



## **HAKELÄMMITYSJÄRJESTELMÄ ALAKOSKEN TILALLE**

**Opinnäytetyö**

**Jussi Pietikäinen  
Timo Ruuskanen**

**Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma**

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ \_\_\_\_\_

Koulutusala: Luonnonvara-ala	
Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	Suuntautumisvaihtoehto:
Työntekijä/tekijät: Jussi Pietikäinen ja Timo Ruuskanen	
Työn nimi: Hakelämmitysjärjestelmä Alakosken tilalle	
Päiväys: 24.04.2008	Sivumäärä/liitteet: 43+8
Ohjaaja/ohjaajat: Olli Kangas, Timo Hartikainen ja Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja: Alakosken tila / Jussi Pietikäinen	
<b>Tiivistelmä:</b> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja tutkia, millainen lämmitysjärjestelmä sopisi parhaiten Jussi Pietikäisen omistamalle Alakosken tilalle. Opinnäytetyössä kerrotaan tietoja nykyisestä lämmitysjärjestelmästä sekä vertaillaan eri lämmityspolttoaineita.</p> <p>Tilan asuinrakennuksessa on pieni hakepoltin, joka tuottaa välillä pölyä ja savua asuintiloihin. Tuotantorakennuksessa on öljypoltin, jonka rinnalle on lisätty sähkövaraaja. Öljyllä lämmittäminen tuotantorakennuksessa tuottaa paljon kustannuksia. Näistä johtuen tilalle halutaan yksi päälämmitysjärjestelmä, joka lämmittäisi kaikki tarvittavat rakennukset ja käyttövedet.</p> <p>Lämmitysjärjestelmän vaihtoehtoiksi rajasimme rakennettavan lämmityskeskuksen ja tehdasvalmisteisen lämmityskontin. Polttoaineiksi rajasimme kaikki ne, jotka toimisivat lämpökeskuksessa. Vertailupohjana työssä ovat myös öljyn ja sähkön hinnat.</p> <p>Opinnäytetyössä verrataan eri polttoaineiden ominaisuuksia ja lämpökeskuksia. Ennen lämmitysjärjestelmän valintaa työssä on selvitetty paloturvallisuusmääräykset, sammutuslaitteet ja turvajärjestelmät. Lämmitysjärjestelmän mitoituksessa on laskettu lämmitettävien rakennusten ilmakuutiot ja lämpimänveden kulutus. Laskelmiin huomioitiin myös mahdollinen tuotantorakennuksen laajennus. Työssä on selvitetty myös polttoaineiden ja lämpökeskusten hinnat, jotka sopivat Alakosken tilalle.</p> <p>Opinnäytetyön pohjalta Alakosken tilalle sopivin polttoaine olisi kuori tai hake riippuen saataavuudesta. Lämpökeskukseksi sopivin olisi kiinteä rakennettava lämpökeskus.</p>	
Avainsanat: Lämmitysjärjestelmä, hakelämmitys, polttoaine, hintavertailu	
Luottamuksellisuus:	

Field of study: Natural Resources and The Environment	
Degree Programme: Agriculture and Rural Industries	Option:
Author(s): Jussi Pietikäinen and Timo Ruuskanen	
Title of Thesis: Woodchip heating system for Alakoski farm	
Date: 24.04.2008	Pages/appendices: 43+8
Supervisor(s): Olli Kangas, Timo Hartikainen ja Pirjo Suhonen	
Project/Partners: Alakoski farm / Jussi Pietikäinen	
Abstract: <p>The purpose of this Thesis was to plan and examine, what kind of heating system would be the best Jussi Pietikäinen´s farm. This Thesis gives information about the current heating system on the farm and compares different heating fuels.</p> <p>In the residential building there is a small woodchip burner which produces dust and smoke into the living quarters. In the production building there is an oil burner, which also includes an accumulator. Heating with oil is expensive and that is why only one main heating system is wanted on the farm. This system would heat all the buildings and the service water.</p> <p>As alternatives for heating systems we delimited a woodchip warming centre and a manufactured warming booth. As fuels we delimited all of them which would be suitable for the heating centre. The price of oil and electricity were also used as a comparison base in this work.</p> <p>In this Thesis are compared the qualities of different fuels and heating centres. Before choosing the heating centre, fire safety regulations, fire fighting equipments and safety systems were sorted out. In measuring the heating system, we have calculated the air cubic and the consumption of warm water. We also took into consideration the possibility of expanding of the production buildings. In the Thesis we have also found out the prices of fuels and heating centres suitable for the Alakoski farm.</p> <p>As a conclusion based on this Thesis, the most suitable fuel for farm Alakoski would be bark or woodchip depending on the availability. As for the heating centre, a solid built centre would be the best alternative.</p>	
Keywords: Heating system, woodchip heating, fuel, price comparison	
Confidentiality:	

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	5
2 LÄMMITYSKOHTTEEN MITOITUS.....	8
2.1 Asuinrakennus.....	9
2.2 Konehalli/korjaamo.....	9
2.3 Tuotantorakennus.....	10
2.4 Lämmitettävät tilat kokonaisuudessa.....	10
2.5 Tehontarve lämmityskohteissa.....	10
2.6 Polttoaineiden kulutus.....	11
2.7 Polttoaineiden kulutus tilalla.....	11
3 POLTTOAINEET JA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	13
3.1 Lämpökeskusten polttoaineet.....	13
3.1.2 Hake.....	13
3.1.3 Palaturve.....	14
3.1.4 Puupelletti.....	14
3.1.5 Vilja.....	15
3.2 Lämpökeskuksen toimintaperiaate.....	16
3.3 Tehdasvalmisteinen lämpökeskus.....	20
3.4 Yleisimmät käytössä olevat lämmityskattilat.....	21
3.4.1 Yläpalokattila.....	22
3.4.2 Alapalokattila.....	22
3.4.3 Käänteispalokattila.....	23
3.4.4 Stokerikattila.....	24
3.5 Stokeripolttimet.....	24
3.6 Pellettipoltin.....	25
4 LÄMPÖKESKUKSEN SUUNNITTELU.....	26
4.1 Lämpökeskuksen paloturvallisuus.....	27
4.1.1 Lämpökeskus rakennuksessa.....	28
4.1.2 Kattilahuone ja polttoainevarasto.....	28
4.1.3 Savuhormi ja nuohous.....	29
4.2 Sammutuslaitteet ja turvajärjestelmät.....	30
4.2.1 Vesisammutusjärjestelmä.....	31
4.2.2 Sulkusyötin.....	32
4.2.3 Pudotuskuilu ja kaksi ruuvikuljetinta sekä vesilukko.....	32
4.2.4 Syöttösiilo.....	33
5 KUSTANNUKSET.....	34
5.1 Muuttuvat kustannukset.....	34
5.2 Tehdasvalmisteinen lämpökotien tarjoukset.....	35
5.3 Hakekeskuksen tarjous.....	36
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA OPINNÄYTETYÖN PROSESSISTA.....	38
LÄHTEET.....	41



## 1 JOHDANTO

Suomessa on tällä hetkellä erilaisia lämmitysjärjestelmiä. Lämmitysjärjestelmien toimivuus ja luotettavuus ovat tärkeitä, koska otettaessa huomioon Suomen ilmasto-olosuhteet, rakennukset tarvitsevat lämmitystä vuoden aikana. Lämpöä tarvitaan asuinrakennuksissa, teollisuuslaitoksissa, tuotantorakennuksissa ja muissa vastaavissa kohteissa.

Suomessa on yleisempänä lämmitysmuotona kaukolämmitys, jonka osuus on noin 50 %. Kaukolämmön ulkopuolella olevissa lämmitysjärjestelmissä yleisimpiä ovat polttoöljy 19 %, sähkölämmitys 15 %, puulämmitys 13 % ja raskaspolttoöljy noin 2 %. Tulevaisuudessa puuperäisten polttoaineiden osuus kasvaa kaukolämmön tuotannossa. Maassamme käytetään vuosittain runsas 80 TWh (katso liite 4) puuenergiaa lämmön- ja sähköntuotantoon. Suomessa metsät tarjoavat puuenergiavaroja yhteiskunnan käyttöön. Puupolttoaineisiin voidaan luokitella mm. metsähakkeet, pilke, pelletit, priketit, kuori, puru sekä puutähteet. (Kuitto 2003, 16 - 17.)

Hakkeen ja pelletin poltto on yleistynyt maataloilla, joissa lämmitykseen käytetty energiatarpeen määrä on suuri ja se on koko ajan kasvamassa. Tämä johtuu osaksi yksittäisten maatilojen suurenemisestä. Maatiloille on näin ollen rakennettu suuria lämpökeskuksia.

Valittaessa lämmitysjärjestelmää maatilalle on huomioitava muutamia yleisiä asioita: lämmitettävien rakennusten määrä, pinta-ala, kuutiotilavuus, lämmitysjärjestelmän helppous, toimintavarmuus, turvallisuus, laitteistojen hankinta, käyttökustannukset sekä polttoaineen hinta ja saatavuus. Jos lämmitysjärjestelmä ohjataan esimerkiksi vain asuinrakennukseen, ei yksittäinen hake tai pellettilämmityskeskus ole välttämättä kustannuksiltaan järkevää, vaan tällöin kannattaa miettiä sähköä, maalämpöä, pellettiä tai öljyä. Jos tilalla ei ole kunnossa olevaa lämmitysjärjestelmää ja varsinkin maataloilla, joissa lämmitystä vaativia rakennuksia on useita (asuinrakennus, tuotantorakennus, lämminhalli) ja lämmintä käyttöväettä tarvitaan paljon, ollaan sen kokoisessa mittaluokassa, että on järkevää harkita lämmityskeskusta. Kun tilalle ollaan suunnittelemassa lämmityskeskusta, lämmitysjärjestelmän olisi hyvä olla käytössä kokoajan. Mikäli

lämmitystä tarvitaan vain asuinrakennukseen, niin kesällä ongelmaksi saattaa muodostua liian vähäinen tarve, tällöin keskus joudutaan välillä sulkemaan. Siksi asuinrakennukseen suositellaan sähköä, öljyä, maalämpöä tai pellettiä. Lämmityskeskuksen pyrkimys on tuottaa lämpöenergiaa useaan paikkaan, tällöin säästetään esimerkiksi laitehankinnoissa, polttoainevarastointitiloissa sekä lämmitystyöhön sisältyvää ihmistyön määrää. Lämmityskeskus sijoitetaan eniten lämmitysenergiaa tarvitsevan rakennuksen lähelle, jotta lämpökanaaleissa lämmön hyötysuhde pysyisi mahdollisimman suurena (Kuitto 2003, 15- 17.)

Suunnittelun jälkeen on mitoitettava tilan lämmitystarpeet, jotta tiedetään lämmitysjärjestelmän koko. Tilalta on mitoitettava kaikki lämmitystä tarvitsevat kohteet, joita tässä tapauksessa on asuinrakennus, tuotantorakennus ja korjaamotila. Mitoituksella saadaan selville myös polttoaineiden kulutus tilalla ja tällöin voidaan verrata eri polttoaineiden hintoja. Lopuksi työssä on tarkoitus laskea kustannukset lämmitysjärjestelmälle. Vertaamme näitä kustannuksia keskenään ja valitsemme sitten Alakoskentalle sopivan lämmitysjärjestelmän. Kustannukset saadaan kysymällä tarjouksia liikkeistä, jotka myyvät lämmitysjärjestelmiä.

Työn ensisijainen tavoite on löytää Alakosken tilalle oikea lämmitysjärjestelmä. Oikea lämmitysjärjestelmän tulisi sopia tilalle koon, tehon sekä hinnan puolesta. Lämmitysjärjestelmän tulisi myös olla yksinkertainen, vähän omaa työaika vievä ja kestävä, jotta se toimisi vielä 20 vuoden päästäkin. Lämmitysjärjestelmän tulisi lämmittää asuinrakennus, tuotantorakennuksen käyttövesi ja lämpötalli. Aiomme käyttää opinäytetyön tekemiseen materiaalia mm. eri lämmitysjärjestelmien myyjiltä ja henkilöiltä, joilla on jo olemassa lämpökeskus, sekä alan tutkimuskirjallisuudesta ja alan lehdistä.

Opinnäytetyössä selvitämme polttoaineita, joita voidaan polttaa maatalouden lämpökeskuksissa. Vertailemme polttoaineiden hintoja, lämpöarvoja, ulkoisia ominaisuuksia ja hyötyjä sekä ongelmia. Näitä ominaisuuksia vertaamalla valitsemme tilalle sopivimman polttoaineen. Polttoaineen valitsemisen jälkeen valitsemme vertailun perusteella oikeanlaisen lämpökeskuksen. Selvitämme maatilakokoluokan lämpökeskusten toimintaperiaatteet, jotka sopisivat juuri Alakosken tilalle. Tämän jälkeen selvitämme yleisimpien lämmityskattiloisen toiminnat ja niiden soveltuvuuden lämpökeskuksiin.

