

Olga Suprun

SÄHKÖLÄMMITYKSEN KORVAAMINEN BIOENERGIALLA

Insinööriö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Kiinteistötalouden koulutusohjelma

Syyskuu 2003

Osasto	Tekniikka ja liikenteen ala	Koulutusohjelma	Kiinteistötalouden koulutusohjelma
Tekijä	Olga Suprun		
Työn nimi	Sähkölämmityksen korvaaminen bioenergialla		
Vaihtoehtoiset ammattipinnot	Ohjaaja(t) Allan Mustonen		
Aika	26.09.2003	Sivumäärä	45 + 38
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä insinöörityössä tarkastellaan käytännön esimerkkien avulla pelletin käytön kannattavuutta kiinteistössä. Esimerkkikohteeksi valittiin Kajaanissa sijaitseva Nakertaja - Hetteenmäen kyläyhdistys ry: n omistama vanha kansakoulu, joka on rakennettu vuonna 1924. Projektin toteuttamisella pyritään vaihtamaan kohteeseen uusi puupellettilämmitysjärjestelmä sähkölämmityksen sijaan. Aluksi järjestelmä mitoitettiin ja suunniteltiin. Hankkeen rahoitus laskettiin ja verrattiin eri vaihtoehtojen investointi-, käyttö- ja huoltokustannuksia. Loppuvaiheessa tarkasteltiin taloudellisuutta ja kannattavuutta.</p> <p>Puupelletin hinta on tällä hetkellä selvästi alle öljyn hinnan ja käytön helppous on lähes samaa tasoa kuin nykyaikaisessa öljylämmitysjärjestelmässä. Pelletillä on suuri energiasisältö, pieni varastotilan tarve sekä vähäiset päästöt, jotka tekevät lämmittämisen aiempaa helpommaksi ja taloudellisemmaksi.</p> <p>Lämmityksen muutosten toimenpiteenä voi olla uuden lämpökeskuksen sijoittaminen pihalla varastorakennukseen tai toisena vaihtoehtona voidaan hankkia toimittajalta koko lämpökontti. Vaihtoehtona on myös laskettu öljykattilalaitos.</p> <p>Kaikissa vaihtoehdoissa lämpökeskuksien investoinnit ovat niin suuret, että saatava avustus ei laske merkittävästi kustannuksia. Suora sähkölämmitys tulee halvimmaksi. Yleensä puupellettilämmityksen kannattavuus paranee, mitä suurempi lämmöntarve kohteessa on. Pienissä laitoksissa yksikkökustannus on suurempi.</p> <p>Tällainen tilanne voi johtua siitä, että esimerkkikohteen laskelmissa energian tarve on korkeampi arvo, kuin nykyinen kulutus rakennuksessa on. Toisaalta sähköjärjestelmä ei vaadi mitään kustannuksia ja kyläyhdistys maksoi vain sähkölaskut.</p> <p>Puupelletti tekee tuloaan myös Kainuuseen ja maakunnassa on oman pellettituotannon lisäksi myös pellettipolttimia asentavia ja huoltavia yrityksiä. Pelletin käyttökohteita on nyt Kainuussa kymmenkunta. Kiinnostus puupellettiin on hyvin pitkälle riippuvainen öljyn hinnasta. Öljylämmittäjät kaipaavat paljon tietoa pelletistä. Pelletti polttoaineena on öljylämmittäjille vielä jokseenkin tuntematon, minkä vuoksi oikean välittämiseen tulisi panostaa jatkossa. Esimerkiksi vierailujen, lehtikirjoitusten ja erilaisten tilaisuuksien avulla. Kainuussa puutteena on se, ettei ole paikallisia alan laitetoimittajia ja asennuspalvelua saatavissa.</p> <p>Kainuussa puupellettiä käytetään nykyisin 20 – 30 käyttökohteessa, joiden kokoluokka on 20 kW – 500 kW.</p>			
<p>Luottamuksellinen</p> <p>Kyllä</p> <p>Ei</p>			
<p>Hakusanat</p> <p>Puupelletti, vesikiertoinen lämmitys, pellettien tuotanto, sähköenergia, kannattavuuslaskelma, polttoaineet, polttotekniikka</p>			
<p>Säilytyspaikka</p>			

Faculty	Faculty of Engineering	Degree programme	Facility Management
Author(s) Suprun Olga			
Title Replacing Electric Heating with Bioenergy			
Optional professional studies		Instructor(s) / Supervisor(s) Allan Mustonen	
Date 26.09.2003		Total number of pages 45 + 38	
<p>Abstract</p> <p>This final year project is based on the example of useful profitability of pellets in buildings. The old school in Kajaani, which was built in 1924, was chosen for the object of this project. The owner of this building is the Nakertaja – Hetteenmäki ry (association). The purpose of the project was to replace electric heating with a new wood pellet heating system. At first, the heating system was calculated and planned. Project financing was also calculated and compared to different kinds of investment expenses and service costs. At last economy and cost effectiveness were checked out in the project financing.</p> <p>In order to replace the heating system several steps should be done: to build a new central heating station in the storage-building yard or to buy a ready-made heat container from the dealer. Oil heating was also calculated.</p> <p>All the choices are quite expensive. According to the calculations, direct electric heating is cheap. Usually wood pellet heating is economical if the need of heat is high. In small buildings the unit costs is higher.</p> <p>Such a situation can exist because the need of energy is higher than the present expenses in the building. On the other hand, electric heating does not require any expenses and the firm only pays the electricity bills.</p>			
Confidential			
Yes			
No			
Keywords Wood pellet, heating, pellet's production, electric energy, profitability calculation, fuels, fuel technique			
Deposited at			

SISÄLLYS

	TIIVISTELMÄ	
	ABSTRACT	
1	JOHDANTO	5
2	INSINÖÖRITYÖN TAVOITEET	6
3	ESIMERKKIKOHTEEN HISTORIA	7
4	PUUPELLETIN TUOTANTO	8
	4.1 Mitä on puupelletti?	9
	4.2 Valmistusmenetelmä tuotantolaitoksessa	10
	4.3 Puupelletin miinukset ja plussat	13
	4.4 Kuljetus käyttäjille	14
	4.5 Pelletit nyt ja tulevaisuudessa	14
5	BIOLÄMPÖKOHTEEN SUUNNITTELU JA MITOITUS	16
	5.1 Lämmitysjärjestelmän mitoitus	16
	5.2 Lämpökeskuksen suunnittelu	21
	5.3 Huolto ja kunnossapito	27
6	BIOENERGIAN TUKI SUOMESSA	29
	6.1 Bioenergian investointituki	29
	6.2 Verotuki	30
	6.3 Kainuun pellettihanke	30
7	KUSTANNUKSET	32
	7.1 Investointi	32
	7.2 Käyttökustannukset	34
	7.3 Investointihankkeen kannattavuuden tarkastelu	35
8	PELLETTIEN TUOTANNON JA KÄYTÖN ESTEET JA MAHDOLLISUUDET	40
9	YHTEENVETO	43
	LÄHDELUETTELO	45
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Suomen energiapolitiikan ja myös EU–komission ns. valkoisen kirjan tavoitteena on kaksinkertaistaa uusiutuvien energialähteiden osuus energiantuotannossa. Myös Suomen energiastrategia tähtää uusiutuvien energialähteiden käytön voimakkaaseen kasvuun. Uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen merkitsee hyvin pitkälle puuenergian käytön lisäämistä, jolloin puupolttoaineella korvataan lähinnä polttoöljyä.

Puun ja puuperäisten polttoaineiden merkitys suomalaisessa energiataloudessa on suuri. Kotimaiset lämmitysenergian lähteet – puu, pelletti ja palaturve – ovat viime vuosina parantaneet asemaansa suomalaisessa lämmittämisessä. Syyt tähän ovat yksinkertaiset. Puu, pelletti ja palaturve ovat uusiutuvia, ympäristöystävällisiä, kotimaisia ja taloudellisia energialähteitä, joiden käytön lisääminen vähentää rikki- ja kasvihuonekaasujen päästöjä ilmakehäämme. Ne vastaavat siis niihin kestävän kehityksen mukaisiin vaatimuksiin, joita nykyisin lämmitysenergian lähteille asetetaan. Samalla lämmityslaitteissa ja –järjestelmissä on tapahtunut voimakasta kehitystä. Nykyaikainen biolämmittäminen on sen seurauksena helppoa ja automatisoitua, jolloin oman työpanoksen osuus lämmitysjärjestelmän käytössä ja ylläpidossa pystytään minimoimaan.

Bioenergian käyttöä lisäämällä voidaan vaikuttaa ympäristön tilaan, parantaa alueellista energiaomavaraisuutta ja taloudellista sekä sosiaalista kehitystä. Bioenergian merkitystä ei voida vähätellä kehitettäessä tulevaisuuden energiaratkaisuja. Energian tulee olla helposti ja varmasti saatavilla, ympäristöystävällistä ja hinnan aluetalouden ja kuntien talouden sekä yritysten ja pienkäyttäjien kannalta tarkoituksenmukaista. Öljyn korvaaminen puulla on tehokas tapa vähentää ympäristölle haitallisia päästöjä, ja askel kohti ilmastositomusten velvoitteita.

2 INSINÖÖRITYÖN TAVOITTEET

Insinööriyössä on laskettu ja tarkasteltu käytännön esimerkkien avulla puupellettien käytön kannattavuutta kiinteistössä.

Pelletti on taloudellisesti järkevä vaihtoehto automatisoituun lämmitykseen. Polttoaineen hinta on selvästi alle öljyn hinnan ja käytön helppous on lähes samaa tasoa kuin nykyaikaisessa öljylämmitysjärjestelmässä. Perinteiseen polttopuuhun verrattuna pelleteillä on monia etuja, kuten suuri energiasäilytys, pieni varastotilan tarve sekä vähäiset päästöt, jotka tekevät puulla lämmittämisen aiempaa helpommaksi ja taloudellisemmaksi.

Projektin toteuttamisella pyritään vaihtamaan kohteeseen uusi puupellettilämmitysjärjestelmä sähkölämmityksen sijaan. Alkuvaiheessa tehdään lämmönjakojärjestelmän- ja lämpökeskuksen mitoitus, sitten suunnittelu. Tavoitteena on laskea hankkeen rahoitus, verrata eri vaihtoehtojen investointi-, käyttö- ja huoltokustannuksia. Työn lopussa tarkastellaan lämmityksen kannattavuus ja taloudellisuus.

Insinööriyön vaiheet:

- Puupellettilämmitysjärjestelmän suunnittelu ja mitoitus
- Pellettilämmitysjärjestelmän investointikustannuksien laskelmat
- Pellettien ja sähkön käyttökustannuksien vertailu
- Alustavat kannattavuuslaskelmat

3 ESIMERKKIKOHTTEEN HISTORIA

Alueen nimi on Nakertaja - Hetteenmäki, osittain maaseutumainen kaupunginosa. Alue on Kajaanin kaupunginosa, jolla on voimassa vuosina 1978 ja 1985 vahvistetut kaavat sekä vuonna 1995 vahvistettu keskustaajaman osayleiskaava.

Alueen asukasluku	n. 2 200
Etäisyys kuntakeskuksesta	n. 2 – 3 km
Kunta	Kajaani
Lääni	Oulu

Kohteena on Kajaanin kaupungissa sijaitseva Nakertajan kylän kansakoulu kaupunginosan 17, korttelin 90, tontilla 3. Rakennus on valmistunut vuonna 1924 Paltamon kunnan alueelle Uudenkylän kansakouluksi. Kuntaliitosten myötä koulun tontti siirtyi ensin Kajaanin maalaiskunnan alueeksi ja myöhemmin Kajaanin kaupungille.

Rakennus on tyypiltään kaksikerroksinen alun perin harmaahirsipintainen kansakoulu-rakennus. Se on kokonaispinta-alaltaan 650 m². Rakennuksen keskiosassa on kellari, jonka pinta-ala on 34 m². Tontilla sijaitsee myös puurakenteinen piharakennus.

Alun perin ensimmäisessä kerroksessa on sijainnut asuntoja sekä keittola ja toisessa kerroksessa opetustilat. Nykyisin ensimmäisessä kerroksessa on suoramyyntitiloja (kirpputori), pesuhuone, kuntosali, posti, aula sekä WC- ja varastotilat. Toisessa kerroksessa on aula, päiväkotitoimisto, sekä WC- ja varastotiloja.

Rakennus on nykyisin suojeltu.

Vuoden 1999 alusta rakennuksen omistaja on Nakertaja - Hetteenmäen kyläyhdistys, joka on ostanut koulun Kajaanin kaupungilta oman toimintansa keskuksesi. Kyläyhteisön tarkoituksena on ottaa käyttöönsä myös tontilla sijaitseva talousrakennus.

4 PUUPELLETIN TUOTANTO

Kiinnostus puupelletin käyttöä kohtaan alkoi ensimmäistä kertaa öljykriisin jälkimaingingeissa 1970-luvulla Yhdysvalloissa. Raakaöljyn korkea hinta ja uhka öljylähteiden hupenemisesta lähitulevaisuudessa pakottivat sikäläiset energiayhtiöt ja alan tutkijat etsimään vaihtoehtoja fossiilipolttoaineelle. Myös uhkaavat ympäristöongelmat olivat vaikuttavia voimia puupellettitekniikan nousuun.

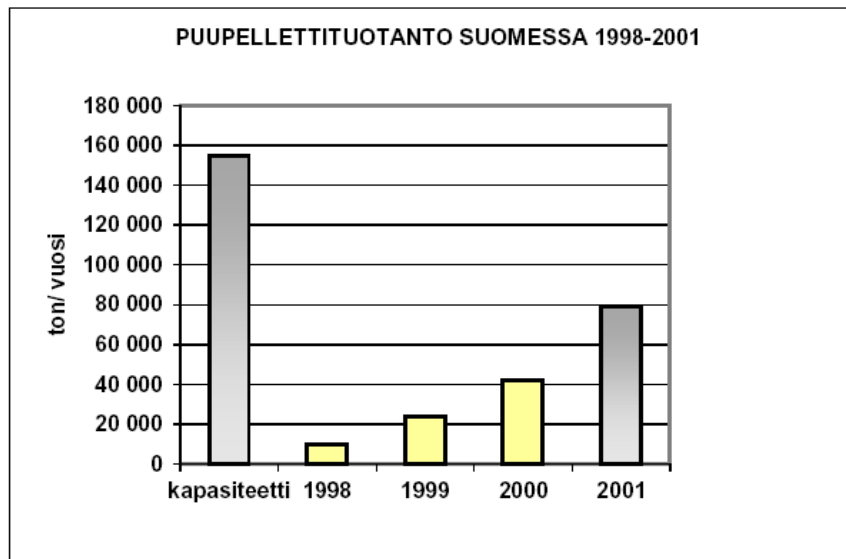
Ruotsissa tuotanto alkoi (Ruotsin valtion tuella) 1980-luvulla. Lämmitysöljyn hinnan romahdus vähensi kuitenkin bioenergian kysyntää siinä määrin, että monet puupellettiyrittäjät ajautuivat konkurssiin. Uudet ympäristöasetukset sekä raakaöljyn korkea hintataso herättivät taas kiinnostuksen bioenergian käyttöä kohtaan 1990-luvun alussa. Silloin kaksi yritystä valmisti Ruotsissa yhteensä noin 100 000 tonnia puupellettiä vuodessa. Vuonna 1998 tuotantokapasiteetti oli miljoona tonnia ja tehtaiden määrä oli kasvanut 25:een.

Suomessa kiinnostus puupelletin käyttöä kohtaan on vasta alkuvaiheessa. Pellettiä valmistetaan useilla paikkakunnalla. Lähin pellettitehdas (Jannupellet Oy) sijaitsee Paltamossa, 40 km Ouluun päin Kajaanista. Seuraavaksi lähin tehdas sijaitsee Kärsämäellä, 110 km Kajaanista.

Suomen pellettien tuotantokapasiteetti ei ole vielä täydessä käytössä. Toisaalta nykyisin kuiva sahanpuru, höylälastu ja hiontapöly hyödynnetään jo lähes täysimääräisesti erilaisissa jatkojalostusprosesseissa. Tuotanto oli Suomessa vuonna 2000 yhteensä 65 000 tonnia. Tuotantomäärästä yli 90 % menee vientiin, mikä kuvaa hyvin Suomen markkinoiden tilannetta nykyhetkellä.

Vuonna 2003 Kainuun tuotanto on 2 500 t/vuosi.

Seuraava kuva esittää puupellettien tuotantoa Suomessa vuosina 1998 – 2001.



Kuva 1. Puupellettituotanto Suomessa [1].

4.1 Mitä on puupelletti?

Puupelletti on kuivasta puujätteestä (mm. purusta, kutterinlastusta, hiontapöly) puristettua biopolttoainetta. Valmistajasta riippuen pellettien koko vaihtelee 6-12 mm halkaisijasta ja 5 - 20 mm pituudesta. Edistyksellisen puupelletistä tekee muihin puupolttoaineisiin verrattuna tasalaatuisuus, suuri energiasisältö, vähäiset päästöt, ei jäätyms- tai homeongelmia sekä pieni varastotilan tarve. Kosteusprosentti pelletissä on 6 – 12 % ja tuhkapitoisuus alle 1 %. Pelletin raaka-aineena voi käyttää mm. haketta, kutterilastua tai puu- ja metsäteollisuudesta saatavaa sahajauhoa. Myös maatalouden peltojätettä, turvetta sekä paperiteollisuuden sivutuotteita (ligniini) on käytetty pellettien valmistuksessa.

