



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

KIVIHIILEN JA KIVIHIILITUHKAN PÖLYÄMISEN HALLINTA

Loviisan satama

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Visa Suolahti

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

SUOLAHTI, VISA:

Kivihiilen ja kivihiilituhkan pölyämisen
hallinta
Loviisan Satama

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 30 sivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Lahti Energia Oy. Työn aiheena on kivihiilen ja kivihiilen poltossa syntyvän tuhkan pölyämisen hallinta. Tarkoituksena oli tunnistaa pölyämiseen vaikuttavat tekijät, sekä esittää erilaisia keinoja pölyämisen hallitsemiseksi. Kivihiilen varastoinnin esimerkkikohteena työssä esitellään Loviisan Satama, jossa sijaitsee Lahti Energian suurin kivihiilivarasto.

Työ on tehty perehtymällä erilaisiin pölyämiseen liittyviin tutkimuksiin ja julkaisuihin, sekä haastatteleamalla Lahti Energian työntekijöitä ja alihankkijoita. Omia havaintoja on käyty tekemässä sekä Loviisan Satamassa että Lahti Energian tuhkankaatopaikalla Kujalassa, Lahdessa.

Työssä käydään aluksi läpi aiheeseen liittyvä lainsäädäntö, ja esitellään Loviisan Satamassa käytettävät toimintatavat, jotka liittyvät hiilialusten purkuun, hiilen varastointiin ja hiilen kuljettamiseen. Loviisan Satamassa ilmenevistä ympäristöongelmista tarkastellaan hiilen pölyämistä sekä hiilen kulkeutumista yleisille teille, ja tunnistetaan pölyämisen aiheuttavat tekijät.

Pölyämisen hallintaan esitetään erilaisia keinoja. Osa esitetyistä keinoista on kivihiilen pölynhallintaan toimivaksi havaittuja, ja osa alun perin muille aloille suunniteltuja. Yhtään koko ongelman ratkaisevaa keinoa ei kuitenkaan löytynyt.

Asiasanat: kivihiili, tuhka, pöly, pölyäminen, pölynhallinta

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

SUOLAHTI, VISA:

Dust control for coal and coal ash
Port of Loviisa

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 30 pages

Spring 2014

ABSTRACT

The thesis was commissioned by Lahti Energia Oy and the subject of it is the dust control of coal and coal ash. The aim was to recognize the factors that lead to dusting, and to present various means for dust control. The Port of Loviisa, where the largest coal storage of Lahti Energia is located, is used as an example in the thesis.

The thesis is based on previous studies and publications concerning dusting, and on interviews with Lahti Energia employees and subcontractors. Observations were made in both the Port of Loviisa and the ash landfill of Lahti Energia, located in Kujala, Lahti.

First the study reviews the legislation concerning the subject, and presents the work methods used in the Port of Loviisa for unloading the coal ships, and for storing and transporting the coal. Of the environmental problems occurring in the Port of Loviisa, the study examines the dusting of coal and the drifting of coal from the storage to the public roads, and recognizes the causes for these.

Various means for dust control are presented in the study. Some are older well-established methods and identified as functioning for this purpose, and some have originally been designed for other fields of operation. No single solution to solve the entire problem was found.

Key words: coal, ash, dust, dusting, dust control

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LAINSÄÄDÄNTÖ	3
3	LOVIISAN SATAMA	5
3.1	Toiminnan kuvaus	5
3.1.1	Laivaliikenne	5
3.1.2	Varastointi	6
3.1.3	Kuljetus Kymijärven voimalaitokselle	7
3.2	Toiminnan aiheuttamat ympäristöhaitat	8
3.2.1	Pölyäminen	8
3.2.2	Hiilen kulkeutuminen kuljetuksen yhteydessä	12
3.3	Tämänhetkiset toimenpiteet ympäristöhaittojen estämiseksi	13
4	KIVIHIILITUHKAN LOPPUSIJOITUS	15
5	PÖLYNHALLINNAN KEINOJA HIILEN KENTTÄVARASTOSSA	16
5.1	Pöly-/Meluuste	16
5.2	Renkaiden putsaus ennen satama-alueelta poistumista	16
5.3	Kuormien peittäminen	17
5.4	Satama-alueen hiilenkuljetusreittien pölynsidonta	17
5.5	Varastokasan pinnan kosteuttaminen	19
5.6	Varastokasan pinnan tiivistäminen	19
5.7	Vesisumu	19
5.8	Hiilen ostaminen karkeampana	22
6	KIVIHIILITUHKAN PÖLYNHALLINTA	23
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Lahti Energia Oy. Työssä tarkasteltava ongelma koskee Lahti Energian käyttämän kivihiilen ja kivihiilen poltossa syntyvien tuhkien pölyämistä. Ongelmaa on lähestytty käyttämällä esimerkkikohteena Lahti Energian kivihiiivarastoa, joka sijaitsee Loviisan Satamassa.

Työn tavoitteena oli tunnistaa kivihiilen pölyämisen määrään vaikuttavat tekijät sekä tarkastella olemassa olevia ja ideoida uusia keinoja pölyämisen kontrolloimiseksi. Oletuksena oli, että samat tekijät aiheuttavat sekä kivihiilen että kivihiihituhkan pölyämisen ja että kivihiilen pölyämisen hallitsemiseksi käytettävät keinot soveltuvat pääosin myös tuhkan pölynhallintaan.

Kivihiihi on satojen miljoonien vuosien aikana maakerrosten puristukseen jääneistä kasveista syntynyttä fossiilista polttoainetta. Se on maailman käytetyin polttoaine sähköntuotannossa, kattaen siitä tällä hetkellä noin yhden kolmasosan. Kivihiihellä on suurimmat tunnetut fossiilisten polttoaineiden varannot, jotka riittäisivät nykykulutuksella noin 200 vuodeksi. (Energiateollisuus 2013b.)

Suomessa kivihiihiltä käytetään sekä pelkkää sähköä tuottavissa lauhdevoimalaitoksissa että sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa. Vuonna 2012 Suomen sähkön kokonaistuotannosta kivihiilen osuus oli 10,2 %. Lämmöntuotannossa kivihiilen rooli on kuitenkin merkittävämpi. Suomen sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksien polttoaineista kivihiilen osuus oli vuonna 2012 25 %. (Energiateollisuus 2013c.)

Hiilen helpon varastoinnin ansiosta sillä on suuri merkitys Suomen energiahuoltovarmuuden ylläpitämisessä. Huoltovarmuuskeskus velvoittaaakin pitämään yllä hiilivarastoja poikkeustilanteiden varalle. (Energiateollisuus 2013b.)

Lahti Energia on käyttänyt kivihiihiltä sähkön ja kaukolämmön tuotantoon Kymijärvi I -voimalaitoksellaan vuodesta 1982. Laitoksen polttoainevalikoima on vuosien varrella muuttunut ja monipuolistunut. Nykyisellä tekniikalla hyödynnetään kivihiihiltä, maakaasua ja biomassasta saatavaa tuotekaasua. Tästä huolimatta kivihiihi on edelleen Lahti Energian oman tuotannon tärkein

energianlähde. Kymijärvi I -voimalaitos käyttää vuosittain noin 250 000 t kivihiiltä, jolla tuotetaan 1700 GWh energiaa, ja vuonna 2012 kivihiilen osuus yrityksen energiantuotannosta oli 48 %. (Lahti Energia 2013a.)

Kivihiilen polttamisesta syntyviä jätteitä ovat pääasiassa arinakattilan pohjatuhka sekä sähkösuotimella savukaasuista eroteltava lentotuhka. Tuhkia syntyy Suomessa vuosittain noin 600 000 tonnia, joista 500 000 tonnia on lentotuhkaa. (Energiateollisuus 2013a.) Lahti Energian hiiltä polttavassa Kymijärvi I -voimalaitoksessa syntyvän tuhkan määrä vaihtelee vuosittain 30 000 tonnin molemmin puolin. Noin 90 % syntyvästä tuhkasta on lentotuhkaa. (Lahti Energia 2013d.)