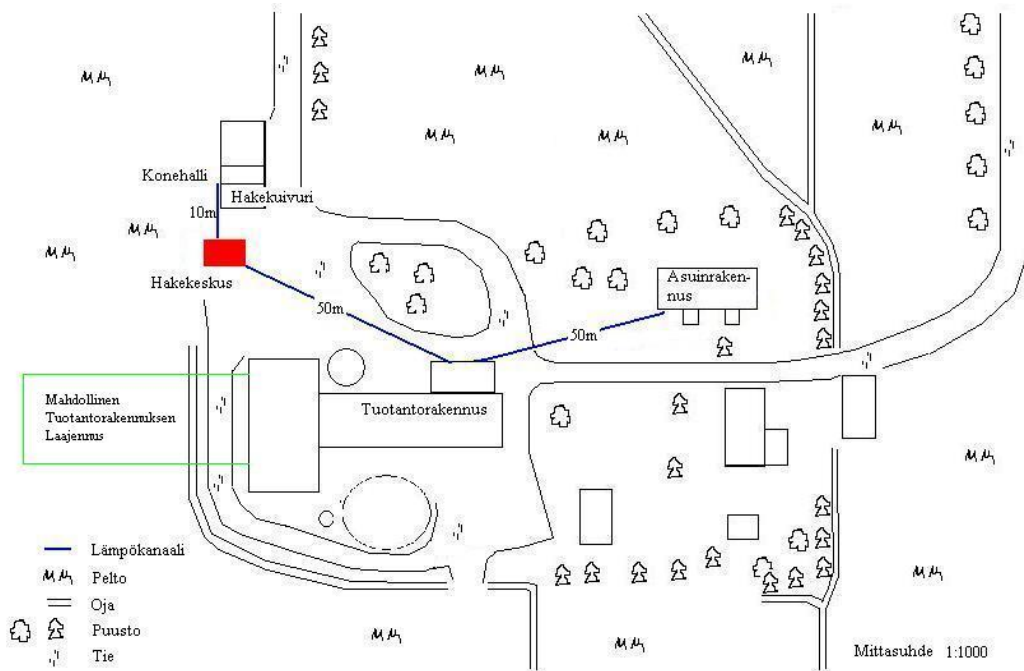
Näitä pohtimalla pääsemme suunnittelemaan Alakosken tilalle sopivaa lämpökeskusta. Lämpökeskuksen suunnittelussa on erityisen tärkeää selvittää paloturvallisuusasiat, tällöin tiedämme millaiset paloturvallisuuslaitteet lämpökeskus vaatii. Pakolliset paloturvallisuuslaitteet määräytyvät poltettavan polttoaineen mukaan. Suunnittelussa on huomioitava myös, millainen varasto polttoaineelle pitää hankkia.



## 2 LÄMMITYSKOHTTEEN MITOITUS

Lämmityskohteen mitoitukseen tarvitsemme tilalta tietoja mm. asuintalon ilmakuumiötiömäärät, asukasluku, konehallin/korjaamon tilavuus, navetan sosiaalitilojen ja maittohuoneen tilavuus, eläinten lukumäärä, lämpökanaalien pituudet sekä rakennuspaikan sijainti Alakosken tilalla. Kattilan mitoitukseen tarvitaan kaikki edellä mainitut asiat, jotta saadaan toimiva ja kustannuksiltaan hyvä kokonaisuus. Kattilan oikea koko saadaan selville Keski-Suomen Metsäkeskuksen Veli-Pekka Kauppisen laskuohjelmalla, johon syötetään lämmityskohteiden tiedot, kuten rakennusten tilaavuudet ja lämpimänveden kulutukset. Ohjelmaa ei ole saatavissa yksityiskäyttöön, vaan se on tehty ammattilaisia varten, jotta he pystyvät tekemään laskelmia ja tarjouksia lämmitysjärjestelmistä. Ohjelma erittelee tehontarpeen kilowatteina eri lämmityskohteille, josta pystytään laskemaan polttoaineen kulutus vuotta kohti. Kun ohjelmaan on syötetty lämmityskohteiden tiedot ja eri polttoaineiden lämpöarvot, niin voidaan vertailla eri polttoaineiden kulutusta vuotta kohti. Eri polttoaineita on mm. hake, pelletti ja vilja.

Välimatkat eri rakennuksiin tulee miettiä tarkasti, että ne sijaitsivat mahdollisemman keskeisesti lämpökeskukseen nähden. Kanaalien pituudet ovat ratkaisevassa asemassa, koska niistä muodostuu keskeinen kustannustekijä, joten on mieltävä myös etukäteen, onko tulevaisuudessa tulossa uusia rakennuksia, joissa vaaditaan lämpöä jossakin tietyssä muodossa.



KUVIO 17. Asemapiirros Alakosken tilalta (Jussi Pietikäinen 2008)

## 2.1 Asuinrakennus

Asuinrakennus on rakennettu vuonna 1960, mutta vuonna 1990 tehtiin laajennus ja samalla peruskorjaus, jossa vaihdettiin mm. vesikiertolämpöpattereiden putkistot ja lämmitysjärjestelmä. Aikaisemmin asuinrakennusta lämmitettiin klapeilla, mutta laajennuksen yhteydessä rakennettiin pieni hakelämmitysjärjestelmä. Kattilankoko on tällä hetkellä 30 kilowattia ja hakestokerin koko on noin 400 litraa. Stokeri täytetään sekä aamulla että illalla saavilla, mikä on vaivalloista ja pölyistä työtä. Asuinrakennuksessa on kaksi kerrosta sekä kellarikerros, jossa sijaitsee kattilahuone ja pieni 10 kuution hakevarasto. Lämmitettäviä ilmakeuitioita on 680 kuutiota (Pietikäinen 2007.)

## 2.2 Konehalli/korjaamo

Konehallissa on lämmitettäviä ilmakeuitioita 250 kuutiota, johon olisi tarkoitus asentaa seinälle lämpöpatterit, jolloin korjaamotilasta tulisi lämmintila. Korjaamo on muutoin lämpöeristetty, mutta jatkuvaa lämpöä talvisin sinne ei ole järjestetty muutoin, kun lämpöpuhaltimella joka toimii sähköllä. (Pietikäinen 2007.)

### 2.3 Tuotantorakennus

Tuotantorakennus on yksirivinen lämminpihatto, joka on rakennettu vuonna 1991. Eläinpaikkoja pihatossa on 36, nuorkarjapaikkoja on saman verran. Kun otetaan tulevaisuuden tuotantorakennuksen laajennus huomioon, eläinmäärä kasvaa 140 kappaaleeseen, josta lehmiä olisi 70. Lehmien juomavesi lämmitetään noin 10 asteen lämpöiseksi ja lypsyasemalla käytetään lämmintä vettä utareiden pesuun. Lämmintä vettä kuuluu myös lypsykoneen, putkistojen ja tankin pesuun. Sosiaalituloja ja lypsyasemanonttua ei ole lämmitetty, mutta valmiudet lämmitykseen on. Sosiaalitalan ja maitohuoneen ilmatilavuus on noin 200 kuutiota. Lämminvesi on lämmitetty öljyllä, jonka rinnalle on liitetty pieni sähkövaraaja, jotta lämmitä vettä riittäisi. (Pietikäinen 2007.)

### 2.4 Lämmitettävät tilat kokonaisuudessa

Lämmitettäviä ilmakeutioita yhteensä on 1080 kuutiota (asuinrakennus 680 m<sup>3</sup>, konehalli/korjaamo 250 m<sup>3</sup> ja navetan sosiaalitalat ja maitohuone 200 m<sup>3</sup>). Lämpimänveden kulutus tuotantorakennuksessa: lämmin juomavesi 140 eläintä ja lämmin pesuvesi 70 eläintä. (Pietikäinen 2007.)

### 2.5 Tehontarve lämmityskohteissa

Asuinrakennuksessa tarvitaan energiaa käyttöveden lämmitykseen ja itse rakennuksen lämmittämiseen. Asuinrakennuksen tilavuuden ollessa 680 kuutiota yhden kuution lämmittämiseen tarvitaan 30 wattia, joten tehon tarve on 20,4 kW/h. Konehalli/korjaamotilassa on tilaa 250 kuutiota ja yhden kuution lämmittämiseen tarvitaan 20 wattia, joten korjaamotilan tehontarve on 5,0 kW/h.

Tuotantorakennuksen sosiaalitalan ja maitohuoneen ilmakeutioita on 200 kuutiota ja yhden ilmakeution lämmittämiseen tarvitaan 20 wattia, näin ollen teho tarve on 4,0 kilowattia. Kuution juomaveden lämmittämiseen tarvitaan 80 wattia ja kun eläimiä on 140 kappaletta, tehon tarve juomaveden lämmittämiseen 11,2 kW/h. Lypsyasemalla lämpimän pesueden lämmittämiseen tarvitaan 150 wattia kuutiota kohden ja lehmien eläinmäärän ollessa 70 tehontarve on 10,5 kW/h. Lämpimän käyttöveden lämmitystarve lasketaan 20 %:n mukaan, kun tilassa on yksi suihku. Kuution lämmittämiseen

tarvitaan 30 kW, joten tehotarpeeksi tulee yhteensä 6 kW/h. Lämpökanaalin yhteyspituus on 110 metriä ja lämmön hävikki kanaalissa on 20 wattia kuutiota kohden. Joten tehontarve lämpöhävikkiin on 2,2 kW/h.

Yhteensä lämpökohteiden tehotarpeet ovat 59,3 kW, joten 60 kilowatin kattila jäisi pieneksi, mikäli tilalle tehdään vielä tulevaisuudessa lämmitystä tarvitseva rakennus. 80 kilowatin kattila olisi sopivan kokoinen tehontarvetta katsoen. 100 kilowatin kattila menisi jo liian suureksi, koska kesäkäytössä kattilan suuresta koosta johtuen voisi tulla ongelmia liian pienen lämmöntarpeen vuoksi. (Mykkänen 2007.)

## 2.6 Polttoaineiden kulutus

Laskelmissa käytämme hakkeen, pelletin, turpeen ja viljan hintoja ja kulutusmääriä vuotta kohden, jotta saisimme selville, mikä on edullisin polttoaine Alakosken tilalle. Vertailemme esimerkiksi, kuinka paljon saadaan lämpöenergiaa eri polttoaineilla ja kuinka paljon tulee kustannuksia erilaisilla lämmitysaineilla ja kuinka paljon ne maksavat valmiiksi tilalle ostettuna. Viljaa ei esimerkiksi pysty tässä tapauksessa hyödyntämään omista pelloista, koska tilan pellot on suunnattu pelkästään eläinten rehuksi. Hake ja kuori, joita myydään sahoilla, on myös helposti ostettavissa, joten jos omassa metsässä ei ole polttoainetta tarpeeksi, on sitä siis helposti saatavissa esimerkiksi Haapajärven Hasalta. Turvetta on myös mahdollista ostaa turveyrittäjiltä tai Vapolta. Hinta on oikeastaan suurin tekijä mihin lämmitysjärjestelmään suuntaudutaan, koska lämmityksessä käytettävän polttoaineen hinta on ratkaiseva tekijä tulevaisuudessa. (Pietikäinen 2007.)

## 2.7 Polttoaineiden kulutus tilalla

Asuinrakennuksen ja käyttöveden lämmittämiseen haketta kuluisi vuoteen 62 kuutiota, kun hakkeen kosteus on 30 prosenttia ja hakkeen lämpöarvo 0,81 MWh kuutiota kohden. Pelletin kulutus olisi 10 tonnia vuoteen, pelletin lämpöarvon ollessa 4,8 MWh tonnia kohden. Viljaa kuluisi lämmittämiseen 12 tonnia viljan painon ollessa 500 kiloa kuutiolta ja viljan lämpöarvon ollessa 4,0 MWh tonnia kohden. Konehallin lämmittämiseen kuluu haketta 11 kuutiota samoilla hakkeen kosteudella ja lämpöarvolla kuin

asuinrakennuksessakin. Pellettiä lämmittämiseen kuluisi 2000 kg ja viljaa 2000 kg. Tuotantorakennuksen sosiaali-tilojen ja maito- huoneen lämmittämiseen sekä juoma ja pesuveden lämmittämiseen kuluu 117 kuutiota haketta, pellettiä 20 tonnia ja viljaa 22 tonnia vuotta kohden.

Lämpökanaalin lämmönhukkaan kuluu haketta vuoteen 29 kuutiota, pellettiä 5 tonnia ja viljaa 6 tonnia. Lämmityskohteet kuluttavat haketta yhteensä 234 kuutiota vuotta kohden, pellettiä 38 tonnia tai 56 kuutiota, viljaa 45 tonnia tai 90 kuutiota (Mykkänen 2007.)

### 3 POLTTOAINEET JA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Puuta käytetään energiantuotannossa, josta saadaan lämpöä ja sähköä. Puuta voidaan hyödyntää taloista suuriin lämpö/sähkö voimaloihin. Laitteet määräytyvät tarvittavan energian mukaan takoista automaattisiin syöttölaitteisiin.

#### 3.1 Lämpökeskusten polttoaineet

Lämpökeskuksessa käytetään yleisesti haketta, joka on edullinen ja hyvä peruspolttoaine. Keskuksessa voidaan polttaa myös ostettavia polttoaineita mm. pellettejä, brikettejä ja palaturvetta. Nykyään myös peltoenergian tuottaminen ja sen käyttö lämpökeskuksissa tulee kasvamaan maataloilla. (Lappi 2006, 79.)

