

Kiinteistöjen aurinkoenergiajärjestelmien huolto- ja ylläpito Suomessa

Kristian Martin

Opinnäytetyö
Distribuerade Energisystem
2013

Förnamn Efternamn

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade Energisystem
Identifikationsnummer:	
Författare:	Kristian Martin
Arbetets namn:	Aurinkoenergiajärjestelmien huolto- ja ylläpitotilanne suomalaisissa kohteissa
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	Ville Reinikainen, Granlund Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Användningen av solenergi ökar även i Finland, det finns dock inga väldokumenterade uppgifter över vare sig systemens underhållsbehov och åtgärder, därav orsakade kostnader eller situationen överlag inom finska fastigheter där solenergi ingår.</p> <p>I detta slutarbete har dessa aspekter försökts klargöras genom muntliga intervjuer med personer som har kunskap och insikt i fastigheters underhåll. Målgruppen för arbetet var större affärsfastigheter med solvärme- eller solesystem. De intervjuade är fastighetschefer, disponenter och arbetsledare för underhållet.</p> <p>Undersökningens resultat pekar på att solenergisystem generellt sett har ganska enkla underhållsbehov och dessa tar sig främst form utav olika sorts granskningar. Det är mer övervakning som gäller.</p> <p>I de fastigheter som intervjuats har man i ett fåtal fall tagit i beaktande systemen vid uppgörande av underhållskontraktet, dock så har detta inte påverkat totalpriset på något märkbart sätt.</p>	
Nyckelord:	Solenergisystem, underhållsåtgärder, Granlund Oy, solfångare, solpaneler
Sidantal:	52
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

Förnamn Efternamn

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distribuerade Energisystem
Identification number:	
Author:	Kristian Martin
Title:	Aurinkoenergiajärjestelmien huolto- ja ylläpitotilanne suomalaisissa kohteissa
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	Ville Reinikainen, Granlund Oy
<p>Abstract:</p> <p>The use of solar energy is increasing in Finland. Still, we do not have any good documented information about the systems maintenance need, actions, maintenance related costs or the general situation in Finnish facilities that have solar energy. This study has tried to find some answers to these questions trough interviews with people who has got knowledge and experience of facility maintenance. The aim group is bigger business facilities, which have solar heat or solar power. The interviewed people are facility managers and maintenance managers.</p> <p>The results of the study are showing that solar energy systems do have quite light maintenance need and in practice we are mainly talking about various inspections. A couple of the interviewed facilities had taken the solar system into consideration when making their maintenance contract. This did not have any effect on the final price.</p>	
Keywords:	Solar energy systems, maintenance actions, Granlund Oy, solar collector, solar panel
Number of pages:	52
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Distribuerade Energisystem
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Kristian Martin
Työn nimi:	Aurinkoenergiajärjestelmien huolto- ja ylläpito Suomessa
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	Ville Reinikainen, Granlund Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Aurinkoenergian käyttö lisääntyy myös Suomessa. Meiltä puuttuu kuitenkin vielä dokumentoituja tietoja järjestelmien huoltotarpeesta ja – toimenpiteistä, niihin liittyvistä kustannuksista tai yleisestä tilanteesta suomalaisissa kiinteistöissä joissa on käytössä aurinkoenergiajärjestelmä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä on selvitetty näitä näkökohtia haastattelemalla henkilöitä joilla on tietoa ja kokemusta kiinteistöjen huollosta- ja ylläpidosta. Kohderyhmänä oli isoja liikekiinteistöjä, joissa on käytössä aurinkolämpö- tai aurinkosähköjärjestelmiä. Haastatellut henkilöt ovat kiinteistöpäälliköitä, isännöitsijöitä ja huollon työnjohtajia.</p> <p>Tutkimuksen tulokset osoittavat, että aurinkoenergiajärjestelmät ovat kevyitä huoltotarpeiltaan, järjestelmiä tarkastetaan enemmän kuin huolletaan.</p> <p>Haastatelluista kiinteistöistä on vain muutamassa otettu aurinkojärjestelmät huomioon huoltosopimuksen laadinnassa. Tämä ei ole vaikuttanut kiinteistönhoidon kokonaishintaan.</p>	
Avainsanat:	Aurinkoenergiajärjestelmä, huoltotoimenpiteet, Granlund Oy, aurinkokeräin, aurinkopaneeli
Sivumäärä:	52
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tarkoitus ja tavoitteet	1
1.3	Tutkimusmenetelmä ja rajaukset	2
2	Kiinteistönpito	3
2.1	Kiinteistön ylläpito	4
2.2	Kiinteistönylläpidon osapuolet	4
2.3	Kiinteistönhoito	5
2.3.1	<i>Tekniset palvelut ja kiinteistönhuolto</i>	6
2.4	Kiinteistön kunnossapito	7
2.4.1	<i>Pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS)</i>	7
2.4.2	<i>Kuntoarvio ja kuntotutkimus</i>	7
2.5	Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet – Huoltokirja	8
2.5.1	<i>Määritelmä</i>	8
2.5.2	<i>Huoltokirjan hyödyt</i>	9
2.6	Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessi	10
2.6.1	<i>Tarveselvitysvaihe</i>	11
2.6.2	<i>Suunnitteluvaihe</i>	13
2.6.3	<i>Tarjouspyyntövaihe</i>	15
3	Aurinkoenergiajärjestelmät	17
3.1	Aurinkolämpöjärjestelmä	17
3.1.1	<i>Aurinkolämpökeräimen toimintaperiaate</i>	18
3.1.2	<i>Aurinkolämpöjärjestelmän rakenne</i>	21
3.1.3	<i>Yliämpenemissuoja</i>	22
3.1.4	<i>Aurinkolämpöjärjestelmän pääkomponentit</i>	24
3.2	Aurinkosähköjärjestelmät	27
3.2.1	<i>Sähkökennon toimintaperiaate</i>	27
3.2.2	<i>Aurinkosähköjärjestelmän rakenne</i>	30
3.2.3	<i>Järjestelmän pääkomponentit</i>	31
4	Metodiikka	32
5	Tulokset	33
5.1	Huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä	33
5.1.1	<i>Aurinkolämpöjärjestelmien huolto- ja ylläpitotoimenpiteet</i>	33
5.1.2	<i>Aurinkosähköjärjestelmän huolto- ja ylläpitotoimenpiteet</i>	36
5.2	Haastattelut	37

6	Yhteenveto	46
7	Lähteet.....	50
8	Liitteet.....	53

KUVIA

Kuva 1: Kiinteistöpidon hierarkia panostettuna kiinteistöhoitoon, omistajan näkökulmasta	3
Kuva 2: Kiinteistöhoiton hierarkia.....	6
Kuva 3: Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessi	10
Kuva 4: Tarveselvitysvaiheen kulku ja selvittävät tiedot.....	12
Kuva 5: Suunnitteluvaiheen kulku ja selvittävät tiedot.....	14
Kuva 6: Tarjouspyyntövaiheen kulku ja selvittävät tiedot	16
Kuva 7: Tasokeräimen rakenne	18
Kuva 8: Tyhjiöputki, heat-pipe malli,	19
Kuva 9: Tyhjiöputkikeräin	19
Kuva 10: U-putkimalli	20
Kuva 11: Esimerkki epäsuorasta aurinkolämpöjärjestelmästä	21
Kuva 12: Esimerkki drain-back järjestelmästä	23
Kuva 13: Kaava nauhaväleistä	28
Kuva 14 Valosähköinen ilmiö	29
Kuva 15: Valosähköinen paneeli	29
Kuva 16: Offgrid järjestelmäkaavio.....	30
Kuva 17: Verkkoon kytketty järjestelmäkaavio	30
Kuva 18: Invertterikytkentä,.....	31
Kuva 19 Järjestelmätoimitus, aurinkolämpö	40
Kuva 20 Järjestelmätoimitus, aurinkosähkö.....	40
Kuva 21 Käyttöönottovaihe, aurinkolämpö	40
Kuva 22 Käyttöönottovaihe, aurinkosähkö.....	40
Kuva 23 Takuuajan huolto-ohjelma.....	41
Kuva 24 Koulutus ja käyttöohjeet Aurinkolämpökohteet.....	41
Kuva 25 Koulutus ja käyttöohjeet Aurinkosähkökohteet	41

Kuva 26 Huollon järjestely.....	42
Kuva 27 Huomioitavaa huoltosopimuksissa?	43
Kuva 28 Lisäkustannukset.....	43
Kuva 29 Onko järjestelmä huollettu?	43
Kuva 30 Huoltovaatimus.....	44
Kuva 31 Tyytyväisyys	45
Kuva 32 Käyttöönotto-, tarkastus- ja huoltopöytäkirja (sivu 1).....	53
Kuva 33 Käyttöönotto-, tarkastus- ja huoltopöytäkirja (sivu 2).....	54

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Ilmastonmuutoksen vuoksi maailmalla ryhdytään toimiin, joiden avulla voidaan pysäyttää tai ainakin hidastaa ilmaston lämpenemistä.

EU-direktiivin (2012/27/EU) tavoitteet ilmastonmuutoksen torjunnassa vuoteen 2020 mennessä ovat:

- vähentää kasvihuonekaasuja 20 prosentilla verrattuna vuoden 1990 tasoon.
- 20 prosenttia meidän käyttämästämme energiasta on uusiutuvaa energiaa (Suomen tavoite on 38%)
- parantaa energiatehokkuutta 20 prosentilla

EU-direktiivit 2010/31/EU ja 2012/27/EU edellyttävät muun muassa, että vuodesta 2020 alkaen kaikki rakennettavat julkiset rakennukset ovat nollaenergiataloja. Lisäksi olemassa olevalle julkiselle rakennuskannalle pitää luoda korjausrakentamissuunnitelma, jota seurataan ja toteutetaan vuosittain.

Yksi keino pienentää fossiilisen energian käyttöä on käyttää aurinkoenergiaa rakennusten energialähteenä, joko aurinkolämpönä tai -sähköinä. Tätä mahdollisuutta tutkitaan parhaillaan monissa eri hankkeissa.

Ongelmia saattaa tulla vastaan, yksi ongelmista on tiedon puute uusiutuvien energiajärjestelmien huolto- ja ylläpitotoimenpiteistä, sekä niiden aiheuttamista kustannuksista.

Tilastoja asiasta ei ole, koska aurinkoenergian käyttö on niin uutta. Sen vuoksi on vaikeaa arvioida elinkaarikustannuksia nykyisille aurinkoenergiajärjestelmille.

1.2 Tarkoitus ja tavoitteet

Sain alkuperäisen aihe-ehdotuksen työnantajaltani (Granlund Oy).

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, minkä tyyppisiä huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä aurinkoenergiajärjestelmä vaatii, suoritetaanko näitä toimenpiteitä ja missä muodossa? Lisäksi tarkoituksena on selvittää järjestelmien toimitustapoja ja mahdollisia ongelmia käyttöönottovaiheessa. Lisäksi tutkitaan kiinteistöjen

huoltohierarkioita sekä eroavatko ne jotenkin aurinkoenergiajärjestelmiä käyttävissä kiinteistöissä.

Tavoitteena on myös tunnistaa aurinkoenergiajärjestelmien huoltoon liittyviä kustannuksia.

Tutkimus kohdistuu omakotitaloa suurempiin kiinteistöihin. Tutkimus perustuu haastatteluihin. Haastateltavana on henkilöitä, joilla on hyvä käsitys huollon rakenteesta ja palveluista, kuten isännöitsijöitä, kiinteistöpäälliköitä ja ylläpidon työnjohtajia.

Tämän työn teoriaosuus käsittelee kiinteistönpidon perusteita, kiinteistön hoito- ja huoltotoiminnan eri prosesseja ja niiden hankintamenetelmiä, osallistuvia osapuolia sekä aurinkojärjestelmien teknistä rakennetta ja toimintaa. Tällä teoreettisella osaamisella voidaan tehdä tehokkaampaa tutkimustyötä ja laadukkaampia haastatteluja.

Lisäksi kerättyä tietoa voidaan hyödyntää työelämässä esimerkiksi Granlund Oy:n konsultoinnissa, sekä elinkaarikustannuslaskelmissa.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tutkimusosa tehdään kirjallisuustutkimuksena, haastatteluina sekä vierailuilla eri kiinteistöissä. Teoriaosuus perustuu kirjallisuudesta löydettyihin tietoihin, ja käytännön osuus haastatteluihin ja nettikyselyihin.

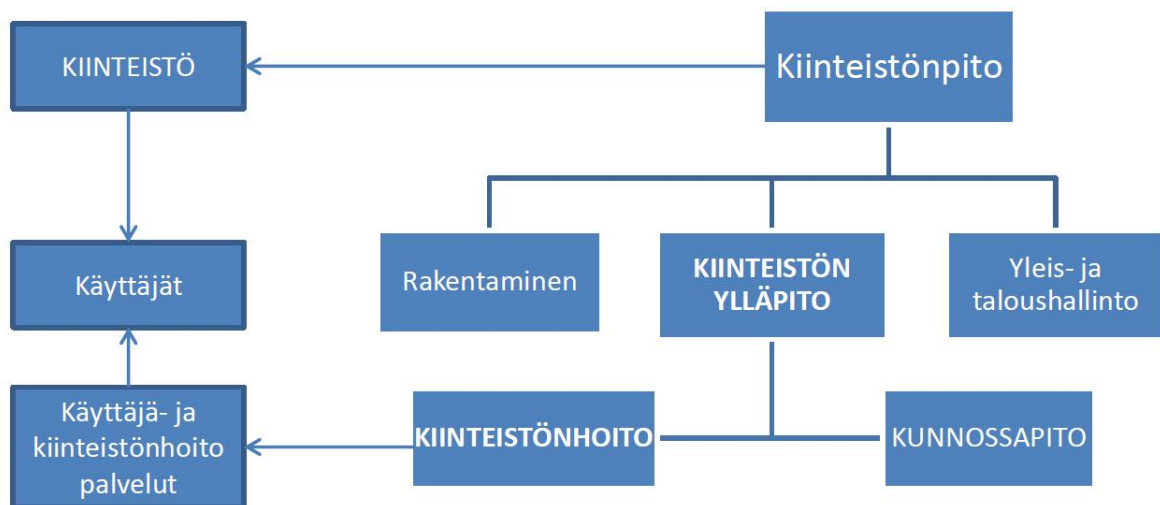
2 KIINTEISTÖNPITO

Kiinteistönpito voidaan mieltää laajemmin katsottuna kiinteistöliiketoiminnaksi. Kiinteistöliiketoiminta tarkoittaa kaikkia sellaisia toimintoja, joilla voidaan tuottaa lisäarvoa kiinteistön käyttäjille samalla, kun saadaan rahallista tuottoa kiinteistön omistajille ja sijoittajille. Tällaisia toimintoja ovat esim. kiinteistökehitys, rakennuttaminen, kiinteistösijoittaminen, kiinteistökauppa, vuokraus, kiinteistöhallinto ja kiinteistön hoito- ja ylläpitopalvelut.

Kiinteistönpito tarkoittaa kiinteistösanastossa periaatteessa samaa kuin kiinteistöliiketoiminta, mutta kiinteistönpidossa ei ajatella rahallista tuottoa, koska kyseessä oleva kiinteistö voi olla asunto-osakeyhtiö, kirkko tai muu yhteisö, joka ei tuota rahallista tuottoa toiminnallensa. (Sanastokeskus TSK, 2012)

Lyhyt ja konkreettinen selitys kiinteistönpidolle löytyy Petri Murtomaan kirjasta Kiinteistönpidon tekniikka, talous ja hallinto; ”Kiinteistönpito – Kaikki ne toimenpiteet, oikeussuhteet ja taloudelliset seikat, jotka mahdollistavat kiinteistön jatkuvan tarkoitukseenmukaisen käyttämisen. (Murtomaa, 1996)

Kiinteistönpito voidaan jakaa kolmeen eri osaan, rakentamiseen, ylläpitoon ja hallintoon. Tässä työssä keskitytetään ylläpitävään kiinteistön hoitoon. Kuva 1 yleisen hierarkiakuva kiinteistönpidosta.



Kuva 1: Kiinteistönpidon hierarkia panostettuna kiinteistöhoitoon, omistajan näkökulmasta (Kangasluoma, 2008)

On myös tärkeää mainita, että kiinteistönpitoon liittyvät termit ja selitykset vaihtelevat lähteestä riippuen. Samoin vaihtelevat alueiden jaot eri osa-alueisiin. Esimerkiksi kiinteistöliiketoiminnan sanastossa kiinteistönhoidon ylemmän tason hierarkiassa ei ole kiinteistön ylläpitoa (ks. Kuva 1), vaan ”Kiinteistön palvelut”, joihin kuuluu kiinteistöhoito ja toimitila- ja käyttäjäpalvelut. (Sanastokeskus TSK, 2012)

2.1 Kiinteistön ylläpito

Kiinteistön ylläpidolla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä kiinteistöhoitoa sekä kunnossapitoa. Kiinteistöhoitoon liittyvät tehtävät tapahtuvat käytännössä lyhyellä aikavälillä ja ovat usein toistuvia. Kunnossapito tarkoittaa korjaus- ja perusparannustehtäviä, jotka ovat toistuvia, mutta harvemmin kuin vuosittain. Kiinteistön ylläpidon tarkoituksena on säilyttää kiinteistön ominaisuudet, kunto ja arvo samalla, kun tarjotaan käyttäjille tarvittavat palvelut. (Siikala, 2000)

2.2 Kiinteistönylläpidon osapuolet

Kun kyseessä on kiinteistöpalveluiden hankkiminen, tarvitaan monia osapuolia. Kiinteistönomistaja on palveluiden tilaaja, mutta käytännössä isännöitsijä tai kiinteistö- tai toimitilapäällikkö on se osapuoli, joka hankkii palvelut ja vie koko prosessia eteenpäin. Kiinteistöhoito-organisaatio on se osapuoli, joka suorittaa tilatun työn kiinteistölle. (Puhto & Tiainen, 2001)

Kiinteistön omistaja

Kiinteistön omistaja on se henkilö tai yhtiö, joka omistaa kiinteistön ja tyypillisesti haluaa rahallista tuottoa siitä, joko sijoittajana tai käyttäjänä.

