

**KALKINPOLTON SIVUTUOTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN
JA LOGISTIIKKA, SMA MINERAL OY**

Rapakko Timo
Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Tuotantotalous
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan ja liikenteen ala
Tuotantotalous
Insinööri (AMK)

Tekijä	Timo Rapakko,	Vuosi	2016
Ohjaaja	DI Juha Kaarela		
Toimeksiantaja	SMA Mineral Oy, Röyttän kalkkitehdas, Tornio Johanna Holm		
Työn nimi	Kalkinpolton sivutuotteiden hyödyntäminen ja logistiikka, SMA Mineral Oy		
Sivu- ja liitesivumäärä	48 + 8		

Opinnäytetyön aiheena on kalkinpolton sivutuotteiden hyödyntäminen ja logistiikka SMA Mineral Oy:ssä. Opinnäytetyötä valvoi SMA Mineral Oy:stä laatu- ja ympäristökoordinaattori Johanna Holm. Asiantuntijana yritykseltä oli käyttöpäällikkö Sampsa Vuori.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tutkimus yrityksen liiketoiminnasta, pää- ja sivutuotteista, raaka-aineista, tuotantoprosesseista, sivutuotteiden syntyprosesseista, sivutuotteiden hyödyntämisestä, varastoinnista, käyttökohteista, tuotteistamisesta, kuljetuslogistiikasta ja kilpailusta. Työn tavoitteena oli myös selvittää, minkälaisia hankkeita on käynnissä sivutuotteiden hyödyntämistä ajatellen sekä miten yrityksen liiketoimintaa voitaisiin kehittää tulevaisuudessa. Näiden asioiden osalta opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin.

Tutkimusaineistona käytettiin SMA Mineral Oy:ltä saatua materiaalia, eri toimijoiden internetsivustoja sekä opinnäytetyöpalavereista ja Kemin Digipolis Oy:ltä saatua tietoa. Työssä hyödynnettiin kiertotalouteen, teollisuuden sivuvirtoihin, lainsäädäntöön ja logistiikkaan liittyvää aineistoa.

Sivutuotteiden kysyntä, lainsäädäntö ja yrityksen käytettävissä olevat resurssit sekä strategiat sanelevat sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksia tulevaisuudessa. Sivutuotteiden hyödyntämistä on mietitty yleisesti hyvin pitkälle ja tutkimustyötä tehdään käyttökohteiden ja käyttäjien löytämiseksi niille.

Työtä voidaan käyttää jatkossa tieto-, koulutus-, ja markkinointitarkoituksiin. Jatkossa tutkimusta voitaisiin tehdä uusista symbioosituotteista. Tutkimusaiheena voisi olla esimerkiksi, millaisia tuotteita on mahdollista luoda erilaisista komponenteista, joissa yhtenä materiaalina käytetään kalkkikiveä.

Avainsanat

kalkkikivi, sivutuote, rakeistus, kiertotalous

Technology, Communication and Transport
Industrial Management
Bachelor of Engineering

Author	Timo Rapakko	Year	2016
Supervisor	DI, Juha Kaarela		
Commissioned by	SMA Mineral Oy, Lime Factory, Tornio Johanna Holm		
Subject of thesis	Exploitation and Logistics of Lime Burning By-products, SMA Mineral Oy		
Number of pages	48 + 8		

The subject of this thesis is the utilization and logistics of lime burning by-products of SMA Mineral Oy. Thesis was supervised by Johanna Holm, Quality and Environmental Coordinator, at SMA Mineral Oy. As a specialist from the company was Sampsa Vuori, Operations Manager.

The aim of this study was to carry out a study of the business, main and by-products, raw materials, production processes, by-product processes, by-product utilization, storage, applications, branding, transport logistics and competition. The aim was also to find out what kinds of projects are underway in the use of by-products in mind, as well as how the company's business could be developed in the future. On these matters, the thesis objectives were achieved.

The material was obtained from the data of SMA Mineral Oy and Kemi Digipolis and from the internet sites of different actors, and project meetings.

The demand for by-products, legislation and resources available to the company as well as strategies dictate the potential for using the by-products in the future. The utilization of by-products has been considered widely, and research is conducted to find applications and users for them.

The work can be used as information, education and marketing purposes. In future research could be done on new symbiosis products. The research topic, for example, what kind of products it is possible to create from different components in which one material is limestone.

Key words limestone, by-product, granulation, economy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	SMA MINERAL OY	9
2.1	Yrityksen toimiala	9
2.2	SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas	9
2.3	Polttoaineet kalkinpoltossa	11
2.4	Häiriötilanteet	11
2.5	Kalkkimaan kaivos	12
3	RAAKA-AINEET JA TUOTANTO RÖYTTÄN KALKKITEHTAALLA	13
3.1	Raaka-aineiden toimitus Röyttään	13
3.2	Kiven käsittely ennen polttoa	13
3.3	Kalkinpoltto eli kalsinointi	14
3.4	Sammutetun kalkin valmistaminen Röyttän tehtaalla	14
3.5	Uunille kelpaamaton alite	15
3.6	Raaka-aineiden, polttoaineiden ja veden käyttö	15
3.7	Tuotteiden käsittely, lastaus ja kuljetus	16
3.8	Tuotantokulut	17
4	TUOTTEET RÖYTTÄN KALKKITEHTAALLA	19
4.1	Päätuotteet	19
4.2	Sivutuotteet Röyttän kalkkitehtaalla	20
4.3	Cresco-tuotteet	20
5	TUOTTEIDEN KÄYTTÖKOHTEET	21
5.1	Kalkin käyttö raudan ja teräksen valmistuksessa	21
5.2	Poltetun kalkin jäännöshiilipitoisuus	22
5.3	Kalkin käyttö paperi- ja selluloosateollisuudessa	23
5.4	Sandarne-konsepti	23
5.5	Kalkin käyttö kaivoksissa	24
5.6	Sammutetun kalkin käyttö	24
5.7	Sivutuotteiden käyttökohteet	25
5.8	Tuotteiden kuljetus asiakkaille	27
5.9	Varastointi ja sivutuotteiden hyötykäyttö	30
6	LIIKETOIMINTA-ALUE JA KILPAILU ALALLA	31

6.1	Liiketoiminta-alue Suomessa	31
6.2	Kilpailijat.....	31
7	UUSIOMATERIAALIT JA NIIDEN TUOTTEISTAMINEN.....	33
7.1	Tavoitteet.....	33
7.2	Uusiomateriaalien hyödyntäminen.....	33
7.3	Tuotteistaminen	34
7.4	Rakeistaminen	36
7.5	Kiertotalouden ajattelumallit.....	38
7.6	Kiertotalouden hyödyt yrityksille.....	39
7.7	Teollisuuden sivuvirrat Kemi-Tornio alueella	40
7.8	Liiketoimintatilanteen analysointi	40
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	42
8.1	Liiketoiminnan kehittäminen.....	42
8.2	Tiedottaminen ja markkinointi	42
8.3	Kuljetukset	43
8.4	Kehittämishankkeet	43
9	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	46
	LIITTEET	48

ALKUSANAT

Haluan kiittää Kemin Digipolis Oy:n Teemu Saralampea toimeksiantajan löytämisestä työlleni ja Lapin AMK:n Juha Kaarelaa sekä SMA Mineral Oy:n Johanna Holmia ja Sampsa Vuorta opinnäytetyöni ohjaamisesta.

Keminmaassa 25.9.2016

Timo Rapakko

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CaCO ₃	kalkkikivi
CaO	kalsiumoksidi, poltettu kalkki.
CaO, MgO	poltettu dolomiitti
Ca(OH) ₂	kalsiumhydroksidi, sammutettu kalkki.
MgCO ₃	magnesiumkarbonaatti
MgCaO ₂	kalsiummagnesiumkarbonaatti, dolomiitti.
PCC	Precipitated Calcium Carbonate. Saostettu kalsiumkarbonaatti.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on kalkinpolton sivutuotteiden hyödyntäminen ja logistiikka SMA Mineral Oy:ssä. Työn toimeksiantajana on SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas. Toimeksiantajan mielestä on tarpeellista tehdä tutkimus sivutuotteiden hyödyntämisestä sekä löytää mahdollisia uusia ratkaisuja parantaa yrityksen liiketoimintaa ja sivutuotteiden menekkiä. Työtä voidaan myöhemmin hyödyntää tieto-, koulutus ja markkinointitarkoituksiin. Tavoitteena on myös tehdä ehdotuksia ja suosituksia yrityksen toiminnan parantamiseksi.

Työn tavoitteena on myös selvittää, minkälaisia hankkeita on käynnissä sivutuotteiden hyödyntämisestä ajatellen sekä miten yrityksen liiketoimintaa voitaisiin kehittää tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön aihealueina ovat yleiskuvaus yrityksestä, tuotannon kuvaus, raaka-aineiden hankinta, pää- ja sivutuotteiden käyttökohteet, tuotteistaminen, logistiikka, kilpailu, rakeistus, lainsäädäntö, kiertotalous ja liiketoiminnan kehittäminen.

Työssä on tarkoitus kuvata, mitä yrityksessä tehdään, mitä raaka-aineita käytetään, mitä tuotteita syntyy SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehtaalla ja Kalkkimaassa Torniossa, paljonko tuotteiden arvo on, miten tuotteita käsitellään ja mihin tuotteita käytetään.

Tutkimusaineistona työssä käytetään SMA Mineral Oy:ltä saatua materiaalia, eri toimijoiden internetsivustoja sekä Röyttän kalkkitehtaalla Torniossa käydyistä palavereista saatua tietoa. Työssä hyödynnetään kiertotalouteen, teollisuuden sivuvirtoihin, lainsäädäntöön ja logistiikkaan liittyvää aineistoa.

Työn kirjallinen selvitys aloitetaan yrityksen yleiskuvauksella ja SMA Mineralin Tornion Röyttän kalkkitehtaan tuotannon, raaka-aineiden hankinnan sekä pää- ja sivutuotteiden syntyprosessien kuvauksella. Toisessa osassa käydään läpi tehtaan tuotteiden käyttökohteita ja kuljetuslogistiikkaa. Kolmannessa osassa pohditaan teollisuuden sivuvirtojen tuotteistamista ja niihin liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia.

2 SMA MINERAL OY

2.1 Yrityksen toimiala

SMA Mineral Oy on kalkkiteollisuusyritys ja se kuuluu ruotsalaiseen SMA Mineral konserniin. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2013 100 miljoonaa euroa, henkilöstöä 260 ja tuotantoyksiköitä 18. Suomessa SMA Mineral Oy työllistää 35 henkilöä ja liikevaihto oli noin 25 miljoonaa euroa vuonna 2013. (SMA Mineral Oy 2015.)

SMA Mineral konsernilla on yritystoimintaa Suomen lisäksi Ruotsissa, Norjassa, Virossa, Liettuassa, Hollannissa ja Bulgariassa. (SMA Mineral Oy 2015.) (Liite 5.)

2.2 SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas

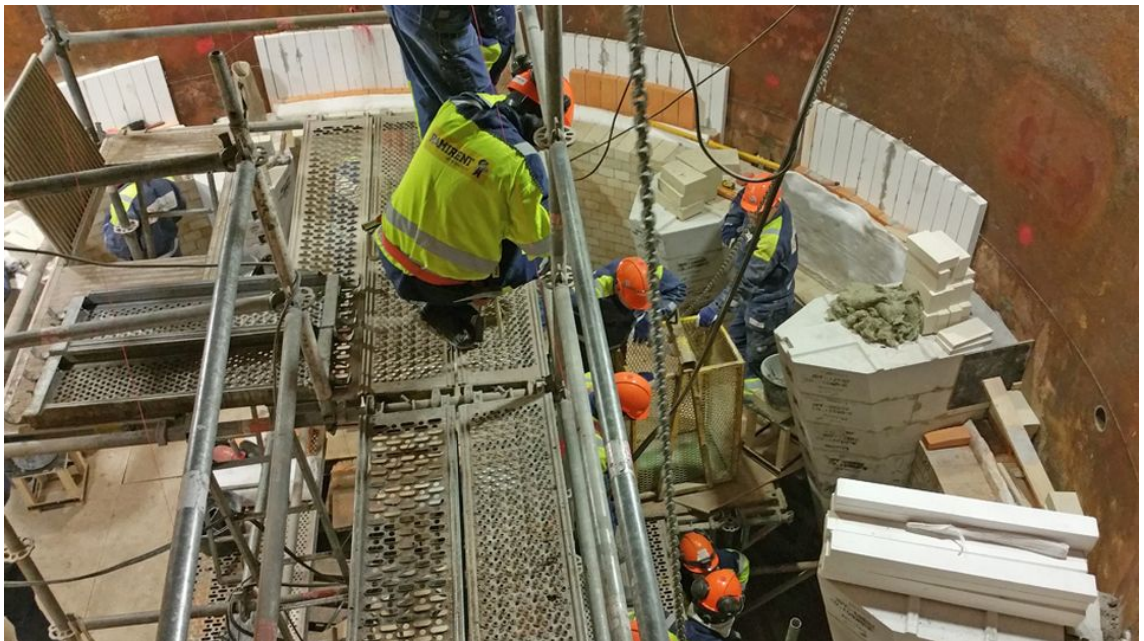
SMA Mineral Oy:n kalkkitehdas sijaitsee Torniossa Röyttän teollisuusalueella, meren rannassa Outokumpu Oyj:ltä vuokratulla kiinteistöllä. Tehdas on rakennettu vuonna 2002. Kuvassa 1 äärimmäisenä vasemmalla on raaka-ainesilo, keskellä Maerz kaksoiskuilu-uuni ja oikealla lopputuotesilo. Satamassa karkea kalkkikivi puretaan laivasta ja se kuljetetaan 350 metriä hihnakuuljetinta pitkin varastoamaan, joka muodostetaan kääntömekanismilla varustetulla nostokuljettimella. Sillä muodostetaan hevosenkengän muotoinen varastokasa, joka näkyy kuvassa etualalla. (Holm 2013; SMA Mineral Oy 2016b, 6-8.) (Liitteet 6, 7 ja 8.)