##### 3.1.2 Hake

Haketta voidaan tehdä mm. hakkuutähteistä, kannoista, risukoista, kierrätyspuusta ja ns. myytäväksi kelpaamattomista rangoista. Maataloilla käytettävän hakkeen kosteuden tulee olla alle 30 prosenttia. Mikäli hake on tätä kosteampaa, sitä kuluu enemmän ja palaminen on hitaampaa sekä hyötysuhde heikkenee. Haketta voidaan tehdä maataloilla erillisillä hakkureilla tai urakoitsijalla. Hakkeen suurimmat ongelmat ovat sen laadussa: liian suuri palakoko, tikkuisuus tai kosteus. (Lappi 2006, 80.) Hakkeen kosteuden ollessa 30 % sen lämpöarvo on  $0,81 \text{ MWh/m}^3$ . (Mykkänen 2007).

Hake valmistetaan hakkureilla, jotka jaotellaan toimintaperiaatteidensa mukaan rumpu-, laikka- ja ruuvihakkureihin. Kun halutaan tasalaatuista haketta kokopuusta ja karstusta puusta, parhaiten haketukseen sopii ruuvi- ja laikkahakkurit. Mikäli raaka-aineessa on epäpuhtauksia, on rumpuhakkuri hyvä vaihtoehto, koska ne eivät ole niin herkkiä rikkoontumaan. Käyttövoimansa hakkurit saavat traktorin tai kuorma-auton moottorilta, mutta suurimmat hakkurit ovat yleensä varustettu omalla moottorilla. Näissä hakkureissa on tavallisesti mm. automaattinen syöttöjärjestelmä, joka pysäyttää syötön automaattisesti hakkurin kierrosluvun laskiessa. Näin hakkuri ei pääse tukehtumaan, eivät voimansiirtoakselit ja laakerit rasitu liikaa. (Sauranen. 2003, 70 – 71.)



KUVIO 1. Tasalaatuista haketta (Pietikäinen 2007)

### 3.1.3 Palaturve

Hakejärjestelmissä pystyy polttamaan myös palaturvetta, mutta tällöin palopäässä on oltava liikkuvat arinat, jotka puhdistavat palopään. Palaturvetta poltettaessa syntyy tuhkaa suuri määrä, minkä seurauksena liikkuvat arinat ovat tarpeellisia. (Lappi. 2006. 80) Turpeen lämpöarvo on  $1,2 \text{ MWh/m}^3$  kosteuden ollessa 30 % (Mykkänen 2007).

### 3.1.4 Puupelletti

Useimmissa hakekattiloissa ja syöttimissä voidaan käyttää myös puupellettejä polttoaineena. Puupellettiä voidaan käyttää mm. lisäpolttoaineena. Näin saadaan kolminkertainen teho hakkeeseen verrattuna, koska pelletti vie vähemmän tilaa ja sen lämpöarvo on suurempi. Puupellettiä valmistetaan puunjalostusteollisuuden puhtaista sivutuotteista mm. sahanpuruista, kutterinlastuista ja puunkuoresta. (Lappi 2006, 80.) Teollisesti tehdyn pelletin lämpöarvo on  $4,8 \text{ MWh/m}^3$ . (Mykkänen 2007).

Pelletti valmistetaan teollisesti koneella ja pelletöintivaiheeseen kuuluu: pelletin puristus matriisissa, jäähdytys, pelletin seulonta ja materiaalin takaisin kierrätys. Pellettiä varastoidaan suuriin tehdassiiloihin, jotta asiakkaille olisi aina saatavissa valmiita pellettejä. Keskimäärin pelletin lämpöarvo on  $4,8 \text{ kWh/kg}$ , eli pellettikilo vastaa lämpöarvoltaan melkein puolta litraa kevyttä polttoainetta. Pelletit ovat tiivistä polttoainetta ja näin ollen se viekin neljä kertaa vähemmän varastointitilaa kuin hake. Pellettitonin valmistamiseen käytetään noin 7,5- 10 irtokuutiota kutterinlastua. Pelletit toimitetaan

500 kg suursäkeissä tai irtotavarana esimerkiksi puhallusautolla. Puupelletit puhalletaan tiiviisiin siiloihin, joista ne kulkeutuvat polttimelle ruuvia pitkin (Nalkki 2003, 84- 87.)

### 3.1.5 Vilja

Viljaa on mahdollista polttaa energiaksi. Lämpöarvoltaan vilja on täysin kilpailukykyinen, koska sen tuottama energia on edullisempaa kuin esimerkiksi öljyllä tuotettu ja sen lämpöarvo on likimain sama kuin pelletillä. Viljaa on helposti saatavissa maataloille jo pelkästään omista peltovarannoista, jos peltoa on ylimääräistä tai viljaa ei käytetä eläinten rehuksi. Vilja tuottaa kuitenkin lisätyötä kattilan puhdistamisessa, koska tuhkaa syntyy kymmenen kertaa enemmän, verrattuna hakkeeseen. Tuhka voi sitraantua eli kovettua kattilan pinnoille, mikä tuottaa lisää työtä. Etenkin ohran poltossa on ongelmana tuhkan sulaminen. Sulaneesta tuhkasta syntyy kuonakakkuja, jotka voivat häiritä palamista. Viljaa poltettaessa on laitteistossa oltava liikkuva arina, jonka tehtävänä on liikuttaa palaneen polttoaineen tuhka eteenpäin, jotta palamisalue pysyy puhtaana ja polttoon ei synny ongelmia. Tuhkan poistamiseksi on suositeltavaa, että laitteistossa on erillinen automaattinen tuhkaruuvi. Tuhkaruuvin tehtävä on kuljettaa tuhka pois kattilan tuhkaosasta erilliseen tuhkasäiliöön. Näin kattilaa ei tarvitse puhdistaa tuhkasta niin usein. Viljan poltosta voi syntyä myös erilaisia happoja, jotka voivat syövyttää kattilaa (Lappi 2006, 81; Luoma 2007.)

Keskimäärin jyväkiloissa on energiaa 4,0 kWh, mutta energia-arvo määräytyy pitkälti viljanlaadusta. Esimerkiksi pienijyväinen jätevilja ei ole niin energiapitoista, kuin syötettävä rehuvilja. Mikäli viljaa poltetaan sellaisena hakkeen kanssa, jossa on huomattavan paljon ruumenia tai olkijätettä seassa, on huomioitava ettei polttoaineet pääse lajittumaan. Seurauksena voi olla laitteiston tukkeutuminen eli toimintahäiriö. Häiriö tulee, kun polttimeen kulkeutuu välillä enemmän haketta ja välillä enemmän viljajätettä. Olkijäte voi tukkia myös kuljetinruuvien, ettei polttoaine pääse kulkeutumaan ruuville ja seurauksena voi olla takapalo tai tulen sammuminen. Viljajätettä poltettaessa hakkeen joukossa on huomioitava, että polttoaineet ovat hyvin sekaisin keskenään ja polttimen säädöt ovat oikeat. (Kikkari 2006, 54.)



### 3.2 Lämpökeskuksen toimintaperiaate

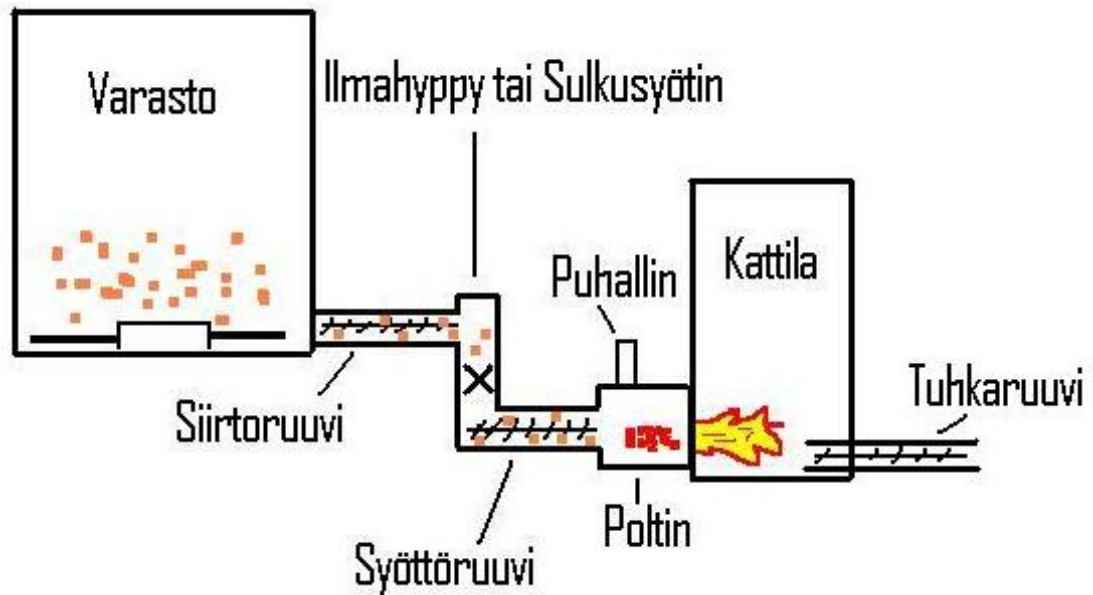
Lämpökeskuksen tarkoitus on tuottaa lämpöenergiaa maatilan eri rakennuksille. Lämpöä voidaan tuottaa esimerkiksi asuinrakennukseen, navetan käyttöveden sekä mahdollisesti juomaveden lämmitykseen. Lämmityskohteina lisäksi voivat olla maatilavarastot, autotalli, tuotantorakennuksen sosiaalitilat, yms. Yleensä maatilalla ei välttämättä ole näitä kaikkia kohteita käytössä, mutta joka tapauksessa kyseessä on suuri lämpöenergiantarve. Eri lämmityskohteiden lämmittäminen esimerkiksi klapeilla vaatisi paljon ihmistyövoimaa, lämmityksen seuraamista, aikaa ja itse klapeja. Kuten edellä mainittiin, on eri lämpökohteiden lämmittäminen klapeilla työlästä ja paljolti käsityötä. (Kaurala 2000, 1 - 3.)



KUVIO 2. Hakkeella toimiva lämpökeskus (Pietikäinen 2007)

Lämmitystyötä helpottamaan on jo pidemmänaikaa kehitetty erilaisia lämmitysjärjestelmiä, joista yksi on automaattiset hakelämmitysjärjestelmät. Puu, jota hakesyöttömessä käytetään, täytyy ensin pienentää siihen tarkoitettun hakkurin avulla puulastuiksi. Niiden koko vaihtelee, mutta yleisesti käytetään noin kuuden neliösenttimetrin kokoista lastua. Sopivan kokoinen, tasalaatuinen ja puhdas hake voidaan syöttää koneellisesti pieniä annoksina hakekattilan yhteydessä olevaan polttimeen. Palamiseen tarvi-

taan ilmaa, jota puhalletaan hakkeen sekaan, tällöin se palaa polttimessa tasaisella liekillä. Yleensä hakesyöttimillä voidaan polttaa myös muuta energiaksi kelpaavaa, kuten puupellettejä, turveprikettejä ja palaturvetta. (Kaurala 2000, 1- 3.)



KUVIO 3. Hakkeen kulkeutuminen varastosta polttimelle (Pietikäinen 2008)

Hakesyöttimet ohjataan yleensä sähköisesti. Ohjauskeskustyyppi on toteutettu releillä, jonka tehtävänä on kytkeä sähkövirta syöttöruuveille. Syöttimen kytkeminen tapahtuu yleensä ajastetusti. Aika releissä on normaalisti kaksi asetusta: 1) aika jonka sähkö on kytkettynä 2) aika, jonka virtapiiri on auki. Sähkö kytketään yleensä siten, että virtapiiri on auki kymmenen sekuntia minuutin aikana. Hakekattilaan tarvitaan myös kattilatermostaatti, jonka tehtävänä on seurata kattilanlämpötilaa. Termostaatti kytkee virran lämpötilan laskiessa kattilassa sille rajoitetun raja-arvon alle ja katkaisee virran, kun oikea lämpötila on saavutettu (Kaurala 2000, 1- 3.)



KUVIO 4. Hakekeskuksen ohjauskaappi (Pietikäinen 2007)

Lämmitysjärjestelmä vaatii liekkivahdin, jonka tehtävänä on valvoa, että ns. polttoainetta ei mene uuniin silloin, kun siellä ei ole tulta. Liekkivahti on perusolemukseltaan yksikertainen, jonka tehtävänä on mitata savukaasujen lämpötilaa anturin avulla. Liekkivahti ja kattilan termostaatti ovat kytkettyinä toisiinsa, jolloin kattilan termostaatin kytkiessä virran ja hakkeenpolton alkamisen aikarele mittaa aikaa, jonka aikana savukaasujen lämpötilan täytyy nousta tietyn oletusrajan yli. Jos lämpötila ei nouse, savukaasuanturi katkaisee laitteistolta virran aikareleen avulla. Ohjauskeskuksessa on yleensä merkkivalo, joka hälyttää mahdollisen häiriön tapahtuessa. Liekkivahti on tärkeässä asemassa, koska jos sitä ei olisi, hakesyötin työntäisi polttoainetta jatkuvalla syötöllä niin kauan, kunnes varasto tyhjenisi. (Kaurala 2000, 1- 3.)

