

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma / käyttö ja kunnossapito

Ville Jaakkosela

SEULOMON YLITTEEN HYÖDYNTÄMINEN FORTUMIN GENENCORIN LÄMPÖLAITOKSELLA

Opinnäytetyö 2012

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Energiatekniikka

JAAKKOSELA, VILLE	Seulomon ylitteen hyödyntäminen Fortumin Genencorin lämpölaitoksella
Insinööri	32 sivua + 24 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Risto Korhonen
Toimeksiantaja	Fortum Energiaratkaisut Oy
Maaliskuu 2012	
Avainsanat	ylite, metsätähdehake, kierrätyspuu, seula, murskain, nykyarvo

Toimeksiantajan tavoitteena oli vähentää laitoksessa syntyvän polttokelpoisen materiaalin häviötä. Lämpölaitos toimittaa tehtaassa tarvittavaa höyryä Genencorin tuotantolaitokselle ja kaukolämpöä Hangon kaupunkiin. Polttaminen tapahtuu leijupedissä. Polttoaineena käytetään hyvälaatuista kierrätyspuumurskettä sekä metsätähdehaketta. Myös kokopuuhaketta ja sahanpurua käytetään pieniä määriä.

Laitokselle tuotava polttoaine on valmiiksi haketettua. Ennen kattilaan menoa haketettu materiaali seulotaan, jolloin liian suuret partikkelit eivät mene kattilaan vaan päätyvät ylitteeksi. Ylite on pääasiassa polttokelpoista puuta. Urakoitsija kuljettaa ylitteen läheiselle kentälle, jossa se kompostoidaan. Kustannuksia syntyy materiaalin kuljettamisesta kompostointiin. Lisäksi hävitään ylitteen sisältämä energiamäärä, josta on maksettu polttoaineen toimittajalle täysi hinta. Sopimuksissa on määritelty ylitteelle enimmäismäärä. Toimitettu polttoaine täyttää tältä osin ehdot selvästi. Suuri polttoainevirta johtaa siihen, että myös ylitettä kertyy vuoden aikana runsaasti.

Ratkaisuvaihtoehtoja oli periaatteessa kolme. Ylite voitaisiin kuljettaa poltettavaksi yhtiön muihin laitoksiin, joihin se soveltuu paremmin. Tällä menetelmällä kuljetuskustannukset olisivat nousseet, koska lähellä ei ole toista KPA-laitosta. Toinen mahdollisuus oli, että hankitaan laitokselle pieni murskain, jolla ylite saadaan sopivaan kokoon ja voidaan polttaa. Kolmas vaihtoehto oli jatkaa entiseen tapaan, mikäli investoinnit olisivat osoittautuneet liian suuriksi.

Kun tarkoitukseen sopivista murskaimista pyydettiin tarjoukset ja laskettiin investoinnin kannattavuutta, todettiin takaisinmaksuajaksi mallista riippuen yhdestä kahteen vuotta. Hanke todettiin kannattavaksi.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

JAAKKOSELA, VILLE Sieving Surplus Utilization in Fortum`s Genencor Heat Plant

Bachelor`s Thesis 32 pages + 24 pages of appendices

Supervisor Risto Korhonen, Senior Lecturer

Commissioned by Fortum Energiatekniikka Oy

March 2012

Keywords surplus, wood remains, recycled wood, screen, crusher, present value

The aim of the study was to reduce the loss of combustible material. The steam needed in the heating plant is delivered to the Genencor production plant and district heat to the city of Hanko. The combustion takes place in a bubbling fluidized bed. Recycled woodchips and wood remains are used as fuel in the process as well as small amounts of woodchips and sawdust.

The fuel arriving at the plant has already been chipped before the delivery. Before the combustion, the chipped material is screened so that too large particles do not end up in the combustor but are left as waste. The waste collected in this manner is mostly usable wood. The waste is taken to a near field by a contractor to be composted. The material transportation creates expenses. Moreover, the investment paid to the fuel contractor in the form of the energy value of the waste is lost. The maximum amount of relative waste in the fuel is defined in contracts. The delivered fuel fulfills these conditions clearly. However, due to the large flow of fuel, the annual amount of waste is still rather sizable. This gives basically three options. The waste could be transported to other plants of the company which are more suitable to reuse it. This method increases transport expenses since there is no other solid fuel plant in the vicinity. The second option is to acquire a small crusher for the plant, which can process the waste into smaller particles better suitable for combustion in the same plant. The third option is to continue as before if the investments from other options turn out to be too expensive. When the chipping machine installation offers were obtained and total feasibility of the investment was calculated, the payback period was estimated to be between one and two years. The conclusion is that the investment is economically viable.

## ALKUSANAT

Tämän päättötyön tekeminen oli mielenkiintoinen urakka. Työn tekemisen mielekkyyttä lisää aina huomattavasti se, että kyseiselle hankkeelle oli todellista tarvetta. Murskaimen hankinnalla näyttäisi olevan mahdollista saada merkittäviä säästöjä.

Työn hiominen lopulliseen muotoonsa on hieman venähtänyt, mikä ei tietenkään ole ihan tavatonta lopputyötä tehtäessä. Opinnäytetyön tekoa ovat viivästyttäneet pääasiassa insinöörien työt, joten siinä mielessä tilanne on kuitenkin positiivinen. Sain hyvin vapaat kädet tehdä lopputyötäni. Projekti oli selkeä ja juuri sopivan kokoinen.

Itsenäinen työskentely ei kuitenkaan tarkoita työskentelyä yksin, joten haluan kiittää kaikkia, joille kiitokset kuuluvat. Fortumin porukka on tukenut työn edistymistä ja apua olen saanut aina kun sitä olen pyytänyt. Siitä kiitos koko osallistuneelle henkilökunnalle. Aihe-ehdotus tuli Hangon käyttöhenkilökunnalta. Nimeltä mainittakoon Fortumin puolelta Lassi Pajunen ja Esa Mörsky, jotka toimivat tämän työn valvojina. Koululle kiitokset lehtori Risto Korhoselle, joka oli tämän työn valvoja sekä insinööritoimiston väelle. Mikko Nykäsen avulla saatiin lämpöarvon määrittäminen kohdalleen. Katriinaa kiitän opastuksesta diskonttauksen maailmaan. Haluan myös kiittää Annea ja Jannea avusta työn loppumetreillä.

Kouvolassa 22.1.2012

Ville Jaakkosela

## Sisältö

1 Johdanto .....	6
2 Yhtiön ja laitoksen esittely.....	6
2.1 Yhtiö.....	6
2.2 Laitos.....	7
3 Polttoaine .....	8
3.1 Polttoaineen hankinta .....	8
3.2 Puuperäisiin polttoaineisiin liittyviä määritelmiä.....	9
3.3 Kierrätyspuumurskeen määritelmät (luokat A ja B).....	11
3.4 Polttoaineen laatuluokat .....	13
3.5 Polttoaineiden toimitus.....	14
4 Ylite .....	15
4.1 Ylitteen kertyminen .....	15
4.2 Ylitteen laadun määrittäminen laboratoriossa .....	16
4.3 Seulomo .....	16
4.4 Ylitteen energiasisältö .....	18
5 Murskaimet ja tehdyt tarjoukset.....	18
5.1 Murskaintyyppit.....	18
5.2 Tarjouspyynnöt.....	19
5.3 Vastaukset .....	20
6 Kannattavuuslaskelmat .....	21
6.1 Tuotot .....	21
6.2 Kulut.....	22
6.3 Diskonttaus.....	22
7 Yhteenveto .....	30
Lähteet.....	31

### Liitteet

Liite 1. Tutkimustodistus

Liite 2. Murskaintarjous valmistaja 1

Liite 3. Murskaintarjous valmistaja 2

Liite 4. Atex asetus räjähdysvaarallisiin tiloihin

Liite 5. Polttoaineiden hintataso kesäkuu 2011

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mahdollisuudet seulonnassa hylätyn puu-materiaalin eli ylitteen jatkokäytölle. Tällä hetkellä ylite kuljetetaan kompostoitavaksi. Tästä aiheutuu sekä kuljetuskustannuksia että raaka-aine häviöitä. Ylite on käytännössä kokonaan polttokelpoista puuainesta. Leijupetikattilassa polttoaineen palakoko on saatava varsin pieneksi, jotta palaminen on tasaista ja prosessi toimii halutulla tavalla.

Mahdollisia vaihtoehtoja ylitteen jatkokäytölle on varsin rajallisesti. Laitoksella ei ole murskauslaitteistoa, koska polttoaine toimitetaan valmiiksi hakettuna. Mikäli Fortumilla olisi lähettyvillä arinakattila, olisi yksi vaihtoehto ajaa ylite poltettavaksi toisella laitoksella. Tämä vaihtoehto kuitenkin lisäisi kuljetuskustannuksia. Ylite voitaisiin toisaalta kerätä kasaan ja murskata pienemmäksi liikuteltavalla laitteistolla. Tämä ratkaisumalli lisäisi materiaalin käsittelykertoja, eli kasvattaisi kustannuksia. Myös ulkopuolisen urakoitsijan tilaaminen työn suorittajaksi maksaisi. Yksi vaihtoehto on myös pitäytyminen nykyisessä käytännössä. Paras vaihtoehto nykyiselle tilanteelle olisi ylitteen murskaaminen suoraan seulan jälkeen. Sopivan kokoiset jakeet ohjattaisiin suoraan kuljettimelle ja kattilaan, jolloin turhat kuljettamiset ja käsittelyt jäisivät pois. Tätä vaihtoehtoa työssä lähdettiin selvittämään tarkemmin.

Laitoskoko on sen verran pieni, että suuren murskainlaitteiston hankkiminen ei ole järkevää. Tarkoitukseen sopivia murskaimia on tarjolla rajallisesti. Oleellinen tieto työn kannalta on se, mikä on investoinnin suuruus ja takaisinmaksuaika.

## 2 Yhtiön ja laitoksen esittely

### 2.1 Yhtiö

Työn tilaaja oli Fortum Energiaratkaisut Oy. Itsenäinen yhtiö on osa Heat-divisioonaa. Energiaratkaisut toimittaa lämmitys-, jäähdytys- ja höyryratkaisuja asiakkaiden tarpeisiin. Kaukolämpöverkkoja yhtiöllä on 12 eri puolella Suomea. Yritysratkaisuja on 91. Jokainen ratkaisu räätälöidään asiakkaan tarpeisiin. Tästä johtuen käytössä on lähes kaikki yleisimmät polttoaineet ja erilaiset laitosratkaisut. Fortum Energiaratkaisujen tyypillisimmät laitokset ovat:

- Lämpö- ja höyrylaitokset
- Teollisuuden lämpöpumput
- Teollisuuskylmälaitokset
- Kaukolämpö
- Pieni CHP
- Hybridilaitokset
- Jättemateriaalien hyödyntäminen

- Maa-, kallio- ja sedimenttilämpö

Laitoskokoja on useita asiakkaiden tarpeen mukaan. Pienimmät ovat kooltaan alle 1 MW, suurimmat useita kymmeniä megawatteja. Suomen suurin maalämpöön perustuva lämpölaitos otettiin käyttöön syksyllä 2011.

Polttoaineita on tällä hetkellä käytössä seuraavasti:

- Kaikki biopolttoaineet
- Teollisuuden sivutuotteet
- Maakaasu
- Turve
- Öljy

Uusia polttoainevaihtoehtoja kokeillaan aktiivisesti (1).

## 2.2 Laitos

Genencorin yksikkö koostuu kiinteää polttoainetta käyttävästä 18 MW:n leijupetikattilasta ja varalaitoksesta. Varalaitos käy raskaalla polttoöljyllä, mutta normaalitilanteessa sitä ei tarvitse käyttää. Yhteensä lämpötehoa saadaan laitoksista 53 MW.

Polttoaine syötetään viidelle eri linjastolle, josta se siirretään kuljettimella seulomoon. Seulottu materiaali menee kuljettimella siiloon ja sieltä edelleen tasaustaskuun. Tasaustaskusta polttoaine ohjautuu sulkusyöttimien kautta kattilaan.

Kattilan on toimittanut Vapor Oy. Käyttöönotto tapahtui vuonna 2010. Suurin sallittu paine kattilalle on 16 bar. Suurin teho on 18 MW, ja rakenne on vesiputkikattila. Pääpolttoaine on puu eri muodoissa, mutta parhaiten laitos toimii hakkeella. Polttaminen tapahtuu leijupetimenetelmällä. Varalla ja sytytyksessä on apuna 5 MW:n tehoinen kevytöljypoltin. Laitosta ajetaan miehittämättömänä, mutta päivisin käyttäjä on usein paikalla.

Tuotettu höyry menee Genencorin tehtaalle. Genencor International Oy:n Hangon tehtaan tuotanto muodostuu entsyymiliuoslopputuotteista, entsyymikonsentraateista omalle granulaattiosastolle ja siellä granuloiduista väli- ja lopputuotteista. Tuotteita käytetään pesuaine-, tekstiili-, elintarvike-, tärkkelys- ja rehuteollisuudessa (2). Tehtaalle menee höyryä kahdella eri paineella (9 bar ja 12 bar). Laitos tuottaa myös kaukolämpöä Hangon kaupungille.

## 3 Polttoaine

### 3.1 Polttoaineen hankinta

Kaikki polttoaine toimitetaan laitokselle valmiiksi haketettuna. Laitoksella ei ole omaa ostomiestä, ja saapuneen tavaran laatua valvoo ensisijaisesti laitoksen käyttäjä. Toimitettavan polttoaineen laadussa noudatetaan yleisiä biopolttoaineiden laatuluokituksia. Nämä vaatimukset on kirjattu myös toimitusehtoihin. Laitoksella käytetään ainoastaan metsä- ja puuhaketta sekä A- ja B-luokan kierrätyspuuta.

Kierrätyspuuta luokitellaan myös luokkiin C ja D, joista D-luokkaan kuuluvat jakeet ovat ongelmajätettä eivätkä sovellu poltettavaksi tavallisissa laitoksissa.



Kuva 1. Kierrätyspuumurske (3)

Puuperäiset polttoaineet jaetaan laatuluokkiin energiasisällön, raaka-aineen ja palakoon mukaan. Polttoaineen laatua seurataan jatkuvasti ottamalla joka toimituserästä näytteet. Kosteusprosentti polttoaineella vaihtelee huomattavasti, ja tämä vaikuttaa suoraan laitoksen käyttäytymiseen ja hyötysuhteeseen. Polttoaine ei saa olla myöskään liian kuivaa, koska tällöin lämpötilat saattavat nousta liian korkeiksi ja hiekkapedissä voi tapahtua sintraantumista. Sintraantuminen voi olla ongelma myös poltettaessa sellaista kierrätyspuuta, joka sisältää paljon liima-aineita, kuten esimerkiksi vaneri.

Polttoainenäytteestä määritetään aina kosteusprosentti saapumistilassa. Tämän lisäksi voidaan määrittää tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa, tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, energiatiheys saapumistilassa, irtotiheys, tuhkapitoisuus, tuhkan sulakäyttäytyminen, partikkelikoko, ylitteen määrä ja epäpuhtaudet. Näytteet tutkitaan oman seurannan lisäksi laboratoriossa, jossa määritetään polttoaineen ominaisuudet tarkasti. Tämän kaltainen järjestelmä johtuu siitä, että laskutus laitoksella perustuu polttoaineen ominaisuuksiin. Tietoja tarvitaan myös ympäristölupaehtojen toteutumisen seurantaan.



