

MAASEUDUN VÄHÄHIILISET ENERGIARATKAISUT RAPORTTEJA

Esimerkkejä energiatehokkuutta edistävästä investoinneista pien- ja mikroyrityksissä.

2024/9

Ismo Nieminen. TKI- asiantuntija, LAB- ammattikorkeakoulu

Mika Keski-Luopa. TKI- asiantuntija, LAB- ammattikorkeakoulu

Sisällys

1. Johdanto.....	3
1.1 Tavoitteet.....	3
2. Investointilaskelmat.....	4
2.1 Ilmalämpöpumppu korvaamaan öljylämmitys	4
2.1.1 Kohteen tiedot.....	4
2.1.2 Laskenta.....	4
2.1.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	5
2.2 Öljylämmityksen vaihto pellettilämmitykseen.....	6
2.2.1 Kohteen tiedot.....	6
2.2.2 Laskenta.....	6
2.2.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	6
2.3 Lämmön talteenoton jälkiasennus.....	8
2.3.1 Kohteen tiedot.....	8
2.3.2 Laskenta.....	8
2.3.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	9
2.4 Ilmastoinnin säätö taajuusmuuttajalla.....	10
2.4.1 Kohteen tiedot.....	10
2.4.2 Laskenta.....	10
2.4.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	11
2.5 Aurinkopaneelien asennus.....	12
2.5.1 Kohteen tiedot.....	12
2.5.2 Laskenta.....	12
2.5.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	15
2.6 Sähkösojimuksien kilpailutus	16
3. Johtopäätökset ja pohdinta	20
Lähteet	21

1. Johdanto

EU-alueen pk -yritysten energiatehokkuuspotentiaali on 20–25 prosenttia. Ruotsalaisessa tapaustutkimuksessa ja kaikkia EU - maita koskevassa energiatehokkuusverkostoja koskevassa tutkimuksessa todettiin yhteneväisesti, että tämä potentiaali on jäänyt toteutumatta, vaikka energiatehokkuusinvestoinnit ovat kannattavia. Tutkimuksissa todettiin, että yritysten tietovajeen poistamisella on suurin vaikutus pieniin- ja mikro -yrityksien energiatehokkuusinvestointien toteutumiseen. (Jalo et al. 2021)

Tietoisuuden parantamiseksi yrityksille olisi järjestettävä energiatehokkuusluentoja, verkostotapaamisia, toteutettujen toimenpiteiden esittelyä ja energia-asiantuntijoiden konsultaatioita. Energiatehokkuuteen tai uusiutuvaan energiaan tehdyt investoinnit ovat tehokas tapa pienentää yrityksen hiilijalanjälkeä ja ympäristövaikutuksia, sekä saavuttaa taloudellisia säästöjä. (Jalo et al. 2021)

Motivan ohjeiden mukaan tehdyissä energiakatselmuksissa on havaittu, että yksityisen palvelualan rakennuksissa kokonaisenergian (vesi, sähkö, lämpö) säästöpotentiaali on noin 10,5 prosenttia (Motiva 2024).

Sote- ja palvelualan pien- ja mikroyritykset toimivat joko kodinomaisissa olosuhteissa tai toimistokiinteistöissä ja energiankulutus on suoraan verrannollinen toiminnan volyymiin sekä kiinteistön tilavuuteen. Referenssitiedon perusteella onkin mahdollista löytää ratkaisuja, jotka hyödyttävät kaikkia sote- ja palvelualan yrityksiä. Maaseudun palveluyritysten vähähiiliset energiaratkaisut (METE2)-hankkeen kohderyhmään kuuluvien yritysten ja muiden pienten- ja mikroyritysten kanssa on tullut ilmi, etteivät yritykset itse kerkeä tai osaa vertailla energiatehokkuus- tai uusiutuvan energian investointien kannattavuutta toisiinsa nähden

1.1 Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on tuottaa ja levittää tietoa uusiutuvan energian investointien tai muiden energiatehokkuusinvestointien kannattavuudesta pien- ja mikroyritysten näkökulmasta sekä luoda jaettavaa tietoa energiainvestointien yhteydestä liiketoiminnan kannattavuuden parantamiseen. Hankkeessa laaditaan ehdotukset ja laskelmat energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian investointien toteuttamiseksi.

Investointilaskelmat ovat geneerisiä ja niitä voidaan soveltaa toimialasta riippumatta saman energiankulutusprofiilin omaaviin yrityksiin. Esimerkki-investoinnit sisältävät investoinnit energiatehokkuuteen, sekä uusiutuvaan energiaan.

Investointilaskemia varten valikoitiin kohteet hankkeen aikaisemmassa vaiheessa tehtyjen yritysten energiankulutuksen nykytila-analyysin perusteella. Kohteet pyrittiin valikoimaan siten, että energiansäästötoimenpiteiden taustalla oli selkeä kehitystarve ja yritys hyötyisi yksittäisestä toimenpiteestä mahdollisimman paljon. Laskelmat rajattiin niiden tulosten erottelun helpottamiseksi, eikä niissä siten huomioida mahdollisia päällekkäisiä toimenpiteitä. Investointilaskelmat perustuvat yritysten antamiin tietoihin, yritysvierailuihin sekä muun muassa Motivan tuottamiin ohjeistuksiin kiinteistötyypin mukaan.

2. Investointilaskelmat

2.1 Ilmalämpöpumppu korvaamaan öljylämmitys

2.1.1 Kohteen tiedot

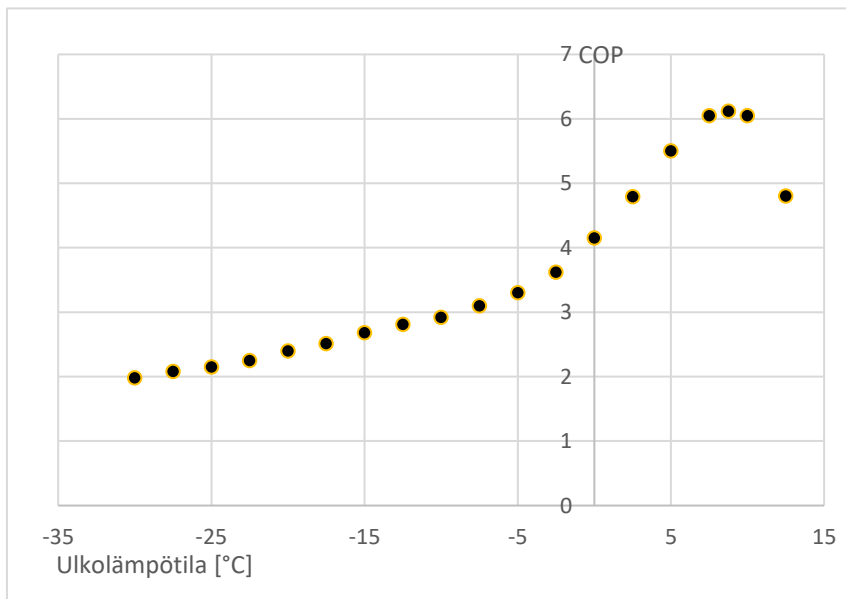
Kyseessä on kokonaispinta-alaltaan 341 m² huoltohalli, josta lämmitettävää tilaa on 121 m². Tästä 88 m² on 5 m korkeata hallitilaa ja loput toimisto- ja sosiaalitiloja tavallisella huonekorkeudella. Rakennus on öljylämmitteinen, jonka ilmoitettu öljynkulutus noin 2000 litraa vuodessa. Tässä investointilaskelmassa öljylämmitys korvataan osittain tai kokonaan ilmalämpöpumppujen (ILP) avulla.

