

**SELVITYS BETONITEHTAAN LÄMMITYSMUODON
MUUTTAMISESTA ÖLJYLÄMMITYKSESTÄ HAKELÄM-
MITYKSEKSI**

Jarno Alaranta
2011
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

**SELVITYS BETONITEHTAAN LÄMMITYSMUODON
MUUTTAMISESTA ÖLJYLÄMMITYKSESTÄ HAKELÄM-
MITYKSEKSI**

Jarno Alaranta
Opinnäytetyö
26.5.2011
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööri	26	+	45
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Rudus Betonituote Oy	Jarno Alaranta			
Työn nimi	Selvitys betonitehtaan lämmitysmuodon muuttamisesta öljylämmityksestä hake- lämmitykseksi			
Avainsanat	betonituotetehdas, hake, kevyt polttoöljy, lämmitysmuoto			

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella, mitä muutoksia betonituotetehtaan lämmitysmuodon muutos öljylämmityksestä hakelämmitykseen tuo investointeihin. Lisäksi selvitettiin uuden polttoaineen tuomat lämmityskustannussäästöt. Selvitys aloitettiin alkuvuodesta 2011. Opinnäytetyössä keskityttiin laite-, asennus- ja polttoainekustannusten selvittämiseen sekä investointien kannattavuuden määrittämiseen.

Selvitys aloitettiin tilaajan toivoman vaihtoehtoisen lämmitysmuodon yksityiskohtaisella tarkastelulla sekä laite- ja polttoainetoimittajien tarjouskilpailutuksella. Seuraavaksi tarkasteltiin uuden lämmitysjärjestelmän tehtaaseen tuomia muutoksia sekä kannattavuutta.

Opinnäytetyötä varten lähetettiin tarjouspyynnöt seitsemälle laitetoimittajalle, joista kolme vastasi tarjouspyyntöön. Tarjosten ja laitetoimittajien tarkemmat vertailut on esitetty liitteessä 1 (ainoastaan opinnäytetyön tilaajan käytössä).

Opinnäytetyössä havaittiin, että haketta käyttävä järjestelmä tulisi kannattavaksi, sillä vuosisäästöt nousisivat polttoaineen kulutuksessa jopa 70 %:iin. Työssä ei huomioitu hakkeen varastoinnin tuomia lisäkustannuksia.

Degree programme	Thesis	Number of pages	+	appendices
Civil Engineering	B.Eng.	26	+	45
Line	Date			
Environmental and municipal Engineering	May 26, 2011			
Commissioned by	Author			
Rudus Betonituote Ltd	Jarno Alaranta			
Thesis title				
Analysis of Changing from Oil Heating to Chips Heating in Concrete Product Plant				
Keywords				
Concrete product factory, chips, light heating oil, heating engineering				

The aim of this thesis was to analyze the investments needed when changing a heating system from oil heating into chips heating in a concrete plant, and the cost savings the change of the fuel would bring. The thesis got started in the beginning of year 2011. The thesis was outlined into analyzing the costs of equipment, installation and fuel, and also finding out the profitability of the investment.

The analysis began when the subscriber wanted to see the profits of this alternative form of heating and to put out to tender the equipment and fuel suppliers. After that, the changes which this new form of heating would bring to the concrete plant were examined, as well as the profitability of the change.

In order to get a reliable perspective to the thesis, seven equipment suppliers were asked to send an offer with needed details. Three of them responded in a given time which was one month. The offers and a detailed comparison of the suppliers are presented in Appendix 1 which is in only in the use of the subscriber.

The conclusion of the thesis is that the change of the fuel system will be profitable saving annually 70 % of the fuel costs. The thesis did not take into consideration the extra costs which the storing of the chips would create.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 RUDUS OY	7
2.1 Rudus Betonituote Oy	7
2.2 Nykyinen lämmitysmuoto.....	8
3 VAIHTOEHTOINEN LÄMMITYSMUOTO.....	9
3.1 Puupolttoaine	9
3.2 Hake	10
3.3 Hakelajit	12
4 HAKELÄMMITYS BETONITEHTAAN LÄMMITYSMUOTONA.....	13
4.1 Lämmitysmuodon mahdollisen vaihtamisen syyt ja valintaan vaikuttavat tekijät.....	13
4.2 Uuden lämmitysjärjestelmän vaatimat muutokset.....	14
4.3 Hakelämpökeskuksen käyttöönotto.....	15
4.4 Hakkeen varastointi.....	16
4.5 Vuodessa tarvittava hakemäärä.....	17
4.6 Hakelämmityksen kannattavuus.....	17
5 HAKELÄMMITYKSEN TULEVAISUUS YMPÄRISTÖSEIKAT HUOMIOIDEN	19
6 POHDINTA	21
LÄHTEET	23
LIITTEET	26

1 JOHDANTO

Haketta ja muita puupolttoaineita käyttävien laitosten määrä on noussut kymmenessä vuodessa nelinkertaiseksi vuosituhannen alun lukemasta. Uusia puupolttoaineita käyttäviä laitoksia on lisäksi rakenteilla ja lämmitysmuodon vaihdokset ovat lisääntymässä. Puupohjaisella energialla, etenkin metsähakkeella, onkin seuraavan vuosikymmenen aikana suuri rooli uusiutuvan energian käytön lisäämisessä puunjalostusteollisuuden sivutuotevirran supistumisen vuoksi. (Asikainen – Flyktman – Laitila – Leinonen – Virkkunen 2010.)

