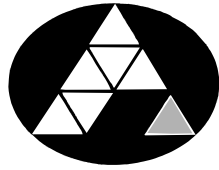


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Pentti Karppanen

IISALMEN KAUPUNGIN HAJA-ASUTUSKOULUJEN
ENERGIARATKAISU

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

Kevät 2012

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Sirkkalantie 12 A

80200 JOENSUU

p. +358(0)13 260 6900

Tekijä
Pentti Karppanen

Nimeke lisälmen kaupungin haja-asutuskoulujen energiaratkaisu

Toimeksiantaja lisälmen kaupunki/ Tilapalvelu

Tiivistelmä

Tämä kehittämishanke toteutettiin yhdessä lisälmen kaupungin tilapalvelun kanssa. Hankkeen tarkoituksena oli valita haja-asutusalueen kouluille nykyisen öljylämmityksen tilalle korvaava lämmitysmuoto, joka toimisi lämpöyrittäjävetoisesti. Tavoitteena oli selvittää kokonaistaloudellisuudeltaan edullisin ratkaisu 25 vuoden laskentajaksolle. Järjestelmävalintaa tehtäessä huomioitiin myös helppokäyttöisyys, huollon tarve ja ympäristökuormitus.

Kokonaiskustannuksia laskettaessa otettiin huomioon polttoaine-, investointi-, huolto- ja käyttökustannukset. Laskennassa käytettiin nykyarvo- ja takaisinmaksuaikalaskentamalleja. Inflaatio ja polttoaineen hinnannousu otettiin myös laskentaan mukaan.

Maalämpöpumppu oli investointikustannuksiltaan kallein vaihtoehto, mutta sen käyttökustannukset olivat alhaisimmat. Pellettilämmitys oli investointikustannuksiltaan edullisin. Hakelämmitys valmiina konttiratkaisuna oli kalliimpi kuin pellettilämmitys, joka suunniteltiin vanhoihin tiloihin. Käyttökustannuksiltaan hakelämmitys oli edullisempi kuin pellettilämmitys.

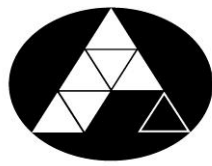
Myytävän energian hintaa laskettiin annuiteettimenetelmällä. Kaikkien vaihtoehtojen kohdalla pienten lämpökeskusten lämpöyrittäjillä oli haasteellinen tilanne kannattavuuden säilyttämisessä. Lopputuloksena esitetään hakelämmitysvaihtoehtoa yrittäjävetoisena.

Kieli
suomi

Sivuja	60
Liitteet	2
Liitesivumäärä	13

Asiasanat

Maalämpö, pellettilämmitys, hakelämmitys, kannattavuus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
Spring 2012
Degree Program in Environmental
Technology
Master of Engineering
Sirkkalantie 12 A
80200 JOENSUU
FINLAND
Tel.+358(0)13 260 6900

Author
Pentti Karppanen

Title
Energy solution for the schools of the dispersed settlement of the city of Iisalmi
Commissioned by

Abstract
This development project was executed in cooperation with the City of Iisalmi / Real estate department. The aim of the project was to propose to the schools of the dispersed settlement an alternative heating solution which would replace the current oil based heating solution. The proposed solution should be supplied by an entrepreneur specialized in heating solutions.
The aim of the study was to find out the most economical overall solution for the following 25 operational years. Practical usage, need for services and environmental impacts were noticed when selecting the substitute heating solution.
Costs of fuel solutions, investments, service costs and operating costs were noticed when calculating the total costs of the solutions. Used cost calculation methods were present value and repayment time. Inflation and the price increase of fuel were also included in the calculations.
Heating solution based on geothermal heating was the expensive one measured by the costs of the investment but on the other hand the operational costs were the lowest. Cheapest investment costs were in pellet based solutions. Woodchip heating solution delivered as ready-to-use container was more expensive than pellet heating when heating design was made to old estates. Measured by operational costs the woodchip solution was cheaper than the pellet solution.
The price of the energy to be sold was calculated by the annuity method. With all reviewed heating solutions, small heating center entrepreneurs had challenges to maintain profitability. As a conclusion, the woodchip based heating solution is to be presented as the best substitute for oil heating.

Language	Pages	60
Finnish	Appendices	2
	Pages of Appendices	13

Keywords
Geothermal heating, pellet heating, woodchip heating, profitability

Sisältö

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto	6
2 Lähtötilanne ja toimenpiteet	7
2.1 Koulujen nykytilan selvitys	7
2.2 Mikä on energiatodistus?	7
3 Lämpöä uusiutuvasta energiasta	9
3.1 Lämpöyrittäjäyys	10
3.1.1 Yritysmuodot ja yrittäjä	11
3.1.2 Lämpöliiketoiminta lämpöyrittäjän näkökulmasta	12
3.1.2 Kannattavaa lämpöyrittäjäyttä	14
3.2 Kestävä kehitys ja uusiutuva energia	14
3.2.1. Kohti kestäväää tulevaisuutta	15
3.2.2 Öljy ja sen käyttö	15
3.2.3 Kasvihuonepäästöistä	16
3.3 Puu polttoaineena	18
3.3.1 Hakelämmityksen soveltuvuus koulukiinteistön lämmitykseen	19
3.3.2 Hakkeen laatu	19
3.3.3 Hakekattilan käytöstä ja huollosta	20
3.4 Pellettilämmitys	21
3.4.1 Pelletti polttoaineena	21
3.5 Maalämpö	22
3.5.1 Mitä on maalämpö?	23
3.5.1. Lämpöä maasta	25
3.5.2 Lämpöä lämpökaivosta	26
3.5.3 Lämpöä vedestä	27
3.5.4 Lämpöpumpun ja -kaivon mitoitus	28
3.5.5 Lämpöpumpun toimintaperiaate	29
3.5.6 Lämpöpumpun lämpökerroin	30
3.6 Valtiovallan tukitoimet uusiutuvan energian edistämiseksi	31
3.6.1 Hakkeen tuki	32
3.6.2 Energiatuki	33
4 Valintamenetelmät ja laskenta	33
4.2 Käyttökulujen laskenta eli muuttuvat kustannukset	34
4.3 Investointikustannukset	36
4.4 Vertailulaskelmat	38
4.4.1 Nykyarvomenetelmä	38
4.4.2 Energiansäästö nykyarvoeskalaatiotekijällä	39
4.4.3 Investoinnin takaisinmaksuaika	41
4.4.4 Päästöjen laskenta	42
4.5 Tulosten analysointi ja virhemahdollisuus	42
5 Hankintamenettely	43
5.1 Hankinnan kynnsarvot	44
5.2 Hankintamenettelytapoja	45
5.2.1 Lämpöyrittäjätoiminnan kilpailuttaminen kehittämiskohteessa	45
5.2.2 Toteutusmallin kilpailutus	46
5.2.3 KHO:n päätöksiä kilpailuttamisesta	47
5.3 Mahdollisen lämpöyrittäjäyden kannattavuus koulukohteissa	51

5.4 Lämmötoimitussopimus	53
6 Yhteenveto.....	54
Lähteet.....	58

Liitteet

Liite 1 Runnin koulun LVI -kuntoarvio

Liite 2 Runnin koulun energiatodistus

1 Johdanto

Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian tavoitteiden toteutuminen edellyttää merkittäviä toimia päästöjen vähentämiseksi. Rakennusten energiankäyttöä tulee tehostaa ja uusiutuvan energian osuutta lisätä. Asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergia on merkittävä osa kokonaisenergian kulutuksesta Suomessa. On uudistettava lämmöntuotantoratkaisuja ja muuta energian tuotantoa. Tällä tavalla saadaan uusiutuvan energian osuutta kasvatettua ja päästöjä vähennettyä myös valtakunnan tasolla. Uutta, vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä tuottavaa teknologiaa alueellisessa lämmöntuotannossa on olemassa. Tekniikan kehityksen myötä myös käytettävyys ja kustannustehokkuus on parantunut. Nykytekniikat voivat haastaa perinteisen öljylämmityksen teknillisessä ja taloudellisessa mielessä myös pienissä kohteissa.

Opinnäytetyön aiheena on Iisalmen kaupungin haja-asutusalueen koulujen lämmöntuotantoratkaisujen selvitystyö. Tavoitteena on selvittää ylläpitäjän ja ympäristön kannalta kokonaistaloudellisin lämmitysjärjestelmä nykyisen öljylämmityksen tilalle viidellä haja-asutusalueen koululla. Kannattavuutta pyritään selvittämään eri laskentamenetelmillä. Opinnäytetyö on kehittämishanke, joka toteutettiin yhteistyössä Iisalmen kaupungin tilapalvelun kanssa. Työssä selvitetään koulujen lämmitysjärjestelmien vaatima lämpökeskuksen teho ja yksikön energiantarve. Samalla tutkitaan mahdollisuutta lämpöyrittäjyyteen. Iisalmen kaupungin haja-asutusalueella on toiminnassa viisi koulua: Partalan koulu, Runnin ala-aste, Soinlahden koulu, Sourunsalon koulu ja Hernejärven koulu. Kaikkien koulujen lämpöenergiat tuotetaan nyt kevytöljyllä. Jatkuva energian hinnan nousu ja kustannusten yleinen kohoaminen on ajanut Iisalmen kaupungin kiinteistöjen ylläpitäjän miettimään vaihtoehtoisia lämmitysratkaisuja haja-asutuskoulujen energian tuotannossa. Koulut sijaitsevat Iisalmen kaupungin taajaman tuntumassa noin 10–15 km etäisyydellä keskustasta. Koulujen oppilasmäärä on kasvussa, koska nuoret perheet rakentavat ns. viheralueelle. Koulujen yhteenlaskettu kevyen öljyn käyttö on keskimäärin 100000 litraa vuodessa. Se vastaa noin 1100- 1200 MWh lämpöenergiaa, joka on noin 1500 i-m³ polttohaketta.

2 Lähtötilanne ja toimenpiteet

Iisalmen kaupunki on linjannut kehittämistyön tavoitteen seuraavasti: Toimeksiannossa on tutkittava seuraavat vaihtoehdot: hakelämmitys (yrittäjävetoinen), pellettilämmitys (yrittäjä) ja maalämpö. Aikatauluksi asetettiin kevät 2012. Kehittämistyön tulokset esitellään tekniselle lautakunnalle, joka tekee päätöksen toimenpiteistä keväällä/kesällä 2012. Kehitystyö tehdään yhdessä Iisalmen kaupungin tilapalvelun kanssa. Tilapalvelun yhteyshenkilönä oli insinööri Ahti Kurki.

2.1 Koulujen nykytilan selvitys

Kouluissa tehtiin suppea LVI-kuntoarvio (Liite 1). Tämä LVI - teknisten laitteiden kuntoarvio perustuu pääosin liike- ja palvelurakennusten kuntoarvion suoritusohjeeseen. Kuntoarvion suorittamisesta on esimerkki liitteenä 1. Lisäksi kouluista annettiin erillinen energiatodistus, joka on voimassa kymmenen vuotta (Liite 2).

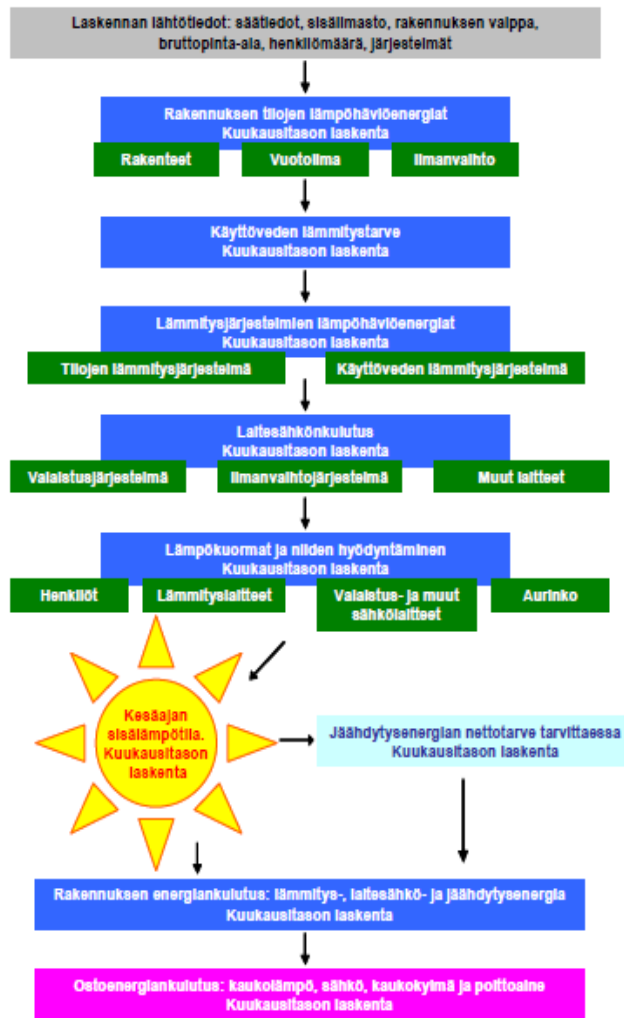
2.2 Mikä on energiatodistus?

Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Energiatodistus auttaa kuluttajia valinnoissa samalla tavalla kuin kodinkoneiden energiamerkki. Energiatodistus on yhteisesti sovittu mittatikku, jonka avulla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan helposti verrata muihin vastaaviin rakennuksiin. Energiatodistuksessa ilmoitetaan energiatehokkuusluku (ET-luku), joka tarkoittaa rakennuksen energiankulutusta jaettuna bruttoneliömetrimäärällä ja yksikkönä on kWh/bm² /vuosi. Energiatodistuksessa ilmoitetaan energiamäärä, joka tarvitaan tarkoituksen mukaiseen rakennuksen käyttöön. Jotta energiatehokkuuden arviointi ja vertaaminen olisi mahdollista, kiinteistölle määritellään energialuokka asteikolla A–G.

Vähiten energiaa kuluttaa A-luokan kiinteistö, eniten G-luokan kiinteistö. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, liite 1.)

Kiinteistön lämmitysmuoto ei vaikuta rakennuksen saamaan energialuokkaan. Energiatodistuksen parantaminen on ennen kaikkea kiinteistön omistajan etu, sillä mitä vähemmän energiaa kiinteistö kuluttaa, sitä enemmän omistaja säästää. Energiatodistus vaaditaan kaikilta uudisrakennuksilta, myös pientaloilta. Todistus on laadittava rakennuslupaa haettaessa. Sen antaa kiinteistön pääsuunnittelija. Vuoden 2009 alusta olemassa oleville rakennuksille tarvitaan energiatodistus myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. (Laki rakennusten energiatodistuksesta. 2007, § 5-§11.) Energiatodistuksen avulla ostaja tai vuokraaja voi verrata eri rakennusten energiankulutuksia sekä muita ominaisuuksia, jotka osaltaan vaikuttavat rakennuksen tuleviin kustannuksiin. Energiatodistus on tärkeä ja jatkossa entistäkin tärkeämpi valintatekijä. Rakennusten energiatodistusten tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden parantaminen kustannustehokkaalla tavalla. Vuoden 2012 alusta tuli voimaan uusi laskentatapa, joka painottaa kokonaisenergian laskentaa. Seuraavassa suora lainaus:

"Rakennuksen ostoenergiankulutus on laskettava näissä määräyksissä esitetyillä ulkoilman säätiedoilla, sisäilmasto-olosuhteiden, rakennuksen ja sen järjestelmien käyttö- ja käyntiaikojen sekä sisäisten lämpökuormien lähtöarvoilla (*rakennustyyppin standardikäyttö*). Muut energialaskennan tarvitsemat lähtötiedot otetaan rakennuksen suunnitteluasiakirjoista." (Suomen rakentamismääräyskokoelma D3.2012,8.) "Rakennuksen kokonaisenergiankulutus (*E-luku*) on laskettava. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain." (Suomen rakentamismääräyskokoelma D3.2012, 8.)



Kuva 1. Rakennuksen energiakulutuksen laskennan vaiheet (Suomen rakentamismääräyskoelma D5. 2007,21)

3 Lämpöä uusiutuvasta energiasta

Mitä on uusiutuva energia?" Uusiutuvien energialähteiden ja erityisesti bioenergian hyödyntämisessä Suomi on maailman johtavia maita. Suomen energian kulutuksesta neljännes on peräisin uusiutuvista energiamuodoista.

Tärkeimpiä Suomessa käytettävistä uusiutuvista energiamuodoista ovat bioenergia, varsinkin puu ja puupohjaiset polttoaineet, vesivoima, tuulivoima, aurinkoenergia ja maalämpö. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on edelleen lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Energian säästö ja uusiutuvien energialähteiden käyttö ovat merkittävimpiä keinoja saavuttaa Suomen ilmastotavoitteet.

Uusiutuvien energioiden käyttö ei lisää ilmaston lämpenemistä. Uusiutuvan energian käyttö lisää työllisyyttä myös paikallisesti, samoin se lisää huoltovarmuutta. (Työ - ja elinkeinoministeriö, 2012.)

3.1 Lämpöyrittäjyys

Motiva Oy määrittelee lämpöyrittäjyyden seuraavasti: Lämpöyrittäjyystoiminta on paikallista lämpöenergian tuottamista, jossa yrittäjä tai yritys myy käyttäjälle lämpöä sovittuun hintaan. Pääpolttoaineena on yrittäjän omista metsistä tai lähiseudulta hankittu puupolttoaine. Myös puunjalostuksen sivutuotteet, peltobio-massat ja turve sopivat polttoaineeksi. Polttoaineen hankinnan lisäksi yrittäjä tai yrittäjyhteenliittymä huolehtii lämpökeskuksen toiminnasta ja saa tuloa lämmitettävään kiinteistöön tai lämpöverkkoon tuotetusta energiasta. Lämpölaitos voi olla kiinteistön omistajan tai yrittäjän omaisuutta ja niiden teho vaihtelee usein muutamasta kymmenestä kilowatista useampaan megawattiin. (Motiva 2011.)

Bioenergian aluevaikutusten täysimääräiseen hyödyntämiseen vaikuttaa se, kuinka ilmastopolitiikalla tuetaan uusiin energialähteisiin perustuvaa hajautettua energiatuotantoa. Pienten lämpö- ja voimalaitosten välitön työllistävä vaikutus tulee olemaan merkittävä tulevaisuudessa. Suurten lämpö- ja voimalaitosten siirtyessä käyttämään puupohjaisia raaka-aineita, syntyy runsaasti työpaikkoja raaka-aineen hankintaan ja kuljetukseen. Suurin osa uusista metsätalouden ja -teollisuuden työpaikoista syntyy metsähakkeen tuotantoon ja jalostukseen. (Villa & Saukkonen 2011,16–17.)

Vuoden 2010 lopussa Suomessa oli käytössä yli 490 lämpöyrittäjien hoitamaa laitosta. Lämpöyrittäminen on yleisintä Länsi - Suomessa, jossa sijaitsee noin 39 % koko Suomen laitoksista. Lämpöyrittäjien kiinteän polttoaineen laitosten keskiteho oli 0,58 megawattia ja kokonaisteho 284 megawattia. Noin 30 % laitoksista oli aluelämpölaitoksia, loput kiinteistöjen lämpölaitoksia. Näistä lähes puolet oli koulukiinteistöjä. (Solmio 2011,2.)

Uusiutuvista polttoaineista ei lasketa tulevan hiilidioksidipäästöjä niiden hiilineutraaliuden vuoksi. Puupolttaineiden lisäämisellä on merkittävä rooli Suomen

kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisessä. Uusiutuvat energianlähteet ovat hiilivapaita polttoaineita, joten niiden käyttöä vähentämällä ei saada aikaan kasvihuonekaasupäästövähennyksiä. Sen sijaan uusiutumattomat energianlähteet eli fossiiliset polttoaineet ja hitaasti uusiutuvat energianlähteet eli turvepolttoaineet aiheuttavat palaessaan kasvihuonekaasupäästöjä. Niiden korvaaminen puupohjaisilla energialähteillä pienentää hiilidioksidipäästöjä. (Hanhila 2012,68.)

