

Jarkko Kestilä

HALLIRAKENNUKSEN LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2015

HALLIRAKENNUKSEN LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Kestilä, Jarkko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2015
Ohjaaja: Heinonen, Jarkko
Sivumäärä: 27
Liitteitä: 5

Asiasanat: vertailu, halli, kaukolämpö, maalämpö

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla kahta eri lämmitysjärjestelmää, jotka ovat maalämpö- ja kaukolämpöjärjestelmä. Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Ylöjärven Talotekniikka Oy:n kanssa. Opinnäytetyössä käytetään esimerkkinä tilaajan hallirakennusta. Ennen opinnäytetyön aloittamista oli tehty alustavat selvitykset, että molemmat järjestelmät ovat kyseisellä alueella mahdollisia toteuttaa. Vertailuissa otettiin huomioon energiatehokkuus, käyttökustannukset sekä investointikustannukset. Lämmitysjärjestelmien vertailua varten tarvitsi laskea rakennuksen lämmitystehontarve. Lämmitystehontarvelaskelmien perusteella maalämpöpumppuvalmistajat tekivät tarkemmat mitoitukset maalämpöjärjestelmien osalta. Kaukolämpöjärjestelmän mitoitus perustui paikallisen kaukolämpöyrityksen käyttämiin menetelmiin. Vertailun jälkeen lopputuloksena todettiin maalämpöjärjestelmän olevan parempi ratkaisu tähän kohteeseen ja tilaajalle ehdotettiin maalämpöjärjestelmän hankkimista kohteeseen.

HALL BUILDING HEATING SYSTEMS COMPARISON

Kestilä, Jarkko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2015

Supervisor: Heinonen, Jarkko

Number of pages: 27

Appendices: 5

Keywords: comparison, hall, district heating, geothermal heating

The purpose of this thesis was to compare two different heating systems, Geothermal and district heating system. Thesis was executed in a co-operation with Ylöjärven Talotekniikka Oy. In thesis were used as an example client hall building. Before the thesis was started, there was already made investigations that it is possible to execute both of heating systems in the area. In the comparison is taken into account nowadays energy efficiency, operating costs and investment costs. Building heating power had to be calculate before it was possible to start comparing heating systems. Calculations were sent to the manufactures of the geothermal heating pumps and they made more specific dimensioning for geothermal heating pumps. District heating system dimensioning were based on the given information from the local district heating company. After the comparison, the end result was that the geothermal heating system fits better for this project and it was recommended to the client.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Lähtökohdat	5
1.2	Tutkimustyön tavoitteet	5
2	HALLIRAKENNUS	6
2.1	Alueen esittely	6
2.2	Rakennuksen esittely	7
2.2.1	Toimistotila	7
2.2.2	Halliosiot	8
2.2.3	Rakennustekniset tiedot.....	10
2.2.4	Tilojen käyttötarkoitus.....	11
3	LÄMMITYSTEHONTARVE.....	11
3.1	Laskennan lähtökohdat	11
3.2	Laskelmat	12
3.2.1	Toimistotila	13
3.2.2	Hallitila	14
3.2.3	Toimisto- ja hallitilan kokonaistehontarve.....	15
4	MAALÄMPÖ.....	16
4.1	Toimintaperiaate	16
4.2	Maalämpöjärjestelmän mitoitus.....	16
5	KAUKOLÄMPÖ.....	18
5.1	Toimintaperiaate	18
5.2	Kaukolämpöjärjestelmän mitoitus	19
6	KUSTANNUSARVIOT.....	20
6.1	NIBE-maalämpöpaketti	20
6.2	Lämpöässä-maalämpöpaketti.....	21
6.3	Maalämpöjärjestelmien yhteenveto	21
6.4	Kaukolämpö.....	21
7	JÄRJESTELMIEN VERTAILU	22
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
8.1	Maalämpö	24
8.2	Kaukolämpö.....	25
8.3	Loppupäätelmät.....	25
	LÄHTEET.....	27

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohdat

Opinnäytetyö koskee hallirakennusta, joka valmistuu 2015 syksyllä Ylöjärvelle. Hallin rakennuttaa Ylöjärven Talotekniikka Oy, joka on pieni lvi-alan perheyritys Ylöjärveltä. Yritys on perustettu vuonna 2013 ja siihen kuuluu neljä osakasta. Projektin aloittamisesta on tilaajan mukaan ollut puhetta jo vuodesta 2013 lähtien. Tämän hetken taloustilanteesta johtuen rakennuskustannukset ovat tippuneet rajun kilpailun seurauksena, joten rakentaminen on halpaa tällä hetkellä. Yrityksen aikomuksena on vuokrata osa tiloista muille toimijoille. Vuokralaisten maksamilla vuokratuloilla pyritään kattamaan rakennuksen ylläpitokustannukset sekä maksamaan yrityksen ottamaa lainaa takaisin. Lisäksi yritys tarvitsee myös itse toimitiloja, joten säästöä syntyy, kun tiloja ei tarvitse vuokrata muualta.

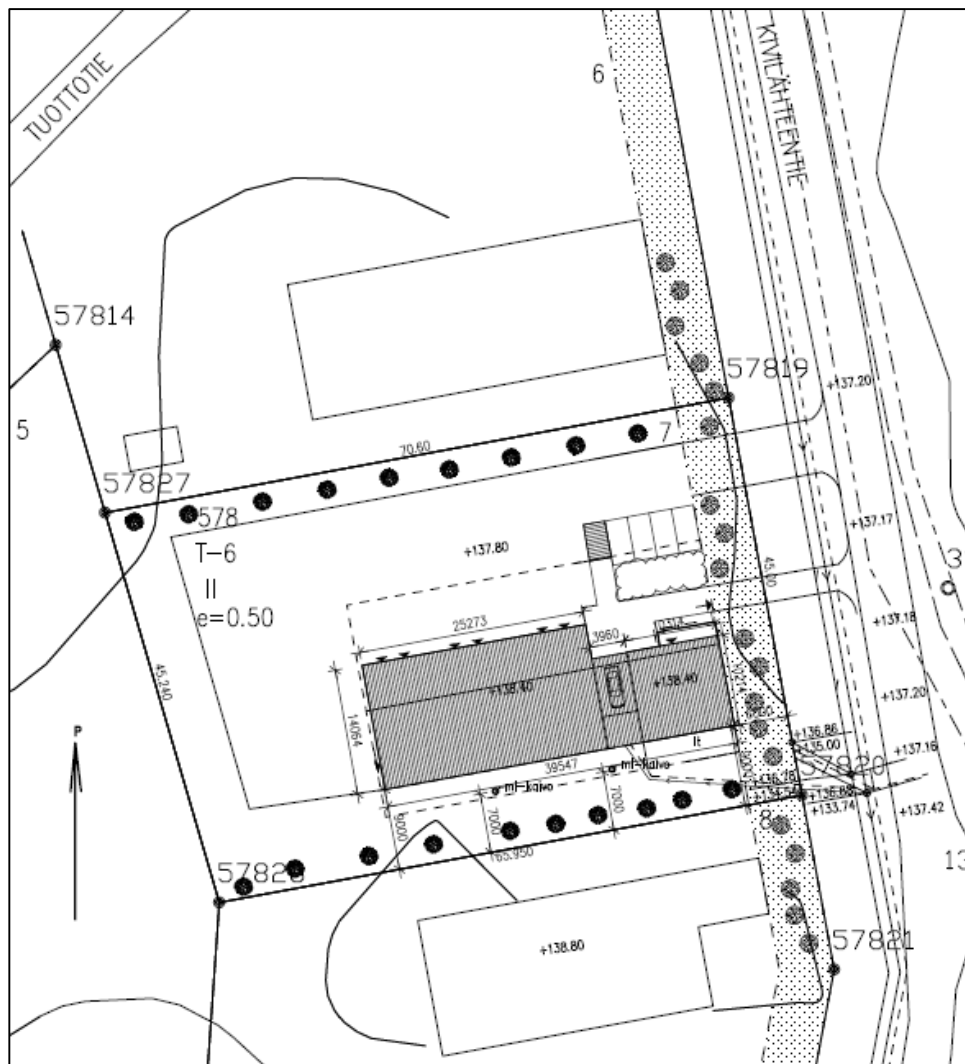
1.2 Tutkimustyön tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on mitoittaa kyseiseen hallirakennukseen lämmitysjärjestelmä. Ennen lämmitysjärjestelmän mitoittamista on kuitenkin selvítettävä rakennuksen lämmitystehontarve, joka on osa opinnäytetyötä. Asiaa tarkasteltaessa huomioidaan käyttökustannukset sekä investointikustannukset lämmitysjärjestelmien osalta. Kyseessä on uudiskohde, joten tutkimustyön tuloksien perusteella yritys valitsee rakennukseen parhaiten sopivan vaihtoehdon. Käyttökustannusten sekä investointikustannuksien perusteella voidaan päätellä, mikä järjestelmä on edullisin ratkaisu myös pitkällä tähtäimellä. Valintaan vaikuttavat myös lämmitysjärjestelmän helppohoitaisuus sekä toimintavarmuus. Työn tilaaja on määrittänyt kaksi vaihtoehtoa, joita vertaillaan opinnäytetyössä. Vaihtoehdot ovat maalämpö- sekä kaukolämpöjärjestelmä. Työn tilaaja on etukäteen selvittänyt lämmitysjärjestelmien toteutusmahdollisuudet alueella ja molemmat on mahdollisia toteuttaa kyseisellä alueella.

2 HALLIRAKENNUS

2.1 Alueen esittely

Hallirakennus sijoittuu Ylöjärvelle hyvin lähelle kaupungin palveluita. Hallirakennus sijoittuu kahden valmiin rakennuksen väliin ja kuvasta 1 näkyy harmaana maalattu hallirakennus sekä naapurirakennukset. Alueen lähistöltä löytyvät kaikki peruspalvelut, mikä on yritykselle hyvä asia varasto- / toimitiloja vuokratessa. Ylöjärvi tunnetaan yrittäjäystävällisenä kaupunkina ja se on yksi syistä, miksi Ylöjärven Talotekniikka Oy etsi hallirakennukselle sopivaa tonttia juuri Ylöjärveltä. Hallirakennus tulee sijoittumaan hyvälle paikalle kulkuyhteyksien suhteen, alue sijaitsee hyvin lähellä isoja valtateitä sekä alueelta löytyvät myös kevyen liikenteen väylät. Ylöjärven iso kauppakeskus on myös kävelymatkan päässä, joten sijainti rakennukselle on hyvä.



