

Miika Oksanen

HAKELÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA HAN-
KINTA PIENTALOON

Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2011

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Maaliskuu 2011	Tekijä/tekijät Miika Oksanen
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi Hakelämmitysjärjestelmän suunnittelu ja hankinta pientaloon		
Työn ohjaaja Yrjö Muilu	Sivumäärä 32	
Työelämäohjaaja Yrjö Muilu		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää toimiva ja turvallinen hakelämmitysjärjestelmä 157 m² omakotitalon ja 210 m² talousrakennuksen lämmittämiseen. Opinnäytetyön aihe löytyi, kun tekijä alkoi suunnitella omakotitaloa perheelleen.</p> <p>Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin määrittelemällä lämmöntarve ja tutustumalla tarvittavaan laitteistoon, sen toimintaan ja käyttöönottoon sekä paloturvallisuuteen. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös lämmitysjärjestelmissä käytettäviin polttoainesiin ja siihen kuinka paljon hakkeen kulutus on vuositasolla.</p> <p>Eri hakelämmitysmuotoihin ja lämmitysjärjestelmiin perehtymisen jälkeen pyydettiin tarjoukset kahdelta eri laitevalmistajalta. Nämä valmistajat pystyivät toimittamaan täydelliset laitepaketit. Tällainen valmispaketti oli turvallisempi ratkaisu, kuin yksittäisistä osista koottu järjestelmä.</p> <p>Tarjousten, teoretiedon ja haastattelujen pohjalta tehtiin päätös laitehankinnasta.</p>		
Asiasanat Hake, hakelämmitysjärjestelmä, kattila, pelletti, turve		

ABSTRACT

Unit Ylivieska	Date march 2011	Author Miika Oksanen
Degree programme Machine- and product automation		
Name of thesis Wood chip heating system design and procurement of small house		
Instructor Yrjö Muilu		Pages 32
Supervisor Yrjö Muilu		
<p>The aim was to find a workable and secure wood chip heating system to the family house 157 m² and 210 m² outbuilding. Subject of this topic was found, when the author began to plan for detached houses for his family.</p> <p>The thesis itself was initiated by defining the need of the heat and getting knowledge of required equipment for its working ability, use and the fire safety. This thesis explored the heating systems used in different fuels and how much is the annual consumption of wood chips.</p> <p>When it was analyzed by applying the form of wood chip heating and heating systems, we asked offers from two different device manufacturers. These manufacturers were able to provide complete hardware packages. This kind of complete package was a safer solution than the system of individual components assembled.</p> <p>Based on offers, the theory of knowledge and interviews, we made the decision with the purchase of equipment.</p>		
<p>Key words Boiler, peat, pellet, wood chip, wood chip heating system</p>		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELYT

kW	Kilowatti
kWh	Kilowattitunti
i-m ³	Irtokuutiometri
m ³	Kuutiometri
rm ²	Rakennusneliömetri
LTO	Lämmöntalteenotto
CO-päästöt	Häkäpäästöt
NOx	Typen oksidit

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEEN MÄÄRITTELYT
SISÄLLYS**

1	JOHDANTO	1
2	LÄMMITYSTARPEEN MÄÄRITTELY	3
2.1	Lämpö	3
2.2	Ulkolämpötila	3
2.3	Ilmanvaihtokone	4
2.4	Ilman vuoto rakenteiden läpi	4
2.5	Lämmön tarve	4
2.6	Lämmöntehtarpeen laskeminen	5
2.7	Lämmön jakaminen	6
2.8	Lämmön tuottaminen hakkeella	7
2.9	Hakkeen vuosikulutuksen arvioiminen	8
3	TARVITTAVA LAITTEISTO	9
3.1	Varastosiilo	10
3.2	Varastosiilon pohja	11
3.3	Varastosiilon koon määrittäminen	12
3.4	Syöttöruuvit	13
3.5	Poltin	14
3.6	Kattila	15
3.7	Kattilatyyppit	16
3.8	Savuhormi	17
3.9	Lämmitysjärjestelmän automatiikka	18
4	ENERGIAPUU JA SEN HANKINTA	19
4.1	Hake	19
4.2	Hakkeen hankinta	20
4.3	Muita kotimaisia polttoaineita	21
4.4	Palaturve	21
4.5	Pelletti	22
5	LÄMMITYSJÄRSESTEMÄN KÄYTTÖÖNOTTO	23
6	LÄMMITYSJÄRSESTEMÄN PALOTURVALLISUUS	24
7	TARJOUKSET	27
8	HAKELÄMMITYSJÄRSESTEMÄN VALINTA	28
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	29

LÄHTEET
LIITTEET

1 JOHDANTO

Aloitin omakotitalon suunnittelemisen perheelleni syksyllä 2009. Suunnitteluvaiheessa mietin ja vertailin eri lämmitysmahdollisuuksia. Vaihtoehtoina olivat maalämpö-, sähkö-, puu-, pelletti- tai hakelämmitys. Energiapuun polttamisessa huomasin olevan eniten mahdollisuuksia ja siksi valitsin sen lämmitysmuodoksi. Ja tästä syntyi opinnäytetyöaihe: halusin tutkia sekä vertailla hakelämmitykseen liittyviä asioita ja tämän tiedon pohjalta valita omaan talooni sopivan hakelämmitysjärjestelmän.

Opinnäytetyön päätavoitteena on siis löytää sopiva ja toimiva hakelämmitysratkaisu 157 m² omakotitalon sekä 210 m² talousrakennuksen lämmittämiseen. Minua kiinnostavat myös laitteiden kokoonpanot ja erilaiset mahdollisuudet: esimerkiksi siilonpohja ratkaisuja ja polttimia on useita erilaisia ja toivon, että työtä tehdessä selviää, mikä niistä on paras. Ilman perusteellista perehtymistä aiheeseen ei voi perustellusti päättää, mikä on paras ja toimivin ratkaisu. Työn etenemistä johdattelivat seuraavat kysymykset: Mitä rajoituksia on siilon tekemisessä? Minkälainen laitteisto on varmatoiminen ja turvallinen? Minkälaisia paloturvallisuuteen vaikuttavia rakenteellisia ja toiminnallisia ratkaisuja on? Mikä on lämmitystehon tarve? Paljonko on polttoaineen vuosikulutus?

Työn teoriaosassa kerron aluksi lämmöstä ja lämmöntarpeen määrittelystä sekä lämmön jakamisesta ja tuottamisesta. Paljonko on omakotitaloni lämpöenergian kulutus? Miten lämpö saadaan polttoaineesta suihkuun lämpöiseksi vedeksi?

Työssä perehdytään lämmitysjärjestelmään ja siihen tarvittavaan laitteistoon, sen toimintaan ja käyttöönottoon. Kerron myös energiapuusta sekä sen hankinnasta. Hakkeen lisäksi useissa laitteissa voidaan polttaa myös muunlaista energiapuumateriaalia, kuten pellettiä, puuta ja turvetta. Siksi koen tärkeäksi myös vertailla näitä mahdollisuuksia. Paloturvallisuus on myös yksi todella tärkeä kokonaisuus laitteiston ja ympäristön turvallisuuden mahdollistamiseksi. Lopuksi kerron saamistani tarjouksista ja näin päästäänkin rakennuksen kannalta tärkeimpään asiaan eli mikä on paras mahdollinen laite ratkaisu tähän tarpeeseen.

Käytännön tietoa aiheeseen saan laitteiden valmistajilta ja edustajilta. Kirjallisuutta aiheesta on paljon, mutta suurin osa näyttäisi olevan 1970 ja 1980 luvuilta. Olen ajatellut, että käytän 1990 luvun lopun ja 2000 luvun kirjallisuutta, koska lämmitysjärjestelmät ja tietopohja ovat vuosikymmenien aikana muuttuneet paljon ja mielestäni on tärkeää käyttää vain ajantasaista tietoa. Myös Internetistä löytyy aiheesta todella paljon tietoa. Internetissä oleva tieto on usein ihmisten mielipiteisiin pohjautuvaa tai muuten epäluotettavaa tietoa käytettäväksi tällaisessa tutkimuksessa. Näissä täytyy olla tarkkana, että käyttää vain luotettavia lähteitä.

2 LÄMMITYSTARPEEN MÄÄRITTELY

Työn tarkoituksena oli löytää oikeanlainen ja kaikin puolin sopiva hakelämmitysjärjestelmä omakotitaloon ja talousrakennukseen. Kattilahuone sijaitsee talousrakennuksessa. Omakotitalon ja talousrakennuksen välinen etäisyys on noin 18 metriä, joka aiheutti lämpökanaalin tarpeen. Alussa täytyi määrittellä omakotitalon ja talousrakennuksen maksimi lämmön tarve. Työn tilaajana toimin itse, koska kyseinen aihe oli ajankohtainen uuden omakotitalon suunnittelun yhteydessä.

