Markus Rantanen

Vaihtoehtoinen PTS-toimenpide lämmitysjärjestelmälle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka, LVI-suunnittelu

Insinöörityö

11.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Markus Rantanen
Otsikko:	Vaihtoehtoinen PTS-toimenpide lämmitysjärjestelmälle
Sivumäärä:	54 sivua + 4 liitettä
Aika:	11.5.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-suunnittelu
Ohjaajat:	Lehtori Seppo Innanen Johtava asiantuntija Aki Matikainen

---

Insinöörityössä tutkittiin esimerkkinä toimineeseen kiinteistöön vaihtoehtoista PTS-toimenpide-ehdotusta koskien kiinteistön lämmitysjärjestelmää. Insinöörityö tehtiin yhteistyössä Granlund Oy:n kanssa, ja siinä saatujen tuloksien on tarkoituksena tukea asiantuntijoiden päätöksentekoa ehdottaessa PTS-toimenpidettä teknisesti vastaavanlaisiin kiinteistöihin.

Työssä käsiteltiin kiinteistön PTS-suunnittelua. Lisäksi siinä käytiin läpi muutamia yleisimmin käytössä olevia kiinteistön lämmitykseen soveltuvia lämpöpumppujärjestelmiä toimintaperiaatteineen sekä öljylämmitysjärjestelmän toimintaperiaate. Työssä perehdyttiin esimerkkinä toimineeseen kiinteistöön ja sen järjestelmiin, joiden perusteella pyydettiin teknistä tietoa, karkeita kustannusarvioita sekä ehdotuksia järjestelmän vaihtamisesta eri laitetoimittajilta. Työn tarkoituksena oli perehtyä aiheeseen yleisellä tasolla, eikä työssä käytetty hyödyksi erilaisia olosuhdesimulointiohjelmia. Myöskään esimerkkikohteen tarkat tekniset lähtötiedot eivät olleet saatavilla.

Työn aikana havaittiin, että vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää harkittaessa tulee ottaa huomioon kiinteistön muiden järjestelmien tekniset ominaisuudet, kuten sähköjärjestelmien riittävyys ja yhteensopivuus lämpöpumppujen kanssa. Näiden takia lämmitysjärjestelmän vaihtamiseen tulee muitakin mahdollisia lisäkuluja, jotka eivät sisälly suoraan itse lämmitysjärjestelmän vaihdon kustannuksiin. Isoista investoinneista huolimatta lämmitysjärjestelmän vaihtamisen takaisinmaksuaika on suhteellisen lyhyt.

Saatujen tulosten perusteella voitiin havaita, että lämmitysjärjestelmän uusimista vaihtoehtoiseen lämmitysjärjestelmään tulisi tarkastella aina kohdekohtaisesti. Jokainen kohde on kuitenkin jollain tavalla erilainen, eikä näin ollen ehdotettavia toimenpiteitä voida suoraan yleistää. Kuitenkin yleisesti voidaan todeta, että öljylämmityksestä luopuminen tai sen osuuden vähentäminen kiinteistön energiantuotannossa on järkevä toimenpide niin energiatehokkuuden kuin tulevaisuuden käyttökustannuksien kannalta.

Avainsanat: PTS, lämmitysjärjestelmä, öljylämmitys, lämpöpumppu, takaisinmaksu, investointi

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author:	Markus Rantanen
Title:	Alternative Long Term Plan for Heating System
Number of Pages:	54 pages + 4 appendices
Date:	11 May 2024
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Building Services Engineering
Professional Major:	HVAC Design
Supervisors:	Seppo Innanen, Senior Lecturer Aki Matikainen, Leading Specialist

---

The purpose of this thesis was to study an alternative long term plan proposal for the heating system of a case building with oil heating, and support expert decision-making.

First, the thesis discussed long-term planning of facilities. Then, the operating principles of oil heating systems and commonly used heat pump heating systems were reviewed. Relevant literature was studied for information. Mostly the project explored the case building and compared the bids of equipment suppliers.

The final year project concluded when considering a heating system overhaul, the technical characteristics of the other existing systems must also be considered. Furthermore, possible additional costs not directly included in the cost of changing the heating system itself must be taken into account.

However, the results were clear: even without technically accurate calculations, it is sensible to change from oil heating to other heating forms. Despite the large economic investments, the payback of the project is relatively short.

Keywords: long term plan, heat pump, heating system, oil heating, payback, investment

Sisällys

Lyhenteet

1 Johdanto 1

2 Granlund yrityksenä 2

3 Kiinteistön PTS-suunnittelu 3

3.1 Kiinteistön PTS-auditointi tai kuntoarvio 3
3.2 PTS-suunnitelma 6
3.3 PTS-toimenpide 7

4 Lämmitysjärjestelmiä 7

4.1 Öljylämmitys 8
4.1.1 Öljykattila 9
4.1.2 Öljypoltin 12
4.1.3 Säätölaitteet 15
4.1.4 Öljysäiliö 17
4.2 Lämpöpumput 19
4.2.1 Maalämpöpumppu 22
4.2.2 Ilma-vesilämpöpumppu 24
4.2.3 Poistoilmalämpöpumppu 27

5 Öljylämmityksestä luopuminen 29

5.1 Öljylämmitysjärjestelmästä luopumisen tuet 30
5.2 Sähkönkulutuksen lisääntyminen 32

6 Esimerkkikohde 33

6.1 Perustiedot 33
6.2 Kohteen lähtökohdat 34
6.3 Selvitystyö kohteeseen 36
6.4 Ehdotetut järjestelmät 39
6.5 Järjestelmien kannattavuus 42

7 Yhteenveto ja johtopäätökset 48

Lähteet 52

Liitteet

Liite 1: Kaukora Oy:n energialaskemat ja järjestelmä ehdotukset

Liite 2: Nibe Oy:n energialaskelmat ja järjestelmä ehdotukset

Liite 3: Oilon Oy:n energialaskelma ja järjestelmäehdotus

Liite 4: Gebwell Oy:n energialaskelma ja järjestelmäehdotus

Lyhenteet ja käsitteet

Auditointi:	Puolueeton arviointi. Kiinteistötoiminnassa yleensä kolmannen osapuolen tekemä arviointi kiinteistön ja järjestelmien kunnosta sekä korjaustarpeista.
Capex:	*Capital Expenditures*, kiinteistön suuremmat investoinnit, ei ylläpidolliset tai toistuvat huoltotoimenpiteet.
COP:	*Coefficent of Performance.* Lämpöpumpun teoreettinen lämpökerroin. Ilmoittaa lämpöpumpun hyötysuhteen tietyllä hetkellä ja tietyissä olosuhteissa.
DD:	*Due Dilligence*. Teknisiin- ja ympäristöasioihin keskittyvät *Due Diligence* -selvitykset tarjoavat realistisen kokonaisnäkymän kiinteistökaupanteon kohteesta. Niillä saadaan teknisen tiedon lisäksi perusteltuja toimenpide-ehdotuksia esimerkiksi kiinteistön tulevista korjaustarpeista ja odotettavissa olevista korjauskustannuksista.
Hybridilämmitys:	Kahdesta tai useammasta eri energialähteestä muodostuva yhdistelmälämmitys. Yleisesti eri energiamuotoja hyödynnetään lämmityksen tuottamisessa vuorotellen eri vuodenaikoina.
Hyötysuhde:	Kertoo kuinka paljon polttoaineen sisältämästä energiasta saadaan hyötykäyttöön mm. lämmöksi.
IVLP:	Ilma-vesilämpöpumppu.

kWh:	Kilowattitunti. Mittayksikkö, jota käytetään yleisesti sähkön ja lämmön energiamäärän mittaukseen. Kilowattitunti kertoo energiamäärän, joka kuluisi, kun 1 000 watin laitetta pidetään käynnissä 1 tunnin ajan.
kWp:	Kilowattipiikki. Mittayksikkö, joka tarkoittaa aurinkosähköjärjestelmän huipputehoa, toisin sanoen kapasiteettia. Yhden kilowattipiikin järjestelmä pystyy tuottamaan enintään yhden kilowatin tehon laboratorio-olosuhteissa.
LCC:	*Life Cycle Costing.* Elinkaarikustannuslaskenta. Laskentatavassa otetaan huomioon itse investointi, sekä myös käytön aikana ja käytöstä poistattaessa aiheutuvat kulut.
Lämpöarvo:	Suure, joka ilmoittaa polttoaineen kyvyn tuottaa energiaa. Lämpöarvo ilmoitetaan tilavuusyksikköä tai painoyksikköä kohden.
MJ:	Megajoule. Energian mittayksikkö. Sähkön energiamäärää mitataan usein joulen sijaan kilowattitunteina (tunnus kWh). 1 MJ ≈ 0,277778 kWh tai 1 kWh = 3,6 MJ.
MLP:	Maalämpöpumppu
Olosuhdesimulointi:	Tietokoneohjelmisto, jolla voidaan simuloida mm. rakennuksen lämpöhäviöitä ja energiankulutusta. Ohjelmistoja ovat esimerkiksi *IDA ICE* ja *MagiCad Room.*
PILP:	Poisto-ilmalämpöpumppu.

PTS:	Kiinteistön pitkän tähtäimen suunnitelma. PTS kertoo milloin ja miten on ajateltu toteuttaa kiinteistön korjaushankkeet. PTS:n tarkastelujakso on yleensä vähintään kymmenen vuotta.
SCOP:	*Seasonal Coefficent of Performance*. Kausilämpökerroin. Ilmoittaa lämpöpumpun lämpökertoimen koko lämmityskauden ajalle.
Tekninen käyttöikä:	Tarkoittaa käyttöönoton jälkeistä aikaa, jona rakenteen, rakennusosan, järjestelmän tai laitteen tekniset toimivuusvaatimukset täyttyvät.
V:	Voltti. Sähköjännitteen yksikkö. Yksikkö on määritelty siten, että jos johteessa syntyy watin tehohäviö ja siitä kulkee läpi ampeerin virta, sen yli on yhden voltin jännite.
Viskositeetti:	Suure, joka kuvaa nesteen kykyä vastustaa virtaamista. Mitä pienempi viskositeetti on, niin sitä juoksevampaa neste on.

1 Johdanto

Yleisesti öljylämmityksestä luopuminen tai sen käytön osuuden vähentäminen rakennuksen lämmöntuotannossa on ajankohtainen ja monella kiinteistön omistajalla harkinnassa oleva asia. Tähän tuo painetta osittain olemassa oleva hallitusohjelma, jonka mukaisesti tavoitteena on öljyn lämmityskäytöstä luopuminen kiinteistöissä 2030-luvun alkuun mennessä [1], sekä jatkuva fossiilisten polttoaineiden hintojen nousu. Järjestelmien vaihtamisesta toiseen tulee usein isojakin kertakustannuksia riippuen kiinteistön koosta sekä valitusta vaihtoehtoisesta lämmitysmuodosta, mutta vaihtoehtoisella lämmitysjärjestelmällä voidaan saavuttaa järkevästi toteutettuna energiansäästöä, pienentää hiilidioksidipäästöjä sekä nostaa rakennuksen arvoa.

Tämän insinöörityön tarkoituksena on tutkia vaihtoehtoista kiinteistön pitkän tähtäimen suunnitelman (PTS) toimenpidettä kiinteistön öljylämmitysjärjestelmään liittyen. Työssä selvitetään yleisellä tasolla mihin, vaihtoehtoisiin lämpöpumpputekniikalla toimiviin lämmitysjärjestelmiin siirtymistä voitaisiin esimerkkikohteessa harkita, mitä niiden hankkimista suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon sekä minkälaisia kustannusvaikutuksia niillä on.

Insinöörityö tehdään Granlund Oy:lle tukemaan eri tekniikan alojen asiantuntijoiden päätöksentekoa öljylämmitysjärjestelmään kohdistuvien PTS-toimenpiteiden ehdottamisessa kiinteistöihin kuntoarvio- sekä PTS-auditointikierrosten yhteydessä. Olennaista on se, ehdotetaanko nykyisen järjestelmän uusimista, vai olisiko järkevää miettiä jotain toista vaihtoehtoista lämmitysmuotoa.

Työssä kiinteistöjen elinkaarihallinnan puolella on havaittu tietyntyyppisien kiinteistöjen kohderyhmässä toistuva haaste erityisesti öljylämmitysjärjestelmiin liittyen. Kiinteistöissä on havaittu yleinen ongelma, jossa rakennuksissa on suuret lämpöhäviöt rakenteista sekä kiinteistössä tapahtuvan toiminnan takia sekä monin paikoin vanhentuneet öljylämmitysjärjestelmät. Työssä esimerkkinä on tutkittu katsastuskonttorirakennusta, joka sijaitsee Ikaalisissa.

Tavoitteena on myös selventää kiinteistön PTS-suunnittelun perusteet ja kertoa tiivistetysti toimintaperiaatteita yleisimmin käytössä olevista lämpöpumpputekniikalla toimivista lämmitysjärjestelmistä sekä itse öljylämmitysjärjestelmän toimintaperiaatteesta. Työssä myös selvitetään erilaisia taloudellisia tukimuotoja, joita öljylämmityksestä luopumisen yhteydessä on mahdollista hakea ja saada.

Insinöörityön pohjana käytetään alaan liittyvää kirjallisuutta, verkkoaineistoja sekä alan eri toimijoilta- ja asiantuntijoilta saatua informaatiota. Työssä ei käytetä hyödyksi muuten olosuhdesimulointiohjelmia paitsi laitetoimittajien tekemiä laskelmia. Myöskään esimerkkikohteen tarkat tekniset lähtötiedot eivät ole saatavilla työtä tehtäessä.

2 Granlund yrityksenä

Granlund Oy on perustettu Suomessa vuonna 1960 ja on kokonaan työntekijöidensä omistama kiinteistö- ja rakennusalan yhtiö. Yhtiössä työskentelee tällä hetkellä noin 1400 henkilöä. Yhtiön päätoimialoja ovat talotekninen suunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi, rakennuttaminen ja valvonta sekä tuoreimpana isännöintipalvelut. Granlundilla on toimipisteitä eri kaupungeissa ympäri Suomea sekä lisäksi Ruotsissa ja Iso-Britanniassa. Granlund muutti vuonna 2023 alueellista omistusrakennetta Suomessa konsernista yhdeksi yhtiöksi. Tällä toimella mahdollistetaan kasvua kansainvälisillä markkinoilla. Granlund Oy:n tärkein tavoite on parantaa kiinteistöjen toimivuutta ja älykkyyttä sekä samalla ihmisten hyvinvointia rakennetussa ympäristössä [2.]

Granlund jakautuu kahteen liiketoimintayksikköön, rakentamisen ja kiinteistökehityksen palveluihin (Raki) sekä elinkaarijohtamisen palveluihin ja ohjelmistoihin (Epo). Raki:n alle sijoittuvat mm. suunnittelupalvelut, rakennuttaminen sekä valvonta. Granlundilla löytyy osaamista mm. LVI-suunnittelusta, sähkösuunnittelusta, datakeskussuunnittelusta sekä sairaalasuunnittelusta. Epo:n alle sijoittuvat kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot sekä energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointipalvelut. Kiinteistöjohtamisen ja konsultoinnin palveluista

löytyy osaamista mm. kiinteistöjen käytön aikaisesta Capex-hallinnasta, Granlund Manager -ohjelmistosta, huoltokirjakoordinoinneista sekä mm. erilaisista kiinteistöjen teknisistä DD-selvityksistä ja kiinteistöjen auditoinneista. [2; 3.]

3 Kiinteistön PTS-suunnittelu

PTS on lyhennelmä sanoista pitkän tähtäimen suunnitelma, ja se on kiinteistön korjausrakentamisen ja ylläpidon hallintaan tarkoitettu toimenpidesuunnitelma. PTS:n tarkoituksena on tuoda esiin kiinteistön merkittävimmät tulevaisuuden korjaustarpeet sekä toimenpiteet. Tyypillisesti kiinteistön PTS-suunnitelma laaditaan seuraavalle 10 vuodelle, jotta korjausten harkinnalle ja suunnittelulle saadaan riittävästi aikaa ja että korjauksille ehditään varata budjettiin rahoitus [4]. Joissain tapauksissa tarkastelujakso voi olla kuitenkin esimerkiksi vain 5 vuotta. PTS-suunnitelma on työkalu, joka auttaa kiinteistön omistajaa hallitsemaan ja ajoittamaan kiinteistöön kohdistuvia korjaustarpeita tai kunnostustoimenpiteitä järjestelmällisesti sekä hallitusti. PTS-suunnitelman päivitys olisi hyvä tehdä vähintään 5 vuoden välein, mutta vuosittainen tarkastelu on vähintäänkin suotavaa. PTS-suunnitelma ei tyypillisesti sisällä kiinteistössä säännöllisesti tai tarvittaessa tehtäviä pienempiä ylläpidollisia huoltotoimenpiteitä [4.]

3.1 Kiinteistön PTS-auditointi tai kuntoarvio

Lähdettäessä kaavailemaan kiinteistölle PTS-suunnitelmaa, on suositeltavaa teettää kiinteistölle joko PTS-auditointi tai laajempi kuntoarvio. Kiinteistön kuntoarvio on asiantuntijoiden tekemä tarkastus, jossa kiinteistöä tutkitaan aistinvaraisesti ilman rakenteita ja materiaaleja avaavia tai rikkovia menetelmiä. Kuntoarviossa hyödynnetään eri alojen asiantuntijoiden tietoja eri järjestelmistä sekä kohteessa tehtyjä havaintoja. Tarvittaessa kuntoarvion löydöksien perusteella voidaan ehdottaa jollekin järjestelmälle tarkempaa kuntotutkimusta, esimerkiksi putkistojen röntgenkuvausta, viemäreiden kuvausta tai öljysäiliön kuntotutkimusta [5, s. 6–7.]

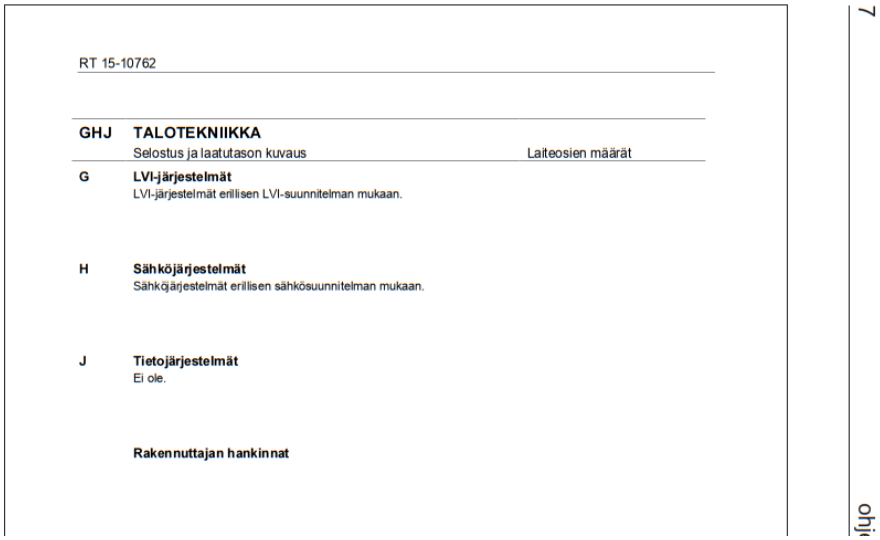
Kuntoarvioryhmään kuuluu tavallisesti rakenne-(RAK)-, LVIA- sekä sähkö- ja tietoteknisten (SÄH) järjestelmien asiantuntijat. Kolmen asiantuntijan avulla saadaan kokonaisvaltainen kuva kiinteistön kunnosta sekä korjaustarpeista sekä arvio mahdollisista eri rakennusosien ja järjestelmien vaurioiden etenemisistä. Kuntoarvio käsittää vain kiinteistöön kuuluvat tekniset järjestelmät eikä esimerkiksi kiinteistössä mahdollisesti tapahtuvaan toimintaan liittyviä teknisiä järjestelmiä. Kuntoarviokierroksen pohjalta tehdään kattava kirjallinen raportti, johon on kirjattu tiedot rakennuksesta sekä selitetty järjestelmäkohtaisesti eri järjestelmien teknisestä kunnosta. Kuvassa 1 on esitetty kuntoarvioraportin LVIA-järjestelmät Talo 90 -nimikkeistön mukaisesti. Raporttiin laaditaan tehtyjen havaintojen perusteella korjaus- tai uusintatoimenpide-ehdotuksia eri järjestelmille karkeilla hinta-arvioilla. Ehdotettujen toimenpiteiden perusteella voidaan luoda kiinteistölle kunnossapitosuunnitelma tarkastellulle ajanjaksolle.

(TALO 90)
G1 Lämmitysjärjestelmät
G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät
G3 Ilmastointijärjestelmät
G4 Kylmätekniset järjestelmät
G7 Palontorjunta järjestelmät
G8 Muita LVI-teknisiä järjestelmiä
J6 Rakennusautomaatiojärjestelmät

Kuva 1. Tyypillinen kuntoarvioraportin LVIA-osuuden järjestelmäjako Talo 90 -nimikkeistön mukaan [6.]

Auditointi on kiinteistölle tyypillisesti yhden asiantuntija tekemä ”kevyempi” versio kuntoarviosta. Auditointi tehdään yleensä muutaman vuoden kuluttua laajemman ja tarkemman kuntoarvioinnin jälkeen. PTS-auditointi tarkoittaa

käytännössä pitkän tähtäimen suunnitelman päivittämistä. Auditoinnissa yksi asiantuntija kiertää rakennuksen läpi järjestelmällisesti tutkien kaikkia rakennusosia sekä järjestelmiä. Järjestelmät käydään läpi yleisesti alalla käytössä olevan RT-kortista 15–10762 löytyvän Talo 90 -nimikkeistön mukaisesti kuten kuvassa 2 on esitetty.



RT 15-10762

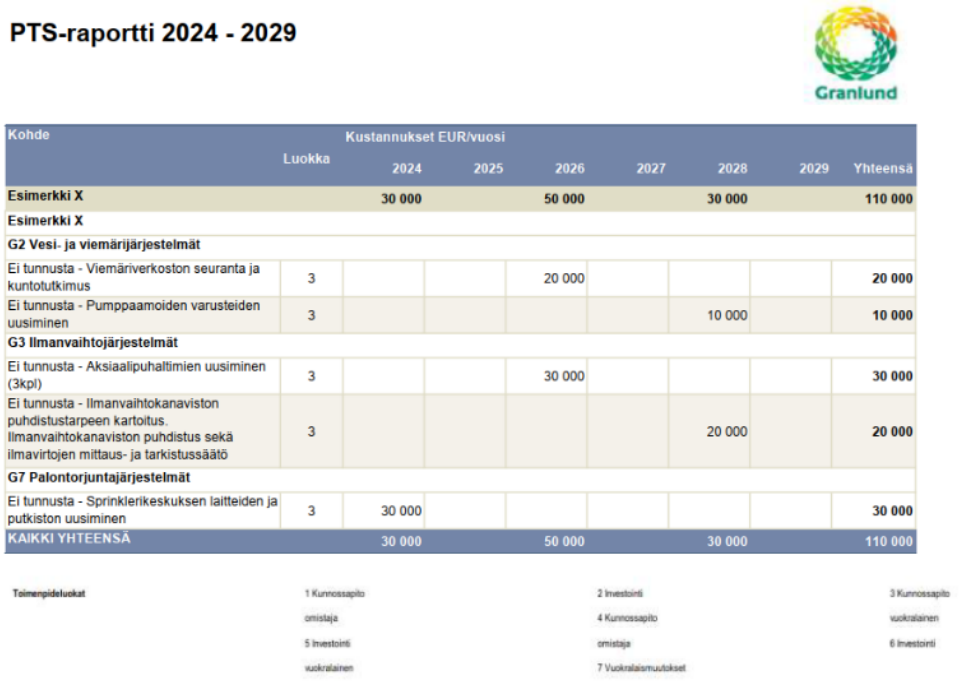
GHJ	**TALOTEKNIIKKA** Selostus ja laatutason kuvaus	Laiteosien määrät
G	**LVI-järjestelmät** LVI-järjestelmät erillisen LVI-suunnitelman mukaan.	
H	**Sähköjärjestelmät** Sähköjärjestelmät erillisen sähkösuunnitelman mukaan.	
J	**Tietojärjestelmät** Ei ole.	
	Rakennuttajan hankinnat	

Kuva 2. Talo 90 -nimikkeistön taloteknisiä järjestelmiä [7.]

