

Iiro Reinola

Pienen kokoluokan hakelämpölaitoksen perustaminen

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Elintarvike ja Maatalous
Metsätalouden koulutusohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä: Iiro Reinola

Työn nimi: Pienen kokoluokan hakelämpölaitoksen perustaminen

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 52

Liitteiden lukumäärä: 6

Tässä opinnäytetyössä esitellään pienen kokoluokan hakelämpölaitoksen rakentamista. Työssä on seurattu rakennuksen valmistumista sekä sen vaatimia lupamenettelyjä ja toimenpiteitä. Työn tarkoitus on antaa ohjeita pienten hakelämpölaitosten rakentamiseen liittyvissä asioissa.

Työssä käsitellään yhtä hakelämpölaitosta, jonka hakekattilan tehoksi on valittu 60 kilowattia ja lämmitettävänä on omakotitalo sekä hallirakennus. Työssä esitellään rakennusvaiheita ja hakkeen käyttöä kyseisessä lämpölaitoksessa. Samalla perehdytään paloturvallisuus määräyksiin ja niiden ehkäisemiseen rakennetussa lämpölaitoksessa. Käsittelyssä on palonestojärjestelmien käyttö ja toteuttaminen, sekä vikatilanteiden ennaltaehkäiseminen. Lämpölaitoksessa käytettävistä polttoaineista ja kattilan mitoittamisesta omiin tarpeisiin sopivaksi on tehty energialaskuja, joiden pohjalta on erikokoisten lämpölaitosten mitoittamista mahdollista toteuttaa.

Työssä käydään läpi tarvittavien huoltotoimenpiteiden toteuttamista sekä käsitellään päivittäistä käyttöä. Työn lopputuloksena on lämpölaitoksesta kertova työ, joka toimii samalla suuntaa antavana ohjeena mahdollisille omatoimisille lämpölaitoksen rakentajille.

Avainsanat: hake, lämpölaitos, rakentaminen, paloturvallisuus, lämmityskattila,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and agriculture

Degree programme: Forestry

Author/s: Iiro Reinola

Title of thesis: The building of small-scale woodchip-fired heating plant

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2015 Number of pages: 52 Number of appendices: 6

This thesis will present the construction of a small-scale woodchip heating plant. The work has been monitored until the completion of the building and through the required permit procedures and measures. The purpose of this thesis is to provide information about ideas related to the construction of small-scale woodchip heating plants and the opportunities for making heating systems for detached houses.

The thesis deals with one woodchip fired heating plant, which powers a 60 kilowatt woodchip boiler and the heat provided is able to warm a detached house and a garage building. The thesis presents the stages of construction and the use of woodchips in this heating plant. At the same time there will be information on fire safety regulations and fire prevention for woodchip heating plant. The dimensions of the fuels used for the heating plant boiler fit the needs made by your energy bills, which is the basis for the different sized heating plants.

The thesis explains the services and use of the heating plant in detached houses. The thesis also serves as a guide book to potential heating plant builders.

Keywords: woodchips, heating plant, building, fire safety, heating boiler.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 RAKENNUSPROJEKTIN TOTEUTUS.....	10
3 RAKENNUSVAIHEET.....	13
3.1 Aloitusvaiheet ja rakennusluvut.....	13
3.2 Tarkastukset.....	13
3.3 Rakennusmateriaalit.....	13
3.4 Paloturvallisuus ja palonestojärjestelmät.....	14
3.5 Rakennuksen mitoittaminen.....	15
3.6 Rakennusvaiheet.....	17
3.7 Lämmönjako omakotitaloon ja halliin.....	21
4 HANKINTAOHJELMA.....	26
4.1 Hakekattilan mitoittaminen.....	26
4.2 Hakekattilan hankinta.....	26
4.3 Laitteistot.....	27
5 LÄMPÖLAITOKSEN POLTTOAINEET.....	31
5.1 Polttoaineet.....	31
5.2 Raaka-aine.....	32
5.3 Hakkeen kulku rangasta tuhkaksi.....	35
6 LÄMPÖLAITOKSEN HYÖDYT JA TOIMINTA.....	41
6.1 Käyttö.....	41
6.2 Varautuminen vikatilanteisiin.....	43
6.3 Kulutus ja kustannukset.....	45
6.4 Mahdollisuudet.....	49
7 YHTEENVETO.....	50

LÄHTEET.....	51
LIITTEET.....	52

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Painevesi sprinkleri syöttöruuvissa ennen hakesiiloa (Reinola 2015)	15
Kuva 2. Runko ja kattotuolit asennettuna. (Reinola 2015)	16
Kuva 3. Lämpölaitoksen varasto (Reinola 2015)	17
Kuva 4. Lämpölaitoksen pohja ennen valua (Reinola 2014)	18
Kuva 5. Valuharkosta on tehty kattilahuone ja vasemmalla hakesiilon pohja. (Reinola 2014)	19
Kuva 6. Puurungon tekoa (Reinola 2015)	20
Kuva 7. Rankakatos ja lämpölaitos. (Reinola 2015)	21
Kuva 8. Kattilahuoneeseen tulevat ja lähtevät putket (Reinola 2015)	22
Kuva 9. Lämpö kuljetetaan lämmityskohteille maata pitkin kulkevissa lämpöputkissa (Reinola 2014)	24
Kuva 10. Hallin lämmitykseen käytettävä puhallinkonvektori on sijoitettu katon rajaan (Reinola 2015)	24
Kuva 11. Patteriverkko jakaa lämmön hallin toimistoon, sekä omakotitaloon (Reinola 2015)	25
Kuva 12. Stokerikattilan läpyleikkaus (Ala-Talkkari 5/2014)	27
Kuva 13. Haketta jousipurkaimen päällä siilossa. (Reinola 2015)	28
Kuva 14. Lämpötilamittareista seurataan veden lämpötila järjestelmässä. (Reinola 2015)	30
Kuva 15. Polttoaineiden hinnat €/MWh (Bioenergia lehti 5/2015)	32
Kuva 16. Käytössä oleva hakkuri (Reinola 2015)	33
Kuva 17. Öljypoltin kiinni varaluukussa helpottaa käyttöön ottoa. (Reinola 2015)	34
Kuva 18. Hakesiilon täyttäminen traktorilla (Reinola 2015)	35
Kuva 19. Hakesiilon pohjalla oleva jousipurkain. (Reinola 2014)	36
Kuva 20. Hake kulkeutuu kattilahuoneeseen ruuvikuljettimella, kuvassa myös sulkusyötin (Reinola 2015)	37
Kuva 21. Sulkusyötin estää takapalon leviämisen hakesiiloon (Reinola 2015)	37
Kuva 22. Syöttöruuvi työntää haketta palopesään (Reinola 2015)	38

Kuva 23. Palopesän pohjalla on tuhkaruuvi, joka kuljettaa tuhkan pois kattilasta (Reinola 2015)	39
Kuva 24. Tuhka kerätään ulkona tuhka-astiaan (Reinola 2015)	39
Kuva 25. Savupiippu ja kierreportaat kattilahuoneen päällä olevaan huoneeseen (Reinola 2015)	40
Kuva 26. Huoltoluukku vasemmalla ja hakemäärän seurantaikkuna oikealla (Reinola 2015)	44
Kuva 27. Haketusta suoraan siiloon. (Reinola 2015)	46
Kuva 28. Vuotuisen kulutuksen laskentakaava	47
Kuva 29. Vuoden polttoaineiden hinnat. (Reinola 2015)	47

Käytetyt termit ja lyhenteet

Hake	Pieniksi palasiksi hakettua puuta, jota käytetään lämpölaitosten polttoaineena.
Lämpölaitos	Laitos, jonka tehtävä on tuottaa lämpöä rakennuksille.
Stokerikattila	Kiinteän polttoaineen lämpökattila, jossa voidaan käyttää polttoaineena esimerkiksi haketta, pellettiä ja palaturvetta.
Irtokuutiometri i-m³	Irtokuutiometri haketta vastaa 0,4 kiintokuutiota puuta. 1i-m ² ~ 0,75MWh
MW, KW	Megawatti, Kilowatti ovat tehon yksiköitä.

1 JOHDANTO

Puuenergian käyttö on vanha tapa tuottaa lämpöä omakotitaloihin ja korvaa hyvin fossiiliset polttoaineet. Fossiilisista polttoaineista luopuminen omakotitalojen energian tuotannossa on ollut kasvava trendi viime vuosina. Polttoaineen hinnat vaihtelevat ja yhä useampi miettii lämmitysvaihtoehtoja uudisrakentamisessa, kuin myös vanhojen lämmitysjärjestelmien päivittämisessä. Nykyaikana mietitään autoja ostaessa niiden CO² päästöjä tai polttoaineen kulutusta, niin myös omakotitalojen lämmitysjärjestelmissä mietitään kustannuksia pitkällä ja lyhyellä aikavälillä. Halutaan varmuutta ja tietoa siitä, kuinka paljon joutuu käyttämään rahaa, että saa vuodenajasta riippumatta lämpöä ja lämmintä käyttövetä kotiinsa.

Hakelämmitys on puulämmityksessä usein se tehokkain vaihtoehto, ja hakkeella saadaan tuotettua kustannustehokkaasti suuria määriä energiaa. Hakelämpökattiloita myydäänkin monessa eri teholuokassa. Kattilan mitoittamiseen vaikuttavat lämmitettävät pinta-alat.

Tässä työssä esitellään pienen kokoluokan hakelämpölaitoksen rakentamisen vaiheet ja siihen tehdyt toimenpiteet. Hakekattilan teho on 60Kw, ja sillä lämmitetään nelihenkisen perheen 136m² kokoista omakotitaloa sekä 300m² kokoista hallirakennusta (Reinola 2015.). Työn tarkoitus on antaa ohjeita ja alentaa kynnystä rakentaa kyseisiä uusiutuvan energian lämpölaitoksia omakotitalo kokoluokan asumiseen. Työtä voidaan käyttää myös suuntaa antavana ohjeena samantyyppisiä rakennuksia tehdessä.

Opinnäytetyön tekemisessä on suurena apuna ollut lämpölaitoksen omistaja ja veljeni Tero Reinola, joka on omilla ajatuksillaan herättänyt mielenkiinnon työn tekemiseen ja uusien ratkaisujen löytämiseen. Työssä asiantuntija apuna toimivat Suomen Metsäkeskuksen biotalouden ja bioenergian asiantuntija Juha Viirimäki ja Veljekset Ala-Talkkari Oy:n Tuomo Karhu. Viirimäeltä sain haastatteluissa ohjeita työn toteuttamiseen sekä muiden biopolttoaineiden huomioimiseen työssä. Karhu ohjeisti hakekattiloiden mitoittamiseen ja tehotuottoon liittyvissä laskuissa sekä antoi neuvoja huoltojen, paloturvallisuuden ja käytön ohjeistuksessa.

