

# RAAKA-AINEOSASTON PURUN AUTOMATISOINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Timo Määttänen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka

MÄÄTTÄNEN, TIMO: Raaka-aineosaston purun automatisointi

Mekatroniikan opinnäytetyö, 33 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2011

## TIIVISTELMÄ

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee Pilkington Lahden Lasitehtaan raaka-aineosaston automatisointiprojektin vaiheita nykytila-analyysistä valmiisiin suunnitelmiin ja ratkaisuehdotuksiin.

Työn idea kehittyi tutkittaessa tehtaan nykytilannetta ja mahdollisia parannuskoh- teita. Tarkoituksena saada kasaan yksi tai useampi ehdotus suorittaa nykyinen raaka-aineiden purku työn tavoitteiden mukaisesti.

Työssä käydään läpi raaka-aineosaston toiminta osana lasin valmistusprosessia, osaston nykytilanne ja sen ongelmakohdat. Työ sisältää myös perustietoa proses- sissa käytettävistä raaka-aineista ja niiden matkasta prosessin läpi valmiiksi tuot- teeksi.

Raaka-aineiden purkujärjestelmiä on nykyisin useanlaisia ja niistä tulisikin koota kaikkein toimivin ratkaisukokonaisuus kuhunkin kohteeseen. Työssä pohditaan yksittäisiä ratkaisuja ja toimintoja eri prosessin kohdissa. Näistä pienistä ratkai- suista on koottu muutama ehdotus toimivaksi kokonaisuudeksi mahdollista myö- hempää tarkempaa tutkimusta ja soveltamista varten toteutettavaksi asti.

Näillä muutoksilla ja kehityksillä voidaan tulevaisuudessa yksinkertaistaa ja saada lisää tehokkuutta raaka-aineiden purkuun autoista ja junista silloihin. Osasto täy- dentää näin osaltaan koko tehtaan toimintaa valmistettaessa ja leikattaessa lasia nykyaikaisin menetelmin.

Avainsanat: lasi, raaka-aine, purkumenetelmät

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

MÄÄTTÄNEN, TIMO: Automation of raw material department unloading

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 33 pages, 2 appendices

Spring 2011

ABSTRACT

---

This thesis work handles Pinkington Lahden Lasitehdas raw material departments automatisisation project from current state to complete plans and conclusions.

The idea to the work developed from observation of the current situation and probable upgrade targets. Intention to get one or more plans to execute the unloading system to fill the targets of the work.

This work goes through procedures of raw material department participant of that whole glass making process, current situation and problems of these days. Work contains basic information of raw materials which is used in glass making process and their way to through the process to ready products.

There is manykind of raw material unloading systems in these days and with those you should assemble the best working system in every destination. In this work is individual solutions and procedure in differend part of system. With these small solution there is builded up few motions to working totality to future use or more specific examination and accustomation to later use.

In future with these transformations and developmens raw material department can be more simple and it can be used more efficient to unload raw material from trains and cars to silos. With these transformations department also accomplish the whole big picture making and cutting class with modern, working systems.

Key words: glass, raw material, unloading methods

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tarkoitus	1
1.2	Tavoitteet	1
2	NSG PILKINGTON	3
2.1	NSG Pilkington	3
2.1.1	Rakennuslasituotteet	3
2.1.2	Autolasituotteet	4
2.2	Pilkington Suomessa	4
2.3	Pilkington Lahden Lasitehdas Oy	5
3	LASINVALMISTUS	6
3.1	Yleistä lasinvalmistuksesta	6
3.2	Lasinvalmistuksen historiaa Suomessa lyhyesti	7
3.3	Float-lasin valmistusprosessi	8
3.4	Jatkokäsittely	9
4	RAAKA-AINEOSASTON NYKYTILAKUVAUS	9
4.1	Yleistä raaka-aineosastosta	9
4.2	Raaka-aineet	11
4.3	Raaka-aineiden vastaanotto	12
4.3.1	Pintti	13
4.3.2	KV-hiekka	14
4.3.3	Dolomiitti, kalkki, maasälpä ja sooda	14
4.3.4	Natriumsulfaatti	14
4.3.5	Rautaoksidi, antrasiitti, koboltti, seleeni ja natriumnitraatti	14
4.4	Menki	15
4.5	Yksityiskohtaisempi raaka-aineiden purkamisen käsiajon ohje	15
4.6	Yksityiskohtaisempi automaattiajon ohje	16
4.7	Vastaanoton käynnistys näyttöpäätteeltä	16
4.8	Analyysi nykytilasta	16
4.9	Nykytilan ongelmakohtia	17
5	SUUNNITELMAT	18
6	RATKAISUEHDOTUKSET	19

6.1	Mahdollisuudet hyödyntämällä tietotekniikkaa	19
6.2	RFID	20
6.3	Pneumaattinen purku osana järjestelmää	21
6.4	Varastomäärät pieniksi	22
6.5	Yksinkertaistettu ehdotus osaston automatisointiin	23
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	28

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö suoritettiin Pilkington Lahden Lasitehtaalla. Työn idea ja aihe kehittyi työskennellessäni kyseisessä yrityksessä työharjoittelussa, kesätöissä sekä koulun ohessa. Tavoitteet työlle muodostuivat työn alkuvaiheessa. Työtä lähdettiin toteuttamaan tulevaisuutta varten, mahdollisesti toteutettavaksi kokonaisuudessaan tai osittain. Tehtaan tulevaisuudessa näkyi suurempia korjauksia ja modernisointeja ja tämä työ oli osaltaan vastaus niihin tarpeisiin.

## 1.1 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena oli luoda Lahden Lasitehtaan raaka-aineosastolle parannusehdotuksia. Lähinnä ideana oli kiinnittää huomiota kustannustehokkuuteen, energian säästöön sekä raaka-aineiden purkamisen yksinkertaistamiseen. Tärkeimpänä osana työtä on keskittyä raaka-aineiden siirtoon rekka-autoista ja junan vaunuista siiloihin. Nykyinen raaka-aineosasto on jo ikääntynyt, ja se alkaa näkyä sekä päällepäin että vanhentuneena tekniikkana. Ikääntymisen seurauksena se vaatii paljon huoltoa sekä on monimutkainen toiminnoiltaan verrattuna nykyaikaisiin teknisiin ratkaisuihin.

## 1.2 Tavoitteet

### Toimintojen selkeytys

Tämänhetkinen raaka-aineiden purkujärjestelmä ei ole niin yksinkertainen kuin olisi mahdollista. Purkutoimintoja selkeytettäessä tarpeeksi poistetaan mahdollisuutta raaka-aineiden sekoittumiseen. Tämä mahdollistaa myös tarvittaessa sen, että esim. raaka-aineen toimittaja voisi itse purkaa lastin ilman vaaraa, että raaka-aine ohjautuisi väärään siiloon.

## Energiansäästö

Energiansäästö on yksi tämän päivän yleisimmistä tavoitteista isompia projekteja suoritettaessa. Energiansäästöillä voidaan säästää suuriakin summia rahaa, sekä jatkuvana tavoitteenahan on nykyisin maksimaalinen energiatehokkuus.