Tyypillisellä auditointikierroksella tarkastellaan jo olemassa olevien PTS-toimenpide-ehdotuksissa olleiden toimenpiteiden tilannetta. Kierroksella selvitetään, onko mahdollisesti suunnitteilla ollut järjestelmän uusiminen tehty tai onko sen tilanne muuttunut viime tarkastelusta ja tarvitseeko toimenpidettä mahdollisesti aikaistaa. Auditointikierroksesta kirjoitetaan suppeampi raportti verrattuna kuntoarvioon. Auditointiraportilla voidaan ehdottaa myös uusien havaintojen pohjalta tehtäviä PTS-toimenpide-ehdotuksia. Niin kuntoarviokierroksella kuin auditointikierroksella on oltava mukana niin rakennuksen huolto- ja korjaushistorian tai muu rakennuksen tunteva henkilö.

3.2 PTS-suunnitelma

Kuntoarvioraportin tai auditointiraportin keskeisin tuotos on kiinteistön kunnossapitosuunnitelmaehdotus eli PTS-ehdotus. Kuntoarviokierroksen tai auditointikierroksen perustella tehdyn PTS-ehdotuksen perusteella kiinteistön omistaja voi laatia tai laadituttaa kiinteistölle PTS-suunnitelman halutulle tarkastelujaksolle. Esimerkiksi tyypillisesti käytössä oleva tarkastelujakso on eteenpäin katsottuna 5–10 vuoden mittainen. PTS-suunnitelma sisältää järjestelmäkohtaisesti lajiteltuna tulevat toimenpiteet kustannusarvioineen sekä vuosineen. PTS-taulukossa on esitettynä kaikki kuntoarvioraportissa tai auditointiraportissa käytetyt järjestelmätasot huolimatta siitä, kohdistuuko kyseiseen järjestelmään toimenpide-ehdotuksia [4]. PTS-suunnitelman kustannusarviot sisältävät kaikki mahdolliset toimenpiteeseen liittyvät kulut. Kuitenkin tulee muistaa, että PTS-suunnitelman toimenpiteiden kustannusarviot ovat arvioita, eivät todellisia kustannuksia. Tavallisesti PTS-suunnitelma luodaan sähköisessä muodossa joko Excelillä tai kiinteistössä mahdollisesti käytössä olevan huoltokirjan PTS-osioon, kuten esimerkiksi kuvassa 3 esitettyyn Granlund Manager -ohjelmistoon.



PTS-raportti 2024 - 2029

Granlund

Kohde	Luokka	Kustannukset EUR/vuosi 2024	2025	2026	2027	2028	2029	Yhteensä
Esimerkki X		**30 000**		**50 000**		**30 000**		**110 000**
Esimerkki X								
G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät								
Ei tunnusta - Viemäriverkoston seuranta ja kuntotutkimus	3			20 000				**20 000**
Ei tunnusta - Pumppaamoiden varusteiden uusiminen	3					10 000		**10 000**
G3 Ilmanvaihtojärjestelmät								
Ei tunnusta - Aksiaalipuhaltimien uusiminen (3kpl)	3			30 000				**30 000**
Ei tunnusta - Ilmanvaihtokanaviston puhdistustarpeen kartoitus. Ilmanvaihtokanaviston puhdistus sekä ilmavirtojen mittaus- ja tarkistussäätö	3					20 000		**20 000**
G7 Palontorjuntajärjestelmät								
Ei tunnusta - Sprinklerikeskuksen laitteiden ja putkiston uusiminen	3	30 000						**30 000**
KAIKKI YHTEENSÄ		30 000		50 000		30 000		110 000

Toimenpideluokat

1 Kunnossapito omistaja
2 Investointi
3 Kunnossapito vuokralainen
4 Kunnossapito omistaja
5 Investointi vuokralainen
6 Investointi
7 Vuokralaismuutokset

Kuva 3. Esimerkki PTS-suunnitelmasta LVIA-järjestelmien osalta Granlund Manager huoltokirjassa [8].

3.3 PTS-toimenpide

PTS-toimenpide on PTS-suunnitelmassa oleva yksittäiseen järjestelmään tai laitteeseen kohdistuva toimenpide, esimerkiksi lämmitysjärjestelmän uusiminen tai ilmanvaihtokoneen uusiminen. Toimenpiteet ovat joko kuntoarvioryhmän asiantuntijan, auditoitsijan tai kiinteistön omistajan tekemiä toimenpide näkemyksiä kyseiselle järjestelmälle. Monille eri järjestelmistä on määritelty tyypillinen tekninen käyttöikä (RT 18-10922) [9] joita voidaan käyttää toimenpiteiden ajoituksen perustana. Tekninen käyttöikä ei ole suoraan yksiselitteinen syy toimenpiteelle sillä se perustuu käytössä oleviin tietoihin ja kokemukseen rakenteen, rakenneosan, järjestelmän tai laitteen kestävyydestä ja on yleistävä. Teknistä käyttöikää on hyvä käyttää suuntaa antavana ohjenuorana järjestelmien kunnossapitojaksojen sekä uusimistarpeiden määrittämiseksi muiden havaintojen lisäksi. RT-kortissa 18–10922 todetaan teknisen käyttöiän määritteestä seuraavaa:

> Teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu rakennusajankohtana voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti.
>
> Lisäksi edellytetään, että on noudatettu hyvää rakennustapaa ja että asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty ja käyttöohjeita noudatettu. Rakennuksenkäyttöikää R, ei määritellä tässä ohjekortissa. Se määräytyy rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja käyttöiän mukaan.
>
> Kunnossapitojaksot vaihtelevat paljon laitteiston iän, erilaisten käyttö- ja rasitusolosuhteiden yms. seikkojen takia. Myös materiaalit, mahdolliset suunnittelu- tai asennusvirheet sekä asetetut vaatimukset ja tavoitteet vaikuttavat kunnossapitojaksoihin. [9.]

4 Lämmitysjärjestelmiä

Keskuslämmitys on tullut yleiseksi rakennuksiin 1900-luvun alusta alkaen korvaten aikaisemmin käytössä olleita huonekohtaisia lämmitysjärjestelmiä kuten erilaiset lämmitysuunit. Poiketen huonekohtaisista lämmitysjärjestelmistä keskuslämmitysjärjestelmässä eri huoneiden ja tilojen lämmöntuotanto tapahtui keskitetysti yhdestä paikkaa. Lämpö tuotettiin alkuvaiheessa joko puita tai isommissa

rakennuksissa koksia polttamalla. Myöhemmin 1950-luvulla yleistyi öljyn käyttö polttoaineena [9.]

Yleisimmäksi lämmönjakotavaksi rakennuksiin vakiintui vesikiertoinen järjestelmä, jossa kattilassa lämmitetty vesi kierrätettiin lämmitysputkia pitkin ikkunoiden alle sijoitettuihin lämmityspattereihin. Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä soveltuu kaikkiin energiamuotoihin. Myöhemmin noin 1940-luvulla alettiin liittää lämpimään käyttövesiverkostoon vesikiertoisia lattialämmityksiä märkätiloihin. Lattialämmityksen kytkeminen lämpimään käyttövesiverkkoon on kielletty vuonna 2007 ja rättipattereiden vuonna 2017 tulleessa ympäristöministeriön asetuksessa 1047/2017 [10.]

4.1 Öljylämmitys

Öljylämmitystä on käytetty rakennuksissa aina 1950-luvulta lähtien. 1970-luvun öljykriisi ja siitä seurannut öljyn hinnan nouseminen romahduttivat öljylämmityksen suosiota merkittävästi. Tämän takia muita vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja, kuten maalämpöjärjestelmiä, alettiin suunnitella ja asentaa aluksi pieniin asuinrakennuksiin [10.]

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu karkeasti jaoteltuna öljykattilasta, öljypolttimesta, säätölaitteista ja öljysäiliöstä. Öljykattila on hyvin varmatoimista tekniikkaa, joten hyvinkin vanhat lämmityskattilat saattavat toimia teknisesti moitteettomasti. Nyrkkisääntönä yleisesti pidetään, että öljykattiloiden hyötysuhde on parantunut jopa noin 10 % vuosikymmenessä. Nykyaikaisessa öljylämmityskattilassa hyötysuhde on erittäin hyvä, jopa noin 90–95 %. Näin ollen voidaan todeta, että uusittaessa esimerkiksi 1990-luvulta olevaa öljykattilaa saadaan tyypillisesti säästöä noin 10–30 %. [11; 12.]

Öljyn lämpöarvo on suure, joka kuvaa polttoaineen kykyä tuottaa lämpöenergiaa, on hyvä. Kevyellä polttoöljyllä lämpöarvo on keskimäärin 42,5 MJ/kg. Näin ollen yhdestä litrasta kevyttä polttoöljyä saadaan noin 10 kWh lämpöenergiaa.

[13, s. 23.] Myös tilavuuteen suhteutettuna öljy on tehokas polttoaineena: 1m^3 polttoöljyä vastaa lämpöarvoltaan noin 12 m^3 puuhaketta [14.]

4.1.1 Öljykattila

Lämmityskattila on laite, jossa polttoainetta poltetaan tulipesässä. Lämmityskattilan tehtävänä on siirtää polttoaineen palamisesta vapautua lämpöenergia kattilaveteen tai muuhun lämmönsiirtoaineeseen. Lämmityskattilat voidaan jaotella niiden lämmitystehon mukaan seuraavasti [13, s. 206]:

- pientalokattilat (teho alle 25 kW)
- kiinteistökattilat (teho 40–1000 kW)
- alue- ja kaukolämpökattilat (teho 1–50 MW).

Kuvassa 4 on esimerkkikohteen öljylämmityskattilan tyyppikilpi, josta selviää lämmityskattilan tekniset tiedot.

Kuva 4. Esimerkkikohteen lämmityskattilan tyyppikilpi. Lämmityskattila on vuodelta 1983.

Lämmityskattilat on valmistettu yleensä teräslevystä. Osa vanhemmista kattiloista on valmistettu valuraudasta. Kattilan kuori on eristetty villalla ja se on pinnoitettu teräslevyllä. Monet etenkin vanhemmat kattilat sekä pientalokattilat ovat kaksoispesäkattiloita. Näissä halutaan mahdollistaa öljyn ohella jonkin muun kiinteän polttoaineen, kuten puun tai pellettien käyttö lämmitysjärjestelmässä. Lisäksi öljylämmityskattilat on yleensä varustettu sähkövastuksella, jolla voidaan varmistaa peruslämpötason säilyminen mahdollisen öljyjärjestelmään tulevan häiriön sattuessa [13, s.208.] Kattiloiden ulkoiset mitat ovat pienentyneet viime vuosikymmenten aikana, joten vanhojen kattiloiden uusimisten yhteydessä on mahdollista käyttää myös esimerkiksi ulkomitoiltaan pienempiä kuvan 5 kaltaisia yksipesäisiä kattiloita [15.] Tällöin on mahdollista jättää osa vanhoista kaksoispesäkattiloista häiriötilanteen varalle kiinteällä polttoaineella käytettäviksi, eikä niitä tarvitse välttämättä purkaa pois. Kuvassa 6 esiteltynä tarkemmin mallina käytetyn Laka Z öljykattiloiden teknisiä tietoja.

Kuva 5. Laka Z ylipainekattila, joka on suunniteltu nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille. Kyseisessä kattilassa ei voida käyttää vaihtoehtoista kiinteää polttoainetta vain yhden palopesän takia. [15.]

Kattilat voidaan jakaa ali- ja ylipainekattiloihin niiden tulipesän paineen perusteella. Yhdistelmäkattiloissa kiinteän polttoaineen poltossa ilman ja savukaasun virtaus tapahtuu savuhormin aiheuttamalla vedolla. Tällöin tulipesässä vallitsee alipaine. Öljynpoltto tapahtuu puolestaan ylipaineisessa tulipesässä, jossa ylipaine saadaan aikaan öljypolttimen puhaltaessa tulipesään ilman ja polttoaineen seosta ja seos palaa [13, s.210.]

TEKNISET TIEDOT

Teho	b = kattilan leveys						Vesitila	Paino	Tulipesän paine
kW	b	h	l	q	f	g	l	kg	Pa
70	570	1400	630	1110	150	190	130	480	80
93	570	1400	730	1110	150	190	170	520	100
115	570	1480	780	1190	150	190	210	570	110
145	570	1480	930	1190	150	190	270	650	120
160	570	1600	930	1310	150	190	300	690	140
180	770	1600	850	1260	150	270	320	900	150
210	770	1700	850	1360	150	270	350	950	160
250	770	1700	1000	1360	150	270	420	1050	180
290	770	1700	1100	1360	150	270	470	1140	190
325	970	1870	940	1550	165	420	540	1270	200
360	970	1870	1040	1550	165	420	590	1400	210
420	970	1870	1140	1550	165	420	700	1530	230
480	970	1870	1290	1550	165	420	730	1800	240
540	1120	2070	1190	1740	225	420	815	2000	260
630	1120	2070	1250	1740	225	420	910	2220	280
700	1120	2070	1340	1740	225	420	990	2500	300
840	1300	2280	1350	1920	260	420	1200	3000	330
1000	1300	2280	1550	1920	260	420	1470	3300	380
1200	1500	2350	1600	1970	260	420	1900	3900	450
1500	1500	2550	1800	2100	260	600	2100	4200	500
1800	1500	2750	2100	2300	260	800	2700	5500	600
2000	1500	3000	2100	2510	260	800	3000	6500	650

Kuva 6. Taulukko Laka Z -öljykattiloiden teknisistä tiedoista [15.]

Öljylämmityskattilan sekä siinä käytettävän öljypolttimen tulee olla yhteensopivia, mikä tarkoittaa sitä, että polttimen muodostaman liekin tulee mahtua hyvin kattilan tulipesään. Hyvä yhteensopivuus on ratkaisevassa asemassa, saadaanko hyötysuhteeltaan hyvä ja varmatoiminen lämmityslaitos. Hyvän yhteensopivuuden tunnusmerkkejä ovat muun muassa

- kattilan ja polttimen puhtaana pysyminen
- polttimen varma käynnistyminen
- säätöarvojen pysyvyys [13, s. 207].

4.1.2 Öljypoltin

Öljypoltin on lämmityskattilassa käytettävä polttoöljyllä toimiva lämmityslaite. Öljypolttimet voidaan jakaa niiden käyttämän öljyn mukaan joko kevytöljypolttimiin tai raskasöljypolttimiin. Kevyttä polttoöljyä, joka sisältää yksinomaan liekissä haihtuvia, nopeasti ja puhtaasti palavia komponentteja, pysytään polttamaan yksinkertaisemmilla ja edullisemmilla polttimilla. Raskaita öljyjä, joissa on vaikeasti haihtuvia koksia muodostavia komponentteja, tulee polttaa monimutkaisemmilla ja kalliimmilla polttimilla. Polttimia voidaan jaotella niiden säätötavan mukaan:

- yksitehopolttimiin
- kaksi/kolmitehopolttimiin
- portaattomasti säädettäviin eli moduloiviin polttimiin [13, s. 41].

Polttimen valintaan kohteessa ja kattilassa vaikuttaa muun muassa tarvittava lämmitysteho eli kattilan teho. Myös käytettävissä oleva öljy vaikuttaa polttimen valintaan. Öljypolttimen tehon tulee luonnollisesti vastata kattilan antotehoa niin, että riittävän alhainen savukaasun lämpötila ja sen kautta hyvä hyötysuhde saavutetaan [13, s. 226.].

Polttimen teho (Φ_{poltin}) lasketaan kattilantehosta ($\Phi_{kattila}$) kaavalla 1 [13, s.226]:

$$\Phi_{poltin} = \frac{\Phi_{kattila}}{\eta} \quad (1)$$

Φ_{poltin} on öljypolttimen teho kilowateissa (kW)
$\Phi_{kattila}$ on öljykattilan teho kilowateissa (kW)
η on kattilan hyötysuhde (%).

Polttimen teho saadaan muutettua öljyvirraksi jakamalla polttimen teho polttoaineen lämpöarvolla. Näin saadaan kaavan 1 avulla esimerkkikohteen 325 kW:n tehoisen lämmityskattilan poltintehoksi esimerkkihyötysuhteella 90 %:

$$\Phi_{poltin} = \frac{325\ kW}{90\%} = \sim 360\ kW$$

Tästä edelleen voidaan laskea öljyn lämpöarvolla 42,5 MJ/kg öljyvirta kaavalla 2 [13, s. 227]:

$$m_{poltin} = \frac{0{,}360}{42{,}5} = 0{,}0085\,\frac{kg}{s} = 30{,}5\,\frac{kg}{h} \quad (2)$$

Yksinkertaistettuna öljypolttimen oleellisimmat pääkomponentit ovat öljypumppu, venttiiliosa, suutin, öljyn esilämmitin, puhallin, palopää ja sytytinosa. Öljypumpun tehtävänä on imeä öljyä säiliöstä ja korottaa sen painetta palotilaan sumutukseen sopivaksi. Pumppu huolehtii myös öljynpaineen pysymisen vakiona palamisprosessin aikana. Toiminnallisesti öljypolttimen öljypumppu koostuu kahdesta osasta eli pumppuosasta ja venttiiliosasta. Venttiiliosan tehtävänä on avata öljyn pääsy suuttimelle, kun paine on riittävän suuri sumuttamista varten. Venttiiliosa myös sulkee öljyn virtauksen suuttimelle heti, kun paine laskee polttimen pysähtyessä [13, s. 47, 50.]

Öljypolttimen suuttimen tarkoitus on hajottaa öljy tarpeeksi hienojakoiseksi sumuksi ja työntää tämä sumu määrätyn muotoisena kartiona kattilan tulipesään. Suuttimia on erilaisia ja ne jaotellaan niiden sumutuskulman sekä kalvokulman mukaan. Suutin kuluu ja likaantuu käytössä ja se on vaihdettava aika ajoin uuteen. Suuttimen vaihtoväli riippuu polttimen käyttöajasta sekä sumutetun öljyn määrästä ja laadusta. Öljyn ominaisuuksiin kuuluu sen viskositeetin muuttuminen lämpötilan mukaan. Viskositeetin nousu lisää suuttimen läpi virtaavan öljyn määrää, minkä seurauksena on nokeava palaminen, liian pienestä ilmamäärästä öljyn suhteeseen tapahtuva palaminen. Viskositeetin tulisi näin ollen pysyä mahdollisimman tasaisena palamisprosessin aikana. Öljyn lämpötilan ja viskositeetin pitämiseksi mahdollisimman tasaisena on pienpolttimiin kehitetty suutinpitimeen sisäänrakennettu sähköinen öljyn esilämmitin. Esilämmitin säätää itse tehonsa niin, että suuttimelle virtaavan öljyn lämpötila olisi lähes aina vakio [13, s.60–61.]

Puhaltimen tehtävänä on tuoda kattilan tulipesään tarvittava määrä palamisilmaa sekä nostaa palotilan painetta. Öljypolttimissa olevina puhaltimina

käytetään keskipakopuhaltimia. Puhaltimella tuotettavalla ilmanpaineella on voitettava ilman ja savukaasujen virtauksesta aiheutuvat painehäviöt. Puhallettavaa ilmamäärää säädetään joko puhaltimessa olevalla imu- tai painepuolen säätöpellillä. Puhallettavan ilmamäärän tulee olla juuri sopiva optimaalisen paloprosessin takaamiseksi sekä mahdollisten energiahäviöiden minimoimiseksi. Liian suuri puhallettava ilmamäärä johtaa siihen, että kattilan läpi virtaa tarpeettomasti ilmaa, joka ei osallistu palamiseen. Ilmaylimäärä vie kattilasta mukanaan osan palamisenergiasta hormiin ja sitä kautta taivaalle. Vastaavasti liian pieni ilmamäärä johtaa siihen, että polttoaine ei pala enää kunnolla. Palamaton polttoaine aiheuttaa ylimääräisiä hiilimonoksidi- eli häkäpäästöjä sekä lisää polttoaineen hävikkiä [13, s.63–66.]

Palopääksi nimitetään polttimen osaa, jonka kautta puhaltimen puhaltama palamisilma virtaa tulipesään sekä jonka keskeltä öljy sumutetaan suuttimen kautta palotilaan. Palopään tärkein tehtävä on ohjata puhaltimen tuottama ilmavirta mahdollisimman hyvin suuttimesta virtaavan öljysumun sekaan. Viimeisimpänä komponenttina on sytytysosa. Paineöljypolttimissa käytettävän sähköisen sytytyslaitteiston tehtävänä on sytyttää riittävän voimakkaan sähkövalokaaren avulla suuttimesta virtaava öljysumu palamaan. Tyypillisesti valokaaressa tarvittava jännite on 10000–15000 V luokkaa [13, s.66–68.]

Kuvassa 7 näkyy esimerkki kohteen Oilon-merkkinen öljypoltinlaitteisto. Kuvan oikeassa reunassa näkyy öljypolttimen erillinen suodatinlaitteisto- ja ilmanpoistolaitteisto. Kyseessä on yksiputkijärjestelmä, jolloin järjestelmässä ei ole lainkaan paluuputkea öljysäiliöön, verrattuna kaksiputkijärjestelmään, jossa paluuputken kautta öljyä kierrätetään takaisin säiliöön. Suodatin- ja ilmapoistolaitteisto huolehtii öljyn tehokkaasta suodattamisesta sekä automaattisesta kaasun poistosta nesteestä [13, s.180–182.]

Kuva 7. Esimerkkikohteen Oilon- merkkinen öljypoltinlaitteisto.

Öljypolttimen huolto tulisi tehdä alan ammattilaisen toimesta joko kahden vuoden tai 5000 öljylitran kulutuksen jälkeen riippuen siitä, kumpi saavutetaan ensiksi [16, s. 80.]

4.1.3 Säätölaitteet

Öljypolttimen ja koko kattilan turvallisen ja tarkoituksenmukaisen toiminnan edellytyksenä on erilaisten säätö- ja valvontalaitteiden yhteistoiminta. Säätölaitteet huolehtivat muun muassa öljypolttimen käynnistyksestä, pysäytyksestä sekä liekinvalvonnasta. Öljypolttimen tulee käynnistyä ja pysähtyä lämmöntarpeen mukaan, tai sen tehon tulee muuttua kuormitusta vastaavaksi. Myös esimerkiksi öljypolttimen tulee pysähtyä, kun asetetut turvallisuusrajat lämpötilan, paineen tai öljynsyötön suhteen ylitetään [13, s. 347.]