2.1.2 Laskenta

Laskenta on tehty ilmoitetun öljyn kulutuksen, vuoden 2023 tilastoitujen ulkolämpötilojen sekä arvioidun ilmalämpöpumpun tehokerroin COP:n (Coefficient Of Performance) avulla (Ilmatieteenlaitos 2024b). Sisälämpötilaksi on mitoitettu 17 °C.

Öljyn kulutus on noin 2000 litraa vuodessa. Öljyn energiasisältö on 10 kWh litralta, joten lämmitykseen käytetyn polttoaineen energia on noin 20 MWh vuodessa (Tilastokeskus 2024). Motivan (2022) mukaan nykyaikaisten öljykattiloiden hyötysuhde on 90–95 %. Polttoaineen sisältämän energian ja öljykattiloiden hyötysuhteen perusteella lämmitystarpeeksi saadaan 18,5 MWh.

Lämmitystarve korreloi ulkolämpötilojen muutosten kautta. Rakennuksen lämmitystarve ja sen ajankohta on rajattu kevään ja syksyn ulkolämpötilojen mukaan. Tässä laskennassa ilmalämpöpumppu aloittaa lämmityksen silloin kun tunnin keskilämpötila alittaa keväällä 10 °C ja syksyllä 12 °C. Muina aikoina lämmitystarpeen oletetaan olevan 0. Laskelmissa ei ole otettu mukaan lämpimän kauden mahdollista viilennystä, jota voidaan tehdä osalla ILP malleista.



Kuva 1. Lämpökertoimen kuudennen asteen polynomisovite. (Kuva: Ismo Nieminen, mukailtu lähteestä VTT Expert Services Oy 2018, Liite 3 (1/5). Lämmitystehontarve 6 kW (-26 °C) Ilmalämpöpumppu Mitsubishi MSZ-LN25VGW + MUZ-LN25VGHZ

COP kertoo ILP:n tuotetun ja kulutetun energian suhteen. Ilmalämpöpumppu käyttää sähköä, jonka se muuttaa lämpöenergiaksi hyödyntäen ulkoilmasta saatua lämpöä. Esimerkiksi jos ILP:n COP on 3.2 ulkoilman ollessa 0 °C käyttää se 3.2 kW lämmön tuottamiseen 1 kW sähkötehoa. COP laskee ulkolämpötilan laskiessa. Kuvassa 1 on esitettyä tässä laskennassa käytetty ilmalämpöpumpun COP. Ilmalämpöpumput toimivat usein päälämmitysjärjestelmän tukena, mutta tässä tapauksessa se mitoitetaan kattamaan koko lämmitys.

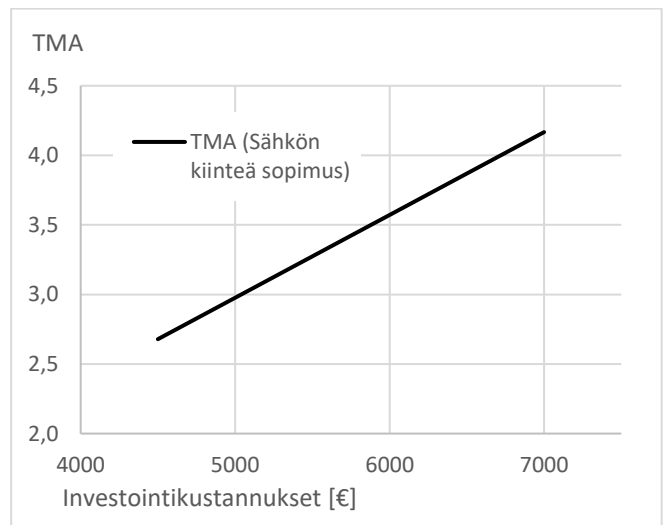
Laskennan tuloksena 18.5 MWh lämpöenergian tuottamiseen tarvitaan noin 6.6 MWh sähköenergiaa, jolloin lämmityskauden vuosikerroin SCOP on noin 2.8 (seasonal coefficient of performance). COP vaihteli koko tarkastelujakson aikana 2-6 välillä. Tarkasteluajan tuntikohtainen lämpötila ja COP:n korrelaation mukainen ILP:n sähkönkulutus oli vain 4940 kWh. Polttoaineluokituksen mukaan kevyen polttoöljyn päästöt ovat 68,9 tonnia CO₂/TJ (Tilastokeskus 2024). Näin Investoinnin aiheuttama päästövähennys on arviolta 4500 kgCO₂ vuodessa.

2.1.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Tässä kohteessa suositeltava mitoitus on kaksi ilmalämpöpumppua, jolloin yksi pumppu ei kuormitu liikaa kylmimpinä jaksoina. Tai vaihtoehtoisesti yksi pumppu, jolloin öljylämmitys toimii lisälämmittimenä. Takaisinmaksu aika on arvioitu ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja. Ilmalämpöpumppujen yhteenlaskettu sähkönkulutus SCOP on 6557 kWh vuodessa. Kiinteän sopimuksen sähköenergian hinta on arvioitu olevan 9 c/kWh. Sähkön verolliseksi siirtohinna on määritelty 8.41 c/kWh. Sähkön kiinteällä hinnalla energiakustannukset ovat noin 1140 € vuodessa.

Öljyn keskimääräinen hinta (3.6.2024) toimitettuna kohteeseen on 1.41 € litralta olettaen, että koko vuoden öljy voidaan toimittaa kerralla. Oheisessa kuvassa 2. on kuvattuna takaisinmaksuaika eri investointikustannuksilla sekä kiinteällä-sähkön hinnalla.

*1 Öljyn keskimääräinen hinta perustuu usean toimittajan verkossa saatavilla olevan palvelun hinnoitteluun



Kuva 2. Takaisinmaksuaika (TMA) vuosina suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja (Kuva: Ismo Nieminen).

Ilmalämpöpumppujen asentaminen kohteessa on kannattavaa. Ostetun energian säästö on lähes 12 MWh, eli noin 65 % alkuperäisestä. Investoinnin kannattavuus riippuu paljon öljyn hinnasta, jonka kehitystä on vaikea ennustaa pitkällä aikavälillä. Tällä hetkellä investoinnin takaisinmaksuaika on melko lyhyt ja investointi kannattavaa. Ilmalämpöpumppujen energiatehokkuudessa ja suorituskyvyssä on eroja ja hankitun järjestelmän kannattavuus vaihtelee. Olemassa oleva öljylämmitys voidaan säilyttää varalämmitysjärjestelmänä sekä lisälämmitykseen kaikista kylmimpien jaksoiden aikana. Öljylämmityksen vaihtaminen ilma-vesilämpöpumppuun on kannattavaa tehdä viimeistään öljylämmitysjärjestelmän tultua

käyttöikänsä päähän tai jos se tarvitsee kalliita huoltotoimenpiteitä toimiakseen.

2.2 Öljylämmityksen vaihto pellettilämmitykseen

2.2.1 Kohteen tiedot

Kyseessä on 95 m² öljylämmitteinen rakennus, jonka tiloissa toimii päiväkotii. Rakennuksen ilmoitettu öljynkulutus noin 2550 litraa vuodessa.

