

Pekka Turunen

ÖLJYLÄMMÖSTÄ KAUKOLÄMPÖÖN

Energiatekniikan koulutusohjelma
LVI-Tekniikan suuntautumisvaihtoehto
2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Asunto-osakeyhtiö Pihlakulman pyynnöstä selvittämään vaihtoehtoja lämmitysjärjestelmän saneerauksessa.

Työ on kirjoitettu Porissa keväällä 2010. Työhön liittyvä aineisto on kerätty yhtiön asiakirjoista, mittaamalla ja asiaan liittyvistä julkaisuista.

Kiitän asunto-osakeyhtiön osakkaita mahdollisuudesta tehdä insinöörityöni kohteelleen. Haluan kiittää insinöörityöni valvojaa, LVI-tekniikan opettajaa diplomi-insinööri Reino Heinolaa. Haluan kiittää myös puolisoani Linneaa, ilman kannustustasi tämä ei olisi ollut ikinä mahdollista. Lapsilleni , Kaille sekä Karinille, kuuluu suuri kiitos siitä, että olette jaksaneet kannustaa isää lämpöisillä sanoilla, ”Vanha koirakin oppii uusia temppuja.”

Porissa 20. maaliskuuta 2010

Pekka Turunen

ÖLJYLÄMMÖSTÄ KAUKOLÄMPÖÖN

Turunen, Pekka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2010
Ohjaaja: Heinola, Reino
Sivumäärä:22
Liitteitä:

Asiasanat: lämmitysjärjestelmä, öljylämmitys, kaukolämpö, lämmitys

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää Porissa sijaitsevan, Pihlakulma- nimisen 20 asunnon rivitaloyhtiön lämmityksen perusparantamisen kannattavuutta ja teknisiä vaihtoehtoja.

Kolmekymmentä vuotta vanhan yhtiön entinen lämmitysjärjestelmä on öljykattila ja vesipatterit. Korjausvaihtoehtona käsiteltiin siirtymistä kaukolämpöön ja öljylämmityksen perusparantamista. Kustannusvertailu tehtiin laitteiden, asennusten ja energiakustannusten osalta.

Työssä päädyttiin siihen, että lämmitys ja lämmin käyttövesi tuotetaan kaukolämmöllä. Tehdyillä oletuksilla siirtyminen kaukolämpöön maksaa itsensä noin neljässä vuodessa. Lisäksi se on vaivattomampi kuin öljykeskuslämmitys.

Laadittu aineisto toimii perustana mahdollisen tulevan hankkeen suunnittelussa ja antaa vaihtoehtoisia järjestelmä ehdotuksia.

FROM OIL HEATING TO DISTRICT HEATING

Turunen, Pekka

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy Technology

Mars 2010

Supervisor: Heinola, Reino

Number of pages:22

Appendices:

Key words: heating system, oil heating, district heating, heating

The subject of this Bachelor's thesis was to find out the profitability of upgrading the heating system of a housing cooperative called Pihlakulma. It has 20 residences and it is located in Pori. The technical options were also considered.

The former heating system in this 30 years old cooperative was an oil heater and radiators. Alternatives to repairing the system were moving to district heating and basic upgrading of oil heating. The comparison of costs was made about appliances, installation and energy.

In this work it was decided to produce heat and warm water by district heating. The suppositions, which were made, indicate that moving to district heating will pay itself back in about four years. Besides it is more effortless than the central oil heating.