Puuhake ja muut poltettavat energiat tarvitsevat palaessaan ilmaa. Ilmaa puhalletaan erillisellä puhaltimella, joka puhaltaa aina silloin kun järjestelmä nostaa lämpötilaa. puhallin pysähtyy kun kattilatermostaatti saavuttaa oikean lämpötilan. Kun syötin työntää kattilaan polttoainetta ja samalla puhallin puhaltaa ilmaa, palopesässä palaa polttoliekki. Järjestelmä siirtyy lepotilaan, kun oletusasentoon säädetty lämpötila saavutetaan. Tällöin polttoaineen syöttö hidastuu ja puhallin pysähtyy kokonaan.

Syötin ei lakkaa pyörimästä kokonaan, vaan se siirtää polttoainetta polttimelle pieninä sykäyksinä, jolloin tätä tilannetta kutsutaan ylläpitoliekiä. Ylläpitoliekin aikana tuli palaa kytemällä ja määrääjain järjestelmä syöttää polttoainetta hiillokselle, jottei tuli sammuisi. Ylläpitotulen ansiosta lämmitysjärjestelmä ei ole koskaan täysin sammukissa. Ylläpitotuli on yksinkertaisempi ja helpompi ratkaista kuin tehtäisiin järjestelmä, joka sytyttäisi tulen tarvittaessa kattilaan (Kaurala 2000, 1- 3.)



KUVIO 5. Hakkeen polttoprosessi käynnissä (Pietikäinen 2007)

Järjestelmään voidaan asentaa myös tuhkanpoistoautomaatiikka, jota tarvitaan silloin, kun poltetaan sellaista polttoainetta, joka tuottaa paljon tuhkaa, kuten palaturve. Tuhka voidaan poistaa kattilan pohjalle asennettuna spiraali- tai ruuvikuljettimella. Tuhkanpoiston ohjaukseen riittää yleensä yksi aikarele, jonka pyörittää poistoruuvia esimerkiksi 10 sekuntia tunnin aikana. (Kaurala 2000, 1 - 3.)

Paloturvallisuutta ohjaa ohjauskeskus, mutta jossain järjestelmissä polttoaineen kuljetus on toteutettu kahdella ruuvikuljettimella, joiden välissä on erillinen ilmahyppy, jolla pystytään varmistamaan, ettei tuli pääse siirtymään kuljettimesta erilliseen varastosiiloon. Paloturvallisuutta on tehostettu lisäämällä lämpötila-anturi syötinruuviin, joka siirtää polttoainetta polttimelle. Jos lämpö nousee oletusarvon yli ohjauskeskus pysäyttää puhaltimen ja syötinruovin, joka siirtää polttoainetta erillisestä varastosta

toiselle kuljettimelle. Polttimeen syöttävä ruuvi jää pyörimään, jotta se tyhjentyisi kokonaan, ettei tuli pääse toiselle kuljettimelle. Järjestelmän ohjauskeskus voi antaa myös käskyn, joka syöttää sammutusveden kuljettimelle. Järjestelmän sammutuksen on toimittava aina, myös sähkökatkon aikana. (Kaurala 2000, 1 - 3.)

Hakejärjestelmien valmistajilla on tavoitteena rakentaa yhä vaan luotettavampia, vauriottomimpia ja huoltovapaita laitteistoja, kuten kauemmin käytössä olleet öljypolttimet. (Kaurala 2000, 1 - 3).

### 3.3 Tehdasvalmisteinen lämpökeskus

Tehdasvalmisteinen lämpökeskus eli hakekontti on yksinkertainen, koska se voidaan asentaa oikeaan paikkaan. Kontin täytyy olla sijoitettuna vähintään kahdeksan metrin päähän toisesta rakennuksesta paloturvallisuussyistä. Lämpökeskusta kutsutaan kansankielellä kontiksi. Kontti saadaan nopeaksi valmiiksi ja heti toimintaan. Kun konttia aletaan suunnitella, on mietittävä tämänhetkinen ja tulevaisuuden lämpöenergiatarve. Kontin suunnittelussa on tiedettävä useita asioita: koko, siihen tarvittavat varusteet, sijoituspaikka, lämpösiirtokanaalit, käytettävä polttoaine, polttoainesiilon täyttötapa, mahdolliset ympäristöluvut sekä investointihakemuksen teko. Tällä hetkellä valmistuneet kontit sijaitsevat tasamaalla ja ne täytetään etukuormaajalla ja kontin koko on yleensä 10 – 20 kuutiota. Joissain tapauksissa rinneratkaisu on täytön kannalta parempi, koska täyttö voidaan tehdä kippaamalla, mutta ratkaisu vaatii maanvaraisensinän, mistä voi tulla kallis ratkaisu. Valmis tehdasvalmisteinen kontti ei tarvitse kuin sähkö- ja vesiliittymän sekä lämpökanaalien asennukset toimiakseen. (Lappi 2006, 84.)





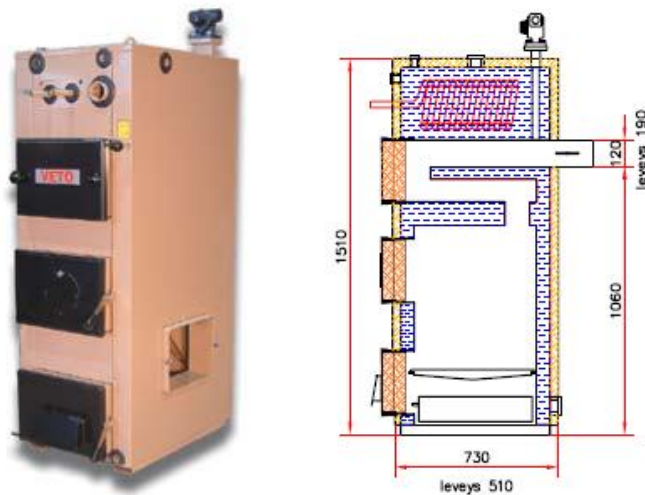
KUVIO 6. Tehdasvalmisteinen lämpökontti (Pietikäinen 2007)

#### 3.4 Yleisimmät käytössä olevat lämmityskattilat

Suomessa on pientaloissa käytössä yleisesti tulisijoja, joissa poltetaan klapeja. Energia saadaan omasta tai tuttavien metsistä. Tulisijat on rakennettu siten, että ne ovat varaavia. Tämä tarkoittaa sitä, että uuni lämmitetään kerralla kuumaksi, jolloin lämpö varastoituu tulipesää ympäröivään varaavaan massaun, minkä jälkeen uuni luovuttaa lämpöä hitaasti ympärilleen. Omakotitaloissa tämä järjestelmä on hyvä lisä normaaliin sähkölämmitykseen. Hakelämmitysjärjestelmät ovat yleisempiä teollisuuskiinteistöissä, kouluissa, sairaaloissa ja maataloilla. Hakekeskuskattilat luokitellaan kahteen luokkaan alapalokattiloihin ja stokerikattiloihin. (Oravainen. 2003, 92 – 93.)

### 3.4.1 Yläpalokattila

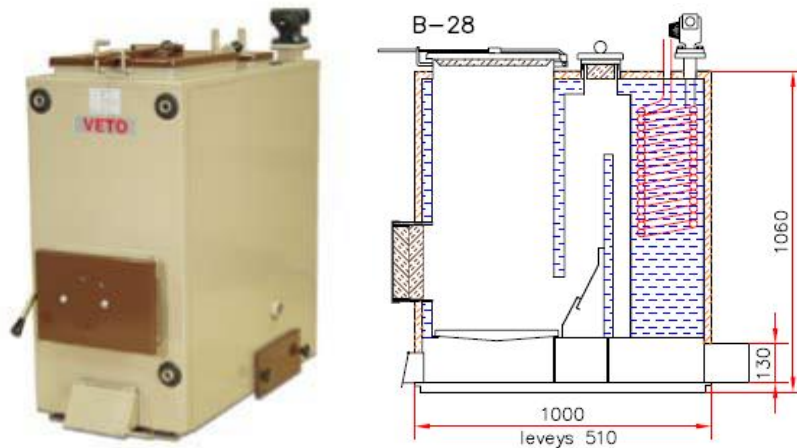
Suomessa yleisesti käytetään yläpalokattiloita, jotka ovat rakenteeltaan yksinkertaisia. Kattilaa käytetään lähinnä vain klapien polttoon. Yläpalokattilan polttoaine lisätään suurina panoksina ja näin koko polttoainepanos leimahtaa palamaan kerralla. Kattilan pohjalla olevan rakoarinan ja kattilan ilmaluukkujen läpi johdetaan palamisilma polttoaineelle. Kattila liitetään yleensä erilliseen varaajaan, jonka koko on 1- 5 kuutiota. Varaajan avulla kattilassa voidaan polttaa nimellisteholla ja näin palaminen on tehokasta, taloudellista ja päästöt ovat alhaisempia. Kun kattilaa poltetaan pienellä teholla, polttamisesta aiheutuu suuria päästöjä. (Oravainen 2003, 93.)



KUVIO 7. Yläpalokattila (VETO Yläpalokattilat 2008)

### 3.4.2 Alapalokattila

Alapalokattilassa palotapahtuma tapahtuu kattilan alaosassa, jolloin polttoaine kaa-suuntuu ja polttoaine palaa pienissä osissa. Kuumat liekit ja syttyvät kaasut johdetaan erilliseen jälkipalo-osaan, jossa tapahtuu loppupalaminen. Polttoaineista syntyvä tuhka valuu tuhkatilaan arinan läpi. Yleisesti alapalokattiloissa polttoaineena käytetään klapeja, haketta ja palaturvetta. Alapalokattiloissa palamisilma ohjataan suoraan palavaan polttoaineeseen puhaltimen avulla tai kattila toimii normaalilla luonnonvedolla. Palamistapahtuma alapalokattiloissa on yleensä jatkuvaa polttoa ja näin palaminen on puhdasta ja tehokkaampaa kuin yläpalokattiloissa. Erillistä varaajaa ei välttämättä tarvita, mutta se on suositeltavaa. Kustannukseltaan alapalokattilat ovat jonkin verran kalliimpia kuin yläpalokattilat. (Oravainen 2003, 93.)



KUVIO 8. Alapalokattila (VETO Alapalokattilat 2008)

### 3.4.3 Käänteispalokattila

Käänteispalokattilassa polttoaineen palamiskaasut pakotetaan siirtymään kattilan polttoainekerroksen alaosassa olevan arinan läpi jälkipalotilaan, joka on keraaminen. Jälkipalotilassa palamiskaasut palavat korkeassa lämpötilassa. Käänteispalokattila on parannettu järjestelmä alapalokattilasta, jossa palamiskaasujen jälkipoltto hallitaan paremmin. Käänteispalokattilan rakennemateriaalit ovat kovassa rasituksessa johtuen korkeasta lämpötilasta. Kattila on tarkoitettu vain klapien polttoon ja tarvitsee erillisen varaajan. (Oravainen 2003, 94.)

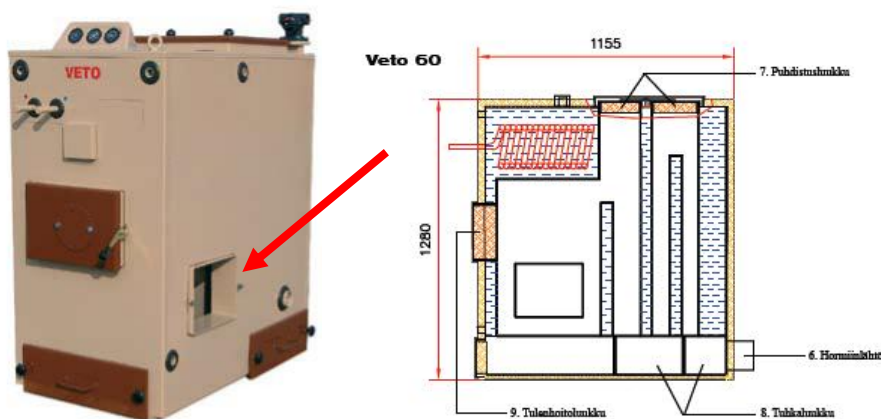


KUVIO 9. Käänteiskattila (VETO Käänteiskattila 2008)



### 3.4.4 Stokerikattila

Stokerikattilat ovat suunniteltu etenkin käytettäväksi stokereiden kanssa. Kattilan voi myös varustaa toimimaan öljyllä tai sähköllä. Katilalla onnistuu myös klapienpoltto, koska siihen on saatavilla klapienpoltton arinavarustus. Kattilassa on valmiit aukot, johon stokeripolttimen voi liittää. Polttimen voi liittää yleensä kattilan kolmelle erisivulle, jolloin kattilan voi asentaa joka suuntaan. Stokerikattila eroaa muista kattilatyypeistä myös siten, että siinä on suuri vesitilavuus, tällöin erillistä vesivaraajaa ei tarvita. Stokerikattiloissa käyttövesi lämmitetään erillisellä käyttövesikierukalla, joka on valmistettu nopeasti lämpöä johtavasta kampakuparista. Kattiloihin voidaan lisätä toinen käyttövesikierukka rinnalle, mikäli kuumaa käyttövettä tarvitaan paljon. (Veto stokerikattilat 2008)



KUVIO 10. Stokerikattila, stokeripolttimen aukolla (VETO Stokerikattila 2008)

### 3.5 Stokeripolttimet

Stokeripolttimia käytetään yleisesti Suomessa ja ne voidaan sijoittaa joko olemassa olevaan kattilaan tai stokerikattilaan. Varsinaisessa stokerikattilassa on muutamia puoltavia seikkoja, joita ovat mm. parempi kattilanhuolto ja tuhkanpoiston suorittaminen. Stokeripolttimia on alasyöttöisiä tai vaakatasoon sijoitettavia putkimaisia polttimia. Käytännössä stokeripolttimet toimivat samalla periaatteella, kuin pellettipolttimet. Siksi stokeripolttimissa voidaan käyttää myös puupellettejä, kun vain syöttömäärä ja palamisilmanmäärä tehdään sopivaksi pelletin polttoon. Stokeripoltin on Suomessa ollut jo markkinoilla yli 20 vuotta. Ne toimivat hyvin, kunhan hake on riittävän kuivaa, noin 30 %, tällöin hake palaa puhtaasti. Maatiloille sopiva stokerin teho on 20

– 40 kilowattia. Suuriin laitoksiin, kuten kouluihin ym. stokerin tehot voivat olla 1 MW:n luokkaa. (Oravainen 2003, 94 – 95.)