Kattilan sekä lämmönjakojärjestelmän tärkein energiankulutukseen vaikuttava tekijä on lämmönsäädin, joka on kytkettynä kattilan säätöventtiiliin. Vanhaa tekniikkaa käyttävissä kiinteistöissä olevissa kattiloissa on käsisäätöinen lämmönsäätöventtiili eli ”shuntti”. Käsisäätöinen tapa tuhlaa yleisesti energiaa, koska lämmönjakoverkostoon menee yleensä koko ajan liian kuumaa vettä todelliseen lämmityksen tarpeeseen nähden. Automaattiset lämmönsäätimet, joista yleisimmin käytössä olevia ovat kuvan 8 kaltaiset Oumanin valmistamat, seuraavat ulkolämpötilaa ja huonelämpötilaa tai jompaakumpaa niistä ja säätävät veden virtauksen sopivaksi esisäädettyjen lämpökäyrien mukaan.

Kuva 8. Ouman EH-800 -lämmönsäädin [17.]

Automaattisen lämmönsäätimen avulla säästetään huomattavia määriä energiaa, koska säätö tapahtuu asetettujen säätökäyrien mukaisesti jatkuvasti sekä veden lämpötila pysyy tasaisena Oumanin tuotekuvauksen mukaan:

> Ulkolämpötilan ja lämmitysjärjestelmään menevän veden lämpötilan suhde määritellään ja esitetään säätökäyrän avulla. Kun ulkolämpötila laskee, syötetään lämmitysjärjestelmään lämpimämpää vettä ja päinvastoin ulkolämpötilan noustessa [17, s. 13.]

Lämmönsäädin on joko lämmityslaitteessa (ohjauspaneelissa), suoraan venttiiliin kiinnitettynä kuten yllä mainittu Ouman (toimilaite ja ohjain yhteen rakennettuna) tai erillisenä yksikkönä, joka ohjaa venttiiliin kiinnitettyä toimilaitetta [17.]

4.1.4 Öljysäiliö

Öljysäiliö on polttoaineena käytettävän öljyn varastointitila kiinteistössä. Säiliö voi olla sijoitettuna joko ulkona maan alla, ulkona maan päällä tai sisällä rakennuksessa. Tyypillisimmin uudemmat säiliöt on valmistettu joko muovista tai teräksestä ja sisälle asennettuna muovinen säiliö on sijoitettava suoja-altaaseen. Vanhempia aina 1960-luvulta asti olevia säiliöitä on valmistettu joko teräksestä, metallista tai lasikuidusta. Yleisesti vanhemmat säiliöt on asennettu monissa tapauksissa maan alle. Öljysäiliöstä tulee löytyä tyyppikilpi, kuten kuvassa 9 olevassa esimerkkikohteen uusitussa öljysäiliössä näkyy. Tyyppikilvestä selviää öljysäiliön valmistajan nimi, säiliön yksilöintitiedot rakennetietoineen sekä tarkastuslaitoksen tarkastusleimaus [16, s.80].

Kuva 9. Esimerkkikohteen ulos sijoitettu teräksinen öljysäiliö sekä siinä pakollisena varusteena oleva tyyppikilpi.

Öljysäiliöiden pakolliseksi varusteeksi tuli ylitäytönestin 1970-luvulla, ja sillä estetään säiliön ylitäyttö täyttövaiheessa. Vuonna 2018 tuli myös muutos säiliöiden turvallisuusperusteisiin vaatimuksiin, jolloin vaadittiin kaikkiin olemassa oleviin pienrakennusten säiliöihin asennettavan kuvan 10 kaltainen 2 tuuman nokkavipuliitin. Lämmitysöljyä ei enää 30.6.2018 jälkeen ole toimitettu vanhoilla sakaraliittimillä oleviin täyttöyhteisiin [18.]

Kuva 10. Öljysäiliössä varusteena pakollisena oleva 2 tuuman nokkavipuliitin [18.]

Tavallisesti öljysäiliön tekninen käyttöikä on noin 25–30 vuotta riippuen olosuhteista sekä säiliön sijoituspaikasta. Öljysäiliöön alkaa kertymään ajan mittaan epäpuhtauksia sekä kosteutta, jotka voivat vahingoittaa ja syövyttää säiliön vaippaa. [19].

Tärkeällä pohjavesialueella öljysäiliö on tarkastettava lain velvoittamana säännöllisesti Tukesin hyväksymällä tarkastusliikkeellä. Tarkastusliikkeen tekemän tarkastuksen perustella öljysäiliö säiliö saa luokituksen väliltä A–D [19.]

Öljysäiliöiden tarkastuksissa on noudatettava seuraavia tarkastusvälejä saatujen luokituksien perusteella:

- Luokan A metallisäiliö tulee tarkastaa uudelleen 5 vuoden kuluttua ja muu kuin metallinen säiliö 10 vuoden kuluttua.
- Luokan B säiliö tulee tarkastaa uudelleen 2 vuoden kuluttua.

- Luokan C säiliö tulee poistaa käytöstä 6 kuukauden kuluttua tarkastuksesta, jollei paikallinen pelastusviranomainen anna eritystä lupaa poiketa tästä.
- Luokan D tulee poistaa käytöstä välittömästi [19.]

Pakollinen säiliön tarkastusvelvoite ei koske pohjavesialueen ulkopuolella olevia ulkosäiliöitä eikä sisälle asennettuja säiliöitä. Kuitenkin säiliö sen sijainnista riippumatta on suositeltavaa tarkastuttaa lakisääteisten tarkastuksien tapaan. Nykyisin monissa kunnissa paikallinen ympäristöviranomainen vaatii ympäristönsuojeluohjeissaan säiliöiden tarkastuksia [19.]

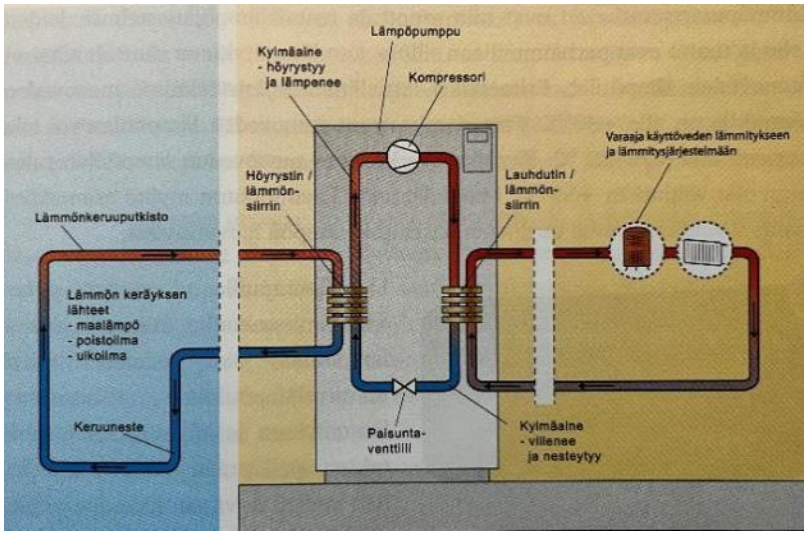
4.2 Lämpöpumput

Lämpöpumppujen historia ja toiminta perustuu jo vuonna 1824 ranskalaisen fyysikon Sadi Carnot´n esittelemään termodynaamiseen kiertoprosessiin. Ensimmäisiä lämpöpumppuja on asennettu rakennuksiin kuitenkin vasta noin sata vuotta myöhemmin 1920-luvulla. Lämpöpumput ovat kasvattaneet suosiotaan kiinteistöjen lämmittämisessä sekä viilentämisessä kuitenkin kunnolla vasta 2000-luvulla. Lämpöpumppuja voidaan käyttää paitsi kiinteistöjen lämmittämiseen myös niiden jäähdyttämiseen. Lämpöpumpun pääkomponentteihin kuuluvat höyrystin ja lauhdutin sekä kompressori ja paisuntaventtiili [20, s. 27–29.]

Lämpöpumpun toiminta perustuu kylmäaineen kiertoon putkilla toisiinsa yhdistettyjen osien höyrystimen ja lauhduttimen välillä. Höyrystimessä alhaiseen paineeseen vapautuneen ja voimakkaasti jäähtyneen kylmäaineen annetaan ottaa lämpöenergiaa talteen ulkoa matalista lämpötiloista. Tämän jälkeen kompressori puristaa kylmäaineen korkeaan paineeseen, jolloin se myös lämpenee voimakkaasti. Kuumentunut sekä paineenalainen kylmäaine ohjataan sisätiloissa olevaan lauhduttimeen tai lämmönsiirtimeen, missä prosessissa syntynyt lämpö luovutetaan käytettäväksi kiinteistön lämmitykseen. Lämpöään luovuttanut kylmäaine jäähtyy ja samalla tiivistyy takaisin nesteeksi. Nestemäinen kylmäaine purkautuu paisuntaventtiilin kautta takaisin höyrystimelle, jolloin sen paine laskee ja lämpötila jäähtyy. Höyrystimeen vapautunut kylmäaine alkaa kerätä itseensä lämpöä, ja aineen sama kiertoprosessi alkaa uudelleen. Kylmäaineiden

ominaisuuksiin kuuluu juuri se, että muuttuessaan nesteestä höyryksi se sitoo voimakkaasti lämpöä itseensä. Sen tiivistyessä takaisin nesteeksi vapautuu puolestaan lämpöä [20, s.27–29.]

Kuvassa 11 on esitettynä lämpöpumpun toimintaperiaate yksinkertaistettuna. Keltaisella pohjalla olevat järjestelmät ovat kiinteistön sisällä, ja sinisellä pohjalla olevat kiinteistön ulkopuolella.



Kuva 11. Lämpöpumpun toimintaperiaate [21.]

Lämpöpumput mitoitetaan tyypillisesti kattamaan n. 70–90 % kiinteistön tehontarpeesta. Sen vuoksi tarvitaan lisälämmönlähteeksi mitoituspakkasilla lämpöpumpun lisäksi esimerkiksi varaajia, joissa on lisäksi sähkövastukset nostamassa lämpötilaa tai jokin muu lämmönlähde kuten esimerkiksi vanha öljylämmitysjärjestelmä tai kaukolämpö. Käytännössä silti todella kylmiä mitoituspakkasia on kuitenkin vain suhteellisen lyhyiden jaksojen ajan vuodessa [17, s. 40.]

Lämpöpumppuratkaisut ovat niin sanottuja matalalämpöjärjestelmiä. Niiden teho ja tuotto on parhaimmillaan silloin, kun lämmitykseen riittävät alhaiset menoveden lämpötilat. Lämpöpumppuratkaisun valintaan vaikuttaa näin ollen kiinteistössä jo olemassa olevat lämmönluovutusjärjestelmät. Mitoituspakkasilla esimerkiksi lattialämmitysjärjestelmissä menoveden lämpötila on alle +40 °C

kun taas patteriverkostossa menoveden lämpötilan on tarpeen olla +70–80 °C [16, s. 60.]

Jos kiinteistön lämmönluovutus on toteutettu lattialämmityksellä tai tuloilman lämmityksellä, saadaan lämpöpumppujärjestelmän hyötysuhde huomattavasti paremmaksi verrattuna siihen, jos kiinteistössä on vesikiertoinen patterilämmitys. Lämpöpumppujärjestelmään siirryttäessä ja mahdollisesti matalamman patteriverkoston lämpötilan käyttöönoton myötä tulee huomioida kiinteistössä jo olemassa olevat patterit, jotka voidaan mahdollisesti joutua uusimaan paremmin lämpöä luovuttaviksi [17, s. 40.]

Lämpöpumpuista puhuttaessa tulee usein esiin arvot COP sekä SCOP. COP-arvo on hyötysuhde tai lämpöpumpun lämpökerroin, joka ilmoittaa lämpöpumpusta saatavan lämpötehon sekä kompressorin ja kiertopumpun kuluttaman sähköenergian suhteen. COP-arvo on teoreettinen maksimihyötysuhde laitteelle, joka ei kuitenkaan kerro hyötysuhdetta todellisissa muuttuvissa olosuhteissa. Käytännössä kohtalaisen hyvänä COP-arvona voidaan pitää arvoa 3. [21, s.40]

Jos lämpöpumppu on tuottanut lämmityskauden aikana esimerkiksi 3000 kWh energiaa, ja vastaavasti kuluttanut 1000 kWh energiaa, voidaan COP-arvo laskea kaavalla 3 [16, s. 59]:

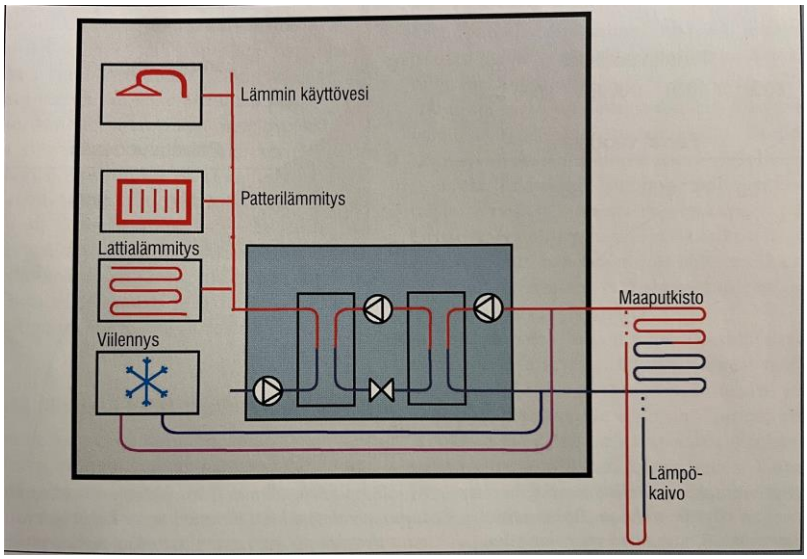
$$\frac{Tuotettu\ energia}{\text{Ostettu energia}} = COP\ = \frac{3000\ kWh}{1000\ kWh} = 3\ (\ COP - arvo) \qquad (3)$$

SCOP-arvo on hyötysuhde, joka ilmoittaa laitteen hyötysuhteen tai lämpökertoimen koko lämmityskauden ajalle. SCOP-arvo kertoo tarkemmin, mikä on laitteen oikea hyötysuhde markkina-alueella, sillä laskenta perustuu jaettuihin ilmastovyöhykkeisiin. SCOP-arvon esittäminen kaikissa erilaisissa pumpuissa perustuu EU-direktiivin vaatimukseen. SCOP-arvo ottaa huomioon vain kiinteistön lämmityksen (lämpimän käyttöveden energiantarve lasketaan erikseen) [21, s.41.]

4.2.1 Maalämpöpumppu

Maalämpöjärjestelmä on järjestelmä, joka perustuu lämpöpumpputekniikkaan, jossa lämmönkeruunesteellä kerätään maasta, kuten energiakaivosta lämpöä talteen. Maalämpöjärjestelmä on niin sanottu matalalämpöjärjestelmä, jonka teho ja tuotto ovat parhaimmillaan, kun lämmitykseen tarvitaan alhaisia menoveden lämpötiloja. Maalämpöjärjestelmän pääkomponentit ovat lämpöpumppu, energiavaraaja, varalämmönlähde sekä lämmönkeruuputkisto. Maalämmössä tarvitaan sähköä mahdolliseen täydentävään lämmöntuotantoon sekä lämpöpumpun ja keruuputkiston kiertovesipumpun käyttämiseen. Maalämpöpumput mitoitetaan tyypillisesti noin 60–80 % teholle maksimitehontarpeesta. Näin ollen lämpöpumpuilla ei ole tarkoitustakaan kylmimmillä keleillä saavuttaa mitoitusulkolämpötilassa vaadittua 100 % tehoa. Näin tehdään siksi, että teholtaan hieman pienempi maalämpöpumppu hankinta kustannuksiltaan edullisempi, sekä se voi lisäksi toimia suurimman osan ajasta hyötysuhteeltaan tehokkaimmalla toiminta-alueella. Maalämpöpumppua voidaan käyttää myös lämpimillä ulkoilmoilla kiinteistön sisätilojen viilennykseen [20, s. 35; 21, s. 46–47.]

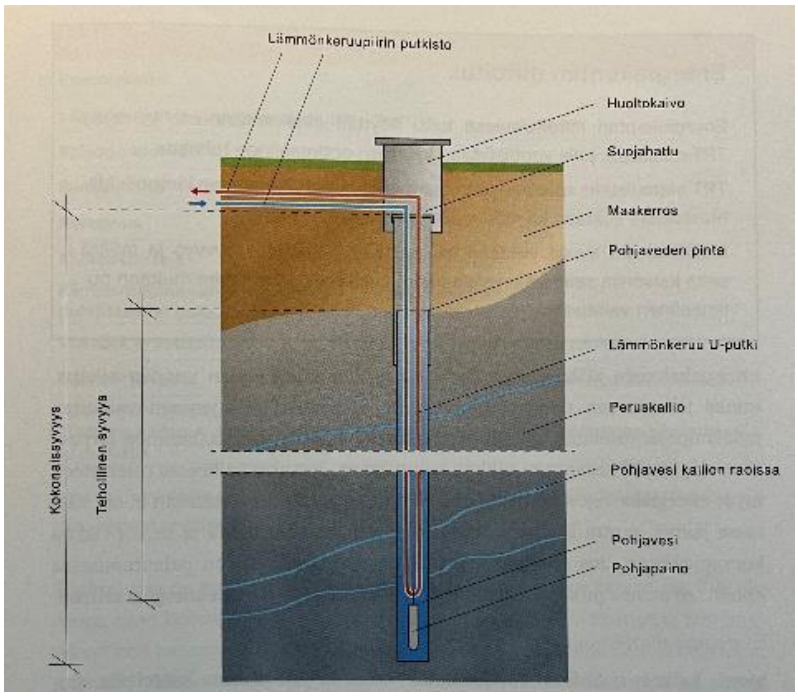
Kuvassa 12 on esitettynä yksinkertaistettuna maalämpöpumpun toimintaperiaate.



Kuva 12. Maalämpöpumpun toimintaperiaate [20, s.63.]

Ellei maalämpöpumpun yhteydessä käytetä muuta lisälämmönlähdettä, järjestelmä tuottaa puuttuvan lämmitystehon suoralla sähköllä, mikä kasvattaa sähkön tarvetta kiinteistössä. Lisääntyvän sähkön tarve alkuperäiseen voi vaatia kiinteistön sähköjärjestelmän parantamista kuten liittymäjohdon ja pääsulakekoon kasvattamista. Mahdollisesti myös sähköpääkeskus on uusittava. Näiden mahdollisten teknisten vaatimusten ja kulujen huomioiminen suunniteltaessa maalämpöä tulee huomioida. Sähkökattila on yleinen tapa hoitaa lisälämmön tarve, ja samalla voidaan varastoida lämpöä. Tämä tulee kuitenkin huomioida korjauskohteissa maalämpöjärjestelmää suunniteltaessa, että järjestelmälle on riittävästi tilaa niin että myös mahdollisesti tarvittavat varaajat mahtuvat [17, s.48.]

Maalämpöpumppu saa lämmönsiirtonesteeseen sitoutunutta energiaa maahan porattavista energiakaivoista. Järjestelmä vaatii toimiakseen yhden tai useamman energiakaivon poraamisen tontille. Energiakaivot ovat tyypillisesti noin 100–350 m syviä, riippuen alueen maaperästä ja tarvittavasta maaperästä saatavasta tehosta. Suomessa pidetään hyvin karkeana arviona kaivosta saatavaan energiaan vuodessa noin 100 kWh metriä kohti. Todelliseen saatavaan energiamäärään vaikuttavat mm. alueellinen sijainti sekä maaperän koostumus. Järjestelmässä kiertävänä lämmönsiirtonesteenä toimii veden ja etanolin seos. Esimerkkikuvassa 13 on esitetty energiakaivon poikkileikkaus sekä maaperän mahdollinen koostumus [17, s. 46.]



Kuva 13. Maalämpöjärjestelmän energiakaivon poikkileikkaus [21, s.51.]

Maalämpöä rakentaessa tulee rakentamiseen vaikuttavat ehdot tarkistaa paikalliselta rakennusvalvonnalta. Esimerkiksi energiakaivojen rakentaminen vaatii aina vähintään toimenpideluvan. Rakennusvalvonnasta selviää myös se, onko tontille edes mahdollista porata maalämpökaivoja, vai sijaitseeko tontti esimerkiksi pohjavesialueella [20, s. 66.]

4.2.2 Ilma-vesilämpöpumppu

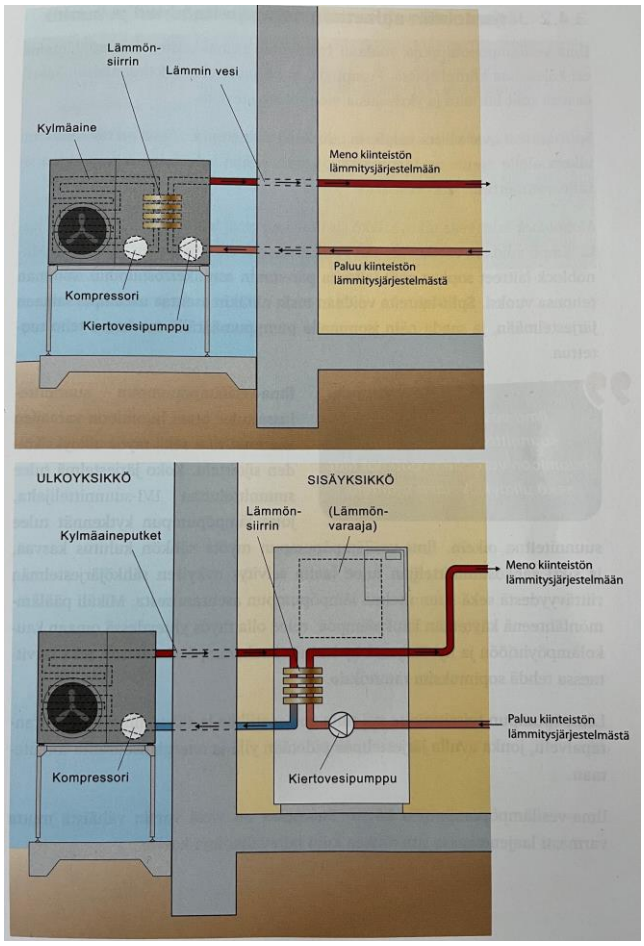
Ilmavesilämpöpumppu (IVLP) on laite, jonka toimintaperiaate on sama kuin muissakin lämpöpumpuissa, kuten esimerkiksi maalämpöpumpussa. Ilma-vesilämpöpumpussa lämpöä otetaan talteen ilmasta maan sijaan. Ilmavesi-lämpöpumppua voidaan verrata myös monelle tutumpaan rakennuksen viilennykseen käytettävään ilmalämpöpumppuun. Erona ilmalämpöpumppuun on järjestelmän kokoluokka ja se, että lämpö kerätään vesivaraajaan. Veteen kerätyllä lämmöllä voidaan lämmittää rakennusta joko lattialämmitysputkiston tai patteriverkoston kautta. Sitä voidaan käyttää myös lämpimän käyttöveden valmistamiseen. Varaajassa on myös sähkövastus, jolla vettä voidaan lämmittää, jos pumpun

keräämä teho ei kovimmilla pakkasilmoilla riitä [20, s.73–74.] Investointina ilma-vesilämpöpumppu on huomattavasti edullisempi verrattuna maalämpöjärjestelmään, koska muun muassa energiakaivojen porauksen kustannus on iso osuus maalämpöjärjestelmästä, eikä sitä IVLP:n kanssa tarvita.