Kiinteistöissä kotimaista bioenergiaa voidaan hyödyntää tehokkaasti ja luotettavasti. Toimivia lämmitysratkaisuja biopolttoaineiden, kuten metsähakkeen, polttoon on useita ja niistä on saatu positiivisia käyttökokemuksia jo pitkältä ajalta. (Asikainen ym. 2010.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella Oulussa sijaitsevan betonituotetehtaan lämmitysmuodon vaihtamisen kannattavuutta öljylämmityksestä hakelämmitykseen. Samalla vertaillaan vaihtoehtoisen ja nykyisen polttoaineen tuomia lämmityskustannuksia. Kustannustarkastelun lisäksi työn tarkoituksena on kartoittaa vaihtoehtoisen lämmitysmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä sekä selvittää sen aiheuttamat muutostarpeet betonitehtaassa. Työ rajataan laite-, asennus- ja lämmityskustannusten määrittämiseen. Vaihtoehtoisen polttoaineen varastoinnin aiheuttamia lisäkustannuksia ei oteta tarkastelussa huomioon.

Selvityksen tarpeellisuuden taustalla on öljyn vaihteleva hintakehitys sekä betonituotetehtaan nykyisen lämmitysjärjestelmän vaihteleva toimivuus.

2 RUDUS OY

Rudus Oy on kivipohjaisten rakennusmateriaalien kehittäjä ja toimittaja. Yritys on perustettu vuonna 1897 Lohjan Kalkkitehdas Osakeyhtiön nimellä. Lohjan Kalkkitehdas aloitti kiviainestoinnin ostaessaan vuonna 1931 Helsingissä perustetun Oy Rudus Ab:n osake-enemmistön. Valmisbetonin tuotannon yhtiö aloitti ensimmäisenä Suomessa vuonna 1958. (Rudus Oy. 2011, linkit Yritys -> Historia.)

Betonituotteet tulivat mukaan 1960-luvulla. Lohjan Kalkkitehdas Osakeyhtiö lyhennettiin vuonna 1975 Oy Lohja Ab:ksi ja vuonna 1993 nimi muuttui omistajavaihdoksen myötä Lohja Rudus Oy Ab:ksi. Lyhennetty nimi Rudus Oy otettiin käyttöön 1.1.2008. Betonirunkoisia talotekniikkaelementtejä valmistava Elpotek Oy on kuulunut Rudus konserniin vuodesta 2006 lähtien. Vuodesta 1999 Rudus Oy on kuulunut irlantilaiseen CRH plc -konserniin. Nykyään Rudus Oy toimii Suomessa, Baltiassa ja Venäjällä. (Rudus Oy. 2011, linkit Yritys -> Historia.)

2.1 Rudus Betonituote Oy

Betoniputkijärjestelmien, betonipaalujen, maisemabetonituotteiden ja muiden infratuotteiden valmistuksesta ja myynnistä vastaa Rudus Betonituote Oy. Betonisia putkia ja kaivoja käytetään varmistamaan turvallinen vesihuolto juomavesien, jätevesien sekä sadevesien osalta. Betonipaaluja käytetään teiden, siltojen ja talojen perustamiseen. Betonisia maisemointituotteita ovat esimerkiksi päällystekivet, laatat, muurikivet sekä liimattavat ja upotettavat reunakivet. Maisemointituotteilla ohjataan ihmisten, kasvillisuuden ja sadevesien kulkua pihalla. Infratuotteita ovat esimerkiksi erilaiset kaide-elementit ja meluseinät. (Rudus Oy. 2011, linkit Yritys -> Toimialat.)

Rudus Betonituotteen Oulun tehdas sijaitsee Takalaanilan teollisuusalueella Oulussa. Tehtaan vakiotuotantoon kuuluvat EK-järjestelmän tuotteista kai-

von-, pohja- ja korokerenkaat sekä putket. Lisäksi Oulun tehdas valmistaa UL-pohja- ja kaivonrenkaita, perustus- ja rajapaaluja, loiskekuppeja ja -kouruja sekä Kartano-, Luostari-, Linna- ja Ruohokivi-tuotesarjan 60 ja 80 mm vahvoja pihakiviä. Tehtaalla on mahdollisuus tehdä myös vakiotuotantoon kuulumattomia tuotteita. (Alaniemi – Salmela 2011.)

2.2 Nykyinen lämmitysmuoto

Tehtaan nykyinen lämmitys tapahtuu kevyellä polttoöljyllä. Öljylämmityksen tuottama lämpö siirretään lämmitettävään tilaan vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä. Öljypoltin ja -kattila sijaitsevat erillisessä lämpökontissa rakennuksen välittömässä läheisyydessä. Nykyinen järjestelmä on Turbomatic PMC – 1000 E -energialaitos, jonka teho on 1 MW. Järjestelmään ei kuulu energiavaraajaa. Polttimen käytössä ja lämmityksessä syntyvä prosessihöyry ohjataan kontista savuhormia pitkin lähellä sijaitseville kivitaskuille estämään kiviaineksen jäätymistä. Järjestelmää ohjataan ja valvotaan tehtaan valvomosta etäjärjestelmän avulla. Järjestelmä antaa hälytyksen näytölle sekä matkapuhelimeen mahdollisen häiriötilanteen sattuessa. (Alaniemi – Salmela 2011.)