## 3.2 Puuperäisiin polttoaineisiin liittyviä määritelmiä

### **Energiapuu**

Polttoon tai muuhun energiakäyttöön tarkoitettu puu tai puutavara muodosta ja lajista riippumatta.

### **Hakkuutähdehake**

Hakkuutähteestä tehty hake. Hakkuutähdettä on teollisuudelle menevän runkopuun hakkuun yhteydessä syntyvä metsään jäävä puuaines, kuten oksat ja latvat. Myös hakkuualueille jäävä, pienikokoinen puu, niin sanottu raivauspuu sekä hylkypölkkyt luetaan hakkuutähteeksi.

### **Kantohake**

Kannoista tai liekopuista tehty hake.

### **Kokopuuhake**

Puun koko maanpäällisestä biomassasta eli kokopuusta (runko, oksat, neulaset) tehty hake.



Kuva 2. Kokopuuhake (4)

### **Metsähake**

Ranka-, kokopuu- ja hakkuutähdehakkeen yleisnimitys haketuspaikasta riippumatta.

### **Metsätähdehake**

Ainespuun korjuun jälkeen oksista ja latvuksista viheraineineen tehty hake..

### **Metsätähdehake**

Ainespuun korjuussa ja nuorta metsää harvennettaessa tähteeksi jääneistä oksista, latvuksista ja hukkarunkopuusta tehty hake. Metsätähteen kuivumisesta riippuen viheraines on mukana tai puuttuu.

**Polttohake**

Yleisnimitys polttoon käytettävälle eri tekniikoilla tehdylle hakkeelle tai murskeelle.

**Puutähdehake**

Teollisuuden kuorellisista ja kuorettomista puutähteistä, kuten rimoista, tasauspätkistä ja muista sellaisista tehty hake, joka ei sisällä maalattua tai muuten käsiteltyä puuta.

**Ruskea hake**

Kuorimattomista rangoista, kokopuusta tai hakkutähteestä tehty polttohake, jossa lehti- ja neulasmassan osuus on vähäinen.

**Sahahake**

Sahateollisuuden sivutuotteena syntyvä kuorellinen tai kuoreton hake.

**Sahanpuru**

Sahauksessa syntyvä sahauspuru

**Viherhake**

Tuoreesta hakkuutähteestä tai kokopuusta tehty polttohake, jossa lehdet ja neulaset ovat mukana.

**Jätepuu**

Jätepuulla tarkoitetaan rakennus-, purku- ja korjaustoiminnassa syntyvää jätepuuta sekä puunjalostusteollisuudessa syntyvää jätepuuta, joka sisältää liima-, kyllästys- tai muita sellaisia aineita. Poikkeus on kyllästetty puu, joka on ongelmajätettä.

**Vaneritähde**

Vaneriteollisuudessa syntyvä viilu- ja vaneri- sekä muu puutähde, joka ei saa sisältää haittaavassa määrin liima-aineita.

**Kierrätyspuu**

Rakennusten ja yhdyskuntien kemikaaleilla käsittelemättömistä puutähteistä tehty polttohake (5).

### 3.3 Kierrätyspuumurskeen määritelmät (luokat A ja B)

#### **A LUOKAN PUUMURSKKE**

**Kemiallisesti käsittelemätön puu, sekä teollisuudesta ja käytöstä poistettu puu**

<b>Tuoteseloste EN 14961 - 1 mukaisesti</b>		
<b>Toimittaja</b>	Tuottajan tiedot	
	Toimituserä	Sopimuksen mukainen jatkuva toimitus, yksittäinen toimituserä on vuorokauden aikana toimitettu määrä
	Alkuperä 1:	Kemiallisesti käsittelemättömät metsä- ja puunjälöstusteollisuuden sivutuotteet ja puutähteet (1.2.1). Esimerkiksi viilu, käsittelemätön rakennuspuu, HDF -kuitulevyt pinnoittamattomana ja käsittelemättömänä, lämpöpuu.
	Alkuperä 2:	Kemiallisesti käsittelemätön käytöstä poistettu puu tai puutuote (1.3.1). Esimerkiksi rakennusten maalaamaton puu, puupakkaukset, puutarhojen ja puistojen yms. raivauspuu, rakennustyömaiden raivauspuu.
	Kauppanimike	Puumurske A
<b>Ominaisuudet</b>	Palakoko P, mm	FINNBIO P3
	Kosteus M, % saapumistilassa	FINNBIO K1
	Energiatiheys, E, kWh/irto-m <sup>3</sup> saapumistilassa	FINNBIO E3
	Mekaaniset epäpuhtaudet	Irtonaiset metalliset epäpuhtaudet ja kivet on poistettu murskauksen yhteydessä. Mekaanisia epäpuhtauksia on enintään 1 % massasta.
	Muut ominaisuudet	Raja-arvot ja suositusarvot käytöstä poistetulle puulle, luokka A, kohta 2.2.2, VTT:n tutkimusraportin no VTT-R-04989-08, 1.9.2008.

(6)

**B LUOKAN PUUMURSKE**

**Kemiallisesti käsiteltyä puuta:**

- Pinnoitettu, lakattu tai muulla tavoin kemiallisesti käsitelty
- Pinnoite tai komponentti ei sisällä halogenoituja orgaanisia yhdisteitä, kuten PVC:tä.
- Ei sisällä puunkyllästysaineita
- Ei purkupuuta, poikkeuksena puhdas käsittelemätön purkupuuta

Tuoteseloste EN 14961 - 1 mukaisesti		
Toimittaja	Tuottajan tiedot	
	Toimituserä	Sopimuksen mukainen jatkuva toimitus. Yksittäinen toimituserä on vuorokauden aikana toimitettu määrä
	Alkuperä 1	Kemiallisesti käsitelty metsä- ja puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja puutähteet (1.2.2.1). Esimerkiksi: pinnoittamaton ja pinnoitettu vaneri, lastulevy, MDF -levy, kalustelevy, HDF -levy, kertopuu, maalattu rakennuspuu, liimapuu.
	Alkuperä 2	Kemiallisesti käsitelty käytöstä poistettu puu tai puutuote (1.3.2). Esimerkiksi pinnoitettu vaneri, - lastulevy, MDF-levy, kalustelevy, HDF-levy, kertopuu, maalattu rakennuspuu, betonilaudoitus, kuormalavat, kaapelikelat, puurakennusten runkolauta ja hirret.
	Kauppanimike	Puumurske B
Ominaisuudet	Palakoko, P, mm	FINNBIO P3
	Kosteus, M, p-% saap.tilassa	FINNBIO K1
	Energiatiheys, E, kWh/irto-m <sup>3</sup> saapumistilassa	FINNBIO E3
	Mekaaniset epäpuhtaudet	Irtonaiset metalliset epäpuhtaudet on poistettu murskauksen yhteydessä. Mekaanisia epäpuhtauksia on enintään 1 % massasta. Metallinen alumiini < 0,2 % kuiva-aineessa. Maa-aines ja kivet on poistettu seulomalla.
	Typpi, N, % kuiva-aineessa	N0.9 (≤ 0,9)
	Kloori, Cl, % kuiva-aineessa	Cl0.1 (≤ 0,1)
	Muut ominaisuudet	Raja-arvot ja suositusarvot käytöstä poistetulle puulle, luokka B, kohta 2.2.2, VTT:n tutkimusraportin no VTT-R-04989-08, 1.9.2008.

### 3.4 Polttoaineen laatuluokat

Laatuluokitteluun käytetään Suomen bioenergiayhdistyksen laatimia taulukoita. Taulukoissa on ympyröity Fortumin Hangossa vaaditut arvot.

	Energiatiheys	Kosteuspitoisuus	Partikkelikoko
Hakkuutähdehake	E3	K3	P3
Rankahake	E3	K3	P3
Kantomurske	E3	K2	P3
Runkopuuhake	E3	K3	P3

Energiatiheys saapumistilassa MWh/i-m<sup>3</sup>

	Hake	Puru	Kuori
E1	0,9	0,7	0,7
E2	0,8	0,6	0,6
E3	0,7	0,5	0,5
E4	0,6	0,4	0,4

Kosteus % enintään

	Hake	Puru	Kuori
K1	40	30	40
K2	50	50	50
K3	60	60	60
K4	65	65	65

Partikkelikoko 95 % < mm

	Hake	Puru	Kuori
P1	30	5	60
P2	45	10	100
P3	60	20	200
P4	100	30	Repimätön

(7)

Kuoren suuri partikkelikoko selittyy sillä, että se menee helposti seulasta läpi. Kuoren yksi dimensio voi olla suuri, mutta koska aine on taipuisaa ja ohutta, ei sitä ylitteessä käytännössä ole keskimääräistä enempää. Sellaisenaan ei laitoksella polteta kuorta kovin paljon, mutta jonkin verran sitä tulee hakkeen mukana. Sahanpurua ylitteessä ei ole käytännössä lainkaan, joten sitä ei tässä selvityksessä huomioida. Polttoainetoimittajan kanssa on sovittu, että sahanpuru poltetaan kesäaikana. Näin vältetään liiallinen kosteus sekä jääpaakut polttoaineen seassa.

### 3.5 Polttoaineiden toimitus

Tällä hetkellä puuperäisiä polttoaineita Hangon laitokselle toimittaa neljä yhtiötä. Metsähakkeella on kolme toimittajaa. Lisäksi yksi yhtiö toimittaa laitokselle A- ja B-luokan kierrätyspuuta ja sahanpurua. Myös pieniltä sahoilta voi tulla sahanpuru- tai muita kuormia satunnaisesti. Sopimukset ovat pitkäkestoisia. Hakevarastossa on viisi syöttölinjaa, joihin polttoaine tyhjenetään. Yhtiöillä on toimitusohjelma, jonka mukaan ne eri viikoilla tuovat linjoille tavaraa. Näin varmistetaan, että kaikenlaisia polttoaineita on käytössä sopivassa suhteessa. Kattilaa ei ole suunniteltu ajettavaksi esimerkiksi pelkällä sahanpurulla, mutta sitä voi olla vähäisiä määriä muun polttoaineen joukossa. Linjojen nopeuksia säätämällä saadaan aikaiseksi sopiva polttoseos.



Kuva 3. Polttoaineen vastaanottolinjasto (8)

Tarvittavat polttoainemäärät ovat jo tämänkokoisessa laitoksessakin niin suuria, että kovin pienet yritykset eivät pysty riittävällä varmuudella tarjoamaan sopimusta vuodeksi eteenpäin. Huippukuormalla ajettaessa polttoainetta kuluu noin 25 m<sup>3</sup> tunnissa, mikä tarkoittaa 6-7 rekkaa vuorokaudessa. Lisäksi laitoksen erityispiirre on, että vain kahdelle linjalle pystytään polttoainekuorma tyhjentämään tavallisella kaadettavalla kuormalavalla. Lopuilla kolmella linjalla tarvitaan kuljetuskalustoa, jossa on peräpurkulaite. Metsätähteen kohdalla kuljetuskustannukset ovat merkittävät. Jokainen ylimääräinen lastaus ja purku lisäävät hintaa, eikä kovin pitkiä matkoja kannattaisi kuljettaa. Tämä antaa etulyöntiaseman paikallisille yrityksille. Toisaalta puun polton lisääntyessä kuljetusmatkat tulevat väistämättä pidentymään.

## 4 Ylite

### 4.1 Ylitteen kertyminen

Ylitettä kertyy epätasaisesti. Eniten sitä kertyy talvella, mutta silloin toimitusmäärätkin ovat suuremmat. Syyskuun ylitemäärä oli noin yksi prosentti kaikesta polttoaineesta. Määrä on sallittu sopimuksen mukaan.

Ylitteen jäljittäminen on käytännössä mahdotonta, koska saman toimittajankin jokainen autokuorma voi olla erilainen. Lisäksi toimittajia on useita, ja polttoainetta syötetään viideltä linjalta aina vähän erilaisina seoksina. Ylitteen määrä tonneissa on kirjattu vuoden aikana ylös. Kun laskelmissa käytetään koko vuoden keskiarvoa, päästään lähelle todellista tilannetta. Pidemmältä ajalta tietoa ei ole saatavissakaan, koska kyseessä on uusi laitos. Taulukkoon on kerätty ylitteen määrä ja sen pois kuljettamisesta kertynyt kustannus. Lisäksi on laskettu hävitty energiamäärä sen perusteella, mikä on ollut keskimäärin polttoaineen energiasisältö.

Ylitettä kertyi vuoden aikana 338 600 kg eli 338,6 tonnia. Punnitukseen käytetään laitoksen pihalla olevaa vaakaa. Vaaka on säädetty tarkkuuteen 1 kg.

#### Ylitteen määrä vuoden aikana

kk	Määrä kg	Kuljetuskustannukset €	Hävitty energia
Syyskuu 2010	29 800	1643,50	
Lokakuu 2010	33 160	1680,15	
Marraskuu 2010	29 060	1065,88	
Joulukuu 2010	41 560	2807,96	
Tammikuu 2011	47 860	3191,47	
Helmikuu 2011	52 860	2854,95	
Maaliskuu 2011	38 720	2306,71	
Huhtikuu 2011	18 140	2148,76	
Toukokuu 2011	11 620	1600,31	
Kesäkuu 2011	13 160	1499,02	
Heinäkuu 2011	7 760	807,86 (Seisokki)	
Elokuu2011	14 900	1873,73	
	<b>338 600</b>	<b>23 480,30</b>	<b>1075,39 MWh</b>

Ylitteen määrää mitataan tonneissa. Tämä aiheuttaa laskelmiin pientä epävarmuutta, koska polttoaineen kosteus vaihtelee. Talvella ylitettä tulee eniten, ja silloin myös kosteus on suurimmillaan. Tämä pienentää polttoaineen lämpösisältöä. Toisaalta suurin sallittu kosteus on määritelty toimitusehdoissa. Tässäkin suhteessa on laskut suoritettava keskiarvon mukaan. Fortum seuraa polttoaineiden energiasisältöä jatkuvasti, ja laskuissa on käytetty syyskuun

tietoja eri toimittajilta. Ylitteen kosteuden voidaan olettaa olevan sama kuin polttoaineen kosteuden.

## 4.2 Ylitteen laadun määrittäminen laboratoriossa

Polttoaineen keskimääräiset lämpöarvot ovat yrityksellä varsin tarkasti tiedossa. Varmuuden vuoksi määritimme koulun laboratoriossa myös ylitteen lämpöarvon. Tämän voitiin olettaa olevan hieman suurempi kuin polttoaineen keskimäärin, koska ylite on lähes pelkästään puhdasta puuta, kun taas varsinkin metsätähdehakkeen mukana tulee jonkin verran palamantonta tai lämpöarvoltaan huonoa materiaalia.

Näytteet otettiin satunnaisesti lokakuun aikana. Analysointi suoritettiin marraskuussa. Näytteen kuivatus tehtiin kuivatusuunissa (lämpötila 105 °C, aika 20 tuntia).