Isännöitsijä

Isännöitsijä on asuin- tai kiinteistöosakeyhtiön toimitusjohtaja. Hänen tehtäviinsä kuuluu vastata kiinteistön yleishallinnosta, taloushallinnosta ja tekniikasta. Nämä kolme tehtävää muodostavat luonnollisen kokonaisuuden, koska pitämällä huolta teknisistä järjestelmistä oikealla tavalla, voidaan tukea kiinteistön taloutta. (Siikala, 2000)

Kiinteistö- tai toimitilapäällikkö

Tulkitsemalla kiinteistöliiketoiminnan sanastoa 2012 voidaan sanoa, että kiinteistöpäällikkö tai joissain tapauksissa toimitilapäällikkö tarkoittaa periaatteessa samaa kuin isännöitsijää. Tyypillisesti näitä nimityksiä käytetään puhuttaessa toimitilaja liikekiinteistöistä. Normaalisti toimitilapäällikkö hoitaa hallintoa sekä hoito- ja ylläpitopalveluita.

Kiinteistöhoito-organisaatio

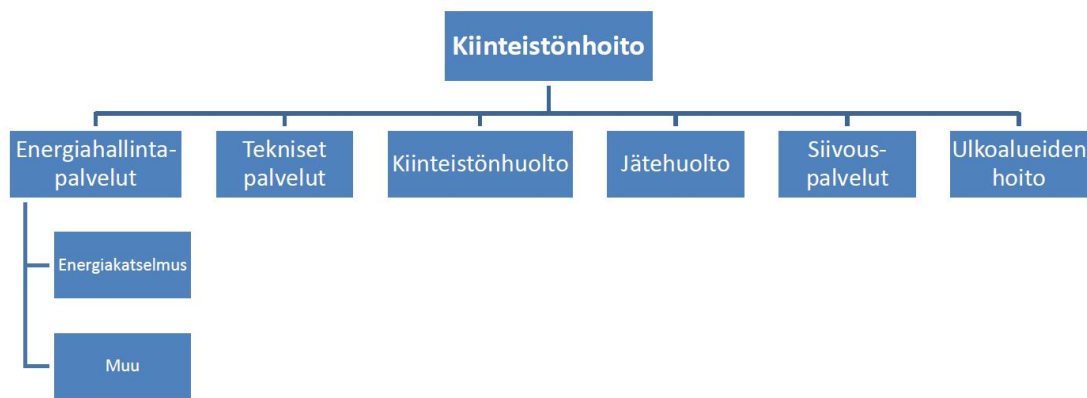
Perinteisesti on neljä eri tapaa hoitaa kiinteistön hoito ja huolto; talonmiehen tai kiinteistöhoitoliikkeen palveluilla, alueellisella kiinteistönhoidolla tai omatoimisesti. Kiinteistöhoitoliikkeen palveluiden hyödyntäminen on näistä yleisin valinta.

Alueellinen kiinteistöhoito toimi alun perin niin, että yksi yritys oli vastuussa kokonaisuudesta asuinalueesta, eikä mikään muu yritys saanut työskennellä kyseessä olevan yrityksen alueella. Nykyisin kilpailurajoituksia on poistettu ja käytännössä voidaan unohtaa käsite ”alueellinen kiinteistöhoitoyritys” ja ajatella kaikkia yrityksiä ”kiinteistön hoitoyrityksinä”. (Murtomaa, 1996)

2.3 Kiinteistöhoito

Selitykseksi, miksi kiinteistöhoito on tärkeää, siteeraan Siikalaa, ”Liike-, toimisto- ja teollisuuskiinteistöissä asiakkaan tai työntekijän tyytyväisyys lisää talossa tapahtuvan ydinliiketoiminnan tuottoa”. (Siikala, 2000) Toisin sanoen, kun kaikki sujuu hyvin ja halutut olosuhteet ylläpidetään kiinteistössä, myös sen tuotto kasvaa. (Siikala, 2000)

Kiinteistöhoito voidaan jakaa alaryhmiin. Kuva 2 ilmenee kiinteistönhoidon eri osa-alueita. Tässä opinnäytetyössä keskitytään teknisiin palveluihin ja kiinteistön huoltoon.



Kuva 2: Kiinteistönhoidon hierarkia. (Sanastokeskus TSK, 2012)

2.3.1 Tekniset palvelut ja kiinteistönhuolto

Tekniset palvelut ja kiinteistönhuolto voi arkikielessä tarkoittaa pitkälti samaa asiaa. Kirjallisuudessa ne eroavat kuitenkin toisistaan. Teknisillä palveluilla tarkoitetaan tekniin järjestelmiin kohdistuvia toimenpiteitä, joilla pidetään yllä haluttua toimintaa ja olosuhteita kiinteistössä. Toimenpiteisiin voi myös kuulua järjestelmän valvontaa (esim. valvomon kautta) tai tarvittavia korjauksia ja huoltoja, jotta systeemi toimisi suunnitellusti.

Kiinteistönhuolto määritelmänä tarkoittaa kiinteistön ylläpitämistä sellaisessa kunnossa, että se toimii tai, että sitä voidaan käyttää, vaikka olosuhteet eivät olisi parhaat mahdolliset tai suunnitellulla tasolla. Kiinteistönhuollolla halutaan myös ennaltaehkäistä vikojen syntyminen esimerkiksi silmämääräisillä tarkastuksilla. Tämä osa kiinteistön hoitoa ei kohdistu ainoastaan tekniin järjestelmiin, vaan myös rakennusosiin ja rakenteisiin. (Sanastokeskus TSK, 2012)

Selventääkseni näitä kahta käsitettä otetaan esimerkkinä aurinkolämpöjärjestelmän glykolipuoli. Esimerkkiä ei saa ymmärtää yleisenä toimintatapana, vaan tapana erottaa kiinteistön huolto ja tekninen huolto toisistaan teoreettisella tasolla. Kun huoltomies suorittaa kiinteistönhuoltoa, hän käy teknisessä tilassa tarkistamassa, että järjestelmä toimii, paineet ovat kohdillaan ja piirissä on riittävästi glykolia. Jos piirissä on liian vähän glykolia, hän täyttää piirin, jotta systeemi voi toimia normaalisti. Hän ei välttämättä mieti asiaa, mikä on aiheuttanut glykolipuutteen tai miten voidaan estää ongelman ilmestyminen uudestaan.

Jos huoltomies suorittaa teknisen huollon määritelmän mukaan, hän miettii tässä tapauksessa mikä on ongelman lähde ja miten se voidaan korjata, jotta järjestelmä toimisi optimaalisesti ja suunnitelmien mukaan.

2.4 Kiinteistön kunnossapito

Kunnossapito eroaa kiinteistön hoidosta toimenpiteiden laadussa. Kunnossapidon toimenpiteitä tehdään melko harvoin, 5-15 vuoden välein. Kunnossapidon tarve ilmenee tavallisesti kuntoarvion ja kuntotutkimuksen yhteydessä, joiden perusteella voidaan laatia kiinteistölle pitkän tähtäimen suunnitelma.

Kun havaitaan rakenneosa tai tekninen laite, joka tarvitsee korjausta tai uusimista on tärkeää samalla selvittää kulumisen syy ja poistaa se, ettei ongelma toistu (Siikala, 2000). Esimerkiksi, jos aurinkolämpöjärjestelmän putkistoeriste katolla ei ole suojattu erillisellä muoviputkella, se kuluu nopeasti. Tämä voisi olla asia, joka tulee esiin kuntoarvion yhteydessä.

2.4.1 Pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS)

PTS sisältää kolme osa-aluetta; rakennus-, LVI- ja sähkötekniikan. Tässä suunnitelmasa mietitään tulevaisuuden korjaustarpeita, normaalisti 10 vuoden jaksona. Siinä voidaan karkeasti päättää mitä tehdään ja milloin samalla kun siihen liitetään kustannusarviot eri toimenpiteiden osalta. Toimenpideajankohtiin vaikuttaa kohteen oma kiinteistöstrategia ja toimenpiteiden priorisointi. (Kiinteistöalan kustannus Oy, 2011)

2.4.2 Kuntoarvio ja kuntotutkimus

Kuntoarviosta saadaan pohjatietoa kunnossapitosuunnitelman tekemiseen.

Kymmenen vuoden sisällä rakennuksen valmistumisen jälkeen tehdään ensimmäinen kuntoarvio, ja sen jälkeen noin viiden vuoden välein. Kuntoarvioita tilaavat esimerkiksi isännöitsijä tai kiinteistöpäällikkö. (Kiinteistöalan kustannus Oy, 2011)

Kuntoarvio suoritetaan aistienvaraisella ja kokemusperäisellä tutkimuksella ainetta rikkomatta. Kiinteistön huoltokirja on myös hyvä tietolähde kuntoarvioijille. Tarkastuskohteisiin kuuluu muun muassa LVIA-järjestelmät, eli myös aurinkoenergiajärjestelmät tulisi tarkastaa kuntoarviossa.

Tarkastuksella yritetään selvittää muun muassa:

- korjausta tai uusimista vaativat viat
- vahinkoriskit
- energian ja veden käyttö
- kiinteistön käyttö ja huolto, sekä kiinteistönhoitajan perehtyneisyys kohteeseen
- kohteessa esiintyneitä ongelmia ja korjaushistoria
- viranomaistarkastusten tilanne (Rakennustietosäätiö RTS, 2012)

2.5 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet – Huoltokirja

Maankäyttö- ja rakennuslain 117 § mukaan, huoltokirja on laadittava kaikille uudiskohdeille tai rakennuslupaa vaativille korjauskohteille joissa asutaan tai työskennellään pysyvästi. Kuitenkin niitä laaditaan myös muun tyyppisille ja vanhemmille rakennuksille, koska ne helpottavat merkittävästi kiinteistön huollon ohjaamista ja tarkastamista.

2.5.1 Määritelmä

Huoltokirjaa voidaan kutsua kiinteistön työvälineeksi ja sen tehtävä on tukea kiinteistönpitoa kiinteistön koko elinkaaren aikana. Huoltokirjasta löytyy muun muassa tarvittavat tiedot liittyen kiinteistön käyttöön ja huoltoon. Tehokkaan huoltotoiminnan taakamiseksi tarvitaan kiinteistön yleiset lähtötiedot sekä eri teknisten järjestelmien lähtötiedot, tavoitearvot ja huoltotoimenpiteet tehtäväkuvauksineen.

(Ympäristöministeri Hassi, 2000) sekä (Rakennustieto, 2013).

Aurinkoenergiajärjestelmän kohdalla tämä tarkoittaa järjestelmän teknisiä tietoja, tavoitearvoja energiatuottoon liittyen, käyttöarvoja, sekä käyttö-, huolto- ja korjausohjeita aikatauluineen.

Huoltokirja voidaan toimittaa joko fyysisessä muodossa (kansiona), tietokone ohjelmana, tai internetin kautta sovelluksena. Viimeisenä mainittu vaihtoehto on suositeltava, koska silloin huoltokirjan kaikilla käyttäjillä on pääsy samaan materiaaliin riippumatta sijainnista. Näin ollen materiaalia on myös helppo päivittää ja sen käyttö oletettavasti lisääntyy.

Käytännössä huoltoyritys näkee huoltokirjan huoltosuunnitelmista minkä tyyppisiä huoltoja on tulossa suoritettaviksi järjestelmittäin tiettyinä ajankohtina. Kun huolto on

suoritettu, tehtävä voidaan kuitata, joko fyysisesti kynällä, tai elektronisesti. Näin myös kiinteistöpäällikkö voi seurata työn etenemistä. (Taloyhtiö.net, 2013)

2.5.2 Huoltokirjan hyödyt

Isoissa organisaatioissa vastuuhenkilöt voivat vaihtua ja fyysinen etäisyys eri osapuolten välillä voi olla suuri. Tällöin on hyvä, että on olemassa yhteinen tietolähde, josta saadaan tarvittaessa lähtötiedot eri projekteihin ja töihin.

Huoltokirjan tärkeimmät hyödyt:

- Äkilliset korjaustarpeet vähenevät jatkuvan huollon takia
- Energiataloutta on helpompi valvoa ja tavoitteiden sisällä on helpompi pysyä
- Hyvien toimintaolosuhteiden ylläpito helpottuu
- Rakennusosien ja teknisten järjestelmien elinkaaritavoitteet toteutuvat
- Kiinteistöhoitoyhtiöllä on helpompaa suunnitella ja johtaa töitä
- Kiinteistön tiedot ja huoltohistoria ovat hyvin dokumentoitu ja uuden henkilön perehdyttäminen kohteeseen helpottuu

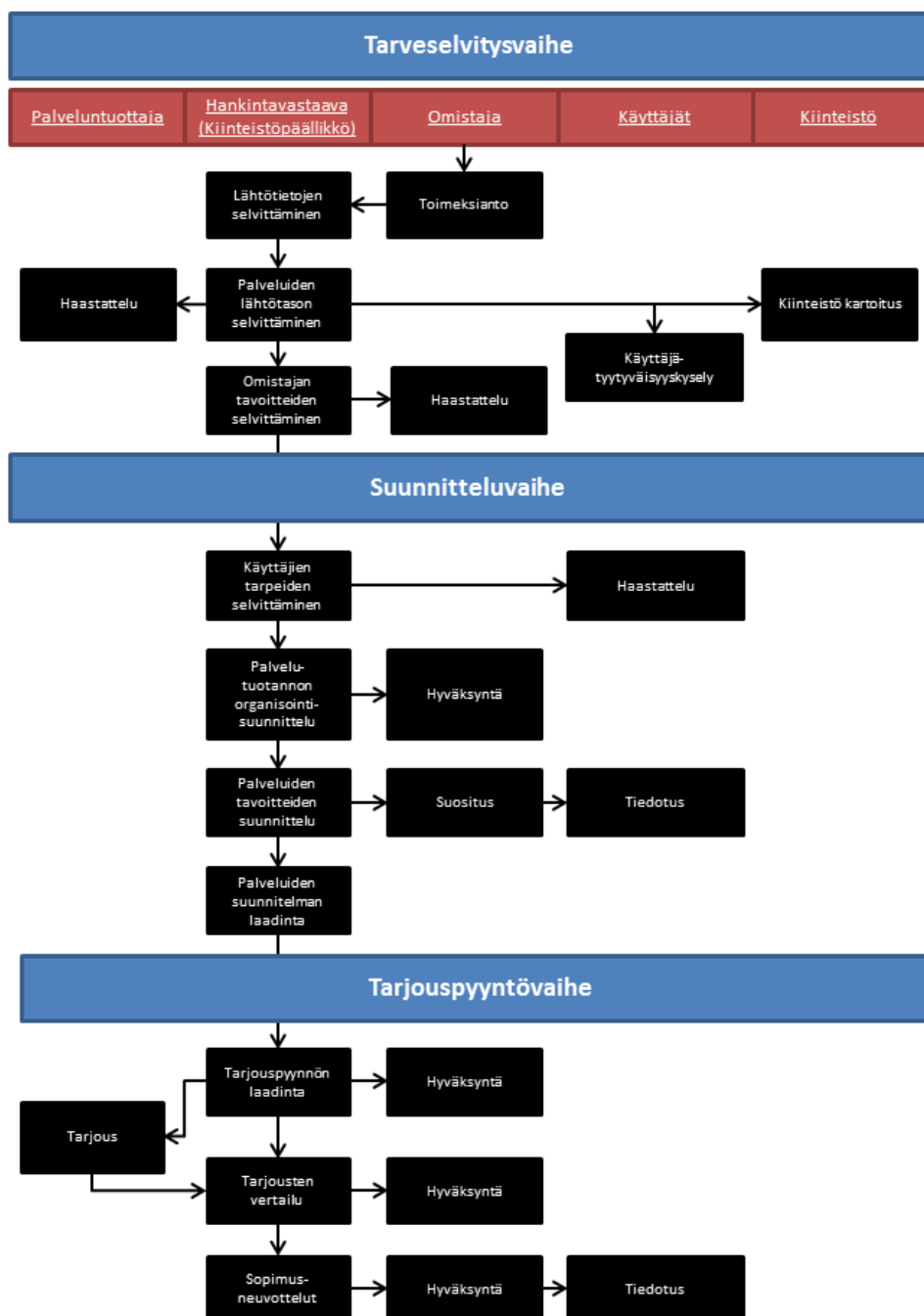
(Rakennustietosäätiö RTS, 2005)

Huoltokirjan yksi merkittävimmistä eduista on se, että se yksinkertaistaa kiinteistönhoidon hankintaa jo tarjouspyyntö- ja kilpailuttamisvaiheessa. Huoltokirjasta löytyy suuri osa tarvittavasta informaatiosta tarjouspyyntöön liittyen. Tällöin huoltoyrityksillä on helpompi antaa todellista tarvetta vastaavaa tarjous. Siten vältetään turhilta ongelmilta sopimuskauden aikana tilaajan ja tarjoajan välillä. (Taloyhtiö.net, 2013).

2.6 Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessi

Rakennustiedon KH-kortti ”Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessin kulku” antaa hyvän ja kattavan selvityksen kaikista vaiheista, jotka sisältyvät kiinteistöpalveluiden hankintaan. Nämä vaiheet ja niiden osaprosessit kuvaillaan tässä osiossa kokonaisuuden hahmottamiseksi.