Lämmitystehotarpeen määrittelyssä on kolme isompaa vaikuttajaa. Suurin vaikuttaja lämpötehon tarpeen määrittelyyn on ulkoilman lämpötila. Toisena vaikuttajana on ilmanvaihtokoneen hukkaama lämpö, johon vaikuttaa ilmanvaihtokoneen LTO (lämmöntalteenoton) hyötysuhde. Kolmas vaikuttaja on ilman vuoto seinien läpi.

2.1 Lämpö

Lämpöä syntyy monista eri asioista. Esimerkiksi sähkövastuksen läpi kulkeva virta muodostaa lämpöä. Näin tapahtuu mm. hehkulampun kuumetessa. Lämpö on atomien ja molekyylien värähtelyä. Korkeampi lämpötila johtuu atomien ja molekyylien nopeammasta värähtelystä.

Lämpö on mukavuustekijä asumisessa, mutta se on myös elinehto. Omakotitaloissa tyypillinen sisäilman lämpötila on 20-22°C (Allergia- ja astmaliitto 2009, 4). Lämpöä on myös pesuvedessä, jonka tyypillinen lämpötila on noin 35 °C.

2.2 Ulkolämpötila

Lämmitystehon tarvetta määriteltäessä käytin mitoituksessa kylmintä mitoitusulkolämpötilaa, joka tässä tapauksessa oli -32°C. Suomi on jaettu neljään eri säävyöhykkeeseen mitoitettavan ulkolämpötilan mukaan. Tässä työssä tarkasteltavat rakennukset sijaitsevat sää-

vyöhykkeellä III, jonka mitoitettava ulkolämpötila on -32°C . (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5)

2.3 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneen valinnassa on hyvä kiinnittää huomiota hyvään hyötysuhteeseen. Tässä vaiheessa ei ollut vielä tietoa minkälainen ilmanvaihtokone rakennuksiin tulee. Tiedossa on kuitenkin, että valitaan sellainen ilmanvaihtokone, jossa on LTO eli lämmön talteenottojärjestelmä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5)

2.4 Ilman vuoto rakenteiden läpi

Rakennusten rakenteiden tulisi olla ilmaa läpäisemättömiä. Kuitenkin käytännössä rakenteet vuotavat aina hieman ilmaa, joka jäädyttää huonetiloja. Tämä on huomioitava lämmitystehon tarpeen määrittelyssä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5)

2.5 Lämmön tarve

Lämmitystä tarvitsevaa pinta-alaa tulee yhteensä noin 350 m^2 , tilavuutta 1200 m^3 . Asuinrakennuksen lämpötila tulee olemaan noin 21°C ja talousrakennuksen lämpötila noin $13\text{--}15^{\circ}\text{C}$.

Lämmitystä tarvitaan myös lämpimän käyttöveden tuottaminen, jota kuluu noin 250 litraa vuorokaudessa. Lämmin käyttövesi tarvitsee suuren hetkellisen lämmitystehon, kun suihku tai hana aukaistaan, mutta yleensä lämpimän käyttöveden juoksutusaika on niin lyhyt, ettei hanojen lämpötehon tarvetta tarvitse erikseen mitoittaa. Suihkun ottama lämpöteho on tyypillisesti noin 30 kW. Tämä suihkun vaatima teho voidaan kuitenkin ottaa siirtämällä kattilan lämpö suoraan suihkuun, pois tilojen lämmittämisestä. Tilat eivät ehdi jäähtyä suihkun tai kylvyn aikana merkittävästi. (Arterm 2010, 5)

Tarvittava lämpömäärä saadaan laskemalla rakenteiden läpi johtuva lämpö, ilmanvaihdon kautta hukkaantuva lämpö ja ilmanvuodon aiheuttama lämpöhukka. Näiden edellä mainittujen asioiden summa on lämpömäärä, joka rakennuksiin on tuotava. Suurin muuttuja lämmitystarpeen suhteen on ulkolämpötila. Pienempiä muuttujia ovat tuuli ja auringon tuottama lämpö. (Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen, Kainulainen 2001, 24)

2.6 Lämmöntehtarpeen laskeminen

Laskenta aloitettiin etsimällä rakenteiden u-arvot (k-arvot) eli lämmönläpäisykerroimet, jotka ovat suunniteltujen rakenteiden osalta taulukon 1. mukaiset. U-arvot on esitetty rakennuksen piirustuksissa. Laskentaan tarvitaan myös rakenteiden pinta-alat, jotka on esitetty myös taulukossa 1. Rakennuksen sisälämmöksi laskennassa merkittiin 21 °C ja kylmimmäksi ulkolämpötilaksi -32 °C.

Taulukko 1. (Miika Oksanen 2010)

Rakenne	u-arvo W/m ² K	Pinta-ala m ²
Yläpohja	0,09	178
Ulkoseinä	0,17	147,39
Alapohja	0,16	169
Ovet ja ikkunat	1,0	23,52

Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia (lämpövirta θ) voidaan laskea kaavan 1. mukaan.

$$\theta = uA(T_1 - T_2)$$

Kaava 1.

Jossa u on lämmönläpäisykerroin

A on rakenteen pinta-ala

T_1 on sisälämpötila

T_2 on ulkolämpötila

Sijoitin kaavan taulukosta rivin kerrallaan ja laskin tulokset yhteen. Näin sain selville asuinrakennuksen rakenteiden läpi johtuvan tehon, joka on 4,8 kW. Talousrakennuksen osalta vastaava teho on 9,6 kW.

Ovien aukominen, ilmanvaihto ja rakenteiden läpi vuotava ilma aiheuttavat myös jonkin verran lämmönkulutusta. Ilmanvaihdon energiankulutusta en vielä pystynyt tarkkaan laskemaan, koska ilmanvaihtokonetta ei ollut hankittu eikä ilmanvuotoa mitattu. Ovien aukomisesta johtuva energian kulutus taas johtuu käyttäjistä. Arvioin näiden yhteistehontarpeeksi talossa noin 3 kW ja talousrakennuksessa noin 6 kW. Kokonaisuudessa lämpöä tarvitsee siis tuottaa 23,3 kW teholla maksimissaan.

Ariterm biolämpöopas ohjeistaa laskemaan lämmitystarpeen hieman eri tavalla. Asuinrakennuksen osalta käytetään 18 W/rm^3 ja talousrakennuksessa käytetään 22 W/rm^3 . Näistä kun lasketaan, niin saadaan asuinrakennus $18 \text{ W/rm}^3 \times 403 \text{ m}^3 = 7,3 \text{ kW}$ ja talousrakennus $22 \text{ W/rm}^3 \times 900 \text{ m}^3 = 19,8 \text{ kW}$, yhteensä 27,1 kW.

Laskelmien tulokset ovat suhteellisen lähellä toisiaan.

2.7 Lämmön jakaminen

Lämmön jakamisessa on useita vaihtoehtoja. Päävaihtoehtoja ovat vesikeskuslämmitys pattereilla tai lattialämmityksenä, sähkölämmitys pattereille, kattolämmityksenä, lattialämmityksenä tai ilmalämmityksenä. Tässä tapauksessa oli valittu vesikiertoinen lattialämmitys. Omimmillaan lattialämmitys on maavaraisten betonilattian ja sitä kattavan pinnan lämmönlähteenä. (Ojala 2004, 114)

Lämpöä jaetaan ja siirretään veden välityksellä. Vesi kierrätetään lattialämmitysputkissa, jotka luovuttavat lämmön betonilaattaan, joka taas luovuttaa lämmön huonetilaan. Lämmönjakojärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetään jokaisen huoneen lasketun lämmöntarpeen mukaan. Vesi toimii väliaineena sen helpon siirrettävyyden ja hyvän lämpöarvonsa ansios-

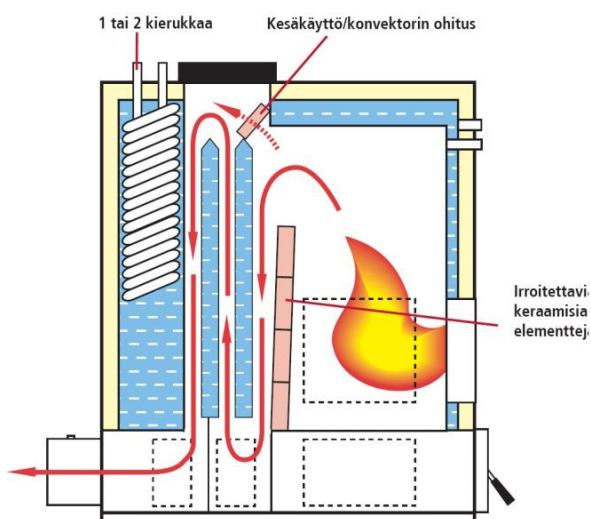
ta. Tässä tapauksessa hakekattila lämmittää veden, joka sunntauksen jälkeen kierrätetään omakotitalon ja talusrakennuksen lämmityspiireissä. Lämmityspiiristä johtuu lämpöä huoneilmaan ja tilan lämpötila nousee. (Saikkonen 2002, 10)