Tuhkia voidaan hyödyntää tie- ja kenttärakenteissa, betoni- ja sementtiteollisuudessa, maanrakennusmateriaalina sekä pilaantuneiden maiden stabiloinnissa (Energiateollisuus 2013a). Lahti Energian vuoden 2012 hiilituhkista päätyi hyötykäyttöön reilut 80 %. Suurin osa tuhkasta käytettiin joko uuden kaatopaikan routasuojakerroksen rakentamiseen tai sementtiteollisuuteen. Hyötykäyttöön kelpaamattomat tuhkat loppusijoitetaan Miekan tuhkankaatopaikalle, joka sijaitsee Lahdessa Kujalan kaupunginosassa. (Lahti Energia 2013d.)

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

Suomi on velvoitettu noudattamaan EU:n yhteisiä säädöksiä ilmansaasteiden pitoisuuksista. Näihin säädöksiin kuuluvat raja-, kynnys- ja tavoitearvot sekä kriittiset tasot. Raja-arvot määrittävät saasteiden suurimmat sallitut pitoisuudet. Pitoisuuksien raja-arvojen alapuolella pysymisestä huolehtii ilmanlaadun valvonnasta vastaava viranomaisinen. Hiilen varastoinnin yhteydessä on otettava huomioon hengitettäville, halkaisijaltaan alle 10 µm oleville hiukkasille asetetut raja-arvot. Nämä raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa (VnA 38/2011), ja ne on esiteltyinä taulukossa 1. (HSY 2011.)

TAULUKKO 1. PM₁₀ -pitoisuuden raja-arvot VnA 38/2011 (Ramboll 2011b)

Parametri	Raja-arvo (293K, 101,3kPa)	Keskiarvon laskenta-aika
PM ₁₀	50 µg/m ³	24h, sallittu 35 ylitystä vuodessa
PM ₁₀	40 µg/m ³	kalenterivuosi

EU:n yhteisten säädösten lisäksi Suomessa on käytössä kansalliset ohjearvot. Ne määritellään valtioneuvoston 19.6.1996 antamassa päätöksessä (VnP 480/96). Ohjearvoilla ehkäistään ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveydellisiä haittoja, ja ne ovat osa ilmansuojelun hallinnollista ohjausta. Ne ilmaisevat ilmanlaadun lyhyt- ja pitkäaikaisia tavoitteita. (Ramboll 2011b.) Ohjearvojen ylittyminen pyritään estämään ennakkoon ottamalla ne huomioon jo muun muassa maankäytön, liikenteen ja muun rakentamisen suunnitteluvaiheissa. Ohjearvoja sovelletaan alueille, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä tai missä muutoin ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille. Ohjearvot eivät kuitenkaan ole yhtä sitovia kuin raja-arvot, ja ne on tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille. (HSY 2011.)

Ohjearvoista hiilitoiminnassa olennaisia ovat hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuus sekä kokonaisleijuma (TSP). Ne ovat esiteltyinä taulukossa 2. (Finlex 2013.) Loviisan Sataman kivihiilivarastolle myönnettyssä ympäristöluvassa edellytetään satama-alueella tehtävää pölymittausta sekä tilanteen säännöllistä seuranta.

TAULUKKO 2. Ilmanlaadun ohjearvot VnP 480/1996 (Ramboll 2011b)

Parametri	Ohjearvo (20°C, 1atm)	Keskiarvon laskenta-aika
PM ₁₀	70 µg/m ³	24h, kuukauden toiseksi suurin arvo
TSP	50 µg/m ³	vuosikeskiarvo
TSP	120 µg/m ³	vuoden vrk-arvojen 98%-piste

3 LOVIISAN SATAMA

3.1 Toiminnan kuvaus

3.1.1 Laivaliikenne

Lahti Energian käyttämä kivihiili tilataan ulkomailta ja kuljetetaan Suomeen meriteitse. Se vastaanotetaan Loviisan satamassa, joka sijaitsee Etelä-Suomessa Suomenlahden rannalla, noin 5 kilometriä Loviisan ydinkeskustasta etelään. (Lahti Energia 2012.)

Kuljetuksia saapuu satamaan 25 - 30 yhtä lämmityskautta kohti, ja ne hoidetaan pääasiassa proomuilla. Osa kuljetuksista tulee poikkeuksellisesti myös pienillä lastiruumilla varustetuilla aluksilla tai suurilla kaukokuljetusaluksilla. Yhden proomukuljetuksen suuruus on tavallisesti noin 10 000 tonnia. (Lahti Energia 2012.)

Satamatoimintojen sujuvuuden kannalta on välttämätöntä, että aluksia voidaan purkaa mihin vuorokaudenaikaan tahansa. Yhden proomun yhtäjaksoinen purkamisen kestää noin 20 tuntia. (Lahti Energia 2011a.)

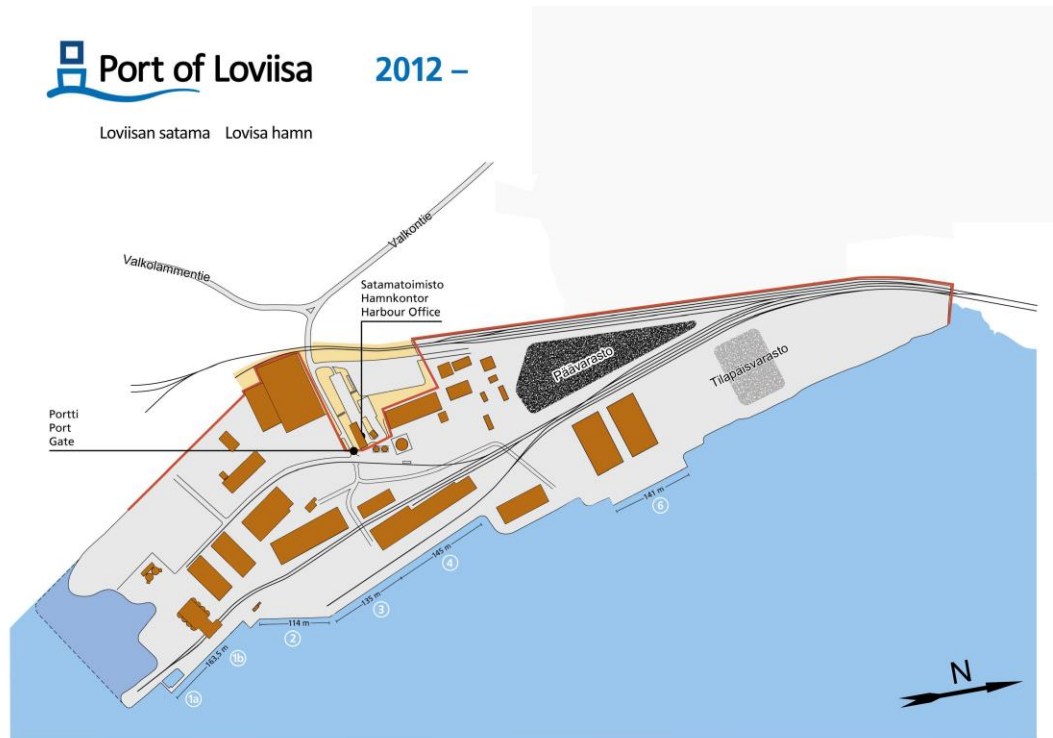
Proomut puretaan käyttämällä pyöräkuormaajaa. Kuva 1 esittää purkamisen alkuvaihetta, jossa pyöräkuormaaja kantaa hiilen laiturialueella olevaan kuorma-autoon. Kun proomuun on saatu tarpeeksi tyhjää tilaa, kuorma-auto ajetaan sen sisään ja kuormataan siellä. Satamanosturien käyttöön verrattuna tämä käytäntö sekä nostaa sataman kapasiteettia että vähentää purkamisen pölyvaikutuksia. Kuorma-autoilla hiili kuljetetaan sataman päävarastokasalle. (Lahti Energia 2011a.)