## Kustannussäästöt ja tehokkuus

Raaka-aineosaston kustannuksia halutaan myös pienentää sekä pudottaa varastokokoja pienemmiksi. Varastokokoja pienentämällä saadaan vähennettyä raaka-aineeseen sidottua pääomaa, jolloin myös logistiikkajärjestelmää joudutaan hie-  
man muuttamaan.

## 2 NSG PILKINGTON

### 2.1 NSG Pilkington

NSG Pilkington on yksi maailman johtavista lasin ja lasituotteiden valmistajista. NSG Pilkington valmistaa lasituotteita rakennus- ja ajoneuvoteollisuudelle sekä teknisille markkinoille. NSG Pilkingtonilla on tuotantolaitoksia 29 maassa ja myyntiä 130 maassa. Työntekijöitä konsernissa on noin 29 000. Liikevaihto on noin 7 miljardia euroa.

Vuonna 1918 perustettu NSG group (Nippon Sheet Glass) osti Pilkingtonin toiminnot 2006 ja yhdistyi nykyiseksi NSG Pilkingtoniksi. Lasivalmistus Pilkington-tuotemerkillä jatkuu normaalisti yrityksen omistajuuden muutoksesta huolimatta.

Pilkington on perustettu 1826. Pääkonttori sijaitsee Englannissa, ja tehtaita on viidessä maanosassa. Noin puolet Pilkingtonin myynnistä tapahtuu Euroopassa, noin kolmannes Pohjois-Amerikassa ja loput Etelä-Amerikassa, Australiassa sekä Aasiassa. (NSG Pilkington Oy.2010; ESS 14.10.2007; ESS 12.2.2008.)

#### 2.1.1 Rakennuslasituotteet

Rakennuslasituotteet ovat Pilkingtonin suurin toimialue, jonka osuus on noin puolet myynnistä. Tuotantoa on 19 maassa, joista suurimmat toimialueet Eurooppa ja Pohjois-Amerikka. Rakennuslasia valmistetaan uudisrakentamiseen sekä vanhojen rakennusten uudelleen lasitukseen. Nykyisin lasilla on suuri merkitys rakennuksissa ja siitä valmistetaankin suuria pintoja ja jopa koko julkisivuja. Lasia käytetään myös rakenteellisena elementtinä. Rakennuksissa laseja voidaan käyttää moniin tarkoituksiin, kuten tuomaan luonnonvaloa ja tarvittaessa suojaamaan suoralta auringon energialta, kuitenkin läpäisten valon. Laseilla on myös suuri merkitys nykyisin rakennettavissa energiaa säästävässä taloissa. Suuremmissa taloissa, suurissa ikkunapinnoissa myös itsepuhdistuva lasi on oivallinen valinta kohteeseen. Myös ääntä eristävät lasit ovat toimiva valinta eristämään liikenteen melua ja mui-



ta melun lähteitä. Lasia käytetään rakennuksissa myös mm. palosuojauksissa, turvalaseissa ja koristelaseissa. (NSG Pilkington Oy.2010.)

### 2.1.2 Autolasituotteet

Pilkington Automotiven toimialueena on autoteollisuuden ensiasennuslasit ja varaosalasit. Autolasituotteita valmistetaan ja toimitetaan maailmanlaajuisesti. Pilkington Automotive palvelee maailman kaikkia suuria autonvalmistajia. Joka neljäs autolasi on pilkingtonin valmistama. Autoihin valmistetaan tuulilaseit, takalaseit, sivulaseit sekä lasien asennukseen vaadittavat tarvikkeet ja työkalut.

Kuten rakennuslaseissa, autolaseissakin on paljon ominaisuuksia, mitä ei aina tule ajatelleeksi. Autojen laseja valmistetaan laminoituina sekä karkaistuina. Aurinkosuojalaseilla ehkäistään auringon häikäisy ja lämpövaikutuksia. Autolaseissa on nykyisin paljon uusia ominaisuuksia, kuten auton antenni ja mahdollinen mittariheijaste. Autoissa käytetään myös rakennuslaseissa tuttuja ominaisuuksia, joilla vesi ja jää saadaan tehokkaammin pysymään loitolla lasin pinnalta. Myös äänieristys on autojen laseissa tärkeää, jolloin auton ulkopuolinen melu saadaan ehkäistyä ja parannettua ajomukavuutta.

(NSG Pilkington Oy.2010.)

## 2.2 Pilkington Suomessa

Suomessa Pilkingtonilla on tasolasitehdas, eristyslaseitehdas, kolme turvalaseitehdasta ja tukkuliike sekä laivoihin lasituksia toimittava yksikkö, Pilkington Marine. Pilkingtonin Suomen yhtiöiden liikevaihto liikkuu noin 170 milj. €:ssa ja henkilökunnan määrä noin 1200:ssa.

Liiketoimintalinjat Suomessa ovat tasolasin valmistus ja varmuuslasien valmistus hyötyajoneuvoteollisuudelle sekä varaosamarkkinoille. Tasolasituotanto Suomessa keskittyy sekä kirkkaan että vihreän floatlasin valmistukseen, pääasiassa autolasiteollisuuden tarpeisiin ja microfloatin valmistukseen vientimarkkinoille.

Suomessa on kolme varaosalaseja ja hyötyajoneuvojen laseja valmistavaa tehdasta. Ylöjärven tehdas valmistaa henkilöautojen ja kuorma-autojen tuulilaseja, Laitilan tehdas valmistaa linja-autojen tuulilaseja ja Tampereella valmistetaan karkaistuja laseja, lisäksi Espoossa on tukkuliike. Nivalan jatkojalostustehdas toimittaa karkaistuja ja eristyslasituotteita rakennusteollisuudelle. Pilkington Marine Suomessa keskittyy luksusristeilijöiden lasirakenneratkaisuihin. (NSG Pilkington Oy.2010.)

### 2.3 Pilkington Lahden Lasitehdas Oy

Lahden Lasitehdas Oy aloitti toimintansa vuonna 1923 tuotteenaan käsinpuhallettu ikkunalasi. Vuonna 1927 siirryttiin lasin koneelliseen valmistukseen Fourcault-menetelmällä. Pilkington Lahden Lasitehdas sijaitsee nykyisin Lahdessa okeroisten kaupunginosassa. Lahdessa aikaisempi tehdas sijaitsi niemessä nykyisen Sibeliusalon paikalla, josta muutto nykyisiin tiloihin tapahtui tuotantomuodon muutuksessa vuonna 1969. Okeroisten uusi tehdas alkoi valmistaa lasia Pittsburgh-menetelmällä. Vuodesta 1987 tehdas on toiminut nykyisessä muodossa, valmistuen lasia Float-menetelmällä.

Pilkington tuli Lahden Lasitehtaan osakkaaksi vuonna 1978. 1980-luvun puolivälissä tehtaalla suoritettiin kylmäkorjaus ja tehdasta uudistettiin muutaman vuoden ajan. Syksyllä 1987 käynnistyi uusi float-lasia valmistava linja. Omistajuus siirtyi Pilkingtonille kokonaan vuonna 1994. Vuonna 1997 suoritettiin jälleen kylmäkorjaus, joka kesti vuoden. 1998 jatkettiin float-lasin valmistusta. 2004 Lahden Lasitehdas siirtyi osaksi Pilkington Automotive Finland -konsernia ja vuonna 2006 NSG group osti Pilkington-konsernin toiminnot kokonaisuudessaan. Pilkington jatkaa ainakin toistaiseksi omana yhtiönään ja Pilkington sekä NSG muodostavat nykyään yhden maailman suurimman lasi- ja lasituotteiden valmistajan.

