

Joel Kantoniemi

VALIMON SUODATINPÖLYN UUSIOKÄYTTÖ

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma

2019

VALIMON SUODATINPÖLYN UUSIOKÄYTTÖ

Kantoniemi, Joel
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2019
Ohjaaja: Hannelius, Timo; lehtori, SAMK
Valvoja: Hakkarainen, Lasse; tehtaanjohtaja, Ulefos Oy
Sivumäärä: 25
Liitteitä:

Asiasanat: valimojätteiden hyötykäyttö, suodatinpölyn uusiokäyttö, terminen elvytys

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kartoitus Ulefos Oy:n Harjavallan valimon toiminnasta syntyvien valimojätteiden, erityisesti kaatopaikalle kelpaamattoman suodatinpölyn uusiokäytönmahdollisuuksista.

Valimon kupoliuunissa poltetusta hiilestä syntyvä savukaasu johdetaan suodattimiin, joihin kertyy runsaasti pölyä. Pöly sisältää hiiltä ja metalleja, jonka vuoksi se ei sellaisenaan kelpaa kaatopaikalle.

Tällä hetkellä suodatinpöly toimitetaan Fortumin Riihimäen käsittelylaitokselle, mutta muita vaihtoehtoja haluttiin kartoittaa. Tavoitteena oli löytää sekä ympäristön että kustannusten kannalta järkevin vaihtoehto.

Vaihtoehtoja lähdettiin yhdessä tilaajayrityksen sekä tämän työn ohjaajan kanssa ideoimaan, jonka jälkeen niiden kannattavuutta ja toteuttamismahdollisuuksia kartoitettiin erikseen uunikuonalle, valimohiekoille ja ongelmalliselle suodatinpölylle.

Kartoittamisessa kyseltiin Lassila & Tikanoja Oy:ltä mahdollisuutta jakeiden loppusijoitukselle. Myös hiekan osalta kartoitettiin mahdollisuutta lähettää hiekka elvytettäväksi ja palauttamista takaisin käyttöön. Myös muun muassa selvitettiin kuonan ja hiekan soveltuvuutta uudelleen käytettäväksi esimerkiksi tienrakennusmateriaalina.

Suodatinpölyn osalta järkevimmäksi vaihtoehdoksi jäi toisen toimijan etsiminen, joka voisi hyödyntää sitä. Kartoitettavat vaihtoehdot eivät lopulta täyttäneet annettuja kriteereitä. Hiekan terminen elvytys oli vaihtoehdoista paras erityisesti ympäristön kannalta. Kuonan uusiokäyttö tienrakennusmateriaalina oli mielenkiintoinen vaihtoehto, joka kuitenkin vaatii vielä lisäselvityksiä.

Tämä selvitystyö auttoi tilaajaa selventämään valimojätteiden käytölle realistisia vaihtoehtoja olemassa olevien käytäntöjen tilalle. Erityisesti ympäristövaikutuksia pidettiin tärkeinä kriteereinä yrityksen ympäristöpolitiikan mukaisesti.

REUSE OF FILTER DUST IN A FOUNDRY

Kantoniemi, Joel

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Energy and Environmental Technology

November 2019

Supervisor 1: Hannelius, Timo; Senior Lecturer, SAMK

Supervisor 2: Hakkarainen, Lasse; Plant Manager, Ulefos Co

Number of pages: 25

Appendices:

Keywords: foundry waste utilization, reuse of the filter dust, thermal resuscitation

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to explore options for waste resulting from the operation of the foundry. Especial attention was paid on filter dust not suitable for landfill.

The flue gas produced in the burning of coal in the foundry's cupola furnace is led into filters and this process produces large amounts of dust. The dust contains coal and metals, so it is not suitable for landfills.

At this moment the filter dust is delivered to Fortum's processing plant in Riihimäki. Producer would like to find out other options. The goal was to find the most suitable option with both the environment and costs.

It was decided to study separately utilization of furnace slag, foundry sand and the problematic filter dust.

Lassila & Tikanoja Oy was contacted to find out options for the final placement of the waste fractions. It was examined, if the foundry sand would be profitable to be regenerated and then reused. Also the suitability for road construction was explored.

The most viable option for filter dust was to find if there would be another actor, which could reuse the dust. The conclusion was that none of the options filled the criteria. Thermal resuscitation was the best option especially in the environmental point of view. Also reusing the slag for road construction seemed like an interesting option but would require some further study.

This thesis was made to help the foundry to explore the options for using the different types of waste to replace the prior practice. Especially the impacts on environment was considered to be important criterion due to the company's environmental policy.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELY.....	6
2.1	Ulefos Oy.....	6
2.1.1	Historia.....	6
2.2	Prosessi.....	8
2.2.1	Sulatus.....	8
2.2.2	Valu.....	8
2.2.3	Savukaasut.....	9
3	NYKYTILA.....	10
3.1	Suodatinpöly.....	10
3.2	Uunikuona.....	11
3.3	Valimohiekka.....	12
4	MENETELMÄVAIHTOEHDOT.....	14
4.1	Suodatinpöly.....	14
4.1.1	Oma hyödyntäminen.....	14
4.1.2	Hyödyntäminen muualla.....	15
4.1.3	Loppusijoitus.....	15
4.2	Uunikuona.....	15
4.2.1	Hyödyntäminen.....	15
4.2.2	Loppusijoitus.....	16
4.3	Valimohiekka.....	17
4.3.1	Uusiokäyttö.....	17
4.3.2	Hyödyntäminen muualla.....	18
4.3.3	Loppusijoitus.....	18
5	VAIHTOEHTOJEN ARVOTTAMINEN.....	19
5.1	Arvottamisperusteet.....	19
5.2	Pisteytys.....	20
5.2.1	Suodatinpöly.....	20
5.2.2	Uunikuona.....	21
5.2.3	Valimohiekka.....	21
6	YHTEENVETO.....	23
6.1	Tavoitteiden toteutuminen.....	23
6.2	Suosituksset.....	23
	LÄHTEET.....	24

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa vaihtoehtoja valimolta tulevien jätteiden hävittämiselle. Pääpainotus asetettiin suodatinpölylle, mutta tarkasteluun otettiin myös uunikuona ja valimohiekka. Sain toimeksiannon Ulefos Oy:n valimon silloiselta tehtaanjohtajalta Lasse Hakkaraiselta. (Hakkarainen henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2018.)