Kuva 1. SMA Mineralin Tornion Röyttän kalkkitehdas. (SMA Mineral Oy 2016a.)

Kalkin rikastusprosessissa kalkkia poltetaan jatkuvalla prosessilla kuilu-uunissa yli 1000 celsiusasteen lämpötilassa. Lämpötila vaihtelee uunin eri osissa 700 – 1100 asteen välillä ja liekkikohdassa lämpötila voi olla vielä huomattavan paljon korkeampikin. Kuilu-uuni muodostuu kahdesta vierekkäin sijoitetusta pystylieriöstä ja ne on vuorattu sisältä, tulenkestävillä erikoistiilillä. Uunin yläosassa on poltettavien kivien sisäänottolaitteisto ja alapuolella ovat polttimet. Uunien alaosissa on jäähdytysvyöhykkeet. Alimpana ovat poltettujen kivien ulosottoon tarvittavat laitteistot. Kalkkiuunilla on jatkuva 5-vuorokäyttö 12 kuukauden ajan. Keväällä ja syksyllä pidetään huoltoseisokki tarpeen mukaan. Käyttötunnit ovat maksimissaan 8640 tuntia vuodessa 12 kuukauden tuotannolla. Uunit ovat 40 metriä korkeat ja ylä- ja alaosiltaan katetut. Uunit on toimittanut sveitsiläinen yhtiö Maerz. Uunit on varustettu tekstiilisuodattimilla. (SMA Mineral Oy 2016b, 8.)

Kalkkiuuniin vaihdettiin muuraus vuonna 2015. Muurauksen vaihtamiseen tarvittiin noin 1000 tonnia tiiliä. Kalkkiuuni on ollut käytössä jo 14 vuotta ja muurausremontti oli ajankohtainen. (Kuva 2). (Hannukainen 2015)



Kuva 2. Uunin sisäseiniä muurataan Röttän tehtaalla heinäkuussa 2015. (SMA Mineral Oy 2015)

2.3 Polttoaineet kalkinpoltossa

Kalkkitehtaalla siirryttiin raskaan polttoöljyn ja kierrätysöljyn käytöstä häkäkaasun (CO) käyttöön pääpolttoaineena joulukuussa 2014. Raskasta polttoöljyä käytetään vain jos häkäkaasua ei ole jostain syystä saatavana. Kalkkiuuniin tehtiin polttoainejärjestelmän muutos: polttolanssit uusittiin, kääntö- ja sulkuventtiilit asennettiin uunin välikanavan yläpuolelle, ja kuilu-uunien poltinlanssien alapuolelle asennettiin häkäkaasun rengaskanavat. Häkäkaasun käyttömäärä on vuodessa 79 miljoonaa kuutiometriä (Nm³). Kalkkiuunin toimintaperiaate ei muutu kaasun käyttöön siirtymisen myötä. (SMA Mineral Oy 2016b, 8-11.)

Häkäkaasu toimitetaan kalkkitehtaan prosessiin viereiseltä Outokummun ferrokromitehtaalta, josta se saadaan prosessin sivutuotteena. Häkäkaasuputken rinnalla kulkee typpikaasuputki. Paineistettu häkäkaasu tulee kalkkiuunille putkisiltaan asennettua putkea pitkin. Putkisillalta häkäkaasu ja typpiputket johdetaan uunin välikanavan yläpuolella olevalle tasolle, jonne on asennettu kaasun kääntö- ja sulkuventtiilit. (SMA Mineral Oy 2016b, 11.)

Kaksoiskuilu-uunin toiminnassa yhdessä kuilu-uunissa poltetaan kalkkikiveä ja toiseen kuilu-uuniin syötetään samanaikaisesti raakakiveä ja esilämmitetään kivimateriaalia polttovaiheessa olevan uunin palamisessa syntyvällä kaasulla. Kun kuilu-uunin polttovaihe lopetetaan ja häkäkaasun virtaukseen liittyvät venttiilit suljetaan, kuilu-uunin poltinjärjestelmä huuhdellaan typpikaasulla, jolloin typpikaasu syrjäyttää häkäkaasun. Uunin normaalissa toiminnassa poltossa oleva uuni vaihtuu vuorotellen. (SMA Mineral Oy 2016b, 11.)

2.4 Häiriötilanteet

Mahdollisissa pitempiaikaisissa kaasun toimituskatkoissa laitos siirtyy käyttämään polttoaineena raskasta polttoöljyä. Tätä varten nykyinen öljyn polttojärjestelmä pidetään valmiustilassa ja öljysäiliöissä on valmiina riittävä määrä polttoainetta. Raskas polttoöljy on varastoituna valuma-altaaseen sijoitetuissa 100 m³:n ja 300 m³:n terässäiliöissä. Niissä on öljynlämmitysjärjestelmä ja eristys. Säi-

löissä on öljyä noin kolmen päivän kulutusta vastaava määrä. Kalkkiuunissa olevat yhdistelmäpolttimet soveltuvat häkäkaasun lisäksi polttamaan myös raskasta polttoöljyä. Polttoaineen vaihto vaatii kuitenkin järjestelmän testauksen, mahdollisten pikeentymien puhdistuksen, suodatinten uusimisen ja öljyn annostelujärjestelmän kalibroinnin, jonka vuoksi muutos on laajempi toimenpide, eikä sitä voida käyttää äkillisissä lyhytaikaisissa kaasun toimituskatkoksissa. Tällöin kalkkiuunin tuotantoon tulee katkos. (SMA Mineral Oy 2016b, 11.)

Öljyn käyttäminen kalkkiuunin polttoaineena parin päivän mittaisen häkäkaasun toimituskatkoksen aikana on kuitenkin mahdollista. Jos katkos tiedetään etukäteen, toimenpiteiden osalta siihen voidaan valmistautua. Silloin tilanteeseen vaikuttaa myös erityisesti poltetun kalkin tuotantotarve. (SMA Mineral Oy 2016b, 11.)

2.5 Kalkkimaan kaivos

SMA Mineral Oy:llä on Tornion Kalkkimaassa kalkkitehdas ja kalkkikivikaivos jossa louhitaan, murskataan ja jauhetaan dolomiittia ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ja kvartssia. (SMA Mineral Oy 2010a.)

Kalkkimaan kaivoksen tuotteita käytetään maanparannuskalkkina, ruokintakalkkina, vesistöalkkina ja teollisuusalkkina. (SMA Mineral Oy 2010a.)

3 RAAKA-AINEET JA TUOTANTO RÖYTTÄN KALKKITEHTAALLA

3.1 Raaka-aineiden toimitus Röyttään

Kalkkikivi on maankuoren yleisimpiä kivilajeja, mutta Pohjoismaiden alueella kalkkikiviesiintymiä on rajoitetusti. Puhdas kalkkikivi sisältää 95 – 100 % CaCO_3 :a. Dolomiitti on kalkkikiven tapaan karbonaattikivi ja siinä on kalsiumkarbonaatin lisäksi magnesiumkarbonaattia (MgCO_3). Magnesiumkarbonaattia on puhtaassa dolomiitissa 46 %. Louhittu, murskattu ja seulottu kalkkikivi (CaCO_3), fraktiokoko 20 - 100 mm, tuodaan laivalla Röyttän satamaan Euroopasta, Espanjasta ja Ranskasta ja Pohjois-Amerikasta, Kanadasta. (Holm, Marttala & Vuori 2016.)

SMA Mineralin Gotlannissa sijaitseva Stucksin kaivos on tällä hetkellä ympäristölupakäsittelyssä Ruotsissa, joten sieltä ei voida tuoda kalkkikiveä Tornioon. Suurimmat laivat voivat tuoda kiveä 30 000 tonnia ja purkunopeus satamassa on alle 1000 tonnia tunnissa. Kalkkikivi puretaan laivasta satamanosturilla purkaus-suppiloon ja sen jälkeen kalkkikivi siirretään suoraan katetulla 350 metrin pituisella hihnakuljettimella tehtaan piha-alueella olevaan varastoamaan. (Holm, Marttala & Vuori 2016; SMA Mineral Oy 2016b, 8.)

3.2 Kiven käsittely ennen polttoa

Kalkkikiven lastaus kuljettimille tehdään pyöräkoneella syöttösuppiloiden kautta tuotannon tarpeen mukaisesti. Kuljettimet vievät kalkkikiven raaka-ainesiiiloihin, ja ennen siiiloihin varastointia kalkkikivestä seulotaan pois mahdollinen hienoaines, joka on syntynyt kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Kalkkikiven koostumus sekä miten kiveä ajetaan uuniin, vaikuttavat paljon pölyn syntymiseen tehtaalla. Joistakin maista tuotava kalkkikivi on pehmeää. (Holm ym. 2016; SMA Mineral Oy 2016b, 8.)

Toinen seulontavaihe tehdään ennen kiven siirtoa polttouuniin. Käsittelyt tehdään täysin suljetussa ja tiiviissä laitteistoissa ja joissa on koneellinen pölynpoisto ja suodatus. Tekstiilipölynpuotimien poistoilma on puhdasta. Seulonnassa erotettu

hienoaines viedään omaan varastotilaan ja toimitetaan myytäväksi maanparannuskalkkina tai teollisuuteen rikinpoistokalkkina. Hienoaines voidaan seuloa tehtaalla ja kuljettaa tarpeen mukaan tuotantolaitosten käyttöön tai myytäväksi niiden kautta. Näin kaikki kiviaines voidaan hyödyntää ja jätettä ei synny lainkaan. (SMA Mineral Oy 2016b, 9.)

3.3 Kalkinpoltto eli kalsinointi

Uunissa on kaksi eri syöttöpaikkaa, joista raakakiveä syötetään uuniin. Kalkkikivi poltetaan kaksoiskuilu-uunissa vuorottaisina panoksina ja kalsinoituminen kestää noin 24 - 36 tuntia ja kun toisessa kuilussa poltetaan kiveä, voidaan toista kuilua täyttää raakakivillä. Uunia lämmitetään poltinlansseilla joita on 33 kappaletta molemmissa kuilu-uuneissa. (Holm 2013; SMA Mineral Oy 2016b, 9.)

Palamisilman tuotto toteutetaan erillisillä puhaltimilla. Häkäkaasun syöttö tapahtuu kalkkiuunille automatisoidusti ja järjestelmä säätää kaasun virtausta polttimille lämpöarvon perusteella. Panoksen jäähdytys tapahtuu jäähdytyspuhaltimien ilmalla. Uuneissa on tekstiilisuotimet, joilla pöly erotetaan savukaasuvirtaamasta. Molemmista kuiluista voidaan purkaa poltettua tuotetta. (Holm 2013; SMA Mineral Oy 2016b, 9.)

Kalkkikivi hajoaa kalsiumoksidiksi eli poltetuksi kalkiksi (CaO) ja hiilidioksidiksi (CO₂). Tätä reaktiota kutsutaan kalsinoitumiseksi ja se edellyttää noin 1100 asteen lämpötilaa. Poltettu kalkki on uunista tullessaan kolmena eri muotona: rakeina, palasina ja jauheena. Polton aikana kalkkikiven sisältämä vesi ja hiilidioksidi poistuvat ja täten tuotetonna kohden tarvitaan noin kaksinkertainen määrä kalkkikiveä. 236 000 tonnin tuotantomäärään vuodessa tarvitaan noin 472 000 tonnia kalkkikiveä. (Holm 2013; SMA Mineral Oy 2016b, 9.)