KUVA 1. Proomun tyhjäystä pyöräkuormaajalla

3.1.2 Varastointi

Kuvassa 2 esitetään Loviisan satama-alueen kartta. Kivihiilen varastointiin on varattu satamasta kolmion muotoinen alue, jota rajaavat satamaan johtavat junaraiteet. Kentän pinta-ala on tällä hetkellä noin 2,3 hehtaaria, ja uuden, lokakuussa 2012 myönnetyn, ympäristöluvan mukaan laajennusvaraa on 3,4 hehtaariin asti. Varastolle on asetettu maksimikorkeus 10 metriä maanpinnasta. Sen suurin sallittu kapasiteetti on 230 000 tonnia, laajennuksineen 300 000 tonnia. Pienemmälle 0,6 hehtaarin erilliselle alueelle on myönnetty lupa kivihiilen tilapäisvarastointiin poikkeustilanteiden varalle. (Lahti Energia 2012.)



KUVA 2. Karttakuva Loviisan satamasta (Muokattu lähteestä Loviisan satama 2012)

Hiili levitetään varastokasalle puolen metrin paksuisina kerroksina pyöräkuormaajilla. Jokainen kerros tiivistetään erikseen. Kasan rakentaminen aloitetaan varastoalueen pohjoispäästä ja purkaminen ensisijaisesti eteläpäästä. (Lahti Energia 2011a.)

3.1.3 Kuljetus Kymijärven voimalaitokselle

Hiilen kuljettamisesta Lahteen Kymijärven voimalaitokselle, samoin kuin satamaan saapuvien alusten purkamisesta ja varastokasan rakentamisesta, huolehtii lahtelainen kuljetusalan urakoitsija. Kuljettajien vastuulla on kuormata oma autonsa. Se hoidetaan satama-alueella säilytettävällä kuljetusliikkeen omalla pyöräkuormaajalla. (Ruuhijärvi 2013.)

Kuljetuksissa käytetään seututietä 167. Se kulkee Loviisasta Lahteen Myrskylän ja Orimattilan kautta. Reitin pituudeksi tulee noin 90 kilometriä / suunta, ja ajoaika on noin 1 h 30 min. Hiilenkuljetukseen käytettävä kalusto on pääasiassa avonaisia täysperävaunuyhdistelmiä. (Ruuhijärvi 2013.)

3.2 Toiminnan aiheuttamat ympäristöhaitat

Loviisan sataman syrjäisestä sijainnista huolimatta sen toiminta ei ole hiilenkäsittelyn suhteen täysin ongelmaton. Sen vaikutukset koskevat pääasiassa läheisen Valkon kylän asukkaita. Lähimpään asuttuun rakennukseen on Lahti Energian hiilivarastokasalta matkaa noin 100 metriä. Asukkaiden asioita ajaa aktiivisesti Valkon kyläyhdistys ry. Sekä kyläyhdistys että yksittäiset asukkaat ovat lähettäneet useita palautteita Lahti Energialle ja Loviisan satamalle koskien satamatoiminnan aiheuttamia haittoja. Useimmat palautteista liittyvät hiilen pölyämiseen, mutta myös muita ongelmakohtia, kuten satamasta kantautuvaa melua, on havaittu.

Joidenkin ongelmien kohdalla on vaikea varmistua siitä, miltä osin ne ovat hiilitoiminnasta johtuvia ja miltä osin satamatoiminnasta yleensä. Toisten ongelmien kohdalla ongelman alkuperä taas on selkeä.

3.2.1 Pölyäminen

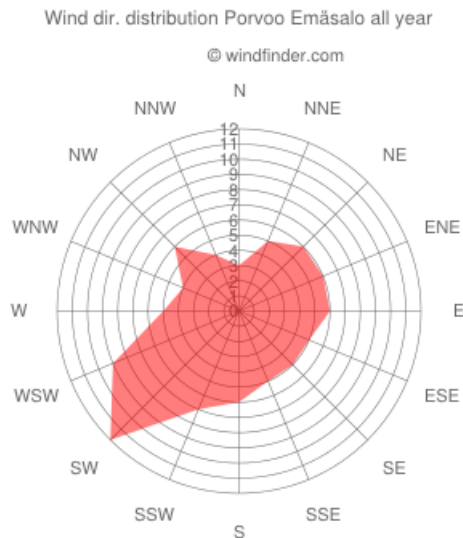
Hiilipölypäästöt syntyvät joko hiilen kuljetuksen ja käsittelyn yhteydessä tai tuulen vaikutuksesta hiilikasaan. Molemmissa tapauksissa suurimmat päästöihin vaikuttavat tekijät ovat sääolot, hiilivaraston ominaisuudet sekä hiilen ominaisuudet. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Sääoloista tuulen nopeudella on merkittävin vaikutus pölyämisen määrään. Tuulen ylittäessä tietyn nopeuden, joka riippuu pääasiassa hiilen hiukkaskoosta ja kosteudesta, se irrottaa hiukkasia kasan pinnasta ja nostaa ne lentoon. Tuulen nopeudesta riippuu myös tapa, jolla hiilipöly kasasta irtoaa. Kovalla tuulella (yli 10 m/s) päästö tapahtuu lähes kokonaan hiilikasan harjanteelta, jolloin se kantautuu tuulen mukana kauemmas. Heikommalla tuulella päästö on tasaisempaa kasan ylä- ja alatasoilta ja pölyämisen vaikutukset jäävät pienemmälle alueelle. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Tuulen suunta määrää, mihin varastokasalta irtoava hiilipöly kulkeutuu. Kuva 3 esittää Porvoon Emäsalon säähavaintoaseman koko vuoden tuuliruusua (tuulen

tulosuunnat prosentteina). Tuulihavainnot ovat ajalta 12/2008-5/2013.

Havaintoasema sijaitsee noin 40 kilometriä Valkon satamasta länsilounaaseen.



KUVA 3. Porvoon Emäsalon tuuliruusu aikavälillä 12/2008 – 5/2013 (Windfinder 2013)

Emäsalossa vallitsee lounastuuli, ja sen läheisen sijainnin takia sitä voidaan pitää luotettavana lähteenä kuvastamaan myös Loviisan sataman tuuliolosuhteita.

Tämän perusteella hiilipöly kulkeutuu valtaosan ajasta Loviisanlahden päälle ja laskeutuu veteen. Eniten ongelmia lähiasukkaille aiheutuu tuulen puhaltaessa koillinen – itä - kaakko –väliltä, mitä myös ajoittain esiintyy.

Hiilikasan aktiivinen käsittely nostaa huomattavasti pölypäästöjen määrää. Siksi mahdollisimman suurta osaa kasasta kannattaakin pyrkiä pitämään passiivisena pitkäaikaisena varastona. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Hiilikasan muotoilulla on oma vaikutuksensa pölypäästöihin. Tuuli ei vaikuta loivareunaiseen pintaan samalla tavalla kuin jyrkkään, eikä loivareunainen kasa murene ja menetä muotoaan yhtä helposti. Myös kasan pintojen tiivistäminen auttaa tuulen vaikutuksien ja murenemisen ehkäisemiseen. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Loviisan satamassa hiilikasan muotoiluun kiinnitetään huomiota sekä varaston kasaus- että purkamisvaiheessa. Kasausvaiheessa varaston pohjois- ja länsipuolet

tiivistetään huolellisesti ja näitä osia pyritään pitämään mahdollisimman stabiileina. Kun kuorma-autojen lastaus sekä liikenne hoidetaan pääasiassa varastokentän itä- ja eteläosissa, varaston stabiilit osat toimivat suojavalleina lähimpään asutukseen nähden. (Lahti Energia 2012.)