Energiasisältö pelletissä on noin 4750 kWh/tonni. Hinnaltaan pelletti on varsin kilpailukykyinen. Esimerkiksi 1 tonni / 93-135 € pellettiä vastaa 470 litraa / n.218 € öljyä. Keski-omakotitalon lämmittämiseen kuluu vuodessa noin 4 - 5 tonnia pellettiä. Vuodessa syntyykin säästöä pelkäästä polttoaineesta. Korkean jalostusasteensa ansiosta pellettien kuljetus, varastointi, käsittely ja poltto on pitkälle automatisoitavissa. Pelletti tarjoaakin lämmitykseen erinomaisen kotimaisen bioenergiavaihtoehdon korvaamaan ulkomaisia uusiutumattomia polttoaineita.

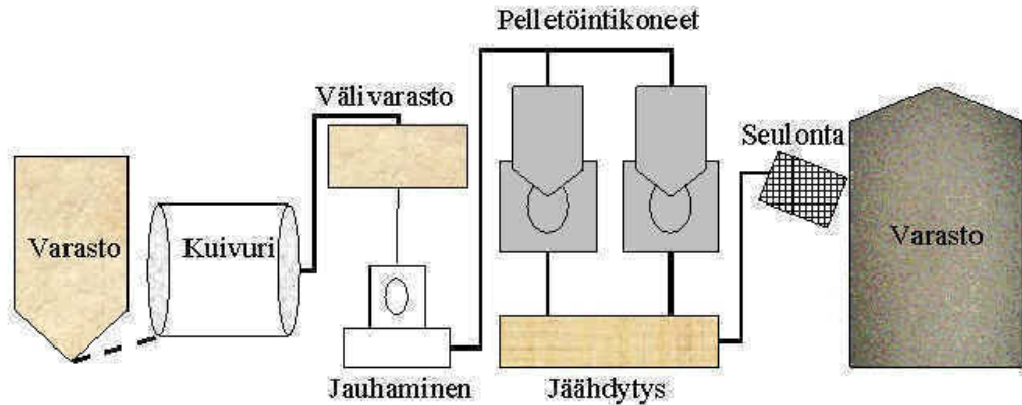
Käsittelyssä syntyy pölyä, joka on lähinnä tuotantolaitoksien ongelma. Poltosta tulee tuhkaa, joka sisältää paljon ravintoaineita, mm. fosforia, kaliumia, kalsiumia ja magnesiumia. Kotipuutarhassa tuhka on erinomainen lannoite- ja kalkkiaines.

4.2 Valmistusmenetelmä tuotantolaitoksessa

Pellettien valmistus jakautuu raaka-aineen esikäsittelyyn, pellettien puristamiseen ja valmiin tuotteen pakkaamiseen tai varastointiin. Tarkemmin tarkasteltaessa valmistuksessa on useampia vaiheita, joilla varmistetaan lopputuotteen laatu ja raaka-aineen tehokas käyttö. Pellettitehtaan pääkomponentit ovat tavallisesti vasaramylly ja matriisipuristin, mutta niiden lisäksi tarvitaan joukko erilaisia kuljettimia, seuloja, sykloneita ja syöttimiä sekä näitä käyttäviä moottoreita. Puupellettien tuotanto kuluttaa 1 - 5 prosenttia niiden energiasisällöstä valmistettaessa pellettejä kuivasta raaka-aineesta.

Pellettien raaka-aineena käytetään kuivaa kutterinlastua tai sahanpurua. Yleensä kosteusprosentti on oltava alle 15 %, jotta pelletointi vielä onnistuu ilman kuivaamista. Kosteamman raaka-aineen käyttö vaatii kuivauksen ennen puristamista. Kuivaaminen lisää tuotantomahdollisuuksia, mutta samalla myös tuotantokustannukset kasvavat. Pellettimatriisissa puristuksessa syntyvä lämpö ja paine pehmittävät puun ligniinin hetkeksi, jolloin pelletti saa muotonsa ja kovuutensa. Ligniini on puun oma, luonnollinen sidosaine, joka sitoo puun kuidut toisiinsa. Ligniinin määrä on havupuissa korkeampi kuin lehtipuissa. Tämä asettaa ehtoja pelletöintiprosessin suunnittelulle. Esimerkiksi havupuun pelletöintiin suunnitellulla laitteistolla ei raaka-aineen lehtipuupitoisuutta voida kasvattaa kovin suureksi.

Pellettien valmistus on kuvattu seuraavassa tehdaskaaviossa (kuva 2).



Kuva 2. Pellettien valmistus [1]

Pellettien valmistuksen päävaiheet:

Raaka-aineen varastointi ja käsittely

Mekaanisen metsäteollisuuden purut, hiontapölyt ja kutterinlastut muodostavat merkittävän mahdollisuuden puupellettien tuotantoon. Puupellettien raaka-aineen optimaalinen kosteus on noin 15 %, jolloin valmiin pelletin kosteus on alle kymmenen prosenttia. Raaka-aineella on suuri merkitys pelletöinnin suunnittelulle. Raaka-aineen ominaisuudet vaikuttavat mm. sen käsittelyyn, murskaukseen, kuivaustarpeeseen ja matriisien säätämiseen. Pelletöimällä voidaan tehdä polttoainetta myös oljesta, korsibiomassasta, turpeesta, jätepaperista ja kierrätyksestä syntyvästä palavasta jätteestä. Suomessa käytetään puupellettien raaka-aineena pääasiassa kuivaa kutteria.

Hienontaminen

Raaka-ainevarastolta pellettiraaka-aine siirretään kuljettimilla vasaramyllyyn, jossa puru ja lastut hienonnetaan tasalaatuisiksi raaka-aineeksi. Myllyn jälkeen raaka-aine vielä seulotaan ja hieno raaka-aine johdetaan eteenpäin ja seulan läpäisemätön aines takaisin vasaramyllyyn. Puupellettien valmistuksessa voidaan käyttää myös luonnollisia sideaineita, joilla voidaan parantaa pellettien käsittelykestävyyttä.

Pelletöinti

Raaka-aine puristetaan rullien avulla reikälevyn eli tasomatriisin tai rei'itetyn sylinterin eli rengasmatriisin läpi. Puristuksessa raaka-aine lämpenee ja pehmentynyt ligniini liimaa sen pelletiksi. Pelletöinnin yleisiä ongelmia ovat mm. puulajien erilaiset ominaisuudet, jonka vuoksi oikea matriisi valitaan tapauskohtaisesti. Pellettien valmistuksessa voidaan käyttää luonnollisia sideaineita, joiden avulla saavutetaan parempi pellettien käsittelykestävyys.

Jäähdytys

Matriisin jälkeen pellettien lämpötila on yleensä melko korkea. Pelletit saavuttavat käsittelyn kannalta riittävän lujuuden vasta jäähdyttyään ja sen vuoksi ne jäähdytetään puristuksen jälkeen lähelle ympäristön lämpötilaa. Pelletit kuivuvat vielä usein jonkin verran jäähdytyksen aikana. Jäähdyneet pelletit seulotaan tavallisesti esimerkiksi täryseulalla, jonka jälkeen ne ovat valmiita varastoon tai suoraan myyntipakkauksiin ja jakeluun.

Seulonta

Seulonnassa hienoaaines erotetaan seulalla pelleteistä ennen varastointia ja pakkaamista. Näin estetään ja vähennetään hienoaineksen määrää kuluttajalla ja samalla pellettien käyttö on tehokkaampaa ja helpompaa. Hienoaaines palautetaan yleensä takaisin raaka-ainevarastoon tai vasaramyllyyn uudelleen käytettäväksi.

Pellettien varastointi ja pakkaaminen

Pelletit varastoidaan puristuksen jälkeen, joko irtotavarana tai pussitettuna. Valmiit pelletit on ehdottomasti säilytettävä kuivassa tilassa. Pelletti hajoaa takaisin puruksi, jos se pääsee kastumaan. Pelletit voidaan myös varastoida tehtaalla suuriin silloihin, joista pelletit puretaan tarvittaessa suoraan esim. säiliöautoon.

4.3 Puupelletin miinukset ja plussat

Jos öljylämmitys on vertailukohde

Edut:

Kotimainen raaka-aine, uusiutuva luonnonvara ja edullinen.

Miinukset:

Vaatii suuremman varastointipaikan ja tiheämmät huoltovälit. Tekniikka on uutta ja vaatii vielä kehitystyötä. Puupelletin polton yhteydessä voi muodostua enemmän päästöjä (aiheuttaja on niissä tapauksissa käyttäjän puutteellinen tieto omistamastaan tekniikasta).

Jos sähkölämmitys on vertailukohde

Edut:

Edullisuus

Miinukset:

Vaatii polttoainevaraston ja laitteiston tiheän huoltovälin (esim. säädöt ja tuhkan poisto). Aiheuttaa savukaasupäästöjä lähiympäristössä.

Jos vertailukohde on polttopuu

Edut:

Polttoaine toimitetaan käyttövalmiina. Tulipesän täyttö ja polttoaineen sytytys on automatisoitu. Siro laitteisto, joka ei vaadi raskaita muutoksia kiinteistössä. Kuiva rakenne ei homehdu eikä jäädy. Korkea energiasisältö tilavuusyksikköä kohti, mikä pienentää varastotilan tarvetta käyttöpaikalla.

Miinukset:

Korkeampi hinta.

4.4 Kuljetus käyttäjille

Puupellettiä voi kuljettaa pneumaattisella laitteistolla varustetulla kuorma-autolla, jota on käytetty rehu tuotannon yhteydessä jo monia vuosia. Pellettivarasto täytetään kuorma-auton tankista letkun välityksellä. Puupellettien ominaisuudet sallivat pellettien nopean pneumaattisen lastauksen ja purun. Pelletit ovat kuljetettavana polttoaineena ympäristöystävällinen ja riskitön aine. Pöly ei leviä ympäristöön, koska systeemi on täysin suljettu. On kuitenkin tärkeää, että kiinteistön täyttöputki on mitoitettu oikein. Puupelletti murskaantuu väärin mitoitettun putken seinämiin.

Myyntiverkoston kehittyminen tekee myös mahdolliseksi pellettituottajille ns. väli-varastoinnin, jolloin esimerkiksi tietyille alueille sijoitetaan väli-varastoja alueen kulutustason mukaisesti.

Kuluttaja voi myös hakea polttoaineensa tehtaalta itse. Joko irtotavarana peräkärryillä, suursäkeissä tai 20 - 25 kg säkeissä. Pelletin jakelusta vastaavat valmistajat ja paikalliset jälleenmyyjät. Jakelupisteitä on perustettu VAPO Oy:n ja Biowatti Oy:n toimesta eri puolille maata. Agrimarket- ja K- Rauta- Maatalous-ketjut myyvät pellettiä myös pienkäyttäjille.

4.5 Pelletit nyt ja tulevaisuudessa

Tuotanto Suomessa vuonna 2003 on noin 150.000 tonnia, käyttö noin 25 – 30 tonnia. Vuodenvaihteen tienoilla pellettien toimitusajat venyivät normaalia pidemmiksi, 2 – 4 viikkoon tilauksesta. Syinä raaka-aineen heikompi saanti höyläämöjen jouluseisokkien vuoksi ja yllättävän kovat pakkaset. Jatkossa kysyntäpiikkeihin on osattava varautua paremmin.

Pellettien laadun osalta tilanne on keskimäärin hyvä, mutta vielä esiintyvistä laatu-vaihtelusta johtuen asiakkaiden lämmitysjärjestelmissä on toimintahäiriöitä. Koska häiriöitä esiintyy, se lisää epäluuloa pellettilämmitysjärjestelmää kohtaan. On opittava myös tunnistamaan paremmin epäkäytettävyyden syyt: onko ongelma polttoaineen laadussa, polttolaitteissa tai vanhassa kattilassa tai hormissa. Alan ongelmia käsittelevälle,

toimintatapoja sopivalle ja normeja määrittelevälle yhteiselle pellettifoorumille on selvä tilaus.

Vuosina 2003 – 2004 uutta kapasiteettia tulee Suomeen vähintään 150 – 200.000 tonnia. Pellettien vuosikäyttö Suomessa voi hyvinkin nousta tasolle 1 miljoonaa tonnia (noin 5 TWh) vuoteen 2010 mennessä. Tällaisen merkittävän kasvun aikaansaamiseksi tarvitaan kansallinen päätös ja tavoitteen asetanta, kasvua tukevat tukitoimet (mm. rahoitus ja neuvonta), systemaattista kehitystyötä ja alan sisäistä vankkaa yhteistoimintaa.

5 BIOLÄMPÖKOHTTEEN SUUNNITTELU JA MITOITUS

5.1 Lämmitysjärjestelmän mitoitus

Vesikiertoisessa pellettilämmityksessä vaadittavat peruslaitteet ovat pellettipoltin ja kattila, varastosiilo, mahdollinen lisäsäiliö, siirtolaitteet pelleteille sekä lämmönjakoverkosto laitteineen. Lämmitysjärjestelmän suunnittelu ja valinta ovat tärkeimpiä päätöksiä. Lämmitys muodostaa asumiskustannuksista toiseksi suurimman osan heti pääomakulujen jälkeen ja rakennusvaiheessa tehdyt ratkaisut vaikuttavat asumisen laatuun koko rakennuksen käytön ajan.

Lämmityskohteen tehontarpeen määrittäminen on toimivan pellettilämmitysjärjestelmän suunnittelun perusta. Laitteet valitaan ja mitoitetaan tehontarvelaskelman pohjalta.

Suunnittelun alkuvaiheessa lasketaan huipputehontarve sekä vuotuinen kokonaisenergiatarve. Laskemien perusteella arvioidaan pellettien vuosikulutus. Vuotuinen energiatarpeen, pellettikulutuksen ja laitteiston hankintakustannuksen perusteella valitaan sopivat lämmityslaitteet.

Lämpötehon tarve

Kiinteistön lämpötehon kokonaistarve muodostuu rakennusten lämpöhäviöstä, ilmanvaihdosta ja lämpimän käyttöveden kulutuksesta. Katso liitteet A ja B.

$\phi = 145,5 \text{ kW}$ rakennuskohtainen arvo

$\phi = 45,6 \text{ kW}$ huonekohtainen arvo

Kokonaisenergian tarve yhden vuoden aikana

Energian vuotuinen kokonaiskulutus laskettiin D5-ohjeen mukaisesti: $Q \sim 148 \text{ MWh}$.

Laskennallinen kulutuksen korkea arvo johtuu siitä, että seinän rakenteet laskettiin todellista seinää ohuempana. Tarkka lämpöhäviöiden laskeminen olisi vaatinut seinärakenteiden avaamisia. Katso liitteet B.

Todellinen kulutus vuonna 2001 oli 100 MWh ja v. 2002 oli n. 102 MWh.

Täytyy muistaa, että vuoden sähkökulutus muodostuu lämmityksestä ja muusta sähkön kulutuksesta. (Muu sähkö: valaistus, käyttövesi ja muut tarpeet). Kokemuksen mukaisesti kokonaisenergian tarve yhden vuoden ajalle 117 MWh valittiin korkean ja alhaisen arvon välillä.

Polttoaineen valinta

Yleisimmät polttoaineet ovat **hake, palaturve, pelletti, puru**. Polttoaineen valintaan vaikuttavat ainakin seuraavat tekijät: **saatavuus, kuljetukset, varastointi, hinta**.

Polttoaineena käytetään puupellettiä. Hyvä tavoite on, että polttoaineen kosteus ei ylitä 40 %:a biolaitoksissa, joiden teho on alle 1000 kW. Nykyisellä polttotekniikalla kosteakin polttoaine palaa, mutta kosteuden noustessa polttoaineen kulutus kasvaa jyrkästi ja kattilan nuohoustarve lisääntyy.

Biopolttimen ja biokattilan valinta

Biopoltin ja kattila muodostavat kokonaisuuden, joiden tulee toimia saumattomasti yhteen. Arimax-polttimet ja kattilat (Thermia Oy) ovat alun alkaen suunniteltuja yhteensopivaksi kokonaisuudeksi. Tehot, kytkennät ja eri liitännät sopivat vaivattomasti yhteen ja tärkein eli palamistulos on huippuluokkaa. Arimax Biojet 80-L1-poltin on hyvä vaihtoehto, kun halutaan käyttää useita eri bio-polttoaineita; lautaspurkkain yksiruuvinen syöttö, Arimax Biokattila (Arimax 380 Bio).