Stokeripolttimissa polttoainetta syötetään stokerin palopäähän vain sen verran kerrallaan, kuin on kulutusta. Itse palaminen tapahtuu sylinterimäisen putken sisällä, jossa lämpötila kohoaa yli 1000 celsiukseen. Ilma, jota palamiseen vaaditaan, puhalletaan yhdellä tai useammalla puhaltimella. Stokeripolttimessa on laaja tehoalue 0 – 100 %, siksi erillistä vesivaraajaa ei välttämättä tarvita. (Oravainen 2003, 94 – 95.)



KUVIO 11. Poltin liikkuvalla arinalla (Veljekset Ala-Talkkari 2008)

### 3.6 Pellettipoltin

Pelletinpolttoon on kehitelty oma poltin, joka on helppokäyttöinen ja toimintavarma. Polttimessa on erillinen sytytysjärjestelmä, joten se pystyy sytyttämään pelletin itse, mikäli järjestelmä on ollut pidemmän aikaa pysäytettynä. Lämmityksen aikana sytytys tapahtuu palopäässä olevan hiilloksen avulla, sähköenergiaa säästäen. Pelletti kulkeutuu umpinaisesta varastosta ruuvia pitkin pieneen välivarastoon, josta se kulkeutuu annostelijaruuvien ja sulkusyöttimen läpi poltinruuville. Poltinruuvi kuljettaa pelletin palopäähän alakautta, johon puhalletaan ilmaa puhaltimella, jotta polttoprosessi olisi oikeanlainen. Kun pellettiä syötetään alakautta, niin tuhkan muodostus on minimaalinen ja puhdistuksen tarve on pieni. (Ariterm 2006, 8 – 9.)



KUVIO 12. Pellettipoltin (Agrimarket 2008)

#### 4 LÄMPÖKESKUKSEN SUUNNITTELU

Suunniteltaessa lämpökeskusta kannattaa turvautua asiantuntijoihin mm. energia- ja rakennus suunnittelijoihin. Keskuksen sijoittamispaikka kannattaa harkita tarkkaan, jotta keskus olisi keskeisellä paikalla, mutta kuitenkin paloturvallisuussyistä hieman erillään muista kiinteistön rakennuksista. Keskeinen paikka keskukselle on tärkeää siinä vaiheessa, kun aletaan vetää rakennuksiin lämpökanaaleita, jotta välttyttäisiin turhilta kustannuksilta. Tarkkaan suunniteltu lämpökeskus voi palvella jopa 20- 30 vuotta ja itse rakennus vielä pidempäänkin, joten suunnitteluun ja toteutukseen tulee varata aikaa noin 1 – 2 vuotta. (Lappi 2006, 81.)

TE- keskus myöntää investointiavustuksia lämpökeskuksille. Investointi haetaan sille tarkoitetulla lomakkeella ja siihen mukaan täytyy liittää rakennuslupapäätös ja lisäksi mm. ohjeellinen kustannusarvio. Itse rakentamista ei saa aloittaa ennen kuin hakemus on toimitettu TE-keskukselle. (Lappi 2006, 81.)

Lämpökeskuksen rakennuslupaan tarvittavat asia paperit ovat:

Pääpiirustukseen kuuluvat pohjapiirustus, leikkauskuvat, julkisivukuvat ja asemapiirros. Lisäksi voidaan tarvita LVI- ja sähköluvut sekä rakennesuunnitelmat. (Lappi 2006, 81.)

Suunniteltaessa lämpökeskusta on huomioitava oikean kokoiset varastointitilat sekä kooltaan että muodoltaan sellaiset, että polttoaine siirtyy kattilaan mahdollisemman helposti ja tilojen tulee olla riittävän suuret. Polttoainevaraston kapasiteetin on oltava kulutuksen mukainen ja mieluiten vähän suurempikin, jotta polttoainetta, esim. haketta, ei tarvitsisi pakata liian tiukkaan, koska tällöin sen siirtyminen vaikeutuu. Varaston ihannekoko olisi sellainen, että haketta riittäisi vuoden tarpeeseen kerrallaan. Hakevarastoon on mahdollista tehdä myös kuivatuskanaalit rakennushetkellä, jolloin kostean kin hakkeen voi kuivata riittävän kuivaksi, tällöin palaminen olisi puhdasta ja energiataloudellista. (Repo 2007.)

Pellettisiilot ovat yleensä suljettuja siiloja, joihin pumppuauto puhaltaa pelletin. Tiiviissä pellettisiilossa täytyy olla ilman poistoputki, johon voidaan lisätä myös ns. pölypussi, tällöin pellettipöly ei leviä ympäristöön ja rakennukseen. (Sami Maanläheistä tekniikkaa 2007.)



KUVIO 13. Suljettu pellettisiilo (Sami Maanläheistä tekniikkaa 2007)

#### 4.1 Lämpökeskuksen paloturvallisuus

Lämpökeskuksen paloturvallisuuden kannalta turvallisinta on rakentaa erillinen lämpökeskus, koska tällöin vaatimukset rakenteellisesti ovat lievemmat. Yleensä erilliselle lämpökeskuksen paloluokka on P3 (P3 = paloa hidastava). Itse kattila ja polttoainetarasto täytyy kuitenkin erottaa toisistaan vähintään EI 30-rakenteisilla seinillä (E = eristävyys vaatimuksia ja I = palonkestävyys minuutteina). Lämpökeskus on rakennettava erilliseksi rakennukseksi aina, jos polttoaineesta syntyy runsaasti pölyä. Pöly voi muodostaa ilman kanssa herkästi palavan seoksen. Lämpökeskusrakennus on oltava silloin P2 luokkaa (P = paloa pidättävä). (Solmio 2005, 9.)

#### 4.1.1 Lämpökeskus rakennuksessa

Jos lämpökeskus sijoitetaan muun rakennuksen osaksi, täytyy osastointi ja rakennuksen pintakerrokset toteuttaa Suomen rakentamismääräyskokoelman E9 ohjeen mukaan. Tässä tapauksessa lämpökeskuksen kattilahuone on osastoiva palamattomista rakennustarvikkeista. Osastoivien huoneiden läpivienteihin on tehtävä normaalista poikkeavia muutoksia siten, että putkien, lämpökanavien, sähköjohtojen ja hormin läpiviennit tehdään E1:n mukaisesti. Osastojen läpi kulkevassa polttoainesyöttölaitteistossa tulee olla kaksi toisistaan riippumatonta turvajärjestelmää, joiden tulee toimia myös sähkökatkojen aikana. Kattilahuoneessa ei saa olla yli puolikuutiota suurempaa polttoainevarastoa, ja sekin on suljettava tiiviillä kannella. Tätä suuremmat polttoainevarastot suojataan eristävällä EI 30 palamattomalla seinällä. Yli kahden kuutiometrin suuruinen varasto on osastoitava erilliseen polttoainevarastoon. Kiinteää polttoainerakennusta ei saa rakentaa tuotantorakennuksen yhteyteen, mikäli rakennus on pinta-alaltaan suurempi, kuin 2000 neliometriä. (Solmio 2005, 10 – 12.)

#### 4.1.2 Kattilahuone ja polttoainevarasto

Kattilahuoneen katto- ja seinäpintojen täytyy olla vaikeasti syttyviä ja paloa levittämättömiä. Myös lattiapinnat täytyy olla palamattomista rakenteista tehtyjä sekä tiiviitä. Syöttöhuone, joka on yhteyksissä kattilahuoneeseen, kuuluu samaan palo-osastoon, joten syöttöhuoneen täytyy noudattaa samoja vaatimuksia. Kattilahuone, yläpohja ja ulkoseinät täytyy rakentaa EI 60 vaatimuksen mukaan (EI 60 = Tiivis, eristetty, palonkestävyysaika 60 minuuttia).

Kattilahuoneessa kattilan, syöttölaitteiden ja muiden laitteiden ympärillä täytyy olla vapaata tilaa nuohousta, puhdistusta ja mahdollisia korjaustöitä varten. Kuumat pinnat on eristettävä tai kuumien pintojen suojaetäisyyden syyttyviin rakenteisiin täytyy olla vähintään 0,6 metriä. Myös mahdollinen pöly kuumien pintojen päältä on siivottava. Palo-ovien on oltava suljettuna ja niiden on oltava sellaiset että ne menevät kiinni automaattisesti, esimerkiksi jousen avulla. (Solmio 2005, 12 – 15.)

Polttoainevarasto määritellään omaksi palo-osastoksi. Maatiloilla polttoainevarastoille yleensä riittää osastointi EI 30-luokan rakenteille, mikä tarkoittaa että maanpinnan yläpuolella olevat rakenteet voivat olla puurunkoisia. Kuitenkin maanpinnan alapuolella oleva polttoainevarastossa käytetään palamattomia rakenteita. (Solmio 2005, 15 – 16.)

#### 4.1.3 Savuhormi ja nuohous

Oikean savuhormin löytämiseksi täytyy noudattaa tarkasti kattilavalmistajien määräyksiä, jotta savuhormilla on riittävä vetoteho ja savukaasut kulkeutuisivat nopeasti ulos. Vetotehoa voidaan parantaa mm. jatkamalla savuhormin pituutta. Savuhormin täytyy olla puhdistettavissa kaikista kohdista, niin että puhdistaminen olisi vaivatonta ja turvallista. (Solmio 2005, 17 – 25.)

Hormit on nuohottava vähintään kerran vuoteen, mutta mikäli polttoa on paljon, voidaan nuohous tehdä parikin kertaa. Nuohouksen yhteydessä on myös puhdistettava kattila ja hormin alaosa tuhkasta. Mikäli hormia ei pystytä nuohoamaan kattopinnalta on hormiin tehtävä tikkaat ja turvalliset kaiteet. (Solmio 2005, 17 – 25.)

#### 4.2 Sammutuslaitteet ja turvajärjestelmät

Lämpökeskuksissa, jotka on varustettu automaattisilla polttoaineen syöttölaitteilla, on oltava oikeaoppinen sammutusjärjestelmä. Kattilahuoneen läheisyyteen on sijoitettava alkusammutin, joka on helposti saatavilla ja jotka pitää olla tarkastettu tasaisin väliajoin. Kiinteän polttoaineen syöttölaitteessa täytyy olla kaksi toisistaan riippumatonta, Suomen Vakuutusyhtiöiden Keskusliiton (SVK) turvaohjeiden mukaiset turvajärjestelmät. Turvajärjestelmät täytyy toimia myös sähkö- ja vesikatkojen aikana. Turvaohjeen mukaiset turvajärjestelmät ovat: Sulkusyötin, vesisammutusjärjestelmä, pudotuskuilu, kaksi ruuvikuljetinta ja sen vesilukko ja syöttösiilo. (Solmio 2005, 31.)

