

Janne Murto

LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN
VERTAILU
ENERGIATEHOKKUUDEN
PARANTAMISEKSI
MyPa-talo

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 				
Tekijä(t) Janne Murto	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusohjelma				
Nimeke Lämmitysjärjestelmien vertailu energiatehokkuuden parantamiseksi – MyPa-talo					
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli valita Kouvolan Myllykoskella sijaitsevaan MyPa-taloon nykyisen öljykattilan korvaava lämmitysmuoto. Vertailtaviksi lämmitysmuodoiksi valittiin kaukolämpö, maalämpö, öljylämmitys ja maakaasu. Tärkeimpänä tavoitteena oli valita kokonaiskustannuksiltaan järkevin vaihtoehto. Järjestelmävalintaa tehtäessä huomioitiin myös helppokäyttöisyys, huollontarve ja ympäristöystävällisyys. Etenkin polttoainevalinnoilla voidaan vaikuttaa rakennuksen lämmityksestä syntyviin ympäristökuormiin.</p> <p>Lämmitysjärjestelmien kokonaiskustannuksia laskettaessa otettiin huomioon investointikustannukset, käyttökustannukset ja huoltokustannukset. Öljylämmityksessä huomioitiin myös öljyn säilönnästä syntyvät kustannukset. Eri lämmitysjärjestelmien kokonaiskustannusvertailussa tilannetta tarkasteltiin pidemmällä aikavälillä. Kokonaiskustannuksien arviointi ja vertailu pidemmällä aikavälillä on taloudellisesti kannattavaan ratkaisuun pyrittäessä erityisen tärkeää.</p> <p>Maalämpöpumppu oli investointikustannuksiltaan kallein vaihtoehto, mutta sen käyttökustannukset olivat alhaisimmat. Maakaasu ja öljylämmitys olivat investointikustannuksiltaan lähes samansuuruiset, mutta käyttökustannuksiltaan maakaasu oli huomattavasti halvempi.</p> <p>Laskettujen vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen takaisinmaksuaikojen perusteella todettiin maakaasujärjestelmän olevan taloudellisesti järkevin vaihtoehto. Maalämpöpumppu maksaisi itsensä takaisin vasta yli 20 vuoden päästä. Öljylämmityksen todettiin olevan ehdottomasti kannattamattomin ratkaisu. Pääosin tähän on syynä sen suuret käyttökustannukset ja suuret hiilidioksidipäästöt.</p>					
Asiasanat (avainsanat) Maalämpö, maalämpöpumppu, maakaasu, öljylämmitys, kaukolämpö, kustannusvertailu					
Sivumäärä 27	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä) 					
Ohjaavan opettajan nimi Martti Veuro	Opinnäytetyön toimeksiantaja Myllykosken Pallo -47 Ry				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s)		Degree programme and option	
Janne Murto		Building services	
Name of the bachelor's thesis			
Comparison of heating systems to improve energy efficiency - MyPa-talo			
Abstract			
<p>The subject of my thesis was replacing the current oil heating with an alternative heat source. The sources studied were district heating, geothermal heating, new oil heating, and heating with natural gas.</p> <p>The main goal of my thesis was to choose the most rational alternative in terms of total costs. System selection also included comparison of user- friendliness, the need for maintenance and environmental aspects..The calculations of the total costs include investment, operating and maintenance costs. In the oil heating system the calculations also include storage costs. The total cost comparison of different heating systems was analyzed in longer term.</p> <p>The payback times of alternative heating systems were calculated and the result was that the most rational choice is heating with natural gas.</p>			
Subject headings, (keywords)			
geothermal heating, oil heating, natural gas, district heating			
Pages	Language	URN	
27	English		
Remarks, notes on appendices			
Tutor		Bachelor's thesis assigned by	
Martti Veuro		Myllykosken Pallo -47 Ry	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	LÄMMÖNTUOTANTO	2
2.1	Kaukolämpö.....	2
2.2	Maalämpö ja lämpöpumppu	3
2.3	Öljylämmitys	5
2.4	Maakaasu	6
3	RAKENNUKSEN ENERGIAANTARVE JA LÄMMITYSTEHDON TARVE	7
3.1	Lämmitystehon tarve	9
4	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTAPROSESSI	10
4.1	Lämmitysmuotojen käyttömahdollisuudet	10
4.2	Taloudellisuus	11
4.3	Ympäristöystävällisyys	11
4.3.1	CO ₂ -Päästölaskelmat, MyPa-talo.....	11
4.3.2	Kaukolämpö.....	14
4.3.3	Maalämpö ja lämpöpumppu	14
4.3.4	Öljylämmitys.....	15
4.3.5	Maakaasu	16
4.4	Käytettävyys ja huollontarve	16
4.4.1	Kaukolämpö.....	16
4.4.2	Maalämpö ja lämpöpumppu	17
4.4.3	Öljylämmitys.....	17
4.4.4	Maakaasu	18
5	KUSTANNUS- JA KANNATTAVUUSLASKELMAT	18
5.1	Investointikustannukset	18
5.2	Käyttö- ja huoltokustannukset	20
5.3	Kokonaiskustannukset	21
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
	LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Lämmityksellä on keskeinen merkitys, kun tavoitellaan viihtyisää ja energiataloudellista sisäilmastoa /1, s.1/. Suomessa on tarvetta rakennusten lämmittämiseksi lähes 90 % vuodesta, kun huomioidaan rakennukset, joissa lämpötilan halutaan olevan yli 17 °C:sta. Ilman keskilämpötila Suomessa on noin +0...5 °C, mutta talvella lämpötila voi laskea jopa -45 °C:een.

Opinnäytetyön päämääränä on valita Kouvolan Myllykoskella sijaitsevaan MyPa-taloon (kuva 1) taloudellisesti kannattava, ympäristöystävällinen ja käytettävyydeltään helppo lämmönlähde. Rakennuksen lämmityksestä vastaa tällä hetkellä 24 vuotta vanha öljykattila, jonka teknistaloudellinen käyttöikä on loppumassa.

Rakennuksen lämmitykseen tarkoitetuilla polttoainevalinnoilla voidaan vaikuttaa ympäristölle haitallisten savukaasupäästöjen syntymiseen. Palamisreaktiossa syntyvät hiilidioksidipäästöt ja typen oksidien aiheuttamat ympäristöhaitat ovat päästöistä tunnetuimpia. Hiilidioksidipäästöt ovat osasyllisenä kasvihuoneilmiöön eli ilmaston lämpenemiseen. /1, s.392-393./

Opinnäytetyössä selvitetään maalämmön, kaukolämmön, maakaasun ja öljyn käyttöä vaihtoehtoisina lämmönlähteinä ottaen huomioon lämmitysprosessista syntyvät ympäristökuormitukset sekä käytettävyyden helppous. Seuraavaksi lasketaan rakennuksen lämmitystehontarve. Lisäksi selvitetään myös lämmityksen ja käyttöveden sekä tuuloilman lämmittämisen aiheuttama energiankulutus. Tärkeänä osana opinnäytetyötä on myös investointi-, huolto- ja käyttökustannusten arviointi.



KUVA 1. MyPa-talo

2 LÄMMÖNTUOTANTO

Lämmitykseen tarvittava energia tuotetaan joko rakennuksessa tai se voidaan tuoda sinne ulkopuolelta. Lämmöntuotantoa kutsutaan myös energiantuotannoksi. /2, s.11./ Energian tuotannossa primäärienergiavaroista muokataan ihmiskäyttöön sopivaa sekundääristä energiaa, tässä tapauksessa lämpöä. Primäärienergian hyödyntäminen ja jalostaminen lämmittämiseen soveltuvaan muotoon on monimutkaista. Prosessia kutsutaan energiaketjuksi. Energialähteitä on monia, ja niiden energiaketjut poikkeavat toisistaan. Joitain niistä voidaan hyödyntää suoraan käyttöön, ja toiset taas vaativat monimutkaisempia jalostamistoimenpiteitä. /2./ Opinnäytetyössä vertailtavat energianlähteet ovat kaukolämpö, maalämpöpumppu/sähkö, maakaasu ja öljy.

