



**KOTAMÄEN LYPSYKARJATILAN  
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ  
Suunnittelu ja toteutus**

**Juhani Koskinen**

**Opinnäytetyö**

**Joulukuu 2006**



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

*Luonnonvara-ala*

Tekijä(t) KOSKINEN, Juhani	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 46	Julkaisun kieli Suomi
Työn nimi Kotamäen lypsykarjatilan lämmitysjärjestelmä – suunnittelu ja toteutus		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) VESISENAHO, Tero		
Toimeksiantaja(t) Kotamäen lypsykarjatila, Juhani Koskinen		
<p>           Tiivistelmä         </p> <p>           Tilakoot ovat kasvaneet EU-jäsenyyden aikana huomattavasti. Tämä on johtanut siihen, että ajan- käyttö on suunniteltava tiloilla yhä tarkemmin. Helpotusta lämmitystyöhön haetaan nyt automa- tisoitavissa olevilla laitteilla. Öljy on pitkään kilpaillut puun ja erityisesti hakkeen kanssa maatalojen lämmityksessä. Raakaöljyn hinta on viidessä vuodessa yli kaksinkertaistunut, joten se on nostanut öljylämmityksen kustannuksia huomattavasti. Sen sijaan edullisemmat puupolttoaineet, kuten ha- ke ja pelletti sekä niiden sivussa palaturve, ovat lisänneet suosiotaan.         </p> <p>           Tässä opinnäytetyössä tutkittiin vaihtoehtoja Kotamäen lypsykarjatilan lämmitysjärjestelmän valin- nassa. Tilalla on kolmekymmentä lypsävää ja nuorkarja. Lämmitettäviä tiloja on kahden asuinra- kennuksen lisäksi puuverstas sekä lähitulevaisuudessa lämmin huoltohalli. Lämmintä käyttövettä kuluu navetalla runsaasti.         </p> <p>           Työssä määritettiin lämmitysjärjestelmän tehon ja energian tarpeet, joiden perusteella mitoitetaan laitteisto, laaditaan kustannusarvio, hankitaan laitteet, haetaan investointituet sekä rakennetaan lämpökeskus. Työssä kuvataan rakennushankkeen eri vaiheet suunnittelusta laitoksen valmistu- miseen asti.         </p> <p>           Lämmityksessä haluttiin käyttää paikallista, ympäristöystävällistä ja hinnaltaan edullista polttoai- netta. Omaa polttopuuta löytyy tilalta sen verran, että päädyttiin rakentamaan hakkeella toimiva lämpökeskus. Laitteiksi valittiin sellaiset, että turpeen tai pelletin poltto onnistuu, jos haketta ei ole saatavilla. Tilalle valittiin 80 kW:n stokerilaitteisto. Kattila on Jämätekn Oy:n valmistama Bio 80, ja palopää sekä tankopurkain ovat Säättö Oy:n valmistamat. Lämpökeskus päätettiin rakentaa itse uuden puuverstaan yhteyteen, koska omalle työlle katsottiin jäävän riittävä korvaus verrattuna valmiiseen konttiratkaisuun.         </p> <p>           Käyttökokemusta on kertynyt yhden vuoden ajalta; valintaan ei olla täysin tyytyväisiä lait- teiston ja tarvikkeiden osalta, mutta kokonaisuus on toimiva ja tavoitteet saavutettu. Toi- von, että tästä työstä on apua uutta lämmitysjärjestelmää suunnittelevalle.         </p>		
Avainsanat (asiasanat) lämpölaitos, hake, lypsykarjatila, suunnittelu, biopolttoaine, mitoitus, laitteisto		
Muut tiedot Liitteitä 7 kpl		

Author(s) <b>KOSKINEN, Juhani</b>	Type of Publication <b>Bachelor's Thesis</b>	
	Pages <b>46</b>	Language <b>Finnish</b>
Title  <b>Heating system for a dairy cattle farm of Kotamäki,          Planning and implementation</b>		
Degree Programme  <b>Degree Programme in Agriculture and Rural Industries</b>		
Tutor(s)  <b>VESISENAHO, Tero</b>		
Assigned by  <b>The farm of Kotamäki, Juhani Koskinen</b>		
Abstract  <p>Finnish farms have grown very much during the membership of the EU. Therefore farmers have to plan their time management more carefully. They want help from automatic machines also for the heating work. Oil has long competed with wood and especially with wood chips to be the main heating fuel at the farms. Lately the price of heating oil has risen substantially, and cheaper fuels like wood chips, pellets and peat have become more popular.</p> <p>This thesis includes an analysis of the choosing of the heating system in the case of the farm of Kotamäki. There are thirty milking cows and young cattle at the farm. In addition to the cowshed, the heating system must provide heat and hot tap water to two houses, a workshop and, in the near future, also to a service hall for tractors.</p> <p>The basis for the planning has been the analysis of power needed and the energy of the heating system. Based on these calculations it was possible to size the machinery, make a cost estimate, purchase the equipment, apply for investment supports and build the heating plant. This report describes the different stages of the planning and building of this heating plant.</p> <p>Local, environmentally friendly and cheap fuel was wanted to be used in the heating. A heating plant, which uses wood chips for fuel was built, because there is plenty of energy wood available in the forests of the farm. The same equipment can be used to handle also sod peat and pellets if there are not enough wood chips available. A stoker size of 80 kW was chosen for the farm. The boiler selected is a Bio 80 and it has been made by Jämätek Oy. The burner and the stick conveyor were made by Säättötuuli Oy. The heating plant was decided to be built by one's own labour at the same time with the new wood workshop, because a separate container heating plant is more expensive.</p> <p>Now there are experiences of using the heating plant for one year. There is not a perfect satisfaction with the machinery and the equipment, but as a whole it works and the main objective has been reached. This thesis is to help other people who are planning to get a new heating system.</p>		
Keywords <b>heating plant, wood chips, dairy cattle farm, planning, biofuel, sizing, machinery</b>		
Miscellaneous <b>7 Appendices</b>		

# SISÄLTÖ

<b>1 MAATILOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT</b> .....	3
<b>2 KOTAMÄEN MAATILAN LÄMMITYS</b> .....	6
<b>3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS</b> .....	7
<b>4 POLTTOAINEVAIHTOEHDOT</b> .....	8
<b>5 LÄMMÖN TARVE</b> .....	10
5.1 Liittymistehon määrittäminen .....	11
5.2 Energian tarpeen määrittäminen.....	13
<b>6 POLTTOAINEEN TARVE</b> .....	15
<b>7 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA</b> .....	17
<b>8 HANKKEEN TOTEUTUS</b> .....	20
8.1 Rakentamispaikka.....	20
8.2 Tilan tarve .....	24
8.3 Laitteisto .....	26
8.4 Verkosto.....	30
8.5 Rakentaminen.....	31
8.6 Aikataulu .....	33
<b>9 KUSTANNUKSET</b> .....	35
<b>10 JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	38
10.1 Suunnittelu.....	38
10.1.1 Laitteisto.....	38
10.1.2 Sijoituspaikka .....	39
10.1.3 Rakennukset .....	40
10.2 Rakentaminen.....	41
10.3 KÄYTTÖKOKEMUKSET.....	42
10.3.1 Toimivuus.....	42
10.3.2 Käyttö .....	44
<b>LÄHTEET</b> .....	46

## LIITTEET

Liite 1. Lämpökeskuksen ja puuverstaan pohjapiirros.....	47
Liite 2. Hakevaraston pohjapiirros.....	48
Liite 3. Asemapiirros .....	49
Liite 4. Maatilatalouden rakennetukihakemus .....	50
Liite 5. Rahoitustukipäätös.....	53
Liite 6. Maatilatalouden rakennetukien maksatushakemus.....	55
Liite 7. Muistilista lämmitysjärjestelmää maatilalle rakentavalle.....	56

## KUVIOT

KUVIO 1. Lämpökeskus tehtiin rakennuksen päätyyn.....	22
KUVIO 2. Hakevarasto rakennettiin konehallin jatkoksi.....	22
KUVIO 3. LHM-Autohakkuri.....	23
KUVIO 4. Siilo- ja kattilahuoneet ovat samankokoiset.....	25
KUVIO 5. Prosessiohjattu ohjauskeskus.....	27
KUVIO 6. Kaks 2 tankopurkain.....	28
KUVIO 7. Jämä Bio 80.....	29
KUVIO 8. Calpex 40+40/126.....	30

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Ominaislämpöteho ja lämpöindeksi rakennustyypeittäin.....	11
TAULUKKO 2. Liittymisteho.....	12
TAULUKKO 3. Navetan käyttöveden energian tarve.....	13
TAULUKKO 4. Energian kokonaistarve.....	14
TAULUKKO 5. Polttoaineen tarve.....	15
TAULUKKO 6. Polttoaineen vuosikustannusvertailu.....	16
TAULUKKO 7. Lämmön tuotantokustannusvertailu.....	18
TAULUKKO 8. Toteutuneet kustannukset.....	36

## 1 MAATILOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Perinteisesti maataloilla on totuttu käyttämään lämmityksessä omasta metsästä saatua polttopuuta. Ennen vanhaan oli lähes joka huoneessa tulipesät, joiden avulla talo saatiin pysymään lämpöisenä. Nykyään on siirrytty jo monilla tiloilla keskukslämmitteiseen järjestelmään, jossa yhdestä tulipesästä johdetaan lämpö veden välityksellä useampiin huoneisiin ja eri kiinteistöihin.

Maatilojen keskikoko on kasvanut viimeisen vuosikymmenen aikana rajusti. Monet pienet tilat ovat lopettaneet ja monet taas laajentaneet toimintaansa niin, että ajankäyttö on suunniteltava hyvin tarkkaan, jotta kaikki työt tulevat tehtyä. Tähän yhtälöön ei enää sovi työläs lämmitysjärjestelmä, joka veisi sen vähänkin vapaa-ajan päivässä.

Öljykeskukslämmitys on jo pitkään ollut maataloille helppo lämmitysratkaisu. Öljy on erittäin huoleton ja vähän työtä vaativa polttoaine. Öljyn hinta vain on ollut kautta aikain epävakaalla pohjalla, ja lisäksi se kuuluu fossiilisiin polttoaineisiin, jotka ennen pitkää vähenevät ja loppuvat maapallolta. Pilke- tai halkolämmitys taas on työläs menetelmä, ja siksi on pitänyt miettiä, millä keinolla puun polttoa voitaisiin automatisoida. Tähän ongelmaan on löytynyt ratkaisuksi hake.

Metsähakkeeseen kiinnostus heräsi Suomessa 1950-luvulla, ja maataloille se alkoi levitä 1960-luvun alussa. Kasvu oli aluksi reipasta, mutta jo muutama vuosi myöhemmin halpa öljy pysäytti kehityksen. Uudestaan hakkeen käyttö lähti kasvuun 1970-luvun öljykriisien vaikutuksesta, jolloin öljyn hinta nousi moninkertaiseksi. Alle vuosikymmenessä hakkeen käyttö maataloilla yli kolminkertaistui. Vuonna 1986 maatilahallituksen tilastojen mukaan hakkeen käyttö maataloilla oli jo lähes 700 000 irtokuutiometriä. (Mutikainen & Jouhioho 2005, 104.)

Edessä oli kuitenkin uusi takaisku. Jälleen halpa öljy tuli hakkeen kilpailijaksi. Vuonna 1987 hakkeen käyttö olikin jo kääntynyt laskuun, koska öljyä oli helpposti saatavilla. Peli ei ollut silti vielä lopullisesti menetetty. Ympäristöystävällisen metsähakkeen uusi nousu alkoi 1990-luvun puoliväliä lähestyttäessä. Val-

tiovaltakin ryhtyi tuolloin määrätietoisiin edistämistoimiin, ja hakkeen käyttö etenkin aluelämmöntuotannossa lisääntyi. Myös maatilojen hakkeen kulutus lähti taas kasvuun. Vuonna 2000 tiloilla käytettiin jo noin miljoona irtokuu-tiometriä haketta. (Mts, 105.)