Tekniset tiedot

Biokattila - Arimax 380 Bio

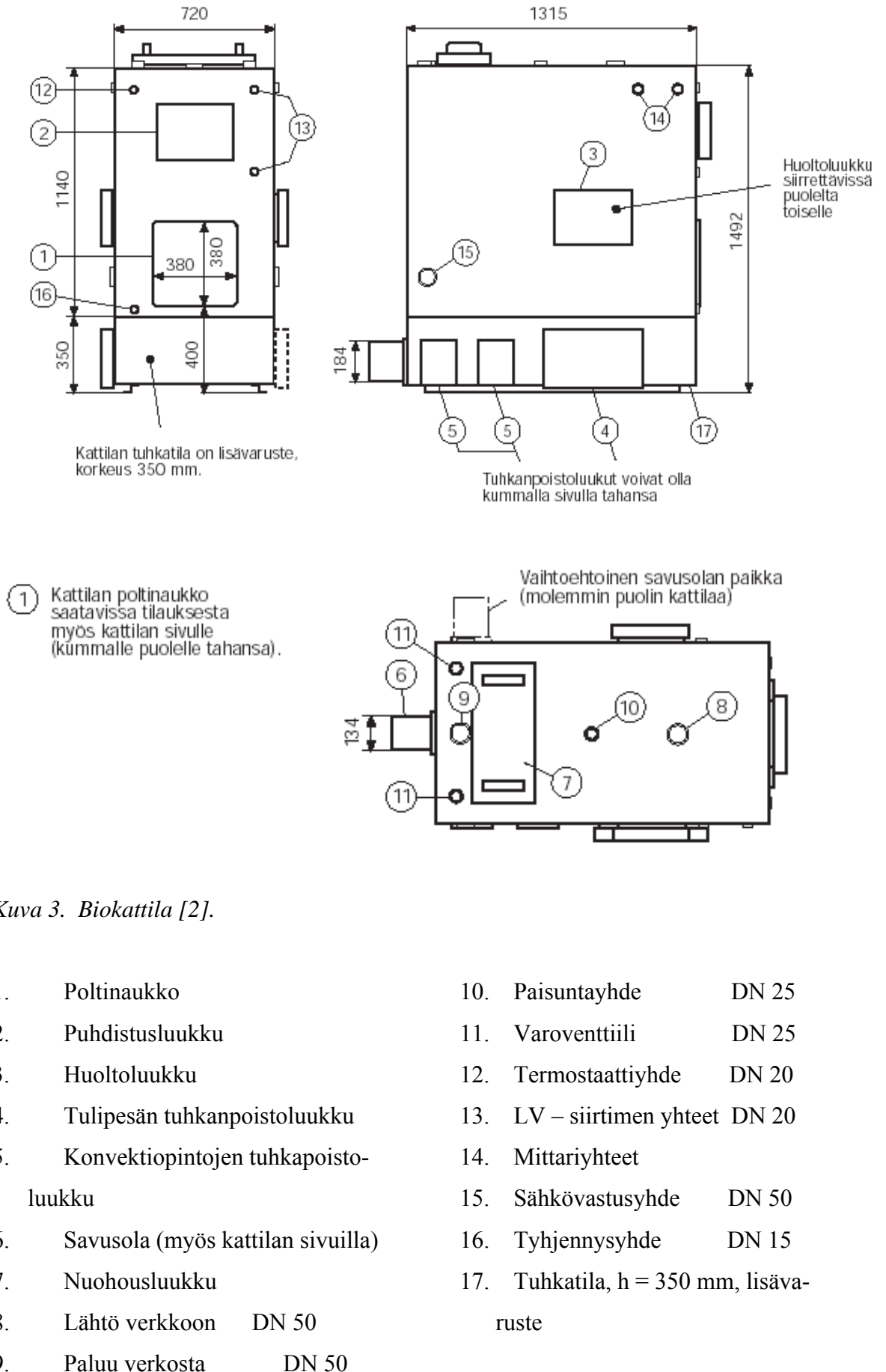
- teho 80 kW
- yhteensopiva Arimax Hakejet ja Arimax Biojet- biopolttimien kanssa
- vesitila 295 litraa, levylämmönsiirrin lisävarusteena
- kattilan paino 570 kg
- käyttöpaine 1,5 bar
- joustava asennus: savusola, hoitoluukut, yhteet ja poltinaukko ovat valmiiksi tai lisätalouksesta saatavissa juuri sille puolelle kattilaa, mihin asiakas ne asennustilansa vuoksi haluaa
- tulipesän keraaminen seinämä lisää kattilan tehokkuutta ja ylläpitää puhdasta palamista
- savupiippu Ø 220 mm, korkeus 7 m
- tuhkatila

Poltin - Arimax Biojet 80L1

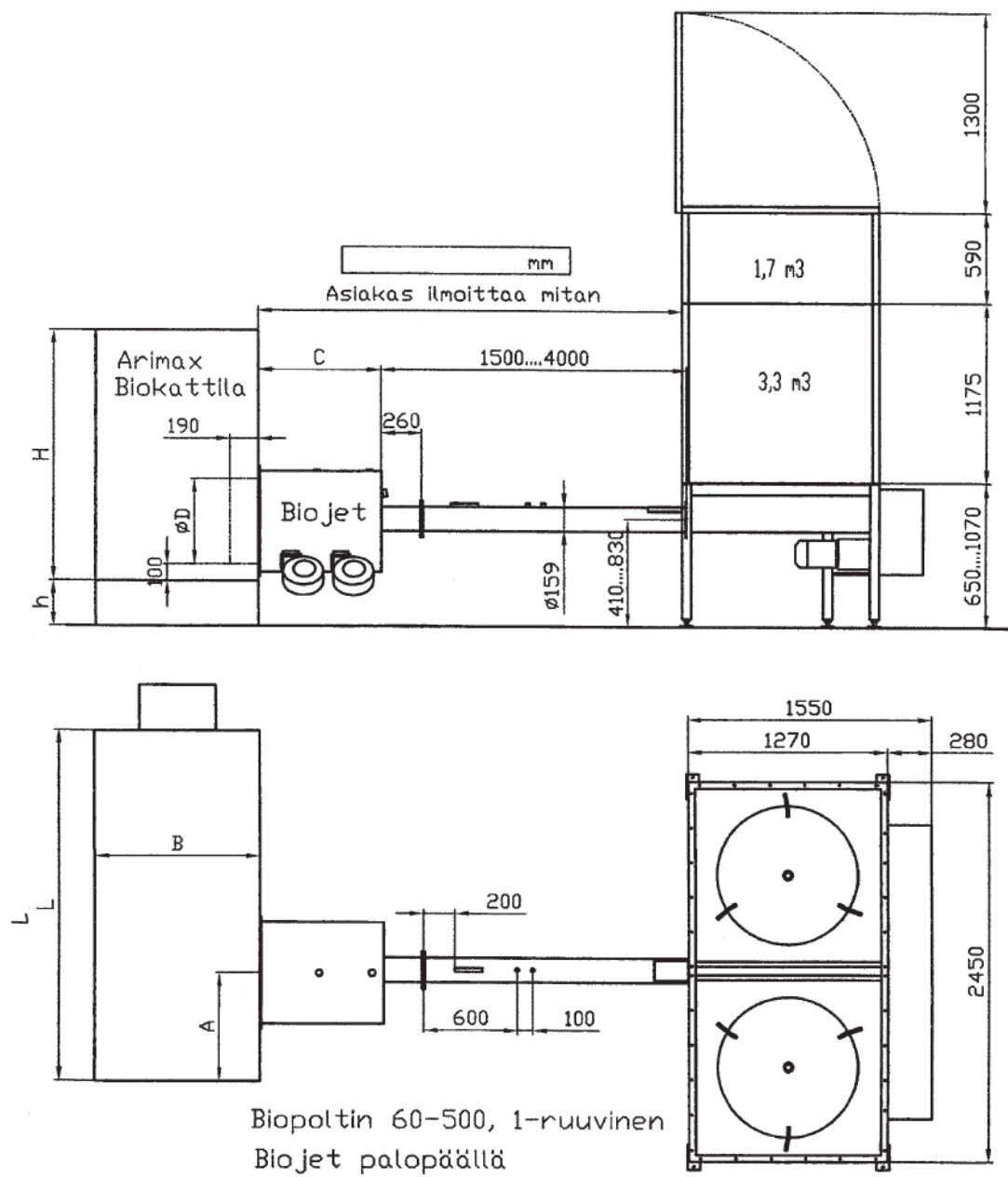
- Teholuokka 80 kW
- Edistyksellinen, vesijäähdytteinen palopää.
- Polttoaineet: pelletti.

Kattilan rakenne on kuvassa 3.

Koko lämpökeskuksen kokonaisuus on kuvassa 4.



Kuva 3. Biokattila [2].



Kuva 4. Lämpökeskus Arimax: lautaspurkain, 1-ruuvinen syöttö, Biokattila [2].

5.2 Lämpökeskuksen suunnittelu

Alkutilanne

Nykyisessä kiinteistössä on suora sähkölämmitysjärjestelmä. Märkätiloissa on sähkölattialämmitys (sauna ja suihkuhuone). Sähkövaraaja lämmittää käyttöveden.

Suunnitteluvaiheessa jouduttiin päättämään, millä tavalla ja mihin paikkaan sijoittaa lämpökeskus. On kaksi vaihtoehtoa: rakentaa pellettikattilalaitos sijoittamalla olemassa olevaan piharakennukseen tai tehtaalla valmistettu lämpökontti. Ensimmäisenä vaihtoehtona rakennetaan itse lämpökeskus ja polttoainevarasto nykyiseen varastorakennukseen. Kyläyhdistyksellä on runsaasti eri ammatteja osaavia työntekijöitä. Hankitaan vain materiaalit ja työt tehdään itse. Tarvittaessa vuokrataan lisätyövoima.

Toisena vaihtoehtona on täydellinen lämpökeskuskontti paikan päälle toimitettuna, tilaajan ohjeiden mukaisesti rakennetulle perustalle varastorakennuksen läheisyyteen.

Suunnitelman mukaan talvikaudella, joka kestää noin 9 kuukautta, lämpökeskus lämmittää taloa ja käyttöveden. Kesän aikana lämmitystä ei tarvitse ja käyttöveden tulee lämmittämään rakennuksessa oleva nykyinen sähkövaraaja. Siis nykylaitteet käytetään hyödyksi.

Huomioitavaksi tulevat teknisten asioiden lisäksi ympäristövaikutukset, maanomistus ja kaavoituksen aiheuttamat rajoitukset. Laitoksen sijoituspaikkaan vaikuttaa myös ympäristö: savupiippu pitää sijoittaa sellaiseen paikkaan, ettei savukaasuista aiheudu ympäristölle haittaa. Sijoituspaikka vaikuttaa oleellisesti myös rakentamiskustannuksiin, etenkin polttoainevaraston konstruktioiden ja savupiipun tarvittavan korkeuden kautta.

Paloturvallisuus on tärkein huomioitava seikka sijoitettaessa pellettikattilan edellyttämiä polttoainevarastoja kiinteistöön.

Polttoainevaraston sijoitus määrittelee usein myös varsinaisen kattilan sijoituksen.

Polttoainevarastojen koko

Varastojen koon mitoittamiseen on useita eri lähtökohtia. Eri asioita painottamalla päädytään tyystin erilaisiin lopputuloksiin. Polttoaineen saatavuus ja kuljetusetäisyydet sekä laitoksen käytön organisointi määrittävät pitkälti sen, kuinka suuret varastot lämpölaitoksen yhteydessä tarvitaan. Keskeinen mitoitusperuste on pisin mahdollinen täyttöväli. Esimerkiksi täyttöväli polttoaineelle on kuukausi.

Taulukko korostaa polttoaineen huippukulutusta. Tällä arvolla laskettu siilon tilavuus riittää siis haluttuun täyttöväliin kylmimpänä talvikautena. Muina aikoina polttoainesiilon täyttöväli on pidempi.

Taulukko 1. Vuorokausikulutus huipputeholla [i-m³/vrk].

teho kW	pelletti i-m ³	palaturve i-m ³	hake i-m ³
60	0,5	1,0	1,6
80	0,6	1,5	2,1
120	1,0	2,2	3,2

Suunnittelukohteen polttoaineen varaston mitoitus

Huipputeho	80 kW
Polttoaine	pelletti
Vuorokausikulutus huipputeholla i-m ³	0,6
Haluttu täyttöväli	kuukausi
Siilotilavuus	30 * 0,6 = 18 m ³

Rakennustilaan voidaan rakentaa 13 – 14 m³ polttoainesiilo.

Kuljettavan ajoneuvon koko on useimmiten yhtenä mitoittavana tekijänä pellettikattilalaitoksilla. Varaston koon tarpeeton kasvattaminen nostaa investointikustannuksia, mutta toiminta vaikeutuu, mikäli polttoainevarasto on liian pieni. Varaston kokoon vaikuttavat usein myös tontin tai rakennuksen

määrittämät rajoitukset.

Kyläyhdistyksen tapauksessa voivat polttoainetoimitukset tapahtua imuauto-toimituksena, jolloin varastosiiilo rakennetaan sen mukaan.

Päätettiin rakentaa pelletin varasto itse vanerista valmiin jalustan päälle. Jalusta sekä syöttöruuvi hankitaan tehtaalta. Täyttöputki on teräspuutetta ja yhteensopiva säiliöauton täyttöletkun kynsiliitännän kanssa. Täyttöputken läpimitta on 100 mm ja poistoilmaputkien mitta on 160 mm. Poistoputkeen asennetaan pölypussi pölyn leviämisen estämiseksi. Se on sijoitettu noin puolen metrin etäisyydelle täyttöputkesta. Huoltoluukku aukeaa sisäänpäin ja tarkistusikkuna siilon seinässä läpinäkyvästä muovilevystä. Ruuvikuljetin on siilon pohjalla ja koko siilon matkalta avoin.

Laitteistojen tilantarve

Puupellettikattilan ja sen oheislaitteiden ympärille on varattava riittävästi vapaata tilaa puhdistusta, nuohousta, huoltoa ja korjausta varten. Kattilan ja sen laitteiden paloturvallisuuden vaatimat suojaetäisyydet määritetään kunkin kattilatyypin asennusohjeiden ja laitemyyjältä saatujen tietojen perusteella. Käytön ja huollon vaatima tila määräytyy kattilan koon ja mallin mukaan.

Kattilan tuhka- ja tulenhoitoluukun edessä tulee olla tilaa vähintään 1 metri. Nuohoukseen tarkoitettujen puhdistusluukkujen edessä tarvitaan vapaata tilaa vähintään 0,6 metriä. Kattilan päälle (yläpuolelle) tulee jäädä n. 1,5 m huolto-tilaa, kattilan nuohousta varten.

Pellettipolttimen sijoittamisessa on otettava huomioon varastosta tulevan syöttöruuvien tarvitsema tila kattilahuoneessa. Poltin asennetaan siten, että sen irrottaminen huollon ajaksi on helppoa. On tärkeää varmistaa, että poltin saa riittävästi palamisilmaa, jotta se toimisi kunnolla.

Luvat

Esisuunnitteluvaiheessa on syytä selvittää, onko laitoksen rakentamiselle suunniteltuun paikkaan kaavoituksen asettamia esteitä. Kunnan rakennustarkastaja pystyy antamaan siihen vastauksen. Ympäristö-viranomaiseen on niin ikään syytä olla yhteydessä, jotta varmistetaan, millaisia päästö- ym. rajoituksia laitokselle tultaisiin asettamaan. Savukaasujen pitoisuuksia ja määriä koskevat rajoitukset vaikuttavat laitoksen vaadittuun varustetasoon ja siten myös hintaan. Alle 1 MW laitoksille ei ole asetettu lainsäädännössä kiinteitä polttoaineen energiaan sidottuja kiintoaineen enimmäisrajoja. Yli 1 MW laitosten rajoitukset on määritelty valtioneuvoston päätöksessä 157/1987. Alle 5 MW tehoista kattilalaitosta varten ei tarvitse hakea ympäristölupaa, jos käytettävän polttoaineen energiamäärä on alle 54 TJ vuodessa [16]. Tämän kohteen kattilateho on $80 \text{ kW} = 0,080 \text{ MW}$.

Lämpökeskuksen ja päärakennuksen välinen putkisto

Putkistot asennetaan suunnitelmapiirustuksen mukaisesti maan alle. Rakentaessa otetaan huomioon maahan aiemmin upotetut kaapelit ja putkistot sekä maaperän laadun. Paikallista asiantuntemusta on syytä käyttää hyväksi, mm. vesilaitos, sähkölaitos, puhelinlaitos. Maanalaisten putkistojen pituudet ovat vaihtoehto 1: ssä noin 45 m ja vaihtoehto 2: ssa n. 55 m.

Putkisto / patteri

Lämpöpatterit on mitoitettu lämpöhäviölaskelmien mukaisesti ja lämpö- ja vesijohdot siirrettävien lämpötehojen ja vesimäärien mukaan. Lämpökeskuksen ja päärakennuksen putkimateriaalit ovat teräs- ja kupariputkea.

Lämpö- ja vesijohtokanaalin putkimateriaalit ovat tarkoitukseen soveltuvia muoviputkia (virtausputki / eristys / suoja-putki).

Laitoksen tekniset laatutavoitteet

Esisuunnitteluvaiheen teknisesti vaikein osa-alue on laitoksen laatutavoitteiden määrittely. Laatutavoite tarkoittaa sellaista tekniikan tasoa, mikä on laitoksen käytön ja taloudellisten resurssien kannalta saavutettava ilman kohtuuttomia kustannuksia.

Laatutavoitteiden määrittelyyn vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- ilmansuojelun vaatimukset
- laitoksen käyttövarmuustavoitteet
- laitoksen hyötysuhdevaatimukset
- laitoksen kunnossapidon vaatimukset
- hälytysjärjestelmän taso

Suunnitteilla olevan laitoksen lähiympäristön asukkaiden asenteet saattavat olla hyvinkin kielteisiä koko laitoshanketta kohtaan. Tällöin voi olla tarkoituksenmukaista hieman korottaa vaatimustasoa, vaikka ratkaisut eivät olisikaan teknis-taloudellisesti perusteltavissa.