2 RAKENNUSPROJEKTIN TOTEUTUS

Hakelämpölaitoksen rakentamisesta tehtiin päätös hyvin pian kiinteistön ostamisen jälkeen. Kiinteistöllä oli tontti, jonka pinta-ala on n.5250m² ja ostotilanteessa jo valmiiksi vuonna 1986 rakennettu omakotitalo. Omakotitalo sijaitsi suorakaiteen muotoisella tontilla toisessa reunassa, jolloin oli helppoa ottaa tontin toinen puolisko hallirakennuksen käyttöön. Hallirakennuksessa säilytetään ja huolletaan erilaisia koneita ja osa hallista on vuokralla. Hallissa pyöritetään myös pientä liiketoimintaa. Hallirakennuksen ja omakotitalon lämmittäminen oli helpoin ja omistajan laskujen mukaan edullisin tapa toteuttaa hakelämmöllä. Toisena vaihtoehtona olisi ollut maalämpö, joka tarjouskilpailussa osoitautui yli kaksi kertaa kalliimmaksi investoinniksi. Kiinteistö hankittiin keväällä 2011 ja toukokuussa 2011 aloitettiin jo hallirakennuksen pohjien valmistelu. Kevään ja kesän 2012 aikana hallirakennus saatiin valmiiksi ja otettiin käyttöön liiketoiminnan harjoittamiseen. (Reinola 2015)

Omakotitaloa lämmitettiin vanhalla Airmax puukattilalla, josta saatu lämpö varastoitiin 2m³ lämminvesivaraajaan. Puukattila ja lämminvesivaraaja olivat omakotitalon alkuperäisiä vuonna 1986 asennettuja, ja niiden käyttöikä alkoi lähestyä loppuaan. Omistajan mukaan vanhan puukattilan lämmittäminen oli työlästä ja vaati suurta panostusta useaan kertaan viikossa. Puukattilaa lämmitettiin talviaikana vähintään joka toinen päivä ja noin 3 tuntia kerrallaan. Nykyiseen hakelämmitykseen riittää tarkistus käynti, joka vie muutaman minuutin. Haketukseen kului omistajalta noin yksi tunti kesällä ja sillä saatiin viideksi kuukaudeksi riittävä hakemäärä. (Reinola 2015)

Halli rakennettiin jo alun perin lämmitysvarauksella, jolloin ympärivuotinen käyttö olisi mukavampi toteuttaa. Lämmitysjärjestelmän hankinnassa ei ole pidetty kiirettä, sillä hallin lämmittäminen ei ollut välttämätöntä. Lämmitysjärjestelmistä kyseltiin tarjouksia ja mietittiin sitä helpointa ja kustannustehokkainta ratkaisua. Suuren lämmöntarpeen, edullisuuden ja toimitusvarmuuden johdosta päädyttiin hakelämmitykseen. Hakelämmitys oli myös omistajalle ekologisesti miellyttävä lämmitysvaihtoehto, sillä uusiutuvaa energiaa oli mahdollista tehdä omista metsistä tai ostaa edullisesti. (Reinola 2015)

Hakelämpölaitoksen rakentaminen aloitettiin toukokuussa 2014, jolloin kaivettiin pohjat rakennukselle ja lämpökanaalit lämmityskohteille. Ennen aloitusta oli haettu tarvittavat luvat sekä teetetty piirustukset ammattilaisen toimesta. Rakennuslupa tuli lainvoimaiseksi 31.3.2014. Myös lämmityskattilasta tehtiin kaupat keväällä 2014 (8.5.2014), jolloin pystyttiin sopimaan tarkemmin toimitusajankohdasta sopivaksi toimittajalle kuin tilaajallekin. Toimitusajaksi sovittiin talvi ajankohta 2014–2015. Toukokuussa 2014 tehtiin lattialaatan valu, jonka jälkeen päästiin rakentamaan valuharkoista kattilahuoneiston seiniä, jotka valmistuivat toukokuun lopussa. Syyskuussa 2014 asennettiin lämpölaitokseen hakekattila ja lisälaitteet, kuten syöttöruuvit ja jousipurkain. Asennusten jälkeen tehtiin kattilahuoneistossa talven aikana putki ja sähkötöitä.(Reinola 2015.)

Talven 2014–2015 aikana sahattiin rakennukseen tarvittavat puutavarat. Puutavara on moottorisahatyönä kaadettu metsästä ja sahattu kenttäsiirkkelillä. Puutavaran voi myös ostaa puutavaraa myyvistä liikkeistä rakennustarpeita varten. Keväällä 2015 puutavara toimitettiin sahauspaikalta rakennustyömaalle ja rakentaminen aloitettiin runkotolppien pystyttämällä. Runkotolpat oli valmiiksi sahattu maassa oikeaan pituuteen tasakertaan asti, jolloin asentaminen kävi helposti ja nopeasti. Runkotolppien pystyttämiseen, tasakerran tekoon ja hakesiilon tekemiseen kului noin 3 päivää. Runkotolppien jälkeen voitiin asentaa tilauksella toimitetut kattotuolit. Kattotuolit olivat kasattu maassa kahteen nippuun, jotka sisälsivät valmiiksi tehdyt päätykolmiot, seinäpeltienruodepuut, sekä tuulituennat. Kattotuolien asentamisessa käytettiin paikallista nosturiyrittäjää, joka teki nostotyötä noin 30 minuuttia. (Reinola 2015.)

Kun rakennus oli saatu pystyyn ja käyttökuntoon, oli aika purkaa vanha puukattila omakotitalosta kesällä 2015. Puukattilan purkamisen yhteydessä tehtiin loput vesiputkien liitokset hakelämpölaitokselta omakotitaloon. Kanaaliputket oli kaivettu jo valmiiksi pannuhuoneeseen keväällä 2014, joten liittämisen sujui nopeasti. Kesä oli liittämiseen hyvä ajankohta, sillä lämpöä ei tarvittu suuria määriä. Liittämisen jälkeen voitiin käyttää lämpimän veden tuottamiseen öljypoltinta varalämmönlähteenä tai hakea polttamalla hakekattilassa. Kesällä juhannusaaton aikaan 2015 lämpölaitos käynnistyi täysipäiväiseen käyttöön hakeella.(Reinola 2015.)

Rakennusprojekti toteutettiin hyvin pitkän ajan rakennusurakkana ja toteuttamisessa ei pidetty kiirettä. Rakennusprojekti kesti toukokuusta 2014 kesäkuulle 2015. Projektin valmistumisen takarajana pidettiin syksyä 2015. Rakennuksen rakentamiseen olisi ajallisesti kulunut noin 4 kuukautta, kun lupamenettelyt, kattilatoimitukset sekä rakennustarvikkeet oli hoidettu käyttöpaikalle.

3 RAKENNUSVAIHEET

3.1 Aloitusvaiheet ja rakennusluvut

Rakennusprojektin aloittaminen vaatii rakennuskuvat, joiden avulla haettiin rakennuslupaa kunnalta. Rakennuslupa tuli lainvoimaiseksi 31.3.2015. Rakennuslupa vaatii lupakuvat ja naapurien kuulemisen ennen rakentamisen aloittamista. Rakennuskuvien avulla tiedetään millainen rakennus on rakenteilla. Kunnasta käy maanmittaaja mittaamassa rakennuksen paikan tontille. (Liite3, Liite4, Liite5, Liite 6.)

3.2 Tarkastukset

Rakennusluvan saamisen jälkeen saa rakennuksen tehdä tontille. Rakentamisen jälkeen tehdään normaalit lopputarkastukset, että kaikki on tehty asianmukaisesti ja määräysten mukaan. Tarkastukset toteuttaa kunnan toimesta tarkastusinsinööri. Tarkastukseen kuuluvat pohjan katselmus, rungon katselmus, sähköjen mittaus, ja öljypolttimen asennus ja tarkastus. Valmispöytäkirjaa käytettäessä on siitä oltava CE -todistus. Verottajalle on tehtävä ilmoitus rakennuksesta kiinteistöveron takia. Verottajalle ilmoitetaan myös työmaalla toimivien ulkopuolisten urakoitsijoiden tiedot ja heille maksetut korvaukset. (Reinola 2015.) Lopputarkastuksesta tehdään virallinen pöytäkirja, joka todistaa rakennuksen olevan käyttökelpoinen ja siihen voidaan turvautua mahdollisen vikatilanteen syntyessä rakenteissa.

3.3 Rakennusmateriaalit

Rakennuksen paloturvallisuus on nykyisen määräyksen mukaan EI 60. (Lauhanen 2013.) EI 60 tunnus tarkoittaa, että kattilahuone on tehtävä palamattomasta materiaalista ja sen on kestävä vähintään 60min paloa. Siilolle on määrätty paloluokaksi EI 30, joten huoneen pitäisi kestää 30min paloa, mutta siilon paloturvallisuusmääräykset tulkitaan tapauskohtaisesti ja paloluokkaan vaikuttaa siilon sijoittaminen rakennuksessa ja rakennuksen etäisyydet muista rakennuksista. (Reinola

2015.) Kattilahuoneiston seinät on valmistettu 350mm paksusta eristevaluharkosta, ja katto on 150mm paksu paikalleen valettu teräsbetonilaatta. Rakennuksen lattia on maanvarainen kantava betonilattia, jonka reunat on vahvistettu. Varastoon on rakennettu 1 metrin korkuinen 150mm paksu valuharkkoseinä ja varaston takaseinä on tehty 2 metrin korkuiseksi valuharkoilla. Takaseinä on tehty tarkoituksella 2 metrin korkuiseksi, sillä ostohaketta käyttäessä hakesiilo täytetään traktorin kauhalla varastosta. Korkean takaseinän ansioista voidaan traktorin kauhalla huoletta työntää seinää vasten haketta ilman, että seinä hajoaisi. Hakesiilon ja varaston rakentamiseen on käytetty puusta tehtyjä lautoja ja runkotolpat ovat puusta. Kattotuolit ja rankapuukatoksen katto on tehty puusta ja katot on verhoiltu palahuovalla. Rakennuksen seinien verhoamiseen käytettiin samanlaisia peltilevyjä kuin hallirakennuksen seinissä.

3.4 Paloturvallisuus ja palonestojärjestelmät

Kattilahuoneistossa pitää olla paloturvallisuusmääräysten mukaan yksi 6kg jauhesammutin, kyseisessä laitoksessa on käytössä yksi 12kg jauhesammutin. Syöttölaitteissa on neljä palonestojärjestelmää. Takapalotilanteessa ensimmäisenä estojärjestelmänä toimii syöttöruuvissa oleva anturi, joka lämpötilan noustessa yli 90 °C laittaa syöttöruuvin pakkosyötölle 10 min ajaksi ja tyhjentää ruuvin palavasta materiaalista palopesään estäen palon. Jos anturi ei toimi ja palo leviää syöttöruuviin, on seuraavana painovoiman vaikutuksella toimiva vesisammutusjärjestelmä. Ensimmäinen vesisammutusjärjestelmä toimii 10 litran vesiastiasta letkua pitkin tulevalla vedellä, joka tulee suoraan syöttöruuviin. Syöttöruuvin päässä on mehiläisvahasta valmistettu tulppa, joka sulaa lämmön vaikutuksesta. Mehiläisvahan pehmetessä lämmönvaikutuksesta vesi pääsee valumaan syöttöruuviin sammuttaen palon.(Reinola 0215)

Sulkusyötin toimii sähköisesti sulkemalla ja aukeamalla kuljettaen haketta syöttöruuvista toiseen. Sulkusyötin myös estää palon leviämisen seuraavaan syöttöruuviin, sulkusyötin sulkeutuu estäen palon leviämisen. Sulkusyöttimen ja siilon välissä kulkevassa syöttöruuvissa on siten viimeinen palonestojärjestelmä, eli painevesi sprinkleri. Palonestojärjestelmien johdosta mahdollisen palotilanteen sattuessa

on hyvin epätodennäköistä, että takapalo leviäisi hakesiiloon asti. Palonestojärjestelmiä kannattaa testilla ja tarkastella, että ne toimivat moitteettomasti. Etenkin ajan saatossa järjestelmät saattavat vanheta ja näin eivät toimi täysin odotusten mukaisesti. Paloturvallisuus määräysten mukaan syöttöruuvissa pitää olla vähintään kaksi toisistaan riippumatonta sammutus- tai palonestojärjestelmää.(Karhu 2015)

Vikatilanteissa, kuten sähkökatkoksen aikana palonestojärjestelmistä 3 on silti toiminnassa. Mehiläisvahajärjestelmä, sulkusyötin ja painevesisprinkleri toimivat sähkökatkoksen aikana.(Karhu 2015)

Kattilahuoneistossa sisällä tapahtuva palo on omistajan arvion mukaan hyvin epätodennäköistä. Kattilahuoneessa ei säilytetä mitään palonarkaa materiaalia ja kattilan tiiviys pitää palon ja lämmön kattilassa sisällä. Kattilahuoneen puhtaana pidolla saadaan mahdollisia kattilahuonepaloja estettyä.