Vuonna 2000 yli viiden peltihehtaarin aktiivituloista puulla lämpeni yli puolet. Keskuslämmitys oli 48 prosentilla ja tulisijalämmitys 18 prosentilla. Puulla lämmittävistä aktiivituloista 18 %:lla oli hakelämmitys, 55 %:lla keskuslämmitys pilkkeellä tai halolla ja 27 %:lla uuni, takka tai muu puulämmitys. 17 prosentilla aktiivituloista oli öljykeskuslämmitys. (Solmio & Valkonen 2006.) Runsaan kymmenen vuoden aikana hakelämmitys on kaksinkertaistunut maatioilla (Gumse 2003, 36).

Nyt tilanne on varmasti jo toinen. Hakelämmitysjärjestelmät ovat 2000-luvulla yleistyneet maatioilla runsaasti. Monet pilkelämmittäjät ovat halunneet helpo- tusta lämmitystyöhön ja ovat siksi asentaneet hakestokerin vanhan pilkekatti- lan tilalle.

Raakaöljyn hinta on viidessä vuodessa yli kaksinkertaistunut, mikä väistämät- tä on vaikuttanut myös lämmitysöljyn hintaan (Öljyhistoriaa 2006). Öljyn hin- nannousu on taas puolestaan saanut öljylämmittäjät vaihtamaan öljykattilan hakekattilaan. Muutama vuosikymmen sitten oli muotia laittaa maatioille öljy- keskuslämmitys. Nyt ajan henki on se, että vaihdetaan öljylämmitys hakeläm- mitykseen. Jos kiinteistössä on aikaisempi lämmitysjärjestelmä ollut jonkinlai- nen keskuslämmitys, niin on melko yksinkertaista vaihtaa polttoaineeksi hake. Asia on toisin sitten, jos on lämmitetty ainoastaan sähköllä. Tällöin joutuu ra- kentamaan myös putki- ja patteriverkoston, jolloin investointikustannukset kasvavat ja työ monimutkaistuu.

Öljyn ohella myös sähkön hinta on kivunnut ylöspäin. Nousu ei kuitenkaan ole ollut läheskään yhtä merkittävää. Suomessa on kansainvälisesti katsoen ollut halpaa sähköä jo ennen kotitalousmarkkinoiden avautumista vuonna 1998. Vuonna 2001 sähkön hinta lähti nousuun ja vuonna 2002 nousu oli rajua. Koti- talouksien sähkön hintaan markkinoiden nousut eivät vaikuta kovin nopeasti. Sähkön hintataso kuitenkin on tehnyt sen, että myös monet sähköllä lämmittä-

jät ovat investoineet hakkeella toimivaan keskuslämmitykseen. (Sähkön hinta 2002.)

Uskon, että tulevaisuudessa puun käyttö energian tuotannossa tulee lisääntymään niin pienissä kuin suurissakin lämpölaitoskohteissa. Siitä pitävät huolen fossiilisten polttoainevarojen vähentyminen sekä ilmaston muuttuminen. Nykyään on alettu kiinnittämään huomiota joka asiassa erityisesti ympäristönäkökohtiin. Niin on käynyt myös mautilojen energiahuoltoa suunniteltaessa. Maatiloilla on muutenkin totuttu ottamaan ympäristö huomioon niin viljelyssä kuin karjanhoidossakin.



## 2 KOTAMÄEN MAATILAN LÄMMITYS

Kotämäki on 30 lehmän lypsykarjatila Uuraisilla. Omaa peltoa on n. 30 ha ja vuokralla on saman verran. Metsää tilalla on reilut 100 ha. Taimikoita ja nuorta metsää, joista pääasiassa energiapuuta saadaan lähitulevaisuudessa, on noin 30 prosenttia metsäpinta-alasta.

Tilan päärakennus on asuinalueeltaan 250 m<sup>2</sup>, ja sen lämmitysjärjestelmä oli aikaisemmin öljyllä toimiva keskuslämmitys. Öljykattila oli vuodelta 1970 ja teholtaan se oli 25 Mcal/h. Öljyä kului vuosittain päärakennuksen lämpimänä pitämiseen ja käyttöveden lämmittämiseen noin 4000 litraa.

Pihapiirissä on myös toinen asuinrakennus, alaltaan 70 m<sup>2</sup>, jossa on käytetty lämmitykseen sähköä. Käyttöveden lämmitykseen oli rakennuksessa 40 litran sähköllä toimiva lämminvesivaraaja. Sähköä kului vuosittain arviolta noin 10000 kWh.

Navetassa käyttövesi lämmitettiin puulla kiertovesipadassa. Sähköä navetalla kului hieman automaattipesurin lämmittäessä lypsylaitteiden pesuvesiä sekä talvella jouduttiin käyttämään sähköpatteria lisälämmityksenä maitohuoneessa.

### 3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimintavarma ja kestävä lämmitysjärjestelmä Kotamäen tilalle. Järjestelmän valintaan vaikuttivat polttoaineen hinta ja saatavuus. Erittäin tärkeä seikka oli myös kotimaisuus ja ympäristöystävällisyys.

Ajatus lämmitysjärjestelmän uusimisesta syntyi jo vuonna 1999, kun sukupolvenvaihdos tilalla tehtiin. Tilan lämmitysjärjestelmä oli vanha ja monimutkainen, koska joka rakennuksessa oli erilainen lämmityssysteemi. Vanha öljykattila päärakennuksessa ja lämminvesivaraaja toisessa asuinrakennuksessa olivat jo niin vanhoja, että ne loivat epävarmuutta järjestelmän toimivuuteen. Uusiminen tuli juuri nyt ajankohtaiseksi, kun suunnitelmiin tuli rakentaa lämmin puuverstas (liite 1) sekä eristää kylmästä konehallista osa lämpimäksi huoltohalliksi (liite 2). Jokin lämmitysjärjestelmä näihin rakennuksiin oli joka tapauksessa rakennettava.

Työssä kerrotaan rakentamisvaiheet pääpiirteittäin ja se, mitä on hyvä ottaa jo suunnitteluvaiheessa huomioon, kun lähdetään tekemään tällaista investointia maatilalle. Työssä tulee myös esille itse rakentamisen lisäksi vaadittavat paperityöt lupien ja investointiavustusten hakua myöten.

Maatiloja on monenlaisia ja myös tarpeet vaihtelevat. Tässä työssä käsitellään juuri Kotamäen tilan tarpeita ja sinne sopivaa lämmitysjärjestelmää. Haaveena oli, että lämmöntuotanto saataisiin keskitettyä yhteen paikkaan, jolloin systeemi yksinkertaistuisi ja lämmitystyökin ehkä helpottuisi. Kohoavien öljyn ja sähkön hintojen vuoksi oli mielessä myös lämmityskustannusten alentaminen.

Henkilökohtainen oppimistavoitteeni on oppia suunnittelemaan sopiva lämmitysjärjestelmä tällaiselle tilalle. Toivottavasti opin myös käytännön rakentamista lisää liittyen juuri lämmöntuotantoon. Toivon, että kokemuksistani ja pohdinnoistani on apua niille, jotka miettivät vanhan lämmitysjärjestelmän uusimista tai uuden rakentamista.

## 4 POLTTOAINEVAIHTOEHDOT

**Sähkö**lämmitys on halpa investointikustannuksiltaan, mutta käyttökustannukset ovat korkeat. Sähkön hinta on myös ulkopuolisten käsissä täysin, ja hinta-kehitys uskoakseni tulee olemaan noususuuntainen tulevaisuudessakin. Suurin osa sähköstä tuotetaan vielä uusiutumattomalla energialla ja osa on tuontitavaraa, joten en pidä tavoitteideni mukaisena suunnitella sähkölämmitystä Kotamäkeen.

Vaihtoehtoja uusiutuvien energialähteiden käyttöön on paljon. **Biokaasulaitos** voisi tulla kysymykseen, mutta vaadittavat investoinnit ovat vielä huomattavan kalliit, eikä se ole taloudellisesti kannattavaa. Tällöin olisi ajateltava monen tilan yhteistyötä, jolla saataisiin tuotantomäärät kannattaviksi, eikä tällä hetkellä sellaista ole suunniteltu.

**Maalämpö** on myös yksi vaihtoehto, mutta sähköä kuluisi kuitenkin huomattavan paljon. Kotamäessä tarvittavan lämmön tuottamiseen kannattaa Greentex Oy:n edustajan mukaan hankkia 50 - 60 kW:n maalämpöpumppu (Mikkola 2006). Tämä tuottaa noin 65 %:n hyötysuhteella varaajalle 55-asteista vettä. Tämän jälkeen tarvitsisi vesi lämmittää jollain muulla tavalla huippulämpötilaan, kuten lypsykoneen pesurille 80 asteeseen. Käytännössä edustajan mukaan lisälämmitys täytyy tuolloin olla öljylämmitys, koska sähkövastukset vaativat liian suuret sulakkeet näin isossa kokoluokassa. Siis maalämmön hyödyntäminen tarvitsee kuitenkin aika paljon kallista sähköä ja vielä lisäksi öljyä, joten se ei ole tavoitteideni mukaista.

**Öljy** on kallis ulkomainen polttoaine, joka kuuluu vielä fossiilisiin polttoaineisiin. Öljylämmityksen jatkamista puoltaa se, että se on todella helppohoitoinen lämmitysjärjestelmä, ja siitä on jo Kotamäessä yhden rakennuksen osalta pitkä kokemus. En kuitenkaan halua investoida polttoaineeseen, joka ei ole uusiutuvaa energiaa ja kotimaista. Taloudelliset seikatkin tukevat hyvin tätä mielipidettä. Jos kaikki rakennukset lämpiäisivät öljyllä, olisivat lämmityskustannukset liian suuret.

**Pelletti** on hyvä lämmityspolttoaine verratessa melkeinpä mihin tahansa polttoaineeseen, myös hakkeeseen, varsinkin jos ei omista itse metsää. Se on kotimaista ja puuperäistä sekä ennen kaikkea uusiutuvaa energiaa. Pelletti ei vaadi varastotilaa kovin paljoa, koska energiasisällöltään se on muita puuperäisiä polttoaineita tuhdimpi. Puupelletin lämpöarvo on noin 3 MWh/i-m<sup>3</sup> (Koskinen 2003). Pelletti on kuitenkin ostotavaraa ja se tulee huomattavan kalliiksi vaihtoehdoksi pidemmän päälle laskettuna. Pelletin hintaa on vaikea ennustaa tulevaisuuden varalta, joten on turvallisempaa olla mahdollisimman omavarainen polttoaineen suhteen.

Turve on myös kotimainen ja uusiutuva luonnonvara, vaikka se virallisesti luokitellaankin hitaasti uusiutuvaksi luonnonvaraksi. Maatiloille **palaturve** soveltuu hyvin energianlähteeksi. Sitä voidaan polttaa stokeripolttimella niin kuin hakettakin. Turve on energiasisällöltään vahvempaa kuin hake, ja polttoainekustannuskin jää pienemmäksi kuin ostohakkeella. Turpeen poltto työllistää vain hieman enemmän. Tuhkaa tulee enemmän kuin hakkeella ja kattilaa on nuohottava useammin. Tuhkan seassa on myös enemmän epäpuhtauksia, kuten pieniä kiviä ja kantoja, joten laitteet saattavat vioittua niistä.

**Pilke** on kotimainen ja ympäristöystävällinen polttoaine. Metsänomistajalle se on oiva energianlähde oman talon lämmitykseen. Maatiloillakin on vielä paljon pilkelämmitystä käytössä, mutta jos lämmitettävää tilaa on paljon, käy pilkelämmitys auttamatta työlääksi.