Lämmitettävää tilavuutta Oulun tehtaassa on noin 17 000 m³. Sen lämmittämiseen kuluu tuotannon suuruudesta, kausittaisesta vaihtelusta ja tuotteiden ulosajosta riippuen vuosittain 25 000 - 55 000 litraa kevyttä polttoöljyä. (Alaniemi – Salmela 2011.) Käytössä olevan kevyen polttoöljyn energiasisältö on noin 10 MWh/m³ ja sen tiheys vaihtelee 0,8 - 0,9 kg/dm³ (Öljyalan Keskusliitto. 2011, linkit -> Usein kysytyä -> Sanasto).

3 VAIHTOEHTOINEN LÄMMITYSMUOTO

3.1 Puupolttoaine

Puu on taloudellinen, uusiutuva ja kotimainen energianlähde ja sitä on Suomessa saatavilla runsaasti. Sen käyttö polttoaineena ei lisää hiilidioksidipäästöjä, sillä puusta ilmakehään sen palaessa tai lahotessa vapautuva hiilidioksidi sitoutuu uusiin kasvaviin puihin. Kun puulla korvataan fossiilisia energianlähteitä, se vähentää energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöjä ja estää haitallista ilmastonmuutosta. Puuhun sitoutuneen hiilidioksidin katsotaan siis olevan luonnonkierrossa, toisin kuin fossiilisten polttoaineiden kohdalla. Lisäksi puun poltossa syntyvä tuhka voidaan hyödyntää lannoitteena. (Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

Puupolttoaine on polttoaineena käytettävää biomassaa eli biopolttoainetta, joka on peräisin puun rungosta, oksista tai juurista. Puupolttoaineet ovat tavallisesti kiinteitä ja niillä voidaan tuottaa lämpöä, prosessihöyryä, vastapaine- tai lauhdesähköä sekä liikennepolttoaineita. (Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

Hiili ja vety ovat puun palavat ainesosat. Puun kuumetessa nämä ainesosat vapautuvat ja kaasuuntuvat. Palamisen sujuessa hyvin muodostuu vesihöyryä ja häkää, joka saa aikaan puhtaan palamisen. Jotta saataisiin mahdollisimman hyvä palamistulos ja energiansaanti, tarvitaan kuivaa puuta. Jos puun vesipitoisuus on liian korkea, palamistulos on epätäydellinen. Kostean puun kuivaamiseen tarvitaan paljon energiaa. Täydelliseen palamiseen tarvitaan riittävä määrä palamisilmaa sekä riittävä lämpötila tulipesässä. (Yleistä puun poltosta. 2010.)

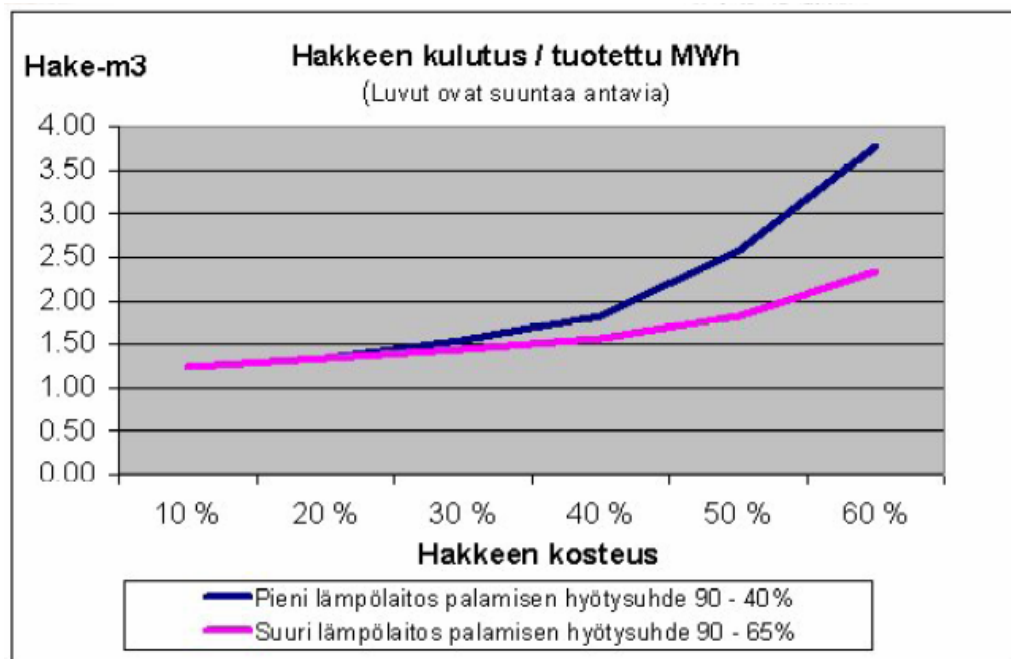
3.2 Hake

Hake on yleisnimitys koneellisesti haketetulle puulle. Raaka-aineena voivat olla latvusmassat, sahapinnat tai muu haketettavaksi soveltuva puuraaka-aine. Hake mahdollistaa puulämmityksen automatisoinnin lämpökeskuksissa. Tärkeimmät hakkeen ominaisuudet ovat sen korkea lämpöarvo ja alhainen kosteus. Hakkeen palakoon ollessa tasalaatuista, myös sen käsiteltävyys helpottuu. Hakkeen laatu vaikuttaa hakelämmitysjärjestelmien toimintavarmuuteen ja huoltotyön määrään. (Metsäkeskus. 2011. linkit Metsäkeskukset -> Keski-Suomi -> Metsäenergiainfo -> Puu polttoaineena.)