Kuva 1. Painevesi sprinkleri syöttöruuvissa ennen hakesiiloa (Reinola 2015)

3.5 Rakennuksen mitoittaminen

Rakennuksen koko on 69m², jonka lisäksi on rakennuksen toiseen pätyyn rakennettu 56m² katos rankapuulle. Rankapuu katoksessa saa haketettavaksi tuleva

puu kuivaa rauhassa ja toimii samalla puskurivarastona. Rakennuksen koko on jaettu kolmeen eri osastoon, joista 40m² on varastotilaa koneille tai ostohakkeelle. Pannuhuone on 12m², ja hakesiilo on kokonaispinta-alasta 9m². Hakesiilo on oven alareunaan mitoitettuna 18m³, ja täyteen haketettuna siiloon mahtuu noin 30 i-m³ haketta.



Kuva 2. Runko ja kattotuolit asennettuna. (Reinola 2015)

Lämpölaitos rakennuksen kokoon vaikutti tontilla olevan rakennusoikeuden määrä. Tontin koko ja sille määritelty rakennusoikeus mahdollistaa vain tietyn määrän rakennusneliöiden rakentamisen kyseiselle tontille, joten tässä tilanteessa käytettiin loput mahdolliset rakennusneliöt. Lämpölaitosrakennusta voidaan myös käyttää muihin tarkoituksiin kuin lämmöntuotantoon, joten laitoksen yhteydessä on varastorakennus, jota voidaan käyttää hakkeen säilömiseen tai pienenä konesuojana. Varastossa on umpinaiset seinät ja nosto-ovi, joten siellä pystyy säilyttämään tarvikkeita suojassa säältä ja katseilta. Rakennusta tehtäessä on huomioitu mahdollisimman hyvin neliöiden käyttö, sillä alueella säilytystiloille on rajallinen mahdollisuus. Rakennuksessa oleva varasto on tarkoitettu traktorille tai muille työkoneille. Varastoa voidaan käyttää ostohakkeen varastona, jos siirrytään käyttämään osto-

haketta kyseisessä lämpölaitoksessa. Tällä hetkellä hake tuotetaan itse omalla haketuskoneella ja omasta metsästä hankitulla rankapuulla. Nosto-ovien korkeus on mitoitettu nykyisten hakeautojen maksimi korkeuden (4,4m) (Trafi 2015) mukaan. Nosto-ovet ovat 4,6 metriä korkeat, jolloin hakeauto saa peruuttaa ovista sisään ja purkaa kuormansa varaston lattialle huolettomasti.



Kuva 3. Lämpölaitoksen varasto (Reinola 2015)

3.6 Rakennusvaiheet

Kun luvat rakentamisella on saatu ja rakennuksen sijoittaminen tontille on päätetty, on varsinaisen rakentamisprosessin aika. Rakennukselle kaivetaan pohjarakenteet, jotka eristetään styroksisilla eristelevyillä. Eristelevyjen päälle valetaan betonilaatta, joka toimii rakennuksen lattiana. Ennen betonilattian valua on kaivettava kuitenkin vesilinjat, lämpökanaalit ja sähkölinjat rakennukselle. (Reinola 2015)



Kuva 4. Lämpölaitoksen pohja ennen valua (Reinola 2014)

Kanaalilinjoja eli lämmönjohtoputkia kaivettiin maan alle yhteensä kaksi, toinen hallille ja toinen omakotitalolle. Lämmönjohtoputket kulkevat maan alla noin 1 metrin syvyydessä ja putken päälle on asennettu 100 mm paksu ja 500 mm leveä styroksilevy eristämään putkia. Putkea asennettiin yhteensä maan alle 69 metriä, joista 27 metriä kulkee lämpölaitoksen ja hallin välillä ja 42 metriä lämpölaitoksen ja omakotitalon välillä. Rakennuksen sijoittamisessa tontille ollaan ajateltu mahdollisimman lyhyttä kuljetusetäisyyttä rakennuksille sekä paloturvallisuutta. Etäisyydet viereisiin rakennuksiin on yli 10 metriä ja näin mahdollisessa palotilanteessa säästytään todennäköisesti muiden rakennusten palovaurioilta. (Reinola 2015)



Kuva 5. Valuharkosta on tehty kattilahuone ja vasemmalla hakesiilon pohja. (Reinola 2014)

Lattiavalun ja kanaalien teon jälkeen on tehty kattilahuoneen valuharkkorakenteet. Harkkorakenteet ovat paloturvallisia ja helppoasenteista rakennusmateriaalia. Valuharkkorakenteet kulkevat ympäri rakennusta, ja harkkojen päälle on pystytetty puurunko. Puurungon korkeus on n.5metriä vapaata korkeutta mitattuna lattiasta.

Puurungon päälle tuli tehdasvalmisteiset kattotuolit, jonka jälkeen koko rakennuksen korkeudeksi tuli n.6,5metriä maasta mitattuna katonharjaan. Katto on rakennettu palahuovasta ja helpon huoltotoimen takia seinät on rakennettu punaisista peltilevyistä. Peltiseinien asentaminen on helppoa ja nopeata sekä on kestävä ja myös silmää miellyttävä ratkaisu punaisen värin ansiosta.

Rakennuksen viereen on rakennettu erillinen katos energiakäyttöön tarkoitetulle puulle, joka varastoidaan rankana. Rankapuun varastointi onnistuu kätevästi katoksessa ja näin ei tarvitse käyttää varastotilaa puun varastointiin. Ulkona säilytettävä ranka myös kuivaa kesällä paremmin tuulen ja lämmön vaikutuksesta. Rankapuukatos on noin 56m² kokoinen avokatos, jolla on korkeutta noin 5 metriä.



Kuva 6. Puurungon tekoa (Reinola 2015)



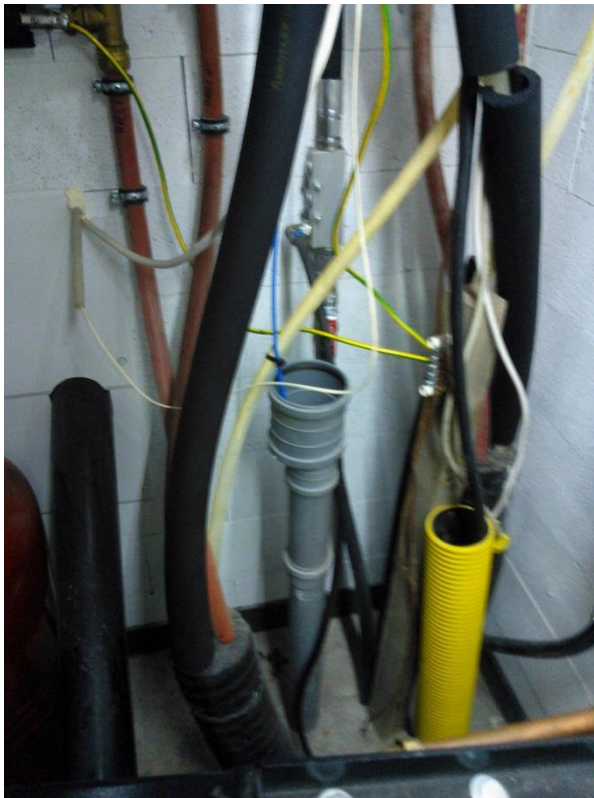
Kuva 7. Rankakatos ja lämpölaitos. (Reinola 2015)

3.7 Lämmönjako omakotitaloon ja halliin

Lämpölaitoksen sijainnin takia on lämpöä kuljetettava lämpimänä vetenä käyttökohteille vesiputkia pitkin maan alla. Lämpöputket kulkevat maan alla kahdessa johtoputkessa, toinen hallille ja toinen omakotitalolle, joiden sisällä kulkee yhteensä neljä putkea. Johtoputkissa menevistä neljästä putkesta kaksi on toisiinsa liitettyjä kiertovesilinjan lämpöputkia, jotka kulkevat suljetussa linjassa ja kuljettavat vettä patteriverkkoon. (Reinola 2015.)

Toinen patteriverkon kiertovesiputkiston kahdesta putkesta on lämpimälle menovedelle, joka kuljettaa lämmön rakennuksille ja paluuputkessa tulee niin sanottu kylmä paluuvesi takaisin lämmityskattilalle lämmitettäväksi. (Liite 1) Toiset kaksi putkea, jotka menevät johtoputkissa kuljettavat myös kiertävässä järjestelmässä lämmintä käyttövettä, jota vapautetaan hanojen sekoittajista lämpimänä käyttöön.

Lämmin käyttövesi on kiertävä järjestelmä, ja putkissa kulkee jatkuvasti 55 °C asteista vettä. Vesi tulee kuumana käyttöpaikalle ja lähtee jäähtyessään takaisin lämmityskattilaan lämmitettäväksi, näin vesi ei seiso järjestelmässä ja jäähdy siellä, joten on jatkuvasti saatavilla lämpöistä vettä. Päävesiputki, joka tulee kiinteistölle, on haaroitettu kylmävesiputkiksi omakotitaloon, halliin sekä lämpölaitokselle. Vesimittarin avulla saadaan käyttöveden kulutus mitattua päävesiputkilinjasta. (Reinola 2015.)



Kuva 8. Kattilahuoneeseen tulevat ja lähtevät putket (Reinola 2015)

Hallirakennukselle kulkeutuva lämminmenovesi on lämpötilaltaan noin 65 °C astetta, menoveden lämpötila hallille on pidettävä jatkuvasti samana, jotta säästytään äkillisiltä kattilaa kuormittamilta piikeiltä ja samalla ilmapuhaltimesta tuleva ilma tuntuu lämpimältä. Hallilla tapahtuvat lämmöntarve piikit johtuvat isojen nostovien auetessa niiden aiheuttamasta suuresta lämmön luovutuksesta ulkoilmaan. Hallin tavoitelämpötila on 15 °C astetta. Talolle toimitettavan menoveden lämpötila vaihtelee ulkolämpötilan mukaan n. 20–65 °C asteen välillä. Talon lämpötilatavoite on n.20–22 °C astetta. Hallille kulkeutuu kiertovesilinjastossa noin 1,1m³ vettä tunnissa ja omakotitalon vesilinjassa kulkee noin 0,3m³ vettä tunnissa. Lämpötiloja

seurataan ja säädetään omakotitalon sisällä olevasta ohjainyksiköstä. (Reinola 21015.)

Lämmityskattilassa on kaksi kiertovesipumppua, joista toinen on hallin ja toinen omakotitalon lämmitysvedelle. Kattilassa on käyttövesikierukka, jolla lämmitetään hallille ja omakotitalolle käyttövesi, vesi kierrätetään käyttövesiputkistossa. Hakekattilassa oleva käyttövesikierukka korvaa lämminvesivaraajan. (Reinola 2015.)