2.2.2 Laskenta

Öljyn kulutus on noin 2550 litraa vuodessa. Öljyn energiasisältö on 10 kWh litralta (Tilastokeskus 2024). Lämmitykseen käytetyn polttoaineen energia on noin 25.5 MWh vuodessa. Motivan (2022) mukaan nykyaikaisten öljykattiloiden hyötysuhde on 90–95 %. Polttoaineen sisältämän energian ja öljykattiloiden hyötysuhteen perusteella lämmitystarpeeksi saadaan 23,6 MWh.

Pellettikattiloiden hyötysuhde on Pellettienergiayhdistys ry:n (2011) mukaan noin 80–90 % (Sjöman 2012) Tässä laskennassa käytetään arvoa 85 %, jolloin kattilan hyötysuhteen mukainen polttoainetarve on 27,1 MWh. Pelletin tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (matalampi lämpöarvo) on 17 MJ/kg = 4.72 kWh/kg (Tilastokeskus 2024). Jolloin 27.1 MWh energiasisällön saavuttamiseen tarvitaan yli 5700 kg pellettiä vuodessa, joka vastaa tilavuudeltaan noin 8.3 m³.

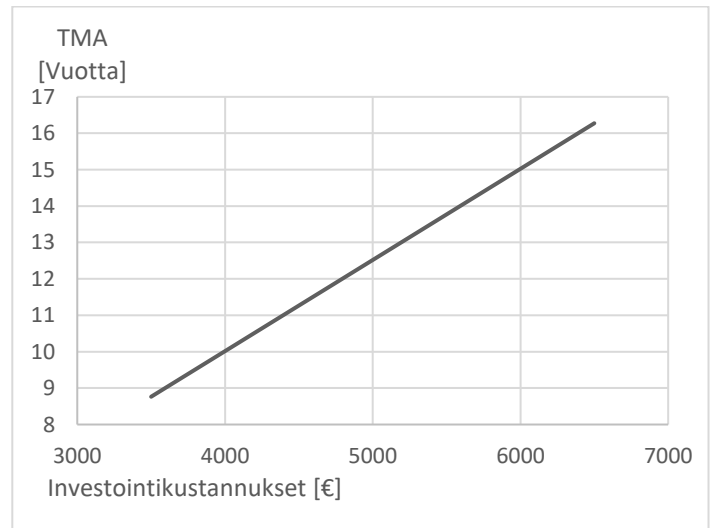
Pelletin keskihinta^{*2} on tutkimushetkellä 472 €/t ja kohteeseen toimitettuna 556 €/t. Vuotuinen kustannus kohteeseen toimitettuna on noin 3200 € vuodessa olettaen, että kaikki polttoaine voidaan ottaa vastaan kerralla. Ilman toimitusta kustannus on noin 2700 € vuodessa. Öljyn hinta^{*1} toimitettuna kohteeseen on tutkimushetkellä 1.41 € litra. Nykyiset polttoainekustannukset ovat siis tässä laskennassa 3600 € vuodessa olettaen, että kaikki polttoaine voidaan ottaa vastaan kerralla.

Kattilan koko täytyy mitoittaa oikein sen tehokkaan toiminnan ja lämmityksen

riittävyden varmistamiseksi. Koska kohteen suurin lämmitysteho ei ole tiedossa, arvioidaan suurin teho suhteuttamalla lämmityskauden lämmitystarve 23.6 MWh vuoden 2023 ulkolämpötiloihin, jotka saadaan Ilmatieteenlaitokselta (2024b). Suurimmaksi hetkelliseksi lämmitystehon tarpeeksi saadaan 8.8 kW. Polttoaineluokituksen mukaan kevyen polttoöljyn päästöt ovat 68,9 tonnia CO₂/TJ (Tilastokeskus 2024). Näin Investoinnin aiheuttama päästövähennys on arviolta 6300 kg_{CO2} vuodessa.

2.2.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Pellettikattilaa hankittaessa on huomioitava pellettien tilantarve ja siitä aiheutuvat kustannukset, kuten pellettisiilon hankinta.



Kuva 3. Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja (Kuva: Ismo Nieminen).

Investoinnin kannattavuus riippuu paljon öljyn hinnasta, jonka kehitystä on vaikea ennustaa pitkällä aikavälillä. Tämänhetkellä öljyn ja pelletin hinnalla investoinnin takaisinmaksuaika on pitkä.

*1 Öljyn keskimääräinen hinta perustuu usean toimittajan verkossa saatavilla olevan palvelun hinnoitteluun.

*2 Pelletin keskimääräinen hinta perustuu usean toimittajan verkossa saatavilla olevan palvelun hinnoitteluun.

2.3 Lämmön talteenoton jälkiasennus

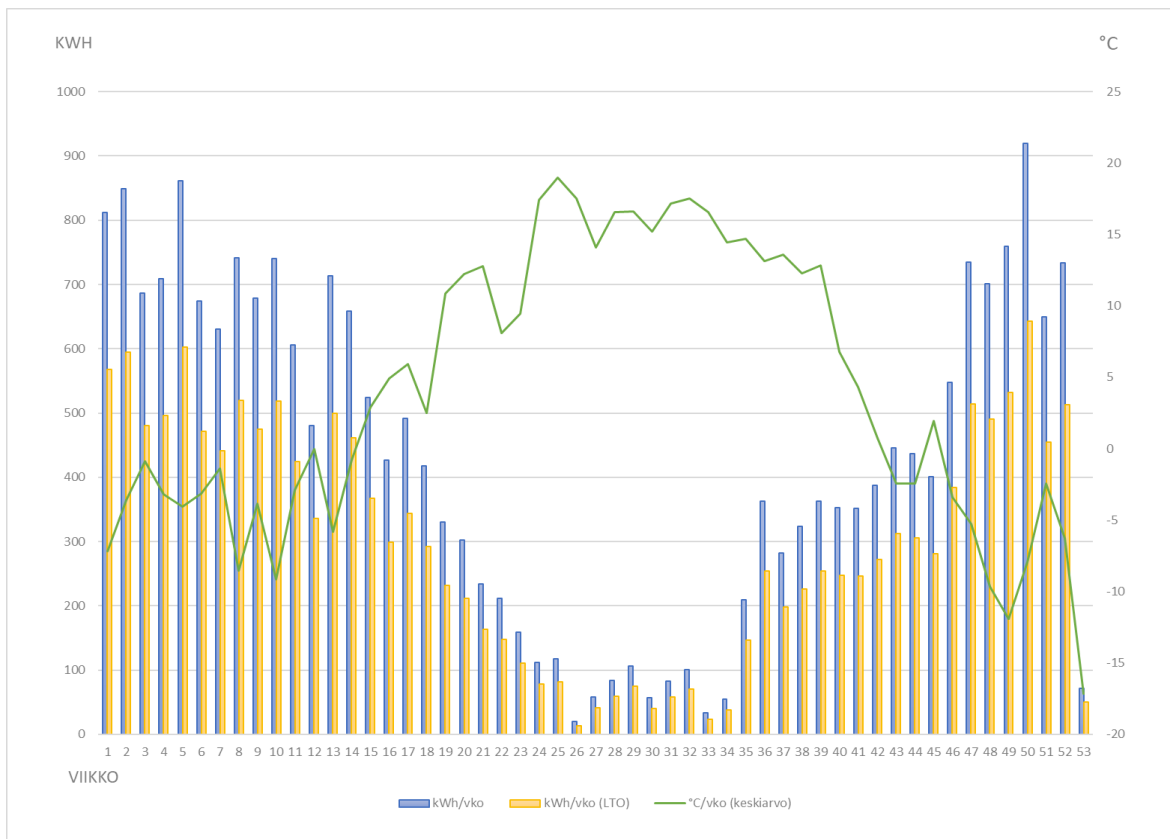
2.3.1 Kohteen tiedot

Kyseessä on pinta-alaltaan 200 m² liiketila, joka toimii pääsääntöisesti ma-pe 8.30–18 ja la 9–15 välisenä aikana. Tiloihin kuuluu henkilökunnan toimisto- ja sosiaalityilat sekä myymälä, joita lämmitetään sähkölämmitteisillä pattereilla ja

ilmanvaihdon kautta. Ilmanvaihdosta huolehditaan koneellisesti ilman lämmön talteenottoa. Tilat sijaitsevat vuokrakiinteistöissä, jossa ei tarkasteluhetkellä ole muita käyttäjiä. Tilojen suurin sähköenergian tarve ajoittuu vuoden lämpimälle kaudelle oletettavasti jäähdytykseen kuluvan energian tarpeeseen.