2.1 Kaukolämpö

Kaukolämmitys nousi vaihtoehtoiseksi lämmitysmuodoksi Suomessa 1950-luvulla, mutta laajemmassa mittakaavassa sitä alettiin käyttää vasta 1970-luvulla. Nykypäivänä kaukolämmitys on Suomessa merkittävin lämmitysmuoto. Sitä on saatavissa kaikissa kaupungeissa ja isommissa taajamissa. Noin puolet lämmitettävästä rakennuskannasta on liitetty kaukolämpöverkkoon. /3, s.5./ Kaukolämmityksessä kaukolämpövesi lämmitetään voimalaitoksella tai lämpökeskuksella ja jaetaan asiakkaina olevien kiinteistöjen lämmönjakokeskukseen, jossa lämpöenergia siirtyy lämmönsiirtimen välityksellä asiakkaan lämmitysverkoston /4, s.8/. Lämpö tuotetaan käyttäen vaihtoehtoisia polttoaineita, kuten maakaasua, hiiltä, turvetta, puuta ja puutähdettä tai öjyä. Näiden lisäksi myös teollisuustuotannosta jäävä ylikuumennusenergia käytetään hyväksi /5, s.101/. Kaukolämpö tarjoaa mukavuutensa lisäksi myös muita etuja. Polttoaineet voidaan hankkia voimalaitoksille edullisesti suurissa erissä, ja lämpökeskuksissa olevien suurten kattiloiden ansiosta ne tuottavat lämpöä paremmalla hyötysuhteella kuin pienemmät, rakennusten yksittäiset kattilat. Suuri lämpökeskus voidaan myös varustaa hyvillä säätö- ja valvontajärjestelmillä. Tällöin lämmöntuoton hyötysuhde ja käyttövarmuus paranee, kun lämmitys- ja huoltotyöhön voidaan käyttää koulutettua ja ammattitaitoista henkilökuntaa. /1, s.263./

2.2 Maalämpö ja lämpöpumppu

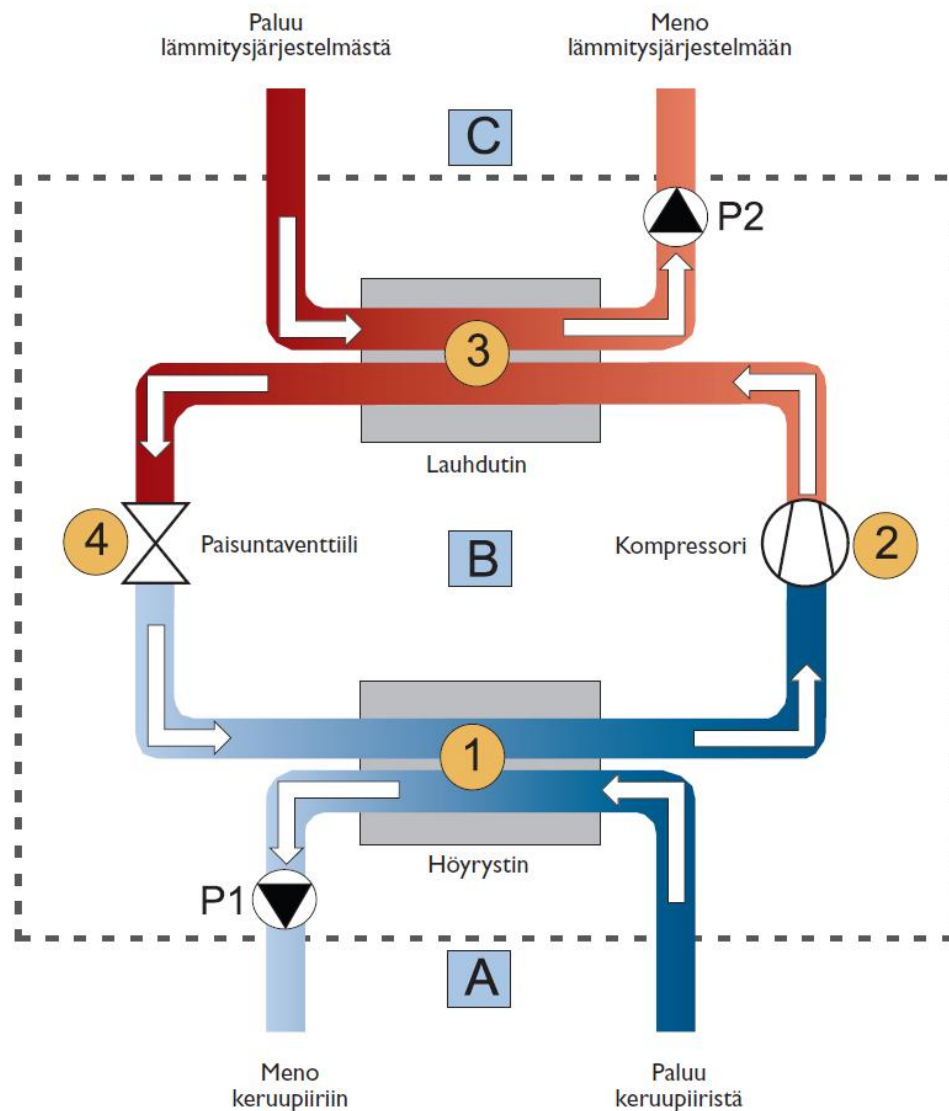
Maalämmön käyttö lämmitysmuotona alkoi Suomessa 1970-luvun puolessa välissä. 1970-luvun energiakriisin seurauksena niiden suosio kasvoi nopeasti, mutta energian hinnan laskiessa 1980-luvun alussa, kysyntä lopahti rajusti. 2000-luvun alusta tähän päivään asti maalämmön ja maalämpöpumppujen suosio on kasvanut vuosittain. Suosiota on lisännyt pääosin energian hinnan nousu. 2009 julkaistun, lämpökaivoja käsittelevän ympäristöoppaan mukaan maalämpöön investointi on aina kannattavampaa mitä suurempi rakennus ja energiankulutus on kyseessä. /6, s.12./ Valtion myöntämät avustukset vauhdittavat niiden suosiota entisestään /7/.

Maalämpöjärjestelmä hyödyntää maaperään ja vesistöihin varastoitunutta aurinkoenergiaa. Maalämpöä voidaan kerätä maaperän pintaosista tai syvemältä kallioperästä (kuva 2) /4, s.10./ Pintaosista lämpö otetaan talteen n. metrin syvyyteen asennettavan keruuputkiston avulla. Putkisto asennetaan mutkittelevaan muotoon, jotta lämpöä keräävä putkimetrimäärä saadaan maksimoitua. Kallioperästä lämpö saadaan kerättyä yleensä alle 200 m syvien porakaivojen avulla. Molemmissa tapauksissa keruuputkistossa kiertää jäätymätön, esimerkiksi veden ja alkoholin seos, joka kuljettaa keräämänsä lämmön rakennuksen käyttöön. Porakaivoista, joita kutsutaan myös lämpökaivoiksi, saadaan maapiiriin verrattaen kaksinkertainen määrä energiaa putkimetriä kohden. /6, s.9./



KUVA 2. Maalämmön keruujärjestelmät: vasemmalla maapiiri ja oikealla lämpökaivo. /19./

Lämmön tuottamisen mahdollistaa suljettu kylmäaineen kiertoprosessi (kuva 3). Prosessissa kylmäaine vuoroin höyrystyy sitoen lämpöä ja lauhtuu luovuttaen lämpöä. Lämpöpumppu koostuu useista osista, joilla kaikilla on oma tehtävänsä. Höyrystimen (1) jälkeen kylmäaineen paine korotetaan kompressorin (2) avulla, jolloin höyrystynyt kaasu kuumenee ja tulistuu. Tulistunut höyry siirtyy lauhduttimeen (3) ja luovuttaa lämmön lauhdutinta ympäröivään veteen tai ilmaan. Tällöin putkistossa kiertävä kylmäaine jäähtyy ja nesteytyy. Seuraavaksi nestemäinen kylmäaine kulkeutuu paisunta-venttiiliin (4) läpi höyrystimelle ja kierto alkaa uudestaan. Lauhduttimesta lämpöenergia luovutetaan lämmitysjärjestelmän avulla rakennuksen lämmityskäyttöön. /1, s.377./



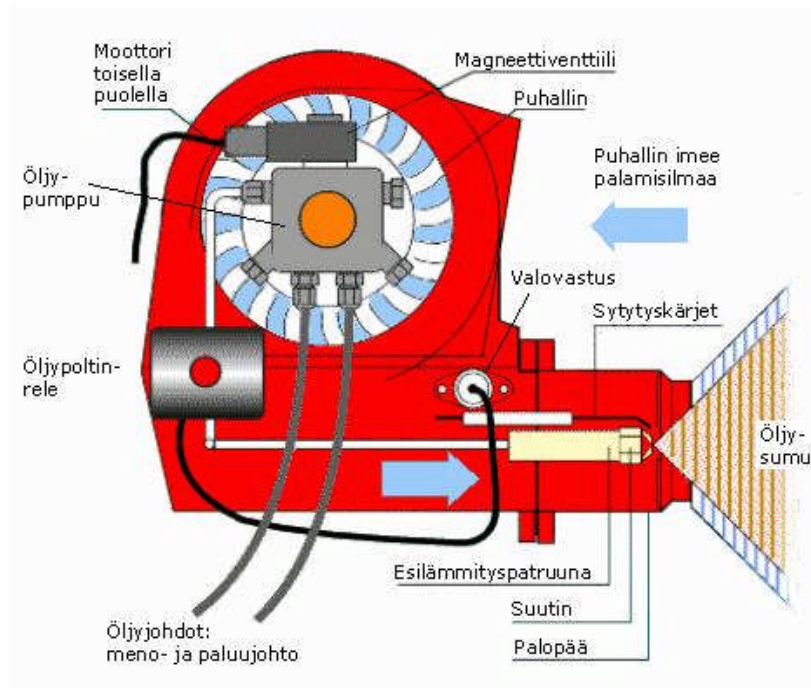
KUVA 3. Maalämpöpumpun osat ja toimintaperiaate. Varsinainen lämpöpumppu katkoviivan sisällä. /6, s.11./