Hallilla lämmitys toteutetaan ilmapuhallinkonvektoreilla ja lämpöpattereilla toimisto- ja pesutiloissa. Puhallinkonvektoreita on hallissa 2 kpl joiden teho on 30Kw/kpl. Puhaltimet on sijoitettu ovien läheisyyteen, jolloin ilmapuhallin toimii niin sanottuna verhopuhaltimena hallin ja ulkoilman välillä. Puhallin käynnistyy pakkosyötöllä päälle aina ovea avattaessa, muuten normaalissa käytössä puhallin on termostaattiohjattu. Omakotitalossa on vanha patteriverkko, joka huuhdeltiin vanhasta vedestä ennen käyttöönottoa. Omakotitalon entisenä lämmitysjärjestelmänä toiminut puukattila ja vesikiertoinen patteriverkko antoivat hyvän mahdollisuuden liittää hakelämpölaitokselta tullut lämmitys- ja käyttövesiputket vanhaan verkkoon. (Reinola 2015)



Kuva 9. Lämpö kuljetetaan lämmityskohteille maata pitkin kulkevissa lämpöputkissa (Reinola 2014)



Kuva 10. Hallin lämmitykseen käytettävä puhallinkonvektori on sijoitettu katon rajaan (Reinola 2015)



Kuva 11. Patteriverkko jakaa lämmön hallin toimistoon, sekä omakotitaloon (Reinola 2015)

4 HANKINTAOHJELMA

4.1 Hakekattilan mitoittaminen

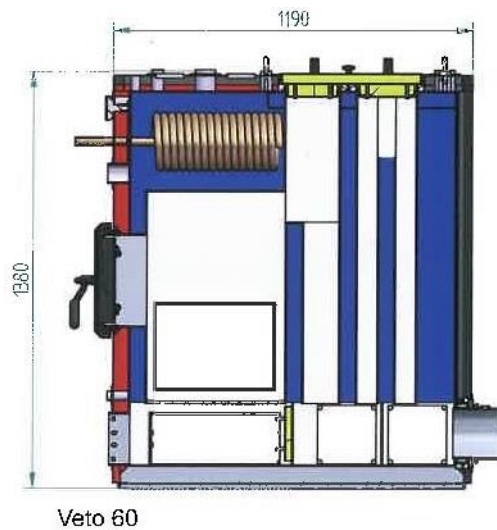
Kattilan mitoittamisessa käytettiin Ala-Talkkarin myyjän käyttämiä tehontarvelaskuja. Hallin ja omakotitalon lämmittämiseen tarvittava tehomäärä laskettiin Wattia/m³, Hallin lämmittämisen arvo oli n.15W/m³ ja omakotitalon 25-30Wm³. Hallin kuutiotilavuus on n.1800m³ ja omakotitalon n.380,8m³. Hallin lämmittämiseen tarvittava tehomäärä on 27kW ja omakotitalon n 10kW. Kanaalista johtuvaa tehohävikkiä tulee noin 0,02kW/metri, eli yhteensä 69 metriä pitkä kanaalin kaivu hukkaa tehoa 1,5kW. Tarvittavan tehomäärien yhteenlaskulla voidaan määrittää kuinka tehokkaan kattilan lämpölaitos vaatisi. Tarvittavaksi tehomääräksi saatiin laskennassa 38,5kW, Ala-Talkkarin kattilamalleissa oli tähän sopivana ratkaisuna asentaa 60kW kattila, sillä pienin 30kW kattila ei olisi riittänyt. (Karhu 2015.)

Kattilan mitoittamiseen antoi internetissä olevat laskurit vähän osviittaa tarvittavasta kattilatehosta. Ala-Talkkarin myyjä Tuomo Karhu (2015) laski lämmitettävien tilojen kuutiotilavuuden ja lämmitystarpeiden mukaan tarvittavan kattilatehon määrän. Kattilateho on ylimitoitettu hieman, joten kattila tuottaa varmasti lämpöä tarpeeksi ja sen käyttöä voidaan mahdollisesti laajentaa tarvittaviin lämmönkäyttökohteisiin.

4.2 Hakekattilan hankinta

Hakekattilana toimii Ala-Talkkarin tekemä stokerikattila Veto60. Lämpölaitoksen omistajan Tero Reinolan (2015) mukaan kattilan hankintaan vaikuttivat tuttavien kokemukset laitteen toimivuudesta. Ala-talkkarilta saatiin myös hyvää palvelua ja asiakkaiden toiveiden mukaiset toimitukset. Ennen hankintaa oli haettu tietoa kattilan toiminnasta ja valmistajista. Ala-Talkkariin päädyttiin kotimaisuuden ja pitkän kokemuksen takia. Laitteet vaativat huoltoa sekä kuluvien osien vaihtoja, joten kotimaisen valmistajan kautta olisi helposti saatavalla tarvittavia palveluita. Laitteisto ostettiin talvitoimituksena ja laite otettiin käyttöön vasta myöhemmin kesällä. Laitteiston käyttöön otossa ei ollut kiirettä, sillä hallirakennuksen lämmittäminen ei

ollut välttämätöntä ja omakotitalon lämmityksen hoiti vielä vanha Arimax.in valmistama 40 KW puukattila ja 2m³ lämminvesivaraaja.



Kuva 12. Stokerikattilan läpileikkaus (Ala-Talkkari 5/2014)

4.3 Laitteistot

Lämpölaitoksen toiminnan ja automaation kannalta on tärkeitä hyödyntää apulaitteita. Kyseisessä lämpölaitoksessa on lisävarusteilla pyritty vähentämään oman työn osuutta sekä pidentämään kattilan käyttöikä. Lisävarustelaitteiden ja vakiovarusteiden avulla saadaan käyttäjälle tärkeitä asioita tarjottua. Kaikki lisävarusteet eivät ole välttämättömiä, mutta moni niistä tuo suurta hyötyä käyttäjälle. (Reinola 2015)



Kuva 13. Haketta jousipurkaimen päällä siilossa. (Reinola 2015)

Tässä kyseisessä lämpölaitoksessa on varusteena hakkeen kulkuun asennettu jousipurkain sekä syöttöruuvit. Jousipurkain ja syöttöruuvit ovat hakkeen kulun kannalta välttämättömiä, sillä ne toimivat automaattisesti hakesiilon ja palopesän välillä. Jousipurkain sekoittaa hakesiilon pohjalla haketta, jolloin hake siirtyy syöttöruuviin. Syöttöruuvi liikkuu aina kun hake on palopesässä vähissä ja se siirtää haketta eteenpäin. Hakkeen syöttöruuveja on yhteensä kaksi kappaletta, joista toinen kuljettaa hakkeen siilosta sulkusyöttimeen ja toinen syöttöruuvi kuljettaa hakkeen sulkusyöttimestä palopesään. Sulkusyöttimen tehtävänä on takapalon sattua estää palon leviäminen hakesiiloon kohti. Palopesän sytytykseen käytetään omatoimisesti käytettävää kaasulla toimivaa poltinta, mutta palopesässä on tarkoitus pitää jatkuvasti liekki. Syöttöruuvien syöttäessä haketta palopesään lähtee samanaikaisesti ilmapuhallin pyörittämään ilmaa palopesään tehostaen hakkeen syttymistä. (Reinola 2015)

Tuhka poistetaan myös tuhkaruuvien avulla. Tuhkaruuveja on kaksi, toinen kattilan pohjalla kuljettaa tuhkan pois kattilasta ja toinen jatkaa tuhkan tyhjennystä ulos tuhka-astiaan. Tuhkaruuvit ovat lisävarusteena kattilassa ja se on huomattava teki-

jä kattilalaitoksen automaatioissa. Tuhkaa ei tarvitse itse poistaa palopesän alta ja näin huoltotyöt vähenevät.

Kattilassa nuohous tehdään automaattisesti ajastimeen säädetyllä aikavälillä, nuohous tapahtuu paineilman avulla. Paineilmanuohoin puhdistaa konvektiopinnat eli tulipinnat kattilasta, jonka jälkeen tuhkat täytyy itse poistaa käsin huoltoluukuisista. Automaatiotekniikan johdosta ei tarvitse kattilalaitoksen toimintaan puuttua vaan useimmiten riittää vain lämpötilan säätö sekä hakesiilon täyttäminen. Paineilmanuohous tehostaa hyötysuhdetta ja pidentää käyttöikä. Piipun nuohous tehdään kerran vuodessa nuohoojan toimesta. On mahdollista myös itse toteuttaa nuohous tarvittaessa omilla nuohous- ja puhdistusvälineillä.

Kattilan palopesässä on käytössä liikkuvat arinat. Liikkuvien arinoiden ansiosta palopesä polttaa hakkeen tasaisesti samalla poistaen tuhkaa palopesästä, jonka johdosta hyötysuhteet paranevat ja palopesä pysyy puhtaampana. (Karhu 2015)

Lämpölaitoksiin on mahdollista saada myös muitakin lisävarusteita joita ei tässä laitoksessa ole käytössä. Esimerkiksi sähkösytytys ja etähallintakeskukset olisivat hyviä lisävarusteita toiminnan tehostamiseen. Sähkösytytyksen avulla kesäajan käyttö paranisi, sillä pienellä käytöllä kesäaikaan kattila voisi sammua aina hetkeksi ja sytyttää itse itsensä sähkösytytyksen avulla, kun lämpöä taas tarvitaan. (Ala-Talkkari 2014.) Tällöin kattila ei aja itseään taukokäytölle ja takapalon riski pienenee. Kesäkäytöllä on mahdollista käyttää myös öljyä, joka on mahdollista tehdä samaa kattilaa hyödyntämällä. Öljyllä pystytään huolettomasti tuottamaan kesänajan lämmitys ja etenkin käyttöveden lämmitys.

Etähallintakeskuksella voi kattilalaitoksen toimintaa valvoa itse tietokoneelta kauempana kohteesta. Samaan etähallintaan pystyisi asentamaan GSM hälytyksen, joka kattilan vikatilanteissa antaisi hälytyksen viasta suoraan matkapuhelimeen. Silloin vikatilanteisiin pystytään reagoimaan nopeasti. (Ala-Talkkari 2014.)

Savukaasujenpuhdistin on myös mahdollista hankkia lisävarusteena ja silloin hiukaspäästöjä on mahdollista saada pienemmiksi. Savukaasupuhdistin parantaa kattilan toimivuutta luomalla alipainetta tulipesään, jolloin savukaasut poistuvat helpommin savupiipun kautta ulos samalla puhdistuen hiukkasia. Happiohjattujen Lambda- ja XL-ohjauskeskuksen avulla saadaan kattilan hyötysuhdetta parannet-

tua ja samalla palotapahtuma on paljon puhtaampi tarkkojen ilma- ja polttoainesuhteiden ansiosta (Karhu 2015.). Lisävarusteena on saatavana myös energiakulutuksia mittaavia mittareita ja samalla myös monia muita LVI-apulaitteita on mahdollista asentaa veden- ja lämmönkulun valvontaan. Järjestelmässä kiertävälle vedelle on mittari, joka näyttää kuinka monta kuutiota vettä kulkee tunnissa. Kilo-wattituntimittaria voidaan käyttää, jos lämpölaitoksesta esimerkiksi myydään energiaa kaukolämpönä naapurin omakotitalon tai autotallin lämmittämiseen.