Nykyisin Pilkington Lahden Lasitehdas Oy on Suomen ainoa tasolasia valmistava tehdas. Tehdas tuottaa 1,5–6 mm paksuista kirkasta ja värillistä tasolasia ajoneuvo- ja rakennuslasikäyttöön. Lisäksi tehtaalla valmistetaan myös erikoisohutta

1,0–1,5 mm kirkasta ja värillistä microfloat-lasia käytettäväksi mm. sairaalalaboratorioiden näytealustoissa, kamerateollisuuden linsseissä ja peileissä.

Tehtaan liikevaihto on 33 milj.€. Tehtaan tuotantokapasiteetti on noin 83 000 tonnia tasolasia vuosittain. Pinta-alaltaan se vastaa noin 13 600 000 m<sup>2</sup>.

Tällä hetkellä Pilkington Lahden Lasitehtaalla ei valmisteta tasolasia. Lasin tuotanto keskeytyi reilu vuosi sitten jolloin sulatusuuni ja lasin vastaanottolinja ajettiin alas sen ollessa yhtäjaksoisesti toiminnassa vuodesta 1998 24 h vuorokaudessa ja 365 päivää vuodessa. Toistaiseksi odotellaan ratkaisuja lasin valmistuksen jatkosta ja suuremmista investoinneista tehtaan uudistamiseksi.

Alustavia suunnitelmia on jo tehty vuodelle 2011, jolloin tehtaalle tehtäisiin uusi uuni ja asennettaisiin uutta palamistekniikkaa. Lopullisia päätöksiä ei vielä ole tehty ja arviolta 15 - 20 miljoonan remontista odotellaankin tietoa lähiaikoina.

Lasin leikkaus, pakkaus ja edelleentoimitus jäivät vielä toimimaan normaalisti ilman paikanpäällä valmistettua lasia. Tällä hetkellä lasi toimitetaan tehtaalle Saksasta ja Ruotsista, Pilkingtonin muilta tehtailta. (Pilkington Lahden Lasitehdas Oy ja ympäristö.2008.)

### 3 LASINVALMISTUS

#### 3.1 Yleistä lasinvalmistuksesta

Lasinvalmistus on monimutkainen ja korkeaa ammattitaitoa vaativa prosessi, joka on muotoutunut nykyiseen toimintamalliinsa vuosien saatossa. Lasia valmistetaan

nykyisin lukuisiin eri tarkoituksiin, usein eri menetelmin. Raaka-aineina käytetään kuitenkin pääasiassa samoja silikaatteja, jotka jähmettyessään muodostavat amorfisen massan. Pääasiassa lasi on kirkasta ja valoa läpäisevää, mutta erinäisin menetelmin siitä voidaan valmistaa ja sitä voidaan käyttää erittäin moninaisissa kohteissa, moniin tarkoituksiin. Lasia valmistetaan rakennus- ja autoteollisuudelle suuria määriä, pitkälle automatisoiduilla menetelmillä. Lasia käytetään myös monissa muissa tarpeissa ja monimutkaisimmat tuotteet valmistetaankin kokemusta ja taitoa vaativasti käsityönä. Lasin valmistus onkin nykyään varsin pitkälle automatisoitua lukuun ottamatta taidelasituotantoa, jossa menetelmät ovat perinteisesti melko käsityövaltaisia. (Lasifakta.2009.)

### 3.2 Lasinvalmistuksen historiaa Suomessa lyhyesti

Suomessa lasia on valmistettu vuodesta 1681, jolloin ensimmäinen lasitehdas perustettiin Uuteenkaupunkiin. Tehdas toimi muutaman vuosikymmenen, ja tämän jälkeen lasitehtaita alettiin perustaa useita lisää.

Lasin valmistus alkoi muuttua todella kannattavaksi alaksi 1780-luvulla. Tällöin tärkeimpänä tuotteena oli ikkunalasi. Pikkuhiljaa tuotteena alkoivat olla myös lasipullot, apteekkilasit, talouslasit ja vihreä ja valkoinen ikkunalasi.

1931 Lahden Lasitehdas Oy oli Pohjoismaiden nykyaikaisin tehdas ja kattoi jopa koko Suomen lasitarpeen kaataen muut ikkunalasitehtaat silloin.

Lasinvalmistusala jatkoi nopeaa kasvuaan. Vuosien saatossa on ollut ylä- ja aläkkiä, mutta pitkällä aikavälillä lasinvalmistus Suomessa on ollut noususuhteista. Nykyisin lasinvalmistus on maailmanlaajuisesti suuri ala ja Suomi on tässä suuressa osassa mukana. (Lasifakta.2009.)

### 3.3 Float-lasin valmistusprosessi

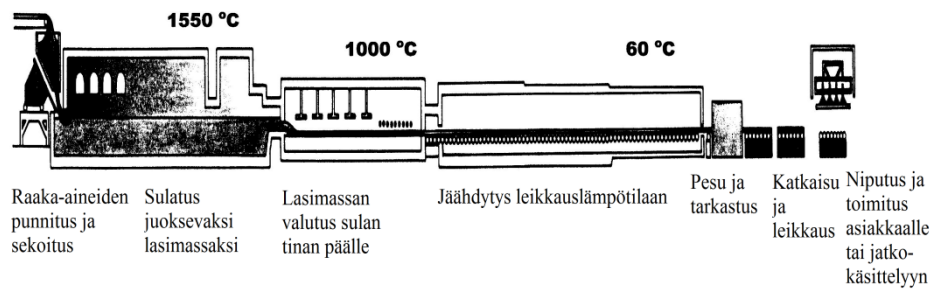
Sir Alastair Pilkingtonin 1952 kehittämä floatprosessi on korkealuokkaisen lasinvalmistuksen standardi koko maailmassa. Tasolasin raaka-aineet punnitaan ja sekoitetaan automaattisesti halutun reseptin mukaisesti raaka-aineseokseksi, jota kutsutaan mengiksi. Sulatus tapahtuu jatkuvatoimisessa uunissa juoksevaksi massaksi noin 1550 asteen lämpötilassa. Sulatusenergia tuotetaan pääasiassa maakaasulla.

Float-valmistusmenetelmässä lasi johdetaan sulatusuunista vaakatasossa tasaisena nauhana tinakylpyyn, jossa lasi saavuttaa halutun paksuuden sen vetonopeutta säätelemällä. Tinakylvystä lasi kulkee ilma- sekä vesijähdytykseen ja edelleen katkaistavaksi. Float-menetelmän etuja ovat suuri valmistuskapasiteetti sekä lasin tasaisuus ja virheettömyys. Lasin jäähtyessä ja muotoutuessa saadaan tasalaatuista ja optisesti korkealaatuista tasolasia.