Kuva 1. Hallirakennuksen asemakuva (Keltainen Casino Oy, 2013)

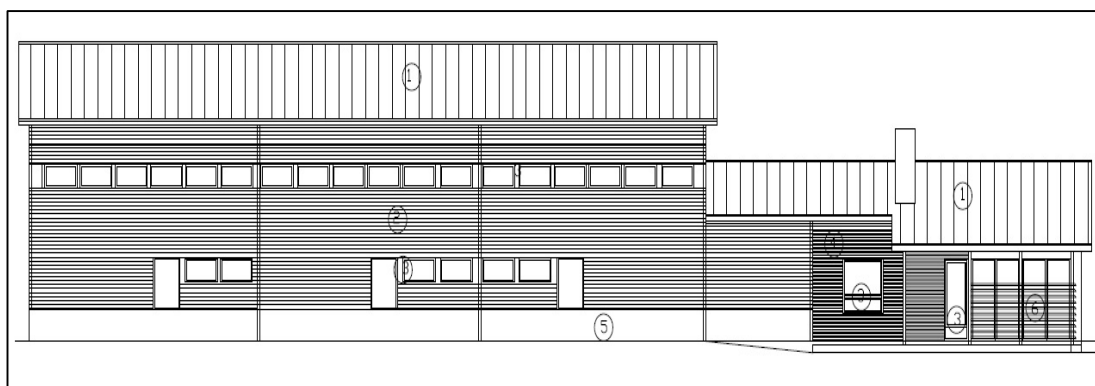
2.2 Rakennuksen esittely

Toimistotila suunnitellaan asumiskelpoiseksi, toimistotilasta löytyy tästä syystä kaikki vakituiseen asumiseen tarvittavat tilat. Toimistorakennus sisältää 2 makuuhuonetta, olohuoneen sekä tupakeittiön. Lisäksi toimistotiloista löytyvät sauna, pesuhuone, wc-tila sekä vaatehuone. Toimistotilan sekä halliosion väliin rakennetaan autokatos. Toimistotilan eteläiselle sivulle on julkisivupiirroksissa suunniteltu myös terassi. Halliosiot sisältävät pienet sosiaalilat, tiloista löytyy suihku, wc-istuin, pesuallas sekä pieni tupakeittiö. Halliosion sekä toimistotilan välissä sijaitsee autokatoksen lisäksi myös rakennuksen tekninen tila.

2.2.1 Toimistotila

Toimistotilan pinta-ala on 93 m². Toimistotila sijaitsee rakennuksen kadun puoleisessa päädyssä ja kuvasta 2 löytyy toimiston itäseinustalle suunniteltu terassi. Julkisivuku- vissa näkyvät numerot kuvaavat kyseisen kohdan rakennusmateriaalia.

1. Katto, musta huopa
2. Profiilipelti, tummanharmaa R23
3. Ikkunat, käyntiovet tummanharmaa R23
4. Julkisivupaneeli, puu harmaa 4732 C/1
5. Sokkeli, betoni harmaa
6. Tehosteet, puuritolat 5050 MESI

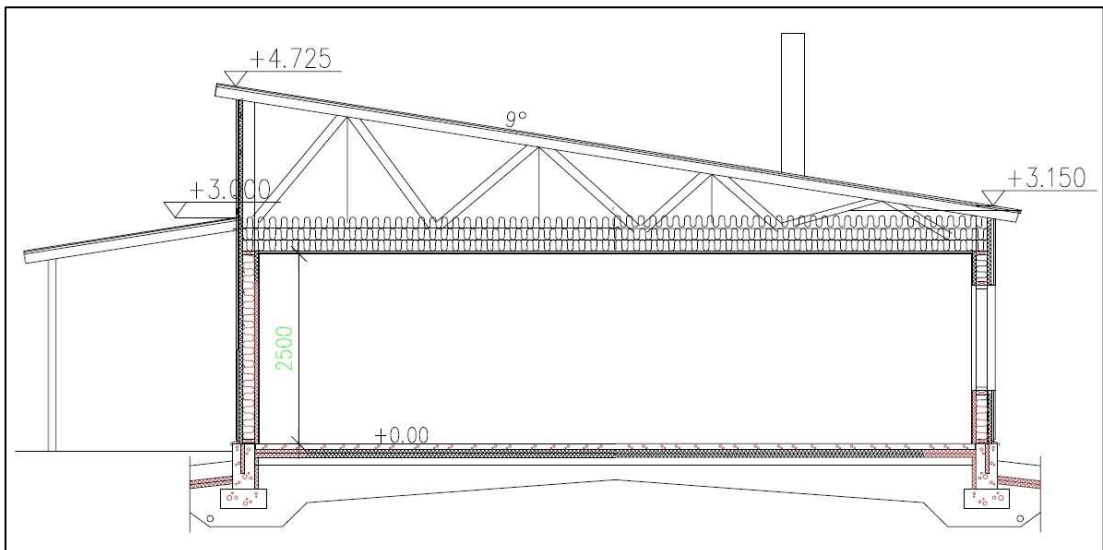


Kuva 2. Julkisivu itään. (Keltainen Casino Oy, 2013)

Rakennuksen julkisivu pohjoiseen on kuvassa 3. Kuva 4 on leikkauskuva toimistotilasta ja kuvasta näkyy katon harjan korkeus sekä muut toimistotilan mitat. Toimistotilan korkeus on 2,5 metriä ja rakennustilavuus 232,5 m³.



Kuva 3. Julkisivu pohjoiseen, etupiha. (Keltainen Casino Oy, 2013)

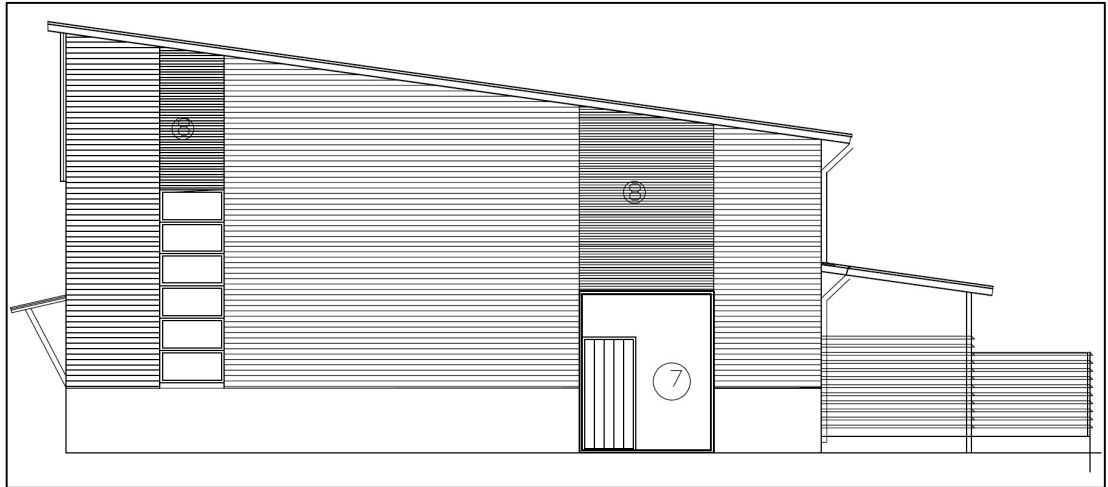


Kuva 4. Leikkauskuva toimistotilasta (Keltainen Casino Oy, 2013)

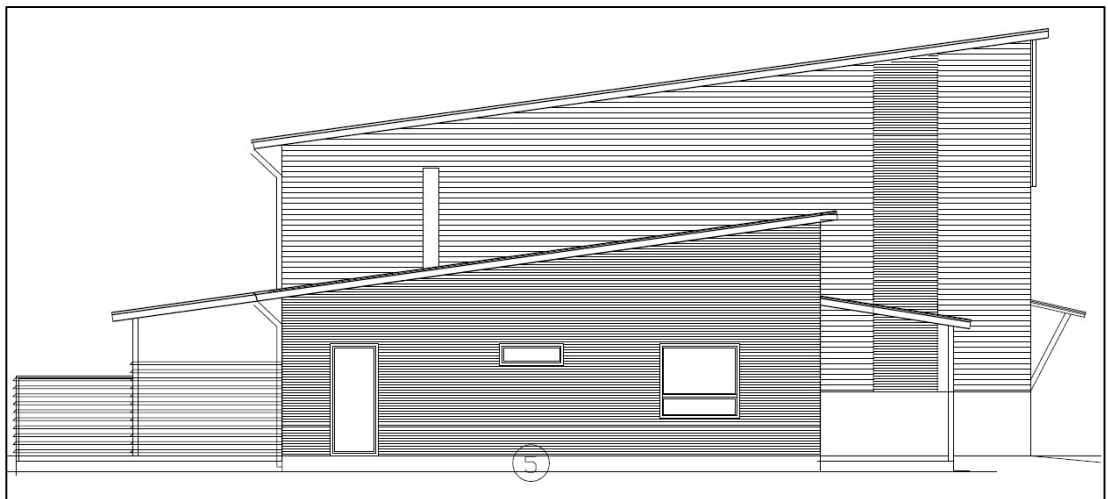
2.2.2 Halliosiot

Rakennuksen päädyssä oleva halliosio on suunniteltu niin, että tila on mahdollista jakaa kahtia. Tästä syystä myös rakennuksen pätyyn on suunnitelmissa piirretty nosto-ovi, joten viimeinen halliosio sisältää yhden nosto-oven sekä toiselle varauksen. Yhden halliosion pinta-ala on 108 m². Halliosien yhteenlaskettu pinta-ala on 324 m².