2.3.2 Laskenta

Ilmanvaihdon sisääntuloilman lämpötilaksi on arvioitu 18 °C. Koska ilmanvaihdon sisääntulovirtaukset eivät ole tiedossa, oletetaan ilman vaihtuvan kerran tunnissa ja ilmanvaihto toimii samalla tasolla vuorokauden ympäri. Liiketilän ilmoitettu tilavuus on 300 m³, joten tilan sisään puhalluksen tilavuusvirta on 0.167 m³/s. Lämmitystarve korreloin ulkolämpötilojen muutosten kautta. Ilman lämmitykseen kuluva energia lasketaan sisään puhallettavan ilman massavirran ja ulkoilman tuntikohtaisen lämpötilan perusteella. Tuntikohtainen lämpötila saadaan Ilmatieteenlaitokselta (2024b). Lämmön talteenoton (LTO) hyötysuhteeksi on arvioitu 70 %. Oheisessa kuvassa 4 on esiteltynä ilman lämmitykseen kuluva energia ilman LTO:ta ja LTO:n kanssa.

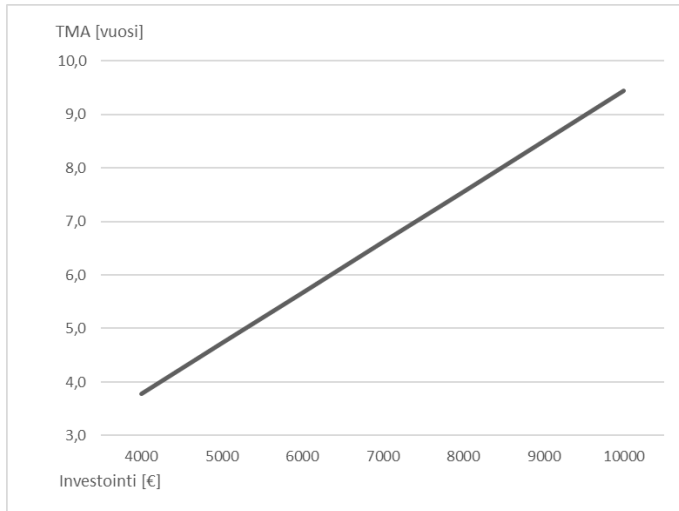


Kuva 4. Sisääntuloilman lämmitykseen kuluvan energian ilman lämmön talteenottoa ja talteenoton kanssa, sekä vuoden 2023 ulkolämpötilat tunnin tarkkuudella (Kuva: Ismo Nieminen).

Tällä laskentaperiaatteella ja lähtötiedoilla ilman lämmitykseen kuluu energiaa 22.8 MWh vuodessa ilman lämmön talteenottoa. Lämmön talteenotto vähentää energian kulutusta noin 16 MWh.

2.3.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Energian säästö LTO:n asennuksen jälkeen on noin 6.84 MWh vuodessa. Kiinteän sopimuksen sähköenergian hinta on arvioitu olevan 9 c/kWh. Sähkön verolliseksi siirtohinnaksi on määritely yö 5.43 c/kWh ja päivä 7.12 c/kWh. Sähkön kiinteällä hinnalla säästö noin 1060 € vuodessa. LTO lisää sähkön kulutusta jonkin verran.



Kuva 5. Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja (Kuva: Ismo Nieminen)

Investoinnin kustannuksia on vaikea arvioida, sillä LTO:n asennuksen kustannukset ovat riippuvaisia nykyisestä järjestelmästä ja asennuksen haasteellisuudesta. Lopulliset kustannukset tulee arvioida tapauskohtaisesti erityisesti LTO:n jälkiasennuksen kohteissa. Energian säästö riippuu suuresti myös tilojen todellisista ilmavirroista. Lisäksi muutoksia tehdessä tulee huomioida rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen ja ilmanvaihdon tasapainotus. LTO:n asentaminen on kuitenkin kannattavaa pitkällä aikavälillä, sillä se vähentää rakennuksen energian kulutusta, parantaa energialuokitusta sekä nostaa kiinteistön arvoa.

2.4 Ilmastoinnin säätö taajuusmuuttajalla

2.4.1 Kohteen tiedot

Kyseessä on pinta-alaltaan 7200 m² rakennus, jonka tiloista noin 5000 m² on huomioitu tässä laskennassa. Rakennuksen ilmanvaihto toimii tällä hetkellä samalla teholla ympäri vuorokauden. Ilmanvaihto on liitetty kaukolämpöön ja varustettu lämmön talteenotolla.

Ilmanvaihtojärjestelmän käyntitehoa ja aikoja voidaan ohjata taajuusmuuttajilla. Ilmastointia ei ole tarkoituksenmukaista pitää samalla tasolla päällä 24/7, jos tiloissa ei oleskella ja kosteuskuormaa ei ole.

2.4.2 Laskenta

Ilmanvaihdon sisäntuloilman lämpötilaksi on arvioitu 17 °C. Ilmanvaihdon todelliset sisäntulovirtaukset eivät ole tiedossa, joten oletusarvona käytetään E-luvun laskennassa käytettävää vakioitua käyttöajan ulkoilmavirtaa 2 dm³/s m² rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti (Ympäristöministeriö 2018b).

Lämmitystarve korreloin ulkolämpötilojen muutosten kautta. Tässä laskennassa käytetään vuoden 2023 ilmatieteenlaitoksen (2024b) tilastoimia arvoja. Ilman lämmitykseen kuluva energia lasketaan sisään puhallettavan ilman massavirran ja ulkoilman tuntikohtaisen lämpötilan perusteella. Lämmön talteenoton (LTO) hyötysuhteeksi on arvioitu 70 %.

Taulukko 1. Laskennan lähtötiedot

LASKENNAN LÄHTÖARVOT			
7000	m ²	Rakennuksen kokonaispinta-ala	ilmoitettu
5000	m ²	Yrityksen käytössä olevat tilat	ilmoitettu
548	MWh	Lämmitysenergian kulutus vuodessa	ilmoitettu
352	MWh	Sähköenergian kulutus vuodessa	ilmoitettu
391	MWh	Yrityksen osuus lämpöenergian kulutuksesta	arvio
2	dm ³ /s/ m ²	Ulkoilmavirta	arvio
10	m ³ /s/ m ²	Ulkoilmavirta	arvio
70	%	LTO hyötysuhde	arvio
17	°C	Ilman tulolämpötila	arvio

Ilmavirtaa voidaan säädellä taajuusmuuttajan avulla rakennuksen käyttöasteen ja aukioloaikojen mukaan, huomioiden riittävä ilmavirta kaikkina aikoina sisäilman hyvän laadun, sekä kosteuden muodostumisen estämisen varmistamiseksi. Tässä laskelmassa on sovellettu yksinkertaista, aukioloaikojen mukaan toimivaa ilmanvaihtoa, jossa ilmavirta puolittuu aukioloaikojen ulkopuolella. Ilmavirran puolitus vähentää sähköenergian kulutusta kahdeksasosaan. Ilmanvaihdon kuluttaman sähköenergian arvioidaan olevan noin 36 % vuoden kulutuksesta.