Hankintaprosessiin kuuluu periaatteessa kolme päävaihetta; tarveselvitysvaihe, suunnitteluvaihe ja tarjouspyyntövaihe. **Error! Not a valid bookmark self-reference.** selventää koko hankintaprosessia. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010).



Kuva 3: Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessi, (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

2.6.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvityksen tarkoitus on hankkia taustatietoa kiinteistön ominaisuuksista ja käyttäjistä, jotta pystyttäisiin hahmottamaan ja suunnittelemaan riittävä määrä tarvittavia palveluita.

Tarveselvityksessä selvitetään kiinteistön tekninen kunto, kiinteistöhoitopalvelun nykytilanne, sekä mahdollisia ongelmakohtia. Selvitys tehdään tutkimalla kiinteistön asiakirjat, haastattelemalla eri osapuolia ja kiinteistökartoituksella. Tässä yhteydessä voidaan jopa tehdä kuntoarvio, jos se koetaan tarpeelliseksi ja sitä kautta havaita mahdolliset korjausta tarvitsevat kohdat ennen kiinteistöhoitosopimuksen astumista voimaan.

Kootaan kaikki asiakirjat yhteen, jotka liittyvät kiinteistöön ja sen hoitoon, esimerkiksi huoltokirja, hoitosuunnitelma, paikantamispöytäkirjoja jne.

Jos tämä vaihe suoritetaan huolimattomasti, se voi johtaa siihen, että seuraavat vaiheet jäävät vajaaksi ja hankitaan väärää palveluita.

Kuva 4 selventää tarveselvityksen osavaiheet, niiden tarkoituksen, sekä minkälaisia tietoja haetaan niiden kautta.

Tarveselvitysvaihe

1. Lähtötietojen selvittäminen

TARKOITUS: Koota yhteen kohteen kaikki oleelliset tiedot ja asiakirjat

<u>Kohteen perustiedot</u>	
- Osoite	- Huoltokirja, käyttöpäiväkirja, hoito-ohjelmat
- Käyttötarkoitus	- Nykyinen organisointitapa
- Piirustukset	- Kiinteistön dokumentit (sopimuksia, raportteja)
<u>Kohteen kaikki osapuolet ja niiden yhteystiedot</u>	
<u>Laatia aikataulu hankkeelle</u>	
<u>Laatia alustava lista hankittavista palveluista</u>	

2. Nykytilan selvittäminen

TARKOITUS: Saada kuva kiinteistön nykytilanteesta sekä kiinteistön fyysisestä kunnosta

<u>Analysoi lähtötiedot, päättää läpikäytävät asiat kiinteistökartoituksen yhteydessä</u>	
<u>Suorita kiinteistökartoitus ja haastattele hoitohenkilökunta</u>	
- Paikantamipiirustusten päivittäminen ja hoitokohteiden laskeminen	
- Kiinteistön ja sen järjestelmien kunnan arviointi	
- Nykyinen hoitojärjestelmä, kohteen huollot	
- Selvitä mahdollisista vioista ja ongelmista	

3. Omistajan tavoitteet

TARKOITUS: Selvittää omistajan tavoitteet hankittavalle palvelulle

<u>Kiinteistöstrategian selvittäminen</u>	
- Organisointi, sisäiset tehtävät vastaan ulkoistettavat	
- Sopimusaika	
- Palveluiden kustannusjako, kiinteää hinta ja erillisveloitettavat palvelut	
<u>Omistajan tavoitteet liittyen ylläpitoon ja sopimuskauden aikaisen yhteistyöhön</u>	
- Palvelutaso	- Turvallisuus- ja ympäristöasiat
- Kulutustavoitearvoja	- Huoltokirjan käyttö ja ylläpito
- Kustannukset	- Raportointitapa ja käyttäjien informointi
- Käyttäjätyytyväisyysaste	- Laadunhallinta
- Vasteaika	

4. Käyttäjien tarpeet

TARKOITUS: Selvittää kiinteistön kiinteistöhoitopalvelulta vaatimat tarpeet

<u>Käy läpi vuokrasopimuksia, reklamaatioita ja vanhoja tyytyväisyyskyselyjä</u>	
<u>Haastattele käyttäjät ja selvitä</u>	
- Toimitilastrategia, toiminta ja käyttötarkoitus	
- Käyttäjät ja sisäilmasto olosuhteet	
- Ongelmat, nykyinen laatutaso ja kehitysehdotuksia	
- Lumityöhön ja siivoukseen liittyvät alueet	
- Vasteajat vikailmoitusten yhteydessä	
- Ylläpitoon liittyviä tavoitteita	

Kuva 4: Tarveselvitysvaiheen kulku ja selvitettävät tiedot, (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

2.6.2 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheen tarkoitus on tarveselvityksen perusteella määrittää tavoitteiden (tavoitetasojen) toteutus ja ylläpito, sekä miten kuvataan tätä mahdollisimman yksinkertaisesti palvelukuvausten kautta. Esimerkiksi minkälaisia huoltoja ilmvanvaihtokone tarvitsee, jotta se toimisi käyttötarkoitusten mukaisesti.

Samalla mietitään kiinteistönhoidon organisointiratkaisu, soveltuuko sisäinen henkilöstö tai ulkopuolinen palveluntuottaja paremmin.

Suunnitteluvaiheessa on myös määritettävä osapuolten vastuut, velvollisuudet ja palvelujen vastuurajat. Käytännössä mietitään mitkä palvelut tulevat sisältymään kiinteistöhoitosopimuksen kiinteään hintaan (materiaalit, työkalut) ja mistä palveluista maksetaan erikseen.

Suunnittelussa päätetty tavoitetaso kuvaa haluttua laatutasoa (esim. kiinteistön olosuhteet) palveluntuottajalle. Lähtökohtana tavoitetason määrittämisessä on viranomaisten minimivaatimukset (esim. paloturvallisuus). Omistajan tavoitteet ja kuntoarviossa tai energiakatselmuksessa esiin tulleet asiat antavat myös pohjaa tavoitetason määrittämiseen.

Palvelukuvausten tarkoitus on selventää joko haluttujen palveluiden sisältöä tai lopputulosta mihin halutaan päästää. Useimmiten kuvaillaan molemmista näkökulmista, koska se antaa tarkemman kuvan palveluntuottajalle. Laadinnan tueksi on olemassa lähdeaineisto nimeltään Kiinteistö RYL (rakentamisen yleiset laatuvaatimukset) jossa on selitetty erilaisiin ylläpitotöihin kuuluvat yleiset laatuvaatimukset.

Kuva 5 selventää suunnitteluvaiheen osavaiheet, niiden tarkoituksen, sekä minkälaisia tietoja haetaan niiden kautta.

Suunnitteluvaihe

1. Organisoitavan suunnittelu

TARKOITUS: Määritä ja kuvata kiinteistöhoitopalveluiden keskeiset tavoitteet

<u>Analysoi tarveselvitysvaiheen kautta kerättyä tietoa</u>			
<u>Suunniteele hankintakokonaisuudet</u>			
- Kokonaispalvelu tai erillissopimukset			
- Tarvitaanko erikoisosaamista huoltotöiden yhteydessä			
- Tarvittava henkilö- ja laiteresurssi			
<u>Määritä vastuut ja vastuurajat</u>			
- Osapuolten ilmoitusvastuuta eri tilanteissa			
- Osallistumisvelvollisuus kehitystoiminnassa			
- Kustannusrajat, mitä saa palveluntuottaja hankkia itse kysymättä tilaajalta			
- Mitkä materiaaleja ja laitteita kuuluu kiinteään hintaan			
- Mitkä palvelut voi palveluntuottaja veloittaa erikseen			

3. Palvelukuvauksen laadinta

TARKOITUS: Kuvata hankittavan kiinteistöhoitopalvelun sisältö

<u>Kokoa yhteen luettelo ostettavista palveluista</u>			
- Teknisten järjestelmien ja ulkoalueiden hoito			
- Siivous			
<u>Kokoa palvelukuvausta tukevia piirrustuksia</u>			
<u>Määritä tuote- tai laatutasokuvaukset (Kiinteistö RYL avuksi)</u>			
- Joko tehtävien määrittäminen tai palvelun lopputuloksen kuvaaminen			
<u>Määritä toimitusaikoja tai -taajuuksia</u>			

2. Tavoitetason suunnittelu

TARKOITUS: Määrittää ja kuvata kiinteistöpalvelun keskeiset tavoitteet

<u>Mieti reunaehdot, eli mitä vaativat kiinteistö ja sen järjestelmien nykyinen kunto</u>			
<u>Viranomaisten vaatimukset, esim. Paloturvallisuus</u>			
<u>Määritä olosuhde-, energiankulutus- ja muut tavoitteet</u>			
- Sisäilmasto-olosuhteet	- Siivouksen ja ulkoalueiden tavoitteet		
- Vasteaikoja	-Turvallisuus		
- Ympäristöystävällisyys			
<u>Määritä käyttöjätyytyväisyystavoitteet</u>			
<u>Mieti onko tavoitteet saavutettavia kyseessä olevassa kiinteistössä</u>			
- Rakenteiden ja järjestelmien suunnitteluratkaisu, käyttö, kunto			

4. Laadunhallinnan suunnittelu

TARKOITUS: Määritä kiinteistön laadunhallinnan työkalut

<u>Määritä laadunhallintamenettelyjä (voi vaikuttaa hinnoitteluun)</u>			
- Raportointikäytäntö	- Sopimuskauden työkokoukset		
- Palveluntuottajan omat laatumittaukset	- Mahdolliset palkkiot tai sanktiot		

Kuva 5: Suunnitteluvaiheen kulku ja selvitettävät tiedot, (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

2.6.3 Tarjouspyyntövaihe

Tarjouspyyntövaiheen lopputuloksena halutaan sopimus sopivan palveluntuottajan kanssa. Kerätään yhteen tarveselvityksen ja suunnitteluvaiheen kautta saadut tiedot ja asiakirjat. Nämä muodostavat kokonaisuuden, joka selittää mitä tilaaja haluaa. Asiakirjat lähetetään sitten kilpailutukseen ja takaisin toivotaan tulevan palvelutarjouksia, jotka johtavat sopimusneuvotteluun.

Tarjouspyyntövaiheen aikana pidetään tutustumistilaisuus kyseessä olevassa kohteessa. Tarkoitus on käydä läpi tarjouspyyntö ja itse kiinteistö. Näin palveluntuottajat saavat mahdollisimman hyvän kuvan kokonaisuudesta.

Tarjousten saavuttua ne tarkistetaan ja arvioidaan. Voittaneen tarjouksen jättänyt kutsutaan neuvotteluihin, joissa neuvotellaan sopimuksen lopullisesta sisällöstä ja yksityiskohdista.

Vaikka kiinteistönhoito ostetaan palveluntuottajalta, tilaajan on tärkeää muistaa, ettei koko vastuuta sysätä palveluntuottajan hartioille. Hyvä palvelu syntyy hyvästä vuorovaikutuksesta osapuolien välissä, sekä tarjouspyyntövaiheessa, että koko sopimuskauden aikana.

Kuva 6 selventää tarjouspyyntövaiheen osavaiheet, niiden tarkoitus ja minkälaisia tietoja haetaan niiden kautta.

Tarjouspyyntövaihe

1. Tarjouspyynnön laadinta

TARKOITUS: Laatia tarjouspyyntökirje edellisten vaiheiden tuloksista

<u>Valitse tarjousten vertailukriteerit</u>	
- Hinta (eitärkein)	- Henkilö- ja tekniset resurssit
- Laadunvarmistustapa	- Henkilöstön koulutusjärjestelmä
<u>Laadi tarjouspyyntökirje</u>	
- Kiinteistön perustiedot	- Vaatimukset hinnasta tai muusta
- Palvelun sisältö	- Menettelytapa kiinteistöön tutustumisesta
- Tilaaajan yhteystiedot	- Tarjousten jättöaika / voimassaoloaika
- Arvosteluperusteet	
<u>Kokoa kaupalliset asiakirjat</u>	
- Sopimusohjelma, vastuurajaliite, tarjouslomake	
<u>Selvitä potentiaaliset tarjoajat ja niiden halukkuus tarjouksen jättämiseen</u>	
<u>Järjestä tutustumistilaisuus kiinteistöön</u>	

3. Sopimusneuvottelut

TARKOITUS: Varmistaa yhteinen näkemys sopimuksen sisällöstä

<u>Käy läpi tarjouspyyntöasiakirjat</u>	
- Palvelusuunnitelma	- Palvelun tavoitetason kuvaus
- Tuote- ja tehtäväluettelo	- Toimitusajat ja -taajuudet
- Sopimusohjelman vastuut ja velvollisuudet, tulevia kokouksia, palkkioita ja hyvityksiä	
<u>Käy läpi tarjouspyyntöasiakirjat</u>	
- Referenssit	- Kiinteistöhoitoyrityksen resurssit
- Tarjoushinta	- Laadunhallintatapa
<u>Tee tarkennukset sopimusasiakirjoihin neuvottelun pohjalta</u>	
- Täsmennä mahdolliset epäselvyydet	
- Varmista että molemmat osapuolet ymmärtävät sopimuksen sitoumukset	
<u>Valitse kiinteistöhoitoyritys yhteistyökumppaniksi</u>	

2. Tarjousten vertailu

TARKOITUS: Selvittää tarjousten tarjouspyynnönmukaisuus ja valita neuvotteluun kutsuttavat tarjoajat

<u>Tarkista tarjousten hyväksymiskelpoisuus ja tarjouspyynnönmukaisuus</u>	
- Tarjoushinnan oikeellisuus	
- Tekniset ja taloudelliset edellytykset tehtävien toteuttamiseen	
- Täyttääkö tarjous vaatimukset	
<u>Laadi tarjousten hintavertailutaulukko</u>	
- Arvioi ajankäyttöarvioiden ja tuntihintojen oikeellisuus	
- Hylkää tarjous jos se ei ole realistinen	
<u>Laadi tarjousvertailutaulukko ja antaa pisteet vertailukriteerien mukaan</u>	

3 AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄT

Aurinkoenergiaa voidaan ottaa talteen joko passiivisesti tai aktiivisesti. Passiivinen talteenotto tarkoittaa päivänvalon hyödyntämistä tai rakenteeseen sidotun lämmön käyttämistä ilman laitteistoa. Aktiivinen talteenotto tapahtuu erilaisten aurinkopaneelien kautta, jotka voivat tuottaa joko lämpöä tai sähköä.

Jos aurinkopaneeli tuottaa lämpöä sitä kutsutaan aurinkolämpökeräimeksi ja jos se tuottaa sähköä, valosähköiseksi paneeliksi.

Jos verrataan näitä kahta keskenään, niin aurinkolämpökeräin on selkeästi tehokkaampi. Se voi muuttaa noin 25-35% auringonsäteilystä lämmöksi, kun taas sähkökenno pystyy muuttamaan noin 15% sähköksi (Motiva, 2013).

Aurinkolämpökeräimen ja valosähköisen paneelin toimintaperiaatteet ja tekniset rakenteet esitetään tässä luvussa. Tämä auttaa ymmärtämään järjestelmien ylläpidontarpeen määrää ja huollon vaikeusasteen.

3.1 Aurinkolämpöjärjestelmä

Aurinkolämpöjärjestelmiä voidaan käyttää kiinteistön lämpimän käyttöveden tuottoon tai kiinteistön lämmitykseen tai kumpaankin yhtä aikaa.

Lämpimässä ilmastossa voidaan lämmittää vettä suoraan aurinkolämpökeräimessä ja sitten pumpata se eteenpäin käyttökohteisiin, tätä kutsutaan ”suora järjestelmäksi”.

Suomessa ja muualla kylmemmässä ilmastossa käytetään niin sanottuja ”epäsuoria järjestelmiä”, joissa lämmönvaihdinestettä (yleensä vesi-etyleeniglykoli) lämmitetään keräimissä ja sen jälkeen pumpataan lämmönvaihtimeen jossa se luovuttaa lämpönsä vesipiiriin. Glykoli on välttämätön, ettei järjestelmä jäädy talvisin. Glykolin negatiivinen puoli on sen huonompi lämmönjohtavuuskyky verrattuna veteen ja sitä kautta vesiglykolijärjestelmien hyötysuhde ovat hieman heikompia (Kalogirou, 2009).

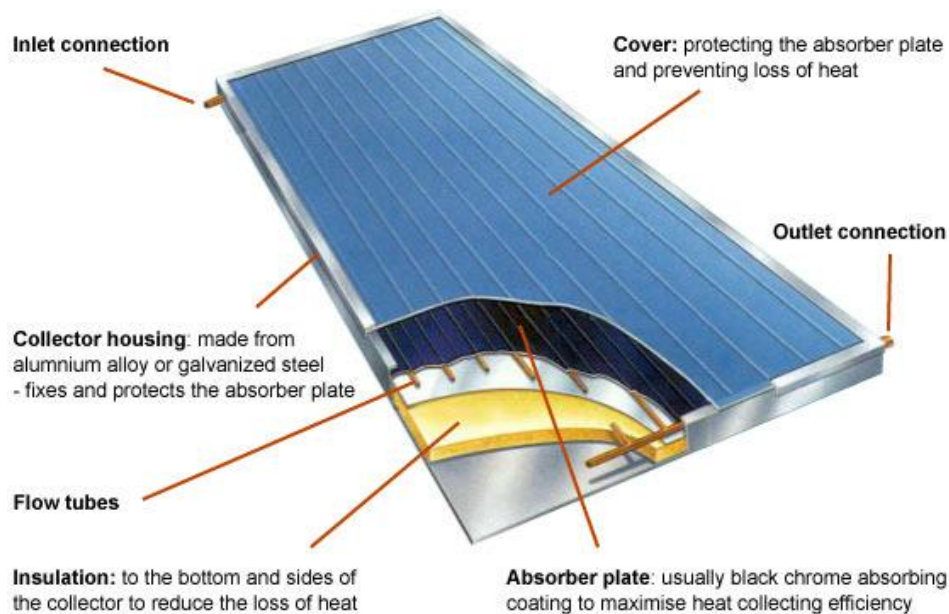
3.1.1 Aurinkolämpökeräimen toimintaperiaate

Aurinkolämpökeräin muuttaa auringon säteily lämmöksi, jonka siirretään keräimessä olevaan glykolinesteeseen.