Sunntaus tarkoittaa kattilaveden lämpötilan muuttamista lämmönjakojärjestelmään soveltuvaksi. Lattialämmitykseen tyypillisesti kierrätettävä vesi on alle 40 °C, kun taas kattilan lämmittämä vesi voi olla jopa yli 100 °C. (Saikkonen 2002, 11)

2.8 Lämmön tuottaminen hakkeella

Palaminen voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen: puu kuivuu ja vesihöyry vapautuu, puu kaasuuntuu ja kaasumaisia palavia yhdisteitä vapautuu kuivuneesta puusta, kaasut syttyvät ja palavat jäljelle jää kiinteä hiili, hiili palaa ja jäljelle jää tuhka. (Puhakka ym. 2001, 39)

Hakelämmitysjärjestelmä on hakkeen polttamiseen perustuva lämmitysmuoto. Haketta poltetaan polttimessa, joka on kattilan palotilassa. Poltin puhalttaa liekin kattilan palopesään. Liekinlämpö siirtyy osittain tulipesän seinien läpi veteen. Kuumat palokaasut jatkavat matkaa kattilan konvektio-osaan, jossa savukaasujen lämpö siirtyy konvektion vaikutuksesta kattilaveteen. (Puhakka ym. 2001, 39)



Kuvio 1. Kattilan toiminta. Punaiset nuolet osoittavat kuinka liekinlämpö siirtyy kattilassa eteenpäin ja näin vesi lämpenee. (Ariterm. 2010, 20)

Hakkeen polttotapoja ovat arinapoltto, kaasupoltto ja leijupoltto. Arinapoltoissa polttoaine syötetään arinalle, jota pitkin se etenee palamisen edistyessä. Leijupoltossa polttoaine joutuu tekemisiin leijutushiekan kanssa, jolloin aineen- ja lämmönsiirto on tehokasta. Tämä soveltuu hyvin huonolaatuiselle polttoaineelle. (Puhakka ym. 2001, 39)



Kuvio 2. Kuvassa arinapoltto käynnissä (Ariterm 2010, 12)

2.9 Hakkeen vuosikulutuksen arvioiminen

Tässä laskennassa käytin rakenteiden läpi johtuvan energian määrää vuoden keskilämpötilalla, joka tässä tapauksessa on 2 °C. Sisälämpötila on 21 °C. Vuosikulutus omakotitalossa on 15300 kWh ja talousrakennuksessa 13300 kWh. Lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittava energia 10000 kWh. Ilmanvaihdon ja muiden lämpöä hukkaavien ominaisuuksien vaikutus on 8700 kWh.

Näin saadaan vuosikulutukseksi 47300 kWh. Hakkeen energiasisältö on noin 850 kWh/i-m³. Kun lasketaan 47300 kWh / 850 kWh/i-m³, niin saadaan hakkeen vuosikulutus, joka on noin 55 i-m³.

3 TARVITTAVA LAITTEISTO

Pientaloissa lämmitysjärjestelmä jakautuu seuraaviin toiminnallisiin osiin: Lämmönkehityslaitteet, lämmön varastointilaitteet ja lämmönjakolaitteet. Lämmönkehityslaite muuttaa ulkopuolisesta lähteestä tulevan energian hyödynnettäväksi lämmöksi. Valitun pääjärjestelmän tukena voi olla lisälämmitysjärjestelmä, joka voi olla esimerkiksi ilmalämpöpumppu tai tulisija. Lämmönvarastointilaitteita ovat esimerkiksi lämminvesivaraajat ja kaikki rakenteet, joihin lämpöä varastoituu. Lämmönjakolaitteita ovat putkistot, pumput ja säätimet. (Saikkonen 2002, 10)



Kuvio 3. Ilmalämpöpumppu. (Eal-palvelut 2011)



Kuvio 4. Lattialämmitysputkisto omakotitalossa. (Miika Oksanen 2010)

3.1 Varastosiiilo

Varastosiiilo on polttoaineen varastointiin tarkoitettu tila. Varastosiiilo koostuu varastosiiilon pohjasta, jossa on purkaimet ja varastosiiilon seinistä. Varastosiiilon mitoitus riippuu polttoaineen kulutuksesta ja halutusta siilon täyttövälisestä. Siilo voidaan täyttää käsin tai täyttö voidaan koneellistaa. Käsin täyttö on järkevää vielä 30-50 m³ polttoaineen vuosikulutuksella, mutta isommilla käyttömäärillä täyttö kannattaa koneellistaa. (Viirimäki 2008, 18)

Pienen siilon tilavuus on yleensä 0,5 m³-2 m³. On mahdollista, että siilon koko on jopa 5 m³. Tämän kokoinen siilo soveltuu tehoille on 20-40 kW. Säiliö sijoitetaan kattilahuoneeseen tai syöttöhuoneeseen. Siilo täytetään esimerkiksi saavilla. Säiliöllinen polttoainetta riittää yleensä 1-4 päivää. Tällaisessa siilossa on yleensä lautaspurkain tai ruuvipurkain, joka siirtää polttoaineen ruuville. (Viirimäki 2008, 18; Puhakka ym. 2001, 34)

Keskikokoiset siilot ovat kooltaan 10-30 m³. Niissä käytetään lautas-, jousi- ja tankopurkaimia. Tämän kokoisten siilojen käyttö soveltuu tehoalueelle 40-500 kW. Siilo voidaan täyttää etukuormaimella. Siilo täytyy yleensä täyttää noin viikon välein. (Viirimäki 2008, 19; Puhakka ym. 2001, 34)

Isoissa yli 50 m³ siiloissa käytetään tanko- ja jousipurkaimia. Tämän kokoisten siilojen käyttö soveltuu tehoalueelle 40-2000 kW. Usein haketus tapahtuu suoraan hakesiiloon tai hakevarastoon purkainpohjan päälle. Täyttöväli vaihtelee kokoluokan mukaan. (Viirimäki 2008, 19; Puhakka ym. 2001, 34)

Siiloja on kahdenlaisia, alhaaltapäin purkavia ja ylhäältäpäin purkavia. Jos siilo on alhaaltapäin purkaantuva, holvaantumisen ehkäisemiseksi ainakin kaksi siilon seinää on hyvä olla alhaaltapäin aukeavia. Lisäksi purkainten on purettava polttoainetta koko siilon lattia-alalta. Polttoaineen palakokojakauma ja laatu vaikuttavat siilon holvaantumiseen. Holvaantumista tapahtuu sitä helpommin mitä laajempaa palakokojakauma on ja mitä kosteampaa polttoaine on. Päältä purkavilla syöttimillä ei ole holvaantumisongelmaa, joten polttoaineen syöttö on tasaisempaa. Tällaisessa siilossa polttoaine ehtii jopa kuivahtaa pinnasta. (Puhakka ym. 2001, 34)

Polttoaineen jäätymistä siiloon estetään lattialämmityksellä. Lämmitys sulattaa polttoainepaakkuja ja kuivattaa polttoainetta. Siilossa on oltava hyvä ja toimiva ilmanvaihto. Hake syötetään siilopurkaimilta kattilaan ruuveilla. Ruuveille tulevaa hakemäärää säädetään pinnanvartioilla, jotka toimivat joko sähköllä tai mekaanisesti. (Puhakka ym. 2001, 34)

3.2 Varastosiilon pohja

Varastosiilon pohjassa on purkaimet. Purkaintyyppejä on tankopurkain, jousipurkain ja kolapurkain. Pienemmissä laitteistoissa voi olla myös toisenlaisia purkaintyyppejä. Purkaimet kuljettavat polttoaineen syöttöruuville.