### Näytteet

Nro	Päivämäärä	Tyhjä (g)	Täysi (g)	Kuiva (g)	Kosteusprosentti
1	6.10.2011	767,1	1065,7	988,3	25,92
2	7.10.2011	764,9	1073,2	994,2	25,62
3	10.10.2011	765,6	1061,3	978,3	28,09
Keskiarvo					26,54 %

Ennen lämpöarvon määrittämistä ylitteenäytteet laitettiin vielä uuniin, jotta saatiin pois säilytyksen aikana mahdollisesti kertynyt kosteus. Kuivauksen jälkeen ylitteenäytteistä jauhettiin hienojakoista jauhoa. Jauhasta puristettiin pelletti, joka punnittiin ja analysoitiin. Ylitteen teholliseksi lämpöarvoksi saatiin 19,03 MJ/kg ja saapumistilan lämpöarvoksi 13,2 MJ/kg (liite 1). Suurin virhemahdollisuus tässä tapauksessa liittyy näytteen ottoon. Edustavan näytteen saaminen erilaisista materiaaleista on vaikeaa.

## 4.3 Seulomo

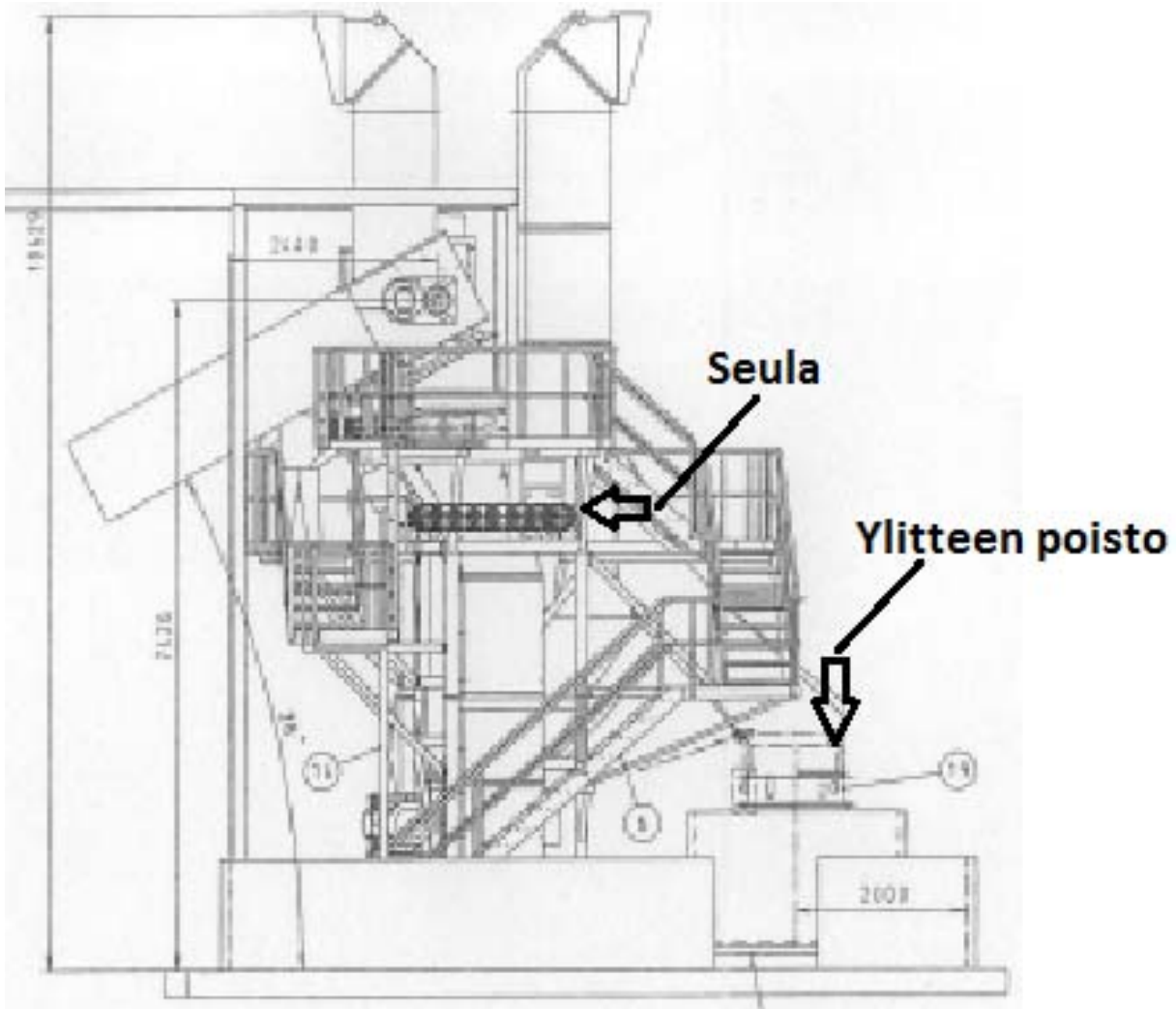
Laitoksessa on kiekko-seula, jossa polttoainevirta kulkee kiekkojen yli. Liian suuret partikkelit jatkavat matkaansa koko alueen läpi pudoten lopulta ylittekonttiin. Pienemmät partikkelit putoavat kiekkojen läpi kuljetushihnalle ja sitä pitkin polttoon. Kiekkoseulassa pitkäkin kappale voi päästä läpi, jos se putoaa seulalle pystyasennossa. Tämä ei kuitenkaan ole ongelma. Kiekkoseulaa ennen on magneetti, joka erottaa metallin, joten ylitteeseen metallia ei pääse. Vierasesineitä ei polttoaineen seassa tämän tyyppisessä hakelaitoksessa ole haittaavissa määrin.

Murskain tullaan sijoittamaan rakennukseen, joka ei ole Atex-normiston tarkoittama räjähdysvaarallinen tila. Kuljettimien sisäpuolet ovat kuitenkin Atex-luokkaa 22. Tämä tarkoittaa sitä, että myös murskain on pystyttävä eristämään niin, että sen sisäpuoli on räjähdysvaarallista tilaa ja ulkopuoli ei. Muussa tapauksessa koko rakennuksesta tulee räjähdysvaarallinen tila, jolloin kaikki sähkölaitteet olisi muutettava vaatimusten mukaisiksi.



## Seulomon tekniset tiedot:

Leveys	1100 mm
Pituus	1500 mm
Pyörimisnopeus	60 r/min
Teho	5,5 kW
Kiekkoväli	40 x 40 mm
Kiekon paksuus	10 mm
Kiekkoväli akselilla	90 mm



Kuva 4. Seulomon layout (9)

Murskain tullaan sijoittamaan seulan alle. Ylitteen poisto muutetaan niin, että ylite voidaan ohjata joko konttiin, tai murskaimelle. Tavoitteena on hyödyntää olevassa olevia kuljettimia niin paljon kuin mahdollista.

## 4.4 Ylitteen energiasältö

Polttoaineen energiasältö on Fortumin ohjelmassa ilmoitettu yksikössä MWh/tonni. Yksiköt on muunneltu kaavalla  $1 \text{ GJ} = 0,2778 \text{ MWh}$ . Tulokseksi saatiin, että ylite on energiasällöltään hieman parempaa kuin polttoaineet keskimäärin. Ero ei kuitenkaan ole kovin merkittävä.

Syyskuun eri toimittajilta kerätyt tiedot olivat seuraavat:

Energiamäärät	MWh/t	
Toimittaja 1 metsätähde	3,1	
Toimittaja 1 sahanpuru	2,01	(Ei ylitettä)
Toimittaja 1 kierrätyspuu	3,41	
Toimittaja 2 metsätähdehake	3,15	
Toimittaja 3 metsätähdehake	3,17	
Toimittaja 4 metsätähdehake	3,05	
Keskiarvo ilman sahanpurua	3,17	
Ylite (tehollinen) 19,03 MJ/kg	5,29	
Ylite (saapumistila) 13,2 MJ/kg	3,67	

Laskuissa olisi periaatteessa pitänyt painottaa energiamäärät eri toimittajien tuomiin määriin. Se ei kuitenkaan onnistu, koska ei ole mahdollista saada tietoa siitä, kenen toimittajan kuormasta tulee eniten ylitettä.

## 5 Murskaimet ja tehdyt tarjoukset

### 5.1 Murskaintyyppit

Murskaintyyppinä ovat muun muassa repivät murskaimet, leikkaavat murskaimet sekä iskuun perustuvat murskaimet (impact crusher). Leikkaavat murskaimet ovat yleensä suurinopeuksisia (50 - 100 rpm), samoin kuin iskuun perustuvat murskaimet. Repivät murskaimet ovat usein hidaskäyntisiä (20 - 100 rpm). Murskainten toimintaperiaate on usein roottorin pyörimiseen perustuva. Kuitenkin esimerkiksi kuluttavien mutta helposti murtuvien mineraalien murskauksessa paras tulos saadaan aikaan kahdella vastakkain oskilloivalla iskulevyllä.

**Rumpuhakkurit** on tarkoitettu lähinnä puujätteelle ja vihreälle jätteelle. Niillä voidaan tehdä myös lastuja kokonaisesta puunrungosta. Rumpuhakkurit on suunniteltu niin, että ne pystyvät suoriutumaan suuresta kapasiteetista ja silti säilyttämään lopputuotteen korkean laadun.

Syöttöpyörät syöttävät materiaalia roottorille, jossa roottorinterät leikkaavat materiaalin pienemmäksi. Materiaalin palakoko määräytyy seulan reikäkoosta (10).

Rumpuhakkuri todettiin välittömästi liian suureksi sekä kooltaan että kapasiteetiltaan. Lisäksi laitteelle on tyypillistä suurehko sähkönkulutus, joka lisää käyttökustannuksia ja pidentää takaisinmaksuaikaa.

**Vasaramyllyt** ovat periaatteeltaan yksinkertaisia ja varmatoimisia. Ne sisältävät käytännössä vain tilan, jossa roottori ja siihen kiinnitetyt vasarat pyörivät. Vasarat on kiinnitetty roottoriin akselilla ja ne voivat pyöriä vapaasti tämän akselin ympäri. Näin ollen vasaramyllyt eivät ole herkkiä ”vieraille kappaleille”.

Vasaramyllyjä on olemassa pienistä sovelluksista todella suuriin sovelluksiin. Tietyillä materiaaleilla saavutetaan kapasiteetiksi jopa yli 100 t/h. Vasaramyllyt soveltuvat useille eri materiaaleille (11).

Myös vasaramyllyt ovat laitokselle aivan liian järeä ratkaisu. Lisäksi niille on tyypillistä suurehko energiantarve.

**1-roottorisen murskaimen** murskausprosessin aikana hydraulinen syöttöpainin pakottaa materiaalin roottorin vaihdettavia leikkausteriä vasten. Materiaali leikataan vastaterää vasten. Murskattu materiaali tippuu seulan läpi. Seulan reikäkoko määrittää ulos tulevan materiaalin palakoon (12)

Paras vaihtoehto pienille määrille puuta on roottori-tyyppinen murskain. Nämä murskaimet jaetaan hitaasti pyöriviin ja nopeasti pyöriviin sekä leikkaaviin ja repiviin. Mikäli joukossa on vieraita esineitä, hitaasti pyörivä on parempi. Suurella kierrosnopeudella vahingot ovat yleensä suuremmat. Yksiroottorinen vaihtoehto on riittävä, mutta tämän tyyppin laitteita löytyy myös 2-, 3- ja 4-roottorisia. Lisäksi repivä malli todettiin varmemmaksi kuin leikkaava. Palakoko saadaan joka tapauksessa sopivaksi.

## 5.2 Tarjouspyynnöt

Sopivan murskaimen valmistajia on tarjolla varsin vähän. Vaihtoehtojen kartoitus tapahtui kyselemällä muiden laitoksien käyttäjiltä, Fortumin projektipäälliköltä ja internetistä. Kolmeen suorituskyylyltään sopivan kokoisen laitteen edustajaan olin yhteydessä, ja kaksi heistä jätti tarjouksen. Ongelmana oli se, että pienet murskaimet ovat yleensä liikuteltavia, ja sellainen ei tässä tapauksessa tullut kysymykseen tilan puutteen ja käyttötarkoituksen vuoksi. Suuremmat laitteet taas ovat erittäin kalliita ja tehokkaita, jolloin investointi olisi suurimman osan aikaa ilman käyttöä, eikä toisaalta maksaisi itseään koskaan takaisin.

Tarjouspyynnöissä tulisi mahdollisimman tarkasti eritellä kaikki toimitukseen kuuluvat yksityiskohdat. Valmistajilta pyydettiin laskelmien tueksi tarjoukset. Tarjous jaettiin kolmeen

osaan: pelkän murskaimen hinta, asennustöiden hinta avaimet käteen toimitettuna ja tarvittavien kuljetusruuvi- ja hihnojen hinta. Layout-kuvista selvisi, minkä kokoinen laite seuloon mahtuu ilman suuria muutostöitä. Ylitettä laskettiin tulevan maksimissaan 0,63 m<sup>3</sup> tunnissa. Ylitteen määrä ei kuitenkaan pienillekään murskaimille ollut ongelma, joten maksimikuormaksi laskettiin 3 m<sup>3</sup>/tunti. Laskelma perustui siihen, että ylittekontin koko on noin 15 m<sup>3</sup>, ja se on joskus tyhjennettävä kerran päivässä.

Suurin epäily valmistajilla oli ylitteen joukossa olevia kiviä kohtaan. Pieniä murskaimia ei ole suunniteltu kestämään suuria kiviä. Laitteen on pysähdyttävä, jos sinne menee tavaraa jota se ei pysty pienentämään. Ja laitteen pysähtyessä polttoaineen syöttö ei saa katketa, joten varalle on jätettävä vielä kontti ylitteelle silloin, kun murskainta huolletaan tai se menee häiriöön. Murskaimen suojaus liian suurilla esineillä kohtaan hoidetaan joko sähköisesti tai murtotapilla. Murtuva osa olisi varmempi, mutta toisaalta vaikeampi vaihtaa. Todennäköisin ratkaisu tulee olemaan sähköinen, jolloin liian suuri kuorma aiheuttaa vikavirtatilanteen ja moottori pysähtyy.

### 5.3 Vastaukset

Laitokseen sopivat murskaimet ovat ominaisuuksiltaan varsin samankaltaisia. Kustannuslaskelmissa on vertailtu kahta sopivaa mallia, joista toinen on valmistettu Suomessa ja toinen Itävallassa.

Laitteiden hinnassa ei ole merkittävää eroa. Tarjoukset pyydettiin asennettuna. Laite 2 on kalliimpi, ja sen asennuksen sisältö on suppeampi. Kokonaishintaa nostaa hiukan eri tavalla tehty laitteen sijoittaminen ja siihen liittyvät kuljettimet. Käytettäessä laitetta 1 vanhoja kuljettimia joudutaan vaihtamaan ja muuttamaan vähemmän ja se laskee koko projektin hintaa jonkin verran. Molemmista tarjouksista puuttui sähkö- ja automaatiotyöt.

Suorituskyky on molemmissa laitteissa käytännöllisesti katsoen sama. Haluttu palakoko määriteltiin tarkoituksella vähän pienemmäksi kuin olisi tarpeen. Tällä tavoin voidaan varmistaa, ettei kattilaan pääse liian suurta partikkelia. Murskaimesta ulos tulevaa materiaalia ei enää seulota uudelleen vaan se syötetään suoraan kuljettimelle. Molemmissa laitteissa on suoja siltä varalta, että teriin joutuu iso kivi tai metallin pala. Laite 2 peruuttaa vikatilanteessa automaattisesti, laitetta 1 voidaan ajaa käsiajolla taaksepäin tukoksen purkamiseksi. Molempiin toimituksiin kuuluu varmistus siltä varalta, että murskain menee toimintahäiriöön. Ongelmatilanteet on varmistettu niin, että ylitte menee lavalle samalla tavalla kuin tällä hetkellä normaalissa ajotilanteessa. Polttoaineen syöttö ei katkea, ja henkilökunnalle jää aikaa purkaa tukos.