Valimolla haluttiin löytää ekologisempi vaihtoehto jätteiden hävittämiselle. Jätteiden uusiokäytöllä olisi myös mahdollista saada aikaan kustannus säästöjä. Valimolla on käytössä ISO 14001-standardin mukaisesti sertifioitu ympäristöjärjestelmä, jonka kannalta on myöskin hyvä kartoittaa vaihtoehtoja jätteenkäytölle. Ulefos Oy:n ympäristöpolitiikkaan kuuluu vastuunkantaminen ympäristöstä. Ulefos Oy pyrkii toiminnallaan vähentämään tuotettuja jätteitä ja päästöjä sekä ennaltaehkäisemään tapaturmia ja ympäristövahinkoja. Jätteet lajitellaan ja kemikaalit toimitetaan ongelmajätelaitokselle. Ympäristöpolitiikkaan kuuluu myös suorien logistiikkaketjujen suosiminen ja kierrätys ratkaisujen kehittäminen ja toteuttaminen. Ulefos Oy:n tavoitteina ovat oman toiminnan jatkuva kehittäminen sekä ympäristöhaittojen ennaltaehkäiseminen sekä pienentäminen. Tavoitteena on myös kehittää omilla ratkaisuilla asiakkaiden toimintaa ympäristöystävällisemmäksi. (Ulefos Oy www-sivut 2019; Hakkarainen 10.11.2018.)

Vaihtoehdot jaoteltiin jokaisen jätejakeen osalta kolmeen kategoriaan: loppusijoitukseen omiin hyödyntämismahdollisuuksiin ja hyödyntämiseen jossain muualla. Vaihtoehdoiksi kerättiin jo olemassa olevia menetelmiä, joista on jo jotain tutkimusta saatavilla. Vaihtoehtoja kartoitettiin yhdessä sekä tämän työn tekijän, työn tilaajan että työn ohjaajan kanssa.

Tavoitteena oli saada kerättyä olemassa olevia vaihtoehtoja ja arvioida niitä ja antaa arvioinnin perusteella suositus työn tilaajalle. Tarkoituksena oli kehittää valimon toimintaa ympäristöystävällisemmäksi, ympäristöpolitiikassa asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Ulefos Oy

Ulefos Oy:n valimo sijaitsee Harjavallassa ja sen omistaa Cappelen Gruppen. Ulefos Oy:ssä työskentelee 350 työntekijää ja sen liikevaihto vuonna 2018 oli 85 miljoonaa euroa. Valimolla työskentelee noin 40 henkilöä ja sen osuus liikevaihdosta on 8–9 miljoonaa euroa. (Ulefos Oy 2019.)

Valimon tuotantokapasiteetti on 7500–8000 tonnia ja valuja tulee vuodessa noin 250 000 kappaletta. Suuri osa tuotteista on kaivojen kansistoja (Kuva 1) ja teollisuuden alihankintavaluja. Tuotteet ovat painoltaan puolen ja 80 kilon väliltä. (Ulefos Oy 2019; Ulefos Oy www-sivut 2019.)



Kuva 1. Kaivon kansia (Ulefos Oy 2019).

2.1.1 Historia

Väinö Nieminen perusti Niemisen Valimon vuonna 1928 Harjavaltaan (Kuva 2). Vuonna 1936 rakennettiin uusi noin 100 neliön valimorakennus. Tuotanto oli kasvanut vuoteen 1947 mennessä 3000 tonniin vuodessa. Vuonna 1964 rakennettiin uusi 1440 neliön valimorakennus ja ensimmäinen kaavauskone tuli seuraavana vuonna. (Ulefos Oy 2019.)

Suomi Valimo osti Niemisen Valimo Oy:n vuonna 1984. Vuonna 1990 asennettiin savukaasujen suodatin ja vienti Ruotsiin alkoi 1994. ISO 9002 -standardi otettiin käyttöön vuonna 1996 ja uusi puhdistamorakennus 1999. (Ulefos Oy 2019.)

Vuonna 1999 Niemisen Valimo Oy liitettiin Ulefos NV AS konserniin. Seuraavana vuonna saatiin vesijäähdytteinen kupoliuuni. ISO 9001:2000 ja ISO 14001:1996 -standardit otettiin käyttöön vuonna 2003 ja Niemisen Valimo Oy:n nimi muuttui Ulefos NV Oy:ksi. Vuonna 2007 Componenta myi osuutensa ja seuraavana vuonna nimi muuttui takaisin Niemisen Valimo Oy:ksi. 2010 Lining Oy aloitti Niemisen Valimon tuotteiden myynnin, joka päättyi vuonna 2013 jolloin myös Ulefos Oy perustettiin. Valimon nimi muuttui vuonna 2015 Ulefos Niemisen Valimo Oy:ksi, joka yhdistyi Ulefos Oy:n kanssa Ulefos Oy:ksi. (Ulefos Oy 2019.)