The material will be used as a basis for planning a probable approaching project and will give alternative system suggestions.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OPINNÄYTETYÖN KOHDE YHTIÖ.....	7
2.1	Rakennukset.....	7
2.1.1	Saneerattava lämpökeskus.....	8
2.1.2	Ilmanvaihtolaitteet.....	9
3	LÄMMITYSLAITTEEN TEHO JA MITOITUS	9
3.1	Energia ja tehontarve	9
3.1.1	Lämpöhäviöenergiat.....	10
3.1.2	Lämmitysteho.....	12
3.1.3	Kattilalaitoksen hyötysuhteen laskeminen	13
3.1.4	Savukaasuhäviö	13
3.1.5	Kattilan lämpöhäviö ympäristöön	14
3.2	Lämmönsiirtimien mitoitus.....	14
3.2.1	Käyttöveden lämmönsiirrin.....	15
3.3	Tilaustehon määrittäminen	18
4	LAITEHANKINNAT	19
4.1	Uuden kaukolämpölaitteiston hinta ja vuotuiset kustannukset.....	19
4.2	Kannattavuusvertailu	20
4.3	Takaisinmaksuaika.....	21
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Projektin lähtökohtana oli rivitaloasuntoyhtiö Porissa. Yhtiöön kuului viisi taloa, joissa kussakin on neljä huoneistoa. Hallituksen puheenjohtaja otti opinnäytetyön tekijään yhteyttä, koska hänen mielestään öljylämmitysjärjestelmä oli ajankohtaista saneerata. Tarkoituksena oli liittyä kaukolämpöön, pienemmän energiahinnan, pienempien huoltokustannusten ja paremman käyttövarmuuden vuoksi.

Työn aihe on erittäin ajankohtainen, koska koko ajan julkisuudessa puhutaan energiankulutuksen pienentämisen tarpeesta. Koska ongelma on maailmanlaajuinen, on erittäin tärkeää, että energiakulutukseen kiinnitetään huomiota ja tutkitaan mistä ne johtuvat sekä mahdollisuuksien rajoissa korjataan tilanne niin, että kulutuksia saadaan pienennettyä.

2 OPINNÄYTETYÖN KOHDE YHTIÖ

2.1 Rakennukset

Kohteena rivitalo asunto-osakeyhtiö Porissa. Yhtiö on perustettu vuonna 1979, ja siihen kuuluu 20 asuntoa (kaksioita 6 kpl a' 62m², kolmioita 14 kpl a' 79m²) jokaisessa asunnossa on oma sauna. Yhtiöllä on yksi lämmin 8m²:n varasto, sekä kattilahuone, että öljysäiliötila yhteensä n.42 m². Asukkaita oli vuoden 2010 alussa 34. Yhtiöön kuuluu viisi rakennusta, joiden yhteinen tilavuus on 4850m³. Rakennusten huoneistoala on 1478 m².

Tontilla on lisäksi kaksi autotallirakennusta, 14 autolle, auto-lämmityspaikka on kuudelle autolle, jätekatos roskalaatikoille sekä hiekoitussepelille. Rakennusoikeus tontilla on käytetty loppuun. Kuvassa 1.2.1 näkyvä ”keskipiha” toimii pääasiassa lasten leikkipaikkana.



Kuva 1.2.1 Asunto-osakeyhtiö Pihlakulman keskipiha

2.1.1 Saneerattava lämpökeskus

Taloyhtiöllä on oma lämpökeskus jossa lämpö tuotetaan kevytpolttoöljykattilassa, asunnoissa on vesikiertoinen radiaattorilämmitys. Kattila on vuodelta 1979 malliltaan Högfors 21, teholtaan 165 kW. Poltin on Oilon KP-24 H, jonka teholuokka on alueella 90 -180 kW. (kuva 2 2.1.1)

Varaaja tilavuus on 2000 litraa, merkki on TEVA vuodelta 1979.

Öljysäiliö sijaitsee rakennuksen sisällä ja on tilavuudeltaan n.10000 litraa.



Kuva 2 2.1.1 kattila, poltin ja kalvopaisunta-astia

2.1.2 Ilmanvaihtolaitteet

Ilmaa vaihtaa talokohtainen huippuimuri. Ilma poistuu vaatehuoneista, saunoista, pesuhuoneista ja keittiöistä. Kello-ohjatut huippuimurit ovat talojen katoilla. Huippuimurit toimivat kello-ohjauksella. Kun pakkasta on alle -10°C , koneet ovat seis.

Korvausilma tulee rakenteiden raoista. Rakennusmääräysten mukaan ilmaa tulisi vaihtaa myös pakkasella. Tämä edellyttäisi, että korvausilma olisi lämmitettyä. Mahdollinen uusi järjestelmä olisi huoneistokohtainen ilmanvaihto, johon liittyy lämmön talteenotto poistoilmasta tuloilmaan.

