



Maaseudun palveluyritysten vähähiiliset energiaratkaisut hankkeen tekninen loppuraportti




Tekijät:

LAB: Mika Keski-Luopa, Ismo Nieminen, Neea Similä

HAMK: Ari Lingren, Ona Vassallo

Sisällysluettelo

1. Maaseudun mikroyritysten vähähiiliset energiaratkaisut- hanke
2. Yleisesti energiatehokkuudesta
3. Työpaketit
 - TP1: Nykytila-analyysit.
 - TP2: Energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian investoinnit
 - TP3: Uusiutuvan energian ja energiatehokkuusinvestointien arviointityökalu
 - TP4: Tiedontuottaminen, jalkauttaminen ja skaalautuvuus
 - TP5: Seuranta
4. Yhteenveto



1. Maaseudun mikroyritysten vähähiiliset energiaratkaisut- hanke





METE²

Maaseudun palveluyritysten vähähiiliset energiaratkaisut

METE² on Hämeen ELY -keskuksen rahoittama projekti, jossa tavoitteena on siirtää tietoa ja osaamista energiatehokkuudesta ja uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksista sote- ja palvelusektorin mikro- ja pienyrityksille Hämeessä.



Hankkeen tavoitteet

1. Kerätä ja välittää tietoa Hämeen maaseudun sote- ja palvelusektorin pien- ja mikroyritysten energiatehokkuuden parantamisen mahdollisuuksista.
2. Lisätä yritysten energiatehokkuusosaamista.
3. Tuottaa ja levittää tietoa energiatehokkuusinvestointien kannattavuudesta pien- ja mikroyritysten näkökulmasta.
4. Rakentaa yritysten käyttöön energiatehokkuusinvestointien arviointityökalu. Työkalu ottaa huomioon myös yritysten erilaiset toiminta-ajat.

Toimenpiteet

- Sote- ja palveluritysten kontaktointi ja jako kolmeen ryhmään
 - Ryhmä 1: yritykset, jotka harkitsevat energiatehokkuusinvestointeja.
 - Ryhmä 2: yritykset, jotka ovat toteuttaneet energiatehokkuusinvestointeja.
 - Ryhmä 3: yritykset, jotka eivät ole tekemässä energiatehokkuusinvestointeja, mutta ovat kiinnostuneet koulutuksesta.
- Energia-analyysit
 - Energia-analyysillä selvitetään yrityksen lähtötilanne ennen energiatehokkuusinvestointeja tai sen jälkeen.
 - Energia-analyysien perusteella tehtiin tapauskohtaisia geneerisiä toimenpide-ehdotuksia ja investointilaskelmia, joiden avulla muut yritykset voivat tuoda hankkeen tulokset omaan liiketoimintaansa.
- Yrityksien koulutus+työpajat
- Energiatehokkuusinvestointien arviointityökalun rakentaminen
- Tiivis yhteystyö alueellisten energianeuvojien ja Motivan kanssa.
- Sidosryhmäviestintä koko hankkeen ajan.
 - Yritykset, yrittäjäjärjestöt, sosiaalinen media, maaseudun lehdistö, ammattilehdet

Tulokset

- Geneerisen tiedon tuottaminen ja levittäminen maaseudun pien- ja mikroyritysten energiatehokkuusinvestointien kannattavasta toteuttamisesta.
- Hankkeeseen osallistuvien yritysten kilpailukyvyn parantaminen kasvattamalla energiatehokkuusosaamista.
- Monet hankkeeseen osallistuneista yrityksistä ovat toteuttamassa energiatehokkuustoimenpiteitä hankkeesta saatujen tietojen perusteella.
- Energiatehokkuusinvestointien arviointityökalun rakentaminen pien- ja mikroyrityksien käyttöön.

Yrityskumppanit

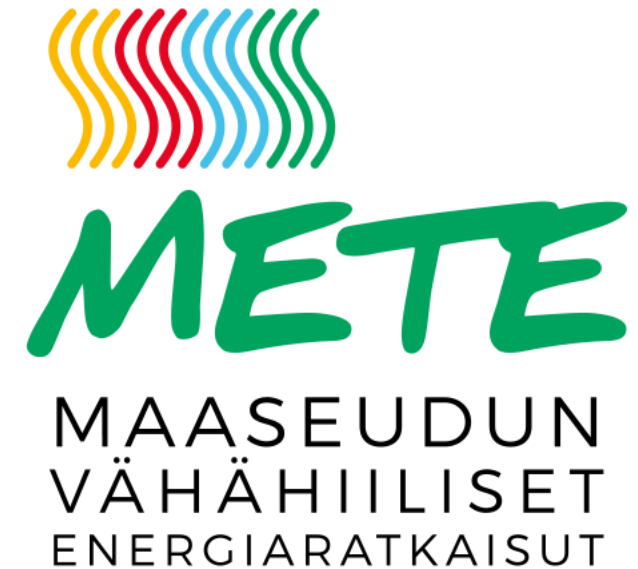
- SOTE- ja palvelualojen pien- ja mikroyrityksiä Hämeen maaseutualueilta.
- Haluavat parantaa oman yrityksensä energiatehokkuutta.
- Yrityksellä pitää olla kiinteä toimipaikka, jonka energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian mahdollisuuksia voidaan tarkastella.
- Yritys oli valmis toimittamaan vuoden ajanjaksolta tiedot yrityksen veden, lämmön ja sähkön kulutuksesta hintatietoineen. Sähkön kulutus myös tuntitasolla. Kyseiset tiedot sai toimittajien verkkopalvelun kautta. (Myös energia-asiantuntija voi tiedot hakea, mutta silloin hänelle tarvitsee toimittaa verkkopalveluiden käyttäjätunnukset.)
- Yrityksen oli myös selvitettävä oman energian ja veden kulutuksen käyttötottumuksia sekä käytettäviä laitteistoja sillä tasolla, jota maallikko pystyy itse selvittämään ilman tietämystä energiatekniikasta.