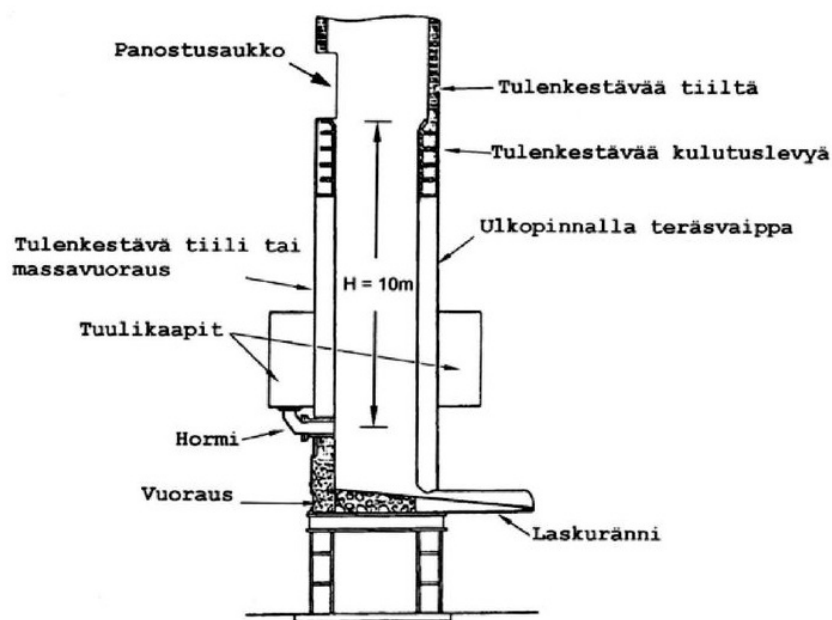


Kuva 2. Väinö Nieminen (Ulefos Oy 2019).

2.2 Prosessi

2.2.1 Sulatus

Prosessissa ensin nostetaan metalliromua magneettinostimella vaunuun noin 500 kg. Tämän jälkeen mukaan annostellaan sopiva määrä kivihiihtä, kalkkikiveä, ferropiitä ja ferromangaania. Kun kaikki aineet on annosteltu, kuljetin kuljettaa ja kippaa seoksen uuniin panostusaukosta. Hiilen palaessa vapautuu lämpöä, jolloin metalliromu sulaa ja valuu laskurännistä ulos (Kuva3). (Hakkarainen henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2018; Keskinen & Niemi 2011.)



Kuva3 Kupoliuuni (Keskinen & Niemi 2011).

2.2.2 Valu

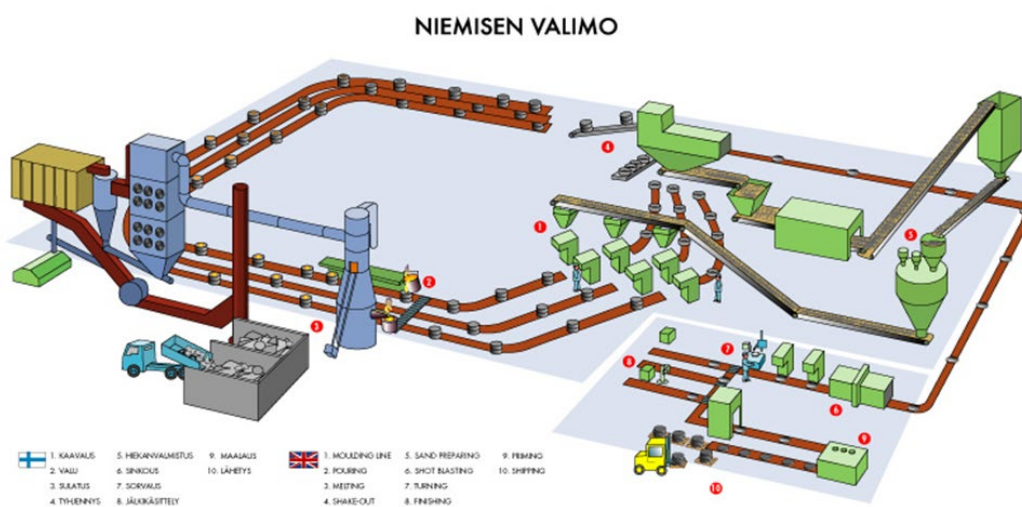
Sula rauta kaadetaan hiekkamuotteihin. Hiekkamuotit valmistetaan sideaineella käsitellystä hiekasta, johon painetaan valettavan kappaleen muotoinen kolo. Muottien valmistamista kutsutaan kaavaamiseksi ja se voidaan painaa esimerkiksi alumiinisella mallikappaleella. Kun kappale on jäähtynyt, hiekkamuotti poistetaan ja kappale jatkaa

tarkastuksen kautta jälkikäsitteilyyn. Osa hiekasta palaa takaisin kiertoon ja osa poistetaan käytöstä. (Hakkarainen 10.11.2018.)

Hiekkavalu soveltuu monien materiaalien valuun. Konekaavauksella kannattava sarjakoko on hyvin laaja, jopa 50-1000 kappaletta. Hiekkavalussa kappalekoot ovat 0,1 kilosta 500 kiloon. (Sacotec www-sivut 2019.)

2.2.3 Savukaasut

Hiilen palaessa muodostuu savukaasuja, jotka sisältävät runsaasti hiiltä ja myös jonkin verran metalleja. Savukaasut kulkevat ensin syklonisuodattimen ja sitten pussisuodattimen kautta, jotka molemmat suodattavat savukaasusta pienhiukkasia. Suodattimiin kertyvä pöly johdetaan metallisiin vaihtoastioihin. (Hakkarainen 10.11.2018.)