Jos omistaa metsää, on **hake** mitä mainioin energianlähde. Tällöin on mahdollisuus olla omavarainen polttoaineen suhteen. Energiasisällöltään hake ei varsinkaan kosteana ole kovin suuri, joten varastotilaa tarvitsee olla aika paljon. Hakkeen lämpöarvo on noin 0,85 MWh/i-m<sup>3</sup> kosteudesta riippuen (Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen & Kainulainen 2001, 59.) Hakekattila vaatii kyllä nuohousta ja hakesiilo täyttöä aika ajoin, mutta silti hake-  
lämmitys on erittäin vaivaton lämmitysjärjestelmä toimiessaan.

## 5 LÄMMÖN TARVE

Lämmitystehon ja energian tarpeen mittaustulosten puuttuessa voidaan likimääräinen laskelma tehdä yleisen tiedon pohjalta.

Ensin täytyy laskea rakennuskohtaisesti lämmitettävän osan rakennustilavuus. Rakennustilavuuden saa, kun pohjapinta-alan kertoo huonekorkeudella.

Sen jälkeen on arvioitava rakennuksen kunto. Vanhoilla rakennuksilla on eri kertoimet kuin uusilla. On myös mahdollista, että vanha rakennus on juuri peruskorjattu, jolloin sen lämmöneristyskykykin on ehkä parantunut. Tällöin voidaan käyttää uuden rakennuksen arvoja. Kuitenkin aina kannattaa ottaa huomioon, että hieman ylitehoiset laitteet eivät ole niin paha virhe kuin alitehoiset. Jos on liian suuritehoiset laitteet, niin ongelmia syntyy kesällä, kun lämmöntarve on pieni. Liekki voi tuolloin pyrkiä sammumaan, kun laitteisto joutuu käymään paljon tyhjäkäynnillä.

Liittymisteho saadaan, kun rakennuksen ominaislämpöteho (taulukko 1) kerrotaan rakennustilavuudella ja lisätään verkostossa tapahtuva häviö. Vastaavasti lämmitysenergian tarve saadaan, kun lämpöindeksi kerrotaan rakennustilavuudella ja lisätään verkostohäviö.

TAULUKKO 1. Ominaislämpöteho ja lämpöindeksi rakennustyypeittäin (Kaukolämmityksen käsikirja 1989.)

Rakennustyyppi	Ominaislämpöteho		Lämpöindeksi	
	[W/r-m <sup>3</sup> ]	[W/r-m <sup>3</sup> ]	[kWh/r- m <sup>3</sup> ]	[kWh/r- m <sup>3</sup> ]
	vanhat	uudet	vanhat	uudet
Pientalot	22 - 30	18 - 20	55 - 70	40 - 50
Kerrostalot	22 - 28	15 - 20	55 - 75	45 - 55
Liikerakennukset	20 - 34	20 - 30	45 - 80	34 - 45
Julkiset rakennukset	28 - 38	25 - 32	50 - 80	35 - 45
Teollisuusrakennukset	25 - 35	15 - 25	50 - 70	30 - 55

## 5.1 Liittymistehon määrittäminen

Päärakennus on vanha, mutta kunnoltaan se on vielä kohtalaisen hyvä. Kuitenkin vanhat rakennukset kuluttavat lämpöä enemmän kuin uudet, joten ominaislämpötehoksi arvioin taulukon perusteella 30 W/r-m<sup>3</sup>. Toinen asuinrakennus katsotaan myöskin jo vanhaksi, joten sillä on sama ominaislämpöteho. Navetalla kuluu lämmintä vettä pesureissa ja muutenkin pesutarkoituksessa aika paljon päivittäin. Vaikka lehmien juomavettäkin tultaisiin lämmittämään, niin se ei vaadi kerralla kovin paljon tehoa, sillä sitä lämmitetään vain noin 10 astetta. Koska tarkkaa veden kulutuksen määrää on vaikea arvioida, olen tunnusluvuksi ottanut laitteistomyyjän käyttämän laskentamenetelmän mukaan 500 W/lehmäpaikka. (Taulukko 2.) Tämän pitäisi ainakin riittää parsinavettaan. Pihattonavetassa asia voi olla toisin, jos lypsyasemalla käytetään vaikkapa kuumavesipesuria.

Puuverstas, autotalli ja huoltohalli tulevat olemaan periaatteessa uutta tilaa, joten niille ominaislämpötehoksi poimin taulukosta 20 W/r-m<sup>3</sup>. Kanaalissa tapahtuu Arimaxin biolämpöoppaan (2003) mukaan lämpöhäviötä 20 W jokaista

putkistometriä kohden. Kun kaikki lasketaan yhteen, saadaan liittymistehoksi 65,62 kW. (Taulukko 2.)

Puhakan ja muiden (2001, 24) mukaan polttolaitteisto kannattaa mitoittaa 20 prosenttia suuremmaksi kuin laskelmat osoittavat. Tällöin jää pelivaraa huonosta polttoaineen laadusta tai vääristä säädöistä johtuvaan tehohäviöön. (Puhakka ym. 2001, 24.) Kun laskennalliseen liittymistehoon 65,62 kW lisätään 20 prosenttia, saadaan laitteiston lopulliseksi tehontarpeeksi 78,74 kW. Koska pienkattiloissa kokoluokat vaihtuvat kahdenkymmenen kilowatin välein, valittavaksi tulee siis 80 kW:n laitteisto. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Liittymisteho

Rakennus	Tilavuus r-m <sup>3</sup>	Tehon tarve W/r- m <sup>3</sup>	Yhteensä W
Päärakennus	750	30	22500
2.asuinrakennus	240	30	7200
Navetta	30 lehmäpaikkaa	500 W/lehmäpaikka	15000
Autotalli+puuverstas	456	20	9120
Lämmin huoltohalli	450	20	9000
Kanaalihävikki	140m	20W/m	2800
Yhteensä			65620
			<b>65,62 kW</b>
Polttolaitteiston mitoitus: tehontarve+20%			<b>78,74 kW</b>

## 5.2 Energian tarpeen määrittäminen

Veden lämmitykseen kuluva energia saadaan laskettua kaavalla  $Vesimäärä \text{ kg} \cdot \text{astemäärä} \cdot 4,19 \text{ kJ/3600} \cdot \text{kg} \cdot \text{°C}$ . Navetassa kuluvan energian määrä voidaan laskea kaavan avulla, kun tiedetään lämmitettävä vesi- ja astemäärä. Lypsykoneen pesuri pesee lypsykoneen kahdesti päivässä. Kerralla se tarvitsee 80 litraa 40-asteista vettä huuhteluihin ja 40 litraa 80-asteista vettä pesuun. Tilasäiliön pesu vaatii saman määrän vettä pesukerralla, mutta sitä pestään vain kerran kahdessa päivässä. Jos lehmien juomavettä halutaan lämmitellä, niin sitä lämmitetään vain noin 14-asteiseksi, jotta bakteerit eivät ala viihtyä putkistossa. Juomavettä kuluisi tällöin Kotamäen karjassa noin 4000 litraa päivässä. Muulla veden kulutuksella tarkoitetaan esimerkiksi vasikoiden juoman lämmitysvesiä sekä käsien ja tarvikkeiden pesuvesiä. Vettä kuluu jonkin verran myös laitteistojen ulkoiseen pesuun sekä maituhuoneen lattian pesuun. Muun veden kulutuksen määräksi arvioin noin 300 litraa. Yhteensä näistä saadaan navetan energian tarpeeksi noin 27 868 kWh vuodessa (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Navetan käyttöveden energian tarve

	Vedenkulutus	Tavoitelämpötila	Energian tarve kWh/vuosi
Lypsykoneen pesu/pv	80+320	80+40	5030
Tilasäiliön pesu/pv	20+80	80+40	1257
Lehmien juomavesi	4000	14	16993
Muu veden kulutus	300	40	4588
<b>Yhteensä</b>			<b>27868</b>

Energiantarpeen määrittämisessä tunnusluvut otettiin samoilla periaatteilla kuin liittymistehonkin määrittämisessä. Kanaalihävikkiä tapahtuu ympäri vuoden samalla teholla. Tämän vuoksi siihen kuluva energiamäärä saadaan, kun teho kerrotaan vuoden tuntimäärällä. Eli 20 W/m kertaa 8760 tuntia tekee jo pel-



kästään kanaalihäviötä vuodessa 175,2 kWh metriä kohden. Yhteensä koko 140 metrin kanaalista haihtuu 24 528 kWh vuoden aikana (taulukko 4) – se on mielestäni aika paljon. Kanaalihäviöihin kuluu yllättävän paljon energiaa vuoden aikana. Tämä on kaikissa keskuslämmitysjärjestelmissä sama, polttoaineesta riippumatta.

Kotamäen vuotuiseksi energiantarpeeksi muodostui yhteensä 150 316 kWh eli noin 150,3 MWh (taulukko 4). Jos valittaisiin sähkölämmitys, voitaisiin luke-  
masta vähentää kanaalihäviö, jolloin energiantarve olisi 125 788 kWh.

TAULUKKO 4. Energian kokonaistarve

Rakennus	Tilavuus r-m <sup>3</sup>	Energian tarve kWh/r-m <sup>3</sup>	Yhteensä kWh
Päärakennus	750	60	45000
2.asuinrakennus	240	60	14400
Navetta	30 lehmäpaikkaa		27868
Autotalli+puuverstas	456	45	20520
Lämmin huoltohalli	450	40	18000
Kanaalihävikki	140m	175,2	24528
<b>Yhteensä</b>			<b>150316</b>

## 6 POLTTOAINEEN TARVE

Kun teoreettinen energian tarve on selvillä, saadaan vuosittainen polttoaineen tarve selville jakamalla energian tarve polttoaineen lämpöarvolla. Sen lisäksi on vielä otettava huomioon polttolaitteiston hyötysuhde, mikä pienkattiloilla jää 80 %:n luokkaan. Kotamäen tilan vuosittainen hakkeen tarve tällöin olisi noin 221 i-m<sup>3</sup>. (Taulukko 5.) Öljykattiloilla päästään nykyään jo 90 - 95 %:n hyötysuhteeseen ja öljyn energiasisältökin on haketta reilusti suurempi, joten sitä kuluisi vuodessa vain 17 000 litraa. (Rakentaja.fi 2006.)

TAULUKKO 5. Polttoaineen tarve

Polttoaine	Lämpöarvo kWh/i-m <sup>3</sup>	Energia- määrä kWh	Teoreettinen vuosikulutus i-m <sup>3</sup>	Poltto- laitteis- ton hyö- tysuhde	Todellinen vuosikulutus i-m <sup>3</sup>
Hake	850	150316	177	0,8	<b>221</b>
Palaturve	1300	150316	116	0,8	<b>145</b>
Puupelletti	3150	150316	48	0,8	<b>60</b>
Kevytpolttoöljy	10000	150316	15	0,9	<b>17</b>

Kun halutaan saada selville halvin polttoaine, käy se helpoiten kysymällä polttoaineen toimittajalta suoraan megawattituntihintaa. Usein polttoaineen hinta ilmoitetaan kuitenkin irtokuutiometriä tai litraa kohden, pelletti hinnoitellaan tonneittain. Tällöin joutuu halvimman polttoaineen laskemaan lämpöarvon perusteella. Taulukkoon 6 on hinnat hakkeen, palaturpeen ja kevyen polttoöljyn osalta poimittu Kauppa- ja teollisuusministeriön Energiakatsauksesta 1 (2004, 40 - 41). Puupelletin hinta on otettu Puupellettikortista (Koskinen 2003) keskiarvona irtotavarahinnaston mukaan. Hake on vertailtavista ostopolttoaineista halvin, mutta turve ei ole juurikaan kalliimpaa. Pelletin hinta onkin jo noin kolminkertainen ja öljyn lähes nelinkertainen verrattuna hakkeeseen. (Taulukko 6.)