Hiilen ominaisuuksista merkittävimpiä pölyämisen suhteen ovat kokojakauma ja kosteus. Suurempaa hiukkaskokoa edustavat hiilijakeet laskeutuvat nopeammin takaisin maahan, kun vastaavasti pienempikokoiset hiukkaset ovat alttiimpia leijumaan pitkienkin matkojen päähän varastokasalta. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Hiilen suhteellinen kosteus vaikuttaa pölyämiseen vähentävästi. Kosteuden ja pölyämisen määrän välinen yhteys on esiteltyinä taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Kivihiilen kosteuden vaikutus pölyämisen määrään
(Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991)

Kivihiilen kosteus, %	Pölyäminen suhteessa täysin kuivaan hiileen, %
0	100
5	25
6	12,5
7	8
8	5,5
9	4
10	2,5
11	1,3
12	1

Taulukossa esitettyjen lukujen perusteella voidaan todeta, että pölyäminen on lähes olematonta, kun hiilen kosteuspitoisuus on 10 % tai suurempi.

Vuosien 2011 ja 2012 aikana Lahti Energian vastaanottamien kivihiililastien kosteuspitoisuus vaihteli 8,9 prosentin ja 17,1 prosentin välillä. Keskimäärin kosteus oli samana ajanjaksona 12,7 %. (Lahti Energia 2013b.) Ajoittain pystyy kuitenkin havaitsemaan, että Loviisan sataman hiilivarastokasasta irtoaa tuulen

mukana pölyä, joten on perusteltua olettaa pinnassa olevan hiilen kuivuvan varastoinnin aikana jonkin verran.

Kuorma-autojen ja työkoneiden liikennöinti alueella jauhaa hiiltä pienempään raekokoon. Se suurentaa hiilen pölyämisaalttiutta jo sinällään ja myös nopeuttaa hiilen kuivumista. Ajoneuvojen liikennöidessä varastoalueella niiden renkaat nostattavatkin jauhautunutta hiiltä helposti ilmaan, ja liikennöinnin säännöllisyyden vuoksi tämä aiheuttaa alueen merkittävimmät hiilipölypäästöt.

Pölymittauksen satama-alueella suoritti Loviisan Sataman ja Lahti Energian yhteisestä toimeksiannosta Ramboll Finland Oy. Kaksi kuukautta (18.5.–21.7.2011) kestäneen mittauksen mittauspiste sijaitsi satama-alueen luoteispuolella olevan asutuksen läheisyydessä, noin 100 m:n etäisyydellä hiilivarastokasasta. Mitattavia parametreja oli kaksi: kokonaisleijuma (TSP) ja hengitettävien hiukkasten pitoisuus (PM₁₀). Mittaukset suoritettiin suurtehokeräinmenetelmällä, jossa imetään ilmaa suurella nopeudella suodattimen läpi. Pitoisuudet määritettiin punnitsemalla suodatin ennen ja jälkeen näytteenoton. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuden määrittämistä varten keräin oli varustettu 10 µm:n esierottimella. (Ramboll 2011b.)

Mittauksessa havaittiin 1. - 4.6. välisenä aikana normaalista huomattavan paljon poikkeavia tuloksia. Oli syytä epäillä, että mittauksessa on tapahtunut virhe, jonka johdosta tulokset eivät olleet vertailukelpoisia. Taulukossa 4 esitetyissä mittaustuloksissa onkin poistettu kyseisen aikavälin havainnot. (Ramboll 2011b.)

TAULUKKO 4. Pölymittauksien tuloksien yhteenveto (Ramboll 2011b)

	PM10 pitoisuus, ug/m3 (1.-4.6. tulokset poistettu)	TSP pitoisuus, ug/m3
Maksimi	34	52
Minimi	6	11
Keskiarvo	17	27
Raja-arvo (PM10) / Ohjearvo (TSP) - vuosikeskiarvo	40	50

Vaikka mittaukset kestivät vain kaksi kuukautta, voidaan niistä vetää suuntaa-antavat johtopäätökset vuosikeskipäästöjen suhteen. Mittausjakson PM_{10} -pitoisuuden keskiarvo $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alittaa Valtioneuvoston asetuksessa annetun vuosikeskiarvon raja-arvon selkeästi. Maksimipäiväpitoisuudetkin ylsivät mittausjakson aikana yli $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vain muutaman kerran, joten voidaan olettaa, ettei 35 päiväpitoisuuden raja-arvon ylitystä toteudu. Sekä PM_{10} - että TSP-pitoisuuksien ohjearvojen voidaan olettaa alittuvan selvästi. (Ramboll 2011b.)

3.2.2 Hiilen kulkeutuminen kuljetuksen yhteydessä

Hiilikuljetukset ohjataan ulos Loviisan sataman satama-alueelta pääsääntöisesti sen länsireunalla sijaitsevan niin sanotun polttoaineportin kautta. Tällöin muulle satamatoiminnalle aiheutuva häiriö on mahdollisimman vähäistä. Kuorma-autot lähtevät Valkontietä pitkin kohti pohjoista ja Lahtea. (Lahti Energia 2011a.)

Valkontiellä ja siitä risteävillä teillä liikkuvilta ihmisiltä on saatu ilmoituksia, joiden mukaan hiilipöly kulkeutuu kuorma-autojen renkaissa satama-alueen ulkopuolelle. Ilmoitusten mukaan Valkontie ja sen pientareet ovat ”mustan liejun” peitossa. (Lahti Energia 2013e.)



KUVA 4. Ilmakuva Loviisan satamasta hiiliproomun purun aikana (Loviisan satama 2012)

Kuvasta 4 voi selvästi havaita, kuinka hiilialuksia purettaessa kuorma-autojen käyttämä reitti laiturialueelta hiilivarastokasalle mustuu hiilen vaikutuksesta. Tämä osaltaan vahvistaa väitteitä hiilen kulkeutumisesta renkaissa. Tarkempaa tutkimusta aiheesta ei ole kuitenkaan tehty. Osa yleisille teille päätyvästä hiilestä todennäköisesti pölyää kuorma-autojen laivoilta kuljetuksen aikana. Kuormia ei nykykäytännön mukaan peitetä, ja vaikka ne tiivistetään pölyämisen vähentämiseksi pyöräkuormaajan kauhaa käyttäen, se ei täysin poista ongelmaa.

3.3 Tämänhetkiset toimenpiteet ympäristöhaittojen estämiseksi

Hiilialusten purkamisen yhteydessä hiiltä levittyy ja jauhautuu satama-alueelle ajoneuvojen kulkureiteille. Loviisan sataman harjakonetta on käytetty alusten purkamisen päätyttyä tämän jauhautuneen hiilen poistamiseksi. Lisäksi satama-alueella on huhtikuussa 2013 tehty pölynsidontakäsittely kalsiumkloridilla. Kalsiumkloridia käytetään yleisesti muun muassa tiepölyn sidontaan. Käsittelyn uusimiseen on varauduttu, mikäli siihen ilmenee tarvetta. (Lillman 2013.)

Mahdollisuutta meriveden käyttöön satama-alueen kastelemiseksi on pohdittu, ja selvitystyötä jatketaan edelleen. Loviisan sataman kasteluautoa ei kuitenkaan voida käyttää kuin sulan kauden aikana, joten parhaassakin tapauksessa se on vain osan vuodesta kattava ratkaisu. Kuorma-autojen renkaissa kulkeutuvan hiilen vähentämiseksi on suunniteltu ajoreitin pidentämistä hiilivarastolta sataman portille. Näin suurempi osa hiilestä ehtisi karista renkaista pois ennen satama-alueelta poistumista. (Lillman 2013.)