Ilma-vesilämpöpumpun käytön kannalta haastavinta on se, että lämpöä on vaikeinta saada silloin, kun sitä eniten tarvitaan, eli kylmimmillä säillä, kun pakkanen ylittää –20°C astetta. Järjestelmän hyötysuhde laskee tällöin nopeasti. Myös alhainen menoveden lämpötila ei mitoituspakkasilla aina riitä käyttöveden valmistamisessa tarvitsemaan minimilämpötilaan +55°C (Legionellabakteerin esiintymisen takia), silloin kun on muutakin suurta lämmöntarvetta rakennuksessa. Ilma-vesilämpöpumpun kanssa ongelmaa voidaan kyllä hoitaa niin, että lämpöpumppu tuottaa tarpeen vaatiessa kuumempaa vettä käyttövedeksi, ja lämmityksen vesikierto jää siksi aikaa ilman menovettä [20, s.74.]

Johtuen vesi-ilmalämpöpumpun alentuneesta tehosta tuottaa energiaa heikommin kovimmilla pakkasilla, verrattuna esimerkiksi maalämpöön, tarvitsee se muun lisälämmitysjärjestelmän rinnalleen kylmien säiden huipputehon tarvetta varten. Uudiskohteissa lisälämpönä käytetään useasti sähkölämmitystä, mutta vanhemmissa rakennuksissa voidaan jättää rinnalle vanha lämmitysmuoto kuten öljylämmitys [17, s.56–58.]

Ilma-vesilämpöpumput voidaan jakaa periaatteessa kahteen päätyyppiin: kaksiosaisiin split-laitteisiin sekä yksiosaisiin monoblock-laitteisiin. Näiden laitteiden eroa on havainnollistettu kuvassa 14.



Kuva 14.Ilma-vesilämpöpumppujen toimintaperiaate, ylhäällä monoblock-laite ja alhaalla split-laite [16.]

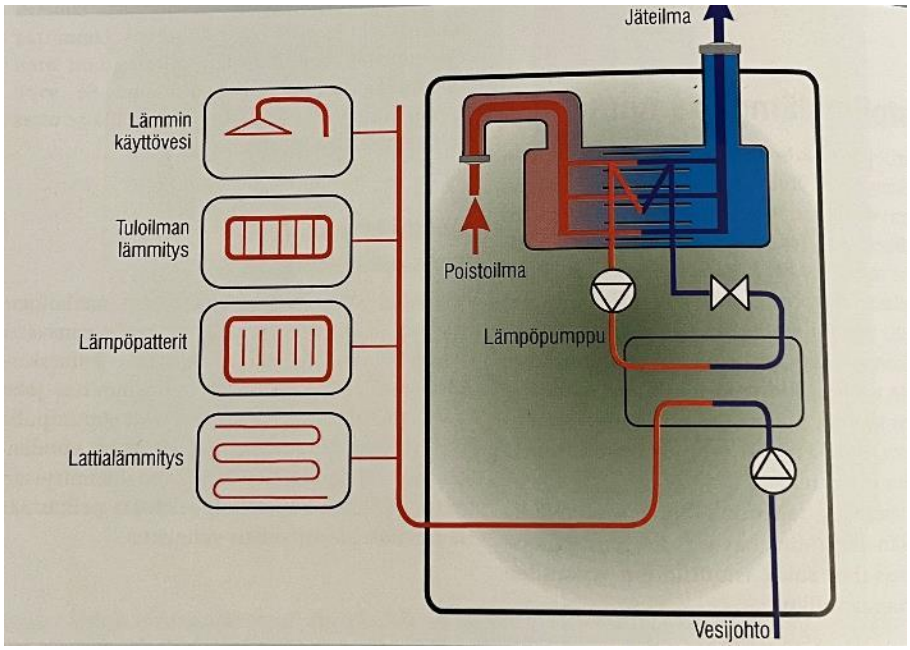
Split-laitteet ovat teholtaan pienempiä, ja niissä on erikseen rakennuksen ulkopuolelle asennettava höyrystimen ja kompressorin käsittävä ulkoyksikkö, josta kylmäaine viedään rakennuksen sisälle asennettuun lauhduttimen sekä vesivaraajan käsittävään sisäyksikköön. Myös ilmalämpöpumput ovat yleisesti split-laitteita. Split-laitteita voidaan asentaa myös suurempaa lämmitystehoa tarvitseviin rakennuksiin asentamalla useampia laitteita samaan järjestelmään, jolloin näin saadaan lämmitykseen tarvittava teho useammalla laitteiden lukumäärällä [17, s.60.]

Monoblock-laitteet sisältävät kaiken kylmäteknisen laitteiston ulkoyksikössä, josta lämpö tuodaan suoraan vesikiertoisena rakennuksen sisällä olevaan varaajaan. Monoblock-laitteet ovat teholtaan suurempia, joten niitä käytetään

mieluimmin isommissa rakennuksissa. Ilma-vesilämpöpumpun myötä rakennuksen sähkönkulutus kasvaa, joten lisääntyvän sähkön tarve alkuperäiseen voi vaatia kiinteistön sähköjärjestelmän parantamista aivan kuten maalämpöjärjestelmän kanssa [17, s.60.]

4.2.3 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu (PILP) on laite, jonka toiminta perustuu rakennuksesta pois puhallettavasta ilmasta kerättävän lämmön hyödyntämiseen rakennuksen lämmityksessä. Yksinkertaisimmin tämä voidaan toteuttaa ilmanvaihtokoneeseen liitetyllä lämmöntalteenottolaitteella, mutta poistoilmalämpöpumpulla energiaa voidaan saada huomattavasti tarkemmin talteen. Poistoilmalämpöpumppu kerää poistoilmasta höyrystinpatterin avulla lämpöenergiaa talteen ja luovuttaa lämmön lauhdutinpatterin avulla laitteen tyypin mukaan, joko lämpimän käyttöveden lämmittämiseen varaajaan, lämmitysverkoston veteen tai tuloilmaan, kuten kuvassa 15 on esitetty [16, s. 63; 20, s.77.]

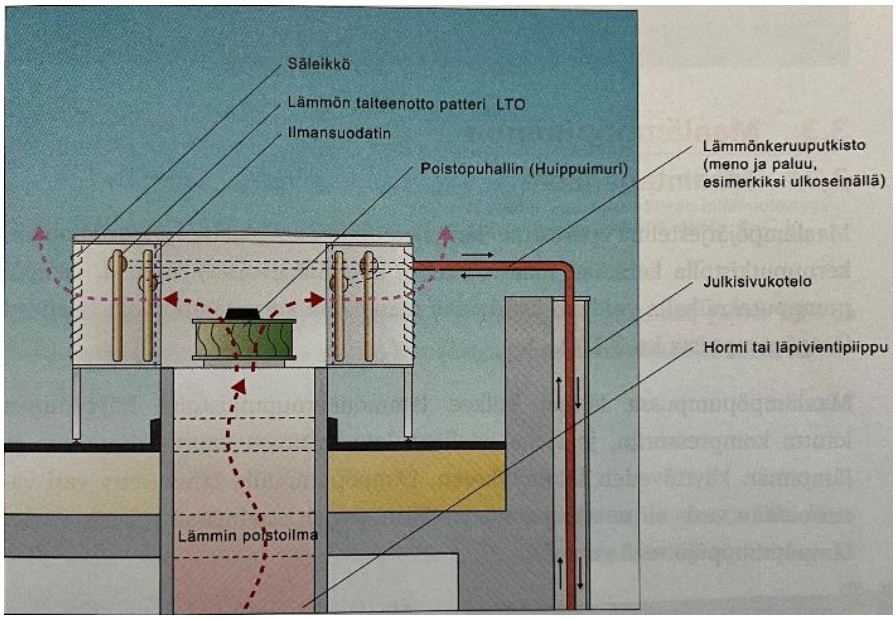


Kuva 15. Poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate [20, s.78.]

Poistoilmalämpöpumppuremontissa joko olemassa olevat ilmanvaihdon poistopuhaltimet uusitaan lämpöä kerääviksi lämmöntalteenottoyksiköiksi, tai tarvittaessa useampia poistoilmapuhaltimia voidaan yhdistää ilmanvaihdon kanavointien avulla yhteen lämmöntalteenottoyksikköön. Useasti lämpöä voidaan joutua keräämään juuri useista eri poistopuhaltimista, jotta sitä saadaan tarpeeksi talteen [21, s.44.]

Poistoilmalämpöpumppu ei riitä yksinään tuottamaan kaikkea rakennuksen tarvitsemaa energiaa mitoituslämpötiloissa. Tilojen tai käyttöveden lämmityksen tarvitsema lisälämpö tuotetaan useimmiten lämpöpumpun vesivaraajan sähkövastuksella. Poistoilmalämpöpumppua voidaan käyttää myös esimerkiksi maalämpöpumpun tai öljylämmityksen rinnalla. Poistoilmalämpöpumpun asentaminen edellyttää, että rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä. Jotta poistoilmapumppujärjestelmä olisi taloudellisesti kannattava, tulee rakennuksessa olla riittävän isot poistoilmamäärät. Iso ilmamäärä takaa sen, että lämpöä on riittävästi siirrettäväksi lämmöntalteenottoyksiköstä nestekiertoiseen järjestelmään [17, s.44.]

Poistoilmalämpöpumppua suunniteltaessa tulee huomioida, että itse puhaltimien, kanavistomuutosten rakennuksen sisällä, lämpöpumpun sekä varaajasäiliön asentamisen lisäksi kustannuksia sekä lisätöitä voi aiheuttaa lämmönkeruuputkiston asentaminen rakennuksen ulkoseinälle, sillä aina putkistoille ei löydetä sopivaa reittiä rakennuksen sisältä, kuten esimerkkikuvassa 16. Mahdollisesti ulkoseinälle asennetut putket vaativat yleensä rakennus- tai toimenpideluvan [21, s.44.]



Kuva 16. PILP-järjestelmän lämmönkeruuyksikön toimintaperiaate rakennuksen katolla [21, s. 45.]

5 Öljylämmityksestä luopuminen

Suomessa olevat rakennukset sekä rakentaminen aiheuttavat noin kolmasosan Suomen ilmaston haitallisista päästöistä. Vaihtaminen fossiilisesta öljystä kestävämpiin ja uusiutuviin lämmitysmuotoihin on konkreettinen tapa vähentää ilmastoon joutuvia päästöjä ja näin ollen toteuttaa tavoitetta hiilineutraalista Suomesta 2035. Olemassa olevan hallitusohjelman mukaisesti on tavoitteena öljyn lämmityskäytöstä luopuminen 2030-luvun alkuun mennessä. Esimerkkiä toimiin näyttää julkinen sektori, jonka on ollut tarkoitus siirtyä kestävämpään lämmitykseen vuoteen 2024 mennessä. Öljylämmitysjärjestelmien remontit ovat myös osa hallituksen kestävän kehityksen elvytyksen nopeita toimia. Toimet auttavat mahdollisesti taloutta elpymään sekä vastaavat samalla ilmastokriisin ja luonnon köyhtymiseen [22.]

Vuonna 2022 rakennusten lämmitykseen kuluvan energian osuus Suomen koko energian loppukulutuksesta on ollut noin 27 prosentin luokkaa. Lämmitysöljyn osuus on ollut noin 20 prosenttia Suomessa käytetyn ja tuotetun energian osuudesta vuonna 2022. [23.]

5.1 Öljylämmitysjärjestelmästä luopumisen tuet

Siirtymistä kestävämpiin lämmitysmuotoihin vauhditetaan ja tuetaan kuluvalla vuosikymmenyksellä öljylämmityksestä luopumisen toimenpideohjelmalla. Ohjelmassa esitetään mahdollisia toimia, joilla öljylämmitystä käyttäviä yksityisiä sekä julkisia tahoja kannustetaan vaihtamaan fossiilisesta öljystä muihin lämmitysmuotoihin. Esimerkkejä mahdollisista toimista ovat erilaiset avustukset ja tuet, verotusratkaisut, neuvonta asiaan liittyen sekä säädösohjaus. Ohjelma on laadittu ympäristöministeriössä yhteistyössä useiden tahojen kanssa mm. maa- ja metsätalousministeriö, Tilastokeskus sekä Motiva ry [22.]

Pientalokohteissa on mahdollista saada avustusta 4000 euroa, kun talossa siirrytään öljylämmityksestä maalämpöön, ilma-vesilämpöpumppuun tai kaukolämpöön. Siirryttäessä johonkin muuhun järjestelmään, joka ei käytä fossiilisia polttoaineita, on avustusta mahdollista saada 2500 euroa. Pientalojen avustukset myöntää Pirkanmaan ELY-keskus eli Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Avustuksia varten on varattu alun perin 35,6 miljoonan euron rahasumma, joka riittää noin 36 000 remontin tukemiseen. Pientalojen avustusta on mahdollista hakea ja saada niin kauan, kuin siihen osoitetut määrärahat riittävät. Insinöörityön tekohetkellä tukea riittää vielä noin 9000 remonttiin [23.]

Kuntien, seurakuntien, yhdistyksien sekä kuntien omistamien liikelaitoksien on mahdollista hakea Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n myöntämää tukea öljylämmityksestä luopumiseen. Kuntien on mahdollista hakea avustusta lokakuuhun 2025 asti ja muiden lokakuuhun 2024 asti. Seurakuntien ja yhdistyksien saama avustusprosentti voi olla enintään 20 % hyväksytyistä kustannuksista, kun taas kuntien osalta avustuksen suuruus riippuu siitä, onko kunta liittynyt vapaaehtoiseen energiatehokkuussopimukseen:

- Kunnille, jotka ovat liittyneet vapaaehtoiseen energiatehokkuussopimukseen, avustus voi olla enintään 35 % hyväksytyistä kustannuksista.
- Kunnille, jotka eivät ole liittyneet vapaaehtoiseen energiatehokkuus-sopimukseen, avustus voi olla enintään 30 % hyväksytyistä kustannuksista. [24.]

ARA on myöntänyt myös energia-avustuksia asuinrakennuksien energiatehokkuutta parantaviin hankkeisiin vuosien 2020–2023 aikana, mutta enää avustusta ei voi saada [24.]

Yrityksien sekä yhteisöjen kohdalla tukea myöntää Business Finland. Energiatukea lämmitysjärjestelmän vaihtoon voidaan myöntää sellaisiin yrityksien investointi- ja katselmushankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä energian tuotannon tai käytön tehostamista tai muuten muokkaavat energiajärjestelmää vähähiilisemmäksi pitkällä aikavälillä. Uusiutuvan energian hankkeita on mahdollista tukea vain uuden teknologian osalta. Huomioitavaa on, että saatavalla tuella on oltava merkittävä vaikutus hankkeen käynnistämiseen [25.]

Energiatuen myöntämisessä etusijalla ovat uuden teknologian hankkeet. Uudella teknologialla tarkoitetaan sellaisia uudenlaisia ratkaisuja, joita ei ole Suomessa aiemmin käytetty, ja jotka ovat keskeisiä energia- ja ilmastotavoitteiden kannalta. Tyypillisesti kyseessä voi olla ensimmäinen tai ensimmäisiä kaupallisia toteutuksia Suomessa. Myös tavanomaisen teknologian hankkeita voidaan tukea harkitusti, ja näistä etusijalla ovat hyvin valmistellut ja suunnitellut hankkeet sekä huolellisesti laaditut tukihakemukset [25.]

Energiatukea maksetaan organisaatiolle toteutuneiden raportoitujen kustannusten perusteella. Hankkeen investointikustannusten tulee olla vähintään 10 000 euroa (energiatehokkuus) tai 30 000 euroa (uusiutuva energia uusi teknologia) ja enintään 5 000 000 euroa. Uuden teknologian investointihankkeissa enimmäistukitaso on pk-yrityksille 40 % ja suurille yrityksille 30 % kustannuksista. Tavanomaisen teknologian kohdalla energiatuen on 15–25 % riippuen siitä, onko yritys liittynyt energiatehokkuussopimuksiin vai ei [25.]

5.2 Sähkönkulutuksen lisääntyminen

Lämpöpumppujärjestelmän korvatessa olemassa olevan vanhan öljylämmitysjärjestelmän kiinteistön sähkötehon tarve yleensä lisääntyy. Kiinteistössä olemassa oleviin sähköjärjestelmiin joudutaan mahdollisesti tekemään muutoksia, joista aiheutuu lisäkustannuksia. Harkittaessa kiinteistön siirtymistä lämpöpumppujärjestelmiin tulee kartoittaa kiinteistön sähköjärjestelmien tekniset ominaisuudet sekä teknisten ominaisuuksien sopivuus lämpöpumpun tarpeisiin. Olemassa olevan kiinteistön sähköjärjestelmien kartoituksessa tulisi selvittää ainakin seuraavia asioita:

- sähköliittymän syöttökaapelin ominaisuudet
- sähköliittymän pääsulakkeiden koko
- pääkeskuksen nimellisvirta
- lämpöpumppujärjestelmän käyttämän sähkökeskuksen sähkön syötön sulakkeiden koko sähköpääkeskuksessa
- lämpöpumppujärjestelmän käyttämän sähkökeskuksen nimellisvirta
- lämpöpumppulaitteiston käyttämän sähkökeskuksen vapaat lähdöt [26, s.19.]

Sähköliittymän syöttökaapelin ominaisuuksien sekä pääsulakkeiden kokojen selvittäminen on tärkeää lämpöpumppuhanketta suunniteltaessa. Näistä saadaan selville, onko syöttökaapelissa mahdollisuuksia lisätä kuormitusta lämpöpumppulaitteiston vaatiman lisäkuormituksen verran sekä onko pääsulake riittävän suuri lämpöpumppujärjestelmän sähkönkuormitusta varten [26, s.19.]

Pääsääntöisesti voidaan todeta, että vanhassa kiinteistössä olemassa olevan sähköliittymän pääsulake ei ole riittävän suuri lämpöpumpun tarvitseman sähkönkuormituksen lisäämistä varten. Jos sulakekokoa joudutaan korottamaan, tulee seuraavaksi selvittää sähköpääkeskuksen nimellisvirta. Mikäli nimellisvirta on riittävä, ei sähköpääkeskusta tarvitse uusia, mutta jos nimellisvirta ei ole riittävä, joudutaan sähköpääkeskus uusimaan. Jos sähköpääkeskus on muuten kunnossa sekä sillä on vielä teknistä käyttöikää jäljellä, on taloudellisesti järkevämpää jättää vanha sähköpääkeskus paikalleen ja asentaa kokonaan uusi

sähköpääkeskus. Uudesta sähköpääkeskuksesta asennetaan syöttökaapeli vanhaan sähköpääkeskukseen, jolloin vanhasta sähköpääkeskuksesta tulee nousukeskus [26, s.20.]

Jo olemassa olevissa vanhoissa lämmitysjärjestelmissä sähkönsyötöt tulevat kiinteistökeskukselta, joka on sähköpääkeskuksen alakeskus. Sähköpääkeskuksessa tai nousukeskuksessa ovat kiinteistökeskuksen noususulakkeet. Mikäli sähköpääkeskusta ei uusita, tulee sieltä kiinteistökeskukselle lähtevän virran ja sulakkeiden koko selvittää. Jos virta ja sulakkeet ovat riittävät, ei kiinteistökeskusta ole välttämätöntä uusia. Huomioon tulee kuitenkin ottaa, onko kiinteistökeskuksessa riittävästi vapaita lähtöjä lämpöpumppujärjestelmää varten. Jos todetaan, että niitä ei ole, tulee kiinteistökeskus uusia tai asentaa olemassa olevalle kiinteistökeskukselle asentaa alakeskus, jossa on riittävästi lähtöjä lämpöpumppujärjestelmän laitteistoja varten. [26, s.20.]

Yleensä olemassa olevassa kiinteistökeskuksen syöttökaapelissa ja kiinteistökeskuksessa ei ole kapasiteettia lämpöpumppulaitteiston sähköistämiseen [26, s.20.]

6 Esimerkkikohde

6.1 Perustiedot

Tämä insinöörityön esimerkkikiinteistönä toimii Ikaalisissa sijaitseva kiinteistö. Kiinteistöön kuuluu korkeampi hallirakennus sekä sen yhteydessä oleva matalampi toimistorakennus. Rakennukset ovat rakennettu 1980-luvulla ja niitä on vuosien saatossa uudistettu ja korjattu eri järjestelmien osalta. Osa rakennuksen rakenteista ja järjestelmistä ovat vielä alkuperäisiä. Rakennuksessa on keskuslämmitysjärjestelmä, jonka lämmönlähteenä toimii öljykattila. Öljykattila on teholtaan 325 kW ja alkuperäinen vuodelta 1983. Öljypoltin on uusittu viime vuosien aikana samoin kuin öljysäiliö. Öljynkulutus on kiinteistössä keskimäärin ollut noin 10 000 litraa polttoöljyä vuodessa. Rakennuksessa oleva rakennusautomaatiojärjestelmää on osittain uusittu, mutta vanhoja komponentteja ja

toimilaitteita on vielä käytössä. Rakennuksien lämmönluovutus on toteutettu vesikiertoisilla lämmityspattereilla sekä tuloilman lämmittämisellä ilmanvaihtokoneissa. Lämpimän käyttöveden osuus rakennuksen energiankulutuksessa on marginaalisen pieni. Lisäksi se tuotetaan sähkölämmitteisellä lämminvesivaraajalla. Toimisto-osassa on jälkiasennettuna yksi ilmalämpöpumppu.

Rakennuksessa tapahtuvan yritystoiminnan takia sekä rakennuksen rakenteellisten ominaisuuksien takia rakennuksessa on muun muassa lämmitysteknillisesti ja ilmanvaihtoteknisesti haastavasti ratkaistavia toteutuksia. Lämmitysteknillisesti haastavan rakennuksesta tekee muun muassa se, että rakennuksen hallitilan molemmissa päissä sijaitsee yli 4 metriä korkeat ja melkein koko seinän levyiset nosto-ovet, jotka saattavat olla samanaikaisesti auki. Ilmanvaihtoteknisesti suurien aukkojen lämpöhäviöiden hallintaan on käytössä nosto-ovien yhteydessä oviverhopuhaltimia. Tämän takia hallitilaan tulee suuria lämpöhäviöitä isojen ulkoilmaan yhteydessä olevien aukkojen sekä läpivedon vaikutuksesta. Myös hallitilan rakennustekniset ominaisuudet vaikuttavat lämpöhäviöihin. Tilassa tapahtuvan toiminnan seurauksena ilmaan vapautuu suuria määriä epäpuhtauksia, joiden takia on esimerkiksi haastavaa saada kierrätysilmaa hyödynnettyä.

6.2 Kohteen lähtökohdat

Kohteen lämmitysjärjestelmänä toimiva öljylämmitysjärjestelmä on toimintakuntoinen ja siihen on tehty uudistuksia viimevuosien aikana. Muun muassa öljypoltin sekä öljysäiliö on uusittu. Teknisiltä ominaisuuksilta sekä teknisen käyttöiän perustella kohteessa ei olisi tarvetta uusia kuin itse öljylämmityskattila, joka on ylittänyt sille tyypillisen teknisen käyttöiän, joka on noin 30–40 vuotta. Pelkän kattilan uusiminen kustantaisi arviolta noin 13 000 € (alv 0 %) + työt [27]. Tämä kustannus tulee huomioida myös vaihtoehtoiseen lämmitysjärjestelmään siirryttäessä, jos huipputehontarve katetaan olemassa olevalla öljylämmitysjärjestelmällä, eikä esimerkiksi asenneta uutta sähkölämmitteistä puskurivaraajaa.