Jäähtyneenä lasinauha vedetään optisen ja fyysisen tarkastuksen läpi katkaistavaksi ensimmäisen kerran. Tämän jälkeen lasista leikataan pois mahdolliset virheet ja lasin reunat. Tästä lasilevyt jatkavat tasokuljettimia pitkin leikattavaksi asiakkaan tilaamien määrämittyjen mukaisiksi tai niputettavaksi varastoon jatkokäsittelyä varten. Lasilevyt pakataan huolellisesti ja toimitetaan erikoisvarustellulla kalustolla eteenpäin asiakkaalle tai jatkokäsittelyä varten muille tehtaille. (ESS 14.10.2007.) (KUVIO 1; KUVIO 2.)



KUVIO 1. Lasinvalmistusprosessi 3D



KUVIO 2. 2D-havainnekuva

### 3.4 Jatkokäsittely

Asiakkaan toivomiin määrämittäisiin leikkaus tapahtuu automaattisilla on-line- sekä off-line-leikkauslinjoilla. Valmiit lasit kuljetetaan erikoisrakenteisella kuljetuskalustolla asiakkaalle tai muille tehtaille jatkokäsittelyä varten. Pilkington Lahden Lasitehtaalla lasia leikataan neljällä off-line-leikkauslinjalla ja yhdellä on-line-leikkauslinjalla, joka on yhdistetty lasin vastaanottolinjan jatkoksi. (LIITE 2.)

## 4 RAAKA-AINEOSASTON NYKYTILAKUVAUS

### 4.1 Yleistä raaka-aineosastosta

Lahden Lasitehtaan raaka-aine osaston tarkoituksena on vastaanottaa lasinvalmistusprosessissa tarvittavat mineraalipohjaiset raaka-aineet. Raaka-aineosastolla raaka-aineet puretaan toimitustavasta riippuen erinäisin menetelmin varastosiiloihin, joista niitä prosessin tarpeiden mukaan punnitaan ja sekoitetaan mengiksi. Valmis menki syötetään sulatusuuniin sulamaan lasimassaksi ja siitä eteenpäin valmiiksi lasiksi.

Raaka-ainevarasto käsittää kahdeksan siiloa, kuten kuvioista 3 ilmenee. Pinttisiilon sisällön määrää valvotaan punnitsemalla siiloa. Muissa raaka-ainesiiloissa sisällön määrää valvotaan kaikuluotaamalla, eli jokaisessa siilossa on ultraäänianturi. Siilojen anturitiedot keräävä keskusyksikkö näyttää materiaalityilan prosenteina muissa paitsi pinttisiilossa materiaalityilan ilmoitetaan tonneina (0 – 500 t).

Taulukossa 1 on pääraaka-aineiden varastointitiedot, muut pienempiä määriä käytettävät raaka-aineet toimitetaan tehtaalle säkkitavarana. Piensiloista ne siirretään ruuvikuljettimilla sekoittimeen prosessin käytettäväksi. Natriumsulfaatin siirrossa kuorma-autosta siiloon käytetään pneumaattista purkua, missä auton kopressori työntää paineilman avulla raaka-aineen siiloon. Tämä on kehittyneempi raaka-aineen purkujärjestelmä, jota käytetään myös laajemmin vastaavissa kohteissa. Myös Lahden Lasitehtaalla raaka-aineosaston muutosten yhteydessä kannattaisi perehtyä tarkemmin vaikka kaikkien materiaalien täydelliseen tai edes osittaiseen pneumaattiseen purku- ja siirtojärjestelmään. (Raaka-aineosaston käyttö- ja huolto ohjeet.2008.)

Raaka-aine	Purkupaikka nro.	Siilon nro.	Siilon kapasiteetti m <sup>3</sup>
Pintti	PK 4	8	300
KV- hiekka	1	1, 2	1000
Dolomiitti	2	3	1000
Kalkki	2	4	200
Maasälpä	2	5	200
Sooda	3	6	1000
Natriumsulfaatti	3	7	50

TAULUKKO 1. Pääraaka-aineiden varastointitiedot



KUVIO 3. Raaka-aineosasto

#### 4.2 Raaka-aineet

Raaka-aineet kuljetetaan tehtaalle rautateitse ja maanteitse. Raaka-aineista suurin osa saadaan Suomesta, osa toimitetaan muista maista, kuten Venäjältä ja Ruotsista.

Raaka-aineet, joita lasin valmistuksessa käytetään, ovat jauhemaisia mineraaleja. Lisäksi menkiin sekoitetaan kierrätettyä lasimurskaa eli pinttiä. Näistä sekoitetaan tietyn reseptin mukaan haluttu menki ja näin saadaan haluttu lasin koostumus ja väri.



Yleensä käsiteltäessä hienojakoisia mineraalituotteita tulisi pitää pölyn muodostuminen minimissään. Pölylle altistuminen kaikissa muodoissaan voi olla vaarallista. Pölynpoistojärjestelmät ovat siis tärkeä osa raaka-aineiden purkujärjestelmissä. Jatkuva altistuminen saattaa aiheuttaa ihon kuivamista tai halkeilua. Seuraavassa kappaleessa on kerrottu tarkemmin pääraaka-aineiden mahdollisista haittavaikutuksista.

Pintin eli lasimurskan haittavaikutukset ja vaarat jokainen varmasti tietää. KV-hiekka sekä maasälpä ovat aineita, jotka aiheuttavat pitkäaikaisesti hengitettynä silikoosia. Ne kerääntyvät keuhkoihin ja heikentävät keuhkojen toimintaa. Myös dolomiitti ja kalkki voivat aiheuttaa keuhkosairauksia, minkä lisäksi ne voivat aiheuttaa mekaanista ärsytystä ihossa ja silmien ärsytystä. Sooda taas voi aiheuttaa lähinnä silmien ärsytystä. Rautaoksidi ja koboltti voivat aiheuttaa silmien ja hengityselinten ärsytystä ja on nieltynä haitallista. Seleni on myrkyllistä ja haitallista nieltynä. Natriumsulfaatti pölyää helposti kuivana ja aiheuttaa tätä kautta haittavaikutuksia. Palovaarallisia aineita ovat antrasiitti sekä natriumsulfaatti muiden palavien aineiden kanssa. Natriumsulfaatti on myös haitallista nieltynä ja ärsyttää silmiä. (Raaka-aineosaston käyttö- ja huolto ohjeet.2008.)

#### 4.3 Raaka-aineiden vastaanotto

Raaka-aineet toimitetaan tehtaalle siis rekka-autoilla tai junan vaunuissa. Tehtaalle tuleva pistoraide kulkee raaka-aine osaston läpi. Junan vaunuista raaka-aineet lasketaan vaunujen pohjissa olevista venttiileistä ritilälattian läpi maan alla sijaitseviin siiloihin. Tästä raaka-aineet jatkavat matkaansa maanalaisista siiloista hihnakuuljettimia pitkin eteenpäin kolakuuljettimille, jotka nostavat raaka-aineet ylös siiloihin. Siilojen päällä raaka-aineet siirretään vielä kerran hihnakuuljettimilla oikean siilon päälle ja valutetaan siiloon. Rekka-autoilla toimitettavat raaka-aineet kipataan samaisiin lattiasiiloihin ja ne matkaavat samalla tavalla ylös siiloihin. (KUVIO 4.)