Tankopurkain on purkaintyyppi, jossa siilon pohjaan on asennettu tanko, jossa on poikittaisia kolia. Tangot liikkuvat eteen ja taakse. Tankojen liikkeessa eteenpäin kolat kuljettavat polttoainetta syöttöruuville. Koliien muotoilu on suunniteltu siten, että tankojen liikkeessa taaksepäin polttoainepatsas ei liiku. (Ariterm 2010, 15)



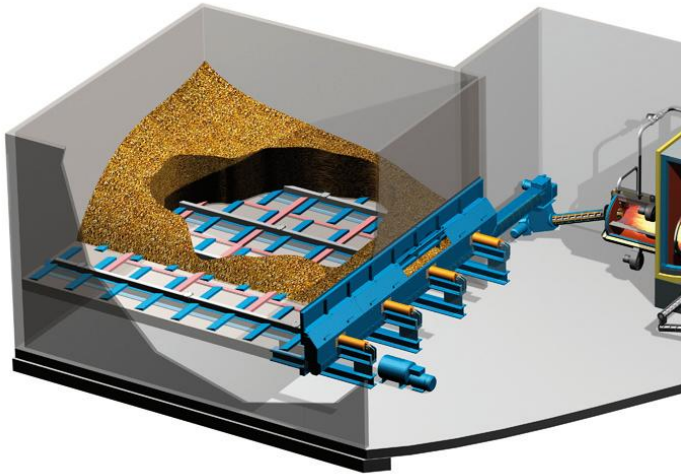
Kuvio 5. Tankopurkain (Ariterm 2010, 15)

Jousipurkain on purkaintyyppi, jossa pyörivään lautaseen on kiinnitetty jousiteräksestä valmistetut kaapimet. Jousipurkain soveltuu parhaiten pienempiin hakelämmitysratkaisuihin ja hyvälaatuiselle polttoaineelle. (Ariterm 2010, 15)



Kuvio 6. Jousipurkain. (Ariterm 2010, 15)

Kolapurkaimet ovat harvinaisia pienissä lämpökeskuksissa. Kolapurkaimessa kolat on kiinnitetty ketjuihin, jotka liikkuvat edestakaisin. Tällainen pohjaratkaisu siilossa estää tehokkaasti polttoaineen holvaantumisen. (Säätötuli 2010, 9)



Kuvio 7. Lattiapurkain, jossa kolapurkainpohja. (Ariterm 2010, 15)

3.3 Varastosiilon koon määrittäminen

Rakentamalla seinät varastosiilon pohjan päälle saadaan polttoainevaraston kokoa kasvatettua huomattavasti. Seiniä ei voida kuitenkaan rakentaa ihan vapaasti. Seinien korkeus ja pintamateriaali asettavat rajoituksia. Toisin sanoen liian korkeat seinät mahdollistavat liian korkean täytön, joka taas aiheuttaa liian suuren painon varastosiilon pohjalle. Liian suuren painon johdosta purkaimet eivät jaksakaan liikkua.

Varastosiilon tilavuuteen vaikuttaa valmistajan ohje varastosiilon maksimi koosta. Muuten koko on vapaasti rakennettavissa käyttötärpeen ja halutun täyttövälin mukaan. Rakennuksen koko mihin siilo sijoitetaan vaikuttaa ratkaisevasti siihen, minkä kokoinen siilosta voidaan rakentaa. Tässä tapauksessa siilon maksimikoko on 20 m^3 .

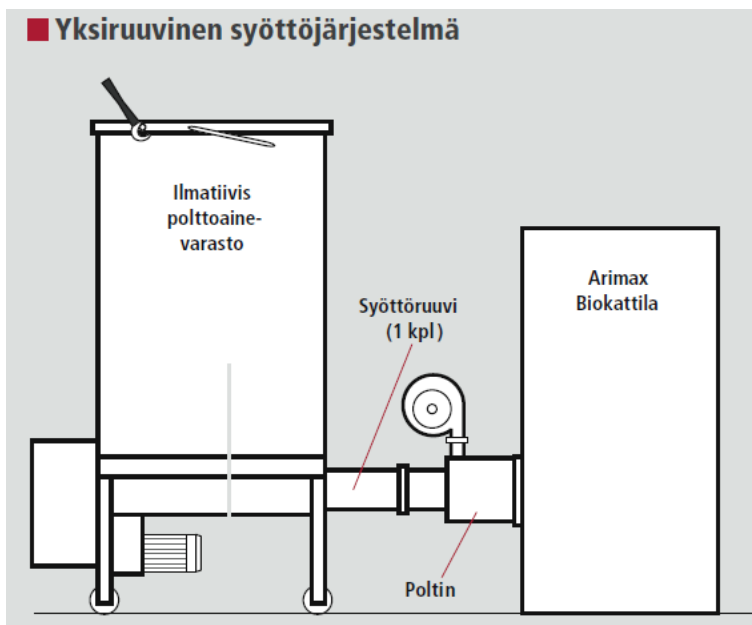
Varastosiilo pyritään rakentamaan mahdollisimman isoksi, noin 20 m^3 , jotta saadaan mahdollisimman pitkä täyttöväli. Vuotuinen polttoaineen kulutus on noin 50- 60 t , joten täyttötarve on noin kolme kertaa vuodessa.

3.4 Syöttöruuvit

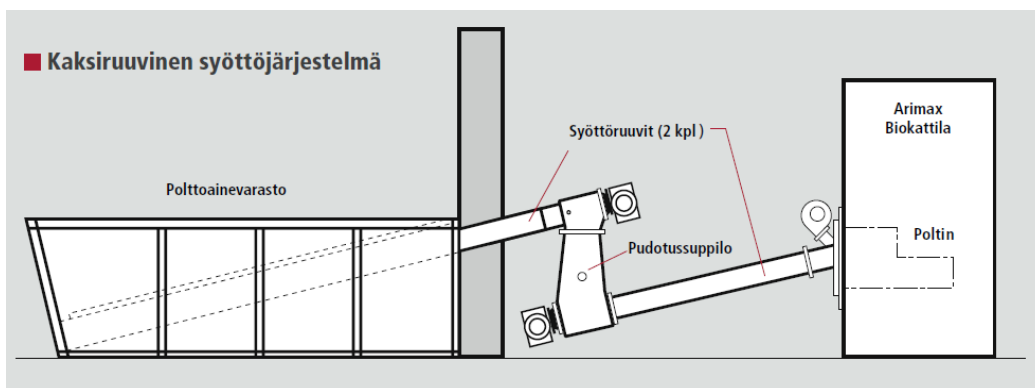
Syöttöruuvit ovat teräksestä valmistettuja ja niitä on yksiruuvisia sekä kaksiruuvisia järjestelmiä. Ne on tehty kestäväksi erilaisten polttoaineiden aiheuttamat rasitteet. Moitteettoman toiminnan edellytys on oikein valittu syöttöruuvi. Polttoaineen ja ruuvien koon mukaan mitoitetaan syöttöruuvien voimansiirto. (Ariterm. 2010, 14)

Yksiruuvisisissa järjestelmissä polttoainevaraston pohja ja poltin ovat samassa tasossa, kun taas kaksiruuvisisessa järjestelmässä kattilan ja varaston sijoittaminen on vapaampaa. Kaksiruuvisisessa järjestelmässä on ruuvien välissä pudotussuppilo, joka muodostaa palon etenemistä estävän polttoainekatkon varaston ja polttimen välille. Nouseva poltinruuvi ja pudotussuppilo mahdollistavat yhdessä vesilukon muodostumisen takapalotilanteessa. Näin ollen kaksiruuvinen järjestelmä on paloturvallisempi. (Ariterm. 2010, 14)

Alla olevista kuvioista 8. ja kuvio 9. ilmenee hyvin yksiruuvisen ja kaksiruuvisen järjestelmän ero.



Kuvio 8. Yksiruuvinen syöttöjärjestelmä (Ariterm 2010.)



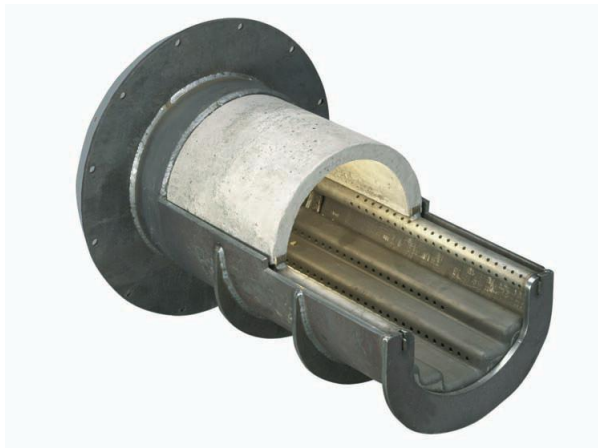
Kuvio 9. Kaksiruuvinen syöttöjärjestelmä (Ariterm 2010.)