Kuvassa 1 on esitetty kosteuden vaikutus hakkeen kulutukseen. Mitä enemmän hakkeessa on kosteutta, sitä suurempi on hakkeen kulutus. Muita kostean hakkeen ominaisuuksia ovat

- tehoton palaminen
- päästöjen lisääntyminen
- kattilan hyötysuhteen heikkeneminen
- hakkeen polton automatisoinnin epäonnistuminen.

(Somerpalo 2010.)



KUVA 1. Kosteuden vaikutus hakkeen kulutukseen (Somerpalo 2010)

Mikäli hake sisältää vähemmän kosteutta, sen kulutuskin on pienempi. Muita kuivan hakkeen ominaisuuksia ovat

- tehokas palaminen
- häiriötön lämmitys
- suuri lämpöarvo
- hyvä hyötysuhde
- hakkeen polton automatisoinnin onnistuminen.

(Somerpalo 2010.)

Hakkeen palamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat

- kattilan säädöt
- kattilan mitoitus
- polttotekniikka
- nuohous
- puulaji ja tiheys.

(Somerpalo 2010.)

Hakkeen energiasisältö on kosteudesta ja tiheydestä riippuen 0,7 – 1,0 MWh/i-m³. Kuutiometri metsähaketta vastaa energiasisällöltään 80 litraa kevyttä polttoöljyä. Taulukossa 1 vertaillaan hakkeen ja kevyen polttoöljyn energiamäärien lisäksi myös muiden polttoaineiden energiasisältöjä. (Lauhanen – Laurila 2007.)

TAULUKKO 1. Eri polttoaineiden energiamäärät (Lauhanen – Laurila 2007)

ERI POLTTOAINEIDEN ENERGIASISÄLLÖT		
POLTTOAINE	YKSIKKÖ	ENERGIASISÄLTÖ MWh/YKSIKKÖ
HAKE	m³	0,8
PALATURVE	m ³	1,5
KAURA	tonni	4,2
TURVEPELETTI	tonni	5
OHRA	tonni	4
PUUPELETTI	tonni	4,75
RASKAS POLTTOÖLJY	tonni	11,28
KEVYT POLTTOÖLJY	m³	10

3.3 Hakelajit

Yleisesti käytettyjä hakelajeja ovat metsä-, hakkuutähde-, kokopuu- ja rankahake. Metsähake on yleisnimitys kokopuusta, rangasta, ainespuusta tai hakkuutähteistä valmistetulle polttoaineelle. Puunkorjuun hakkuutähteistä, oksista ja latvoista sekä lumpeista valmistettua polttoainetta kutsutaan hakkuutähdehakkeeksi, kun taas karsimattomista rungoista valmistettua haketta kokopuuhakkeeksi. Karsituista rungoista ja käyttämättä jääneistä pienpuista valmistettu hake on rankahaketta. (Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

4 HAKELÄMMITYS BETONITEHTAAN LÄMMITYS- MUOTONA

Hakelämmityksen kustannuksia selvittäessä kilpailutettiin eri laite- ja hake-toimittajia. Laitehankinnoista lähetettiin tarjouspyynnöt seitsemälle yritykselle, joista kolme vastasi. Haketoimituksista tarjouspyyntö lähetettiin kahdelle toimittajalle, joista yksi vastasi. Tarjouspyyntöihin annettiin vastausaikaa yksi kuukausi. Tässä luvussa käsitellään lämmitysmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä sekä sen aiheuttamia muutostarpeita betonitehtaassa. Lisäksi selvitetään lämpökeskuksen käyttöönottoon ja hakkeen varastointiin liittyviä huomioon otettavia seikkoja sekä hakkeen tarvittava määrä vuodessa. Lopuksi vertaillaan hakelämmityksen kannattavuutta öljylämmitykseen verrattuna.

4.1 Lämmitysmuodon mahdollisen vaihtamisen syyt ja valintaan vaikuttavat tekijät

Vuosina 2009 – 2010 lämmitysöljyn hinta on noussut lähes viidenneksellä (Öljy- ja kaasualan keskusliitto. 2010). Nykyisen maailmantilanteen vuoksi on odotettavissa, että hinta tulee nousemaan myös vuonna 2011. Öljyn vaihteleva hintakehitys sekä betonitehtaan nykyisen lämmitysjärjestelmän epäluotettava toimivuus olivat tärkeimpiä syitä siihen, miksi betonitehtaan lämmitysmuodon vaihtamista öljystä hakkeeseen ryhdyttiin selvittämään (Alaniemi – Salmela 2011). Nykyisen lämmitysjärjestelmän ongelmat ilmenivät polttimon sammumisena ja hälytysjärjestelmän toimimattomuutena (Alaniemi – Salmela 2011).

Lämmitysmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä on useita. Vaikuttava tekijä on esimerkiksi se, onko investointi kannattava sekä taloudellisesti että ajallisesti. Kannattavaksi investoinnin tekevät polttoainekustannukset, sen toimituksesta aiheutuvat kulut sekä sen varastoinnin helppous.

Hakelämmityksen aiheuttamia suurimpia taloudellisia kustannuksia ovat mahdolliset rakennus- ja laitehankinnat. Lisäkuluja aiheutuu myös laitteiden rakennus- ja asennustyöstä. Lämmitysjärjestelmän investointikustannuksia tarkastellaan tarkemmin liitteenä 1 olevassa selvityksessä.