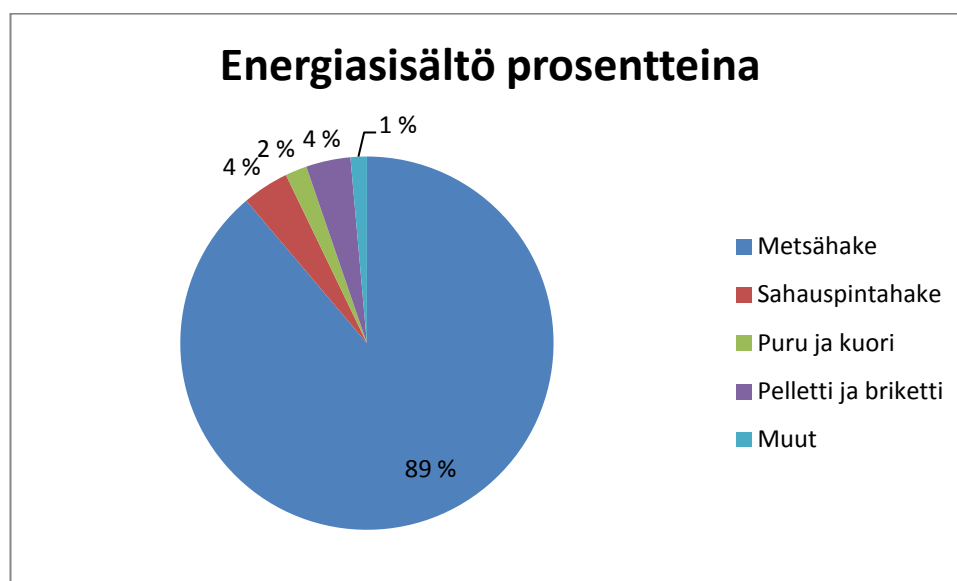
Lämpöyrittäjyyteen perustuva energiantuotanto työllistää paikallisesti. Laitoksen rakentaminen ja käyttö tapahtuu paikallisesti. Samoin puuperäisen polttoaineen hankinta antaa paikallisille yrittäjille työtä hakkuun, kasauksen ja haketuksen sekä kuljetuksen osalta. Suorat ja välilliset työllisyysvaikutukset ovat alue- ja kansantalouden kannalta merkittäviä. Puupohjaisella polttoaineella korvattavat öljylitrat vähentävät kansantalouden velkaantumista. Lämpöyrittäjyys toteuttaa hajautettua energian tuotantoa ja se vaikuttaa huoltovarmuuteen. Kuka on sopiva lämpöyrittäjäksi? Parhaiten lämpöyrittäjäksi sopii maanviljelijä, jolla on konekalusto jo itsellään lähes valmiina. Hän voi polttoaineen hankinnassa hyödyntää omia metsiään. Samoin erilaiset metsä- ja konealan yrittäjät ovat sopivia lämpöyrittäjiä. Molemmat voivat hyödyntää olemassa olevaa konekalustoa ja he voivat hoitaa lämpökeskuksen käytön ja valvonnan. Lämpöyrittäjätoiminnalle tuleva tulo perustuu yleensä myytyyn lämpöenergiaan. (Kokkonen & Lappalainen 2005, 9 - 10.) Lämpöyrittäjät ja – yritykset vastaavat asiakaskiinteistöjensä lämmöntuotannosta. Lämpöä voidaan tuottaa yksittäisten kohteiden lisäksi myös useammalle asiakkaalle aluelämpönä. Lämpöyrittäjät käyttävät energian tuotannossa pääosin metsähaketta. Valtakunnallisesti keskimääräinen kattilateho lämpöyrittäjäkohteissa on 0,55 megawattia, vaihdellen neljästäkymmenestä kilowatista aina muutamiin megawatteihin asti. (Maunula 2011,26.)

3.1.1 Yritysmuodot ja yrittäjä

Yritystoiminta on helpointa aloittaa yrittäjänä eli yksityisenä toiminimenä. Kun toiminta kasvaa ja riskit suurenevat kannattaa valita jokin muu yritysmuoto. Vaihtoehtoja ovat kommandiittiyhtiö, avoin yhtiö, osakeyhtiö ja osuuskunta. Selkein yritysmuoto on osakeyhtiö, koska lämpöyrittäjätoiminta on paljon pääomaa vaati-

va yritysmuoto. Omistuspohjan laajentaminen osakeyhtiössä on helpompaa ja tarvittaessa koko yrityksen myynti on mahdollista. (Osuuspankki 2012, 4-11.)

Lämpölaitosten omistajista oli vuonna 2010 osakeyhtiöitä ja osuuskuntia 272, loput olivat yrittäjien tai yrittäjärenkaiden omistamia. Osakeyhtiöt ja osuuskunnat tuottivat kaksi kolmasosaa kaikesta lämpöyrittäjien toimittamasta lämmöstä. (TTS tiedote 2011,2.) Lämpöyrittäjät käyttivät vuonna 2010 yli miljoona irtokuutiometriä metsähaketta. Vuonna 2010 hakkeen osuus oli noin 90 % laitosten käyttämistä kiinteistöpolttoaineista. Lämpöyrittäjien käyttämien puupolttoaineiden yhteismäärä ylitti miljoona irtokuutiometriä jo vuotta aiemmin. Suomessa käytetystä metsähakkeen kokonaismäärästä lämpöyrittäjien osuus oli 7,1 prosenttia. Lämpöyrittäjillä valtaosa hakkeen raaka-aineista oli pienpuuta, lämmön- tuotannossa ei juuri käytetä hakkuutähteitä, kantoja ja juurakoita. Puupelletin ja -briketin käyttöosuus pysyi kuitenkin samaan aikaan lähes ennallaan, 3–5 prosentissa polttoaineiden energiasisällöstä laskettuna. (Solmio 2011,1 ja 2.)



Kuva 2 Lämpöyrittäjien puupolttoaineiden energiasisältö prosentteina. Kokonaisenergiasisältö oli 1064 GWh vuonna 2010. (Solmio, 2011)

3.1.2 Lämpöliiketoiminta lämpöyrittäjän näkökulmasta

Lämpöliiketoiminnan pitää olla kannattavaa kokonaisuutena. Yrittäjän on saatava palkka suoritetusta työstä ja tuotto sijoitetulle pääomalle laiteinvestointien

osalta. Hakkeen hankinta voi tapahtua joko suoratoimitettuna lämpölaitokselle joltakin hakkeen tuottajalta tai itse hankittuna ja hakettuna. Haketta tuotetaan karsitusta rangasta tai kokopuusta hakettuna pienille lämpökeskuksille. Karsittu rankahake on parempaa kuin kokopuuhake. Käytössä oleva kemera - tuki (kestävän metsätalouden rahoituslaki) suosii kokopuuhaketta. Lisää kemera - tuesta kohdassa 3.6. Edullisin energiapuun hankintatapa on integroitu korjuu, jolloin aines- ja energiapuu korjataan samanaikaisesti. Näin saadaan hyötykäyttöön mahdollisimman suuri osa puusta. Kustannussäästöjä syntyy työkoneiden käytön tehostumisesta ja työkoneiden siirtämistarpeiden vähenemisestä työmaiden välillä. Myös suunnittelu-, työnjohto- ja muut kulut alenevat. Integroidussa korjuussa hakkuutähde kasataan jo hakkuuvaiheessa kasoihin ajouran vierelle, josta se on helppo kerätä ja kuljettaa pois tai hakettaa. (Motiva 2011.)

Energiapuun hankintahinta Ylä-Savossa on ollut noin 15–18 €/kiintokuutiometri, sisältää kamera-tuen. Hinnat vaihtelevat leimikoittain johtuen leimikkotekijöistä, joita ovat myytävä puumäärä, korjuukelpoisuus kesä/talvi, metsäkuljetusmatka, puun laatu ym. tekijät. Pystykaupassa energiapuun hinta on 5 - 8 €/kiintokuutiometri. Energiapuun saatavuus on ollut koko hakkuukauden hyvä. Energiapuun kysyntä ja tarjontatilanne on tällä hetkellä hieman ylitarjonnan puolella. Runsaasta sahauksesta johtuen saharahakkeella on lievä ylitarjonta. Hinnat ovat laskussa energiajakeissa. Lisäksi energiapuukauppaan vaikuttaa epäselvä tilanne kemera -tukien jatkomahdollisuuksista ja muut mahdolliset epävarmuudet tukipolitiikassa. (Karppinen 2012.)

Lämpöyrittäjäksi ryhtymiseen vaikuttaa mm. mahdollisuus hyödyntää omia puuvaroja. Se sopii hyvin metsä- tai maatilanomistajan sivuelinkeinoksi, se vaikuttaa omaan työllistymiseen ja kasvattaa paikallistalouden hyötyjä. Se pienentää myös lämmityksen hiilijalanjälkeä. Haittoina koettiin korkeat investointikustannukset ja huono kannattavuus, sekä myytävän energian hinnan määrittämisen vaikeudet. Hinta on useasti sidottu "väärään" indeksiin. Pätevien työntekijöiden saaminen ja sijaisjärjestelyt aiheuttavat päänvaivaa yrittäjille. Myös lämpölaitoksen sijainti kaukana asuinpaikasta aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. (Rämö 2001,24.)

3.1.2 Kannattavaa lämpöyrittäjyyttä

Lämpöyrittäjien kannattavuutta pienessä kokoluokassa ei ole paljon selvitetty. Tiina Sauvola - Seppälä on käsitellyt tätä asiaa, josta seuraavassa suora lainaus: "Tulosten perusteella lämmöntuottamisen kulut olivat keskimäärin 44 €/MWh ja tulot keskimäärin 56 €/MWh. Hieman yli puolet, eli 23 €/MWh, tuotantokuluista muodostui kiinteän polttoaineen hankinnasta, haketuksesta ja kaukokuljetuksesta. Lämmönmyynti on lämpöyrittäjille taloudellisesti kannattavaa. Suurimmissa (>1000 kW) lämpölaitoksissa lämpöyrittäjän nettotulot olivat keskimäärin 29 000€ vuodessa. Pienimmissä (<200kW) laitoksissa lämmönmyynnin vuosittaiset nettotulot olivat keskimäärin hieman yli 4 000 € vuodessa. Lämmönmyynnin nettotulot eivät kuitenkaan kerro lämpöyrittäjien todellista tuloa, koska lämmönmyyntitulojen lisäksi lämpöyrittäjät saavat puun myyntituloja sekä korvausta laitoksen valvonnasta ja huollosta. Lämpöyrittäjien energiapuusta maksama hinta mahdollistaa nuoren metsän kunnostuskohteiden hakkuut. Metsänomistajan energiapuun myynnin nettotulot koneellisessa korjuussa olivat keskimäärin 9 €/MWh. Ilman kemera -tukea nettotulot olivat keskimäärin 2 €/MWh. Vuonna 2006 lämpöyrittäjien myymä lämpö oli 34 €/MWh edullisempaa kuin sähköllä tuotettu lämpö, 32 €/MWh edullisempaa kuin öljyllä tuotettu lämpö ja 3 €/MWh edullisempaa kuin kaukolämpö." (Sauvola-Seppälä 2009.) Lämpöyrittäjien kannattavuutta koulujen lämmötoimittajana tarkastellaan kohdassa 5.3.

3.2 Kestävä kehitys ja uusiutuva energia

"Kestävä kehitys tarkoittaa kehitystä, jolla voidaan tyydyttää ihmiskunnan nykyisiä tarpeita viemättä tätä mahdollisuutta tulevilta sukupolvilta". (Brundtlandin komissio 1987) Suomen perinteiset talouden vahvuudet ovat olleet metsät, vedet ja kaivannaiset. Näillä osa-alueilla Suomeen on kehittynyt hyvä ympäristöosaaminen. Maailmanlaajuisesti luonnonvarojen kysyntä ja ympäristöongelmat ovat synnyttäneet tarpeen kehittää erilaisia menetelmiä ja toimintatapoja, jotka vähentävät ympäristön kuormitusta. Samalla ne mahdollistavat suomalaisten

yriytysten liiketoimintamahdollisuuksia tulevaisuudessa. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2010,4.)

3.2.1. Kohti kestäväää tulevaisuutta

Maailmantalouden lama 1990-luvulla mahdollisti tietoteknisen murroksen ja niin sanotun uuden talouden nousun. Tuolloin myös työelämän muutosta tapahtui ennen muuta tietotyön yleistymisen ja tietotekniikan leviämisen vaikutuksesta. Suomi sai nopean kasvun vaiheen 1990-luvun jälkipuoliskolla huolimatta siitä, että koki todella syvän laman 1990-luvun alussa. Suomi kykeni nousemaan maailmanlaajuisen tietoyhteiskuntakehityksen eturintamaan ja samalla kansainvälisten kilpailukykyvertailujen kärkisijoille. Nyt Suomi ja koko maailmantalous on uuden haasteen edessä. Tulevaisuudessa kestävä kehitys nousee merkittäväksi tekijäksi liiketoiminnoissa. Suomessa ja Pohjoismaisessa on suunnattu merkittäviä resursseja uusien ympäristöliiketoimintojen kehittämiseen. Suomessa on sitouduttu EU:n ilmastopolitiikkaan. Pohjoismaat toimivat aktiivisesti kansainvälisissä keskusteluissa sekä kansallisten pilottien käynnistämässä. Tällä hetkellä Suomi lähinnä seurailee yleistä eurooppalaista linjausta. (Antti Kasvio & Timo Räikkönen 2010,24.)

Kunnat ovat keskeisessä asemassa kestävään kehityksen edistämässä, koska kunnissa tapahtuu paikallinen päättäminen ja sen on perustuttava tulevaisuudessa kestävään kehitykseen. Kunnallisessa päätöksenteossa on annettava mahdollisuus kuntalaisille, yrityksille ja eri sidosryhmille kestävään kehityksen toteuttamiseen. Osallistamalla oman lähiympäristönsä suunnitteluun ja rakentamiseen kansalaiset voivat vaikuttaa kestävään kehityksen toteutumiseen omassa elinympäristössään. (Ympäristöministeriö 2011.)

3.2.2 Öljy ja sen käyttö

Öljyn osuus maailman energiakulutuksesta on lähes 40 %. Öljy tulee säilymään IEA:n (Kansainvälinen energiajärjestö) skenaarioiden mukaan ensisijaisena

polttoaineena energiapaletissa vielä vuosikymmeniä, vaikka vanhat öljyn käyttäjämaat vähentävät öljyn käyttöä. Kehittyvien talouksien, erityisesti Kiinan ja Intian, energian kulutuksen kasvu lisää öljyn osuutta entisestään keskipitkällä aikavälillä. Ilmaston lämpenemistä hillitsevät toimenpiteet vähentävät todennäköisesti tulevaisuudessa öljyn kulutusta. Kulutusta tulee laskemaan myös öljyvapaiden energialähteiden käyttöönotto. (Öljyalan vuosikirja 2011,6.)

Öljytuotteiden kulutus väheni Suomessa vuonna 2011 johtuen talouden taantumasta ja lisääntyneestä energiatehokkuudesta. Kaikkien öljytuotteiden yhteenlaskettu myynti kotimaahan oli vajaat kahdeksan ja puoli miljoonaa tonnia, mikä on kuusi prosenttia edellisvuotta vähemmän. Lukuun lasketaan polttonesteiden lisäksi bitumit ja voiteluaineet sekä petrokemianteollisuuden raaka-aineet. Luku sisältää kotimaan myynnin lisäksi jalostamoiden oman käytön. (Öljyalan keskusliiton tiedot 2012.) Lämmitysöljyyn on lisätty vuodesta 2009 lähtien bioöljyä. Biopolttoöljyn osuutta koskeva tavoite on 10 % lämmityskäyttöön menevän kevyen polttoöljyn energiasisällöstä vuonna 2016. Vuonna 2011 bioöljyn osuus oli 4 % lämmitysöljyn energiasisällöstä. Tällä tavoin lämmitysöljykin vihertyy. (Öljyalan keskusliitto Bioöljy 2012.)

Öljylämmityksen arvioidaan tulevaisuudessa laskevan. Öljyalan palvelukeskuksen mukaan öljylämmitteisten erillisten pientalojen lukumäärä vuonna 2012 olisi noin 200000. Arvioiden mukaan öljylämmitteisten talojen määrä laskee vuoteen 2020 mennessä 190 000 johtuen pitkälti ympäristöön liittyvistä seikoista, öljyn raaka-ainehinnan kehittymisestä sekä öljylämmitysjärjestelmien iästä. (Öljyalan palvelukeskus 2010, 6.)

3.2.3 Kasvihuonepäästöistä

Ilmakehä toimii maapallolla kuten lasikatto kasvihuoneessa - lämmittäen. Ilmakehän koostumuksesta riippuu kuinka voimakasta tämä lämmitys on. Tällä hetkellä kasvihuonekaasujen määrä ilmakehässä kasvaa jyrkästi ja lämmitys voimistuu. Sen seurauksena myös maapallon ilmasto muuttuu eli keskilämpötila nousee. Tärkein kasvihuonekaasu on vesihöyry ja kakkosena on hiilidioksidi.

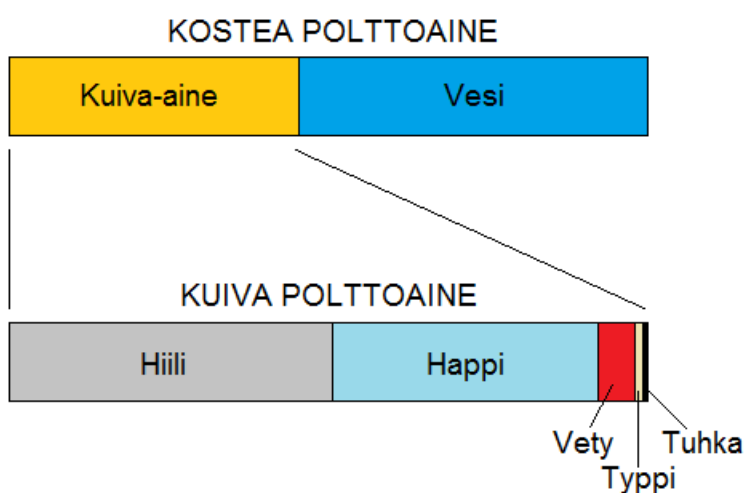
Hiilidioksidia syntyy aina, kun poltetaan ainetta, joka sisältää hiiltä. Hiiltä taas on kaikkialla, missä esiintyy orgaanisia yhdisteitä ja elämää. Jatkuvasti kasvava energiankulutus lisää hiilidioksidin määrää maapallolla, koska energian tuotanto fossiilisia polttoaineita polttamalla on yhä merkittävässä asemassa. Hiilidioksidi kertyy maapallon ilma-kehään ja aiheuttaa kasvihuoneilmiötä. (Ilmatieteenlaitos 2012.) Suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheuttaa kivihiilipohjaisen suoran sähkön käyttö lämmitysmuotona. Kaukolämmitys ja öljylämmitys ovat suunnilleen samaa luokkaa hiilidioksidipäästöissä. Laskennallisen ns. keskimääräisen sähkön, maakaasun sekä maalämpöpumppujen hiilidioksidipitoisuudet ovat pienempiä kuin öljylämmityksellä. Puupohjaisilla polttoaineilla tuotettu energia (sähkö- ja lämpöenergia) on niin sanotusti hiilineutraali, koska metsät sitovat kasvaessaan saman hiilidioksidimäärän kuin poltettaessa vapautuu. Typenoksidit, rikkidioksidit ja hiukkaset ovat öljylämmityksessä pienemmät kuin muissa lämmitysmuodoissa. Vain rikkipäästöjen osalta puupohjaiset tuottavat vähemmän kuin öljylämmitys. Maalämmityksen typenoksidi - ja rikkipäästöt ovat öljylämmitystä alhaisemmat. (Pöyry Management Consulting Oy 2010,2.)

Hiukkaspäästöjä syntyy, kun poltetaan kiinteitä polttoaineita. Hiukkaset muodostuvat palamattomasta polttoaineesta ja epäorgaanisesta tuhkasta. Tuhka on peräisin polttoaineen palamattomista aineksista, jotka ovat eri metalleja sekä palamatonta hiiltä. Osa tuhkasta poistuu lentotuhkana ja osa jää kattilaan. Hiukkasissa on yleensä myös PAH – aineita. Lentotuhka on kevyttä ja hiukkaskoko pieni. (Hakkila & Fredriksson 1996,74.) Puun palaessa epätäydellisesti syntyy runsaasti päästöjä. Kaasumaisista aineista muodostuu eniten hiilidioksidia ja hiilimonoksidia eli häkää. Lisäksi syntyy haihtuvia hiilivetyjä (formaldehydejä) ja metaania. Hiukkasmaisista epäpuhtauksista tärkeimpiä ovat orgaaniset hiiliyhdisteet, rikkihappo, hienojakoinen alkuainehiili eli noki sekä puun sisältämistä mineraaleista koostuva lentotuhka. Valtaosa päästöhiukkasista on halkaisijaltaan alle 1 µm. (Sttv 2008, 13.) Suomessa ei ole päästörajoja pienpolton päästöille. Terveysviranomaiset voivat rajoittaa polttamista Valviran ohjeen perusteella. Ympäristöministeriö on valmistellut uutta Suomen rakentamismääräyskoelman asetusta D8, mutta sitä ei ole pantu voimaan tulevien EU-määräysten takia.