3.5 Poltin

Polttimen tehtävänä on polttaa polttoainetta ja tuottaa siitä lämpöä. Hyvässä polttimessa on korkea liekin lämpötila, sillä hake tarvitsee 1000 astetta puhtaaseen palamiseen. Jotta polttimesta saadaan hyvä hyötysuhde, tulee ilmankierron olla pieni. Hyvässä polttimessa on myös pienet häkäpäästöt (CO- päästöt), pienet typen oksidipäästöt (NO_x) ja laajakäyttöalue. Häkäpäästöissä hyvä arvo on 1000 ppm ja laajakäyttöalue esim. 20- 100 %. (Ariterm 2010, 7)

Yleensä poltin koostuu palopäästä, automatiikasta, syöttölaitteesta ja polttoainesäiliöstä. Palopään ja kattilan tulee olla saman tehoisia. Tämä takaa parhaan toimivuuden. Palopäässä tapahtuu kaikki palaminen ja se antaa tarvittavan lämmitystehon. Suurimmalla osalla polttimista voidaan polttaa useita biopolttoaineita. (Säätötuli 2010, 8)

Ariterm on suunnitellut HakeJet- polttimen erityisesti hakkeen polttoa varten. Polttimen rakenne tekee siitä kestävä ja pitkäikäisen. Siinä on avoin, valurautainen puolilympyrän muotoinen palopää. Keraaminen paloholvi saa liekin lämpötilan tarpeeksi korkeaksi ja näin palaminen on puhdasta. Tämä poltin työntyy miltei kokonaan kattilan palotilaan ja säästää näin tilaa kattilahuoneessa. (Ariterm 2010, 11)



Kuvio 10. HakeJet poltin (Ariterm 2010,11)

3.6 Kattila

Puhtaasti ja tehokkaasti palava poltin vaatii parikseen kattilan, joka pystyy siirtämään polttimen tuottamista kuumista savukaasuista syntyvän lämmön mahdollisimman tehokkaasti veteen. Eli kattila on laite, joka ottaa polttimen tuottaman lämmön ja siirtää sen veteen. (Ariterm 2010, 7)

Hyvän kattilan ominaisuuksia ovat pystykonvektorirakenne, joka pidentää huoltoväliä ja alhainen savukaasun lämpötila, noin 150- 180 astetta nimellisteholla. Riittävä tulipinta on edellytys lämmönsiirtymiselle kattilaveteen. Riittävä paineluokka mahdollistaa tarvittavan

korkean lämpötilan käytön. Kattilan paino kertoo tulipintojen mitoituksesta, rakenteen lujuudesta ja kattilan käyttöiästä. (Ariterm 2010, 7)

Kattila on valmistettu teräksestä ja on näin ollen pitkäikäinen. Kattilassa oleva vesitilan koko vaikuttaa varaajan tarpeeseen. Kattilan valintaan vaikuttavat huipputehotarve ja käytettävä polttoaine. Useisiin kattiloihin voidaan tarvittaessa kytkeä varalle öljypoltin tai sähkövastukset. (Säätötuli 2010, 6)

3.7 Kattilatyypit

Kattiloita on kahdenlaisia: vaakakonvektiokattila ja pystykonvektiokattila.

Vaakakonvektiokattilassa konvektio-osa on asennettu vaakatasoon. Toisin sanoen tällaisessa kattilassa lämmönlähde eli savukaasu kulkee vaakatasossa kattilan läpi. Vaakatasoon asennettu konvektio-osa on puhdistuksen ja nuohouksen kannalta huonompi vaihtoehto. Vaakakonvektiokattilassa tuhka kertyy konvektiopinnoille lämpöeristeeksi ja näin kattilan toiminta huononee. (Lapin ekolämpö, 6)

Pystykonvektiokattila on helpompi puhdistaa ja huoltaa kuin vaakakonvektiokattila. Pystykonvektiokattilassa konvektio-osa on asennettu pystysuoraan, jonka johdosta tuhka ja noki putoavat alas tuhkatalaan, eikä jää konvektio-osaan. (Lapin ekolämpö, 6)



Kuvio 11. Pystykonvektio kattila (Ariterm 2010, 20)

3.8 Savuhormi

Savuhormin koon on vastattava kattilan hormiliitännän kokoa sekä valmiskattilan ollessa kyseessä on savuhormia tehdessä otettava huomioon valmistajan ohjeet. Savuhormin oikealla suunnittelulla ja mitoituksella saavutetaan riittävä veto, paloturvallisuus, käyttöikä ja lujuus. (Agrimarket)

Savuhormi voidaan valmistaa muuraamalla tai voidaan käyttää valmista savuhormiratkaisua. Hormin materiaaliksi voidaan valita haponkestävä teräs, tiili tai keraaminen sisäputkella varustettu kevytsoraharkkohormi. Savuhormia tehdessä on pyrittävä siihen, että savuhormissa on kaikissa olosuhteissa riittävä luonnonimu vetämään syntyneet savukaasut taivaalle. Riittävän pitkä ja sisähalkaisijaltaan oikein mitoitettu piippu saa aikaan alipaineen. Savuimuria voidaan käyttää, ellei toimivaa ratkaisua saada rakennettua. Savuimurilla voidaan säätää savupiipun vetoa sääolosuhteista riippumatta. (Viirimäki 2008, 14)

3.9 Lämmitysjärjestelmän automatiikka

Lämmitysjärjestelmää ohjataan yleensä automatiikalla. Automatiikka voidaan valita tarpeesta riippuen yksinkertaisesta releohjauksesta aina vaativiin logiikkaohjauksiin. Automatiikan ensisijaisena tehtävänä on puhtaan palamisen ohjaaminen. Riittävä automatiikka on myös tärkeä turvallisuustekijä. Perusautomatiikka on mukana 60 kW pienemmissä polttimissa. Isommat polttimet vaativat automatiikan lisävarusteilla, joita on runsaasti saatavilla. (Ariterm 2010, 17; Sääötuli 2010, 12)

Automatiikalla säädetään polttoaineelle sopivat syöttöarvot, jokaiselle polttoaineelle löytyy oma arvonsa. Digitaalinen ohjauskeskus kertoo näytöllään käyttäjälle laitteen tilan ja mahdolliset häiriöt. Perusautomatiikassa on mukana kapillaarinen liekinvalvonta-anturi polttimen pintalämpötilan mittaamiseksi. Mikäli lämpötila laskee alle säädetyn, niin polttoaineen syöttö katkeaa automaattisesti. Turvallisuustekijänä automatiikassa on takapalosuojaus, joka häiriön sattuessa pysäyttää puhaltimet ja antaa hälytyksen.

(Ariterm 2010, 17; Sääötuli 2010, 12)

4 ENERGIAPUU JA SEN HANKINTA

Edellä kuvatuissa lämmitysjärjestelmissä on usein mahdollista polttaa useita eri polttoaineita. Tässä kappaleessa käsittelem niistä muutamia. Hake on pääpolttoaine, mutta tarvittaessa on mahdollista polttaa mm. pellettiä ja turvetta.

4.1 Hake

Hake on metsistä saatavaa kotimaista polttoainetta, lämpöenergiaa. Haketta voidaan tehdä karsitusta tai karsimattomasta puusta hakkurilla silppuamalla. Haketta on neljää eri laatua: metsähake, hakkuutähdehake, kokopuuhake ja rankahake. Metsähake valmistetaan kokopuusta, rangasta, ainespuusta, pienpuusta tai hakkuutähteistä. Se on siis yleisnimitys hakepolttoaineelle. Puunkorjuun hakkuutähteistä, oksista, latvoista ja lumpeista valmistetaan hakkuutähdehaketta. Kokopuuhake puolestaan pilkotaan karsimattomista rungoista. Karsituista rungoista valmistetaan rankahaketta, jota käytetään usein koti- ja maataloudessa sekä pienemmissä lämpökeskuksissa. Rankahake on pienpuuta, joka jää käyttämättä korjuussa ja metsänhoitotöissä. (Metsäkeskus 2009)

Kosteus, tehollinen lämpöarvo ja pala-arvo sekä m^3 :n tiheys ovat tärkeitä ominaisuuksia hakkeen käyttöä ajatellen. Näistä kosteuden merkitys on suurin. Sillä on ratkaiseva vaikutus hakkeen lämpöarvoon ja energiahyötyyn, jota polttoaineesta saadaan sekä tietysti laitteen toimivuuteen. Mitä kosteampaa hake on, sitä enemmän sitä kuluu. Esimerkki: kuivasta hakkeesta (kosteus % 20) saadaan energiaa noin $800\text{--}850 \text{ kWh/m}^3$. Kosteammasta hakkeesta (kosteus % 40) saadaan energiaa $500\text{--}600 \text{ kWh/m}^3$. Palakoko on yleensä $0.5\text{--}3 \text{ cm}$ lämmityslaitteesta riippuen. Haketta poltetaan Suomessa monissa voima- ja lämpölaitoksissa turpeen ja sahanpurun ohella. (Säätötuli 2010)



Kuvio 12. Haketta (Miika Oksanen 2011)

4.2 Hakkeen hankinta

Omakotitaloissa käytetään usein ostohaketta, mutta hakkeen voi tehdä myös itse. Hakkeen hankintaketju on useiden työvaiheiden kokonaisuus, joka onnistuessaan vähentää häiriöitä lämmityksessä ja takaa riittävän, turvallisen ja tasaisen lämmöntuotannon. Kosteuden hallinta ja epäpuhtauksien välttäminen ovat tärkeimpiä osa-alueita hakkeen hankinnassa.