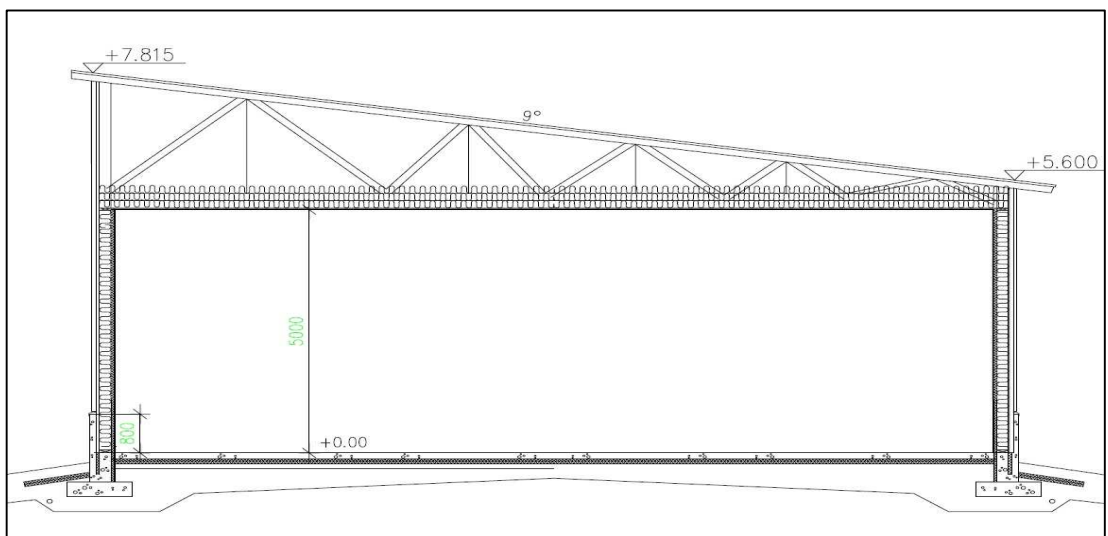
Julkisivu etelään on kuvassa 5 sekä julkisivu länteen kuvassa 6. Hallirakennuksen leikkauskuva on kuva 7, josta löytyy hallin sisäkorkeus sekä harjan korkeus.



Kuva 5. Julkisivu etelään (Keltainen Casino Oy, 2013)



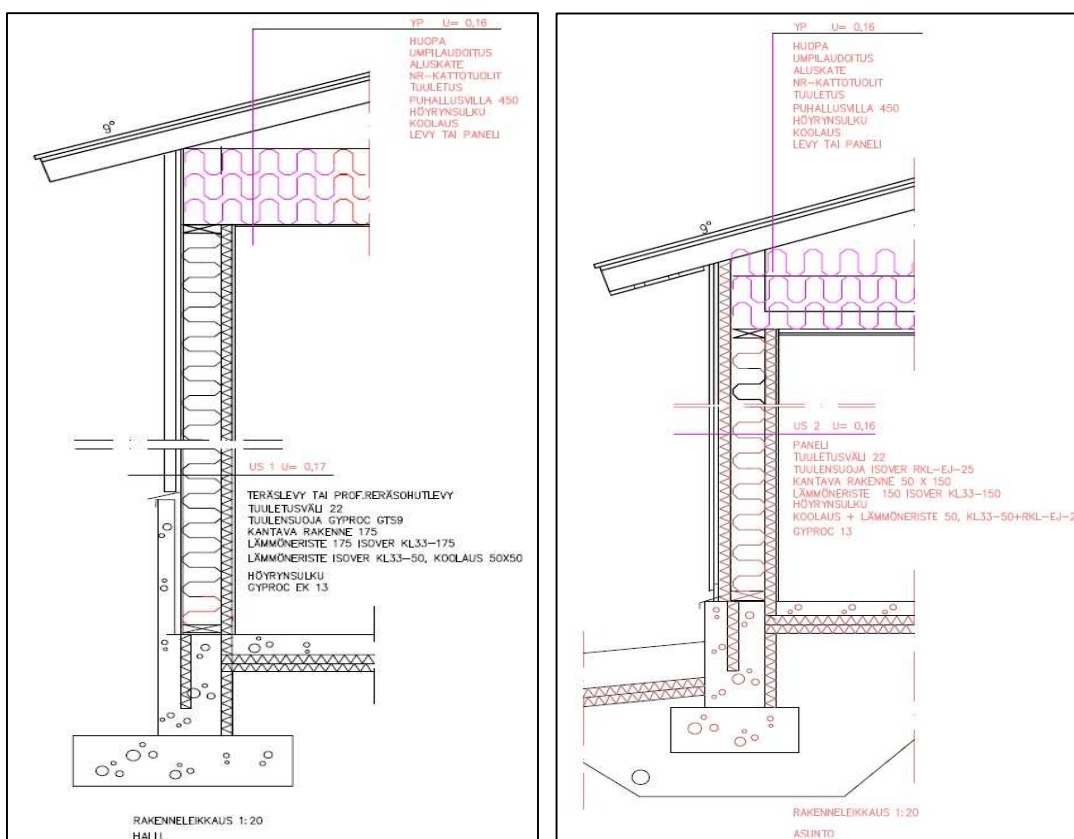
Kuva 6. Julkisivu länteen (Keltainen Casino Oy, 2013)



Kuva 7. Leikkauskuva halliosiosta (Keltainen Casino Oy, 2013)

2.2.3 Rakennustekniset tiedot

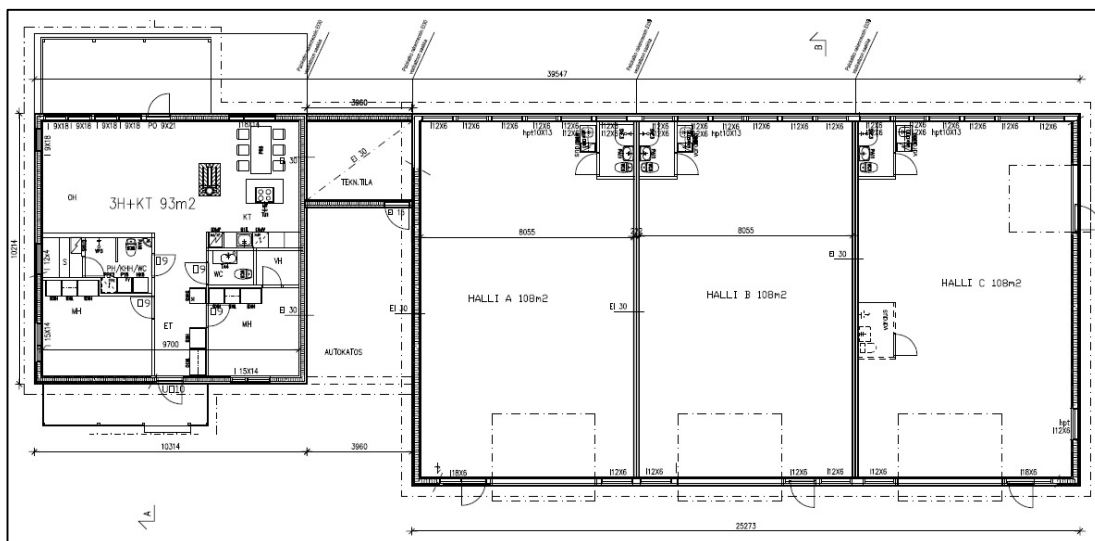
Rakennuksen runko tehdään puusta ja julkisivun verhoiluun toimii profiilipelti. Alapohjan materiaalina toimii maanvastainen betonilaatta. Rakennus kuuluu paloluokkaan P3, jonka kantaville rakenteille ei aseteta erityisiä vaatimuksia. Tarpeellinen paloturvallisuus varmistetaan rajoittamalla koko- ja henkilömääriä. Rakennuksen lämmönluovutuksen menetelmäksi on valikoitunut yrityksen toivomuksesta lattialämmitys. Toimistotila mitoitetaan lämpimäksi tilaksi (+21 °C), hallitiloista tehdään puoli-lämpimät tilat (+17 °C). Käyttöveden mitoituksen osalta huomioidaan ainoastaan toimistotilan lämpimän veden kulutus, koska hallitiloissa lämmin vesi tuotetaan erillisillä sähkövaraajilla, jotka eivät vaikuta rakennuksen lämmitysjärjestelmän mitoitukseen. Käyttöveden kulutus mitataan tilakohtaisilla vesimittareilla. Toimistotilan ilmanvaihtokone varustetaan nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä, hallitiloihin asennetaan ilmanvaihtokoneet, joissa tuloilma lämmitetään sähköllä lämmöntalteenoton jälkeen. Rakennuksen seinien materiaalit näkyvät kuvassa 8. (RakMk E1, 2011, Osio 3.1 Paloluokat)



Kuva 8. Leikkauskuvat halli- ja toimistotilan seinästä (Keltainen Casino Oy, 2013)

2.2.4 Tilojen käyttötarkoitus

Tilat on suunniteltu mahdollisimman helposti muunneltaviksi jälkikäteen. Vesikalusteiden sijoittamisessa on yritetty huomioida tulevien vuokralaisten tarpeet. Hallitiloista jokainen sisältää omat sosiaalityilat sekä pienen tupakeittiön. Yrityksen tarkoituksena on luoda vuokratilat, jotka sopisivat mahdollisimman monelle yritykselle. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on huomioitu tulevat käyttötarkoitukset, mm. autopesulan tai autokorjaamon toiminnan harjoittaminen on mahdollista, koska hallitilojen viemärikaivojen mitoituksessa on huomioitu niiden asettamat vaatimukset. Rakennuksen pohjakuvasta kuva 9 selviää tarkemmin toimistotilan ja hallitilojen pohjaratkaisut.