3.4 Sammutetun kalkin valmistaminen Röyttän tehtaalla

Osa hienoaineksesta, joka muodostuu polton yhteydessä, ohjataan sammutetun kalkin valmistukseen. Tuotantolinjalta tulee ja ohjataan automaation tarkasti punnitsema määrä poltettua kalkkia, johon lasketaan tarkka määrä vettä suhteutettuna sammutettavan kalkin määrään. Vesi ja kalkki sekoitetaan sekoittimessa ja

sekoituksen aikana poltetun kalkin sammuttamiseen käytetyn veden höyry menee tekstiilisuotimien läpi ja sen kautta piipusta ulos. (SMA Mineral Oy 2016b, 9.) Sammutinlaitokseen on asennettu useita pölynpoistojärjestelmiä ja pölynpoistoyksiköitä. Kaikki järjestelmien keräämä pöly hyödynnetään raaka-aineena tai tuotteena. Poltetun kalkin käsittely edellyttää huolellisuutta, sillä se on reaktiivista. Ilmankosteuden ja veden kanssa kosketuksiin joutuessaan se reagoi voimakkaasti. Reaktiossa vapautuu lämpöä ja syntyy sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia (Ca(OH)_2). Reaktio on seuraava: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$. (SMA Mineral Oy 2016b, 9.)

3.5 Uunille kelpaamaton alite

Raekooltaan 0-15 mm:n uunille kelpaamatonta seula-alitetta syntyy tuotannossa suuria määriä. Alitetta syntyy noin 40 000 tonnia vuodessa. Alite voidaan seuloa urakoitsijan siirrettävällä mobiiliseulalla asiakkaan toivomaan fraktiokokoon. Alitetta voidaan myös murskata mobiilimurskalla. Jos poltetun kalkin tuotantomäärä kasvaa 236 000 tonniin vuodessa, uunille kelpaamattoman alitteen määrä kasvaa arviolta 5000 tonnia vuodessa. (Holm & Vuori 2016.)

SMA Mineral Oy:n mukaan jatkossa mobiiliseula on käytössä 30 päivää vuodessa ja tuotanto päivässä on noin 5000 tonnia. Murskausta tehdään ainoastaan tarvittaessa. Alitetta toimitetaan hyvin vaihtelevasti laivalla Vaasaan kalkkikiven jälleenmyyjille, 3000 – 6000 tonnia vuodessa eli pari laivalastillista. (Holm & Vuori 2016; SMA Mineral Oy 2016b, 9-10.)

3.6 Raaka-aineiden, polttoaineiden ja veden käyttö

Vettä käytetään Röyttän tehtaalla noin 40 000 m³ vuodessa. Vettä käytetään sammutetun kalkin valmistusprosessissa ja talousvetenä. Veden ja kalkin suhde valmistusprosessissa on 1:1. Vettä käytetään sama määrä kuin sammutettua kalkkia valmistetaan. Prosessissa annostellaan tarkka määrä vettä ja vesi reagoi poltetun kalkin kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia. Osa vedestä poistuu piipusta vesihöyryinä. (SMA Mineral Oy 2016b, 12.)

Röyttän kalkkitehtaan kalkkikiven-, raskaan- ja kevyen polttoöljyn sekä häkäkaasun keskimääräinen käyttö ja arvio kulutuksesta on esitetty taulukossa 1. (SMA Mineral Oy 2016b, 10)

Taulukko 1. Raaka-aineiden ja polttoaineiden arvioitu keskimääräinen käyttömäärä vuosina 2005 - 2015 sekä arvio tulevista kevyen polttoöljyn ja häkäkaasun käyttömääristä vuonna 2016.

Kalkkikivi 2005 - 2015 [t/a]	370 000
Kalkkikivi 2016 [t/a]	472 000
Raskas polttoöljy 2005 - 2014 [t/a]	11 600
Kevyt polttoöljy 2005 - 2015 [t/a]	381
Kevyt polttoöljy 2016 [t/a]	70
CO-kaasu 2014 - 2015 [milj.m3/a]	50
CO-kaasu 2016 [milj.m3/a]	79

3.7 Tuotteiden käsittely, lastaus ja kuljetus

Poltetun kalkin lopputuote seulotaan kolmeen tai vieläkin useampaan fraktioon ja ne varastoidaan omiin silloihinsa. Hienorakeisin osa briketoidaan erikoislaitteistolla karkeampiin fraktioihin, jotka voidaan yhdistää karkearakeisempaan lopputuotteeseen. Osa hienoaineksesta ohjataan sammutetun kalkin valmistamiseen. Pölyävistä kohteista talteen saatava pöly johdetaan tuotteisiin ja briketoinnin raaka-aineeksi. Tämä vähentää kalkkijätteen syntyä tai sitä ei synny ollenkaan. (SMA Mineral Oy 2016b, 10.)

Kalkkikivituotteille eri fraktioissa on lopputuotesiilot, joiden kapasiteetti on yhteensä 4000 tonnia ja välivarasto, joista asiakkaille toimitettava kalkkikivi lastaan autoihin tai junaan. Eri fraktiot puretaan omista silloistaan kuljettimella vii-

meistelyseulaan, joka on ennen autoon lastausta. Siinä vaiheessa poistetaan loppuvaiheen käsittelyssä syntynyt hienoaines. Seulan käsittelykapasiteetti on noin 250 tonnia tunnissa. Lastattava ja rakeinen kivi on täysin pölytöntä. Poistettu pöly palautetaan takaisin tuotantoon, briketoitavaksi paineilmakuljettimella. Tosin pölyä pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon muilla tavoin, koska briketointilaitteisto kuluttaa paljon sähköä ja aiheuttaa lisäkuluja. (Holm ym. 2016; SMA Mineral Oy 2016b, 10.)

Juna lastataan katettua kuljetinta pitkin välivarastosta ja täyttöputkessa on pölynpoistojärjestelmä. Junaan lastataan seulomatonta tuotetta. (SMA Mineral Oy. 2016b, 10.)

3.8 Tuotantokulut

Tuotteista saatavaan katteeseen vaikuttavat suuresti tuotantokulut. Poltetun kalkin tuotannon osalta kuluja syntyy monella tavalla. Kalkkikiven hankintahinta on arviolta noin 20 - 40 €/ tonni. Polttoaineena käytettävän häkäkaasun hinta on noin 15 - 30 €/1000 kg poltettavaa kiveä. Sähköä käytetään erilaisissa tuotannon laitteistoissa, kuljettimissa, murskissa ja monessa muussa kohteessa Röyttän tehtaalla. Sähkön hinta on arviolta 50 – 60 euroa/MWh, sisältäen sähkön, sähkön siirron ja muut kulut. (Holm ym. 2016.)

Päästöoikeuksien hinta Röyttän tehtaalla on noin 5 €/ 1000kg CaO. Hinta vaihtelee 4 - 9 euron välillä. Arvioiden mukaan hinta voi nousta jopa 15 euroon hiilidioksiditonnilta tai jopa vieläkin korkeammaksi. Päästöoikeudet riittävät tiettyyn tuotantomäärään poltettua kalkkia. Päästöoikeuksia voidaan myydä keskimäärin 210 000 tonnin poltetun kalkin tuotannon jälkeen. (Holm ym. 2016.)

Päästöoikeuksien määrä pienenee tulevaisuudessa noin 5 tuotantotonna vuodessa. Vuonna 2020 oikeudet riittävät noin 200 000 tonnin tuotantoon. SMA Mineralin tuotantolaitokset Luleässä, Sandarnessa, Bodassa, Rättvikissä sekä Oxelössä ovat mukana päästökaupassa ja niille voidaan myydä päästöoikeuksia. Jos päästöoikeuksia jää yli konsernitasolla, niitä voidaan myydä myös ulkopuolisille. Tuotantokulut tulevat todennäköisesti vain kasvamaan tulevaisuudessa.

Seuraavassa taulukossa on esitetty arvioituja tuotantokuluja. (Taulukko 2). (Holm ym. 2016.)

Taulukko 2. Tuotantokuluja Röyttän kalkkitehtaalla.

Tuotantokulu	euroa/1000 kg
Kalkkikiven hankintahinta	20 - 40
Häkäkaasun hinta (polttoaine)	15 - 30
Päästöoikeudet	5

Kalkkikiven seulonnassa seula-alitetta syntyy suuria määriä vuodessa. Alitteen vaihteluväli seulonnassa on noin 10 %:n luokkaa. Tämä tarkoittaa noin rahamääräisesti 1,5 – 2,5 miljoonaa euroa vuodessa. Sää vaikuttaa suuresti alitteen syntymiseen seulonnassa. (Holm ym. 2016).

4 TUOTTEET RÖYTTÄN KALKKITEHTAALLA

4.1 Päätuotteet

Päätuotteita on kaksi. Ensimmäinen päätuote on poltettu kalkki eli kalsiumoksidi (CaO ja MgCaO₂). SMA Mineral Oy:n tavoitteena on nostaa poltetun kalkin maksimituotantomäärä vuodesta 2016 eteenpäin 236 000 tonniin vuodessa. Toisena päätuotteena on sammutettu kalkki eli kalsiumhydroksidi, jota tuotetaan vuodessa 40 000 tonnia. (Taulukko 3). (SMA Mineral Oy 2016b, 7.)

Taulukko 3. Poltetun kalkin tuotantomäärät vuosina 2002 – 2016.

Poltetun kalkin maksimi tuotantomäärä. 2002 - 2014 [t/a]	185 000
Poltetun kalkin maksimi tuotantomäärä. 2015 [t/a]	155 629
Poltetun kalkin maksimi tuotantomäärä. 2016 [t/a]	236 000

Poltettu kalkki seulotaan lopputuotesiiloihin. Fraktiot ovat 4 – 30 mm, 4 – 12 mm ja 0 – 4 mm (pöly). Fraktiokoot ovat suuntaa antavia. Kalkkituotteen seassa on luonnollisista syistä johtuen myös jonkin verran ali- ja ylimittäisiä kappaleita, mutta ei merkittävässä määrin. Kapasiteetti tuotesiiloilla on yhteensä 4000 tonnia. (Holm 2013.)

Poltetun kalkin fraktiot voidaan myös seuloa asiakkaiden toiveiden mukaan. Seulomaton materiaali on välillä 0 – 100 mm, seulotut ja murskatut tuotteet ovat välillä 0 – 60 mm ja valikoimassa on myös 2 – 8 mm fraktio. Suunnitelmissa on tulevaisuudessa jauhaa poltettua kalkkia. Hienoimmasta laadusta voidaan briketoimalla valmistaa kahta karkeampaa laatua jos tuotantotasapainoniin vaatii. Briketointi on yksi keino, jolla saadaan hienommat laadut hyödynnettyä uudelleen tuotannossa. (Holm & Vuori 2016; SMA Mineral Oy 2016b, 7.)

4.2 Sivutuotteet Röyttän kalkkitehtaalla

Tuotteistettuja sivutuotteita tehtaalla on useita erilaisia ja niiden yhdistelmiä. Yhtenä sivutuotteena muodostuu kosteaa seulottua kalkkikiveä (CaCO_3).

Sivutuotteena savukaasujen puhdistuksen yhteydessä syntyy suodatinpölyä. Pölyt erotetaan savukaasuvirtaamasta tekstiilisuotimella. Suodatinpölyä markkinoidaan tuotenimellä Kalkmix Special. Kalkkikiven ja suodatinpölyn sivutuoteseosta myydään nimellä Kalkmix Mild ja se sisältää 1 % verran poltettua kalkkia (CaO). Lisäksi huoltoseisokkien ja häiriötilanteiden aikana syntyy sivutuotteena osittain palanutta kalkkia, Kalkmix Quickia. (Jutila, Karjalainen, Koikkalainen, Sassi – Päckilä & Uimarihuhta 2015.) LIITTEET.

Sivutuotteilla on arvoa, sillä poltetun ja osittain poltetun kalkin tuotannossa on käytetty huomattavia määriä lämpöenergiaa. Kalsiittia on tuotu laivalla muualta. Poltetut ja osittain poltetut kalkit lasketaan mukaan päästökauppaan. Niiden tuottaminen aiheuttaa kustannuksia, sillä ilmaisjaossa saadut päästöoikeudet eivät enää riitä normaalituotannolla. Sivutuotteet on myös kirjattu tietynlaisella varastoarvolla yhtiön kirjanpitoon. Jos sivutuotteet olisivat määritellyt kaivannaisjätteiksi, ne eivät olisi jäteverollisia. (Holm 2013.)

4.3 Cresco-tuotteet

Cresco-tuotteita tehdään hienoksi jauhetusta alitekalsiitista. Sitä käytetään kasvinviljelyssä. Normal on maanparannuskalkkia. Specialia käytetään rehukalsiittina, voimalaitoskalsiittina, lannoitukseen, happamuuden poistoon, vedenpuhdistukseen. Vaasan vedelle SMA Mineral Oy toimittaa kalsiittifilleriä. (SMA Mineral Oy. 2010a; Holm & Vuori 2016.)

Cresco Optimal on maanparannuskalkki, jota valmistetaan dolomiittikalkkikivestä ja kalkin rikastusjäänöksestä. Kalkin käyttökohteita ovat maan happamuuden poisto sekä kalsiumlannoitus. Kalkki valmistetaan sekoittamalla Cresco Normal Mg 10 %:sta 0-3 mm ja kalkin rikastusjäänöstä tai kalkkiuunin suodatinpölyä Kalkkimaan kalkkitehtaalla Torniossa. Kalkin sisältämiä ravinteita ovat kalsium (Ca), 25 %:a ja magnesium (Mg), 5 %:a (Holm & Vuori 2016.)