## 6 Kannattavuuslaskelmat

### 6.1 Tuotot

Investoinnin tuottamaksi hyödyksi voidaan laskea suoraan kuljetuskustannukset. Edellisenä vuonna ylitteen pois kuljettaminen maksoi yhteensä 23 480 euroa. Tästä pakollisesta kulusta murskaimen avulla päästäisiin eroon. Summa tulee lisäksi kasvamaan merkittävästi tulevaisuudessa johtuen diesel-polttoaineen veron korotuksesta. Kuljetuskustannukset sisältävät myös ylitteen läjityksen.

Toinen merkittävä tuloerä on polttoaineesta saatava energia. Jos polttoaine ajettaisiin kattilaan, siitä saataisiin energiaa, joka myytäisiin tehtaalle höyrynä ja kaukolämpöverkkoon. Toinen näkemys laskujen pohjaksi olisi, että murskaimella tehtäisiin omaan käyttöön puupolttoainetta, jolloin saatu hyöty voidaan laskea hakkeen hinnan mukaan. Näin saatu arvo on paljon alhaisempi, mutta silti rahallisesti merkittävä. Kaukolämmön verolliseksi hinnaksi on arvioitu 55 €/MWh, joka on lähellä koko maan keskiarvoa (13).

#### Tuotot menetetyn energian mukaan

Polttoaineen keskimääräinen energiasisältö oli edellisenä vuonna 3,176 MWh. Ylitettä kertyi 338,6 tonnia, joten hävitty energiamäärä oli  $3,176 \text{ MWh} \times 338,6 \text{ t} = 1075,39 \text{ MWh}$ . Menetetty rahamäärä on: energiamäärä x hyötysuhde x energian hinta.

Hyötysuhteeseen vaikuttavat monet tekijät. Laitoksen keskimääräiseksi hyötysuhteeksi arviointiin näissä laskelmissa 0,87.

Hyötysuhde  $\eta = 0,87$

$1075,39 \text{ MWh} \times 0,87 \times 55 \text{ €} = 51\,457,41 \text{ euroa}$ .

Tähän lisätään vielä kuljetuskustannukset, jolloin saadaan saavutettavat hyödyt yhteensä.

$51457,41 \text{ €} + 23480,3 \text{ €} = \underline{74\,937,71 \text{ euroa vuodessa}}$ . Tämä luku on pohjana takaisinmaksulaskelmille.

#### **Tuotot polttoaineen hinnan mukaan:**

Menetetyn polttoaineen mukaan laskettaessa saatu hyöty jää pienemmäksi. Polttoaineena käytettävän metsähakkeen 12 kuukauden keskiarvohinta on noin 18,3 €/MWh (14). Menetetty energiamäärä on 1075,39 MWh, joten hävitty rahamäärä on  $1075,39 \times 18,3 = 19\,679,6 \text{ €}$

Kuljetuskustannukset  $23\,480,30 + 19\,679,60 = 43\,159,93 \text{ euroa}$

## 6.2 Kulut

Murskaimet on suunniteltu niin, että ne ovat mahdollisimman huoltovapaita. Sähkömoottorin suojaus voidaan toteuttaa joko murtotapilla tai ylivirtasuojalla elektronisesti. Tarjoukset on pyydetty laitteista, joissa ei ole murtotappia, koska sen vaihtaminen vie aikaa. Koska laitoksia ajetaan osin miehittämättömänä, on tärkeää, että vikatilanteessa laitos on saatavissa nopeasti käyttöön. Jos murskaimeen menee suuri kivi, se pysähtyy rikkomatta teriä. Kivi on käytävä poistamassa, mutta huoltotoimiin ei tarvitse ryhtyä.

Tarvittava huolto pyritään suorittamaan kesällä laitoksen huoltoseisokin yhteydessä. Huoltoon kuuluu lähinnä terien korjaamista tai vaihtoa. Muuta huoltoa laitteen ei pitäisi tarvita, joten kustannukset jäävät pieniksi. Vuosihuolto arvioidaan tehtäväksi yhden päivän aikana. Mikäli työkustannukset ovat 70 €/tunti, huoltokuluiksi tulee  $8 \times 70 \text{ €} = 560 \text{ €}$ . Terien korjaus voidaan tehdä hitsaamalla, mutta osien hinnaksi arvioin tässä laskelmassa 500 €.

Murskaimessa on mallista riippuen yksi tai useampia sähkömoottoreita. Laitteessa 2 on tehoa yhteensä 37 kW. Tämän tehon laite tarvitsee vain silloin, kun murskaus on käynnissä. Murskaimen ohjaus kytketään niin, että syöttösuppilon täytyessä (yläraja) murska käynnistyy, ja alarajassa pysähtyy. Tällöin käyttötuntien määrä saadaan alhaiseksi. Murskaimen kapasiteetti on  $3 \text{ m}^3$  tunnissa. Jos ylitettä tulee vuorokaudessa  $15 \text{ m}^3$ , laite tekee työtä 5 tuntia vuorokaudessa. Tällä käyttömäärällä sähkölaskuksi tulee:  $5 \text{ h} \times 37 \text{ kW} = 111 \text{ kWh}$ .

Sähkön hinnaksi on arvioitu 0,07 euroa. Pörssisähkön hinnaksi arvioitiin noin 45 euroa megawattitunnilta ilman arvonlisäveroa. Lisäksi tulee siirtomaksu. Arvioinnin pohjana käytettiin Pohjoismaisen sähköpörssin tilastoja (15).

$111 \text{ kWh} \times 0,07 \times 365 = 4\,726,75 \text{ euroa}$ .

Yhteensä käyttökulut olisivat arvion mukaan 5786,75 eli pyöreästi 5800 € / vuosi. Sopimusteknisistä syistä johtuen laskin takaisinmaksuajan myös ilman sähkökuluja. Luvut ovat hyvin karkeita arvioita. Pyöritykset on tehty ylöspäin, joten todelliset kulut ovat todennäköisesti arvioitua vähemmän.

Lisäksi kuluna on tietenkin murskaimen hankintahinta.

## 6.3 Diskonttaus

Investoinnin kannattavuuden määrittelyssä voidaan käyttää useita eri menetelmiä. Tässä tapauksessa käytettiin nykyarvon laskentaa eli diskonttausta jossa saatua rahallista hyötyä verrataan investointiin ja määritettyyn korkokantaan. Laskenta-aikana on käytetty suurille investoinneille varsin tavanomaista kymmenen vuoden jaksoa. Laskentakorkona (WACC) on käytetty kahta eri arvoa, jolloin voidaan vertailla tuottovaatimuksen vaikutusta investoinnin kannattavuuteen. Toinen laskentakorko on 10 prosenttia. Toinen luku ei ole julkinen. Inflaatioksi on laskettu kiinteäveroisen yhdenmukaistetun kuluttajahintaindeksin vuosimuutos helmikuussa 2012 (16).

Diskonttauksen lähtötiedot: Aika: 10 vuotta  
 WACC: X.X % ja 10%  
 Inflaatio 2,2 %

WACC eli Weighted Average Cost of Capital ilmaisee yrityksen käyttämän pääoman keskimääräisen kustannuksen, jossa painoina ovat oman ja vieraan pääoman suhteelliset arvot (17).

Murskaimen tuoma kustannussäästö on vuodessa 74 937,71 euroa. Käyttökuluiksi on arvioitu 5800 € vuodessa. Tästä saadaan nettohyödyksi  $74\,937,71\text{€} - 5800\text{€} = 69\,137,71\text{€}$ .

Diskonttaustekijä saadaan taulukosta. Taulukot on tehty prosentin välein, mutta oikea arvo on etsitty interpoloimalla. Talouslaskujen kaavoissa ja taulukoissa on käytetty lähteenä Kari Neilimon ja Erkki Uusi-Rauvan kirjaa Johdon laskentatoimi (18).

## Laite 2

Hinta 99000 € (ALV 0 %)

Tuotto / Vuosi 69137,71 €

Takaisinmaksuaika:  $99000\text{€} / 69137,71\text{€} = 1,43$  vuotta eli 17,2 kuukautta.

Korkokanta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1-i)^n} = \frac{99000}{69137,71}$$

$n := 2$  (vuodet)

$i := 73,7$  (etsitty korko)

$$\frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1-i)^n} = 0.01432$$

Koska murskaimen takaisinmaksu kestää yli vuoden mutta alle kaksi vuotta,  $n$  on 2. Sijoittamalla kaavaan saadaan koron arvoksi  $i = 73,7$ . Ratkaisu on haettu Mathcad-ohjelmalla. Lukuarvo ei ole aivan tarkka. Korko on kuitenkin suuruusluokaltaan sellainen, ettei prosentin kymmenyksillä enää tässä vaiheessa ole merkitystä.

Inflaatioksi arvioidaan 2,2 %, jolloin sisäiseksi korkokannaksi saadaan  $1,737/1.022 = 1,6996$  eli 69,96 %.

**Laite 1**

Hinta 72300 € (ALV 0 %)

Tuotto / Vuosi 69137,71 €

Takaisinmaksuaika 72300 € / 69137,71 € = 1,046 vuotta eli 12,55 kuukautta.

Korkokanta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n} = \frac{72300}{69137,71}$$

$n = 2$

$i = ?$

Sijoittamalla kaavaan saadaan sisäiseksi koroksi:

$n := 2$

$i := 99,54$

$$\frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n} = 0.0104571$$

Inflaatioksi arvioidaan 2,2 %. Tällöin inflaatiokorjattu sisäinen korko olisi 1,9954 / 1,022 = 1,9524 eli 95,24 %.

Seuraaviin taulukoihin on vertailtu hankinnan kannattavuutta erilaisissa tilanteissa. Taulukoista voidaan havaita, että pääoman keskikustannuksen noustessa laitteen antama tuotto vähenee. Laite 1 on hankintahinnaltaan edullisempi, joten se antaa suuremman tuoton kaikilla arvoilla. Olettamuksena tässä on tietenkin se, että molemmat laitteet ovat yhtä toimintavarmoja. Diskonttaustekijä on vakio. Taulukoista voidaan havaita, että kaikissa tapauksissa lopputulos on positiivinen, eli hankinta on kannattava.



## Laite 2

WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-99000				
1		69137,71	0,9425	65162,29	-33837,71
2		69137,71	0,8883	61415,03	27577,32
3		69137,71	0,8373	57889,00	85466,32
4		69137,71	0,7892	54563,48	140029,80
5		69137,71	0,7439	51431,54	191461,35
6		69137,71	0,7011	48472,45	239933,80
7		69137,71	0,6609	45693,11	285626,91
8		69137,71	0,6229	43065,88	328692,79
9		69137,71	0,5871	40590,75	369283,54
10		69137,71	0,5534	38260,81	407544,35
					<u>407544,35</u>

WACC 10 %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-99000				
1		69137,71	0,9091	62853,09	-36146,91
2		69137,71	0,8264	57135,40	20988,50
3		69137,71	0,7513	51943,16	72931,66
4		69137,71	0,6830	47221,06	120152,71
5		69137,71	0,6209	42927,60	163080,32
6		69137,71	0,5645	39028,24	202108,55
7		69137,71	0,5131	35474,56	237583,11
8		69137,71	0,4665	32252,74	269835,86
9		69137,71	0,4241	29321,30	299157,16
10		69137,71	0,3855	26652,59	325809,75
					<u>325809,75</u>

## Laite 1

WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-72300				
1		69137,71	0,9425	65162,29	-7137,71
2		69137,71	0,8883	61415,03	54277,32
3		69137,71	0,8373	57889,00	112166,32
4		69137,71	0,7892	54563,48	166729,80
5		69137,71	0,7439	51431,54	218161,35
6		69137,71	0,7011	48472,45	266633,80
7		69137,71	0,6609	45693,11	312326,91
8		69137,71	0,6229	43065,88	355392,79
9		69137,71	0,5871	40590,75	395983,54
10		69137,71	0,5534	38260,81	434244,35
					<u>434244,35</u>

## Laite 1

WACC 10 %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-72300				
1		69137,71	0,9091	62853,09	-9446,91
2		69137,71	0,8264	57135,40	47688,50
3		69137,71	0,7513	51943,16	99631,66
4		69137,71	0,6830	47221,06	146852,71
5		69137,71	0,6209	42927,60	189780,32
6		69137,71	0,5645	39028,24	228808,55
7		69137,71	0,5131	35474,56	264283,11
8		69137,71	0,4665	32252,74	296535,86
9		69137,71	0,4241	29321,30	325857,16
10		69137,71	0,3855	26652,59	352509,75
					<u>352509,75</u>

Ilman sähkönkulutusta

**Laite 2**WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-99000				
1		73877,71	0,9425	69629,74	-29370,26
2		73877,71	0,8883	65625,57	36255,31
3		73877,71	0,8373	61857,81	98113,12
4		73877,71	0,7892	58304,29	156417,41
5		73877,71	0,7439	54957,63	211375,04
6		73877,71	0,7011	51795,66	263170,70
7		73877,71	0,6609	48825,78	311996,48
8		73877,71	0,6229	46018,43	358014,90
9		73877,71	0,5871	43373,60	401388,51
10		73877,71	0,5534	40883,92	442272,43
					<u>442272,43</u>

**Laite 1**WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-72300				
1		73877,71	0,9425	69629,74168	-2670,26
2		73877,71	0,8883	65625,56979	62955,31
3		73877,71	0,8373	61857,80658	124813,12
4		73877,71	0,7892	58304,28873	183117,41
5		73877,71	0,7439	54957,62847	238075,04
6		73877,71	0,7011	51795,66248	289870,70
7		73877,71	0,6609	48825,77854	338696,48
8		73877,71	0,6229	46018,42556	384714,90
9		73877,71	0,5871	43373,60354	428088,51
10		73877,71	0,5534	40883,92471	468972,43
					<u>468972,43</u>

Polttoaineen mukaan (sähkö mukana)

WACC X,X %

**Laite 2**

aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-99000				
1		37359,93	0,9425	35211,73	-63788,27
2		37359,93	0,8883	33186,83	-30601,44
3		37359,93	0,8373	31281,47	680,03
4		37359,93	0,7892	29484,46	30164,49
5		37359,93	0,7439	27792,05	57956,54
6		37359,93	0,7011	26193,05	84149,58
7		37359,93	0,6609	24691,18	108840,76
8		37359,93	0,6229	23271,50	132112,26
9		37359,93	0,5871	21934,01	154046,28
10		37359,93	0,5534	20674,99	174721,26
					174721,26

**Laite 1**

WACC X,X %

aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-72300				
1		37359,93	0,9425	35211,73	-37088,27
2		37359,93	0,8883	33186,83	-3901,44
3		37359,93	0,8373	31281,47	27380,03
4		37359,93	0,7892	29484,46	56864,49
5		37359,93	0,7439	27792,05	84656,54
6		37359,93	0,7011	26193,05	110849,58
7		37359,93	0,6609	24691,18	135540,76
8		37359,93	0,6229	23271,50	158812,26
9		37359,93	0,5871	21934,01	180746,28
10		37359,93	0,5534	20674,99	201421,26
					201421,26

Polttoaineen mukaan (ilman sähkönkulutusta)

**Laite 2**

WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-99000				
1		42099,93	0,9425	39679,18	-59320,82
2		42099,93	0,8883	37397,37	-21923,45
3		42099,93	0,8373	35250,27	13326,82
4		42099,93	0,7892	33225,26	46552,09
5		42099,93	0,7439	31318,14	77870,23
6		42099,93	0,7011	29516,26	107386,49
7		42099,93	0,6609	27823,84	135210,33
8		42099,93	0,6229	26224,05	161434,38
9		42099,93	0,5871	24716,87	186151,25
10		42099,93	0,5534	23298,10	209449,35
					<u>209449,35</u>

**Laite 1**

WACC X,X %  
aika 10 vuotta

t	Investointi	Investoinnin tuotto	Diskonttaustekijä	Nykyarvo	Tuotto
0	-72300				
1		42099,93	0,9425	39679,18	-32620,82
2		42099,93	0,8883	37397,37	4776,55
3		42099,93	0,8373	35250,27	40026,82
4		42099,93	0,7892	33225,26	73252,09
5		42099,93	0,7439	31318,14	104570,23
6		42099,93	0,7011	29516,26	134086,49
7		42099,93	0,6609	27823,84	161910,33
8		42099,93	0,6229	26224,05	188134,38
9		42099,93	0,5871	24716,87	212851,25
10		42099,93	0,5534	23298,10	236149,35
					<u>236149,35</u>

## 7 Yhteenveto

Laskelmista voidaan päätellä, että murskaimen hankinta Hangon laitokselle on kannattava investointi. Parhaassa tapauksessa takaisinmaksuaika on noin vuoden, huonoimmassakin tapauksessa alle kaksi vuotta. Polttoaineen hinta tulee näillä näkymin nousemaan koko ajan, joten ostettu polttoaine tulee käyttää niin tarkkaan kuin mahdollista. Ylitteen hyödyntäminen on nopea ja järkevä keino parantaa polttoainetaloutta. Energia-ala elää tällä hetkellä Suomessa murroskautta, kun fossiilisia polttoaineita pyritään korvaamaan ympäristöystävällisemmällä vaihtoehdoilla. Tämä tulee vaikuttamaan polttoaineen hintaan. Takaisinmaksuaika on kuitenkin niin lyhyt, että kovin suuria muutoksia ei voida olettaa niin nopeasti tapahtuvan.