3.3 Puu polttoaineena

Puun tärkeimmät rakenneaineet ovat selluloosa, hemiselluloosa ja ligniini. Ligniinissä on paljon hiiltä ja vetyä. Havupuissa on ligniiniä enemmän kuin lehtipuissa. Puussa on haihtuvia aineita 80–90 %. Puu on pitkäliekkinen polttoaine, joka vaatii suuren palotilan. Puun lämpöarvo eli energiasisältö riippuu hiili- ja vetytitoisuudesta, joka puuaineksella vaihtelee 50 %:n molemmin puolin ollen havupuulla yli ja lehtipuulla alle 50 % johtuen ligniini ja uuteaineista. (Kokkonen & Riikonen 2005,27.)

Puuaineksen kuiva-tuoretiheys vaikuttaa lämpöarvoon siten, että mitä tiheämpää puuaineksen on, sitä parempi on lämpöarvo. Koivulla on paras tiheys 460–500 kg/m³, mänyllä ja kuusella lähes sama 400 kg/m³. Oksapuu on tiheämpi kuin runkopuu. Koivun kuori on varsin tiheää, 550 kg/m³, kun taas havupuiden kuoren tiheys on vain 300–340 kg/m³. (Hakkila ym. 1998, 22.) Kuvassa 3 on eritelty puuperäisten biomassojen vesi-, kuiva-aine-, tuhka- ja alkuainekoostumuksia massasuhteissa. Kuiva polttoaine tarkoittaa kostean polttoaineen kuiva-ainetta, jolloin kosteasta polttoaineesta on haihdutettu vesi pois.



Kuva 3. Puupolttoaineen koostumus (Sarvelainen. 2011,17)

Puuainekoostumus voidaan jakaa kolmeen osaan: vesi, tuhka ja palava-aines. Kosteaa puuainesta voi sisältää jopa 60 % vettä. Loput kuiva-ainesta sisältää vähän tuhkaa. Puupohjaisilla polttoaineilla tuhkapitoisuus on noin 1 %. Loput kuiva-ainesta on palavaa ainesta, joka on jakautunut seuraaviin alkuaineisiin: Hiili, happi, vety, rikki ja typpi. Hiili, vety ja rikki palavat ja muodostavat hapen kanssa oksideja ja energiaa. Hiiltä on puolet puun kuiva-aine massasta ja vetyä noin 6 %. Typpiä on puupolttoaineessa muutama prosentti, joka palaessaan muodostaa typenoksideja. Polttoaineeseen sitoutunut happi osallistuu palamiseen, jota on alle puolet kuiva-ainesta. Puuperäiset polttoaineet eivät sisällä rikkiä käytännössä yhtään. (Sarvelainen 2011,18.)

3.3.1 Hakelämmityksen soveltuvuus koulukiinteistön lämmitykseen.

Hakelämmitys soveltuu jokaiselle koululle. Koulut sijaitsevat suhteellisen tilavilla tonteilla, joihin voidaan hyvin sijoittaa pieni pakettilämpökeskus. Myös hakkeen kuljetuslogistiikka on mahdollinen. Peruseriaatteena voidaan pitää ratkaisumallia, jossa tontille hankitaan erillinen lämpökeskusrakennus, joka sisältää myös hakevaraston. Lämpökontti liitetään olemassa olevaan lämmönjakeluverkkoon ja lämpimän käyttöveden varaajaan. Vanhat kattilat on syytä purkaa. Tässä selvityksessä lähdetään siitä olettamasta, että lämpöyrittäjä hankkii tarvittavan hakkeen kulutuskohteisiin. Hakkeen saatavuus lisälmen alueella on hyvä. Kyseisten kohteiden polttohakkeen kulutus on suhteellisen pieni. Hakkeen hankinta ei muodostu kynnyskysymykseksi.

3.3.2 Hakkeen laatu

Kosteaa puupolttoainetta palaa huonosti ja siitä saatava teho on huono. Siitä syntyy myös nokimetaanipäästöjä normaalia enemmän. Mitä kosteampaa käytettävä puupolttoaine on, sitä vähemmän siitä saadaan lämpöenergiaa. Kattilan hyötysuhde laskee voimakkaasti polttoaineen kosteuden lisääntyessä. Kattilalaitoksen automatisointi edellyttää, että hake on riittävän kuivaa. Parhaiten hakekattiloihin sopivat noin 1-3 cm pituiset hakelastut. Polttohakkeelle suositellaan noin

35 % kosteutta. Kaadetun tuoreen havupuun kosteus on noin 50 % -60 % ja lehtipuulla hieman alhaisempi. Kostea polttohake voi halvaantua varastosiilossa ja pahimmassa tapauksessa jäätyä talvella. (Hakeopas 2000.)

3.3.3 Hakekattilan käytöstä ja huollosta

Kosteuden määrittäminen on tärkeä vaihe polttoaineen vastaanotossa. Kosteusprosentti saadaan kuivattamalla pieni näyte-erä haketta. Näyte-erä punnitaan ennen kuivatusta ja sen jälkeen. Polttoaineen energiasisältö saadaan kosteusprosentin ja puulajin ominaisuuksien perusteella. Pienillä lämpökeskuksilla ostettava polttoaine mitataan usein irtokuutioina, isommilla laitoksilla lasketaan polttoaineen energiasisältö, jonka mukaan määritetään polttoaineen sisään ostohinta. Kattilan hyötysuhde huononee jos palaminen on epätäydellistä, kattila nokeentuu ja syöpyy. Kun palaminen on täydellistä, ilmassa oleva happi riittää juuri polttoaineessa olevien palavien aineosien, hiilen, vedyn ja rikin polttamiseen. Liian suuri palamisilmamäärä aiheuttaa lämpöhäviöitä, koska se ns. huuhtelee kattilaa. Hapen lisäksi ilmassa on myös paljon typpeä (78 %), joka kulkeutuu kattilan läpi sellaisenaan sekoittuen savukaasuihin ja vieden mukanaan kattilan lämpöä suoraan savupiippuun. Kiinteän polttoaineen kattiloissa käytetään suurempaa ilmamäärää kuin öljynpoltossa. Tästä seuraa se, että savukaasujen lämpötilat muodostuvat korkeammiksi. Liian pienellä ilmamäärällä kaikki hiili ei pala täydellisesti, jolloin syntyy hiilidioksidin lisäksi hiilimonoksidia (häkää) ja nokea. Kiinteällä polttoaineella savukaasujen lämpötila on n. 200 - 300 astetta ja öljyllä n. 150 astetta". (Krankkala 2011.)

Palamisilmojen säätö ja polttoaineen syöttö kattilaan säädetään liekin värin, savukaasun lämpötilan ja saadun tehon mukaan. Huippukattiloissa ohjaukseen käytetään lambda-, hiillospeti- ja lämpötila-antureita, jotka on kytketty automaattiseen ohjausjärjestelmään. Kattilalaitoksen toimintaa on valvottava jatkuvasti ja laitoksella on käytävä säännöllisesti, vaikka sen toiminta on automatisoitu. Vikaohjelmat on järkevää ohjata käyttöhenkilökunnan/ yrittäjän matkapuhelimiin. Kattilan tulipesään ja savukanavistoon muodostuu palamisen takia nokea. Noki

toimii eristeenä kattilan konvektiopintojen ja liekin ja savukaasujen välillä. Kattilan nokeentuessa savukaasujen lämpötila nousee ja savukaasuhäviöt kasvavat. Kattila on nuohottava riittävän usein. Paras tapa on seurata savukaasun lämpötilaa. Mikäli savukaasun lämpötila nousee 20–30 astetta, nuohous on tarpeen. Kattilan nokeentuminen johtaa kattilan hyötysuhteen heikkenemiseen. (VTT 2003.)

3.4 Pellettilämmitys

Ilmastoystävällinen pelletti. Pelletin valmistukseen käytetään pääasiallisesti puunjalostuksessa syntyviä sivutuotteita kuten puupuraa, kutterin lastua, hiontapölyä, jne. Valmistusvaiheessa puu on kuivaa ja puhdasta. Valmistusmenetelmä on puristaminen, jossa puujae mursotetaan puristinlevyn läpi. Puristettaessa raaka-aine lämpenee ja siitä vapautuva ligniini sitoo raaka-aineen tiiviiksi. Näin syntyy pelletin kiinteä muoto ja kiiltävä pinta. Pellettiä voidaan valmistaa myös karkeammista puunjalostusteollisuuden sivutuotteista.

3.4.1 Pelletti polttoaineena

Pelletti on kotimainen tuote ja se valmistetaan uusiutuvasta puuraaka-aineesta. Pelletti polttoaineena on tasalaatuinen ja tiivis, lähes pölyämätön. Pelletin halkaisija vaihtelee 6-12 mm riippuen toimittajasta. Pelletin pituus on noin viisi kertaa halkaisija. Irtokuutiometri pellettiä painaa n. 650 kg. Varastotilan tarve on n. 1,5 m³ yhtä pellettitonnia kohden. Puupelletin tuhkapitoisuus on erittäin alhainen, vain n. 0,5 %. Pelletin kosteus on alle 10 % ja tiheys noin 600 kg/m³. Puupelletin tehollinen lämpöarvo on 4,7 MWh/tonni, eli 1 tonni vastaa 500 litraa kevytöljyä. Pelletti vaatii vähemmän varastotilaa kuin hake. Pelletin saatavuus on hyvä. Sitä on saatavana pien- ja suursäkeissä sekä irtotavaroitimuksena. Pelletin ympäristövaikutukset ovat hiilidioksidin osalta nolla, koska poltettaessa vapautuva hiilidioksidi sitoutuu puun kasvaessa pois ilmakehästä. Hiilimonoksiidi- ja typpipäästöt ovat jonkin verran pienemmät kuin perinteisessä puulämmityksessä, koska palamisprosessin säätäminen on helpompaa polttoaineen tasa-

laatuisuuden takia. Puupelletti on käytännöllisesti rikkivapaa. (Puhakka ym. 2003,4.) Ainoat päästöt liittyvät pienhiukkaspäästöihin, jotka ovat kuitenkin suhteellisen pienet verrattuna muuhun puun polttoon (Motiva 2009 Pellettienergia 2010,14). Pellettilämmitysjärjestelmän käyttäjä tukee kotimaisia tuotantolaitoksia ja työllistää suomalaisia.

Uusin sertifiikaatti pelletille on ENplus." ENplussan avulla pyritään hallinnoimaan koko tuotanto- ja myyntiketjua siihen pisteeseen saakka, kunnes pelletit on toimitettu pellettilämmittäjälle. ENplus tarjoaa läpinäkyvyyttä ja takaa laadukkaan lopputuotteen. Sertifiikaatin kriteerit ovat entistä tiukempia ja varmistavat laadun lisäksi myös pellettien jäljitettävyyden. ENplus tavaramerkin omistusoikeus on European Biomass Association AEBIOM:n hallussa. AEBIOM:n alaisena toimii European Pellet Council – EPC, joka ylläpitää ja kehittää ENplus -järjestelmää. AEBIOM myöntää kansalliselle pellettijärjestölle oikeuden hallinnoida kansallista järjestelmää ja myöntää lisenssi ENplus merkin käyttöön yksittäisille yrityksille." (ENpluss, 2012.) Suomessa toimintaa organisoii Suomen Pellettienergiayhdistys ry.

Taulukko 1. Eri polttoaineiden vertailtavuus Vapon (2005) mukaan.

Puupelletti	Puupelletti	Kevyt polttoöljy	Hake
1 tonni	1,5–1,7 irtto-m ³	n. 500 litraa	n. 6 irtto-m ³
0,6-0,7 tonnia	1,0 irtto-m ³	n. 300 litraa	n. 4 irtto-m ³

3.5 Maalämpö

Maalämmöllä on lämmitetty taloja Suomessa 1970 -luvulta lähtien. 2000 -luvun vaihteesta lähtien lämpöpumppujen kehittyessä luotettavimmiksi ja energianhintojen noustessa maalämpöpumput ovat nousseet suosituksi lämmitysvaihtoehdoksi pientaloissa. Yksi syy maalämmön suosioon on sen helppokäyttöisyys. Maalämpö on hankintahinnaltaan kallis, mutta käyttökustannuksiltaan edullinen lämmitysmuoto.

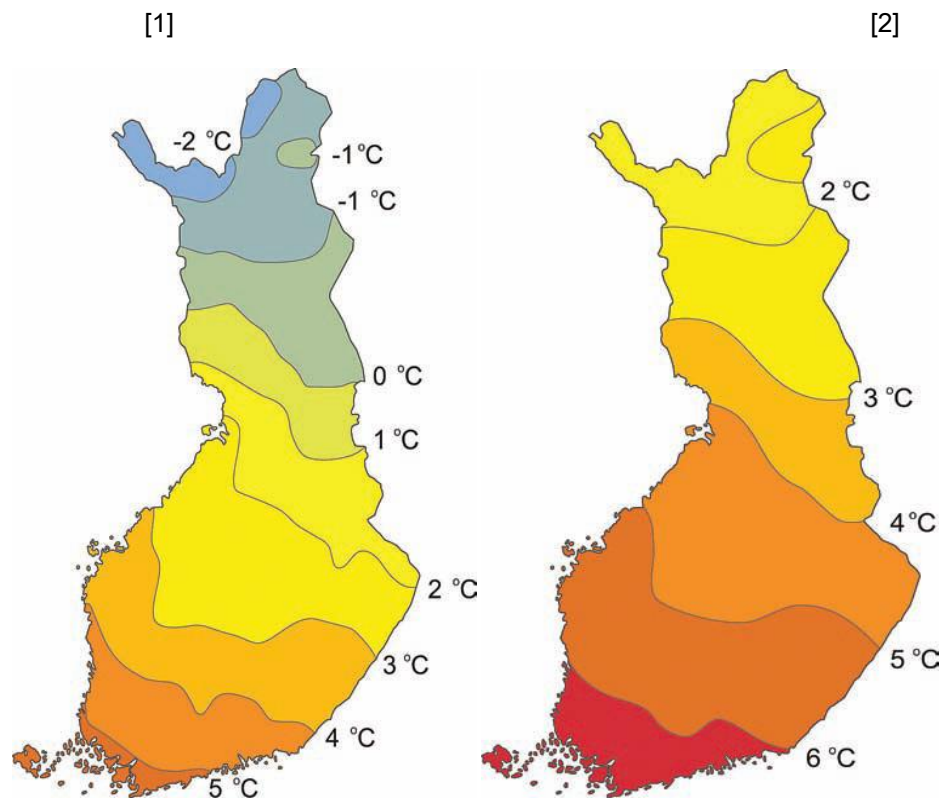
Maalämpö on laitekehityksen myötä tullut suosituksi myös saneerauskohteissa ja isoissa kiinteistöissä. Lämpöpumppu pudottaa sähköenergian kulutuksen kolmannekseen, mikäli se on suunniteltu ja asennettu oikein.

Diplomityössä "Lämpöpumppujen vaikutukset sähköverkkoliiketoiminnan kannalta" vuodelta 2009 Jussi Tuunanen toteaa seuraavaa:" Vaikutukset yksittäiseen energiayhtiöön ovat eniten riippuvaisia lämpöpumppujen asennuskohteista, lämpöpumppujen toiminnasta ja lämpöpumpputyypistä. Kuluttajat tulevat määräämään vaikutusten suuruuden, koska lämpöpumppujen lukumäärällä ja käytöllä on sähköenergian kulutukseen huomattava merkitys. Vaikutus sähköenergiaan energiayhtiöiden kannalta voi yleisesti ottaen olla 2020-luvulle mentäessä merkittävä. Tutkittavassa verkkoyhtiössä vaikutuksen sähköenergiaan arvioidaan olevan -10 % luokkaa yhdeltä vuodelta verrattuna tämän päivän kokonaissähköenergian kulutukseen. Vaikutus verkkoliikevaihtoon on arviolta puolet pienempi. Tällaiset tulokset edellyttävät lämpöpumppumäärän moninkertaisumista nykyisestä, mikä on myös odotettavissa." Lämpöpumppujen lukumäärän valtakunnallisella kehitymisellä on merkittävä vaikutus tuloksiin. Tällä hetkellä Suomessa on noin 200 000 kpl (2009) lämpöpumppuja ja määrän uskotaan kasvavan miljoonaan kappaleeseen 2020-luvulle tultaessa. (Tuunanen J 2009, 1.)

3.5.1 Mitä on maalämpö?

Auringosta peräisin oleva lämpöenergia on varastoitunut maahan ja kallio perän pintaosiin. Pintaosia syvemmällä kallioperässä lämpöenergia on taas geotermistä energiaa. Geotermisen energia muodostuu radioaktiivisten aineiden hajoamisesta. Vesistöt on kolmas ns. maalämmön rakentamiskohde. Suomessa maa- ja kallioperän pintaosien vuotuinen keskilämpötila on noin kaksi astetta ilman vuotuista keskilämpötilaa korkeampi (kuva 4). Maa- ja kallioperän lämpötila vaihtelee paikallisesti. Ihmisen käden jälki näkyy tässäkin, rakennetuilla alueilla lämpötila on korkeampi kuin luonnontilassa. Vuosittainen ilman lämpötila vaikuttaa maanpinnan keskilämpötilaan.

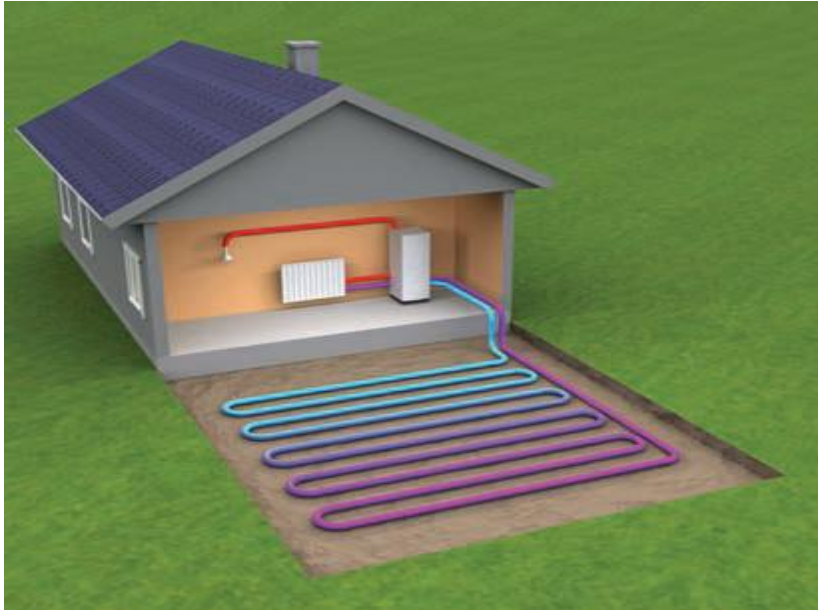
Maaperässä noin 15 metrissä lämpötila vakiintuu noin 6°C:seen, syvemmällä geometrinen energia nostaa lämpötilaa 0,5-1 asteella/100m. Suomen kallioperän kivilajien lämmönjohtavuudessa on eroja. Kallioperän koostumus, pohjaveden liikkeet ja kallion rikkonaisuus vaikuttavat eniten lämpöominaisuuksiin. Kallioperän rikkonaisuus vaikeuttaa porausta ja irtoavat kivilohkareet voivat porausreikään pudotessaan tukkia sen, jolloin lämmönkeruuputken asennus estyy tai vaikeutuu. (Juvonen 2009,7.)