5 TUOTTEIDEN KÄYTTÖKOHTEET

5.1 Kalkin käyttö raudan ja teräksen valmistuksessa

SMA Mineral Oy toimittaa SSAB:n Raahen tehtaalle ja Ruotsiin kalkkikiveä (CaCO_3) ja poltettua dolomiittia (MgO) sekä sammutettua kalkkia. Kalkkikiveä ja kalkkia käytetään rautametallien valmistuksessa metallurgisena apuaineena. Muita apuaineita ovat fluorisälpä, sooda eli natriumkarbonaatti ja kalsiumkarbonaatti. Raakaraudan valmistuksessa masuunissa, rautamalmin ja koksen lisäksi käytettävä kalkkikivi suojaa masuunin muurauksia. Kupoliuunisulatuksessa käytetään poltettua kalkkia sulaa suojaavan kuonan muodostukseen. Kalkkikivi sitoo uunin vuorauksesta ja panoksesta peräisin olevaa hapanta piioksidia helposti sulavaksi kalsiumsilikaatiksi. (Holm & Vuori 2016; Meskanen & Toivonen 2016.)

Vesijäähdytetyissä uuneissa, joissa ei ole vuorausta, emäksisesti sulatettaessa käytetään runsaasti kalkkikiveä ja sen ohella fluorisälpää, jolloin kuona saadaan juoksevammaksi. Soodaa käytetään rikipoistoon kalkkikiven ohella. Pulverimaista kalsiumkarbonaattia käytetään valurautojen valmistuksessa rikinpoistoon. (Holm & Vuori 2016; Meskanen & Toivonen 2016.)

Valokaariuunissa kalkki injektoidaan sulaan paineilmakäyttöisellä injektointilinjastolla. Kalkista ja muista kuonakomponenteista muodostuva kuona suojaa terässulaa ilman aiheuttamalta hapettumiselta ja poistaa sulasta prosessille haitallisia epäpuhtauksia. Kalkilla neutraloidaan hapan kuonaseos ja kemiallinen kuluminen kuonan ja vuorauksen välillä vähenee. Kalkin sulamispiste on 2570 °C ja tiheys $3,25 - 3,38$ (vesi =1) 20 °C :ssa. Sulamislämpötila on niin korkea, ettei kalkki pysty sulamaan terässulassa, ilman yhtymistä muihin oksideihin. Kuonanmuodostajien avulla teräksestä hapettuvat komponentit ja vuorauksesta liukenevat oksidit sidotaan kuonaan. Kalkin pH on 12,5 (kyllästetty liuos 25 °C :ssa), eli se on hyvin emäksistä. Kalkilla voidaan säätää kuonan emäksisyyttä ja vähentää kromin liukenemistä. Kuonan koostumuksella on suuri merkitys sulatusprosessien hallinnassa. (Frant 2011.)

Ovakon tehtaalle Imatralla toimitetaan sammutettua kalkkia ja Ruotsin tehtaalle poltettua kalkkia. (Holm & Vuori 2016).

Terästehtailta kalkkikiveä ja sammutettua kalkkia käytetään myös esimerkiksi vesilaitoksilla, käyttö- ja jäteveden puhdistuksessa, jälkikäsittelyssä ja maanrakentamisessa. (Holm & Vuori 2016).

5.2 Poltetun kalkin jäännöshiilipitoisuus

Terästehtaille toimitettava kalkki pitää olla asiakkaan vaatimusten ja speksien mukaista tuotetta. SMA:lla pystytään hetkittäin tuottamaan matalahiilistä kalkkia. Poltetun kalkin (CaO) jäännöshiilipitoisuus pyritään SMA Mineralin Röyttän kalkkipolttolaitoksella saamaan mahdollisimman alas 0,3 – 0,5 %:n välille. Jäännöshiilipitoisuutta seurataan ja dokumentoidaan jatkuvasti. Jos laadukasta ja asiakkaiden vaatimusten mukaista poltettua kalkkia ei pystytä tuottamaan tarpeeksi, sitä voidaan mahdollisesti tarpeen mukaan toimittaa asiakkaalle muilta SMA Mineralin kalkkipolttolaitoksilta Rättvikistä Keski-Ruotsista ja Mo i Ranasta Norjasta. (Holm ym. 2016).

Luleån kalkkitehtaan huonompilaatuista osittain palanutta kalkkikiveä, jossa on noin 5 - 10 % hiildioksidipitoisuus, eli noin 1 – 3 %:n C-pitoisuus, voitaisiin mahdollisesti jatkojalostaa niukkaahiilisemmäksi Röyttän tehtaan kalkkikiviuneissa. Yhteistyötä SMA Mineralin tehtaiden välillä voitaisiin kehittää. Röyttän tehtaalta voitaisiin viedä Luleån asiakkaille 2 – 5 %:n CO₂-pitoisudeltaan olevaa poltettua kalkkia. Laadun tarkkailu ja logistiikan toimivuus korostuisivat tässä tapauksessa merkittävästi. Tämä edellyttäisi myös riittävää siilokapasiteetin lisäystä Röyttän tehtaalla. (Holm ym. 2016.)

Röyttän tehtaalle on tehty investointisuunnitelma puskurivaraston rakentamisesta ja matalahiilisen kalkin siilokapasiteetin lisäyksestä 1300 tonniin. Kustannusarvio investoinnille on noin 500 000 euroa. (Holm J. & Vuori S. 2016.)

Lisäksi pölysiiloille on tarkoitus saada siilokapasiteettia 300 tonnia lisää. Fraktiokolla 0-5 mm hiilipitoisuus on 0 %. Isoimmilla fraktioilla on noin 1%:n hiilipitoisuus. (Holm & Vuori 2016.)

5.3 Kalkin käyttö paperi- ja selluloosateollisuudessa

SMA Mineralin asiakkaita sellu- ja paperiteollisuudessa ovat Stora Enson tehtaat Kemissä ja Oulussa sekä Metsä Groupin tehtaat Kemissä ja Joutsenossa. Joutsenoon toimitetaan pölyä. Poltettua kalkkia käytetään sulfaattiprosessin kemikaalikierrrossa ja kaustisointi prosessissa. Sammutettua kalkkia käytetään tehtaiden vesilaitoksissa. (Holm & Vuori 2016.)

Sulfaattitehtaalla kalkkikierto muodostuu kaustisoinnista ja meesanpoltosta. Kaustisointi on osa kemikaalikiertoa ja kalkki on apukemikaalina kaustisointiprosessissa, jossa soodakattilasta tuleva viherlipeä muutetaan valkolipeäksi. Prosessissa poltettu kalkki (CaO) sammuu sammuttimessa viherlipeän veteen ja muodostuu sammutettua kalkkia $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kaustisointisäiliössä sammutettu kalkki reagoi natriumkarbonaatin kanssa ja syntyy natriumhydroksidia eli valkolipeää, jota käytetään keitossa. Valkolipeä sisältää kalsiumkarbonaattia eli meesaa. Meesa suodatetaan erilleen valkolipeästä ja toimitetaan meesasuoitimelle. Meesa kuivatetaan ja poltetaan meesauunissa takaisin kalsiumoksidiksi (CaO). (Kouki 2015.)

5.4 Sandarne-konsepti

SMA Mineralin Sandarne-konseptissa, sulfaattitehtailta meesauunin rikkoontumisesta johtuen kertynyt meesa toimitetaan poltettavaksi Sandarnen meesauuniin. Sen jälkeen poltettu meesa toimitetaan takaisin tehtaille akuuttikalkkina. (SMA Mineral Oy 2010d.)

Siihen sekoitetaan usein myös puhdasta poltettua kalkkia niiden toiveiden ja reseptien mukaisesti, jotka sopivat parhaiten kunkin tehtaan ja käyttökohteen tarpeisiin. Mikäli meesauuni ei toimi, tarvitaan suuret määrät ylimääräistä poltettua kalkkia sellutuotannon jatkumisen varmistamiseksi. (SMA Mineral Oy 2010d.)

5.5 Kalkin käyttö kaivoksissa

SMA Mineral Oy:n asiakkaita ovat Suurikuusikon kaivos (Kittilän kultakaivos), Hitturan nikkeli- ja sinkkikaivos Nivalassa, Talvivaaran nikkeli- ja sinkkikaivos Sotkamossa, Mondo Minerals-kaivosyhtiö, jolla on talkkilouhokset Sotkamossa, Polvijärvellä, Paltamossa, Kajaanissa sekä Kevitsan kupari- ja nikkeli- ja sinkkikaivos Sodankylässä. (Holm & Vuori 2016.)

SMA Mineral toimittaa kaivoksille poltettua ja sammutettua kalkkia maanrakentamiseen, toimintaan ja jälkikäsittelyyn. Kalkki on luonnonmukainen kemikaali kaivosteollisuudessa ja sillä on ainutlaatuiset ominaisuudet, joita voidaan hyödyntää monissa eri käyttökohteissa. Jokaisella kalkkituotteella on oma paikkansa kaivoksen elinkaareissa. Rakentamisessa ja asennusvaiheessa kalkkia käytetään vahvistamaan ja stabiloimaan maaperää. Kalkkikiveä käytetään kaivosaltaiden rakentamiseen ja sen avulla voidaan luoda luonnollinen pH:n säätely vedelle. (SMA Mineral Oy 2010c.)

Kalkkikiven reaktiivisuus on alhainen ja se on hyvä pH:n hienosäätäjä rikastusprosesseissa ja metallien saostumista voidaan valvoa tarkasti. Kalkilla säädelään prosessivesien pH arvoa ja vesi voidaan käyttää uudelleen. Kaivosvesiä voidaan neutraloida kalkin avulla. Sen avulla vedestä saadaan erilleen myrkylliset metallit ja kemikaalit ennen kuin vesi palautetaan luontoon. Kalkkia käytetään myös savukaasujen puhdistuksessa. Kalkki on hyvin tärkeä ympäristön laadun parantamisessa. (SMA Mineral Oy 2010c.)

Kalkilla pienennetään ympäristövaikutuksia ja parannetaan turvallisuutta kaivoksen toiminnan aikana ja sen jälkeen. Käytöstä poistetuilla kaivosalueilla kalkkia käytetään täyttömaana ja pölynsitojana. (SMA Mineral Oy 2010c.)

5.6 Sammutetun kalkin käyttö

Vesilaitoksille SMA Mineral Oy toimittaa sammutettua kalkkia säkeissä. Sammutettua kalkkia käytetään käyttö- ja jätevesien puhdistukseen, jälkikäsittelyyn ja

maanrakentamiseen. Pinta- tai pohjavesiottamoista tuleva raakavesi puhdistetaan ja käsitellään vesilaitoksissa ennen kuin se toimitetaan kuluttajille. Puhdistustapa vaihtelee raakaveden laadusta riippuen. Useimmiten kalkin avulla on tarkoitus nostaa veden pH-arvoa. Sammutettua kalkkia käytetään yhdessä hiilihappon kanssa pehmeän veden alkalisuuden ja kokonaiskovuuden nostamiseksi. Vettä voidaan myös suodattaa kalkkikivi- tai dolomiittipedin läpi, jolla voidaan suojata vesi- ja viemäriverkostoa korroosiolta. (Holm & Vuori 2016.)

SMA Mineral Oy:n asiakkaita vesilaitosten, terästeollisuuden, paperi- ja selluteollisuuden lisäksi ovat Oulun Energia ja joensuulainen kiviainespohjaisia rakennustarvikkeita valmistava Lakan Betoni Oy. Kalsiumhydroksidi on tärkeä raaka-aine esimerkiksi muurauslaastissa. (Holm & Vuori 2016.)

5.7 Sivutuotteiden käyttökohteet

SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaan kosteaa seulottua kalkkikiveä käytetään kaivosteollisuudessa neutraloivana pato- ja pintamateriaalina. Kalkmix Special-suodatinpölyä käytetään maanstabilointiin. Syvästabiloinnissa kalkkia käytetään yhdessä sementin kanssa ja niitä sekoitetaan yhtä paljon käytettävään seokseen. Seos painaa 80 – 100 kg yhtä maakuutiometriä kohti. Sitä käytetään maanpohjan vahvistamiseen esimerkiksi rautatiepenkereissä, vesi- ja viemäriputkikaivannoissa. Paalujen lujuus kasvaa vähitellen asennuksen jälkeen ja maapohja vahvistuu. Kalkin lisäys myös nostaa maan melko usein alhaista pH-arvoa. Kalkkikiven ja suodatinpölyn seosta, Kalkmix Mildiä, käytetään kaivosteollisuudessa rikastushiekka-altaissa sekä neutraloivana pato- ja pintamateriaalina. Yksi mahdollinen asiakas tälle tuotteelle voisi olla rakennustuotevalmistaja Saint-Gobain Weber. Primääriä tai epäkuranttia poltettua kalkkia, Kalkmix Quickia, viedään suoraan siilosta SMA Mineralin Luleån tehtaalle Ruotsiin, Outokumpu Chrome Oy:lle tai kaatopaikkaläjitykseen. (Holm & Vuori 2016).