KUVIO 4. Raaka-aineen purku rekka-autosta

#### 4.3.1 Pintti

Pintiksi kutsutaan lasimurskaa, joka on jossain prosessin vaiheessa hylätty tai leikattu lasilevystä pois esim. saumana. Uudelleen sulatettavasta, puhtaasta pintistä suuri osa tulee tehtaan oman lasinvalmistuksen aikana hylätystä tai ns. saumapintistä. Osa prosessiin palaavasta pintistä saapuu myös oman prosessin ulkopuolelta, muilta lasitehtailta. Tehtaan oman prosessin pintti ohjataan kuljettimia pitkin varastoitavaksi pihalle lajiteltavaksi värin mukaan eri kasoihin ja sieltä palautettavaksi takaisin prosessiin tarpeen mukaan. Pintti voidaan ohjata myös suoraan varastosiiloon prosessista, mistä se siirtyy suoraan sekoitettavaksi muiden raaka-aineiden joukkoon. Pinttiä käytetään prosessissa mahdollisimman paljon, koska 10 % pintin lisäys mengin seassa vähentää 2 % sulatusprosessissa tarvittavan energia määräästä.

#### 4.3.2 KV-hiekka

Lasin pääraaka-aine on kvartsihiekka, joka koostuu pääasiassa piioksidista. Kvartsihiekka saapuu tehtaalte junan vaunuissa ja puretaan raaka-aineosaston purkamossa lattiasiiioihin. Kv-hiekalle on kaksi 800 m<sup>3</sup> vetoista siiioia, joihin se kuljetetaan purkusiioista kuljettimilla, joko käsiäjolla kuljettimia ohjaten tai vaihtoehtoisesti automaattisilla ohjauksilla. Tässä vaiheessa käsiäjolla purkua ohjaten laitteilla ei ole mitään keskinäisiä lukituksia, jolloin raaka-aine voidaan ajaa mihin tahansa siiioon. Käsiäjo tässä vaiheessa vaatii käyttäjältä tarkkaa ohjauslaitteiden silmälläpitoa sekä aiempaa kokemusta.

#### 4.3.3 Dolomiitti, kalkki, maasälpä ja sooda

Soodalla saadaan alennettua lasimassan sulatuslämpötilaa. Kalkki ja dolomiitti lisää lasin kestävyyttä. Maasälpä toimii seoksessa sulatus- ja sidosaineena. Purku suoritetaan samalla tavalla kuten KV-hiekka.

#### 4.3.4 Natriumsulfaatti

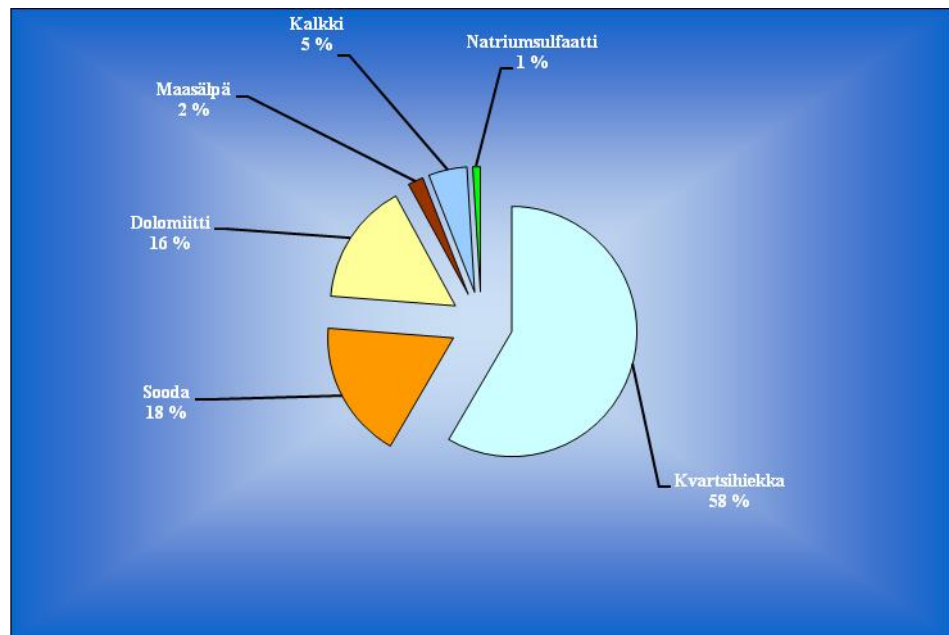
Natriumsulfaatti puretaan rekka-autoista pneumaattisesti. Pneumaattinen purku tarkoittaa siis systeemiä, jossa rekka-auton kompressori työntää paineilman avulla raaka-aineen suoraan putkia pitkin siiioon.

#### 4.3.5 Rautaoksidi, antrasiitti, koboltti, seleeni ja natriumnitraatti

Kyseiset raaka-aineet toimitetaan tehtaalte säkkitavarana rekka-autolla. Säkeistä raaka-aine annostellaan purkaussäiiioon, josta ruuvikuljetin vie aineet annostussäiiioon.

#### 4.4 Menki

Valmista raaka-aineiden sekoitusta kutsutaan mengiksi. Menki sekoitetaan suurtehojyrasekoittimella raaka-aineiden punnituksen ja annostelun jälkeen. Normaali uuniin syötettävä menkierä on noin 3000 kg sekä siihen lisättävä pintti. Uuniin syötetään vuorokaudessa noin 60 erää menkiä.



KUVIO 5. Viitteellinen menkiresepti

#### 4.5 Yksityiskohtaisempi raaka-aineiden purkamisen käsiajon ohje

Raaka-aineosaston valmistajan toimittamien käyttöohjeiden mukaisesti raaka-aineiden purkaminen käsiajolla tapahtuu seuraavasti.

1. Kytetään ohjausjännitteet paikallisohjausyksiköstä toimilaitteille.
2. Valitaan käsiajo.
3. Annetaan käynnistys hälytys.
4. Käynnistetään toimilaitteet prosessikaavion painikkeista. Huom. käynnistys- ja pysäytysjärjestys toimilaitteille.

#### 4.6 Yksityiskohtaisempi automaattiajon ohje

Raaka-aineosaston valmistajan toimittamien käyttöohjeiden mukaisesti raaka-aineiden purkaminen automaattiajolla tapahtuu seuraavasti.

1. Kytetään ohjausjännitteet paikallisohjausyksiköstä toimilaitteille.
2. Valitaan vastaanottosiilo.
3. Valitaan AUTO –ajo.
4. Automaattiajo voidaan käynnistää/pysäyttää joko paikallisohjausyksikön START/STOP –kytkimestä tai näyttöpäätteeltä.
5. Tarkistetaan merkkivaloista tai näyttöpäätteeltä, että siirto käynnistyi haluttuun siiloon.
6. Kun vastaanotto käynnistetään, prosessi jatkuu niin kauan kunnes vastaanottosiilon yläraja aktivoituu, jonka jälkeen kuljettimet pysäytetään viiveen jälkeen.
7. Vastaanotto voidaan pysäyttää myös paikallisohjausyksikön STOP -kytkimestä tai näyttöpäätteeltä.
8. Prosessia voidaan seurata paikallisohjausyksikön prosessikaaviosta, valvomon prosessikaaviosta tai näyttöpäätteiltä.