Kuva 4. Ilmalämpötilan vuotuinen keskiarvo vertailukaudelta 1971–2000 [1] (vasemmalla) ja maanpinnan lämpötilan vuotuinen keskiarvo [2] (oikealla). (Janne Juvonen.2009.8)

3.5.1. Lämpöä maasta

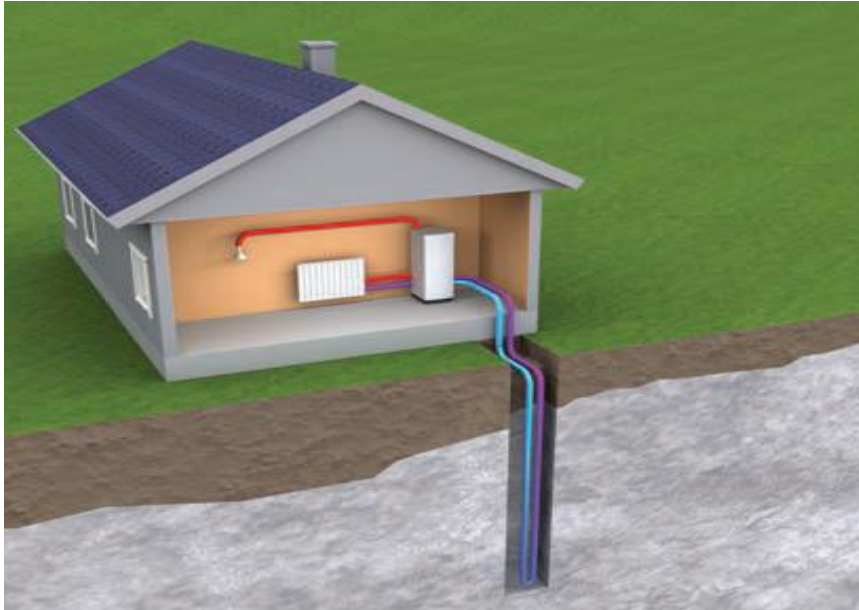
Lämmönkeruuputkisto asennetaan noin metrin syvyyteen, ei liikutuille alueille. Karkeana putkimäärän ohjearvona voidaan käyttää arvoa 1-2 putkimetriä lämmitettävää rakennuskuutiota kohti. Tonttimaata tarvitaan noin 1,5 m² yhtä putkimetriä kohti. Savimaa on parasta ja hiekka huonointa, lämmön saanti vaihtelee Etelä-Suomen savimaan 50 KWh/m:stä Pohjois-Suomen hiekkamaan 10 KWh/m:in. Maaperään vaakasuoraan asennettavan lämmönkeruuputkiston mitoitus on järjestelmän vaativin suunnittelutehtävä. Jokainen asennuspaikka on yksilöllinen ja muuttujia on useita: maaston muoto, maaperän maalaji, alueen käyttö, mahdollinen kallio kaivualueella ja niin edelleen. Keruuputkiston asennus esimerkiksi kivikkoiseen maahan on haasteellista. (Sulpu 2011.)



Kuva 5. Maalämmön keruujärjestelmät maapiiri (Juvonen.2009.9)

3.5.2 Lämpöä lämpökaivosta

Lämpökaivo on yleisin maalämmön lämmönlähteistä tänä päivänä. Sen suosio on lisännyt mm. se, että se sopii pienille tonteille ja sillä on mahdollista saada aikaan suuria tehoja ns. lämpökaivokentistä, jolloin se soveltuu esimerkiksi kerrostalojen lämmittämiseen. Lämpökaivoissa on noin kaksinkertainen lämmön saantoteho lämmönkeräysputkistoille verrattuna maahan asennettaviin putkistoihin. Lämpökaivon suunnittelussa tärkein asia on, kuinka lämpökaivo sijoitetaan tontilla. Myös lainsäädännön vaatimukset on otettava huomioon. Lämpökaivon sijainti määräytyy usein sen mukaan, mistä keruuputket on helpointa johtaa lämpöpumpulle. Itse kaivon mitoittamiseen on huomioitava keruuputkiston pituus, lämpökaivon syvyys ja kaivojen määrä. Lämpimän veden käyttö ja mahdollinen jäähtyminen vaikuttavat myös mitoittamiseen. Lämpökaivoihin ja sen poraukseen liittyy lainsäädäntöä ja määräyksiä enemmän kuin maakeräysputkistoon, koska pohjavesiasiat ja naapurikiinteistöjen rakentaminen on otettava huomioon. (Juvonen, 2009,13 - 23.)



Kuva 6. Maalämmön keruujärjestelmät lämpökaivo (Juvonen.2009.9)

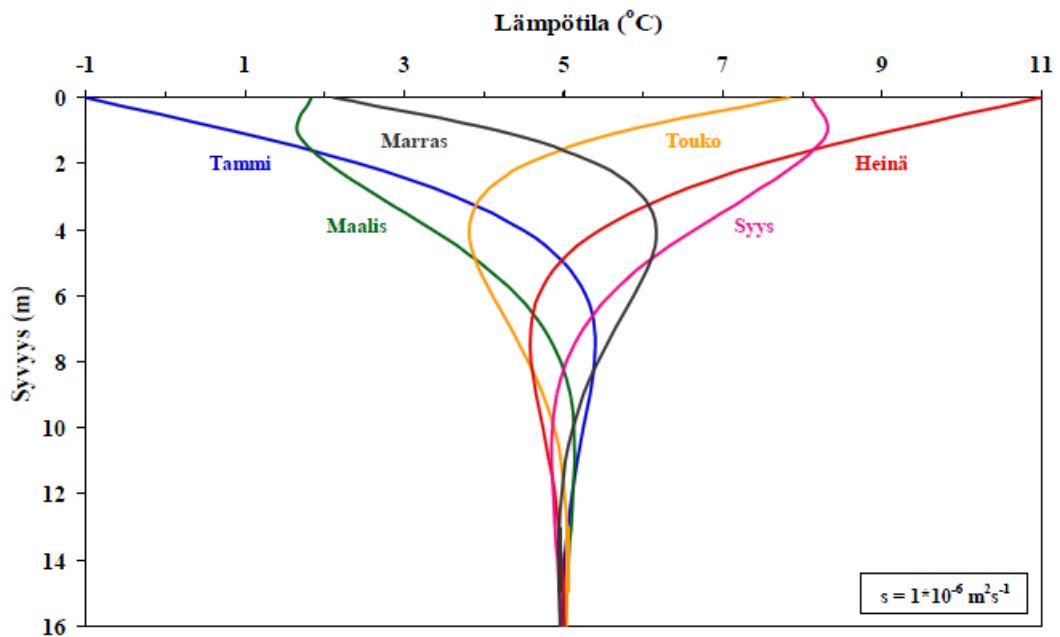
3.5.3 Lämpöä vedestä

Vesi sitoo lämpöä hyvin, siksi järvet, lammet ja merenrannat soveltuvat hyvin lämmön lähteiksi. Vesistön syvyys on oltava vähintään 2 metriä. Lämmönkeruuputkisto on tekniikaltaan samanlainen kuin maalämmössäkin. Putkisto on painotettava esimerkiksi 5-10 kg:n betonipainoin huolellisesti metrin välein. Tämä estää putken nousun pintajään alle, koska käytössä lämmönkeruuputkiston ympärille muodostuu talvella jäätä. Keväällä jäiden lähtö rikkoo putkiston, jos putkisto on päässyt jäätymään pintajäähän kiinni. Lämmönkeruuputkiston asennus maan ja veden rajalla on tehtävä aina routarajan alapuolelle. Putkisto maasaltaan on eristettävä, muutoin vesistöstä tuleva keruuputkisto lämmittää maata. Vesistöstä saatava teho on 70–80 kWh/putkimetri. Ennen putkistoasennusta on selvitettävä rannan omistajan kanta asiaan. Putkisto on syytä merkitä asemapiirrokseseen hyvin tarkasti. Asennettu putkisto on syytä merkitä myös kyltein, jotta ankkuroivat veneet eivät riko sitä kesäisin. (Sulpu 2011.)

3.5.4 Lämpöpumpun ja -kaivon mitoitus

Maalämpöpumppu voidaan mitoittaa osatehoiseksi tai täysitehoiseksi. Osamitoituksessa maksimiteho mitoitetaan vastaamaan noin 60–80 % kohteen lämmitystehon enimmäistarpeesta. Tällöin lämpöpumppu tuottaa noin 85–98% rakennuksen vuotuisesta lämmitysenergian tarpeesta. Osatehomitoituksella lämpöpumppu käy pitkiä jaksoja lämmityskaudella, mikä vähentää merkittävästi kompressorin pysäytys- ja käynnistyskertoja. Tällöin sähkönkulutus pienenee, kompressori kuluu vähemmän ja lämpökerroin pysyy korkeana. Talvella lisätehon saavien pakkasjaksojen aikana lämpöpumpun sisään rakennetuilla sähkövastuksilla. (Perälä 2009,64.)

Lämpökaivoa voidaan käyttää lämmitykseen ja viilennykseen. Lämpökaivon mitoitukseen vaikuttaa kallioperän kivilaatu ja myös pohjaveden liike, joka edistää kaivon toimivuutta sekä lämmön otossa että viilennyksessä. Erityisesti suuret kohteet, kuten asuinalueet, teollisuusrakennukset ja julkiset rakennukset pitää suunnitella huolella. Tarvitaan tietoa mm. kallion- ja maaperän koostumuksesta, rakenteesta ja pohjavesiolosuhteista. (Kallio 2011,22.) Maan pinnan lämpötila vaihtelee ilman lämpötilan mukaisesti (vuodenaikojen mukaan). Noin 15 metrin syvyydeltä lähtien lämpötila on vuodenaikojen riippumaton. Paikkakunnan vuosittainen ilman keskilämpötila määrää maankamaran lämpötilan. Kallioperän lämpötila Etelä-Suomessa 100 m:n syvyydessä on noin 7 – 8°C. Pyhäsalmen kaivoksessa lämpötila on 1450 m:n syvyydessä noin 22°C. (Lepäharju 2008,17.)

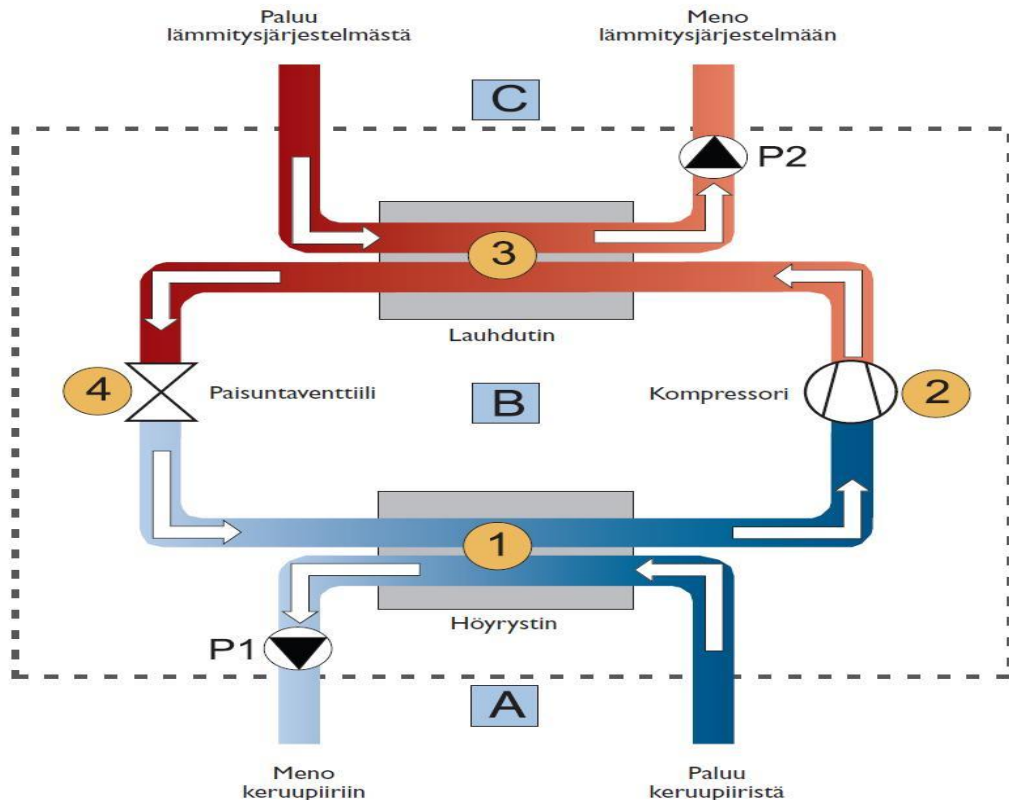


Kuva 7. Maalämpökaivon lämpötilan keskimääräinen muutos eri vuodenaikoina Suomessa. (Leppäharju 2008)

Isoissa kohteissa lämpökaivot jaotellaan pienempiin itsenäisiin energiankeruukeskuksiin. Keskuksissa on useita lämpökaivoja, jotka ovat suljettavissa pois kierrosta kukin erikseen. Kaivo on noin 200 m syvä, johon asennetaan U-putkilenkki, johon on asennettu erottimet. Putkisto täytetään jäätymättömällä lämmönkeruunesteellä. Tulevaisuudessa on tärkeää huomioida kustannustehokkuuden kannalta maa- ja kallioenergian hyödyntäminen myös tilojen viilennykseen. Lämmön palauttaminen on mahdollista takaisin lämpökaivoon kiinteistön sisäilmanjäähdytysmallissa. (Kallio. 2011, 30.)

3.5.5 Lämpöpumpun toimintaperiaate

Keruupiirin lämmönsiirtoaine luovuttaa lämpönsä pumpussa kiertävälle kylmäaineelle, josta se siirretään lämmitysjärjestelmään. Kuvassa on yksinkertaistettu lämpöpumpun toimintaperiaate. Varsinainen lämpöpumppu katkoviivan sisällä (kuva 8).



Kuva 8. Maalämpöpumpun osat ja toimintaperiaate. (Juvonen 2009,11)

1. Höyrystimessä lämmönkeruupiiristä (A) tuleva lämpöenergia siirtyy lämpöpumpun kylmäainepiiriin (B).
2. Lämpöpumpun kompressori puristaa kylmäainehöyryn korkeapaineiseksi kaasuksi, jolloin lämpötila kohoaa.
3. Lämpöpumpun lauhduttimessa lämpöenergia siirtyy kylmäaineesta rakennuksen lämmitysjärjestelmään (C).
4. Lämpöpumpun paisuntaventtiilissä kylmäaineen painetta alennetaan, jolloin neste muuttuu kylmäainehöyryksi ja sen lämpötila laskee. Kylmäainehöyry virtaa höyrystimeen ja prosessi jatkuu kohdan 1 mukaisesti.

Kuvassa katkoviiva rajaa varsinaisen lämpöpumpun. Pientalokohteissa samaan pakettiin kuuluvat usein myös keruu- ja lämmityspiirin pumput P1 ja P2. Pumput voidaan asentaa myös paluupuolelle riippuen järjestelmän suunnitelmasta.

3.5.6 Lämpöpumpun lämpökerroin

"Lämpökerroin tai COP (coefficient of performance) on lämpöpumppujen tehokkuuden mitta. Sitä ei saa kuitenkaan pitää hyötysuhteena, koska teknisesti kat-

sottuna hyötysuhde >1 ei ole mahdollinen. Lämpökerroin kertoo lämpöpumpun antaman lämmöntuoton suhteen käytetyn kompressorin sähköiseen käyttötehoon. Esimerkiksi lämpökerroin 4,0 kertoo, että käyttöteho on käytettävissä nelinkertaisena lämmöntuottoon." (Dimplex, Lämpöpumpputuote.)

Esimerkiksi ilmalämpöpumpun kohdalla käyntiolosuhteilla on merkittävä vaikutus lämpökertoimeen. Kun ulkolämpötila muuttuu 0 asteesta - 20 asteeseen ja jos lauhduttimelta halutaan + 50 asteista ilmaa ulos, niin lämpötilakerroin muuttuu $3,6 > 2,2$. Lisäksi lämpötilakerroimeen vaikuttaa järjestelmän kylmäaine. Maalämpöpumpun toimintaan ulkolämpötilalla ei ole vaikutusta. Maalämpöpumpussa ainoastaan lämmityskäyttöön tulevan veden lämpötilalla on merkitystä lämpökertoimeen ja lämmitystehoon. (Saksi 2011,35.)

Taulukko 2. Ulkolämpötilan vaikutus lämpökertoimeen. (Saksi, 2011)

T_c / T_a	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0	7.0	10.0	12.5
23.0	3.85	4.52	5.29	6.18					
25.0	3.68	4.31	5.05	5.89	6.84				
30.0	3.30	3.84	4.48	5.23	6.07	7.00	7.40		
35.0	2.96	3.43	3.98	4.63	5.37	6.20	6.55	7.11	7.59
40.0	2.67	3.06	3.54	4.09	4.73	5.46	5.77	6.27	6.70
45.0	2.42	2.75	3.14	3.62	4.16	4.79	5.07	5.50	5.88
50.0	2.19	2.47	2.80	3.20	3.66	4.20	4.43	4.81	5.14
55.0		2.22	2.50	2.83	3.22	3.67	3.87	4.19	4.48
60.0			2.24	2.51	2.83	3.21	3.38	3.65	3.90
65.0				2.23	2.50	2.81	2.95	3.18	3.39

3.6 Valtiovallan tukitoimet uusiutuvan energian edistämiseksi

Energiatukea voidaan myöntää energian säästöä, energian käytön tehostamista ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä edistäviin investointi- ja kehittämishankkeisiin. Lisäksi valtiolta tukee uusiutuvan energian käyttöä kemera - tuen muodossa. Yksityistaloudet voivat lähinnä omistamiensa pientalojen osalta saada energia-avustusta laite- ja materiaalihankintoihin. Avustuksen suuruus on maksimissaan 20 % ja sen myöntää asumisen ja rahoittamisen kehittämiskeskus Ara. (Ara. 2012. Energia-avustukset.). Lisäksi yksityishenkilöt voivat käyttää verotuksessa myönnettävää kotitalousvähennystä.

Kotitalousvähennys kohdistuu työhön, esimerkiksi asennustyöhön ja lämpökaivon poraukseen. Kotitalousvähennyksen suuruus on 40 % työkustannuksista, enintään 2000 €/henkilö. (Verohallinto.2012.)

3.6.1 Hakkeen tuki

Hakkeen hankintaan on mahdollista saada korjuu- ja haketustukea. Tuki jakaantuu energiapuun korjuutukeen ja haketustukeen. Korjuutuki jakaantuu kasaukseen 3,5 €/m³ ja kuljetukseen joka on myös 3,5 €/m³. Energiapuun korjuutukea saa, kun puuta kertyy nuoren metsän hoitokohteelta vähintään 20 m³ ja se luovutetaan energiakäyttöön. Energiapuun haketuksen tuki on 1,70 €/haketettu irtom³. Tuki maksetaan hakkeen toimittajalle sen jälkeen, kun hakkeen käyttäjä on vastaanottanut energiakäyttöön ostamansa hakkeen. Tätä tukimuotoa hallinnoivat paikalliset metsäkeskukset. (Metsäkeskus, 2012.) Näiden tukien osalta tulevaisuus on epäselvä. Seuraavassa on suora lainaus Maa- ja metsätalousministeriön sivuilta: "Pienpuun energiatuen oli tarkoitus korvata nykyisen Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kamera) nojalla maksettavat energiapuun korjuu- ja haketustuet.

Suunnitellun pienpuun energiatuen edellytyksenä oli, että pienpuuerä luovutettaisiin energiakäyttöön ja tuettavalle pienpuun määrälle olisi asetettu hehtaarikohtainen maksimimäärä, jonka ylittävältä osalta tukea ei maksettaisi. Pienpuun energiatukea oli tarkoitus maksaa enintään 40 m³ hehtaarilta ja tuen taso olisi ollut 8 €/kiintokuutiometri. Esinotifioitavana olevassa järjestelmässä tuki olisi myönnetty sen jälkeen kun pienpuuerä on korjattu. Komissio kuitenkin katsoo, että tuki tulisi maksaa sähköä tai lämpöä tuottavalle laitokselle. Koska tuki ei sovellu valtion tukisääntöihin siinä muodossa kuin se on esinotifioitu komissiolle, tulee tukijärjestelmää arvioida Suomessa uudelta pohjalta." (Maa- ja metsätalousministeriö.2012.)

3.6.2 Energiatuki

Työ- ja elinkeinoministeriö voi harkinnan perusteella myöntää kunnille ja muille yhteisöille energiataukea sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointeihin, jotka edistävät uusiutuvan energian käyttöä ja vähentävät energiatuotannon tai -käytön ympäristöhaittoja. Tuen myöntämisestä, maksamisesta ja käytöstä säädetään valtioneuvoston asetuksella 1313/2007. Energiatuen osuus voi olla enintään 10 % -15 % investointikustannuksista vuoden 2012 linjauksen mukaan. Lämpöpumppujen osalta tuki on samankokoinen. Tuesta päättää paikallinen ELY- keskus. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012.)

4 Valintamenetelmät ja laskenta

Esimerkkilaskentakohteena käytetään Runnin koulua, koska sen kulutus on keskiverto muihin kouluihin nähden. Laskentajaksona käytetään 25 vuotta ja korkokantana 4 %. ELY- keskuksen energiataukiavustusprosenttina käytetään 15 %, koska vuoden 2012 ohjeet määräävät niin.