3 LÄMMITYSLAITTEEN TEHO JA MITOITUS

3.1 Energia ja tehontarve

Käyttöveden tuntinen lämmitysteho Φ_{lvh} lasketaan asuntojen lukumäärän N_{as} perusteella kaavalla,

$$\Phi_{lvh} = 0,28 \times N_{as} + \sqrt{19,9 \times N_{as} - 7,9} + 7,3 \quad [\text{kW}],$$

$$\Phi_{lvh} = 0,28 \times 20 + \sqrt{19,9 \times 20 - 7,9} + 7,3 \quad [\text{kW}] = 32,6509 \text{ kW}$$

$$\Phi_{lvh} = 33 \text{ kW}$$

3.1.1 Lämpöhäviöenergiat

Rakenteiden kautta sisään ja ulos virtaavan vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia $Q_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla

$$Q_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} * (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

Vuotoilman ominaislämpöhäviö $H_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i * c_{pi} * q_{v,\text{vuotoilma}}$$

joissa

$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia , kWh
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöhäviö , W / K
ρ_i	ilman tiheys , 1,2 kg / m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti , 1000 Ws / (kgK)
$q_{v,\text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta , m ³ / s
T_s	sisäilman lämpötila , °C
T_u	ulkoilman lämpötila , °C
Δt	ajanjakson pituus , h
1000	kerroin , jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Vuotoilmavirta $q_{v,vuotoilma}$ lasketaan kaavalla

$$q_{v,vuotoilma} = (n_{vuotoilma} * V) / 3600$$

jossa

$q_{v,vuotoilma}$ vuotilmavirta, m^3 / s

$n_{vuotoilma}$ rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, $1 / h$

V rakennuksen tilavuus, m^3

3600 kerroin jolla suoritetaan laatumuunnos $m^3 / h \rightarrow m^3 / s$

Rakennuksen vuotoilmakertoimenä käytetään lämmitysenergian tarpeen laskemisessa arvoa 0,16 1/h, kun ilman pitävyyttä ei tunneta,

/7/ Suomen Rakentamismääräyskokoelma, D5, Rakennusten lämmityksen tehon- ja energiatarpeen laskenta, Helsinki 1985.

$$q_{v,vuotoilma} = (0,16 \text{ 1/h} * 4850 \text{ m}^3) / 3600 = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{vuotoilma} = 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1000 \text{ Ws / (kgK)} * 0,22 \text{ m}^3/\text{s} = 264 \text{ W/K}$$

$$Q_{vuotoilma} = [264 \text{ W/K} * (21 - (-26)) * 1 \text{ h}] / 1000 = 12,41 \text{ kWh}$$

Huippumurien kautta ulos virtaavan ilman lämmityksen tarvitsema energia Q_{iv} ja poistoilman lämpöhäviöt H_{iv} lasketaan kaavoilla

$$H_{iv} = \rho_i * c_{pi} * q_{v,poisto} = 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1000 \text{ Ws/(kgK)} * 0,31 \text{ m}^3/\text{s} = 360 \text{ W/K}$$

$$\begin{aligned} \Phi_{iv} &= H_{iv} * (T_s - T_{u,mit.}) = 360 \text{ W/K} * [21 - (-26)] \text{ K} = 16920 \text{ W} * 5 \text{ rakennusta} \\ &= 82,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.1.2 Lämmitysteho

Mittausten avulla määriteltiin kattilalaitoksen hyötysuhde. Mittauksessa käytettiin Teston savukaasuanalysaattoria. Öljyn virtaama katsottiin polttimeen kytketystä öljymäärämittarista. Kattilan lämpöhäviöitä ympäristöön tarkasteltiin infrapunalämpömittarilla, jolla määriteltiin eri pintojen keskimääräiset lämpötilat, sekä mittaamalla ja laskemalla pintojen pinta-alat. Mittausten jälkeen määriteltiin laskemalla tarvittavat arvot, jotta saatiin kattilalaitoksen hyötysuhde määriteltyä.

Kattilan mitat olivat 700mm*1300mm*1450mm. Näistä laskettiin pinta-alaksi 7,65m². Mittausten pohjana käytettiin koulussa tehtyä laboratoriotyötä, jossa määriteltiin samankaltaisen kattilalaitoksen hyötysuhde samoilla mittareilla ja laskemalla.