TAULUKKO 6. Polttoaineen vuosikustannusvertailu

Polttoaine	Energiamäärä MWh	Polttoaineen hinta €/MWh	Kustannus vuodessa
Hake	150,32	9,82	1476
Palaturve	150,32	9,97	1499
Puupelletti	150,32	29,67	4460
Kevytpolttoöljy	150,32	37,20	5592

## 7 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA

Pääasialliseksi polttoaineeksi valittiin hake ja polttolaitteistotyyppi automaattinen stokeripoltin. Stokeripolttimella pystytään myös polttamaan palaturvetta ja pellettiä tarpeen mukaan. Tämä luo hätätilanteiden varalta polttoainehuoltovarmuutta.

Vanhat rakennukset eivät ole kovin hyvin lämpöeristettyjä, ja hallitilat ovat myös heikommin lämpöä pitäviä. Kun lämmitettävää tilaa on paljon ja lämpöä menee myös hukkaan jonkin verran kanaalihäviöissä ja vanhoissa rakennuksissa, niin on taloudellista valita halpa polttoaine. Pelkkä polttoaineen hinta ei tietenkään ratkaise kokonaisuuden muodostamaa energianhintaa. Sen selvittämiseksi on otettava investointikustannus huomioon, jolloin voidaan varmuudella osoittaa halvin mahdollinen ratkaisu. Hakeratkaisu osoittautui kokonaisuudessaan tässä kokoluokassa halvimmaksi vaihtoehdoksi pitkällä aikavälillä (taulukko 7).

Lämmön tuotantokustannuslaskelmassa (taulukko 7) investointikustannukset perustuvat hakelaitoksen osalta TE-keskuksen hyväksymään kustannusarvioon, ja pellettiä voidaan polttaa samoilla laitteilla. Pelletin korkean lämpöarvon vuoksi se ei kuitenkaan vaadi erillisen varaston rakentamista. Öljyllä toimivan lämpölaitoksen kustannusarvion tein sillä tavalla, että lämpölaitosrakennus olisi samanlainen kuin hakkeella, mutta laitteiston osalta tulisi muutoksia. Stokeripurkain ja biokattila jäisivät luonnollisesti pois, ja tilalle tulisi hieman halvempi järjestelmä nestemäisen polttoaineen varastoinniseksi ja polttamiseksi.

Pelletillä tuotetun lämmön tuotantokustannus on hyvin lähellä hakelämmön kustannuksia. Se perustuu siihen, että varastorakennusta ei tarvitse rakentaa, ja näin ollen vuotuiset pääomakustannukset jäävät selkeästi pienemmiksi. Rakennusten kestoiksi voidaan kuitenkin ajatella pidempää aikaa kuin laskelmassa on laskenta-ajaksi määritelty. Tällöin 15 vuoden jälkeen ei pääomakustannuksia periaatteessa ole ollenkaan, ja silloin polttoainekustannukseltaan halvempi hakeratkaisu vie voiton todella kirikkaasti. Lisäksi pelletin hinta saattaa kohota haketta nopeammin, sillä pelletin hinta on riippuvainen monista ulkopuolisista seikoista, kuten energian hinnasta. Hakkeen suhteen on mahdollisuus olla omavarainen, mikä tuo lisää kustannussäästöjä.

TAULUKKO 7. Lämmön tuotantokustannusvertailu

Investoinnit	1. Hake	2. Pelletti	3. Öljy
Kattilalaitos varusteineen	28998,00	28998,00	25298,00
Verkosto	7311,00	7311,00	7311,00
Erillinen polttoainevarasto	20504,00		
<b>Yhteensä</b>	<b>56813,00</b>	<b>36309,00</b>	<b>32609,00</b>
<b>Lämmön tuotantokustannukset</b>			
Omakäyttösähkö kWh/MWh	18,50	16,50	15,00
Tuotettava energiamäärä MWh/a	150,32	150,32	150,32
Sähkön kulutus kWh	2780,85	2480,21	2254,74
Sähkön hinta snt/kWh	9,43	9,43	9,43
Yhteensä €/a	262,23	233,88	212,62
Käyttö- ja kunnossapito €/MWh	5,00	3,00	2,00
Tuotettava energiamäärä MWh/a	150,32	150,32	150,32
Yhteensä €/a	751,58	450,95	300,63
Polttoaine €/MWh	9,82	29,67	37,20
Laitteiston hyötysuhde	0,80	0,80	0,90
Tuotettava energiamäärä MWh/a	187,90	187,90	167,02
Yhteensä €/a	1845,13	5574,84	6213,06
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>2858,94</b>	<b>6259,68</b>	<b>6726,32</b>
<b>Vuotuiset kustannukset</b>			
Investointi €	56813,00	36309,00	32609,00
Avustus 20%	11362,60	7261,80	
Nettoinvestointi €	45450,40	29047,20	32609,00
Korkotukilainaa	39769,10	25416,30	
Annuiteettikerroin	0,08	0,08	
-korko%	2,00	2,00	
-laskenta-aika a	15,00	15,00	
Pääomakustannus €/a	3095,05	1978,04	
Oma rahoitus/pankkilaina	5681,30	3630,90	32609,00
Annuiteettikerroin	0,10	0,10	0,10
-korko%	5,00	5,00	5,00
-laskenta-aika a	15,00	15,00	15,00
Pääomakustannus €/a	547,35	349,81	3141,63
<b>Pääomakustannukset yhteensä</b>	<b>3642,40</b>	<b>2327,84</b>	<b>3141,63</b>
<b>Käyttö- ja kunnossapito €/a</b>	<b>2858,94</b>	<b>6259,68</b>	<b>6726,32</b>
<b>YHTEENSÄ €/a</b>	<b>6501,34</b>	<b>6609,49</b>	<b>9867,94</b>
Tuotettava energiamäärä MWh/a	150,32	150,32	150,32
<b>TUOTANTOKUSTANNUS €/MWh</b>	<b>43,25</b>	<b>43,97</b>	<b>65,65</b>

Erittäin tärkeä syy juuri hakelämpökeskuksen rakentamiseen on oma metsänomistus. Metsätalous on osa tilan toimintaa, ja se hyötyy energiapuun korjuusta. Nuoret metsät pysyvät kunnossa, ja polttoaineen saatavuus on kohtuullisen hyvä. Laskelmien mukaan omasta metsästä saatava polttopuu riittää kattamaan lämmitykseen vaadittavan määrän ainakin seuraavat 20 vuotta, jos kokopuuna korjattavan lisäksi käytetään hakkuutähteetkin omassa kattilassa (Koskinen 2006). Olettaa myös täytyy, että lämmöntarve ei olennaisesti lisäännä. Pidän omavaraisuutta polttoaineen suhteen tärkeänä.

Hakelämmitys edistää myös pellon reunojen raivausta. Turhat pusikot häipyvät peltojen reunamilta ja viljely helpottuu. Kaikki tämä tietysti vaatii työtä, mutta se työ on peltoviljelyn takia tehtävä joka tapauksessa. Pilkelämmityksellä on sama vaikutus, mutta se tulisi liian työlääksi lämmitysmuodoksi tässä kokoluokassa. Lämmityksen lisäksi myös puunkorjuu on helpompaa hakelämmityksessä, kun puut voidaan kerätä oksineen metsästä.

Tulevan lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttivat navetalta jo aikaisemmin molemmille taloille vedetyt kanaalit. Isäni oli aikoinaan asennuttanut kaikki laitteet valmiiksi hakelämmitystä varten, mutta hän ei kuitenkaan koskaan innostunut lämmittämään hakkeella. Hänen mielestään se oli silloin työläs järjestelmä. Lämpökeskus oli rakennettu tuolloin navetan yhteyteen, jossa oli ahtaat paikat ja paljon käsityötä. (Liite 3.)

Olen aina ollut puulämmityksen kannalla, vaikka öljylämmitys onkin ollut meillä koko ikäni päälämmitysmuotona. Mielestäni on tyhmää tuhata luonnonvaroja siihen, että kuljetetaan jostain kaukaa tänne lämmityspolttainetta, kun meillä kasvaa sitä aivan lähelläkin. Kun sukupolvenvaihdos tilalla tehtiin, päätin, että tulevaisuudessa Kotamäkeä lämmitetään puulla. Opinnoissani erikoistuin bioenergiaan, ja tämä on vain vahvistanut käsitystäni hakelämmityksen järkevyydestä täällä metsien maassa. Olin sitten bioenergiaopinnoissani siinä vaiheessa, että erikoistumisharjoittelu oli edessä ja opinnäytetyön aihetta piti etsiä. Nämä asiat yhdistin niin, että aloin rakentaa hakelämpökeskusta harjoitteluaikani ja toteutuksesta päätin tehdä opinnäytetyöni.

## 8 HANKKEEN TOTEUTUS

Kun lähdetään toteuttamaan tällaista rakennushanketta, kannattaa huolehtia hyvissä ajoin tarvittavista paperitöistä, ettei rakentamisen kiireessä tarvitse keskittyä papereihin. Rakennustarkastajan voi pyytää käymään jo ennen kuin mitään varmoja päätöksiä edes tehdään. Voihan olla, että suunnitelma ei rakennusteknisistä tai jostain muusta syystä käy. Rakennustarkastaja osaa kyllä yleensä sanoa, saadaanko hankkeelle rakennuslupa vai ei, heti paikan päällä. Tällä tavalla menetellessä ei ainakaan tehdä turhaa työtä. Rakennuslupa on siis oltava lain mukaan ennen kuin aletaan rakentaa. Muita lupia laki ei velvoita, ellei hanke vaadi ympäristölupaa. Kotamäen lämpölaitos ei tarvinnut ympäristölupaa.

Jos hankkeelle on mahdollista saada valtiolta tukea, pitää hakemus olla vireillä TE-keskuksessa ennen kustannusten syntymistä. Ennen vireilletuloa syntyneitä kustannuksia ei hyväksytä kustannuksiin. Hakemus saadaan vireille, kun toimitetaan Maatilatalouden rakennetukihakemus (liite 4) liitteineen TE-keskukseen. Tarvittavia liitelomakkeita ovat Velkaluettelo, Kuvaus tilan toiminnasta ja kehittämisestä, Maatilan/Yrityksen taloudellinen tilanne ja maksuvalmius. Lisäksi hakemuksen mukaan pitää liittää jäljennökset pellonvuokrasopimuksista ja verotustiedoista sekä rakennuspiirustukset, kustannusarvio ja rakennustarkastajan lausunto. Vaadittavat liitteet mainitaan hakemuslomakkeen takapuolella. Liitteitä voidaan jälkeempäinkin täydentää, mutta tärkeintä on, että hakemus on toimitettu ennen kuin ostetaan mitään.

### 8.1 Rakentamispaikka

Jos rakennetaan erillinen lämpökeskus, sen kattilahuone, syöttöhuone ja polttoainevarasto erotetaan toisistaan pölyn leviämistä estävin rakennusosin. Rakennuksessa ei saa olla muita kuin laitoksen toimintaan vaikuttavia tiloja lukuun ottamatta pienehköjä, osastoituja varastotiloja.

Jos lämpökeskus tulee osaksi jotain muuta rakennusta tai alle 8 metrin etäisyydelle toisesta rakennuksesta, se tulee tehdä omaksi palo-osastokseen.

Kattilahuone on tehtävä palamattomista rakennustarvikkeista vähintään tunnin paloa kestäväksi. Poikkeuksena tästä ovat alle 25 kW:n kattilalaitokset.

Enintään 0,5 m<sup>3</sup> hake- tai pellettisiilo saa olla kattilan kanssa samassa tilassa. Korkeintaan 2,0 m<sup>3</sup> siilo pitää erottaa pölyä erottavalla seinällä ja yli 2,0 m<sup>3</sup> siilo tunnin paloa kestäväällä seinällä. Osastoivien ovien ja ikkunoiden palonkestävyyksaika on vähintään puolet osastoivan rakennusosan palonkestävyydestä. Ulkoseinässä olevan oven ei tarvitse olla osastoiva. (Puhakka ym. 2001, 43.)