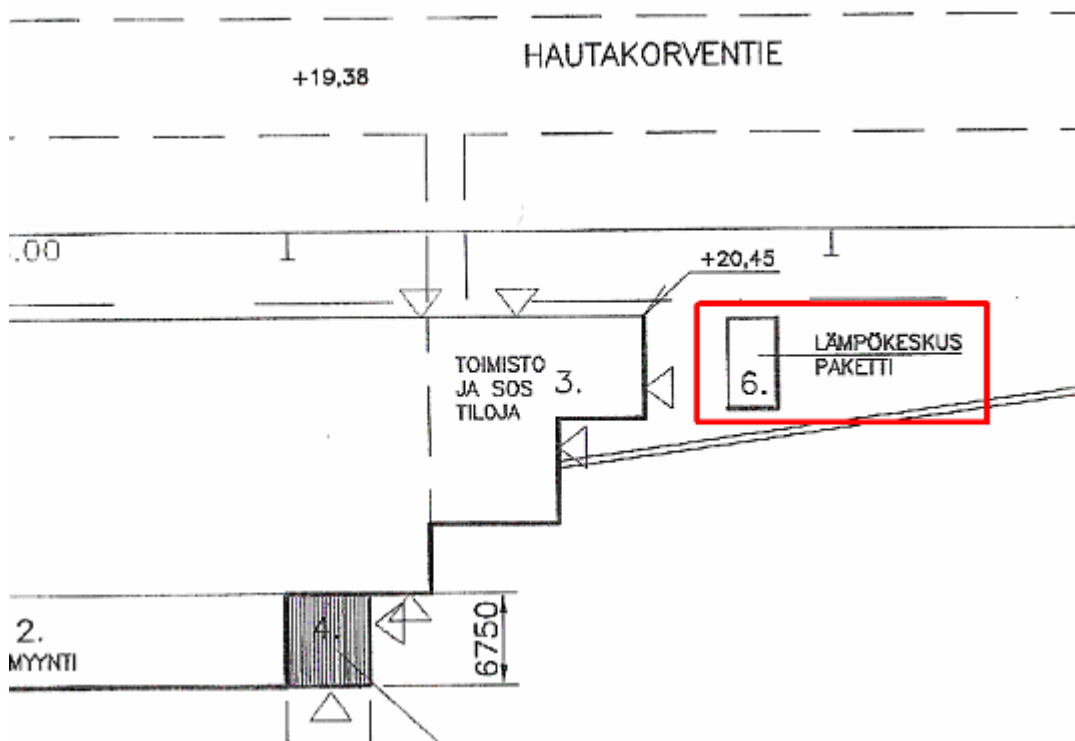
4.2 Uuden lämmitysjärjestelmän vaatimat muutokset

Lämmitysjärjestelmän muuttaminen edellyttää muutoksia tehtaassa ja sen ympäristössä. Uuden lämmitysjärjestelmän vaatimia muutoksia ovat esimerkiksi

- suuremman kontin perustustyöt
- vanhan järjestelmän liitostyöt
- mahdollisen energiavaraajan sijoitustyöt
- kevytrakenteisen varaston rakennustyöt, josta polttoaineen saatavuus olisi nopeinta lämpökontin pienen polttoainevaraston vuoksi
- lämpökontin sijoitus vähintään 8 metrin päähän rakennuksesta.

(Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

Hakelämpökeskus koostuu yleisesti kattilasta, palopäästä eli stokerista, polttoaineen syöttölaitteista ja polttoainevarastosta (Lindroos 2007). Kuvasta 2 nähdään nykyisen lämpökeskuksen sijainti. Uusi hakelämpökeskus sijoitettaisiin vanhan lämpökeskuksen tilalle. Lisäksi tehtaassa läheisyyteen täytyisi varata tila kiinteälle polttoaineelle tarkoitetulle varastolle (Maatilan hakelämmitysopas. 2008). Hakkeen varastoinnista kerrotaan lisää luvussa 5.4.



KUVA 2. Nykyisen lämpökeskuksen sijainti asemakaavassa (Rudus Betonituote Oy Oulun tehdas. 2005)

4.3 Hakelämpökeskuksen käyttöönotto

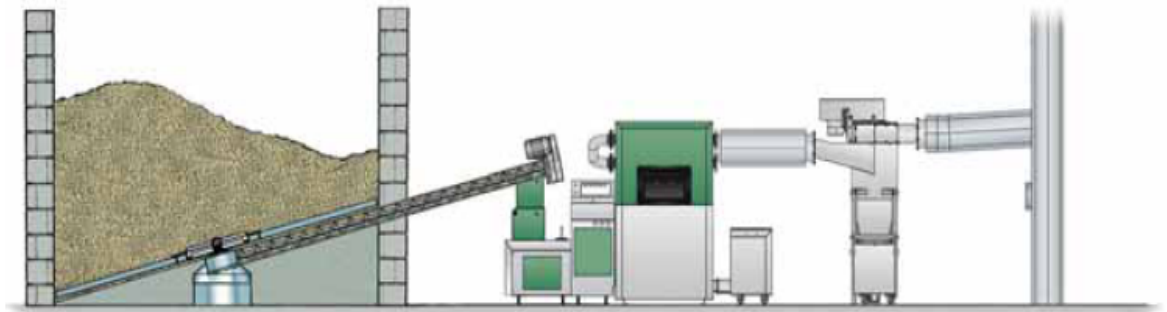
Hakelämpökeskuksen käyttöönotto tehdään asennuksesta vastaavan laite-toimittajan kanssa. Käyttöönotossa noudatetaan kattila- ja poltinvalmistajan ohjeita ja säädetään lämpökeskus toimimaan polttoaineen laadun mukaan. (Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

Kiinteää polttoainetta käyttävän lämpökeskuksen käyttö ja huolto on työläämpää polttoainetäyttäjien, tuhkanpoiston ja vastaavien töiden vuoksi. Useimmissa nykyaikaisissa laitteissa on kuitenkin polttoaineen kulutuksen seurantalaitteet sekä automaattiset tuhkanpoistot ja nuohoukset. Mikäli polttoaineen laatu on epätasaista, se voi aiheuttaa myös käyttöhäiriöitä. (Maatilan hakelämmitysopas. 2008.)