4.1 Nykyiset kustannukset kevyellä polttoöljyllä

Taulukko 3. Eri koulujen energiakulutus

Koulu	Rak.tilavuus	Öljyn määrä l/v	Energia Mwh	Kulut €	Huolto €
Partalan koulu	2971	15300	153	17289	432,23
Runnin ala-aste	3624	19600	196	22148	553,70
Soinlahden koulu	5665	21000	210	23730	593,25
Sourunsalon koulu	3458	25700	257	29041	726,03
Hernejärven koulu	2973	16000	160	18080	452,00
		97600	976	110288	2757,20

Öljynkulutus on viiden vuoden keskiarvo. Öljyn hintana on käytetty 1,13 €/l (alv 23 %). Huolto- ja kunnossapitokulut ovat samalla aikajaksolla olleet noin 2,5 % öljyn ostohinnasta. Koulujen lämmönkulutus on yhteensä 780 MWh, jos öljylaitoksen hyötysuhteena käytetään lukua 0,8. Runnin koulun lämmönkulutus on noin 156,8 MWh.

4.2 Käyttökulujen laskenta eli muuttuvat kustannukset

Laskennassa käytetään arvonlisäverollisia hintoja, koska Iisalmen kaupunki ei voi koulujen kulujen osalta vähentää arvonlisäveroa. Kevytöljyn hintana on käytetty 1,13 €/l ja sähkön hintana 11,5 sentt/kWh (tammikuu 2012). Taulukossa 4 on laskettu viiden vuoden öljyn kulutuksen keskiarvona ostettavan energian määrä. Lukuja ei ole normeerattu, koska öljyn käytönseuranta on kirjattu vain täyttöajankohdan mukaan. Öljylämmityslaitoksen hyötysuhteena käytetään lukua 0,8, koska käytössä on vanha kattila ja poltin. Polttimen käyntijaksot ovat todella lyhyitä, mikä vaikuttaa hyötysuhdetta huonontavasti (kuntotarkastus). Runnin koulun osalta kattilan huonot eristeet huonontavat myös hyötysuhdetta.

Pellettilämmityksen hyötysuhde on 90 %, tieto on Gillesin maahantuojalta. Kokemusperäistä tietoa ei ole käytettävissä. Hyötysuhde tuntuu todella korkealta. Hakekattilan toimittaja antoi kattilan palamishyötysuhteeksi 85 %, ilmoitettu tarjouksessa. Laskelmissa on käytetty laitoksen hyötysuhteena 80 %. Lopullinen hyötysuhde riippuu tietenkin hakkeen laadusta ja paloprosessista. Maalämmön COP kertoimena on käytetty energiatehokkuusluvun laskentaohjeen antamaa kerrointa 2,5. Laitetoimittajat lupailevat myös korkeampia lukuja.

Taulukko 4. Runnin koulun lämmitysenergian tarpeet

Lämmitystapa	Hyötysuhde/COP	Kerroin	Ostettava energia
Öljylämmitys	80 %	1,250	196,0 MWh
Pellettilämmitys	90 %	1.11	174,0 MWh
Hakelämmitys	80 %	1,25	196,0 MWh
Maalämpö	2.5	0,40	65,3 MWh

Taulukossa 5 on selvitetty energiakustannukset, jotka johtuvat kiinteistön lämmitykseen tarvittavasta energiasta. Huoltoihin on lisätty esimerkiksi tuhkan poisto ja energiasiilojen sähkönkulutus. Pelletin hinnaksi on otettu Vapon hinta (27.2.2012) 259,8 €/tn, pelletin lämpöarvona käytetään 4,75 MWh/tn. Laskelmissa hintatasona on käytetty 220 €/tn, eli pellettienergian hinta on 4,63 sent/kWh. Pellettilaitoksen lämmityksen valvonta on vähäisempää kuin hakelaitoksen. Käyntikertoja lasketaan 15 kpl a 40 €/kerta, tuhkan kustannus 100 €, korjauskustannukset ja muut kulut 1000 €/v, kokonaiskulut ovat yhteensä 1700 €/v (9,7 €/MWh). Hakkeen laatu pitää olla hyvä. Pieneen laitokseen ei sovellu metsähake, vaan hakkeen pitää olla kokorankahaketta ja riittävän kuivaa. Metsähakkeen hinta oli vuoden vaihteessa noin 17 €/MWh. Hinta on laskenut talven aikana, mikä johtunee ilmeisesti muuttuneesta markkinatilanteesta ja tukipolitiikasta. (Pöyry 2011 Pienet laitokset.) Laskennassa hintana on käytetty 20 €/MWh, koska laadukkaampi tavara maksaa, mutta sen toiminta on varmempaa. Käyttö- ja huoltokustannukset ovat seuraavat: Käyttökustannus on laskettu koko lämmityskaudelle: käyntejä 50 kpl, 40 €/kerta ja huoltotarvikkeet 1000 €/v ja tuhka 200 €/v, korjaus ja muut kulut 1200 €. kokonaiskulut yhteensä 4400 €/v (22,4 €/v). Kustannus on korkea, mutta henkilökohtainen kymmenen vuoden kokemus hakekattiloista lämpörittäjänä todistaa kustannustason oikeaksi. Pienessä laitoksessa on suhteessa useammin huoltotoimenpiteitä kuin isossa.

Taulukko 5. Käyttökustannukset/ vuosi (energiakustannukset ja käyttöhuolto)

Lämmitystapa	Polttoainekulutus/ Sähkönkulutus	Polttoaineen hinta/ Sähköhinta	Käyttöhuolto/ korjaukset/ tuhka	Yhteensä
Öljylämmitys	019600 litraa	1,13 €/litra	553 €	22700 €
Pellettilämmitys	174,00 MWh	46,30 €/MWh	1700 €	9756 €
Hakelämmitys	196,00 MWh	20,00 €/MWh	4400 €	8320 €
Maalämpö	65300 kWh	11,50 sent/kWh	300 €	7810 €

4.3 Investointikustannukset

Hakelämmitys. Megakone Oy:n tarjous sisältää konttirakenteen ja 23 m³ hakesiilon. Hakesiilossa on nivelvarsipurkain, kattilana Veto 150 kW:n stokeripalopäällä. Kontti on sähköistetty ja kytketään 32 A sulakkeen taakse. Kontissa on logiikkaohjaus, joka saa tiedot lambada-anturilta (jäännöshappi). Kattila ja varojärjestelmä on putkitettu täysin valmiiksi ja se liitetään DN 50 putkilla vanhaan lämmön kiertoputkistoon.

Toimitus sisältää 7 metrin haponkestävällä sisäputkella olevan eristetyin savupiipun. Savukaasujen puhdistus hoidetaan syklonilla, tuhkanpoisto kahdella automaattisella ruuvilla, savukaasun lämpötila $t < 250^{\circ}\text{C}$.

Taulukko 6. Hakelämmityksen investointikustannukset

Hakelämpölaite	
MC Power 150 kW/23 m ³ siilo, automatiikka, liikkuva arina tuhkaruuvi. palamishyötysuhde 85 %, jne	71000 €
Pohjatyöt, kiertovesipumppu liitännäkanaalit, sähköliitäntä, vanhan kattilan poisto ja varaajan tarkastus jne.	21000 €
Energiatuki 15 %	-13800€
Kokonaishinta	78200€

Maalämpö Tarjous Gebwell Oy, kaksi kompressoria 60 kW+60 kW ja lämpökaivot 9 kpl. Urakka sisältää kaivoporaukset ja kaivoputkistojen asennuksen. Laitokseen hankitaan uusi varaaja. Muutoin putkitus tehdään vanhaan patteriverkoston runkoputkiin. G-maalämpöpumpussa on aina vähintään kaksi kompressoria, mikä varmistaa maalämpöpumpun optimaalisen käynnin niin kovilla pakkasilla kuin lauhkeammillakin keleillä. G-maalämpöpumppu on itsenäisesti toimiva lämmitysyksikkö ja lämpimän käyttöveden tuottoyksikkö.

Kompressoryksiköt on kytketty omiin lämpökaivoryhmiin. Järjestelmään täytyy asentaa tulistusvaraaja, joka varustetaan sähkövastuksilla käyttöveden loppulämmitystä varten. Käyttövesi on lämmitettävä 40 asteesta 55 asteeseen.

Taulukko 7. Maalämmön investointikustannukset

Maalämpö (sis. lämpökaivot)	
60 ja 60 kW G- lämpöpumput ja lämpökaivot 9 x 200 m, asennuksineen	100600 €
Muutostyöt ja eristykset, vanhan kattilan purku, varaajan kytkentä	22400 €
Energiatuki 15%	-18450 €
Kokonaishankintahinta	104550 €

Pellettikattila. Pellettikattila asennetaan vanhan öljykattilan tilalle ja pellettisiilo rakennetaan vanhaan halkovarastoon. Kattilalaitoksen putkitukset patterien runkoputkitukseen asti tehdään uusiksi. Pellettikattilassa on automaattinuohous ja -tuhkanpoisto. Kattilan palaminen optimoidaan mittaamalla savukaasun ja kattilan lämpötilaa. Näiden perusteella säädetään ensiö- ja toisioilman määrää sekä polttoainevirtaa. Savukaasun lämpötila voidaan laskea noin 140 asteeseen (muistettava piipun syöpyminen). Päästömääräykset ovat TÜV:n testattavia ja ne tulevat voimaan EU:n alueella parin vuoden sisällä. Pellettikattilan hinta ja varusteet on tarkistettu maahantuojalta. (Seppälä 2012.)

Taulukko 8. Pellettilaitoksen investointikustannukset

Pellettikattila Gilles täysautomaattinen HPK-Ra 160 + varaaja 1800 l	48000 €
Pellettisiilo ja vanhan kattilan purku ja asennustyö	20720 €
Energiatuki 15 %	-10300 €
Kokonaishinta	58420 €

Öljykattila ja poltin asennetaan vanhaan lämpökeskukseen ja putkitus vanhaan patteriverkostoon. Vanha lämminvesivaraaja otetaan käyttöön.

Taulukko 9. Öljylämmityskattilan uusintainvestoinnit

Uusi öljykattila ja poltin esim. Termax 160 l ja poltin Oilon KP-6L asennuksineen ja putkitöineen	15800 €
Vanhankattilan ja putkiston purkutyö ja jäte (asbesti)	4200 €
Kokonaishinta	20000 €

4.4 Vertailulaskelmat

Vertailulaskelmina on käytetty nykyarvomenetelmää ja takaisinmaksuaikaa, annuiteettimenetelmällä on laskettu kohdassa 5.3 mahdollista lämmönhintaa. Lisäksi on huomioitu inflaation ja korkoprosentin vaikutukset nykyarvoon. Annuiteetilla lasketaan esimerkiksi, paljonko vuosittain on tasaerinä maksettava, jotta nykyhetkellä otettu laina saadaan kuoletettua laskentajakson puitteissa.

Nykyarvomenetelmä on laskentamenetelmä, jossa lasketaan investoinnin aiheuttamien vuotuisten nettotulojen (juoksevien tuottojen ja kulujen erotus) nykyarvo. (Yrjälä 2005.)

4.4.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmällä (kaava 1) saadaan vertailukelpoisiksi eri aikoina ja vuosina tapahtuvat kustannukset. Nykyarvomenetelmällä saadaan koko 25 vuoden kustannukset muutettua nykyiseen arvoon. Laskuissa on käytetty laskentakorkona eli reaalikorkona 4 prosenttia. (Yrjälä 2005.)

$$K = \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) q + k \quad (\text{kaava 1})$$

K = vuosittaisten maksujen nykyarvo

i = laskentakorko desimaaleina

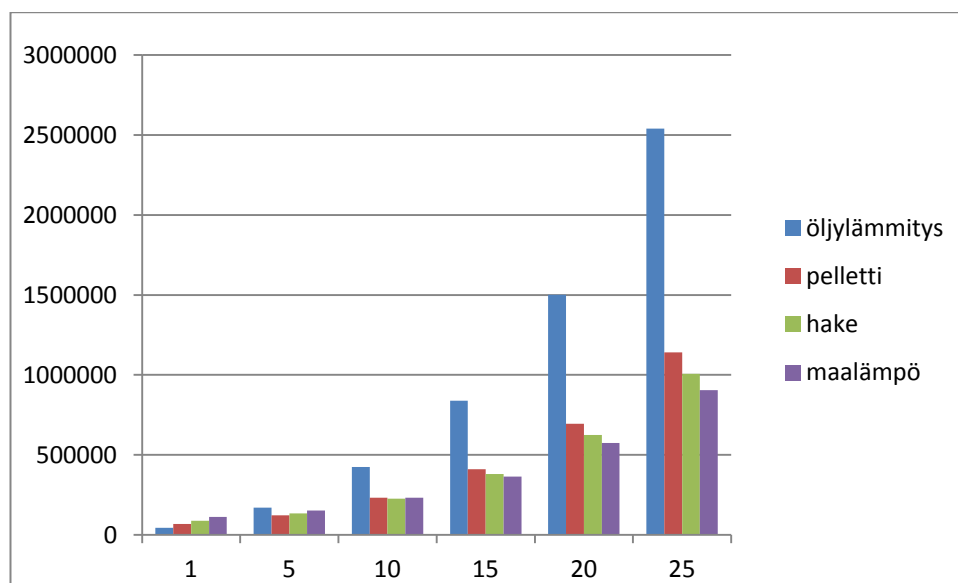
n = vuosien määrä

q = vuosittainen maksu

k = investointikustannukset

Taulukko 10. Kustannukset nykyarvoon laskettuna 25 vuodelta

	Öljylämmitys €	Pelletti lämmitys €	Hakelämmitys €	Maalämpölämmitys €
1	43608	68566	86894	112048
5	169588	122710	133291	152062
10	423424	231803	226774	232686
15	838593	410235	379673	364552
20	1501117	694974	623669	574984
25	2540181	1141543	1006337	905013



Kuva 9. Nykyarvolla eri lämmitysmuotojen vertailu

4.4.2 Energiansäästö nykyarvoeskalaatiotekijällä

Seuraavassa on pyritty selvittämään inflaation merkitystä käyttökustannuksiin ja energian hinnannousuun. Energiansäästö on laskettu nykyarvoeskalaatiotekijän avulla ja käyttökulut nykyarvoreaalikorkotekijän avulla. Hankintameno on edellä laskettujen taulukoiden mukainen. Jännösarvon määrittäminen on vaikeaa 25 vuoden päähän. Mutta laskennassa on oletettu, että pelletti ja hakelaitos olisivat lähes nolla-arvoisia. Sitä vastoin nykyisellä tietämyksellä maalämpökentät ovat edelleen käytettävissä vuosikymmenten päästä. Kompressorien todennäköinen kestoikä on 20–25 vuotta. Laskentajaksona on käytetty 25 vuotta. Nimelliskorko on 4 % (joka on tänään hieman korkea) ja inflaatio on laskettu 2 ja 3 prosentilla.

Energian hinnannousu on laskettu kahdella luvulla, eli 1,5 % ja 2,5 %. Laskelmissa on käytetty reaalikorkoa.

Inflaatio f voidaan ottaa yksinkertaisesti huomioon vähentämällä se suoraan nimelliskorosta. Mutta tarkemmin inflaation voi ottaa huomioon seuraavalla kaavalla:

$$r = i - f / 1 + f \quad (\text{kaava 2})$$

r = reaalikorko
 i = nimelliskorkoprosentti
 f = inflaatioprosentti

Nimelliskorko kuvaa lainakorkoa ja inflaatio yleistä hintatason nousua. Reaalikorkotekijäksi laskelmiin tulee $(1+r)$. Käytettäessä reaalikorkotekijää siitä on mainittava tekstissä. (Yrjälä. 2005.) Energiakustannukset muuttuvat useasti eri tavalla kuin yleinen kustannustason nousu (ns. spesifinen inflaatio eli eskalaatio). Tämä voidaan ottaa huomioon vähentämällä energian hinnannousu nimelliskorosta. Tarkemmin seuraavasta kaavasta:

$$r_e = i - e / 1 + e \quad (\text{kaava 3})$$

r_e = eskalaatio
 e = energian hinnannousuprosentti
 i = nimelliskorkoprosentti

Korkotekijää $(1+r_e)$ tulee käyttää vain energiakustannuksissa. Vuotuiset nettomenot tulee jakaa energiakustannuksiin ja muihin vuosikuluihin (käyttöhenkilökunnan palkat, huolto, pienet korjaukset jne.) Jos energian hinnannousu otetaan huomioon, tulee muissa kustannuksissa käyttää reaalikorkoa. (Yrjälä 2005.)

Laskelmassa on verrattu olemassa olevaa öljylämmitystä muihin vaihtoehtoihin. Öljylämmityksen kustannukset on laskettu viiden vuoden keskiarvona lisälmen kaupungin kirjanpidosta, samoin öljylämmityksen huoltokustannukset.

Taulukko 11. Inflaation ja polttoaineen hinnan nousun vaikutus nykyarvomene-
telmällä

Selite		Hakelämmitys		Maalämpö lämmitys		Pelletti läm- itys	
Hankintameno	€	78200	78200	104550	104550	54820	54820
Jäännösarvo	€	1000	1000	30000	30000	1000	1000
Laskentajakso	€	25	25	25	25	25	25
Energian säästö	€	14340	14340	14337	14337	13391	13391
Käyttökulujen lisäys	€	3847	3847	300	300	1700	1700
Vuotuiset nettotuotot	€	10493	10493	14037	14037	11691	11691
Korko	%	4	4	4	4	4	4
Inflaatio	%	2	3	2	3	2	3
Energian hinnannousu	%	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5
r		0,0196	0,0097	0,0196	0,0097	0,0196	0,0097
r _e		0,0246	0,0146	0,0246	0,0146	0,0246	0,0146
Reaalikorkotekijä		1,0196	1,0097	1,0196	1,0097	1,0196	1,0097
Eskallaatiotekijä		1,0246	1,0146	1,0246	1,0146	1,0246	1,0146
kr		19,614	22,103	19,614	22,103	19,614	22,103
kr _e		18,502	20,811	18,502	20,811	18,502	20,811
Energiasäästön nyky- arvo	€	265326	298433	265270	298370	247767	278683
Käyttökulujen nykyar- vo	€	75454	85029	5884	6631	33343	37574
Nettotuottojen nyky- arvo	€	205806	231923	275317	310255	229303	258402
d		0,62	0,79	0,62	0,79	0,62	0,79
Jäännösarvon nykyarvo	€	615	785	18463	23562	615	785

4.4.3 Investoinnin takaisinmaksuaika

Helpoin tapa laskea kannattavuutta on käyttää takaisinmaksuaikaa. Takaisinmaksuaika saadaan jakamalla investointimeno saaduilla säästöillä. Tarkemman takaisinmaksuajan saisi käyttämällä korollista takaisinmaksuaikaa. Tässä laskelmassa käytetään pelkkää takaisinmaksuaikaa.

Taulukko 12. Takaisinmaksuaika vuosissa, säästöt verrattuna öljylämmityksen kuluihin

<i>Lämmitystapa</i>	<i>Hankinta meno</i>	<i>Säästöt /v</i>	<i>Takaisinmaksu aika</i>
Hakelämmitys	78200	14340	5,5
Pellettilämmitys	54820	13391	4,1
Maalämpö	104550	14337	7,3

4.4.4 Päästöjen laskenta

Tällä hetkellä kevytöljyn CO₂ - päästöt ovat 267 kg CO₂/MWh, eli nykyisellä lämmitysmuodolla vuotuiset päästöt ovat noin 270 tn/CO₂ /v lisälmen haja-asutuskoulujen osalta. Maalämmön osalta voidaan todeta, että jos on käytössä vihreää sähköä, CO₂ -päästökuorma lienee lähellä nollaa. Perinteistä sähköä käytettäessä CO₂ -kuorma lasketaan Runnin koululle seuraavasti: 200 kg CO₂/MWh x 156,8 MWh/v/2,5 =12544 kgCO₂/v eli 12.5 tnCO₂/v. (Motiva 2012.) Puupohjaisilla polttoaineilla päästökerroin on sovittu nolllaksi, koska kasvaessaan puu sitoo vapautuneen hiilen takaisin.

4.5 Tulosten analysointi ja virhemahdollisuus

Nykyarvomenetelmällä lasketuista tuloksista (taulukko 9) voi päätellä seuraavaa: Kaikki kolme, pelletti -, hake- ja maalämpölämpötuotanto, ovat lähes samanhintaisia kymmenen vuoden laskentajaksolla. Siitä eteenpäin maalämpövaihtoehto näyttää edullisimmalta. Kakkosena tulee hakevaihtoehto ja kolmantena pellettivaihtoehto.