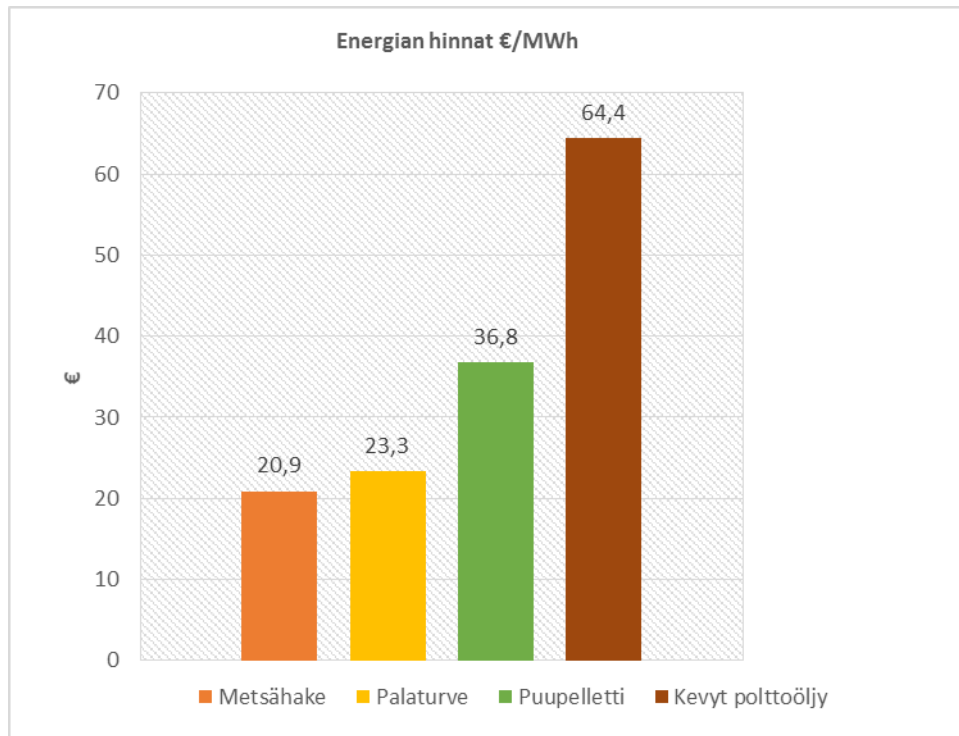
Kuva 14. Lämpötilamittareista seurataan veden lämpötila järjestelmässä. (Reinola 2015)

5 LÄMPÖLAITOKSEN POLTTOAINEET

5.1 Polttoaineet

Lämpölaitos on ensisijaisesti suunniteltu käyttämään polttoaineena haketta. Stoke-ripoltin on suunniteltu polttamaan myös muitakin biopolttoaineita, kuten pellettiä, brikettiä sekä palaturvetta. Mahdollisuus polttaa muitakin polttoaineita antaa käyttäjälle mahdollisuuden valita edullisin polttoaine kyseisen ajankohdan markkinatilanteen mukaan. Polttoaineilla on myös paljon eroja niiden energiasisältöjen suhteen, esimerkiksi irto-kuutiometrissä haketta on n. 0,7-1MWh energiaa, kun taas palaturpeessa on 1,4MWh/i-m³ energiaa. Näin saman energiamäärän tuottamiseen palaturvetta kuluu määrällisesti vähemmän. Pelletillä kyseinen energiatiheys on n.2,9–3,9 MWh/i-m³ ja puubriketillä 2,9–3,4 MWh/i-m³. Polttoaineen valinnassa kuitenkin pääpaino on sen toimivuudessa ja hinnassa. Edullista polttoainetta voi käyttää enemmän ja silti se voi tulla edullisemmaksi. (Maatilan hakelämmitysopas.)

Syksyllä 2015 oli koko viikon 41 aikana seurattu hakekattilan hakkeen kulutusta, jolloin haketta kului noin 1,5i-m³. Kyseisellä ajanjaksolla, eli seitsemänä päivänä, 1,5i-m³ haketta tuotettiin yhteensä noin 1,125 MWh. Jos käytössä olisi ollut pellettiä, olisi pelletin laskennallinen kulutus ollut noin 0,375i-m³. Palaturpeella kulutus olisi ollut 0,8i-m³ ja jos käytössä olisi ollut öljykattila, niin öljyn kulutus olisi ollut n. 135 litraa. Tulokset ovat täysin laskennallisia ja verrattain kulutukseen viitettä antavia. Seuraavassa kuvassa nähdään Bioenergia lehdestä (2015, 43.) otettujen polttoaine hintojen mukaan tehty vertailukaavio, mistä voidaan päätellä käyttökustannusten hintaa eri polttoaine vaihtoehdoilla.



Kuva 15. Polttoaineiden hinnat €/MWh (Bioenergia lehti 5/2015)

5.2 Raaka-aine

Kyseisen lämpölaitoksen hakkeen käytössä voidaan tehdä muutoksia ja kaikkeen on varauduttu, kuten mahdollisten haketoimitusten estymiseen tai hakkeen markkinahintojen vaihteluun. Mahdollisia vaihtoehtoja erilaisille toimille raaka-aineiden suhteen on itse omistajalla. Lämpölaitoksen suunnittelussa ollaan ajateltua kaikkia mahdollisia hakejakeiden toimitus ja teko muotoja. Suunnittelussa on myös huomioitu mahdollisuus käyttää muitakin polttoaineita, kuten pellettiä, brikettiä tai palaturvetta.

Lämpölaitoksessa käytetään tällä hetkellä täysin itse tuotettua polttoainetta. Rankapuut on itse moottorisahalla kaadettu omista metsistä ja kuljetettu katokseen kuivumaan. Oman rankapuun käyttöön on vaikuttanut metsänhoidolliset tarpeet omissa metsissä, jolloin pystytään hyödyntämään niin sanottu myyntikelvoton puutavara omassa käytössä.



Kuva 16. Käytössä oleva hakkuri (Reinola 2015)

Oman hakkurin hankinta oli edullinen vaihtoehto hakettaa itse muista riippumattomalla tavalla. Etenkin oman puutavaran hakettaminen omalla hakkurilla on eduksi omatoimisuudelle ja riippumattomuudelle muista tekijöistä. Hakkuri ottaa käyttövoimansa traktorin ulostuloakselilta. Käytettävä puutavara on noin 5-26 cm paksua rankaa ja osaksi myös sirkkelisahauksesta syntyneet sivutuotteet eli pintalaudat. Rankapuun kokoon vaikuttaa hakkurin kyky hakettaa isoa puuta. 26 cm paksu ranka on isoin mahdollinen mitä omistajan hakkuri pystyy hakettamaan. (Reinola 2015.) Hake on sekapuusta tehtyä, eikä välttämättä ole energiasisällöltään parasta mahdollista, mutta pienten hankintakustannusten ansiosta hyvin käyttökelpoista.

Lämpölaitoksessa on varauduttu ostohakkeen tai ostohaketuksenkin käyttöön. Suoraa ostohaketta hankittaessa otetaan lämpölaitoksen kyljessä oleva varasto-osuus hakkeen käyttöön ja sieltä saadaan valmista haketta kuljetettua suoraan hakesiiloon traktorin kauhaa käyttäen. Ostohaketuksessa voidaan käyttää myös omaa puutavaraa tai muualta hankittua rankapuuta. Ostohaketuksessa tulee urakoitsija hakettamaan puutavaran hakkeeksi suoraan varastoon ja hakesiiloon. Silloin ei omaa hakkuria tarvita ja samalla myös oman työn osuus pienenee.

Varapolttoaineena käytettävää polttoöljyä ostetaan 1500 litran säiliöön ja samaa polttoöljyä käytetään myös traktorin polttoaineena, jolloin yksi säiliö riittää kahteen tarkoitukseen. Polttoöljyn hyödyntäminen varapolttoaineena lämpölaitoksessa sekä traktorissa pitää polttoaineen tuoreena, koska polttoainetta joudutaan tilaamaan lisää muun polttoöljykulutuksen ollessa jatkuvaa. Öljypoltin on sijoitettu toiseen kattilan palopesän luokkuun, joka vaihdetaan paikalleen siirryttäessä käyttämään öljyä pääpolttoaineena. (Reinola 2015.)



Kuva 17. Öljypoltin kiinni varaluukussa helpottaa käyttöön ottoa. (Reinola 2015)



Kuva 18. Hakesiilon täyttäminen traktorilla (Reinola 2015)

5.3 Hakkeen kulku rangasta tuhaksi

Rankapuuta varastoidaan tällä hetkellä rakennuksen vieressä olevassa katoksessa. Katoksessa oleva rankapuu on sekapuuta, joka ovat noin 5metriä pitkä ja läpimitaltaan 5-26cm välillä (Reinola 2015.). Rankapuut haketetaan omatoimisesti omalla haketuskoneella suoraan hakesiilon sisälle. Hakesiiloa voidaan täyttää myös traktorin kauhalla silloin kun käytetään valmiiksi haketettua ostohaketta. Suoraan haketettaessa siilon, saadaan koko siilon tila hyödynnettyä, eikä näin tarvitse useasti tehdä lisätäyttöä. Rankapuuta on kuivatettu ainakin yhden kesän ajan ulkona, jotta hake olisi kuivaa. Kesäaikana käytettävä hake on kosteampaa kuin yleensä, koska kostean hakkeen paloriski ja lämpöarvo on pienempi, ja kesällä tarvittava lämpöenergian määrä on pienempi (Lauhanen 2014.).



Kuva 19. Hakesiilon pohjalla oleva jousipurkain. (Reinola 2014)

Haketettu puu kulkeutuu hakesiilosta jousipurkaimen avulla syöttöruuviin, joka kuljettaa hakkeen kohti kattilahuonetta. Ruuvikuljettimeen mahtuu vain pientä haketta, joten suuret hakepalaset saattavat aiheuttaa vikatilanteita syöttöruuvissa. Tasa-laatuinen ja pieni hakekoko auttaa välttämään tukokset kuljettimissa. Ruuvikuljetin kuljettaa haketta tasaisia määriä, ja kattilahuoneen sisällä hake pudotetaan sulkusyöttimeen, joka estää takapalon syttyessä palon leviämisen hakesiiloon syöttöruuvia pitkin. Sulkusyöttimen jälkeen hake kulkeutuu toista syöttöruuvia käyttäen kohti palopesää. Palopesässä on jatkuvasti liekki, johon syöttöruuvi kuljettaa lisää polttoainetta aina kun sitä tarvitaan. Polttoaineen lisäys tapahtuu automaattisesti aina tarvittaessa.



Kuva 20. Hake kulkeutuu kattilahuoneeseen ruuvikuljettimella, kuvassa myös sulkusyötin (Reinola 2015)



Kuva 21. Sulkusyötin estää takapalon leviämisen hakesiiloon (Reinola 2015)



Kuva 22. Syöttöruuvi työntää haketta palopesään (Reinola 2015)

Syöttöruuvi työntää hakkeen palopesään, jossa se tuottaa tarvittavaa lämpöenergiaa. Liikkuvat arinat poistavat tehokkaasti hakkeesta muodostunutta tuhkaa. Tuhka putoaa kattilan palopesän pohjalle, josta se kulkeutuu tuhkaruuvien avulla ulkona sijaitsevaan tuhka-astiaan. Tuhkanpoisto automatiikka pidentää kattilan käyttöikä ja samalla myös vähentää omaa työtä kattilahuolloissa. Tuhkaa voidaan poistaa myös palopesän alla olevasta tuhkaluukusta käsin huoltojen yhteydessä. Tuhkan muodostuminen on vähäistä, sillä hake palaa puhtaasti ja lämpimällä liekillä.



Kuva 23. Palopesän pohjalla on tuhkaruuvi, joka kuljettaa tuhkan pois kattilasta (Reinola 2015)



Kuva 24. Tuhka kerätään ulkona tuhka-astiaan (Reinola 2015)

Palokaasut kulkeutuvat kattilan lävitse kohti savupiippua, josta savukaasut nousevat korkealle, reilusti koko rakennuksen katon yläpuolelle. Savupiippu on Härmä Airin valmistama valmispippi, joka tuli kattilatoimituksen mukana. Savupiipun pituuden (7,5m) ansiosta savukaasut eivät ole häiriötekijänä pihapiirissä, sillä tuuli sekoittaa korkealla olevat savukaasut helpommin ilmaan aiheuttamatta suuria savuhaittoja. Savukaasut ovat myös jatkuvan palamisen ja kovan palamislämpötilan johdosta vähäisiä, eikä niitä huomaa edes muodostuvan häiritsevästi. Verraten aikaisemmin käytössä olevaan puukattilaan, joka tuotti suuren määrän savukaasuja pihapiiriin aina sytytysvaiheessa, sillä polttoainelaadut vaihtelivat suuresti kosteuden ja muiden vaikuttavien tekijöiden takia. Myös savupiippu oli matalammalla kuin hakelämpölaitoksessa, joten sekin osakseen aiheutti savuhaittoja pihapiiriin.