Laskelmat tehtiin useilla eri tavoilla. Näin saatiin laajempi kuva siitä, miten eri arvojen muutokset vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen. Oman pääoman kustannukseksi (WACC) laskettiin sekä X,X %, että 10 %. Kannattavuus laskettiin sähkökuluilla ja ilman. Näin meneteltiin, koska sähkökulut ovat energiayhtiöissä aina osittain sopimusteknisiä asioita. Lisäksi laskettiin kannattavuus kahdella eri ajatusmallilla. Toisessa mallissa hyödyksi saatavasta ylitteestä tehtiin myytävää energiaa, ja tuotto laskettiin sen mukaan. Toinen malli lähti siitä ajatuksesta, että murskaamalla tuotetaan itselle polttoainetta, ja laskennat suoritettiin nykyisten polttoaineen hintojen mukaan.

Optimistisimman laskelman mukaan investoinnille olisi saatavissa nykyarvoksi muutettuna tuottoa kymmenen vuoden aikana noin 470 000 euroa. Tähän päästäisiin valmistajan 1 murskaimella niin että sähkölaskua ei huomioida. Huonoimmillaan tuotoksi jäisi 175 000 euroa. Tähän lopputulokseen päädyttäisiin jos hankittaisiin valmistajan 2 murskain. Kannattavuuslaskelmissa on hurja ero, mutta olennaista on, että joka tapauksessa investointi kannattaa. Investoinnin tuotto tulee todennäköisesti nousemaan, kun polttoaineen hinta nousee.

Suurin epävarmuus liittyy laitteen toimimiseen siinä tapauksessa että murskaimeen joutuu suurehko kivi. Huoltokustannukset ovat myös suuri epävarmuustekijä. Kovin suuria kuluja ei kuitenkaan voi syntyä, koska murskain on hyvin yksinkertainen laite. Kallein osa on moottori, joka on suojattu ylikuorman varalta. Oleellista on huomioida myös se, että murskain todennäköisesti tuottaa lisäarvoa vielä kymmenen vuoden jälkeenkin.

## Lähteet

1. Ojanen, J. Yhtiöesittely 18.12.2009. Espoo: Fortum Energiaratkaisut. Materiaali ei ole julkisesti saatavissa [viitattu 28.11.2011].
2. Uudenmaan Ympäristökeskus. Ympäristölupapäätös No YS 1143, 5.10.2004. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=24615> [viitattu 6.12.2011].
3. Jaakkosela V. Kuva kierrätyspuumurskeesta 28.9.2011. Kuva ei ole julkisesti saatavissa.
4. Jaakkosela V. Kuva kokopuuhaikkeesta 28.9.2011. Kuva ei ole julkisesti saatavissa.
5. Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT:n tiedotteita nro 2045. Otamedia Oy, Espoo
6. Nylén, J. 2009. Polttoainetoimitusten ehdot, liite 1. Espoo: Fortum Power and Heat Oy. Sopimus ei ole saatavissa julkisesti [viitattu 26.10.2011].
7. Puupolttoaineiden laatuohje 1998. Julkaisu 5, s.10. FINBIO, Jyväskylä. Saatavissa: <http://www.finbioenergy.fi/default.asp?SivulID=9287> [viitattu 28.11.2011].
8. Jaakkosela V. Kuva polttoaineen vastaanottolinjastosta 28.9.2011. Kuva ei ole julkisesti saatavissa.
9. Seulomon layout -kuva. Fortumin laitokansio 28.10.2011. Kuva ei ole julkisesti saatavissa.
10. Markkinointimateriaali. Enerec Oy. Saatavissa: <http://www.enerec.fi/suomeksi/Tuotteet/Murskaimet/Kiinte%C3%A4tmurskaimet/Rumpuhakkurit/tabid/8881/language/fi-FI/Default.aspx> [viitattu 28.11.2011].
11. Markkinointimateriaali. Enerec Oy. Saatavissa: <http://www.enerec.fi/suomeksi/Tuotteet/Murskaimet/Kiinte%C3%A4tmurskaimet/Vasaramyllyt/tabid/8884/language/fi-FI/Default.aspx> [viitattu 28.11.2011].
12. Markkinointimateriaali. Enerec Oy. Saatavissa: <http://www.enerec.fi/suomeksi/Tuotteet/Murskaimet/Kiinte%C3%A4tmurskaimet/1roottorisetmurskaimet/tabid/8806/language/fi-FI/Default.aspx> [viitattu 28.11.2011].
13. Tilasto, kaukolämmön hinta. Energiateollisuus ry. Saatavissa: <http://www.energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla> [viitattu 30.3.2012]
14. Polttoaineiden hintataso kesäkuussa 2011. BioEnergia 4/2011. Puuenergia ry, Rajamäki.
15. Tilasto. Nordpool. Saatavissa: [http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Statistical-market-report/statistical-market-report\\_2011-june.pdf](http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Statistical-market-report/statistical-market-report_2011-june.pdf) [viitattu 28.11.2011].
16. Kiinteäveroisen yhdenmukaistetun kuluttajahintaindeksin vuosimuutos. Tilastokeskus. Saatavissa: [http://tilastokeskus.fi/til/khi/2012//02/khi\\_2012\\_02\\_2012-03-14\\_tie\\_001\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/khi/2012//02/khi_2012_02_2012-03-14_tie_001_fi.html). [viitattu 30.3.2012].

17. Perustelumuistio nro 3 (versio 3) / 2011 asiakirjalle: Sähkön jakeluverkkotoiminnan ja suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden valvontamenetelmien suuntaviivat vuosille 2012 – 2015. Energiamarkkinavirasto. Saatavissa: [http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Lahde\\_20\\_EMV\\_Perustelumuistio\\_3\\_\(versio\\_3\)\\_2011.pdf](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Lahde_20_EMV_Perustelumuistio_3_(versio_3)_2011.pdf) [viitattu 6.12.2011].

18. Neilimo, K & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. Edita Prima Oy, Helsinki.



**Tilaaaja**

Ville Jaakkosela

<b>Näytetiedot</b>	
Saapumispäivä	14.11.2011
Analysointi aloitettu	14.11.2011
Näytteen ottaja	Asiakas
Näytetyyppi	Metsähake/kierrätyspuu
Muut tiedot	

<b>Määritykset</b>	<b>Tulos</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Menetelmä</b>
Kosteus, (saapumistila)	27.0	m-%	CEN/TS 14774-2
Tuhkapitoisuus (550 °C)	1.0	m-% k-a	CEN/TS 14775*
Kalorimetrinen lämpöarvo (kuiva)	20.32	MJ/kg k-a	CEN/TS 14918*
Tehollinen lämpöarvo (kuiva)	19.03	MJ/kg k-a	CEN/TS 14918*
Tehollinen lämpöarvo, (saapumistila)	13.2	MJ/kg	CEN/TS 14918

<b>Huomioitavaa</b>			
*FINAS akkreditoitu menetelmä. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa.			
Tehollisen lämpöarvon laskennassa käytetty seuraavia arvoja (tuhkaton pa):			
Metsähake/kierrätys	H -	6.0	%
	O + N -	40	%
	S -	0.02	%

**Kymenlaakson ammattikorkeakoulu**

Mikko Nykänen  
Tutkimusinsinööri  
044 702 8255

Tulokset pätevät vain näytetiedoissa ilmoitetulle yksittäiselle näyte-erälle. Asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion luvalla.

## Valmistaja 1

2011-10-31

1 / 3

*Fortum Power & Heat Oy*  
*Orioninkatu 6*

*10900 Hanko*

Attn: **Ville Jaakkola**

Projekti **Kiekkosenan ylitemuruskain**

Pos 1  
 1 kpl

**T-HAARA**

Vaihdemoottori käyttöinen jako pelti, materiaalin ohjaamiseen

Murskaimelle / ylitekonttiin

- käyttölaite tappivaihdemoottori P= 0,37 kw

- sisältää raja anturi 2 kpl

- rungon rakenne materiaali Fe

- pelti AISI 304

- pintakäsittelynä EP 160/2 FeSa 2,5 RAL...

- paino 1100 kg

Hinta

Ilman Alv.

Pos 2  
 1 kpl

**ROOTTORIMURSKAIN**

- hitaasti pyörivä roottorimurskain

- kapasiteetille (riippuu materiaalista) max. 3 m<sup>3</sup>/h

- syöttöaukko 1000x 1225 mm

- poistoaukko 640 x 1225 mm

- murskain osan korkeus 1000 mm

- käyttölaite P = 45 kW

- pyörimisnopeus n. 27 rpm

- vaihdemoottorin ja akselin välillä ketjuvälitys

- tiivistetyt akselin läpiviennit

- rakennemateriaali Fe, terät ja vastaterät Hardox 400 / vastaava

- pintakäsittelynä EP 160/2 FeSa 2,5 RAL...

- paino n. 4000 kg

HINTA

Ilman alv

## Valmistaja 1

2 / 3

Pos 3  
1 kpl**YLITERÄNNIT****T-haaralta murskaimelle ja ylittekonttiin**

- Rakennetaan Fe-teräksestä
- murskaimelle vievä varustetaan huoltoluukulla
- pintakäsiteltynä EP 160/2 FeSa 2,5 RAL....
- teräsrakenteiden paino n. 600 kg

**Hinta****Ilman Alv.**Pos 4  
1 kpl**MEKAANINEN ASENNUS**

- Laitteiden rahti Lpr-Hanko
- laitteiden mekaaninen asennus
- mahdollisesti tarvittava nostokalusto Tilaaajalta
- rakennustekniset työt Tilaaajalta

**Hinta****Ilman Alv.****KOKONAISHINTA****Ilman Alv.**

Toimitusehto:

TOP Hanko

Maksuehto:

Toimitusaika

12 viikkoa tilauksesta tai sopimuksen mukaan

Dokumentointi

Toimitus sisältää laitteitten käyttö- ja huolto-ohjeet. (Kieli Suomi)

Sähköistys

Toimitus sisältää laitteitten sähköistyksen komponentit siinä laajuudessa kuin tarjouksen tekstissä on erikseen mainittu.

Takuu

Laitteitten mekaaninen takuu on kaksi (2) vuotta käyttöönotosta tai enintään 30 kuukautta toimituksesta EXW. Takuu ei koske normaalista kulumisesta aiheutuvia tarpeita.

Muut ehdot

Yleisten sopimusehtojen, NLM-02 mukaan

## Valmistaja 2

Tarjous  
2011-10-25

**FORTUM**  
Ville Jaakkosela  
Orioninkatu 6  
HANKO

### PUUYLITEMURSKAIN

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme Teille murskainta seuraavasti:

#### Mitoitusperusteet:

##### Murskattava materiaali

- Materiaali: Murskatun metsäjakeen ylitteet
- Koko: n. 40-400mm

##### Murskattu materiaali

- Koko: 40mm, pieni määrä ylikokoa
- Poisto: Ruuvikuljetin
- Kapasiteetti: 3 m<sup>3</sup>/h

#### Kokonaishinta

#### Tekninen erittely:

##### POS 1. Murskain, valmistaja

- teho 2 x 18,5 kW
- syöttöaukon koko 750 x 700 mm
- seula ø30 mm
- pääterät 19 mm, 1 hammas, hiilletysteräs
- sivuterät 19 mm, 8 hammasta, hiilletysteräs
- ohjauskaappi RITTAL
- ohjaus Siemens SPS
- syöttösuppilo
- ohjaus poistoruuvia varten < 3 kW
- 2 kpl tunnistimia suppilossa syöttökuljettimen ohjausta varten
- ruuvi d200
- jalat ruuvi poistoa varten
- lähtö ruuville

## Valmistaja 2

Sivu 2/6

- keskusvoitelujärjestelmä
- jännite 400 V, 50 Hz
- paino n. 2.100 kg

### **POS 2.Polstoruuvi, valmistettu Suomessa:**

- pituus 3000mm
- halkaisija 220mm
- kapasiteetti noin 3 m<sup>3</sup>/h
- nousukulma noin 30 astetta
- moottori SEW 2,2 kW

### **POS 3.Mekaaninen asennus**

- murskain
- ruuvi
- murskaimen ja ruuvin jalat

### **POS 4.Käyttöönotto ja koulutus**

- suoritetaan heti asennuksen jälkeen/yhteydessä

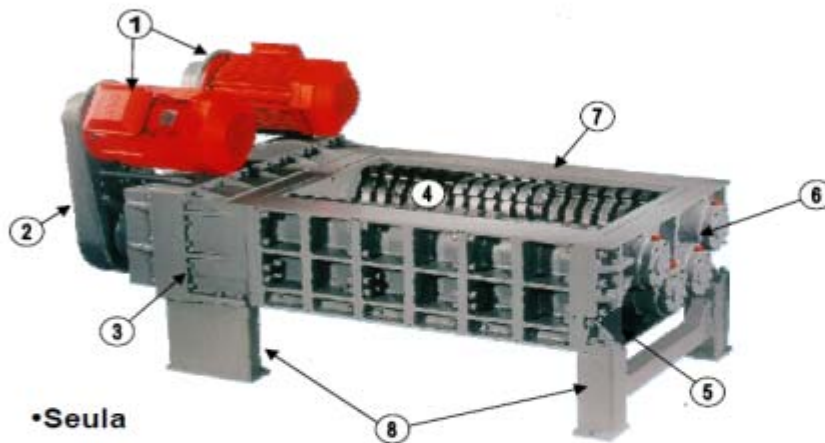
Tarjous ei sisällä:

- purku autosta sekä haalaaminen asennuspaikalle
- nostokaluston järjestäminen
- nousujohdot
- sähkönsyöttö keskukselle
- sähköistys
- rakennustekniset työt
- mahdolliset tulityöt
- mahdollisten hoitotasojen ja ylikulkusiltojen tekeminen
- asiakkaan syöttökulun muutostöitä
- mahdollisia palotöitä
- aukon tekoa ruuvia varten asiakkaan jo olemassa olevaan kuljettimeen

Valmistaja 2

Sivu 3/6

• Murskaimen osat



- 1... Sähkömoottorit
- 2...Hihnakäyttö
- 3...Vaihde
- 4...Leikkuu järjestelmä
- 5...Seula
- 6...Laakerointi
- 7...Runko
- 8...Jalat

•Seula



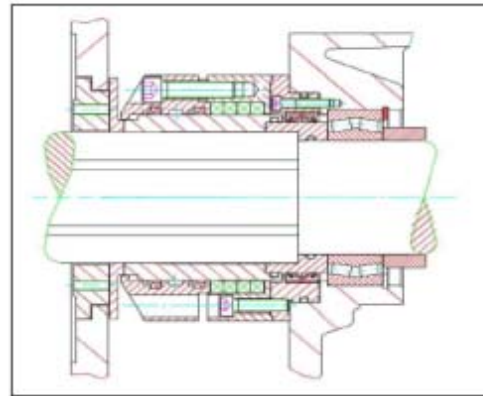
- Seulasta saadaan täysi hyöty kun käytetään neliroottoritekniikkaa.
- Seulan reikien halkaisija ratkaisee materiaalin koon murskauksen jälkeen.
- Helppo seulanvaihto moottorien vastakkaiselta puolelta. Rullat helpottamassa seulan vaihtoa.
- Helppo turvaluokituksen vaihto dokumenteille käyttämällä eri seulaa.