Kiinteistössä oleva 325 kW:n tehoinen öljylämmityskattila on mitoitukseltaan ylisuuri verrattuna kohteen kokoon sekä laskennalliseen lämmitystehontarpeeseen, joka on luokkaa noin 35–50 kW. Aikaisemmin lämmityskattilat on mitoitettu suurpiirteisesti yläkanttiin. Kohteessa olevien nosto-ovien suuri käyttöaste ja siitä johtuvat suuret lämpöhäviöt nostavat oviverhopuhaltimien lämmityksen hetkellistä piikkitehoa huomattavasti mitoitusulkolämpötiloilla.

Kiinteistössä nosto-ovien yhteydessä olemassa olevien oviverhopuhaltimien, joiden tarkoitus on estää lämpöhäviöitä ulkoilmaan sekä lämmittää sisään tulevaa ulkoilmaa, vaihtaminen toisentyyppiseen ratkaisuun on esimerkkikohteessa haasteellista. Tämän tyyppisissä tiloissa yhdistyy isot ovet, ovien tiheä käyttöaste, alipaineisuus sekä ilman läpivirtaus, jolloin oviverhopuhaltimien tuottaman ilmaverhon oikeaoppinen toiminta saadaan harvoin toimimaan.

Kiinteistön tekninen tila, josta nykyinen öljylämmitysjärjestelmä löytyy, on suhteellisen ahdas. Sinne ei välttämättä saada mahtumaan lämpöpumppujärjestelmän komponentteja, jos vanha öljylämmitys jätetään toimimaan rinnalle. Tällöin lämpöpumppu tulisi sijoittaa kiinteistössä johonkin vaihtoehtoiseen toiseen tilaan.

Kiinteistössä oleva rakennusautomaatiojärjestelmä on suurelta osin alkuperäistä eikä vastaa uusien lämpöpumppujärjestelmien vaatimuksia. Myös vuoden 2024 lopussa tulevan lakimuutoksen (733/2020) johdosta kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmä ei vastaa lain vaatimuksia [28.] Kiinteistön rakennusautomatiikan uusiminen olisi ajankohtaista tehdä joka tapauksessa vuoden 2024 loppuun mennessä uuden lakimuutoksen astuessa voimaan vuoden 2025 alussa, vaikka vaihtoehtoiseen lämmitysmuotoon vaihdettaisiin vasta myöhemmin tulevaisuudessa.

6.3 Selvitystyö kohteeseen

Vaihtoehtoisen lämmitysjärjestelmän valinnan selvittämistä varten kysyttiin eräiltä lämpöpumpputoimittajilta heidän näkemyksiään ja ehdotuksiaan esimerkkikohteesta. Lisäksi ilmanvaihtoteknisiltä laitetoimittajilta kysyttiin näkemyksiä kohteen oviverhopuhaltimien korvaamisesta. Lähtötietoina selvityksille käytettiin olemassa olevia tietoja kohteesta mm. olemassa oleva lämmitysjärjestelmän teho, lämmönluovutustapa ja vuotuinen energiankulutus. Tärkeimpänä lähtötietona ja perusteena laitesuosituksille käytettiin kohteessa olevaa karkeaa arviota vuotuisesta lämmitysöljynkulutuksesta eli noin 10 000 l, joka vastaa energiankulutuksena noin 100 000 kWh vuodessa. Lisäksi lähtötietona käytettiin kohteessa olemassa olevan kattilan lämmitystehoa 325 kW.

Lämpöpumppujärjestelmiä toimittavista yrityksistä sekä ilmanvaihtoteknisiä järjestelmiä toimittavista yrityksistä oltiin työhön liittyen yhteydessä seuraaviin yrityksiin:

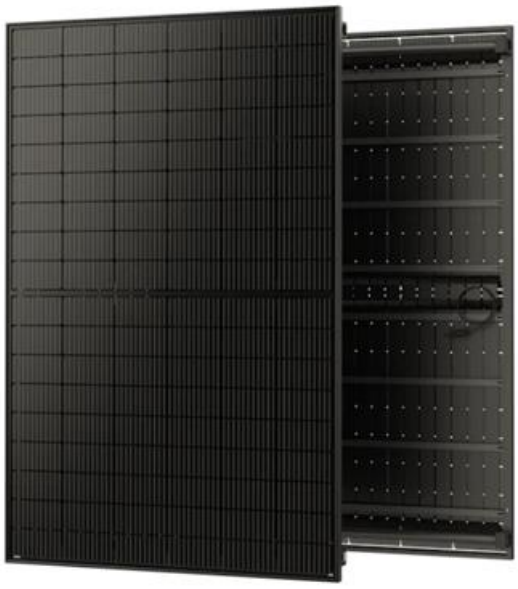
- Gebwell Oy
- Kaukora Oy
- Nibe Oy
- Oilon Oy
- Rototec Oy
- Stravent Oy.

Yrityksistä saatiin vastauksina laskelmia laite-ehdotuksista karkeilla kustannusavioilla sekä suoria vastauksia, että joitakin lämmitysmuotoja ei ole järkevää tai mahdollista kohteeseen asentaa.

Työn loppuvaiheessa oltiin vielä yhteydessä alalla tuoretta aurinkopaneelitekniikkaa toimittavaan Energio Oy:hyn, joka on erikoistunut uuden teknologian PVT (Photovoltaic Panel) hybridiaurinkopaneeleihin. PVT-paneeleissa yhdistyy aurinkosähkön keräys sekä lämmitysenergian talteenotto ainutlaatuisella tavalla, kuten tuotekuvauksessa kerrotaan:

> Aurinkosähkön tuotannossa aurinkokennot lämpiävät. Kennojen taakse kiinnitetty lämmönvaihdin kerää tämän lämmön talteen jäähdyttäen paneelia samalla. Eristämätön lämmönvaihdin absorboi energiaa myös ulkoilmasta. Näistä syistä hybridipaneelit tuottavat erittäin tehokkaasti matalalämpöistä lämpöenergiaa, joka vertautuu maalämpökaivoista saatavaan lämpöenergiaan [29.]

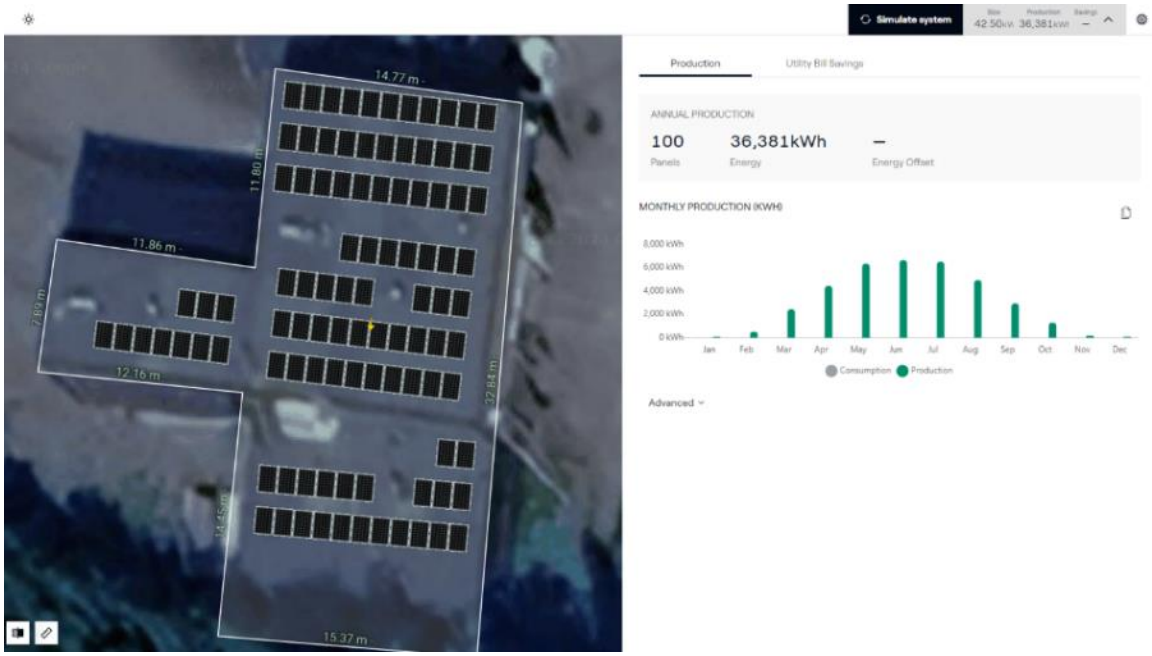
Hybridipaneelien tärkeimmät käyttökohteet ovat yhdessä maalämpöjärjestelmän kanssa parantamassa lämpöpumpun hyötysuhdetta kohteissa, joissa tontille ei voida porata tarpeeksi energiakaivoja, tai jos jo olemassa olevat kaivot jäähtyvät. Paneelien asentamisella voidaan myös säästää porattavien energiakaivojen määrässä, vaikka tontille olisi mahdollista niitä useampi porata. Paneeleiden sähköteho on 425 kW per paneeli ja niiden lämpöteho niin korkea, että yhdellä paneelilla tuotetaan 7–8 kertaa energiaa verrattuna tavanomaiseen aurinkopaneeliin. Yhden hybridipaneelin tuottaessa yli 2000 kWh lämpöenergiaa vuodessa saavutetaan tarvittava lämpöenergian määrä yleensä nopeammin kuin sähkön tarve. Usein hybridipaneeleita sisältävissä aurinkosähköjärjestelmissä onkin esimerkiksi 1/3 kuvan 17 kaltaisia hybridipaneeleja ja loput tavanomaisia aurinkopaneeleita [29.]



Kuva 17. PVT-hybridipaneeli [29.]

Uuden maalämpöjärjestelmän kanssa energiakaivoja korvataan hybridipaneelien tuottamalla energialla, jolloin energiakaivoja voidaan porata määrällisesti vähemmän. Näin ollen voidaan säästä huomattavasti energiakaivojen porauksista aiheutuvista kustannuksista. Lisäksi esimerkiksi kaivojen jäähtyminen tai jäätyminen voidaan estää, sekä jo jäähtyneet kaivot voidaan elvyttää hybridipaneelien avulla [29.]

Esimerkkikohteen kohdalla on esitetty kuvassa 18 teoreettinen maksimimäärä paneeleita, joita kohteeseen olisi mahdollista asentaa. Määrä on noin 100 kpl DualSun Spring4 425W hybridipaneeleita. Järjestelmän lämmöntuotto olisi arviolta noin 200 MWh vuodessa lämpöpumpun kylmälle puolelle kytkettävillä paneeleilla. Järjestelmän vuotuinen sähköntuotto on noin 36 000 kWh sekä paneelien ehdotettu sijoittelu rakennuksen katolla näkyy kuvassa 20 [30.]



Kuva 18. Esimerkkikohteeseen mallinnettu teoreettinen maksimimäärä PVT-hybridipaneeleita [30.]

Teoreettisella maksimimäärällä mitoitettuna paneelien tuottamalla energialla voitaisiin korvata karkeasti noin 2000–2400 m porattavaa maalämmön energiakaivoa. Esimerkkikohteen kohdalla kuitenkin arvioitu kaivojen määrä on noin 3x 200–250 m, joten järjestelmä olisi tällaisenaan aivan liian suureksi ylimitoitettu.

Hybridipaneelit eivät kuitenkaan sovellu kaikkiin kohteisiin. Kohteessa tulee olla lämpöpumppujärjestelmä sekä nestekiertoinen lämmitysmuoto. Jos kohteessa ei ole lämmölle mitään sijoituspaikkaa, kuten maalämmön energiakaivot tai lämpöpumpun peruskuorma, eivät hybridipaneelit ole kannattavia. Myöskään pieniin maalämpökohteisiin, joissa on esimerkiksi vain yksi energiakaivo, ei hybridipaneelien aiheuttama lisäkustannus ole usein järkevä. Hybridipaneelien vaikutus lämpöpumpun kustannuksiin ei tällöin ole tarpeeksi paljon laskeva [29.]

Kohteen alueella toimivaa paikallista energialaitosta sekä kunnan rakennusvalvontaa lähestyttiin myös työhön liittyen. Paikalliselta energialaitokselta saatiin tiedoksi, että kohteessa on tutkimushetkellä ollut sähkön tuntimitattu huipputeho noin luokkaa 20kW. Näin ollen kohteen nykyinen sähköliittymä 3x64A ei oletettavasti tulisi riittämään lämpöpumppujärjestelmän tarpeisiin, vaan sähköliittymää tulisi korottaa. Sähköliittymän korotus 3x64A -> 3x80A kustantaisi karkeasti 2000 € energiayhtiön puolelta [31]. Lisäksi tulisi kuluja itse keskuksen ja mahdollisesti liittymäkaapelin uusimisesta karkeasti noin 15 000 € (keskus ~8000 €, kaapelin uusiminen ~ 5000 € ja asennustyöt ~2000 €).

Kunnan rakennusvalvonnalta selvitettiin, onko kyseiselle tontille mahdollista porata maalämpöjärjestelmän vaatimia energiakaivoja. Vastauksena saatiin, että kiinteistö ei sijaitse pohjavesialueella, joten sen puolesta ei ole estettä energiakaivon poraukselle. Naapurin kuuleminen tulee kuitenkin kyseeseen, mikäli kaivo porataan lähelle naapurin rajaa. Tontilta tulee myös kartoittaa siellä olemassa olevat maanalaiset johdot- ja linjat. Kaivon poraamiseen tarvitaan lisäksi toimenpidelupa, josta pitää löytyä liitteenä asemapiirros, mihin kaivon tai kaivojen paikat tulisivat sijoittumaan tontilla [32.]

6.4 Ehdotetut järjestelmät

Mainittavimpana ja heti ensimmäisenä huomiona esiin nousi nosto-ovien yhteydessä olevien oviverhopuhaltimien vaatima suuri hetkellinen tehontarve ovien avautuessa mitoituslämpötiloissa. Tämä ilmeni eri toimittajien ehdottaessa vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää. Oviverhopuhaltimien uusimisella kohteessa

pystyttäisiin mahdollisesti säästämään suuria määriä energiaa, ja näin ollen vaikuttamaan lämmitysjärjestelmän mitoitustehon pienentämiseen. Pienempitehoinen lämpöpumppujärjestelmä on niin hankinta- kuin asennuskustannuksiltaan edullisempi. Myös pienentyvä energiankulutus saa aikaan kustannussäästöjä ajan kuluessa.

Kohteen oviverhopuhaltimien kohdalla saatiin vastauksena Stravent Oy:ltä, että niiden uusiminen energiatehokkaammiksi sekä oikeaoppisesti toimiviksi olisi haastavaa. Jos toiminta haluttaisiin oikeaoppisesti toimiviksi, paras ratkaisu voisi olla auton kokoinen ”tuulikaappi”, jolla varmistetaan, ettei yhtäkään ovea ole missään vaiheessa suoraan auki ulkoilmaan. Ilmaverhokoneen voisi asentaa tuulikaapin ulko-ovelle, jolloin molempien ovien ollessa kiinni tuulikaapin tilavuus saataisiin lämmitettyä jälkikäyntiajan avulla. Auto ajaisi tällöin ensiksi tuulikaappiin, jonka jälkeen suljetaan ulko-ovi ja sieltä sitten itse katsastustilaan [33.] Tuulikaapin rakentamisesta aiheutuisi merkittäviä lisäkustannuksia kiinteistölle, ja sen rakentaminen olisi iso muutostyö, joten siihen ryhtyminen ei välttämättä ole taloudellisesti järkevää.

Myös poistoilmalämpöpumpun (PILP) asentaminen kumottiin laitetoimittajien näkemysten tukemana sekä kohteen teknisten ominaisuuksien vuoksi [34.] Esimerkkikohteeseen poistoilmalämpöpumppua ei ole teknisesti järkevällä tavalla mahdollista toteuttaa, eikä se olisi myöskään taloudellisesti järkevää. Kohteessa olevien erillispoistojen ja poistopuhaltimen ilmavirrat ovat verrattain liian pieniä, jotta niistä saataisiin tehokkaasti tarvittavaa lämpöenergiaa talteen. Myös poistoilmakanavistojen yhdistäminen yhteen kanavistomuutoksilla aiheuttaisi turhan suuria kustannuksia saatavaan hyötyyn nähden.

Jos kohteeseen ehdotettaisiin vaihtoehtoista PTS-toimenpidettä koskien lämmitysjärjestelmää, sopivimmat ja varteenotettavimmat järjestelmät olisivat joko ilma-vesilämpöpumppu tai maalämpöpumppu. Maalämpöpumppu on hankintakustannuksiltaan huomattavasti ilma-vesilämpöpumppua kalliimpi. Itse lämpöpumppujen hinnoissa ei ole suuria eroja, mutta maalämmön kohdalla energiakaivojen poraus aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia verrattuna ilma-

vesilämpöpumpun asentamiseen. Vaihtoehtona olisi asentaa maalämpöpumpun rinnalle PVT-hybridipaneeleita, jolloin energiakaivojen tarvittava määrä olisi pienempi.

Lämpöpumppujärjestelmien energiantuottomäärissä ei ole kovin suuria eroja, kuten liitteissä 1–4 olevista laskelmista voidaan todeta (liiteet 1–4). Karkeasti voidaan esimerkkikohteen kohdalla sanoa, että maalämpö tuottaa laskennasta hieman riippuen noin 10 % enemmän energiaa vuodessa verrattuna ilma-vesilämpöpumppuun. Myös itse lämpöpumpun laitteiden kuluttama sähköenergian määrä on maalämpöpumpun kohdalla hieman matalampi verrattuna ilma-vesilämpöpumppuun (liite 1, s.1–2.)

Esimerkkikohteessa maalämpöpumppujärjestelmään siirryttäessä järjestelmä voidaan mitoittaa joko ns. täydelle tehontarpeelle, jolloin lisäenergian tarve on vähäistä, tai esimerkiksi kattamaan 80 % tehontarpeesta. Tällöin voidaan jättää olemassa oleva öljylämmitys varalle, tai purkaa se pois ja korvata sähkölämmityksellä [35.] Vaihtoehtona voisi olla myös lisätä maalämpöpumpun rinnalle aurinkosähköjärjestelmä, joka sisältäisi PVT-hybridipaneeleita. Järjestelmällä tuotettaisiin sekä sähköenergiaa kiinteistölle, kuin myös lisää lämpöenergiaa maalämmön rinnalla. Tällöin itse maalämpöpumppu voitaisiin mitoittaa myös pienemmällä teholla.

Laitetoimittajan ehdottama mitoitus maalämpöjärjestelmän rinnalle asennettavien PVT-hybridipaneelien kohdalla kohteeseen olisi 10 kappaletta hybridipaneeleita, joiden lämmöntuotto on vuodessa noin 24 000 kWh eli karkeasti 1/4 kiinteistön vuotuisesta energiankulutuksesta. Järjestelmän lämpöteho on 13,7 kW sekä sähköteho 4,25 kWp. Järjestelmällä pystytään korvaamaan noin 200 metriä porattavaa energiakaivoa, eli karkeasti noin 1/3 kohteeseen ehdotettujen järjestelmien tarvitsemasta energiakaivojen määrästä. Arvio maalämpöjärjestelmän vuotuisesta SCOP-arvon noususta on noin 12 % [30.]

Ilma-vesilämpöpumppuun siirryttäessä ja lämpöpumpun toimintaperiaate huomioiden on järjestelmän rinnalla oltava suurempitehoinen lisälämmönlähde.

Rinnalle voidaan jättää jo olemassa oleva öljylämmitysjärjestelmä tai korvata se suurempitehoisella sähkölämmityksellä [35.] Ilma-vesilämpöpumpun haasteena on, mitä pohjoisemmas mennään, sitä pidempiä aikoja ulkoilman lämpötila tulee pysymään pakkasella. Ulkoilman lämpötilan laskiessa yli -15°C lämpöpumpun tuottama teho ja hyötysuhde heikkenee, sillä silloin lämmitystä joudutaan hoitamaan lisälämmönlähteellä. Esimerkkikohteen sijainnissa järjestelmä toimisi vielä hyvin.

Molempien järjestelmien siirtymisen kohdalla rakennuksen sähkönjakelujärjestelmä sekä rakennusautomaatiojärjestelmä tulisi päivittää. Myös molempien vaihtoehtoisten lämmitysjärjestelmien kohdalla, jos öljylämmitys jätettäisiin lisälämmönlähteeksi, tulee itse lämmityskattila myös uusia lähiaikoina. Aiemmin öljylämmitystä ei olisi kannattanut jättää lisälämmönlähteeksi rinnalle, sillä silloin ei olisi saanut ARA:n myöntämää avustusta. Tällä hetkellä avustuksen saaminen on lopetettu ainakin toistaiseksi, joten sen puolesta öljylämmityksen jättämisestä ei koituisi haittaa.

6.5 Järjestelmien kannattavuus

Maalämpöpumppujärjestelmään tai ilma-vesilämpöpumppujärjestelmään siirryttäessä saataisiin molemmilla järjestelmillä vuotuisia energiansäästöjä aikaan (liitteet 1–5). Maalämmön kohdalla vuotuiset energiansäästöt ovat karkeasti laskettuna noin 60–80 % laskennassa käytettävistä lähtötiedoista riippuen. Eri laitetoimittajien laskelmissa on käytetty hiukan eri lähtöarvoja (mm. tilojen lämmitysenergian tarve ja sisälämpötila) ja sen takia ne eivät ole suoraan vertailukelpoisia keskenään (liitteet 1–4).

Laskelmissa ei ole huomioitu lämpimän käyttöveden osuutta, sillä sen osuus on marginaalinen koko vuosikulutuksesta. Lisäksi lämpöpumppujärjestelmään vaihtaessa saataisiin positiivisia ympäristövaikutuksia pienentyvillä kiinteistön lämmityksen aiheuttamilla hiilidioksidi (CO_2) päästöillä. Laskennassa käytettävien yksiköiden arvoista riippuen keskimääräinen hiilidioksidipäästöjen vähentyminen on vuositasolla noin 50 % luokkaa [Liite 1–4]. Todelliseen päästöjen

vähenemiseen vaikuttaa kuitenkin oleellisesti lisälämmön tuotantotapa sekä kiinteistön todellinen energiankulutus.

Esimerkkilaskennassa on käytetty sähkön hintana 0,15 €/kWh sekä lämmitysöljyn hintana 1,5 €/litra. Näin ollen vuotuiset lämmityskustannukset ovat olleet lämmitysöljyn kulutuksella laskettuna 15 000 €. Kuluissa ei ole huomioitu lämmitysjärjestelmän käyttämää sähköenergiaa eikä otettu huomioon energiankustannusten oletettua vuotuista nousua. Lämpöpumppujen vuotuiset lämmityskustannukset on laskettu lämpöpumpun kuluttaman ja tarvitseman lisälämmitysenergian (sähkö) summalla. Energiansäästö on laskettu esimerkkikohteen nykyisen energiankulutuksen ja lämpöpumpun tarvitseman sähkön ostoenergiankulutuksen erotuksella. Kuvassa 19 on laskettuna eri toimittajien ehdottamien järjestelmien energiansäästöt kilowattitunteina sekä euroina.