2.3 Öljylämmitys

Öljylämmitystä käytettäessä tuotettu lämpö jaetaan rakennukseen vesikiertoisen lämmitysverkoston kautta ja luovutetaan huoneisiin esimerkiksi lämpöpattereiden avulla. Öljylämmitysjärjestelmän pääkomponentteja ovat öljykattila, öljypoltin, lämmönsäätöautomaattikka ja öljysäiliö. Suomessa öljylämmitystä käytetään pääosin pientalojen lämmitykseen. Lähes 88 % öljylämmitteisistä rakennuksista on asuinrakennuksia. Loput 12 % koostuu muista rakennuksista. /4, s.9./

Raakaöljystä valmistetaan ja jalostetaan mm. lämmityskäyttöön käytettävää raskasta ja kevyttä polttoöljyä. Ne ovat koostumuksensa ja valmistustapansa perusteella hyvin erilaisia polttonesteitä. Raskas polttoöljy on siinä käytettävän pohjaöljyn takia väriltään tummaa, viskositeetiltaan suurempaa eli jäykempää ja huomattavasti kevyttä polttoöljyä hitaammin palavaa. Raskas polttoöljy soveltuu käytettäväksi vain melko suuriin lämmitysyksiköihin, kuten mm. teollisuuden vesi- ja höyrykattiloihin. Raskasta polttoöljyä käyttävät kattilat ovat teholtaan yleensä 500 kW tai sitä suurempia. /8, s.9-11./ Koska opinnäytetyössä vertailtavana oleva öljypoltin käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä, jätetään raskaan polttoöljyn käsittely jatkossa vähemmälle huomiolle. Kevyt polttoöljy on erinomainen lämmönlähde moniin tarkoituksiin. Tyypillisimpiä käyttökohteita ovat omakotitalot, kiinteistöt ja pienet aluelämpökeskukset.

Öljypolttimen toiminta on monivaiheinen (kuva 4.). Polttimessa oleva pumppu imee öljyä säiliöstä ja puristaa sen 7-15 barin paineella suuttimen läpi tulipesään. Suutin muuttaa polttoaineen öljysumaksi, joka syttyy korkeajännitteisen sähkökipinän avulla. Samanaikaisesti polttimen ilmapuhallin painaa tarvittavan palamisilman öljysumun sekaan. Polttimen tehoa voidaan säädellä muuttamalla suuttimen kokoa. Suuttimia voi olla myös useampi kappale. Joitain poltinmalleja säädetään myös öljyn painetta muuttamalla. Poltinta ohjataan kattilan ohjaustermostaatin avulla, ja näin kattilassa olevan veden lämpötila saadaan pidettyä asetusarvossaan. /8, s.35./ Lämmitysverkoston säätölaitteella on tärkeä merkitys, jotta kattilasta lämmitysverkoston lähtevän veden lämpötila saadaan pidettyä ulkolämpötilaan nähden sopivana tehontarpeen mukaan.



KUVA 4. Öljypolttimen toiminta. /21./

2.4 Maakaasu

Suomessa maakaasua käytetään noin 35 000 kotitalouden lämmittämiseen. Maakaasu ei sisällä rikkiä eikä nokea, joten sitä voidaan käytännössä kutsua puhtaaksi polttoaineeksi. Suomeen maakaasuverkostoa pitkin tuotava siperialainen maakaasu muodostuu pääosin metaanista. Kuutiometristä (m^3) maakaasua saadaan noin 10 kWh energiaa, joka on vastaava määrä mitä saadaan litrasta kevyttä polttoöljyä. Kaasun erinomaisen palamisen ansiosta päästään noin 90 % kokonaishyötysuhteeseen.

Maakaasulämmitys on tekniikaltaan hyvin samankaltainen kuin nykyaikainen öljylämmitys. Nykyisistä öljykattiloista useimmat soveltuvat käytettäväksi myös maakaasulla. /5, s.60./ Maakaasua ei kuitenkaan voi öljyn tavoin varastoida erilliseen säiliöön, vaan lämmitysjärjestelmä tulee liittää jakeluputkistoon. Jakeluputkisto on paikallisen kaasulaitoksen tai jakeluyhtiön omistama tai ylläpitämä putkisto, jolla maakaasua jaetaan siirtoputkistosta alueelliseen kulutukseen. Jakeluputken rakentamisesta ja kunnossapidosta vastaa paikallinen jakeluyhtiö. /4, s.90./ Maakaasu johdetaan asiakkaalle vähennetyllä paineella käyttölaitteelle käyttöputkistoa pitkin. Käyttöputkisto sijaitsee pääosin käyttäjän omalla alueella. Käyttöputkistoon liittyvät kaasun käyttölaitteet sekä niihin kuuluvat ohjaus-, säätö- ja liekinvalvontalaitteet. Yleensä maakaasuun siirryttä-

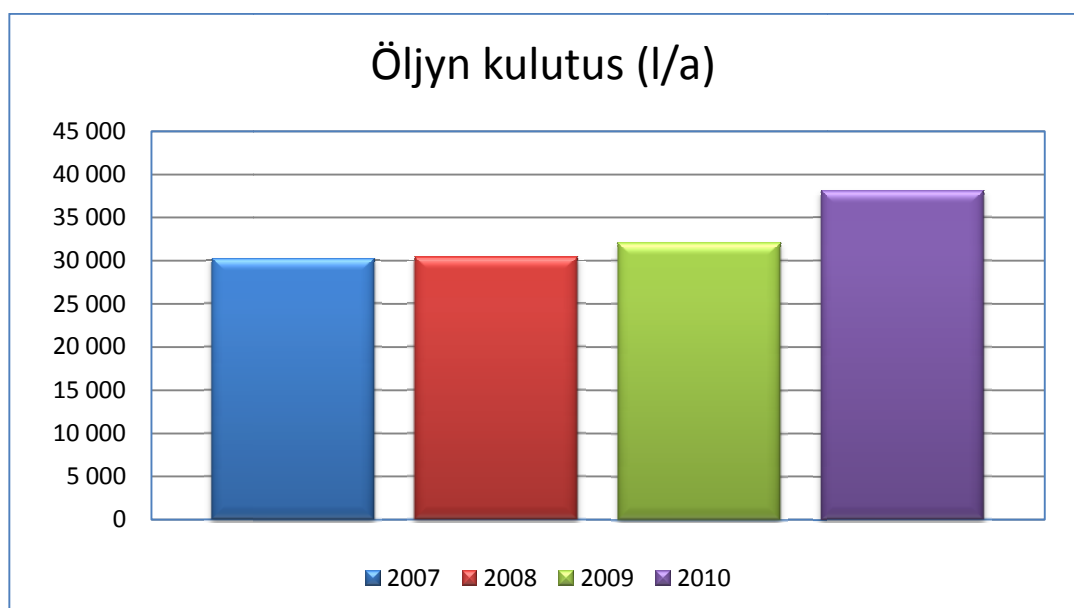
essä pitää savupiippu saneerata siten, että vanhan tiilipiipun sisään laitetaan metallinen sisäpiippu. /9./

3 RAKENNUKSEN ENERGIANTARVE JA LÄMMITYSTEHDON TARVE

Opinnäytetyön kohteena olevassa MyPa-talossa on pidetty sähkön ja öljyn kulutusseuranta vuodesta 2005 lähtien. Vuosista 2005 ja 2006 on tiedossa vain vuoden kokonaiskulutus, mutta 2007 vuodesta eteenpäin kulutuslukemat on luettu joka kuukauden viimeinen päivä. Opinnäytetyössä tarkasteltaviksi vuosiksi valittiin aikaväli 2007...2010. Suoritetun kulutusseurannan takia ei kohteessa tarvinnut energiantarvetta laskea erikseen, vaan laskelmissa käytetään valitun aikavälin todellista, öljyn kulutuksen perusteella laskettua, energiankulutusta. (Taulukko 1)