Muita kalkkituotteiden käyttökohteita ovat esimerkiksi asfaltin valmistus, jossa käytetään uutta SMA Mineralin Spectra nimistä kalkkituotetta. Se parantaa asfaltin ominaisuuksia ja käsiteltävyyttä. Kalkkifillerin avulla asfaltti kestää paremmin

kulutusta, pakkasta, laajenemista, suolaa ja asfaltin käyttöikä pitenee. Sammutettua kalkkia käytetään lentokenttien kiitoratojen päällystyksessä. (SMA Mineral Oy 2010b.)

Kalkitusta käytetään maataloudessa puutarhaviljelyssä. Kalkituksen avulla saadaan parempi sato. Kalsium ja magnesium parantavat kasvien makua, väriä ja ovat tärkeässä osassa lehtivihreän muodostuksessa. Perunanviljelyssä on kalkituksella saatu kalsium- ja magnesiumongelmia parannettua. Kasvinviljelyssä on tärkeää, että pH on oikeassa tasossa viljan lajista riippuen. Eri maalajeille määritellään kalkitustarve ja kalkin määrä. Kalkitus kannattaa tehdä vähintään neljän vuoden välein riippuen viljavuustutkimuksesta. Nurmi ja öljykasvit tarvitsevat paljon kaliumia ja fosforia, jotka taas vaativat hyvän kalsium- ja magnesium tasapainon. Magnesium lisää eläinten lihasten joustavuutta, mikä vähentää lihaskramppeja ja pienentää poikimahalvauksen riskiä. Maataloudessa käytetään Cresco dolomiittituotteita ja kalsiittia, joita valmistetaan SMA Mineralin kaivoksella Tornion Kalkkimaassa. (SMA Mineral Oy 2010a.)

Taulukossa 4 on eritelty SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaan päätuotteiden ja eräitä sivutuotteiden myyntihintoja vuonna 2016. Sivutuotteiden hinnat vaihtelevat koostumuksesta riippuen 1,90 – 9 euron välillä. (Holm & Vuori 2016; Marttala 2016).

Taulukko 4. Pää- ja sivutuotteiden arvioituja myyntihintoja vuonna 2016.

Päätuotteet	Hinta / €tonni (alv 0)
Poltettu kalkki	120 - 150
Sammutettu kalkki	135 - 150
Sivutuotteet	Hinta/tonni (alv 0) lastattuna
KALKMIX SPECIAL Suodatinpöly Filterstoff	4-7
KALKMIX NORMAL Kalkkikivi H Epäkurantti Kasserad Kompostikalkki	5-8
KALKMIX MILD Suodatinpölyn ja kalkin seos Blandning	1-3
KALSIITTI 0 – 15 mm kostea	2-5
Alitekalsiitti, Vaasan satamaan kuljetettuna.	20 - 30

5.8 Tuotteiden kuljetus asiakkaille

SMA Mineral Oy:n kalkkituotteiden ostajat hankkivat kuljetuksen tuotteille. Iso osa tuotteista myydään ulos ilman toimitusta. Kalkkituotteiden kuljetuksia kuorma-autoilla hoitavia yrityksiä ovat KTK, OAK, Laurilan kuljetus ja Haanpään kuljetus. Painesäiliökuljetuksia kuorma-autoilla hoitavat Oulun Autokuljetus, E. Laurila Oy, Mineraalikuljetus Oy, Korsu Oy, Powder Trans ja RL-Trans. Kasettikuljetuksia kuorma-autoilla hoitavat Kemin KTK, Tornion KTK, Ari Tapo, BDX ja Veljekset Toivanen. Maanrakennus Tapo Oy vastaa Outokummun terästehtaan kuljetuksista. (Holm & Vuori 2016).

Rautatiekuljetuksia hoitaa Suomessa VR. Ruotsiin suuntautuvia kuljetuksia Suomesta ei kannata hoitaa rautateitse, koska Suomessa raideleveys on leveä eli

1524 mm ja Ruotsissa se on kapeampi normaali eli eurooppalainen raideleveys 1435 mm. Liikennöinti maiden välillä tapahtuisi siirtokuormamalla tavara kalustosta toiseen. Rautatiet ovat tehokkaimmillaan suurten massojen säännöllisissä kuljetuksissa. Viimeisempien uutisten mukaan VR:lle on todennäköisesti tulossa kilpailijoita lähivuosina. (Holm & Vuori 2016).

Laivakuljetuksista huolehtimassa on monia toimijoita, joista voisi mainita Dalaro Shipping Ltd:n. Kalsiittia Röyttän satamaan Tornioon toimittavien laivojen paluu-kuormana viedään uunille kelpaamatonta alitetta Vaasan satamaan, josta kalkki-tuotetta toimitetaan jälleenmyyjille. Aliteksiittia myydään hintaan 20 - 30 euroa/tonni. Kun siitä otetaan rahtikulut pois, jää jäljelle 6 - 11 euroa/tonni. Aliteksiitin lisäksi laivalla voitaisiin toimittaa muitakin tuotteita jonnekin, jos tuotteille löytyisi tarpeeksi iso käyttökohde, jonne saisi laivallisen tuotteita menemään nopealla aikataululla. (Holm & Vuori 2016; Marttala 2016.)

Taulukossa 5 on eriteltyä arvioituja rahtihintoja eri satamien välillä vuonna 2016. Laivan kuljetuskapasiteetti on 3500 tonnia. Esimerkiksi täyden kalkkikuorman toimitus Röyttästä Vaasaan laivalla maksaa 20 000 - 25 000 euroa, mitä voidaan pitää halpana hintana laivarahdille. Röyttästä Vaasaan SMA Mineral Oy toimittaa uunille kelpaamatonta alitetta, jota kertyy 40 000 tonnia vuodessa. (Holm & Vuori 2016.)

Taulukko 5. Laivarahdin arvioituja hintoja eri satamien välillä vuonna 2016.

Lastauspaikka:	Purkupaikka:	Rahti, euroa per/tonni
Luleå	Kalajoki	5 - 7
Luleå	Vaasa	5 - 7
Luleå	Nådendal	8 - 10
Röyttä	Kalajoki	5 - 7
Röyttä	Vaasa	5 - 8
Röyttä	Nådendal	9 - 11
Röyttä	Kotka	11 - 13

Pääosa SMA Mineral Oy:n myytävistä tuotteista liikkuu kuorma-autoilla. Rahtihinnat riippuvat etäisyydestä määränpäähän ja siitä, miten kuljetusreitit nivoutuvat muihin kuljetuksiin ja kuinka hyvin kuorma-autoille saadaan jostain paluukuormaa. Lyhemmillä matkoilla kuljetukseen kuluva aika, lastaus ja purku vievät oman aikansa. Taulukossa 6 on arvioituja rahtihintoja kuorma-autokuljetuksille etäisyyden mukaan. (Marttala 2016.)

Taulukko 6. Rahtihintoja kuorma-auto kuljetuksille eri etäisyyksien mukaan.

ETÄISYYS (km)	RAHDIN HINTA (€/ tonni)
30	5 - 7
100	9 - 11
150	11 - 14
350	20 - 24

SMA Mineral Oy pyrkii kehittämään jatkuvasti uusia ratkaisuja kalkkituotteiden kuljetuksiin asiakkaiden hyödyksi. Tavoitteina ovat luotettavuus, kustannustehokkuus ja ympäristöystävällisyys. Yhteistyö kuljetusyriyten, varustamoiden ja rautatieoperaattoreiden kanssa antaa mahdollisuuden kehittää uusia logistisia mahdollisuuksia. Esimerkiksi Ruotsissa, jossa SMA Mineral toimii luonnonkalkituksen urakoitsijana, suhteet asiakkaisiin, ympäristöystävälliset kuljetukset ja kalkinlevityksen tarkkuus ovat tärkeitä logistiikan onnistumisen kannalta. (SMA Mineral Oy 2011; Holm & Vuori 2016.)

5.9 Varastointi ja sivutuotteiden hyötykäyttö

Varastointikapasiteetti Röyttän tehtaalla on rajallinen. Tuotanto ja kysyntä eivät aina kohtaa. Asiakkaiden tietoisuus sivutuotteista ja niiden käyttökelpoisuudesta ei ole aina selvää. Asiakkaille tuotteista tiedottaminen ja käyttäjien löytäminen sivutuotevirroille on tärkeää. Polttamatonta kalsiittia, raaka-aineseosjätettä menee läjitykseen vuodessa 15 000 - 30 000 tonnia. Suodatinpölyä syntyy läjitykseen 5000 tonnia vuodessa, noin 11 tonnia päivässä. (Holm 2013.)

Epäkuranttia poltettua kalkkia eli kalsinointijätettä syntyy läjitykseen 700 – 2700 tonnia vuodessa. Kalsiitin ja suodatinpölyn seosta on Röyttässä varastossa 60 000 tonnia. Uunin huoltoseisokin ja ylösajon yhteydessä syntyy kerralla satoja tonneja jättekiveä. Jätelain mukaisen etusijajärjestyksen mukaisesti jätteet pyritään käyttämään uudelleen, kierrättämään ja hyödyntämään joillain tavalla. Vasta jäljelle jäänyt materiaali lopuksi sijoitetaan kaivannaisjätealueelle ja pyritään hyötykäyttämään tulevaisuudessa. Kaivannaisjätteet on luokiteltu Röyttän tehtaalla taulukossa 7 kuvatulla tavalla. (Holm 2013; Holm, Marttala & Vuori 2016.)

Taulukko 7. Kaivannaisjätteiden luokittelu.

PYSYVÄ KAIVANNAISJÄTE	Kalsiitti, 30 000 t/a.
TAVANOMAINEN KAIVANNAISJÄTE	Seos (kalsiitti + suodatinpöly), 60 000 t/a. Epäkurantti poltettu kalkki ja siivousjätteet, 2700 t/a. Suodatinpöly, 5000 t/a.

6 LIIKETOIMINTA-ALUE JA KILPAILU ALALLA

6.1 Liiketoiminta-alue Suomessa

SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaan ja Kalkkimaan kaivoksen pääasiallista liiketoiminta-aluetta on Pohjois-Suomi, Oulusta pohjoiseen ulottuva alue. Kalkkituotteita markkinoidaan ja myydään myös muualle ympäri Suomea eri teollisuuden aloille. (Holm & Vuori 2016)

SMA Mineral Oy:llä on asiakkaita monella eri alalla kaivosteollisuudessa, terästeollisuudessa, paperi- ja selluteollisuudessa, rakennusteollisuudessa, tienrakennus- ja asfalttialalla, vesilaitoksilla, voimalaitoksilla, rehuteollisuudessa ja maataloudessa. (Holm 2013.)

Kalkkituotteita käytetään myös lasi- maali ja väriaineteollisuudessa, elintarviketeollisuudessa, kemian- ja lääketeollisuudessa, kumi- ja nahkateollisuudessa, sementin valmistuksessa, luomutuotteissa ja sellaisenaan luontaistuotteina. Kalkkituotteet ovat perustana muun teollisuuden ja tuotannon onnistumiselle. (Holm 2013.)

6.2 Kilpailijat

SMA Mineral Oy:n suurin kilpailija Suomessa on Nordkalk, joka myös valmistaa kalkkikivipohjaisia tuotteita. SMA Mineralin Kalkkimaan kaivoksen omia primäärisiä Cresco-tuotteita voidaan myös pitää kilpailijana Röyttän tehtaan Kalkmix-sivutuotteille. Tuotteet kilpailevat samoilla markkinoilla ja ne korvaavat toisiaan. (Holm & Vuori 2016.)

Kaikkia sivutuotevirtoja, kaikilta alueen tehtailta, olisi hyvä saada hyödynnettyä jollain tavalla ja tuotteita myytyä eteenpäin käyttökohteisiin. SMA Mineral Oy:n olisi kannattavaa myydä vain Kalkkimaan Cresco Normal ja Cresco Special-tuotteita alueen kalkkitarpeisiin, mutta Kemi-Tornio-alueella on myös muiden tehtaiden sivutuotteita kuten PCC laitoksen jätekalkkia sekä ylijäänyttä meesaa sellutehtailta. Lisäksi SMA Mineralilla on tarjota Röyttän kalkkitehtaan Kalkmix-tuotteita. (Marttala 2016.)

Sivutuotteiden osalta uutta kilpailua syntyy kun uusia erilaisia symbioosituotteita eri materiaaleista kehitetään, tuotteistetaan ja tuodaan markkinoille. Varsinaista läpimurtoa sivutuotteille on vaikeaa saavuttaa. SMA Mineral Oy on esimerkiksi kokeillut huonosti poltetun kalkin ja biotiitin sekoittamista, mutta se ei onnistunut. Sivutuotteiden suuri määrä ja koostumuksen vaihtelu vaatii, että tuotteen käyttäjä on suuren mittaluokan kohde, jolloin vaihtelut tuotteen sisällä eivät vaikuttaisi suuresti käyttöprosesseihin. Röyttän kalkkiuunilla syntyvää suodatinpölyä yritetään kaupata maan stabilointiin Ruotsissa. (Marttala 2016.)