4 KIVIHIILITUHKAN LOPPUSIJOITUS

Hyötykäyttöön kelpaamaton tuhka loppusijoitetaan Lahden Kujalan kaupunginosassa sijaitsevalle Miekan tuhkankaatopaikalle. Sen ympäristöluvanmukainen kokonaispinta-ala on noin 5,2 hehtaaria ja kokonaistäyttötilavuus noin 260 000 m³. (Lahti Energia 2011b.) Kivihiilen tuhkat, varsinkin lentotuhka, ovat erittäin helposti pölyäviä. Pohjatuhka kuljetetaan Kymijärven voimalaitokselta tuhkankaatopaikalle suljetussa kontissa, lentotuhka kostutettuna avonaisella lavalla. Tuhkat levitetään ja esitiivistetään päivittäin. Levitysvaiheessa ja ajoneuvojen liikkeessä läjitysalueella voi esiintyä paikallista pölyämistä. Tiivistetty tuhkakerros on kuitenkin suhteellisen stabiili. (Lillman 2013.)

Lähimpään asutukseen on tuhkankaatopaikalta matkaa noin 300 metriä (Lahti Energia 2011b). Kaatopaikan ja asutuksen välissä on leveähkö vihersuoja-alue, joka osittain ehkäisee pölyongelman leviämistä. Lähialueen asukkailta ei olekaan tullut tuhkan pölyämiseen liittyviä valituksia.

Myös Linnaistensuon Natura-alueelle on kaatopaikalta matkaa noin 300 metriä. Ramboll Finland Oy on arvioinut tuhkankaatopaikan vaikutuksia Natura-alueeseen 18.3.2011 päivätyssä raportissaan. Raportissa todetaan, että tuhkankaatopaikan läheisen sijainnin vuoksi vähäisiä määriä lentotuhkaa voi päätyä Natura-alueelle. Tällä ei kuitenkaan arvioida olevan vaikutusta Natura-alueen hyvinvointiin tai säilymiseen nykyisenkaltaisena. (Lahti Energia 2011b.)

5 PÖLYNHALLINNAN KEINOJA HIILEN KENTTÄVARASTOSSA

5.1 Pöly-/Melueste

Varastokasan tai varastoinnin ongelmilta suojeltavan kohteen lähelle rakennettavasta esteestä olisi hyötyä pölyhaittojen torjunnan lisäksi myös melun vaimentamiseen. Olennaisimpia asioita esteen toimivuuden kannalta ovat sen korkeus ja sen etäisyys varastokasasta (Liikennevirasto 2010).

Pölyntorjuntaan esteen parhaaksi sijoituspaikaksi on todettu noin kolme kertaa kasan korkeuden etäisyydellä tuulen yläpuolella. Yhdysvalloissa tehtyjen kokeiden perusteella on havaittu yksinkertaisen aidan voivan tällä tavoin vähentää 30-1000 µm raekoon pölyhaittoja jopa kymmenkertaisesti. Myös pienemmän PM₁₀-raekoon hiukkasmäärissä havaittiin vähenemistä. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

Erityyppisiä tähän tarkoitukseen soveltuvia esteitä ovat vallit ja seinärakennelmat. Vallit ovat yleensä halvempia kuin muut vaihtoehdot, mutta vaativat paljon tilaa. Valliin käytettävästä maalajista riippuen, niiden kaltevuuskulmat vaihtelevat 1:1,5:n ja 1:6:n välillä. Viiden metrin korkuinen valli on siis syvyysuunnassa vähintään 15 metriä ja enimmillään 60 metriä. Seinärakennelmat sopivat paremmin ahtaampiin tiloihin. Seinällä on hyvä eristävyys jo suhteellisen ohuella rakenteella, eikä sen paksuntamisesta ole mitään käytännön hyötyä. (Liikennevirasto 2010.) Esteen sijainnista ja tyypistä riippumatta voitaneen todeta sen pinta-alan kasvattamisella aina olevan positiivinen vaikutus pölyn torjuntaan.

Hiilivaraston ollessa riittävän suuri hiiltä itseään voi käyttää osittaisena tuulensuojana. Tämä edellyttää, että asia on otettu huomioon jo suunniteltaessa, miten varasto rakennetaan ja miten sitä aletaan purkaa.

5.2 Renkaiden putsaus ennen satama-alueelta poistumista

Hiilen tarttumista kuorma-autojen renkaisiin on käytännössä mahdoton estää. Hiilen kulkeutumista voi kuitenkin ehkäistä putsaamalla autojen renkaat ennen satama-alueelta poistumista.

Vantaan Energia Oy käyttää tätä menetelmää Martinlaakson voimalaitoksen yhteydessä olevalla hiilivarastokentällään. Siellä kuorma-autot ajavat harjauslaitteen kautta ennen varastoalueelta poistumista. Vantaan Energian kokemusten mukaan tämä poistaa suuren osan ongelmasta, mutta renkaiden raoissa oleva märkä ja kostea hiili kulkeutuvat edelleen maantielle. Siellä varastoalueen ulkopuolista maantietä joudutaan putsamaan vielä harjauskoneen jälkeenkin. (Lommi 2013.)

Vaihtoehtona harjauslaitteelle voisi olla painevedellä toimiva pesuri. Vettä käytettäessä pitää ottaa huomioon asianmukaisen vesienkäsittelyn järjestäminen sekä ratkaista talviolosuhteissa ilmenevät jäätymisongelmat.

5.3 Kuormien peittäminen

Kuorma-autojen lavojen peittäminen maantiekuljetuksen ajaksi estäisi osittain hiilen päätyksen tienvarsiin. Lavan peittäminen on nopea toimenpide, eikä sillä siten ole suurta vaikutusta kuljetukseen kuluvaan kokonaisuikaan.

Seinäouseva perävaunu, jossa on matalat kiinteät laidat, soveltuu yhtä hyvin hiilenkuljettamiseen kuin avonaiset perävaunutkin. Etu syntyy peitetyn kuljetuksen lisäksi kuormausvaiheessa, jolloin seinän ollessa yläasennossaan, se ehkäisee suuren osan ylöspäin pölyävästä hiilestä.

Hiiltä siirrettäessä laiturialueen ja varastokasan välillä kuorma-autojen lavojen peittäminen hidastaisi toimintaa huomattavasti. Näin lyhyellä välimatkalla ja kohtalaisen hitailla ajonopeuksilla hyötykään ei ole merkittävä.

5.4 Satama-alueen hiilenkuljetusreittien pölynsidonta

Yleisillä sorateilla käytetään monia erilaisia keinoja pölyämisen hillitsemiseksi. Samoja keinoja voi soveltaa myös hiilen varastointiin käytettäville kentille, joissa liikenne aiheuttaa pölyämistä.

Vesi on pölynsidonta-aineista ympäristöystävällisin. Se kuitenkin yleensä menettää tehonsa jo vuorokauden kuluessa, ja sitä pitäisi levittää lyhyin väliajoin

uudestaan. Vaikka vesi itsessään on halpaa, kun työvoiman ja työkoneiden kustannukset otetaan huomioon, siitä muodostuu jatkuvassa käytössä kallis vaihtoehto. Siksi sitä pitäisikin käyttää vain väliaikaisratkaisuna. (Tiehallinto 2003.)

Erilaisia suoloja käytetään laajalti yleisten teiden hoidossa. Kesäaikaan suola ehkäisee pölyämistä sen hygroskooppisten ominaisuuksien ansiosta. Suola siis imee kosteutta ilmasta ja näin sitoo pölyn itseensä. Talviaikaan ei yleisillä teillä ole pölyämisongelmaa, vaan suoloilla pystytään pitämään tienpinta sulana, mutta samalla hygroskooppisella periaatteella suola toiminee talviolosuhteissakin hiilipölyn sitomiseen. (Tiehallinto 2003.)

Merivesi on sen sisältämän suolan ansiosta hieman tehokkaampi pölynsitoja kuin makea vesi. Suomen rannikoilla Itämeren veden suolapitoisuus on kuitenkin muihin merivesiin verrattuna hyvin alhainen, yleensä noin 0,5 %, jonka vuoksi siitä ei ole pölynsidonnan kannalta merkittävää hyötyä. (Tiehallinto 2003.)