Järjestelmien laskennallisia energiansäästöjä

Kaukora Oy				
Järjestelmä	Vuotuinen energiankulutus/ kWh	Vuotuiset kustannukset €	Säästö €/vuosi	Energiansäästö kWh/vuosi
Maalämpö	21869	3280	**11 720**	78131
IVLP	41111	6167	**8 833**	58889
Öljylämmitys	10000	15000		

NIBE Oy				
Järjestelmä	Vuotuinen energiankulutus/ kWh	Vuotuiset kustannukset €	Säästö €/vuosi	Energiansäästö kWh/vuosi
Maalämpö	23043	3456	**11 544**	76957
IVLP	30905	4636	**10 364**	69095
Öljylämmitys	10000	15000		

Oilon Oy				
Järjestelmä	Vuotuinen energiankulutus/ kWh	Vuotuiset kustannukset €	Säästö €/vuosi	Energiansäästö kWh/vuosi
Maalämpö	20377	3057	**11 943**	79623
IVLP				
Öljylämmitys	10000	15000		

GEBWELL Oy				
Järjestelmä	Vuotuinen energiankulutus/ kWh	Vuotuiset kustannukset €	Säästö €/vuosi	Energiansäästö kWh/vuosi
Maalämpö	23375	3506	**11 494**	76625
IVLP				
Öljylämmitys	10000	15000		

Kuva 19. Lämmitysjärjestelmien teoreettisia kustannuslaskelmia eri toimittajien välillä.

Laskelmista voidaan todeta, että laitetoimittajasta ja heidän laskentamenetelmistänsä riippuen maalämpöjärjestelmällä saadaan vuodessa suurimmat

säästöt energiankulutuksessa. Kaikkien neljän laitetoimittajan kesken vaihtelu kustannuksien ja säästöjen suhteen on hyvin pientä.

Energiansäästön myötä kiinteistön vuotuiset lämmityskustannukset pienentyvät. Pienentyneiden vuotuisten lämmityskustannusten myötä investoinnista aiheutuvat kulut maksavat itsensä takaisin ajan kuluessa. Investoinnin takaisinmaksuajaksi kutsutaan sitä määrää vuosia, joiden kuluessa investointi tulojen lisäyksellä tai menojen säästöillä maksaa hankintamenonsa [36, s.22]. Takaisinmaksuaika jättää huomioimatta investoinnin pitoajan, takaisinmaksuajan jälkeiset tulon lisäykset tai menon säästöt ja eriaikaisiin maksusuorituksiin liittyvät korkovaikutukset [36, s.22].

Todellisuudessa takaisinmaksuaikaan ja investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat kuitenkin muuttuvat ostoenergian kustannukset (mm. sähkö ja öljy), lämmitysenergian todellinen ja muuttuva vuotuinen kulutus sekä talouden inflaatio. Laskuissa ei ole otettu huomioon järjestelmien LCC-elinkaarikustannuksia eli käytön aikaisia ja käytöstä poiston johtuvia kustannuksia. Myöskään liitännäisjärjestelmien uusimista aiheutuvia kuluja ei ole huomioitu, olettaen että ne ovat samansuuruiset kumpaan tahansa järjestelmistä siirryttäisiin (mm. sähköjärjestelmien uusiminen ja öljykattilan uusinta). Maalämmön osalta on laskennoissa käytetty hinta-arviona kaikille laitteille energiakaivojen porauksien kustannuksina 40 €/metri ja kaivojen syvyytenä 3x200m, eli yhteensä 24 000 € [37].

Vuotuisten lämmityskustannusten säästöjen avulla on laskettu järjestelmän teoreettinen koroton takaisinmaksuaika kaavalla 4 [36, s.22.]:

$$n = \frac{H}{\mathrm{T}} \qquad (4)$$

n on takaisinmaksuaika vuosissa
H on hankintahinta (investointi)
T on vuosittainen tuotto (lämmityskustannusten säästö)

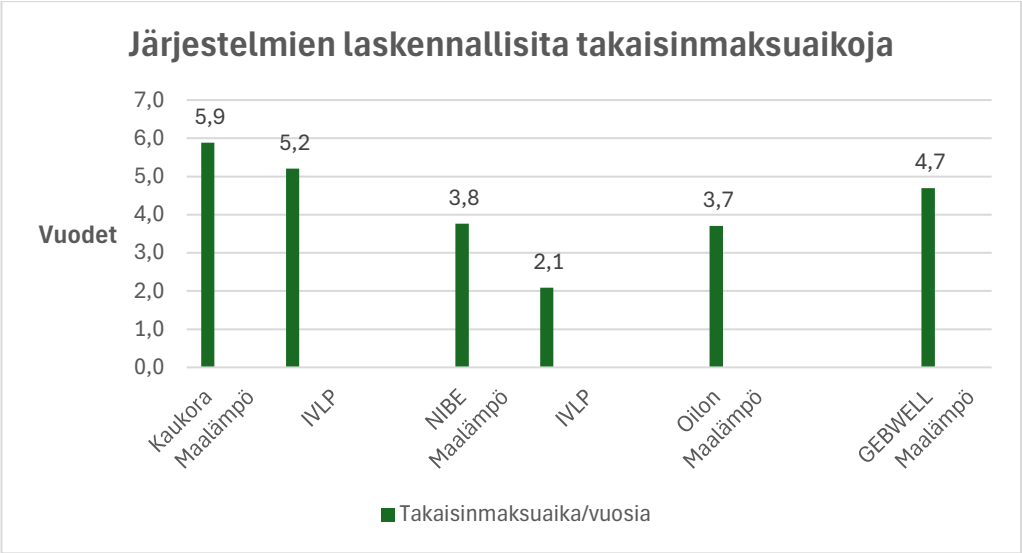
Suoraan investoinnin hankintahinnan ja vuotuisen arvioidun säästön perusteella saatiin laskennallisiksi takaisinmaksuajoiksi noin 2–6 vuotta, kuten kuvasta 20 voidaan saada selville. Alimman kahden toimittajan kohdalla on laskettu vain maalämpöjärjestelmälle takaisinmaksuaika, sillä heiltä ei saatu ehdotusta ilma-vesilämpöpumppujärjestelmästä.

Järjestelmien laskennallisia takaisinmaksuaikoja

Kaukora	Hankintahinta/ €	Säästö €/vuosi	Takaisinmaksuaika/vuosia
Maalämpö	69000	11 720	5,9
IVLP	46000	8 833	5,2
NIBE	Hankintahinta/ €	Säästö €/vuosi	Takaisinmaksuaika/vuosia
Maalämpö	43454	11 544	3,8
IVLP	21594	10 364	2,1
Oilon	Hankintahinta/ €	Säästö €/vuosi	Takaisinmaksuaika/vuosia
Maalämpö	44300	11 943	3,7
GEBWELL	Hankintahinta/ €	Säästö €/vuosi	Takaisinmaksuaika/vuosia
Maalämpö	54000	11 494	4,7

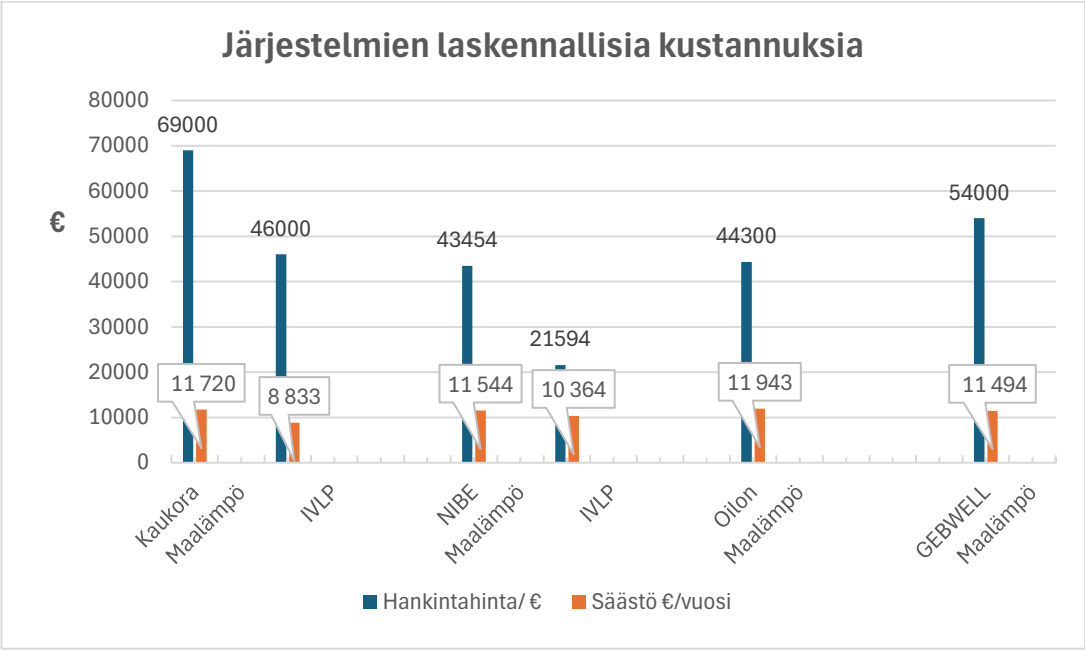
Kuva 20. Lämmitysjärjestelmien investointien laskennallisia takaisinmaksuaikoja.

Ilma-vesilämpöpumppujen kohdalla takaisinmaksuaika on lyhyempi kuin maalämmön osalta, joka johtuu maalämpöjärjestelmän suuremmista hankintakuluista kuten taulukosta 21 voidaan todeta.



Kuva 21. Järjestelmien laskennallisia takaisinmaksuaikoja.

Maalämpöjärjestelmällä saadaan suuremmat vuotuiset lämmityskustannusten säästöt, kuten kuvasta 22 nähdään, ja näin ollen pitkällä aikavälillä se tulee tuottamaan suurempia taloudellisia säästöjä verrattuna ilma-vesilämpöpumppuun.



Kuva 22. Järjestelmien kustannukset sekä saadut säästöt vuositasolla.

Laitetoimittajan ehdottaman PVT-hybridipaneelien asentamisen kokonaiskustannukset kohteeseen maalämpöjärjestelmän rinnalle ovat karkeasti noin 14 000 €. Järjestelmän asentamisella säästetään energiakaivojen porauksen määrässä 1/3 eli noin 200 metriä. Laskelmissa käytetyn metrihinnan perusteella säästettäisiin energiakaivojen osalta 8 000 €, joten itse järjestelmän asentamisesta tulisi lisähintaa 6 000 €. Tällöin 4,25 kWp tehoisen aurinkosähkön osuudeksi jäisi tuo 6 000 € [30.] Vuotuinen paneelien sähköntuotto on laskettu arviolla 850 kWh/kWp ja sähkönhintana on käytetty 0,15 €/kWh. Ehdotetun järjestelmän vuotuisen sähköntuotannon ja lämpöpumpun tarvitseman lisälämpönä toimivan sähkön ostoenergian noin 2000 kWh vuodessa säästön kautta karkeasti laskettuna järjestelmä maksaisi itsensä takaisin noin 7 vuodessa kuten kuvasta 23 nähdään. Lisäksi on mahdollista asentaa tavanomaisia aurinkopaneeleita PVT-hybridipaneelien rinnalle. Tällöin saadaan sähköntuottoa ylöspäin, ja järjestelmän takaisinmaksuaikaa saadaan lyhennettyä entisestään vähentyneen verkosta ostettavan sähköenergian tarpeen vuoksi [30.]

Järjestelmän laskennallinen takaisinmaksuaika

Energio	Hankintahinta/ €	Vuosituotto kWh	Säästö €/vuosi	Takaisinmaksuaika/vuosia
PVT-hybridipaneelit	6000	3613	842	**7,1**

Kuva 23. PVT-hybridipaneelijärjestelmän laskennallinen takaisinmaksuaika.

Todellisuudessa järjestelmän hankkimisen aiheuttamien kustannuksien takaisinmaksuaika tulee olemaan kuitenkin mahdollisesti lyhyempi. PVT-hybridipaneeleilla on mahdollista parantaa lämpöpumpun hyötysuhdetta, vähentää huipputehon käyttöä ja varastoida auringosta saatavaa energiaa kesäaikana energiakaivoihin myöhemmin talvella käytettäväksi. Lämpöpumpun vuotuiset ostettavan sähköenergian kustannukset pienenevät, sillä aurinkosähköjärjestelmästä saatavan aurinkosähkön eli ”ilmaisen energian” osuus pienentää verkosta ostettavaa sähkön määrää. Tarkempi määrä vuotuisista säästöistä ja tarkempi järjestelmän takaisinmaksuaika riippuu järjestelmän tuottaman lämmitysenergian määrästä, mahdollisesti lisänä asennettavien aurinkopaneelien lukumäärästä ja kustannuksista, sekä koko aurinkosähköjärjestelmän vuotuisesta

sähköntuotannon määrästä. Hybridipaneelien käyttäminen myös pidentää lämpöpumpun kompressorin käyttöikää vähentyvän kompressorin käyntiajan takia. Vähentynyt kompressorin käyntiaika mahdollistaa säästöjä ylläpito- ja huoltokustannuksissa.

Aurinkosähköjärjestelmän osalta sähkön- ja lämmitysenergian tuotannon määrään vaikuttavat paneelien teho/hyötysuhde, sijainti, kallistuskulma ja suuntaus. Järjestelmän tuottaman vuotuisen sähkötehon määrää voi ennustaa erilaisilla simulaatio-ohjelmilla. Ohjelma muodostaa simulaation ja laskelman annettujen tietojen ja keskimääräisen paikallisen säädatan perusteella [38.]

Tarkempia järjestelmien takaisinmaksuaikoja ja vuotuisia säästöjä varten olisi laskennassa pitänyt huomioida esimerkiksi korollinen takaisinmaksuaika (jos investointi on rahoitettu lainalla), LCC:n kustannuslaskelmat ja LCC:n nykyarvo. Lisäksi LCC-laskelmat tulisi laskea diskontatun kumulatiivisen kassavirran menetelmällä. Vaikka kassavirran nykyarvolaskentaa DCF käytetään tyypillisesti yritysten ja kiinteistöjen arvon määritykseen, sopii se myös säästötoimien tarkasteluun ja vaihtoehtojen vertailuun [36, s.24] Menetelmällä voidaan hyvin ottaa huomioon toisistaan poikkeavien vuosien vaikutukset laskelmiin, esimerkiksi mahdollisten korjauksien sekä uusintojen aiheuttamien kustannuksien osalta tai saatujen vuotuisten säästöjen osalta [36, s.24].

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä työssä oli tavoitteena tutkia vaihtoehtoisen lämmitysjärjestelmän PTS-toimenpiteen ehdottamista esimerkkikohteena käytetyn tyyppiseen kiinteistöön. Esimerkkikohteena olleessa kiinteistössä tämänhetkisellä polttoöljyn hinnalla ja kohteen vuotuisella öljynkulutuksella olisi taloudellisesti järkevää luopua öljylämmityksestä tai ainakin vähentää öljylämmityksen osuutta kiinteistön lämmityksessä. Myös tulevaisuuden yhteiskunnalliset tavoitteet pyrkiä vähentämään fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja samalla pienentää hiilidioksidipäästöjä tulisivat täytettyä lämmitysjärjestelmän vaihtamisella.

Taloudellisesti sekä teknisesti järkevintä olisi esimerkkikohteessa siirtyä joko ilma-vesilämpöpumppuun tai maalämpöpumppuun sekä jättää joko vanha öljylämmitys rinnalle tai korvata se sähkölämmitteisellä varaajalla. Jos nykyinen öljylämmitys jätettäisiin lisälämmönlähteeksi, olisi lämmityskattilan uusiminen kuitenkin tarpeellista. Maalämpöön siirryttäessä hankintakustannukset ovat ilma-vesilämpöpumppua korkeammat, mutta vuositasolla katsottuna ja pitkällä aikavälillä tarkasteltuna maalämmöllä olisi mahdollista saada aikaan suurempia energiansäästöjä, ja näin ollen taloudellisia säästöjä.

Varmaksi voidaan todeta se, että valitsee kiinteistön omistaja kumman tahansa lämmitysjärjestelmän, maalämmön tai ilma-vesilämpöpumpun, investointi maksaisi itsensä takaisin ajan kuluessa. Myös mahdollisesti lisäksi asennetavien PVT-hybridipaneelien investointikulut säästyisivät auringosta saatavan ilmaisenergian takia ajan kuluessa. Lämmitysjärjestelmän vaihtamisen tarkemmat kustannukset sekä teknisesti ja optimaalisesti sopivimman lämmityslaitteen selviäminen jäi työn tulosten osalta kuitenkin osin puutteelliseksi.

Tarkempaa selvitystä varten olisi pitänyt olla satavilla erittäin tarkat tekniset lähtötiedot ja suunnitelmat kohteesta, joita kuitenkaan ei ollut tätä työtä tehdessä saatavilla. Myös kohteen todellisia lämpöhäviöitä sekä olosuhdesimulointeja tulisi tutkia niihin soveltuvilla ohjelmistoilla teknisesti tarkempia tuloksia varten. Yleisellä tasolla saatiin kuitenkin selkeä käsitys siitä, mitä vaihtoehtoista lämmitysmuotoa olisi kohteen kohdalla järkevintä ja mahdollista toteuttaa, ja mitä ei.

Esimerkkikohteen kohdalla itse lämmitysjärjestelmän vaihtamisen lisäksi tulisi lisäkustannuksia vielä rakennuksen sähköjärjestelmien uusimisesta lämpöpumppujärjestelmän tarpeita vastaavaksi sekä myös rakennusautomaatiojärjestelmän uusimisesta. Mahdollisia rakennusteknisiä kuluja voi myös tulla, jos lämpöpumppujärjestelmä jouduttaisiin asentamaan toiseen tilaan nykyisen teknisen tilan sijasta.

Työtä tehtäessä haastavimmaksi ongelmaksi ratkaista esimerkkikohteen kohdalla ilmeni se, että kuinka suuret nosto-ovien aiheuttamat lämpöhäviöt ja niistä

johtuvat hetkelliset lämmitystehontarpeen kulutuspiikkien tarpeet saataisiin lämpöpumppujärjestelmään siirryttäessä järkevästi ratkaistua. Oviverhopuhaltimien suurien hetkellisien tehontarpeiden tarkempi tutkiminen ja niiden tehontarpeen vähentäminen olisi järkevää, vaikka vaihtoehtoista PTS-toimenpidettä ei lämmitysjärjestelmälle ehdotettaisikaan.

Työn aikana korostui tärkeänä havaintona se, että ennen vaihtoehtoisen lämmitysjärjestelmän harkitsemista tulee kiinteistölle tehdä huolellinen kartoitus, jossa käydään kiinteistössä olemassa olevat järjestelmät ja niiden sen hetkinen kunto läpi. Muun muassa nykyisen sähköpääkeskuksen kunto, sulakkeiden koko sekä olemassa olevan öljykattilan ja säiliön kunto tulisi kartoittaa. Esimerkiksi vääräntyyppinen sähkön syöttökaapeli tai liian pienet sähköpääkeskuksen sulakkeet voivat estää lämpöpumpun käyttämisen kiinteistössä. Myöskään hiljattain uusitun öljypolttimen tai öljykattilan hävittäminen vaihtoehtoiseen lämmitysmuotoon siirryttäessä ei ole välttämättä järkevää, koska lämpöpumppujärjestelmät mitoitetaan pääsääntöisesti kattamaan vain suurin osa kiinteistön tehon tarpeesta. Toimintakuntoinen öljylämmitysjärjestelmä kannattaisi vielä jättää lisälämmönlähteeksi. Tällä hetkellä öljylämmitysjärjestelmän jättämisestä ei koituisi haittaa, toistaiseksi lopetettujen tukien saamisen näkökulmasta.

Työn aikana opittiin tuntemaan alalla pitkään toimineita lämpöpumppujärjestelmiin erikoistuneita yrityksiä sekä alalla uudempia innovaatioita tarjoavia yrityksiä. Työtä tehtäessä verkostoiduttiin alalla toimivien yrityksien kanssa ja saatiin yhteyshenkilöitä, joilta voidaan saada tukea mahdollisesti myöhemmin tulevien projektien yhteydessä.

Tässä työssä esitettyä aineistoa sekä tuloksia voidaan hyödyntää mahdollisissa teknisesti tarkemmissa jatkoselvityksissä sekä vastaavanlaisten kiinteistöjen PTS-suunnittelussa vaihtoehtoisen lämmitysjärjestelmän osalta. Tarkemmissa selvityksissä tulisi teknisten lähtötietojen kuitenkin olla tarkemmin tiedossa, ja tarkempia investointisuunnitelmia varten kaikki investointiin vaikuttavat tekijät pitäisi ottaa mahdollisimman tarkasti huomioon laskelmia tehtäessä.

Jokaista kohdetta, johon ehdotetaan vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää, tulisi tarkastella erikseen. Lähtökohtaisesti mitä suurempi kiinteistö on, sitä tuntuvammat vuotuiset säästöt on mahdollista saada lämmityskuluissa, ja sen takia sitä lyhyempi on investoinnin takaisinmaksuaika. Järjestelmän vaihtamisen toteutukseen sekä kannattavuuteen vaikuttaa kohdekohtaisesti niin moni muuttuva tekijä ja ne kaikki tulisi ottaa huomioon toimenpidettä harkittaessa. Varmana voitaisiin kuitenkin pitää sitä, että tulevaisuudessa Suomessa tulee vastaan kasvavissa määrin vastaavanlaisia kiinteistöjä, jossa lämmitysjärjestelmän vaihtaminen energiatehokkaampaan ja vähäpäästöisempään on ajankohtaista.

Lähteet

1 Ympäristöministeriön ohjeistus öljylämmityksestä luopumiseen, Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/oljylammityksesta-luopuminen>. Luettu 9.2.2023.

2 Tietoa Granlundista. Verkkoaineisto. Granlund. <https://www.gralund.fi/meista>. Luettu 3.2.2024.

3 Granlund palvelut. Verkkoaineisto. Granlund. <https://www.granlund.fi/palvelut>. Luettu 3.2.2024.

4 Toimitilakiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. 2019. RT 103097. Rakennustieto.

5 Kiinteistön kuntoarvio. 2014. Rakennustieto.

6 Tekninen kuntoarvioraportti. 2023. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.

7 Rakennustapaselostusmalli. 2001. RT 15-10762. Rakennustieto.

8 Granlund Manager. Verkkosovellus. 2023.Granlund Oy.

9 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. 2008. RT 18-10922. Rakennustieto.

10 Käyhkö, Kasper. 2023. Lämmitysjärjestelmien historiaa, Verkkoaineisto. Asuinrakennukset. <https://www.asuinrakennukset.fi/jarjestelmat/lammitysjarjestelmat-eri-aikakausina>. Päivitetty 7.1.2024. Luettu 4.2.2024.

11 Tietoa öljylämmityksestä. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/oljylammitys>. Luettu 4.2.2024.

12 Öljylämmityksen energiatehokkuus. Verkkoaineisto. Lämmitysenergia Yhdistys. <https://oljylammitys.fi/energiatehokkuus/oljylammitysjarjestelman-energiatehokkuus>. Luettu 5.2.2024.

13 Huhtinen, Markku. 1999. Öljylämmitystekniikka. Öljy- ja kaasulämmitys yhdistys Ry.

14 Öljy on tehokasta energiaa. Verkkoaineisto. Lämmitysenergia Yhdistys. <https://oljylammitys.fi/energiatehokkuus/oljy-on-tehokasta-energiaa/>. Luettu 20.3.2023.

15 Laatukattila Oy. Tuotetietoja lämmityskattiloista. Verkkoaineisto. Laatukattila. < https://www.laatukattila.fi/lammityskattilat/>. Luettu 9.2.2024.

16 Korkala, Tapio. 2019. Lämmitys- Hoito & huolto. Kiinteistöalan kustannus Oy.

17 Ouman. Tuote-esite lämmönsäätimestä. Verkkoaineisto. Ouman. <https://ouman.fi/documentbank/EH-800__brochure__fi.pdf.>. Luettu 11.2.2024.