Yhteys Manner-Suomen Maaseudun kehittämisohjelmaan sekä alueelliseen ohjelmaan

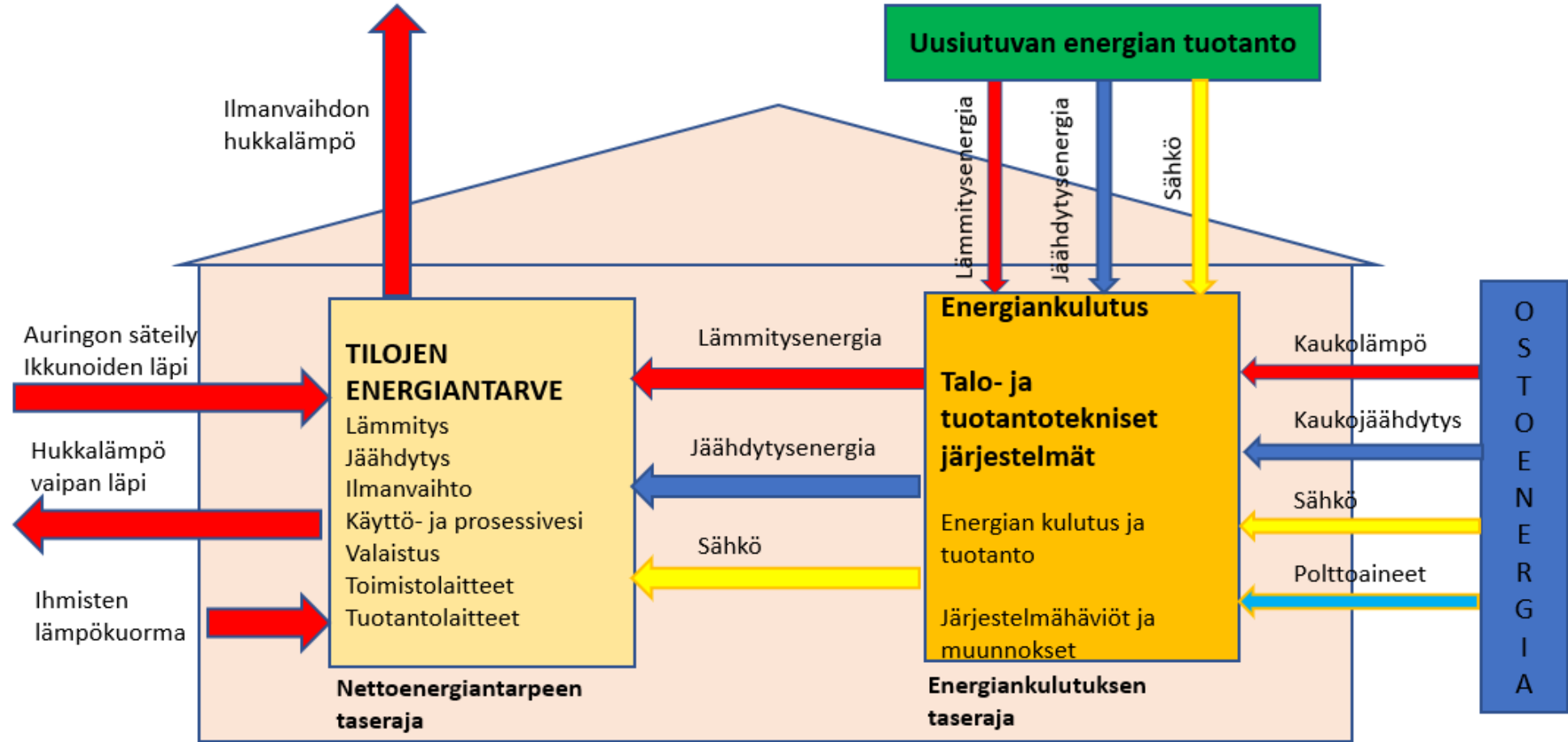
- Toimenpide
 - 16.5 Energiansäästöä ja ympäristön tilaa parantavat menetelmät (kansallinen)
 - 6 Yrittäjyys: Yritysten kilpailukyky, verkostoituminen sekä yrittäjien osaaminen ja neuvontapalvelut (Häme)
- Hankeeseen liittyvät edeltävät hankkeet
 - NETS- Nastolan energiaekosysteemi ja teolliset symbioosit (Lamk)
 - Vähähiilinen maaseutu – maaseudun uusiutuvat energiat (ProAgria)
 - MINT - Etelä-Karjalan pientien kuntien innovaatio- ja kokeiluekosysteemin kehittäminen (LAB)
 - HIME- Hämeen ilmastoviisas maaseutu- ja energiayrittäjyys (LUT, Metsäkeskus ja Pro Agria)
 - INFORME- informaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille (Lamk, LUT, Hamk ja ProAgria)
 - REIMA – rohkeutta ja elinvoimaa innovaatioista maaseudulle (LAB)
 - METE- Maaseudun mikroyritysten vähähiiliset energiaratkaisut (LAB) <https://www.maaseudunmete.fi/>
- Hankkeen toteutuksen perusteella haetut uudet hankkeet.
 - RELE- Ratkaisuja alueelliseen kestävyyteen ja energiatehokkuuteen (LAB, LUT, Heinolan kaupunki)



2. Yleisesti energiatehokkuudesta



YRITYKSEN ENERGIAN TUOTANTO JA KULUTUS



Syitä yritysten energiatehokkuuden parantamiseen

- Energiatehokkuuteen tai uusiutuvaan energiaan tehdyt investoinnit ovat tehokas tapa pienentää yrityksen hiilijalanjälkeä ja ympäristövaikutuksia, sekä saavuttaa taloudellisia säästöjä.
- Energiakatselmuksissa on havaittu, että lämmön osalta yksityisen palvelualan rakennuksissa energiakustannusten säästöpotentiaali on noin 17 prosenttia ja teollisuusyrityksissä 15–29 prosenttia.
- Yritysten energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvaan energiaan panostaminen ei välttämättä tarkoita kalliimpia tuotteita tai palveluita vaan energiatehokkuuden parantamistoimenpiteet kannattaa toteuttaa siten, että investointi maksaa itsensä energiansäästöillä.
- Suuri osa energiansäästötoimenpiteistä maksavat itsensä säästöillä alle kahdessa vuodessa. Joissakin tapauksissa jopa 30 prosenttia energiansäästöstä voidaan saavuttaa ilman investointeja käyttöaikojen ja käyttötottumuksien muutoksilla.
- Energiatehokkuuden parantaminen tuo myös muita, toimialasta riippuvaisia, hyötyjä energiansäästön lisäksi. Näitä ovat esimerkiksi rakennusten arvonnousu, asiakastyytyväisyys, vastuullisuus, yrityksen maine, päästöjen väheneminen ja kilpailukyky.

Valaistus

- Valaistuksen energiankulutus riippuu lampusta, valaisimesta, valaisimien sijoittelusta ja huoneen pintojen väreistä.
- Oikeanlainen valaistus lisää viihtyisyyttä ja turvallisuutta.
- Energiatehokas valaistus maksaa itsensä takaisin pitkän käyttöiän myötä.