Kuva 4 Valimo. (Ulefos Oy 2019).

3 NYKYTILA

3.1 Suodatinpöly

Suodatinpölyä tulee kahta jaetta (Kuva 5). Ensimmäinen jae tulee syklonisuodattimelta ja se sisältää 46,8 painoprosenttia hiiltä. Toinen jae tulee pussisuodattimelta ja se sisältää 5,2 painoprosenttia hiiltä. (Analyysiraportti 2017.)

Tällä hetkellä Fortum vie pölyn käsiteltäväksi Riihimäen käsittelylaitokselle ongelmajätteenä. Pölyä tulee yhteensä vuodessa valimolla noin 70 tonnia. (Jäteraportti 2017.)



Kuva 5 Riihimäen ongelmajätteen käsittelylaitos. (Fortum www-sivut 18.11.2019).

3.2 Uunikuona

Uunikuonaa muodostuu kupoliuunissa raudan sulatuksessa. Kuona koostuu palamattomista aineista kuten, koksen tuhkasta ja metalleista sekä kalkkikivestä. Kalkkikiveä lisätään juuri kuonan poistoa helpottamaan.

Kuona nousee sulassa metallissa pinnalle ja se poistetaan omasta laskureiästä, joka on metallin laskureikää korkeammalla. Kuonaa muodostuu valimolla vuodessa noin 1250 tonnia. Uunikuona täyttää tutkimusten mukaan kaatopaikkakelpoisuuskriteerit ja se voidaan sijoittaa tavanomaisenjätteen kaatopaikalle. (Jäteraportti 2017; Keskinen & Niemi 2011; Prizztech Oy 2017; Ekokem 2014c.)



Kuva 6 Oikealla uunikuonaa (Prizztech Oy 2017).

3.3 Valimohiekka

Valimohiekasta tehdään muotteja valettaville kappaleille. Valimohiekkana käytetään yleensä kvartsi-, oliviini-, kromiitti- tai zirkonihiekkaa. Osa hiekasta joudutaan poistamaan prosessista käytön jälkeen (Kuva 7). Valimo käyttää kaavauksessa kvartsihiekan ja bentoniittisaven seosta. (Sappinen 2018, 9)



Kuva 7. Käytöstä poistettua valimohiekkaa (Prizztech Oy 2017).

Kvartsihiekkä koostuu Piidioksidista (SiO_2) ja sen sulamispiste on $1700\text{ }^\circ\text{C}$. Suomen tärkein kvartsiesiintymä sijaitsee Viasvedellä, jossa SiO_2 pitoisuus on 90-94% ja keskikiraekoko 0,15-0,38 (Taulukko 1). Jätehiekkä syntyy kahta jaetta hienoa- ja karkeaa kvartsihiekkä, joista molemmat ovat kaatopaikkakelpoisia ja voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Valimolla jätehiekkä tulee noin 730 tonnia vuodessa. (Prizztech Oy 2017; Jäteraportti 2017; Sappinen 2018, 9-10; Ekokem 2014a; Ekokem 2014b).

Taulukko 1 Raakahiekkojen ominaisuuksia (Sappinen 2018, 9).

	<i>Kvartsihiekat</i>	<i>Oliviinihiekat</i>	<i>Kromiittihiekat</i>	<i>Zirkonihiekat</i>
<i>Päämineraalit</i>	Kvartsi SiO ₂	Oliviini (90% forsteriitti + 10% fayaliitti)	Kromiitti FeO · Cr ₂ O ₃	Zirkoni ZrSiO ₄
<i>Puhtaus (kaupalliset laadut)</i>	80...99% kvart- sia	92% oliviinia	43...48% Cr ₂ O ₃	98...99% zir- konia
<i>Väri</i>	Valkea	Vihreä	Musta	Valkea tai val- keanruskea
<i>Tiheys (g/cm³)</i>	2,65	3,25...3,3	4,45...4,55	4,6...4,7
<i>Tilavuuspaino (sullottuna)</i>	1,5...1,7	1,9...2,1	2,6...2,9	2,6...2,9
<i>Sulamispiste (pudas mine- raali) (°C)</i>	1700	1750	1780...1900	2400...2550
<i>Sintrausläm- pötila (kaupal- linen laatu) (°C)</i>	1250...1500	1370...1500	1450...1500	>1500
<i>Lämpölaajene- minen 1000 asteessa</i>	1,8%	1,37%	0,75%	0,35%

4 MENETELMÄVAIHTOEHDOT

4.1 Suodatinpöly

4.1.1 Oma hyödyntäminen

Valimolla on aiemmin syötetty suodatinpölyä takaisin uuniin pneumaattisesti. Tämä aiheutti ongelmia, koska pöly kulutti syöttöputken puhki nopeasti. Nyt on ideoitu uusia syöttömenetelmiä. Pölyn hyödyntäminen valimolla toisi säästöjä nykytilanteeseen nähden koska pölyn käsittelystä ja sen kuljetuksesta ei tarvitsisi maksaa. Lisäksi pölyn polttamisesta tuleva lämpö saataisiin hyödynnettyä, joka vähentäisi polttoainekuluja. (Hakkarainen henkilökohtainen tiedonanto 8.4.2019.)