Kuva 9. Rakennuksen pohjakuva (Keltainen Casino Oy, 2013)

3 LÄMMITYSTEHTÄVÄTARVE

3.1 Laskennan lähtökohdat

Lämmitystehontarpeen laskemista varten ympäristöministeriö on laatinut rakennusmääräyskokoelmat, joista löytyvät tarvittavat tiedot sekä kaavat laskelmien suorittamiseen. Lämmitystehontarve koostuu pääosin rakenteiden johtumislämpöhäviöistä,

rakennuksen vaipan ilmavuodon lämpöhäviöistä sekä ilmanvaihtojärjestelmästä. Lämmitysjärjestelmää mitoittaessa on myös huomioitava käyttöveden lämmitykseen tarvittava teho. (RakMk D5, 2012)

3.2 Laskelmat

Laskennassa tulee huomioida rakennuksen käyttötarkoitus sekä sijainti. Laskennan lähtöarvot riippuvat rakennuksen maantieteellisestä sijainnista. Tässä tapauksessa käytetään säävyöhyke 2 lähtöarvoja. (RakMk D3, 2012, liite 2)

Hallirakennus ja toimistotilat lasketaan omina tiloina, koska hallirakennus on puolilämmin tila (+17 °C), toimistotila lasketaan (+21 °C) mukaan. Ilmanvaihtojärjestelmien tuloilman puhalluslämpötilana käytetään (+18 °C). Mitoittava ulkolämpötila on säävyöhykkeen 2 perusteella (-29 °C). Rakennuksen alapohja on maanvastainen. Hallitilojen käyttötarkoituksen vuoksi energiatodistusvaatimusta ei ole halliosiolle, toimistotila tarvitsee energiatodistuksen rakennusmääräysten mukaan. Laskelmia varten tarvitsi seinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ovien pinta-alat sekä materiaalit(U-arvot). Lämmöntalteenottojärjestelmällä on suuri merkitys ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatterin tehontarpeen määrittämisessä, lämmöntalteenottojärjestelmästä tarvitaan hyötysuhde mitoitusilanteessa. Mitoitusilanne on tässä tapauksessa (-29 °C). Rakennukselle on määritettävä myös ilmanvuotoluku, jos käytetään parempaa ilmanvuotolukua kuin 4, pitää siitä tehdä erilliset selvitykset. Tässä tapauksessa käytetään arvoa 4, joka on keskimääräinen arvio rakennuksen tiiviystasosta. Toimistotilan rakenteiden kylmäsillat on huomioitu 10 % korotuksena lämpöhäviöissä. Hallirakennuksessa 10 % korotus lämpöhäviöihin kylmäsilloista johtuen aiheuttaisi kohtuuttoman suuret lämpöhäviöt kylmäsilloista, koska rakennus on iso. Tästä syystä halliosion kylmäsillojen pituudet on laskettu ja käytetty laskelmissa. Laskennassa on käytetty apuna laskentapalvelut-sivustoa. (Laskentapalvelut www-sivut)

3.2.1 Toimistotila

Toimistotilan osalta energiatehokkuusvaatimukset ovat hieman korkeammat kuin hallitilojen osalta. Toimistotilalle nykyiset rakentamismääräykset vaativat energiatodistuksen, joka on arvio rakennuksen energiatehokkuudesta standardikäytöllä. Tässä kohteessa käytettävien rakenteiden U-arvot vastaavat nykypäivän energiatehokkuusvaatimuksiin todella hyvin. Kyseiset U-arvot ovat rakennusmääräyskokoelma D3 vertailuarvojen mukaiset. Toimistotila on tulevaisuudessa suunniteltu muutettavaksi asu-
miskelpoiseksi, joten asia on huomioitava jo rakennusvaiheessa seinien, yläpohjan sekä alapohjan rakenteissa, koska pysyvään asumiseen tarkoitettu rakennus on tehtävä pientalon energiatehokkuusvaatimusten mukaisesti. (RakMk D3, 2012)

Toimistotilan lämmitystehontarvelaskelmissa on huomioitu johtumislämpöhäviöt, vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve, tuloilman lämmittämisen teho sekä korvausilman lämmittämisen teho. (RakMk D5, 2012, 3.1)

Käyttöveden tehontarpeen määrittämistä varten lasketaan yhteen vesipisteiden normivirtaamat, jotka ovat määritetty kalustekohtaisesti rakennusmääräyskokoelmassa D1. Normivirtaamien summa määrittää vesijohtojen mitoitusvirtaaman, jonka avulla pystytään määrittämään käyttöveden lämmitykseen tarvittava teho. Taulukon 1 tiedot perustuvat rakennuksen piirustuksiin. Rakenteiden pinta-alat on mitattu MagiCAD-ohjelmistolla rakennuspiirustuksista. U-arvot eri rakenteille löytyi rakennuksen seinien leikkauskuvista, josta löytyi myös tarkemmat erittelyt materiaaleista sekä materiaali-
kerroksen paksuudesta. (RakMk D1, 2010).

Taulukko 1. Toimistotilan pinta-alat sekä U-arvot rakenteille

TOIMISTO	Pinta-alat ja U-arvot rakenteille			
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	75	m ²	0,16	W / m ² K
Yläpohja ulkoilmaa vasten	90	m ²	0,09	W / m ² K
Alapohja maanvastainen	90	m ²	0,16	W / m ² K
Ikkunat ulkoilmaa vasten	1	m ²	1	W / m ² K
Ovet ulkoilmaa vasten	4	m ²	1	W / m ² K

Laskennan tulokset taulukossa 2 ovat laskentapalvelut-sivuston antamia tuloksia lähtötietojen perusteella. Tilojen lämmityksen tehontarve sisältää kaikki muut häviöt, paitsi tuloilman puhallusilman lämmityksen sekä käyttöveden lämmityksen, jotka ovat eritelty taulukkoon. (Laskentapalvelut www-sivut)

Taulukko 2. Toimistotilan tehontarpeiden erittely

TOIMISTO		
Tilojen lämmityksen tehontarve	3,1	kW
Jälkilämmityspatterin tehontarve	1,3	kW
Käyttöveden tehontarve	71,4	kW

3.2.2 Hallitila

Hallirakennuksen rakenteiden ei tarvitsisi olla näin energiatehokkaita, mutta tilaajan toiveesta myös nekin on toteutettu nykyisiä energiamääräyksiä paremmin. Tästä syystä lämpöhäviöt ovat pienet suhteessa halliosion tilavuuteen.

Käyttöveden mitoitusta ei tarvitse huomioida hallitiloissa, koska käyttöveden lämmitystä ei ole liitetty rakennuksen lämmitysjärjestelmän yhteyteen vaan lämmin vesi tuotetaan sähkövastuksilla toimivilla käyttöveden varaajilla, jotka sijaitsevat halliosioden sosiaalitilojen yhteydessä. Taulukon 3 tiedot on mitattu samalla menetelmällä kuin toimistotilankin. Ulkoseinien kohdalla käytetään rakennuksen sisäpuolen seinien korkeutta, eikä julkisivun ulkoseinän korkeutta. Hallitilassa sisätilan korkeus on 5 metriä, joten pinta-alan mitoitus rajoittuu 5 metrin korkeuteen.

Taulukko 3. Hallitilan pinta-alat sekä U-arvot rakenteille

HALLI	Pinta-alat ja U-arvot rakenteille			
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	282	m ²	0,16	W / m ² K
Yläpohja ulkoilmaa vasten	324	m ²	0,09	W / m ² K
Alapohja maanvastainen	324	m ²	0,16	W / m ² K
Ikkunat ulkoilmaa vasten	32	m ²	1	W / m ² K
Ovet ulkoilmaa vasten	63	m ²	1	W / m ² K

Laskennan tulokset taulukossa 4 ovat määritetty samalla menetelmällä kuin toimistotilan. Tilojen lämmitystekohantarve sisältää kaikki häviöt tässä tapauksessa, koska ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämmitys tapahtuu sähkövastuksella. (Laskentapalvelut www-sivut)

Taulukko 4. Hallitilan tehontarpeiden erittely

HALLI		
Tilojen lämmityksen tehontarve	12,3	kW
Jälkilämmityspatterin tehontarve	0	kW

3.2.3 Toimisto- ja hallitilan kokonaistehontarve

Taulukossa 5 on esitetty toimistotilan sekä halliosion tilojen lämmityksen tehontarve. Käyttöveden lämmityksen tehontarpeen avulla ei suoraan mitoiteta järjestelmää, vaan se vaikuttaa lämminvesivaraajan kokoon kohteessa. Maalämpöpumpulle käyttöveden tehontarve huomioidaan eri tavalla kuin kaukolämpöjärjestelmälle. Lämmitysjärjestelmän mitoituksen isoin tekijä on tilojen lämmityksen tehontarve. Tämä tarkoittaa sitä tehomäärää millä lämmitysjärjestelmä pystyy pitämään rakennuksen sisälämpötilan (+21 °C) mitoitustilanteessa (-29 °C).

Taulukko 5. Lämmitysjärjestelmän kokonaistehontarve

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TEHONTARVE		
Tilojen lämmityksen tehontarve	15,3	kW
Jälkilämmityspatterin tehontarve	1,3	kW
Käyttöveden tehontarve	71,4	kW

Lämmitysjärjestelmän mitoitustehoksi tulee 16,6 kW, joka ei sisällä käyttöveden osuutta. Käyttöveden huipputehontarve ei toimi mitoittavana tekijänä, vaan käyttöveden tehontarpeen osuus määritetään erillisellä menetelmällä myöhemmässä vaiheessa. Kaukolämpöjärjestelmän kohdalla käyttöveden lämmitystekohantarve lasketaan omalla kaavalla, joka löytyy kaukolämmön mitoitusosioista. Kaukolämpöjärjestelmissä ei käytetä normaalisti lämminvesivaraajaa. Kaukolämpövaihdin on mitoitettava niin, että se suoriutuu hetkellisistä lämpimän veden kulutuspiikeistä, koska järjestelmällä ei ole varaajaa, johon varastoida lämmintä käyttövettä.