(Raaka-aineosaston käyttö- ja huolto ohjeet.2008.)

#### 4.7 Vastaanoton käynnistys näyttöpäätteeltä

Automaattiajossa täytyy paikallisohjausyksiköstä olla valittuna automaattiajotapa. Näpsäyttämällä hiirellä siilon START-painiketta käynnistetään siirto kyseiseen siiloon. Järjestelmä varmistaa siirron käynnistymisen näyttöön ilmestyvällä POPUP-lisäikkunalla. Vastaanotto voidaan pysäyttää STOP-painikkeesta.

(Raaka-aineosaston käyttö- ja huolto ohjeet.2008.)

#### 4.8 Analyysi nykytilasta

Tällä hetkellä Lahden Lasitehtaan RA-osastolla raaka-aineet puretaan siis nykytekniikkaan nähden vanhentuneella järjestelmällä. Nykyisen kehityksen nopeuden takia laitteet sekä menetelmät jäävät nopeasti vanhoiksi ja niillä ei saavuteta sitä tehokkuutta, mitä uusilla järjestelmillä voitaisiin saavuttaa. Nykyinen RA-osasto on ollut toiminnassa vuodesta 1997, jolloin tehtaalla tehtiin muutakin remonttia ja modernisointeja.

#### 4.9 Nykytilan ongelmakohtia

Nykyinen raaka-aineosasto sitoo muutamia työntekijöitä lähes täysipäiväisesti. Uusitulla järjestelmällä raaka-aineiden kuljettajat voisivat suorittaa kuorman purun itsenäisesti, kuitenkin tukea olisi saatavilla sitä tarvittaessa. Näin saataisiin työvoimaa siirrettyä muihin tärkeämpiin töihin, joista tarvittaessa voisi irtautua avustamaan raaka-ainetta purettaessa.

Raaka-aineiden sekoittumisen vaara on nykyisellä laitteistolla ilmeinen, joskin harvinaista. Kuitenkin sekoittuessaan raaka-aineet voivat aiheuttaa suurta vahinkoa tuotannolle ja kustannukset voivat olla suuret inhimillisellä virheellä. Nykyinen kokemus raaka-aineosastolla auttaa estämään sekoittumisen vaarat, mutta tulevaisuudessa mahdollisesti raaka-aineiden kuljettajien purkaessa lastin itsenäisesti sekoittumisen vaara kasvaa. Tämä sekoittumisen vaara on eliminoidavissa kokonaan, luottaen, että raaka-aineen kuljettaja tietää, mitä raaka-ainetta on toimittamassa. Yksinkertaisillakin parannuksilla päästään lähes täydelliseen varmuuteen ja raaka-aineen tunnistusjärjestelmiä käytettäessä ongelma poistuisi kokonaan. Näitä raaka-aineen tunnistusmenetelmiäkin on siis nykyisin olemassa, mutta ne jätettiin tämän työn osalta tarkemmista tutkimuksista. Näistä palavereissa keskusteltuaamme työn valvojien kanssa tulimme tulokseen, että tällaisen systeemin voi tarvittaessa lisätä prosessiin jälkikäteen sitä tarvittaessa, mutta tässä kohtaa sitä ei koettu vielä tarpeelliseksi.

Myös nykyinen siilojen sisältämien raaka-aineiden mittarointijärjestelmä ei ole täysin tarkka. Varmin tapa tietää siilojen sisältämän raaka-aineen määrä olisi yhdistää kaksi mittarointisysteemiä, kuten ultraäänimittaus sekä siilon punnitus. Ult-

raäänimittauksessa mitataan siis säiliön sisältöä kaikuluotaamalla. Vaihtoehtoisesti kannattaa myös harkita radiometrista pinnankorkeuden mittausta, jossa siilon sisältöä mitataan siilon ulkopuolelle kiinnitetyillä antureilla. Tässä mallissa mitataan säiliöön lähetettävän säteilyn vaimenemista.

Nykyinen pistoraide ja raiteella käytössä oleva, tehtaan oma veturi tuovat ylimääräisiä kustannuksia yritykselle. Pistoraitteen ja veturin ikä alkaa jo painaa ja huolto tuottaa kustannuksia. Tulevaisuudessa veturi ja raiteet olisi mahdollisesti uusittava, mikä tuottaisi suuremman investointikustannuksen. Nykyisellään kustannuksia tuottaa ikääntyneen veturin ja raiteen toimintakuntoisena pitäminen. Raaka-aineiden toimitusten siirtäminen pelkästään rekka-autoilla suoritettavaksi poistaisi rautatiekuljetusten aiheuttamat kustannukset kokonaan.

Nykyisistä raaka-aineiden toimituksista olisikin hyvä ottaa selvää tarkemmin, mitkä raaka-aineet olisi mahdollista toimittaa tehtaalle rekka-autoilla. Mikäli kaikki raaka-aineet saataisiin tehtaalle rekka-autoissa, voitaisiin nykyisen raiteen poistamista kokonaan käytöstä harkita, jolloin yksi suuri ongelmakohta raaka-aineiden toimituksista poistuisi.

Nykyinen raaka-aineiden purkujärjestelmä on myös kohtalaisen monimutkainen ja kehittyneemmällä purkujärjestelmällä toimintojen selkeytys olisi mahdollista.

## 5 SUUNNITELMAT

Työn suunnitelmiin kuuluu siis rakentaa eri ongelmakohtien ratkaisuja miettien prosessista nykyaikainen, toimiva ja luotettava. Yksittäisien ratkaisuja ja kehitysideoita voi olla useampiakin ja näistä ehdotuksena muutama kokonaisuus sekä parannusmahdollisuus. Raaka-aine osaston tulevaisuuden päätöksien jälkeen tulee tarkempaan harkintaan investointien suuruus ja laajuus. Tässä myöhemmässä vaiheessa on tämän työn tuottamien tulosten tarkempi analysointi paikallaan, haettaessa sitä oikeaa ratkaisua tämän osaston toimintaan. Myös muun tehtaan muutokset ja tontin layout vaikuttavat osaltaan näitä ratkaisuja pohdittaessa.

## 6 RATKAISUEHDOTUKSET

### 6.1 Mahdollisuudet hyödyntämällä tietotekniikkaa

Mikäli suurempiin rakenteellisiin muutoksiin ei haluta ryhtyä ja haluttaisiin parannusta nykyiseen purkuun, niin olisi mahdollista tehdä se myös pienin parannuksin. Nykyiseen järjestelmään olisi siis mahdollista esimerkiksi luoda kokonaan uusi atk-järjestelmä, jolla purku suoritettaisiin ja jolla koko raaka-aineosaston toimintoja voitaisiin valvoa ja hallita. Tämän järjestelmän ”pääkone” sijaitaisi tehtaan valvomossa ja etäpaneelit raaka-aineiden purkuhallilla. Tämän systeemin yhteydessä tulisi uusia myös siis paikallisohjausyksiköt raaka-aineiden purkuhallista. Paikallisohjausyksiköt voitaisiin selkeyttää mahdollisimman yksinkertaisiksi, jolloin niihin jäisi vain pakolliset painikkeet, esim. purun käynnistys ja raaka-aineen valintapainikkeet.