Biopolttimien poltinautomaatiikka

Automaatiikan ominaisuudet: Automaatiikan ja säätötekniikan nopea kehitys on mahdollistanut myös biolämmityksen tehokkuuden ja vaivattomuuden. Arimax Biojet-biopolttimessa on monipuolinen perusautomaatiikka, jota voidaan käyttäjän tarpeiden mukaan täydentää runsailla lisävarusteilla.

Mikroprosessoriohjattu huipputarkka tehonsäätö 0,1 sekunnin jaksolla, vastaa lähes portaaton säätöä. Se on ratkaisevasti perinteistä aikarelettä tarkempi, kestävämpi ja varmatoimisempi.

Turvallisuustekijänä takapalosuojaus: ajaa häiriötilanteessa syöttöruuvin tyhjäksi, pysäyttää puhaltimet ja antaa hälytyksen. Liekinvalvonta.

Lisävarusteet: (eivät sisälly investointikustannuksiin)

- hälytys matkapuhelimeen (gsm-modeemi)
- polttoaineen loppumisen ilmaisimet
- kaksipiirinen lämmitysverkoston säätö
- automaattinen tehonsäätö
- palamisen hienosäätö jäännöshapen mukaan (λ)

PaloturvallisuusRakenteellinen paloturvallisuus

Pellettilämpökeskuksen rakenteellinen paloturvallisuus toteutetaan vähintään RakMk: n osan E9 mukaisesti. Pellettilämpökeskus on tehtävä tai sijoitettava erilliseen rakennukseen aina kun se on mahdollista, koska pelletin varastoinnissa ja käsittelyssä syntyy hienojakoista pölyä, joka voi muodostaa ilman kanssa räjähtävän tai herkästi syttyvän ja kiivaasti palavan seoksen.

Erillisen pellettilämpökeskusrakennuksen on oltava

- P1 – paloluokan rakennus, jos se on kaksi- tai useampikerroksinen
- vähintään P2 – paloluokan rakennus, jos se on yksikerroksinen eikä pelletin varastoinnista ja käsittelystä syntyvän pölyn aiheuttamaa palovaaraa voida poistaa.

Rakenteellisessa paloturvallisuudessa erityistä huomiota on kiinnitettävä palo-osastovien rakennusosien lävistykseseen. Määräyksen E1 mukaan osastoivan rakennusosan (seinä, katto, lattia) läpi saa johtaa tarpeelliset putket, roilot, kanavat, johdot ja hormit edellyttäen, ettei olennaisesti heikennetä rakennusosan palo-osastointia.

Suunnittelussa on otettu huomioon edellä olevat paloturvallisuusohjeet.

Lämpökattilahuoneen palo-osastointi

Yli 25 kW tehoinen lämpökattila on sijoitettava palo-osastoituun lämpökattilahuoneeseen. Osastointi on toteutettava muista tiloista EI 60 rakennuksen paloluokasta riippumatta. Osastoivien rakennusosien on oltava palamattomia.

Huomioitu suunnitelmissa.

Laitteiden aktiivinen paloturvallisuus

Pellettilämmityslaitteiston paloturvallisuus on varmistettava lisäksi useammalla toisistaan riippumattomalla turvajärjestelmällä. Tavallisimpia ovat seuraavat vaihtoehdot tai niiden yhdistelmät:

- Pudotusputki, jossa on ylikuumenemissuoja.
- Pudotusputki on materiaalia, joka lämpötilan noustessa epätavallisen koreaksi sulaa ja katkeaa. Siirtokuljettimen ja polttimen välisen pudotuskorkeuden tulee olla niin suuri, että mahdollisen takatulen eteneminen estyy.
- Polttoaineen annostelija.
- Sulkusyötin, joka muodostaa turvavyöhykkeen.
- Liekinvalvoja, joka seuraa liekkiä tai polttoaineen määrää palopäässä.
- Syöttönopeuden säätämällä ja ilmanpaineella estetään tulen mahdollisuus edetä kattilasta poispäin.
- Sammutuskalusto. Kattilahuoneen välittömässä läheisyydessä on oltava vähintään yksi 27A 144BC-teholuokan (6 kg AB III - E) käsisammutin ja pikapaloposti tai helposti käyttöön otettava vesiletku, joka on jatkuvasti kytketty vesijohtoverkkoon.

Kyseiset laitteet sisältyvät tehtaan laitetoimituksiin.

5.3 Huolto ja kunnossapito

Lämpökeskuksen toimittajan tai laitetoimittajien tulee antaa laitoksen käyttöä varten kaikki tarpeelliset tiedot ja ohjeet kirjallisessa muodossa. Huolto-ohjeissa on oltava ohjeet valvonnasta, tarkastuksista, huoltotarpeesta ja kunnossapidosta.

Pellettilämmitys vaatii käyttäjältä säännöllistä huoltoa ja ylläpitoa toimiakseen moitteettomasti.

Pellettipolttimen käytönaikainen huolto vaatii aikaa noin 0,5 tuntia / huoltokerta. Huoltotyöt ovat pääasiassa polttimen ja palotilan puhdistusta tuhkasta. Puhdistustarvetta seurataan tarkkailemalla savukaasujen lämpötilaa. Kun savukaasujen lämpötila on noussut 10 – 20 astetta, on viimeistään aika puhdistaa poltin ja palotilan seinämät. Tavallisesti nuohousväli vaihtelee 5 – 20 päivän välillä riippuen poltetun pelletin määrästä. Nyrkkisääntönä voi pitää puhdistusta viikoittain talvikaudella ja joka toinen viikko kesäkaudella. Puhdistus on helpointa suorittaa avaamalla poltin ja käyttämällä puhdistukseen imuria. Puhdistusvälin pidentyessä polttimen hyötysuhde heikkenee ja lopulta saattaa ilmetä myös käyttöhäiriöitä [8, 11].

Suurimpia käyttöhäiriöitä ovat tuhkan aiheuttamat sytytyksen häiriintymiset ja polttoaineen hienojakeen aiheuttamat syöttöhäiriöt. Vaarallisin ilmiö on ns. takapalo, jossa pelletit ja pöly syttyvät palamaan jo syöttöputkessa. Takapaloa pyritään estämään pellettien laadulla (ei pölyä eikä hienojakeita) ja asentamalla kattilan ja piipun väliin takaisinvedonestein.

Kuluttajat ovat kokeneet nykyisten poltinten puhdistusvälin liian lyhyeksi. Polttimien kehitystyön tavoitteena onkin kehittää niiden toimintaa siten, että puhdistustarve olisi vain kerran kuukaudessa. Tällöin puupellettipolttimen käyttömukavuus alkaa olla siedettävällä tasolla.

Pellettikattilalaitoksen rakentaminen

- järjestelmä muodostaa kokonaisuuden
- säädettävä tapauskohtaisesti
- lvi-asennusliikkeillä ei ole tarvittavaa kokemusta
- paras asiantuntemus pellettikattilalaitoksia toimittavilla tehtaila

6 BIOENERGIAN TUKI SUOMESSA

6.1 Bioenergian investointituki

Investointiavustukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö, työministeriö sekä ympäristöministeriö ovat myöntäneet avustuksia bioenergian tuotannon ja käytön investointeihin. Avustuksiin on sisällytynyt myös verrattain pieniä tukierä selvityksen tekemiseen ja polttoainetuotannon tukemiseen. KTM myöntää avustuksia yritysten energia-investointeihin ja energiateknologiaa koskeviin selvityksiin. Avustukset ovat harkinnanvaraista valtionapua ja niiden avulla toteutetaan energiapolitiikan tavoitteita. KTM:n investointiavustuksia on myönnetty kotimaisten energialähteiden, ennen muuta bioenergian hyväksikäytön edistämiseen, maakaasun hyödyntämisen edistämiseen, uuden teknologian demonstrointiin, energiasäästöinvestointeihin sekä investointeihin, joilla parannetaan energihuollon varmuutta tai vähennetään energiatuotannon ja käytön ympäristöhaittoja.

Investointiavustus on korkeintaan 30 % hyväksyttävistä kustannuksista. Uuden teknologian käyttöönottoon liittyvä investointi voi kuitenkin saada tukea 50 %. Tukea voi saada käyttöikänsä pitkäaikaisen rakennuksen, laitoksen, prosessin, laitteiston, koneen tai ohjelmiston rakentamiseen tai muutostyöhön. Hyväksyttäviä kustannuksia ovat suunnittelu, rakentaminen sekä koneiden ja laitteiden ym. hankinta ja asentaminen.

Investointien korkotuki

Kauppa- ja teollisuusministeriö on myöntänyt investointien korkotukea bioenergian polttoaineiden tuotannon ja kotimaista polttoainetta käyttävien laitosten investointeihin. Korkotuki liittyy investointien suorittamiseksi otettuihin pankkilainoihin, ja sen suuruus vaihtelee vuosittain kahdesta kuuteen prosenttiin korkotukilain määrästä.

6.2 Verotuki

Energiaverojen osuus eri energiatuotteiden hinnoista vaihtelee melkoisesti: suurin se on bensiinissä, yli 70 prosenttia, kun taas voimalaitoksissa käytetyn kaasun ja turpeen hinnassa on noin 10 prosenttia. Puu ja jätepolttoaineet ovat verottomia. [5].

Energiaverotusta on muutettu varsin tiheään tahtiin, joten on varsin hankala pysyä perässä, millainen on kunkin polttoaineen verokohtelu tällä hetkellä. Heilahtelevaa energiaveropolitiikkaa onkin kritisoitu mm. siksi, että se vaikeuttaa pitkän tähtäimen investointeja energia-alalla [4].

6.3 Kainuun puupellettihanke 2001-2003

Euroopan unioni jäsenmaineen on sitoutunut vähentämään hiilidioksidipäästöjä. Yhtenä työkaluna hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi on uusiutuvien energialähteiden markkinaosuuden kaksinkertaistaminen 12 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä. Tavoitteella pyritään tehokkaasti vaikuttamaan kasvihuoneilmiöön ja vähentämään energiariippuvuutta sekä kehittämään alan teollisuutta ja luomaan työpaikkoja. Kainuussa tämä merkitsisi sitä, että edellä esitetyt tavoitteet voitaisiin parhaiten saavuttaa korvaamalla puuenergialla öljyä erikokoisissa kiinteistöissä.

Kainuun puupellettihankkeen tavoitteena oli pyrkiä edistämään puupellettien tuotantoa ja käyttöä polttoaineena maakunnassa. Yhtenä toimenpiteenä tältä osin on ollut kainuulaisten öljyä käyttävien kiinteistön omistajien kiinnostuksen selvittäminen puupellettiä kohtaan. Selvitys auttaa kohdentamaan puupelletin edistämistä oikeisiin toimenpiteisiin Kainuussa. Kyselyn kautta löydetään lukuisa määrä uusia mahdollisia pelletin käyttäjiä.

Pelletin käyttö pienissä ja keskisuurissa käyttökohteissa on tullut ajankohtaiseksi öljyn hinnannousun myötä. Toisaalta puupelletin esiinmarssiin on vaikuttanut pellettiin perustuvien lämmitysjärjestelmien voimakas kehitystyö. Tämän vuoksi pelletistä on tullut hyvin kilpailukykyinen ja käyttäjäystävällinen polttoaine. Kainuussa on nyt toista-

kymmentä pelletin käyttökohdetta pienkäytöstä aina 0,7 MW:n aluelämmityskokoluokkaan saakka.

Öljyn hintakilpailukyky puupellettiin nähden on muuttunut niin, että useissa kiinteistöissä puupelletti on hyvin kilpailukykyinen polttoaine. Lämmitysöljyn hinta on luokka 4,4 snt/kWh, puupelletin 3,0 snt/kWh ja sähkön 8snt/kWh (maaliskuu 2003). Halvemmalla polttoaineen ostohinnalla on katettava hivenen kalliimpi investointi.

Kainuun puupellettihanke toteutettiin yhteistyössä Kainuun metsäkeskuksen Puuenergian neuvonta-hankkeen kanssa. Hanke alkoi 1.1.2002 ja se päättyi 30.6.2003.

Hankkeen rahoitus

- Kainuun TE-keskus/MaasOs
- Kainuun kunnat
- Yritykset
- Kuhmo Oy
- Prolämpö Oy
- Biowatti Oy
- Vapo Oy

7 KUSTANNUKSET

Kaikki kustannukset hinnoittelut sisältävät arvonlisäveron 22 %.

7.1 Investointikustannukset

Tarkasteltavana on kolme vaihtoehtoa ja jokaisesta tehdään erikseen kustannusarviot. Niissä arvioidaan ainakin seuraavien tekijöiden kustannukset:

- lämmityslaitos kaikkine varusteineen, ja rakenteineen
- lämmitysverkosto
- muutostyöt kiinteistöissä
- suunnittelu ja valvonta

Lisäksi on syytä ainakin alustavasti selvittää, onko hankkeeseen saatavissa taloudellista tukea. Paikallista työvoima- ja elinkeinokeskusta kannattaa lähestyä asian tiimoilta.

Investoinnin kuoletusaikana on käytetty 17 vuotta ja korkokantana 6 %. Vesikiertojärjestelmän rakentamiseen ei saa tukea. Sen sijaan kattilan ja siihen liittyvän siilon rakentamiseen saa KTM:stä nykyisin n. 20...25 % avustuksen. Kun kyseessä on rekisteröity yhteisö, käytän 20 %:ia laskelmissa.

Lämpökeskuksen investointikustannukset:

Vaihtoehto 1. Rakennetaan paikan päällä (Pelletti – 1)

Lämpökeskus / Pellettilaitteet (erillinen tarjous)	25 440 €
Vesijärjestelmät	19 640 €
Rakennustekniset ja muut kustannukset	35 560 €
Yhteensä	80 640 €

Investointi yhteensä	80 640	€
Investointiavustus	20 %	
Korkoprosentti	6 %	
Takaisinmaksuaika	17	vuotta
Avustuksen määrä	5 088	€
Pääoman tarve	75 552	€
Pääomamenot	7 281	€V
Pääomamenot	607	€KK

Vaihtoehto 2. Lämpökontti (Pelletti – 2)

Pellettilämpökontti (erillinen tarjous)	65 146 €
Vesijärjestelmät	19 640 €
Rakennustekniset ja muut kustannukset	19 914 €
Yhteensä	104 700 €

Investointi yhteensä	104 700	€
Investointiavustus	20 %	
Korkoprosentti	6 %	
Takaisinmaksuaika	17	vuotta
Avustuksen määrä	20 940	€
Pääoman tarve	83 760	€
Pääomamenot	8 072	€V
Pääomamenot	673	€KK

Vaihtoehto 3. Öljykattilalaitos

Lämpökeskus	14 400 €
Vesijärjestelmät	19 640 €
Rakennustekniset ja muut kustannukset	32 730 €
Yhteensä	66 770 €

Öljylämpökeskus ei saa valtion avustusta.

Investointi yhteensä	66 770	€
Pääoman tarve	66 770	€
Pääomamenot	6 435	€V
Pääomamenot	536	€KK

Vaihtoehto 4. Nykyinen suora sähkölämmitysjärjestelmä

Ei investointikustannuksia.

7.2 Käyttökustannukset

Lämmitys muodostaa asumiskustannuksista toiseksi suurimman osan heti pääomakulujen jälkeen ja rakennusvaiheessa tehdyt ratkaisut vaikuttavat asumisen laatuun koko rakennuksen käytön ajan.

Kiinteitä käyttökustannuksia ovat palkat ja sosiaalikulut, huolto, korjaukset ja vakuutukset. Muuttuvia kustannuksia ovat raaka-ainekustannusten lisäksi sähkö- ja apupolttoainekustannukset sekä vakuutukset. Kuljetuskustannukset riippuvat käytetystä kalustosta ja kuljetusmatkasta. Raskaalla puhallusautolla kuljetus on kallis.

Vaihtoehto 1 ja 2

Energian tarve	117 MWh/v	
Hyötysuhde,	80 %	
Polttoainekustannus	25 €/MWh	
Pelletin hinta	116 €/tonni	
Pelletti, polttoaine	2 925 €/v	x 20 v. = 58 500 €
Palkka- ja sosiaalimenot	4 114 €/v	} x 20 v. = 98 280 €
Huollot, korjaukset, vakuutukset, sähkö	800 €/v	
Kokonaiskäyttökustannukset	7 839 €/v	x 20 v. = 156 780 €
Kokonaiskäyttökustannukset	653 €/kk	

Vaihtoehto 3, öljylämpökeskus

Energian tarve	117 MWh/v
Hyötysuhde,	90 %
Polttoainekustannus	40 €/MWh
Öljyn hinta	0,4 €/l
Öljy, polttoaine	4 680 €/v x 20 v. = 93 600 €
Palkka- ja sosiaalimenot	3 740 €/v } x 20 v. = 86 000 €
Huollot, korjaukset, vakuutukset, sähkö	560 €/v }
Kokonaiskäyttökustannukset	8 980 €/v x 20 v. = 179 600 €
Kokonaiskäyttökustannukset	748 €/kk

Vaihtoehto 4, suora sähkölämmitys

Energian tarve	117 MWh/v
Polttoainekustannus	61 €/MWh
Sähköenergia	7 137 €/v x 20 v. = 142 740 €
Palkka- ja sosiaalimenot	100 €/v } x 20 v. = 6 000 €
Huollot, korjaukset, vakuutukset, sähkö	200 €/v }
Kokonaiskäyttökustannukset	7 137 €/v x 20 v. = 148 740 €
Kokonaiskäyttökustannukset	595 €/kk

7.3 Investointihankkeen kannattavuuden tarkastelu

Tarkasteltaessa pellettilämmityksen taloudellisuutta oletetaan, että lämpökeskusinvestointi on käytössä seuraavat 20 vuotta. Pyritään suurin piirtein ennustamaan tuleva polttoaineiden hintakehitys.