Kotamäen tilalla lämpökeskus rakennettiin entisen autotallin yhteyteen sillä tavalla, että rakennusta jatkettiin ensin puuverstaalla ja lämpökeskus tuli aivan rakennuksen pätyyn (kuvio 1). Muualla pihapiirissä ei ollut sopivaa paikkaa, sillä lämpökeskuksen lähetyville tarvitsi myös tehdä riittävän suuri hakevarasto, joka mahdollistaisi vuoden aikana tarvittavan hakemäärän varastoimisen. Siilon ja varaston yhteistilavuus on hyvä olla vähintään 150 kuutiota yli 50 kW:n kattiloilla (Puhakka ym. 2001, 34). Nyt hakevarasto voitiin tehdä entisen konehallin yhteyteen sillä tavalla, että hallia jatkettiin 15 metriä, jolloin varastotilavuutta saatiin reilusti (kuvio 2).





KUVIO 1. Lämpökeskus tehtiin rakennuksen pätyyn



KUVIO 2. Hakevarasto rakennettiin konehallin jatkoksi

Hakevaraston ja lämpökeskuksen paikkaa suunniteltaessa on otettava huomioon mahdollisen vanhan verkoston sijainti ja lämpökeskuksen käytettävyys. Tällä tarkoitetaan hakkeen kuljetusmatkaa varastolta siilolle sekä kattilahuoneella tehtäviä huoltotöitä, kuten nuohousta. Kotamäessä varastolta siilolle matkaa kertyy n. 40 m. Haketta tuodaan traktorin etukuormaimen lumikauhalla.

Varastopaikan suunnittelussa kannattaa miettiä, miten puut haketetaan. Jos käytetään autohakkuria, on paikka valittava niin, että suuri auto pääsee sinne helposti. Autohakkuri painaa n. 25 tn, joten maan on oltava kantavapohjainen ja tilaa riittävästi (LHM Hakkuri 2006). Puupino on myös saatava niin lähelle, että nosturilla ylettää ottamaan kaikki puut siirtämättä autoa. (Kuvio 3.)



KUVIO 3. LHM-Autohakkuri

On myös eduksi, jos haketuspaikka on valoisalla ja tuulisella paikalla. Tällöin puut voidaan ajaa suoraan metsästä varaston eteen kuivamaan eikä niitä tarvitse käsitellä kahteen kertaan. Kotamäen tilalla on tarkoitus kuivattaa puut ensin jossain muualla hyvällä paikalla ja ajaa vasta juuri ennen haketusta varaston eteen. Tämä siksi, että hakevaraston luona puut eivät kuivaisi tarpeeksi hyvin, koska eteläpuolella on metsä ja tuulikaan ei pääse puita kuivattamaan.

## 8.2 Tilan tarve

Yksi kriteeri rakennusta suunniteltaessa oli, että tilaa olisi riittävästi niin kattilahuoneessa kuin siilohuoneessakin. Tämän vuoksi päätimme kaivaa pohjan aika syvälle, koska rakennus oli matala, eikä haketta voisi tämän vuoksi kasa-  
ta kovin korkeaksi. Myös ulkonäön kannalta oli hyvä tehdä tilaa ennemmin alaspäin kuin ylöspäin, koska piippu oli mitoitusten mukaan tehtävä jopa kahdeksan metriä pitkäksi.

Kattilahuoneen ja siilohuoneen lattiapinta asettui lopulta puolitoista metriä maanpinnan alapuolelle, niin kuin oli suunnitelmissakin. Pohjatöitä vaikeutti vastaan tullut kallio, jonka vuoksi pohja muuttui sateen jälkeen erittäin liejuiseksi. Saimme kuitenkin salaojat paikoilleen ja vesi lähti liikkeelle. Kattilahuoneeseen oli tarkoitus tehdä tilaa myös sivusuunnassa. Kattilan puhdistamista helpottaa, jos seinät eivät ole heti kattilan vieressä. Kuulemieni kokemusten mukaan ei kattilahuoneessa ole koskaan liikaa tilaa. Koska entinen rakennus oli kahdeksan metriä leveä, oli luontevaa jatkaa samalla leveydellä. Tämän vuoksi kattilahuoneesta tuli neljä metriä pitkä ja saman verran leveä. Siilohuone on samankokoinen (kuvio 4). Myös valittava laitteisto otettiin huomioon suunniteltaessa niin siilo- kuin kattilahuoneenkin kokoa.



KUVIO 4. Siilo- ja kattilahuone ovat samankokoiset

Hakevaraston suunnittelussa on ensimmäiseksi selvitettävä, kuinka paljon haketta tarvitsee varastoida. Varastotilavuus on hyvä olla vähintään vuoden kulutuksen verran. Ainakin tällaisessa tapauksessa, jossa haketus tapahtuu ulkopuolista urakoitsijaa käyttäen kerran vuodessa. Jos omistaa oman hakkurin, voi hakevarasto olla pienempikin. Kovin paljon yli vuoden tarpeiksi ei kannata haketta kuitenkaan varastoida, koska lämpöarvo kostealla hakkeella pienenee varastoinnin aikana. Alle 20%:n hakkeella lämpöarvo putoaa vain muutamia prosentteja puolen vuoden varastoinnissa, mutta 40%:n hakkeella hävikki voi olla yli 10% (Puhakka ym. 2001, 21).

Hakevaraston suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon kalusto millä puut haketaan ja millä haketta siirrellään. Kannattaa myös varautua siihen, että joskus rekan tarvitsisi purkaa kuorma suoraan sisälle. Tämän vuoksi oviaukon koko ratkaisee paljon. Oviaukossa on hyvä olla korkeutta myös haketuksen kannalta, jos aiotaan käyttää autohakkuria. Jos tehdään täysin erillinen uusi rakennus hakevarastoksi, tällöin kannattaa kysyä neuvoa haketusurakoitsijoilta, millainen siitä kannattaa tehdä, että haketus käy mahdollisimman hyvin.

### 8.3 Laitteisto

Stokeria valitessani vertailin kolmen eri valmistajan laitteita, Säättötuuli Oy, Thermia Oy ja Veljekset Ala-Talkkari Oy. Kattilavalmistajia oli kuitenkin neljä. Edellä mainittujen lisäksi, pois lukien Säättötuuli, oli vielä HT Enerco Oy ja Jämatek Oy.

Laitteistoa valitessani tärkein tavoitteeni oli, että saan mahdollisimman varmatoimisen, huomioon ottaen kuitenkin kestoajan ja hyötysuhteen. Neljäntenä seikkana oli vasta hinta, koska hinta ei kuitenkaan loppujen lopuksi vaihdellut kovin paljoa, jos verrattiin kokoluokaltaan samantasoisia laitteita. Myös hyötysuhteen vertailu oli aika turhauttavaa, koska kauppiaiden puheet menivät aina ristiin ja toista koetettiin moittia mahdollisimman paljon.

Puolueettomalta taholta, metsäkeskuksen bioenergianeuvojalta, sain kuitenkin tietooni, että Ala-Talkkarin laitteisto ei aivan pärjää hyötysuhteeltaan muille kilpailuttamilleni laitteistoille. Meidän paikkakunnallamme on paljon Ala-Talkkarin laitteistoja, ja niinpä olinkin niistä kuullut jo kokemuksia. Pääosin laitteet olivat toimineet hyvin, joitain vaikeuksia lukuun ottamatta. Haketta isäntien mielestä kuluu paljon, ja tämä osaltaan laittoi minut miettimään jotain muuta vaihtoehtoa kuin Ala-Talkkari. Tärkein seikka oli kuitenkin, että Ala-Talkkari ei saanut luottamustani purkaimen toimivuudesta vielä pitkänkin käytön jälkeen.

Thermian laitteistoon kävin tutustumassa kahdella tilalla. Toisella tilalla oli purkaimena kolakuljetin ja toisella lautaspurkain. Lautaspurkainmalli ei tullut kysymykseenkään pienen siilotilavuuden vuoksi, koska siilon täyttöväli haluttiin pidemmäksi. Kolakuljetinmalli taas oli mielestäni turhankin järeä siihen kokoluokkaan. Hyviä puolia varmasti on sen kestävyys, mutta mielestäni jo purkaimen toiminta vei liikaa energiaa. Myös kolakuljettimen hinta tuntui hieman korkealta.

Säättötuuli Oy:n valmistamaa stokeria ja Jämatek Oy:n valmistamaa kattilaa kävin katsomassa Toivakassa, ja isäntäväki oli tyytyväinen laitteiston toimintaan. Soitin myös muutama paikkaan, jossa oli kyseisten laitevalmistajien laitteita,

ja kyselin toiminnasta. Pahoja vikoja ei kuulunut olevan missään, ja se osaltaan vahvasti luottamustani kyseisiin laitevalmistajiin.

Niinpä valitsin Säättötulen stokerin ja palopään. Säättötulen stokeriin päädyin sen vuoksi, että mielestäni sen toimintavarmuus ja helppo huollettavuus olivat hintaluokassaan parhaita. Stokerin käyttö ja ohjauskeskuksen (kuvio 5) säädöt vaikuttivat myös yksinkertaisilta. Laitteisto koostui Säättötulen Kaks 2 stokeripolttimesta ja 80kW:n palopäästä. Purkaimen pohjan koko on 2m kertaa 2m (kuvio 6). Pohjan ympärille rakensimme paksusta filmivanerista luiskat joka reunalle seinään asti, jolloin saimme siiloon lisää tilavuutta.



KUVIO 5. Prosessiohjattu ohjauskeskus



KUVIO 6. Kaks 2 tankopurkain

Kattilaksi valittiin Jämätec Oy:n valmistama JÄMÄ Bio 80 kW (kuvio 7). Kotamäen vanha öljykattila on Jämä-kattila, ja se ehti olla yli kolmekymmentä vuotta toiminnassa. Vieläkin se toimii lämmönvaihtimena päärakennuksessa, joten luotan kyseiseen kattilavalmistajaan. Myös lämminvesivaraaja on Jämätec Oy:n valmistama Jämäpakki 1150L.



KUVIO 7. Jämä Bio 80

Rakentaessa pyrin mahdollisimman edullisiin ratkaisuihin kuitenkin laadusta tinkimättä. Tärkein kriteeri tarvikkeiden, ja etenkin laitteiston, valinnassa oli toimiva kokonaisuus ja kestävyys. Kysyin myös lämpökontin hintaa, mutta päädyin rakentamaan lämpökeskuksen itse, koska ajattelin saavani työlleni kunnan korvauksen. Suunnitteluvaiheessa on hyvä ottaa huomioon oma aika. Jos oma aika ei riitä rakentamiseen, silloin kannattaa harkita valmiin kontin hankkimista. Itse tehtyä lämpökeskusta taas puoltavat halvempi hinta ja muunneltavuus tilan tarpeisiin.



## 8.4 Verkosto

Lämpöverkoston kuuluu siis päärakennus, toinen asuinrakennus, navetta, puuverstas ja tulevaisuudessa lämmin huoltohalli. Navetan luo päätimme laittaa lämminvesivaraajan, josta lämpö jaetaan taloille ja navettaan. Varaaja laitettiin sen vuoksi, että kuuma vesi varmasti riittää lypsykoneen pesurin sitä tarvitessa.

Koska navetalta menivät jo valmiiksi vanhat kanaaliputket molemmille taloille, ei uusia tarvinnut ostaa kuin lämpökeskukselta varaajalle ja konehallille. Varaajalle menevä putki oli tyypiltään 40+40/126 Calpex-kanaaliputkea (kuvio 8) ja hallille tuli neliputkinen 32+32/S28+22/142. Konehallille laitettiin sen vuoksi neliputkinen kanaali, että lämmin käyttövesi voidaan ottaa suoraan kattilalta. Pienen tarpeen vuoksi ei kannata lämmönvaih dintakaan hallille asentaa. Calpex-putki valittiin sen hyvän eristysominaisuuden, hinnan ja helppokäyttöisyyden perusteella. Liitoksia ei tarvinnut kanaaliin tehdä, vaan kattilahuoneelta varaajalle menevä 75 metrin putki oli yhdessä kiepissä. Konehallille matkaa kertyi vain 25 metriä.