Kuva 25. Savupiippu ja kierreportaat kattilahuoneen päällä olevaan huoneeseen (Reinola 2015)

6 LÄMPÖLAITOKSEN HYÖDYT JA TOIMINTA

6.1 Käyttö

Lämpölaitoksen käyttö vaatii kaiken automaatiotoiminnan lisäksi myös käyttäjän omatoimisuutta ja tekemistä. Hakesiilon täyttö on ehkä yleisin omatoimisesti toteutettava toimi lämpölaitoksen toiminnassa. Käyttöönnotossa on säädetty hakekattilan toiminta sopivaksi lämmöntuotolle. Käynnistettäessä on etsitty oikeat polttoaineen syöttömäärät suhteessa ilmaan, jotta palaminen olisi tasaista. Oikeanlaisen palamisen johdosta savukaasut eivät ole tummia suurten hiukkasmäärien johdosta, ja liekki on rauhallinen. Suurta hakesiiloa täytetään huomattavasti harvemmin, jolloin myös ostohakkeen käyttäminen on kannattavaa pitkien täyttöväliden puolesta. Huollot ja putsaukset kattilassa ja kattilahuoneessa on hyvä toteuttaa ajallaan ja huolellisesti, jolloin vikatilanteilta säästytään ja kattilan käyttöikä pitenisi. Viikoittaiset huoltotoimet ja tarkastukset ovat yksinkertaisia, ja jokainen kattilanomistaja pystyy hoitamaan ne itsenäisesti opastuksen jälkeen. Viikkohuoltojen tekeminen auttaa kattilan pysymiseen kunnossa.

Viikko- ja kuukausihuoltoihin kuuluvat pääosin tarkastuksia ja tuhkapoistamista. Kattila tuottaa kohtuullisesti tuhkaa jatkuvan palamisen johdosta, ja tuhka pienentää kattilan hyötysuhdetta sekä toimintavarmuutta. Konvektiopinnoista irronnut tuhka poistetaan muutaman kerran vuodessa huoltoluukkujen kautta. Konvektio-osastossa ei ole erillistä tuhkaruuvia tuhkapoistolle, vaan tuhkat täytyy poistaa itse käsin. Paineilmanuohoin poistaa automaattisesti tuhkan pinnoilta, ja tuhka laskeutuu konvektio-osan pohjalle. Ilman paineilmanuohousta olisi syytä puhdistaa konvektio-osat viikoittain käsin tuhkasta. Kuukauden aikana tapahtuvia huoltoja ja toimenpiteitä on muun muassa paineilmanuohouksen testaus käsikäytöllä, ettei sieltä löydy vuotoja ja että se toimii moitteettomasti, sekä tarkistuksia vaihteista ja sähkömoottoreista, että öljymäärät ovat oikein ja vuotoja ei löydy. Öljyjen vaihtoa suositellaan tehtäväksi noin viiden vuoden välein. Tarkistuksilla saadaan ajoissa selville mahdolliset vikatilanteet ja samalla pystytään ennaltaehkäisemään ongelmia toiminnassa. Huollot eivät ole välttämätöntä hoitaa päivätarkasti kahden viikon välein vaan monesti riittää, että hakesiilossa riittää polttoainetta, joka siirtyy moit-

teettomasti palopesään. Hakesiilon automaatiikka pitää lämpölaitoksen toiminnan käynnissä, vaikka kukaan ei olisi vahtimassa toimintaa. (Karhu 2015.)

Vuosittain tehtäviä huoltoja ovat pääosin piipun nuohous ja palopesän sekä syöttöruuvien tarkistus. Piipun nuohouksen hoitaa nuohooja, joka käy kerran vuodessa suorittamassa toimenpiteen. Palopesän tarkistuksella varmistetaan, että kaikki osat ovat ehjiä ja kaikki toimii moitteettomasti palopesässä. Palopesään tuleva syöttöruuvi on yksi kattilan kulummista osista. Palopesään johtava syöttöruuvi kuluu hiljalleen lämmön vaikutuksesta. Arvioiden ja kokemusten perusteella syöttöruuvi on vaihdettava 5-10 vuoden välein. Ala-Talkkarilta (2015) saatujen neuvosten mukaan syöttöruuvi olisi vaihtokuntoinen kun hakea on kulkenut syöttöruuvin kautta noin 2000i-m³. Syöttöruuvin kuluessa se ei enää kuljeta hakea palopesään asti, jolloin palaminen ei ole oikeanlaista palopesässä, koska polttoainetta ei päädy palopesään.

Lämpölaitoksen käytössä on huomioitava aina turvallisuustekijät, ja käyttö tulen sekä biopolttoaineiden kanssa on usein riskialtista. Hakesiilossa oleva hake on orgaanista materiaalia, jossa tapahtuu jatkuvasti hidasta orgaanista palamista eli käymistä. Tästä palamisesta muodostuu hiilimonoksidia eli häkää, joka on hajuton ja mauton kaasu. Häkän vaikutusta ei helposti huomaa hakesiilossa, joten aina hakesiilossa työskennellessä on alttiina häkämyrkytykselle. Työturvallisuutta on ajateltava aina toimittaessa siilossa ja mieluiten aina siiloon mennessä olisi hyvä toimia kaksin, jolloin vältyttäisiin suurimmilta tapaturmilta (Viirimäki 2015.).

Tulen kanssa toimittaessa on mahdollista myös altistua savukaasuille sekä lämpimille materiaaleille. Savukaasujen hengittäminen ei ole terveellistä, joten kattilahuoneessa toimiessa olisi hyvä huolehtia tuuletuksesta. Lämpimien materiaalien ja tulen kanssa altistuu myös mahdollisille palovammoille. Palovammoja pystytään välttämään käyttämällä suojarusteita, jotka eivät ole paloarkoja sekä suojaavat tulelta ja lämmöltä.

6.2 Varautuminen vikatilanteisiin

Lämpölaitos on ainoa lämmön ja lämpimän käyttöveden tuottaja kyseisiin kiinteistöihin, joten vikatilanteisiin täytyy varautua huolella. Vikatilanteita voisi olla esimerkiksi hakkeen jumiin jääminen syöttöruuviin, jolloin hake ei kulje polttokattilaan. Kuljetinruuvi voi jumiutua esimerkiksi kostean hakkeen jäätyessä talvella varasto-siilossa. Hakesiilo on saatava kyseisessä vikatilanteessa tyhjäksi ja puhdistettava kuljetinruuvissa olevat tukoksen aiheuttavat hakejakeet. Siilon tyhjentäminen onnistuu kätevästi siilonkyljessä olevasta huoltoluukusta, josta saadaan kaikki hake ulos varaston lattialle, mistä sen voi kauhalla siirtää siististi takaisin käyttöön, kun vikatilanne on korjattu.

Sähkökatkokset ovat myös ongelmatilanteita kattilalaitoksessa. Sähkökatkosten aikana paloturvallisuusasiat takapalon estämiseksi on palonestojärjestelmien kannalta toiminnassa, mutta lämmönkierto verkostossa ei tapahdu katkoksen aikana. Mahdollisen sähkökatkon kestäessä useita tunteja on mahdollista liittää kattilalaitos traktorin sähköntuotto generaattoriin, jolla saadaan tuotettua sähköä kiertovesipumpuille, jolloin lämpöä pystyy siirtämään tarpeisiin. (Reinola 2015.)



Kuva 26. Huoltoluukku vasemmalla ja hakemäärän seurantaikkuna oikealla (Reinola 2015)

Hakelämpölaitos vaatii myös huoltoa ja paras ajankohta huoltotöille on kesällä, jolloin lämmöntarve on pientä. Jos mahdollisia huoltotöitä tarvitsee tehdä talvella tai huoltotöiden aikana tarvitaan lämpöä, on siihen varauduttu varalämmitys ratkaisulla ja kyseisessä laitoksessa käytetään öljyä varalämmönlähteenä. Öljylämmitys on helposti toteutettavissa ja sillä saadaan nopeasti tuotettua lämpöä välttämättömiin kohteisiin. Lämmöntuotanto on ensisijaisesti tärkeintä omakotitaloon. Hallirakennuksessa on mahdollista laskea lämpöä tai tuottaa lämpöä esimerkiksi kaasupolttimella, jos lämmölle on tarvetta. Monessa vikatilanteessa ja niiden syntymisen estämisessä on ennakointi helpottava tekijä. Tasalaatuisen polttoaineen tekeminen ja huoltotoimenpiteiden ajankohdasta huolehtiminen auttavat pitämään hakekattilan kunnossa ja vikatilanteista selvittää ilman suuria ongelmia. Oma tietämys lämpölaitoksen laitteista ja osista helpottaa osaltaan vian määrittämistä ja huoltotoimenpiteiden suorittamista.

Palotilanteisiin on varauduttava aina toimiessa tulen ja palavien materiaalien kanssa. Palotilanteissa on toimittava nopeasti, että palon leviäminen pystytään estämään ja saada mahdolliset palovauriot jäävät pieniksi. Rakennusmääräysten mukaan kattilahuoneen on kestävä tulipaloa 60 minuuttia. 60 minuutin aikana palolaitos pääsee paikalle lähimmältä asemaltaan, samanaikaisesti myös ehditään arvotavarat, kuten traktori ja sen apulaitteet, saada pois varastorakennuksesta. Mahdollisen ensisammutuksen voi tehdä tai estää palon leviämisen rakenteisiin suihkuttamalla vettä niihin ja päästämällä hakesiilo tyhjäksi huoltoluukusta. Mahdollinen palotilanne syntyy useimmiten takapalon levitessä hakesiiloon syöttöruuvia pitkin, palon leviäminen johtuu yleensä viasta laitteissa. Usein kattilahuoneen sisällä tapahtuvat palotilanteet johtuvat muista ulkoisista tekijöistä, kuten kuivuudesta vaatteista, jotka syttyvät palamaan (Karhu 2015.). Hakesiiloon levinnyt palo on vaikea sammuttaa ja tulipalo hakesiilossa siirtyy nopeasti puurakenteisiin. Takapalon syntyessä on saatava hakesiilo mahdollisimman nopeasti tyhjäksi. Takapalosta täytyy saada hälytysjärjestelmästä mahdollisimman nopeasti tieto että suurimmilta vahingoilta säästytään.

Hakesiilossa tapahtuvia palotilanteita saattaa muodostua mahdollisista biopolttoaineiden itsesyttymisistä. Etenkin turve on herkkää syttymään itsekseen sen kuivussa, mutta myös muillakin polttoaineilla on se vaara. Hakesiilossa tapahtuva biopolttoaineen käyminen saa polttoaineen kuumenemaan, joka aiheuttaa palon syttymisen.(Karhu 2015)

6.3 Kulutus ja kustannukset

Lämpölaitoksen käyttö aloitettiin kesällä 2015, joten kulutuslukemat ovat olleet pieniä lämpimien kelien johdosta. Kesäkäytöllä tehtiin lämmintä käyttövettä rakennusten käyttöön ja kaikki toimi moitteettomasti. Kesällä on käytetty kosteampaa haketta, jolloin hyötysuhde on huonompi, mutta liekki palaa kokoajan palopesässä ja takapalon riski on pienempi, myös lämmintä vettä on jatkuvasti käytettävänä eikä palopesää tarvitse sytyttää jatkuvasti.