Markkinoilla on paljon erilaisia aurinkokeräinmalleja, mutta tavallisimmat ja sopivimmat matalalämpötilasovelluksissa ovat Kalogiroun mukaan tasokeräimet, tyhjiöputkeräimet ja paraboliset keräimet. Nämä ovat liikkumattomia keräimiä, toisin sanoen ne eivät liiku auringon kierron mukaan. Paraboliset keräimet keskittyvät säteilyn isommasta alueesta pienempään alueeseen ja antavat sitä kautta enemmän energiaa käyttöön. Seuraavaksi esitetään esimerkki tasokeräimestä ja tyhjiöputkeräimestä.

Tasokeräin

Kuvassa Kuva 7 nähdään tasokeräimen rakenne. Mallilla on rinnakkaisia nousuputkia kahdessa keräinputkessa, yksi alhaalla ja yksi ylhäällä.



Kuva 7: Tasokeräimen rakenne, (Greenspec, 2013)

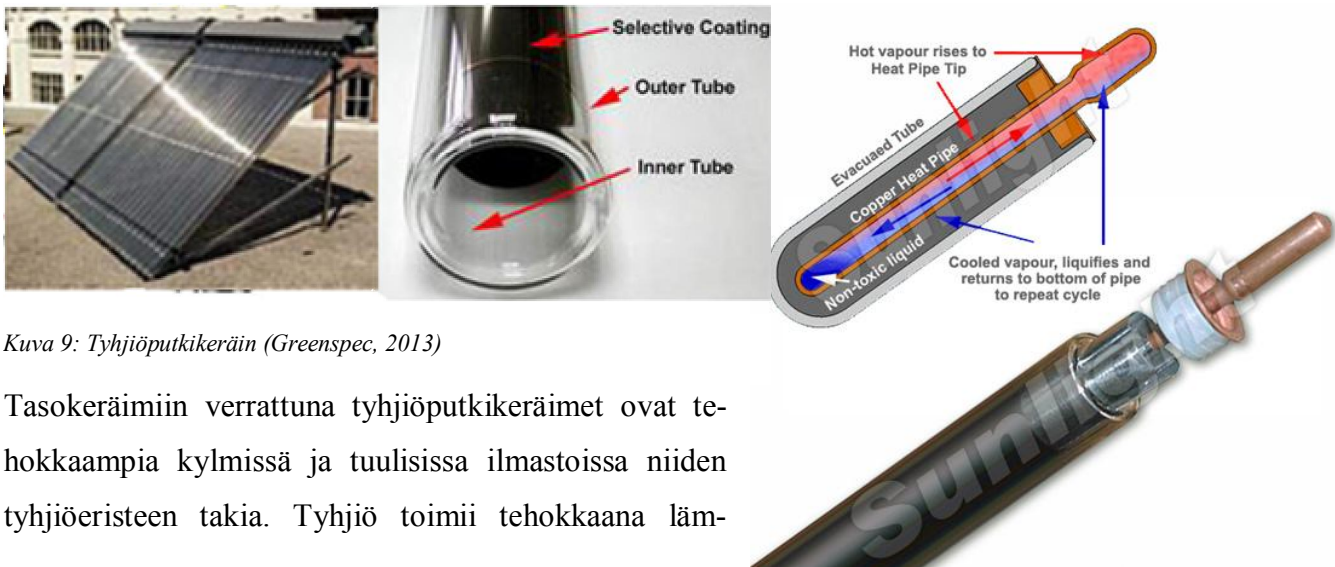
Kalogiroun mukaan tasokeräin on käytetyin malli kaikista aurinkokeräimistä. Sen runkorakenne on yleensä metallista tehty (alumiini), seinät ja pohja ovat hyvin eristettyjä estääkseen lämpöhukan. Kansi on läpinäkyvä ja se päästää auringon säteet sisään absorboitumaan mustaan metallipohjaan. Kansi on käsitelty päästävän lyhytaaltoista säteilyä läpi samalla kun se tehokkaasti estää pitkäaaltoista lämpösäteilyä karkaamasta (kasvihuoneperiaate). Glykolia-sisältäviä kupariputkia on hitsattu kiinni metallipohjan alapuo-

lelle. Lämpöä siirtyy nesteeseen ja kun tarpeeksi kuuma lämpötila on saavutettu, glykolia pumpataan alas lämmönvaihtimeen.

Pohjan kupariputket voivat olla sijoitettuna rinnakkain, molemmissa päissä ne kytkeytyvät isompaan runkoputkeen. Kylmä glykoli tulee alimpaan keräysputkeen ja poistuu ylemmästä.

Jotkin keräimet ovat serpentiinimallisia, joka tarkoittaa, että niissä on ainoastaan yksi alhaalta ylöspäin kiertyvä kupariputki.

Tyhjiöputkikeräin



Kuva 9: Tyhjiöputkikeräin (Greenspec, 2013)

Kuva 8: Tyhjiöputki, heat-pipe malli, (Wikipedia, 2013)

Tasokeräimiin verrattuna tyhjiöputkikeräimet ovat tehokkaampia kylmissä ja tuulisissa ilmastoissa niiden tyhjiöeristeen takia. Tyhjiö toimii tehokkaana lämmöneristeenä.

Tyhjiöputkikeräin koostuu metallirungosta (esim.

alumiini), jakoyhteestä ja yksilöllisistä tyhjiöputkista. Tyhjiöputkien päät asetetaan jakoyhteeseen. Jakoyhteessä on glykolia, johon tyhjiöputket luovuttavat lämpönsä.

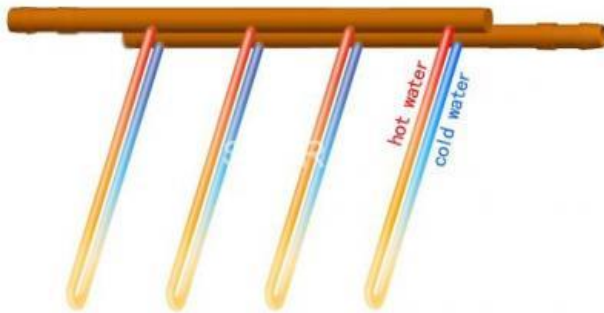
On olemassa erilaisia tyhjiöputkimalleja, joista tavanomaisin koostuu kahdesta erihalkaisijasta lasiputkista, jotka on sulatettu yhteen pohjasta ja päästä (katso Kuva 9 & Kuva 8). Lasiputkien väli muodostaa oleellisen tyhjiö-eristeen.

Sisäinen lasiputki on päällystetty mustalla absorptiopinnalla, joka muuttaa auringon säteilyn lämmöksi, joka siirtyy keskellä tyhjiöputkessa olevaan lämpöputkeen (heat-pipe).

Lämpöputki on yleensä valmistettu kuparista hyvän lämmönsiirtokyvyn takia. Lämpöputken alimmainen pitkä ja kapea osa toimii höyrystimenä ja päässä oleva leveämpi osa lauhduttimena. Lämpöputken sisältä löytyy joku neste-höyry faasimuutosmateriaali

(esimerkiksi metanoli), joka höyrystyy auringon lämmöstä. Höyrystynyt metanoli nousee ylöspäin kohti isompaa lauhdutinosa, joka on sijoitettu aurinkokeräimen jakoyhteeseen ja ympäröity glykolista. Lauhduttimessa metanolihöyry luovuttaa lämpönsä, kondensoituu nesteeksi ja palaa takaisin lämpöputken pohjaan. Höyrystymisprosessi alkaa uudestaan.

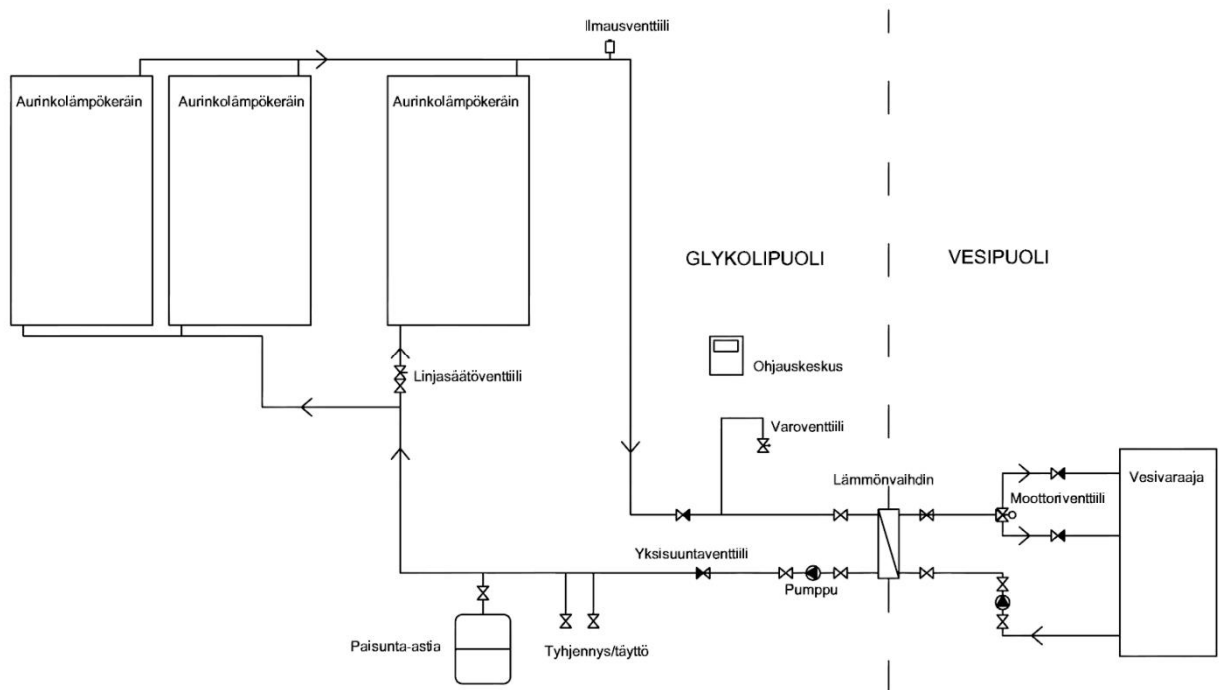
Toinen tyhjiöputkimalli on U-putki (U-pipe, katso Kuva 10), joka myös on tehty kuparista ja ympäröity lasityhjiöputkella. U-pipe:n päät kytkeytyvät jakoyhteessä kahteen runkoputkeen, toinen meno (lämmen) ja toinen paluu (kylmä). Paluuputken kylmä glykoli lähtee u-putkea pitkin alaspäin, lämpenee aurinkosäteilyn avulla ja nousee ylöspäin kohti menoputkea.



Kuva 10: U-putkimalli, (Machine history, 2013)

3.1.2 Aurinkolämpöjärjestelmän rakenne

Välillinen aurinkolämpöjärjestelmä koostuu kahdesta piireistä. Toinen sisältää glykolia ja palvelee aurinkokeräinpuolta ja toinen piiri sisältää vettä, johon lämpöä ladataan. Komponentit, jotka muodostavat järjestelmän ovat, aurinkolämpökeräin, putkisto ja eristeet, pumppuja, lämmönvaihdin, erilaisia venttiilejä, paisunta-astia, vesivaraaja, ohjauskeskus (mahdollisesti energiamittaus), sekä lämpötila- paineantureita.



Kuva 11: Esimerkki epäsuorasta aurinkolämpöjärjestelmästä (Bales, et al., 2012)

Kuva 11 antaa hyvän kuvan siitä miten aurinkolämpöjärjestelmä voi olla kytketty. Glykolipiiri ja vesipiiri ovat eristetty lämmönvaihtimesta niin, että nesteet eivät voi sekoitua keskenään. Pumppu kierättää glykolia aurinkolämpökeräinten ja lämmönvaihtimen välillä. Joissain helpommissa ratkaisuissa käytetään sisäistä lämmönvaihdinta (kuparikierukka), joka sijaitsee vesivaraajan sisällä. Kyseessä on suljettu järjestelmä. Tällöin tarvitaan paisunta-astia, joka pystyy hallitsemaan nesteen tilavuusmuutoksia. Kuva 11 nähdään myös linjasäätöventtiilejä joiden tehtävä on varmistaa, että oikea nestevirtaama saapuu oikeaan aurinkokeräinpiiriin. Näitä käytetään ensisijaisesti isoimmissa järjestelmissä joilla on monta aurinkopiiriä.

Vesipiirin muodostaa vesivaraaja, pumppu, moottoriventtiili, sekä yksisuunta- ja sulkuventtiilejä.

Vettä pumpataan lämmönvaihtimen läpi ja riippuen siitä kuinka paljon se pystyy lämpenemään sekä varaajan lämpötilatasoista, moottoriventtiili ohjaa sitä joko varaajan ylä- tai keskiosaan. Varaajan lämpöä käytetään käyttöveden ja kiinteistön lämmitykseen.

Ohjauskeskus hoitaa kaiken automaattisesti ja päättää eri lämpötila-arvojen perusteella mikä pumppu tai moottoriventtiili tulee liikkumaan. (Kalogirou, 2009)

3.1.3 Ylilämpenemissuoja

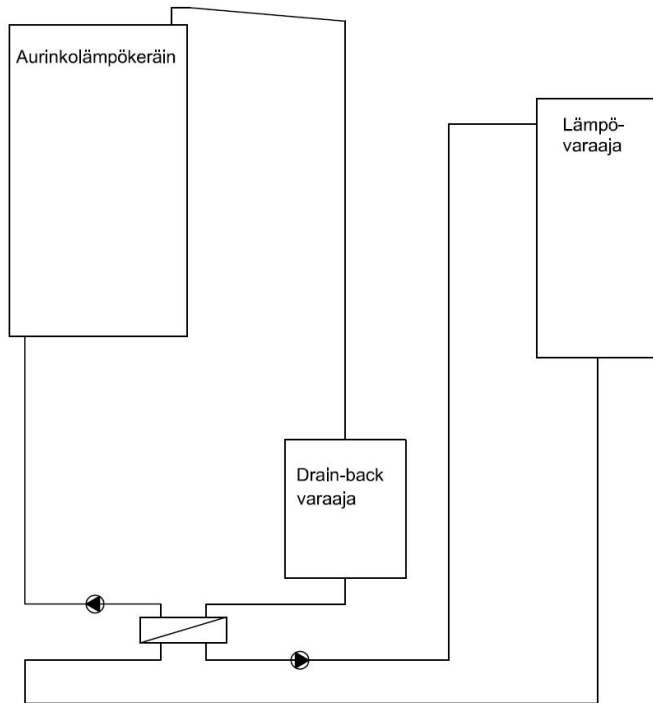
Aurinkolämpöjärjestelmien ylilämpeneminen saattaa tapahtua aurinkoisena päivänä jolloin lämpötarvetta ei ole ja varaajan lämpötila on 95 astetta jolloin se ei enää pysty vastaanottamaan lämpöä. Yli 140 asteessa, glykolin ominaisuudet huonontuvat ja muut järjestelmän komponentit voivat vahingoittua. Tämä voi johtua huolto- ja korjaustarpeisiin tai ainakin glykolin vaihtoon.

Järjestelmää voidaan suojata käyttämällä drain-back menetelmää (kts. Kuva 12). Drain-back tarkoittaa, että heti kun glykolipumppu pysähtyy, glykolinestettä valuu alas keräysvaraajaan. Samalla varaajan ilmaa liikkuu ylöspäin aurinkokeräimiin. Kun pumppu käynnistyy uudestaan, glykolia pumpataan aurinkokeräimiin ja keräimissä oleva ilma pääsee ulos järjestelmän päässä olevan ilmausventtiilin kautta. Samalla korvausilmaa pääsee sisään varaajaan tyhjiöventtiilin kautta. Järjestelmä edellyttää, että kaikki putkivedot ovat tehty niin, että neste pystyy estämättä kulkemaan alaspäin.

Toinen menetelmä, jota voidaan käyttää ylilämpenemissuojana, on ylimääräinen lämpökuluttaja, esimerkiksi puhallinkonvektori, joka aktivoituu hätätilanteessa. (Kalogirou, 2009)

(Bales, et al., 2012) mukaan on Pohjois-Euroopassa tavallista käyttää ”partial evaporation” tekniikkaa. Tämä tarkoittaa, että järjestelmän esipaineen pitää olla sellaisella tasolla, että glykoli alkaa kiehua, kun lämpötila saavuttaa 120-130 astetta. Keräimessä höyrystyvä glykoli aiheuttaa kohoavan järjestelmäpaineen ja työntää sillä tavalla putkistossa olevaa glykolia paisunta-astiaan, jossa se on suojattu ylilämpenemisestä. Tällainen

järjestelmä edellyttää oikea esipaine, riittävän ison paisunta-astia ja kuten drain-back järjestelmässä, nesteen on päästävä liikkumaan alaspäin ilman esteitä.