Suolan käyttämisen riskinä on sen päätyminen polttoaineen sekaan ja sitä kautta edelleen voimalaitoksen kattilaan. Kattilaan joutuessaan suola aiheuttaa korroosiota. Korroosio nostaa voimalaitoksen huoltokustannuksia merkittävästi ja voi pahimmillaan johtaa ylimääräisiin laitosseisokkeihin. Mikäli suolan päätyminen kattilaan ei pystytä estämään, käytön haitat ovat selkeästi hyötyjä suuremmat. (Takala 2013.)

Polymeeriemulsioita, kuten polyvinyylisetaatteja ja akryylikopolymeereja, voidaan käyttää sitomaan maanpinnan rakeita toisiinsa. Levittämällä polymeerituotteet veden seassa ne kovettuvat ja muodostavat polymeerimatriisin. Kovettumisaika riippuu lämpötilasta ja kosteudesta, mutta tyypillisesti kovettuminen tapahtuu kahden vuorokauden kuluessa. Polymeerien käytön etuna on niiden vedenkestävyys ja puristuslujuus. Huonoiksi puoliksi voidaan lukea mahdollinen hajoaminen ultraviolettivalon vaikutuksesta sekä levityskaluston aikaa vievä putsaus. (Tiehallinto 2003.)

Polymeeriemulsioiden testaustulokset eivät kuitenkaan ole yhteneväisiä, vaan vaihtelevat olosuhteista riippuen. Yhdessä testissä todettiin hengitettävien

hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuden vähentyneen tehokkaimmin. Toisessa testissä matriisi oli hajonnut raskaan liikenteen vaikutuksesta ja teho jäänyt selkeästi heikommaksi. (Tiehallinto 2003.)

5.5 Varastokasan pinnan kosteuttaminen

Liikennöintiin käytettävien reittien pölynsidonnan lisäksi vettä voidaan käyttää ehkäisemään tuulieroosiota varsinaisesta varastokasasta. Kuten jo aiemmin todettiin, pölyäminen vähenee lähes olemattomaksi, kun hiilen kosteus on noin 10 %. Kastelu vähentää hiilen lämpöarvoa, mutta toisaalta sadetus vaikuttaa ainoastaan varastokasan päällimmäiseen kerrokseen, joka on tuulieroosion kannalta oleellisin osa. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

5.6 Varastokasan pinnan tiivistäminen

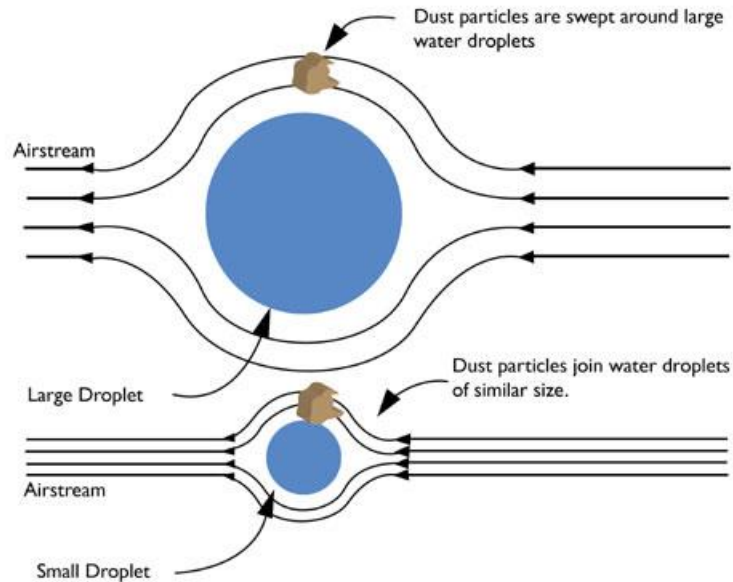
Pitkäaikaisissa varastoissa kasan passiivisen osan pinnat kannattaa tiivistää huolellisesti (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991). Tiivistämisen voi hoitaa kohtalaisen helposti jo kasan rakennusvaiheessa esimerkiksi pyöräkuormaajan kauhalla painamalla. Näin varastokasan pinnasta saadaan tasaisempi eikä tuuli tartu siihen yhtä voimakkaasti.

Mikäli varastokasa on jo niin korkea, ettei pyöräkuormaajan kauhalla yletä tiivistämään sen kaikkia pintoja, ja käytettävissä on hiilen erotteluun soveltuva seula, käytännössä saman asian ajaa kasan peittäminen karkealaatuisella hiilellä. Tällöin tuulen vaikutuksen vähentyminen ei perustu niinkään varastokasan pinnan tasoittumiseen, vaan pölyämiselle alttiin pienempijakoisen hiilen jäämiseen painavamman pintahiilen alle. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991.)

5.7 Vesisumu

Uudenlaisella vesisumua hyödyntävällä tekniikalla pystytään sitomaan pölyhiukkaset ilmasta. Viimeaikaisten tutkimuksien mukaan perinteistä sadetinta tehokkaampaa on, jos pölyhiukkasten ja vesipisaroiden kokoluokat vastaavat toisiaan. Tällöin vesi ja pöly törmäävät ja kiinnittyvät toisiinsa muodostuen

riittävän painaviksi pudotakseen nopeasti maahan. Pisaroiden ja pölyhiukkasten ollessa erikokoisia ne pääsevät kiertämään toisensa ympäröivän ilmavirran mukana, eikä törmäystä tapahdu. (Ren, Cooper & Yarlagadda 2011.) Tapauksia on havainnollistettu kuvassa 5.



KUVA 5. Pölyhiukkasten ja vesipisaroiden törmäminen (Dustboss 2013)

Vesisumun tuottamiseen käytetään vain puhdasta vettä, mikä tekee siitä hyvin ympäristöystävällisen. Tehokasta tuuletinta käyttäen vesisumu levitetään alueelle, jossa pölyä esiintyy. Toisin kuin perinteisellä kastelutyylillä, sumuttamalla vesi ei laskeuduttuaan muodosta lammikoita. Haittapuolena on laitteiden suurehko sähkönkulutus. (Mining-technology.com 2013.)

Yksi esimerkki vesisumua tuottavista laitteista on Pohjois-Ruotsissa toimiva Duztech. Duztechin eri mallien heittoetäisyyksiä ja veden- ja sähkönkulutusta on vertailtu taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Duztech-vedisumuttimien vertailu (Duztech 2013)

	D300	D400	D600	D800
Heittoetäisyys	30	40	60	80
Vedenkulutus l/min	44-62	68-77	68-77	68-77
Vedenkulutus m ³ /20h	52,8-74,4	81,6-92,4	81,6-92,4	81,6-92,4
Kokonaisteho kW	7	13	22,5	34
Sähkönkulutus kWh/20h	140	260	450	680

Taulukosta nähdään, että siirryttäessä heittoetäisyydeltään suurempiin malleihin, laitteen vedenkulutus ei juuri muutu. Sähkönkulutus sen sijaan kasvaa heittoetäisyyden tuplaantuessa lähes kolminkertaiseksi, jossa suurin vaikutus on tuulettimen tehon kasvussa. 20 tunnin kokonaiskulutus kuvastaa tilannetta, jossa yksi sumutinlaite olisi käynnissä koko yhden hiilialuksen purkamisen ajan.

Duztech-tuotteita on myös mahdollista käyttää talviaikaan lumettamiseen, joten ne on valmistettu kestävämmän talviolosuhteita. Lumettamista voisi hyödyntää alkutalvesta ennen luonnonlumen sadetta hiilivarastokasan peittäamiseen lumella, ja tällä tavoin aikaistaa lumella aikaansaatavaa pölyämisen torjuntaa.