Pellettilämmitykseen siirtymiseen kannattavuuteen vaikuttavat:

- nykyinen järjestelmä ja sen toimivuus
- uudet investoinnit pellettilämmitykseen siirtymiseen

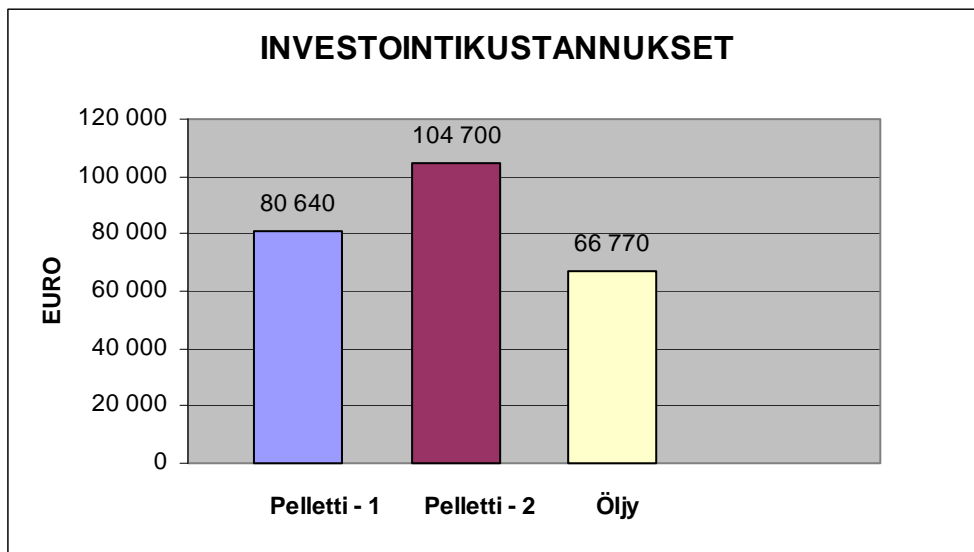
- nykyisten laitteiden ikä ja kunto
- pellettipoltinlaitteiden sijoitusmahdollisuus
- kilpailevien polttoaineiden hinta
- kohteen energian kulutus
- investoinnin hinta
- käyttö- ja huoltokustannukset

Pellettilämmityksen kannattavuuteen vaikuttavat myös lämmitysjärjestelmän suunnittelun onnistuminen, asennus, säätö, huolto ja ylläpito.

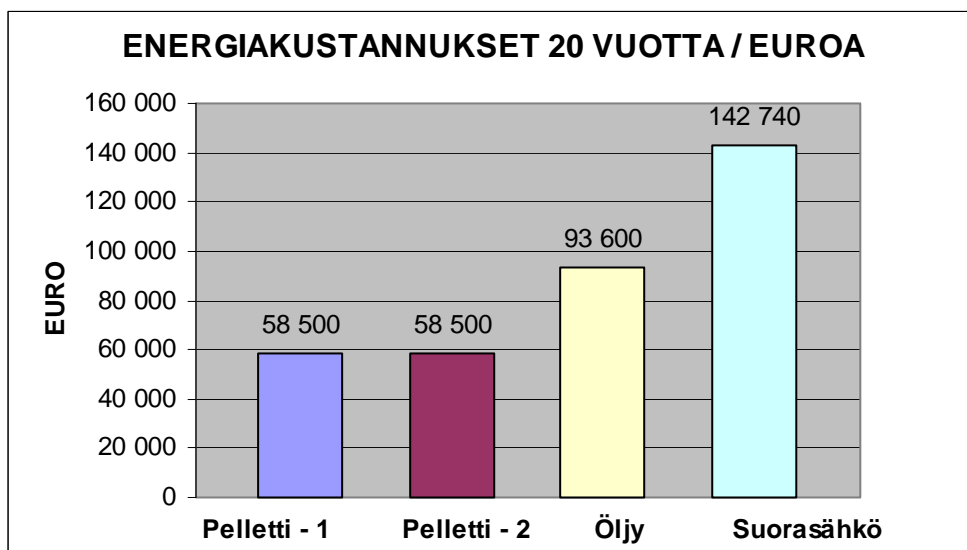
Lämmitystapavertailu

Lämmityskustannusten arviointi ja vertailu eri järjestelmien välillä on vaikea lämmitysenergian hinnan ja hintasuhteiden jatkuvan muuttumisen vuoksi. Lämmitysjärjestelmä on mahdollista valita kahdella tavalla. Investoimalla laitteistoon ja tekniseen tilaan tavoitellaan edullisia käyttökustannuksia. Vastavasti alkuinvestoinnista tinkimällä käyttökustannukset ovat usein korkeammat. Ensimmäinen tapa mahdollistaa edullisen energialähteen käytön ja myös sen mahdollisen vaihtamisen tulevaisuudessa. Jälkimmäisen valitessaan käyttäjällä on usein vähemmän energiavaihtoehtoja käytössään ja mahdollisesti korkeammat käyttökustannukset.

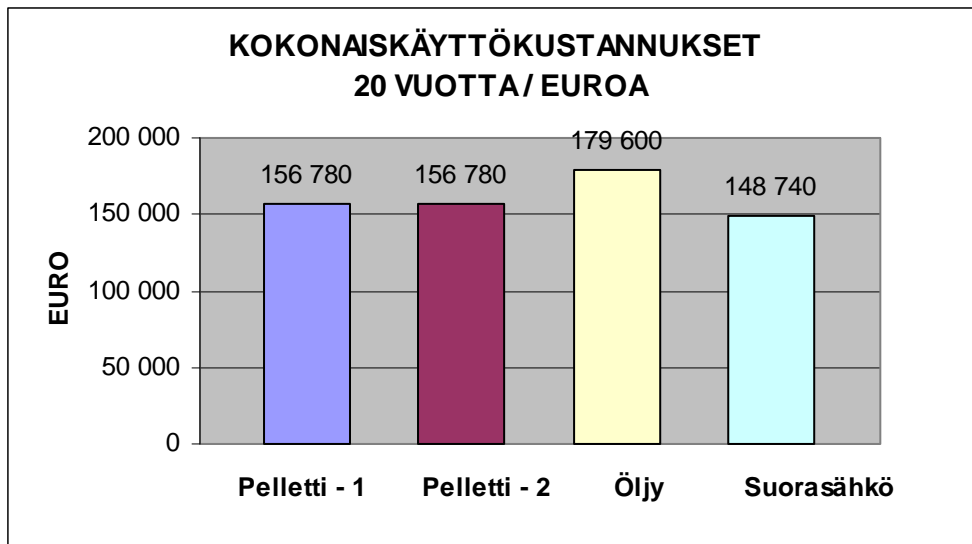
Seuraavassa kuvassa 5 on esitetty hankkeen investointikustannukset. Kuvassa 6 on energiakustannukset ja kuvassa 7 on kokonaiskäyttökustannukset seuraavan 20 vuoden aikana.



Kuva 5. Investointikustannukset.



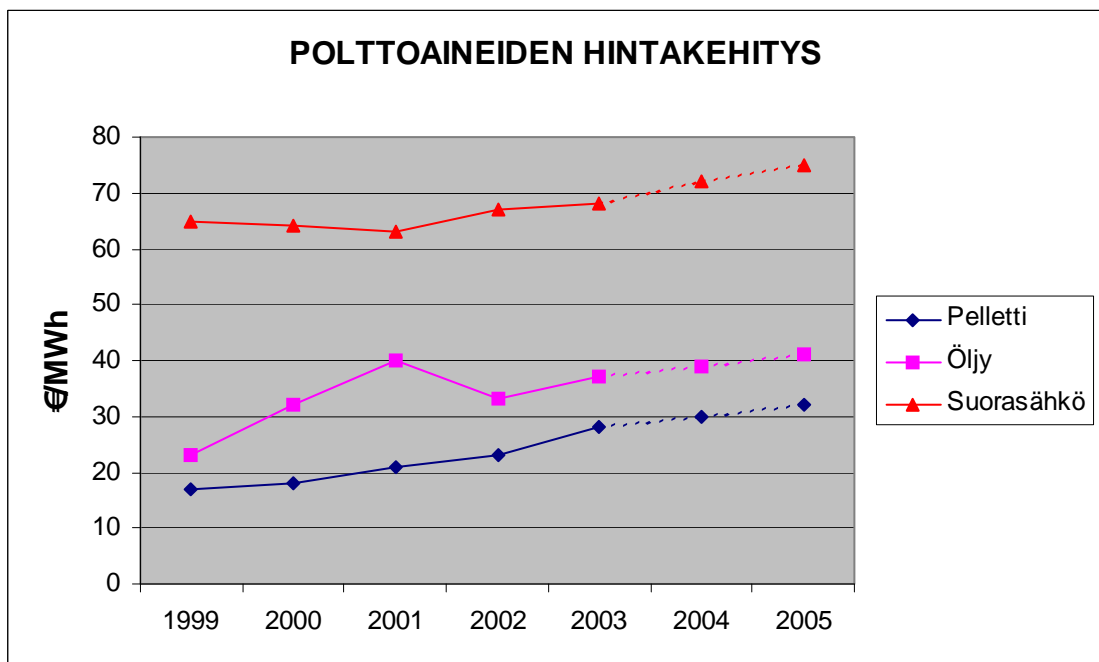
Kuva 6. Energiakustannukset.



Kuva 7. Kokonaiskäyttökustannukset.

Laskelman perusteella helposti voi nähdä, että lämmitysjärjestelmän uusiminen tässä esimerkkikohteessa ei ole taloudellisesti kannattavaa. Investoinnit ja käyttökulut ovat kaksinkertaistuneet nykyiseen lämmitykseen verrattuna.

Kuvassa 8 on ennustettu polttoaineiden hintakehitystä tulevaisuudessa.



Kuva 8. Polttoaineiden hintakehitys.

Kiinteistön nykyisellä sähkölämmitysjärjestelmällä on arvioni mukaan teknistä ja taloudellista käyttöikää jäljellä 5 – 10 vuotta. Lämmitysjärjestelmän vaihtaminen ei nyt olisi kannattavaa.

Sähköenergialla on korkea hintataso, jonka ennustetaan lähivuosina yhä nousevan. Lämmityslaittejärjestelmän laitteiden ja niiden varusteiden ikääntyminen kasvattaa energian kulutusta ja kunnossapitokuluja. Kiinteistö on melko suuri suorasähkölämmityskohde, vuotuiset energiakustannukset ovat myös suuret. Huonelämpötiloissa ja sisäilmanlaadussa epätasaisuutta.

Sähkölämmitysjärjestelmän vaihtaminen muuhun lämmitystapaan on suurehko investointi.

Pelletti – 1. Järjestelmän investointikustannuksissa on 20 000 – 30 000 euroa eri ammattityöntekijöiden palkkakustannuksia. Näitä töitä kyläyhdistyksen ”omat ammattimiehet” voivat tehdä, kohtuullista korvausta vastaan tai talkootyönä. Samoin käyttö- ja huoltotyöt omana työnä tehtäessä, alentavat vuotuisia ylläpitokuluja merkittävästi.

Edellä mainitut alentavat kustannustekijät ja edullinen pellettipolttoainehinta, pienentää investointikustannuksia ja lyhentää takaisinmaksu aikaa.

Palkka- ja pelletin tuotantotuloina Kainuuseen jäisi vuodessa noin 5 000 – 8 000 euroa.

Pelletti – 2 on vaihtoehto, jos ulkorakennukseen ei rakenneta lämpökeskusta.

Öljylämmitys on kilpailukykyinen vaihtoehto.

8 PELLETTIEN TUOTANNON JA KÄYTÖN ESTEET JA MAHDOLLI- SUUDET

Raaka-aineen saatavuus ja hinta

Raaka-aineen saatavuuteen vaikuttavat monet eri tekijät. Erityisesti sivutuotteista saatava hinta vaikuttaa niiden materiaalivirtoihin. Hinta vaihtelee eri alueilla riippuen ostajasta, ostomääristä ja sopimuksista.

Hinnanmuodostukseen vaikuttavat myös myytävien sivutuotteiden määrät, kuljetusetäisyydet ja muu sivutuotteiden kysyntä. Sivutuotteen kova kysyntä nostaa hintoja. Tällaisia tapauksia syntyy yleensä kohteissa, joissa halukkaita ostajia on paljon. Osa ostajista haluaa hankkia pienempiä määriä, mutta ovat valmiita maksamaan korkeampaa hintaa. Hinnan voi määrätä myös purun energiakäyttö. Raaka-aineen tarjoajan kannalta pienostajat voivat olla ongelmallisia ostojen epävarmuuden ja kausiluontoisuuden vuoksi. Tällaisia ryhmiä ovat mm. maanviljelijät. Pellettiraaka-aineen hinta muodostuu tapauskohtaisesti edellä mainittujen tekijöiden mukaisesti.

Tiedon puute

Puupellettien käytön ongelmiksi ovat muodostuneet tiedon puute, asenteet, tuotannon ja tuotteiden saatavuuden alueellinen jakautuminen ja markkinoiden puute. Puupelletit ovat useille kuluttajille ja päätöksentekijöille uusi ja vieras puupolttoaine. Kuluttajat eivät tiedä riittävästi pellettien ominaisuuksista, hinnoista ja käyttömahdollisuuksista sekä tarjonnasta. Kuluttajien asenteiden ja mielikuvien muokkaaminen on vaikeaa ja asettaa suuria haasteita erityisesti markkinoinnille ja tiedon levittämiselle. Tiedon ollessa puutteellista tai pelkkiä uskomuksia on pellettien käytön edistäminen vaikeaa. Kuluttajat haluavat lisää varmuutta ja kokemuksia pellettien käytöstä, jotta he voisivat olla täysin varmoja toimivuudesta ja taloudellisuudesta.

Käyttökokemuksen puute

Käyttökokemusten puute onkin merkittävä este pellettimarkkinoiden kehittymiselle. Markkinoinnissa on keskityttävä varsinkin perustietojen antamiseen ja vertailumahdollisuuksien esittämiseen eri lämmitysmuodoista, jolloin kuluttajat voivat tehdä omia päätöksiä arvostustensa mukaisesti. Kysynnän epävarmuus hidastaa uusien yrittäjien alalle tuloa. Toinen ongelma on toistaiseksi tuotannon alueellinen jakautuminen. Suomessa pellettien tuotanto oli aikaisemmin keskittynyt pääasiassa Etelä-Suomeen Turenkiin ja Etelä-Pohjanmaalle Vöyriin. Uuden tuotantotoiminnan syntyminen uusille alueilla lisää mahdollisuuksia pellettien markkinointiin ja tiedon lisäämiseen. Pienkuluttajien kannalta on myös tärkeää, että pellettien saatavuus on varmaa.

Kuntien päätöksenteon ongelmana on liian lyhytnäköinen suunnittelu ja puutteelliset tiedot eri vaihtoehdoista. Tiedon puute ei ole yksistään päätöksentekijöiden ongelma, vaan tiedon puute aiheuttaa koko kulutusketjussa ongelmia. Jos suunnittelijoilla ja muilla eri vaihtoehtojen tarjoajilla ei ole riittävästi tietoa eri lämmitysmuodoista on päätöksenteko vaikeaa.

Kilpailevat polttoaineet ja tekniikka

Pellettiteollisuuden tilannetta parantaa kilpailevien polttoaineiden hintakehitys. Erityisesti öljyn hintakehitys ja hintataso lisää pellettiteollisuuden toimintaedellytyksiä ja kuluttajien kiinnostusta vaihtoehtoisiin lämmitysmuotoihin. Pellettien tilannetta parantaa kilpaileviin polttoaineisiin kohdistuvat tulevaisuuden odotukset, joita ovat verotus, päästörajoitukset ja lainsäädäntö. Tiukentuvat päästörajoitukset, kuluttajien muuttuvat asenteet ja vastuu myös omasta ympäristöstään tulevat lisäämään pellettien käytön mahdollisuuksia tulevaisuudessa.

Pellettipolton tekniikka on kehittynyt myös kilpailukyiseksi. Nykyään myös Suomesta ja Keski-Suomen alueelta löytyy alan yrityksiä ja kokemuksia pelletti-tuotannosta. Tällä hetkellä pohjoisessa Keski-Suomessa käytetään kuivaa ja ominaisuuksiltaan hyvää pellettiraaka-ainetta kuntien lämpölaitoksissa. Kostea

raaka-ainetta kuljetetaan alueen ulkopuolelle kun sen käyttö myös omalla alueella olisi teknisesti mahdollista.