Tällaista keskitettyä tietokonejärjestelmää luotaessa voitaisiin systeemiin lisätä valvontaa helpottavia kameroita tärkeimpiin kohteisiin osastolla.

Raaka-aineosastolla on myös oma valvomo, ja tässä vaiheessa kannattaisikin miettiä sen tarpeellisuutta. Kyseisen valvomon toiminnat voisi siirtää hoidettaviksi tehtaan päävalvomoon, jolloin koko prosessin kontrollointi voitaisiin hoitaa samasta huoneesta.

Ohjelmistosta voisi siis hallita kaikkea toimintaa osastolla ja myös kaikki tärkeä informaatio löytyisi sen kautta mistä tahansa tehtaalta sitä haluttaisiinkin seurata ja hallita. Tietokonepohjaisessa systeemissä voitaisiin lisätä ohjelmistoon ajanmyötä ilmaantuvia tärkeitä informaation tarpeita, kuten materiaalin vähetessä ohjelmisto ehdottaisi tilausta tai jopa hoitaisi sille määritellyt pienet tehtävät automaattisesti.

Nykyisin on myös käytössä tietotekniikkaa hyödyntäviä järjestelmiä, joissa vastaavia kokonaisuuksia hallitaan internetissä sijaitsevalla ohjelmistolla. Tietyissä osoitteessa sijaitsevaan ohjelmistoon tarvitaan vain käyttäjätunnus, joita voi olla eri käyttäjätasojille sekä salasana. Näin järjestelmään päästään käsiksi mistä tahansa tietokoneesta, missä on vain internetyhteys. Näin on siis mahdollista hallita ja tarkastella osaston tietoja vaikka kotikoneelta käsin.

## 6.2 RFID

RFID (Radio Frequency Identification) on radiotaajuudella toimiva etätunnistusmenetelmä. Tämä menetelmä on tarkoitettu tiedon etälukuun, tunnistukseen ja tallennukseen pienien RFID-tunnisteiden eli tagien avulla. Nykyisin paljon huomiota saanut ja vauhdilla laajenevien käyttökohteiden kehitys on ollut nopeaa. RFID-tagin on siis pieni laite, tarra, lappu, nappi, impantti, mikä sisältää antennin ja sirun, missä tietoa säilytetään. Tunnisteet sisältävät antennin voidakseen lähettää ja vastaanottaa välitettävää tietoa.

Yksinkertaisesti RFID-järjestelmässä kiinnitetään tunniste haluttuun kohteeseen, sen jälkeen sen sisältämiä tietoja voidaan lukea, siihen kirjoittaa ja käyttää tietoa hyväksi taustajärjestelmän avulla halutulla tavalla. Hyviä RFID:n käyttöesimerkkejä tällä hetkellä ovat kulkuavaimet, matkakortit, eläinten merkitseminen, ravintoteollisuus ja erilaiset logistiset seurattavat kohteet.

RFID-tekniikkaa käytetään myös vastaavissa järjestelmissä ja siitä olisi myös varmasti hyötyä tätä kyseistä järjestelmää toteutettaessa. Tätä järjestelmää käyttämällä voitaisiin raaka-ainetta toimittavat ajoneuvot, rekka-autot ja junat tunnistaa tontille sisään ajaessaan etäisesti, niitä edes pysäyttämättä. RFID-tagiin voitaisiin tarpeen mukaan tallentaa tietoja raaka-aineesta, sen määrästä, kuljettajasta ja muusta halutusta tiedosta.

Luvun 6.4 toimintaehdotuksessa sisällytettynä tarkempi RFID-toiminta osana kokonaisuutta. (RFID Lab Finland ry.2010.)

### 6.3 Pneumaattinen purku osana järjestelmää

Pneumaattisen purun etuja:

- kohtalaisen alhaiset asennuskustannukset
- yksinkertainen ja joustava asennus
- pölyvapaa systeemi
- vähän tilaa vievä
- yksinkertainen ja vain vähän liikkuvia osia
- automaattisesti toimiva kokonaisuus
- prosessin tarkkuus suuri
- hiljainen systeemi
- tulevaisuudessa helposti laajennettavissa
- asennus lähes mihin vaan.

Yhtenä vaihtoehtona tutustuin tarkemmin mahdollisuuksiin suorittaa kaikkien raaka-aineiden purkaminen pneumaattisesti. Tällä hetkellä vain natriumsulfaatti puretaan pneumaattisesti. Pneumaattisen purun käyttö on toistaiseksi vielä ollut vähäistä Lahden Lasitehtaalla, mutta on todettu toimivaksi täällä sekä muilla tehtailla. Tampereen tehtaalla kaikkien raaka-aineiden purkaminen hoidetaan pneumaattisesti.

Pneumaattisella purulla tarkoitetaan järjestelmää, jolla rekka-autossa olevat raaka-aineet puretaan yrityksen silloihin paineilman avulla. Tällaisen järjestelmän rakentaminen onnistuu lähes mihin tahansa kohteeseen. Pneumaattisessa purussa saavutettaisiin eniten niitä etuja, joita tässä työssäkin on haettu. Yllättävän pienillä muutosilla nykyiseen systeemiin voitaisiin rakentaa tällainen järjestelmä, joka toteuttaisi suurimman osan työ tavoitteista ja olisi helposti automatisoitavissa nykyaikaiseksi lasitehtaan raaka-aine osastoksi.

#### 6.4 Varastomäärät pieniksi

Mitä jos varastot eivät olisikaan omaa raaka-ainetta, vaan toimittajan. Toimittaja pitäisi varastoja yllä parhaakseen näkemällään tavalla. Näin ollen raaka-aine olisi lähellä ja kätevästi saatavilla. Toki tällaisista järjestelyistä joudutaan neuvottelemaan jokaisen raaka-aineen toimittajan kanssa erikseen. Tulevaisuudessa olisi erinomaista saada jopa kaikki raaka-aineet näin varastoitaviksi. Tarkoittaen suunnilleen, että itse raaka-aineiden varastointi ja varastomäärien hallinta oli tavallaan ulkoistettu.

Raaka-aineiden kulutus tehtaalla on kuitenkin kohtuullisen tasaista ja ennakoitavaa koko ajan, jolloin varastomääriä on helppo kontrolloida prosessin tarpeisiin riittäviksi. Tällöin osaston muusta ylläpidosta ja toiminnasta huolehtisi tehtaan henkilökunta ja raaka-aine määrien ja kuljetusten ylläpito olisi ulkopuolisen hoi-

dossa. Raaka-aineiden tilaus ei aiheuttaisi suuria kulupiikkejä, vaan osaston kustannukset olisivat suhteellisen tasaisia raaka-aineiden kulutuksen mukaan.

#### 6.5 Yksinkertaistettu ehdotus osaston automatisointiin

Tässä luvussa on pohdittuna esimerkki pienemmistä ratkaisuehdotuksista koottuna kokonaisuudeksi. Osastolla uudistuksia tehtäessä kannattaa jokaiseen ongelma- ja kehittämiskohteeseen valita paras ratkaisuehdotus ja koostaa niistä kokonaisuus suorittaa raaka-aineen matka prosessin käytettäväksi. Näistä ratkaisuehdotuksista koostaen kokonaisuudesta voidaan kasata myös laajuudeltaan sopiva investoinnin määrästä ja tarpeellisuudesta riippuen.