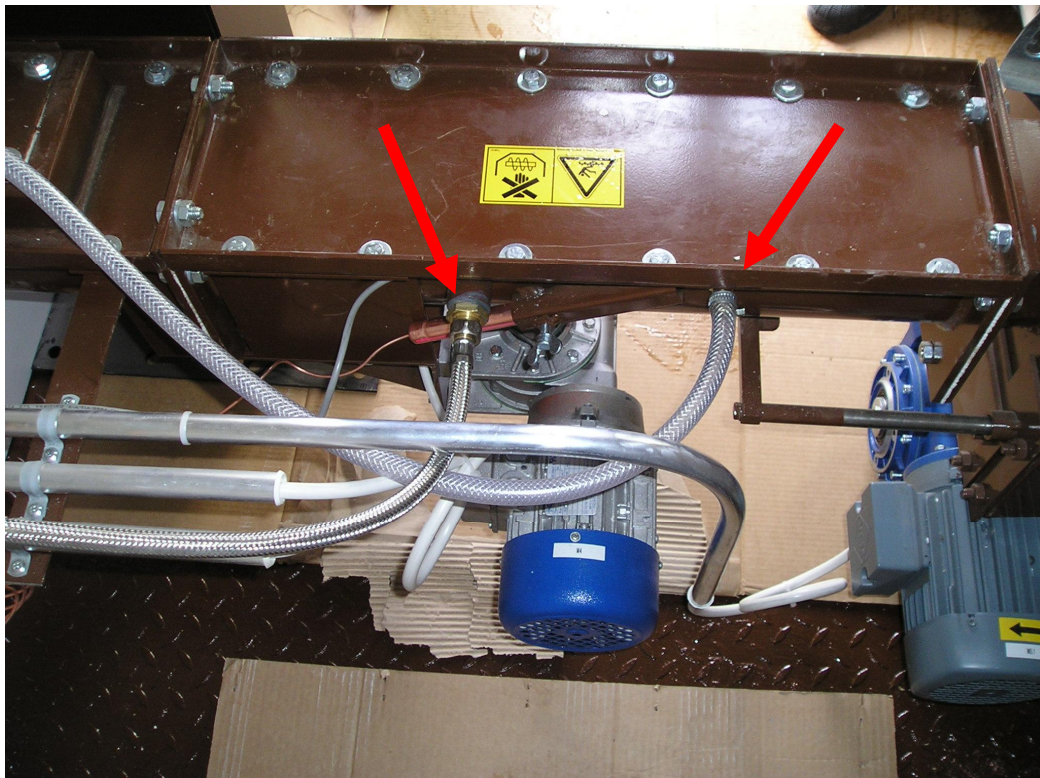


KUVIO 14. Pakollinen vesisammutussäilö vesikatkojen varalta (Pietikäinen 2007)



#### 4.2.1 Vesisammutusjärjestelmä

Kiinteän polttoaineen turvajärjestelmänä on oltava aina toimiva vesisammutus, joka asennetaan vähintään kahdella vesisuuttimella takapalon estämiseksi. Suuttimet sijoitetaan syöttöruuviin sopiviin paikkoihin. Järjestelmässä täytyy olla myös erillinen vesisäiliö, joka turvaa riittävän veden ja paineen suuttimille vesikatkon aikana. Vesisäiliön koko mitoitetaan siten, että veden tulee riittää vähintään kahden minuutin ajaksi. Lämpöanturit voivat olla sähköisiä tai kapilaarityyppisiä, ne asennetaan syöttöruuvissa oleviin syöttöputkiin. Mikäli takapalo ilmenee, anturit avaavat termostaatin kautta vesiventtiilin ja sammutus käynnistyy. (Solmio 2005, 32 – 34.)



KUVIO 15. Syöttöruuviin sijoitetaan paineistettu ja paineistamaton vesisammutus järjestelmä (Pietikäinen 2007)



#### 4.2.2 Sulkusyötin

Toisena turvajärjestelmänä vesisammutusjärjestelmän lisänä täytyy olla sulkusyötin, mikäli polttoaineessa on yli viisi tilavuusprosenttia hiomapölyä tai kuivaa hienojakoista ainetta tai jos olkea käytetään polttoaineena. Rakenteeltaan sulkusyötimen täytyy olla sellainen, että avointa yhteyttä polttoainevaraston ja kattilan välille ei synny, vaikka syöttöruuvi onkin käynnissä. Mikäli syöttöruuviin tulee häiriö, täytyy sulkusyötimen sulkeutua. Sulkusyötimen yläpuolelle on aina asennettava vesisammutusjärjestelmän sammutussuutin. (Solmio 2005, 34 – 35.)



KUVIO 16. Sulkusyötin on pakollinen, kun käytetään hienojakoista polttoainetta (VETO Sulkusyötin 2008)

#### 4.2.3 Pudotuskuilu ja kaksi ruuvikuljetinta sekä vesilukko

Polttoaineen syöttöruuvin ja pudotuskuilun eli ilmahypyn välillä tulee olla vesilukko, joka täytyttyään vedellä estää ilman läpikulun. Pudotuskuilun pudotuskorkeuden täytyy olla riittävän suuri, että takapalon siirtyminen estyy. Pudotuskuilun korkeuden tulee olla vähintään kaksi kertaa syöttöruuvin läpimitan kokoinen, joka mitataan siirtoruuvipohjasta syöttöruuviin yläkohtaan. Pudotuskuilun pohjassa täytyy olla tyhjennysruuvi ja ylivirtausaukko, jottei ylimääräinen sammutusvesi kulkeutuisi polttoainevarastoon. Mikäli syöttöputkessa tapahtuu takapalo, siirtoruuvi pysähtyy ja syöttöruuvi on pyörittävä niin kauan, että se tyhjenee kytevästä polttoaineesta. Pudotuskuilun yläosassa on oltava yksi vesisammutusjärjestelmän sammutussuutin. (Solmio 2005, 35 – 36.)



KUVIO 17. Ilmahyppy varustettuna vesisammutuksella lisää paloturvallisuutta (Pietikäinen 2007)

#### 4.2.4 Syöttösiilo

Kannellisessa syöttösiilossa täytyy olla lämpötilavalvonta, kannen aukiolon ilmaisin, polttoaineen alarajan hälytin ja sammutusmahdollisuus. Syöttösiilon ja kannen täytyy olla paloa kestävää materiaalia sekä niiden on oltava tiiviitä. Mikäli polttoainesiilo on yli 8 kuutiometriä, siilossa täytyy olla kiinteästi asennettu sammutusjärjestelmä sammutus suuttimineen. (Solmio 2005, 36 – 37.)

## 5 KUSTANNUKSET

On erittäin tärkeää laskea kustannuksia aina, kun tilalle investoidaan jotain pitempi aikaista ja huomattavan hintaista. Kustannukset täytyy laskea, niin että laitteistot saadaan tiettyjen vuosien aikana kuoletettua, jotta investointi ei olisi turha. On suunniteltava jokin ajanjakso, jona aikana investointi maksaisi itsensä takaisin. Lämpökeskusta rakennettaessa on tarkoituksena säästää lämmityskustannuksissa ja samalla helpottamaan lämmitystä. Järkevä kuoletusaika lämpökeskukselle on noin 10 vuotta, ja laitteiston tulisi kestää vähintään 20 vuotta. Tietysti mitä aikaisemmin investointi maksaa itsensä takaisin, niin sitä parempi. Jos tilalla on aikaisemmin lämmitetty esimerkiksi öljyllä ja sähköllä, niin kuoletusaika hakelämmityksellä on todennäköisesti jopa lyhyempi. Säästöt tulevat juuri polttoainekustannuksissa, joten polttoaineet on aina järkevä kilpailuttaa ja samalla, jos ollaan rakentamassa uutta lämpökeskusta, niin on tärkeää, että kilpailutetaan samalla myös eri laitevalmistajat. Kaikki laskelmat sisältävät arvonnalisäveron

### 5.1 Muuttuvat kustannukset

Muuttuviin kustannuksiin kuuluvat polttoainekustannukset, joita olemme verranneet seuraavassa taulukossa. Jyrsinturvetta ei myydä yksityisille, vaan vähintään 1 MW:n lämpölaitoksille.

Taulukossa 1 on verrattu eri polttoaineiden lämpöarvoja ja hintaa megawattitunteina sekä ostohintaa ja kulutusta kuutioina. Näiden pohjalta on laskettu kokonaishinta eri polttoaineille. Taulukon mukaan halvimmaksi tulisi käyttää jyrsinturvetta polttoaineena, mutta ongelmana on että jyrsinturvetta ei myydä yksityiskäyttöön. Kuori olisi toiseksi halvinta, mutta sen saatavuus on huonontunut pellettiteollisuuden myötä. Mikäli kuorta olisikin hieman satavilla, se kannattaisi hyödyntää sekoittamalla kuori hakkeen sekaan, koska silloin energia/lämpöarvo pysyisi lähes samana. Öljyä tai sähköä lämpökeskuksessa ei taulukon mukaan kannata ostaa polttoaineeksi, koska niiden MWh hinnat ovat kalliita. Suuremmassa lämpökeskuksessa ei kannata myöskään polttaa pellettiä eikä palaturvetta niiden hintojen takia.

Polttoaine	Lämpöarvo MWh/m <sup>3</sup>	Hinta/MWh	Ostohinta €/ m <sup>3</sup>	Kulutus m <sup>3</sup> / vuosi	Yht.(sis ALV)
Jyrsinturve	2,8	3,21	9	68	612
Kuori	0,7	10,00	7	271	1897
Hake	0,81	11,73	9,5	234	2223
Palaturve	1,3	17,50	22,75	147	3344,25
Vilja	4	12,50	50	90	4500
Pelletti	4,8	23,13	111,02	56	6217,12
Öljy	10	70,00	700	19	13300
Sähkö (sis.siirtomaksu)		110,00		153 MWh	16830

TAULUKKO 1. Polttoaineiden hinta ja kulutus (HASA 2007; VAPO 2007)

Tilalle sopivin polttoaine olisi kuori ja hake, koska ne ovat selvästi edullisimpia muihin polttoaineisiin nähden. Hake olisi ensisijainen polttoaine, koska kuorta ei ole aina saavilla ja sen laatu vaihtelee. Alakoskentalalla on jo ennestään 200 kuution hakekuivuri, joten säilytystilasta ei tule ongelmaa.

## 5.2 Tehdasvalmisteinen lämpökonttien tarjoukset

*Kontti 1.* Veljekset Ala- Talkkarin Oy:n AgriCont Power W-kontti, jonka mitat ovat 4,4 m \* 3 m varustettuna 80 kW:n kattilalla maksaisi 50 581 euroa. Kattilaan kuuluu tuhkaruuvi, 3 lähtö/paluukanaaliliitäntää, yksi suntti eli lämmitysveden säätöventtiili ja lambda-log- ohjauskeskus sekä gsm-hälytint, joka hälyttää mahdollisen häiriön tullessa kattila/syöttö järjestelmään. Kontti on varustettu 14 kuution siilolla, jonka pohjalla on jousipurkain, joka ohjaa hakkeen kuljetusruuville. Kontinpaino on varustetasosta riippuen noin 6000 kg, joten kontille on oltava hyvä perustus, ettei se painu maan sisään ajan kuluessa. (Luoma 2007.)

*Kontti 2.* Agrikont AC75 75 kilowattinen lämpökontti laitteistoinen Agrimarketin tarjouksen perusteella maksaisi 41 080 € Laitteisto koostuu 80 kilowatin palopäästä liikkuvalla ariinalla (1040 €), 75 kW kattilasta ja kontista (38500 €), sekoitusventtiilistä (120 €), lisäputkilähdöllä (670 €), rahdista sekä paikoilleen asennuksesta (750 €). Kontti ei sisällä tuhkaruuvia ja siilon koko on 1 kuutiota. (Rissanen 2007.)

### 5.3 Hakekeskuksen tarjous

Hakekeskuksen laitteisto Iisalmen Agrimarketin tarjouksen perusteella tulisi maksamaan 16 109 € Laitteistoon kuuluu stokerikattila veto 75 (3500 €), jousipurkain ilman varastopohjaa (11 100 €), liikkuva- arinainen palopää 80 kW(1040 €), lisäsekoitusventtiili veto (84 €), lisäkäyttövesikierukka veto(232 €), rahti asiakkaalle (153 €). Jousipurkaimen hintaan kuuluu sulkusyötin ilman varastopohjaa, siiloruuvi 3000 mm, syöttiruuvi 800 mm \* 125 mm sekä ohjauskeskus A- T log 2 (Rissanen 2007.)

Hakekeskuksen kattilahuoneen mitat olisivat 5m \* 3 m\* 2,4 m ja hakevaraston koko olisi 10 m \* 7m\* 5m. Kattilahuone täytyy muurata harkoista, jotka ovat lämpöeristettyjä ja palomääräysten mukaisia. Harkkojen hyötykoon ollessa 600 \* 240 \*200 mm, kattilahuoneeseen niitä menisi 320 kappaletta. Harkon hinta on 4,8 €/kpl, joten harkkojen hinnaksi tulee 1536 € Kattopeltejä menisi 19 kappaletta peltien mittojen ollessa 7,5 m \* 1,1 m. Peltien hinnaksi tulisi 1330 € kun pellin hinta olisi 70 €/kpl. Katto- tuoleja rakennukseen menisi 10 kpl ja hinnaksi tulee 1000 € Lattian valut kattila huoneeseen ja hakevarastoon sekä kattilahuoneen katon valuun, kuluisi betonia 10 kuutiota ja kuution hinnan ollessa 100 € tulisi hinnaksi 1000 € Rauditusverkkojen hinnaksi tulisi 500 € Seinät rakennukseen tulisi pellistä ja peltien hinnaksi tulisi edellisen laskelman mukaan noin 1500 € Lautavaraa menee ruoteisiin, seiniin, yms. noin 250 m ja hinta 0,5 €/m, joten hinta on 125 euroa. Myös routaeristeitä menee 100 neliötä ja hinnaksi tulisi noin 300 € ja hiekkaa pohjaan menee noin 30 kuutiota ja kuutiahinnan ollessa 10 € hiekka tulee maksamaan 300 euroa. Naulat yms. tavarat mukaan lukien tulisi hinnaksi 500 € Kokonaishinta ilman omaa työtä ja laitteistoa tulisi olemaan noin 8091 euroa. Omantyön osuus tulisi olemaan noin 2000 € sisältäen palkansivukulut (Laakso 2007.)

Hakekeskus laitteistoinen tulisi maksamaan yhteensä noin 22 300 euroa.

Kanaalia rakennuksiin vedettäväksi tulisi yhteensä 110 metriä, ja kanaalin hinnan ollessa 60 € asennettuna metriä kohden, tulisi kanaalit maksamaan 6600 euroa. (Rissanen 2007.)