TAULUKKO 1. Vuosikulutukset

	2007	2008	2009	2010
ÖLJY:				
litra/a	30 273	30 445	32 103	38 159
kWh/a	302 730	304 450	321 030	381 590
KÄYTTÖVESI:				
m ³ /a	1 135	840	901	789
LV:n osuus m ³ /a	454	336	360	316
kWh/a	26 332	19 488	20 903	18 305
Q _{toteutunut}	276 398	284 962	300 127	363 285



Kuva 5. Öljynkulutus

1 litra kevyttä polttoöljyä = 10kWh

Vedenlämmittämiseen tarvittava energiamäärä = 58 kWh/m³

Jotta eri vuosien lämmitysenergiankulutusta voidaan keskenään vertailla, tulee toteutuneet lämmitysenergian kulutukset (Taulukko 1) normittaa, eli korjata lämmitystarveluvulla. Rakennuksen energiantarve koostuu käyttöveden lämmitystarpeesta, tilojen lämmitystarpeesta, tuloilman esilämmitystarpeesta ja sähköenergiatarpeesta. Jos rakennuksessa on jäähdytys, otetaan sen vaatima energiantarve luonnollisesti mukaan. Kohderakennuksessa suoritettua kulutusseurannassa ei ole erikseen eritelty huonetiilojen lämmitykseen, käyttöveden lämmittämiseen ja ilmanvaihdon esilämmityksen energiankulutuksia. Veden kokonaiskulutus on kuitenkin selvillä ja oletetaan, että lämpimän käyttöveden osuus siitä olisi noin 40 %.

TAULUKKO 2. Toteutuneet lämmitystarveluvut

Lahti	2007	2008	2009	2010
Tammikuu	634	571	697	965
Helmikuu	813	519	647	760
Maaliskuu	467	584	599	627
Huhtikuu	353	325	380	383
Toukokuu	137	168	99	153
Kesäkuu	0	8	41	0
Heinäkuu	0	0	18	0
Elokuu	45	39	6	48
Syyskuu	205	230	131	154
Lokakuu	355	317	460	422
Marraskuu	530	475	472	587
Joulukuu	500	547	761	863
Vuosi	4 039	3 783	4 311	4 962
S_N vpkunta	4 512	4 512	4 512	4 512

Rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus lasketaan kaavan (1) mukaisesti

$$Q_{norm} = \frac{S_{N \text{ vpkunta}}}{S_{toteutunut \text{ vpkunta}}} * Q_{toteutunut} + Q_{lämmin \text{ käyttövesi}} \quad (1)$$

Q_{norm}	Rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus
$Q_{toteutunut}$	Rakennuksen tilojen lämmitykseen kuluva energia
$Q_{lämmin\ käyttövesi}$	Lämpimän käyttöveden energiankulutus
S_N vpkunta	Normaalivuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla
$S_{toteutunut}$ vpkunta	Vuoden toteutunut lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

Vuoden 2007 normitettu lämmitysenergian kulutus:

$$Q_{norm} = \frac{4512}{4039} * 276398 \text{ kWh} + 26332 \text{ kWh} = 335098 \text{ kWh}$$

Taulukko 3. Lämmitysenergian kulutukset

	2007	2008	2009	2010
Q_{norm} (kWh)	335 098	359 363	335 023	348 644

Tarkastelujakson keskimääräinen normitettu energiankulutus/vuosi = 344532 kWh
= 345 MWh

Nykyisen öljykattilan vuosihyötysuhteeksi arvioidaan 80 %

Todellinen lämmitysenergiantarve/vuosi:

$$345 \text{ MWh} * 0,8 = \mathbf{276MWh}$$

3.1 Lämmitystehon tarve

MyPa-talon lämmitystehon tarve muodostuu useasta tekijästä. Laskennassa huomioitiin vaipan johtumislämpövirtojen summa, johtuminen maaperään, ilmanvaihdon lämmitystehon tarve, vuotoilman vaatima lämmitystehon tarve ja lämpimän käyttöveden tehontarve. Rakennuksen lämmitystehon tarve määritettiin lämmöntuotto ja siirtolaitteiden mitoittamista varten. Rakennuksen tehontarve on laskettu Suomen Rakentamismääräyskokoelman D5:n mukaisesti. Laskennasta saadut tehontarpeet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Rakennuksen tehontarpeet

Rakennuksen lämpöhäviöt (patterit)	89 kW
IV-koneen TK1 lämmityspatteri	82 kW
IV-koneen TK2 lämmityspatteri	15 kW
Lämpimän käyttöveden tehontarve	181 kW
Lämpimän käyttöveden kiertojohton tarvitsema teho	11 kW
Yhteensä:	378 kW

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTAPROSESSI

Lämmitysjärjestelmän valinta on keskeinen osa saneerattavan rakennuksen suunnitteluprosessia. Vanhaa lämmitysjärjestelmää vaihdettaessa uuteen tulee muistaa, että valittavaan järjestelmään sitoudutaan yleensä vuosikymmeniksi. Valintaa tehdessä tulee huomioida paikalliset olosuhteet, ympäristön luomat mahdollisuudet, rakennuksen koko ja käyttötarkoitus, lämmitystehontarve ja energiankulutus. Opinnäytetyössä lämmitysjärjestelmän valinnassa huomioidaan myös taloudelliset kustannukset, ympäristöystävällisyys, käytettävyys ja huollon tarve. Opinnäytetyön keskeinen tavoite on valita luotettava, helppokäyttöinen ja taloudellisesti kannattava lämmitysjärjestelmä.

4.1 Lämmitysmuotojen käyttömahdollisuudet

Rakennuksen sijainnilla on oleellinen vaikutus eri lämmitysmuotojen käyttömahdollisuuksiin. Esimerkiksi kaukolämpö ja maakaasu vaativat lähiympäristöstä löytyvän jakeluverkoston. Maalämpö sekä sitä varten porattava lämpökaivo puolestaan vaatii maaperältä ja sijainniltaan tiettyjä ominaisuuksia.

Ympäristön aiheuttamat vaatimukset lämmitysmuodon valinnassa:

1. Kaukolämpö – Kaukolämpöverkosto lähiympäristössä
2. Maalämpö – Tilantarve
3. Öljylämmitys – Polttoaineen kuljetus ja säiliön sijoitus
4. Maakaasu – Maakaasuverkosto lähiympäristössä

Kaukolämpöverkoston sijaintia selvittäessä ilmeni, että lähin kaukolämpölinja on junaradan toisella puolella ja tämän takia kaukolämpö jätetään opinnäytetyön loppuvaiheessa, lämmitysmuotoa valittaessa todellisten vaihtoehtojen ulkopuolelle.

4.2 Taloudellisuus

Eri lämmöntuotantomuotojen taloudelliset erot ja kustannukset syntyvät monista asioista. Lämmitysmuotojen taloudellisuutta tuleekin tarkkailla kokonaisuutena. Lämmitysmuotojen kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat asiat:

1. järjestelmän suunnittelukustannukset
2. laitehankinnoista syntyvät kustannukset
3. asennustöistä syntyvät kustannukset
4. käyttökustannukset
5. huolto- ja korjauskustannukset.

Lämmitysjärjestelmämuutosta suunniteltaessa kokonaiskustannuksien arviointi ja vertailu pidemmällä aikavälillä on taloudellisesti kannattavaan ratkaisuun pyrittäessä erityisen tärkeää. Joissain lämmöntuotantomuodoissa, kuten maalämmössä, investointikustannukset voivat olla moninkertaiset verrattaessa vaikkapa öljykattilan uusimiseen. Kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa kalliimpien investointien energiakustannukset jäävät kuitenkin usein alhaisemmiksi ja näin kalliimpi alkuinvestointi alkaa ”maksaa itseään takaisin”.

4.3 Ympäristöystävällisyys

Lämmityksestä syntyy rakennuksen koko elinkaaren suurimmat ympäristökuormat, minkä takia lämmitysjärjestelmää valittaessa sen ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon. Ympäristövaikutuksia voi vähentää valitsemalla energiataloudellinen ja ympäristöä vähän kuormittava lämmitysmuoto. Ympäristön kannalta paras ratkaisu olisi vähän energiaa kuluttava talo, jota lämmitetään uusiutuvilla energialähteillä.

4.3.1 CO₂-Päästölaskelmat, MyPa-talo

Ympäristöä kuormittavista päästöistä tunnetuin on varmasti hiilidioksidi (CO₂). Polttoaineille sekä lämmölle ja sähkölle on määritetty CO₂-päästökerroin (taulukko 5), jonka avulla voidaan laskea kokonaisenergiankäytön aiheuttama CO₂-päästöarvio. Esitetyissä päästökertoimissa on huomioitu ainoastaan kyseisen energiamuodon hiili-

dioksidipäästöt. Laskelmissa käytetään Motivan laskentaohjeistuksessa esitettyä laskelmamenetelmää ja CO₂-päästökertoimia. Laskelmista saadut tulokset eivät ole absoluuttisia totuuksia, mutta ne antavat käyttökelpoisen arvion MyPa-talon energiankäytön CO₂-päästövaikutuksista. Vuotuiset CO₂-päästöt on laskettu järjestelmäkohtaisille arvoille. Laskelmista saadaan selville, kuinka monta tonnia hiilidioksidia syntyy rakennuksen vuotuisesta energiantarpeen kattamisesta tietyllä lämmitysmuodolla. Laskelmissa ei huomioida polttoaineen tuotannon, raaka-aineen hankinnan, eikä kuljetuksen välillisiä CO₂-päästöjä.