(Viirimäki 2008, 24)

Energiapuuhakkuu toteutetaan harventamalla nuorta metsää. Energiapuuhakkuulla pyritään aina parantamaan jäljelle jäävän metsikön laatua, esim. lehdet ja osa neulasista jäävät usein ravinteineen metsään. Hakkuu voidaan tehdä myös kokopuukorjuuna, jolloin kaikki puun osat haketetaan, tällöin saadaan haketta 20- 30 % enemmän. Tosin silloin hake ei välttämättä ole tasalaatuista. (Viirimäki 2008, 24-25)

Hakkuun jälkeen haketettavat risut ja rungot siirretään odottamaan haketusta esim. tienvarsivaraan. Tämä kuljetusvaihe on hakkeen laadun kannalta kriittisimpiä vaiheita. Kuorauksessa on pyrittävä välttämään juurakoiden, kivien, kunnan ja muiden epäpuhtauksien mukaan tuloa. Viimeisimmät työvaiheet ovat haketus, hakkeen kuivaus ja kuljetus siiloon. Hake silputaan hakkurilla tai hakettimella. (Viirimäki 2008, 25-26)



Kuvio 13. Puun haketus. (Traktoripalvelu Moisio oy)

4.3 Muita kotimaisia polttoaineita

Vaikka suunnittelin lämmön tuotettavaksi hakkeella omakotitaloon ja talousrakennukseen, voidaan tarvittaessa käyttää myös muita kotimaisia polttoaineita, joita ovat esimerkiksi palaturve ja pelletti. Hakkeen valitsin hinnan ja helpon saatavuuden takia.

4.4 Palaturve

Palaturve on turvetta, josta on puristettu palasia. Turve on luonnontuote, joka on muodostunut kasvien lahoamisesta. Palaturpeen pala on tyypillisesti noin 5 cm paksu ja noin 5-15 cm pitkä lieriömäinen kappale. Palaturpeen kosteusprosentti on aina alle 40 %. Se on puhdasta ja seulottua tasalaatuista polttoainetta. Sen lämpöarvo on vähintään 1300 kWh/m^3 . (Säätötuli 2010, 5)



Kuvio 14. Palaturvetta (Ariterm 2010, 4)

4.5 Pelletti

Pelletti on puristettu sahanpurusta ja höyläysjätteestä. Pelletti valmistetaan puristamalla edellä mainituista jätteistä kappaleita. Pelletin koko on tyypillisesti noin 1-2 cm halkaisijaltaan. Korkeus on samaa luokkaa. Pelletin kosteusprosentti on aina alle 10 %. Yhdestä kilosta pellettiä saadaan 4,8 kWh energiaa. Pellettiä käytetään Suomessa noin 3000- 4000 omakotitalossa ja vastaavasti ruotsissa 60 000 omakotitalossa. (Säättö tuli 2010, 5)



Kuvio 15. Pellettiä (Ariterm 2010, 4)

5 LÄMMITYSJÄRSESTEMÄN KÄYTTÖNOTTO

Laitteiston automaatioaste valitaan hankintavaiheessa. Lämmitysjärjestelmän käyttöönotto kannattaa tehdä yhdessä laitetoimittajan kanssa. Käyttöönotossa noudatetaan kattila- ja poltinvalmistajan ohjeita. Käyttöönottoon liittyvät myös varo- ja suojalaitteiden tarkastaminen. Käynnistysvaiheessa etsitään sopivat syöttö-, poltin- ja ilmamääräsäädöt. Säätöihin vaikuttavat polttoaineen kosteus, palakoko ja puulaji. (Viirimäki 2008, 22; Puhakka ym. 2001, 36)

Säätöjä joudutaan tarkistamaan muutaman kerran vuodessa. Säädöt tehdään liekin värin, savukaasulämpötilan ja tuhkanlaadun sekä saadun tehon mukaan. Kesäkuukausina käyttö muodostuu lähes ainoastaan veden lämmityksestä, joten on hyvä, jos kattilan käytettävyyttä voidaan parantaa päästämällä savukaasuja konvektio-osan ohi suoraan savupiippuun. Kaasun lämpötila nousee ja näin takapaloriski pienenee. Monissa valmiissa kattiloissa onkin olemassa ohituslevy, joka voidaan poistaa kesäkuukausien ajaksi. (Viirimäki 2008, 22-23)

Aluksi lämmitystä kannattaa valvoa päivittäin, mutta polttoaineen laadun ja toimintojen vakiintuessa harvemmin. Kattilan, tulipesän, arinan ja palopään nuohouksista on hyvä huolehtia säännöllisesti. Yleensä piippu nuohotaan kaksi kertaa vuodessa. Tuhkanpoisto tapahtuu pääsääntöisesti kahden viikon välein imurilla, jos kattilan yhteyteen ei ole asennettu tuhkakonttia, joka tyhjenetään sen täytyessä. Kattilahuone on syytä imuroida kerran kuukaudessa ja pestä painepesurilla kerran vuodessa, näin paloturvallisuuskin säilyy hyvänä. (Puhakka ym. 2001, 37-38)

6 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN PALOTURVALLISUUS

Lämmitysjärjestelmässä palava tuli on olennainen osa järjestelmää. Tulen kanssa toimittaessa täytyy olla todella huolellinen ja muistaa, että järjestelmän turvallisuus koostuu pienistä tekijöistä. Biolämpöjärjestelmä on kuitenkin turvallinen käyttää, kun se on hyvin suunniteltu, rakennettu ja hoidettu. (Arterm 2010, 18)

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa edellytetään, että rakennusten kantavien osien tulee palon sattuessa kestää tietty vähimmäisaika. Palon ja savun kehittyminen ja leviäminen viereisiin rakennuksiin tulee olla rajoitettu. Hakkeen käsittelystä syntyvä pöly tuo mukanaan myös riskitekijöitä. (Puhakka ym. 2001, 43)

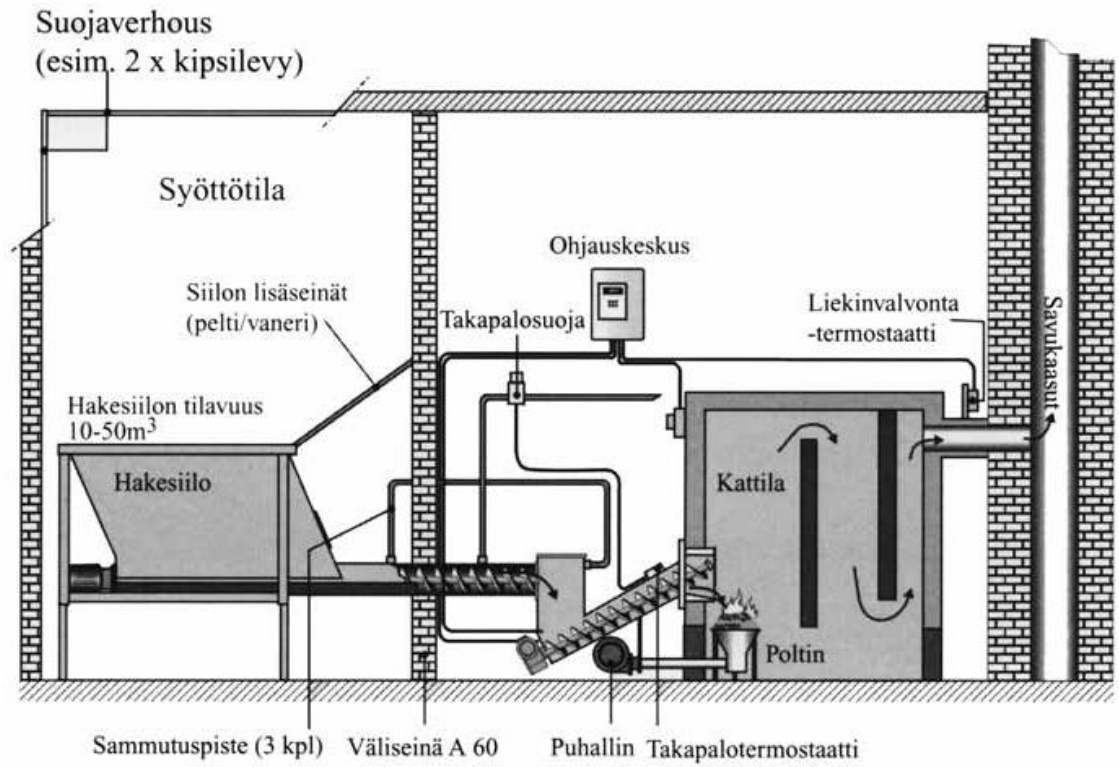
Rakennuksen paloluokkia on kolme. Paloluokassa P3 saavutetaan riittävä turvallisuustaso henkilömäärää ja rakennuksen kokoa rajoittamalla käyttötavasta riippuen. Tämä luokka on ns. paloa hidastava ja tässä vaatimukset ovat vähäisimmät. P2 paloluokka on ns. paloa pidättävä ja tässä vaatimuksia on erityisesti seinien, sisäkattojen ja lattioiden pintaosien ominaisuuksille. Nämä huomioimalla saavutetaan riittävä turvallisuustaso. Paloluokka P1 on ns. palonkestävä ja siinä oletetaan kantavien rakenteiden kestävän palossa sortumatta. Tässä rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei määritellä. (Viirimäki 2008, 14; Puhakka ym. 2001, 43)