Ympäristöystävällisyys ja kotimaisuus

Ympäristöasioiden ja –asenteiden merkityksen kasvu edistää entisestään pellettien käytön mahdollisuuksia. Fossiilisten polttoaineiden käyttö ei voi olla kestävä kehitystä. Niistä aiheutuneet päästöt ovat merkittäviä, kuljetusetäisyydet ovat pitkät, ympäristöriskit suuret ja tapahtuvat onnettomuudet vakavia. Pellettien parhaita ominaisuuksia ovat juuri puun uusiutuvuus, kestävään metsätalouteen perustuva käyttö, lyhyet kuljetusetäisyydet, riskittömyys, puhtaus ja kotimaisuus. Kotimaisuutta tuetaan myös investointituella, jota voidaan antaa erilaisille kunnostus- ja uudistamishankkeille, jotka edistävät uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Pohjoisen Keski-Suomen alueella pelletit eivät olisi pelkästään kotimainen, vaan myös alueellinen energianlähde. Koko pelletti-tuotannon elinkaari sekä lämmityslaitteiden valmistus ja myynti sekä tietämys ovat saatavilla Keski-Suomen alueelta.

9 YHTEENVETO

Päättötyöni sisältää kolmen lämmitystavan vertailua kyseiseen kokoontumisrakennukseen. Nämä ovat sähkö-, öljy- ja puupellettilämmitysjärjestelmät. Tärkeimpänä tutkinnan kohteena on pellettilämmityksen rakentaminen sekä investointi-, energia- ja käyttökustannusten selvittäminen.

Öljylämmitys on eniten käytössä oleva perinteinen ja luotettava lämmitystapa. Se soveltuu kaikkiin rakennuskokoihin. Kovin kilpailija puupellettilämmitykselle.

Sähkölämmitystä käytetään pientaloissa ja vapaa-ajanrakennuksissa. Investointikustannukset ovat alhaiset, mutta käyttökustannukset korkeat.

Pelletin käyttö pienessä ja keskisuurissa käyttökohteissa on tullut ajankohtaiseksi öljyn hinnan nousun myötä. Toisaalta puupelletin esiinmarssiin on vaikuttanut pellettiin perustuvien lämmitysjärjestelmien voimakas kehitystyö. Tämän vuoksi pelletistä on tullut hyvin kilpailukykyinen käyttäjäystävällisenä polttoaineena polttoöljyn rinnalle.

Kaikissa vaihtoehdoissa lämpökeskusten investoinnit ovat niin suuret, että avustus ei laskee merkittävästi kustannuksia. Suora sähkölämmitys tulee halvimmaksi. Yleensä puupellettilämmityksen kannattavuus paranee, mitä suurempi lämmöntarve kohteessa on. Pienissä laitoksissa yksikkökustannus on suurempi.

Tällainen tilanne voi johtua siitä, että esimerkkikohteen laskelmissa energian tarve on korkeampi arvo, kuin nykyinen kulutus rakennuksessa on. Toisaalta sähköjärjestelmä ei vaadi mitään kustannuksia ja kyläyhdistys maksoi vain sähkölaskut.

Puupelletti tekee tuloaan myös Kainuuseen ja maakunnassa on oman pellettituotannon lisäksi myös pellettipolttimia asentavia ja huoltavia yrityksiä. Pelletin käytön yleistyminen vaatii, että asiakkaalla on riittävät asennus- ja huoltopalvelut käytettävissä.

Pelletin käyttökohteita on nyt Kainuussa kymmenkunta. Kiinnostus puupellettiin on hyvin pitkälle riippuvainen öljyn hinnasta. Öljylämmittäjät kaipaavat paljon tietoa

pelletistä. Pelletti polttoaineena on öljylämmittäjille vielä jokseenkin tuntematon, minkä vuoksi oikean tiedon välittämiseen tulisi panostaa jatkossa. Esimerkiksi vierailujen, lehtikirjoitusten ja erilaisten tilaisuuksien avulla. Kainuussa puutteena on se, ettei ole paikallisia alan laitetoimittajia ja asennuspalvelua saatavissa.

Suomessa puupellettiä käytetään 1500 pienkohteessa ja 200 aluelämpökeskuksessa. Pelletin käyttö Suomessa on luokkaa 30 000 t/v ja tuotanto 150 000 t/v, joten viennin osuus pelletintuotannosta on 80 %. Kainuussa puupellettiä käytetään nykyisin 20 – 30 käyttökohteessa, joiden kokoluokka on 20 kW – 500 kW.

LÄHDELUETTELO

- 1 Keski-Suomen Energiatoimisto. 20.02.2003. [WWW-dokumentti]
< <http://www.jsp.fi/kesto/Suomi/Tietopankki> >
- 2 Pientalojen ja kiinteistöjen lämmitysjärjestelmät. 20.02.2003. [WWW-dokumentti]. < <http://www.thermia.fi> >
- 3 Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto. Ohje 12 / 2002. Pellettilämpökeskuksen paloturvallisuus. Moniste.
- 4 Tamminen, E. & Nousiainen, I. Bioenergian edistäminen ja sen tuloksellisuus Suomessa. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 23 / 1997. Energiaosasto.
- 5 Energiatalous 2025. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 3/1997.
- 6 Karjalainen, T. & Meriläinen, A. & Kiukaanniemi, E. Energiapuun käytön ja tuotannon demonstraatiot Pohjois- Pohjanmaalla. 1999.
- 7 Energiakatsaus 1 / 2003. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja.
- 8 Satakunnan ammattikorkeakoulu, Suomen Kaukolämpö ry, Motiva Oy, Huoltovarmuuskeskus, Suomen Kuntaliitto. Hakelämpökeskuksen hankinta.
- 9 Pirita Lindholm, Tampereen yliopisto, Aluetieteen ja ympäristöpolitiikan laitoksen verkkojulkaisu 2000. Selvitys puupolttoaineista.
- 10 ELOMATIC, Jyväskylä 2001. Alle 10 MW: n biolämpölaitoksen suunnitteluperiaatteet.
- 11 RT- ja LVI-ohjekortti. Ehdotus. 2003. Puupellettilämmitys.
- 12 Lass Walhroos. Kokemäki. 1980. Satakunnan Maakunta Oy. Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat.
- 13 Puhakka, A. & Alanen, Veli-Matti & Kokkonen, A. & Nalkki, J. & Rousku, P. Pellettilämmitysopas. Perustietoja pellettilämmityksestä. Joensuu. 2003.
- 14 Olli Seppänen. Jyväskylä 1995. Rakennusten lämmitys.
- 15 Olli Seppänen & Matti Seppänen. Jyväskylä 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka.
- 16 Ympäristönsuojeluasetus 169/2000.
- 17 Puupellettien tuotanto- ja käyttöpotentiaali pohjoisessa Keski-Suomessa. Raportti. Keski-Suomen energiatoimisto.

SISÄLLYS

LIITTEET

Liite A: Lämmönläpäisykertoimen laskeminen.	1
Liitteet B: Lämpötehon- ja kokonaisenergian tarve	11
Liite C: Muistio	24
Liitteet D: Kustannusarviopyyntö	25
Liitteet E: Lämmönjakojärjestelmän laskelma ja hinnoittelu	27

PIIRUSTUKSET

Liite G / 1: Ulkoseinä	
Liite G / 2: Väliseinä	
Liite G / 3: Yläpohja	
Liite G / 4: Alapohja	
Liite G / 5: Asemapiirustus	
Liite G / 6: Päärakennus. Pohja, 1 krs. Lämpöjohdot	
Liite G / 7: Päärakennus. Pohja, 2 krs. Lämpöjohdot	
Liite G / 8: Lämpökeskus. Pohjapiirustus	
Liite G / 9: Lämpökeskus. Leikkauspiirustus	
Liite G / 10: Kytkentäkaavio. Lämpö-, vesi- ja viemärilaitteet	

LÄMMÖNLÄPÄISYKERTOIMEN LASKEMINEN

Lämmönläpäisykertoimet lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C4 mukaisesti.

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin U lasketaan kaavan $U = 1/M$ mukaan, jossa M on rakennusosan lämmönvastus.

Rakennusosan lämmönvastus M lasketaan kaavan 1 mukaan, jos rakennusosan ainekerrokset ovat tasapaksuja ja lämmönvirtaus tapahtuu ainekerroksiin nähden kohtisuoraan.

$$M = \Sigma m = m_1 + m_2 + \dots + m_i + m_m + m_a + m_b + \dots + m_s + m_u \quad (1)$$

$m_1, m_2 \dots$ = ainekerroksen 1, 2 ... lämmönvastus,

jossa $m_1 = \frac{d_1}{\lambda_1}$ ja $m_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}$

$d_1, d_2 \dots$	= ainekerroksen 1, 2 ... paksuus (metreinä)
λ_1, λ_2	= ainekerroksen 1, 2 ... normaalin lämmönjohtavuus
m_i	= tuulettamattoman ilmakerroksen lämmönvastus
m_m	= perusmaan lämmönvastus
m_a, m_b	= ainekerroksen a, b ... normaalin lämmönvastus

Summalle $m_s + m_u$ käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

Alapohja:

Katso piirustus liitteenä C/4.

Lattialaudoitus	45 mm	lämmönjohtavuus	$\lambda_1 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Laudoitus	45 mm		$\lambda_2 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Pahvi			
Hirsipalkki	235 mm		
Ilmatila	500 mm		

Koska alkuperäiset piirustukset puuttuu (eivät säilyneet), lasketaan vain tietty osa rakenteesta.

$$m_s + m_u = 0,21 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$m_m = 0,8 \text{ m}^2\text{C/W}$$

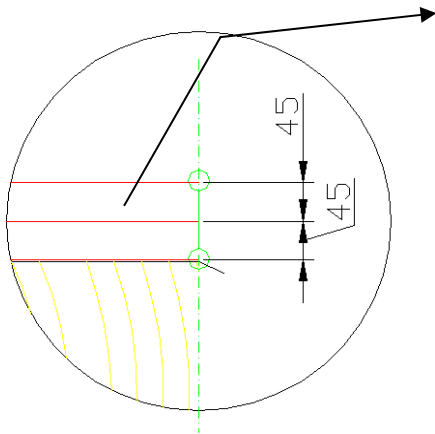
$$\text{ohuen ainekerroksen lämmönvastus} = 0,02 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$M = 0,21 + 0,045/0,12 + 0,045/0,12 + 0,8 + 0,02 = 1,78 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$U = 1/1,78 = 0,56 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$\text{(Vaatimus } U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{C)}$$

Laskettu vain tämä osa.

**Yläpohja:**

Katso piirustus liitteenä C/3.

Puhallusvilla	200 mm	$\lambda_3 = 0,041 \text{ m}^2\text{C/W}$
Sahapuru	150 mm	$\lambda_2 = 0,08 \text{ m}^2\text{C/W}$
Laudoitus	30 mm	$\lambda_1 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$

$$m_s + m_u = 0,14 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$M = 0,14 + 0,2/0,041 + 0,15/0,08 + 0,03/0,12 = 7,15 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$U = 1/7,15 = 0,14 \text{ W/m}^2\text{C}$$

(Vaatus U = 0,22 W/m²C)**Ulkoseinä:**

Seinän rakennepiirustus katso liite C/1

Paneeli	25 mm	$\lambda_1 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Koolaus	25 mm	$\lambda_2 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Haltexlevy	12 mm	$\lambda_3 = 0,055 \text{ m}^2\text{C/W}$
Hirsi	235 mm	$\lambda_4 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Pahvi		
Koolaus	25 mm	$\lambda_5 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Laudoitus	20 mm	$\lambda_6 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$

Koska ulkoseinän rakenteesta ei ole tarkkoja tietoja, lasketaan vain osa:

Haltexlevy	12 mm	$\lambda_1 = 0,055 \text{ m}^2\text{C/W}$
Hirsi	235 mm	$\lambda_2 = 0,12 \text{ m}^2\text{C/W}$
Pahvi		

$$m_s + m_u = 0,17 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\text{ohuen ainekerroksen lämmönvastus} = 0,02 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$M = 0,17 + 0,012/0,055 + 0,235/0,12 + 0,02 = 2,37 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$U = 1/2,37 = 0,42 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$\text{(Vaatimus } U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{C)}$$

Ikkunoiden U-arvo:

1. Lasketaan valoaukon U-arvo kaavasta: $U_v = 6 / \text{lasien lukumäärä}$

Ikkuna koostuu tavanomaisista laseista ja lasien välissä on ilmaa.

Koska kaikki ikkunat rakennuksessa on 2-lasiset: $U_v = 6 / 2 = 3 \text{ W/m}^2\text{C}$

2. Karmi- ja puiteosan U-arvo:
$$U_p = \frac{1}{m_s + m_u + \frac{\beta \cdot \delta}{\lambda_n}}$$

δ = karmi- ja puiteosan keskimääräinen paksuus (m)

β = todellisuudessa moniulotteisen lämpövirtauksen huomioon ottava korjauskerroin,
avattavilla ikkunoilla $\beta = 0,7$ ja kiinteillä $\beta = 0,8$

λ_n = karmi- ja puiteaineen lämmönjohtavuus (W/mC/

$m_s + m_u$ = pintavastusten summa

$$U_p = \frac{1}{0,17 + \frac{0,7 \cdot 0,045}{0,12}} = 2,3 \text{ W/m}^2\text{C}$$

3. Ikkunan keskimääräinen U-arvo.

$$U = U_v \cdot \frac{A_v}{A} + U_p \cdot \frac{A - A_v}{A}; \quad \text{jossa } A_v \text{ valoaukon pinta-ala}$$

A karmin ulkoreunan rajoittaman ikkunan pinta-ala

a). Lasketaan ikkunoiden pinta-alat:

$$A = 3 \cdot 2,8 + 10 \cdot 1,82 + 5 \cdot 4 + 2 \cdot 0,88 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 0,39 = 63,15 \text{ m}^2$$

b). Lasketaan kaikki valoaukon pinta-ala:

$$A_v = 3 \cdot 1,78 + 10 \cdot 1,04 + 5 \cdot 2,79 + 2 \cdot 0,16 + 7 \cdot 1,12 + 0,24 = 38,09 \text{ m}^2$$

4. Lasketaan kaavasta U-arvo:

$$U = 3 \cdot \frac{38,09}{63,15} + 2,3 \cdot \frac{63,15 - 38,09}{63,15} = 2,72 \text{ W/m}^2\text{C}$$

(Vaatimus $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{C}$)

Ovien U-arvo:

Ulkoilmaa vastaan olevat ovet kuten ulko- ja parvekeovet, asettuvat U-arvoltaan yleensä ikkunoiden ja muiden rakenteiden välimaastoon.

$$U = U_V \cdot \frac{A_V}{A} + U_O \cdot \frac{A_O}{A} + U_P \cdot \frac{A_P}{A};$$

jossa U_V valoaukon U-arvo

U_O ovilevyn U-arvo

U_P karmin keskimääräinen U-arvo

$A_V, A_O, A_P, \text{ ja } A$ valoaukon, ovilevyn, karmin ja koko oven pinta-ala karmin ulkomittojen mukaan

1. Pääovi

Oven tyyppi HDF 10 x 21 (vasen), varaston ovi.

$$U_1 = 0,7 \text{ W/m}^2\text{C}$$

2. Toinen pääovi

$$A_V = 3 \cdot (0,145 \cdot 1,54) = 0,67 \text{ m}^2$$

$$A = 2,0 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ m}^2$$

$$A_P = (1,54 \cdot 1,15 \cdot 4) + (0,115 \cdot 0,9) + (0,345 \cdot 0,9) = 1,12 \text{ m}^2$$

$$U_V = 1/0,17 + 0,105 + 3 \cdot 0,004 = 3,48 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_P = 1/0,17 + (0,8 \cdot 0,19/0,12) = 0,96 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_2 = 3,48 \cdot 0,67/1,8 + 0,96 \cdot 1,12/1,8 = 1,892 \text{ W/m}^2\text{C} \sim 1,9 \text{ W/m}^2\text{C}$$

3. Muut ovet

$$A = 1,8 \text{ m}^2$$

$$A_P = 2 \cdot (0,7 \cdot 0,12) + 2 \cdot (0,12 \cdot 2) = 0,65 \text{ m}^2$$

$$A_O = 1,8 \cdot 0,7 = 1,26 \text{ m}^2$$

$$U_P = 1/0,17 + (0,095/0,12) = 1,04 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_O = 1/0,17 + 1 = 0,85 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_{3,4} = 0,85 * 1,26 / 1,8 + 1,04 * 0,65 / 1,8 = \mathbf{0,98 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

4. Postiovi

$$A = 1,8 \text{ m}^2$$

$$A_P = 2 * (0,7 * 0,1) + 2 * (1,8 * 0,1) = 0,5 \text{ m}^2$$

$$A_O = 0,7 * 1,8 = 1,26 \text{ m}^2$$

$$U_O = 1 / 0,17 + 1 = 0,85 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_P = 1,04 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$U_5 = 0,85 * 1,26 / 1,8 + 1,04 * 0,5 / 1,8 = \mathbf{0,9 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 = (0,7 + 1,9 + 0,98 + 0,98 + 0,9) / 5 = \mathbf{1,1 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

$$\text{(Vaatus U = 0,7 W/m}^2\text{C)}$$

TEHONTARPEEN LASKENTA

RAKENNUSKOHTAINEN LASKENTA

1. Rakennuksen lämmitystehontarve

Tehontarvelaskelmat suoritetaan ensisijassa huonekohtaisesti, jolloin voidaan valita huonekohtaiset lämmityslaitteet tai yleensä laskea huoneessa tarvittava lämmitysteho.