Taulukko 2. Taajuusmuuttajalla toteutettavan ilmavaihdon säästö ja vaikutus puhaltimen sähkönkulutukseen.

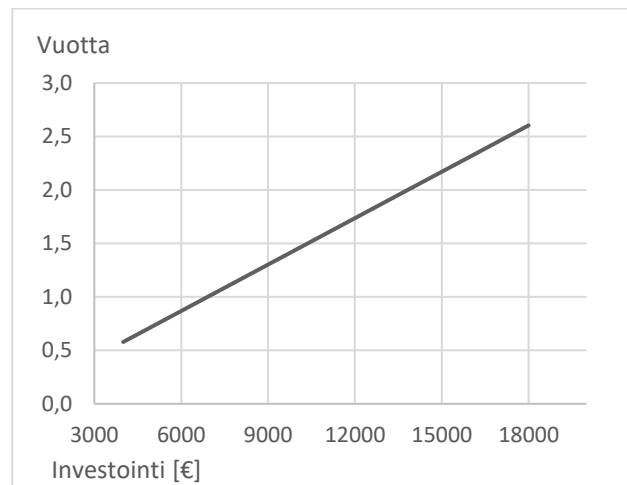
Aukioloaika 7–23	Ilmavirta [%]	Sähkö [%]
00.00–06.00	50	12.5
07.00–23.00	100	100
23.00–00.00	50	12.5

Taulukko 3. Ilmanvaihdon säädön vaikutus kiinteistön energiankulutukseen

LASKENNAN TULOKSET			
IV kulutus	386	MWh	lämpö
Säädetty IV	314	MWh	lämpö
Säästö	72	MWh	lämpö
KL hinta	52	€/MWh	Ilmoitettu
IV kulutus	128	MWh	sähkö
Säädetty IV	105	MWh	sähkö
Säästö	22.7	MWh	sähkö
Sähkö hinta	0	€/kWh	
Säästö vuodessa	6912	€	

2.4.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Taajuusmuuttajien asennuksen kustannukset ovat riippuvaisia nykyisestä järjestelmästä ja asennuksen haasteellisuudesta. Energian säästö riippuu suuresti myös tilojen todellisista ilmavirroista. Lisäksi muutoksia tehdessä tulee huomioida rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen ja ilmanvaihdon tasapainotus. Investoinnin takaisinmaksuaika on lyhyt ja säästää lämmitys ja sähköenergiaa huomattavia määriä.



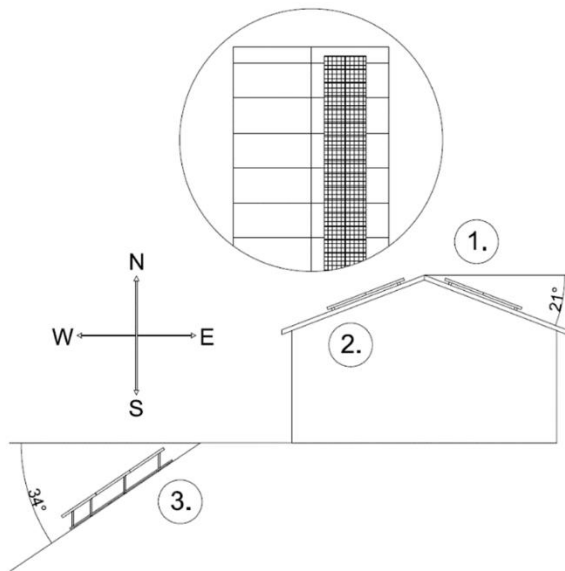
Kuva 6. Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja (Kuva: Ismo Nieminen).

2.5 Aurinkopaneelien asennus

2.5.1 Kohteen tiedot

Kyseessä on kahden rakennuksen kokonaisuus, johon kuuluu päärakennus sekä huoltohalli. Tilojen käyttö painottuu pääsääntöisesti kesäkaudella huhtikuusta lokakuuhun joka päivä klo. 8–20. Keväällä ja syksyllä aukioloajat vaihtelevat. Päärakennuksella ja huoltohallilla on yhteinen sähkökeskus sekä mittaus.

Tässä kohteessa voidaan asentaa aurinkopaneeleita huoltohallin katolle tai huoltohallin takana olevaan rinteeseen. Huoltorakennuksen ilmoitettu pinta-ala on 340 m². Huomioiden katon kallistus 21° katon pinta-ala on kokonaisuudessaan 364 m².



Kuva 7. Asennuksen vaihtoehdot sekä laskennan lähtöarvot. 1. asennus katolle itään, 2. asennus katolle länteen, 3. asennus rinteeseen länteen (Kuva: Ismo Nieminen).

2.5.2 Laskenta

Laskennassa käsitellään useampia eri variaatioita, jotka perustuvat huoltorakennuksen katon kokoon, kulmaan ja ilmansuuntaan, sekä katolle ja rinteeseen asennettavien paneelien määrään, että näiden yhdistelmiin. Kuvassa 7 on numeroituina asennettavien paneelien eri vaihtoehdot, että asennuskulmat. Laskennassa ei huomioida mahdollisia puiden aiheuttamia varjostuksia. Aurinkopaneelien suorituskyky ja säteilyä vastaanottava pinta-ala vaihtelee tuotekohtaisesti. Tässä laskennassa on käytetty kuvan 7 taulukon mukaisia lähtöarvoja.

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT		
0,35	kWp	Paneelin teho
1,925	m ²	Paneelin koko
1,7	m ²	Paneelin säteilyä vastaanottava pinta-ala
182	m ²	Katon pinta-ala itään
182	m ²	Katon pinta-ala länteen
140	m ²	Käytettävä pinta-ala rinteessä
21	°	Katon kulma itään ja länteen
34	°	Rinteen kulma länteen
0,35	kWp	Paneelin teho

Taulukko 4. Toteutettavissa oleva asennus ja järjestelmän teho.

Asennus	Paneelien määrä	Paneelien vaatima pinta-ala [m ²]	Katon täyttöaste [%]	Järjestelmän teho [kWp]
2 riviä	48	92.4	51	16.8
3 riviä	72	138.6	76	25.2

Nimellisteho (kWp) on järjestelmän laboratorio-olosuhteissa mitattu korkein tuotantoteho, joka todellisuudessa toteutuu vain hetkellisesti.

Todellinen tuotantoteho riippuu säteilyn voimakkuudesta, paneelien asennuskulmasta ja suuntauksesta.

Paneelien tuottama energia on arvioitu kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on syöttää lähtötiedot aurinkosähkön maantieteelliseen tietojärjestelmään (PVGIS), joka tarjoaa tietoa auringon säteilystä ja aurinkosähköjärjestelmän suorituskyvystä osoitteessa:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html (European Commission 2022). Järjestelmään ei voida syöttää arvioitua tehoa (0,35 kWp).

- Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. Auringon kokonaissäteilyenergia 45 astetta eri ilmansuuntiin kallistetuille pinnoille nykyilmastossa (TRY2012) (Ilmatieteenlaitos 2024a)
- Energiatehokkuus; Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta (Ympäristöministeriö 2018a)

Laskennan tulokseen vaikuttaa erityisesti lähtötietona arvioitu paneelin teho (0,35 kWp) suhteessa kennoston pinta-alaan. Kennoston hyötysuhteeksi on asetettu 15 %.

Toinen tapa laskea tuotanto perustuu lähimmällä havaintoasemalla tilastoituu säteilytietoon sekä aurinkopaneelien suuntauksen ja kallistuskulman huomiovan F-kertoimeen. Taulukot laskentaa varten löytyvät osoitteesta

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>.

Taulukko 5. Katolle ja rinteeseen asennettavien paneelien tuotto (kWh) kuukausittain vuoden ajalta.

LASKENTATAULUKKO		PVGIS				TILASTOLLINEN LASKENTA				PVGIS	TILASTOLLINEN
		SUUNTAUS ITÄÄN		SUUNTAUS LÄNTEEN		SUUNTAUS ITÄÄN		SUUNTAUS LÄNTEEN		SUUNTAUS LÄNTEEN (RINNE)	
KUUKAUSI	Kulutus kohteessa 2023 [kWh]	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	25,2 kWp	25,2 kWp
Tammikuu	16236	41	62	35	52	33	50	42	63	54	102
Helmikuu	13577	213	319	195	292	135	203	113	170	299	366
Maaliskuu	14675	797	1196	747	1120	505	757	539	808	1124	1082
Huhtikuu	13902	1228	1843	1233	1849	977	1466	1000	1499	1843	2037
Toukokuu	13918	1812	2718	1783	2674	1556	2335	1478	2218	2661	2704
Kesäkuu	12996	1896	2844	1875	2812	1638	2456	1711	2567	2771	2908
Heinäkuu	12785	1857	2785	1887	2830	1681	2522	1759	2639	2824	3127
Elokuu	11541	1419	2128	1440	2160	1243	1864	1078	1617	2163	2057
Syyskuu	11448	770	1156	796	1194	543	814	590	886	1208	1394
Lokakuu	16653	315	472	334	501	178	267	171	256	517	454
Marraskuu	17390	58	87	62	92	41	61	42	62	87	130
Joulukuu	20460	11	17	12	18	17	25	35	52	22	72
Yhteensä	175582	10417	15626	10397	15596	8547	12821	8558	12837	15572	16435

Taulukko 6. Katolle ja rinteeseen asennettavien paneelien nimellisteho ja järjestelmän tuotto (MWh) vuoden ajalta suuntauksen mukaan.

Positio	Järjestelmän huipputehoa [kWp]	Energiantuotanto vuodessa [MWh]
Katto, suuntaus itään	16,8	8,5 - 10,4
Katto, suuntaus itään	25,2	12,8 - 15,6
Katto, suuntaus länteen	16,8	8,6 - 10,4
Katto, suuntaus länteen	25,2	12,8 - 15,6
Rinne, suuntaus länteen	25,2	15,6 - 16,4

2.5.3 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Kiinteän sopimuksen sähköenergian hinta on arvioitu olevan 9 c/kWh. Sähkön verolliseksi siirtohinnaksi on määritelty 8.41 c/kWh. Asennuksen hintana käytetään 1000 €/kWp.

Investoinnin takaisinmaksuaika on noin 9–11 vuotta. Laskelmien mukaisella mitoituksella aurinkosähköllä voidaan kattaa noin 5–27 % sähköenergian tarpeesta perustuen kohteen vuoden 2023 kulutukseen.

Taulukko 7. Katolle ja rinteeseen asennettavien paneelien nimellisteho ja järjestelmän takaisinmaksuaika suuntauksen mukaan.

TMA	SUUNTAUS ITÄÄN		SUUNTAUS LÄNTEEN		SUUNTAUS ITÄÄN		SUUNTAUS LÄNTEEN		SUUNTAUS LÄNTEEN (RINNE)		SUURIN ASENNETTAVA KAPASITEETTI
	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	16,8 kWp	25,2 kWp	25,2 kWp	25,2 kWp	
VUOTTA	9,3	9,3	9,3	9,3	11,3	11,3	11,3	11,3	9,3	8,8	9,3-10,3

Suurin kohteeseen asennettava kapasiteetti 75.6 kWp on kuitenkin ylimitoitettu, jos sähkö on tarkoitus tuottaa vain omaan käyttöön. Maaliskuun–syyskuun välisenä aikana järjestelmän ylituotanto on noin 7,4 MWh. Arviointiin on käytetty aurinkosähkön maantieteelliseen tietojärjestelmään (PVGIS) perustuvaa tulosta. Kohteen suurin tuntikohtainen kulutus 55,7 kWh ajoittuu talveen, kun taas aurinkosähkön suurin tuontikohtainen tuotto 47 kWh ajoittuu kesäkuulle.

2.6 Sähkösojimuksien kilpailutus

Sähkösojimuksen kilpailutus on tärkeä osa yrityksen kannattavuuden parantamisessa. Säännöllisellä kilpailutuksella pyritään löytämään sillä hetkellä olevat parhaan mahdolliset saatavilla olevat hinnan ja ehdot tarpeisiin sopivalla sähkösojimuksella. Onnistunut kilpailutus voi tuoda merkittäviä säästöjä pitkällä aikavälillä. Samalla yritys voi tehdä valintoja valitsemalla ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja.

Esimerkkikohteessa käytetään vuoden 2023 sähköenergian kulutusta, joka oli 241.3 MWh. Laskennassa ei ole huomioitu sähkön siirtomaksuja, sillä sähkön siirtomaksua ei voida kilpailuttaa eri yhtiöiden kesken. Yritykset voivat hankkia itselleen sähkösojimuksen suoraan verkkosivuilta tai ottamalla yhteyttä sähkön tarjoajaan. Joissain tapauksissa yrityksen vuosittaisen energiankulutuksen ylittäessä tietty taso asiakas laatii palvelun tarjoajan kanssa erillisen räätälöidyn sojimuksen.

Alla olevassa luettelossa on esiteltyä 4 erilaista yrityksille vaihtoehtoista sähkösojimusta (1.3.2024). Sähköyhtiö 1 sojimus on 36 kk määräaikainen ja kiinteähintainen eikä hinta vaihdu sojimuskauden aikana. Sähköyhtiö 2 tarjoama sojimus on 36 kk määräaikainen ja niin sanottu kulutusvaikutuksellinen sojimus, jonka kiinteään hintaan vaikutetaan sähkön käytöllä. Sähkön hintaan voi vaikuttaa esimerkiksi ajoittamalla kulutusta sille ajalle, kun sähkön pörssihinta on alhainen. Tässä esimerkissä hinnan vaihteluksi on asetettu perushinta ± 2 c/kWh. Sähköyhtiö 3 sojimus kiinteähintainen ja toistaiseksi voimassa oleva sojimus, jonka voi irtisanoa milloin tahansa. 4. sojimus perustuu pörssisähkön tuntihintaan vuodelta 2023, jota verrataan sen hetkiseen tuntikohtaiseen kulutukseen vuoden ajalta (Pörssisähkö 2023).