Tässä käsitellään pelkästään kuorma-autoista purettua tavaraa, vaikka käytännössä junilla saapuu vielä iso osa toimitettavasta raaka-aineesta. Junan purkaminen kuitenkin ei käytännössä juurikaan poikkea kuorma-auton purkamisesta, jolloin toiminnot ovat melkein samat purettaessa. Myös tavoitteena on kustannussyistä siirtyä käyttämään pelkästään kumipyöräliikennettä, jolloin pääpainona työssä käytettiin jo ennakoitusti sitä.

Ehdotuksessa raaka-aine osaston oman valvomon voisi poistaa kokonaan käytöstä uudistusten myötä ja siirtyä käyttämään atk-pohjaista raaka-aineosaston hallintajärjestelmää. Tämän järjestelmän hallintaa voisi hoitaa muiden toimintojen tavoin tehtaan päävalvomosta tai muusta etäpisteestä.

Ehdotuksena harkitsin systeemiä, jossa raaka-aineen toimittajat eli käytännössä kuorma-autojen kuljettajat hoitaisivat lastin purun omatoimisesti, jolloin Lasitehtaan henkilökuntaa ei siihen tarvittaisi. Portille saapuessaan kuljettajan ilmoittautuisi, toimitettava lasti tarkastettaisiin ja kuljettaja saisi ”purkuavaimen” ja ajaisi auton purkupaikalle. Purkupaikalla kuljettaja valmistelisi auton purkua varten, minkä jälkeen syöttäisi ”purkuavaimen” purkupaikan ohjausyksikköön, joka käynnistäisi purun. ”Purkuavain” sisältäisi tiedot purettavasta aineesta ja määräs-

tä, jolloin automaattisesti ohjattu prosessi osaisi purkaa ja kuljettaa lastin oikeaan siiloon.

Tätä osuutta raaka-aineen matkasta portilta siiloihin helpottaisi RFID:n tarjoamat mahdollisuudet. Autossa olisi mukana jo lastauksen yhteydessä, tarpeellisilla tiedoilla leimattu RFID-taggi. Tehtaan portista läpi ajaessaan auton tiedot luettaisiin järjestelmään ja purkupaikka valmisteltaisiin valmiiksi purkua varten. Auto voisi ajaa suoraan osoitettuun purkulaariin, josta purun käynnistyttyä raaka-aine matkaisi automaattisesti oikeaan siiloon ja kirjautuisi järjestelmään prosessin käytettäväksi.

Tietokone osaa purun yhteydessä käsitellä niin paljon tarpeellista tietoa, joka tällä hetkellä on ihmisten käsiteltävissä että järjestelmän ohjaaminen tällä tavalla olisi kohtuullisen helppoa. Tietokoneella suoritettun tilauksen perusteella se tunnistaa, mikä toimitus on mikäkin ja näin ollen tietää raaka-aineen painon, tilavuuden ja muut tarpeelliset tiedot. Tietokoneen valvoessa koko raaka-aineosastoa se tietää siilojen tilavuudet, tämänhetkiset raaka-ainemäärät yms. Purun yhteydessä sen on helppo ohjata tilattu toimitus siiloon, johon se mahtuu ja kuuluu.

Tällaiseen järjestelmään lisättäessä mahdollisesti vielä pneumaattinen purkujärjestelmä saataisiin aikaan mahdollisimman yksinkertainen, toimintavarma ja helppo systeemi. Raaka-aine kulkisi tarkoin kontrolloidusti alusta lähtien suljetussa putkijärjestelmässä. Koko osastoa saataisiin näin ”kevennettyä” ja siistityä ylimääräisiksi jäävistä komponenteista. Muun muassa koko hihna- ja kolakuljetinjärjestelmä, jolla nykyisin raaka-aine kulkee autoista siiloihin voitaisiin poistaa käytöstä. Tämä olisi yksinkertainen maanpäällinen järjestelmä, jolla saataisiin myös suljettua pois kokonaan pölyävien raaka-aineiden aiheuttamat ongelmat. (LIITE 1.)

## 7 YHTEENVETO

Työn aiheena oli raaka-aineosaston purun automatisointi ja tavoitteina olivat toimintojen selkeytys, energiansäästö sekä kustannussäästöt ja tehokkuus. Kyseiset kohtuullisen selkeät tavoitteet työlle muodostuivat jo työn alkuvaiheessa ja niiden pohjalta lähdin toteuttamaan työtä.

Mielestäni työssä on saatu toteutettua työn tavoitteita kohtuullisesti. Työn tuloksena syntyi ratkaisuehdotuksia useisiin pienempiin ongelmiin ja kehityskohtiin raaka-aineosastolla. Näistä ratkaisuehdotuksista koostettuna syntyi myös yksinkertaistettu ehdotus osaston automatisointiin. Työstä kuitenkin muodostui aika pinta-puoleinen, tulevaisuuden toteutuksen ollessa vielä avoinna. Mahdolliseen toteutukseen työ antaa laajemmalla skaalalla avaimet rakentaa toimiva raaka-aineen purkujärjestelmä. Tarkemmat yksityiskohdat hahmottuvat toteutusvaiheessa suunnitellessa mahdollisimman toimivaa kokonaisuutta.

Työtä tehdessä pääsi soveltamaan koulussa opittuja asioita sekä oppi ymmärtämään, miten tällainen kokonainen suunnitteluprojekti viedään läpi. Joitain työn osa-alueita olisi myös ollut mahdollista tutkia tarkemmin ja tehdä tarkempia toimintakuvauksia. Työn laajuus kuitenkin muodosti raamit, joissa oli koitettava pysyä. Työn jakaminen muutamaan pienempään osa-alueeseen olisi antanut mahdollisuuden tehdä tarkempia tutkimuksia ja suunnitelmia raaka-aineosaston eri osiin.

Tällaiset kokonaisuudet ja niiden osat kokevat koko ajan kehitystä ja sen tarvetta, joten jatkotutkimus ja työn päivitys on mahdollista koko ajan ennen sen toteutusta ja sen jälkeenkin tehtäessä siihen päivitystä.

## LÄHTEET

Japanilais-Lahtelainen lasi taipuu luksusautoihin.2007. Etelä-Suomen Sanomat 14.10.2007.

Lasifakta.2009. Perustietoa lasista [viitattu 8.12.2010].

<http://www.pilkington.com/europe/finland>

Lasitehdas säästää kierrättämällä.2008. Etelä-Suomen Sanomat 12.2.2008.

NSG Pilkington Oy. 2010. Tietoa yrityksestä [viitattu 6.12.2010].

<http://www.pilkington.com>

Pilkington Lahden Lasitehdas Oy ja ympäristö.2008.Esite

Raaka-aineosaston käyttö- ja huolto-ohjeet.2008.Kansiot

RFID Lab Finland ry.2010. RFID tietoutta [viitattu 10.12.2010].

<http://www.rfidlab.fi>



## LIITTEET

LIITE 1. Pilkington Lahden Lasitehtaan tontin layout

LIITE 2. Pilkington Lahden Lasitehtaan layout