4.4 Hakkeen varastointi

Hakevaraston vaatimuksista välttämättömät ovat ainoastaan katto ja betonilattia. Varaston korkeuden täytyy olla riittävä, jos kuorma on tarkoitus purkaa kippaamalla. Varastoidun metsähakkeen suuri kosteus voi aiheuttaa varastossa polttoaineen homehtumisen ja talvella jäätyminen. Hakkeen kuivatus on välttämätöntä, jos hakevarasto täytetään käsin, sillä kosteassa hakkeessa on homeita, joka pääsee hengitysilmaan ja aiheuttaa vakavan terveysrisikin. (Maatilan hakelämpöopas. 2008.)

Betonitehtaan hakevaraston koon rajoittava tekijä on se, että hakelämmityslaitos sijoitetaan lämpökonttiin kuvassa 2 merkitylle alueelle. Koska lämpökontin hakevarasto jää suhteellisen pieneksi, kannattaisi tehtaan tontille rakentaa kevytrakenteinen varasto, johon haketoimittajat toimittaisivat suurempia määriä. Lisävarastolla taattaisiin se, ettei haketoimittaja ole liiaksi sitoutunut lämmittämiseen. Hakkeen toimituskosteus voi huonolla säällä tai lyhytnäköisen hankintajärjestelyn vuoksi olla jopa 50 – 60 % (Talonen 1995). Tällainen hake palaa huonosti ja aiheuttaa kovilla pakkasilla häiriöitä kuljetinlaitteessa (Talonen 1995). Hakelämpökeskuksen hakesiilon täyttäminen onnistuisi pyöräkoneella.



KUVA 3. Lämpökeskuksen hakesiilo ja kattila (Tehokkaat biolämmityskattilat. 2007)

4.5 Vuodessa tarvittava hakemäärä

Vuodessa tarvittavaa hakemäärää laskiessa lähtökohtana pidetään sitä, että betonitehtaan lämmöntarve pysyy samana kuin tähänkin mennessä. Hakkeella tuotettava lämpö on 350 – 540 MWh tehtaan tuotannosta ja ulosajoista riippuen (Alaniemi – Salmela 2011). Tähän määrään tarvitaan haketta karkeasti 430 - 680 i-m³, joka vastaa 170 – 275 kiinto-m³ (Puun energiakäyttö. 2010). Taulukossa 2 näkyvät puupolttoaineiden energiatiheiden ja tiiviiden kertoimet.

TAULUKKO 2. Yleisimmät yksiköiden muuntokertoimet (Puun energiakäyttö. 2010)

Puupolttoainelaji	Energiatiheys, MWh/i-m ³	Tiiviyys, m ³ /i-m ³
Metsähake	0,8	0,4
Sahanpuru	0,6	0,3
Kutterinlastu	0,5	0,3
Kuori, havupuu	0,6	0,35
Kuori, lehtipuu	0,75	0,35
Kierrätyspuu	0,7	0,4
Puupelletit ja -brikitit	4,75 MWh/tn	0,625 tn/i-m ³ , 1,15 tn/m ³
Muu kiinteä puupolttoaine	0,7	0,4

4.6 Hakelämmityksen kannattavuus

Hakelämmityksen kannattavuutta laskettaessa otetaan huomioon polttoaineen hinnankehitys ja hakelämpölaitoksen takaisinmaksuaika, eli aika, jonka kuluessa uuteen lämpölaitokseen tehdyt investoinnit on saatu takaisin lämmityskuluissa. Takaisinmaksuaikaa tulevat betonitehtaassa lisäämään hakevaraston rakentamisen aiheuttamat investoinnit.

Nykyisten hakelämpölaitosten hyötysuhde vaihtelee 80 %:sta 85 %:iin välillä ja on näin ollen varsin hyvä (Lämmitysjärjestelmät. 2011). Hakelämpölaitoksen hyvän hyötysuhteen mahdollistaa energiavaraaja, joka vähentää kattilan käynnistyksiä, varmistaa tasaisen lämpöenergian saatavuuden ja takaa kattilalle tehokkaan ja puhtaan käynnin. Hyötysuhdetta nostavat myös käytön aikana automaattisesti tapahtuva puhdistus. (Tehokkaat biolämmityskattilat. 2007).

Tämän hetkisten hintojen perusteella polttoaineista hake on huomattavasti edullisempaa öljyyn verrattuna (L&T Biowatti Oy 2011a – Neste Markkinointi Oy. 2011). Vuodessa polttoainekuluista saatava hyöty on 59 %:sta 70 %:iin tuotannosta riippuen. Takaisinmaksuajaksi saadaan hakelämpökeskusvaihtoehdosta riippuen 5 – 12 vuotta. Takaisinmaksuaikaan ei ole huomioitu hakevaraston vaatimia investointeja.