Lämpökeskus voidaan toteuttaa joko erillisenä rakennuksena tai rakennuksen osana. Erillisessä lämpökeskuksessa kattilahuone, syöttöhuone ja polttoainevarasto erotetaan toisistaan pölyn leviämistä estävin rakennusosin. Rakennuksen sijainnin on oltava vähintään 8 metrin etäisyydellä muista rakennuksista. Pannuhuone tehdään yleensä palamattomasta kivimateriaalista. Lämpökeskus tulee muodostaa omaksi palo-osastoksi, jos se sijaitsee osana muuta rakennusta tai alle 8 metrin etäisyydellä muusta rakennuksesta. Palamattomia rakennustarvikkeita käytetään pannuhuoneessa siten, että se on vähintään tunnin paloa kestävä kokonaisuus. Jos hakesiilon koko on alle $0,5 \text{ m}^3$, siilo saadaan sijoittaa kattilahuoneeseen. Enintään 2 m^3 kokoinen siilo tulee erottaa seinällä, joka estää pölyn leviämisen ja yli 2 m^3 siiloon tulee tehdä oma tunnin paloa estävä kokonaisuus. Jos kattilan koko on yli 30 kW, se tulee sijoittaa erilleen ja osastoituun kattilahuoneeseen. (Viirimäki 2008, 14-15; Puhakka ym. 2001, 43)

Tuli voi siirtyä kattilasta polttoainesiiloon monella tavalla: ryömimällä haketta pitkin kulljettimissa, pölyräjähdysenä tai häkäkaasuna, joka leimahtaa tai räjähtää. Takapalon ryömintä sekä pöly ja kaasuräjähdykset pystytään estämään mekaanisilla annosyöttimillä. Tämä kuitenkin edellyttää, että syöttimet ovat palonkestäviä ja ilmatiiviitä, näin yhteys katkeaa kattilan ja siilon väliltä. Vesiventtiileillä pystytään estämään takatulen ryöminen kuivan hakkeen seassa. Pyöreässä putkessa takatuli etenee hitaammin kuin nelikulmaisessa. Suuri takatulen vaara syntyy esim. sähkökatkon yhteydessä, kun polttoaineen syöttö katkeaa nopeasti suurelta teholta. (Viirimäki 2008, 15; Puhakka ym. 2001, 45)

Huono veto kattilasta aiheuttaa häkäkaasun pyrkimisen siilon päin. Huono veto voi johtua säästä (matalapaine) tai tuhkan kertymisestä kattilan savukanavaan. Valmistajien ohjeiden mukaisesti tulee hakkeen syöttöruuvit varustaa sammuttimin eli sprinklerijärjestelmällä. Tällä pyritään siihen, että sammutusjärjestelmä sammuttaa mahdollisen palon heti alkuunsa. Yleisin on kapilaarianturilla toimiva painevesisprinkleri, joka toimii ilman sähköä. (Viirimäki 2008, 15; Puhakka ym. 2001, 45-46; Säättö tuli 12)

Tekniset ratkaisut eivät kuitenkaan yksin riitä takaamaan järjestelmän paloturvallisuutta. Järjestelmän ja tilojen huollolla sekä siisteydellä on suuri merkitys paloturvallisuuteen. Hakekeskuksen toiminta tulee tarkastaa säännöllisesti. Nämä asiat ovatkin aina paloturvallisuuden lähtökohtia. Järjestelmän läheisyyteen kannattaa sijoittaa alkusammutuskalusto kuten jauhesammutin. (Viirimäki 2008, 14-15; Puhakka ym. 2001, 46)



Kuvio16. Hakelämmitysjärjestelmän paloturvallisuus. (Puhakka 2001, 46)

7 TARJOUKSET

Tarjouksia pyydettiin kahdelta laitetoimittajalta, Aritermin tuotteista Ojan Raudasta Oulaisista ja Säättötulelta. Molemmat myös antoivat tarjouksen tuotteistaan. Tiedossani ei ole muita laitevalmistajia, jotka toimittaisivat täydellisen hakelämmitysjärjestelmäpaketin.

Pyysin tarjouksen noin 30-40 kW hakelämmitysjärjestelmästä, joka sisältää kattilan, polttimen syöttöruuveineen, purkainpohjan noin 4 m², automatiikan perustasolla ja muut tarvittavat laitteet ilman savuhormia. Tarjoukset olivat hintaluokassa 12000-17000 €.

Tarjousten sisältö:

- Säättötulen tarjous sisälsi kattilan 30 kW antureineen ja puhdistusvälineet, polttimen 40 kW, kolapurkainpohjan 1x2m, puhaltimen, mikroprosessoriohjatun automatiikan, voimansiirron, liekinvalvontatermostaatin, turvapaketin, mittakuvat ja käyttöönotto-opastuksen.
- Ojan Raudan tarjous sisälsi Aritermin tuotteina kattilan 40 kW antureineen ja puhdistusvälineet, polttimen 40 kW, tankopurkainpohjan 2x2 m, puhaltimen, mikroprosessori ohjatun automatiikan, voimansiirron, liekinvalvontatermostaatin, turvapaketin, mittakuvat ja käyttöönotto-opastuksen.

Pääpiirteittäin tarjoukset näyttivät lähes samanlaisilta. Suurimpana erona oli purkainpohjan koko ja kattilan teho. Eroavaisuuksia alkoi löytyä, kun aloin tutustua tarkemmin laitteiden teknisiin ominaisuuksiin. Aritermin tankopurkainpohja on rakenteeltaan vankempi ja varustettu erillisellä varastoruuvilla ja välisiilolla eli Aritermin laitteisto on kaksiruuvinen syöttöjärjestelmä, joka on paloturvallisuuden kannalta parempi. Kattila oli Säättötulella hieman pienempi, niin fyysisesti kuin teholtaankin. Poltin, puhallin, liekinvalvontatermostaatti ja turvapaketti olivat molemmissa tarjouksissa lähes samanlaisia.

8 HAKELÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA

Laitteiston valintaan vaikuttivat muutamit seikat. Esimerkiksi Ariterm tarjosi 2x2 m purkainpohjan tankopurkaimella, kun taas Säättötuella vastaava oli 1x2 m kolapurkaimella. Varastoruuvien ja välisiilon puuttuminen haittasivat Säättötulen pärjäämistä tarjouskilpailussa. Purkainpohjan koko oli Aritermillä suurempi ja näin ollen parempi.

Kattila oli Säättötuella hieman keveämpi ja teholtaa pienempi, joten päätin sen olevan valmistettu ohuemmasta materiaalista ja olevan näin ollen heikompi kuin Aritermin kattila. Tärkeitä asioita laitteiston valinnassa on toimivuus ja turvallisuus käytettävyyden ohella. Purkainpohja on parempi Aritermillä johtuen suuremmasta pinta-alasta ja varastoruuvista välisiilolla. Välisiilo ja varastoruuvi ovat turvallisempi ratkaisu, kuin pelkkä suora syöttöruuvi siilosta polttimelle.

Vaikka Aritermin tarjous oli kalliimpi, niin valitsin sen edellä mainituista syistä. Myös tuttavien mielipiteet ja käyttökokemukset tukivat Aritermin tarjouksen valintaa.

8.1 Valitun lämmitysjärjestelmän toiminta

Hakelämmitys perustuu biopolttoaineen polttamiseen polttimessa. Laitteistossa on muutama perusosa, joita ovat esimerkiksi polttoainesiilo, varastoruuvi, välisiilo, syöttöruuvi, poltin ja kattila. Laitteisto toiminta on seuraavanlainen: polttoaine on polttoainesiilossa, jossa pohjalla on tankopurkaimet ja varastoruuvi. Varastoruuvi kuljettaa polttoainetta välisiiloon. Jos varastoruuvi pyörii määritellyn ajan, eikä saa täytettyä välisiiloa, niin silloin käynnistyy polttoainesiilon pohjalla olevat tankopurkaimet ja siirtävät polttoainetta varastoruuville.