TAULUKKO 5. CO₂-päästökertoimet ja lämpöarvot

Polttoaine/lämmönlähde	kgCO ₂ /MWh	Lämpöarvo
Kaukolämpö (yhteistuotanto*)	220	-
Maakaasu	202	10 kWh/m ³
Kevyt polttoöljy	267	10 kWh/litra
Maalämpö (sähkö)	172	-

*Anjalankoski sijaitsee alueella, jolla kaukolämpöä tuotetaan sähkön ja lämmön yhteistuotantona

TAULUKKO 6. Lämmöntuotantomuotojen vuosihyötysuhteet

Polttoaine/lämmönlähde	Hyötysuhde	Kerroin
Kaukolämpö	100 %	1,00
Maakaasu	93 %	1,08
Kevyt polttoöljy	87 %	1,15
Maalämpöpumppu (COP 2,5)	250 %	0,4

Kaukolämpö

Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon piiriin kuuluvan kulutuskohteen kaukolämmönkulutuksen CO₂-päästöt saadaan, kun kohteen ostolämmön kokonaiskulutus tarkastelujaksolla kerrotaan taulukossa 5 esitetyllä kertoimella.

MyPa-talon ostolämmön kokonaiskulutus (100 % hyötysuhteella) tarkastelujaksolla (v.2007...2010) on 276000 kWh eli 276 MWh.

Ostolämmön kokonaispäästöt:

$$276 \text{ MWh/a} * 220 \text{ kgCO}_2/\text{MWh} = 60,7 \text{ tCO}_2/\text{a}$$

Oma lämmöntuotanto ja polttoaineet

Kunkin vertailussa olevan polttoaineen CO₂-päästövaikutus tarkastelujaksolla (v.2007...2010) saadaan, kun käytetyn polttoaineen kokonaismäärä kerrotaan sen taulukossa 5 esitetyllä CO₂-päästökeroimella. Laskennassa on myös huomioitava lämmöntuotannon vuosihyötysuhde. Vuosihyötysuhteet on esitetty taulukossa 6.

Maakaasu

MyPa-talossa tuotetaan lämpö omalla kattilalla, jossa polttoaineena on maakaasu. Polttoaineen kulutus tarkastelujaksolla (v.2007...2010):

$$\frac{276000 \text{ kWh/a} * 1,08}{10 \text{ kWh/m}^3} = 29,8 \text{ m}^3/\text{a}$$

eli 298 MWh/a

Lämmöntuotannon kokonaispäästöt:

$$298 \text{ MWh/a} * 202 \text{ kgCO}_2/\text{MWh} = 60,2 \text{ tCO}_2/\text{a}$$

Kevyt polttoöljy

MyPa-talossa tuotetaan lämpö omalla kattilalla, jossa polttoaineena on kevyt polttoöljy. Polttoaineen kulutus tarkastelujaksolla (v.2007...2010):

$$\frac{276000 \text{ kWh/a} * 1,15}{10 \text{ kWh/m}^3} = 31800 \text{ litraa/a}$$

eli 318 MWh

Lämmöntuotannon kokonaispäästöt:

$$318 \text{ MWh/a} * 267 \text{ kgCO}_2/\text{MWh} = 84,9 \text{ tCO}_2/\text{a}$$

Maalämpö

MyPa-talossa tuotetaan lämpö lämpöpumpulla, joka toimii sähköllä. MyPa-talolla on sopimus Kouvolan Seudun Sähkön kanssa. KSS:n mukaan sähkön tuotannon hiilidi-

oksidipäästöt on 172g/kWh eli 172kgCO₂/MWh. /17/ Järjestelmän tarvitsema energia on kulutukseltaan 103 222 kWh.

Lämmöntuotannon kokonaispäästöt:

$$103,3 \text{ MWh}/a * 172 \text{ kgCO}_2/\text{MWh} = 17,8 \text{ tCO}_2/a$$

4.3.2 Kaukolämpö

Kaukolämpöä voidaan tuottaa eri tavoilla. Ympäristön kannalta sähkön ja lämmön yhteistuotanto on tehokasta. Tällaisessa voimalaitoksessa sähköntuotannossa käytetyn tulistetun höyryn lauhtumislämpö käytetään kaukolämpöverkossa. Yhteistuotanto kuluttaa noin 50 % vähemmän polttoainetta kuin erillistuotanto. Polttoaineiden käytön vähentyessä, vähenevät myös ilmaan pääsevät haitalliset aineet, esimerkiksi hiilidioksidi. /1, s.266./ Kaukolämpöä tuotetaan myös erillisissä lämpökeskuksissa. Kaukolämpöä tuotetaan entistä enemmän uusiutuvilla polttoaineilla, joiden ansiosta hiilidioksidipäästöjä voidaan tehokkaasti vähentää.

Kaukolämmössä käytetyn keskitetyn lämmöntuotannon ansiosta asutuskeskukset ja ilma pysyvät puhtaina ja saastuminen vähenee. Suurten kattilalaitosten palamishyötysuhde on yleensä parempi kuin pienten, ja pelkästään tämän vuoksi ne myös kuormittavat ympäristöä vähemmän. /1, s.263./

4.3.3 Maalämpö ja lämpöpumppu

Lämpöpumppujärjestelmää käytettäessä säästyy energiaa ja siten säästetään myös luonnonvaroja. Lämpöpumpun tärkeimpiä ominaisuuksia on se, ettei se itse tuota ympäristöön hiilidioksidi- tai muitakaan hiukkaspäästöjä. Lämpöpumpun käyttämän sähkön ympäristövaikutukset riippuvat sähköenergian tuotantotavasta. Maalämpöjärjestelmiä suunniteltaessa tulee huomioida kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä ja rakennusjärjestyksessä olevat maalämpöjärjestelmien rakentamista koskevat mahdolliset määräykset ja rajoitukset. 2008 kesäkuussa voimassa olleista ympäristönsuojelumääräyksistä yhdeksässä oli ohjeistettu, minkälaisia lämmönsiirtoaineita ei saa käyttää pohjavesialueilla. Kuntien asettamat määräykset voivat sisältää myös suosituksia siitä, mihin maalämpöjärjestelmät on ympäristön kannalta sopiva sijoittaa. /9, s.16./

Yleisimmät lämpökaivojen ympäristöriskit liittyvät pääasiassa pohjaveteen. Lämpökaivot voivat pilata pohjaveden suoraan tai välillisesti esimerkiksi maaperän saastumisen kautta. Suurimmat riskit aiheutuvat puutteellisesti tiivistettyjen kaivorakenteiden takia pinnalta valuvien vesien suorasta pääsystä pohjaveteen tai kalliopohjaveden eri kerrosten sekoittumisesta. Myös lämmönsiirtoainevuodot ovat mahdollisia ja ympäristölle haitallisia. /9, s.19./

Lämpökaivon poraamisella voi olla myös vaikutusta pohjaveden virtausolosuhteisiin ja täten vaikuttaa sen määrään. Poratessa kallioperän raoissa olevalle pohjavedelle voi syntyä uusia virtausreittejä, mikä voi pahimmillaan johtaa lähikaivojen kuivumiseen.