## Valmistaja 2

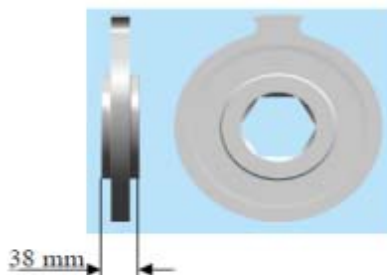
Sivu 4/6

**Optimoitu suoja laakereille**

- Tehokas suoja hienojakoisia partikkeleita vastaan.
- Pitkä elinikä laakereille.
- Partikkelit puhdistetaan pois rasvalla ennen kuin ne pääsevät vahingoittamaan laakereita.

**Leikkuujärjestelmä****Malli**

Terän leveys	:	19mm
Koko laipan leveys	:	38mm
Hampaiden määrä	:	1 kpl pääterissä 8 kpl sivuterissä
Materiaali	:	"karkaistu" teräs

**terien edut**

- Teräosio ja välilevy ovat yksi ja sama osa; suurempi pinta-ala akseliin => pieni kuormitus pintaan
- Mahdollisimman pitkät huoltovälit => pienemmät käyttökustannukset



Valmistaja 2

Sivu 5/6

**Ohjaus****Malli** :

Logiikka: Siemens  
 Ohjauspaneeli: Siemens  
 Väri: RAL7035 harmaa

**Tietoa ohjauksesta :**

Ohjaus koostuu ohjauskaapista, joka sisältää kaikki tarvittavat osat kuten katkaisijat, releet, moottorisuojat, terminaalit jne.

Murskainta ohjaa Siemens SPS-S7 ja sisältää automaattisen peruutustoiminnon roottoreille ylikuormitus tilanteissa esim. iso metalli kappale on päässyt teriin.

Jos vääränlainen kappale ei murskaudu terissä ohjaus pysäyttää murskaimen toiminnan. Tällä estetään suuremmat vauriot kuin mahdollinen terän hajoaminen.

Murskaimen suppiloon asennetaan 2 tunnistinta, jotka tarkkailevat suppilon max ja min määrää materiaalille. Kun yläraja aktivoituu syöttökuljetin pysähtyy ja kun alaraja aktivoituu lähtee kuljetin taas päälle. Tällä saadaan ideaalinen syöttö murskaimelle.

**Maksuehto**

Hintoihin lisätään arvonlisävero 22%.

**Toimitusehto**

DDU FORTUM, Hanko

**Toimitusaika**

n. 10 vk tilauksesta

**Voimassaolo**

Tarjous on voimassa 31.12.2011 asti



## Valmistaja 2

Sivu 6/6

### **Etuja**

- Murskain ei tarvitse paininta
- Ei hydraulikkaa
- Hidaskierroksinen: Hyvä turva vieraille kappaleille (metallit), vähemmän värinäintiä, alempi melutaso, vähemmän pölyä murskattaessa, pienemmät riskit kipinäintiin ja tulipaloon
- Kompakti -> tarvitaan vähemmän tilaa
- Enemmän seulan pinta-alaa -> korkea kapasiteetti
- Pakitus toiminto (vieras kappale)
- Pitkä elinikä terille -> terien kunnostus mahdollisuus
- Moottorien eri aikainen käynnistys -> ei virtapiikkejä
- 
- Luotettavat murkaimet
- 
- Satoja toimitettuja neliroottori murskaimia

### **Yhteyshenkilöt**

Myyjä:

Puhelin:

Huoltopäällikkö:

### **Muut ehdot**

Muiden ehtojen osalta noudatamme Teknisen Kaupan Liiton työstökoneiden ja laitteiden yleisiä myynti- ja toimitusehtoja ja takuehtoja.

Toivomme tarjouksemme soveltuvan Teille ja johtavan tilaukseen.  
Lisätietoja asiasta antaa

Ystävällisin terveisin

TUKES. Saatavissa: <http://www.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960917?toc=1> [Viitattu 6.12.2011]

AtexAsetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä 22.11.1996/917

Tämä asetus on jätetty edelleen voimaan. Ks. L 390/2005 138 §.

Kauppa- ja teollisuusministerin esittelystä säädetään räjähdysvaarallisista aineista 19 päivänä kesäkuuta 1953 annetun lain (263/53) nojalla:

### 1 §

Räjähdysvaarallisissa ilmaseoksissa käytettäväksi tarkoitetut laitteet ja suojausjärjestelmät sekä näiden laitteiden räjähdysuojaukseen oleellisesti vaikuttavat turva-, säätö- ja ohjauslaitteet on valmistettava niin, ettei niistä aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle.

Ilmaseosta pidetään räjähdysvaarallisena, jos se olosuhteiden takia voi muuttua syttyväksi seokseksi, jossa palaminen leviää koko ilmaseokseen.

Kauppa- ja teollisuusministeriö antaa 1 momentissa tarkoitetun vaaran välttämiseksi tarpeellisia määräyksiä laitteista ja järjestelmistä.

### 2 §

Kauppan pidettävien, toiselle luovutettavien tai käyttöön otettavien 1 §:ssä tarkoitettujen laitteiden ja järjestelmien sekä niiden valmistuksen on täytettävä 1 §:ssä säädetyt ja sen nojalla määrätyt vaatimukset.

Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen tehdään testeillä, tarkastuksilla ja muilla vaatimustenmukaisuuden varmentamisenmenettelyillä siten kuin kauppa- ja teollisuusministeriö tarkemmin määrää.

### 3 §

Vaatimustenmukaisuuden varmentamisenmenettelyihin osallistuvan tarkastuslaitoksen tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- 1) laitos on toiminnallisesti ja taloudellisesti riippumaton;
- 2) laitoksella on käytössään riittävästi ammattitaitoista henkilöstöä, jolla on hyvä tekninen ja ammatillinen koulutus sekä riittävän laaja-alainen kokemus toimintaan perehdyttävissä tehtävissä;
- 3) laitoksella on käytössään toiminnan edellyttämät laitteet ja välineet;
- 4) laitoksella on puolueettomasti arvioitu ja valvottu järjestelmä, jolla toiminnan laatu varmistetaan turvallisuuden osalta, sekä asianmukaiset ohjeet toimintaa ja sen seuranta varten;
- 5) laitos pitää salassa kaikki toimintaa harjoittaessaan saamansa tiedot elinkeinonharjoittajan liike- tai ammattisalaisuudesta eikä käytä niitä ilman asianmukaista lupaa, jollei muualla toisin säädetä; sekä
- 6) laitoksella on toiminnan laajuus ja luonne huomioon ottaen riittävä vastuuvakuutus toiminnasta aiheutuvien vahinkojen korvaamiseksi, jollei valtio vastaa vahingoista kansallisen lain nojalla tai ole niistä suoraan vastuussa.

Tarkastuslaitos voi käyttää ulkopuolisia testaus-, tarkastus- ja muita palveluja. Tällöin laitoksen on huolehdittava, että kyseisen palvelun suorittaja täyttää vastaavasti 1 momentissa asetetut vaatimukset.

Tarkemmat määräykset 1 momentissa tarkoitetuista vaatimuksista antaa tarvittaessa kauppa- ja teollisuusministeriö.

### 4 §

Tarkastuslaitoksen nimeämistä koskeva hakemus lähetetään kauppa- ja teollisuusministeriölle.

Hakemukseen tulee liittää 3 §:ssä säädettyjen vaatimusten arviointia varten tarvittavat asiakirjat sekä mittatekniikan keskuksen tai sitä vastaavan organisaation antama todistus tai selvitys.

### 5 §

Varmistettuaan, että asetetut vaatimukset täyttyvät, kauppa- ja teollisuusministeriö nimeää tarkastuslaitoksen tekemään 2 §:n 2 momentin nojalla määrättyjä toimenpiteitä.

Nimeäminen voidaan tehdä määräajaksi. Kauppa- ja teollisuusministeriö voi liittää 1 momentissa tarkoitettuihin päätöksiin myös muita ehtoja, rajoituksia ja ohjeita.

Tarkastuslaitoksen on ilmoitettava kaikista muutoksista, joilla on vaikutusta asetettujen vaatimusten täyttymiseen. Laitoksen on lisäksi annettava vuosittain kertomus toiminnastaan.

### 6 §

Jos tarkastuslaitos toimii säännösten tai määräysten vastaisesti taikka ei täytä asetettuja vaatimuksia tai noudata asetettuja ehtoja ja rajoituksia, sen on korjattava puute kohtuullisessa ajassa. Jos puutetta ei korjata kohtuullisessa ajassa tai jos tilanteen vakavuus sitä muutoin edellyttää, kauppa- ja teollisuusministeriön on peruutettava nimeäminen.

### 7 §

Ulkomaisten tarkastuslaitosten tekemät 2 §:n 2 momentin nojalla määrätty toimenpiteet hyväksytään, jos Suomea sitovissa kansainvälisissä sopimuksissa niin edellytetään.

### 8 §

Edellä 1 §:ssä tarkoitettuun laitteeseen tai järjestelmään on kiinnitettävä CE-merkintä siten kuin kauppa- ja teollisuusministeriö tarkemmin määrää. Ministeriö määrää lisäksi niistä toimenpiteistä, jotka ovat tarpeen käytettäessä CE-merkintää virheellisesti.

### 9 §

Tämän asetuksen ja sen nojalla annettujen määräysten noudattamista valvoo turvatekniikan keskus.

### 10 §

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä joulukuuta 1996.

Ennen asetuksen voimaantuloa voidaan ryhtyä sen täytäntöönpanon edellyttämiin toimiin.

Neuvoston direktiivi 94/9/EY; EYVL N:o L 100, 19.4.1994, s. 1

## LAITELUOKKIEN MÄÄRITTELYPERUSTEET ERI RYHMISSÄ

1	Ryhmän I laitteet
a)	Laiteluokka M 1 sisältää laitteet, jotka on suunniteltu ja tarvittaessa varustettu erityisillä lisäsuojauskeinoilla siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamien toiminta-arvojen mukaisesti ja siten, että taataan erittäin korkea turvallisuustaso.
	Tähän luokkaan kuuluvat laitteet on tarkoitettu maanalaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa on kaivoskaasuista tai syttyivistä pölyistä aiheutuva vaara.
	Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on toimittava räjähdyskelpoisessa ilmaseoksessa myös harvinaisissa laitteiden häiriötilanteissa ja ne on suojattava joko siten, että:
	– yhden suojauskeinoon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan vähintään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla; tai
	– kahden toisistaan riippumattoman vian kyseessä ollessa varmistetaan vaadittu turvallisuus.
	Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on täytettävä liitteen II kohdan 2.0.1 mukaiset lisävaatimukset.
b)	Laiteluokka M 2 sisältää laitteet, jotka on suunniteltu siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamien toiminta-arvojen mukaisesti ja siten, että taataan korkea turvallisuustaso.
	Tähän luokkaan kuuluvat laitteet on tarkoitettu maanalaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa todennäköisesti esiintyy kaivoskaasuista tai syttyivistä pölyistä aiheutuva vaara.
	Laitteiden tulee kytkeytyä energiattomiksi räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyessä.
	Tähän luokkaan kuuluviin laitteisiin liittyvät suojauskeinot varmistavat tarvittavan turvallisuustason normaalitoiminnassa ja vaativimmissakin käyttöolosuhteissa, jotka johtuvat erityisesti laitteen kovasta käsittelystä ja muuttuvista ympäristöolosuhteista.
	Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on täytettävä liitteen II kohdan 2.0.2 mukaiset lisävaatimukset.
2	Ryhmän II laitteet
a)	Laiteluokka 1 sisältää laitteet, jotka on suunniteltu siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamien toiminta-arvojen mukaisesti ja siten, että taataan erittäin korkea turvallisuustaso.
	Tähän laiteluokkaan kuuluvat laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa on ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai toistuvasti.
	Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on varmistettava tarvittava suojaustaso myös laitteiden harvinaisissa häiriötilanteissa ja ne on suojattava joko siten, että:
	– yhden suojauskeinoon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan vähintään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla; tai
	– kahden toisistaan riippumattoman vian kyseessä ollessa varmistetaan vaadittu turvallisuus.

Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on täytettävä liitteen II kohdan 2.1 mukaiset lisävaatimukset.

## Liite 4

- b) Laiteluokka 2 sisältää laitteet, jotka on suunniteltu siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamien toiminta-arvojen mukaisesti ja siten, että taataan korkea turvallisuustaso.

Tähän luokkaan kuuluvat laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos todennäköisesti esiintyy.

Tähän luokkaan kuuluvat laitteet varmistavat tarvittavan turvallisuustason myös normaalitoiminnassa ennakoitavissa olevien toistuvien häiriöiden tai laitteiden toimintavikojen aikana.

Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on täytettävä liitteen II kohdan 2.2 mukaiset lisävaatimukset.

- c) Luokka 3 sisältää laitteet, jotka on suunniteltu siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamien toiminta-arvojen mukaisesti ja siten, että taataan normaali turvallisuustaso.

Tähän luokkaan kuuluvat laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos on epätodennäköinen ja esiintyy silloinkin vain harvoin ja lyhytaikaisesti.

Tähän luokkaan kuuluvat laitteet varmistavat tarvittavan turvallisuustason normaalitoiminnassa.

Tähän luokkaan kuuluvien laitteiden on täytettävä liitteen II kohdan 2.3 mukaiset lisävaatimukset.