Energiansäästö nykyarvoeskalaatiotekijän avulla ja käyttökulut nykyarvo reaalkorkotekijän avulla lasketuista tuloksista (taulukko 10) voi päätellä seuraavaa: Verrattaessa nettotuottojen nykyarvoa edullisin on maalämpövaihtoehto, sitten pellettilämmitysvaihtoehto ja huonoin hakelämpövaihtoehto. Maalämpövaihtoehdossa on huomioitava jäännösarvon nykyarvo. Se on selkeästi korkeampi

kuin muilla vaihtoehdoilla siksi, että maalämmön lämpökenttää voidaan käyttää nykyisen näkemyksen mukaan myös 25 vuoden jälkeen. Muilla lämmitysvaihtoehdoilla laitos on lähes loppuun käytetty 25 vuodessa. Maalämpöä suosii myös pieni huollon tarve.

Takaisinmaksuajan perusteella järjestys on toinen. Lyhin maksuaika on pelletti- vaihtoehdolla ja huonoin maalämpövaihtoehdolla. Pellettilaitos voidaan sijoittaa Runnin koulun vaihtoehdossa vanhaan lämpökeskukseen ja pellettivarasto vie- reiseen huoneeseen.

Investointilaskentamenetelmien käytössä on se ongelma, että yhden laskenta- menetelmän käyttö voi johtaa väärin johtopäätöksiin. Jos laskentajakso on sa- ma kuin käyttöikä, silloin voidaan puhua elinkaarilaskennasta, ja on huomioitava myös laitoksen purusta tai hävittämisestä johtuva kustannus. Laskentajakso vaikuttaa tulokseen selvästi.

Tässä laskentatapauksessa suurimmaksi virhemahdollisuudeksi osoittautuu energianhinnan muutos. Luontaisen hinnannousun lisäksi vaikuttavat kansalli- set ja kansainväliset muutokset energiapolitiikassa. Ainut varma tekijä on, että energian hinta nousee, mutta kuinka paljon, se ei ole helposti ennustettavissa. Tämän kohteen laskelmissa toinen epävarmuustekijä on maalämpöpumpun kompressorin kesto aika. Kestääkö kompressorin 25 vuotta on kysymys, johon ei varmaa vastausta ole. Teollisuudessa on kylläkin ollut käytössä 25 vuotta van- hempiakin kompressoreja. Yhtenä epävarmuustekijänä voi kysyä, toimivatko kyseessä olevat koulut 25 vuoden päästä?

5 Hankintamenettely

Julkisilla hankinnoilla tarkoitetaan sellaisia tavara-, palvelu- ja rakennusurakka- hankintoja, joita valtio, kunnat ja kuntayhtymät, valtion liikelaitokset sekä muut hankintalainsäädännössä määritellyt hankintayksiköt tekevät oman organisaati- onsa ulkopuolelta.

Hankintoihin sovelletaan lakia julkisista hankinnoista eli hankintalakia. *Lain tavoitteena on tehostaa julkisten varojen käyttöä, edistää laadukkaiden hankintojen tekemistä sekä turvata yritysten ja muiden yhteisöjen tasapuolisia mahdollisuuksia tarjota tavaroita, palveluita ja rakennusurakointia julkisten hankintojen tarjouskilpailuissa.* (Hankintalaki 348/2007,1,1§.) lisalmen kaupunki on kyseisen lain velvoitteen alainen.

Erityisaloilla tehtäviin hankintoihin sovelletaan lakia (349/2007.), joka koskee vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivia yksiköitä. *Hankintayksikön on käytettävä hyväksi olemassa olevat kilpailuolosuhteet, kohdeltava hankintamenettelyn osallistujia tasapuolisesti ja syrjimättä sekä toimittava avoimesti ja suhteellisuuden vaatimukset huomioon ottaen.* (Hankintalaki.349/2007,1,§2.) *Hankintayksiköiden on pyrittävä järjestämään hankintatoimintansa siten, että hankintoja voidaan toteuttaa mahdollisimman taloudellisesti ja suunnitelmallisesti sekä mahdollisimman tarkoituksenmukaisina kokonaisuuksina ympäristönäkökohdat huomioon ottaen. Hankintatoimintaan liittyvien hallinnollisten tehtävien vähentämiseksi hankintayksiköt voivat käyttää puitejärjestelyjä sekä tehdä yhteishankintoja tai hyödyntää muita yhteistyömahdollisuuksia julkisten hankintojen tarjouskilpailuissa.* (Hankintalaki.349/2007,1,§2.)

Kaikkiin 1.6.2007 jälkeen aloitettuihin hankintoihin sovelletaan lisäksi hankinta-asetusta 614/2007. *Tässä asetuksessa annetaan tarkempia säännöksiä hankintalaissa ja erityisalojen hankintalaissa edellytetyistä hankintojen ilmoitusvelvoitteista, ilmoitusten sisällöstä, ilmoitusten lähettämisestä, julkaisemisesta ja muista viestintään sekä ilmoitusvelvollisuuteen liittyvistä seikoista sekä velvollisuudesta toimittaa hankinnoista tilastotietoja ja muita selvityksiä Suomen viranomaisille ja Euroopan unionin toimielimille.* (Asetus julkisista hankinnoista, 614/2007/1§.)

5.1 Hankinnan kynnysarvot

Julkinen hankinta perustuu kynnysarvoille. Euroopan yhteisöjen komissio vahvistaa kahden vuoden välein euromääräiset kynnysarvot. Tässä käsitellään vain

kuntataloutta koskevia hankintoja. Kynnysarvoja on käytössä kahdenlaisia: kansalliset ja EU - kynnysarvot. Kansalliset kynnysarvot jakaantuvat seuraavasti: tavara- ja palveluhankinnat sekä käyttöoikeussopimukset 30000 €, rakennusurakat ja käyttöoikeusurakat 150000 €, ja suunnittelukilpailut 30000 €. (Hankintalaki, 2007,§15)

EU-kynnysarvot, voimassa 1.1.2012–31.12.2013, jakaantuvat seuraavasti: tavarahankinnat ja palveluhankinnat 200000 €, rakennusurakat ja käyttöoikeusurakat 5 miljoonaa euroa ja suunnittelukilpailut 200000 €. (Hankintalaki 2007, § 160). "EU-kynnysarvot ylittävät hankinnat tulee ilmoittaa EU-laajuisesti. EU-hankintailmoitukset tehdään HILMA:ssa (HILMA on työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämä maksuton, sähköinen ilmoituskanava, jossa hankintayksiköt ilmoittavat julkisista hankinnoistaan), josta ne toimitetaan automaattisesti julkaistavaksi Euroopan unionin virallisen lehden täydennysosassa (S-osa) sekä TED- tietokannassa (Tenders Electronic Daily). Kansalliset kynnysarvot ylittävät hankinnat ilmoitetaan HILMAssa. Kansalliset kynnysarvot alittavien hankintojen osalta sovelletaan hankintayksiköiden omaa ohjeistusta. Kansalliset kynnysarvot alittavat hankinnat voidaan ilmoittaa Hilmassa, jos niin halutaan. (Hilma 2012.)

5.2 Hankintamenettelytapoja

Hankintamenettelytapoja on useita: avoin menettely, rajoitettu menettely, puitejärjestely, neuvottelumenettely, kilpailullinen neuvottelumenettely, suunnittelukilpailu ja suoramarkkinointi. Yleisimmin käytetään avointa tai rajoitettua menettelyä sekä puitejärjestelyitä. (Hankintatieto 2012.)

5.2.1 Lämpörittäjätoiminnan kilpailuttaminen kehittämiskohteessa

Tässä hankkeessa päädyttiin kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn. Kilpailullisella neuvottelumenettelyllä tarkoitetaan sellaista hankintamenettelyä, jossa hankintayksikkö neuvottelee menettelyyn hyväksytyjen ehdokkaiden kanssa löytääkseen yhden tai useamman ratkaisun, joka vastaa hankintayksikön tarpeita.

Löydettyjen ratkaisujen perusteella menettelyyn valittuja ehdokkaita pyydetään tekemään tarjouksensa. Kilpailullisesta neuvottelumenettelystä julkaistaan ilmoitus, johon kaikki toimittajat voivat pyytää saada osallistua. Kilpailullista neuvottelumenettelyä voidaan käyttää sellaisessa erityisen monimutkaisessa hankinnassa, jossa hankintayksikkö ei pysty objektiivisesti ennakolta määrittelemään hankinnan oikeudellisia, rahoituksellisia tai taloudellisia ehtoja taikka teknisiä keinoja tavoitteidensa toteuttamiseksi. (Hankintatieto 2012.)

5.2.2 Toteutusmallin kilpailutus

Koulujen lämmönoimitus yrittäjäpohjalta on todennäköinen valinta. Tällöin lämmönoimittajalle jää mahdollisuus valita joko pellettiin tai hakkeeseen perustuva lämmönoimitusvaihtoehto. Maalämpö ei tule yrittäjäpohjaisessa vaihtoehdossa kysymykseen. Lämmöntuotannon toteutus on mahdollinen niin, että valittu yrittäjä hoitaa lämmönoimituksen joko kaikille kouluille tai vain osaan kouluista. Kaupungin hankintayksikkö ilmoittaa hankintalain mukaisesti tarpeestaan ja aloittaa neuvottelut valittujen toimittajien kanssa. Neuvotteluissa on selvitettävä, kuinka / millä laitteistolla lämpöyrittäjä toteuttaa lämmönoimituksen kyseiseen/kyseisiin kohteisiin ja millä yritysmodolla. Neuvotteluissa on käytävä läpi, kuinka osapuolet osallistuvat investointiin ja miten omistus on rajattu, koska kyseessä ovat vanhat kiinteistöt. Kaikki vastuurajat on sovittava tarkasti, esimerkiksi miten toimitaan vakuuttamisen suhteen.

On sovittava tarkasti myös laskutuksen perusteista, lämmönkulutuksen mittaroinnin oikeellisuudesta, toimitettavasta lämpötehosta/tilausvesivirrasta ja sopimuksen voimassaolosta, sen purkamisesta ja siitä, miten varmistetaan lämmönoimitus poikkeustilanteissa. Tämän jälkeen valitut yrittäjät tekevät tarjouksen kyseessä olevasta kohteesta tai kohteista. Kaupungin tilapalvelu on käytännön toimija ja neuvottelija. Tekninen lautakunta on asiantuntijalautakunta ja lopullisen päätöksen tekee kaupunginhallitus ja kaupunginvaltuusto. Lämmön laskutushinta ja mahdolliset kiinteät maksut muodostuvat tarjousten perusteella.

5.2.3 KHO:n päätöksiä kilpailuttamisesta

29.11.2010/ 3476 KHO:2010:77

Kunta on pyytänyt 4.6.2009 päivätyllä tarjouspyynnöllä tarjouksia opetus- ja leikkivälineistä sekä soittimista. Hankinnasta on julkaistu avointa menettelyä koskeva kansallinen hankintailmoitus. Sivistystoimen hallintopäällikkö on valinnut yrityksen B tarjouskilpailun toimittajaksi opetus- ja leikkivälineiden sekä soitinten osalta 9.9.2010.

Yritys A haki muutosta markkinaoikeudesta. Markkinaoikeus on jättänyt A:n hakemuksen käsittelemättä, koska katsoi hakemuksen olevan myöhässä, seuraavaan tulkintaan perustuen. Hakija on ilmoituksensa mukaan saanut hankintapäätöksen tiedoksi 15.9.2009. Hankintalain 77 §:ssä säädetty 14 päivän määräaika hakemuksen tekemiselle markkinaoikeuteen on näin ollen päättynyt 29.9.2009. Hakemus on saapunut markkinaoikeuteen 5.10.2009. Hakemus on myöhässä.

A vaati markkinaoikeuden päätöksen kumoamista korkeimmassa hallinto-oikeudessa. A:n valituksen mukaan hakemuksen jättämisaika lasketaan siten, että tiedoksianto lasketaan saapuneen vastaanottajan tietoon seitsemäntenä päivänä kirjeen lähettämisestä lähettämispäivää lukuun ottamatta. KHO:n päätöksellä markkinaoikeuden päätös kumotaan ja asia palautetaan markkinaoikeudelle takaisin. Perustelu on seuraavanlainen: *Hankintapäätös hakemusosi-
tuksineen on lähetetty 14.9.2009 A:lle postitse kirjeellä. A:n on katsottava saaneen päätöksestä tiedon 21.9.2009. Hankintalain 77 §:ssä säädetty 14 päivän määräaika hakemuksen tekemiselle markkinaoikeuteen on siten, kun tiedok-
sisaantipäivää ei hallintolainkäyttölain 22 §:n huomioon ottaen oteta lukuun, päättynyt 5.10.2009, jolloin A:n hakemus onkin saapunut ajoissa markkinao-
ikeuteen. Markkinaoikeuden olisi siten tullut tutkia A:n hakemus. Kun näin ei ole tapahtunut, markkinaoikeuden päätös on kumottava ja asia palautettava mark-
kinaoikeudelle.*

Edellä olevasta nähdään, kuinka tärkeitä muutoksenhaun ajat ja tiedoksiantopäivämäärät ovat. Tapaus osoittaa, kuinka tuomioistuimetkin tulkitsevat virheel-

lisesti lain henkeä. Tätä tapausta voisi soveltaa esimerkiksi hakkeen toimitus-sopimus kilpailuttamiseen esimerkkinä siitä, miten tarkkaan pitää valitus- ja muutosajat huomioida.

11.11.2011/3280 KHO:2011:93

Kunta oli pyytänyt tarjouksia kahden hakelämpölaitoksen hoidosta ja polttoaine-huollosta lämpöyrittäjä- periaatteella. Tekninen lautakunta oli valinnut lämpö-keskustensa lämmöntoimittajaksi firman A. Firma B esitti oikaisuvaatimuksen perustellen, ettei kilpailijoita kohdeltu valintaprosessin aikaan tasapuolisesti. Tekninen lautakunta hylkäsi oikaisuvaatimuksen.

Firma B valitti hallinto-oikeudelle, että teknisen lautakunnan päätös on oikaista-va, perustellen samoin kuin aiemmin. Hallinto-oikeus päätti ratkaisussaan seu-raavaa: *Hallinto-oikeus on poistanut Nummi-Pusulän kunnan teknisen lauta-kunnan päätökseen 14.9.2010 § 52 liitetyn valitusosoituksen, kumonnut ja pois-tanut oikaisuvaatimuksen johdosta tehdyn teknisen lautakunnan sanotun pää-töksen ja jättänyt valituksen tutkimatta.*

Firma B valitti korkeimpaan hallinto-oikeuteen, että hallinto-oikeuden päätös on kumottava. Korkein hallinto-oikeus päätti kumota ja palauttaa asian hallinto-oikeudelle valituksen tutkimista varten perustellen seuraavaa: *Kysymyksessä oleva lämpöenergian hankinta liittyy siten erityisalojen hankintalain 6 §:n 1 mo-mentissa määriteltyyn ja kunnan edellä todetuin tavoin harjoittamaan energia-huoltoon. Kun otetaan huomioon erityisalojen hankintalain 6 §:n 6 momentti, erityisalojen hankintalakia ei sovelleta esillä olevaan lämpöenergian hankintaan. Myöskään hankintalakia ei sovelleta tähän hankintaan hankintalain 9 §:n 1 mo-mentin perusteella. Edellä olevan perusteella kysymys ei ole markkinaoikeuden toimivaltaan kuuluvasta asiasta, johon hankintalain 102 §:n mukaan ei saa ha-kea muutosta kuntalain nojalla.* Hallinto-oikeus perusti ratkaisunsa hankintala-kiin, vaikka asia olisi kuulunut erityisalojen hankintalainpiiriin, ja katsoi päätök-sessään, ettei oikaisuvaatimusta olisi tarvinnut käsitellä teknisessä lautakun-nassa.

348/9§ Vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelualan hankinnat: Tätä lakia ei sovelleta vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista annetun lain, jäljempänä erityisalojen hankintalaki(349/2007), mukaista toimintaa varten tehtäviin hankintoihin lukuun ottamatta lain 9 §:n mukaisia postipalvelualan hankintoja tämän lain 87 §:ssä tarkoitetun siirtymäkauden loppuun. Tätä lakia ei sovelleta myöskään sellaisiin erityisalojen hankintalaissa tarkoitettuja toimintoja koskeviin hankintoihin, jotka on mainitussa laissa vapautettu sen soveltamisalasta. Tämän lain mukaisia oikeusturvakeinoja sovelletaan erityisalojen hankintalain soveltamisalaan kuuluvissa hankinnoissa.

Korkein hallinto-oikeus palauttaa asian hallinto-oikeudella, uudelleen käsittelyä varten. Oikaisuvaatimus kuuluu kuntalain piiriin. Korkein hallinto-oikeus taas katsoi että kyseinen oikaisuvaatimus ei kuulu myöskään erityisalojen hankintalain piiriin. (349/2007) Pykälässä 9 lopussa sanotaan seuraavasti: *Tätä lakia ei sovelleta mihinkään tässä pykälässä tarkoitettuun energiahuoltoon liittyvään energian tai sen tuottamista varten tarvittavan polttoaineen hankkimiseen.*

Tässä tapauksessa kunnalla ei ollut selvyyttä minkä lain perusteella tarjouskilpailu toteutettiin. Edellä olevasta nähdään, kuinka vaikeaa maallikon on ymmärtää, mikä kuuluu minkin toimielimen toimivaltaan. Toisaalta kilpailutuksen hoitaminen avoimesti ja aukottomasti on tärkeää. Useissa kunnissa kilpailutus hoidetaan ns. sivutyönä ja osaaminen ei välttämättä ole aukoton. Miksi ei käytetä eri hankintaorganisaatioita, jotka tekevät kilpailutusta päätyönään?

23.5.2011/1349 KHO:2011:47

Kunta on pyytänyt tarjouksia lukion ja päiväkodin rakentamiseksi sekä koulun peruskorjaamiseksi ja laajentamiseksi elinkaarimallilla. Hankinnassa noudatetaan kilpailullista neuvottelumenettelyä. Kunnanhallituksen ja -valtuuston päätöksellä on hyväksytty sopimus pohjainen menettely, jolla kunta saa tarvitsemansa koulutilat. Sopimukseen sisältyi tonttien myymistä ja vuokraamista sekä päätös hankkia kohteiden kiinteistö- ja käyttäjäpalvelut sekä PTS-suunnitelman mukaiset kunnossapito- ja peruskorjaukset palvelun tuottajalta. Sopimukseen

sisältyy myös muita oikeuksia ja velvollisuuksia, jotka liittyvät mm. kunnan oikeuteen lunastaa rakennukset itselleen.

A valittaa hallinto-oikeudelle ja pyytää kunnanvaltuuston päätöksen kumoamista perustellen valitustaan, että asiassa on toimittu kunnan tilahankkeiden suunnittelu- ja toteutusohjelman vastaisesti ja valtuuston hyväksymän investointisuunnitelman vastaisesti. Lisäksi valtuusto ei ollut tietoinen kaikista sopimukseen liittyvistä asioista, ja valtuusto on ylittänyt toiminta valtuutensa. 1000 neliön lisärakennus on liian kallis. Hallinto-oikeus päätöksessään jättää tutkimatta A:n valituksen koskien kunnanvaltuuston päätöstä, koska katsoo, ettei asia kuulu hallinto-oikeudelle.

Valitus jatkuu korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Valittaja vaatii kunnanvaltuuston päätöksen kumoamista. Valitus koskee kuntalain, hallintolain, käyttölain, kunnan toimintasäännön ja kunnan tilahankkeiden suunnittelu- ja toteutusohjeen vastaisia päätöksiä. Korkein hallinto-oikeus hylkää valituksen tutkittuaan sen. Järjestelyn tarkoitus on ollut saada kunnalle vaatimukset täyttävät tilat lukiolle ja päiväkodille sekä peruskorjata ja laajentaa koulukeskusta. Kunta vuokraa kyseiset laitokset palveluntuottajalta kuukausivuokraa ja sovittua palvelumaksua vastaan. Rakentaminen ja palvelujen tuottaminen kuuluu hankintalain piiriin. Maapohjan vuokraaminen ja myyminen eivät yksistään kuulu hankintalain piiriin, mutta kun ne liittyvät kokonaisuuteen, asiassa ei ole menetelty virheellisesti. Sopimuskokonaisuus kuuluu hankintalain piiriin, samoin sopimusjärjestely. Valitus on koskenut markkinaoikeuden toimivaltaan kuuluvaa asiaa.