KUVIO 8. Calpex 40+40/126

## 8.5 Rakentaminen

Lämpökeskuksen rakentamistyöt pyrittiin tekemään itse. Rakennus edistyi todella hitaasti, koska kaikki kesän viljely- ja karjanhoitotyötkin oli tehtävä. Kaivutyöt hoituivat kätevästi omalla kaivurilla, mutta maanajo kävi hieman vaihalloisesti, koska tilalla ei ollut kunnan maansiirtokärryä. Yhden päivän aikana rikkoontuikin kaksi peräkärryä. Hiekka jouduttiin tilaamaan urakoitsijalta, koska tilalla ei omaa hiekkaa ole.

Rakennustöitä joudutti valmisbetoni, joka tilattiin lämpökeskuksen ja puuverssaan lattiaan sekä muottiharkkojen sisälle siilohuoneen seiniä valettaessa. Katsottiin myös parhaaksi tilata valmiit kattotuolit, koska niitä tehdessä ei jäisi itselle kunnan palkkaa. Savupiipuksi valittiin kahdeksan metriä pitkä Schiedel-piippu, joka oli helppo muurata itse. Sisäputki on keraaminen, 200 mm:ä halkaisijaltaan, ja se liimattiin tulilaastilla lyhyistä pätkistä samalla, kun ulkokuori muurattiin tavallisella muurauslaastilla. Väliin laitettiin viiden sentin valmis vil-laputki. Toinen vaihtoehto olisi ollut haponkestävästä teräksestä valmistettu piippu, mutta sellainen valmispöppu olisi tullut maksamaan ainakin puolet enemmän.

Kattopelleiksi valittiin Rannilan Classic. Ne ovat kuin konesaumapeltiä kauempaa katsottuna, mutta todellisuudessa niihin on taitettu reunoihin pontit, jotka painetaan kiinni peltiä asennettaessa. Ne ruuvataan ruoteisiin kiinni pellin reunasta, jolloin ruuvit jäävät seuraavan pellin alle piiloon. Pelti valittiin siksi, että kattokaltevuus on erittäin loiva, ja vanhan autotallin katto olikin vuotanut aikaisemmin. Kunnan rakennustarkastaja kehui peltiä hyväksi veden pitävyydeltään, joten sitä päätettiin kokeilla, koska se tuli kuitenkin halvemmaksi kuin konesaumapelti.

Hakevaraston rakennuksen kanssa tuli niin kiire talvea vasten, että siihen palkattiin kaksi rakennusmiestä avuksi. Pohjatyöt teimme ensin itse rungon pystytystä vaille valmiiksi. Betoni tilattiin jälleen valmiina, jolla säästettiin paljon aikaa. Suunnitelmissa oli valaa pääty- ja sivuseinä betoniharkoista, jolloin seinä ei varmasti pullistuisi hakkeen painosta ajankaan saatossa.

Rakennusvaiheessa olimme kaikki, mukaan lukien rakennustarkastaja, sitä mieltä, että seinä kestää kyllä puurunkoisenaakin haketuksen ja hakkeen pullistusvaikutuksen, jos seinään naulataan kova vaneri. Niinpä päätyseinään ja lähes koko takaseinään tuli 15 mm:n filmivaneri. Rakennuksen runko pysyy vanerin ansiosta myös paremmin suojassa kosteutta keräävältä pölyltä, jolloin se jatkaa rakennuksen kestoikää.

## 8.6 Aikataulu

Syksy 2003:	Idea hakelämpökeskuksen rakentamisesta kypsyi Alustavaa suunnittelua Rakennustarkastajan käynti Aitta siirrettiin tulevan lämpökeskuksen tieltä
Helmikuu 2004:	Päätös aloittaa rakentaminen kesällä 2004 Samalla päätös tehdä aiheesta opinnäytetyö sekä yhdistää harjoittelu hakelämpökeskuksen toteutukseen
Maaliskuu 2004:	Laitteistojen vertailua ja kilpailuttamista Energian ja tehon tarpeiden laskemista Jätettiin avustushakemukset TE-keskukseen Laitteiden tilaus Rakennuspiirustusten luonnostelua Sahapuiden kaatoa.
Huhtikuu 2004:	Rakennuspiirustusten teettäminen Kanaalien kilpailuttamista Tontin raivausta
Toukokuu 2004:	Seminaari 1 Rakennusluvan hakeminen Kanaalien tilaus Rakennustarvikkeiden kilpailuttamista sekä tilauksia Avustushakemusten täydentäminen
Kesäkuu 2004:	Rakennustarvikkeiden toimitukset
Heinäkuu 2004:	Lämpökeskuksen pohjatyöt
Elokuu 2004:	Lämpökeskuksen ja puuverstaan perustusten teko, Kattilahuoneen seinien muurausta

Syyskuu 2004:	Lämpökeskuksen ja puuverstaan lattian valu, Kanaali-putkien kaivu ja asennus
Lokakuu 2004:	Laitteet sisälle Siilo- ja kattilahuoneen seinien tekoa
Marraskuu 2004:	Kattilahuoneen laipion teko
Joulukuu 2004:	Puuverstaan rungon tekoa
Maaliskuu 2005:	Vanhan puuliiterin purkua Puuverstaan rungon tekoa
Huhtikuu 2005:	Vesikaton teko lämpökeskukseen ja puuverstaaseen
Toukokuu 2005:	Puuverstaan tekoa
Elokuu 2005:	Saatiin TE-keskuksen päätös investointituesta Ulkoerhousen teko Laitteiden asennus Piipun muuraus
Syyskuu 2005:	Varaajan asennus Laitoksen koekäyttö
Lokakuu 2005:	Lämpökeskus toimintaan Rankojen haketusta Hakevaraston pohjan kaivu
Marraskuu 2005:	Hakevaraston perustustyöt ja lattiavalu Rungon tekoa
Joulukuu 2005:	Hakevarasto käyttövalmis Rakennustarkastajan käynti Investointituen ensimmäisen maksatuksen haku

## 9 KUSTANNUKSET

Kustannusarvion laati alun perin rakennussuunnittelija, joka piirsi rakennuspiirustuksetkin. Alkuperäisen kustannusarvion mukaan lämpökeskus ja hakevarasto tulisivat maksamaan yhteensä 79212,52 euroa. Tämä kustannusarvio oli laadittu virallisten ohjekustannusten mukaisesti ja se tuntui aivan liian suurelta. Investointitukihakemukset täytettiin kuitenkin sen mukaan. TE-keskuksessa kustannusarvio muuttui. Lopullisesti he hyväksyivät avustuskelpoisiksi kustannuksiksi 56813 euroa. Tästä summasta tultaisiin suoraa avustusta saamaan 20 % eli 11362,6 euroa ja korkotukilainaa 70 % eli 39769,1 euroa. Suoran omarahoituksen osuudeksi jäisi siis 10 % eli 5681,3 euroa.

Toteutuneet kustannukset olivat vieläkin vähemmän kuin TE-keskuksen kustannusarvio, vaikka laskin omalle työllekin kymmenen euroa tuntipalkkaa. Samoin kaivurityön ja trakturityöt otin laskelmaan mukaan urakointihinnoilla. (Taulukko 8.) Kun toteutuneet kustannukset olivat 50 542,95 euroa ja niistä vähennetään investointiavustus 11 362,6 euroa, jää jäljelle 39 180,35 euroa. Valtion myöntämää korkotukea taas saadaan 39 769,10 euroon asti. Eli omarahoitusta ei rakentamiseen periaatteessa tarvittu lainkaan ja kaikkea korkotukilainaakaan ei tarvitsisi nostaa.

Enemmänkin olisi ollut mahdollista säästää kustannuksissa. Jos olisi ollut aikaa itsellä enemmän, olisimme tehneet myös hakevaraston kokonaan itse. Lisäksi valmisbetonin olisi voinut korvata itsesekoitetulla. Myös putkitöiden tarkalla kilpailuttamisella voisi tulla huomattaviakin säästöjä. Kaikki nämä kun laskee yhteen, voitaisiin vielä nyt toteutuneesta summasta säästää melko helposti yli 5000 euroa.

TAULUKKO 8. Toteutuneet kustannukset

<b>Lämpökeskus</b>		yks	a-hinta/€	Yhteensä
Piirustukset ja kustannusarviot	kpl	1	400,00	400,00
Luvat	kpl	1	150,00	149,58
Raivaus	h	5	20,00	100,00
Kaivutyöt	h	20	40,00	800,00
Maanajo	h	10	25,00	250,00
Hiekka	m3	24	8,00	192,00
Kevytsoraharkkoseinät	m2	35	30,00	1050,00
Betoniharkkoseinät	m2	25,00	70,00	1750,00
Lattia	m2	32	11,30	361,60
Laipio+eriste	m2	16	25,75	412,00
Kattorakenne	m2	32	25,00	800,00
Ovi	kpl	1	295,00	295,00
Laitteisto	kpl	1	11477,00	11477,00
Savupiippu	m	8	125,00	1000,00
Kanaalit	m	100	24,23	2423,00
Vesiputki	m	100	0,87	87,00
Varaaja	kpl	1	1562,00	1562,00
Putkityöt				7829,00
Routaeristys	jm	16	3,00	48,00
Sähköistys				1000,00
Oma työ	h	300	10,00	3000,00
Oma puutavara				300,00
<b>Yhteensä</b>				<b>34486,18</b>
<b>Hakevarasto</b>				
Piirustukset ja kustannusarviot	kpl	1	400,00	400,00
Luvat	kpl	1	150,00	149,58
Raivaus	h	10	20,00	200,00
Kaivutyöt	h	15	40,00	600,00
Maanajo	h	15	25,00	375,00
Hiekka	m3	24	8,00	500,00
Perustukset ja lattia	m2	150	12,79	1918,00
Seinä	m2	32	40,60	1299,20
Kattorakenne	m2	150	16,10	2415,00
Routaeristys	jm	40	3,00	120,00
Palkkauskustannus	h	256	30,00	7680,00
Oma työ	h	80	10,00	800,00
<b>Yhteensä</b>				<b>16056,78</b>
<b>Molemmat rakennukset yhteensä</b>				<b>50542,95</b>
Investointiavustus				11362,6

Käytännössä kun tällaista hanketta aletaan toteuttaa, kannattaa varautua siihen, että päätökset ja avustukset viivästyvät. Tässä tapauksessa rahoitustuki päätöksen (liite 5) saamiseen kului yli vuosi aikaa, ja lämpökeskus olikin jo lähes valmis, kun saatiin edes päätös rahoituksesta. Rakennus siis käytännössä rakennettiin ensin pelkällä pankkilainalla ja jälkeenpäin muutettiin laina korkotukilainaksi niiltä osin kuin se oli mahdollista. Lopullista maksatushakemusta (liite 6) ei olla vielä toimitettu TE-keskukseen, koska hakevarasto ei ole täydellisen valmis.



## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 10.1 Suunnittelu

Olen tyytyväinen siihen, että lämpökeskus tuli tehtyä itse. Kustannuksissa säästettiin mielestäni ihan hyvin, koska suurin osa töistä tehtiin itse ja maansiirtokoneet oli itsellä. Tämän hankkeen jälkeen sain virheistä huolimatta paljon itseluottamusta omaan suunnittelu- ja rakennustaitoon. Vaikka pieniä kummelluksia matkan varrella sattui, niin kuitenkin lopputulos on aika hyvä. Kotamäessä on nyt omalla polttoaineella toimiva, ympäristöystävällinen ja lisäksi halvin lämmitysjärjestelmä tutkituista vaihtoehdoista.