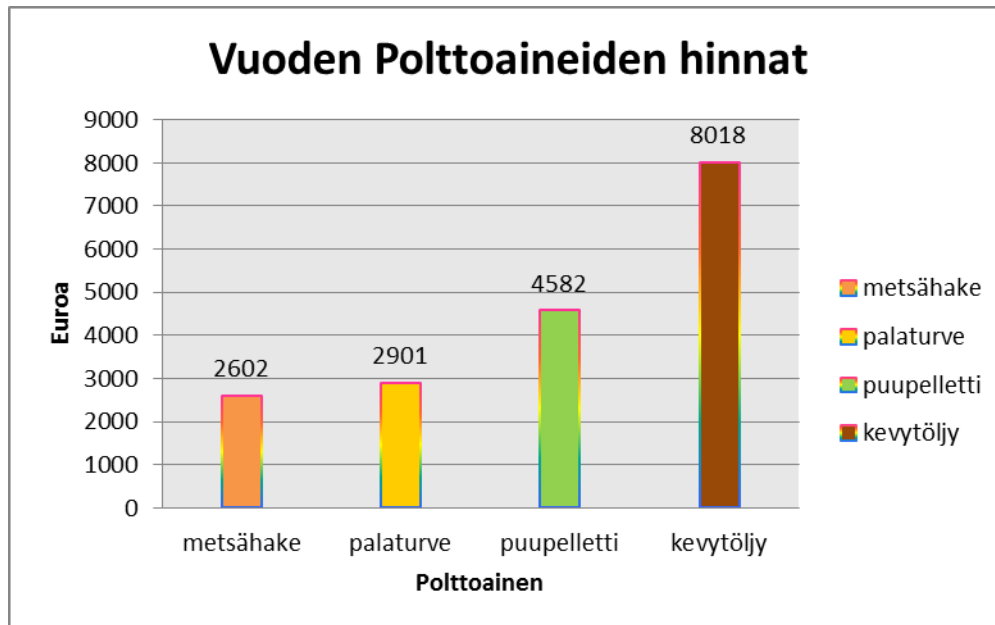
Kuva 27. Haketusta suoraan siiloon. (Reinola 2015)

Omakotitalon ja hallin vuotuinen energiatarve on laskennallisesti noin 124,75 MW. Vuotuinen energiantarve on laskettu maksimitehoa ja sen ajankohta mittaamalla ja jakamalla luku kahdella kolmasosalla. Maksimitehon tarve oli 38,5 kWh eli tunnissa maksimitehoa tarvitaan 38,5 kW. Vuorokaudessa on 24 tuntia, jolloin päivässä tarvitaan yhteensä 924kW tehoa. Maksimitehoa käytetään keskimäärin noin kolmena kuukautena vuodesta, jolloin sinä ajankohtana käytetään koko vuoden aikana tuotetusta energiasta 66 % eli kaksi kolmasosaa. Päiväkohtainen kulutus kerrotaan kolmen kuukauden aikana olevilla vuorokausilla eli 924kW kertaa 30 päivää kertaa 3 kuukautta. Tulokseksi laskutoimituksesta saadaan 83160kWh. Kilowattitunti määrä jaetaan 66 % eli 0,6666, jolloin saadaan vuotuiseksi kulutukseksi 124752KW, Eli 124,752MWh. (Karhu 2015.)

$$\frac{(\text{Tarvittava maksimiteho} * 24\text{tuntia} * 30\text{päivää} * 3\text{kuukautta})}{0,6666} = \text{vuotuinen kulutus KWh}$$

Kuva 28. Vuotuisen kulutuksen laskentakaava

Hakkeen kulutus on noin 125–178 i-m³. Kulutuksen mahdollisiin suuriin eroihin vaikuttavat hakkeen laatu ja lämpöarvo. Käytän laskuissa hakkeen lämpöarvoa 0,75mwh/i-m³, jolloin hakkeen kulutukseksi tulee noin 166 i-m³ vuodessa. Aiemmin kuvaajassa kerrotuilla megawatti-hinnoilla on laskettu seuraavan kuvaajan vuotuiset polttoaineiden hinnat. (Karhu 2015.)



Kuva 29. Vuoden polttoaineiden hinnat. (Reinola 2015)

Lämpölaitoksessa oli mahdollista polttaa myös palaturvetta ja puupellettiä. Puupellettien vuotuinen tarve on keskimäärin noin 36m³ ja palaturvetta tarvitaan kyseisen energiamäärän tuottamiseen 89m³. Määrät ovat huomattavasti pienemmät kuin haketta käyttäessä, ja se johtuu polttoaineiden paremmasta lämpöarvosta. Vaikka haketta kuluu eniten, on se silti halvin tapa tuottaa lämpöä. Kevytpolttoöljy oli kallein vaihtoehto vertailtavista polttoaineista. Öljyn vuotuinen kulutus on noin 12 450

litraa ja tulisi maksamaan yli 8000 euroa vuodessa. Jos hakelämpölaitoksen rakentamisella korvattaisiin öljylämmitys, olisi kustannussäästö huomattava. Kuvitelmaan tilanne, jossa käytössä olevan öljylämmityksen tilalle hankittaisiin juuri tässä työssä käsitelty hakelämpölaitos samoilla kustannuksilla. Hakelämmityksen perustamiskustannukset olivat suuret, mutta laskelmien mukaan hakelämmitys olisi maksanut itsensä takaisin jo kymmenen vuoden käytön jälkeen. Haketta käyttäessä olisi vuosisäästö öljyyn verrattain pelkkänä raaka-aineen hintana ollut 5416 euroa.

Hakesiilon tilavuus oli noin 18m³ oven alareunaan mitoitettuna, mutta haketettaessa suoraan siiloon penkalle on mahdollista haketta saada mahtumaan jopa 30i-m³. Hakesiilon suuren tilavuuden ansiosta ei siilon täyttämistä tarvitse toteuttaa edes suurimman kulutuksen aikaan kuin kahden viikon välein. Toki on hyvä seurata siilon tilavuutta ja tarvittaessa lisätä haketta. Hakemäärän seuranta varten on lämpölaitoksessa rakennettu siilon kylkeen tarkastusikkuna, josta näkee hakemäärän siilossa.

Kesäajan käytöltä tehdyt laskelmat hakkeen kulutuksesta on ollut noin 0,5 i-m³/viikko. Laskelmien ajanjakso oli noin 19 viikolta ja luku on niiden keskiarvo. Syksyn ensimmäinen pakkasjakso oli viikko 41, jolloin ulkolämpötila vaihteli +2- -7 °C asteen välillä, osoitti hakkeen kulutuksen 1,5 i-m³ viikon ajalta (Reinola 2015.). Silloin käytössä oli hallin (15 °C) ja omakotitalon (20 °C) lämmitys, sekä nelihenkinen perheen käyttövesi. Kulutuksen vertaaminen aikaisempaan käytössä olleeseen Airmax 40 KW puukattilaan ja 2m³ vesivaraajan, on hakelämmityksessä selkeästi pienempi puun kulutus, vaikka lämmitettävää tilaa on tullut lisää hallin lämmityksen mukana. Kiinteistön omistajan mukaan puun käyttö kesäajalla on noin 30 % pienempi siirryttyä hakkeen käyttöön. Lisäksi lämmityksen käyttö on helpottunut, sillä hakelämpölaitos toimii automaattisesti ympäri vuorokauden ja tuottaa lämpöä jokaisena päivänä vuodessa, kun taas vanhaa puukattilaa ja sen käyttöä joutui seuraamaan ja lämmittämään itse omatoimisesti noin 2-4päivän välein riippuen vedenkäytöstä sekä ulkolämpötilasta (Reinola 2015).

Rakennuksen perustamiseen meni kokonaiskustannuksia noin 53 000€. Hintaan ei ole laskettu työvoimakustannuksia, sillä rakennus on tehty omana työnä. Kustannuksiin on laskettu myös kattilahuoneen päälle rakennetun toimistotilan kustan-

nukset, jotka olivat noin 3000€. Rakentamiseen kului yhteensä noin 340 työtuntia sisältäen maanrakennus-, rakennus- ja asennuskustannukset. Omalla työllä pystytään säästämään rakennusmiesten työkustannuksissa, joita kertyisi huomattava määrä. Omalla työllä tehty rakennus tarvitsee aikatauluttaa omien päivätöiden mukaan, mutta kun rakennuksen toimintakuntoon saattamisella ei ollut kiire, niin omalla työllä saatiin säästettyä kustannuksissa. Omien taitojen arviointia kannattaa tehdä, ennen kuin alkaa itse rakentaa lämpölaitosta. (Reinola 2015.)

6.4 Mahdollisuudet

Lämpölaitoksen kattilatehoa laskettaessa on myös ajateltu mahdollisia laajennuksia lämmöntuotannossa. Mahdollisuuksia energian toimittamiseen toiselle samankokoiselle hallille tai yhdelle omakotitalolle on mahdollista toteuttaa, sillä tällä hetkellä olevasta 60kW kattilasta jää käyttämättä vielä n. 21,5kW. Nykyisellä käytöllä omakotitalo sekä halli kuluttavat noin 38,5 kW. Lähialueella olevat omakotitalot voisivat olla mahdollisia lämmönmyyntikohteita. Lämmön jakaminen onnistuisi vain rakentamalla kanaaliputket viereiselle talolle, myös mahdollisen toisen hallin rakentaminen kiinteistön lähelle olisi sopiva kohde ottamaan käyttölämpöä laitoksesta. Kanaaliputkien rakentamiselle on aina kustannuksia, joten mahdollisen lämmönostajan on varauduttava liittymisen kustannuksiin. Kanaalin kaivuukustannukset määräytyvät kanaaliputken metrihinnan ja työmäärän mukaan.

7 YHTEENVETO

Hakelämpölaitoksen rakentamisesta ja siihen liittyvistä töistä on ollut suuri hyöty suurta lämmöntarvetta tarvitseville. Hakelämmitys ja omatoimisuus kuuluvat yhteen, sillä hakelämmitys vaatii lämmittäjältä myös omatoimisuutta. Hakelämmitys voi monien mielestä olla haastava ja kallis vaihtoehto, mutta lämmittämiseen vaikuttavat monilta osin eri polttoaineiden ja energiahintojen vaihtelut.

Työssä käsitelty hakelämpölaitos on pyritty toteuttamaan mahdollisimman helpoksi omistajan näkökulmasta, ja stokerikattilassa voidaan käyttää eri polttoaineita aina markkinatilanteiden muutosten vaikuttaessa energiahintoihin. Suurin omistajan tekemä työ on hakesiilon täyttäminen sekä tuhkanpoisto ja tarkistustyöt. Hakelämmityksen käyttö ei ole kovin vaikeata oppia, eikä kannata pelätä hakekattilan käyttämistä. Hakelämmitys on ekologinen ratkaisu isojen tilojen ja omakotitalojen lämmittämiseen ja oikein käytettynä myös paloturvallinen. Biopolttoaineiden käyttöä pitäisi lisätä ja fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähennettävä energiariippuvaisuuden vähentämiseksi, sillä Suomessa pystytään tuottamaan biopolttoaineita energiatuotannon käyttöön.

Lämmitysjärjestelmän valitsemisessa on huomioitava eri vaihtoehdot sekä niiden tuomat hyödyt. Halvin vaihtoehto voi olla kallein pitkällä aikavälillä, ja etenkin omakotitalojen rakentamisessa on hyvä heti alkuun valita kustannustehokkain lämmitysvaihtoehto. Lämmityspinta-alat ja saatavilla olevan polttoaineen hinnat vaikuttavat usein päätöksiin. Käyttökustannukset, käyttöhelppous sekä ekologisuus ovat nykypäivän lämmityksessä ja energiantuotannossa tärkeimpiä tekijöitä.

Tämän hakelämpölaitoksen rakentamisen kohdalla on pyritty miettimään omien tarpeiden mukaista lämmitysjärjestelmää ja lämpölaitoksesta omistaja sai tehtyä juuri sellaisen lämmitysjärjestelmän kuin oli tarvinnut. Hakelämmitys pystyttiin liittämään vanhoihin omakotitalon patteriverkkoihin ja hallin lämmittämiseen saatiin valita sinne sopivin lämmönjakolähde. Lämpöä saadaan tuotettua tehokkaasti suuria määriä tarvittaviin kohteisiin.

LÄHTEET

Bioenergia lehti. 5/2015. polttoaine hinnat.

