen kauha yläasennossaan juuri ylettyi siihen. Ratkaisuna tähän on tyhjennyskourua nyt lyhennetty niin paljon kuin mahdollista. Toisena kohtana voisi mainita, että peukalonpäättä suurempaa kalkkimurua imettäessä suuria määriä imuletku tukkeutuu. Letkun tyhjentäminen on raskasta työtä. Imuletkun kärkeen pitäisi rakentaa suulake, joka sallisi vain tietyn koon pääsyn imuletkuun.

Imusäiliöön voisi asentaa aivan oman moottorinsa, joka olisi niin tehokas, että se saisi imettyä kaiken materiaalin, mitä kuljettimilta putoaa. Näin ollen olisi mahdollista hoitaa työ yhä tehokkaammin. Jos imusäiliöllä olisi oma moottori, voisi kunnossapidon aikana käyttää aseman pölynpoistoyksiköitä parantamaan aseman ilmanlaatua.

Kun laite nyt on saatu toimimaan käytännön töissä, voisi jatkokehityskohteena olla muotoilu ja tuotteen yksinkertaistaminen sekä rakenteen keventäminen.

LÄHTEET

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Haavisto, S. 1990. Keksintöopas. Keksinnön kehittäminen ja hyödyntäminen. Helsinki: Tietosanoma Oy.

Heinonkoski, R. Asp, R. ja Hyppönen, H. 2008. Automaatio – helppoa elämää? Opetushallitus.

Kemian työsuojeluneuvottelukunta 2006. Kalsiumoksidi. Saatavissa: http://www.ketsu.net/http/pm_valmiit/KALSIUMOKSIDI.html [viitattu 24.11.2009].

Kippo, A. K. ja Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lehtinen, M. 1995. Teollinen muotoilu. Tuotekehityksen ja markkinoinnin tuki. Opetushallitus.

Lhoist Group 2010. Saatavissa: <http://www.lhoist.com> [viitattu 7.1.2010].

Työterveyslaitos 2009. Kalsiumoksidi. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aiheet – turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet). Saatavissa: <http://www.ttl.fi/internet/ova/kalsiumoksidi.html> [viitattu 24.11.2009].

Valtion ympäristöhallinto 2009. Sementti- ja kalkkiteollisuus. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=11790&lan=fi> [viitattu 24.11.2009].

Visi-Systems Oy. Saatavissa: <http://www.visisystems.fi> [viitattu 7.1.2010].