EST. 2009
**LAMPPU
TIETO**
fi

NÄIN VALITSET HYVÄÄ VALOAA

VALITSE SOPIVA LAMPPUTYYPPI

Yleisvalaistus	LED-lamppu	Energiansäästölamppu
Ulkovalaistus	LED-lamppu	Energiansäästölamppu
Kohdevalaistus	LED-kohdelamppu	
Kristallikruunu	LED-lamppu	
Himmennävät valaisimet	Himmennettävä LED-lamppu	
Sauna	LED-lamppu saunamalli	

TARKISTA LAMPUN KANTA

YLEISIMMÄT KANNAT

E27	E14	GU10
R7s	G9	GU5.3
GU4	GY6.35	G4

VALITSE RIITTÄVÄ VALON MÄÄRÄ

Hehkulamppu	LED-lamppu / energiansäästölamppu
25 wattia	250 lm
40 wattia	470 lm
60 wattia	800 lm
75 wattia	1050 lm

VALITSE LAMPUN VÄRISÄVY

2700 K lämmin valkoinen	4000 K neutraali valkoinen	5000 K kylmä / sinertävän valkoinen
-------------------------------	----------------------------------	---

Kotien valaistuksessa suositetaan yleensä lämpimän valkoista sävyä.

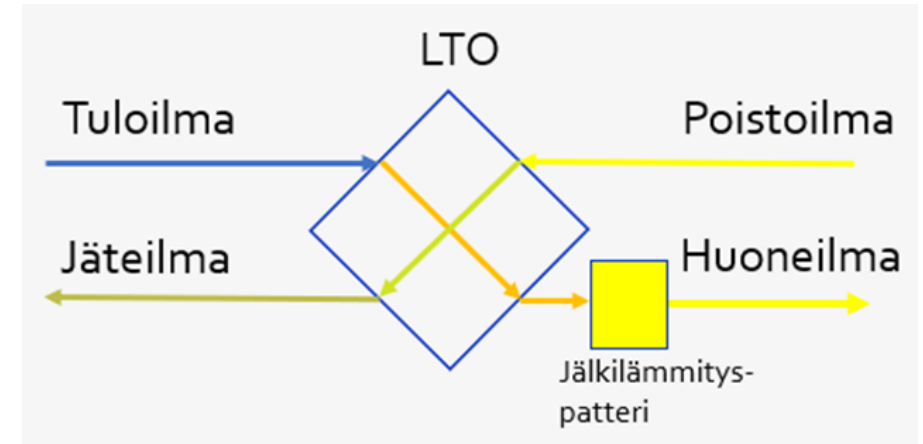
Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12464-1-2011

- Valaistusvoimakkuuksien vähimmäisvoimakkuudet on taulukoitu
- Valaistusvoimakkuusarvojen tulee olla tilan seinillä vähintään 50 lx ja katossa vähintään 30 lx.
- Näköergonomisen valaistuksen edellytyksenä on, että näkökohteen sijainti ja muoto suhteessa valon tulosuuntaan ei aiheuta kiusa- tai estohäikäisyä.
- Valon värivaikutelmaan ja värintoistoon kannattaa kiinnittää huomiota, jotta ympäristössä olevien pintojen, esineiden ja ihmisten ihon väri toistuisi mahdollisimman luonnollisesti ja oikein.

Tila	Valaistusvoimakkuus (lx)	UGR-indeksi	Tasaisuus $U_0(E_{min}/E_m)$	R_a -indeksi	Huom!
Liikennealueet ja käytävät	100	28	0,4	40	Lattiatasolta 150 lx, mikäli reitillä on ajoneuvoja
Portaikot, liukuportaat, liukukäytävät	100	25	0,4	40	
Hissit	100	25	0,4	40	Hissin edessä vähintään 200 lx
Lastausalueet	150	25	0,4	40	
Kahvihuoneet	200	22	0,4	80	
Talotekniset tilat	200	25	0,4	60	
Varastotilat	100	25	0,4	60	200 lx, jos työskentely on jatkuvaa
Elektroniikkapajat, testaus, säätö	1500	16	0,7	80	
Kuulamyllyt ja sellutehtaat	200	25	0,4	80	
Toimisto, kirjoittaminen	500	19	0,6	80	
Kassa-alue	500	19	0,6	80	
Odotusaulat	200	22	0,4	80	
Keittiö	500	22	0,6	80	Keittiön ja ravintolan välillä tulisi olla sopeutumisvyöhyke.
Pysäköintialueet	75	-	0,4	40	Valaistusvoimakkuus lattiatasolta
Luokahuoneet	300	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Auditorio	500	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä eri A/V-tilanteisiin

Ilmanvaihto

- Ilmanvaihdon avulla talosta poistetaan epäpuhdasta ilmaa ja tilalle tuodaan raitista ilmaa.
- Osa huoneen lämmitykseen kuluneesta lämpöenergiasta poistuu ilmanvaihdon mukana.
- Myös hallitsematon vuotoilmavirta rakenteiden läpi aiheuttaa lisää energiankulutusta.
- Uusiin tiiviisiin taloihin rakennetaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla.
- LTO- yksikön avulla 60–80 prosenttia poistoilman lämmöstä saadaan talteen ja käytetään tuloilman lämmittämiseen.
- Vanhempiin rakennuksiin, joissa on huippuimurilla toimiva poistoilmanvaihto, voidaan myös lisätä jälkeempään lämmöntalteenottoratkaisuja.



Ilmanvaihdon käyttö rakennuksen käyttöaikojen mukaisesti

- Rakennuksen käyttöajan rajoittuessa päivä- ja mahdolliseen iltakäyttöön (esim. päiväkodit, koulut, nuorisotilat, kirjastot) ilmanvaihtoa käytetään rakennuksen käyttöajan mukaan seuraavasti:
 - Vakioilmavirtajärjestelmässä ilmanvaihto käynnistetään mitoitusteholle 2 tuntia ennen rakennuksen käyttöajan alkamista. Jos palvelualueen henkilökuormitus on huomattavasti mitoitustasoa pienempi, käytetään yleensä osatehoa. Ilmanvaihto siirtyy käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen.
 - Tarpeenmukaisesti säätävässä eli muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä ilmanvaihto käynnistetään mitoitusteholle 2 tuntia ennen käyttöajan alkamista. Tarpeenmukainen ilmanvaihto siirtyy käyttöajan alkaessa tarpeenmukaiseen ohjaukseen, jossa ilmanvaihto tehostuu osateholta mitoitusteholle lämpötilan, hiilidioksidipitoisuuden ja/tai läsnäolon perusteella. Ilmanvaihto siirtyy käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen.