Mittaustuloksia

t_s	savukaasun lämpötila	167,0 °C
t_{pi}	palamisilman lämpötila	25,0 °C
t_p	kattilan pintalämpötila	48,0 °C
	savukaasun CO ₂ -pitoisuus	11,4 %
$P_{sä}$	polttimen sähköteho	
	90 W _(pumppu) + 700 W _(esilämmitys)	790,0 W
q_v	veden virtaus 1,7 l/s (6120 dm ³ /h)	1,7 kg/s
t_{pv}	patteriveden paluulämpötila	48,0 °C
t_{lv}	patteriveden lähtölämpötila	55,0 °C
t_{lkv}	lämmin käyttövesi	62,0 °C
$t_{lkv,paluu}$	lämmin käyttövesi kierto paluu	57,0 °C
$q_{pö}$	polttoöljynvirtaus 2,88 l/1715s	$1,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
ρ_v	veden tiheys	1000,0 kg/m ³
c_v	veden ominaislämpökapasiteetti	4,2 kJ/kg°C

3.1.3 Kattilalaitoksen hyötysuhteen laskeminen

Määriteltiin polttoaineteho yhden kattilan käyntijakson ajalta mitatun öljymäärän ja öljyn tehollisen lämpöarvon avulla.

$$\Phi_{po} = \rho_{po} * q_{po} * H_i = 875 \text{ kg /m}^3 * 1,678 * 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} * 42600 \text{ kJ / kg} = 62,55639 \text{ kW} \\ = 63 \text{ kW}$$

Φ_{po} polttoaineteho

ρ_{po} polttoainetiheys

q_{po} polttoainevirta

H_i polttoaineen lämpöarvo

3.1.4 Savukaasuhäviö

Savukaasuhäviö määriteltiin Siegertin kaavalla. Siegertin kaavalla voidaan laskea kattilalaitoksen savukaasuhäviön likiarvo Φ_{sk} , jota voidaan käyttää kattilalaitoksen hyötysuhteen määrittämisessä.

$$\Phi_{sk} = [0,57 * (t_{sk} - t_{pi}) * \Phi_{po}] / (CO_2\% * 100) \\ = [0,57 * (167 - 25) ^\circ\text{C} * 63 \text{ kW}] / (11,4\% * 100) = 4,5 \text{ kW}$$

3.1.5 Kattilan lämpöhäviö ympäristöön

Seuraavaksi tutkittiin kattilan lämpöhäviöitä Φ_{lh} ympäristöön. Apuna käytettiin kattilan pintojen lämmönsiirtymiskerrointa ja niiden pinta-aloja.

$$\Phi_{lh} = \alpha_U * (t_{pinta} - t_{ilma}) * A = 25 \text{ W / m}^2 \text{ K} * (48 - 25) \text{ }^\circ\text{C} * 7,65 \text{ m}^2 = 4,4 \text{ kW}$$

A	kattilan vaipan pinta-ala	7,65 m ²
α_u	lämmönsiirtokerroin	25 W/m ² °C
t_i	ympäröivän ilman lämpötila	25 °C

Tämän jälkeen voitiin määrittää kattilalaitoksen todellinen teho, ns. vesiteho Φ_v

$$\Phi_v = \rho_v * q_v * c_v * (t_{iv} - t_{pv}) = 1,7 \text{ kg/s} * 4200 \text{ J/ kg}^\circ\text{C} * 7 \text{ }^\circ\text{C} = 49980 \text{ W} = 50 \text{ kW}$$

Edellisten laskelmien perusteella pystyttiin määrittelemään kattilalaitoksen hyötysuhde (η).

$$\eta = \Phi_v / \Phi_{pö} = 49980 \text{ W} / 62556 \text{ W} = 0,7989 = 80$$

3.2 Lämmönsiirtimien mitoitus

Lämmityshuipputeho voidaan laskea tietyn ajanjakson lämpöenergian tai polttoaineen kulutuksen perusteella. Laskenta voidaan tehdä seuraavalla kaavalla, kun kohteessa ei ole koneellista ilmastointia tuloilman lämmityksellä.