4 MAALÄMPÖ

4.1 Toimintaperiaate

Maalämpöpumpun toiminta perustuu keruuputkistoon, joka toimii järjestelmän lämmönlähteenä. Keruuputkisto voidaan sijoittaa maahan, vesistöön tai kallioon (pora-kaivo). Keruuputkiston neste siirtyy maaperästä lämpöpumpun höyrystimelle, jossa keruuputkiston neste luovuttaa lämpöenergiaa lämpöpumpussa kiertävään kylmäaineeseen. Keruuputkiston neste jäähtyy prosessin aikana muutaman asteen, lämpöpumpun kylmäaine höyrystyy lämpötilan noususta johtuen eli kaasuuntuu. Kylmäaineen lämpötila nousee höyrystimessä muutamia asteita. Kompressorissa kylmäaine puristetaan kovaan paineeseen jolloin myös lämpötila nousee. Lauhduttimessa kylmäaine luovuttaa lämpöenergiaa lämmitysjärjestelmään, jonka seurauksena kylmäaineen lämpötila ja paine laskevat. Paisuntaventtiilin tehtävänä on palauttaa kylmäaine lähtötilaan, jolloin kierto voi alkaa uudestaan. (Nibe www-sivut)

4.2 Maalämpöjärjestelmän mitoitus

Täystehomitoituksessa lämpöpumppu mitoitetaan kattamaan 100 % tehontarpeesta myös kovilla pakkasilla. Täystehomitoitus vaatii isomman lämpöpumpun ja ison vararajan. Täystehomitoituksessa lämpöpumppu ei käytä lainkaan sähkövastuksia. Täystehomitoituksen hyvä puoli on ”ylimitoitettu” järjestelmä, joten hetkelliset muutokset käyttöveden kulutuksessa eivät vaikuta lämpöpumpun suoriutumiseen käyttöveden lämmityksen suhteen. Täystehomitoituksessa huono puoli on osatehomitoitusta isompi lämpöpumppu, joka vaatii syvemmän porareian, joka nostaa järjestelmän kustannuksia. Lisäksi isompi lämpöpumppu on luonnollisesti myös kalliimpi.

Osatehomitoituksessa lämpöpumppu mitoitetaan kattamaan n. 80 % tehontarpeesta kovilla pakkasilla. Jotkut valmistajat puhuvat tehonpeittoasteesta, joka pyritään pitämään 80 % paikkeilla. Tämä riittää kattamaan rakennuksen vuotuisesta lämmitysenergiankulutuksesta n. 95 - 98 %. Loput 2-5 % tuotetaan sähkövastuksilla. Huippupakkasien osuus lämmityskaudesta on suhteellisen pieni kyseisellä säävyöhykkeellä, joten osatehomitoituksessa lämpöpumpun sähkövastuksen käyttämä lisäenergia on pieni

osuus vuotuisesta energiankulutuksesta. Osatehomyönteisyyden etuna on pienempi eli halvempi lämpöpumppu sekä porareian syvyys on pienempi kuin täystehomyönteisyydessä.

Lämmönjaon lämpötiloina käytetään lattialämmityksessä meno 35 °C / paluu 30 °C, patterilämmityksessä meno 55 °C / paluu 45 °C. Käyttöveden kulutus huomioidaan tapauskohtaisesti henkilömäärien sekä ennakoitun kulutuksen perusteella. Mitoituksessa on vaarana, että järjestelmä ali- tai ylimitoitetaan. Ylimitoitetuissa järjestelmissä kompressorit käyvät harvoin ja lyhyitä jaksoja, jotka kuluttavat kompressorin. Alimitoitettu järjestelmä käyttää liikaa lisävarusteita, jotka taas huonontavat vuosihyötysuhdetta sekä nostavat vuotuisia sähkönkulutuksia. Kompressorin käynnistyessä kestää muutamia minuutteja, jotta laite toimii parhaalla hyötysuhteella, oikein mitoitettu laite käy pitkiä jaksoja kerrallaan ja tuottaa parhaan hyödyn. (Suomen Lämpöpumppuyhdistys www.sulpu.fi)

Rakennuksen maalämpöjärjestelmiksi on valittu kaksi vaihtoehtoa, jotka ovat NIBE ja Lämpöässä. Molemmat lämpöpumppuvalmistajat käyttävät osatehomyönteisyyttä tässä projektissa. Lämpöpumppuvalmistajat ovat laskeneet rakennuksen nettoenergiatarpeen lähtötietojen perusteella, jotka perustuvat tehontarvelaskelmiin. Pinta-alat sekä tilavuudet on mitattu rakennuksen piirustuksista ja ilmoitettu valmistajille. Lämpöpumppuvalmistajat eivät osanneet kertoa tarkkaa menetelmää, kuinka heidän mitoitusohjelmisto muuttaa tehontarpeen nettoenergiatarpeeksi. Maalämpöjärjestelmässä käyttöveden mitoitusvirtaama vaikuttaa vesivaraajan kokoon. Maalämpöpumpun mitoituksessa rakennuksen oletetut henkilömäärät ratkaisevat maalämpöpumpun sisällä olevan varaajan koon tai joissakin tapauksissa ulkoisen varaajan koon. Jos käyttöveden kulutus on arvioitu normaalia käyttöä suuremmaksi, valitaan yleensä erillisvaraaja turvaamaan lämpimän käyttöveden riittävyys.

Valmistajien mitoituksessa on isoja eroja nettoenergiatarpeessa, raportin myöhemmässä vaiheessa laskelmissa käytetään näistä suurempaa arvoa. Lisäksi lämpöpumppujen lämpökertoimissa on eroja, lämpöpumppuvalmistajien laskelmiin onkin syytä suhtautua varauksella lämpökertoimien osalta. NIBE:n mitoituksessa lämpökerroin on 4,1, joka tarkoittaa että lämpöpumpun kompressorin käyttämällä sähköenergialla pys-

tytään tuottamaan 4,1-kertainen määrä lämpöenergiaa. Lämpöässä mitoituksessa lämpökerroin on 3,5, joka kuulostaa hieman realistisemmalta arvolta. Laskelmissa raportin myöhemmässä vaiheessa on käytetty lämpökerrointa 3,5 molemmille lämpöpumpuille, jotta laskelmat eivät olisi liian optimistisesti laskettu.

NIBE:n mitoituksessa nettoenergiantarve vuodessa on 46 647 kWh, josta lämpöpumppu tuottaa 46 426 kWh. Lisäenergian eli sähkövastuksen kulutus on 221 kWh. Lämpöpumpun kokonaisenergiankulutus vuodessa on 11 378 kWh, mikä sisältää myös sähkövastuksen käytön.

Lämpöässä mitoituksessa nettoenergiantarve vuodessa on 42325 kWh. Lisäenergian eli sähkövastuksen kulutus on 937 kWh. Lämpöpumpun kokonaisenergiankulutus on 12410 kWh/vuodessa, joka sisältää sähkövastuksen energiankulutuksen. Järjestelmien tarkemmat mitoitus tiedot sekä kytkentäkaaviot löytyvät liitteenä (Liite 1, Liite 2, Liite 3 ja Liite 4)

Lämmönkeruupiiri toteutetaan porakaivojärjestelmällä. Porakaivojen hinta-arviot perustuvat tilaajan aikaisempien projektien hintoihin. Normaali hinta kallioon poratessa on 30€/metri. Jos maasta löytyy aluksi pehmeää maaperää, hinta on pehmeän maaperän osalta 50€/metri. Alustavien maaperätutkimusten perusteella voidaan olettaa, että pehmeä maaperä ei tuota lisäkustannuksia porausvaiheessa.

5 KAUKOLÄMPÖ

5.1 Toimintaperiaate

Kaukolämpöä tehdään sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa tai paikallisissa lämpökeskuksissa. Normaalisti yhteistuotantolaitoksessa tai lämpökeskuksessa käytetään polttoaineina maakaasua, kivihiiltä, turvetta tai biokaasua. Yhteistuotantolaitoksessa tai lämpökeskuksessa tuotettu lämpö siirretään kaukolämpöverkkoa pitkin asi-

akkaille. Kaukolämpöverkoston veden lämpötila vaihtelee olosuhteiden mukaan. Kaukolämpöverkoston veden lämpötila vaihtelee kesällä n. 65 °C ja talven kovilla pakkasilla 115 °C välillä. (Energieollisuus www-sivut)

5.2 Kaukolämpöjärjestelmän mitoitus

Kaukolämpöjärjestelmän mitoitus perustuu sopimustehoon, joka määrää myös perusmaksun hinnan. Sopimustehoja löytyi paikalliselta kaukolämpöyrittäjältä neljää eri luokkaa ja luokat ovat: 8 – 50 kW, 50 – 150 kW, 150 – 500 kW sekä yli 500kW. Järjestelmän hinta ja arvioidut vuosikustannukset selviävät paikallisen kaukolämpöyrittäjän hinnastosta. Kaukolämmön hinta koostuu perusmaksusta, energiamaksusta sekä liittymismaksusta, joka on kertaluontoinen suoritus kaukolämpöön liittyessä. Kaukolämmön mitoituksessa käytetään tilojen lämmittämiseen tarvittavaa tehoa sekä käyttöveden tehontarvetta. Kaukolämmön mitoituksessa käyttöveden mitoitusvirtaaman avulla lasketaan käyttöveden tehon osuus, jotta saadaan koko kaukolämpöpaketin mitoitus-teho. Energimaksu on 62,90 € / MWhALV 0 %. (Energieollisuus) Tuntinen käyttövesiteho lasketaan kaavalla: (Suomen Kaukolämpö Ry, 1998)

$$0,35 * q_{lv} * \rho * c_p * \Delta t - 14,1 \text{ kW} = 8,28 \text{ kW}$$

0,35 = vakio

q_{lv} = käyttöveden mitoitusvirtaama, dm³/s

c_p = Veden ominaislämpökap. lämpötilassa 32,5 °C (4,18 kJ/kg °C)

Δt = Lämpimän ja kylmän veden lämpötilaero (55 °C - 10 °C = 45 °C)

14,1 kW = vakio, kun alle 0,5 dm³/s mitoitusvirtaama

Järjestelmän perusmaksu lasketaan kaavalla: (Leppäkosken Lämpö Oy)

$$K * (14 + 24 * P) = 794,46 \text{ € / vuosi}$$

14 = vakio

24 = vakio

K = 1,3 (kerroin)

P = sopimusteho (Käyttövesiteho 8,28 kW + Tilojen sekä tuloilman lämmitysteho 16,6 kW)

Kaukolämmön kokonaisenergiantarve sekä käytön kustannukset:

Energiantarve 47 MWh/vuosi * 62,90 € / MWh	= 29360 €/vuosi
Perusmaksu	= 794,46 €/vuosi
Yhteensä	= 3730,46 €/vuosi

6 KUSTANNUSARVIOT

Kaikki hinnat on ilmoitettu ALV 0 %. Kustannusarviot perustuvat yritysten tekemiin tarjouksiin tehontarvelaskelmien sekä ennakkotietojen perusteella. Lämpöpumppuvalmistajien hankintahinnoissa on isoja eroja, koska tilaaja saa toiselta lämpöpumppujen myyjältä huomattavasti paremmat alennukset kuin toiselta. Kaukolämmön kustannusarviot perustuvat paikallisen kaukolämpöyrityksen tarjoukseen sekä yleiseen hinnoittoon.