Kuva 12: Esimerkki drain-back järjestelmästä, (Bales, et al., 2012)

3.1.4 Aurinkolämpöjärjestelmän pääkomponentit

Putkisto

Glykolipiirin putket voivat olla kuparista, galvanoidusta teräksestä, ruostumattomasta teräksestä tai muovista. Näistä materiaaleista muovi soveltuu huonoiten lämpölaajenusominaisuuksiensa takia. Putkien täytyy olla eristettyjä lämpöhäviöiden minimoinnin vuoksi. Se osa putkistosta, joka on katolla, pitäisi olla suojattu UV-säteilyltä ja ilmastolta esimerkiksi muovi- tai metalliputkella. (Kalogirou, 2009).

Lämmönvaihdin

Aurinkolämpöjärjestelmissä voidaan käyttää erilaisia lämmönvaihtimia. Yksinkertainen malli on kierukka vesivaraajan sisällä. Huono puoli näissä on kuitenkin huonompi lämmönsiirto, sekä huoltoa ei voida tehdä (kalkkikerrosten poisto). Ulkoista levylämmönvaihdinta suositellaan, koska aurinkojärjestelmien lämpötilaero on usein aika pieni ja silloin levylämmönvaihdin on tehokkaampi samalla kun lämmitettyä nestettä voidaan moottoriventtiilillä ajaa eri korkeustasoille lämpötilasta riippuen. Vaihdin on laatikko-mallinen ja siinä on 4 liitintä, kaksi glykolipiirille ja kaksi vesipiirille.

(Bales, et al., 2012) sivu 37 & (Kalogirou, 2009) sivu 293

Vesivaraaja

Vesivaraajan tärkein tehtävä on varastoida aurinkolämpöä. Varaajan on oltava hyvin eristetty minimoimiseksi lämpöhäviöitä. Jotkut mallit on rakennettu ylläpitämään hyvin lämpötilajakoa niin että ylhäällä on lämpimin vesi ja alhaalla kylmin. Tällä tavalla voidaan hyödyntää aurinkolämpöä parhaalla tavalla. (Bales, et al., 2012)

Paisunta-astia

Paisunta-astiassa on kumipallo, jonka täytetään ilmalla tiettyyn esipaineeseen. Kun piirin nestettä lämmitetään sen tilavuus kasvaa ja neste työntää itseään paisunta-astiaan. Paisunta-astia esiintyy normaalisti kaikenlaisissa lämmitys- ja jäähdytysverkostoissa. Se suojaa järjestelmän glykolin ja veden lämpölaajenemisesta.

Astia asennetaan glykolipumpun jälkeen, niin sanotulle kylmälle sivulle ettei paisunta-astia turhaan altistu korkeille lämpötiloille, joita voi esiintyä stagnaatioissa. (Bales, et al., 2012)

Ohjauskeskus

Ohjauskeskus on tärkeä komponentti huolto- ja korjaustoimenpiteiden minimoinnissa. Sen täytyy hallita mahdollisia ongelmatilanteita, esimerkiksi ylläampneneminen tai jäätyminen (järjestelmä ilman glykolia). Järjestelmän tehokas valvonta edellyttää lämpötila-antureiden oikeaa asennuspaikkaa. Anturit on asennettava siten että saadaan todellinen kuva järjestelmän lämpötilasta. Väärin asennetut anturit voivat johtaa järjestelmäongelmiin ja kalliisiin korjauksiin.

Esim. aurinkokeräinten lämpötilanturit pitää olla aurinkokeräimen sisällä niin sanotussa lämpötaskussa eikä jakoputken ulkopuolella, sillä ympäröivä ilma vaikuttaa arvoon.

Perusajatuksena on että kun lämpötilaero varaajan ulostulon ja keräinten välillä on riittävän korkea, ohjauskeskus antaa kulkulupa pumppuille (Bales, et al., 2012).

Pumppu

Pumppuvalinta riippuu paljon tarvittavasta nestevirtauksesta. Korkeavirtausjärjestelmä (30-50 litraa/h/m²) on tavallisin ratkaisu lämpimälle käyttövedelle ja lämmitysjärjestelmille. Silloin käytetään sentrifugaalisia pumppuja (Bales, et al., 2012).

Pumpun tärkeimmät kriteerit ovat, että sen pitää kestää järjestelmän työlämpötilaa, joka voi vaihdella 20–130°C ja jos pumppu on suorassa yhteydessä käyttöveden kanssa, sen täytyy olla messingistä (Kalogirou, 2009).

Venttiilejä

Kustannus- ja energianäkökulmasta on paras minimoida venttiilien lukumäärä. Tällöin investointi pienenee samalla kun putkiston kokonaispainehävio pidetään matala, joka antaa pienemmän pumppauskustannuksen. Käytännön näkökulmasta on kuitenkin tärkeä, että tarvittavan määrän venttiilejä sijoitetaan oikeisiin paikkoihin mahdollistamaan optimoitua käyttöä, sekä huoltomahdollisuuksia. Tarvittavat venttiilit ovat; sulkuventtiili, linjasäätöventtiili, varoventtiili, yksisuuntaventtiili, automaattinen ilmausventtiili, sekä tyhjennys- ja täyttöventtiilejä.

- Sulkuventtiiliä käytetään pääasiassa huoltoyhteydessä. Niillä voidaan sulkea osia piiristä, siten että laitteita voidaan vaihtaa tyhjentämättä koko järjestelmää.
- Linjasäätöventtiiliä käytetään isoimmista järjestelmissä joissa aurinkokeräinpiiri haaraantuu. Ne huolehtivat siitä, että oikea nestevirtaus pääsee kiertämään oikeaan jakojohtoon.
- Varoventtiili suojelee järjestelmää ylipaineelta, joka voi syntyä esimerkiksi silloin kun järjestelmän neste on päässyt lämpenemään liikaa. Ongelmatilanteessa ulos tuleva neste on hyvin kuumaa ja sen takia on suositeltavaa johtaa se keräysastiaan.
- Yksisuuntaventtiili avautuu vain yhteen suuntaan.
- Ilmausventtiili asennetaan yleensä glykolipiirin päähän katolle aurinkokeräinten viereen. Sen tehtävänä on päästää mahdollinen ilma ulos verkostosta. Automaattisia venttiilejä ei käytetä partial-evaporation järjestelmissä, koska niiden kautta höyrystynyttä glykolia pääsisi ulos piiristä.
- Tyhjennys- ja täyttöventtiilejä käytetään, täytön ja tyhjennyksen aikana (Kalogirou, 2009) & (Bales, et al., 2012).

3.2 Aurinkosähköjärjestelmät

Valosähköisiä kennoja tai aurinkokennoja käytetään varsinkin sähköverkon ulkopuolella mutta ne yleistyvät myös kaupunkiympäristössä, varsinkin kun uusi valmistusteknologia ja uudet materiaalit laskevat järjestelmien hintoja.

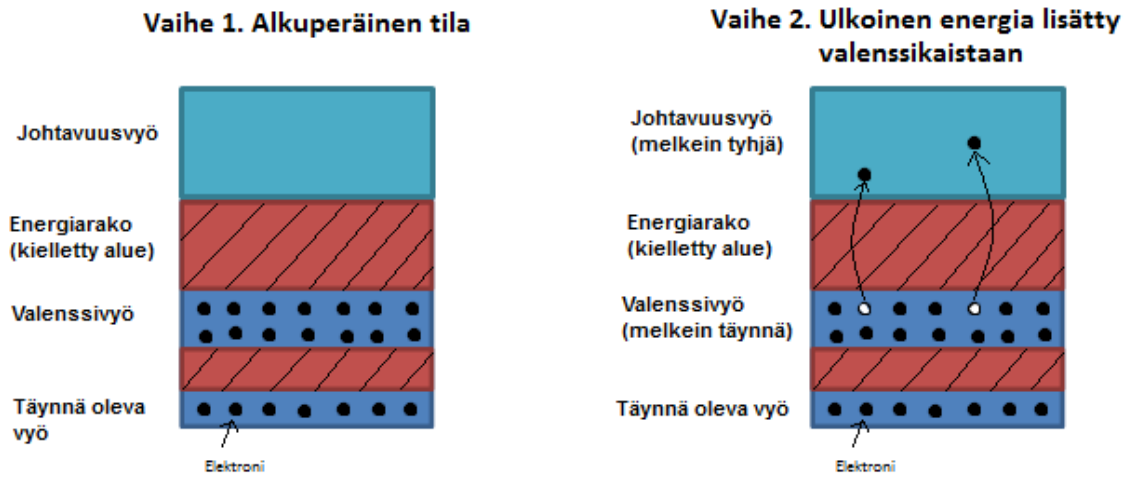
Aurinkosähköjärjestelmät koostuvat kahdesta tai useammasta ohuesta piipuolijohdelevystä. Kun auringonpaiste osuu piilevyihin, syntyy jännite josta saadaan tasavirtaa kahden johteen kautta. Varsinaiset kennot ovat aika pieniä ja antavat ainoastaan pienen jännitteen. Kun yhdistetään kennoja, saadaan moduuli ja yhdistämällä näitä moduuleita on lopputuloksena sähköä tuottava aurinkopaneeli. Luvun aineisto perustuu lähteisiin (Kalogirou, 2009) ja (Duffie & Beckman, 2006)

3.2.1 Sähkökennon toimintaperiaate

Jotta ymmärtää sähkökennon toimintaperiaatteen on ensin hallittava teorian puolijohteista ja valosähköisen ilmiöstä. Nämä kuvaillaan lyhyesti tässä luvussa (Kalogirou, 2009) ja (Luque & Hegedus, 2003) avulla.

Atomia ympäröi elektronit eri kuoreissa. Uloimman kuoren elektroneja kutsutaan valenssielektroneiksi ja niillä on enemmän energiaa verrattuna niihin elektroneihin, jotka ovat lähempänä atomiydintä. Kun useita atomeita ryhmittyy yhteen, niiden energiasisältö muuttuu muiden atomien vaikutuksesta muodostaen energiavöitä. Saman energiasisällön sisältävät elektronit sijaitsevat samassa energiavyössä. Uloin vyö eli valenssivyö sisältää eniten energiaa. Näillä elektroneilla on korkea energiasisältö, jonka takia ne on helppo saada liikkumaan ja irrottautumaan atomiytimen houkuttelevasta voimasta. Valenssivyön ulkopuolelta löytyy johtavuusvyön, jossa ei mikään atomisidos vaikuta elektroneihin enää. Siinä ne pystyvät liikkumaan kun ne ovat päässeet irti valenssivyöstä.

Energiavöiden välissä on elektroneille kiellettyjä alueita, joita kutsutaan energiaraoiksi. Jos energiarako on iso valenssielektroni tarvitsee paljon energia fotoneilta ennen se pystyy irrottautumaan ja siirtymään johtavuusvyölle (katso Kuva 13).



Kuva 13: Kaava nauhaväleistä, (Kalogirou, 2009)

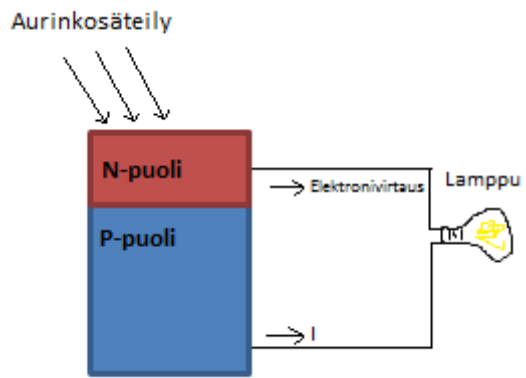
Jos johtavuus- ja valenssivyön välillä oleva energiarako on niin iso, että normaaleissa olosuhteissa on mahdotonta saada elektronit liikkumaan materiaalissa, kyseessä on sähköeristin. Aurinkokennoissa käytetään puolijohdeita kuten pii. Puolijohdeiden energiarako ei ole liian iso joten lisättyllä energialla on mahdollista saada valenssielektronit siirtymään johtavuusvyöhön. Energian lisäys tapahtuu tässä tapauksessa auringon fotoneilla. Kun fotoni absorboituu aurinkokennon valenssivyössä olevaan elektroniin se johtaa siihen, että elektroni saa riittävän energiamäärän pystyäkseen irrottamaan itsensä.

Aurinkokenno on rakennettu kahdesta eri puolijohdepalasta. Toinen pala on käsitelty niin, että sillä on ylimääräisiä elektroneja (negatiivinen) ja toisella palalla on liian vähän elektroneja (positiivinen).

Kun nämä kaksi palaa yhdistetään syntyy niin sanottu pn-liitos. P tarkoittaa positiivista ja N negatiivista. Kun liitokseen lisätään riittävä jännite niin n-puolen ylimääräisiä elektroneja siirtyy p-puoleen ja p-puolen elektroniaukot siirtyvät n-puoleen

Aurinkokenno on rakennettu pn-liitoksesta jotta virta saadaan liikkumaan. Kun fotoneja absorboituu piimateriaalin n-puoleen (ylimääräisiä elektroneja) elektroneja vapautuu johtavuusvyöhön. Jos kennon n- ja p-puoli on kytketty yhteen kuormalla (esim.hehkulamppu) fotonin avulla irronneita elektroneja virtaa lampun kautta p-puolelle samalla, kun elektroniaukot liikkuvat toiseen suuntaan (katso Kuva 14).

Kuva 15 näyttää minkä näköinen sähköpaneeli on.



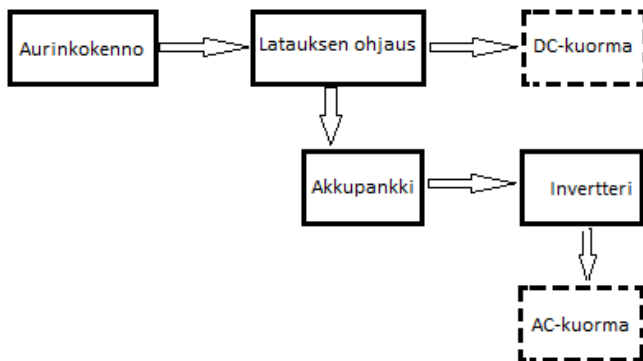
Kuva 14 Valosähköinen ilmiö, (Kalogirou, 2009)



Kuva 15: Valosähköinen paneeli, (Greenspec, 2013)

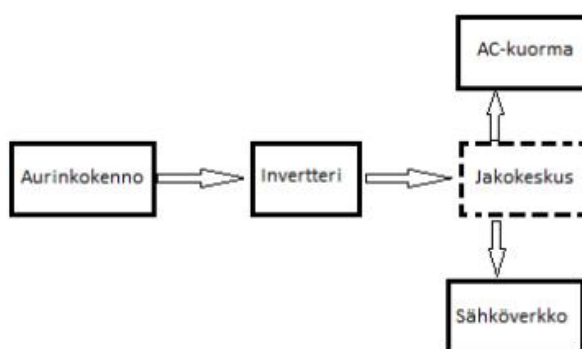
3.2.2 Aurinkosähköjärjestelmän rakenne

Järjestelmä voi palvella kiinteistöä kansallisen verkon sisällä tai ulkopuolella. Verkon ulkopuolella olevien kiinteistöjen aurinkosähköjärjestelmään voi kuulua akustoa, jonka hyödyntäen voidaan saada ison osan tarvittavasta sähköstä. Sellainen järjestelmä koostuu aurinkopaneleista, akustosta, lataussäätimestä ja mahdollisesti tasavirtaa vaihtovirraksi muuttavasta invertteristä (katso Kuva 16)



Kuva 16: Offgrid järjestelmäkaavio, (Kalogirou, 2009)

Sähköverkkoon kytketty kiinteistö voi ensi kädessä käyttää tuotettua aurinkosähköä, mutta kun ylituotantoa tapahtuu, ylittävä osa voidaan syöttää suoraan verkkoon. Verkkoa voidaan ajatella akustona, johon ladataan sähköä silloin, kun tarvetta ei ole ja sähköä otetaan ulos silloin kun aurinko ei paista. Tässä tapauksessa tarvitaan sähköpaneelit, invertteri, sekä jakokeskus, joka syöttää sähköä joko kiinteistön sisäiseen kuormaan tai sähköverkkoon (katso Kuva 17).



Kuva 17: Verkkoon kytketty järjestelmäkaavio, (Kalogirou, 2009)

3.2.3 Järjestelmän pääkomponentit

Aurinkosähköjärjestelmän pääkomponentit ovat paneelit, invertteri, lataussäädin ja akusto. Paneeli on jo kuvailtu edellisessä luvussa. Akustoa ja lataussäädintä ei käytetä kun kyseessä on sähköverkkoon kytketty kiinteistö.

Akusto ja lataussäädin

Aurinkosähköä ei aina pystytä käyttämään silloin kun sitä on saatavilla, siksi tarvitaan säilytystä kuten aurinkolämmönkin kanssa. Tässä tapauksessa säilytys tapahtuu akustossa.

Lataussäätimen päätehtävänä on estää akuston ylilataantuminen ja syväpurkautuminen, sekä akuston lataaminen optimaalisella tavalla. Kun akusto on täynnä, latausohjain kytkee aurinkopaneelipiirin pois kunnes akut pystyvät taas vastaanottamaan virtaa.

Invertteri



Katso Kuva 18 esimerkkinä invertterikytkennästä.

Verkossa ja sähköisissä laitteissa käytetään vaihtovirtaa, mutta sähkökennot tuottavat tasavirtaa. Sen takia tarvitaan invertteri, joka muuttaa katolta tulevan sähköä vaihtovirraksi ennen käyttöä. Invertterin tehtäviin kuuluu myös pitää vaihtovirtapuolen jännitetaso vakaana ja muuttaa sähköä parhaalla hyötysuhteella. Ulostulo voi olla joko 1- tai 3-vaihe.