KUVA 6. Duztech-vesisumutin (Duztech 2013)

Duztech markkinoi tuotteitaan pääasiassa kaivosteollisuuden ja erilaisten rakennustyömaiden käyttöön. Kaivoksilla käsiteltävät materiaalmäärät ovat paljon merkittävämpiä kuin energiayhtiön, ja rakennustyömailla pöly aiheuttaa turvallisuus- ja terveysriskejä. Molemmissa tapauksissa pölyä pidetään suurempana ongelmana kuin hiilen varastoinnissa. (Mining-technology.com 2013.)

5.8 Hiilen ostaminen karkeampana

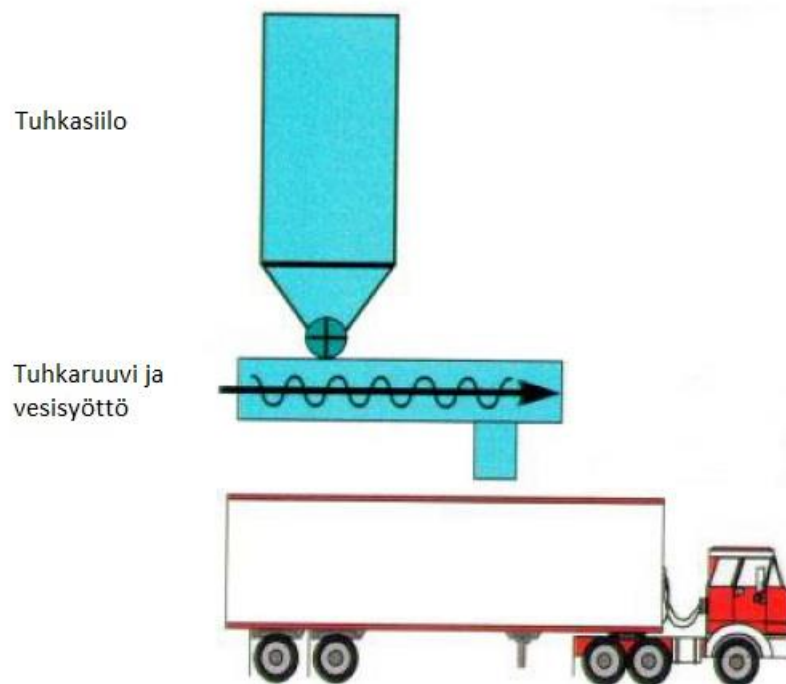
Pölyämislle alttiin materiaalin määrä vähenisi huomattavasti, jos hiilestä olisi valmiiksi seulottu hienoimmat jakeet pois. 100 µm:ä suuremmat pölyhiukkaset eivät enää leiju merkittävälle etäisyydelle varastosta (Insinööritoimisto Paavo Ristola 1991), joten sitä pienemmät jakeet pitäisi seuloa jo lähtöpäässä. Seulonta kuitenkin aiheuttaa toimittajalle lisäkustannuksia, jotka siirtyvät suoraan myyntihintaan. Voimalaitoksen toimintaan karkeamman raaka-aineen käyttö ei vaikuttaisi, koska hiili jauhetaan joka tapauksessa hienoksi hiilipölyksi ennen polttamista.

6 KIVIHIILITUHKAN PÖLYNHALLINTA

Tuhkan pölyäminen on mahdollista estää oikeanlaisella esikäsitteilyllä.

Yksinkertaisin esikäsitteilytapa on itsekovettaminen, jossa tuhkan sekaan lisätään vettä. Tuhkan sisältämä kalkki reagoi veden kanssa muodostaen hydroksidia ja edelleen karbonaattia ja alkaa rakeistua välittömästi. Reaktio on eksoterminen, eli se vapauttaa lämpöä, minkä ansiosta käsittely on mahdollista talvella. Pelkkää vettä käyttävänä käsittelytekniikkana itsekovettamista voidaan pitää hyvin ympäristöystävällisenä. (Korpilahti 2003.)

Tuhkan kostuttaminen hoidetaan tavallisesti tuhksiilon yhteyteen rakennetulla ruuvikostuttimella. Vesi syötetään tuhkaruuviin samalla kun tuhka puretaan siilosta kuljetuskaluston kyytiin. Veden ja tuhkan sekoitussuhde on 1:3. (Korpilahti 2003.)



KUVA 7. Periaatekuva tuhkan kostutuksesta ruuvikostuttimella (Muokattu lähteestä Korpilahti 2003)

Korpilahden (2003) arvion mukaan ruuvikostutin asennuksineen maksaa noin 50 000 €. Laite ei vaadi erillistä työntekijää, joten käyttökustannukset jäävät

alhaisiksi. Veden lisääminen tekee tuhkan kuitenkin painavammaksi, mikä lisää hieman kuljetuskustannuksia, kun yhteen kuorma-autoon mahtuu vähemmän tuhkaa. Sen lisäksi jätevero joudutaan maksamaan kuorman koko painosta, siis myös vedestä. (Korpilahti 2003)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tunnistaa kivihiilen ja kivihiilituhkan pölyämiseen vaikuttavat tekijät sekä etsiä ongelmiin mahdollisia ratkaisuja. Esimerkkikohteina toimivat Lahti Energian kivihiilivarasto, joka sijaitsee Loviisan Satamassa, sekä tuhkan loppusijoituspaikka Lahden Kujalan kaupunginosassa.

Työ toteutettiin pääasiassa perehtymällä pölyämiseen liittyvistä aiheista aiemmin julkaistuihin tutkimuksiin ja artikkeleihin ja soveltamalla sitä tietoa mahdollisuuksien mukaan tämän työn kohteisiin.

Alussa esitellään pölyongelmien yhteydessä huomioon otettava lainsäädäntö, sekä myöhemmässä pölyämiseen tarkemmin perehtyvässä osiossa satamassa suoritettujen pölymittauksien tulokset. Näitä toisiinsa vertaamalla voidaan todeta, ettei toiminnassa ole lain puitteissa huomautettavaa. Siitä huolimatta Lahti Energia kuitenkin pyrkii ratkaisemaan ongelman.

Tiedon kerääminen osoittautui melko haasteelliseksi. Ajankohtaisin hiilen pölyämiseen liittyvä tutkimus oli päivätty vuodelle 1991. Pölyongelma on kuitenkin ollut Lahti Energiassa esillä tasaisin väliajoin, ja keskustelemalla muiden työntekijöiden kanssa heidän kokemuksistaan asian suhteen, totesimme että kyseisen tutkimuksen tieto on edelleen hyvin paikkansapitävää ja tämän työn tarkoitukseen käyttökelpoista. Pitkälti tämän tutkimuksen varaan rakensinkin mielestäni kattavan osion kivihiilen pölyämiseen vaikuttavista tekijöistä.

Tuhkan ominaisuuksia on tutkittu viime vuosina aiempaa enemmän. Tutkimukset liittyvät kuitenkin lähes poikkeuksetta tuhkan hyötykäyttömahdollisuuksiin, ja vaikka niissä todetaan tuhkan olevan herkästi pölyävää, eivät ne ota kantaa pölyävyyden hallitsemiseen.

Työ esittelee Loviisan satamassa tähän mennessä tehdyt toimenpiteet pölyämisen hallitsemiseksi. Sen lisäksi annetaan erilaisia vaihtoehtoja, joilla pölynhallintaan voisi ryhtyä jatkossa. Osa esiteltyistä vaihtoehdoista on vanhoja ideoita ja tähän tarkoitukseen toimivaksi havaittuja, ja osa erityyillisistä pölynhallintaprojekteista, kuten esim. maantiepölyjen ja rakennustyömaiden pölyjen hallintaan testattuja,

joiden uskon soveltuvan myös hiilivaraston pölyn vähentämiseen. Oletus näiden uudenlaisten pölynhallintakeinojen toimimisesta perustuu aiemmin julkaistuun kirjallisuuteen ja tutkimuksiin. Kontekstia työlle oli vaikea löytää, koska näin pienessä mittakaavassa kivihiiltä käyttävät toimijat eivät tunnu pitävän pölyämistä merkittävänä ongelmana, eikä suurten hiilikaivosten tai kymmenkertaisia määriä hiiltä käyttävien voimaloiden käyttäminen viitekehyksenä tunnu tarkoituksenmukaiselta.