Lämpökontti		Hakekeskus		
kattila	AC75 75kW kontilla	38500	Veto 75	3500
palopää	80 kW liik.arina	1040	80 kW liik.arina	1040
sekoitusventtiili	sekoitusventtiili	120	lisäsekoitusvent. Veto	84
lisäkäyttövesikierukka	-		Veto	232
rahti	paikoilleen nostettuna	750	laitteiston rahti	153
	lisäputkilähtö	670	Jousipurkain	11100
			rakennus	8091
kanaalit 60€/m	110 metriä	6600	110 metriä	6600
			Oma palkka	2000
Yhteensä €		47680		32799

TAULUKKO 2. Lämpökontin ja hakekeskuksen vertailu

Taulukossa 2 on verrattu eri laskelmamalleilla hakekonttia ja hakekeskusta. Laskelmat osoittavat, että hakekontti tulee maksamaan 14 881 € enemmän, kuin itse tehty hakekeskus. Kustannusten ero tulee pääosin kontin hinnasta, joka on paljon suurempi, kuin hakekeskuksen rakennus. Kontissa on 13 kuution polttoainevarasto, muuten laitteistot ovat lähes samanlaiset.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA OPINNÄYTETYÖN PROSESSISTA

Aloitimme opinnäytetyön valmistelun käymällä usealla tilalla, joilla oli valmis lämpökeskus. Näistä tiedoista keräsimme yhteenvedon, joita vertailimme keskenään. Kävimme myös kevätpäivillä, joissa oli esillä erinäisiä lämpökeskus ratkaisuja ja esittelijä, joka kertoi tarkentavia tietoja erilaisista ratkaisuista lämpökeskuksiin. Kaikista vierailuista otimme kuivia, joita käytimme opinnäytetyöhön selventämään asioita. Tammiukuussa 2007 suunnitelman jälkeen aloimme kirjoittaa itse opinnäytetyötä.

Kävimme neljällä tilalla katsomassa lämmityskeskuksia. Näistä kolmella oli lypsykarjatala ja yksi oli lopettanut sikatala. Kyselimme kattiloiden kokoluokat, lämmityskohdet ja niiden tilavuudet, aikaisempi lämmitysmuoto, polttoaineista ja polttoaineen saatavuuksista, omavaraisuudesta ja tilojen mielipiteitä nykyisestä ja entisestä lämmitystavasta sekä heidän tyytyväisyydestä nykyiseen lämmitystapaan ja polttoaineeseen. Tilat olivat pääsääntöisesti olleet aikaisemmin sähkön ja klapi lämmityksen varassa ja heidän yleinen mielipide oli, että öljyä he eivät missään tapauksessa ottaisi takaisin kustannusten takia. Klapi lämmityksestä he eivät sanoneet muuta negatiivista, kun ajankäyttö ongelmat lämmityksessä. Lisäksi tilojen yleinen linja oli, että polttopuiden teko sekä varastointi aiheuttivat liikaa työtä. Yhdellä tilalla oli ollut toimiva klapi lämmitys navetassa, mutta isännän jatkuvat selkä ongelmat olivat pakottaneet muuttamaan lämmitysmuotoa. Maalämpö ei ollut kenenkään mieleen, koska lämmitettäviä tiloja oli niin paljon, jolloin maalämmönteho ei olisi riittänyt.

Työ aloitettiin kirjoittamalla maatilakokoluokan lämmityskeskusten polttoaineista. Kävimme läpi polttoaineiden ominaisuuksia esimerkiksi niiden lämpöarvot ja hinnat. Kirjoitimme myös polton hyötyjä sekä ongelmia. Polttoaine- esittelyn jälkeen kirjoitimme lämpökeskuksen toiminnasta yksityiskohtaisesti. Lämpökeskukset jaoimme kahteen ryhmään: tehdasvalmisteiseen lämpökeskukseen eli lämpökonttiin ja rakennettavaan lämpökeskukseen. Ensimmäisessä osiossa kerroimme myös eri kattilatyypistä ja niiden toimintatavoista sekä niiden soveltuvuudesta lämpökeskuksiin.

Toisessa osiossa keskityimme lämpökeskuksen suunnitteluun. Suunnittelussa otimme selvää lämpökeskusten palomääräyksistä ja paloturvallisuudesta. Paloturvallisuudesta selvitimme, mihin asioihin on kiinnitettävä huomiota, jotta lämpökeskus olisi paloturvallisuuslain mukaisesti rakennettu. Selvitimme myös paloturvallisuusasiat, kun lämpökeskus rakennettaisiin rakennuksen sisään. Työssä huomioitiin myös lämpökeskusten sammutuslaitteista ja turvajärjestelmistä. Näihin saatiin tietoa erillisestä paloturvallisuus kirjasta sekä haastattelemalla lämmitysjärjestelmien myyjiä. Sammutuslaitteista saatiin hyviä kuvia tiloilta, joilla vierailimme. Nämä kuvat selkeyttivät paljon kirjoitettua tekstiä. Osioon kirjoitettiin kaikki turvajärjestelmät, jotka ovat pakollisia polttaessa eri polttoaineita.

Kolmannessa osiossa paneuduimme lämmityskohteen mitoitukseen. Tekstissä ilmenee Alakoskentilan rakennusten lämmityskohteet ja niiden koot. Lisäksi selvitimme kuinka paljon kuluu lämmitysvettä muun muassa tuotantorakennuksessa. Näiden tietojen mukaan pystyimme laskemaan oikeankokoisen kattilan lämpökeskukseen. Laskelmissa käytimme apuna erillistä laskentaohjelmaa, jonka saimme käyttöömmä Metsäkeskukselta. Ohjelman avulla laskimme myös eri polttoaineiden kulutuksia eri lämmityskohteissa.

Kustannusosiossa teimme polttoaineista erillisen laskentataulukon, jossa vertasimme niiden lämpöarvoja, kulutusta ja niistä muodostuvaa kokonaishintaa. Taulukko oli ratkaisevassa roolissa, kun päätimme tilalla käytettävän polttoaineen. Kiinteisiin kustannuksiin keräsimme tarjouksia eri laitetoimittajilta. Kiinteisiin kustannuksiin teimme toisen taulukon, jossa vertasimme hakekeskuksen ja hakekontin hintoja.

Opinnäytetyön perusteella selvitimme Alakoskentilalle sopivan lämpökeskuksen. Valintaan vaikuttivat rakennuksen, laitteistojen ja polttoaineiden hinnat. Laitteistojen valintaan vaikutti myös toimintavarmuus, mikä on tärkeää pitkällä aikavälillä. Laitteiston tulisikin kestää pitkään, jotta investointi olisi mahdollisimman kannattava.

Polttoaineeksi valitsimme Alakoskentilalle kuoren ja hakkeen. Kuori valittiin sen halvan hinnan puolesta ja sitä ostetaan jos sitä on saatavilla. Nykyään tasalaatuista haketta on saatavilla hyvin ja se on suhteellisen halpaa. Lisäksi laitteistot toimivat hyvin hakkeella ja huollon tarve on vähäinen. Tuhkan poistoon hakkeella ei tarvitse niinkään



kiinnittää huomiota, koska se tuottaa paljon vähemmän tuhkaa, kuin esimerkiksi turve tai vilja. Laitteistoon lisäämme kuitenkin tuhkaruuvien, koska tällöin tuhkanpoistoon ei tarvitse käyttää niin paljon aikaa.

Sähköä tai öljyä ei mielestämme kannata käyttää, kun energian tarve on niinkin suuri kuin Alakosken tilalla. Investoinnit sähkö- tai öljylämmitykseen eivät ole niin suuria verrattuna esimerkiksi hakkeeseen, mutta tulevaisuudessa sähkön ja öljyn hinta on nousussa.

Lämmitysjärjestelmäksi valitsimme kiinteän lämpökeskuksen, koska tehdasvalmisteen lämpökontti olisi tullut paljon kalliimmaksi. Lämmitysjärjestelmä mitoitettiin hieman tämänhetkisen lämmitystarpeen yli, koska otimme huomioon tuotantorakennuksen mahdollisen laajennuksen. Kookkaan kattilan vaihto voi olla vaivalloista, joten on helpompaa asentaa heti suurempi kattila. Kattila ei saa olla kuitenkaan liian iso, koska tällöin kesäaikana polttoon voi tulla vaikeuksia. Vaikeutena tällöin on, kun kattila tuottaa enemmän lämpöä, kuin sitä tarvittaisiin. Tätä ongelmaa silmälläpitäen valitsimme yhtä kokoluokkaa isomman kattilan eli 75 kW. Vaikka tehdasvalmisteen kontin vaihtaminen isompaa olisi helppoa, mutta sen kallis hinta ei houkuta.

Opinnäytetyö oli meille todella opettavainen ja uusia asioita tuli paljon esille. Työtä tehdessä näimme useita lämmitysratkaisuja, jotka helpottivat meidän valintaa. Saimme paljon tietoa lämpökeskuksen omistavilta henkilöiltä. Arvokkaita kuvia otimme vierailuilta ja saimme myös luvan käyttää Agrimarketin sekä Veljekset Ala-Talkkareiden internet sivustoilla olevia kuvia.

## LÄHTEET

Ariterm. 2006. Pellettilämmitys. Esite.

Kaurala, P. 2000. Lämpökeskuksen ohjausohjelman käyttöliittymän suunnittelu. Savonia-ammattikorkeakoulu, Maaseutuala, Iisalmi. Opinnäytetyö.

Kikkari, A-M. 2006. Viljan jyvät. Teoksessa: Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J. & Teräväinen H. (toim.) 2006. Maatilarityksen bioenergian tuotanto. Tieto tuottamaan 115. Keuruu: Kirjapaino Otava Oy.

Kuitto, P-J. 2003. Energian käyttö Suomessa. Teoksessa: Knuuttila, K.(toim.) 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Lappi, M. 2006. Lämpökeskuksen suunnittelu. Teoksessa: Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J. & Teräväinen H. (toim.) 2006. Maatilarityksen bioenergian tuotanto. Tieto tuottamaan 115. Keuruu: Kirjapaino Otava Oy.

Mykkänen, T. 2007. Metsäkeskus, Pohjois-Savo, Iisalmi. Lämmityskohteen mitoitus laskelmat.

Nalkki, J. 2003. Puupuristeet. Teoksessa: Knuuttila, K.(toim.) 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Oravainen, H. 2003. Puu energiatuotannossa. Teoksessa: Knuuttila, K.(toim.) 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Rissanen, Oiva. 2007. Myyjä. Maatilarakentaminen/rakennustarvikkeet. Tarjoukset 12.03.2007 ja 17.4.2007. Hankkija-Maatalous Oy. Iisalmi.

Sauranen, T. 2003. Haketus- ja murskaustekniikat. Teoksessa: Knuuttila, K.(toim.) 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Solmio, H. 2005. Maatilan hakelämmityksen paloturvallisuus. Työtehoseuran raportteja ja oppaita 22. Helsinki: Priimus paino Oy.

#### Painamattomat lähteet

Agrimarket EcoTec -pellettipolttimet. [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa: <http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iA=250064>

HA-SA. 2007. Puhelintarjous 07.03.2007. Haapajärven HA-SA Oy. Haapajärvi.

Kuokkanen, Esko. 2007. Konemyynti. Puhelintarjous 20.4.2007. Hankkija-Maatalous Oy. Kuopio.

Laakso, Jari. 2007. Myyjä. Maatilarakentaminen/rakennustarvikkeet. Puhelin tarjous 09.05.2007. Hankkija-Maatalous Oy. Nivala.

Luoma, Jari. 2007. Myyntiedustaja. Haastattelu 10.3.2007. Veljekset Ala- Talkkari Oy. Iisalmi.

Myllymäki. T. 2007. Haketuspalvelu. Puhelinhaastattelu 23.4.2007. Kaustinen.

Pietikäinen, Jussi. 2007. Maanviljelijä/opiskelija. Maatilayritys Pietikäinen. Haapajärvi.

Ruuskanen, Heikki. 2007. Maanviljelijä. Haastattelu 02.05.2007. Siilinjärvi.

Sami Maanläheistä tekniikkaa. [Viitattu 6.11.2007]. Saatavissa: [http://www.agrimarket.fi/Liitetiedostot/Docs/pellettisiilo\\_20051.pdf](http://www.agrimarket.fi/Liitetiedostot/Docs/pellettisiilo_20051.pdf)

Toppi, Jouni. 2007. Puhelintarjous 02.05.2007. Metsätoppi Oy. Kiuruvesi.