Sähkösopimus 1

Energian hinta alv.0 %	8.99	c/kWh
Energian hinta alv.0 %	0.0899	€/kWh
Energian hinta alv.24 %	0.1115	€/kWh
Perusmaksu / kk	5	€

Sähkösopimus 2: Kulutusvaikutus ± 2 c/kWh

Energian hinta alv.0 %	6.79	c/kWh ± 0
Energian hinta alv.0 %	8.79	c/kWh +2
Energian hinta alv.0 %	4.79	c/kWh -2
Energian hinta alv.24 %	0.0842	€/kWh ± 0
Energian hinta alv.24 %	0.1090	€/kWh +2
Energian hinta alv.24 %	0.0594	€/kWh -2
Perusmaksu / kk	5	€

Sähkösopimus 3

Energian hinta alv.0 %	13.49	c/kWh
Energian hinta alv.0 %	0.1349	€/kWh
Energian hinta alv.24 %	0.1673	€/kWh
Perusmaksu / kk	5	€

Sähkösopimus 4

Pörssisähkösopimus 2023 keskihinta c/kWh	Energian hinta alv.24 %
Tammikuu	8.7 c/kWh
Helmikuu	8.8 c/kWh
Maaliskuu	8.2 c/kWh
Huhtikuu	6.7 c/kWh
Toukokuu	3.3 c/kWh
Kesäkuu	5.4 c/kWh
Heinäkuu	4.1 c/kWh
Elokuu	7.9 c/kWh
Syyskuu	4.1 c/kWh
Lokakuu	4.7 c/kWh
Marraskuu	8.8 c/kWh
Joulukuu	9.5 c/kWh
Välityspalkkio	0.59 c/kWh
Perusmaksu / kk	5 €

Taulukko 8. Sähkösopimusten kustannusvertailu kulutuksen mukaan.

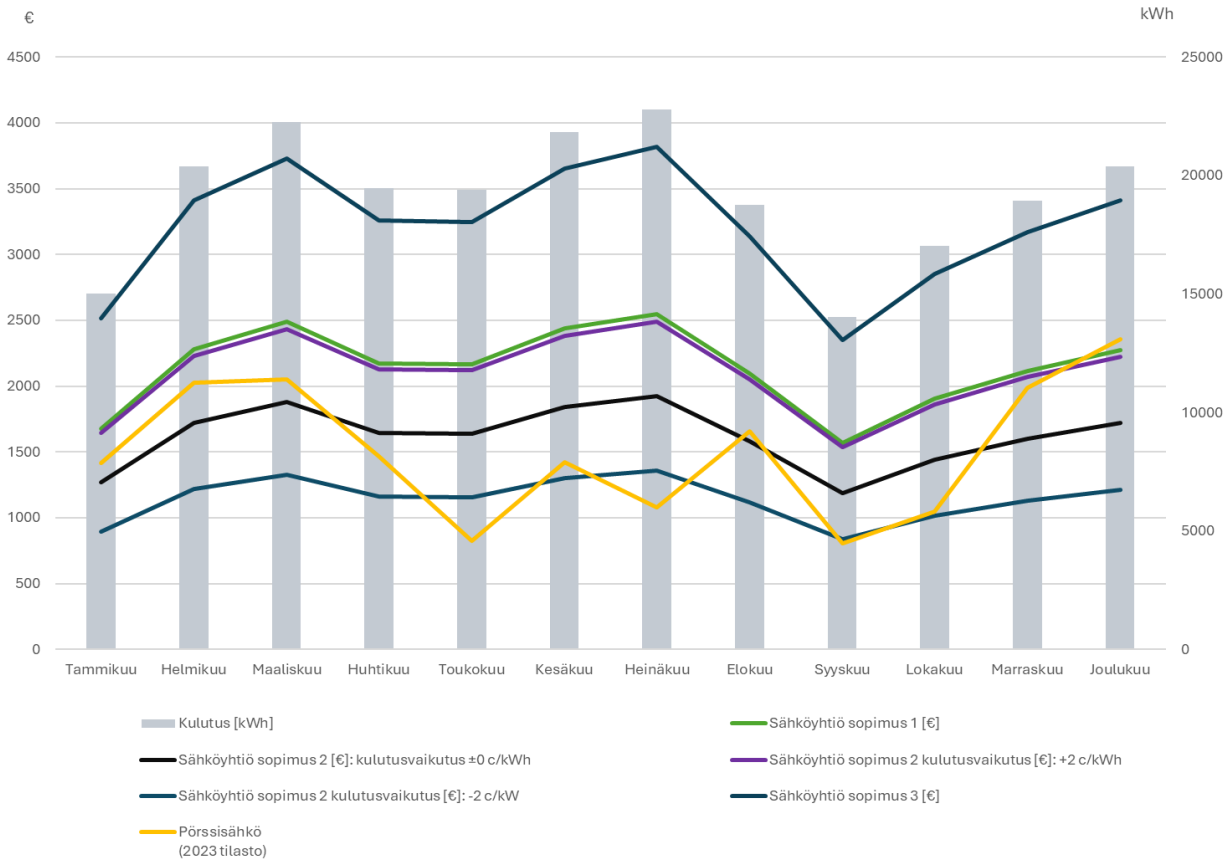
Sähköenergian kulutus		Vaihtoehtoinen sähköntoimittaja					
2023	Kulutus [kWh]	Sähkøyhtiö sopimus 1 [€]	Sähkøyhtiö sopimus 2 [€]: kulutusvaikutus ± 0 c/kWh	Sähkøyhtiö sopimus 2 kulutusvaikutus [€]: +2 c/kWh	Sähkøyhtiö sopimus 2 kulutusvaikutus [€]: -2 c/kWh	Sähkøyhtiö sopimus 3 [€]	Pörssisähkö (2023 tilasto)
Tammikuu	15014	1674	1264	1636	892	2511	1414
Helmikuu	20379	2272	1716	2221	1210	3409	2026
Maaliskuu	22271	2483	1875	2427	1323	3725	2049
Huhtikuu	19457	2169	1638	2121	1156	3255	1466
Toukokuu	19391	2162	1633	2114	1152	3244	825
Kesäkuu	21816	2432	1837	2378	1296	3649	1423
Heinäkuu	22792	2541	1919	2484	1354	3813	1078
Elokuu	18745	2090	1578	2043	1113	3136	1655
Syyskuu	14025	1563	1181	1529	833	2346	806
Lokakuu	17022	1898	1433	1855	1011	2847	1044
Marraskuu	18930	2110	1594	2063	1124	3167	1986
Joulukuu	20368	2271	1715	2220	1210	3407	2356
Perusmaksut yht. / vuosi		60	60	60	60	60	60
YHTEENSÄ	230211	25723	19383	25092	13674	38509	18186

Sähkösopimuksia vertailemalla voidaan havaita merkittäviä eroja sähköenergian hankinnan kustannuksissa:

- Sähkösopimus 1: 25723 € vuodessa
- Sähkösopimus 2: 13674–25 092 € vuodessa (Huom! -2 c/kWh voi toteutua vain hetkittäin)
 - keskimääräinen toteuma 19383 €
- Sähkösopimus 3: 38509 € vuodessa
- Sähkösopimus 4: 18186 € vuodessa (pörssisähkö)

Laskelmien perusteella edullisin vaihtoehto on pörssisähkö. Tarkastelussa täytyy kuitenkin huomioida se, että sähkön pörssihinta vaihtelee eikä vuoteen 2023 perustuva laskelma välttämättä toteudu tulevina vuosina. Toiseksi paras vaihtoehto on kulutusvaikutukseen perustuva sopimus, jolla päästään keskimääräisesti melko lähelle pörssisähkön toteumaa.