Helsinki

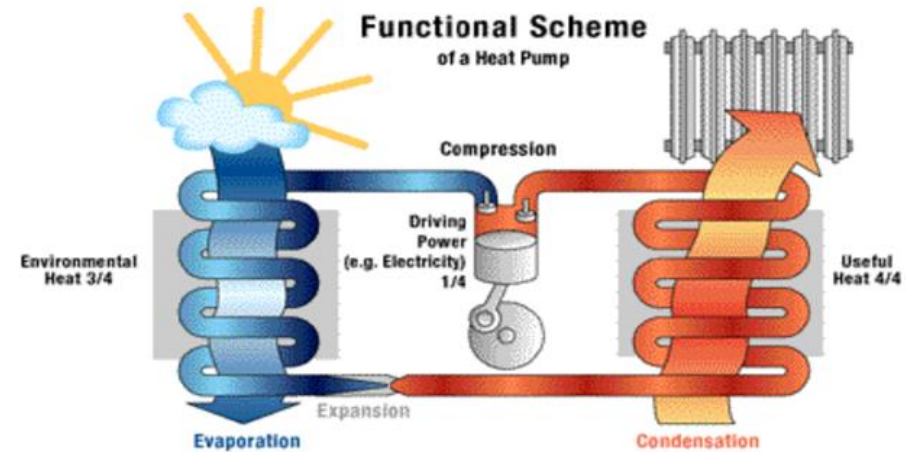
9

Sisälämpötila

- Sisäilmatutkimusten mukaan hieman yli 21 asteen lämpötilaa pidetään terveellisenä ja energiataloudellisena lämpötilana.
- Liian lämpimässä viireystila laskee ja matalampi lämpötila pienentää rakennusmateriaalien haitallisia päästöjä.
- Lämpötilan lasku 24→ 21 vähentää usein sisäilmaoireita 1/3.
- Nyrkkisääntö: **Huonetilan lämpötilan lasku 1 asteella vähentää lämmityskustannuksia 5%.**
- Lämpötilan laskemimen esimerkiksi palvelu- tai toimistorakennuksen käyttöajan ulkopuolella vähentää lämmityskustannuksia.

Lämpöpumput

- Lämpöpumpun avulla maasta, vedestä tai ilmasta tuotu lämpö siirretään huoneisiin veden tai ilman välityksellä.
- Maa- ja ilma-vesilämpöpumput tarvitsevat toimiakseen vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän.
- Ilmalämpöpumput tarvitsevat rinnalleen jonkin muun lämmitysjärjestelmän sillä kovilla pakkasilla niiden antoteho on heikko. Ilmalämpöpumppuja voi käyttää myös jäähdytykseen.
- Inverter- mallit yleistyvät. Malleissa kierroslukua ohjataan lämmitystarpeen mukaan. Tämä vähentää tarvittavaa käynnistysvirtaa, pidentää kompressorin elinikää ja parantaa hyötysuhdetta.
- Lämpöpumppujen ohjausjärjestelmät kehittyvät jatkuvasti, etäohjaus ja hybridilämmitykset yleistyvät.



sulpu

Lämpöpumpuilla saavutetut säästöt

Kun lämmitykseen ja käyttöveteen kuluu 25 000 kWh sähköä tai 3 000 l öljyä vuodessa

Lämpöpumppu-tyyppi	Säästö kWh vuodessa	Säästö ¹ euroa vuodessa	Investointi ² euroa
Maalämpöpumppu	14 000...17 000	1 800...2 200	14 000...20 000
Ilma-vesi-lämpöpumppu	8 000...13 000	1 000...1 700	8 000...12 000
Poistoilma-lämpöpumppu	3 000...7 000	400...800	6 000...10 000 ³
Ilmalämpöpumppu	2 000...7 000	250...800	1 500...2 500

1) Sähkö ja öljy 0,13 €/kWh (sähkö 13 c/kWh ja öljy 1,1 €/litra 80% vuosihyötysuhteella)