Veljekset Ala-Talkkari [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa: <http://www.ala-talkkari.fi/?lang=1&yks=1&kax=0>

VETO Alapalokattilat. Veljekset Ala-Talkkari. [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa:  
<http://www.ala-talkkari.fi/tiedostot/alapalotFIN.pdf>

VETO Käänteiskattila. Veljekset Ala-Talkkari. [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa:  
<http://www.ala-talkkari.fi/?lang=1&yks=1&kax=0>

VETO Stokerikattilat. Veljekset Ala-Talkkari. [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa:  
<http://www.ala-talkkari.fi/tiedostot/StokerikattilatFIN.pdf>

VETO Yläpalokattilat. Veljekset Ala-Talkkari. [Viitattu 13.2.2008]. Saatavissa:  
<http://www.ala-talkkari.fi/tiedostot/YlapalokattilatFIN.pdf>

## LIITE 1

LÄMMITYSKOHTTEEN MITOITUS				Viljan paino	Hakkeen kosteus	Energian kulutus		
12.2.2008				500 kg/m <sup>3</sup>	30 %			
				4,0 MWh/t	1,30 MWh/m <sup>3</sup>	0,81 MWh/m <sup>3</sup>	4,80 MWh/t	
Lämmityskohte	Tilavuus m <sup>3</sup> tai kpl	W/m <sup>3</sup>	Tehontarve kW	Viljan kulutus t/v	Palatärpeen kulutus m <sup>3</sup> /v	Hakkeen kulutus m <sup>3</sup> /v	Pelletin kulutus t/v	
TALO	680 m <sup>3</sup>	30 W	20,4 kW	12 t	39 m <sup>3</sup>	62 m <sup>3</sup>	10 t	
-Lämmiin käyttövesi, asukasala	3 as			1 t	4 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	1 t	
KONEHALLI/KORJAAMO	250 m <sup>3</sup>	20 W	5,0 kW	2 t	7 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	2 t	8 MWh/v
NAVETTA(sos.tilat+matkahuone)	200 m <sup>3</sup>	20 W	4,0 kW	2 t	7 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	2 t	7 MWh/v
-lehmät lämmiin luomnavesi	140 kpl	80 W	11,2 kW	17 t	57 m <sup>3</sup>	91 m <sup>3</sup>	15 t	59 MWh/v
-lehmät lämmiin pesuvesi	70 kpl	150 W	10,5 kW	3 t	10 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>	3 t	10 MWh/v
LKV, suihkut (lask. 20%) (lask. 100%)	1 kpl	30 kW	6,0 kW	2 t	5 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	1 t	5 MWh/v
Lämpöjohto	110 m	20 W	2,2 kW	6 t	19 m <sup>3</sup>	29 m <sup>3</sup>	5 t	19 MWh/v
Käikki yhteensä	1 130 m <sup>3</sup>		59,3 kW	45 t/v 90 m <sup>3</sup> /v	147 m <sup>3</sup> /v	234 m <sup>3</sup> /v	38 t/v 56 m <sup>3</sup> /v	153 MWh/v
KATTILATEHO ILMAN LKV:TA			54 kW					
KATTILATEHO JOSTA LKV:N OSUUS ON 10%			60 kW					
Lämpöjohtojen häviöki yhteensä 12% energian kulutuksesta								
								32 asteen pakkasella

TOTEUTUS AIKATAULU:  
SUUNNITELTU LÄMMITYS:  
POLTTOAINE:  
LÄMPÖKESKUS:  
HAKEVARASTO:  
LÄMPÖJOHDOT:  
PIIPPU:  
LÄMMITETTÄVÄT RAKENNUKSET:  
NYKYINEN LÄMMITYS:

Veil-Pekka Kauppinen  
Keski-Suomen metsäkeskus  
0400 - 545 529

## LIITTEET

<b>LÄMMITYSKOHTIEN MITOITU</b>	öljyn kulutus=		suutinkoko =	
12.2.2008				
<b>Lämmityskohte</b>	Laskennallinen aika	2000 hv	läm. veden kul. veden lämm. tarve	Lämpöteho kWh/m3
<b>TALO</b>			60 lvr/kas	50 C lämmitys 66 kWh/m3
-Lämmiin käyttövesi, asukasta				
<b>KONEHALLI /KORJAAMO</b>		1500 hv		
<b>NAVETTA(sos.tilat+maitoahuone)</b>		1700 hv		
-lehnät lämmiin juomavesi	14,6 hv/rk juoma-aika	100 lvr/lehnä	10 C lämmitys	
-lehnät lämmiin pesuvesi	2,3 hv/rk pesuaika	300 lvrk	70 C lämmitys	
LKV, suihkut (lask. 20%)	365 vrk	0,5 hv/rk/suihku	250 lvrk/suihku	50 C lämmitys
(lask. 100%)				
Lämpöjohto	365 vrk	8/60 hv		
Kaikki yhteensä				

**KÄTTILÄTEHO ILMAN LKV:TA**  
**KÄTTILÄTEHO JOSTA LKV:N OSU**  
 Lämpöjohtoon hävikki yhteensä 1

**TOTEUTUS AIKATAULU:**  
**SUUNNITELTU LÄMMITYS:**  
**POLTTOAINE:**  
**LÄMPÖKESKUS:**  
**HÄKEVARASTO:**  
**LÄMPÖJOHDOT:**  
**PIIPPU:**  
**LÄMMITETTÄVÄT RAKENNUKSE**  
**NYKYINEN LÄMMITYS:**

Veit-Pekka Kauppinen  
 Keski-Suomen metsäkeskus  
 0400 - 545 529

## HAKEMUS

Hakemus koskee  Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoitusta investointihankkeeseen  
 Kansallista rahoitusta: Työllisyysperusteinen investointiavustus

Kyseessä on  uusi hakemus  jatkohakemus  korjaus/täydennys edelliseen hakemukseen

## 1. Työvoima- ja elinkeinokeskuksen (TE -keskus) merkintöjä

Tukialue (EAKR)	Kirjausmerkinnät (dnro/leima)	
Maakunta (EAKR)		
Käsittelijä	Hankkeen toimialanumerot ja -nimi	

## 2. Hakijaa koskevat tiedot

Hakija	Y-tunnus/henkilötunnus	
Lähiosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Puhelin/matkapuhelin	Telefax	Sähköposti
Yhteyshenkilö	Puhelin/Matkapuhelin	

## 2.1. Arvonlisävero

Onko hakija alv-velvollinen?  Ei  Kyllä

Korvataanko kustannuksiin liittyvä arvonlisävero muulla tavalla?  Ei  Kyllä

Kuntien palautusjärjestelmän kautta

Liiketoiminnan harjoittamiseen liittyvän vähennysoikeusmenettelyn kautta

## 3. Hanketta koskevat tiedot

3.1. Hankkeen nimi		3.2. Hankkeen toteutuskunta	
3.3. Töiden toteutusaikataulu			
Rakennustyöt on suunniteltu	alkavaksi	/	200 ja
	valmistuvaksi	/	200
Hankkeen tarkempi toteutusaikataulu on esitettävä liitteenä olevassa hankesuunnitelmassa			
3.4. Ohjelmayhteys EAKR -rahoitteisessa hankkeessa (voidaan jättää myös viranomaisen täytettäväksi)			
Tavoiteohjelma:	_____	Toimintalinja:	_____
		Toimenpidekokonaisuus:	_____

#### 4.3. Hankkeen määrälliset tavoitteet

(hakemuksen liitteenä on toimitettava lomake TM 3.02, työllisyysvaikutusten arviointi)

a) Investointivaiheen rakennusaikaiset työllisyysvaikutukset henkilötyövuosina Miehiä \_\_\_\_\_ Naisia \_\_\_\_\_ Yhteensä \_\_\_\_\_

b) Investoinnin valmistumisen jälkeiset toimintavaiheen pysyvät työllisyysvaikutukset, uusien työpaikkojen lukumäärä Miehiä \_\_\_\_\_ Naisia \_\_\_\_\_ Yhteensä \_\_\_\_\_

c) Investoinnista johtuvat kasvusysäysvaikutukset

Mihin kasvusysäysvaikutusarvio perustuu ja minkälaisia nämä mahdolliset kasvusysäykset olisivat?

d) Hankkeessa syntyvät uudet yritykset, (lkm) \_\_\_\_\_ joista naisyrityksiä (lkm) \_\_\_\_\_

e) Turvaako hanke jo olemassa olevien työpaikkojen säilymistä?

Ei  Kyllä, arvionne säilyvien työpaikkojen määrästä \_\_\_\_\_  
Millä edellytyksillä työpaikat säilyvät?

f) Onko hankkeesta hankkeen toteutuspaikkakunnalla tai lähialueilla negatiivisia välittömiä/välillisiä työllisyysvaikutuksia ja kuinka merkittäviä? Perustelkaa näkemyksenne.

g) Tasa-arvo- ja ympäristövaikutukset (täytetään silloin, kun hankkeeseen haetaan EAKR -rahoitusta)

Tasa-arvovaikutukset:

Tasa-arvohanke  Tasa-arvosuuntautunut hanke  Sukupuolineutraali hanke

Ympäristövaikutukset:

Ympäristöpositiivinen hanke  Ympäristönegatiivinen hanke  Ympäristöneutraali hanke





### 5. Kustannusarvio

(luvut 1000 €, pyöristettävä täysille sadoille euroille) Kokonaiskustannukset hankkeen käynnistymisvuodelle ja sitä seuraaville vuosille					
Kustannuslajit	200	200	200	200	Yhteensä €
a) Suunnittelu- ja tutkimuskustannukset					
b) Rakennuttajan kustannukset yhteensä					
c) Rakennustekniset työt yhteensä					
d) Lvi-työt yhteensä					
e) Sähkötyöt yhteensä					
f) Erillishankinnat					
g) Muut kustannukset (erillinen liite)					
<b>Kustannukset yhteensä,</b>					
<b>josta alv:n osuus</b>					
Hankkeen mahdollinen investointiaikainen tulorahoitus					
<b>Rahoitettavat nettomenot yhteensä</b>					

### 6. Rahoitussuunnitelma

(luvut 1000 €, pyöristettävä täysille sadoille euroille)			
	€	josta ALV:n osuus/€	Onko myönteinen rahoituspäätös jo tehty
Työhallinnolta haettava rahoitus			
Muu julkinen rahoitus			
- valtionosuus/valtionapu			kyllä <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
- valtionlaina/korkotukilaina			kyllä <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Kuntarahoitus			kyllä <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Yksityinen rahoitus			kyllä <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Hankkeen mahdollinen investointiaikainen tulorahoitus			
<b>Rahoitus yhteensä</b>			
Onko hankkeeseen haettu tai suunnitelmassa hakea rahoitusta erillisellä hakemuksella muilta viranomaisilta, jos on niin miltä viranomaiselta?			

## 7. Hankkeen suunnittelu- ja toteutusvalmius

Hankesuunnitelmat	
<input type="checkbox"/> Ovat toteutusvalmiina	<input type="checkbox"/> Ei, valmistuvat _____ mennessä
Hankkeen toteutukseen tarvittavat lupa-asiakirjat ja muut päätökset	
<input type="checkbox"/> Ovat kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteellisia, millä tavoin

## 8. Esitys maksatussuunnitelmaksi

Avustukset aiotaan hakea maksuun \_\_\_\_\_ krt/vuosi

## 9. Allekirjoitus

Allekirjoittaja/allekirjoittajat vakuuttavat edellä annetut ja hakemuksen liitteinä olevat tiedot oikeiksi ja sitoutuvat toteuttamaan hankkeen tässä hakemuksessa ilmoittamiensa tietojen mukaisesti.

Paikka ja päiväys

Allekirjoitus/Allekirjoitukset

Nimen selvitys ja asema organisaatiossa

*Hakemuksen allekirjoittajalla/allekirjoittajilla on oltava nimenkirjoitusoikeus*

### Hakemukseen on oheistettava seuraavat liitteet:

- investointihankkeen hankesuunnitelma, josta on käytävä ilmi muun muassa hankkeen toteutusaikataulu, hankkeelle asetetut tavoitteet, yksilöity kustannusarvio/kustannuserittely ja rahoitussuunnitelma
- muut samaa hanketta koskevat rahoituspäätökset ja yhteistyösopimukset
- TM 3.02 työllisyysvaikutusarvio -lomake
- tarvittaessa selvitys hakijan arvonlisäverovelvollisuudesta
- kopio rakennusluvasta/rakennustarkastajan selvitys

### Yritysten ja muiden yhteisöjen tulee liittää hakemukseen lisäksi

- kauppa-, yhdistys- tai säätiörekisteriote, joka ei saa olla kolmea kuukautta vanhempi
- verottajan antama jäämätodistus, joka ei saa olla kolmea kuukautta vanhempi
- viimeisimmän tilikauden toimintakertomus
- tuloslaskelma ja tase tilintarkastajan lausuntoineen

### Perustettavan yrityksen tulee liittää hakemukseen

- tiedot perustettavan yrityksen kaikista osakkaista yhteisö- ja henkilötunnuksineen
- perustamiskokouksen pöytäkirja
- perustamis- ja osakassopimukset
- yhtiöjärjestys

Perustettavan yrityksen muiden osakkeiden tulee valtuuttaa investointiavustuksen hakija toimimaan heidän puolestaan. Kun yritys on rekisteröity, sen tulee toimittaa kaupparekisteriote hakemusasiakirjojen liitteeksi.

**Hakemus jätetään siihen TE -keskukseen, jonka toimialueella investointihanke on tarkoitus toteuttaa. Ennen hakemuksen jättämistä on hyvä ottaa yhteyttä TE -keskuksen työvoimaosastoon.**

## LIITE 4

Tunnus	Nimi	Kerroin
Wh	Wattitunti	$10^0$
kWh	Kilowattitunti	$10^3$
MWh	Megawattitunti	$10^6$
GWh	Gigawattitunti	$10^9$
TWh	Terawattitunti	$10^{12}$