Kolmanneksi halvin sopimus on määräaikainen, hinnaltaan kiinteä sopimus, jossa eroa edellisiin on noin 25–29 %. Kallein vaihtoehto on toistaiseksi voimassa oleva sopimus, jonka voi kuitenkin purkaa milloin tahansa. Kuvassa 8 on sopimusten hintavertailu vuoden ajalta käyttäen vuoden 2023 sähkön kulutustietoja.



Kuva 8. Kuvassa esitetään graafisesti vuoden 2023 sähkönkulutus ja eri sähkösopimusten kustannukset (Kuva: Ismo Nieminen)

3. Johtopäätökset ja pohdinta

Investoinnin kannattavuuteen ja takaisinmaksuaikaan vaikuttavia tekijöitä ovat investoinnin hinta, käytetty energialähde ja sen ostohinta, energiankäytön ajoitus sekä hankitun järjestelmän tai muutoksen vaikutus energian säästöön. Eri järjestelmillä on erilainen painoarvo ja osuus rakennusten energiankulutukseen.

Energiatehokkuuden parantamistoimenpiteet kannattaa toteuttaa siten, että investointi maksaa itsensä energiansäästöillä. Energiatehokkuuden parantaminen tuo myös muita, toimialasta riippuvaisia hyötyjä, kustannusten pienentymisen lisäksi. Näitä ovat esimerkiksi rakennusten arvonnousu, asiakastyytyväisyys, vastuullisuus ja yrityksen maine, päästöjen väheneminen ja kilpailukyky.

Lämmitystavan muutoksen kannattavuus riippuu käytetyn energianlähteen hinnasta. Esimerkiksi öljyn hinnan kehitystä on vaikea ennustaa pitkällä aikavälillä. Tällä hetkellä öljylämmityksen korvaava tai lämmitystä tukeva ilmalämpöpumppu on investointina kannattava ja takaisinmaksuaika on melko lyhyt. Olemassa oleva öljylämmitys voidaan säilyttää varalämmitysjärjestelmänä sekä lisälämmitykseen kaikista kylmimpien jaksojen aikana. Pellettilämmitykseen vaihdettaessa polttoainekustannukset ovat lähes samat, joten takaisinmaksuaika on pitkä. Lisäksi pellettilämmitykseen siirryttäessä on huomioitava pellettien tarvitsema tilantarve.

Ilmanvaihtoon liittyvissä parannuksissa energian säästö riippuu suuresti tilojen todellisista ilmavirroista. Kohteissa, joissa rakennusta lämmitetään pääsääntöisesti ilmanvaihdon kautta ja joista puuttuu lämmön talteenotto, on sen asentaminen kannattavaa. Pitkällä aikavälillä se vähentää rakennuksen energian kulutusta, parantaa energialuokitusta sekä nostaa kiinteistön arvoa. Taajuusmuuttajien asennuksen kustannukset ovat riippuvaisia nykyisestä

järjestelmästä ja asennuksen haasteellisuudesta. Investoinnin takaisinmaksuaika oli tässä raportissa tehdyissä laskelmissa lyhyt ja säästää lämmitys ja sähköenergiaa huomattavia määriä. Ilmanvaihtoon tehtävissä muutoksissa tulee huomioida rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen ja ilmanvaihdon tasapainotus.

Yritys voi vähentää kustannuksia ja päästöjä vähentämällä ostetun sähköenergian määrää aurinkopaneelien avulla. Järjestelmän mitoituksessa on huomioitava kulutuksen ja tuotannon ajoitus. Investoinnin takaisinmaksuaika oli tässä raportissa tehdyissä laskelmissa noin 9–11 vuotta ja kattaa järjestelmän tehosta riippuen noin 5–27 % kohteen vuoden kulutuksesta.

Energian ja varsinkin sähkön hinta on vaikuttaa suuresti kiinteistöjen kustannuksiin, sillä toisin kuin kaukolämpö, sähkön toimittaja voidaan kilpailuttaa. Laskelmien perusteella edullisin vaihtoehto on pörssisähkö. Tarkastelussa täytyy kuitenkin huomioida, että sähkön pörssihinta vaihtelee eikä vuoteen 2023 perustuva laskelma välttämättä toteudu tulevana vuosina. Toiseksi paras vaihtoehto on kulutusvaikutukseen perustuva sopimus, jolla päästään keskimääräisesti melko lähelle pörssisähkön toteumaa. Kolmanneksi halvin sopimus on määräaikainen, hinnaltaan kiinteä sopimus, jossa eroa edellisiin on noin 25–29 %. Kallein vaihtoehto oli toistaiseksi voimassa oleva sopimus, jonka voi purkaa milloin tahansa.

Yksittäisillä investoinneilla tai yhdistelemällä eri toimenpiteitä voidaan saavuttaa energiasäästöjä. Investoinnit ovat pääsääntöisesti kannattavia, mutta takaisinmaksuaika vaihtelee. Yksinkertaisimmat investoinnit liittyvät lämpöpumppuihin ja ovat sovellettavissa pienemmissä kohteissa. Suurimmat vaikutukset liittyvät ilmastointiin silloin kun niissä on havaittavissa puutteita.

Lähteet

European Commission. 2022. Photovoltaic geographical information system. Viitattu 6.5.2024.
Saatavissa: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html.

Motiva. 2022. Öljylämmitys. Viitattu 3.6.2024. Saatavissa:
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/oljylammitys

Motiva. 2024. Sektorikohtaiset säästöpotentiaalit. Viitattu 12.6.2024. Saatavissa:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/saastopotentiaalit/sektorikohtaiset_saastopotentiaalit

Jalo, N. Johansson, I. Kanchirilla F.M. Thollander, P. 2021. Do energy efficiency networks help reduce barriers to energy efficiency? -A case study of a regional Swedish policy program for industrial SMEs. Renewable and Sustainable Energy Reviews 151 (2021) 111579. Viitattu 12.6.2024. Saatavissa:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403212100856X>

Ilmatieteenlaitos. 2024a. Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. Viitattu 2.5.2024. Saatavissa:
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>

Ilmatieteenlaitos. 2024b. Havaintojen lataus. Viitattu 2.5.2024. Saatavissa:
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>

Pörssisähkö. 2023. Hintatilastot. Viitattu 3.6.2024. Saatavissa: <https://porssisahko.net/tilastot>

Sjöman, M. 2012. Pellettilämmityksen kannattavuus. Saatavissa:
<https://lutpub.lut.fi/handle/10024/86820>

Tilastokeskus. 2024. Polttoaineluokitus. Viitattu 3.6.2024. Saatavissa:
https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

VTT Expert Services Oy. 2018. Ilmalämpöpumpun Mitsubishi MSZ-LN25VGW + MUZ-LN25VGHZ toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävä lämpökerroin. Testausseleste Nro VTT-S-01716-18. Viitattu 13.9.2024. Saatavissa https://scanoffice.fi/wp-content/uploads/2022/09/VTT_In25.pdf

Ympäristöministeriö. 2018a. Energiatehokkuus; Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Viitattu 2.5.2024. Saatavissa:
https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81_75E1_4CA0_B208_B0ACB60A267F-133692.pdf

Ympäristöministeriö. 2018b. Laskentaopas; Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomioiminen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun) laskennassa. Saatavissa:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/energiatodistusten_laativat/energiatodistusten_laskentaohjeet_2018