Yhtenä vaihtoehtona pölyn syötölle mietittiin pölyn pakkaamista metalliastiaan ja siirtämistä romumetallinostimen kautta uuniin. Tämä menetelmä olisi vaatinut automaattisen pakkauskoneen koska pölyä tarvitsisi syöttää monessa erässä pieninä määrinä. Pakkaukset jäisivät myös kertakäyttöisiksi koska ne sulaisivat uunissa.

Toisena vaihtoehtona oli, että pöly annosteltaisiin uuniin esimerkiksi ruuvilla samalla kuin muutkin aineet. Pöly voitaisiin siirtää esimerkiksi kerran vuorokaudessa syöttöpisteeseen ja annostella tasaisesti jokaiseen sulatus panokseen. Ongelmana tässä on se, että kun pöly ja muut aineet kipataan uuniin, pöly nousee savukaasujen mukana takaisin suodattimille.

Ennen pöly syötettiin uuniin tuloilman mukana, jolloin se pääsi palamaan uunissa. Vaihtoehtona on myös pölyn syöttö muiden aineiden mukana mutta sen tarvitsisi olla joko pakattu tai siinä pitäisi olla jotain sidos ainetta, joka estäisi pölyn leviämisen savukaasuihin. Sidosaaineiden lisäämistä voisi tutkia tarkemmin. (Hakkarainen 8.4.2019.)

4.1.2 Hyödyntäminen muualla

Yhtenä vaihtoehtona oman käytön tai loppusijoituksen sijaan voisi olla yhteistyö jokin muun toimijan kanssa, joka polttaa myös kivihiiltä tai muuten tuottaa samankaltaista jätettä. Asiaa voisi kysellä esimerkiksi metalli-, kivivilla-, tai energiateollisuuden aloilta, jotka myös polttavat kivihiiltä.

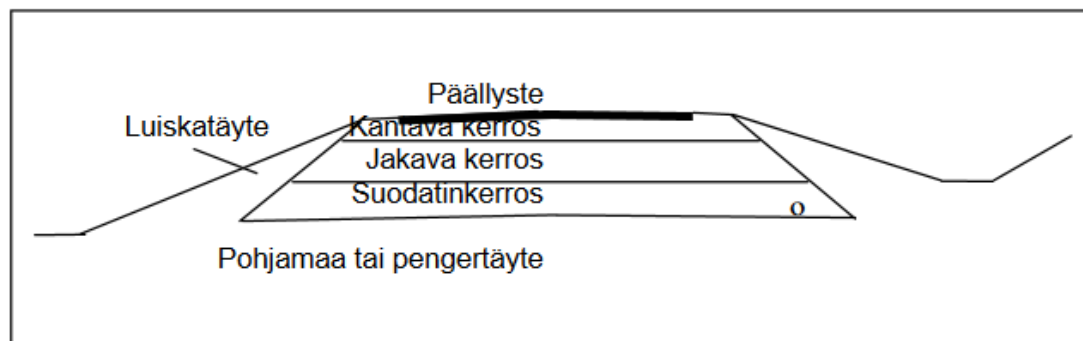
4.1.3 Loppusijoitus

Loppusijoitus mahdollisuutta kysyttiin jäteyhtiö Lassila & Tikanoja Oy:ltä, joka antoi tarjouksen valimon jätteiden kuljetuksesta ja vastaanotosta. Tarjous kuitenkin ylitti hinnallaan nykyisen sopimuksen. (Pönni sähköposti 16.10.2019.)

4.2 Uunikuona

4.2.1 Hyödyntäminen

Uunikuonaa on mahdollista käyttää tienrakennusmateriaalina ja sen käytöstä onkin jo kokemusta. Käytössä ei ole ainakaan toistaiseksi havaittu ongelmia, mutta kuonan sopivuuteen voi kuitenkin vaikuttaa tehdaskohtaiset ominaisuudet. Uunikuonaa suositellaan käyttämään tierakennuksessa jakavaan ja kantavaan kerrokseen (Kuva 8) pohjavesialueiden ulkopuolella. (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa 2007, 38-39)



Kuva 8. Tien tavanomainen päällysrakenne (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa 2007, 14).

Kuonat sisältävät metalleja ja sulfaatteja, mutta niiden liukoisuudet ovat yleensä pieniä. Tien päällystämällä voidaan vähentää haitta-aineiden liukenemistä entisestään. Tiehallinto käyttää alla olevaa taulukkoa (Taulukko 2) kuonan soveltuvuuden arvioinnissa. (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa 2007, 38)

Taulukko 2 Liukoisuuden raja-arvot (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa 2007, liite2).

	Yksikkö	Liukoisuus (L/S 10 l/kg), Peitetty rakenne ¹	Liukoisuus (L/S 10 l/kg), Päällystetty rakenne ²
DOC	mg/kg	500	500
Sb	mg/kg	0,06	0,18
As	mg/kg	0,5	1,5
Ba	mg/kg	20	60
Cd	mg/kg	0,04*	0,04
Cr	mg/kg	0,5	1,5
Cu	mg/kg	2,0	6,0
Hg	mg/kg	0,01*	0,01
Pb	mg/kg	0,5	1,5
Mo	mg/kg	0,5	1,5
Ni	mg/kg	0,4	1,2
Zn	mg/kg	4,0	12
Se	mg/kg	0,1	0,3
F ⁻	mg/kg	10	30
SO ₄ ²⁻	mg/kg	1000	3000/6000*
Cl ⁻	mg/kg	800	2400

4.2.2 Loppusijoitus

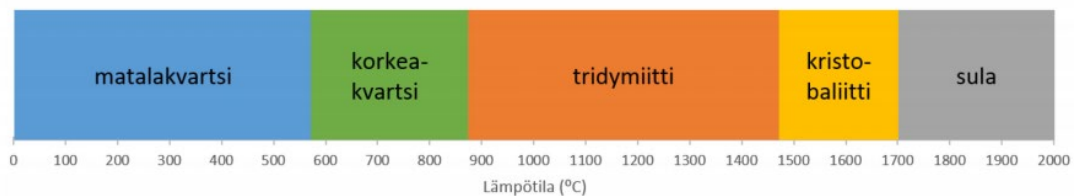
Loppusijoitus mahdollisuutta kysyttiin myös uunikuonan osalta jäteyhtiö Lassila & Tikanoja Oy:ltä, joka antoi tarjouksen valimon jätteiden kuljetuksesta ja vastaanotosta. (Pönni sähköposti 16.10.2019.)