6.1 NIBE-maalämpöpaketti

Taulukko 6 hinnat perustuvat NIBE:n tukkumyyjän tarjoukseen sekä porakaivon hinta-arvio on kyseiselle järjestelmälle: $150,5\text{m} * 2 \text{ kpl} * 24,2\text{€/m} = 7285 \text{ €}$.

Taulukko 6. Maalämpöjärjestelmän #1 hankintakustannukset

Porakaivo 301m	7285	€
NIBE Maalämpöpumpun hinta yritykselle:	4850	€
NIBE Lämminvesivaraaja:	1540	€
NIBE Täyttöryhmä maalämpöpumpulle:	189,59	€
NIBE Lisäshuntti sarja maalämpöpumpulle:	486,11	€
NIBE Lämpöpuskurisäiliö UKV 200:	486,11	€
NIBE Etäohjauslaite SMS 40:	486,11	€
NIBE Tiedonsiirtomoduli MODBUS 40:	486,11	€
Yhteensä	15 314	€

6.2 Lämpöässä-maalämpöpaketti

Taulukko 7 hinnat perustuvat Lämpöässän tukkumyyjän tarjoukseen sekä porakaivon hinta-arvio on kyseiselle järjestelmälle: $155\text{m} * 2 \text{ kpl} * 24,2\text{€/m} = 7502 \text{ €}$.

Taulukko 7. Maalämpöjärjestelmän #2 hankintakustannukset

Porakaivo 310m	7502	€
Lämpöässä maalämpöpumpun hinta yritykselle:	9564,51	€
Lämpöässä lämminvesivaraaja	1176,61	€
Yhteensä	18243,12	€

6.3 Maalämpöjärjestelmien yhteenveto

NIBE maalämpöpaketti on tässä tapauksessa halvempi ratkaisu kuin lämpöässän paketti. NIBE:n maalämpöpumppuja myy paikallinen lvi-alan tukkuliike, josta tilaaja saa hyvät alennukset lvi-alan yrityksenä. Maalämpöpakettien hintaero on 2929,12 €.

6.4 Kaukolämpö

Taulukosta 8 löytyvät kaukolämpöjärjestelmän vuosittaiset kustannukset. Hinnosta voi päätellä, että kaukolämmössä käyttömaksut muodostavat suuren osan kustannuksista. Kaukolämpöpaketin hinta on arvio, perusmaksu sekä energiamaksu perustuvat paikallisen kaukolämpöyrityksen hinnoilla laskettuihin arvioihin. Liittymismaksu on kaukolämmössä tapauskohtainen, tässä tapauksessa tarjous on kysytty paikalliselta yritykseltä.

Taulukko 8. Kaukolämmön hankintakustannukset

Liittymismaksu Alle 100kW	4000	€
Kaukolämpöpaketti	2790	€
Yhteensä	6790	€

Kaukolämpöjärjestelmä on investointikustannuksiltaan edullisin ratkaisu. Kaukolämpöjärjestelmän kytkentäkaavio on liitteenä.(Liite 5)

7 JÄRJESTELMIEN VERTAILU

Järjestelmien vertailua suoritetaan annuiteettimenetelmällä, jossa edellytyksenä on investoinnin vuosittaisen tuoton ja käytön pysyminen vakiona koko laskenta-ajan.

Laskelmissa oletetaan myös korkotason pysyminen vakiona koko laskenta-ajan. Menetelmä sopii hyvin tapauksiin, joissa lainan takaisinmaksuaika ja laitteiston tekninen käyttöikä ovat likimain yhtä pitkät tai korkotaso on matala. Annuiteettimenetelmässä investointi jaetaan vuotuisiin eriin, jotka sisältävät lainan lyhennyksen ja koron. Korkoprosenttia käytetään investointikustannuksien määrittämiseen vuositasolla. Lainasummana laskelmissa käytetään investointikustannuksia. Korkojaksojen määrä riippuu laskenta-ajasta. Tässä tapauksessa laskenta-aika on 20 vuotta ja korkoprosentti 5 %. Sähkön hintana laskelmissa on käytetty 0,11 €/kWh. Sähkön hinnassa on arvioitu sähkön hinnan oletettu nousu laskenta-ajan aikana. Kaukolämmön energian hinta perustuu paikallisen kaukolämpöyhtiön hinnastoon, kaukolämmön hinta on 63 €/MWh. Kaikki laskelmat sekä hinnat on ilmoitettu ALV 0 %, joten arvonlisäveroa ei ole huomioitu hinnoissa.

Järjestelmien hinnat perustuvat valmistajien antamiin tarjouksiin, jotka löytyvät taulukosta 9. Lämmöntuotanto-kohdalla tarkoitetaan järjestelmien investointikustannuksia. Lämmönjakotilan kustannukset perustuvat ainoastaan lvi-tarvikkeiden määrään, joita asennustyössä tarvitaan. Työn toteutuksesta ei synny kustannuksia, koska tilaaja aikoo itse asentaa järjestelmän, joka kohteeseen valitaan. Mikäli näitä laskelmia käytettäisiin toisessa uudiskohteessa, olisi tällöin myös huomioitava lvi-töiden osuus.

Taulukko 9. Järjestelmien hankintakustannukset

Lämmitysjärjestelmä	Hankintakustannus	
	Lämmöntuotanto	Lämmönjako
	€	€
Nibe	15314	2000
Lämpöässä	20027	2000
Kaukolämpö	6790	2000

Taulukossa 10 käytettävä energiantarve perustuu maalämpöyritysten laskelmiin. Valmistajien mitoituksissa oli eroavaisuutta rakennuksen nettoenergiantarpeen suhteen. Laskelmissa käytetään isointa saatua arvoa kaikkien järjestelmien kohdalla. Laskelmissa on oletettu, että maalämpöpumpun kompressori menee kerran rikki laskenta-ajan aikana ja kunnossapitokustannuksiin on tästä syystä lisätty 200€ / vuosi. Kaukolämmön kohdalla kunnossapitokustannuksina pidetään perusmaksua, joka on vuosittainen kustannus kaukolämmön käytöstä. Kokonaiskustannukset sisältävät kunnossapitokustannukset, käyttökustannukset sekä investointikustannukset. Laskelmat poikkeavat maalämpöyritysten laskelmista, koska maalämpöpumppujen kohdalla on käytetty lämpökerrointa 3,5, joka on realistisempi arvio kuin valmistajien itse ilmoittamat lämpökertoimet.

Taulukko 10. Laskelmat kokonaiskustannuksista vuositasolla

	Investointi-	Energian	Energian hinta		Kunnossa-	Investointi-	Kokonais-
	kustannus		tarve	€/MWh			
	€	MWh/v	€/MWh	€/v	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
NI	17314	47	110	1465	200	1389	3054
LÄ	22027	47	110	1465	200	1768	3482
KL	8790	47	63	2936	795	705	4436

NI = Nibe

LÄ = Lämpöässä

KL = Kaukolämpö

Taulukon 11 perusteella voidaan vertailla eri järjestelmien kustannuksia pitemmällä aikavälillä. Tässä tapauksessa laskenta-aika on 20 vuotta. Maalämpövalmistajien kohdalla erot eivät ole suuria vuositasolla, mutta pitemmällä aikavälillä eroa syntyy merkittävästi. Kaukolämpöjärjestelmä on halvin investointikustannuksien osalta, mutta käyttökustannukset ovat korkeat.

Taulukko 11. Järjestelmien hintaerot 20 vuoden aikavälillä

	€/vuosi	€/ 20 vuotta
Nibe	3054	61078
Lämpöässä	3482	69641
Kaukolämpö	4436	88723

Taulukosta 12 on havaittavissa, että maalämpöjärjestelmällä päästään merkittäviin säästöihin pitkällä aikavälillä. Takaisinmaksuaikaa ei pysty tässä tapauksessa laskemaan, koska ei ole asennettua järjestelmää mihin verrata, koska kyseessä on uudiskohte. Vertailua voi kuitenkin suorittaa kaukolämpöjärjestelmän ja maalämpöjärjestelmän välillä olettaen, että jompikumpi olisi asennettuna kohteeseen.

Taulukko 12. Maalämpöpumpun säästö kaukolämpöön verrattuna

	€/vuosi	€/ 20 vuotta
Nibe	1382	27645
Lämpöässä	954	19081

Laskelmien perusteella voidaan todeta maalämpöjärjestelmän olevan paras investointi pitkällä aikavälillä mitattaessa. Laskelmissa käytettävät sähkön hinnat on arvioitu tämän hetken hintatasoa korkeammaksi, koska voidaan olettaa sähkön hinnan nousevan lähitulevaisuudessa. Hintojen tarkkoja muutoksia on lähes mahdotonta ennustaa, joten pitkällä aikavälillä laskelmien tarkkuus kärsii. Sähkön hinta on tällä hetkellä alhainen kovan kilpailun takia. Kaukolämpöverkoston hinta perustuu pääosin käyttäjien määrään, joten käyttäjämäärien vähentyessä kaukolämpöverkoston kannattavuus laskee, joka saattaa vaikuttaa kaukolämmön hintaan. Erot lämmitysjärjestelmien kustannusten välillä ovat kuitenkin niin suuret, että pienillä hintojen vaihteluilla ei juurikaan ole merkitystä lopputuloksen kannalta.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Maalämpö

Maalämpöjärjestelmä on tämän kohteen vertailuissa osoittautunut edulliseksi järjestelmäksi. Maalämpöpumppu ei ole välttämättä aina kannattava ratkaisu, joten lämmitysjärjestelmiä on hyvä vertailla aina tapauskohtaisesti. Maalämpöpumppu on hyvin toimintavarma järjestelmä, koska maaperässä lämpöä riittää tasaisesti ympäri vuoden. Maalämpöjärjestelmää voidaan käyttää myös tilojen jäähdytykseen, joka tekee siitä

erittäin monipuolisen järjestelmän. Maalämpöjärjestelmä tarvitsee sähköä toimiakseen, mutta sähköverkosta otetun energian määrä on hyvin pieni verrattuna maalämpöjärjestelmällä tuotettuun energiaan. Lämpöpumppuvalmistajien ilmoittamiin lämpökertoimiin on syytä suhtautua varauksella, koska usein lämpökertoimet on mitattu optimaalisissa olosuhteissa. Todellisuudessa lämpökertoimet ovat usein ilmoitettua alhaisemmat, tästä syystä maalämpöpumppu saattaa käyttää enemmän sähkövastuksia lämmitykseen, kuin mitä alun perin on arvioitu. Rakennuksen energiantarpeen määrittäminen korostuu entisestään maalämpöjärjestelmää mitoittaessa, koska tarkasti mitoitettu järjestelmä takaa järjestelmän toimivuuden sekä pitkän käyttöiän.