Kuva 18: Invertterikytkentä, (SolarTech, ei pvm)

4 METODIIKAT

Tämän työn tutkimusosa toteutettiin haastatteluilla. Haastattelun suorittaminen sisältää monia epävarmuuksia. Kysymysten täytyy olla oikein muotoiltuja jotta saadaan riittävän kattavia vastauksia oikeasta asiasta. Haastattelijan tulisi olla kokenut ja osata lukea käytännön tilanteet niin hyvin, että hän pystyy kysymään samaa kysymystä uudelleen eri tavoilla. Tämän lisäksi haastateltavan ryhmän tulisi olla homogeeninen ja koostua henkilöistä joiden voidaan olettaa hallitsevan suunnilleen sama määrä tietoa kyseessä olevasta aiheesta. (Vehkalahti, 2008)

Haastattelun suorittaminen koostuu kuudesta askeleesta.

- Määrittele mitä haluat tietää
- Mieti sopiva kohderyhmä, kenellä on tarvittavat tiedot ja kuinka monta haastateltavaa tarvitaan
- Kysymysten muotoilu on hyvin tärkeä osa, panosta tähän vaiheeseen
- Suorita testihaastattelu ja arvioi kysymykset ja haastattelutaitosi. Näin valmistaudutaan tehtävään ja tarvittaessa voidaan muokata kysymyksiä vielä ennen varsinaista haastattelua
- Suorita haastattelut
- Analysoi tulokset sopivimman menetelmän mukaan (kvantitatiivisesti tai kvalitatiivisesti) ja tee johtopäätökset

(University of Maryland, 2001)

Kirjallisia tai suullisia vastauksia voi olla helpompi analysoida kvalitatiivisella menetelmällä, mutta niiden esittely on useimmiten helpompi kvantitatiivisesti luvuilla ja tilastoilla. Riippumatta analysointitavasta pitää muistaa, että kyseessä ei ole mekaaninen prosessi, vaan aikaa ja ajattelua vaativaa prosessi, jotta haastatteluista saadaan irti tietoa. (Vehkalahti, 2008)

Tässä työssä on yritetty esittää tulokset sekä kvantitatiivisina, tilastollisina diagrammina että kvalitatiivisia tiivistelmiä eri henkilöiden vastauksista ja mielipiteistä.

5 TULOKSET

5.1 Huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä

Eri suositusten ja tietolähteiden läpikäymisen jälkeen voidaan todeta, että aurinkoenergiajärjestelmiä eivät tarvitse juurikaan huoltoa ja ylläpitoa. Suositeltavat toimenpiteet ovat kevyitä ja koskevat pääasiassa aurinkolämpöjärjestelmiä. Vakioilmaisu aurinkoenergiatoimittajien joukossa on ”Järjestelmä on periaatteessa huoltovapaa”.

Aurinkosähköjärjestelmien puolesta tämä pitää paikkansa. Huolto tilataan vasta kun huomataan että ongelmia on ilmestynyt.

5.1.1 Aurinkolämpöjärjestelmien huolto- ja ylläpitotoimenpiteet

Järjestelmien huoltovälien välillä vallitsee eroja. Lähteestä riippuen suositellaan eri huoltovälejä. Koska aurinkolämpöjärjestelmät toimivat pienillä lämpötilaeroilla se on herkkä poikkeamille ja on hyvin tärkeä, että kaikki toimii, jotta minimoidaan energiahukka. Hyvän kiinteistönhuollon näkökulmasta on hyvä tarkastaa järjestelmä kerran vuodessa.

Eri toimittajien ja asiantuntijoiden mukaan, järjestelmä on tarkastettava 1-5 vuoden välein (Jodat Oy ja Svesol Ab). Glykoli on yksi järjestelmän tärkeimmistä osista, jos se on ylikuumentunut sen lämmönsiirto-ominaisuus heikenee ja järjestelmän hyötysuhde laskee. Huono glykoli voi jopa rikkoa järjestelmän, jos pakkaskestävyys on heikentynyt liikaa.

Taulukko 1 näyttää suositeltavia huoltotoimenpiteitä aurinkolämpöjärjestelmille.

Taulukko 1 Aurinkolämpöjärjestelmän huoltotoimenpiteet (Caleffi, 2013) (Svesol Ab, 2013) ja (Jodat Ympöristöenergia Oy, 2013)

Laite	Toimenpide	Huoltoväli
<u>Järjestelmän tarkastus</u>		Vuotuinen (kevät)
Painemitari	Tarkista järjestelmän paine	
Ilmausventtiili	Tarvittaessa ilmataan järjestelmää	
Varoventtiili	Toiminnan tarkastus	
Pumppu	Toiminnan ja asetuksen tarkastus	
Ohjauskeskus	Toiminnan tarkastus ja arvojen todennäköisyys	
Lämpö- ja painean- tureita	Toiminnan ja sijainnin tarkastus	
Moottoriventtiili	Toiminnan tarkastus	
Tilavuusvirtamittari	Toiminnan tarkastus	
Aurinkokeräimet	Telineiden kunnan ja kiinnikkeiden tarkastus	
	Puhdistus tarvittaessa	
Eriste	Kunnan tarkastus	
Liittimiä	Vuotojen ja korroosion tarkastus	
Putkisto	Kunnan tarkastus	
<u>Jäätymissuojan / lämmönsiirtonesteen tarkastus</u>		Vuotuinen (syksy)
Glykoli	Pakkaskestävyyden ja lämmönsiirto-ominaisuuden tarkastus	

Listatut toimenpiteet ovat silmämääräisiä tarkastuksia, paitsi glykolitarkastus. Glykoli tulee tarkastaa kerran vuodessa, mielellään syksyllä ennen pakkasia. Glykolin tarkastus tapahtuu ottamalla muutamaa pisaraa nestettä järjestelmästä ja tarkistamalla sen väri, haju ja PH-arvo. Jos neste on ruskehtavaa, vahvan hajuista tai ph-arvo alle 7 se on vaihdettava. Kun glykolin ph-arvo laskee alle 7 se muuttuu hapokkaaksi ja alkaa nopeasti kuluttaa putkistoa sisältä. On tärkeää huolehtia glykolin kunnosta, jotta putkiston ja komponenttien elinikä ei lyhenisi.

Glykolin ylikuumentuminen johtaa glykolin hajoamiseen, ominaisuuksien heikentymiseen ja järjestelmähyötysuhteen laskuun. Edellä mainittujen syiden takia on glykolia vaihdettava jos se on hajonnut liikaa ylikuumentumisessa. Aurinkolämpöjärjestelmissä käytetään yleensä glykolia nimeltään Tyfocor LS valmistajalta TYFO. Tyfocoria ei ole halpaa ja vanhan nesteen poisto, kuljetus ja vastaanotto jäteasemalla maksaa myös. Tä-

män lisäksi myös itse nesteenvaihdon työmäärä maksaa. Seuraavaksi näkyy arviointi glykolivaihdon aiheuttamista kustannuksista.

Glykolipiirin tyhjennys ja glykolin kuljetus jäteasemalle	–	n. 250€ (4 h, 60€/h)
Glykolin vastaanotto jäteasemalla	–	n. 1,8 – 2,5€/kg
Uuutta glykolia (Tyfocor LS)	–	n. 4€/litraa
Glykolipiirin täyttö ja ilmaus	–	n. 250€ (4 h, 60€/h)

Glykolin vastaanottohinta perustuu HSY:n ja Vestian jätehuollon palveluhintoihin.

Glykolinvaihdon kustannus järjestelmässä, jossa 150 litraa glykolia tulisi edellä mainittujen kustannusarviointien perusteella maksaa noin 1 370 – 1 475 €.

Turhan glykolivaihtokustannukselta välttyminen onnistuu helposti asentamalla aurinkolämpöjärjestelmä drain-back menetelmällä, jolloin se on hyvin suojattu ylikuumentumisesta.

Ohjauskeskus on tarkastettava kerran vuodessa. Vioittuneet anturit aiheuttavat helposti ongelmia. Isoimmassa järjestelmässä on ihanteellista jos niiden ohjauskeskus kytketään kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään ja sitä kautta voidaan antaa hälytys ja viikailmoitus. (IVT, 2009)

Taulukon toimenpiteiden lisäksi suositellaan järjestelmän läpi käyminen kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Lämpökäynnin aikana tulisi suorittaa paineiden tarkistus, sähköisten laitteiden tarkistus, sekä verkoston ilmaus tarvittaessa.

Liitteestä I, löytyy IVT Värmepumpar Oy:n kätevä huoltopöytäkirja aurinkolämpöjärjestelmille. Siinä on esimerkkejä toimenpiteistä, jotka kannattaa suorittaa. Pöytäkirjaan voidaan järjestelmällisesti kirjata lämpötila- ja paine-arvoja, sekä lisätä omia kommentteja.

5.1.2 Aurinkosähköjärjestelmän huolto- ja ylläpitotoimenpiteet

Järjestelmätoimittaja Finnwindin mukaan aurinkosähköjärjestelmä ei vaadi paljon huoltotoimenpiteitä. Ainoa suositeltu tarkastus on silmämääräinen tarkistus kerran vuodessa jolloin koko järjestelmän käydään läpi ja tarkistetaan, että kaikki on kunnossa.

Sen lisäksi, invertterivalmistaja SMA:lla on muutama suositus heidän inverttereihinsä liittyen, käytännössä asia koskee lähinnä puhdistusta.

Taulukko 2 selventää aurinkosähköjärjestelmän suositellut huoltotoimenpiteet.

Taulukko 2 Aurinkosähköjärjestelmän huoltotoimenpiteet (Innotech Solar, 2013) ja (SMA, 2013)

Laite	Toimenpide	Huoltoväli
<u>Järjestelmän tarkastus</u>		Vuotuinen
Aurinkopanelit	Telineiden ja kiinnikkeiden tarkastus	
	Puhdistus tarvittaessa	
Liitokset ja kaapelit	Kunnon tarkastus	
Invertteri	Ilmanvaihtoaukon puhdistus tarvittaessa	
	Puhaltimien puhdistus tarvittaessa	
	Puhaltimien toimintatarkastus	
	Tasavirtakytkimen toimintatarkastus	

Suositteluja huoltotoimenpiteitä on vähän. Finnwindin kokemuksen mukaan toimittaja tai huoltoliike tilataan paikalle vasta kun joku osa lakkaa toimimasta.

5.2 Haastattelut

Haastatteluun sopivien kiinteistöjen löytäminen oli haasteellista. Vaikka järjestelmät ovat yleistymässä Suomen markkinoilla, olemassa olevat järjestelmät ovat vielä niin uusia, että huolto ei ole tullut vielä ajankohtaiseksi. Joissain kohteissa järjestelmät olivat noin 2 vuotta vanhoja ja takuu-aika oli loppumassa, joka tarkoittaa, että järjestelmätoimittajan ylläpito- ja toimivuusvastuu oli vasta siirtymässä kiinteistön vakituiselle huoltoyksikölle. Varsinkin isompia aurinkolämpölaitoksia oli vaikeaa löytää. Haastatteluihin valittiin kuusi kiinteistöä, joissa kahdessa oli aurinkolämpö, kolmessa aurinkosähkö ja yksi jossa oli sekä aurinkolämpö että –sähkö. Kaikki suostuivat haastatteluihin sillä ehdolla että haastattelut tehtiin nimettömänä.

Taulukko 3 selventää osallistuvat kiinteistötyypit.

Taulukko 3 Tutkitut kohteet

Kohde	Kohdetyyppi	Aurinkojärjestelmä	Järjestelmäteho / -koko	Käyttöönotto
A	Rivitalo ja kerrostalo	Lämpö	72 + 60 kW	2012 / 2013
B	Asuinkerrostalo	Lämpö	22 m ²	2008
C	Uimahalli	Lämpö ja sähkö	196 kW lämpö 50 kW sähkö	2011
D	Ruokakauppa	Sähkö	39 kW	2000
E	Toimistokiinteistö	Sähkö	55 kW	2011
F	Toimitila/toimisto	Sähkö	40 kW	2012

Haastatteluilla haettiin myös keskustelua aiheesta ja kysymyksiin vastattiin usein puhumalla kokonaisuuksista eikä vastaamalla yksityiskohtaisesti kysymykseen.

Kysymykset joihin etsittiin vastauksia olivat;

- järjestelmän toimitus- ja asennustapa
- käyttöönoton sujuminen
- miten kiinteistön huolto yleisesti on järjestetty?
- löytyykö suunniteltuja huoltoja aurinkojärjestelmille?
- suoritetaanko huollot ja onko aurinkojärjestelmät millään tavalla otettu huomioon huoltokokonaisuudessa tai huoltosopimuksissa?
- onko olemassa energiantuottotavoitearvoja?
- onko huomattu erillisiä tai kasvavia huoltokustannuksia aurinkojärjestelmien takia?
- onko näitä dokumentoituja?
- käyttäjien tyytyväisyysaste

Taulukko 4:ssä on listattu kaikki kysymykset, joita käytettiin haastatteluissa tukena. Taulukko 5 näyttää vastaustulokset taulukkomuodossa antaen nopean käsityksen aiheesta, tämän jälkeen löytyy tiivistelmä haastateltujen mielipiteistä kysymyksittäin.

Taulukko 4 Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset	
1.	Miten järjestelmä toimitettiin, kokonaispakettina yhdeltä urakoitsijalta vai oliko se hajautettu?
2	Esiintyikö ongelmia käyttöönottoaiheessa?
3	Saatiinko takuuajan huolto-ohjelma urakoitsijalta?
4	Koetaanko että tarpeeksi koulutusta ja käyttöohjeita on saatu järjestelmään liittyen?
5.	Miten kiinteistön huolto ja ylläpito on järjestetty, toimittaako yksi osapuoli kaikki palvelut vai onko se hajautettu monelle?
6	Minkä kokoinen huoltoyritys on kyseessä?
7	Miten huoltosopimus on järjestetty uusiutuvien järjestelmien puolesta?
8	Onko aurinkoenergiajärjestelmät otettu huomioon huoltosopimuksen laadinnassa
8a	Jos on, tuliko siitä lisäkustannuksia?
9	Onko järjestelmä huollettu?
9a	Onko erikoishuoltoja tarvittu?
10	Onko kiinteistön huolto ja käyttö dokumentoitu?
11	Koetaanko, että järjestelmä vaatii enemmän huoltoa ja ylläpitoa kuin tavanomaisempi lämmitysjärjestelmä
12	Onko harkittu järjestelmän optimointia 5-10 vuoden välein?
13	Onko yleisesti oltu tyytyväisiä järjestelmäratkaisuun
14	Onko järjestelmän energiantuotto mitattu?
14a	Pidetäänkö siitä kirjanpitoa?
15	Onko ollut tavoitearvoja energiantuotolle ja onko niihin päästy?
15a	Onko huomattu säästöjä?

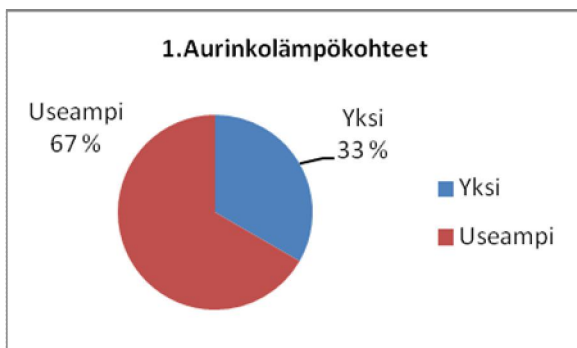
Taulukko 5 Vastaukset haastattelukysymyksiin

KYSYMYKSET:	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		8a.	
VASTAUKSET:	Yksi	Useampi	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kokonais- palvelu	Hajautettu	Iso	Pieni	Katso erillis selitys		Kyllä	Ei	Kyllä	Ei
Osallistuja A		X	X			X		X	X			X	-			X	-	-
Osallistuja B	X		X		X			X	X			X	-		X			X
Osallistuja C		X		X		X		X		X		X	-			X	-	-
Osallistuja D	X			X		X	X			X	X		-			X	-	-
Osallistuja E	X			X		X		X		X	X		-		X			X
Osallistuja F		X		X		X	X			X	X		-		X			X

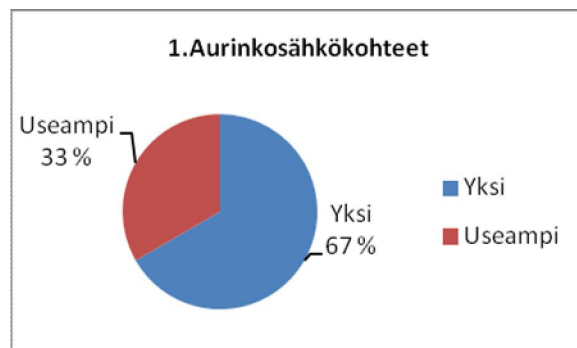
KYSYMYKSET:	9.		9a.		10.		11.		12.		13.		14.		14a.		15.		15a.	
VASTAUKSET:	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Katso erillis selitys		Kyllä	Ei
Osallistuja A		X		X	X			X	X		X		X		X		-		X	
Osallistuja B	X			X		X		X	X		X		X		X		-		X	
Osallistuja C		X		X	X			X		X		X		X		-		X		
Osallistuja D		X		X	X			-	X		X		X			X	-		X	
Osallistuja E	X			X	X			-		X	X		X		X		-		X	
Osallistuja F		X		X	X			-	X		X		X		X		-		X	

Tiivistelmä tilanteesta ja mielipiteistä kysymyksittäin.

Kysymys 1: Miten järjestelmä toimitettiin, kokonaispakettina yhdeltä urakoitsijalta vai oliko se hajautettu?