Alkuperäinen suunnitelma oli myös selvittää muilta saman alan toimijoilta, miten heillä on ongelmaa lähestytty, ja erityisesti tämä osa työstä kiinnosti toimeksiantajaa. Lahti Energian hiilivoimalan ollessa Suomen ainoita sisämaassa sijaitsevia kivihiilen käyttäjiä ongelma kuitenkin osoittautui melko ainutlaatuiseksi. Suurin osa voimaloista sijaitsee merenrannalla ja tuontihiili toimitetaan suoraan voimalan luokse. Sen lisäksi ne eivät sijaitse asutuksen läheisyydessä, joten niiden toimintaympäristössä ei esiinny samaa ongelmaa. Osa tavoittelemistani yrityksistä jätti vastaamatta tiedusteluun.

Työn pääpaino on kivihiilen pölyämisen ratkaisemisessa. Kivihiilen pölynhallintakeinot ovat kuitenkin sovellettavissa myös kivihiilen poltosta syntyvälle tuhkalta, mutta sama ei päde toisinpäin. Tuhkan osalta työssä on esitelty sen loppusijoituskäytäntö sekä yksi pölynhallintakeino, joka on juuri tuhkalta ominainen.

Pölyämisen aiheuttavia tekijöitä on monta erilaista. Sen takia ei ole todennäköistä löytää yhtä yleispätevää keinoa, joka ratkaisisi koko ongelman. Yksinkertaisilla helposti toteutettavilla keinoilla, kuten kuormien peittäminen ja varastokasojen pintojen kosteuttaminen ja tiivistäminen, voidaan saada aikaan pölyämisen vähenemistä, mutta ongelman kokonaisvaltainen ratkaiseminen vaatisi monien erilaisten keinojen yhdistelyä. Kuormien peittämistä ja jo tällä hetkellä käytettäviä keinoja lukuun ottamatta esitetyt pölynhallintakeinot vaikuttavat nähdäkseni suhteettoman suurilta toimenpiteiltä ongelman luonteeseen nähden.

Työni onnistui hyvin. Suurimman haasteen ja puutteen työssä aiheutti se, ettei pölyämisen ratkaisemiseen ole tässä mittakaavassa juurikaan panostettu, joten

aiheelle ei löytynyt hyviä vertailukohtia. Yhteistyö opinnäytetyön ohjaajan sekä muiden Lahti Energian työntekijöiden kanssa oli kuitenkin toimivaa.

LÄHTEET

Dustboss. 2013. Dust control technology white paper on dust theory [viitattu 22.7.2013]. Saatavissa: <http://www.dustboss.com/dust-control-technology-white-paper-on-dust-theory>

Duztech. 2013. Duztech tuotteet [viitattu 19.7.2013]. Saatavissa: <http://www.duztech.com/fin/products.html>

Energiateollisuus. 2013a. Kiinteät jätteet [viitattu 5.6.2013]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/ymparisto-ja-kestava-kehitys/ymparistovaikutukset/kiinteat-jatteet>

Energiateollisuus. 2013b. Kivihiili [viitattu 27.5.2013]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energiالاhteet/kivihiili>

Energiateollisuus. 2013c. Tilastot ja julkaisut [viitattu 27.5.2013.]. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut>

Finlex. 2013. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta [viitattu 24.7.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960480>

Hansa Machines. 2013. Pölynsidonta [viitattu 20.8.2013]. Saatavissa: <http://www.hansamachines.fi/sivu.aspx?taso=2&id=267>

HSY. 2011. Raja- ja ohjearvot [viitattu 25.7.2013]. Saatavissa: <http://www.hsy.fi/seututieto/ilmanlaatu/tietoa/rajaarvot/Sivut/default.aspx>

Insinööritoimisto Paavo Ristola. 1991. Kivihiilen pölyäminen kuljetuksen yhteydessä ja varastoinnin aikana Loviisan satamassa. Lahti: Lahti Energia Oy.

Korpilahti, A. 2003. Tuhkan esikäsittely metsäkäyttöä varten. Metsäteho Oy [viitattu 31.7.2013]. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_143.pdf

Lahti Energia. 2011a. Hakemus Loviisan sataman kivihiilivaraston ympäristölupamääräysten tarkistamiseksi. Ympäristölupahakemus.

Lahti Energia. 2011b. Lahti Energia Oy:n Miekan tuhkan kaatopaikan toiminnan ympäristölupa [viitattu 2.8.2013]. Saatavissa:

http://www.avi.fi/documents/10191/56818/esavi_paatos_51_2011_2-2011-06-09.pdf

Lahti Energia. 2012. Lahti Energia Oy:n Loviisan sataman kivihiilivaraston ympäristölupa. [viitattu 7.6.2013]. Saatavissa:

http://www.avi.fi/documents/10191/56816/esavi_paatos_152_2012_1-2012-10-02.pdf

Lahti Energia. 2013a. Energian tuotanto [viitattu 28.5.2013]. Saatavissa:

<http://www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-tuotanto>

Lahti Energia. 2013b. Kivihiilianalyysit laivalasteista. Intranet.

Lahti Energia. 2013c. Kymijärven voimalaitos [viitattu 28.5.2013]. Saatavissa:

<http://www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-tuotanto/50>

Lahti Energia. 2013d. Tuhkat ja kuonat 2012. Intranet.

Lahti Energia. 2013e. Viranomaisille toimitetut valitukset. Intranet.

Liikennevirasto. 2010. Tien melusteiden suunnittelu [viitattu 4.7.2013].

Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-16_meluste_suunnittelu_web.pdf

Lillman, E. 2013. Ympäristöpäällikkö. Lahti Energia Oy. Haastattelu 14.8.2013.

Lommi, M. 2013. Vantaan Energia Oy. Kivihiilen pölyäminen [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Suolahti, Visa. Lähetetty 10.7.2013.

Loviisan satama. 2012. Satamakartta 2012 [viitattu 23.7.2013]. Saatavissa:

<http://www.loviisa.fi/files/download/Satamakartta2012.pdf>

Mining-technology.com. 2013. Duztech – Dust suppression equipment [viitattu 19.7.2013]. Saatavissa: [http://www.mining-](http://www.mining-technology.com/contractors/emission_control/duztech/)

[technology.com/contractors/emission_control/duztech/](http://www.mining-technology.com/contractors/emission_control/duztech/)

Ramboll Finland Oy. 2011a. Loviisan satama melumittaus. Melumittausraportti.

Ramboll Finland Oy. 2011b. Loviisan satama pölymittaus. Pölymittausraportti.

Ren, T., Cooper, G. & Yarlagadda, S. 2011. Development of a Water-mist Based Venturi System for Dust Control from Maingate Chocks and BSL. University of Wollongong [viitattu 22.7.2013]. Saatavissa:

<http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2025&context=coal>

Ruuhijärvi, R. 2013. Kuorma-auton kuljettaja. Kuljetusalan aliurakoitsija.

Haastattelu 29.5.2013.

Takala, H. 2013. Voimalaitospäällikkö. Lahti Energia Oy. Haastattelu 14.8.2013.

Tiehallinto. 2003. Sorateiden pölynsidonta-aineiden ympäristövaikutuksia [viitattu 10.7.2013]. Saatavissa:

http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200811v_sorateiden.pdf

Windfinder. 2013. Wind & weather statistics Porvoo Emäsalo [viitattu 24.6.2013].

Saatavissa:

http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_porvoo_emasalo.htm

Ympäristöhallinto. 2008. Päätös lupamääräysten tarkistamisesta. Ympäristölupa [viitattu 8.7.2013]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=96326>