18 Öljysäiliön kunnossapito. Verkkoaineisto. Lämmitysenergia Yhdistys. <https://oljylammitys.fi/huolto-ja-kunnostus/oljysailion-kunnossapito/>. Luettu 21.3.2024.

19 Tietoa öljysäiliöistä. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/-/oljysailion-kunnosta-kannattaa-huolehtia#61a12174>. Luettu 6.2.2024.

20 Perälä, Rae. 2013. Lämpöpumput, Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmistä. 3. uudistettu painos. Helsinki: Alfamer/Karisto.

21 Kemppainen, Arto. 2022. Taloyhtiön energiatehokkaat lämmitysratkaisut. Helsinki: Kiinteistömedia Oy.

22 Ympäristöministeriön ohjeistus öljylämmityksestä luopumiseen. Verkkoaineisto- Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/oljylammityksesta-luopuminen>. Luettu 9.2.2024.

23 Energian kokonaiskulutus energialähteittäin. Muuttujina tiedot, vuosiluku, energialähde, 2022. 2023. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_12vq.px/table/tableViewLayout1/>. Päivitetty 20.2.2024. Luettu 20.2.2024.

24 Avustus kunnille, seurakunnille ja yhdistyksille öljy- ja kaasulämmityksestä luopumiseen. Verkkoaineisto. ARA. <https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Avustus_oljylammityksesta_luopumiseen>. Luettu 3.4.2024.

25 Business Finland Energiatuki. Verkkoaineisto. Business Finland. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>. Luettu 9.2.2024.

26 Manner, Markku. 2017. Lämpöpumppujärjestelmien sähköasennukset. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus tietokanta.

27 Laatinen, Juha. 2024. Myyntipäällikkö, Oilon Oy, Lahti. Keskustelu 23.2.2024.

28 Lakirakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. Verkkoaineisto. Finlex. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733>. Luettu 3.4.2024.

29 Hybridipaneelit. Verkkoaineisto. Energio Oy. <https://energio.fi/pages/hybridipaneelit>. Luettu 11.4.2024.

30 Robertsson, Vesa. 2024. Energio Oy, Helsinki. Keskustelu 3.4.2024.

31 Asiakaspalvelu. 2024. Leppäkosken Sähkö Oy. Keskustelu 26.2.2024.

32 Suoniemi, Hannu. 2024. Rakennustarkastaja, Ikaalisten kaupunki, Ikaalinen. Keskustelu 6.3.2024.

33 Karhulahti, Kim. 2024. Tuotepäällikkö, Stravent Oy, Espoo. Keskustelu 29.2.2024.

34 Tallberg, Wiktor. 2024. Tekninen myyjä, Nibe Energy Systems Oy, Vantaa. Keskustelu 16.2.2024.

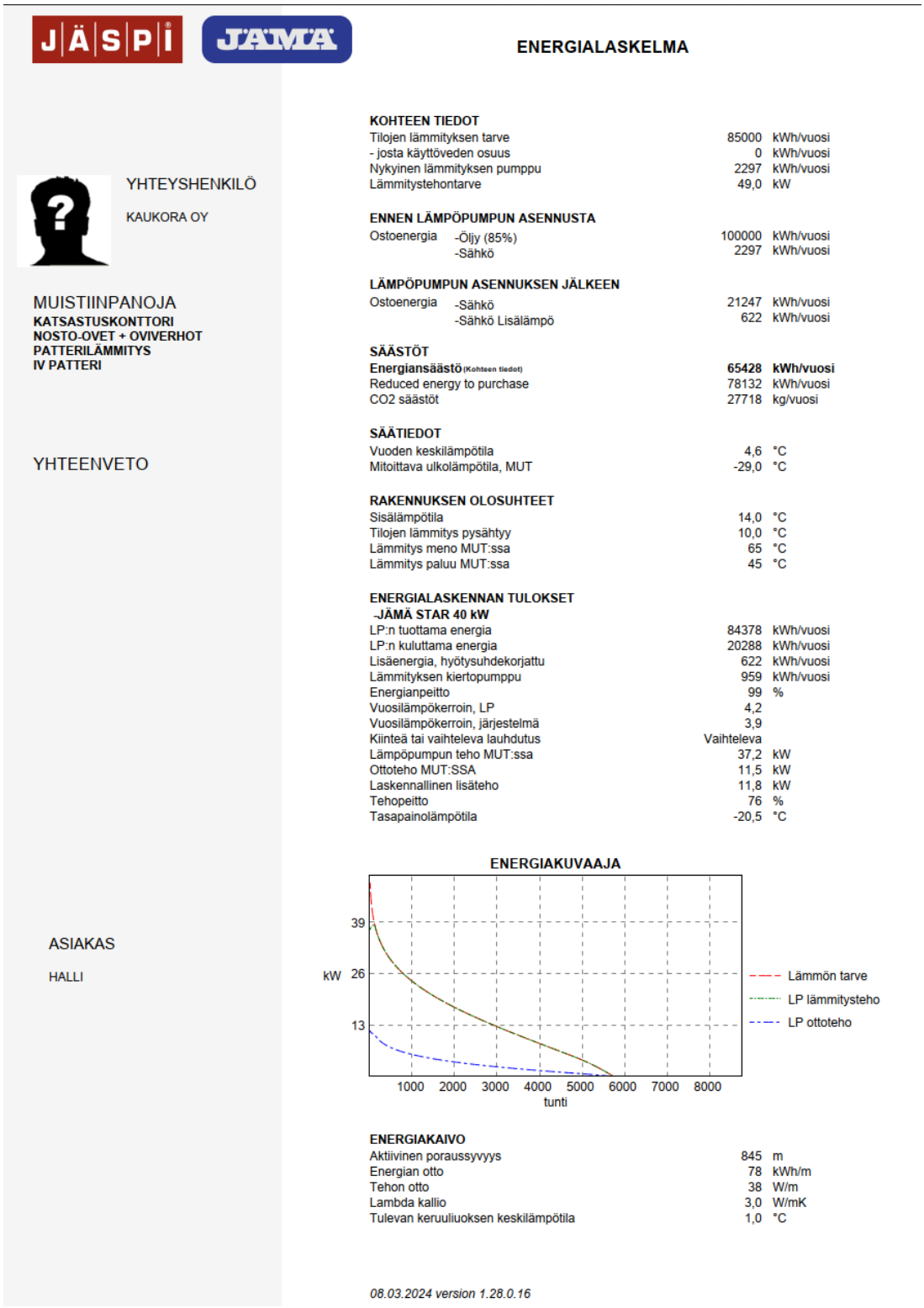
35 Rauhala, Mikko. 2024. Projektimyyntipäällikkö, Kaukora Oy, Raisio. Keskustelu 8.3.2024.

36 Kujala, Mikko. 2021. Maakaasusta maalämpöön- toteutus ja kannattavuus. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus tietokanta.

37 Petteri, Matikainen. 2024. Tarjouslaskija, Gebwell Oy, Leppävirta. Keskustelu 8.4.2024.

38 Miten aurinkopaneeleiden tuottoa voi ennustaa. Verkkoaineisto. Lumme Energia. <https://www.lumme-energia.fi/blogi/miten-aurinkopaneeleiden-tuottoa-voi-ennustaa>. Luettu 6.5.2024.

Kaukora Oy:n energialaskemat ja järjestelmäehdotukset



JÄSPI JÄMÄ

ENERGIALASKELMA

YHTEYSHENKILÖ

KAUKORA OY

MUISTIINPANOJA
KATSASTUSKONTTORI
NOSTO-OVET + OVIVERHOT
PATTERILÄMMITYS
IV PATTERI

YHTEENVETO

ASIAKAS

HALLI

KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	85000	kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0	kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	2297	kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	49,0	kW

ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia	-Öljy (85%)	100000	kWh/vuosi
	-Sähkö	2297	kWh/vuosi

LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia	-Sähkö	21247	kWh/vuosi
	-Sähkö Lisälämpö	622	kWh/vuosi

SÄÄSTÖT

Energiansäästö (Kohteen tiedot)	**65428**	**kWh/vuosi**
Reduced energy to purchase	78132	kWh/vuosi
CO2 säästöt	27718	kg/vuosi

SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	4,6	°C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-29,0	°C

RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

Sisälämpötila	14,0	°C
Tilojen lämmitys pysähtyy	10,0	°C
Lämmitys meno MUT:ssa	65	°C
Lämmitys paluu MUT:ssa	45	°C

ENERGIALASKENNAN TULOKSET
-JÄMÄ STAR 40 kW

LP:n tuottama energia	84378	kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	20288	kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	622	kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	959	kWh/vuosi
Energianpeitto	99	%
Vuosilämpökerroin, LP	4,2	
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	3,9	
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva	
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	37,2	kW
Ottoteho MUT:SSA	11,5	kW
Laskennallinen lisäteho	11,8	kW
Tehopeitto	76	%
Tasapainolämpötila	-20,5	°C

ENERGIAKUVAAJA

ENERGIAKAIVO

Aktiivinen poraussyvyys	845	m
Energian otto	78	kWh/m
Tehon otto	38	W/m
Lambda kallio	3,0	W/mK
Tulevan keruuliuoksen keskilämpötila	1,0	°C

08.03.2024 version 1.28.0.16

Kuva 1. Ehdotetun Kaukora Oy:n maalämpöpumppujärjestelmän energialaskelma.

JÄSPI JÄMÄ

ENERGIALASKELMA

YHTEYSHENKILÖ

KAUKORA OY

MUISTIINPANOJA
KATSASTUSKONTTORI
NOSTO-OVET + OVIVERHOT
PATTERILÄMMITYS
IV PATTERI

YHTEENVETO

ASIAKAS

HALLI

KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve		85000	kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus		0	kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu		2297	kWh/vuosi
Lämmitystehontarve		49,0	kW

ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia	-Öljy (85%)	100000	kWh/vuosi
	-Sähkö	2297	kWh/vuosi

LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia	-Sähkö	28123	kWh/vuosi
	-Sähkö Lisälämpö	12988	kWh/vuosi

SÄÄSTÖT

Energiansäästö (Kohteen tiedot)	**46186**	**kWh/vuosi**
Reduced energy to purchase	58889	kWh/vuosi
CO2 säästöt	26095	kg/vuosi

SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	4,6	°C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-29,0	°C

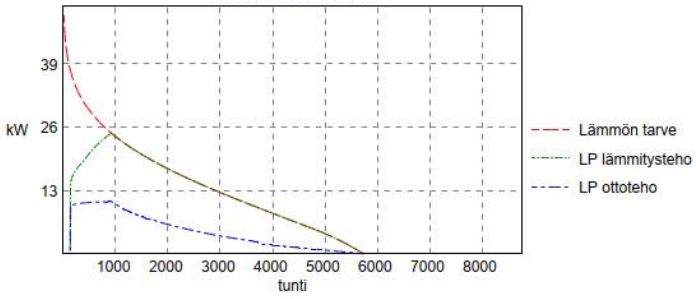
RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

Sisälämpötila	14,0	°C
Tilojen lämmitys pysähtyy	10,0	°C
Lämmitys meno MUT:ssa	65	°C
Lämmitys paluu MUT:ssa	45	°C

ENERGIALASKENNAN TULOKSET

-JÄSPI Inverter Split 16	**2**	**kpl**
LP:n tuottama energia	72012	kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	25958	kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	12988	kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	2164	kWh/vuosi
Energianpeitto	85	%
Vuosilämpökerroin, LP	2,8	
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	2,1	
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva	
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	0,0	kW
Ottoteho MUT:SSA	0,0	kW
Laskennallinen lisäteho	49,0	kW
Tehopeitto	0	%
Tasapainolämpötila	-9,9	°C

ENERGIAKUVAAJA



08.03.2024 version 1.28.0.16

Kuva 2. Ehdotetun Kaukora Oy:n ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän energia-laskelma.

Nibe Oy:n energialaskelmat ja järjestelmäehdotukset

NIBE

6 VUODEN NIBETURVA

Projektilaskenta
Wiktor Tallberg
Juurakkotie 3
01510 Vantaa
wiktor.tallberg@nibe.f

MUISTIIN

Annetut tiedot: 10m³ öljy, rv-1982, PL, 571m²,
Mitoitus: kulutuksen perusteella:

Laskelmasta

Energialaskelma perustuu lämpöpumpun standardien mukaisiin testiarvoihin ja arvioon laitteen käyttöympäristöstä ja -tavasta rakennusmääräysten mukaisissa sääolosuhteissa. Lopullisessa asennuksessa energiankulutus vaihtelee sääolosuhteiden, rakennuksen ja lämmitysjärjestelmän toteutuksen ja käytön mukaan ja voi siten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat joko ottamalla yhteyttä tai vierailemalla www.nibe.fi \n\nYstävällisin terveisin \n\n

ASIAKAS
Markus Rantanen

IKAALINEN

ENERGIALASKELMA

KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	90000	kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0	kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	1906	kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	36,8	kW

ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia	-Öljy (90%)	100000	kWh/vuosi
	-Sähkö	1906	kWh/vuosi

LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia	-Sähkö	22621	kWh/vuosi
	-Sähkö Lisälämpö	422	kWh/vuosi

SÄÄSTÖT

Energiansäästö (Kohteen tiedot)	**68863**	**kWh/vuosi**
Reduced energy to purchase	76957	kWh/vuosi
CO2 säästöt	27554	kg/vuosi

SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	4,6	°C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-29,0	°C

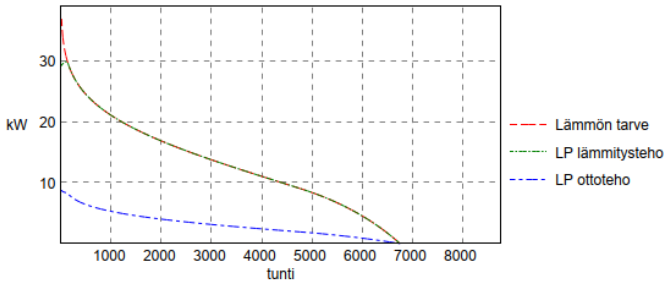
RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

Sisälämpötila	21,0	°C
Tilojen lämmitys pysähtyy	17,2	°C
Lämmitys meno MUT:ssa	60	°C
Lämmitys paluu MUT:ssa	40	°C

ENERGIALASKENNAN TULOKSET
-NIBE F1345-30 med dubbla kompressorer

LP:n tuottama energia	89578	kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	22315	kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	422	kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	306	kWh/vuosi
Energianpeitto	100	%
Vuosilämpökerroin, LP	4,0	
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	3,9	
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva	
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	29,2	kW
Ottoteho MUT:SSA	8,7	kW
Laskennallinen lisäteho	7,6	kW
Tehopeitto	79	%
Tasapainolämpötila	-20,1	°C

ENERGIAKUVAAJA



ENERGIAKAIVO

Aktiivinen poraussyvyys	680	m
Energian otto	100	kWh/m
Tehon otto	35	W/m
Lambda kallio	3,0	W/mK
Tulevan keruuliuoksen keskilämpötila	0,4	°C

16.02.2024 version 1.28.0.35

Kuva 1. Ehdotetun Nibe Oy:n maalämpöpumppujärjestelmän energialaskelma.

NIBE

6 VUODEN NIBETURVA

Projektilaskenta

NIBE Oy
Juurakkotie 3
01510 Vantaa

MUISTIINPANOJA

Annetut tiedot: 10m³ öljy, rv-1982, PL, 571m²,
Mitoitus: kulutuksen perusteella:

Laskelmasta

Energialaskelma perustuu lämpöpumpun standardien mukaisiin testiarvoihin ja arvioon laitteen käyttöympäristöstä ja -tavasta rakennusmääräysten mukaisissa sääolosuhteissa. Lopullisessa asennuksessa energiankulutus vaihtelee sääolosuhteiden, rakennuksen ja lämmitysjärjestelmän toteutuksen ja käytön mukaan ja voi siten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat joko ottamalla yhteyttä tai vierailemalla www.nibe.fi \n\nYstävällisin terveisin \n\n

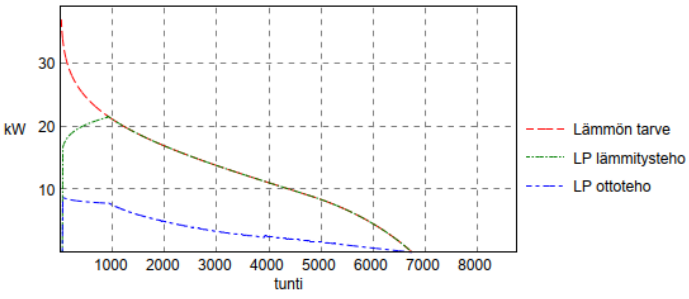
ASIAKAS
Markus Rantanen

IKAALINEN

ENERGIALASKELMA

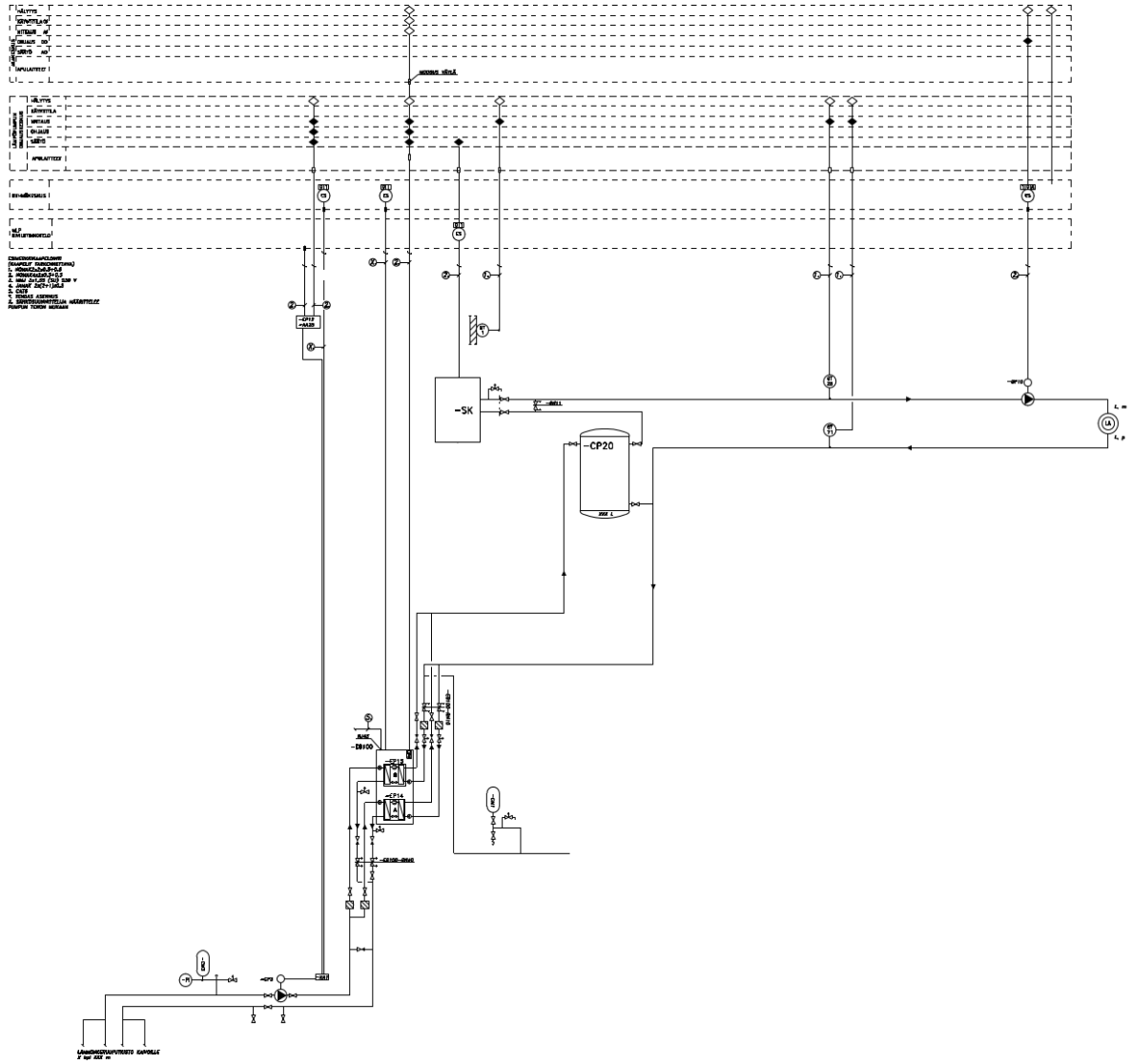
KOHTEEN TIEDOT		
Tilojen lämmityksen tarve	90000	kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0	kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	1906	kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	36,8	kW
ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA		
Ostoenergia -Öljy (90%)	100000	kWh/vuosi
-Sähkö	1906	kWh/vuosi
LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN		
Ostoenergia -Sähkö	24668	kWh/vuosi
-Sähkö Lisälämpö	6237	kWh/vuosi
SÄÄSTÖT		
Energiansäästö (Kohteen tiedot)	**61000**	**kWh/vuosi**
Reduced energy to purchase	69095	kWh/vuosi
CO2 säästöt	26877	kg/vuosi
SÄÄTIEDOT		
Vuoden keskilämpötila	4,6	°C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-29,0	°C
RAKENNUKSEN OLOSUHTEET		
Sisälämpötila	21,0	°C
Tilojen lämmitys pysähtyy	17,2	°C
Lämmitys meno MUT:ssa	60	°C
Lämmitys paluu MUT:ssa	40	°C
ENERGIALASKENNAN TULOKSET		
-NIBE F2120-16 3*400 V	**2**	**kpl**
LP:n tuottama energia	83763	kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	24014	kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	6237	kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	654	kWh/vuosi
Energianpeitto	93	%
Vuosilämpökerroin, LP	3,5	
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	2,9	
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva	
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	0,0	kW
Ottoteho MUT:SSA	0,0	kW
Laskennallinen lisäteho	36,8	kW
Tehopeitto	0	%
Tasapainolämpötila	-9,9	°C

ENERGIAKUVAAJA

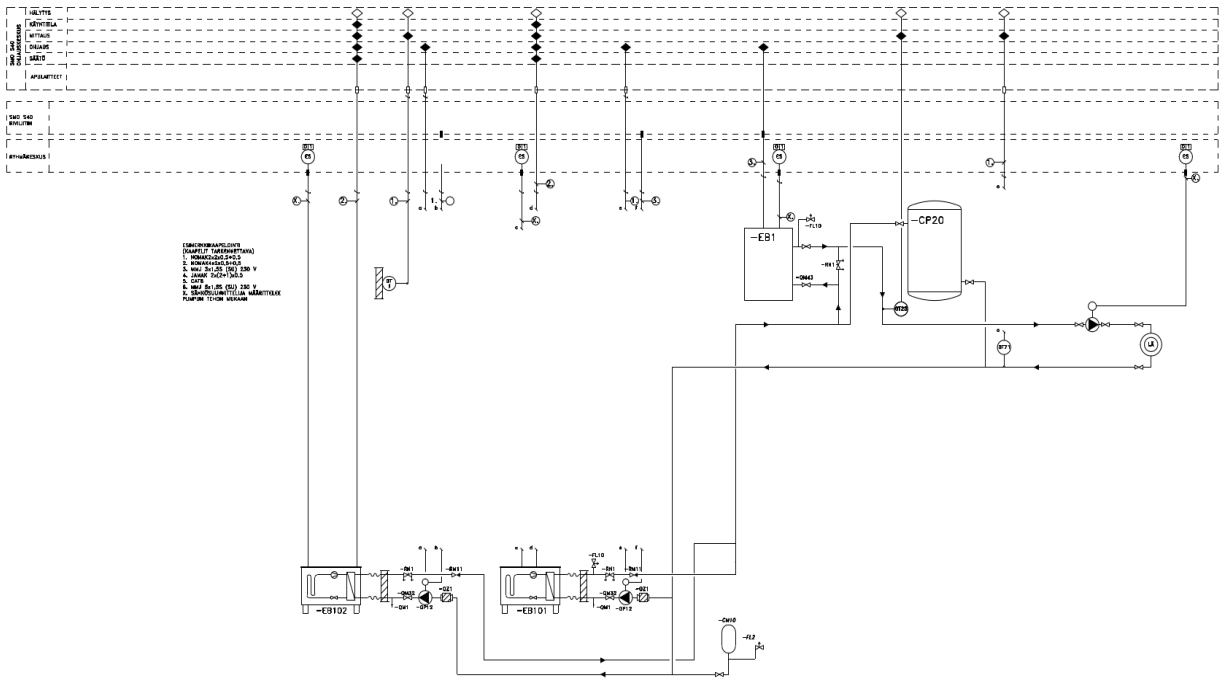


16.02.2024 version 1.28.0.35

Kuva 2. Ehdotetun Nibe Oy:n ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän energialaskelma.