Lämmitystehontarve lasketaan sekä huonekohtaisesti että rakennuskohtaisesti kaavan (1) avulla. Huonekohtaista tehontarvetta laskettaessa ei lämpimän käyttöveden osuutta kuitenkaan yleensä tarvita kuten ei lämmöntuoton hyötysuhdettakaan.

$$\phi = (\phi_{\text{joht.}} + \phi_{\text{joht. maa.}} + \phi_{\text{iv}} + \phi_{\text{vuotoiv.}} + \phi_{\text{lv}}) / \eta_m \quad (1)$$

jossa ϕ lämmitystehontarve, kW

$\phi_{\text{joht.}}$ johtumistehon rakenteiden läpi ulkoilmaan ja viereisiin erilämpöosiin tiloihin, kW

$\phi_{\text{joht. maa.}}$ johtumisteho maahan, kW

ϕ_{iv} ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, kW

$\phi_{\text{vuotoiv.}}$ vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, kW

ϕ_{lv} lämpimän käyttöveden valmistuksen tehon tarve, kW

η_m lämmöntuoton hyötysuhde mitoitustilanteessa

$$\phi = (28,23 \text{ kW} + 3 \text{ W/m}^2 + 20,35 \text{ kW} + 79,38 \text{ kW}) / 0,9 = 145,5 \text{ kW}$$

2. Johtumisteho rakenteiden läpi

Johtumistehon on ulkoseinien, ikkunoiden, ovien, yläpohjien ja alapohjien johtumistehojen summa.

Johtumisteho lasketaan kaavan (2) avulla.

$$\phi_{joht.} = \Sigma (U * A * (T_s - T_u)) \quad (2)$$

jossa	$\phi_{joht.}$	johtumisteho, W
	U	kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m ² C°
	A	kunkin rakennusosan pinta-ala, m ²
	T_s	sisälämpötila, C° = + 21°
	T_u	ulkolämpötila, C° = - 32°

Ulkoseinän johtumisteho.

$$A = \text{seinät} - \text{ikkunat} - \text{ovet} = 618 \text{ m}^2 - 63,15 - 9 \text{ m}^2 = 545,85 \text{ m}^2$$

$$\phi_{joht} = 0,42 * 545,85 * (+ 21 - (- 32)) = 12150,62 \text{ W} \sim 12,1 \text{ kW}$$

Alapohjan johtumisteho.

$$T_s \quad \text{sisälämpötila, C}^\circ = + 21^\circ$$

$$T_u \quad \text{ulkolämpötila, C}^\circ = 0^\circ$$

$$A = 25,5 * 13,13 = 334,8 \text{ m}^2$$

$$\phi_{joht} = 0,56 * 334,8 * (+ 21 - 0) = 3937,25 \text{ W} \sim 3,9 \text{ kW}$$

Yläpohjan johtumisteho.

$$A = 25,5 * 13,13 = 334,8 \text{ m}^2$$

$$\phi_{joht} = 0,14 * 334,8 * (+ 21 - (- 32)) = 2484,22 \text{ W} \sim 2,5 \text{ kW}$$

Ikkunoiden johtumisteho.

$$\phi_{joht} = 2,72 * 63,15 * (+ 21 - (- 32)) = 9137,2 \text{ W} \sim 9,1 \text{ kW}$$

Ovien johtumisteho.

$$\phi_{joht} = 1,1 * 9 * (+ 21 - (- 32)) = 524,7 \text{ W} \sim 0,5 \text{ kW}$$

$$\Sigma \phi_{joht} = 524,7 + 9137,2 + 2484,22 + 3937,25 + 12150,62 = 28233,99 \text{ W}$$

3. Johtumisteho maahan

$$\phi_{joht. maa} = 3 \text{ W/m}^2\text{C}$$

4. Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho

Ei ole koneellista ilmanvaihtoa vaan painovoimainen.

5. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho lasketan kaavan (3) avulla.

$$\phi_{vuotoiv.} = (\rho_i * c_{pi} * V_{vuoto} (T_s - T_u)) * 2 \quad (3), \text{ koska ei ole koneellista ilmanvaihtoa.}$$

jossa

$\phi_{vuotoiv}$	= vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, kW
ρ_i	= ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	= ilman ominaislämpö, 1,0 KJ/kgK

Vuotoilmavirta = V_{vuoto} , lasketaan seuraavasti:

$$V_{vuoto} = n_v * V / 3600 \quad (4); \quad \text{jossa } n_v \quad \text{vuotoilman vaihtuvuus kertaa tunnissa (1/h)}$$

V	rakennustilavuus, r-m ³
3600	laatumuunnoksesta tuleva termi, jotta vuoto olisi laadultaan, m ³ /s

Vuodon aiheuttamana ilmavaihtuvuutena käytetään RakMK: n osan D2 mukaisesti arvo 0,2 1/h

$$V_{vuoto} = 0,2 * 2800 / 3600 = 0,16$$

$$\phi_{vuotoiv.} = (1,2 * 1,0 * 0,16 * 53) * 2 = 20,35 \text{ kW}$$

6. Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho ja sen osuus tästä tehosta, joka vaikuttaa rakennuksen lämmitystehontarvetta lisäävästi, lasketaan seuraavasti:

$$\phi_{lv} = \rho_v * c_{pv} * V_{lvmit} * (T_{lv} - T_{kv})$$

jossa

ϕ_{lv}	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, kW
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpö, 4,2 kJ/kgK
V_{lvmit}	mitoitusvirtaama, m ³ /s
T_{lv}	lämpimän veden lämpötila, 55 C
T_{kv}	kylmän veden lämpötila, 10 C

Lasketaan mitoitusvirtaama:

Vesikaluste	KV	LV	Määrä	Σ KV	Σ LV
PA	0,2	0,2	6	1,2	1,2
WC	0,1		4	0,4	
SUIHKU	0,2	0,2	2	0,4	0,4
YHT	Σ0,5	Σ0,4		Σ2	Σ1,6

$$Q_n = 1,6 > q_n = 0,42 \text{ l/s} \sim 0,00042 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{D1 mukaisesti})$$

$$\phi_{lv} = 1000 * 4,2 * 0,00042 * 45 = 79,38 \text{ kW}$$

HUONEKOHTAINEN LASKENTA

Katso liitteet B.

ENRGIANTARPEEN LASKENTA

Rakennuksen lämmitysenergian tarve lasketaan vuotta kohti seuraavien kaavojen mukaisesti.

1. Rakennuksen lämmitysenergian tarve.

Rakennuksen lämmitysenergian tarve Q muodostuu seuraavasti:

$$Q = (Q_{\text{joht.}} + Q_{\text{joht. maa}} + Q_{\text{vuotoiv}} + Q_{\text{lv}} - Q_{\text{S}}) / \eta$$

jossa	Q	lämmitysenergiatarve, kWh
	Q_{joht}	rakenteiden läpi johtuva energia, kWh
	$Q_{\text{joht. maa}}$	maahan johtuva energia, kWh
	Q_{vuotoiv}	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
	Q_{lv}	käytöveden lämmityksen tarvitsema energia, kWh
	Q_{S}	sisäisistä lämmönlähteistä ja auringon säteilystä hyödynnettävä energia, kWh
	η	lämmöntuoton hyötysuhde laskentajaksolla, 80%

$$Q = (85\,511,52 + 5\,557,68 + 49\,486,1 + 3360 - 25\,704) / 0,8 = 147\,764,1 \text{ kWh} \sim 148 \text{ MWh}$$

2. Rakenteiden läpi johtuva energia.

Rakenteiden läpi johtuva energia lasketaan rakennuskohtaisesti:

$$Q_{\text{joht.}} = \Sigma (U \cdot A \cdot 24S) / 1000 ;$$

jossa	$Q_{\text{joht.}}$	rakenteiden läpi johtuva energia, kWh
	U	kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m ² C
	A	kunkin rakennusosan pinta-ala, m ²
	S	paikkakunnan ko. jakson astepäiväluku, Kd = 5523 (Kajaani)
	24	kerroin, joka muuntaa astepäiväluvun astetunneiksi
	1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

$$Q_{\text{joht.}} = \Sigma ((0,42 \cdot 545,85 \cdot 24 \cdot 5523) / 1000) + ((0,14 \cdot 334,8 \cdot 24 \cdot 5523) / 1000) + ((0,56 \cdot 334,8 \cdot 24 \cdot 5523) / 1000) + ((2,72 \cdot 63,15 \cdot 24 \cdot 5523) / 1000) + ((1,1 \cdot 9 \cdot 24 \cdot 5523) / 1000) = 85\,511,52 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{joht.}} = 85\,511,52 \text{ kWh}$$

3. Maahan johtuva energia.

$$Q_{\text{joht. maa}} = q_M \cdot A$$

Jossa	$Q_{\text{joht. maa}}$	maahan johtuva energia, kWh
	q_M	rakennuksen sisälämpötilasta riippuva maahan johtuva energia pinta-alayksikköä kohden (D 5 mukaisesti), kWh/m ² , jakso
	A	lattia- ja seinämäpinta-alasta se osuus, joka vaikuttaa häviöiden suuruuteen, m ²

$$Q_{\text{joht. maa}} = 16,6 \cdot 334,8 = 5\,557,68 \text{ kWh}$$

4. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia.

Rakenteiden epätiiviyksien kautta virtaavan vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia on:

$$Q_{\text{vuotoiv}} = c_{pi} \cdot \rho_i \cdot n_v \cdot V \cdot 24S / 3600$$

Jossa	Q_{vuotoiv}	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
	ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
	c_p	ilman ominaislämpö, 1,0 kJ/kgW
	n_v	vuotoilmanvaihtuvuus kertaa tunnissa, l/h
	V	rakennustilavuus, m ³
	S	astepäiväluku, Kd = 5523 (Kajaani)
	24	kerroin, joka muuntaa astepäiväluvun astetunneiksi
	3600	kerroin, jolla vaihtuvuus l/h muunnetaan yksiköksi l/s

$$Q_{\text{vuotoiv}} = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 2800 \cdot 24 \cdot 5523 / 3600 = 49\,486,01 \text{ kWh}$$

5. Käyttöveden lämmityksen tarvitsema energia.

$$Q_{lv} = 0,1 \text{ kWh/rm}^3, \text{ kk}$$

$$Q_{lv} = 0,1 * 12 = 1,2 \text{ kWh/rm}^3$$

$$Q_{lv} = 1,2 * 2800 = 3360 \text{ kWh/rm}^3$$

6. Sisäisistä lämmönlähteistä hyödynnettävä energia.

Rakennuksessa vapautuu siellä tapahtuvasta toiminnasta lämpöä, etenkin valaistuksesta ja ihmisistä.

$$Q_S = \eta_S * \eta_r * (Q_{säh} + Q_{hlö})$$

Jossa	Q_S	sisäisistä lämmönlähteistä ja auringon säteilystä hyödynnettävä energia, kWh
	η_S	kerroin, joka ottaa huomioon säätöjärjestelmän vaikutuksen energioiden hyväksikäyttöasteeseen
	η_r	ideaalinen sisäisten energioiden hyväksikäyttöaste
	$Q_{säh}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva energia, kWh
	$Q_{hlö}$	henkilöiden luovuttama lämpöenergia, kWh

$$\eta_r = Q_{\text{joht.}} + Q_{\text{joht. maa}} + Q_{\text{vuotoiv}} / Q_{säh} + Q_{hlö}$$

Jossa	$Q_{säh}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva energia, kWh
	$Q_{hlö}$	henkilöiden luovuttama lämpöenergia, kWh
	Q_{joht}	rakenteiden läpi johtuva energia, kWh
	$Q_{\text{joht. maa}}$	maahan johtuva energia, kWh
	Q_{vuotoiv}	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh

$$Q_{säh} = 0,7 \text{ kWh/rm}^2, \text{ kk} * 12 * 2800 = 23\,520 \text{ kWh}$$

$$Q_{hlö} = 0,2 \text{ kWh/rm}^3 * 12 = 2,4 \text{ kWh/rm}^3/\text{vuosi} * 2800 = 6720 \text{ kWh}$$

$$\eta_r = 85\,511,52 + 5\,557,68 + 49\,486,1 / 23\,520 * 6\,720 = 4,6 \text{ kWh}$$

jos η_r on suurempi kuin 1, niin käytetään arvo = 1.

$$Q_S = 0,85 * 1 * (23\,520 + 6\,720) = 25\,704 \text{ kWh}$$

Rakennuskohtainen laskenta

	U-arvot	Pinta-alat	Johtumisteho rakenteiden läpi
US	0,42	545,9	12150,6
AP	0,56	334,8	3937,2
YP	0,14	334,8	2484,2
IK	2,72	63,2	9103,7
OV	1,1	9,0	524,7
			28200,5
Vuotoilmavirta Vvuoto			0,16

1. Johtumisteho rakenteiden läpi	28,2	kW
2. Johtumisteho maahan	3	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	20,4	kW
4. Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho	79,4	kW
5. Rakennuksen lämmitystehontarve	145,4777	kW

Huonekohtainen laskenta

	I Kerros	II Kerros	
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	14,21	13,6	27,8
2. Johtumisteho maahan	3,65		3,7
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	6,0	8,1	14,1
4. Huoneen lämmitystehontarve		Summa	45,6

Huonekohtainen laskenta I kerros

Kuntosali	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	55,0	53,9	4,6			2524,21	W	2,52	kW
2. Johtumisteho maahan	55,0	53,9	4,6			634,33	W	0,63	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	55,0	53,9	4,6		0,01222	219,9	1,55 kW	1,55	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	55,0	53,9	4,6			3511,22	W	3,51	kW

Myymälä/TK	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	5,4	1,4		1,8		242,08	W	0,24	kW
2. Johtumisteho maahan	5,4	1,4		1,8		16,93	W	0,02	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	5,4	1,4		1,8	0,00120	21,6	0,15 kW	0,15	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	5,4	1,4		1,8		287,96	W	0,29	kW

Myymälä/Huone1	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	56,2	63,1	7,3			3042,55	W	3,04	kW
2. Johtumisteho maahan	56,2	63,1	7,3			742,06	W	0,74	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	56,2	63,1	7,3		0,01249	224,8	1,59 kW	1,59	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	56,2	63,1	7,3			4206,89	W	4,21	kW

Huonekohtainen laskenta I kerros**Myymälä/Huone2**

	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	15,4	6,9		1,8		528,65	W	0,53	kW
2. Johtumisteho maahan	15,4	6,9		1,8		80,91	W	0,08	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	15,4	6,9		1,8	0,00342	61,6	kW	0,44	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	15,4	6,9		1,8		677,77	W	0,68	kW

Myymälä/Huone3

	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	24,1	49,5	5,5			1904,22	W	1,90	kW
2. Johtumisteho maahan	24,1	49,5	5,5			581,53	W	0,58	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	24,1	49,5	5,5		0,00535	96,2	kW	0,68	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	24,1	49,5	5,5			2762,70	W	2,76	kW

Myymälä/Pienet komerot

	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		7,4				86,79	W	0,09	kW
2. Johtumisteho maahan		7,4				86,79	W	0,09	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		7,4			0,00164	29,5	kW	0,21	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		7,4				193,10	W	0,19	kW

Huonekohtainen laskenta I kerros

Lepuhuone	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	30,6	15,8	1,8			1129,36	W	1,13	kW
2. Johtumisteho maahan	30,6	15,8	1,8			186,28	W	0,19	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	30,6	15,8	1,8		0,00680	122,3	0,86 kW	0,86	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	30,6	15,8	1,8			1462,78	W	1,46	kW

Eteinen	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		4,4				51,39	W	0,05	kW
2. Johtumisteho maahan		4,4				51,39	W	0,05	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		4,4			0,00097	17,5	0,12 kW	0,12	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		4,4				114,34	W	0,11	kW

TK	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	5,4	1,8		1,8		246,31	W	0,25	kW
2. Johtumisteho maahan	5,4	1,8		1,8		21,17	W	0,02	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	5,4	1,8		1,8	0,00120	21,6	0,15 kW	0,15	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	5,4	1,8		1,8		297,37	W	0,30	kW

Huonekohtainen laskenta I kerros

Komero	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		5,8				67,74	W	0,07	kW	
2. Johtumisteho maahan		5,8				67,74	W	0,07	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		5,8			0,00128	23,0	0,16	kW	0,16	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		5,8				150,71	W	0,15	kW	

Siivouskomero	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		1,9				21,99	W	0,02	kW	
2. Johtumisteho maahan		1,9				21,99	W	0,02	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		1,9			0,00042	7,5	0,05	kW	0,05	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		1,9				48,93	W	0,05	kW	

Käytävä kuntosaliin	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		3,6				42,34	W	0,04	kW	
2. Johtumisteho maahan		3,6				42,34	W	0,04	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		3,6			0,00080	14,4	0,10	kW	0,10	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		3,6				94,19	W	0,09	kW	

Huonekohtainen laskenta I kerros

Eteinen (pääpääsy)	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	5,4	3,6		1,8		267,48	W	0,27	kW
2. Johtumisteho maahan	5,4	3,6		1,8		42,34	W	0,04	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	5,4	3,6		1,8	0,00120	21,6	kW	0,15	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	5,4	3,6		1,8		344,41	W	0,34	kW