Karhu, T. Ala-Talkkari. Haastattelu 21.10.2015

Lauhanen, R, Ahokas, J. Esala, J. Hakonen, T. Sippola, H. Viirimäki, J. Koskineniemi, E. Laurila, J. & Makkonen, I. 2014. Metsätoimihenkilön energialaskuoppi. [verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen korkeakoulukirjasto. [Viitattu 16.10.2015] Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/80849/C6.pdf?sequence=1>

Lauhanen, R. 8.10.2013. Maatilan hakelämpölaitoksen paloturma-asiat sekä tarjousasiat, paloturma asioiden muistilista. Luentomoniste. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Elintarvike ja maatalous. Metsätalouden koulutusohjelma. Julkaisematon.

Lämpöä uusiutuvasta energiasta. 5/2014. Lapua. Veljekset Ala-Talkkari Oy.

Reinola, T. Lämpölaitoksen omistaja. Haastattelu. 7.10.2015.

Trafi liikenteen turvallisuusvirasto. Ei päivystä. Mitat ja massat muutoskatsastuksessa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 6.11.2015.]. Saatavana: http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/katsastuslajit/muutoskatsastus/mitat_ja_massat_muutoskatsastuksessa

Viirimäki, J. Hassinen, U. Hiitelä, J. Kauppinen, V. P., Koskineniemi, E. Moilanen, P. Somerpalo, J. Turkia, K. Vanhala, T. 2008. Maatilan hakelämmitysopas. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Suomen metsäkeskus. [Viitattu 8.10.2015]. Saatavana: http://www.puulakeus.net/docs/109-TgY-Maatilan_hakelammitysopas_lopullinen.pdf

Viirimäki, J. Suomen metsäkeskus. Haastattelu. 20.11.2015

LIITTEET

Liite 1. Vedenkierto lämpölaitoksen ja rakennusten välillä. (Reinola 2014)

Liite 2. Piirroskuva laitteistosta. (Ala-Talkkari 5/2014).

Liite 3. Asemapiirros.

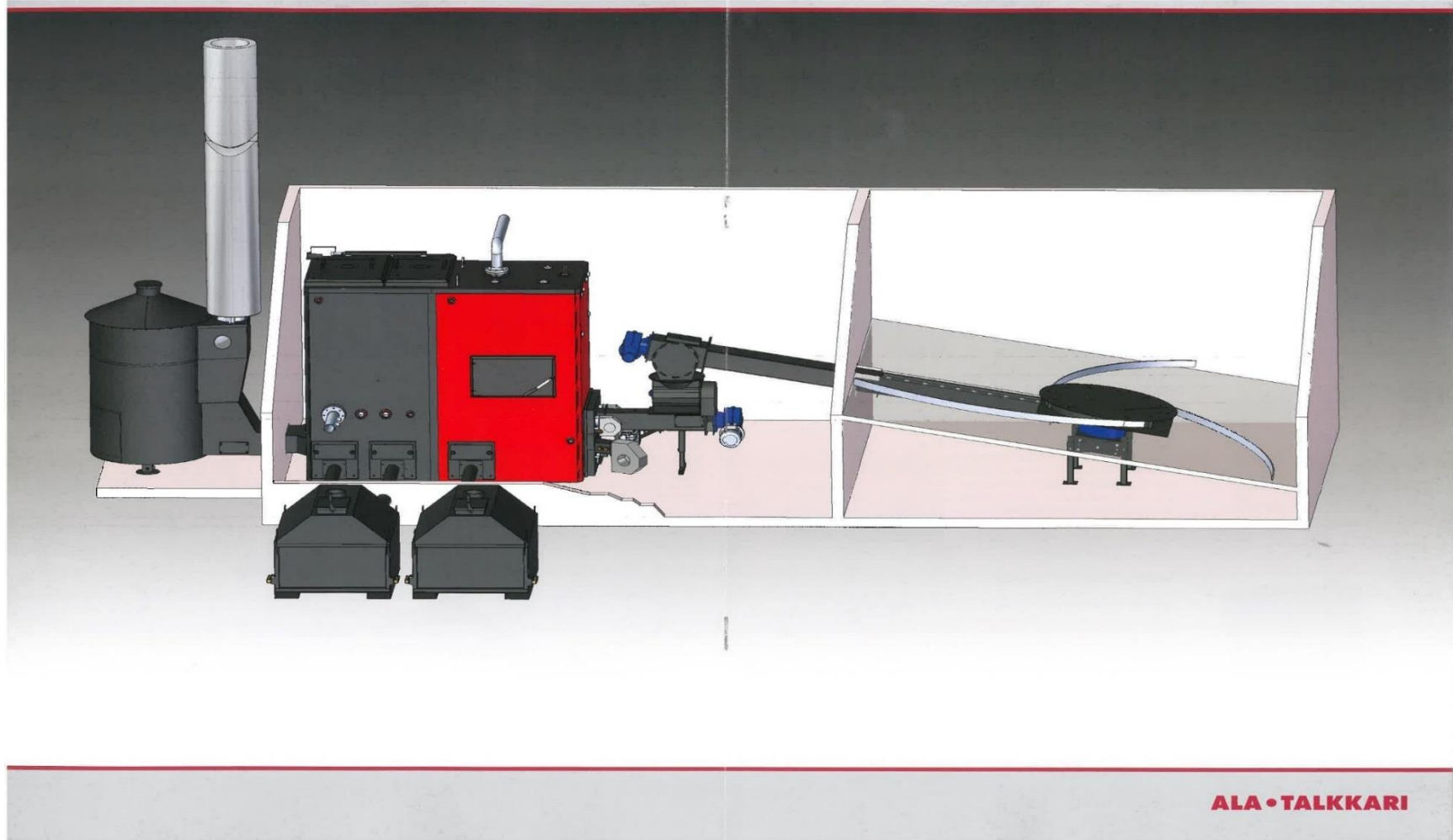
Liite 4. Julkisivu ja pohjakuvat.

Liite 5. Hakekattilan ja laitteiston asennus piirustukset.

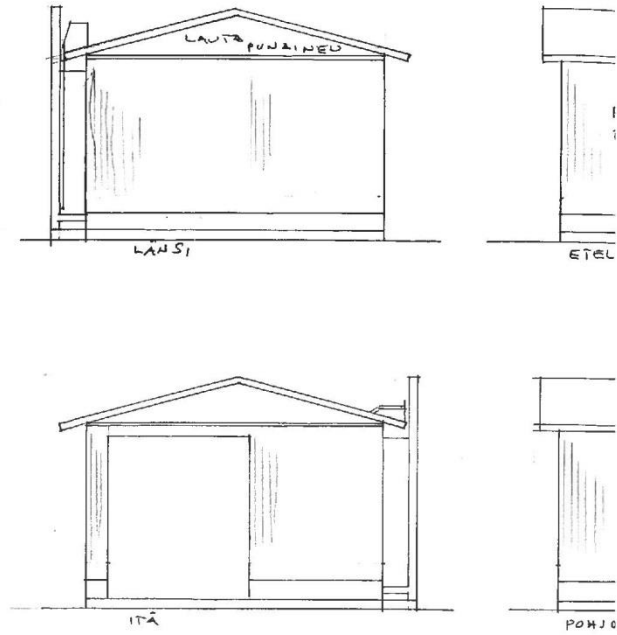
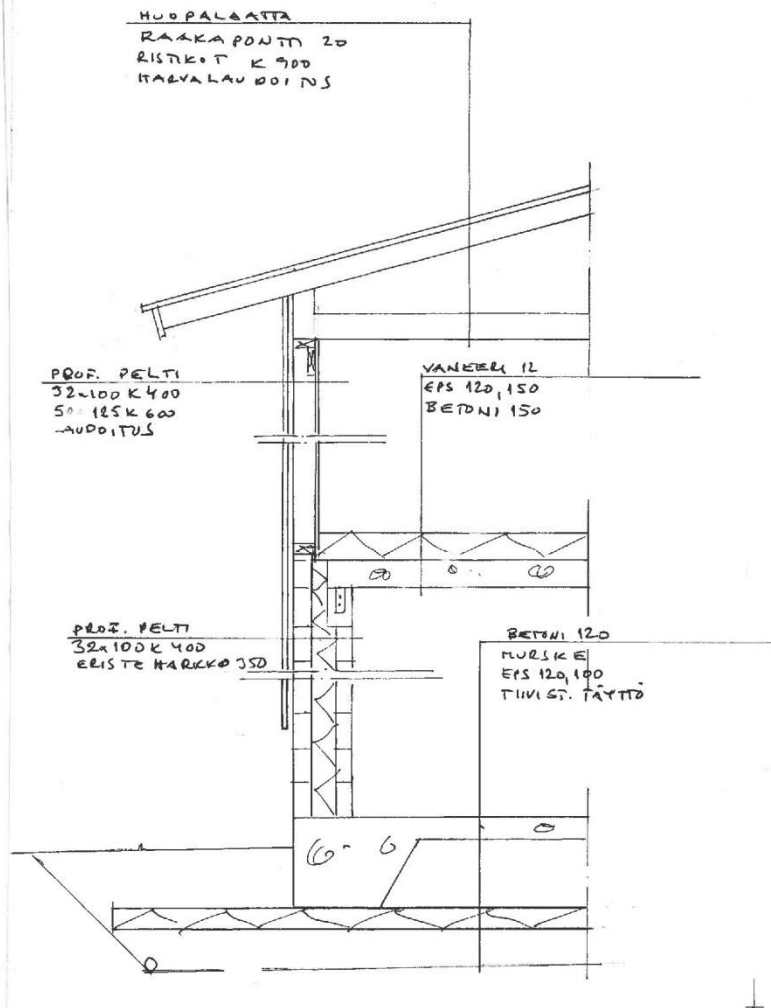
Liite 1.



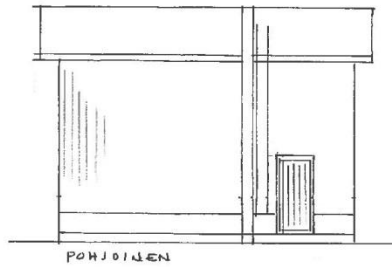
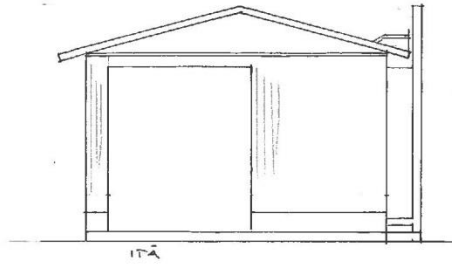
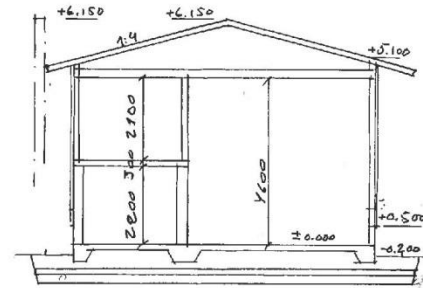
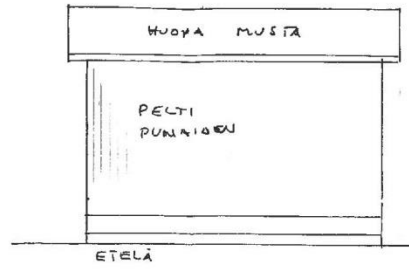
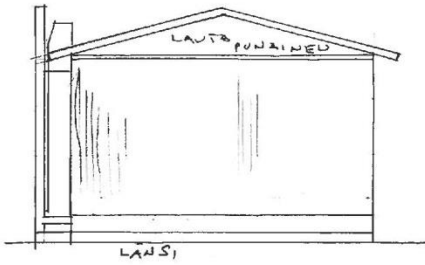
Liite 2.



Liite 4.



Liite 5.



KERROSALA 69 m²
TILAVUUS 320 m³
PALOLUOKKA P3
j.s. JÄRHESSÄMÄTTÄ 12KG