4.3 Valimohiekka

4.3.1 Uusiokäyttö

Tämän opinnäytetyön aikana valimolla keskusteltiin Finn Recycling Oy:n kanssa elvytetyn valimohiekan testauksesta, mutta testausta ei ole aloitettu. Finn Recycling Oy elvyttäisi valimolta käytöstä poistuneen hiekan ja toimittaisi sen takaisin valimon käyttöön. Kierrätetyn hiekan käyttö vähentäisi huomattavasti jätteen määrää sekä tarvetta ostaa uutta hiekkaa. (Nieminen sähköposti 12.6.2019.)

Valimohiekan elvytykseen käytetään menetelmänä termistä elvytystä. Termisessä elvytyksessä hyödynnetään kvartsin faasimuutosta matalakvartsista korkeakvartsiksi, joka tapahtuu 573 Celsius-asteessa (Kuva 9). Tämä faasimuutos luo jännitteitä, jotka hajottavat heikentyneitä hiekkarakenteita. Hiekka jää pysyvästi korkeakvartsiseksi, joka on vakaampaa valuprosessissa. (Sappinen 2018.)



Kuva 9. Kvartsin keskeisimmät faasimuutokset (Sappinen 2018).

Tärkein tekijä termisessä elvytyksessä on kuitenkin korkea lämpötila. Kuumennettaessa hiekkaa, palaa pois sideainejäämiä, tämä helpottaa elvytystä. Kuumuus ei kuitenkaan aiheuta haittaa kvartsihiekkalle. (Sappinen 2018.)

Yleisimmät tekniikat termisessä elvytyksessä ovat pyörivät rumpu-uunit, kuilu-uunit ja leijupetiuunit. Leijupetitekniikassa palamiskaasut johdetaan hiekkapedin läpi, jolloin hiekka alkaa leijua. Etuna tässä on se, että kuumuudelle altistuva pinta-ala kasvaa, mutta haittana on suuri syöttöilman tarve (Kuva 10). (Sappinen 2018.)



Kuva 10 Thermfire 2000 leijupetiuni (Sappinen 2018).

4.3.2 Hyödyntäminen muualla

Valimohiekkaa voidaan kuonan tavoin käyttää tierakennuksessa. Hiekan täytyy kuitenkin olla routimatonta. Sitä suositellaan käytettäväksi korkeisiin penkereisiin pengertäytteeksi. (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa 2007, 39-40.)

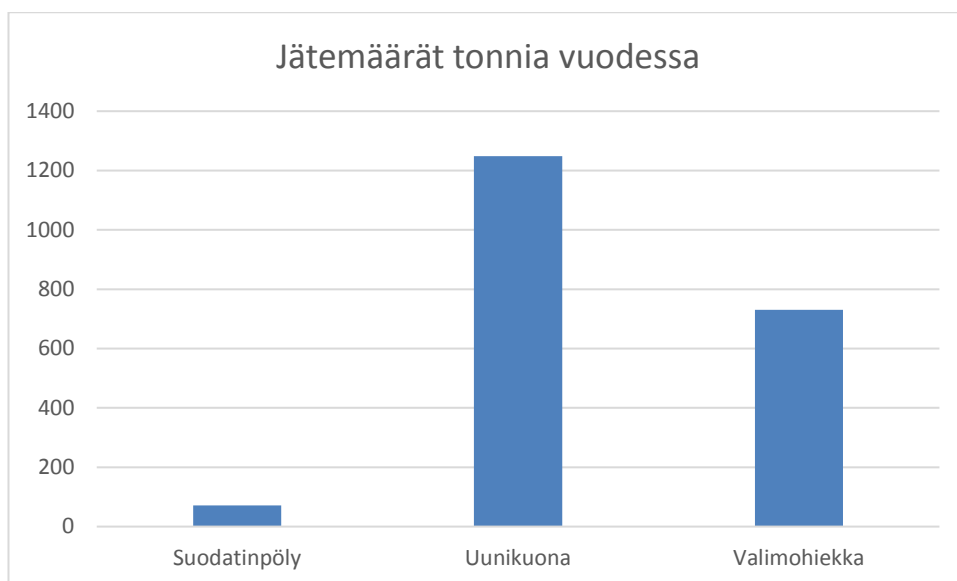
4.3.3 Loppusijoitus

Loppusijoitusmahdollisuutta valimohiekasta kysyttiin jäteyhtiö Lassila & Tikanoja Oy:ltä, joka antoi tarjouksen valimon jätteiden kuljetuksesta ja vastaanotosta. (Pönni sähköposti 16.10.2019.)