Kuten edeltä huomataan, valittaja valitti väärää valitustietä käyttäen ja sen vuoksi asiaa ei otettu käsiteltäväksi lain tarkoittamassa hengessä. Toisaalta nähdään, kuinka monimutkainen ja useita eri osa-alueita koskeva tuollainen järjestely on. Tilaajan puolelta menettely vaatii hyvää juridista osaamista, jota useasta kunnasta myös löytyy. Esimerkkitapaus osoittaa, kuinka palvelujen tuottaminen kuuluu hankintalain piiriin. Opinnäytetyön kohteena olevat koulut ja niiden mahdollinen lämmötoimittaminen kuuluvat siten hankintalain piiriin. Mikäli kaupunki vuokraisi nykyiset lämmöntuotantolaitteet ja tekisi lämmötoimittussopimuksen lämpöyrittäjän kanssa, olisi huomioitava seuraavaa: Koska

lämmöntoimitussopimus on pitkäkestoinen, silloin hankintaprosessi kuuluu hankintalain piiriin, mutta pelkkien laitteiden vuokraus ei siihen kuulu.

5.3 Mahdollisen lämpörittäjäyden kannattavuus koulukohteissa

Lämpörittäjän kannalta kyseiset kohteet ovat haasteellisia. Lämmönkulutusta koulukiinteistöissä ei ole kesällä juuri ollenkaan, mutta lämmintä käyttöväettä tarvitaan kuitenkin asuinnoissa ja päiväkodeissa (2 kappaletta). Lämmön kulutus jakaantuu kouluaikoina klo 8.00–15.00 väliseksi ajaksi. Lämpimän veden käyttö on hetkellistä ja painottuu koulun ruokatuntien ajalle. Jos kaikilla viidellä koululla on sama lämpötoimittaja, investointikustannukset ovat todella haastavat.

Seuraavaan taulukkoon on laskettu kunkin koulun lämmönmyyntitulot ja kustannukset, hakkeen hinta 20 €/MWh, samoin pellettienergian hinta 46,3 €/MWh. Pelletin ja hakkeen hyötysuhde-ero on huomioitu. Hake on ajateltu ostettavaksi valmiina hakkeena laitoksella. Muut lämmityskulut on huomioitu taulukon 3 mukaan. Annuiteettitekijän avulla on laskettu mikä olisi 25 vuoden kuoletus ajalla pelkkien kulujen hinta /MWh. Korkokantana on käytetty 4 % korkoa.

Laskelmassa on käytetty seuraavaa annuiteetin kaavaa

$$(i(1+i)^n / (1+i)^n - 1) * H \quad (\text{kaava 4})$$

H = hankintahinta

i = laskentakorko desimaaleina

n = vuosien määrä

Taulukko 13. Lämmönhinta annuiteetilla laskettuna hakkeelle.

Koulu	Energia MWh	Investointi kustannus €	Vuotuinen lyhennys €	Kulut €/v	Yht €/V	Hnta €/MWh
Partalan koulu	153	78200	5006	7460	12466	81,48
Runnin ala-aste	196	78200	5006	8320	13326	67,99
Soinlahden koulu	210	95000	6081	8600	14681	69,91
Sourunsalon koulu	257	95000	6081	9540	15621	60,78
Hernejärven koulu	160	78200	5006	7600	12606	78,79
Yht.	976	424600	27179	41520	68699	70,39

Taulukko 14. Lämmöhinta annuiteetilla laskettuna pelletille

Koulu	Energia MWh	Investointi kustannus €	Vuotuinen lyhennys €	Kulut €/v	Yht €/V	Hnta €/MWh
Partalan koulu	136	54820	3509	7997	11506	84,60
Runnin ala-aste	174	54820	3509	9756	13265	76,24
Soinlahden koulu	186	74000	4737	10312	15049	80,91
Sourunsalon koulu	228	83000	5313	12256	17569	77,06
Hernejärven koulu	142	54820	3509	8275	11784	82,98
Yht.	976	321460	20577	48596	69173	70,87

Taulukko 15. Lämmöhinta annuiteetilla laskettuna maalämmölle

Koulu	Energia MWh	Investointi kustannus €	Vuotuinen lyhennys €	Kulut €/v	Yht €/V	Hnta €/MWh
Partalan koulu	61	98000	6273	7216	13489	88,16
Runnin ala-aste	78	104550	6692	9159	15852	80,88
Soinlahden koulu	84	104550	6692	9792	16484	78,50
Sourunsalon koulu	102	125000	8001	11826	19827	77,75
Hernejärven koulu	57	98000	6273	6741	13014	91,33
Yht.	383	530100	33933	43534	78667	82,24

Kuten taulukoista nähdään kohteiden energiahinnat nousevat kohtuuttoman korkeiksi. On muistettava, että taulukkojen energiahinta ei sisällä yrittäjän palkkaa eikä voittoa. Jotta yrittäjä saisi tuottoa sijoitukselleen, energianhinnan olisi oltava 100 €/Mwh luokkaa. Alemmalla hintatasolla lämpöyrittäjätoiminta on kannattamatonta.

Hakevaihtoehdossa on huomioitava seuraava seikka: Lämpöenergian hintaan taulukossa 12 sisältyy jo 4400 €/v/ laitos käyttö- ja huoltokustannuksia vuodessa. Investointikuluja voidaan jonkin verran laskea seuraavilla vaihtoehdoilla: sijoittamalla kattila vanhoihin tiloihin, käyttämällä edullisempia laiteratkaisuja kuin konttiratkaisua, lisälmen kaupunki tulee osarahoittajaksi, yms.

Paras yhdistelmä tulisi kahden toimittajan kuviosta jolloin Partalan koulu, Runnin koulu ja Soinlahden koulu olisivat yhdellä yrittäjällä ja Hernejärvi ja Sourunsalo toisella yrittäjällä.

5.4 Lämmötoimitussopimus

Lämmötoimitussopimus laaditaan, ennen kuin lämmötoimitus aloitetaan. Sopimus on tehtävä mahdollisimman yksiselitteiseksi ja riittävän kattavaksi. Hyvässä sopimuksessa kummankin osapuolen vastuut ja velvollisuudet on eritelty tarkasti. Se ottaa huomioon myös "entä jos kysymykset" ja sisältää perustan tasavertaiseen neuvottelu- ja ratkaisumenettelyyn. Sopimuksen tekijöiltä tarvitaan juridista asiantuntemusta, ymmärrystä kyseisestä liiketoiminta-alueesta sekä sopimuksen yhteisestä tavoitteesta. Sopimukseen tulee sisällyttää selvitys siitä, miten toimitaan, kun tapahtuu merkittäviä muutoksia lämmönkulutuksessa, kuinka toimitaan laiterikkojen yhteydessä ja miten kohteiden vakuuttamisvelvollisuudet on jaettu. Sopimus on tehtävä kirjallisesti. Sopimusta laadittaessa on syytä varautua ainakin ajatuksellisesti pahimpaan mahdolliseen lopputulokseen. Sopimukseen on kirjattava mahdolliset takuuehdot, samoin kuin viivästyssakot yksityiskohtineen. Sopimuksessa on määriteltävä tarkasti ylivoimaisen esteen käsite, ja missä tilanteessa sitä voidaan soveltaa. Lisäksi on tärkeää sopia esim. takaisinlunastuspykälästä mahdollisia ongelmatilanteita ajatellen. (Paukkunen 2006.)

Mahdollisen lämpöyrittäjän maksusopimus muodostuu kiinteästä perusmaksusta ja muuttuvasta energiamaksusta. Perusmaksulla katetaan lämpölaitoksen rakentamisesta ja käyttämisestä aiheutuneita kiinteitä kustannuksia. Perusmaksun suuruus riippuu tässä toimeksiannossa toimitettavasta lämpötehosta. Perusmaksuun lisätään voimassa oleva arvonlisävero. Energiamaksu muodostuu polttoainekuluista, laitoksen hoidosta, korjaus- ja huoltokuluista sekä muista kuluista. (Fredriksson ym. 2011,5.) Toiminnan kate saadaan, kun lämmön myynnistä kertyvästä liikevaihdosta vähennetään pääomakulut ja toiminnan muuttuvat kustannukset eli polttoainekulut, laitoksen hoidon ja lämmitystyön

kulut, korjaus- ja huoltokulut sekä muut muuttuvat kulut. (Fredriksson ym. 2011 16.)

6 Yhteenveto

Tässä kehittämistehtävässä on tarkasteltu hake-, pelletti- ja maalämpövaihtoehtoja ja niiden ominaisuuksia haja-asutuskoulun energian tuotantomuotona sekä soveltuvien osien kohteisiin soveltuvia laitteistoja. Vertailukohteena on ollut öljylämmitysvaihtoehto, joka on käytössä kaikissa kouluissa tällä hetkellä. Lisäksi on tarkasteltu lämpöenergian hintaa kustannuslaskennan menetelmiä hyväksi käyttäen. Näiden lisäksi on laskettu takaisinmaksuajan avulla säästön vaikutusta investoinnin kannattavuuteen. Kuten todettua, nykyiset öljylämmitysjärjestelmät ovat tiensä päässä. Niiden käyttökustannukset öljyn hinnan nousun takia ovat kestäättömät. Lisäksi kaikkien koulujen öljylämmityslaitteet ovat 1970 - 80 luvuilta. Kattiloina ovat Högforsiin valurautaiset kattilat, jotka ovat perua puulämmitteisten kattiloiden ajalta. Polttimet on huollettu säännöllisesti, mutta ne ovat auttamatta vanhoja.

Eri lämmitysmuotojen vertailussa hake ja maalämpö olivat lähes tasavertaisia. Hakelämmitys on paikallistalouden kannalta merkittävin, koska polttoaine löytyisi lähialueelta. Hakelämmitysvaihtoehtoissa on lähdetty siitä, että hankitaan valmis lämmityskontti, joka kytetään vanhoihin laitteistoihin. Hakkeen käytettävyyttä on työläin kolmesta vaihtoehdosta, koska hakkeen laatu on todella tärkeä tekijä pienissä laitoksissa. Samoin kesäajan kuorma-alue on haastava ja vaatii todennäköisesti varaajan ja sähkölämmityksen varalle. Kaikissa kouluissa on varaajat ja niissä sähkölämmitysvaihtoehto on siis jo olemassa. Varaajien ikä vain on valitettavasti käyttöajan loppupäässä. Hakelämmityksen pienenä ongelmana on hakesiilon täyttö. Laskennassa käytetyssä kontissa on 26 m³ siilo. Hakelämmitysjärjestelmä vaatii enemmän huoltoa ja päivystystä kuin muut vaihtoehdot. Vertailtaessa hakelämmitystä eri investointimenetelmillä voidaan sen todeta olevan hyvä vaihtoehto menetelmästä riippumatta.

Pellettilämmitysvaihtoehto on mahdollista asentaa lähes jokaiseen kouluun vanhaan kattilahuoneeseen, alustavan tarkastelun perusteella. Kouluihin on rakennettu halkovarastot, jotka ovat lähes käyttämättöminä. Niihin voidaan rakentaa edullisesti pellettivarastot. Vanhat kattilat on purettava ja lämpövaraajien kunto tarkastettava, samoin kuin piippujen soveltuvuus pellettilämmitykseen. Tämän jälkeen asennetaan uudet pellettikattilat ja syöttölaitteet. Kattiloiden on oltava automaattisella nuohouksella ja tuhkanpoistolla varustettuja. Hintavertailussa on käytetty Runnin koulun osalta kyseistä vaihtoehtoa, paitsi että pelletisiilon paikka oli ulkona. Pelletin käytettävyys on hyvä ja toiminta varmaa, silloin kun pelletti on hyvää. Huollon tarve on vähäisempi kuin hakekattilassa. Pelletin hintakehitys on arvoitus. Markkinoille on tullut muitakin pelletin toimittajia kuin Vapo Oy. Pelletti lämmityspolttoaineena on helppohoitoinen lämmitysenergiamuoto. Takaisinmaksuaikavertailussa pellettilämmitysvaihtoehto oli edullisin, eli takaisinmaksuaika investoinnille oli 4,1 vuotta.

Maalämpövaihtoehto on pitkällä aikavälillä laskelmien mukaan edullisin vaihtoehto. Nykyarvomenetelmällä lasketusta taulukosta 10, jossa on otettu huomioon inflaatio ja sähkön hinnan nousu sekä vuotuiset nettotuottojen nykyarvot, maalämpö on paras vaihtoehto. Maalämpö ja hake kilpailevat lähes tasavertaisesti laskentamalleissa. Maalämmön takaisinmaksuaika on pisin, 7,3 vuotta, mikä johtuu maalämmön korkeista investointikustannuksista. Maalämpövaihtoehdon vertailussa on syytä muistaa sähkön hintakehitys. Todennäköisesti se on nouseva pitkällä aikavälillä. Mitä tulee tapahtumaan, kun sähköyhtiöt saavat valmiiksi kaukolukumittariasennusprojektinsa? Mittausjaksoa lyhentämällä ja sitomalla sähkön hinta sähköpörssihinnotteluun tulee sähkön keskimääräinen kuluttajahinta todennäköisesti nousemaan. Ennen maalämpöpumppuvaihtoehdon valintaa pitää tarkastella kriittisesti vanhojen patteriverkostojen lämmönluovutustehoja. Ovatko ne riittäviä? Samoin iv-koneiden ja lämpöpatterien tehot on tarkistettava. Vanhoissa kiinteistöissä patteri- ja iv-verkostot on mitoitettu korkeammalle kiertoveden lämpötilalle. Yksi tarkasteltava asia on lämpöpumppulaitteistojen kestoikä. Laskelmissa se on mitoitettu 25 vuodeksi, mutta onko niin? Ei ole tarkkaa tietoa esimerkiksi kompressorien kestoikästä. Maalämpö on huollon ja käytettävyyden mukaan helpoin lämmitysmuoto, jos se on mitoitettu ja asennettu toimivaksi.

Suomen tavoite on kasvattaa uusiutuvan energian osuutta 38 prosenttiin, mikä on noin 10 prosenttia nykyistä enemmän. Yksi tärkeimmistä uusiutuvan energian vaihtoehtoista ovat lämpöpumput ja maalämpö. Nyt uusiutuvasta energiasta valtaosa tulee metsäteollisuuden puuperäisistä polttoaineista. Lisäpotentiaalia tarvitaan runsaasti lisää. Maalämmön käytettävyys on todella hyvä. Ympäristöystävällisyys on vertaansa vailla, kun sähköenergiana käytetään vihreää sähköä. Lämpöpumpun investointikustannukset ovat suhteellisen suuret, mutta käyttökustannukset ovat edulliset. Mitä suurempi talo on ja mitä suurempi lämmitysenergian kulutus, sitä kannattavamaksi maalämmitys tulee. Kun maalämpöpumppu mitoitetaan taloudellisesti, se kattaa 50–70 % kohteen huipputehosta ja tuottaa 85–98 % lämmön tarpeesta. Loput tarvittavasta lämmöstä saadaan perustilanteessa lämpöpumppuun asennetuilla sähkövastuksilla tai uuni-lämmityksellä. Kunnan kiinteistöissä käyttö- ja hoitokustannukset puoltavat maalämpövaihtoehtoa.

Hankintamenettelynä on varmasti tekstissä esitetty kilpailullinen neuvottelumenettely paras vaihtoehto. Tutkitaan, onko todella potentiaalisia lämpöyrittäjiä paikkakunnalla, jotka lähtevät projektiin mukaan. Sen täytyy olla myös kaupungille edullinen vaihtoehto. Hakkeen saatavuuden suhteen ei ole ongelmia. Yrittäjä voi jopa hyödyntää omia metsiään energiapuun tuotannossa. Lisäksi näin pienten lämpöyksiköiden hoitaminen sivutoimisena on ilmeisesti ainoa oikea vaihtoehto. Tällöin esim. maanviljelijä voi hyödyntää konekalustoaan ja ansaita sivutuloja, jotka ovat tärkeitä nykytilanteessa. Pelkästään lämpöyrittäjänä toimimalla näin pienillä laitoksilla ei toiminta ole kannattavaa.

Polttoaineiden päästöt muuttuvat radikaalisti. Nyt kevytöljyä käyttäessä CO₂ -päästökuorma on noin 270 tn/CO₂/v. Kuorma putoaa nolnaan, koska puupohjaisilla energialähteillä hiilidioksidipäästökerroin on nolla. Se, mikä CO₂-päästökuorma lämmityksestä tulee, on hakkeen hankinnasta ja siirrosta johtuvaa. Myös pelletin käytöstä CO₂ -päästökuorma aiheutuu pelletin valmistuksesta ja pelletin siirrosta käyttöpaikalle. Maalämmöllä CO₂-päästökuorma on lähes nolla, jos käytetään vihreää sähköä. Perinteistä sähköä käytettäessä kuorma on noin 12,5 tn/CO₂/v.

lisälmen tekniselle lautakunnalle esitetään seuraavaa vaihtoehtoa: Kaupunki pyytää Soinlahden koulun, Runnin koulun ja Partalan koulun lämmötoimituksesta kiinnostuneita tahoja ilmoittautumaan kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn. Samoin toimitaan Sourunsalon koulun ja Hernejärven koulujen osalta.

Lähteet

ARA, 2012. Energia-avustukset.

<http://www.ara.fi/default.asp?node=1263&lan.14.4.2012>

Brundtlandin komissio. 1987. Kestävän kehityksen määrittely.

http://fi.wikipedia.org/wiki/Kest%C3%A4v%C3%A4_kehitys.12.12.2011.

Dimplex. 2012. Lämpöpumpputuote.

<http://www.dimplex.de/fi/ammattilaisille/tekniikan-selitykset/laempeopumput/laempeopumputuote/kaesitteiden-maearittely/l.html>. 26.2.2012

Elinkeinoelämän keskusliitto.. 2010. Yritykset vihreän talouden eturintamassa.

http://www.ek.fi/ek/fi/tutkimukset_julkaisut/2010/9_syys/yritykset_vihrean_talouden_eturintamassa.pdf . 11.1.2012.

ENpluss,2012.

http://www.pellettienergia.fi/images/stories/tiedostot/enplus/pellcert_flyerfi.pdf. 14.4.2012.

Fredriksson, T & A Puhakka & Solmio, H. 2011. Lämpöyrittäjän sopimusopas.

TTS:n Julkaisu 409. Nurmijärvi. ISBN 978-951-788-418-1

Hakkila, P. & Fredriksson, T. 1996. Metsämme bioenergian lähteenä. Metsän tutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. Vantaa. ISBN 951-40-1531-2.

Hakkila, P., Nurmi, J. & Kalaja, H. 1998. Metsänuudistusalojen hakkuutähde energialähteenä. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 684. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. ISBN 951-40-1624-6.

Hanhila, J. 2012. Alle 5 MW:n lämpökattilat K8-kuntien alueella. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Ympäristötekniikan koulutus-ohjelma. Vaasa.

Hankintatieto, 2012. <http://www.hankintatieto.fi/index.php/hankintatieto/Tietoa-hankinnoista/Hankintamenettelyt>. 1.4.2012

Hilma. 2012. Hankinta ilmoitukset. <http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>. 30.3.2012.

Ilmasto-opas. 2012. Ilmatieteenlaitos. Ilmastomuutos ilmiönä <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/420c4ca3-a128-4ae7-882e-3d06e1ea24f5/>. 13.4.2012

Juvonen, J. 2009. Lämpökaivo. Helsinki. Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-3531-6 (pdf).

Kallio, J. 2011. Geologista kasvua ja hyvinvointia. Suomen Lvi-liitto koulutus Jyväskylä. 18.1.2011.

Kasvio, A & Räikkönen, T. 2010. Kohti kestävästä työelämästä. Työterveyslaitos. Multiprint.

Karpinen, R. 2012. MYH/ Ylä-Savo. Puhelinkeskustelu 4.4.2012.

Kokkonen, A & Lappalainen, I. 2005. Hakelämmöstä yritystoimintaa. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Kuopio, Offsetpaino L. Tuovinen.

Krankkala, P. 2011. Kattilan säätö.

<http://saato.wikispaces.com/3.+KATTILAN+S%C3%84%C3%84T%C3%96>. 15.4.2012.

Laki rakennusten energiatodistuksesta 487/2007.