Pieniä ongelmia hankkeen aikana oli. Kun kaikki pitää alkaa alusta, suunnitella ja rakentaa itse, niin päänvaivaa riittää. Suunnitteluvaiheessa tilannetta olisi selkeyttänyt jonkinlainen kirjallinen muistilista muistettavista asioista ja niiden tärkeysjärjestyksestä. Sen vuoksi kokosinkin sellaisen liitteeksi tähän työhön (liite 7), jotta siitä olisi hyötyä jollekin toiselle. Suunnitteluani helpotti kuitenkin se, että vanhat rakennukset olivat jo olemassa. Niitä vain jatkettiin samalla mallilla. Rakennussuunnittelu tehtiin yhdessä rakennusinsinöörin kanssa. Hän myös piirsi rakennuspiirustukset. Joitain rakennusteknisiä seikkoja kyselin kunnan rakennustarkastajalta. Kokemuksena oli erittäin hyvä, että projekti oli monimuotoinen. Opin samalla lämpölaitoksen suunnittelun ja sen mitä seikkoja on tärkeää ottaa huomioon niin rakennuksissa, paikassa kuin laitteistossakin.

#### 10.1.1 Laitteisto

On tärkeää laitoksen toimivuuden kannalta, että laitteet ovat sopivan kokoiset. Takana on nyt yksi lämmitysvuosi, ja laitteet toimivat hyvin myös kesällä, ja talvellakin lämpöä on riittänyt, joten ilmeisesti laitteisto on sopivan kokoinen.

Kaikista vaikeinta koko hankkeessa oli laitteistovalmistajan valinta. Kaikki valmistajat kehuivat omia laitteitaan ja hintaerotkin olivat hyvin pieniä. Vaikka olinkin nähnyt monia eri laitteistoja ja kuullut juttuja niistä, niin on kamalan hankalaa tehdä päätöksiä, kun omia kokemuksia ei ole. Lopulta päätös oli

vain tehtävä ja se tehtiinkin sitten tuntemuksien perusteella kuultuihin tosiseikkoihin nojaten. Vielä vuodankaan käytön jälkeen en tiedä, onko tullut tehtyä oikea valinta.

Kauppiaan sanaan ei kyllä aina kannata luottaa. Hän oli silloin sitä mieltä, että lämminvesivaraaja pitäisi ehdottomasti laittaa järjestelmään ja niinpä siihen sitten hairahduttiin. Mietittiin sitä, että automaattipesuri tarvitsee 80-asteista vettä 40 litraa kerralla, joten varaaja takaisi, ettei sitä tarvitse sähköllä lämmitellä. Ei tullut silloin laskelmia tehtyä siitä asiasta, mikä olisi ollut järkevää. Jälkeenpäin olen miettinyt, että taisi putkitöiden kanssa tulla siitä ylimääräinen noin 3000 euron lasku. Tällä rahasummalla olisi pesuri voinut vähän vaikka lämmittääkin vettä. Luultavasti vesi olisi kuitenkin ollut tarpeeksi kuumaa. Ja olisihan varaajan voinut laitattaa jälkeenpäinkin.

### **10.1.2 Sijoituspaikka**

Lämpökeskuksen sijoittaminen verkosto ja käyttö huomioiden on tärkeää. Mielestäni Kotamäessä siinä onnistuttiin erittäin hyvin. Lämpökeskus saatiin sijoitettua keskeiselle kohdalle verkostossa. Hakevarasto on myös sopivan lähellä, ja sieltä on helppo tuoda siiloon haketta. Varastopaikka samoin kuin lämpökeskuskin ovat kuitenkin pois aivan pihasta. Tämä on hyvä, sillä hakettaessa kuivaa puutavaraa pöly on aikamoinen, eikä se nyt lennä pihapiiriin. Erityisesti paalimuovia hakettaessa muovinriekaleita lentelee ympäriinsä. Ei olisi mukavaa, jos piha olisi haketuksen jälkeen aivan valkoinen. Myös reitti varastolta siilolle roskaantuu helposti, koska etukuormaajasta putoaa helposti joskus haketta maahankin. On siis hyvä tehdä nämä työt poissa pihapiiristä.

Ainoa huono puoli toistaiseksi, joka on ilmennyt varastopaikassa, on se, että se on varjoisa ja suojaista paikka. Puu ei kuiva varaston vieressä, vaan sen on annettava kuivaa muualla ensin ja tuotava vasta ennen haketusta paikalle. Tällöin puuta käsitellään tavallaan kahteen kertaan, ja urakoitsijalla teetettynä se tulee maksamaan enemmän. Enää ensi kesänä se ei ole kovin suuri ongelma, koska silloin minulla on jo oma metsäkärky kuormaimineen, jolla voin liikutella itse puita.

Toisaalta taas varastopaikan suojaisuudella on se hyvä puoli, että haketettaessa ja haketta liikuteltaessa eivät roskat lähde niin helposti lentämään tuulen mukana. Lisäksi metsä suojaa pahoilta lumituiskuilta. Jos ovia ei tehdä varastoon ollenkaan, niin silloin olisi vaara, että varasto olisi täynnä lunta pahan tuiskun jälkeen ilman suojaavaa metsää.

### 10.1.3 Rakennukset

Rakennusten suunnittelu ei mielestäni ollut hankalaa, koska entiset rakennukset sanelivat aika pitkälle, millaiset laajennukset täytyy tehdä. Vuoden käyttökokemuksella voidaan sanoa, että rakennuksissa onnistuttiin hyvin, koska lämpökeskuksen käyttö ja huolto on helppoa. Kattilahuoneessa niin kuin siilo-huoneessakin on tarpeeksi tilaa. Oli hyvä, että lämpökeskuksen pohjaa kaivettiin syvemmälle. Nyt siiloon on helppo kipata etukuormaajasta hake pakkaamatta sitä. Jos siilo olisi ollut maanpinnan tasossa, olisi etukuormaajalla ollut pakko työntää haketta siiloa täytettäessä. Tällöin hake olisi luultavasti holveantunut helpommin siiloon. Kattilahuoneessa on mukava työskennellä, kun siellä mahtuu hyvin liikkumaan. Mielestäni tämän kokoluokan kattilalle tämän kokoinen huone on sopiva. Tosin korkeutta ei tarvitsisi olla kattilahuoneessa näin paljon, mutta ei siitä nyt haittaakaan ole ilmennyt.

Hakevaraston suunnittelussa tuli pieni virhe. Se suunniteltiin jatkettavaksi samalla mallilla kuin aikaisempi konehalli oli. En kuitenkaan ottanut ovien suunnittelussa huomioon sitä, että ehkäpä sinne joskus täytyisi tuoda rekalla tavaraa sisään. Oviaukot ovat siis hieman liian matalat. Oviaukko on 390 cm korkea ja 400 cm leveä. Leveys riittää kyllä, mutta korkeutta pitäisi olla vähintään 420 cm, jotta rekka saisi peruutettua helposti sisälle. Tarvittava määrä korkeutta niihin kyllä saadaan, kun muutetaan oven ylle tehdyt vaneripalkit teräspalkeiksi. Räystä on nimittäin juuri ja juuri riittävän korkealla. (Kuvio 2.) Varasto on muuten onnistunut. Siellä on riittävästi tilaa ja oviaukoistakin mahtuu traktorilla haketta ottamaan helposti.

## 10.2 Rakentaminen

Rakentamisesta opin todella paljon tämän hankkeen ansiosta. Ennen tätä olin kyllä rakennuksella ollut, mutta tämä oli erilaista. Lämpökeskuksen pohja piti tehdä reilusti maanpinnan alapuolelle, minkä vuoksi rakentaminen poikkesi normaalista jo maankaivusta lähtien. Asiaa hankaloitti vielä se, että puuverstaan lattia taas tuli maanpinnan tasoon. Perustukset tehtiin siis eri korkeuteen, mikä edellytti sitä, että ne oli tehtävä kahdessa osassa. Ensin oli tehtävä lämpökeskuksen alapuolinen osa seinääkin, ennen kuin pystyi täyttämään hiekalla niin, että sai tehtyä perustukset puuverstaalle.

Näin jälkeinpäin kun ajattelee, niin helpomminkin sen olisi voinut tehdä. Perustukset olisi vain pitänyt kaivaa samaan tasoon ja puuverstaan pohjaan olisi sitten laittanut täytehiekkää niin paljon, että lattia olisi tullut halutulle tasolle. Hiekkää ja betonia olisi kulunut hieman enemmän, mutta vähemmällä työllä olisi päässyt.

Lämpökeskuksen seinien rakennusvaiheessa tuli hieman ajattelemista, miten tehdä seinät, kun tarkoitus oli tehdä kattilahuone muurattavista eristeharkoista ja siilohuone betonisista muottiharkoista. Niiden yhteensovittamisessa oli vähän miettimistä ja loppujen lopuksi jouduimme eristämään seiiniä jälkeinpäin uretaanilevyllä. Kattilahuoneessa on edelleenkin yksi betoniseinä ilman eristettä, joka vie turhaan lämpöä ja siihen kannattaakin vielä eristeet laittaa. Suunnitteluvaiheessa ajattelin, että betoniharkoista on nopea tehdä seinää ja betoniharkot ovat halvempiäkin kuin eristeelliset kevytsoraharkot. Nyt tekisin kuitenkin koko laitoksen seinät pelkästään yhdenlaisista harkoista, jolloin työ yksinkertaistuisi huomattavasti. Halvemmaksikin olisi tullut, jos oltaisiin tehty pelkästään betoniharkoilla ja lisäeristyksellä, koska lekasoraeristeharkot ovat aika kalliita.

## 10.3 KÄYTTÖKOKEMUKSET

Käyttökokemusta lämmitysjärjestelmän osalta on kertynyt yhden kokonaisen talven ja kesän osalta. Rakentamisen aikana ja sen jälkeen on tullut esille joi-  
tain seikkoja, joista on tässä syytä kertoa, jotta muut voisivat ottaa oppia vir-  
heistäni. Pääosin rakennushanke meni hyvin ja laitos toimii, mutta täysin tyy-  
tyväinen en ole.

### 10.3.1 Toimivuus

Laskelmani tehon tarpeesta osuivat kyllä oikeaan. Teho riittää tarpeeseen  
nähdessä. Se on jo todettu talvenkin aikana. Uskon, että vielä on varaa helposti  
huoltohallin eristämiseen, niin kuin oli suunniteltu. Varaajan ansiosta voidaan  
lämmittää lehmien juomavettäkin, jos tarve vaatii.

Laitoksen toimivuus oli aluksi hakeella ihan hyvä. Syksyllä, kun laitos otettiin  
käyttöön, haketimme karsittua rankaa naapurin hakkurilla suoraan siiloon.  
Koska karsittua rankaa ei ollut tehtynä kovin paljon ja hakevarasto ei ollut vie-  
lä valmis, jouduimme ensimmäisenä talvena polttamaan turvetta. Se oli teho-  
kas polttoaine, mutta palopäähän suli aina tuhkaa, joten se täytyi puhdistaa  
vähintään joka toinen päivä. Jos turvetta on tarkoitus polttaa enemmänkin,  
kannattaa silloin miettiä erilaisia palopäävaihtoehtoja. Yleensä jo tämän koko-  
luokan palopäistä löytyy liikkuva-arinaisia, jolloin tuhka ei jää niin helposti tuk-  
kimaan palopäätä.

Turpeen poltossa oli myös se huono puoli, että tuhkaa tuli paljon ja se oli erit-  
täin hienojakoista, joten pöly lensi joka paikkaan kattilaa nuohotessa. Turpeen  
seassa oli myös pieniä kiviä ja kantoja, mitkä rasittivat laitteistoa. Pohjakuljet-  
timen ruuvi kuluikin yhden talven aikana jo merkittävästi, joten en suosittelen  
turpeen polttoa pienkattiloissa, ellei ole aivan pakko.