5 VAIHTOEHTOJEN ARVOTTAMINEN

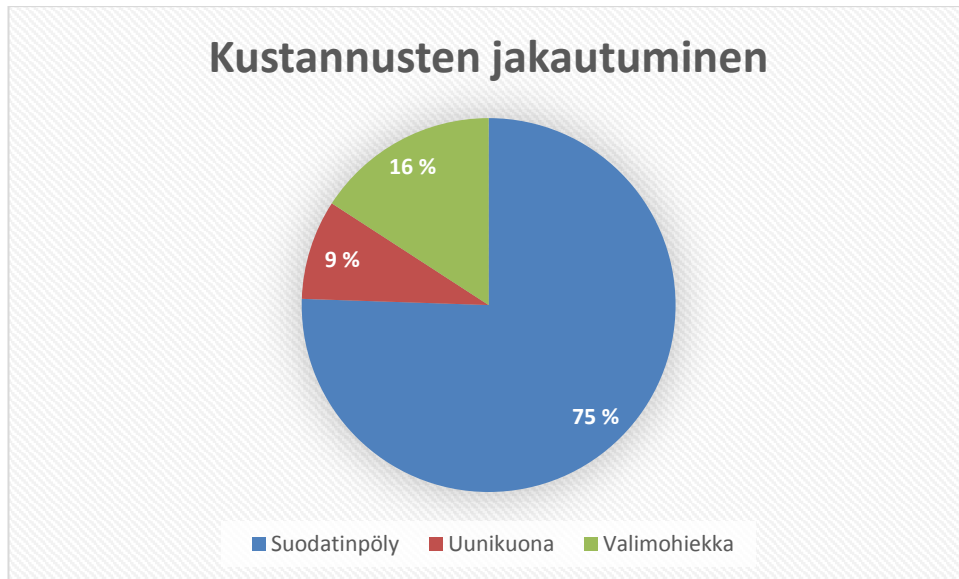
5.1 Arvottamisperusteet

Vaihtoehtojen arvottamiseen käytettiin pisteytys järjestelmää, jossa huomioitiin ympäristö, kustannukset ja toteuttamiskelpoisuus. Määrällisesti suodatinpölyä oli vähiten (71 tonnia) toiseksi eniten oli valimohiekkaa (731 tonnia) ja eniten oli uunikuonaa (1248 tonnia) (Kuva 11). (Jäteraportti 2017.)



Kuva 11 Jättemäärät 2017.

Kustannukset kuitenkin jakautuivat jättemääriin nähden päinvastaisesti. Kustannuksia tuli suodatinpölystä eniten (75%) toiseksi eniten valimohiekasta (16%) ja vähiten uunikuonasta (9%) (Kuva 12). (Jäteraportti 2017.)



Kuva 12 Kustannukset 2017.

Pisteitä eri vaihtoehdoille annettiin yhdestä kolmeen kolmen ollessa paras. Painoarvot eri osa-alueille olivat samat ja loppupisteet olivat kolmesta yhdeksään. Hyvänä tuloksena pidettiin 8-9 pistettä kohtalaisena 6-7 pistettä ja huonona alle kuutta pistettä.

5.2 Pisteytys

5.2.1 Suodatinpöly

Ympäristön kannalta paras vaihtoehto olisi jätteen hyödyntäminen itse, mutta tässä vaihtoehdossa toteutus jäi hankalaksi ja investoinnit olisivat tuoneet kustannuksia. Jonkin muun toimijan hyödyntäessä jätettä investoinnit saattaisivat olla jo tehty tai ainakin ne jakautuisivat suuremmalle määrälle jätettä. Voidaan olettaa, että jos jäte saadaan hyödynnettyä voisi kustannukset siinä tulla halvemmaksi kuin ongelmajätteen käsittelyssä. Ympäristönäkökulmasta jätteen kaatopaikalle vieminen on käyttöä huomppi vaihtoehto ja myöskin kustannuksia tulee paljon mutta tämä on helposti toteutettavissa.

Mikään vaihtoehdoista ei ollut erityisen hyvä, mutta parhaana näistä voitiin pitää Hyödyntämistä muualla, joka sai kuusi pistettä muiden saadessa viisi. Asiaa kannattaa selvittää tarkemmin (Taulukko 3).

Taulukko 3. Suodatinpölyn pisteytys.

Suodatinpöly	Ympäristövaikutus	Kustannukset	Toteutettavuus	Yht.
Hyödyntäminen	3	1	1	5
Hyödyntäminen muualla	2	2	2	6
Loppusijoitus	1	1	3	5

5.2.2 Uunikuona

Uunikuonalle löytyi hyödyntämismahdollisuuksia tienrakennuksessa. Ympäristön kannalta tämä olisi erinomainen vaihtoehto, koska se ensinnäkin vähentäisi syntyvän jätteen määrää ja toiseksi se vähentäisi tarvittavan uuden materiaalin määrää tierakennuksessa. Tämä olisi myös kustannustahokas vaihtoehto koska jätemaksujen sijaan jäte voitaisiin antaa ilmaiseksi tai siitä voisi olla mahdollista saada jopa rahaa. Toteuttamiskelpoisuutta pidettiin myös kohtuu hyvänä koska asiasta on jo tehty tutkimusta. Pisteitä tämä vaihtoehto sai 8 (Taulukko 4).

Toisena vaihtoehtona oli jätteen sijoitus kaatopaikalle, jossa kustannukset olivat kohtuulliset ja vaihtoehto oli myös hyvin toteuttamiskelpoinen. Tämä vaihtoehto sai 6 pistettä. Omaa käyttöä kuonalle ei valimolta löytynyt (Taulukko 4).

Taulukko 4 Uunikuonan pisteytys.