8.2 Kaukolämpö

Kaukolämpöjärjestelmän investointikustannukset ovat pienemmät kuin maalämpöjärjestelmällä. Lämmönjakotilan kustannukset ovat alhaiset kaukolämmön osalta, mutta kaukolämmön käyttömaksut heikentävät kaukolämmön kilpailukykyä muihin lämmitysjärjestelmiin verrattuna. Kaukolämmön hinta on verrannollinen kaukolämmön käyttäjiin, joten mitä useampi rakennus liittyy kaukolämmitysverkkoon, sitä edullisempaa kaukolämpöverkoston ylläpito on tuottajalle. Kaukolämmön hinta vaihtelee hyvin paljon ympäri Suomea, energiamaksut vaihtelevat jopa 45 - 100 €/MWh välillä. Kaukolämpö voi joissakin tapauksissa olla hyvinkin kilpailukykyinen kustannuksien suhteen, mikäli alueen kaukolämmön energiamaksu sekä liittymismaksu ovat kohtuulliset. (Energiateollisuus, hinnasto 1.1.2015)

8.3 Loppupäätelmät

Vertailun päätteeksi on helppo suositella yritykselle maalämpöjärjestelmää. Maalämpö on varma ja tasainen lämmönlähde, joka on myös ympäristöystävällinen ratkaisu. Vertailussa oli kahden eri valmistajan maalämpöjärjestelmä, paremmin mielestäni tähän kohteeseen sopii NIBE:n järjestelmä. Mielestäni osatehomitoinen maalämpöpumppu on fiksu ratkaisu, jos tehontarvelaskelmat sekä pumpun mitoitus on tehty tarkasti. Sähkövastuksia tarvitaan ainoastaan huippupakkasilla turvaamaan tasainen lämmöntuotanto, sähkövastuksen käytön osuus on muutamia prosentteja vuotuisesta lämmöntuotannosta.

Maalämpöpumppuvalmistajien menetelmät järjestelmien mitoituksien suhteen jäivät hieman hämärän peittoon. Kahden eri valmistajan ero mitoituksissa nettoenergiantarpeen suhteen oli jopa 4000 kWh, joka on tässä tapauksessa lähes 10 % ero rakennuksen kokonaisenergiantarpeessa. Omien laskelmieni perusteella lähemmäksi oikeaa kokonaisenergiantarvetta pääsi Nibe mitoituksillaan. Maalämpöpumppuvalmistajien omat laskelmat ovat mielestäni hyvinkin optimistisia lämpöpumppujen suoriutumisen suhteen. Omasta mielestäni isoimmat ongelmat, joita saattaa maalämpöjärjestelmien kohdalla tulla on juurikin mitoitusvaiheessa turhan optimistinen ajattelu. Varsinkin maalämpöpumpun lämpökertoimet usein ilmoitetaan paremmiksi, kuin mitä ne todellisuudessa ovat. Tällä saattaa olla iso merkitys lisävastuksen käytön suhteen, jos järjestelmä on osatehmitoitettu. Täystehmitoituksessa kyseistä riskiä ei ole, koska järjestelmä ylimitoitetaan, jotta ei tarvita lisävastuksia sekä lisäksi pystytään takaamaan tasainen lämmöntuotanto riippumatta olosuhteista ulkona.

Mielestäni maalämpöjärjestelmissä on paljon potentiaalia, tällä hetkellä maalämpöjärjestelmät on suuressa suosiossa, mutta saa nähdä kuinka kauan maalämpöjärjestelmän suosio kestää. Lisäksi ongelmana on maalämpöpumppujen yleistymisen aiheuttama sähköenergian lisätarve. Useat muut järjestelmät eivät ole niin riippuvaisia sähköstä, kuin mitä maalämpöjärjestelmä on. Tulevaisuudessa ongelmaksi saattaa muodostua sähköntuotanto, joka ei välttämättä riitä kattamaan lämpöpumppujen kuluttamaa sähköenergiaa Suomessa.

LÄHTEET

Suomen RakMK D1. 2010. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot www.ym.fi/

Suomen RakMK D3. 2013. Rakennusten energiatehokkuus www.ym.fi/

Suomen RakMK D5. 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta www.ym.fi/

Suomen RakMK E1. 2011. Rakennusten paloturvallisuus www.ym.fi/

Laskentapalvelut www-sivut. 2015. Viitattu 12.2.2015 www.laskentapalvelut.fi

Suomen lämpöpumppuyhdistys www-sivut. 2015. Viitattu 11.3.2015 www.sulpu.fi

Energiateollisuus www-sivut. 2015. Viitattu 12.2.2015 www.energia.fi/

Leppäkosken lämpö Oy www-sivut. 2015 www.leppakoski.fi/


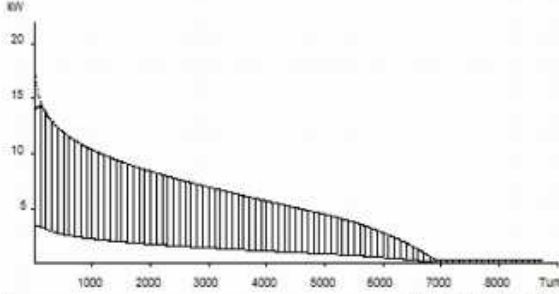
Nibe www-sivut. 2015 viitattu 20.2.2015 www.nibe.fi

Lämpöässä www-sivut. 2015 viitattu 20.2.2015 www.lampoassa.fi

Ympäristöosaava www-sivut. 2015 www.ymparistoosaava.fi/

Tilausteho ja – vesivirta. Suomen kaukolämpö Ry. 1998.

Salomaa, M. 2013. Arkkitehti, Keltainen Casino Oy

		ENERGIALASKELMA	
		27.2.2015	NIBE VPDIM 2.7
YLEISTIEDOT			
Myyjä/Asentaja		Kohde/Asiakas	
Ylöjärven Talotekniikka Oy		Jarkko Kestilä	
Huuhkajantie 19			
39160 YLÖJÄRVI			
040-8657208			
TUOTE			
Lämpöpumput:	NIBE F1145-15	Lämmönlähde	Kallio
TIEDOT JÄRJESTELMÄSTÄ			
Kokonaistehontarve lämmitys	17,3 kW	Tehontarve	17,6 kW
		Vuoden keskilämpötila	4 °C
		Mitoitettava ulkolämpötila MUT	-29 °C
Nettoenergiantarve (ei sis. taloussähkö)	46 647 kWh/vuosi	Sisälämpötila	21 °C
Lämpimän veden tarve (sis. edelliseen)	3 000 kWh/vuosi	Auringonsätely, ihmisten lämpö yms. kattavat	17 °C
		Menolämpötila MUTssa	35 °C
Lämmityksen apulaitteet (esim. kiertopumput)	526 kWh/vuosi	Paluulämpötila MUTssa	30 °C
ENERGIANKULUTUS NIBE-LÄMPÖPUMPULLA			
Lämpöpumpun tuottama energia	46 426 kWh/vuosi	Lisäteho, netto	3,6 kW
Lämpöpumpun käyttämä energia	10 518 kWh/vuosi	LP ottoteho MUT ssa	3,4 kW
Lisäenergia, netto	214 kWh/vuosi	Energianpeittoaste	100 %
Lisäenergia, brutto Sähkö, 95 %	225 kWh/vuosi	Tehonpeittoaste	79 %
Lämmityksen apulaitteet (esim. kiertopumppu)	634 kWh/vuosi	Lämpökerroin (SPF), vain LP	4,41
		Lämpökerroin, Yht.	4,10
Energiankulutus, sähkö brutto	11378 kWh/vuosi	Lauhdutus	Vaihteleva
Säästö lämpöpumpulla	35 806 kWh/vuosi.	..äminvesi lämpöpumpusta	100 %
ENERGIKAAVIO			
		<p>Yläalue - Lisäenergia</p> <p>Viivoitettu alue - Säästö</p> <p>Ala-alue - Käyttöenergia</p>	
KERUUPIIRIN TIEDOT			
Aktiivinen porausyvyys	301 m	Lambda-arvo	3,0 W/mK
Ominaisenergianotto	121 kWh/m	Tulevan keruuiineen keskilämpötila	-1,2 °C
Ominaisestehonotto	39 W/m	Keruuiineen lämpötilaero	3 °C
NIBE Energy Systems Oy, PL 257, FI-01510 VANTAA, +358 9 274 69 70			
(Laskelma perustuu saatuihin tietoihin, tulosten saavuttamista ei luvata sitovasti)			

LÄMPÖÄSSÄ

Asiakas

Nimi Kestilä

Lähtötiedot

Huoneiden tilavuus 270 m³
Henkilömäärä 3

Kulutustiedot

Talon energiatarve 42325 kWh
Lämpöpumpun sähkö 11473 kWh
Sähkövastuksella 937 kWh
Ostettu sähkö yhteensä 12410 kWh

Mitoitus

Tehon tarve 20.19 kW
Lämpöpumpun osuus 80 % (16.15 kW)
Alue Tampere
Mitoituslämpötila -29 °C

Lämpöpumppu

Lämpöpumppu Lämpöässä Vm 17.0
Antoteho 0/35 17.7 kW
Antoteho 0/55 16.1 kW
Varaaja 480 l