### Liite II

OLENNAISET TERVEYS- JA TURVALLISUUSVAATIMUKSET, JOTKA KOSKEVAT RÄJÄHDYSVAARALLISISSA ILMASEOKSISISSA KÄYTETTÄVÄKSI TARKOITETTUIEN LAITTEIDEN JA SUOJAUSJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELUA JA RAKENNETTA

#### Johdantohuomautukset

- A. Nopeasti muuttuvat tekniset tiedot tulee ottaa huomioon ja niitä tulee soveltaa viipymättä siinä määrin kuin se on mahdollista.
- B. Edellä 1 §:n 2 momentin mukaisten laitteiden osalta olennaisia vaatimuksia sovelletaan ainoastaan siinä määrin kuin on tarpeen ottaa huomioon räjähdysvaara laitteiden turvallisen ja luotettavan toiminnan kannalta.

### 1 LAITTEITA JA SUOJAUSJÄRJESTELMIÄ KOSKEVAT YHTEISET VAATIMUKSET

1.0	Yleiset vaatimukset
1.0.1	Räjähdysturvallisuuden periaatteet
	Laitteet ja suojausjärjestelmät, jotka on tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisessa ilmaseoksessa, on suunniteltava ottaen huomioon räjähdysturvallisuusperiaatteet kokonaisvaltaisesti.

	Valmistajan on tehtävä seuraavat toimenpiteet;
	– ehkäistävä ensisijaisesti, mikäli mahdollista, etteivät laitteet tai suojausjärjestelmät itse aiheuta tai vapauta räjähdyskelpoisia ilmaseoksia;
	– estettävä räjähdyskelpoisten ilmaseosten syttyminen ottaen huomioon kaikki sähköisten tai muiden syttymislähteiden ominaisuudet; sekä
	– estettävä välittömästi tai rajoitettava, suoraan tai välillisesti, räjähdyksestä aiheutuvien liekkien ja paineen vaikutus riittävän turvalliselle tasolle, mikäli kaikesta huolimatta tapahtuisi räjähdys, joka todennäköisesti vaarantaisi ihmisiä ja joissakin tapauksissa kotieläimiä tai omaisuutta.
1.0.2	Vaarallisten tilanteiden välttämiseksi laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava ja valmistettava ottaen huomioon tutkitut mahdolliset toimintaviat siinä määrin kuin se on mahdollista.
	Kaikki kohtuullisesti ennakoitavissa olevat virheelliset käyttötavat on otettava huomioon.
1.0.3	Tarkastuksen ja huollon erityisehdot
	Laitteet ja suojausjärjestelmät, joita koskevat tarkastuksen ja huollon erityisehdot, on suunniteltava ja valmistettava näiden vaatimusten mukaisesti.
1.0.4	Käyttöympäristön olosuhteet
	Laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava ja rakennettava niin, että ne kykenevät toimimaan ja kestävät todellisissa ja ennakoitavissa olevissa olosuhteissa.
1.0.5	Merkintä
	Kussakin laitteessa ja suojausjärjestelmässä on oltava luettavalla ja pysyvällä tavalla vähintään seuraavat tiedot:
	– valmistajan nimi ja osoite;
	– CE-merkintä (kts. liitteen X kohta A);
	– sarja- tai tyyppimerkintä;
	– mahdollinen sarjanumero;
	– valmistusvuosi;
	– räjähdysuojauksen erityismerkintä (merkki puuttuu) , jota seuraa laitteen ryhmän ja laiteluokan tunnus; sekä
	– ryhmään II kuuluvien laitteiden osalta kirjain "G", kun räjähdysvaaran aiheuttavaa kaasua, höyryä tai sumua tai kirjain "D", kun räjähdysvaaran aiheuttaa pöly.

## Liite 4

Lisäksi niissä on myös oltava, mikäli tarpeellista, kaikki turvallista käyttöä koskevat välttämättömät tiedot.

### 1.0.6 Ohjeet

a) Jokaisen laitteen tai suojausjärjestelmän mukana on oltava ohjeet, joissa on vähintään seuraavat tiedot;

– samat tiedot, joista on säädetty merkintää varten, lukuun ottamatta sarjanumeroa, (kohta 1.0.5) mahdollisesti täydennettynä kunnossapitoa helpottavilla tiedoilla (esimerkiksi maahantuojan, huolto liikkeen jne. osoite);

– turvallisuusohjeet koskien käyttöönottoa, käyttöä, kokoonpanoa ja purkamista, kunnossapitoa (huolto ja toiminta vaaratilanteissa), paikalleen asentamista ja säätöä;

– tarvittaessa tiedot paineenpurkauksien aiheuttamista vaarallisista alueista laitteiden lähistöllä;

– tarvittaessa perehdyttämishjeet;

– tarvittavat tiedot, joiden avulla voidaan epäilyksettä päättää, voiko osoitettuun luokkaan kuuluvaa laitetta tai suojausjärjestelmää käyttää turvallisesti tarkoitettussa tilassa ja siinä odotettavissa olevissa käyttöolosuhteissa;

– sähköön ja paineeseen liittyvät arvot, pinnan enimmäislämpötilat ja muut raja-arvot;

– tarvittaessa erityiset käyttöehdot, mukaan lukien varoitukset koskien mahdollista väärinkäyttöä, jota kokemuksen mukaan saattaa esiintyä; sekä

– tarvittaessa laitteeseen tai suojausjärjestelmään liitettävissä olevien välineiden olennaiset ominaisuudet.

b) Valmistajan tai valmistajan Euroopan talousalueelle sijoittautuneen valtuutetun edustajan on laadittava ohjeet jollakin Euroopan yhteisön kielellä.

Jokaisen laitteen tai suojausjärjestelmän mukana on oltava niitä käyttöönotettaessa ohjeet sekä sen maan kielellä tai kielillä, jossa laitetta tai suojausjärjestelmää tullaan käyttämään, että alkuperäisellä kielellä.

Valmistajan, valmistajan Euroopan talousalueelle sijoittautuneen valtuutetun edustajan tai laitteen tai suojausjärjestelmän kyseiselle kielialueelle tuovan henkilön on tehtävä tämä käännös.

Valmistajan tai valmistajan Euroopan talousalueelle sijoittautuneen valtuutetun edustajan palveluksessa olevien erityisasiantuntijoiden käyttöön tarkoitettujen kunnossapito-ohjeet voidaan kuitenkin laatia vain yhdellä Euroopan yhteisössä olevan valtion virallisella kielellä, jota nämä asiantuntijat ymmärtävät.

c) Ohjeissa on oltava sellaiset piirroksot ja kaaviot, joita tarvitaan laitetta tai suojausjärjestelmää käyttöönotettaessa, sen kunnossapidossa, tarkastuksessa, toimintakuntoisuuden tarkastuksessa ja tarvittaessa myös korjauksessa, sekä kaikki erityisesti turvallisuutta ajatellen hyödylliset ohjeet.

d) Laitetta tai suojausjärjestelmää kuvaavassa kirjallisessa aineistossa ei saa olla turvallisuusasioista

	tietoa, joka on ristiriidassa ohjeiden kanssa.
1.1	Materiaalien valinta
1.1.1	Laitteiden ja suojausjärjestelmien valmistamiseen käytetyt materiaalit eivät saa aiheuttaa räjähdystä ennakoitavissa käyttöolosuhteissa.
1.1.2	Toimittaessa valmistajan antamien käyttörajoitusten mukaisesti ei sellainen reaktio käytettyjen materiaalien räjähdysvaarallisessa ilmaseoksessa esiintyvien aineosien välillä saa olla mahdollinen, joka voi aiheuttaa räjähdysuojauksen heikkenemistä.
1.1.3	Materiaalit on valittava siten, että ennakoitavat muutokset materiaalien ominaisuuksissa ja yhteensopi- vuudessa muiden materiaalien kanssa erityisesti korroosiokestävyydessä, kulutuksenkestävyydessä, sähköjohtokyvyssä, iskunkestävyydessä, vanhenemisessa ja lämpötilavaihteluiden vaikutuksissa eivät aiheuta suunnitellun suojauksen vähenemistä.
1.2	Suunnittelu ja rakenne
1.2.1	Laitteiden ja suojausjärjestelmien suunnittelussa ja rakenteessa on otettava huomioon räjähdysuojauksesta oleva tekninen tieto, jotta laitteita tai suojausjärjestelmiä voidaan turvallisesti käyttää ennakoitun käyttöön.
1.2.2	Komponentit, jotka on tarkoitettu liitettäväksi laitteisiin tai suojausjärjestelmiin tai käytettäväksi varaosina on suunniteltava ja rakennettava siten, että ne toimivat turvallisesti räjähdysuojauksensa- saan, kun ne on asennettu valmistajan ohjeiden mukaan.
1.2.3	Suljetut rakenteet ja vuotojen estäminen
	Laitteessa, joka sisältää palavia kaasuja tai pölyjä, on käytettävä suljettuja rakenteita aina kun se on mahdollista.
	Jos laitteessa on aukkoja tai liitoksia, jotka eivät ole tiiviitä, on laite suunniteltava siten, että syntyvät kaasut ja pölyt eivät muodosta räjähdyskelpoista ilmaseosta laitteen ulkopuolella.
	Täyttö- ja tyhjennyskohdat on suunniteltava ja varustettava siten, että rajoitetaan, niin paljon kuin mahdollista, syttyvien aineiden päästöjä täytön ja tyhjennyksen yhteydessä.
1.2.4	Pölykertymät
	Pölyisiin tiloihin tarkoitetut laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava siten, että niiden pinnalle laskeutunut pöly ei syty.
	Pölyn kertymistä on rajoitettava, mikäli mahdollista. Laitteiden ja suojausjärjestelmien on oltava helposti puhdistettavia.
	Laiteosien pintalämpötilojen on oltava riittävästi kertyneiden pölyjen hehkumislämpötiloja alempia.
	Pölykerroksen paksuus on otettava huomioon ja tarvittaessa on toteutettava lämpötilan nousua rajoittavia toimenpiteitä.



1.2.5	Lisäsuojauskeinot	Liite 4
	Laitteet ja suojausjärjestelmät, jotka voivat altistua tietyille ulkoisille rasituksille, on tarvittaessa varustettava lisäsuojauksella.	
	Laitteiden on kestettävä niihin kohdistuvat rasitukset räjähdysuojauksen heikkenemättä.	
1.2.6	Turvallinen avaaminen	
	Jos laitteet ja suojausjärjestelmät ovat kotelossa tai lukitussa kaapissa, joka on osa räjähdysuojauksista, ne on oltava avattavissa vain erikoistyövälinein tai asianmukaisin suojaustoimenpitein.	
1.2.7	Muilta vaaroilta suojaaminen	
	Laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava ja valmistettava siten, että:	
	a) suorasta tai epäsuorasta kosketuksesta aiheutuva fyysinen vamma tai muu vahinko voidaan välttää;	
	b) kosketeltavien pintojen lämpötila tai säteily ei aiheuta vaaraa;	
	c) kokemuksesta tiedetyt sähköön liittymättömät vaarat poistetaan;	
	d) varmistetaan, että ennakoitavissa olevat ylikuormitusolosuhteet eivät aiheuta vaaratilanteita.	
	Jos tässä kohdassa käsitellyt laitteisiin ja suojausjärjestelmiin liittyvät vaarat kuuluvat kokonaan tai osittain muiden Euroopan yhteisöjen direktiivien nojalla annettujen säädösten soveltamisalaan, tätä päätöstä ei sovelleta tai sitä lakataan soveltamasta laitteiden ja suojausjärjestelmien sekä niiden vaarojen osalta, joita nämä erityissäädökset koskevat.	
1.2.8	Laitteiden ylikuormitus	
	Laitteiden vaarallinen ylikuormitus on estettävä suunnitteluvaiheessa käyttäen laitteisiin kuuluvia mittaus-, säätö- ja rajoitinlaitteita, kuten ylivirtasuojia, lämpötilarajoittimia, painekeytkimiä, virtausmittareita, aikareleitä, kierrosmittareita tai vastaavia valvontalaitteita.	
1.2.9	Räjähdyspaineen kestävä kotelointi	
	Jos osat, jotka voivat sytyttää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen, on sijoitettu koteloon, on varmistettava, että kotelo kestää räjähtävän seoksen aiheuttaman sisäisen räjähdyspaineen ja estää räjähdyskelpoisen välittymisen koteloa ympäröivään räjähdyskelpoiseen ilmaseokseen.	
1.3	Mahdolliset syttymislähteet	
1.3.1	Erilaisista syttymislähteistä aiheutuvat vaarat	
	Mahdollisia syttymislähteitä kuten kipinöitä, liekkiä, valokaaria, korkeita pintalämpötiloja, akustista energiaa, optista säteilyä, sähkömagneettista säteilyä tai muuta vastaavaa ei saa esiintyä.	

1.3.2	Staattisesta sähköstä aiheutuvat vaarat	Liite 4
	Vaarallisia purkauksia aiheuttavat sähköstaattiset varaukset on estettävä asianmukaisin toimenpitein.	
1.3.3	Vuoto- ja harhavirroista aiheutuvat vaarat	
	Laitteen johtavissa osissa ilmenevät vuoto- ja harhavirrat, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi vaarallista korroosiota, pintalämpötilan nousua tai syttymisen aiheuttavaa kipinöintiä, tulee estää.	
1.3.4	Ylikuumenemisesta aiheutuvat vaarat	
	Kitkasta tai iskuista aiheutuva ylikuumeneminen, jonka voi aiheuttaa toistensa kanssa kosketuksissa olevat aineet tai osat esimerkiksi pyörimisen tai vieraiden aineiden tunkeutumisen vaikutuksesta, on estettävä suunnitteluvaiheessa siinä määrin kuin se on mahdollista.	
1.3.5	Käytönaikaisesta paineenvaihtelusta aiheutuvat vaarat	
	Laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava siten tai varustettava laitteisiin tai suojausjärjestelmiin kuuluvilla mittaus-, ohjaus- ja rajoitinlaitteilla siten, että niistä johtuvat paineenvaihtelut eivät aiheuta paineiskuja tai kokoonpuristumista, joka voi aiheuttaa syttymisen.	
1.4	Ulkoisista tekijöistä aiheutuvat vaarat	
1.4.1	Laitteet ja suojausjärjestelmät on suunniteltava ja rakennettava siten, että ne voivat toteuttaa turvallisesti niille tarkoitetun tehtävän myös muuttuvissa ympäristöolosuhteissa ja häiriöjännitteiden, kosteuden, tärinän, epäpuhtauksien ja muiden ulkoisten häiriötekijöiden esiintyessä ottaen huomioon valmistajan määrittelemät käyttöolosuhteet.	
1.4.2	Käytettävien laiteosien on kestävä ennakoitavat mekaaniset rasitukset ja lämpörasitukset sekä läsnäolevien ja ennakoitavien helposti reagoivien aineiden vaikutus.	
1.5	Turvallisuuteen liittyvien laitteiden vaatimukset	
1.5.1	Turvalaitteiden toiminnan on oltava riippumaton käyttöön vaadittavien mittaus- ja säätölaitteiden toiminnasta.	
	Mikäli mahdollista turvalaitteen vikaantuminen on oltava havaittavissa käytettävien teknisin keinoin riittävän nopeasti, jotta vaaratilanteiden syntymisen todennäköisyys jäisi mahdollisimman pieneksi.	
	Sähköisille piireille on sovellettava yleisesti turvallisen vikaantumisen periaatetta.	
	Turvallisuuteen liittyvien kytkentöjen täytyy yleensä vaikuttaa suoraan kyseessä oleviin ohjauslaitteisiin ilman ohjelmiston välittävää käskyä.	
1.5.2	Turvalaitteen vikaantuessa laitteiden ja suojausjärjestelmien on, mikäli mahdollista, ohjauduttava turvaliseen tilaan.	
1.5.3	Turvalaitteen hätäpysäytysjärjestelmissä on, mikäli mahdollista, oltava uudelleenkäynnistämisen esto. Normaali-toiminnan uudelleenkäynnistyminen saa olla mahdollista vain eston tarkoituksellisen poistami-	