7 UUSIOMATERIAALIT JA NIIDEN TUOTTEISTAMINEN

7.1 Tavoitteet

Uusiomateriaaleja kutsutaan UUMA-materiaaleiksi. Valtakunnallisen UUMA2-hankkeen tavoitteena on edistää uusiomateriaalien käyttöä maanrakentamisessa. Neitseellisten luonnonvarojen käyttöä ja maanrakentamisen ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään. Tavoitteena on tuottaa tietoa ympäristölainsäädännön kehittämiseen, jotta lainsäädäntö tukisi uusiomaanrakentamista. (Jutila ym. 2015.)

Pohjois-Suomessa aluehankkeeseen osallistuivat SMA Mineral Oy ja SSAB Oy. Tavoitteena on selvittää SMA Mineral Oy:n UUMA-materiaalien hyötyjä ja niiden mahdollisia hyödyntämiskohteita. Samalla selvitettiin kaivoskohteiden kiinnostus hyödyntää SMA Mineral Oy:n tuotteita. (Jutila ym. 2015.)

7.2 Uusiomateriaalien hyödyntäminen

Maanrakentamisessa käytettäviä kiviaineita voidaan korvata monilla uusiomateriaaleilla, joita voidaan saada myös teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä. Niitä voidaan käyttää joko sellaisenaan tai komponentteina korvaamassa neitseellisiä kiviaineita. Niillä voidaan parantaa maanrakennusaineiden ominaisuuksia. Esimerkiksi Suomessa käytetään vuodessa 100 miljoonaa tonnia kiviaineita rakentamiseen. Luonnon kiviaineiden käyttö on noin 70 – 80 miljoona tonnia. Maa-ainesten väheneminen ja loppuminen joillain alueilla luo paineita uusille ratkaisuille kiviaineksen saannille ja sen turvaamiselle. Uusiomateriaalien käyttö edistää materiaalitehokkuutta ja sen avulla vähennetään neitseellisten luonnonvarojen käyttöä. Myös kuljetusten tarvitsemaa energian kulutusta voidaan vähentää. (Jutila ym. 2015.)

UUMA-materiaalien hyötykäyttö maanrakentamisessa edellyttää lupa- tai rekisteröintimenettelyä ympäristölainsäädännön osalta. Materiaalien hyötykäyttö on kuitenkin jätelain (646/2011) mukaista toimintaa. Lain mukaan ensin on toteutettava syntyneiden jätteiden uudelleenkäyttö ja toisella sijalla on niiden kierrätys.

Jos kierrätys ei ole mahdollista, jätteet voidaan hyödyntää muulla tavalla, esimerkiksi energiana. Viimeisenä vaihtoehtona on jätteen loppukäsittelyn toteutus. (Juttila ym. 2015.)

7.3 Tuotteistaminen

Tuottamisella sivu- ja jäännösvirrat muutetaan sivutuotteiksi tai jätevirrat jalostetaan tuotteeksi tai tuotteenomaiseksi raaka-aineeksi. Tuotteistamisella pyritään parantamaan uusiomateriaalien laatua. Myös käyttäjien tietoutta ja hyötykäytön esteitä pyritään poistamaan tuotteistamisella. Tavoitteena on hyötykäytön lisääminen. Tuotteistamisessa erilaiset aineet ja materiaalivirrat pyritään saamaan jätelainsäädännön ulkopuolelle tuotesäätelyyn. Tuotteistetun materiaalin valmistukseen sekä käyttöön sovelletaan REACH-asetusta ja kemikaalilainsäädäntöä. (Juttila ym. 2015, 4.)

EU:n jätedirektiivissä on menettelyt, joilla voidaan tulkita milloin jätevirtaan kuuluva jäte ei ole enää jätettä. EY-tuomioistuimen ratkaisujen pohjalta on kehitetty sivutuotekriteerit. Jätelakiin jätedirektiivi on kirjattu sellaisenaan. Jätteiden tuotteistamisen vaihtoehtona on jätteiden hyödyntäminen MARA-asetusten mukaisella ilmoitusmenettelyllä. Tuotteen on oltava turvallinen sille osoitetussa käyttökohteessa. Tuotteistaminen ei poista laadunvalvonnan tarvetta. Se kuitenkin parantaa niiden asemaa markkinoilla. (Juttila ym. 2015, 4.)

Jätelain 5 §:n mukaan aine tai esine ei ole jäte vaan sivutuote, jos se syntyy sellaisessa tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole tämän aineen tai esineen valmistaminen, ja aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus. Ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sen jälkeen kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti ja jos se syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana sekä täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset, eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Juttila ym. 2015, 4-5.)

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä jätelajeittain siitä, milloin aine tai esine ei ole enää jätettä, jos se on läpikäynyt hyödyntämistoimen. Aineella tai esineellä on selkeä käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti ja sillä on markkinat tai kysyntää. Se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen ja sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Jutila ym. 2015, 4-5.)

Ympäristöverot kohdentavat ympäristöä rasittavien haittojen kustannukset niiden aiheuttajille. Ympäristöveromekanismeilla voidaan oikaista vääriä markkinoiden hintasignaaleja sisällyttämällä ympäristökustannukset hintoihin. Ympäristöveromallien haasteena on tasapuolisuuden ja kilpailuneutraaliteetin sekä veron todellisen vaikuttavuuden varmistaminen. Suunniteltaessa verotusta joudutaan ottamaan huomioon ekologiset vaikutukset sekä myös taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset. (Jutila ym. 2015, 5.)

Jäteverolla pyritään vähentämään kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrää ja edistämään jätteen hyödyntämistä. UUMA-materiaaleista jäteveron alaisia ovat polton tuhkat ja kuonat, metalliteollisuuden kuonat sekä rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet. Veron ulkopuolella ovat rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät maa- ja kiviainekset, mineraalien hyödyntämisessä, louhimisessa, fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet. (Jutila ym. 2015, 5-6.)

Maa-ainesveron suunnittelussa, mahdollisuuksissa ja tarkoituksenmukaisuudessa määrittelyssä on hankaluuksia. Ympäristölupiin liittyvä hallinnollinen taakka voi hidastaa ja vaikeuttaa kierrätyskiviainesten ja uusiomateriaalien hyödyntämistä. Veron ohjausvaikutus voisi johtaa kierrätyksen lisääntymiseen ja materiaalien tehokkaampaan käyttöön. Maa-aineslaki ei säätele kaivostoimintaa. (Jutila ym. 2015, 6.)

Taulukossa 8 on esitetty SMA Mineral Oy:n UUMA-tuotteet, niiden muodostuminen, tuotteiden käyttömäärät ja käyttökohteet. (Jutila ym. 2015, 46.)

Taulukko 8. SMA Mineral Oy:n sivutuotteet ja niiden hyödyntäminen.

Tuote	Muodostuminen	Käyttökohteet	Käyttömäärä
Cresco Normal Mg 10 %:a, 0-3 mm	5 000 - 10 000 t/a	maanparannus	n. 5 000 - 7000 t/a
Kalkmix Mild	ei enää muodostu	tällä hetkellä ei juurikaan	
Kalkmix Normal	3 000 - 10 000 t/a	maanparannus	5 000 - 7 000 t/a
Kalkmix Quick	vaihtelee	maanparannus, pH:n säätö	
Kalkmix Special	6 000 t/a	maanparannus, tuhkien rakeistus	1 000 - 2 000 t/a
Kalsiitti 0-15 mm	25 000 - 30 000 t/a	hyödynnetään omassa toiminnassa	

SMA Mineralin materiaaleja voidaan todennäköisesti hyödyntää kaivoksissa ympäri Suomea. Kaivoksilla on tarvetta neutraloiville materiaaleille sellaisissa paikoissa, joissa kaivannaisjätteet muodostavat happoa. Uuma-materiaalien hyödyntämismahdollisuuksia tutkitaan ja viedään eteenpäin tulevaisuudessa erilaisissa tutkimus- ja kehityshankkeissa sekä SMA Mineral Oy:ssä ja Suomessa teollisuudessa yleensä. (Jutila ym. 2015, 33.)

7.4 Rakeistaminen

Erilaisia rakeistamistapoja ovat briketointi, pelletointi, hienon aineksen ja tuhkan rakeistus. Ilman niitä hienojakoisten sivutuotteiden hyödyntäminen olisi vaikeaa tai mahdotonta. Teollisuudessa on suuret määrät sivutuotteita tai hyödynnettävissä olevia jätestatuksella olevia materiaaleja. Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan alueella niitä ei ole hyödynnetty mitenkään. Sama hyödyntämistarve on myös maanlaajuisesti ja kansainvälisesti monille sivutuotteille. EU:n jätestrategian mukainen kansallinen jätestrategia edellyttää parannusta tähän tilanteeseen. Toimintaa muuttaa tulevaisuudessa uudenlainen kansallinen jäteverotus. (Roininen 2015, 1.)

Uudenlainen jäteverotus on muuttanut sivuvirtojen hyödyntämistoiminnan kannattavammaksi. Tämä antaa mahdollisuuden perustaa uudenlaista yritystoimintaa ja teollisten poisteiden tehokkaan hyödyntämisen sekä tukee kestävästä kehitystä. Rakeistaminen on todettu jo aikaisemmin monissa tutkimuksissa yhdeksi perusedellytykseksi, jotta suuri osa sivutuotteista voidaan tuottaa. Suurimpia esteitä sivuvirtojen hyödyntämiselle on ollut lupamenettelyn hitaus ja sivutuotteiden luokittelu jätteiksi. Sivutuotteet voidaan jatkossa luokitella tuotteiksi, eikä niiltä vaadita hyödyntämistä hidastavaa jätteiden lupakäytäntöä. (Roininen 2015, 1.)

Rakeistustoimintaa on tarkoitus edistää Suomessa tuottamalla rakeisessa muodossa olevista sivutuotteista uusia tuotteita. Sovellusaloina voivat olla esimerkiksi metsien ekologisempi lannoitus, erilaisten vesien ravinteiden talteenotto sekä tie- ja maanrakennus. Sivutuotteista voidaan kehittää symbioosituotteita, joilla säästetään luonnonvaroja sekä turvataan primääriset ja neitseelliset raaka-aineet. Tällä tavalla luodaan uutta liiketoimintaa eri aloille. Rakeistukseen liittyvistä selvityksissä ja tutkimuksissa on tarkoituksena saada tutkimustuloksia lainsäädännön ja päätöstentien pohjaksi. Tämän jälkeen uusia tuotteita voidaan hyväksyttää. (Roininen 2015, 1-2.)

Raaka-ainevarantojen omistajat Kemi-Tornio seudulla sekä Oulun ja Rovaniemen seudulla voivat saada vakaammat markkinat sivutuotteiden uudelle hyödyntämiselle. Sivuvirroista kehitettävien tuotteiden kohderyhminä ovat olleet metsän omistajat, bioenergiantuotanto, maanviljelijät, vesilaitokset, vesien suojelelutahot, turvetuottajat, viljelijät. Eri alojen ihmiset ja viranomaiset saavat tietoa projektista, jotta lainsäädäntöä voidaan muuttaa. (Roininen 2015, 2.)

Rakeistustoiminnan vaikutus kestävästä kehityksestä on merkittävä. Hyötynä on käytössä olevien tuotteiden hiilijalanjäljen vähentäminen, kun uusia vähemmän hiilidioksidia tuotannossa aiheuttaneita tuotteita verrataan kilpaileviin tuotteisiin samanlaisilla ominaisuuksilla. Pitkällä aikavälillä Suomeen voitaisiin saada hiili-neutraali yhteiskunta. Orgaanisen materiaalin käytöllä symbioosituotteissa säästetään luonnonvaroja sekä turvataan primääristen lannoitteiden riittävyys maataloudelle. (Roininen 2015, 2.)

EU:ssa ja myös Suomessa on tärkeää kehittää omavaraisuutta ja kierrätystä tärkeiden ravinteiden osalta. Metsälannoitukseen saadaan kilpailukykyisiä ja toimivia tuotteita. Vesistöistä saadaan poistettua maatalouden aiheuttamaa typpi- ja fosforikuormaa. Happamien alunmaiden kasvuedellytyksiä voidaan parantaa emäksisellä jättepohjaisella biotuhkatuotteella. SMA Mineral Oy:n materiaalivirrat ovat olleet käytössä rakeistusprojektin alkuvaiheen selvitysten tuloksena. (Roininen 2015, 5-6.)

7.5 Kiertotalouden ajattelumallit

Suomelle ja suomalaisille yrityksille kiertotalous on suuri mahdollisuus. Kiertotalous on talouden uusi malli, jossa materiaalit ja niiden arvo kiertävät. Kiertotaloudella tarkoitetaan sellaista taloutta, jossa resurssien käyttö suunnitellaan kestäväksi. Kiertotalous voi tarjota Suomelle 1,5 – 2,5 miljardin euron kasvupotentiaalin vuodessa. Globaalisti markkinoiden arvoksi on laskettu yli 1000 miljardia euroa. (Sitra 2014.)