Lämmönkeruu

Lämmönkeruupiiri Lämpökaivo
Piirin pituus 375 m

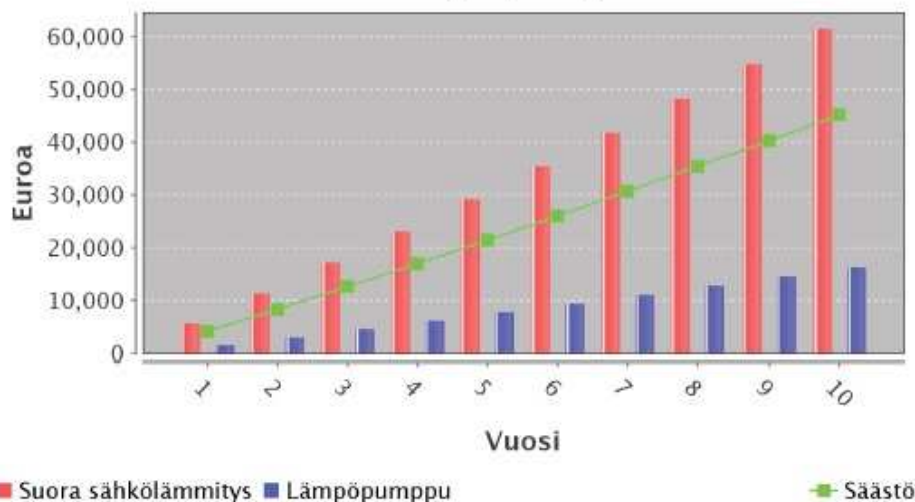
Säästö

Energia 34418 kWh
Vuodessa 4130 €
5 vuodessa 21494 €
10 vuodessa 45224 €

Mitoittaja Vesa Ahokas

HUOM! Mitoitus perustuu asiakkaan antamiin tietoihin.
Tilastollisista poikkeavut lämpötilat ja käyttötottumukset
vaikuttavat todelliseen kulutukseen.

Säästöt lämpöpumpulla



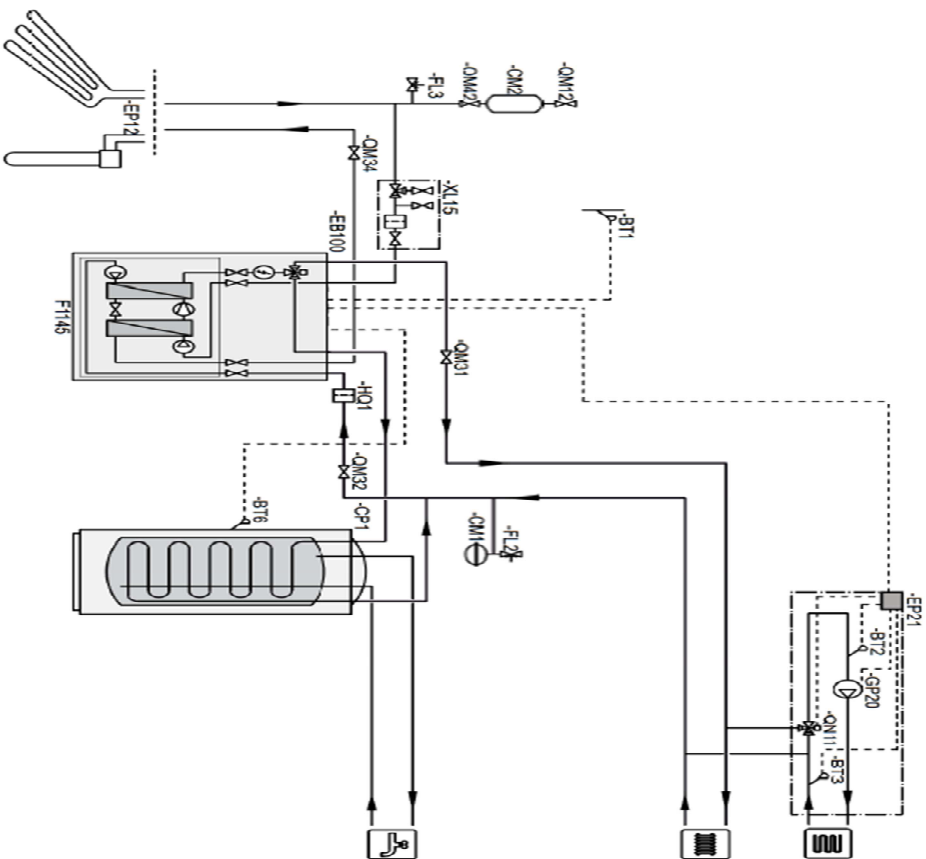
Toiminta

F1745 pintoiso käyttöveden lämmityksen, Lämpöpumppua ohjataan ulkoautun (BT1) ja sisäisen merovesautun mittauskierojen perusteella. Sähköastus kytketty auto-maattisesti päälle kun energiantarve ylittää lämpöpumpun lämmitystehon.

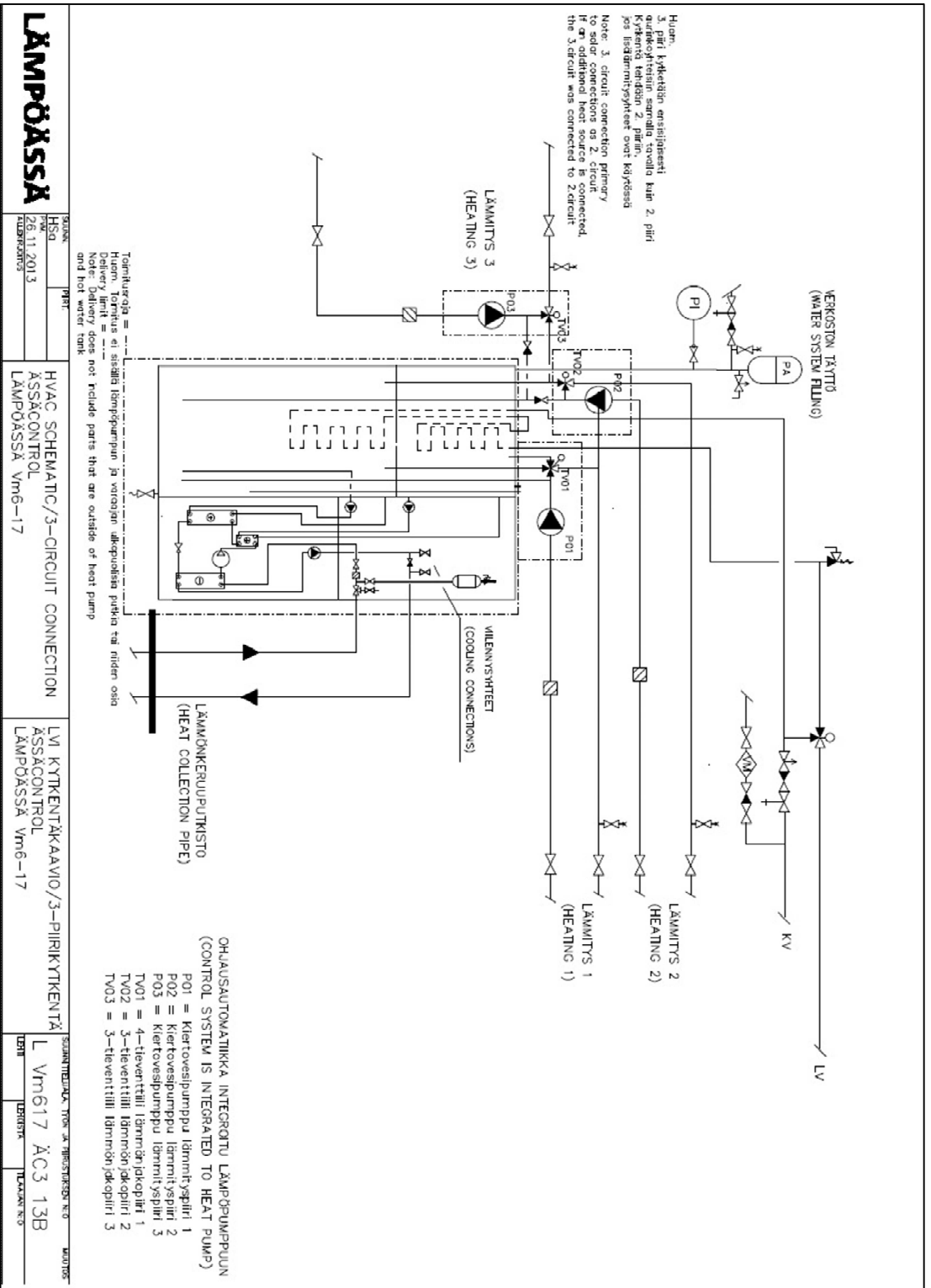
Lämmitysjärjestelmä 2

Ulkopuolinen kiertovesipumppu (EP21- GP20) mikroiletaan lattialämmitysjärjestelmän mukaan. Lämpöpumpun läpi kulkeva virtaus säätetään lämpöohdtopumpun ja määhdöllisen säätöventtiilin avulla.

Huomi! Jos lämmitysjärjestelmän tilavuus on alle 20 l/kW (kompressoriteho) jätetäi lämpövirtaus laskee hallitsenattomasti, UKV-araaja on asennettava tilavuuden lisäämiseksi. Kun kysessä on ainoastaan lattialämmitysjärjestelmä ja UKV, UKV-araajan 3. liittämää on otettava käyttöön asennusohjeiden mukaisesti.



Huomi! Tämä on periaatekaavio. Varsinainen asennus on tehtävä voimassa olevien määräysten mukaan. Lisätietoja "Asentajan käsikirjasta".



LÄMPÖÄSSÄ

SIUNNITTELUK. N:o	VM617	AC3	13B
TEHTY	26.11.2013		
TEHTY			
TEHTY			

HVAC SCHEMATIC/3-CIRCUIT CONNECTION
 ASSA CONTROL
 LÄMPÖÄSSÄ Vm6-17

LVI KYTKENTÄKAAVIO/3-PIIRIKYTKENTÄ
 ASSA CONTROL
 LÄMPÖÄSSÄ Vm6-17