	sen jälkeen.
1.5.4	Ohjaus- ja näyttölaitteet
	Ohjaus-, säätö- ja näyttölaitteet on suunniteltava ergonomisten periaatteiden mukaisesti suurimman mahdollisen käyttöturvallisuuden saavuttamiseksi räjähdysvaaran osalta.
1.5.5	Räjähdyssuojaukseen liittyvien mittaukseen käytettävien laitteiden vaatimukset
	Mikäli on kyse räjähdysvaarallisessa ilmaseoksessa mittaukseen käytettävään laitteeseen liittyvästä laitteesta, se tulee suunnitella ja rakentaa siten, että mittaukseen käytettävä laite voi toimia ennakoitavien toimintavaatimusten ja erityisten käyttöolosuhteiden mukaan.
1.5.6	Tarvittaessa on voitava varmistaa mittaukseen käytettävien laitteiden toimintakunto ja lukeman tarkkuus.
1.5.7	Mittaukseen käytettävien laitteiden suunnittelussa on otettava huomioon turvallisuuskerroin, jolla varmistetaan, että hälytysraja on riittävän etäällä räjähdysrajoista tai syttymisrajoista, ottaen erityisesti huomioon laitteiston käyttöolosuhteet ja mahdolliset mittaussjärjestelmän virheet.
1.5.8	Ohjelmistosta aiheutuvat vaarat
	Ohjelmoitavia laitteita, suojausjärjestelmiä ja turvalaitteita suunniteltaessa on otettava erityisesti huomioon ohjelman vioista aiheutuvat vaarat.
1.6	Järjestelmän turvallisuusvaatimusten huomioon ottaminen
1.6.1	Automaattisten prosessien osina olevat laitteet ja suojausjärjestelmät tulee voida ajaa alas käsikäyttöisesti, jos ne poikkeavat tarkoitetuista käyttöehdoista, jos tämä ei vaaranna turvallisuutta.
1.6.2	Kun käytetään hätäpysäytysjärjestelmää, varastoitunut energia on purettava niin pian ja niin turvallisesti kuin mahdollista tai eristettävä siten, ettei se aiheuta vaaraa.
	Edellä olevaa ei sovelleta sähkökemiallisesti varastoituun energiaan.
1.6.3	Energiasyötön keskeytyksestä aiheutuvat vaarat
	Laitteet ja suojausjärjestelmät, joissa energiasyötön keskeytyminen voi aiheuttaa lisää vaaroja, on voitava pitää turvallisesti toiminnassa muusta laitteistosta riippumatta.
1.6.4	Liitännöistä aiheutuvat vaarat
	Laitteissa ja suojausjärjestelmissä on oltava asianmukaiset kaapelien ja putkien läpiviennit.
	Jos laitteet ja suojausjärjestelmät on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä muiden laitteiden ja suojausjärjestelmien kanssa, liittymisen on oltava turvallinen.
1.6.5	Laitteen osana olevien varoituslaitteiden sijoittaminen

## Liite 4

Jos laite tai suojausjärjestelmä sisältää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumista valvovia ilmaisu- tai hälytyslaitteita, on annettava tarvittavat tiedot näiden laitteiden sijoittamiseksi asianmukaiseen paikkaan.

### 2 LAITTEIDEN LISÄ- VAATIMUKSET

2.0	Ryhmän I laiteluokkaan M kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.0.1	Ryhmän I laiteluokkaan M 1 kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.0.1.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että syttymislähteet eivät saa aiheuttaa syttymistä edes harvinaisissa laitteiden häiriötilanteissa.
	Laitteet on varustettava suojauskeinoin siten, että
	– yhden suojauskeinoon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan vähintään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla tai
	– kahden toisistaan riippumattoman vian kyseessä ollessa varmistetaan vaadittu turvallisuus.
	Tarvittaessa laitteessa on oltava erityisiä lisäsuojauskeinoja.
	Laitteen on pysyttävä toiminnassa räjähdyskelpoisessa ilmaseoksessa.
2.0.1.2	Laitteet on rakennettava mikäli tarpeellista niin, että sen sisään ei pääse pölyä.
2.0.1.3	Laitteosien pintalämpötilojen on leijuvan pölyn syttymisen välttämiseksi oltava huomattavasti ennakoitavissa olevien pöly-ilmaseosten syttymislämpötiloja alempia.
2.0.1.4	Laitteet on suunniteltava siten, että sellaisten laiteosien avaaminen, jotka voivat olla syttymislähteitä, on mahdollista ainoastaan energiattomissa tai luonnostaan vaarattomissa olosuhteissa. Jos laitteita ei ole mahdollista tehdä sellaisiksi, että ne eivät ole syttymislähteitä, valmistajan on kiinnitettävä varoitusmerkintä näiden laitteiden avattaviin osiin.
	Tarvittaessa laitteissa on oltava sen toimintaan kytkettyjä lisälukitusjärjestelmiä.
2.0.2	Ryhmän I laiteluokkaan M 2 kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.0.2.1	Laitteet on varustettu sellaisilla suojauskeinoilla, että syttymislähteet eivät saa aiheuttaa syttymistä normaalitoiminnassa tai vaativimmassakaan käyttöolosuhteissa, jotka johtuvat erityisesti laitteen kovasta käsittelystä ja ympäristöolosuhteiden muutoksista.
	Laitteiden tulee kytkeytyä energiattomiksi räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyessä.
2.0.2.2	Laitteet on suunniteltava siten, että sellaisten laiteosien avaaminen, jotka voivat olla syttymislähteitä, on mahdollista vain energiattomana tai laitteen toimintaan kytketyn lukitusjärjestelmän välityksellä. Jos laitteita ei ole mahdollista tehdä sellaisiksi, että ne eivät ole syttymislähteitä, valmistajan on kiinnitettävä

	varoituserkintä näiden laitteiden avattaviin osiin.
2.0.2.3	Pölyräjähdysvaaroilta suojaessa on noudatettava luokan M 1 vastaavia vaatimuksia (2.0.1.2, 2.0.1.3).
2.1	Ryhmän II laiteluokkaan 1 kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.1.1	Kaasuista, höyryistä tai sumuista aiheutuvat räjähdyskelpoiset ilmaseokset
2.1.1.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että syttymislähteet eivät saa aiheuttaa syttymistä edes harvinaisissa laitteiden häiriötilanteissa.
	Laitteet on varustettava suojauskeinoin siten, että
	– yhden suojauskeinoon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan vähintään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla tai
	– kahden toisistaan riippumattoman vian kyseessä ollessa varmistetaan vaadittu turvallisuus.
2.1.1.2	Sellaisten laitteiden osalta, joiden pinta voi kuumentua, on varmistettava, että ilmoitettua korkeinta pintalämpötilaa ei epäsuotuisimmassakaan olosuhteissa ylitetä.
	Lämmön kertymisestä ja kemiallisista reaktioista aiheutuva lämpötilan nousu on myös otettava huomioon.
2.1.1.3	Laitteet on suunniteltava siten, että sellaisten laiteosien avaaminen, jotka voivat olla syttymislähteitä, on mahdollista vain energiattomissa tai luonnostaan vaarattomissa olosuhteissa. Jos laitteita ei ole mahdollista tehdä sellaisiksi, että ne eivät ole syttymislähteitä, valmistajan on kiinnitettävä varoituserkintä näiden laitteiden avattaviin osiin.
	Tarvittaessa laitteissa on oltava laitteen toimintaan kytkettyjä lukitusjärjestelmiä.
2.1.2	Pölyn ja ilman seoksista aiheutuvat räjähdyskelpoiset ilmaseokset
2.1.2.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että vältetään pöly-ilmaseosten syttyminen myös harvinaisissa laitteiden häiriötilanteissa.
	Laitteet on varustettava suojauskeinoin siten, että
	– yhden suojauskeinoon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan vähintään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla tai
	– kahden toisistaan riippumattoman vian kyseessä ollessa varmistetaan vaadittu turvallisuus.
2.1.2.2	Laitteet on, siinä määrin kuin tarpeen, rakennettava siten, että pöly voi päästä sisään ja voi poistua vain tätä varten suunnitelluista laitteen kohdista.
	Kaapelien läpivientien ja liitososien on myös täytettävä tämä vaatimus.

## Liite 4

2.1.2.3	Laiteosien pintalämpötilojen on leijuvan pölyn syttymisen välttämiseksi oltava selvästi ennakoitavissa olevien pöly-ilmaseosten syttymislämpötiloja alempia.
2.1.2.4	Laiteosien vaarattomaan avaamiseen sovelletaan kohdan 2.1.1.3 vaatimusta.
2.2	Ryhmän II laiteluokkaan 2 kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.2.1	Kaasuista, höyryistä tai sumuista aiheutuvat räjähdyskelpoiset ilmaseokset
2.2.1.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että syttymislähteitä ei synny edes normaalitoiminnassa ennakoitavissa olevien toistuvien häiriöiden tai laitteiden toimintavikojen aikana.
2.2.1.2	Laiteosat on suunniteltava ja rakennettava siten, että ilmoitetut pintalämpötilat eivät ylity edes valmistajan ennakoimissa epätavallisissa käyttötilanteissa.
2.2.1.3	Laitteet on suunniteltava siten, että sellaisten laiteosien avaaminen, jotka voivat olla syttymislähteitä, on mahdollista vain energiattomana tai laitteen toimintaan kytketyn lukitusjärjestelmän välityksellä. Jos laitteita ei ole mahdollista tehdä sellaisiksi, että ne eivät ole syttymislähteitä, valmistajan on kiinnitettävä varoitusmerkintä näiden laitteiden avattaviin osiin.
2.2.2	Pölyn ja ilman seoksista aiheutuvat räjähdyskelpoiset ilmaseokset
2.2.2.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että estetään pöly-ilmaseosten syttyminen myös normaalitoiminnassa ennakoitavissa olevien usein toistuvien häiriöiden tai laitteiden toimintavikojen takia.
2.2.2.2	Pintalämpötilojen osalta sovelletaan kohdan 2.1.2.3 vaatimusta.
2.2.2.3	Pölysuojauksen osalta sovelletaan kohdan 2.1.2.2 vaatimusta.
2.2.2.4	Laiteosien turvalliseen avaamiseen sovelletaan sitä koskevaa vaatimusta kohdassa 2.2.1.3.
2.3	Ryhmän II laiteluokkaan 3 kuuluviin laitteisiin sovellettavat vaatimukset
2.3.1	Kaasuista, höyryistä ja sumuista aiheutuvat räjähdyskelpoiset ilmaseokset
2.3.1.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että estetään ennakoitavissa olevat syttymislähteet, jotka voivat esiintyä normaalitoiminnan aikana.
2.3.1.2	Tarkoitetuissa toimintaolosuhteissa esiintyvät pintalämpötilat eivät saa ylittää ilmoitettuja korkeimpia pintalämpötiloja. Poikkeuksellisissa olosuhteissa korkeammat lämpötilat voivat olla sallittuja vain, jos valmistaja on toteuttanut lisäsuojaustoimenpiteitä.
2.3.2	Pölyn ja ilman seoksista aiheutuvat räjähdyskelpoiset seokset
2.3.2.1	Laitteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että pöly-ilmaseokset eivät syty ennakoitavissa olevista syttymislähteistä normaalitoiminnan aikana.

2.3.2.2

Pintalämpötilojen osalta sovelletaan kohdan 2.1.2.3 vaatimusta.

**Liite 4**

2.3.2.3

Laitteet, mukaanlukien kaapelien läpiviennit ja liitososat, on rakennettava pölyhiukkasten koko huomioonottaen siten, ettei laitteen sisälle voi muodostua räjähdysvaarallisia pöly-ilmaseoksia eikä vaarallisia pölykertymiä.

## POLTTOAINEIDEN HINTATASO

eivät sisällä arvonlisävero-a, mutta sisältävät valmisteverot ja huoltovarmuusmaksut

Kesäkuu 2011



Polttoaine	A	B Verot ja maksut euro/MWh	Polttoaineen hinta lämmön tuotannossa (sisältävät valmisteverot ja huoltovarmuusmaksun eli sarakke			
			C Polttoaineen hinta euro/GJ	D 3 kk:n liukuva keskiarvo euro/MWh	E 12 kk:n liuk keskiarvo euro/MWh	
Raskas polttoöljy <sup>1)</sup>	Kuluttajahinta 699,9 euro/t	16,46	17,0	61,3	62,0	51,1
Kevyt polttoöljy <sup>2)</sup>	86,8 sentti/l	18,66	24,1	86,6	87,3	76,4
Maakaasu <sup>3)</sup>	42,7 euro/MWh	9,02	11,9	42,7	41,6	36,0
Kivihiili <sup>4)</sup>						
- keskihinta cif	85,3 euro/t	0,0	3,6	12,9	12,7	11,4
- rannikkolaitoksella <sup>5)</sup>	215,7 euro/t	19,41	9,1	32,7	31,7	24,6
- kuljetus noin 100 km	222,4 euro/t	19,41	9,4	33,7	32,7	25,6
Jyvänpoltto turve <sup>6)</sup>						
- kuljetus noin 50 km	11,5 euro/MWh	1,9	3,2	11,5	11,6	10,4
- kuljetus noin 100 km	12,7 euro/MWh	1,9	3,5	12,7	12,7	11,6
Palaturve <sup>7)</sup>						
- kuljetus noin 50 km	15,2 euro/MWh	1,9	4,2	15,2	15,0	14,2
- kuljetus noin 100 km	15,9 euro/MWh	1,9	4,4	15,9	15,9	15,2
Metsähake <sup>7)</sup>	18,5 euro/MWh	0,0	5,1	18,5	18,6	18,3
Puupelletti <sup>8)</sup>	35,7 euro/MWh	0,0	9,9	35,8	35,8	35,6

Huom. Sähkön tuotannon polttoaineilta ei peritä veroja (sarake B), joten sarakkeiden C, D ja E luvuista voi vähentää sarakkeen B luvun.

1) Pienehkojen lämpölaitosten ja vastaavien kuluttajien maksama keskimääräinen hinta.

2) Kesälaadun hinta pienkuluttajan säiliöön toimitettuna.

3) Maakaasutariffin M2006 mukainen tyypikkukuluttajahinta: 1.000.000 MWh/a ja 6000 h/a.

4) CIF-hinta (cost, insurance, freight) on hinta laivassa tulostamassa sisältäen rahdin ja vakuutukset. Hinta maaliskuussa.

5) Hinta sisältää liikennemaksun sekä purkaus- ja varastointikustannukset, mutta ei velvoitevaraston kustannuksia eikä kenttäkustannuksia.

6) Suuren kuluttajan hintoja.

7) Keskimääräinen hinta, Q2/2011

Metsähakkeen hintaa voi seurata myös internetissä: [www.puunhinta.fi](http://www.puunhinta.fi). Metsähakkeen hinta päivittyy sivustolle neljä kertaa vuodessa.

8) Irtopelletti

Kierrätyspolttoaineista ei ole saatavilla hintatietoja.

### Arvonlisäverottomat nimellishinnat lämmöntuotannossa