$$\Phi_{\text{mitt}} = \frac{Q_l}{H} = \frac{Q - Q_k}{24 * S} = \frac{(Q - Q_k) * (17^{\circ}\text{C} - t_u)}{24 * S}$$

$$= \frac{367,7\text{MWh} - 195,6\text{MWh}}{2140\text{h}} \approx 80,42 \text{ kW} \approx 80 \text{ kW}$$

Φ_{mitt} lämmityksen huipputehontarve (mitoitusteho), kW

Q_l $Q - Q_k$ = lämmitykseen kulunut energia, MWh

H $24 * S / (17^{\circ}\text{C} - t_u)$ = lämmityshuipun käyttöaika, 2140 h

S lämmitystarveluku, Kd 3835

Q energiankulutus, MWh

Q_k käyttöveden lämmitykseen kulunut energia (kiinteä kulutus), MWh

t_u mitoitusulkolämpötila, °C [-26°C]

3.2.1 Käyttöveden lämmönsiirrin

Käyttöveden mitoitusvirtaamana käytetään lämpimän käyttöveden jakojohdon mitoitusvirtaamaa.

/5/Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet, osa D1, Helsinki 2007

Siirtimen teho mitoitetaan siten, että siitä saatava käyttöveden lämpötila mitoitusvirtaamalla on 58 °C.

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus lasketaan kesäkuukausien (kesä-, heinä- ja elokuu) kulutuksien perusteella. Kesäkuukausien kulutuksen keskiarvo on ollut 16,3 MWh/kk, josta voidaan laskea koko vuoden käyttöveden energiankulutuksen Q_{kv} olevan.

$$Q_{kv} = 12 \text{ kk/a} * 16,3 \text{ MWh/kk} = 195,6 \text{ MWh/a}$$

Lasketaan lämpimään käyttövedeen kytkettyjen patterien lämmitysteho Φ_{lkv} , sekä lämpimän käyttöveden kiertohäviö $\Phi_{\text{kiertohäviö}}$.

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{lkv}} &= q_m \cdot c_p \cdot (t_m - t_p) \\ &= 2,5 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (53 - 44)^\circ\text{C} = 94,5 \text{ W} \cdot 20 = 1890 \text{ W} = 2 \text{ kW}\end{aligned}$$

Φ_{lvk}	lämmitysteho [W]
q_m	vesivirta [2,5 dm ³ /s]
c_p	veden ominaislämpökapasiteetti [4,2kJ/kg°C]
t_m	menoveden lämpötila [°C]
t_p	paluueden lämpötila [°C]
H_{lvk}	vuotuinen huipunkäyttöaika [8765 h]
A_{brm}^2	asuin pinta-ala [brm ²]

$$Q_{\text{lvk}} = \Phi_{\text{lkv}} \cdot H_{\text{lvk}} = 1,89 \text{ kW} \cdot 8765 \text{ h} = 16565,85 \text{ kWh} = 16,6 \text{ MWh}$$

$$\Phi_{\text{kiertohäviö}} = A_{\text{brm}}^2 \cdot 0,002 \text{ kW/brm}^2 = 2,956 \text{ kW} = 3 \text{ kW}$$



Kuva 3. 1. Lämpimään käyttövedeen kytketty kiertovesipatteri

Lasketaan käyttövesisiirtimen teho Φ_{kv}

Lämpimän käyttöveden normivirtaama on $0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, as. Asuntoja on 20, normivirtaamien summa on $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja mitoitusvirtaama $0,88 \text{ dm}^3/\text{s}$.