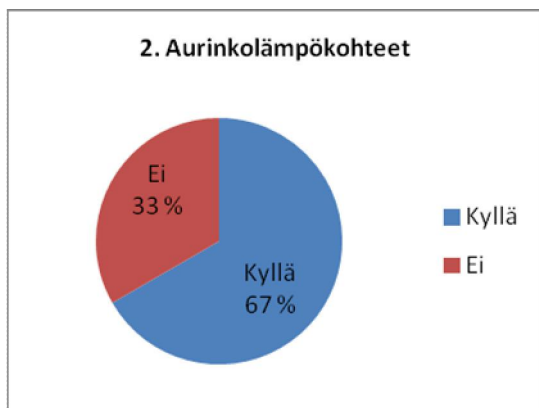
Kuva 19 Järjestelmätoimitus, aurinkolämpö



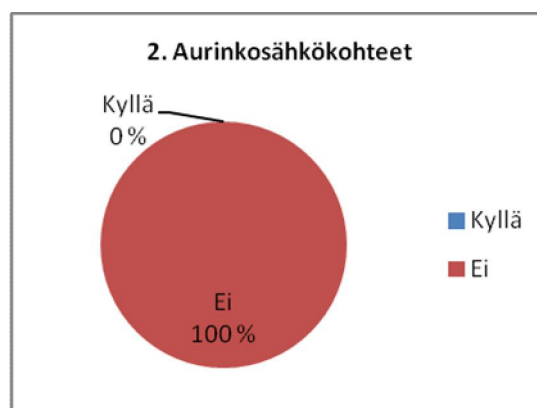
Kuva 20 Järjestelmätoimitus, aurinkosähkö

Tiivistetty vastaus: Tavallisin tapa on ollut, että aurinkosähköjärjestelmät ovat toimitettu avaimet-käteen periaatteella. Aurinkolämpöjärjestelmien toimitus- tai asennustapa on saattanut jakaantua eri osapuolille. Esimerkiksi automatiikkaosuuden on joskus hoi-
tanut eri urakoitsijalta tai esim. ulkopuolinen yritys on toimittanut paneelit.

Kysymys 2. Esiintyikö ongelmia käyttöönottovaiheessa?



Kuva 21 Käyttöönottovaihe, aurinkolämpö



Kuva 22 Käyttöönottovaihe, aurinkosähkö

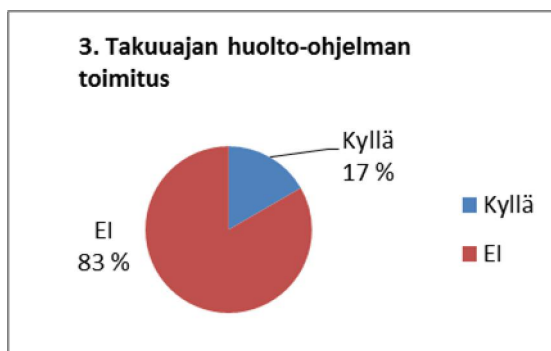
Tii-

vistetty vastaus: Kahdella aurinkolämpökiinteistöistä oli jonkinlaisia teknisiä ongelmia järjestelmän käyttöönotossa. Toisessa tapauksessa oli kyseessä automatiikan ohjelmointiongelmista ja toisessa tietämättömyydestä ja puutteellisesta koulutuksesta johtuvia asennusvirheitä.

Mielenkiintoista on, että kaikki aurinkosähköjärjestelmät ovat toimineet ongelmitta alusta asti.

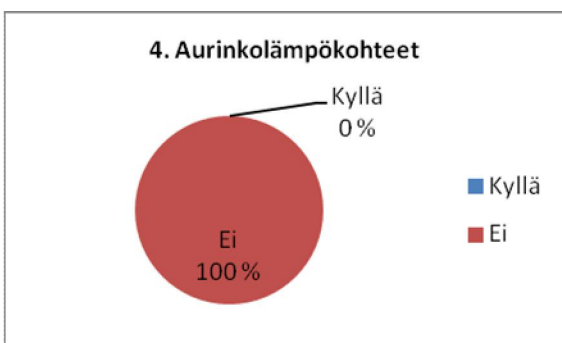
Kysymys 3. Saatiinko takuuajan huolto-ohjelma urakoitsijalta?

Tiivistetty vastaus: Ainoastaan yksi kiinteistö sai takuuajan huolto-ohjelman urakoitsijalta. Siihen sisältyi vuotuiset järjestelmätarkastukset. Muissa kiinteistöissä oli olemassa vain tuote- ja asennustakuu, joka edellyttää, että urakoitsija korjaa ongelmia jos niitä esiintyy, mutta muita niin sanotusti ennakoituvia tarkastuksia ei suoriteta.

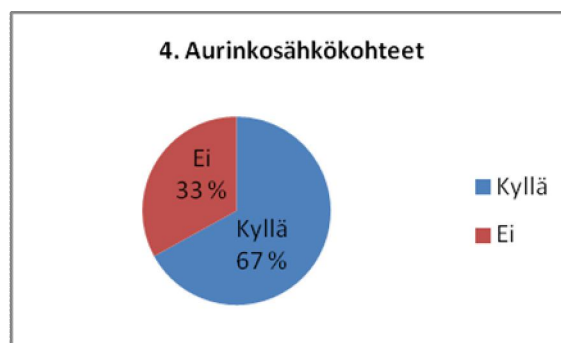


Kuva 23 Takuuajan huolto-ohjelma

Kysymys 4. Koetaanko että tarpeeksi koulutusta ja käyttöohjeita on saatu järjestelmään



Kuva 24 Koulutus ja käyttöohjeet Aurinkolämpökohteet



Kuva 25 Koulutus ja käyttöohjeet Aurinkosähkökohteet

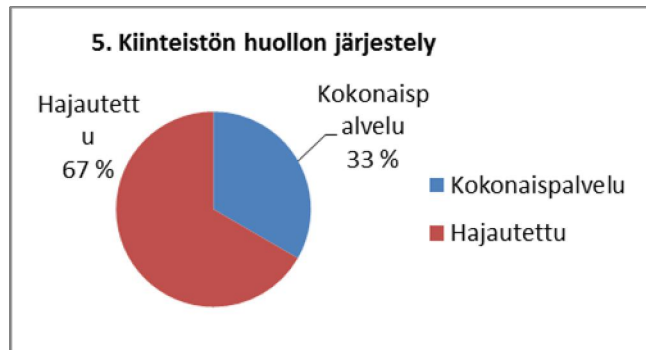
liittyen?

Tiivistetty vastaus:

Kaikki aurinkolämpökiinteistöt ovat sitä mieltä, että käyttöönottokoulutukset, sekä käyttö- ja huolto-ohjeet ovat olleet liian kevyitä. Urakoitsijalla eikä tuotetoimittajalla ole ollut isompaa kiinnostusta antaa riittävää koulutusta vaikka sitä olisi tarvittu. Aurinkosähkökiinteistöistä kaksi olivat tyytyväisiä saatuun koulutukseen ja ohjeisiin. Tämä osoittaa sen, että aurinkolämpöjärjestelmät ovat käyttäjien mielestä teknisesti vaativampia verrattuna aurinkosähköjärjestelmään ja sen takia vaaditaan laajempaa taustatietoa.

Kysymys 5. Miten kiinteistön huolto ja ylläpito on järjestetty, toimittaako yksi osapuoli kaikki palvelut vai onko se hajautettu moniin osapuoliin?

Tiivistetty vastaus: Kolmasosalla kiinteistöistä on kokonaiskattava kiinteistöhuolto-palvelu yhdeltä yritykseltä ja lopuilla on hajautettuja sopimuksia. Esimerkiksi toinen yritys hoitaa kevyemmät kiinteistötyöt ja tarvittaessa käytetään muita yrityksiä, jotka hoitavat erilaisia teknisiä huoltoja. On tärkeä muistaa, että ne kiinteistöt joilla on kokonaiskattavia palveluita ovat asuin kiinteistöjä, jotka perinteisesti ovat teknisesti vähemmän vaativia.



Kuva 26 Huollon järjestely

Kysymys 6. Minkä kokoinen huoltoyritys on kyseessä?

Tiivistetty vastaus: Puolella kiinteistöistä on sopimus ison kiinteistöhuoltoyrityksen kanssa ja toisella puolella on palkattu pienempiä yrityksiä.

Kysymys 7. Miten huoltosopimus on järjestetty uusiutuvien järjestelmien puolesta?

Tiivistetty vastaus: Tämä vaihtelee paljon. Joissain kiinteistöissä ei ole mitään järjestelyitä. Joissain saattaa paneeleiden pesu (tarvittaessa) kuulua vakitukselle kiinteistöhuololle ja tekniset palvelut tilataan ulkopuolelta tarvittaessa. Yleisesti ottaen huolto vaikuttaa olevan järjestetty niin, että tarkkaillaan järjestelmiä ja suoritetaan ylläpitotarkastuksia silloin tällöin varmistaen että kaikki toimii. Kun ongelmia havaitaan, tilataan huolto.

Haastatteluissa mainitaan kasvava kiinnostus ostaa erityisiä järjestelmäpalveluita (aurinko)-alaan erikoistuneilta yrityksiltä.

Kysymys 8. Onko uusiutuvat järjestelmät otettu huomioon huoltosopimuksen laadinnassa?

Tiivistetty vastaus: Puolet kiinteistöistä ovat ottaneet jossain määrin huomioon aurinkojärjestelmät huoltosopimusten laadinnassa, joko vain mainitsemalla ne tai sisällyttämällä ne palvelukuvaukseen.

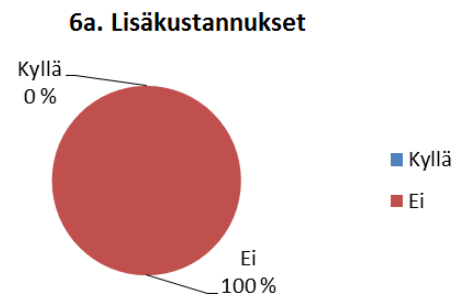
8. Huomioitavaa huoltosopimuksissa



Kuva 27 Huomioitavaa huoltosopimuksissa?

Kysymys 8a. Jos on, tuliko siitä lisäkustannuksia?

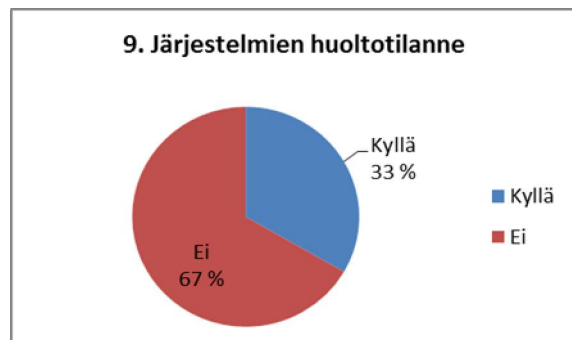
Tiivistetty vastaus: Kiinteistöt jotka ottivat aurinkojärjestelmät huomioon, toteavat, että tämä ei ole lisännyt huoltokustannuksia.



Kuva 28 Lisäkustannukset

Kysymys 9. Onko järjestelmä huollettu?

Tiivistetty vastaus: Ainoastaan silmämääräisillä tarkastuksilla, tai aurinkolämpöpötapauksissa glykolin täytöllä.



Kuva 29 Onko järjestelmä huollettu?

Kysymys 9a. Onko erikoishuoltoja tarvittu?

Tiivistetty vastaus: Kukaan ei ollut tarvinnut suurempia tai vaativampia huoltoja.

Kysymys 10. Onko kiinteistön huolto ja käyttö dokumentoitu?

Tiivistetty vastaus: Ainoastaan yksi kiinteistöistä ei dokumentoi huoltotoimintaansa. Kaikki muilla on käytössä sähköinen huoltokirja, mutta siihen ei ole kirjattu mitään aurinkojärjestelmistä.

Kysymys 11. Koetaanko, että järjestelmä vaatii enemmän huoltoa ja ylläpitoa kuin tavanomaisempi lämmitysjärjestelmä? (koskee aurinkolämpöjärjestelmiä)

Tiivistetty vastaus: Kaikki aurinkolämpöjärjestelmien käyttäjät ovat sitä mieltä, että järjestelmä ei vaadi paljon huoltoa, jos kaikki on asennettu oikein.

Haastatteluissa tulee esiin mielipiteitä, että järjestelmät saattavat vaatia enemmän ylläpitoa tai tarkkailua, kuin perinteiset kiinteistöjärjestelmät. Samalla myönnetään, että tämä tunne saattaa tulla tottumattomuudesta ja puuttuvista tiedoista.



Kuva 30 Huoltovaatimus

Kysymys 12. Onko harkittu järjestelmän optimointia 5-10 vuoden välein?

Tiivistetty vastaus: Enemmistö on miettinyt mahdollisuutta tarkistaa järjestelmää tulevaisuudessa voidakseen optimoida, tai vaihtaa komponentteja uudemmaksi ja tehokkaammaksi tekniikaksi.

Kysymys 13. Onko oltu yleisesti tyytyväisiä järjestelmäratkaisuun?

Tiivistetty vastaus: Kaikki haastatellut olivat pieniä ongelmia lukuun ottamatta yksimielisesti tyytyväisiä aurinkoenergiajärjestelmän toimintaan kokonaisuudessa. Järjestelmät ovat tuottaneet energiaa siinä määrin mitä on voitu odottaa. Koetaan erittäin positiiviseksi se,



että erityisesti aurinkosähköjärjestelmät ovat niin itsenäisiä ja eivät tarvitse sen enempää huomiota.

Kuva 31 Tyytyväisyys

ne

Kysymys 14. Onko järjestelmän energiantuotto mitattu?

Tiivistetty vastaus: Kaikki kiinteistöt mittaavat tavalla tai toisella energiantuottoansa.

Kysymys 14a. Pidetäänkö energiantuotosta kirjanpitoa?

Tiivistetty vastaus: Kaikki paitsi yksi kiinteistö pitää energiantuotosta kirjaa.

Kysymys 15. Onko ollut energiantuotto tavoitearvoja ja onko niihin päästy?

Tiivistetty vastaus: Mielenkiintoista on, että ainoastaan yksi osapuoli kertoo energiantuottotavoitearvoista. Muissa kiinteistöissä oltiin tietoisia suuntaa antavista arvoista, jotka suunnitteluvaiheen aikana arvioivat tulevaa tuottoa. Niitä ei kuitenkaan laskettu tavoitearvoiksi. Energiantuotto on jopa ylittänyt odotukset muutamissa kiinteistöissä.

Kysymys 15a. Onko huomattu säästöjä?

Tiivistetty vastaus: Vaikka kaikilla ei ollut energiantuottoon liittyviä tavoitearvoja, oli kuitenkin huomattu säästöjä energiankulutuksessa. Säästöt olivat haastateltujen mukaan kiitettävällä tasolla.

6 YHTEENVETO

Tulosten luotettavuus

Oli vaikeaa löytää sopivankokoisia kiinteistöjä joilla oli aurinkolämpö. Se, että tutkimus koskee sekä asuinkiinteistöjä että isompia liikekiinteistöjä tekee tulosten tulkitsemisen ja vertailun vaikeammaksi, koska lähtökohta on erilainen näiden kahden kiinteistötyyppien välillä. Parempia tuloksia olisi saavutettu homogeenisemmilla haastattelukohteilla, joko ainoastaan asuinkiinteistöillä tai vain liikekiinteistöillä. Silloin haastattelukohteiden löytäminen olisi ollut vielä vaikeampaa.

Suuri määrä haastattelukohteita olisi antanut tilastollisesti kiinnostavampia ja luotettavampia vastauksia, erityisesti kun aurinkojärjestelmätkin olivat erilaisia eikä pelkästään lämpö- tai sähköjärjestelmiä. Näiden järjestelmien toiminta on hyvin erilainen keskenään ja se vaikuttaa luultavasti paljon vastaustuloksiin riippuen järjestelmästä. Järjestelmien toimintaerojen takia, ollaan eritelty järjestelmät eri diagrammeissa, jotka käsittelevät samaa kysymystä. Edellä mainitusta syystä vastausprosentit ovat vielä epävarmempia kun järjestelmämäärä oli kokonaisuudessaan vain 6 kappaletta.

Kaikki nämä asiat vaikuttavat, kuten kirjallisuudessaakin on mainittu (ks.luku 4 Metodiikka) lopulliseen luotettavuuteen.

Tulokset ja tiivistelmät ovat vapaasti tulkittu eri kiinteistöjen ja niiden eri järjestelmien tilannekatselmuksen perusteella.

Tiivistelmä ja johtopäätökset

Aurinkolämpöjärjestelmät ovat asennusteknisesti vaativampia (luku 3) kuin aurinkosähköjärjestelmät ja sen takia on todennäköisempää että niissä esiintyy ongelmia.

Kuva 22 tukee teoriaa, koska kenelläkään aurinkosähköjärjestelmistä ei ole ollut ongelmia käyttöönotossa. Vertailemalla Kuva 19 – Kuva 22 voidaan vetää johtopäätös, että urakoitsija, joka toimittaa järjestelmän kokonaisuusratkaisuna tai avaimet-käteen periaatteella antaa hyvin toimivan järjestelmän. Tämä on myös yleinen mielipide haastateltujen joukossa.

Vastaukset kysymyksiin 3 ja 4, sekä Kuva 23 osoittaa, että järjestelmätoimittajat eivät tarjoa ennakoivia takuuhuoltoja tai -tarkastuksia asennuksen jälkeen, muuten kuin jos joku komponentti menee rikki. Huolto- ja käyttöohjeet sekä käyttöönottokoulutus ei ole

riittävän kattavaa. Tämä on kohta johon urakoitsija ja tuotetoimittaja pitäisi panostaa enemmän. Tällaiset järjestelmät voivat tuntua hieman vieraalta käyttäjille verrattuna tavanomaisempiin järjestelmiin ja siksi halutaan mielellään syvempää läpikäymistä toimintatavoista eri tilanteissa.