Kun nyt syksyllä siirryttiin taas hakkeen polttoon, ei stokeri oikein lähtenytkään toimimaan. Haketta tulee kattilaan välillä liikaa ja välillä liian vähän. Syöttökierukka kului turpeen poltossa juuri syöttöputken juuresta, mikä aiheuttaa ongelmia hakkeen kulkeutumiselle putkeen. Syöttö on epätasaista, vaikka hake on hyvälaatuista. Tähän ratkaisuna on joko kierukan lehden uusiminen kuluneelle kohdalle tai sitten lisämateriaalin hitsaus kierukan lehteen. Turpeen polton aiheuttamat ongelmat hieman yllättivät minut. Ehkäpä turpeen laatu oli liian huono pienkattilalle, koska se oli tarkoitettu suuressa laitoksessa poltettavaksi.

Syötön epätasaisuutta voivat kyllä aiheuttaa muutkin seikat. Esimerkiksi pohjatankojen liian suuri liike voi pakata haketta kierukalle, jolloin kierukka ei saa tasaisesti kuljetettua haketta. Pohjatankojen liikerataa saa muutettua noin sentin ja viiden sentin välillä. Aluksi jouduinkin säätämään liikettä suuremmaksi, koska hake meinasi holvaantua silloon. Luulisin, että liikettä pitäisi nyt hieman pienentää, niin se saattaisi auttaa vähän syöttöongelmaan. Purkain on valmistajan mukaan aika herkkä säädettävä, jotta se toimii hyvin. Tätä ei vain myyjän suusta kaupantekohetkellä kuulunut.

Eikä myyjä kertonut sitäkään, että kuumenemisen johdosta voi palopään yläreunan hitsaussauma aueta. Näin kävi Kotamäessä, kun laitos oli ollut toiminnassa noin vuoden verran. Sauman voi hitsata, mutta se ei kuulemma kauaa kestä sittenkään. Parempi keino voikin olla laittaa saumaan auton pakoputkitahnaa, joka estää ilman tulemasta väärästä raosta. Muuta väliä sauman ratkeamisella ei ole kuin, että ilma tulee saumasta eikä ilmareitistä niin kuin kuuluisi. Palo ei tällöin välttämättä tapahdu puhtaasti ja hyötysuhde kärsii. Mielestäni on erittäin typerää toimintaa laitevalmistajalta, kun itse perusongelmaa ei korjata, vaan ainoastaan käsketään paikkaamaan vika.

Valmistajasta riippumatta, kaikkien laitteiden kanssa voi tulla ongelmia. Tärkeintä on silloin, että valmistajat tulevat vastaan eivätkä jätä omistajaa oman onnen nojaan. Olen kyllä saanut ystävällistä neuvontaa ja varaosiakin valmistajalta, mutta palopään halkeamiseen ei kuulemma ratkaisua ole. Toivottavasti tahna siinä kestää edes jonkin aikaa. Tämän mallin palopäätä en kyllä viitsi kuitenkaan suositella, jos ei se kerta tule kestäämään. Ihmettelen vain, vieläkö he näitä valmistavat, ja kuinka kauan.

### 10.3.2 Käyttö

Kattilan hankintavaiheessa kannattaa kiinnittää huomioita kattilan nuohouksen helppouteen sekä kattilalaitteiston asennukseen ja siihen liittyviin putkitöihin. Kun on selvää, millainen kattila valitaan, kannattaa käydä katsomassa jossain sellaista ja ottaa selvää, miten se nuohotaan. Tällöin havaitaan, miten putket kannattaa tai kannattaisi laittaa. Me kävimmekin katsomassa Toivakassa käytössä olevaa laitosta, jossa oli samanlaiset laitteet kuin meille tuli. He olivat tyytyväisiä laitteiden toimintaan. En kuitenkaan tajunnut silloin katsoa laitosta sillä silmällä, että miten putket kannattaa laittaa, jotta käyttö olisi mahdollisimman helppoa. Kotamäessä kävi niin, että putkisto häiritsee konvektio-osan nuohousta huomattavasti. Luotettiin vain tuttuun putkimieheen, että kyllä hän osaa putkityöt tehdä.

Tuhkan poistoa varten mietin suunnitteluvaiheessa kahta vaihtoehtoa: tuhkaruuvi vai tuhkaimuri. Olen tyytyväinen, että päädyin ostamaan imurin, vaikka se olikin mielestäni kallis. Imurin valitsin sen vuoksi, että sillä voi samalla siivota koko kattilahuoneen. Tuhkaruuvista olin myös kuullut juttuja, että ne eivät tahdo kestää kuuman tuhkan alla monta vuotta. Pölyä kertyy joka tapauksessa ja paloturvallisuuden vuoksi kattilahuone on pidettävä siistinä. Turpeen tuhkan kanssa imuri oli ehdoton. Ämpäriin tyhjennettäessä tuhka olisi muuten pölyynnyt kaikkialle. Nuohous käy imurilla kätevästi. Siinä ei montaa minuuttia mene, kun tuhkat on imuroitu palotilan tuhkatilasta. Imurilla on myös helppo puhdistaa savusolien tuhkatila.

Hakevaraston taka- ja toinen sivuseinä oli suunnitelmassa tehdä myös betoni-harkoista, jotta ne kestäisivät huoletta hakettaa tavaraa päin seinää. Myös etukuormaajan kanssa liikuttaessa ei ainakaan seinä kaatuisi. Oli kuitenkin hyvä, että emme sittenkään tehneet seiniä betonista. Siinä olisi suotta tullut lisäkustannuksia ja nyt on käytössä jo todettu, että paksuhko vaneri seinässä riittää vallan mainiosti. Kivijalan teimme tarkoituksella 40 cm korkealle laatan pinnasta, jolloin etukuormaajalla on helppo ottaa haketta seinän vierestä hajottamatta seinää. Tämä oli hyvä ratkaisu.

Kaiken kaikkiaan viikoittain lämpökeskuksen käyttö- ja huoltotöihin kuluu aikaa noin 20 minuuttia. Tämä sisältää yhden nuohouksen, polttoaineen lisäämisen siiloon sekä valvonnan. Mielestäni se ei ole ollenkaan paljon, kun ajattelee tuotettavan lämmön määrää.



## LÄHTEET

Arimax Biolämpöopas. 2003. Saarijärvi: Thermia Oy.

Energiakatsaus. 2004. Kauppa- ja teollisuusministeriö, numero 1/2004.

Gumse, S. 2003. Perinteinen polttopuu. Teoksessa Puuenergia. Toim. K. Knuuttila. Jyväskylä: Gummerus, 36.

Kaukolämmityksen käsikirja. 1989. Energiataloudellinen yhdistys ETY. Raportti, 23/1989, Helsinki: ETY.

Koskinen, J. 2003. Puupellettikortti. Esite. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, luonnonvara-ala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma.

Koskinen, J. 2006. Kotamäen maatilán energiapuuvarat. Asiantuntijuushanke, Excel-taulukko. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, luonnonvara-ala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma.

LHM Hakkuri. 2006. Viitattu 25.11.2006. Vaihtokoneet.

Mikkola, J. 2006. Myyntiedustaja, Greentex Oy. Puhelinkeskustelu 15.12.2006.

Mutikainen, A & Jouhiaho, A. 2005. Hakkeen käyttö maatiloilla. Teoksessa Metsästä polttoaineeksi. Toim. P-J. Kuitto. 2 painos.

Puhakka, A., Alakangas, E., Alanen, V-M., Airaksinen, L., Soini, R., Siponen, T & Kainulainen, S., 2001. Hakelämmitysopas. Motivan Tulipasilli- opassarja. Helsinki: Motiva.

Rakentaja.fi. 2006. Viitattu 24.11.2006. [www.rakentaja.fi](http://www.rakentaja.fi), yleistä tietoa öljylämmityskattiloista, öljylämmityskattilat

Solmio, H & Valkonen, J. 2006. Hakkeen käyttö ja haketekniikan kehitystarpeet maatiloilla. Viitattu 20.11.2006 [www.tts.fi/foredep/tiivistelma\\_TR3.htm](http://www.tts.fi/foredep/tiivistelma_TR3.htm)

Sähkön hinta. 2002. Viitattu 21.11.2006 [www.energia.fi/page.asp?Section=3595](http://www.energia.fi/page.asp?Section=3595)

Öljyhistoriaa. 2006. Viitattu 20.11.2006 [www.oil-gas.fi/index.php?m=4&id=209](http://www.oil-gas.fi/index.php?m=4&id=209)

## LIITTEET

### **Liite 1. Lämpökeskuksen ja puuverstaan pohjapiirros**

## **Liite 2. Hakevaraston pohjapiirros**

## **Liite 3. Asemapiirros**

## **Liite 4. Maatilatalouden rakennetukihakemus**





## **Liite 5. Rahoitustukipäätös**





## **Liite 6. Maatilatalouden rakennetukien maksatushakemus**

## Liite 7. Muistilista lämmitysjärjestelmää maatilalle rakentavalle

1. Ota selville energian ja tehon tarpeet. Mieti tarkkaan, mihin myös tulevaisuudessa tarvitset lämpöä. Investointi on pitkäikäinen.
2. Mieti, mikä polttoaine sopisi parhaiten juuri teidän tilallenne. Ratkaiseeko hinta, saatavuus, alkuperä, ympäristöystävällisyys vaiko kenties lämmitystyön määrä.
3. Kun selvillä on hankittava lämmitysjärjestelmä, selvitä, tukeeko valtiosen hankintaa. Jos päädyit hankkimaan biopolttoaineilla toimivan lämpökeskuksen, saat siihen valtiolta avustusta.
4. Tässä vaiheessa kannattaa käydä tutustumassa kyseisiin lämmitysjärjestelmiin mahdollisimman monissa ja erilaisissa paikoissa.
5. Tee alustavat suunnitelmat itse. Tai jos se tuntuu hankalalta, voit pyytää esim. metsäkeskuksen bioenergianeuvojaa käymään tilalla katsomassa paikkoja. Myös laitemyyjät käyvät mielellään tekemässä tarjousta ja avustamassa suunnitelmien teossa. Tärkeintä on ensin miettiä tulevan lämpökeskuksen sijoituspaikka ja rakentamisen laajuus.
6. Pyydä kunnan rakennustarkastajaa käymään tilalla ja hyväksymään suunnitelmat.
7. Vie investointitukihakemus TE-keskukseen heti, kun saat selville, millaisen järjestelmän haluat. Tarkkoja kustannusarvioita ja pankin luottolupaustakaan ei tarvitse tässä vaiheessa olla. Tärkeintä on, että avustushakemus on vireillä ennen, kuin kustannuksia syntyy.
8. Kutsu rakennussuunnittelija käymään tilalla, ja tehkää yhdessä lopulliset suunnitelmat rakentamisesta. Teetä piirustukset ja kustannusarviot.
9. Hanki rakennusluvat ja kilpailuta laitteiden ja rakennustarvikkeiden toimittajia.
10. Täydennä investointitukihakemus liitteineen TE-keskukseen.
11. Tilaa laitteet hyvissä ajoin, koska toimitusajat voivat olla todella pitkiäkin.
12. Varaa putkimies ja sähkömies hyvissä ajoin.
13. Rakenna tarvittavat rakennukset. Voit hakea ensimmäistä investointiavustuksen erää, kun rakennustarkastaja on hyväksynyt hankkeen valmiusasteeksi vähintään 20 prosenttia. Maksatusta voidaan hakea

enintään viidessä erässä. Maksatushakemus ja tarkastuspöytäkirja on joka kerta toimitettava TE-keskukseen.

14. Asenna laitteet putkimiehen ja sähkömiehen avustuksella. Tehkää myös yhdessä koekäyttö. Käyttöönotto-opastus kuuluu yleensä laitteiston toimittajalle.
15. Kun rakennustarkastaja on hyväksynyt hankkeen täysin valmiiksi, hae viimeistä maksatusta. Viimeisenkin erän on oltava vähintään 20 prosenttia. Nyt voit nauttia bioenergian lämmöstä talven pakkasilla lämpöisessä tuvassa.