/5/Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet, osa D1, Helsinki 2007

Käyttöveden lämmityssiirtimien mitoituslämpötilat ovat $70 / 25 \text{ °C}$, $10 / 58 \text{ °C}$

$$\Phi = V \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$\Phi_{kv} = 0,88 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,994 \text{ kg/dm}^3 \cdot (58^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 175,5 \text{ kW}$$

Φ_{kv} siirtimen teho

V mitoitusvirtaama

c_p ominaislämpökapasiteetti

ρ tiheys lämpötilassa

ΔT lämpötilaero mitoituslämmössä

3.3 Tilaustehon määrittäminen

Tilausteho Φ_T saadaan laskemalla yhteen tilaustehon osatekijät

$$\begin{aligned}\Phi_T &= \Phi_{lm} + \Phi_{iv} + \Phi_{lkv} + \Phi_{lvh} \\ &= 80 \text{ kW} + 82,8 \text{ kW} + 1,89 \text{ kW} + 33 \text{ kW} = 197,69 \text{ kW} = 200 \text{ kW}\end{aligned}$$

jossa

Φ_{lm}	lämmitysteho	80,0	kW
Φ_{iv}	ilmanvaihtoteho	82,8	kW
Φ_{lkv}	käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden teho	1,89	kW
Φ_{lvh}	käyttöveden tuntinen lämmitysteho	32,8	kW

4 LAITEHANKINNAT

4.1 Uuden kaukolämpölaitteiston hinta ja vuotuiset kustannukset

Investoinnit sisältäen arvonlisäveron (22%)

Liittymismaksu Pori Energia kaukolämpöverkkoon	17 365 €
Suunnittelu ja vanhan kattilan purku	16 000 €
- lämmönjakokeskus	
- kattilahuoneen purku asbestitöineen	
- savupiipun purku	
Öljysäiliön puhdistus ja purku sisältäen oven sahauksen	2 000 €
Yhteensä	35 365 €

Kustannusarvio perustuu Vehmasputki Oy:n tarjoukseen

Porin VK –Lämpö tarjosi lisäksi alajakokeskukseen GSM-moduulin, jolla voidaan suorittaa etävalvontaa 390,40 €
ollen kuitenkin 1538,30 € kalliimpi

Vuotuiset kustannukset

Tehomaksu		4 822 €/a
Energimaksu	(33,98 €/MWh)	10 024 €
Arvonlisävero	(22%)	3 266 €
Arvioidut lämmityskustannukset yhteensä		18 112 € / a

4.2 Kannattavuusvertailu

Kaukolämmön kokonaishinta arvonlisäveroineen on n. 6,14 cent/kWh

Tiedot perustuvat Pori Energian tekemään tarjoukseen.

Kevyellä polttoöljyllä tuotettu vastaava energiamäärä maksaisi n. 7,46 cent/kWh

Neste Oil kevyt polttoöljy kesälaatu 0,7464 €/l

Öljylämmön hinta $0,75 \text{ €/l} / 10 \text{ kWh/l} / 0,8 = 9,4 \text{ c/kWh}$

Öljyn keskimääräinen kulutus on ollut n.38500 litraa vuodessa ja siitä saatu lämmitysenergiaa n. $385000 \text{ kWh} * 0,8 = 310 \text{ MWh}$.

Tästä kaukolämmöllä tuotettavan energian säästökseksi tulee 3,2 cent/kWh ja vuodessa säästöä kertyy noin 9900 €.

4.3 Takaisinmaksuaika

Lämmönjakokeskuksen uusimiskustannukset laitehankintoihin ja purkutöihin kustannukset olisivat noin 35755 euroa, ja investoinnin takaisinmaksuaika näinollen neljä vuotta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämmönjakokeskuksen saneeraaminen ja kaukolämpöön liittyminen on taloudellista ja investoinnin lyhyen takaisinmaksuajan vuoksi kannattavaa.

LÄHTEET

/1/ Suomen Kaukolämpö ry, Lämpösopimus. Liittymis- ja lämmönmyyntitiedot, suositus T1/95, Helsinki 1995

/2/ Suomen Kaukolämpö ry, Kaukolämmön hinnoittelu, suositus T21/95, Helsinki 1995

/3/ Suomen Kaukolämpö ry, Rakennusren kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet, julkaisu K1/92, Helsinki 1992

/4/ Suomen Kaukolämpö ry, Kaukolämmityslaitteiden katselmus, suositus K3/1995, Helsinki 1995

/5/ Ympäristöministeriö, Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet, osa D1, Helsinki 2007

/6/ Ympäristöministeriö, Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, osa D2, Helsinki 2010

/7/ Ympäristöministeriö, Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten lämmityksen tehon- ja energiatarpeen laskenta, ohjeet,osa D5, Helsinki 1985