2) Investointikustannus asennettuna, ei sisällä lämmönjakojärjestelmää

3) Sisältää myös ilmanvaihtolaitteen, mutta ei sen kanava-asennuksia

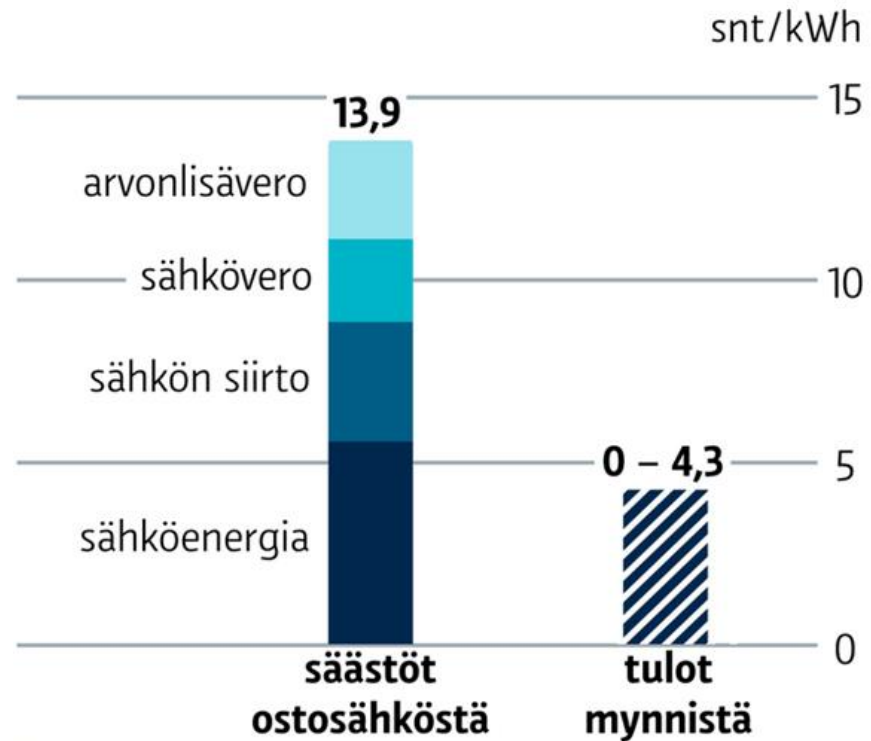
sulpu

Lähde: Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry

Aurinkosähköjärjestelmät

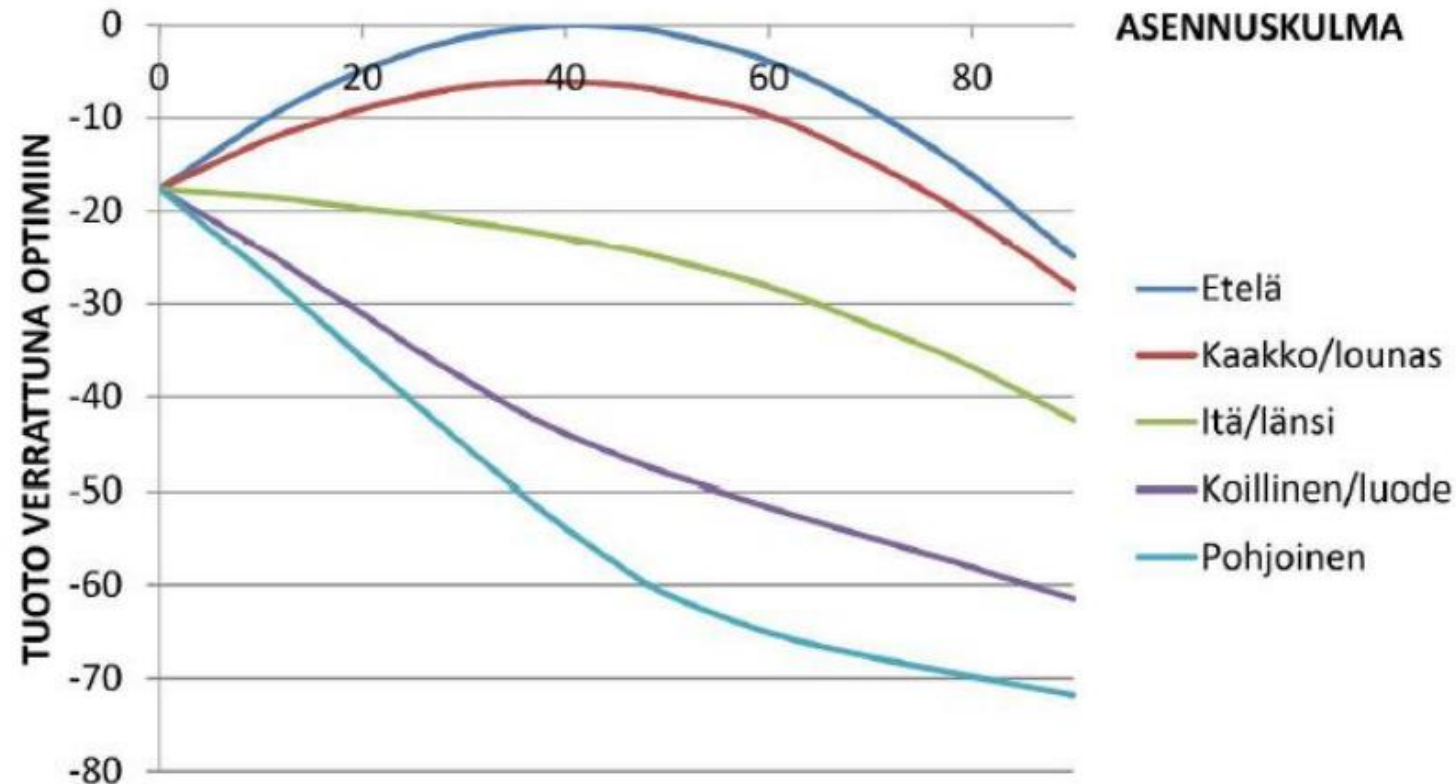
- Aurinkosähköjärjestelmä kannattaa mitoittaa siten, että saisi käytettyä lähes kaiken sähkön itse.
- Aurinkopaneelien määrän perustana kannattaa käyttää sitä, kuinka suuri kulutus on pienimmillään.
- Parhaan hyödyn aurinkosähköstä saa kohteissa, joissa kesällä on suuri sähkönkulutus.
- Lainaa voi maksaa takaisin rahoilla, jotka sähkölaskuista säästyvät. Tällöin paneelit eivät missään vaiheessa kasvata kustannuksia.

Aurinkosähkö on arvokkaimmillaan, kun sillä välttää ostamisen



Laskelma perustuu sähkön verkkopalvelumaksuihin (entinen siirtohint) Helsingissä. Jos kulutuksen mukaan maksettava sähkön siirtohint on korkeampi kuin Helsingissä, myös aurinkosähköllä saatava säästö on suurempi. Kuva: Petteri Juuti / Yle

Aurinkopaneeleiden suuntauksen vaikutus tuottoon



Kaakko/lounas: tuotto on noin 7 % pienempi kuin suoraan etelään suunnattaessa.

Itä/Länsi: tuotto on vajaat 25% pienempi kuin suoraan etelään suunnattaessa.

Pohjoinen, koillinen, luode: aurinkopaneelien asentaminen on kyseenalaista heikon tuoton vuoksi.

Kuvat: https://www.merinova.fi/wp-content/uploads/2016/09/aurinkodemo_loppuraportti.pdf

Energiakatselmus

- **Energiakatselmus:**

- On kokonaisvaltainen selvitys kohteen energiankulutuksesta, sen jakautumisesta ja energiansäästömahdollisuuksista.
- Paikallistaa energian- ja vedenkäytön tehostamismahdollisuudet, esittää toimenpide-ehdotukset ja selkeät laskelmia säästöistä,
- Löytää mahdollisuudet uusiutuvan energian hyödyntämiseen,
- Auttaa vähentämään toiminnan hiilidioksidipäästöjä.
- Energiakatselmuksia tekevät pätevöityneet energiakatselmoijat, jotka ovat Motivan energiakatselmoijan peruskurssin hyväksytysti suorittaneita lämpö- ja sähköalan asiantuntijoita

- **Energiakatselmus soveltuu erityisesti:**

- PK-teollisuuden yrityksille,
- Pienille ja keskisuurille palvelualan yrityksille,

- **Business Finlandin energiatuki:**

- Energiatehokkuussopimukseen liittyneelle pk-yritykselle tuki on 50 % ja muille 40 %.