Laite- ja polttoainetoimittajien tarjoukset, tarjousten esittely, niiden tarkempi käsittely sekä tarjousten euromääräinen vertailu ovat liitteessä 1.

5 HAKELÄMMITYKSEN TULEVAISUUS YMPÄRIS- TÖSEIKAT HUOMIOIDEN

Tuontienergiasta riippuvuus koetaan usein riskiksi. Tuontienergian riippuvuutta voidaan vähentää lisäämällä puuperäisen energian käyttöä. Lisäksi puuperäisen energian käyttö lisää turvallisuutta, kun riippuvuus konfliktiherkiltä alueilta saatavasta öljystä sekä öljyn hintapiikeistä vähenee. (Vapo Oy. 2011, linkit: Etusivu -> Ajankohtaiset.)

Uusimpien kansallisten ilmasto- ja energiatavoitteiden mukaisesti tavoitteena on metsähakkeen käytön lisääminen nykyisestä 6 miljoonasta kuutiometristä noin 13,5 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2020 mennessä. Kaikkiaan tämä vastaisi noin 25 - 27 TWh energiaa. Metsähakkeen tuotantokustannuksia on alennettava sekä toimitusvarmuutta ja laatua parannettava, jotta kaikkiin metsähakkeen käytön tavoitteisiin päästään vuoteen 2020 mennessä. (Maa- ja metsätalousministeriö. 2011, linkit: Metsät -> Ilmasto ja energia -> Puun energiakäyttö.)

Taulukon 3 mukaan puupolttoaineen kulutus on kasvanut 15 % vuodesta 2009 vuoteen 2010. Metsähakkeen käytön lisäämiseksi metsähakkeen tuotantoteknologiaa, liiketoimintamalleja sekä logistisia ratkaisuja tulee kehittää. Tavoite merkitsee huomattavia investointeja ja sitä myötä kasvavia markkinoita laitetoimittajille, samoin kuin välillisiä ja välittömiä työllisyysvaikutuksia hakkeen korjuussa, kuljetuksessa ja laitevalmistuksessa. (Maa- ja metsätalousministeriö. 2011, linkit: Metsät -> Ilmasto ja energia -> Puun energiakäyttö.)

TAULUKKO 3. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin vuosina 2009 ja 2010 (Energian kokonaiskulutus nousi 9 prosenttia vuonna 2010. 2011)

ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN				
ENERGIALÄHDE	2009	2010	MUUTOS (%)	OSUUS KOKONAISKULUTUKSESTA (%)
ÖLJY	335495	353871	5,5	24,5
PUUPOLTTOAINEET	267501	307600	15	21,3

6 POHDINTA

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli selvittää, kannattaako betonituotetehaan lämmitysmuotoa vaihtaa nykyisen järjestelmän vaihtelevan toimivuuden ja polttoainekustannusten vuoksi öljylämmityksestä hakelämmitykseen. Lisäksi selvitettiin, mitä muutoksia uusi kiinteää polttoainetta käyttävä lämmitysjärjestelmä tuo tullessaan tehtaaseen ja sen ympäristöön. Työn tilaajan toivomuksesta työssä keskityttiin tarkastelemaan puuperäisistä polttoaineista ainoastaan haketta.

Hakelämmitysjärjestelmään liittyvät tarjouspyynnöt lähetettiin tehtaan tilavuuden ja vuosikulutuksen pohjalta laitetoimittajille. Kiinteän polttoaineen toimittajille lähetettiin tarjouspyynnöt, joista kävivät ilmi tiedot uuden mahdollisen järjestelmän varastointilavuudesta sekä vuosikulutuksesta. Molemmissa tapauksissa energian tarpeen oletettiin pysyvän samana.

Työn tavoite onnistui hyvin, sillä selvitys osoitti hakelämmityksen kannattavaksi ja ympäristöä säästäväksi lämmitysmuodoksi. Haasteita työn tekemiseen toivat laite- sekä haketoimittajien vaisu osallistuminen tarjouskilpailuun. Syy haketoimittajien vaisuuteen oli luultavasti kohteen pieni vuosikulutus sekä biopolttoaineen kasvavan kysynnän vuoksi aiheutunut kiire. Laitetoimittajien vähäiseen tarjousten jättöön vaikutti todennäköisesti se, ettei tarjouksen kysyjä ole suoraan yritys, vaan opinnäytetyön tekijä. Mahdollisesti tästä syystä vastausprosentti jäi ainoastaan 43 %:iin lähetettyjen tarjouspyyntöjen lukumäärästä. Vaikka tarjouksen pyytäjä olikin opinnäytetyöntekijä, tarjouksessa mainittiin potentiaalinen asiakas, Rudus Betonituote Oy Oulun tehdas, joka sai kolme laitetoimittajaa vastaamaan tarjouspyyntöön. Laitetoimittajien tarjoukseen vastaamisen teki haasteelliseksi tehtaan energianmäärän suuri kausittainen vaihtelu.

Polttoainetoimittajan tarjouspyynnön saamisen jälkeen ongelman aiheutti haketoimittajan toimitusehto, joka oli täysin kuormin tontille kipattuna. Läm-

pökeskuksen polttoainevaraston jäädessä auttamatta pieneksi ei jäänyt muuta vaihtoehtoa kuin ehdottaa tehdasalueelle kevytrakenteisen varaston rakentamista. Varasto hyödyttäisi työn tilaajaa myös lämpökontin hakesiilon täyttämässä pyöräkuormaajaa hyväksi käyttäen ja hakkeen pidempiaikaisessa kuivattamisessa.