Suomessa kallioperään liittyy paikoin korkeat radonkaasupitoisuudet. Radonkaasu liikkuu kalliossa rakoja ja halkeamia pitkin. Kaasu kulkeutuu porattua lämpökaivoa pitkin maanpintaan. Radonpitoinen ilma voi siirtyä helposti lämpökaivosta tulevien putkien tiivistämättömien läpivientien kautta asuintiloihin. /9, s.19-20./

Koska maalämpöjärjestelmässä lämpö otetaan talteen maaperästä, voi maaperän lämpötila laskea. Jos lämpötilan ei anneta laskeutua liikaa, ehtii se palautua kesän aikana normaaliin lämpötilaansa. Kasvillisuuden ei ole todettu vahingoittuvan maalämpöpumpun putkiston vuoksi. /1, s.385./

4.3.4 Öljylämmitys

Öljylämmitystä pidetään nykYTEKNIKKANSA perusteella ympäristövaikutuksiltaan kilpailukykyisenä lämmitysmuotona. Öljyalan keskusliiton mukaan sen tyyppien oksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöt ovat moneen muuhun lämmitysenergiamuotoon verrattuna vähäiset. Lämmitysöljyn lämpöarvo on hyvin korkea, ja se palaa hyvällä hyötysuhteella. Hyvä hyötysuhde merkitsee myös alhaisempia päästöjä. /11/

Öljylämmitysjärjestelmien kehityksen myötä fossiiliset polttoaineet koostuvat koko ajan kasvavassa määrin sellaisesta nestemäisestä polttoaineesta, jossa on osittain myös biopolttoöljyä. Biopolttoöljyn osalta on asetettu tavoite, jonka mukaan lämmityspolttonesteiden vuotuisessa kokonaistoimitusmäärässä sen osuus olisi vuonna 2011 yhteensä 4 %. /11./

4.3.5 Maakaasu

Maakaasu ei sisällä käytännöllisesti katsoen lainkaan rikkiä ja on tämän vuoksi hyvin ympäristöystävällinen, fossiilinen polttoaine. Lisäksi syntyvän hiilidioksidin määrä ja typenoksidien määrä on vähäisempi tuotettua energiayksikköä kohden, verrattuna muihin fossiilisiin polttoaineisiin. /1, s.321./

Poltosta syntyvien ympäristövaikutusten lisäksi on hyvä tarkastella myös koko maakaasun elinkaaren aikaista ilmastovaikutusta. Maakaasun käytön merkittävimmät ilmastovaikutukset syntyvätkin kaasun jalostuksesta, porakaivojen ilmauksesta, kaasuputkiverkoston kompressoreista ja erilaisista vuodoista. Maakaasu koostuu suurimaksi osaksi metaanista, joka on hiilidioksidia jopa 20 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu. Kaasuputkien metaanivuodot ovatkin maakaasun ilmastovaikutuksista merkittävimpiä. Maakaasua tuottaessa Venäjällä sijaitsevat suuret kaasukentät mm. sulattavat pohjoisen ikiroutaa ja voivat näin vahingoittaa maaperää. /12./

4.4 Käytettävyys ja huollontarve

Lämmitysmuotoa valittaessa ovat järjestelmän käytettävyys, asumismukavuus ja huollontarve oleellisia huomioon otettavia asioita. Lähes kaikki opinnäytetyön vertailussa mukana olevat lämmitysmuodot ja niiden palvelujentarjoajat mainostavat omaa järjestelmäänsä helppokäyttöisenä, luotettavana ja asuinmukavuuden kannalta erinomaisena vaihtoehtona. Suurimmat erot helppokäyttöisyyksiä vertaillessa liittyvät polttoaineen käsittelyyn ja varastointiin.

4.4.1 Kaukolämpö

Lämmitysmuotona, käytettävyyden ja huoltotoimenpiteiden kannalta, kaukolämpö on asiakkaalle vaivaton vaihtoehto. Kaukolämpö ei edellytä asiakkaalta juuri lainkaan käyttö- tai huoltotyötä. Järjestelmä vapauttaa asiakkaan erillisiltä polttoainetilauksilta ja –varastoinnilta. Kaukolämmössä ei sen tehon riittävyyden takia lämmin käyttövesi lopu. Myöskään käyttöveden lämpötila ei laske alle hyväksytyyn arvon, vaikka käyttö olisikin hetkellisesti normaalia suurempaa, mikä on asuinmukavuuden kannalta erityisen tärkeä asia. Lämmönsiirtimen tulee kuitenkin olla oikein mitoitettu, jotta edellä

mainitut edut ovat mahdollisia saavuttaa. /1, s.25/ Toki tekniset laitteet aina jossain vaiheessa vikaantuvat eivätkä ole ikuisia, joten laitteiden toimintaa tulee kuitenkin seurata ja jossain vaiheessa niitä joudutaan ammattilaisten toimesta huoltamaan ja vaihtamaan.

4.4.2 Maalämpö ja lämpöpumppu

Maalämpö on helppokäyttöisyyden ja huoltovapauden osalta kaukolämmön kanssa hyvin samankaltainen. Asiakkaalle luvataan varmatoiminen järjestelmä, joka ei vaadi tarkistuksia, polttoainetilauksia tai varastointeja. Laitteet ovat hiljaisia ja vaativat vain vähän tilaa, eikä maalämpöjärjestelmän omistajan tarvitse pelätä lämmönjakohuoneen hajuhaittoja. Maalämpöjärjestelmä säätiminen toimii itsenäisesti ja automaattisesti huolehtien lämmönsäädöstä ja lämpimän käyttöveden riittävydestä. /13./ Maalämpö on järjestelmänä teknisesti huomattavasti monimutkaisempi kuin tavallinen kattilalaitos ja vaatii sen takia huoltotöihin hyvin koulutettua henkilökuntaa. Halutessaan asiakas voikin jättää järjestelmän valvonnan ja huoltovastuun kokonaan maalämmön asiantuntijoille. /1, s.380./

4.4.3 Öljylämmitys

Öljylämmitys vaatii asiakkaalta enemmän tietoutta, käytännön osaamista ja perehtymistä lämmitysjärjestelmään, eikä tämän takia ole käytettävyydeltään yhtä mutkaton, kuin esimerkiksi kaukolämpö ja maakaasu. Öljylämmitysjärjestelmässä polttoaineen varastointi ja sen tilaamisesta huolehteminen laskevat järjestelmän helppokäyttöisyyttä.

Öljylämmitysjärjestelmä ei myöskään ole huoltovapaa järjestelmä. Öljypoltin tulee huoltaa joka vuosi kattilan puhdistuksen yhteydessä. Kattila on syytä puhdistaa vähintään kerran vuodessa. Vanhaa kattilaa joutuu puhdistamaan useamminkin. Öljyä poltettaessa kattilan hormi nokeutuu, ja se on nuohottava joka vuosi. /14./

4.4.4 Maakaasu

Maakaasu lämmitysjärjestelmänä ei vaadi polttoainevarastointia. Sen käyttövarmuutta pidetään myös erinomaisena. /15./ Kaasulaitteiden huoltotarve on vähäinen, mutta laitteet tarvitsevat kuitenkin joskus tarkistuksia ja huoltoa luotettavan toiminnan varmistamiseksi. Lämmityskattilan kaasupolttimen säätö tehdään asennusliikkeen toimesta aina laitteen käyttöönottovaiheessa. Tämän jälkeen pienissä kohteissa, joihin MyPatalokin lasketaan, vuosittaiseen säätöjen tarkastukseen ei välttämättä ole tarvetta. On kuitenkin tärkeää huolehtia, että palamisilman saanti on aina turvattu, eivätkä esimerkiksi pöly tai muut hiukkaset häiritse polttimen toimintaa. Kaasulaitteita saavat huoltaa vain pätevyyden omaavat hyväksytyt asennusliikkeet. /16./

5 KUSTANNUS- JA KANNATTAVUUSLASKELMAT

Opinnäytetyön investointikustannukset ovat vuoden 2011 huhtikuussa Kouvolan Putkityöltä saatuja arvioita. Arviot perustuvat mitoituksiin, jotka on tehty toteutuneen öljynkulutuksen perusteella.

Kaukolämpö poistettiin opinnäytetyössä vertailtavista todellisista vaihtoehtoista, kun todettiin lähimmän kaukolämpölinjan kulkevan kohderakennusta lähellä olevan junaradan toisella puolella. Lisäksi maalämpöjärjestelmässä vertailuun valittiin järjestelmä, jossa maalämpöä kerätään lämpökaivoista.

5.1 Investointikustannukset

Investointikustannuslaskelmissa on huomioitu mahdollisen lämmitysjärjestelmän investointiin tarvittavan lainan korko. Vuotuiseksi koroksi arvioitiin 4 % ja lainan takaisinmaksuajaksi määritettiin 10 vuotta. Lainan takaisinmaksumenetelmäksi valittiin annuiteettimenetelmä eli tasaerälaina. Lainan kuukausittainen maksuerä on vakio. Erien yhteissumma on siis sama, mutta koron osuus erässä vaihtelee jäljellä olevan lainan suuruuden mukaan. Investointikustannusarviot, jotka sisältävät lämmitysjärjestelmän tarvittavat tarvikkeet ja työt on esitetty taulukoissa 7...10.