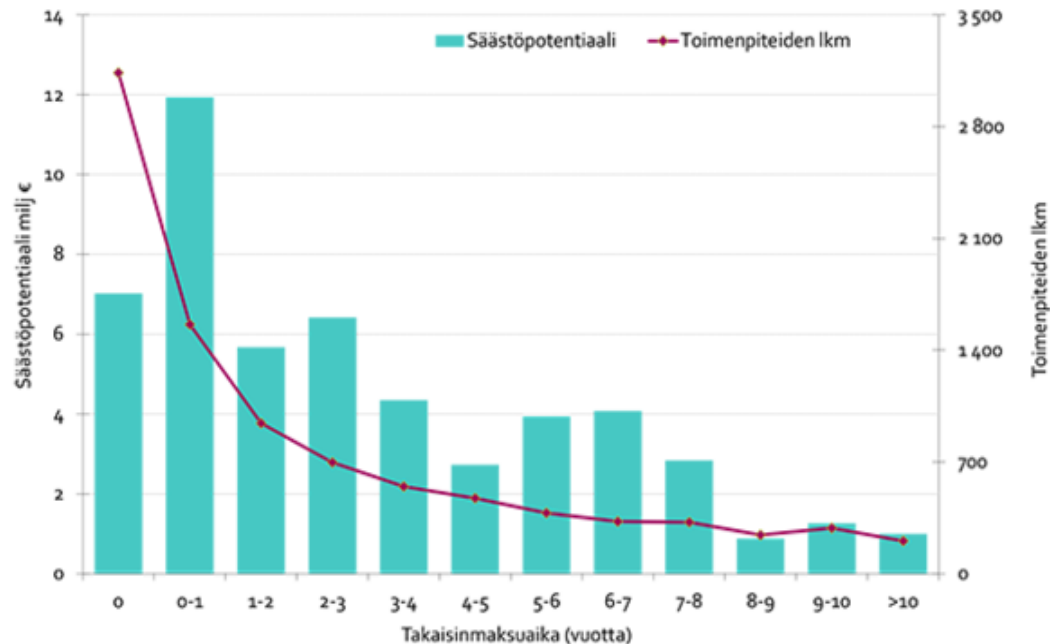
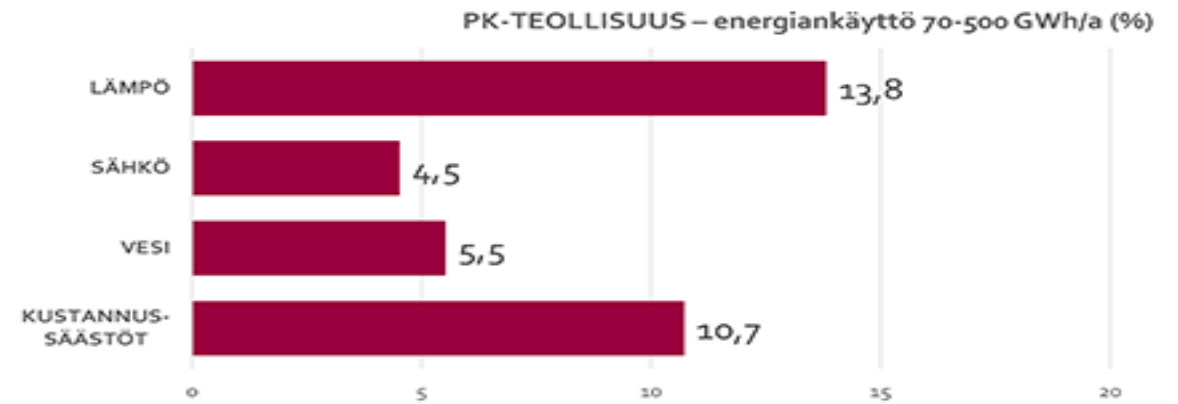
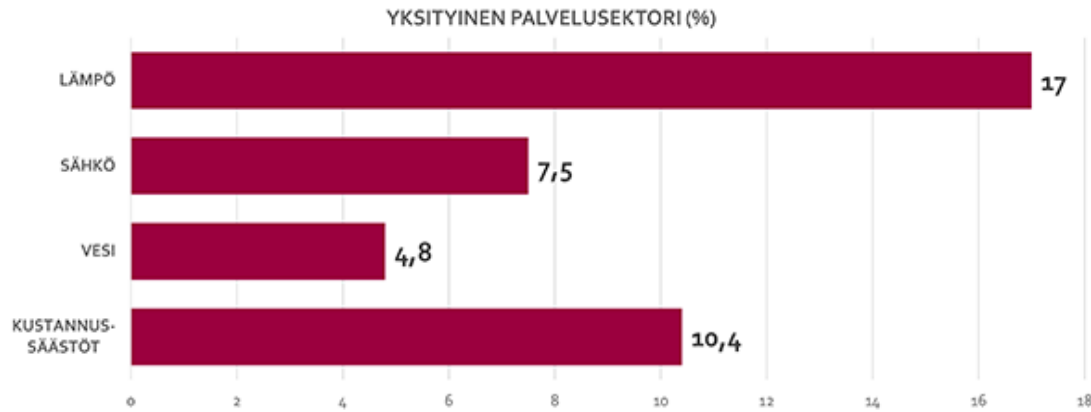


https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmuksset/energiakatselmusmallit

https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmuksset/katselmus-ja_investointituet/energiakatselmustuet

**BUSINESS
FINLAND**

Energiakatselmusten avulla saavutetut säästöt



Saavutetut kustannussäästöt

- Perustuvat yli 1 300 toteutettuun energiakatselmukseen
- Todetut kustannussäästöpotentiaalit
 - 32 % ilmanvaihtojärjestelmät
 - 14 % lämmöntalteenottojärjestelmät
 - 9 % ilmanvaihdon käyntiajat
 - 18 % lämmitysjärjestelmät
 - 12 % lämmitysjärjestelmä
 - 13 % sähköjärjestelmät
 - 7 % valaistus



3. Työpaketit



TP1: Nykytila-analyysit

Asiaan liittyvä dokumentit:

- Vassallo, O. 8.5.2024. [Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa?](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 21.3.2024. [Työkaluja yritysten energiatehokkuuteen.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 23.2.2024. [Yrityksen toimitilojen energiakustannukset alemmaksi.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 29.12.2023. [Työntekijä ja pienyrittäjä yhteistyössä energiansäästötalkoisiin.](#) (Verkkodokumentti)
- Suutari, H. 16.11.2023. [Energiatehokkuus vauhdittaa pienyritysten vastuullisuutta.](#) (Verkkodokumentti)



Tapausyritykset

- Analysoidut METE2 –hankkeen tapausyritykset Päijät-Hämeen (6 kpl) ja Kanta-Hämeen (6 kpl) alueella:
 - Päiväkodit ja varhaiskasvatus 3 kpl
 - Sijaishuolto- ja lastenkotipalvelut 2 kpl
 - Palveluasuminen 1 kpl
 - Hyvinvointituotteiden vähittäiskauppa 1 kpl
 - Liikunta-alan palveluntarjoajat 2 kpl
 - Ravintola- ja matkailuala 3 kpl

Yritysten energiankulutuksen lähtötiedot

- Perustietolomake
 - Yritys ja toimiala
 - Pinta-ala, tilavuus ja rakennusvuosi
 - Energian ostohinta
 - Kulutustiedot vuositasolla: Sähkö, lämpö, vesi, öljy
 - Lämmitysmuoto ja lämmönjakotapa
 - Valaistus, ilmanvaihto, vesikalusteet
 - Yrityksen toiminta
 - Rakennuksen aktiivinen toiminta-aika ja mahdolliset toimintakaudet
- Tuntikohtaiset sähkönkulutuslukemat vähintään vuoden ajalta
- Yritysvierailut