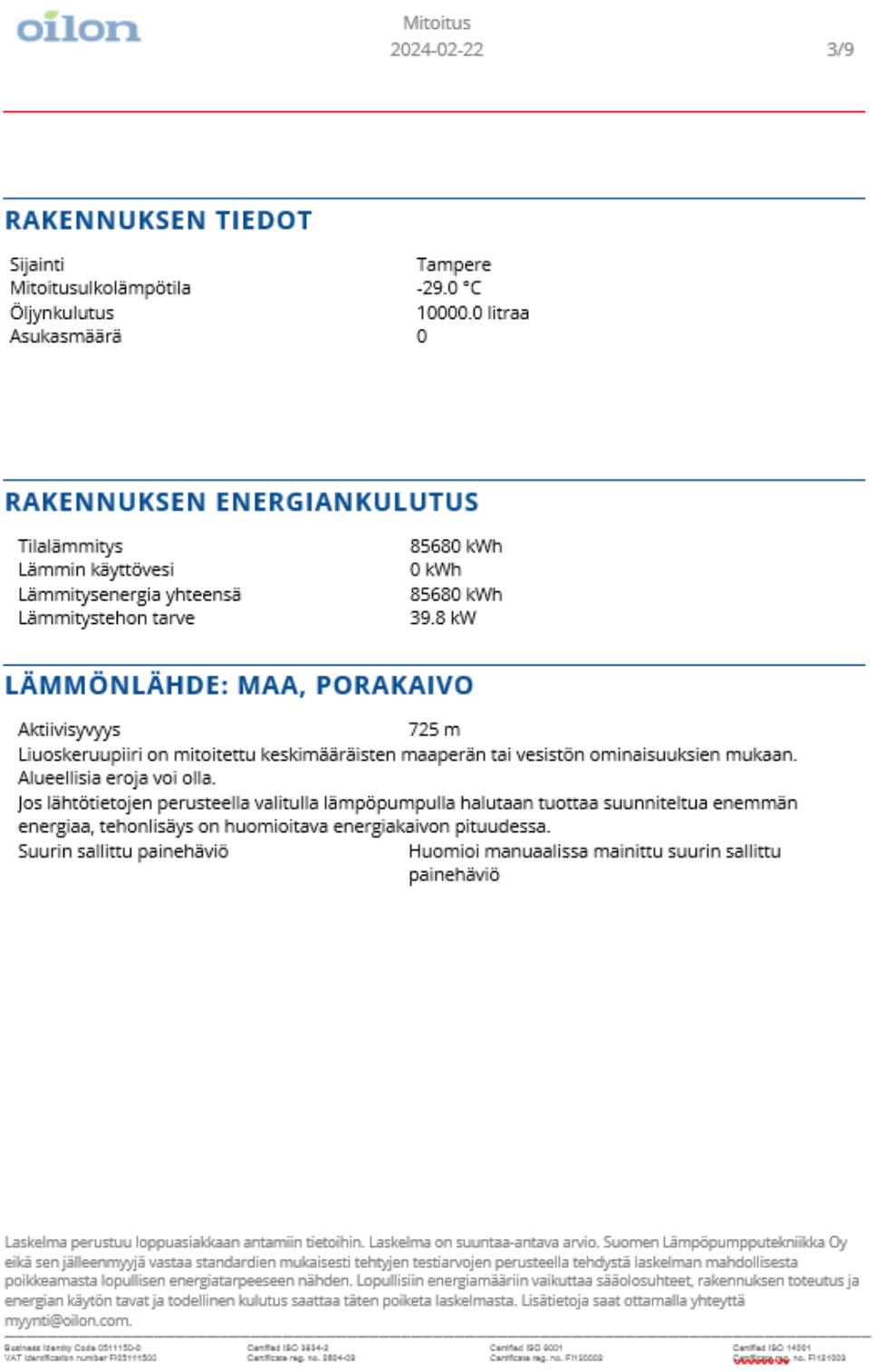
Kuva 3. Ehdotetun Nibe Oy:n maalämpöpumpun periaatekaavio.



Kuva 4. Ehdotetun Nibe Oy:n ilma-vesilämpöpumpun periaatekaavio.

Oilon Oy:n energialaskelma ja järjestelmäehdotus

Kuva 1. Ehdotetun Oilon Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.



oilon

Mitoitus
2024-02-22

3/9

RAKENNUKSEN TIEDOT

Sijainti	Tampere
Mitoitusulkolämpötila	-29.0 °C
Öljynkulutus	10000.0 litraa
Asukasmäärä	0

RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Tilalämmitys	85680 kWh
Lämmin käyttövesi	0 kWh
Lämmitysenergia yhteensä	85680 kWh
Lämmitystehon tarve	39.8 kW

LÄMMÖNLÄHDE: MAA, PORAKAIVO

Aktiivisyvyys	725 m

Liuoskeruupiiri on mitoitettu keskimääräisten maaperän tai vesistön ominaisuuksien mukaan. Alueellisia eroja voi olla.
Jos lähtötietojen perusteella valitulla lämpöpumpulla halutaan tuottaa suunniteltua enemmän energiaa, tehonlisäys on huomioitava energiakaivon pituudessa.

Suurin sallittu painehäviö	Huomioi manuaalissa mainittu suurin sallittu painehäviö

Laskelma perustuu loppuasiakkaan antamiin tietoihin. Laskelma on suuntaa-antava arvio. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy eikä sen jälleenmyyjä vastaa standardien mukaisesti tehtyjen testiarvojen perusteella tehdystä laskelman mahdollisesta poikkeamasta lopullisen energiatarpeeseen nähden. Lopullisiin energiamääriin vaikuttaa sääolosuhteet, rakennuksen toteutus ja energian käytön tavat ja todellinen kulutus saattaa täten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat ottamalla yhteyttä myynti@oilon.com.

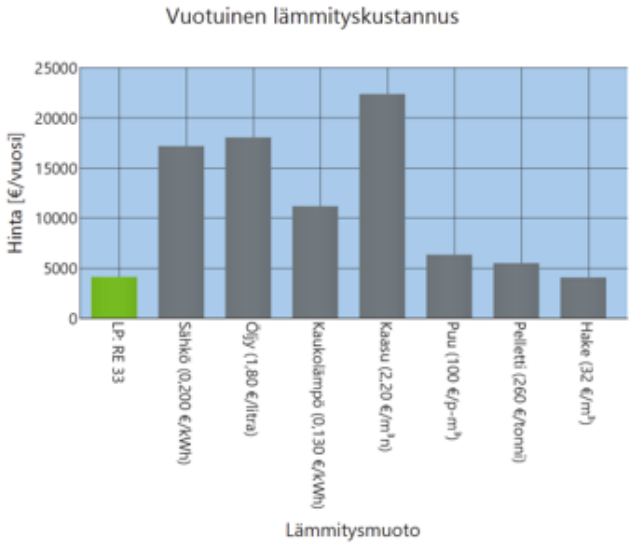
Kuva 2. Ehdotetun Oilon Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

ARVIO VUOTUISESTA SÄÄSTÖSTÄ TARJOAMALLAMME RATKAISULLA

Lämmitysenergia yhteensä	85680 kWh
Lämpöpumpun energiantuotto	85654 kWh
Tarvittava lisälämmitys	26 kWh
Ilmaisenergia	65277 kWh
Lämpöpumpun sähkönkulutus	20377 kWh

Vuotuinen lämmityskustannus lämpöpumpulla 4 081 eur

Oletettu lisälämmityksen tyyppi: Sähkö. Eri lämmitysmuotojen käytetyt yksikköhinnat näkyvät alla olevassa kuvaajassa.

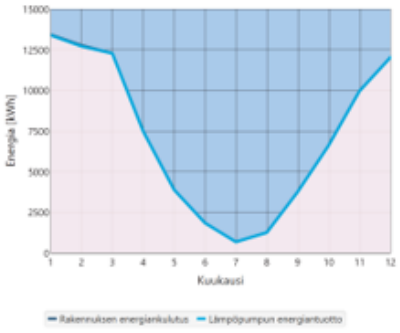


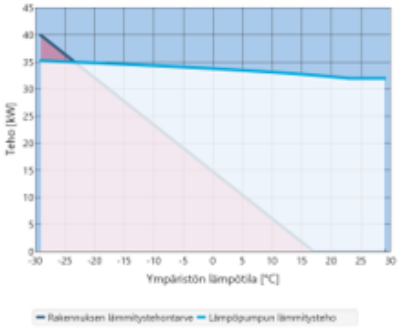
Laskelma perustuu loppuasiakkaan antamiin tietoihin. Laskelma on suuntaa-antava arvio. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy eikä sen jälleenmyyjä vastaa standardien mukaisesti tehtyjen testiarvojen perusteella tehdystä laskelman mahdollisesta poikkeamasta lopullisen energiatarpeeseen nähden. Lopullisiin energiamääriin vaikuttaa sääolosuhteet, rakennuksen toteutus ja energian käytön tavat ja todellinen kulutus saattaa täten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat ottamalla yhteyttä myynti@oilon.com.

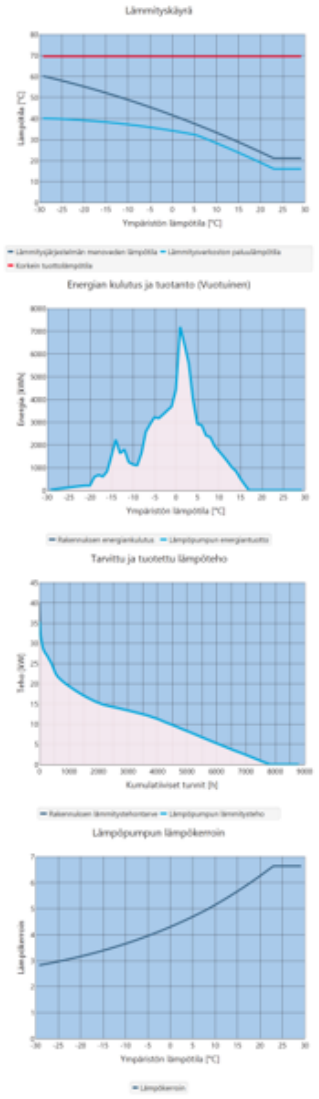
Kuva 3. Ehdotetun Oilon Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MITOITUS

Tulolämpötila	60.0 °C
Paluulämpötila	40.0 °C
Huonelämpötila	21.0 °C
Käyttöveden lämpötila	55.0 °C
Valittu lämpöpumppu	RE 33
Lämpöpumpun energiantuotto	85654 kWh
Tarvittava lisälämmitys	26 kWh
Ilmaisenergia	65277 kWh
Lämpöpumpun sähkönkulutus	20377 kWh
Lämpöpumpun osuus tehontarpeesta	88 %
Lämpöpumpun osuus vuosienergiasta	100 %
Tarvittava lisäteho	4.7 kW
COP	4,2







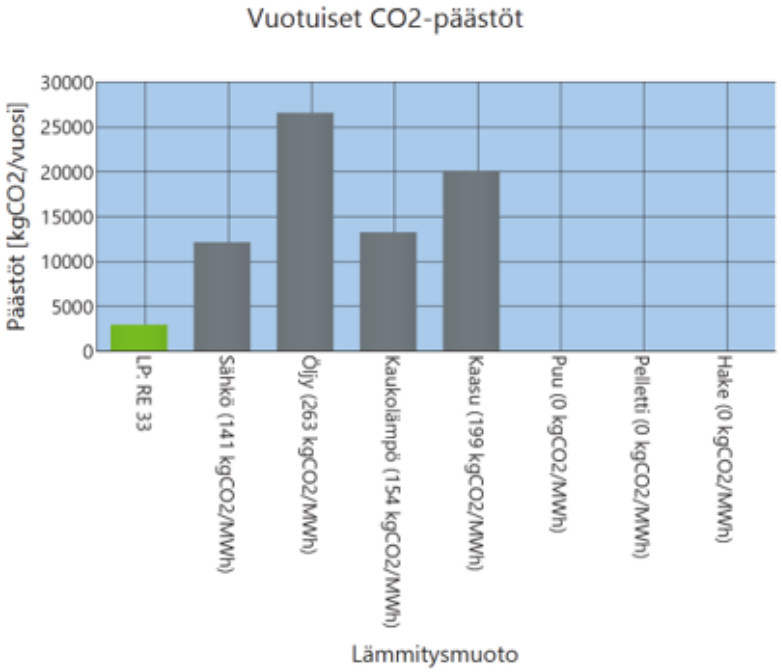
Laskelma perustuu loppuasiakkaan antamiin tietoihin. Laskelma on suuntaa-antava arvio. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy eikä sen jälleenmyyjä vastaa standardien mukaisesti tehtyjen testiarvojen perusteella tehdystä laskelman mahdollisesta poikkeamasta lopullisen energiatarpeeseen nähden. Lopullisiin energiamääriin vaikuttaa sääolosuhteet, rakennuksen toteutus ja energian käytön tavat ja todellinen kulutus saattaa täten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat ottamalla yhteyttä myynti@oilon.com.

Kuva 4. Ehdotetun Oilon Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

MAALÄMMÖLLÄ ON PIENIN YMPÄRISTÖVAIKUTUS

Lämpöpumpun CO2-päästöt	2873 kgCO2/vuosi
Lisälämmityksen CO2-päästöt	4 kgCO2/vuosi
CO2-päästöt kokonaisuudessaan	2877 kgCO2/vuosi

Lisälämmityksen tyypiksi on oletettu Sähkö. Eri lämmitysmuotojen käytetyt päästökertoimet näkyvät alla olevassa kuvaajassa.



Laskelma perustuu loppuasiakkaan antamiin tietoihin. Laskelma on suuntaa-antava arvio. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy eikä sen jälleenmyyjä vastaa standardien mukaisesti tehtyjen testiarvojen perusteella tehdystä laskelman mahdollisesta poikkeamasta lopullisen energiatarpeeseen nähden. Lopullisiin energiamääriin vaikuttaa sääolosuhteet, rakennuksen toteutus ja energian käytön tavat ja todellinen kulutus saattaa täten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat ottamalla yhteyttä myynti@oilon.com.

Business Identity Code 0511150-0
VAT identification number FI05111500
Certified ISO 3834-2
Certificate reg. no. 3804-08
Certified ISO 9001
Certificate reg. no. FI120009
Certified ISO 14001
Certificate reg. no. FI121003

Kuva 5. Ehdotetun Oilon Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

Gebwell Oy:n energialaskelma ja järjestelmäehdotus

19.4.2024

GEBWELL

Ota oman maan lämpö käyttöön

Gebwell lämpöpumpulla

Mitoitus ja energiansäästölaskelma

Laskelman lämpöpumppu:	Gebwell T232	
Kiinteistön energiankulutus lämmitys ja käyttövesi	85 000	kWh
Lämpöpumpun energiankulutus	22 663	kWh
Lisälämmönlähteen energiankulutus	712	kWh
Vuotuinen energiansäästö	**61 626**	**kWh**
Vuotuinen lämmityskulujen säästö	**11 494**	**€**

Kuva 1. Ehdotetun Gebwell Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma

GEBWELL

Energiansäästölaskema

Mitoittaja **Kohde**

Yhteyshenkilö **Yhteyshenkilö**

Gebwell T232 Maalämpöpumppu

Kiinteistön lämmitysenergian tarve	85 000	kWh/vuosi
Josta käyttöveden lämmityksen osuus	0	kWh/vuosi
Lämpöpumpun tuottama energia	84 288	kWh/vuosi
Lisälämmitysenergian tarve	712	kWh/vuosi
Rakennuksen lämmitystehontarve	38,1	kW
Rakennuksen käyttöveden tehontarve	0,0	kW
Kokonaistehontarve	38,1	kW
Lämpöpumpun antoteho	27,8	kW
Lisälämmitysteho	10,4	kW
Energianpeittoaste	99	%
Osuus huipputehon tarpeesta	73	%
Mitoitusulkolämpötila DUT	-29	°C

Lämmönlähde, lämpökaivo

Energiaa kaivometriltä	109	kWh/m
Tehoa kaivometriltä	35	W/m
Kaivon vedenpinnan syvyys	9	m
Lämpökaivojen lukumäärä	2	kpl
Tarvittava aktiivisyvyys	565	m
Tarvittava poraussyvyys	588	m

Porareikien keskimääräinen etäisyys toisistaan oltava vähintään 20 metriä!

Kuva 2. Ehdotetun Gebwell Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

GEBWELL

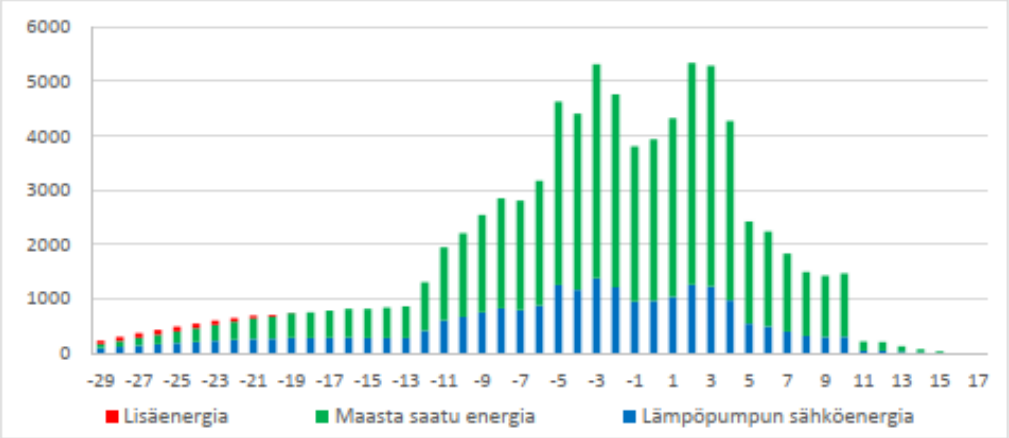
Säästölaskelma

Öljy	1,50 €/l	10 000	litraa
Maakaasu	0,90 €/m3	-	kuutiota
Muu energia	67,70 €/MWh	-	MWh
Sähkö	0,15 €/kWh	-	kWh
Perusmaksu / Nuohous ym.			
Vanhan järjestelmän lämmityskulut		**15 000 €**	

Uuden järjestelmän lämmityskulut		**3 506**	**€**
Ilmaisenergia		61 626	kWh
Kompressorin ja apulaitteiden sähkö		22 663	kWh
Lisälämmitysenergia	Sähkö	712	kWh
Vuotuinen energiansäästö		**61 626**	**kWh**

Vuotuinen lämmityskulujen säästö **11 494 €**

Vuosihyötysuhde, huomioi lisäenergian	3,64	SCOP	3,75
Lämpöpumpun vuosihyötysuhde, ei lisäenergiaa	3,72	SPF, Käyttövesi	#####



Tämä mitoitus on arvio, Gebwell Oy, eikä gebwellin jälleenmyyjät vastaa siitä, että energiankulutuslaskelmissa ilmoitetut luvut toteutuisivat. Mitoitus perustuu rakennusten tyypillisiin energiankulutuksiin. Tyypilliset energiankulutusluvut perustuvat todettuihin kulutuksiin ja vastaavat rakennusmääräysten mukaisesti rakennettuja kiinteistöjä. Mikäli kiinteistön lämmitysenergian tai tehontarve poikkeaa tyypillisistä luvuista, johtuen esimerkiksi rakennumääräyskokoelmien vaatimuksien laiminlyönnistä tai tavallisesta suuresti poikkeavista lämmitystarpeista, ei Gebwell Oy vastaa alimitoitetusta maalämpöjärjestelmästä. Mitoitus perustuu 20-22 asteen huonelämpötiloille. Ilmastotiedot ovat peräisin ilmatieteenlaitokselta, ja kaivonmitoituskriteerit ovat GTK:n sekä sulpun suosituksien mukaisia. Yli 10 kaivon lämpökaivokentissä suosittelemme TRT mittausta ja kaivokentän simulointia.
Tarkasta laskelma valtuutetun GEBWELL-myyjän kanssa edellisten vuosien kulutuslukemien perusteella. Mikäli rakennat uutta kiinteistöä, anna LVI-suunnitelmien energiankulutusta ja lämmitysenergiantarvetta koskevat tiedot mitoituksen varmistamiseksi.

Kuva 3. Ehdotetun Gebwell Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.

GEBWELL

Ympäristövaikutukset

Vanhan lämmitysjärjestelmän ympäristövaikutukset

Öljy	286 kg CO2-ekv / MWh	28 570	kg CO2-ekv
Maakaasu	198 kg CO2-ekv / MWh	-	kg CO2-ekv
Muu	250 kg CO2-ekv / MWh	-	kg CO2-ekv
Sähkö *	220 kg CO2-ekv / MWh	-	kg CO2-ekv

Tarjotun lämmitysjärjestelmän energiankulutus

Ilmaisenergia	61 626	kWh
Kompressorin ja apulaitteiden sähkö	22 663	kWh
Lisälämmitysenergia	712	kWh

Tarjotun lämmitysjärjestelmän ympäristövaikutukset

Sähkö	220 kg CO2-ekv / MWh	5 142	kg CO2-ekv
Muu energia	kg CO2-ekv / MWh		kg CO2-ekv

Vuotuinen päästöjen vähennys 23428 kiloa hiilidioksipäästöjä

Keskimääräisen suomalaisen kasvihuonakaasupäästöt vuodessa

12 500 kg CO2

Havainnollistuksia tarjotun lämmitysjärjestelmän vuotuisesta päästövähennyksestä
Vähennys vastaa...

142300 km autolla ajamista
Keskimääräisen auton päästöt 165 g CO2/km

16 Lentomatkaa Helsingistä Las Palmasiin ja takaisin
Lentomatka Helsinki - Las Palmas - Helsinki päästöt 1494 kg CO2

1560 kg naudanlihan tuotannosta aiheutuvia päästöjä
Naudanlihakilon tuotannon päästöt 15 kgCO2 / lihakilo

Hiilidioksiditonneja käytetään kasvihuonekaasujen yhteismitallisena arvona, jonka avulla voidaan laskea kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmiön voimistumiseen. (Ilmatieteenlaitos)
* Sähköntuotannon päästöt: 374 kg CO2-ekv/ MWh [ilmastodieetti], 220 kg CO2-ekv / MWh [keskim. Suomessa]
Lisätietoja päästölaskelmista ilmastodieetti.fi, motiva.fi, ilmatieteenlaitos.fi

Kuva 4. Ehdotetun Gebwell Oy:n maalämpöjärjestelmän energialaskelma.