Aula	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	13,8	33,2	2,8			1101,27	W	1,10	kW
2. Johtumisteho maahan	13,8	33,2	2,8			390,43	W	0,39	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	13,8	33,2	2,8		0,00307	55,2	kW	0,39	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	13,8	33,2	2,8			1657,88	W	1,66	kW

Posti	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.
	US	AP	IK	OV					
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	38,2	23,6	2,8			1530,60	W	1,53	kW
2. Johtumisteho maahan	38,2	23,6	2,8			277,07	W	0,28	kW
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	38,2	23,6	2,8		0,00848	152,7	kW	1,08	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve	38,2	23,6	2,8			2009,72	W	2,01	kW

Huonekohtainen laskenta I kerros

Pukuhuone	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		5,2				61,15	W	0,06	kW	
2. Johtumisteho maahan		5,2				61,15	W	0,06	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		5,2			0,00116	20,8	0,15	kW	0,15	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		5,2				136,06	W	0,14	kW	

Peseytymistila + WC	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		5,5				64,68	W	0,06	kW	
2. Johtumisteho maahan		5,5				64,68	W	0,06	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		5,5			0,00122	22,0	0,16	kW	0,16	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		5,5				143,91	W	0,14	kW	

Sauna	US	Pinta-alat			Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
		AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		2,8				32,69	W	0,03	kW	
2. Johtumisteho maahan		2,8				32,69	W	0,03	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		2,8			0,00062	11,1	0,08	kW	0,08	kW
4. Huoneen lämmitystehontarve		2,8				72,74	W	0,07	kW	

Huonekohtainen laskenta I kerros

Taukuhuone	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	17,2	15,0	2,8			962,92	W	0,96	kW	
2. Johtumisteho maahan	17,2	15,0	2,8			176,40	W	0,18	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	17,2	15,0	2,8		0,00382	68,8	0,49 kW	0,49	kW	
4. Huoneen lämmitystehontarve	17,2	15,0	2,8			1266,45	W	1,27	kW	

Pieni eteinen	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	5,8	2,9		1,8		268,15	W	0,27	kW	
2. Johtumisteho maahan	5,8	2,9		1,8		34,10	W	0,03	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	5,8	2,9		1,8	0,00129	23,2	0,16 kW	0,16	kW	
4. Huoneen lämmitystehontarve	5,8	2,9		1,8		336,02	W	0,34	kW	

WC	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	AP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		2,8				32,69	W	0,03	kW	
2. Johtumisteho maahan		2,8				32,69	W	0,03	kW	
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		2,8			0,00062	11,1	0,08 kW	0,08	kW	
4. Huoneen lämmitystehontarve		2,8				72,74	W	0,07	kW	

Huonekohtainen laskenta II kerros

Toimisto	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	53,2	57,0	8,0			2760,16	W	2,76	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	53,2	57,0	8,0		0,01182	212,8	1,50	kW	1,50	
3. Huoneen lämmitystehontarve	53,2	57,0	8,0			3068,51	W	3,07	kW	

Kudontahuone	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	64,1	72,7	6,0			2831,56	W	2,83	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	64,1	72,7	6,0		0,01425	256,5	1,81	kW	1,81	
3. Huoneen lämmitystehontarve	64,1	72,7	6,0			3148,19	W	3,15	kW	

Päiväkoti/Huone 1	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	52,4	55,4	8,0			2731,07	W	2,73	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	52,4	55,4	8,0		0,01164	209,6	1,48	kW	1,48	
3. Huoneen lämmitystehontarve	52,4	55,4	8,0			3036,17	W	3,04	kW	

Huonekohtainen laskenta II kerros

Päiväkoti/Huone 2	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	62,8	70,4	6,0			2784,89	W	2,78	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	62,8	70,4	6,0		0,01396	251,2	1,78	kW	1,78	
3. Huoneen lämmitystehontarve	62,8	70,4	6,0			3096,29	W	3,10	kW	
Aula	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	20,8	36,0	4,0			1306,77	W	1,31	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	20,8	36,0	4,0		0,00462	83,2	0,59	kW	0,59	
3. Huoneen lämmitystehontarve	20,8	36,0	4,0			1452,62	W	1,45	kW	
WC/M	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		2,4				17,81	W	0,02	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		2,4			0,00053	9,6	0,07	kW	0,07	
3. Huoneen lämmitystehontarve		2,4				19,86	W	0,02	kW	

Huonekohtainen laskenta II kerros

WC/N	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	6,3	3,0	0,9			288,64	W	0,29	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	6,3	3,0	0,9		0,00140	25,2	0,18 kW	0,18	kW	
3. Huoneen lämmitystehontarve	6,3	3,0	0,9			320,91	W	0,32	kW	

Porraskäytävä	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	17,0	22,8	2,0			835,69	W	0,84	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	17,0	22,8	2,0		0,00378	68,0	0,48 kW	0,48	kW	
3. Huoneen lämmitystehontarve	17,0	22,8	2,0			929,08	W	0,93	kW	

Varasto + porras ullakkoon	Pinta-alat				Vvuoto	R-m ³	Yks.		Yks.	
	US	YP	IK	OV						
1. Johtumisteho rakenteiden läpi		8,4				62,33	W	0,06	kW	
2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho		8,4			0,00187	33,6	0,24 kW	0,24	kW	
3. Huoneen lämmitystehontarve		8,4				69,52	W	0,07	kW	

Huonekohtainen laskenta - yhteensä

I KERROS	1. Johtumisteho rakenteiden läpi, W	kW	2. Johtumisteho maahan, W	kW	3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, kW	5. Huoneen lämmitystehotarve, W	kW
1.Kuntosali	2524,2	2,52	634,3	0,63	1,55	3511,2	3,51
2. Myymälä/TK	242,1	0,24	16,9	0,02	0,15	288,0	0,29
3. Myymälä/Huone1	3042,6	3,04	742,1	0,74	1,59	4206,9	4,21
4. Myymälä/Huone2	528,7	0,53	80,9	0,08	0,44	677,8	0,68
5. Myymälä/Huone3	1904,2	1,90	581,5	0,58	0,68	2762,7	2,76
6. Myymälä/Pienet komerot	86,8	0,09	86,8	0,09	0,21	193,1	0,19
7. Lepuhuone	1129,4	1,13	186,3	0,19	0,86	1462,8	1,46
8. Eteinen	51,4	0,05	51,4	0,05	0,12	114,3	0,11
9. TK	246,3	0,25	21,2	0,02	0,15	297,4	0,30
10. Komero	67,7	0,07	67,7	0,07	0,16	150,7	0,15
11. Siivouskomero	22,0	0,02	22,0	0,02	0,05	48,9	0,05
12. Käytävä kuntosaliin	42,3	0,04	42,3	0,04	0,10	94,2	0,09
13. Eteinen (pääpääsy)	267,5	0,27	42,3	0,04	0,15	344,4	0,34
14. Aula	1101,3	1,10	390,4	0,39	0,39	1657,9	1,66
15. Posti	1530,6	1,53	277,1	0,28	1,08	2009,7	2,01
16. Pukuhuone	61,2	0,06	61,2	0,06	0,15	136,1	0,14
17. Peseytymistila + WC	64,7	0,06	64,7	0,06	0,16	143,9	0,14
18. Sauna	32,7	0,03	32,7	0,03	0,08	72,7	0,07
19. Taukuhuone	962,9	0,96	176,4	0,18	0,49	1266,5	1,27
20. Pieni eteinen	268,2	0,27	34,1	0,03	0,16	336,0	0,34
21.WC	32,7	0,033	32,7	0,03	0,08	72,7	0,0727
YHTEENSÄ, W	14209,3		3645		9	19848	
YHTEENSÄ, kW		14,21		3,65	9		19,85

Huonekohtainen laskenta - yhteensä

	1. Johtumisteho rakenteiden läpi, W	kW	2. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, kW	3. Huoneen lämmitystehotarve, W	kW
II KERROS					
1.Toimisto	2760,2	2,8	1,5	3068,5	3,07
2. Kudontahuone	2831,6	2,8	1,8	3148,2	3,15
3. Päiväkoti/Huone 1	2731,1	2,7	1,5	3036,2	3,04
4. Päiväkoti/Huone 2	2784,9	2,8	1,8	3096,3	3,10
5. Aula	1306,8	1,3	0,6	1452,6	1,45
6. WC/M	17,8	0,0	0,1	19,9	0,02
7. WC/N	288,6	0,3	0,2	320,9	0,32
8. Porraaskäytävä	835,7	0,8	0,5	929,1	0,93
9. Varasto + porras ullakkoon	62,3	0,1	0,2	69,5	0,07
YHTEENSÄ, W	13618,9		8,1	15141,1	
YHTEENSÄ, kW		13,6	8,1		15,1

Huonekohtainen laskenta

	I Kerros	II Kerros	
1. Johtumisteho rakenteiden läpi	14,21	13,6	27,8
2. Johtumisteho maahan	3,65		3,7
3. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho	6,0	8,1	14,1
4. Huoneiden lämmitystehotarve			45,6

Olga Suprun
Laajankankaankatu 13G – 50
87500 KAJAANI
044 – 7640928

MUISTIO

24.10.2002

Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ala

INSINÖÖRITYÖN ALKUTIEDOT

Olemme sopineet alustavasti seuraavasta insinöörityön aiheesta, jonka työnimi on Energian käytön tehostaminen.

Tekijä Opiskelija Olga Suprun, Kajaanin AMK, TKT9S

Tilaaaja ja yhdyshenkilö

Nakertaja – Hetteenmäen kyläyhdistys ry, Mauri Saastamoinen,
Särkilahdentie 1, 87830 NAKERTAJA
Puh. 050 5920 457
Sähköposti: nakertaja@kajaani.net

Työn tausta

Suomessa ja Ruotsissa on kehitetty uusia pellettilämmitysjärjestelmiä, joiden toimintaa ja edullisuutta halutaan kokeilla eri kokoisissa kohteissa. Tässä kohteessa selvitetään pellettijärjestelmän soveltuvuutta Kyläkoulu-tyyppisen rakennuksen lämmittämisessä. Selvityksessä on mukana myös Kainuun Pelletti – hanke.

Tavoite

Tehtävänä on suunnitella toimitaloon pellettiin perustuva lämmitysjärjestelmä. Työhön kuuluu myös vesikierto-järjestelmän suunnittelu kustannuksineen, ja nykyisen ja uuden lämmitysjärjestelmän taloudellisuusvertailu.

Tavoiteaikataulu Työ aloitetaan 24.10.2002 – 28.10.2003

Olga Suprun
Insinöörityön tekijä

Mauri Saastamoinen
Tilaaajan yhdyshenkilö

Kajaanin kaupunki
Tekninen palvelukeskus
Toimitilat / Olga Suprun
Pohjolankatu 13
87100 KAJAANI

KUSTANNUSARVIOPYYNTÖ

THERMIA OY
Kirsti Eronen
PL 59, Uuraistentie 1
43101 SAARIJÄRVI

Kajaanin kaupungin taajama – alueella aktiivisesti toimiva Nakertajan – Hetteenmäen Kyläyhdistys omistaa entisen kansakoulurakennuksen. Kyläyhdistys päätti alkuvuodesta selvittää eri vaihtoehtojilla sähkölämmityskiinteistön vaihtamisen puupellettilämmitysjärjestelmään. Olen Kajaanin Ammattikorkeakoulun opiskelija suoritan selvitystyön ns. päättötyönä.

Kustannusten selvittämiseksi pyydän lämpökeskus- ja polttoainelaitteesta hintoja kahdella tavalla.

I Vaihtoehto:

Lämpökeskus ja polttoainevarasto rakennetaan nykyiseen varastorakennukseen. Kyläyhdistyksellä on runsaasti eri ammatteja osaavia työntekijöitä. Eli vain materiaalit hankitaan ja työt tehdään itse.

II Vaihtoehto:

Lämpökeskuskontti sijoitetaan nykyiseen varastorakennuksen läheisyyteen.

Perustietoja päärakennuksesta:

- kattilateho 80 kW (laskettu)
- lämpöenergian vuosikulutus n. 130 MW
- lämminkäyttövesitarve; 2 suihkua, 5 pesuallasta.

Periaatepiirustukset lämpökeskuksesta:

- kytkentäkaavio, liite 1
- vaihtoehto I, pohjapiirustus, liite 2

VAIHTOEHTO I, pyydämme verollisia bruttohintoja:

- kattila, palopää, polttoaineen syöttöruuvi, lautaspurkain, jalusta
- savupiippu
- tarvittava poltinautomaattikka ja paloturvallisuuslaitteet
- LKV - siirrin
- kiertovesipumppu
- arviohinta asennustarkastuksesta ja koekäytöstä

VAIHTOEHTO II, pyydämme verollista kokonaishintaa:

- täydellinen lämpökontti paikan päälle toimitettuna, tilaajan ohjeiden mukaisesti rakennetulle perustalle.

Hintoja pyydän, jos mahdollista, 12.8.03 mennessä.

Lisätietoja antavat:

Olga Suprun

044-7640928

Kajaanissa, 01.08.2003

Yhteistyöterveisin,

Olga Suprun.

LÄMMÖNJAKOJÄRJESTELMÄN LASKELMA

Massaluettelo

Project: Nakertajan kylä

Date: 23.04.2003

Laji	Koko	Sarja	Tuote	N, kpl	L, pituus [m]	Eriste	s halkaisija [mm]
Putki	10	Fe-35			159.1		
Putki	10	Fe-35			29.4	eristetty	20
Putki	15	Fe-35			5.3		
Putki	15	Fe-35			19.2	eristetty	20
Putki	20	Fe-35			47.9	eristetty	20
Putki	25	Fe-35			45.3	eristetty	20
Putki	32	Fe-35			7.4	eristetty	20
Putki	50	PEX			1.3	eristetty	20
Putki	40	LR-PEX			79.9		
Mutka-90	10	Fe-35		87			
Mutka-90	10	Fe-35		12		eristetty	20
Mutka-90	15	Fe-35		4			
Mutka-90	20	Fe-35		12		eristetty	20
Mutka-90	25	Fe-35		14		eristetty	20
Mutka-90	32	Fe-35		2		eristetty	20
T-haara-90	10/10	Fe-35		10			
T-haara-90	10/15	Fe-35		6			
T-haara-90	15/10	Fe-35		8		eristetty	20
T-haara-90	20/10	Fe-35		14		eristetty	20
T-haara-90	20/15	Fe-35		2		eristetty	20
T-haara-90	20/20	Fe-35		2		eristetty	20
T-haara-90	25/10	Fe-35		14		eristetty	20
T-haara-90	25/15	Fe-35		2		eristetty	20
T-haara-90	32/25	Fe-35		2		eristetty	20
Outlet	10/10	Fe-35		2			
Outlet	10/15	Fe-35		2			
Supistus	15/10	Fe-35		2		eristetty	20
Supistus	20/15	Fe-35		6		eristetty	20
Supistus	25/20	Fe-35		4		eristetty	20
Supistus	32/25	Fe-35		2		eristetty	20
Supistus	50/32	Fe-35		2		eristetty	20
Supistus	50/40	PEX		2		eristetty	20
Lämmityspatteri		PC11	PC11-600-2000	1			
Lämmityspatteri		PC11	PC11-600-500	1			
Lämmityspatteri		PC21	PC21-400-1200	2			
Lämmityspatteri		PC21	PC21-400-600	1			
Lämmityspatteri		PC21	PC21-600-1000	2			
Lämmityspatteri		PC21	PC21-600-2000	6			
Lämmityspatteri		PC21	PC21-600-600	1			
Lämmityspatteri		PC22	PC22-6012	16			
Lämmityspatteri		PC22	PC22-6020	1			
Lämmityspatteri		PC22	PC22-9010	1			
Lämmityspatteri		PC33	PC33-600-1400	1			
Linjasäätöventtiili	25	LSV3	ORAS 4100-25	2			
Patteriventtiili	10	TPV1	TRV-1-10	33			
Sulkuventtiili	25	SV2	ORAS 4000-25	2			

HINNOITTELU

Laji	Hinta	Hinta	Kpl	Yht.
Putki	2306,95			2306,95
Putki	711,48			711,48
Putki	79,5			79,50
Putki	489,6			489,60
Putki	1336,41			1336,41
Putki	1372,59			1372,59
Putki	255,3			255,30
Putki	48,061			48,06
Putki	2300,321			2300,32
Lämmityspatteri		290,25	1	290,25
Lämmityspatteri		162,11	1	162,11
Lämmityspatteri		258,22	2	516,44
Lämmityspatteri		181,21	1	181,21
Lämmityspatteri		276,16	2	552,32
Lämmityspatteri		410,66	6	2463,96
Lämmityspatteri		205,03	1	205,03
Lämmityspatteri		317,15	16	5074,4
Lämmityspatteri		432,44	1	432,44
Lämmityspatteri		379,92	1	379,92
Lämmityspatteri		477,27	1	477,27
Linjasäätöventtiili				
Patteriventtiili				
Sulkuventtiili				
YHTEENSÄ				19635,56

Asennus + patteri + TV + sulkuventtiili + IR

(51,6+patteri+50.34)

(34,4+patteri+50.34)

HUOMIO!

LIITTEET G/1 – G/10 LÖYTYVÄT KAJAANIN AMK: N KIRJASTOSSA.