Luottamuksellinen

10.6.2022

METE-projektin yrityskumppanin energian kulutuksen lähtötiedot

Yritys on kiinteistön omistaja Vuokraan sisältyy Vesi Lämpö Sähkö

Yritys on kiinteistössä vuokralla

Yritys
 Yritys
 Osoite
 Postinumero
 Yhteyshenkilö
 Puh/fax

Kohdetiedot
 Kohde
 Osoite
 Postinumero
 Toimiala

Toimitajat
 Lämpö
 Vesi

Kiinteistön omistaja (jos eri kuin yritys)
 Yritys
 Osoite
 Postinumero
 Yhteyshenkilö
 Puh/fax

Rakennuksen tai liiketilan perustiedot
 Tilavuus m³
 Pinta-ala m²
 Valmistusvuosi
 Peruskorjausvuosi
 Työntekijämäärä

Hinnat
 Hinnat löytyvät laskuista tai toimitajan verkkopalvelusta

Lämpö ja vesi
 Kaukolämpö €/MWh
 KL-perusmaksu €/a
 KL-tilausmaksu kW
 KL-tilausvesiv m³/h
 Vesi €/m³
 Jätevesi €/m³
 Perusmaksu €/a
 Öljy €/dm³

Sähkö
 Tämpäivä
 Täyiyö
 Kesäpäivä
 Kesäyö
 * Tehomaksu €/MWh
 * Loistehomaksu €/MWh
 * Päätöteho €/MWh
 * Loisteho Per

Kulutukset
 Vuosi (viimeisin alina)
 Lämpö MWh/a
 Vesi m³
 Öljy dm³

*Jos käytössä on tehotariffi

Sivu 1

Yritysvierailut

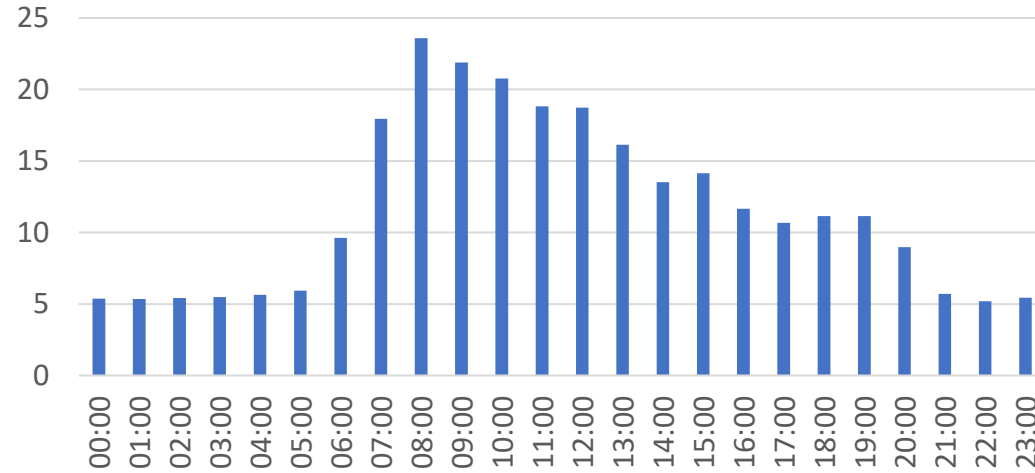
Hankkeessa tehtiin vierailuja lähtötiedot toimittaneissa yrityksissä. Vierailujen tarkoituksena oli saada yleiskuva kiinteistöistä ja niiden käytöstä sekä tehdä valonvoimakkuus- ja hanojen veden virtauksen mittauksia.

Lisäksi yritysten kanssa käydyissä keskusteluissa ja kierroksen aikana tuli esiin seikkoja, joita ei tullut ilmi perustietolomakkeessa, kuten:

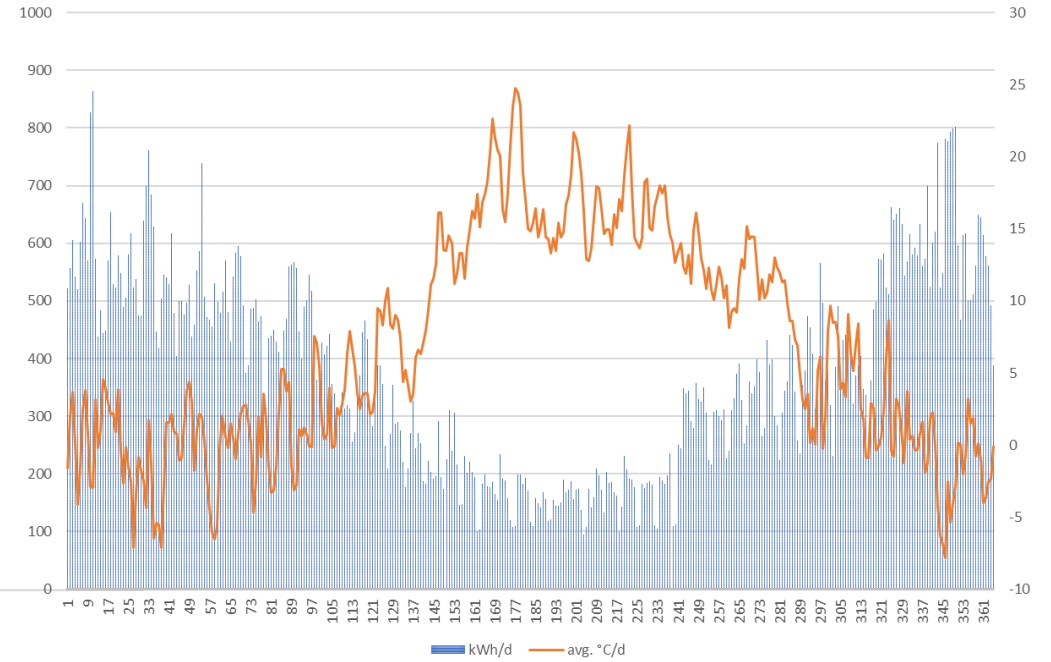
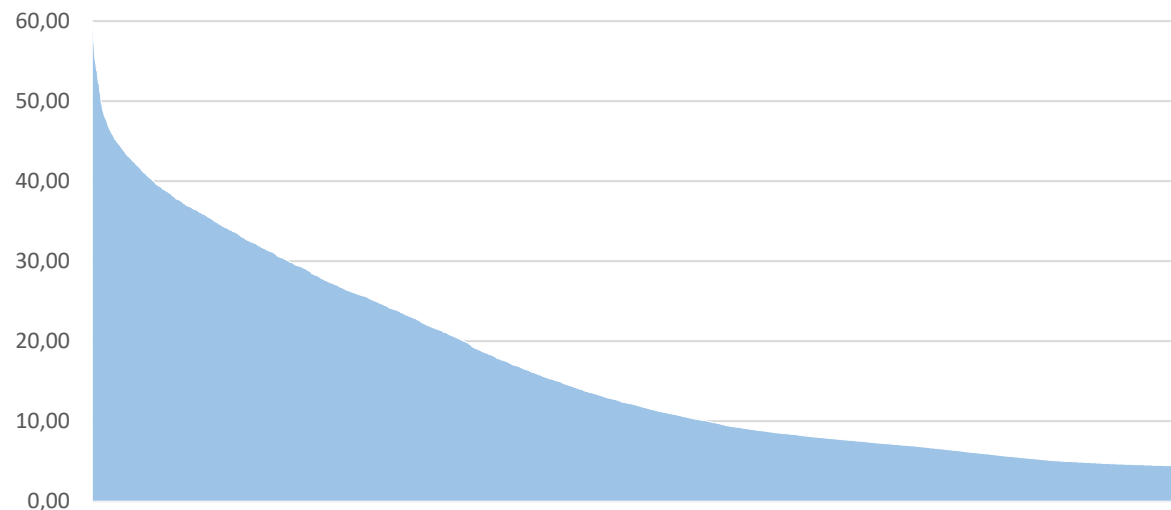
- Ilmastoinnin käyntiajat
- Rakennuksen puutteellinen eristys/vetoisuus.
- Havaittu lattialämmityksen olevan poikkeuksellisen kuumalla.
- Lämminvesivaraajan korkea lämpötila.
- Puutteellinen valaistus.
- Sähkösovimukseen liittyvät seikat.
- Käyttämättömien laitteiden, kuten kylmäkaappien sammuttaminen.
- Hetkellisen, poikkeuksellisen korkean kulutuksen selvittäminen.
- Tilojen tarkempi käyttö.