TAULUKKO 7. Kaukolämmön investointikustannukset

Kaukolämpö (ei todellinen vaihtoehto)	Hinta-arvio (alv.23 %)
Tarvikkeet: mm. Högfors, GST-3-piirinen paketti, sis. automatiikan	12 762 €
Työt, sis. eristykset	5 200 €
Liittymismaksut	Liittyminen ei mahdollista
Yhteensä	Liittyminen ei mahdollista

TAULUKKO 8. Maalämmön investointikustannukset

Maalämpö (lämpökaivo)	Hinta-arvio (alv.23 %)
Tarvikkeet: mm. 2x60 kW Nibe + lämpökaivo 10x200m	107 100 €
Työt, sis. eristykset	28 700 €
Korkokustannukset 10 vuoden maksuajalla, korko 4 %	29 189
Yhteensä	164 989 €

TAULUKKO 9. Öljylämmityksen investointikustannukset

Öljylämmitys	Hinta-arvio (alv.23 %)
Tarvikkeet: mm. Termax 400 LV, poltin, 3000l varaaja, ja automatiikka	26 894 €
Työt	6 384 €
Kaivuutyöt ja öljysäiliö	3 400 €
Korkokustannukset 10 vuoden maksuajalla, korko 4 %	7887 €
Yhteensä	44 562 €

TAULUKKO 10. Maakaasun investointikustannukset

Maakaasu	Hinta-arvio (alv.23 %)
Tarvikkeet: mm. Kaasukattila, poltin, varaaja, automatiikka ja sisäpuolinen kaasuputki	27 227 €
Liitännäsmaksu	5890 €
Työt	6 284 €
Korkokustannukset 10 vuoden maksuajalla, korko 4 %	8 469 €
Yhteensä	47 870 €

5.2 Käyttö- ja huoltokustannukset

Lämmitysenergian todelliseksi tarpeeksi saatiin laskelmissa 276 000 kWh. Ostettavaa energiaa/polttoainetta tarvitaan lämmitystarvetta suurempi määrä, sillä osa ostoenergian/polttoaineen energiasta menee häviöihin. Ostettavan lämmitysenergian määrä saadaan kun kerrotaan todellinen lämmitysenergian tarve taulukossa 11 esitetyllä kertoimella. /18/.

TAULUKKO 11. Todelliset lämmitysenergian tarpeet

Lämmitysmuoto	Lämmitysenergian tarve/a	Kerroin	Ostettava lämmitysenergia/a
Maalämpö	276 000 kWh	0,4	110 400 kWh
Öljylämmitys	276 000 kWh	1,15	317 400 kWh
Maakaasu	276 000 kWh	1,08	298 080 kWh

Taulukossa 12 on esitetty lämmitysmuodon vuotuiset polttoainekustannukset. Maalämmön osalta taulukossa ilmoitetaan sähkön käytöstä syntyvät kustannukset.

TAULUKKO 12. Sähkö/polttoainekustannukset

Lämmitysmuoto	Sähkö/polttoainekulut us/a	Sähkön/polttoaineen hinta	Sähkö/polttoainekustannukset/a
Maalämpö	110 400 kWh	0,12 €/kWh	13 248 €
Öljylämmitys	öljy: 31 740 litraa	1,08 €/litra	34 280 €
Maakaasu	kaasu: 29 808 m ³	0,64 €/nm ³	19 077 €

TAULUKKO 13. Huoltokustannukset

Lämmitysmuoto	Huoltokustannukset/a
Maalämpö	300 €
Öljylämmitys	500 €
Maakaasu	100 €

TAULUKKO 14. Käyttökustannukset yhteensä

Lämmitysmuoto	Käyttökustannukset yhteensä/a
Maalämpö	13 548 €
Öljylämmitys	34 780 €
Maakaasu	19 177 €

5.3 Kokonaiskustannukset

Koroista syntyvät kustannukset on jaettu tasaisesti jokaiselle takaisinmaksuaikaan (10 ensimmäistä vuotta) sisältyvälle vuodelle.

TAULUKKO 15. Järjestelmien kokonaiskustannukset

	1 vuosi, €	5 vuotta, €	10 vuotta, €	15 vuotta, €	20 vuotta, €	25 vuotta, €
Maalämpö	30 046	150 235	300 469	368 209	435 949	503 689
Öljylämmitys	39 236	196 181	392 362	566 262	740 162	914 062
Maakaasu	23 964	119 820	239 640	335 525	431 410	537 295

Järjestelmien takaisinmaksuajat lasketaan, jotta saadaan selville investoinnin kannattavuus. Jos takaisinmaksuaika venyy yli kymmeneen vuoteen, investointi ei välttämättä ole kannattava. Takaisinmaksuajat on laskettu seuraavien kaavojen mukaisesti.

Maalämpöjärjestelmä verrattuna öljylämmitykseen :

$$\frac{(Investointikustannus_{maalämpö} - Investointikustannus_{öljylämmitys})}{Vuotuiset\ käyttökustannukset_{öljy} - Vuotuiset\ käyttökustannukset_{maalämpö}} = Maalämpöjärjestelmän\ takaisinmaksuaika$$

$$\frac{164\,989\text{ €} - 44\,562\text{ €}}{34\,780\text{ €/a} - 13\,548\text{ €/a}} = 5.7\text{ vuotta}$$

Maalämpöjärjestelmä verrattuna maakaasujärjestelmään :

$$\frac{(Investointikustannus_{maalämpö} - Investointikustannus_{maakaasu})}{Vuotuiset\ käyttö\ kustannukset_{maakaasu} - Vuotuiset\ käyttö\ kustannukset_{maalämpö}} = \text{Maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuaika}$$

$$\frac{164\,989\ \text{€} - 47\,870\ \text{€}}{19\,177\ \text{€/a} - 13\,548\ \text{€/a}} = 20.8\ \text{vuotta}$$

Maakaasujärjestelmä verrattuna öljylämmitykseen :

$$\frac{(Investointikustannus_{maakaasu} - Investointikustannus_{öljy})}{Vuotuiset\ käyttö\ kustannukset_{öljy} - Vuotuiset\ käyttö\ kustannukset_{maakaasu}} = \text{Maakaasujärjestelmän takaisinmaksuaika}$$

$$\frac{47\,870\ \text{€} - 44\,562\ \text{€}}{34\,780\ \text{€/a} - 19\,177\ \text{€/a}} = 0.2\ \text{vuotta}$$

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä vertailtiin neljää vaihtoehtoista lämmitysmuotoa, joista valitaan nykyiselle öljylämmitysjärjestelmälle korvaaja. Vertailtavat lämmitysmuodot olivat Maalämpö, öljylämmitys, maakaasu ja kaukolämpö. Kaukolämpö jätettiin todellisista vaihtoehdoista pois, kun selvisi, että lähin kaukolämpölinja kulkee junaradan toisella puolella. Liitäntäkustannukset olisivat tässä tapauksessa nousseet turhan korkeiksi. Muut lämmitysmuotovaihtoehdot olivat kuitenkin todellisia ja mahdollisia toteuttaa. Maalämpöjärjestelmässä todettiin porakaivon olevan helpompi ja tehokkaampi tapa kerätä maasta lämpö talteen. Näin välttyttäisiin myös pihan avaamiselta.

Suurin painopiste lämmitysmuodon valinnassa oli kokonaiskustannuksilla. Kokonaiskustannuksiin laskettiin mukaan investointikustannukset ja käyttökustannukset. Investointikustannukset pitävät sisällään lämmitysjärjestelmän vaatimat tarvikkeet ja asennustyöt. Maakaasujärjestelmässä investointikustannukset sisältävät myös liittymismaksun maakaasuverkostoon. Käyttökustannuksiin sisältyy arvioidut vuotuiset huolto- ja polttoainekustannukset.

Investointikustannuksiltaan ylivoimaisesti kallein oli maalämpöjärjestelmä. Sen hinta oli lähes nelinkertainen verrattuna öljylämmitykseen ja maakaasuun, jotka olivat investointikustannuksiltaan lähes samansuuruiset.

Seuraavaksi vertailtiin järjestelmän huollosta ja polttoaineen/sähkön kulutuksesta syntyviä kustannuksia. Investointikustannuksiltaan kalleimpana järjestelmänä ollut maalämpö oli käyttökustannuksiltaan halvin vaihtoehto. Polttoainekustannuksia ei maalämpöjärjestelmässä ole, mutta käyttökustannukset syntyivät lämpöpumpun käyttämästä sähköstä ja kylmimpinä ajanjaksoina syntyvistä lisäenergiakustannuksista. Käyttökustannuksiltaan toiseksi halvin oli maakaasu, jonka vuotuiset käyttökustannukset ovat noin 5500 € maalämpöä kalliimmat. Öljylämmityksen käyttökustannukset olivat puolestaan ylivoimaisesti suurimmat, lähes kaksinkertaiset maakaasuun verrattaessa.

Kokonaiskustannuksia lämmitysmuotojen välillä verrattiin eri aikaväleillä (Taulukko 15) vuodesta viiteen vuoteen, josta eteenpäin viiden vuoden sykleillä aina 25 vuoteen saakka. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin lämmitysmuotojen takaisinmaksuaikoja toisiinsa verrattuina. Laskettiin siis kuinka monta vuotta kestää, kun vuotuisista käyttökustannuksista syntyneillä säästöillä saadaan katettua kalliimpaan investointiin kulu- neet kustannukset.