Välisiilosta polttoainetta ottaa syöttöruuvi, joka syöttää polttoainetta polttimelle. Polttimessa tapahtuu polttoaineen palaminen. Kattilassa polttimen tuottamasta kuumasta savukaasusta siirtyy lämpö kattilaveden ja näin lämpö on lämmitysjärjestelmän käytössä. Kaikkia edellä mainittuja toimintoja ohjaa logiikkaohjattu automatiikka. Automatiikka saa tiedon tehon tarpeesta kattilaveden lämpötilan mukaan ja ohjaa syöttöarvot sen mukaan.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia ja vertailla energiapuulämmitykseen tarvittavaa laitteistoa sekä selvittää kohteen lämmöntarve ja tarvittava laitteistokoko. Työtä tehdessä oli mielenkiintoista huomata, kuinka paljon erilaisia mahdollisuuksia lämmitysjärjestelmää koottaessa on. Työssä sain selville paljon asioita, jotka liittyvät lämmittämiseen ja lämmön tuotantoon pienissä yksiköissä. Oli mielenkiintoista myös huomata, miten ystävät ja tuttavat suhtautuvat lämmitysmuotoni valintaan. Toiset olivat ehdottoman kielteisiä valintaani, kun taas muutamat olivat sitä mieltä, että eivät muuta lämmöntuotantoa mieltisikään tilanteessa, jossa lämmitettävää tilavuutta on noin paljon.

Lämmitystarpeen määrittelyyn käytin kahta eri menetelmää. Laskin rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian u-arvojen avulla. Toinen menetelmä oli käyttää Aritermin esitteessä olevaa laskentamenetelmää lämmitystehon tarpeen määrittelyyn. Käyttämäni mitoitusmenetelmät antoivat hieman eri määrän lämmitystehontarvetta, mutta mielestäni Aritermin menetelmä antaa tuloksen sopivasti ylimitoitettuna. Rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian kulutus on tarkka, joka ei huomioi muuta, kuin pelkän johtumisen. Ilmanvaihto ja muut ilmaa jäähdyttävät tekijät arvioin kokemusteni perusteella: omakotitalossa se on noin 3 kW ja talousrakennuksessa noin 6 kW. Laskennassa rakenteiden läpi johtuvan energian yhteistulokseksi sain 23,3 kW, kun taas Aritermin menetelmällä vastaava tulos on 27,1 kW.

Päädyin pyytämään tarjoukset noin 40 kW tehoisesta järjestelmästä, koska pieni reservi on hyvä olla, jotta lämpöä riittää myös talven kylmimpinä hetkinä. Joskus voi olla vielä kylmempää kuin tuo mitoituksessa käytettävä -32 °C .

Laskelmissa sain selville, että haketta palaa noin 55 i-m^3 vuodessa. Hakkeen hinta on tällä hetkellä maksimissaan noin 20 €/i-m^3 . Vuosikulutus euroissa mitattuna on noin 1100 €. Mielestäni hinta on kohtuullisen edullinen, kun vertaa esimerkiksi suoralla sähköllä tuotettuun lämpöön, joka tässä tapauksessa maksaisi noin 5200 €. Laitteisto itsessään kuluttaa hieman sähköä, joten senkin joutuu huomioimaan.

Järjestelmän sekä ympäristön turvallisuuteen liittyvät asiat nousivat työtä tehdessä entistäkin tärkeämmiksi asioiksi. Takapalon suojaus on järjestetty hyvin molempien valmistajien laitteissa. Aritermin laitteistossa on ainakin 4-5 eri suojausta takapalon ehkäisemiseksi. Jo laitehankintavaiheessa turvallisuuteen täytyi kiinnittää huomiota. Löytämäni teorialiedon pohjalta esimerkiksi tankopurkain on varmatoimisempi kuin jousipurkain. Tankopurkaimessa kolat liikkuvat tasaisesti ja estävät näin hakkeen holvaantumisen ongelmat. Ratkaisevassa asemassa ovat myös pannuhuoneen ja siilon rakenteet. Pannuhuoneen rakenteiden pitää kestää 60 minuuttia paloa läpäisemättä. Siilon rakenteiden tulee olla liukaspintaista levyä ja niiden tulee olla riittävän pystyssä, ettei polttoaine pääse siilon alaosaan tiivistymään ja sitä kautta holvaantumaan. Siilon kokoon vaikuttaa myös valmistajan ilmoittama maksimitilavuus, joka tässä tapauksessa on noin 20 m³

Myös ympäristöasiat tulivat työtä tehdessä esille. Puhtaaseen palamiseen vaikuttavat polttimen valinta, laitteen toiminta ja polttoaineen laatu sekä savuhormi. Ympäristön kannalta on tärkeää saada kaikki toimimaan mahdollisimman hyvin, näin välttyään haitallisilta päästöiltä ja tuetaan kestävää kehitystä.

Päädyin ottamaan täysin valmiin lämmitysjärjestelmäpaketin. Markkinoilla on vain kaksi valmistajaa, jotka tarjoavat asennus- ja käyttövalmiita paketteja. Kattilavalmistajia on enemmänkin, ja on myös poltin- ja purkain valmistajia, mutta mielestäni on parempi ja varmatoimisempi vaihtoehto hankkia kaikki samaa merkkiä. Toimintavarmuus on myös yksi merkittävä tekijä laitteita valittaessa.

Työhön oli saatavilla hyvin asiantuntevaa tietoa ja kirjallisuutta. Kirjallisuudessa kuitenkin oli suurena ongelmana se, että suurin osa kirjoista oli vanhoja ja tieto ei sopinut nykypäivän tarpeisiin. Muutaman kirjan kuitenkin löysin, mutta näissä oli osin taas hyvin ristiriitaista tietoa keskenään. Näistä täytyi sitten ottaa se oikea ja ajan tasalla oleva tieto. Tässä kuitenkin auttoivat laitevalmistajien oppaat, joissa asioita oli sivuttu hieman. Esimerkkinä voisi ottaa pienen siilon määrityksen; erään lähteen mukaan pienen laitteiston siilo on 0,5-2 m³ ja toisen kirjan mukaan aina 5 m³ asti ovat pieniä laitteistoja. Asia ei kylläkään ole kovin merkittävä, mutta huomioitava kuitenkin.

Hakelämmitysjärjestelmän suunnittelu pienehköön käyttöön on kohtuullisen helppoa. Raportin valmistumisvaiheessa en vielä ole saanut järjestelmää kokonaisuutena toimintaan,

mutta hankinnat ja osa asennuksestakin on jo tehty. Osan asennustyöstä olen tehnyt itse. Mielenkiinnolla odotan pääseväni testaamaan laitteistoa. Laitteen asentaminen on ollut kohtalaisen helppoa ja insinöörikoulutuksesta on ollut suuri apu. Silmämääräisesti tarkasteltuna laitteisto näyttää hyvälle ja voisi olettaa, että se myös toimii.

Työn tekeminen oli todella mielenkiintoista ja olen tyytyväinen lopputulokseen. Seuraavaksi voisin vielä jatkaa tutkimusta ja suunnitella kuinka lämpöä voisi jakaa esim. naapuritaloon, koska valmiissa paketissa riittäisi tehoa myös sinne. Myös laitteiston käyttöönotto ja tuotannon seuranta ovat haasteita, joihin saa vastauksia vasta myöhemmässä vaiheessa.

LÄHTEET

Agrimarket.

<http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iA=251007> Luettu: 15.3.2010

Allergia ja astmaliitto. 2009. Sisäilma opas. Saatavissa:

http://www.allergia.com/files/988/AA_sis_ilma_net.pdf

Luettu: 15.3.2010

Ariterm. 2010. Biolämpöopas.

Eal-palvelut Oy. Saatavissa:

<http://eal-palvelut.fi/>

Luettu: 19.2.2011

Lapin ekolämpö. Pellettiesite. Saatavissa:

www.lapinekolampo.com/uploads/pellettikattilaesite.pdf

Luettu: 15.3.2010

Metsäkeskus. 2009. Pihkassa metsään. Saatavissa:

<http://www.metsakeskus.fi/NR/exeres/DDB1741D-66E7-48D0-A43E-836FC652705C.htm>

Luettu: 1.3.2010

Miika Oksanen. 2010. Rakennuspiirustukset.

Ojala Kari. 2004. Parempi pientalo. Näin rakennat omakotitalo järkevästi ja edullisesti.

Juva: WS BookWell oy

Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen, Kainulainen. Hakelämmitysopas. Motiva 2001.

Siekinen, J. 2002. Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu. Joensuu. Pientalon lämmitysjärjestelmän valinta ja siihen vaikuttavat tekijät saneerauskohteessa. Esimerkkikohteena on asuinrivitalo.

Säätötuli. 2010. Lämpö omissa käsissä. Saatavissa:

http://www.saatotuli.fi/tmp_saatotuli_site_8.asp?lang=1&sua=1&s=45

Luettu: 1.3.2010

Suomen rakentamismääräyskokoelma D5

Säätötuli. 2010. Lämpö omissa käsissä

Traktoripalvelu Moisio oy. Saatavilla:

<http://www.traktoripalvelumoisio.fi/index.php?id=16&kieli=1>

Luettu: 19.2.2011.

Viirimäki, Juha. 2008. Maatilan lämmitys opas. Metsäkeskukset. Tampere: Hämeen offset Tiimi Oy