- Leppäharju, N 2008. Kalliolämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät. Oulun Yliopisto. Geofysiikanlaitos. Pro gradu työ.
- Maa -ja metsätalousministeriö.2012. Pienpuunkorjuutuki 21.2.2012.
http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/hankkeet_tyoryhmat/lain_saadan-tohankkeet_0/pienpuunenergiatuki.html 26.2.2012.
- Maunula, L.2011. Pirkanmaan energiaselvitys. Pirkanmaan Metsäkeskus. Tampere.
 Metsäkeskus.2012. Korjuu ja haketustuki.
<http://www.metsakeskus.fi/energiapuu/tuet>. 26.2.2012
- Motiva.2011.Lämpöyrittäjyys.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampoyrittajyys
 14.12.2011.
- Motiva.2012.Lämpöä omasta maasta.
http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa_omasta_maasta_maalamp-opumput.pdf. 15.2.2012.
- Osuuspankki.2012.Yrityksen perustajan opas.
<https://www.op.fi/media/liitteet?cid=150104910>.17.4.2012
- Paukkunen. S.2006. Sopimusoikeus luento Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 7.10.2006
- Perälä.R.2009.Lämpöpumput.Helsinki.Alfamer Oy
- Puhakka, A. Alanen, V. Kokkonen, A. Nalkki, J & Rousku, P. 2003. Pellettilämmitysopas. Helsinki. Motiva.
- Pöyry Management Consulting Oy.2010. Laskelma lämmityksen päästöistä.
http://www.oil.fi/files/829_Pyrynloppuraportti2010L.pdf. 23.2.2012
- Pöyry.2011. Puunhinta.<http://www.puunhinta.fi/tilastot.htm?graph=fi-small-main>.
 23.2.2012.
- Rämö, A.2001. Yksityismetsänomistajat ja energiapuu sekä lämpöyrittäjyys. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita n:o 42. ISBN 952-5299-34-1, ISSN 1455-4623.
- Saksi, H.2011. Maalämpöpumppujen toiminta, mitoittaminen ja kytkentä. Suomen Lvi-liitto luento 18.1.2012 Jyväskylä.
- Sarvelainen, H .2011. Lämpöyrittäjäkonsepti biotuotteelle. Lappeenrannan Teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Energiatekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. Lappeenranta.
- Seppälä..2012. H,SGN Grup. puhelinkeskustelu 20.3.2012
- STTV.2008. Puun pienpolttoa koskevat terveydelliset ohjeet. Helsinki. Valvira
- Solmio, H. 2011. Lämpöyrittäjätoiminta vuonna 2010. Rajamäki. TTS- työteho-seura.
- Suomen Lämpöpumppuyhdistys. 2012. Vesistöt lämmön lähteenä.
http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=77#top. 15.2.2012.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. 2012. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. 2007. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- Sauvula - Seppälä, T.2010.Lämpöyrittäjyyden kannattavuus lämmönostajan ja -myyjän sekä metsänomistajan näkökulmasta. Posterinäyttely. Maataloustieteen päivät 2010. <http://www.smts.fi/jul2010/post2010.html>. 12.12.2011.
- SULPU.2011.Maaperä lämmön lähteenä.
http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=114.20.1.2012

- Tuunanen, J. 2009. Lämpöpumppujen vaikutukset sähköverkkoliiketoiminnan kannalta. Lappeenrannan Teknillinen yliopisto. Teknillinen tiede- ja tekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. Lappeenranta.
- Työ - ja elinkeinoministeriö. 2012. Uusiutuvat energialähteet. <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2481>. 16.4.2012.
- Vapo .2012. Biopolttoaineet http://www.vapo.fi/fin/kunta_ja_yritysasiakkaat/biopolttoaineet/pelletit/puupelletti/?id=167. 10.1.2012.
- Verohallinto. 2012 <http://www.vero.fi/fi-FI/Henkiloasiakkaat/Kotitalousvahennys>. 15.4.2012.
- Villa, A. & Saukkonen, P. 2010. Bioenergia 2020. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö.
- VTT. 2003. webdia. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Helsinki <http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF89> 14.4.2012.
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 765/2007.
- Ympäristöministeriö. 2011. Paikallinen kestävä kehitys. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4405&lan=fi>. 23.12.2011
- Yrjölä, J. 2005. Investointilaskelmat. Metropolia ammattikorkeakoulu, Vantaa. Öljyalan tiedote 16.2.2012. http://www.oil.fi/index.php?m=1&tiedote_id=369. 23.2.2012.
- Öljyalan vuosikirja. 2010–2011. Öljyalan keskusliitto. Helsinki. ISSN 1457-3601

LIITE 1 Runnin koulun LVI -kuntoarvio



Runnin koulun LVI -kuntoarvio lämmityslaitteiden osalta

Johdanto

Tämä LVI - teknisten laitteiden kuntoarvio perustuu pääosin liike- ja palvelurakennusten kuntoarvion suoritusohjeeseen. Järjestelmien uusintajaksojen määrittämisessä on oman kokemuksen ja silmämääräisen arvion lisäksi käytetty LVIS- laitteiden kunnossapitajakset - ohjekorttia LVI 01-10260.

Kuntoarvion tilausohjeen (KH-90–00245) mukaisesti kuntoarvion tavoitteena on muodostaa puolueeton kokonaiskuva kiinteistöstä ja tuoda esille mahdolliset korjaus- ja muutostarpeet sekä mahdolliset lisätutkimustarpeet. Tämän kuntoarvion tarkoituksena oli selvittää lämmöntuotannon muutostarpeesta johtuen vanhojen lämmityslaitteiden käytettävyyttä. Ilman rakennuksessa tehtäviä tilamuutoksia voitaisiin osa nykyisistä ja uusista laitteista jättää käyttöön. Lämmöntuo-

tannon muutoksen yhteydessä tulee kuitenkin huomioida uudet tilantarpeet riippuen valitusta lämmöntuotantotavasta.

Kuntoarvio on suoritettu aistinvaraisesti, eikä nykyisiä olemassa olevia rakenteita ja eristeitä ole purettu kuntoarvion yhteydessä. Käytössä on ollut rajoitetusti alkuperäisiä suunnitelmia ja käyttöraportteja. Tästä johtuen kaikkia kuntoarviossa esitettyjä toteamuksia ei ole aukottomasti voitu todeta.

Varsinaista lämmityslaitoksen muutossuunnittelua ei ole tehty, joka on tehtävä erikseen valitun lämmitysvaihtoehdon mukaan. Tässä esikatselmuksessa ei ole otettu laajemmin kantaa muihin talotekniikan laitteistoihin. Lämmityslaitoksen muutoskustannukset on arvioitu vertailulaskelmaa varten, tarkempi kustannuserittely selviää valitun lämmitysvaihtoehdon mukaan.

A Kohteen tiedot ja havainnot nykytilanteesta

A.1 Kohteen tiedot

Kohde	lisalmen kaupunki, Runnin ala- aste
Osoite	Runnintie 347
Rakennustyyppi	Oppilaitosrakennus
Rakennusvuodet	Vanha koulurakennus 1947, uudempi koulu 1962, perus korjattu 1985
Tilavuudet	Kokonaistilavuus 3264 m ³ , bruttopinta-ala 1035 m ²
Katselmointiajankohta	Tammikuu 2012
LVI- muutos työt	Vain korjaustoimenpiteet remontin jälkeen

A.2 Asiakirjat

Kuntoarviota tehtäessä käytettävissä olivat kohteen LVI-suunnitelmat samoin kuin energian kulutus (kevyt öljy) ja veden ja sähkön kulutustiedot, lisäksi keskustelu Ahti Kurjen kanssa Runnin koulun tilanteesta.

A.3 Huoltotoiminta

Kiinteistön LVI-tekninen huolto on suoritettu Iisalmen kaupungin tilapalvelun huolto-organisaation toimesta. Varsinainen huoltotoiminta on ulkoistettu lähinaapurin maanviljelijäisännälle. Kiinteistössä on tehty tarvittavat huollot ajallaan. Korjaus- ja muutostyöt on teetetty sopimusurakoitsijoilla.

Kiinteistöllä on mahdollisuus käyttää tilapalvelun sähköistä huoltokirjaa. Huoltokirjakäytäntö helpottaisi asioiden dokumentointia ja seurantaa. Huoltokirjan käyttö on ollut kuitenkin vajavaista, eikä siinä juuri ollut hyödyllisiä tietoja.

A.4 Energiakulutus

Rakennusten energiankulutus perustuu kevyen öljyn ja sähkölaskutuksen sähköenergian seurantaan. Öljyn kulutus ei ole tasattu eri vuosille, vaan perustuu säiliön täyttöajankohdan tietoihin.

Kevyen öljyn kulutus

Vuosi	2007	2008	2009	2010
Öljyn kulutus/litraa	15300	17300	22300	24700

Öljyn kulutus on ollut keskimäärin 19900 litraa/v, joka vastaa noin 199 MWh:n kokonaisenergiaa. Tässä ei ole huomioitu normeerausta, koska öljymäärät on merkitty vain täyttötilanteen mukaan. Koulun rakennustilavuus on 2971 m³, josta ominaiskulutukseksi saadaan keskimäärin 66,98 kWh/m³/a. Vastaavien rakennusten keskimääräinen kulutus on noin 46 kWh/m³/a. Kyseisen kohteen osalta isompi kulutus johtuu kiinteistön rakennustavasta ja iästä. Kiinteistön vanhempi osa on hirsirakenteinen ja eristystaso on huono, uudempi osa kivirakenteinen ja eristystaso 1960-luvun tasoa. Ikkunat ja ovet ovat kutakin rakennusaikakautta vastaavia ja välttävissä kunnossa.

A.5 Vedenkulutus

Koulun lämmin vesi on tuotettu öljykattilalla ja varaajajärjestelmällä. Varaajassa on sähkövastukset, joita käytetään huoltojen ja kesäajan lämpimän veden tuottamiseen. Käyttöveden kulutus on ollut viiden viimeisen vuoden ajan keskimäärin noin 420 m³, josta lämpimän käyttöveden osuus on noin 30 %.

Kulutukset ovat keskimääräisesti pienempiä kuin vastaavissa kohteissa yleensä. Vesikalusteet ja WC-altaat ja -pöntöt ovat edellisen remontin ajalta eli vuodelta 1985, mutta ovat käyttökuntoisia.

A.6 Sähköenergian kulutus

Sähkön kulutus on myös ollut tasaista. Viimeisen kymmenen vuoden aikana lähes sama joka vuosi eli 59000 kWh. Valaisimet ja muut sähkölaitteet ovat alunperäisiä vuodelta 1985, joitakin laitteita on uusittu rikkoontumisen johdosta.

B Lvi - tekninen yhteenveto painottuen lämmöntuotantoon

Kiinteistön LVI-laitteet ovat pääosin alkuperäisiä. Vanhalla ja uudella koululla on yhteinen kevytöljyyn perustuva lämmöntuotanto. Kattila on vuosimallia 1986 Högforssin 20 - 10 tyyppinen kattila (kuva 1), teho öljyllä 170 kW sekä kunto tyydyttävä. Kevytöljypoltin Oilon KP-24 tyyppinen poltin on vuosimallia 1986, kunto hyvä. Poltin huolletaan joka vuosi lämmityskauden alussa. Järjestelmään kuuluu Jämän lämminvesivaraaja 1800 l vuodelta 1990, joka on varustettu sähkövastuksilla. Varaajan kunto on hyvä ja toimiva. Lämpöverkostot ovat alkupe- räisiä pumppukierrolla varustettuja teräsputkistoja, jotka on asennettu osittain rakenteisiin ja lämpökanaaleihin. Lämmönjako tapahtuu pääosin ikkunoiden alle sijoitettujen vesikiertopatterien avulla, patteriventtiilit ovat pääosin mallia Danfoss. Patterit ovat osin vanhoja levypattereita ja kunto arveluttava. Putkistot ovat

kuivissa tiloissa hyvässä kunnossa. Kanaali vanhan ja uuden koulun välillä on tutkittava tarkemmin. Öljysäiliö on rakennuksen kellarissa erillisessä tilassa, kunto kohtalainen.

Kiinteistön koululuokkiin on asennettu koneellinen ilmanvaihto jälkikäteen (vuonna 2007). Ilmanvaihto on toteutettu kahdella ILTO 850 ilmanvaihtokoneella. Koneiden teho on $250\text{dm}^3/\text{s}/150\text{ PA}$.

Koneet on varustettu 2000 W sähköisellä jälkilämmitysyksiköllä. Koneet ovat lähes uusia ja käyttöaikaa runsaasti jäljellä.



Kuva 1. Öljykattila ja poltin

Kuvan Högforssin kattila on valurautakattila ja alunperin suunniteltu puulämmitystä ajatellen. Kattilaa on muunneltu ja siitä on tehty öljy/ puukattila. Kattilatyypin on yleinen, ja todella paljon käytössä tälläkin hetkellä. Kattilan nuohousluukut näkyvät kattilan päällä. Kattilahuoneessa on uusittu joitakin putkistoja, mutta vanhat putkistot ovat asbestieristettyjä putkistoja (Kuva 2). Mikäli päädytään asentamaan kattilahuoneeseen uusi kattila, vanhat kattiloiden kytkentäjohdot on poistettava (asbestityö).

WC-tilat ja käytävien altaat ovat ehjiä ja hanat toimivia (kuva 3). Viemäriasennukset on toteutettu pääosin valurauta- (alkuperäiset) ja osittain muoviviemäreillä. Myös vesijohtoja on uusittu paikoin. Kohteen lämmitys-, vesijohto- ja viemäriasennukset on toteutettu osin rakenteiden sisään (alkuperäisasennukset) ja osin pinta-asennuksina. Kiinteistö on kytketty paikallisen vesiosuuskunnan veteen. Veden toimittaa Iisalmen vesi. Kiinteistö on liitetty Runnin terveyskylpylän jätevesijärjestelmään.



Kuva 2. Yleisnäkymä kattilahuoneen putkistoista



Kuva 3. Vanhan osan poikien WC:n kalustus

C Tulevaisuuden toimenpiteitä

- Sisätiloissa ainakin osittainen peruskorjaus ja märkätilojen varustaminen nyky-määräysten mukaisilla vedenerityksillä.
- Tarvittaessa ala-, väli- ja yläpohjarakenteiden kuntotutkimus. Tarvittaessa ko. rakenteiden korjaaminen, toimenpiteen yhteydessä rakenteiden lisäläm-möneristys (erityisesti yläpohjarakenteet).
- Ilmanvaihdon parantaminen, uudemman osan asuinhuoneistoissa, riippuen tu-levasta käyttötarkoituksesta.
- Tarvittaessa vesikattorakenteiden ja piha-alueiden kuntokartoitus suoritettava lumettomana ajankohtana.
- Ennen korjaushankkeisiin ryhtymistä tehtävä erillisen asbestikartoituksen laa-timinen.
- Tarkempi rakennusten kuntokartoitus lumettomana aikana

- Lämmitysmuodon muuttaminen
- Tarkempi LVIS- suunnittelu peruskorjausta varten.

Sonkajärvellä 25.1.2012

Pentti Karppanen



EKOIN OY
Insinööripalvelut

LIITE 2 Runnin koulun energiatodistus

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Yleissivistävä oppilaitos

Valmistumisvuosi: 1947/1962

Osoite: Kirkkopuiston katu 9
74100 IISALMI

Rakennustunnus:

Energiatodistus on annettu

- * rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
- * energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
- x erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 120		
121 - 150		
151 - 190		
191 - 230		
231 - 300		
301 - 400		
401 -		
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

204

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Opetusrakennukset

Todistuksen antaja:

Pentti Karppanen
Pumppaamontie 4
74300 Sonkajärvi

Todistuksen tilaaja:

Iisalmen kaupunki
Tilapalvelu
Pirjo Pykäläinen

Aihekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

10.11.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

10.11.2021

RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus *	151 931 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	59 000 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus *	0 kWh/vuosi
Yhteensä	210 931 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	1 035 brm ²
Rakennuksen energiatohokkuusluku	204 kWh/brm²/vuosi

* Uudisrakennuksen energiankulutus lasketaan käyttäen RakMk D5 Liite 1 säävyöhyke III (Jyväskylä-Luonetjärvi) mukaisia säätietoja.

Toteutuneet energian ja veden kulutukset

Kulutuskohte	Kulutus	Yksikkö	Vuosi
Lämmitysenergia			
* [redacted]	19 600	l	2010
* [redacted]	*	*	*
Kiinteistösähkö			
Mitattu kiinteistösähkö	59 000	kWh	2010
Jäähdytysenergia			
Kaukojäähdytys	*	kWh	
Jäähdytysenergia	*	kWh	*
Vedenkulutus			
Kokonaiskulutus	420	m ³	2010
Lämpimän veden kulutus	126	m ³	2010

Toteutuneiden kulutusten muuntaminen energiatohokkuusluvun laskentaa varten

Vertailupaikkakunta:	Kuopio
Normaalivuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla:	4943
Vuoden 2010 lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla:	5411
Paikkakuntakohtainen korjauskertoimen Jyväskylään k2:	0,97
Lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhde:	0,87
*	
Lämmitysenergia $0,87 \times 10 \text{ kWh/l} \times 19600 \text{ l} = 170520 \text{ kWh}$	
Lämpimän käyttöveden energiankulutus $126 \times 58 \text{ kWh/vuosi} = 7308 \text{ kWh}$	
Lämmitysenergiankulutus $0,97 \times (4943/5411) \times (170520 - 7308) \text{ kWh/v} + 7308 \text{ kWh/v} = 151931 \text{ kWh/vuosi}$	
*	
*	
*	

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	Ulkoilmaventtiilit	<input checked="" type="checkbox"/>
Koneellinen poistoilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Tuloilman suodatus	<input checked="" type="checkbox"/>
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	Lämmöntalteenotto	<input checked="" type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa: *		Jäähdytys	<input checked="" type="checkbox"/>
Ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna			<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna			<input type="checkbox"/>
Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatohokkuus on tarkastettu vuonna			<input checked="" type="checkbox"/>
Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna			<input checked="" type="checkbox"/>

HUOMIOT JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Ulkoseinät ja ikkunat

Ulkoseinät ja ikkunat vastaavat laadullisesti tasoa kohtalainen, käyttöaikaa jäljellä.

Peruskorjauksen yhteydessä on uusittava ikkunat ja ovet, jolla on vaikutus energiankulutukseen

*
*
*
*
*
*
*
*

Toimenpide-ehdotus	Arvioitu energiansäästö (kWh/vuosi)		
	Lämpö	Sähkö	Kylmä
Ikkunoiden ja ovien uusinta	3 500	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*

Ylä- ja alapohja

*

Peruskorjauksen yhteydessä tarkistettava lämpöeristeet, lisättävä ainakin yläpohjaan.

*
*
*
*
*
*
*

Toimenpide-ehdotus	Arvioitu energiansäästö (kWh/vuosi)		
	Lämpö	Sähkö	Kylmä
Yläpohjan eristeen lisäys	2 500	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*

Tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmän tasapainoitus tehtävä heti, lämpö ja lämpimän veden kierrot tarkistettava.

Termostaattien perussäätä ja huonelämpötilan pudotus 1,5 asteella 21 asteeseen. (mitattu)

*
*
*
*
*
*
*
*
*

Toimenpide-ehdotus	Arvioitu energiansäästö (kWh/vuosi)		
	Lämpö	Sähkö	Kylmä
Lämmitysjärjestelmän tasapainoitus ja patteriverkoston termostaattit	4 000	*	*
Huonelämpötilan pudotus	8 000	*	*
*	*	*	*

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä

Osittain painovoimainen järjestelmä, vanhoissa asunnoissa
Koululuokissa koneellinen poisto ja tulo

*
*
*
*
*
*

Toimenpide-ehdotus	Arvioitu energiansäästö (kWh/vuosi)		
	Lämpö	Sähkö	Kylmä
			*
*	*	*	*
*	*	*	*

Valaistus, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Valaistuksen muuttaminen energiansäästöä suosivaksi perusermontin yhteydessä

*
*
*
*
*
*
*

Toimenpide-ehdotus	Arvioitu energiansäästö (kWh/vuosi)		
	Lämpö	Sähkö	Kylmä
*	*	5 000	*
*	*	*	*
*	*	*	*

KAIKKIEN TOIMENPITEIDEN YHTEISVAIKUTUS

Arvioitu lämmitysenergian säästö	18 000	kWh/vuosi
Arvioitu kiinteistösähköenergian säästö	5 000	kWh/vuosi
Arvioitu jäähdytysenergian (kylmäenergian) säästö	*	kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku kaikkien toimenpiteiden jälkeen	182	kWh/brm²/v
Energiatehokkuusluokka kaikkien toimenpiteiden toteutuksen jälkeen		C

Lisämerkintöjä

Koulu on tyydyttävässä kunnossa, sisätilojen peruskorjauksen yhteydessä energiaremontteja.
Koulu on peruskorjattu 1985, jolloin rakennettiin sisä WC ja pintaremontteja.
Sähkön- ja vedenkulutukset kohtuullisia rakennuksen ikään nähden.

*
*
*
*
*
*
*