Talouden jätevirtoja seurataan, minimoidaan ja poistetaan siten, että tuotteet ja materiaalit kiertävät eivätkä vain kulu. Esimerkiksi tuotteiden materiaaleihin ei lisätä aineita, jotka voisivat estää kierrättämisen tuotteiden elinkaaren lopussa. Tuote voidaan suunnitella niin, että materiaalit voidaan erotalla elinkaaren lopussa. (Sitra 2014.)

Kiertotalous pyrkii myös nojaamaan uusiutuvaan energiaan ja se menee tavaroiden ja palveluiden tuotantoa sekä kulutusta syvemmälle. Taloudessa järjestelmät on usein luotu suoraviivaiseksi tuotannosta kulutukseen ja hävittämiseen. Tuotteet ja tuotanto on rakennettu vain ensimmäistä käyttöä varten. Kierrätys on ollut erillään tuotannosta. Materiaalien kulutuksella ja käytöllä on eroa kiertotalouden näkökulmasta. Kulutuksen kautta materiaalit päätyvät jätteiksi. Kiertotaloudessa pyritään siihen, että materiaaleja ja resursseja käytetään tehokkaammin ja jätteen määrä vähenee. (Sitra 2014.)

7.6 Kiertotalouden hyödyt yrityksille

Kiertotaloudessa on kolme keskeistä kohtaa, jotka ovat tuotannon materiaalihokkuuden puutteet. Siinä on pitkälti kyse siitä, kuinka tehokkaasti tuotannossa käytettävät raaka-aineet hyödynnetään lopputuotteisiin ja kuinka pieni osa menee tuotannossa hukkaan. Toisena kohtana on taloudellisesta toiminnasta syntyvän jätteen menetetty arvo, jossa kulutuksen ja käytön jälkeen iso osa materiaalista päätyy jätteeksi. Jätteessä on raaka-aine ja käyttöarvoa jotka voivat mennä hukkaan. Kolmantena kohtana on materiaalin kierrätys liian matala-arvoisen kierron kautta, jossa kierrätys nähdään usein vain raaka-aineen kierrättämisenä. Kuitenkin kun tuote kierrätetään uusiokäyttöä tai uudelleenvalmistamista varten, kierrätys säilyttää suuremman osan tuotteen arvosta talouden kierrossa. (Sitra 2014.)

Suomen taloudessa on muutamia erityislaatuista piirteitä ja ne vaikuttavat suuresti kiertotalouden mahdollisuuksiin yhteiskunnassamme. Suurin osa Suomessa tuotetuista raaka-aineista päätyy lopulta jatkojalostuksen jälkeen ulkomaille, esimerkiksi paperi- ja kaivosteollisuudessa. Kulutustavaroista vain ruokaa tuotetaan pääasiassa kotimaassa. Teollisuuden toiminta on selkeästi keskittynyt aineettomaan osaan arvoketjua ja tuotantoa on siirretty ulkomaille. (Sitra 2014.)

Kaivosteollisuudessa ja rakentamisessa suurin osa jätteistä on kaivamisesta syntyvää mineraalia. Se joko läjitetään tai sitä käytetään maarakennusaineena. Muilla aloilla suurin osa jätteestä Suomessa kierrätetään tai poltetaan energiaksi. (Sitra 2014.)

Kiertotalouteen liittyviä kehitettäviä asioita yritykselle voisivat olla tuotannon ja tuotteiden suunnitteluosaaminen, uudet liiketoimintamallit, käänteisen logistiikan sekä kierron suunnitteluosaaminen sekä sektorien välisen yhteistyön edistäminen. Jotta näiden osa-alueiden hyödyntäminen ja muutos olisi mahdollista, yrityksen on tärkeää suunnitella tuotteensa niin, että kiertotalouden toimintamallit ovat mahdollisia. Tämä usein edellyttää liiketoimintamallien uudistamista ja innovointia kiertotalouden suuntaan. (Sitra 2014.)

Suomessa kiertotalouden mahdollisuuksia on sivuvirtojen hyödyntämisessä. Teknologian kehitys on usein suurin hidaste uusien tuotteiden kannattavuuden ja uuden liiketoiminnan mahdollistamiselle. Myös sääntely, esimerkiksi tuhkan kohdalla, rajoittaa mahdollisuuksia. Kokonaisvaltainen muutos kiertotalouden suuntaan vaatii laajemman, varsinaiseen toimintamalliin kohdistuvan vision. Olenaista on se, miten tuotteen valmistaminen, käyttö ja uudelleenkäyttötavat voivat yhdessä muuttaa liiketoimintamallia kiertotalouden suuntaan. (Sitra 2014.)

7.7 Teollisuuden sivuvirrat Kemi-Tornio alueella

Kemin Digipoliksessa on käynnissä hanke, joka kartoittaa teollisuuden sivuvirtoja ja selvittää alueen liiketoimintapotentiaalin laajempia hyödyntämismahdollisuuksia. Hankkeen tavoitteena on ollut löytää liiketoimintapotentiaalia omaavia sivuvirtoja ja etsiä niille hyödyntämismahdollisuuksia sekä löytää toimijat kehittämään niistä uutta liiketoimintaa. (Kemin Digipolis 2016.)

Hankkeen konkreettisimpiä toimenpiteitä ovat olleet tuotannossa syntyvien sivu- ja jätevirtojen dokumentointi kemiallisien ja fysikaalisten ominaisuuksien osalta, sivu- ja jätevirtojen hyödynnettävyyden analysointi, potentiaalisten hyödyntämis-kohteiden määrittely ja etsintä, toimijoiden kartoitus ja aktivointi sekä markkina-, teknologia- ja logistiikkaselvitykset. Kalkkiteollisuudessa, Röyttän kalkkitehtaassa, SMA Mineralin kalsiumpohjaisissa virroissa on runsaasti hyödyntämispotentiaalia. (Kemin Digipolis 2016.)

7.8 Liiketoimintatilanteen analysointi

SMA Mineralin Oy:n Röyttän kalkkitehtaan tuotteisiin liittyvää liiketoiminnan nykytilaa voisi hahmottaa esimerkiksi kuviossa 1 esitetyn liiketoimintastrategian mukaisesti. (Training Center – Spiral Business Service Oy 2016).



Kuvio 1. Liiketoimintatilanteen analysointi

Liiketoiminnan analysoinnin perusteella voidaan selvittää toteutettavan liiketoimintamallin kokonaiskuva ja voidaan tunnistaa tulevaisuuden liiketoimintavaati-
mukset. Liiketoiminta-ajurien tunnistamisen jälkeen voidaan luoda uusi liiketoimintamalli ja tarvittavat liiketoimintarakenteet. Liiketoiminnan muutos voidaan ennakoida ja hahmottaa tulevaisuuden liiketoimintapotentialiaali. (Training Center – Spiral Business Service Oy 2016.)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Liiketoiminnan kehittäminen

SMA Mineral Oy:n sivutuotteisiin liittyvää liiketoimintaa olisi mahdollista kehittää erilaisten uusien sivutuotteiden hyödyntämistä kartoittavien liiketoimintamallien, tuotteistamisen ja tuotteiden erityisen kohdentamisen avulla, mikä on jo toteutunutkin Kalkmix ja Cresco tuoteperheiden myötä. Tuotekehitys ja yhteistyö eri tuotantolaitosten välillä ovat SMA Mineral Oy:llä tärkeässä roolissa. Uusien symbioosituotteiden löytäminen voi luoda uutta liiketoimintaa yritykselle.

Liiketoimintamallissa on tärkeää löytää liiketoiminnan keskeiset menestystekijät sekä niiden väliset riippuvuussuhteet, joilla luodaan arvoa asiakkaille. Jätelain vaatima etusijajärjestys saadaan myös toteutettua mahdollisimman hyvin.

Liiketoimintamalliin kuuluu myös yrityksen sisäisten voimavarojen ja resurssien kartoitus. Strategiset tavoitteet, kustannusrakenne ja ansaintamalli ohjaavat toimintaa ja luovat rajat sille. Liiketoimintamallin pohjalta voidaan luoda tarkemmat suunnitelmat ja laskelmat sekä tehdä liiketoimintasuunnitelmia sivutuotteiden hyödyntämisen osalta.

8.2 Tiedottaminen ja markkinointi

Kuluttajille ja yrityksille tiedottaminen kaikista sivutuotteista, niiden käyttötavoista sekä käyttökohteista on erittäin tärkeää. Kohderyhmille voidaan luoda toimivat jakelu- ja palvelumallit. Jos jokaiselle sivutuotteelle saataisiin kartoitettua omat erityiset käyttökohteet ja säännöllistä menekkiä, sivuvirrat voitaisiin hyödyntää entistä paremmin ja markkinat vetäisivät. Markkinoiden kartoitusta ja seurantaa on hyvä tehdä säännöllisesti.

SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaan sivutuotteet ja Kalkkimaan primäärituotteet korvaavat toisiaan markkinoilla ja vaikeuttavat toistensa menekkiä. Muiden tehtaiden ja selluteollisuuden sivutuotteet kilpailevat myös samoilla markkinoilla. Sivutuotteita syntyy suuria määriä vuodessa, joten käyttökohteiden löytäminen niille on tärkeää.

8.3 Kuljetukset

Asiakkaiden ja käyttökohteiden kartoittaminen jokaiselle tuotteelle voisi auttaa hahmottamaan, olisiko tuotteille käyttöä ja voisiko sivutuotteita mahdollisesti kuljettaa Suomeen tai muualle Eurooppaan hyödynnettäväksi. Silloin pystytään selvittämään millä kuljetustavalla tuotteen kuljetus olisi kannattavaa ja toimisi parhaiten. Laivakuljetuksille olisi löydettävä tarpeeksi iso kohde, jonne pystyttäisiin kuljettamaan tuotteita järkevällä aikataululla.

Kuorma-autoilla sivutuotteita saadaan vietyä nopeasti ja täsmällisesti asiakkaille ja jälleenmyyjille. Laivalla ja junalla tuotteita voidaan kuljettaa suurempia määriä kerralla, mutta huomattavasti hitaammin. Myös rahtimaksut eri kuljetustavoilla vaikuttavat suunniteltaessa tuotteiden kuljetuksia. Tällä hetkellä SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaalta toimitetaan laivalla uunille kelpaamatonta alitekalssiä Vaasaan jälleenmyyjille.

8.4 Kehittämishankkeet

Teollisuuden sivuvirtoja ja uusia symbioosituotteita kartoittavat erilaiset tutkimus- ja kehityshankkeet ovat tärkeässä roolissa Suomen teollisuuden kehityksen ja tuotannon jatkuvuuden varmistamisessa sekä tiedonkeräämisessä lainsäädännön muutoksia varten.

SMA Mineral Oy on omalta osaltaan mukana näissä hankkeissa Kemi-Tornio alueella.

9 POHDINTA

Sivutuotteiden hyödyntäminen on kalkkikivialalla vaikeaa. Tuotanto ja kysyntä eivät aina kohtaa. Sivutuotteita syntyy Røyttän tehtaalla suuria määriä vuodessa ja määrä tulee vain lisääntymään tulevaisuudessa, kun tuotantomääriä pyritään nostamaan. Kalkkikivituotteita tarvitaan teollisuudessa niin monessa paikassa, että kysyntää vanhoille kalkkikivituotteille sekä myös uusille symbioosituotteille voisi löytyä.

Jäte- ja ympäristölainsäädäntö, tuotelainsäädäntö ja sääntely omalta osaltaan luovat haasteita yrityksille. Tuotantokulut todennäköisesti nousevat lähitulevaisuudessa. Lainsäätäjillä on iso rooli sivutuotteiden hyödyntämistä ja yritysten kannattavaa liiketoimintaa sekä koko yhteiskuntaa ja Suomen kestävä kehitystä ajatellen. Tutkimus ja kehityshankkeista saadaan tärkeää tietoa lainsäätämistä varten.

Uusien liiketoimintamallien rakentaminen ja sivutuotteiden tuotteistaminen on tärkeää tulevaisuutta ajatellen. Sivuvirtojen hyödyntämisellä saadaan läjitettävän ja loppusijoitettavan materiaalin määrä vähenemään huomattavasti. Jäteverotus on muuttanut sivuvirtojen hyödyntämistä kannattavammaksi. Suurimpia esteitä sivuvirtojen hyödyntämiselle ovat olleet lupamenettelyn hitaus ja sivutuotteiden luokittelu jätteiksi. Sivutuotteet voidaan jatkossa luokitella tuotteiksi, eikä niiltä vaadita hyödyntämistä hidastavaa jätteiden lupakäytäntöä.

Poltetut ja osittain poltetut kalkit lasketaan mukaan päästökauppaan. Niiden tuottaminen aiheuttaa kustannuksia, sillä ilmaisjaossa saadut päästöoikeudet eivät enää riitä normaalituotannolla. Sivutuotteet on myös kirjattu tietynlaisella varastoarvolla yhtiön kirjanpitoon. Jos sivutuotteet olisivat määritelty kaivannaisjätteiksi, ne eivät olisi jäteverollisia.