Vastaus kysymykseen 7 osoittaa, että käyttäjät haluavat ostaa palveluita järjestelmään erikoistuneilta yrityksiltä. Vaikka järjestelmät eivät tarvitse usein huoltoa on tärkeä suorittaa säännöllisiä tarkastuksia. Jos näitä ei suoriteta esim. puutteellisen koulutuksen, tietämättömyyden tai huonojen käyttöohjeiden takia se voi johtua järjestelmän hyötysuhteen laskemiseen. Aurinkojärjestelmät ovat usein kalliita investointeja ja energiaa pitää tuottaa suunnitelmien mukaisesti koko ajan jotta ne ovat kannattavia. Sen takia on hyvä pitää asiantuntijayritys mukana huolloissa, joka pitää järjestelmä kunnossa ja energiantuoton ylhäällä.

Kuva 26 osoittaa, että hajautettu kiinteistöhuoltomalli on aika tavallinen. Aurinkoalaan erikoistuneet huoltoyritykset ovat tulevaisuudessa todennäköisiä Ajatus tuli esille monta kertaa haastattelujen aikana. Nämä erikoisyritykset huolehtisivat ainoastaan aurinkojärjestelmien (tai hybridijärjestelmien) tarkkailusta ja ylläpidosta ja samalla vakituinen huoltoyritys huolehtisi muusta huollosta.

Kuva 27 ilmenee, että ainoastaan puolessa tapauksista on aurinkojärjestelmät otettu huomioon huoltosopimusten laadinnassa.

Tämä voi johtua tietämättömydestä tai järjestelmätoimittajan asenteesta (järjestelmät ovat huoltovapaat).

Niissä tapauksissa, joissa järjestelmät mainittiin ja otettiin huomioon sopimusten laadinnassa, se ei vaikuttanut lainkaan hintaan (katso Kuva 28).

Mielenkiintoista oli, että yhdessä tapauksessa, jossa huoltosopimus ja kaikki huoltotoimenpiteet ja hinnat esitettiin, aurinkojärjestelmän huolto ja ylläpitotoiminnasta huoltoyritys veloitti 0 €/kuukausi.

Koska aurinkojärjestelmä voi tuntua kalliilta investoinneilta, on hyvin positiivista, että niiden huoltotarve ei näköjään toistaiseksi vaikuta kiinteistön huoltokustannuksiin. Tämä tarkoittaa myös matalia käyttökustannuksia, joita ei kasvata elinkaarikustannus.

Vaikka on olemassa erilaisia suositeltuja huoltotoimenpiteitä, (Taulukko 1 ja Taulukko 2) niin käytännössä huolto on silmämääräisiä tarkastuksia ja toiminnan seuranta.

Vaikka kiinteistönhuolto dokumentoitiin melkein kaikissa kiinteistöissä, missään asiakirjoissa ei ollut mitään mainittu aurinkojärjestelmistä. Tämä johtui osittain siitä, että järjestelmät olivat niin uusia, ettei takuuajan huolto ollut loppunut eli huolto/korjausvastuu ei ollut vielä siirtynyt toimittajalta kiinteistön huollolle.

Kuva 30 ja Kuva 31 osoittavat että pienistä ongelmista huolimatta haastateltujen henkilöiden asenne aurinkoenergiajärjestelmiin on hyvin positiivinen. Aurinkolämpökiinteistöjen edustajat ovat sitä mieltä, että ylläpitotarve ei ole isompi kuin perinteisellä lämmitysjärjestelmällä esim. kaukolämmöllä.

Positiivinen asenne johtuu osittain hyvästä energiantuotosta ja todennetuista säästöistä. Vaikka kaikki mittaavat energiantuottoa jollain tavalla, kaikilla ei ole ollut tiettyjä tavoitearvoja energiantuotolle.

Olen sitä mieltä, että tutkimus ei onnistunut tyydyttävällä ja selkeällä tavalla vastaamaan alkuperäisiin kysymyksiin. Silti voidaan todeta, että tutkituissa tapauksissa aurinkoenergiajärjestelmien suhteellisen kevyt huoltotarve ei ole vaikuttanut kiinteistönhuoltopalveluiden hinnoitteluun.

On myös positiivista, että osallistuvilla henkilöillä on hyvä asenne tekniikkaan ja että heidän kokemuksensa on ollut positiivinen vaikka pieniä ongelmia onkin esiintynyt. Oletettavasti aurinkoenergian käyttö tulee lisääntymään Suomessa kun hyvät käyttäjäkokemukset isoissa kiinteistöissä leviää.

Parannusehdotuksena haluan ehdottaa panostusta koulutukseen ja käyttö- ja huolto-ohjeisiin, koska suurin osa käyttäjistä oli pettynyt niihin. Tämä on hyvin oleellista, kun halutaan järjestelmän toimivan hyvin, jonkun on tiedettävä miten se käyttäytyy. Tämä pitäisi huomioida jo huoltomiesten koulutuksessa, kiinteistön huoltoyrityksen sisäisen koulutuksen kautta ja järjestelmätoimittajan kautta.

Uskon, että saman tyyppinen tutkimus olisi hyvä suorittaa uudestaan viiden vuoden kuluessa. Kartoittaa aurinkojärjestelmien käyttötilanne ja seurata mihin kehitys on edennyt. Kuten aikaisemmin mainittu, koko huoltotilanne on vielä niin alussa, että on vaikeaa saada esiin konkreettisia malleja.

Asia joka olisi voinut olla osa tätä työtä tai uusi tuleva opinnäytetyöaihe, olisi haastatella kiinteistöhuoltoyrityksiä ja selvittää heidän mielipiteitään aiheesta. Myös heidän toimintamallinsa laadittaessa sopimuksia kiinteistöille joissa on aurinkoenergiajärjestelmiä tai ylipäättänsä hybridiratkaisuja olisi mielenkiintoista tietää.

Toinen ajatus jota ehdotan jatkotutkimukseksi, on että riippumatta kiinteistöjen tyytyväisyydestä järjestelmiä kohtaan, olisi hyvä tutkia niiden todellista aurinkoenergiatuotantoa ja vertailla sitä tilastolliseen normaalituotantoon sijainnin ja järjestelmäratkaisun perusteella. Tämä antaisi paljon lisäarvoa kiinteistönomistajille ja mahdollisesti johtaisi siihen, että he asettavat tuotantotavoitearvoja järjestelmille, jotka puuttuivat haastattelujen mukaan. Tavoitearvoja voitaisiin myös käyttää ongelmaidikaattoreina huollolle, esimerkiksi jos tuotanto on matalampi kuin mitä sen pitäisi olla. Tavoitearvoja voitaisiin jopa viedä rakennusautomaatiojärjestelmään, joka hälyttäisi jos tuotanto on ollut liian matalalla tietyn ajan verrattuna saatavilla olevaan auringonsäteilyyn.

7 LÄHTEET

Bales, C. et al., 2012. *Solar heating systems and storage*. s.l.:SERC - Centrum för solenergiforskning.

Caleffi, 2013. *Caleffi*. [Online]

Available at:

http://www.caleffi.us/en_US/caleffi/Details/News/files/Caleffi_SWH_Installation_Manual.pdf

[Accessed 15 Lokakuu 2013].

Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 2006. *Solar engineering of thermal processes*. 3rd ed. s.l.:John Wiley & Sons.

Eduskunta, S., 2012. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. *Maankäyttö- ja rakennuslaki, 117 l §*.

Greenspec, 2013. *Greenspec*. [Online]

Available at: <http://www.greenspec.co.uk/solar-collectors.php>

[Accessed 27 Lokakuu 2013].

Hekkanen, Marttila & Äijälä, 1992. *Tavoitteellien kiinteistönpito*. 1st ed. s.l.:Kiinteistöalan kustannus Oy, Suomen kiinteistöliitto.

Innotech Solar, 2013. *Innotech Solar*. [Online]

Available at:

http://www.innotechsolar.com/fileadmin/redakteur/downloads/other/Installation_Instruction_multiling_V16_August2013.pdf

[Accessed 15 Lokakuu 2013].

IVT, 2009. *IVT - Värmepumpar*. [Online]

Available at:

http://doc.ivt.se/download.asp?pt=files_fi&fn=AGS_5_AGS_50_Pumppuasema.pdf

[Accessed 11 Tammikuu 2014].

Jodat Ympöristöenergia Oy, 2013. *Aurinkolämpöjärjestelmät*, s.l.: Timo Jodat.

Kalogirou, S. A., 2009. *Solar energy engineering - Processes and systems*. s.l.:Elsevier Inc.,

Kangasluoma, M., 2008. *Kiinteistönhoidon käsikirja*. Neljäs ed. s.l.:Kiinteistöalan kustannus Oy.

Kiinteistöalan kustannus Oy, 2011. *Isännöinnin käsikirja*. 15th ed. Helsinki: s.n.

Luque, A. & Hegedus, S., 2003. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. s.l.:s.n.

Machine history, 2013. *Machine history*. [Online]

Available at: <http://www.machine-history.com/node/1023>

[Accessed 27 Lokakuu 2013].

Motiva, 2013. *Motiva*. [Online]

Available at: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia

[Accessed 15 Lokakuu 2013].

Murtomaa, P., 1996. In: *Kiinteistönpidon tekniikka, talous ja hallinto*. Helsinki: Rakennustieto Oy, p. 24.

Puhto, J. & Tiainen, A., 2001. *Kiinteistönhoidon hankintaprosessin kehittäminen*, s.l.: Helsinki University of Technology.

Rakennustieto, 2013. *Kiinteistö RYL 2009*, Helsinki: s.n.

Rakennustietosäätiö RTS, 2005. *KH 90-40041, Kansio vai internet? Huoltokirja – kiinteistönpidon tiedonhallinnan tärkeä työkalu*, s.l.: s.n.

Rakennustietosäätiö RTS, 2010. *KH X4-00440, Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessin kulku*, s.l.: s.n.

Rakennustietosäätiö RTS, 2010. *Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessin kulku, KH X4-00440*, s.l.: s.n.

Rakennustietosäätiö RTS, 2012. *KH 90-00501 Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, kuntoarvioijan ohje*, s.l.: s.n.

Sanastokeskus TSK, 2012. *Sanastokeskus TSK*. [Online]
Available at: http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/Kiinteistoliiketoiminnan_sanasto2.pdf
[Accessed 23 September 2013].

Siikala, J., 2000. In: *Kiinteistönpidosta kiinteistöliiketoimintaan*. s.l.:Kiinteistöalan kustannus Oy Suomen kiinteistöliitto, p. 104.

Siikala, J., 2000. *Kiinteistönpidosta kiinteistöliiketoimintaan*. s.l.:Kiinteistöalan kustannus Oy Suomen kiinteistöliitto.

SMA, 2013. *SMA - Solar Technology*. [Online]
Available at: <http://files.sma.de/dl/8552/STP10-17TL-IA-en-32.pdf>
[Accessed 15 Lokakuu 2013].

SolarTech, n.d. *Solar Tech*. [Online]
Available at: <http://www.solartechvt.com/images/photos/pages/SMA%20Inverter,%20Grid-tie%20System,%20Glover,%20VT.JPG.htm>
[Accessed 4 Marraskuu 2013].

Svesol Ab, 2013. *Svesol*. [Online]
Available at: <http://www.svesol.se/fragor-svar-om-solvarme/behoever-solvaermeanlaeggningen-nagon-service-och-underhall>
[Accessed 15 October 2013].

Taloyhtiö.net, 2013. *Taloyhtiö.net - Huoltokirja*. [Online]
Available at: <http://www.taloyhtio.net/hoku/huoltokirja/>
[Accessed 17 Syyskuu 2013].

University of Maryland, 2001. [Online]

Available at: <http://lte-projects.umd.edu/hci-rm/survey.html>

[Accessed 20 Tammikuu 2013].

Vehkalahti, K., 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. In: Helsinki: s.n., pp. 11-13.

Wikipedia, 2013. *www.wikipedia.com*. [Online]

Available at:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Evacuated_tube_diagram.jpg

[Accessed 27 Lokakuu 2013].

Ympäristöministeri Hassi, S., 2000. *Suomen rakentamismääräyskokoelma A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje*, Helsinki: Ympäristöministeriö.

8 LIITTEET

Liite I – IVT

7 Käyttöönotto, tarkastus- ja huoltopöytäkirja

Suosittelimme, että noin 500 käyttötunnin jälkeen suoritetaan ensimmäinen tarkastus tai huolto sekä sen jälkeen 2 – 3 vuoden välein.

► Täytä pöytäkirja ja merkitse rasteilla suoritettut työt.

Käyttäjät:	Laitteen sijaintipaikka:
------------	--------------------------

Taul. 12

Käyttöönotto-, tarkastus- ja huoltotyöt	Sivu	Käyttöön- otto	Tarkastus/huolto			
			1.	2.	3.	
Päivämäärä:						
Yleinen käyttöönotto						
1.	Virtaus- ja paluuvirtausputket asennettu ja maadoitettu?	9	<input type="checkbox"/>	-	-	-
2.	Painekoe suoritettu?	17, 20	<input type="checkbox"/>	-	-	-
3.	Ilmausyhde suljettu?	21	<input type="checkbox"/>	-	-	-
4.	Paisuntasäiliön tulopaine tarkastettu?	12	___ bar	-	-	-
5.	Järjestelmän ilmattomuus tarkastettu?	18	<input type="checkbox"/>	-	-	-
6.	Lämmönsiirtonesteen pH-arvo tarkastettu? Lämmönsiirtoneste pitää vaihtaa, kun arvo on ≤ 7 (lämmönsiirtoneste ruskehtavaa, voimakas haju). ¹⁾		-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Jäätymissuojat ___ °C:een tarkastettu ja analysoitu?	22	___ °C	___ °C	___ °C	___ °C
	Jäätymissuojan kesto ___ (kuukausi/vuosi (Tarkasta jäätymissuojat kahden vuoden välein!))					
Lämmönsiirtonesteen kierto						
1.	Mittaa käyttöpaine laitteen ollessa kylmänä ja merkitse se ylös. Laitteen lämpötila paluuvirtauksen lämpömittarissa?	17, 21	___ bar ___ °C	___ bar ___ °C	___ bar ___ °C	___ bar ___ °C
2.	Tilavuusvirta (läpivirtausmäärä) tarkastettu ja merkitty laitteen ollessa kylmänä? Aurinkopumpun säätö (1/2/3)?	23	___ l/min	___ l/min	___ l/min	___ l/min
3.	Estoventtiilit toimintavalmiina (suljettuna)?	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Termostaattinen kuumaveden sekoitusventtiili toiminnassa (jos olemassa)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aurinkokeräimet						
1.	Keräimien silmämääräinen tarkastus suoritettu?	2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Keräimen lämpötila-anturi oikeassa asennossa ja työnnettynä karkaistun holkin vasteeseen asti sekä kiinnitetty ruuveilla?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Asennusjärjestelmän silmämääräinen tarkastus suoritettu?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Asennusjärjestelmän ja katon välisten liitäntäkohtien tiivys tarkastettu silmämääräisesti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Putkiston eristyksen silmämääräinen tarkastus suoritettu?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Keräimien puhdistus pesemällä (jos tarpeen) ilman puhdistusaineita suoritettu?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Käyttöönotto, tarkastus- ja huoltopöytäkirja

Käyttöönotto-, tarkastus- ja huoltotyöt		Sivu	Käyttöönotto	Tarkastus/huolto		
				1.	2.	3.
Lämminvesivaraaja						
1.	Varaajan huolto suoritettu?	2)	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Säädöt						
1.	Kiertopumpun käyttötunnit P1: Ajanjakso _____ - _____ / ____ h	2)	__-_____ h	__-_____ h	__-_____ h	__-_____ h
	Kiertopumpun käyttötunnit P2: Ajanjakso _____ - _____ / ____ h (laite on käynnissä vuotta kohden noin 1200-2500 tuntia) ⁴⁾⁵⁾		__-_____ h	__-_____ h	__-_____ h	__-_____ h
2.	Pumpun toiminnot asennoissa (päällä/pois/auto) tarkastettu?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Kiertopumpun kytkentä-/katkaisulämpötilaero ΔT pumppu 1 tarkastettu ja merkitty?		__ K/ __ K	__ K/ __ K	__ K/ __ K	__ K/ __ K
	Kiertopumpun kytkentä-/katkaisulämpötilaero ΔT pumppu 2 tarkastettu ja merkitty?		__ K/ __ K	__ K/ __ K	__ K/ __ K	__ K/ __ K
4.	Kaikkien lämpötila-anturien vastusarvot tarkastettu?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Lämpötila-anturit oikein asennettu, eristetty ja liitetty?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Varaajan 1 maksimilämpötila T_{max} tarkastettu ja merkitty?		____ °C	____ °C	____ °C	____ °C
	Varaajan 2 maksimilämpötila T_{max} tarkastettu ja merkitty?	____ °C	____ °C	____ °C	____ °C	
7.	Jälkilämmitys toimintakykyinen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.	Noudattaako säädin haluttua oletuslämpötilaa (jälkilämmitys)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lämpömäärien laskuri						
1.	Ajanjakso _____ - _____ / ____ kWh	2)	__-_____ kWh	__-_____ kWh	__-_____ kWh	__-_____ kWh
2.	Lämpötila-anturit oikein asennettu, eristetty ja liitetty?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huomautukset						
	Aurinkokeräinjärjestelmä on asennettu ja otettu käyttöön, tai tarkastettu ja huollettu tämän ohjeen mukaisesti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Yrityksen leima / päivämäärä / allekirjoitus					

Taul. 13

- 1) pH-arvon mittatikun saa apteekista tai huoltolaukusta.
- 2) Katso rakenneosan ohje.
- 3) Tarvittaessa.
- 4) perustuen laitekohtaisiin tietoihin.
- 5)