Maalämpöä verrattaessa öljylämmitykseen, maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuajaksi saatiin 5.7 vuotta. Jos vaihtoehtoina olisi vain maalämpö ja öljylämmitys, olisi investointi maalämpöön ehdottoman kannattava. Vaihtoehtona on kuitenkin vielä maakaasu. Maalämmön takaisinmaksuaika verrattuna maakaasujärjestelmään olisi yli 20 vuotta, joka on sijoituksen kannattavuuden kannalta liian pitkä aika. Jotta sijoitus olisi ollut kannattava, olisi takaisinmaksuajan pitänyt olla noin 10 vuotta. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA tukee vuonna 2011 uudella energia-avustuksella siirtymistä sähkö- tai öljylämmityksestä pääasiassa uusiutuvaa energiaa hyödyntävään päälämmitysjärjestelmään. Tukea myönnetään mm. päälämmitysjärjestelmänä käytettävien maalämpöpumppujen käyttöönottoon. Tuki on enintään 20 prosenttia hyväksyttävistä kustannuksista. Jos MyPa-talon lämmitysjärjestelmämuutos saisi täyden 20 prosentin tuen, laskisi takaisinmaksuaika ainoastaan noin vuodella.

Kun verrattiin maakaasua ja öljylämmitysjärjestelmää keskenään, todettiin, että investointikustannukset ovat lähes samansuuruiset, mutta maakaasun käyttökustannukset ovat noin 50 % öljyn käyttökustannuksista. Takaisinmaksuajaksi saatiin 0.2 vuotta, mikä tarkoittaa, ettei nykyistä öljylämmitystä ole missään tapauksessa järkevää korvata uudella öljylämmitysjärjestelmällä.

Myllykosken Pallo -47 Ry:n toiveiden mukaisesti opinnäytetyössä kiinnitettiin huomiota myös lämmitysmuodon ympäristöystävällisyyteen. Jokaisen lämmitysmuodon tuottamat vuotuiset hiilidioksidipäästöt laskettiin Motivan yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistuksen mukaisesti. Maalämpö erottui joukosta ylivoimaisesti alhaisemmilla hiilidioksidipäästölukemilla. Öljyn poltosta syntyvät hiilidioksidipäästöt olivat puolestaan suurimmat, lähes viisinkertaiset verrattuna maalämpöön. Maakaasu sijoittuu näiden kahden vaihtoehdon välille, lähes 25 tonnia pienemmillä hiilidioksidipäästöillä, kuin öljylämmityksessä.

Työssä oli tarkoituksena myös vertailla vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen helppokäyttöisyyttä. Helppokäyttöisyydeltään maakaasu- ja maalämpöjärjestelmät olivat hyvin paljon samankaltaisia. Ne eivät vaadi polttoaineen varastointia ja huollontarve on molemmissa hyvin vähäinen. Öljylämmittäjät puolestaan joutuvat huolehtimaan öljyn riittävydestä, säilönnästä ja tilaamisesta.

Opinnäytetyöni päämääränä oli valita MyPa-taloon taloudellisesti kannattava, ympäristöystävällinen ja käytettävyydeltään helppo lämmönlähde. Tavoitteeseen mielestäni päästiin ja valinta on perustellusti maakaasujärjestelmä. Maalämpö on investoinniltaan niin kallis ja sen takaisinmaksuaika liian pitkä, ettei se ole taloudellisesti kannattava ratkaisu. Lisäksi ennen maalämpöjärjestelmään siirtymistä tulisi vielä tarkistaa vesikiertoisten pattereiden riittävyys maalämpöjärjestelmässä käytettävän alhaisemman veden lämpötilan kanssa. Myös sähkötehot kasvaisivat huomattavasti ja sen takia voi olla mahdollista, että liittymistehoa jouduttaisiin kasvattamaan.

Öljylämmityksestä syntyvät käyttökustannukset ovat niin paljon suuremmat, kuin maalämmössä ja maakaasujärjestelmässä, että se on ehdottomasti kannattamattomin ratkaisu. Maakaasujärjestelmä on investointikustannuksiltaan edullinen verrattuna maalämpöön ja käyttökustannuksiltaan edullinen verrattuna öljylämmitykseen.

Vaikka maakaasun hiilidioksidipäästöt eivät ole yhtä alhaiset, kuin maalämpöjärjestelmässä, on muutos nykyiseen verrattuna huomattava. Täten valitsemalla lämmitysmuodoksi maakaasu, myös Myllykosken Pallon vaatima ympäristöystävällisyysaspekti täyttyy.

LÄHTEET

- /1/ Seppänen, Olli. Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto ry. 2001.
- /2/ Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Motiva Oy. Verkkodokumentti. http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian_tuotanto/energian_tuotanto.htm. Julkaistu 19.12.2003. Luettu 11.02.2011. Viitattu 11.02.2011.
- /3/ Energiateollisuus ry. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Kirjapaino Libris Oy. 2006.
- /4/ Rakennustietosäätiö RTS. Rakennusten lämmitysjärjestelmät. Tampere: Tammer-Paino Oy. 2007.
- /5/ Harju, Pentti. Lämmitystekniikan oppikirja. Hamina: Kotkaset Oy. 2006.
- /6/ Juvonen, Janne. Ympäristöopas. Lämpökaivo. Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. 2009.
- /7/ Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Verkkodokumentti. <http://www.ara.fi/default.asp?node=1263&lan=#a0>. Ei julkaisutietoja. Luettu 11.02.2011. Viitattu 11.02.2011
- /8/ Halmemies, Reino. Öljylämmityslaitteistojen asennus ja huolto. Lahti: Lahden Kirjapaino ja Sanomalehti Oy. 1983.
- /9/ Suomen kaasuyhdistys. Maakaasun käyttö. Verkkodokumentti. <http://www.maakaasu.fi/kirjat/maakaasun-yleiset-turvaohjeet-ja-hatatilanteiden-toimintaohjeet/yleiset-turvaohjeet/maakaasu-2>. Ei julkaisutietoja. Luettu 17.03.2011. Viitattu 17.03.2011.
- /10/ Kaukolämpö. Verkkodokumentti. <http://www.kaukolampo.fi/ymparistovaikutukset.html>. Julkaistu 09.09.2009. Luettu 18.03.2011. Viitattu 19.03.2011.
- /11/ Öljyalan Keskusliitto. Verkkodokumentti. <http://www.oil.fi/index.php?m=6&id=68>. Ei julkaisutietoja. Luettu 18.03.2011. Viitattu 18.03.2011.
- /12/ Eko. Maakaasun ilmastovaikutukset. Verkkodokumentti. <http://www.ekoenergia.fi/tietoa-energiasta/ekoenergian-kanta-eri-energiالاhteisiin/maaoiljy-ja-maakaasu>. Ei julkaisutietoja. Luettu 21.03.2011. Viitattu 21.03.2011.
- /13/ Kiinteistön maalämpö. Verkkodokumentti. http://www.ivtkangasala.fi/kiinteiston_maalampo.htm. Julkaistu 26.06.2010. Luettu 21.03.2011. Viitattu 20.03.2011.
- /14/ Öljyalan keskusliitto. Öljylämmitys. Verkkodokumentti. <http://www.oil.fi/index.php?m=3&id=851>. Ei julkaisutietoja. Luettu 21.03.2011. Viitattu 21.03.2011.
- /15/ Keravan Energia-yhtiöt. Maakaasu. Verkkodokumentti. <http://www.keravanenergia.fi/yrittysasiakkaat/maakaasu/>. Ei julkaisutietoja. Luettu 21.03.2011. Viitattu 21.03.2011.
- /16/ Vattefall. Maakaasu. Verkkodokumentti. <http://www.vattenfall.fi/fi/maakaasu.htm>. Julkaistu 17.03.2011. Luettu 21.03.2011. Viitattu 22.03.2011.
- /17/ KSS. Sähkön tuotanto. Verkkodokumentti. <http://www.kssenergia.fi/kss-energia/sahkon-tuotanto>. Ei julkaisutietoja. Luettu 09.04.2011. Viitattu 09.04.2011.
- /18/ Motiva. Energiatehokkuus. Verkkodokumentti. http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energianhinnat_19042010.pdf. Julkaistu 19.04.2010. Luettu 09.04.2011. Viitattu 09.04.2011

/19/ Ilmastovinkit. Verkkodokumentti. http://www.co2-raportti.fi/index.php?heading=L%C3%A4mp%C3%B6kaivo-tuottaa-pientalon-l%C3%A4mp%C3%B6energian&page=ilmastovinkit&news_id=1307. Julkaistu 14.09.2009. Luettu 16.04.2011. Viitattu 16.04.2011

/20/ Edu. Öljypolttimen toiminta. Verkkodokumentti. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/LVI_osio_01_screen_03.htm. Ei julkaisutietoja. Luettu 16.04.2011. Viitattu 16.04.2011.