Sivuvirtojen hyödyntämiselle pyritään löytämään uusia käyttökohteita, asiakkaita, toimijoita alalle sekä aktivoida heidät toimimaan sivutuotteiden hyödyntämisen, tuotekehityksen ja tuotannon suunnittelun edistämiseksi. Vuosien ja kymmenien vuosien aikajänteellä kalkkikiven käyttö tulee todennäköisesti lisääntymään, joten

sivutuotemäärät tulevat vain kasvamaan. Kalkkikivi on teollisuuden tärkeimpiä materiaaleja. Kalkkikivituotteilla mahdollistetaan kaiken muun teollisuuden tuotannon onnistuminen.

Opinnäytetyön tekemisen aikana selvisi, että SMA Mineral AB:n Stucksin kalsiittilouhoksen ympäristöluvalle on saatu kielteinen päätös, joten sieltä ei voida jatkossakaan tuoda kalkkikiveä Röyttään. Raaka-aineen saatavuus on kallista ja sitä on tuotava kaukaa laivalla. Tuotantokulut todennäköisesti kasvavat tulevaisuudessa Röyttän tehtaalla.

Opinnäytetyössä kartoitettiin SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaan pää- ja sivutuotteiden syntyprosesseja, käyttökohteita, kuljetuslogistiikkaa ja sivutuotteiden erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia. Tavoitteena oli myös selvittää uusia liiketoiminnan kehittämismahdollisuuksia sivutuotteiden osalta. Näiden asioiden osalta opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin. Käytännössä sivutuotteiden kysyntä, lainsäädäntö ja yrityksen käytettävissä olevat resurssit sekä strategiat sanelevat sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksia tulevaisuudessa. Sivutuotteiden hyödyntämistä on mietitty hyvin pitkälle ja tutkimustyötä tehdään käyttökohteiden ja käyttäjien löytämiseksi niille.

Jatkossa tutkimusta voitaisiin tehdä uusista symbioosituotteista. Aiheina voisivat olla myös tuotannon suunnittelu tai varastoinnin ja kuljetuslogistiikan parantaminen. Tutkimusta voitaisiin tehdä Röyttän kalkkitehtaan kunnossapitostrategioista ja kunnossapidon kehittämisestä tulevaisuudessa, esimerkiksi erilaiset kunnossapitoon liittyvät laitteet ja tekniikka kehittyvät jatkuvasti. Tutkimusaiheena voisi olla esimerkiksi se, millaisia tuotteita on mahdollista luoda erilaisista komponenteista, joissa yhtenä komponenttina käytetään kalkkikiveä. Tutkia voisi esimerkiksi SMA Mineralin Oy:n UUMA-materiaalien hyötyjä ja niiden mahdollisia hyödyntämiskohteita. Tutkimuksen aiheena voisi olla myös, millaisille kalkkikivi ja symbioosituotteille teollisuudessa on tarvetta. SMA Mineral Oy on esimerkiksi kokeillut huonosti poltetun kalkin ja biotiitin sekoittamista, muuta se ei onnistunut. Sivutuotteiden suuri määrä ja koostumuksen vaihtelu vaatii, että tuotteen käyttäjä on suuren mittaluokan kohde, jolloin vaihtelut tuotteen sisällä eivät vaikuttaisi suuresti käyttöprosesseissa.

LÄHTEET

- Frant, A. 2011. VKU2:n kalkin injektointilinjan tarkoituksenmukaisuuden tarkastelu. Viitattu 5.7.2016. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29329/Frant_Aleksi.pdf?sequence=1
- Hannukainen, H. 2015. Torniossa alkaa jättiseisokki-koko Röyttä voi kadota hetkeksi vesihöyryyn. Yle 27.5.2015. http://yle.fi/uutiset/torniossa_alkaa_jattiseisokki_koko_roytta_voi_kadota_hetkeksi_vesihoyryyn/8018643
- Holm, J. 2013. Kaivannaisjätteiden karakterisoinnista tuoteryhmäksi – Case kalkinpolton sivuvirrat. SMA Mineral Oy.
- Holm, J. & Vuori, S. 2016. Laatu- ja ympäristökoordinaattori. Käyttöpäällikkö. Opinnäytetyöpalaveri, SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehdas, Tornio, 29.6.
- Holm, J., Marttala, V. & Vuori, S. 2016. Laatu- ja ympäristökoordinaattori. Myyntijohtaja. Käyttöpäällikkö. Opinnäytetyöpalaveri, SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehdas, Tornio, 23.8.
- Jutila, T., Karjalainen, N., Koikkalainen, K., Sassi, Päckilä, P. & Uimarihuhta, H. 2015. Pohjois-Suomen UUMA2 – aluehanke. Materiaalituottajien selvitys, 1-34.
- Kemin Digipolis 2016. Palvelut. Kehittämisohjelmat. Viitattu 22.7.2016. <http://www.digipolis.fi/palvelut/innovaatio-ja-kehityspalvelut/kehittamisohjelmat.html>
- Kouki, K. 2015. Luotettavuuskeskeisen kunnossapitomenetelmän soveltaminen valkooliivien valmistukseen. Viitattu 5.7.2016. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97735/Kouki_Kalle.pdf?sequence=1
- Marttala, V. 2016. Opinnäytetyö. Sähköposti Timo.Rapakko@edu.lapinamk.fi 4.8.2016. Tulostettu 4.8.2016.
- Meskanen, S. & Toivonen, P. 2016. ValuAtlas – Valimotekniikan perusteet. Rautametallien sulatuksen raaka- ja apuaineet. Viitattu 4.7.2016 http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/vtp_sulatus_aineet.pdf
- Roininen, J. 2015. Rakeistaminen avartaa ekologisuutta. Loppuraportti, 1-6. Oulun Yliopisto.
- Training Center – Spiral Business Service Oy. 2016. Teollisuuden palveluliiketoiminta. Liiketoimintatilanteen nykytila-analyysi. Viitattu 13.8.2016 <http://spiral-training.fi/course/category.php?id=3>
- Sitra 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. Viitattu 22.7.2016. <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia84.pdf>

SMA Mineral Oy 2007. Kalkki ja kalkkikivi, 7-26.

SMA Mineral Oy 2010a. Käyttökohteet. Maatalous. Viitattu 15.7.2016. <http://www.smamineral.fi/Käyttökohteet/Maatalous/KASVINVILJELY.aspx>

SMA Mineral Oy 2010b. Käyttökohteet – Rakentaminen. Asfaltti. Viitattu 15.7.2016. <http://www.smamineral.fi/Käyttökohteet/Rakentaminen/ASFALTTI.aspx>

SMA Mineral Oy 2010c. Käyttökohteet – Teollisuus. Kaivoksille ja metalleille. Viitattu 13.7.2016. http://www.smamineral.fi/Käyttökohteet/Teollisuus/KAIVOKSILLE_JA_METALLEILLE.aspx

SMA Mineral Oy 2010d. Käyttökohteet – Teollisuus. Paperi ja selluloosa. Viitattu 5.7.2016. http://www.smamineral.fi/Käyttökohteet/Teollisuus/PAPERI_JA_SELLULOOSA.aspx

SMA Mineral Oy 2011. Logistiikka. Viitattu 18.7.2016. <http://www.smamineral.fi/Logistiikka.aspx>

SMA Mineral Oy 2014. Kartta. Viitattu 16.6.2016. http://www.smamineral.fi/SMA_Mineral/Kartta.aspx

SMA Mineral Oy 2015. Tarina. Viitattu 16.6.2016. http://www.smamineral.fi/SMA_Mineral/Tarina.aspx

SMA Mineral Oy 2016a. AloitUS. Viitattu 16.6.2016. <http://www.smamineral.fi/>

SMA Mineral Oy 2016b. Röyttän kalkkitehtaan ympäristöluvan tarkistamishakemus, 1-31.

LIITTEET

- Liite 1. Kuva 3. Kosteaa kalsiitti.
- Liite 2. Kuva 4. Kalkmix Special.
- Liite 3. Kuva 5. Kalkmix Mild.
- Liite 4. Kuva 6. Kalkmix Quick
- Liite 5. Kuva 7. SMA Mineral Euroopassa.
- Liite 6. Kuva 8. Raaka-ainesilo. SMA Mineral Oy: Tornion Röyttän kalkkitehdas.
- Liite 7. Kuva 9. Maerz kaksoiskuilu-uuni. SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas.
- Liite 8. Kuva 10. Lopputuotesilo. SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas.

Liite 1.



Kuva 3. Kostea kalsiitti.

Liite 2.



Kuva 4. Kalkmix Special.

Liite 3.



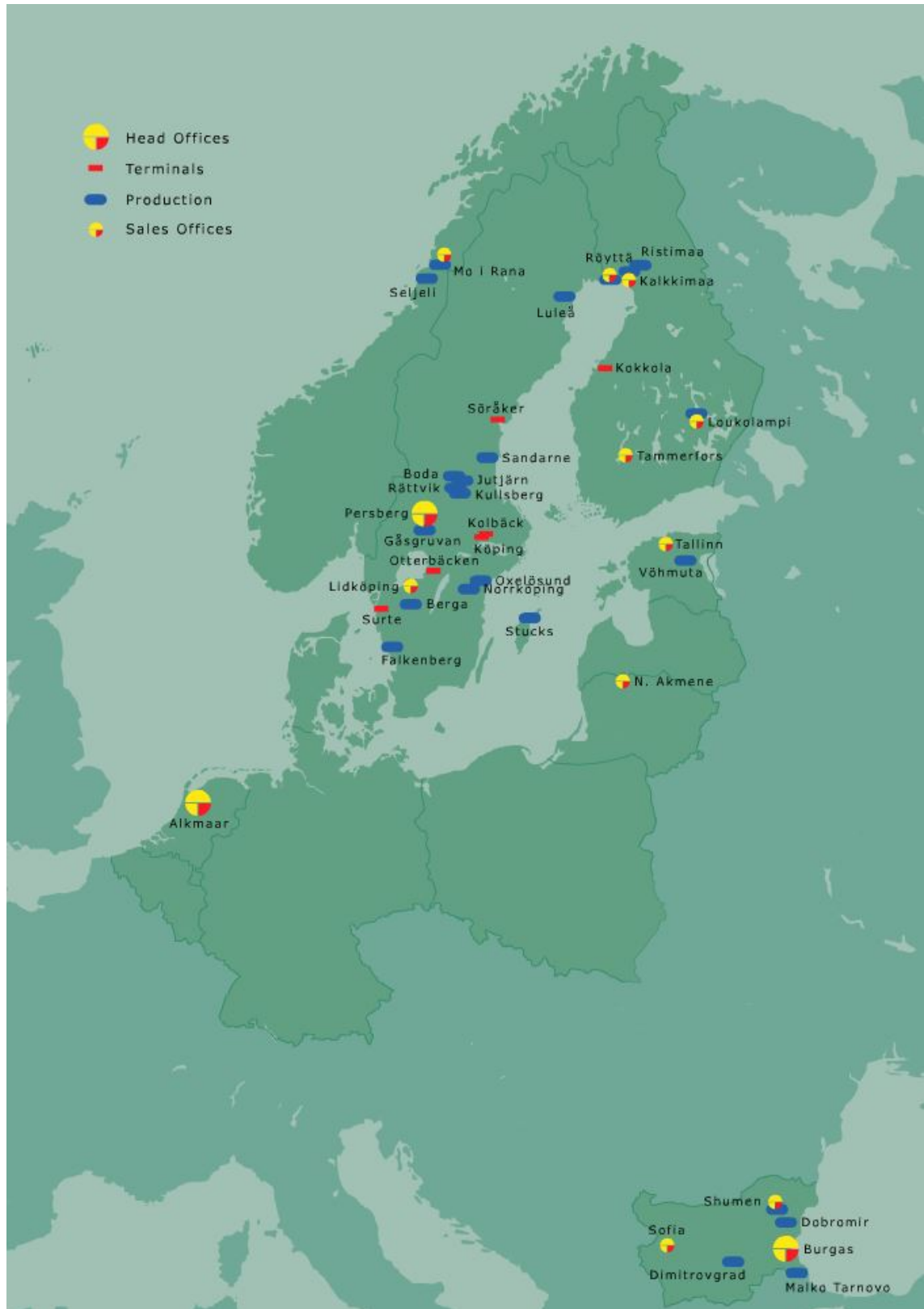
Kuva 5. Kalkmix Mild.

Liite 4.



Kuva 6. Kalkmix Quick.

Liite 5.



Kuva 7. SMA Mineral Euroopassa

Liite 6.



Kuva 8. Raaka-ainesilo. SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas.

Liite 7.



Kuva 9. Maerz kaksoikuilu-uuni. SMA Mineral Oy:n Tornion Rönttän kalkkitehdas.

Liite 8.



Kuva 10. Lopputuotesiilo. SMA Mineral Oy:n Tornion Röyttän kalkkitehdas.