Uunikuona	Ympäristövaikutus	Kustannukset	Toteutettavuus	Yht.
Hyödyntäminen				0
Hyödyntäminen muualla	3	3	2	8
Loppusijoitus	1	2	3	6

5.2.3 Valimohiekka

Valimohiekan hyödyntäminen uudelleen prosessissa olisi hyvä vaihtoehto sekä ympäristön kannalta että kustannusten kannalta. Kustannusten oletetaan olevan pienempiä kuin jätemaksun sekä uuden hiekan hankintahinnan, muuten toiminta ei olisi kannattavaa. Toteutettavuutta pidettiin myös hyvänä koska menetelmiä on jo tutkittu ja

kehitetty. Tämä vaihtoehto oli paras ja se sai täydet 9 pistettä. Todellisista kustannuksista ei ole vielä tarkempaa tietoa (Taulukko 5).

Valimohiekan hyödyntäminen tienrakennuksessa oli myös varteenotettava vaihtoehto ja se sai 7 pistettä. Hyödyntäminen säästäisi kuluissa ja olisi ympäristön kannalta parempi vaihtoehto kuin kaatopaikalle vieminen, mutta toteutettavuus ei ole yhtä varmaa kuin muiden vaihtoehtojen. Loppusijoitus kaatopaikalle sai 6 pistettä (Taulukko 5).

Taulukko 5 Valimohiekan pisteytys

Valimohiekka	Ympäristövaikutus	Kustannukset	Toteutettavuus	Yht.
Hyödyntäminen	3	3	3	9
Hyödyntäminen muualla	2	3	2	7
Loppusijoitus	1	2	3	6

6 YHTEENVETO

6.1 Tavoitteiden toteutuminen

Ensisijaisena tavoitteena oli löytää vaihtoehto suodatinpölyn hävittämiselle. Parhaiten vaihtoehtoja kuitenkin löytyi valimohiekalle ja uunikuonalle, joille löytyi selkeästi hyviä vaihtoehtoja. Vaihtoehdot perustuvat kuitenkin kustannusten ja toteutettavuuden osalta arvioihin ja vaativat lisäselvitystä. Tavoitteena kuitenkin oli kartoittaa vaihtoehtoja ja siinä onnistuttiin mielestäni etenkin hiekan ja kuonan osalta hyvin.

6.2 Suositukset

Suodatinpölylle suositellaan etsimään jokin toinen toimija, joka voisi hyödyntää tai hävittää pölyn omassa prosessissaan. Toistaiseksi pöly kannattaa jatkossakin toimittaa Fortumin Riihimäen käsittelykeskukseen. Pölyn oma hyödyntäminen ei tässä kohtaa vaikuta järkevältä.

Uunikuonalle paras vaihtoehto oli tien rakennuksessa hyödyntäminen, tätä kannattaa vielä selvittää esimerkiksi paikallisilta toimijoilta tienrakennuksessa. Kaatopaikalle vieminenkään ei taloudellisesti ollut huono vaihtoehto, mutta uusiokäyttö olisi ympäristön kannalta parempi vaihtoehto.

Valimohiekalle löytyi hyvä uusiokäyttö mahdollisuus, jota suositellaan testattavaksi. Jos ongelmia ei ilmene suositellaan tätä vaihtoehtoa hiekalle. Hiekka voisi myös soveltua tierakennukseen, mutta jos uusiokäyttö onnistuu tämän tutkimiseen ei kannata panostaa. Hiekan kaatopaikalle vieminenkään ei kustannuksiltaan olisi suuri, mutta ensin tulisi pyrkiä jätteen hyödyntämiseen.

LÄHTEET

Ekokem. Jätteen kaatopaikkakelpoisuustestaus karkea kvartsihiekkä. 2014a.

Ekokem. Jätteen kaatopaikkakelpoisuustestaus karkea kvartsihiekkä. 2014b.

Ekokem. Jätteen kaatopaikkakelpoisuustestaus uunikuona. 2014c.

Fortum Oyj www-sivut. Viitattu 18.11.2019. <https://www.fortum.fi>

Hakkarainen L. 2018. Tehtaanjohtaja, Niemisen Valimo. Harjavalta. Henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2018.

Hakkarainen L. 2019. Tehtaanjohtaja, Niemisen Valimo. Harjavalta. Henkilökohtainen tiedonanto 8.4.2019.

Keskinen, R. & Niemi, P. 2011. Polttoaineuunit. Viitattu 18.10.2019

<https://docplayer.fi/5732768-3-polttaineuunit-3-1-kylmailmakupoliuunit-raimo-keskinen-pekka-niemi-tampereen-ammattiopisto.html>

Nieminen, J. Valimohiekkä. Vastaanottaja: joel.kantoniemi@student.samk.fi. Lähetetty 12.6.2019 klo 14.05. Viitattu 12.6.2019.

Prizztech Oy. 2017. Valimoteollisuuden sivutuotteet -esiselvitys. Viitattu 20.10.2019

https://issuu.com/prizztech/docs/valimoteollisuuden_sivutuotteet-esi

Pönni, S. Tiedustelu. Vastaanottaja: joel.kantoniemi@student.samk.fi. Lähetetty 16.10.2019 klo 10.09. Viitattu 16.10.2019.

Sappinen, T. 2018. Valimohiekkojen terminen elvytys osana teollista symbioosia. Diplomityö. Aalto-yliopisto

SGS. Analyysiraportti Ke17. 2017.

Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa. 2007. Helsinki: Tiehallinto. Viitattu 7.10.2019

<https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100041-v-07-sivutuoteohje.pdf>

Ulefos Oy www-sivut. Viitattu 12.11.2019. <https://ulefos.fi>

Ulefos Oy. 2019. Ulefos Group Esitys. Viitattu 8.4.2019