On mahdotonta ennustaa, millaiset polttoainehinnat ovat esimerkiksi viiden vuoden kuluttua. Viimeaikaiset maailman tapahtumat viestivät kuitenkin öljyn hinnan rajusta noususta. Näin ollen kotimainen puuperäinen polttoaine tulee lähivuosina varmasti valtaamaan markkinoita yhä enemmän ja sitä kautta betonituotetehtaan lämmitysjärjestelmän muuttamisen öljylämmityksestä hakelämmitykseen voidaan arvioida tuovan tehtaalle huomattavia vuosisäästöjä lämmityskustannuksiin.

LÄHTEET

Alaniemi, Kalle 2011. Työnjohto/Tuotanto, Rudus Betonituote Oy Oulu. Haastattelu 2011.

Asikainen, Antti – Flyktman, Martti – Laitila, Juha – Leinonen, Arvo – Virkkunen, Matti 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf>. Hakupäivä 2.4.2011.

Energian kokonaiskulutus nousi 9 prosenttia vuonna 2010. 2011. Tilastokeskuksen julkaisuja. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehkh/2010/04/ehkh_2010_04_2011-03-29_tie_001_fi.html. Hakupäivä 29.3.2011.

Frisnet Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.frisnet.fi/>. Hakupäivä 17.1.2011.

Laatukattila Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.laatukattila.fi/>. Hakupäivä 13.2.2011.

Lauhanen, Risto – Laurila, Jussi 2007. Bioenergian tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet. Metlan julkaisuja. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp042.pdf>. Hakupäivä 18.3.2011.

Lindroos, Ari-Pekka 2007. Hakelämmitys viljan kuivauksessa. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Lämmitysjärjestelmät. 2011. Pihkassa metsään-esite. Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/7C377AA3-5AEC-420E-B3E9->

F06BACC34A99/5476/energia_Lammitysjarjestelmat.pdf. Hakupäivä
27.2.2011.

L&T Biowatti Oy. 2011a. Saatavissa:
<http://www.biowatti.fi/fi/Sivut/Default.aspx>. Hakupäivä 12.2.2011.

L&T Biowatti Oy. 2011b. Tarjous.

Maatilan hakelämmitys. 2008. Saatavissa:
http://www.puulakeus.net/docs/109-TgY-Maatilan_hakelammitysopas_lopullinen.pdf. Hakupäivä 20.3.2011.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Saatavissa: <http://www.mmm.fi>. Hakupäivä 15.3.2011.

MegaKone Oy. 2011. Saatavissa: <http://kropsu.megakone.fi/~megakone/>. Hakupäivä 20.1.2011.

Metsäkeskus. 2011. Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi>. Hakupäivä 15.3.2011.

Neste Markkinointi Oy 2011. Voimassaoleva sopimushinta.

Puun energiakäyttö. 2010. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Saatavissa:
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/puupolttoaine.htm#esittely>. Hakupäivä 20.3.2011.

Rudus Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.rudus.fi>. Hakupäivä 2.4.2011.

Rudus Betonituote Oulun tehdas. 2005. Asemakaavakuva.

Salmela, Perttu 2011. Yksikön päällikkö, Rudus Betonituote Oy Oulu. Haastattelu 2011.

Somerpalo, Jussi 2010. Puusta lämpöä. PowerPoint-diasarja. Energiailta Mynämäki 30.9.2010. Saatavissa: <http://www.sll.fi/varsinais-suomi/mynamaki/tapahtumakalenteri/energiailta-esitykset-2010/energiailta-esitys-Somerpalo.pdf>. Hakupäivä 15.3.2011.

Suomen Biolämpö, Suomenselän Alcutuote Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.biolampo.com>. Hakupäivä 17.1.2011.

Talonen, Sami 1995. Ähtärin Alastaipaleen ala-asteen hakelämmityksen esisuunnittelu. Oulu: Oulun teknillinen oppilaitos, koneosasto. Insinööriyö.

Tehokkaat biolämmityskattilat. 2007. Saatavissa: http://www.frisnet.fi/images/stories/bio_maticfinnish.pdf. Hakupäivä 20.3.2011.

Vapo Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.vapo.fi>. Hakupäivä 1.3.2011.

Veljekset Ala-Talkkari Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.ala-talkkari.fi/>. 3.2.2011.

Yleistä puun poltosta. 2011. Saatavissa: <http://195.198.92.151/ariterm/Yleista%20puunpoltosta.pdf>. Hakupäivä 1.4.2011.

Öljyalan Keskusliitto. 2011. Saatavissa: <http://www.oil.fi>. Hakupäivä 20.3.2011.

Öljy- ja kaasualan keskusliitto. 2010. Kevyen polttoöljyn hintakehitys vuosina 2008–2010. Saatavissa: <http://www.ts.fi/online/talous/108721.pdf#toolbar=0&navpanes=0&statusbar=0&messages=0>. Hakupäivä 2.5.2011.

LIITTEET

- Liite 1. Tarjousten käsittely (tilaajan käytössä)
- Liite 2. Tarjous, Veljekset Ala-Talkkari Oy (tilaajan käytössä)
- Liite 3. Tarjous, Suomen Biolämpö Oy (tilaajan käytössä)
- Liite 4. Tarjous, Frisnet Oy (tilaajan käytössä)
- Liite 5. Tarjous, L&T Biowatti Oy (tilaajan käytössä)