Analyysi tuntikohtaisen sähkönkulutuksen perusteella

Sähkönkulutuksen keskiarvo maalis-syyskuu



Sähkönkulutuksen pysyvyyskäyrä

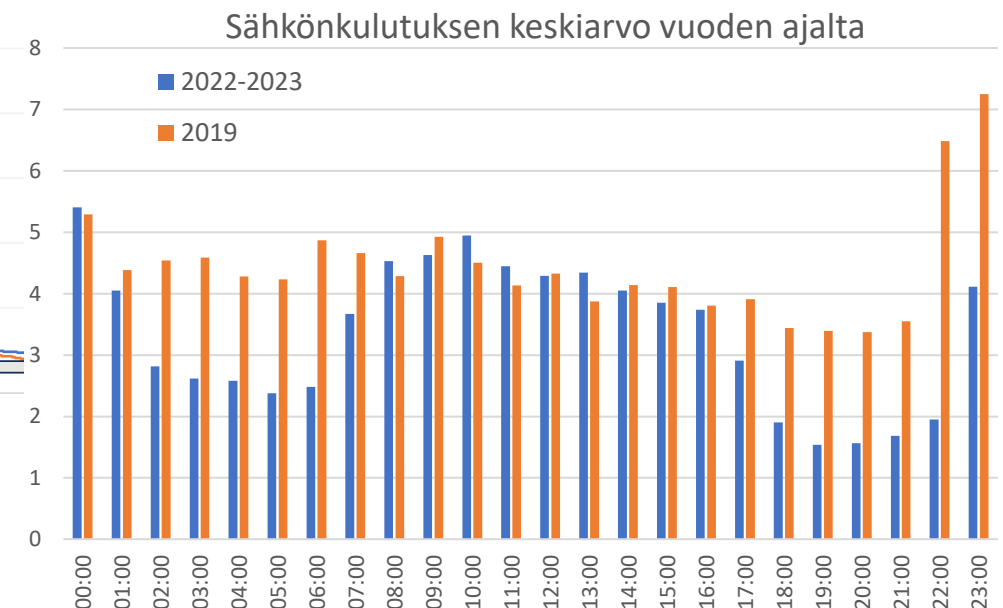
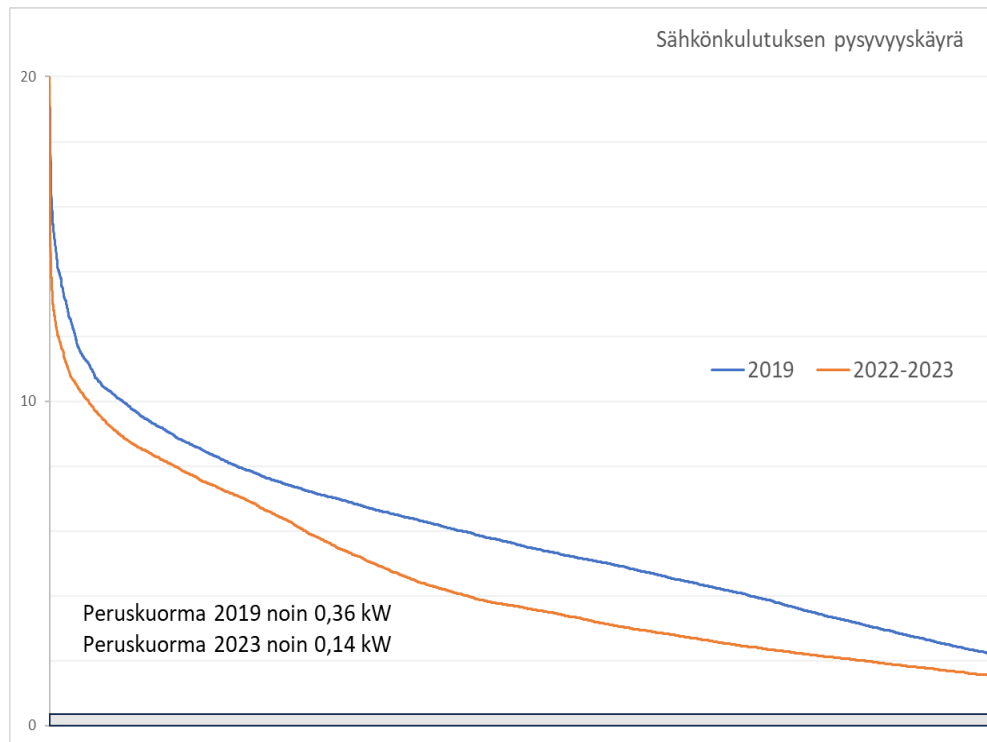


Sähköenergian kulutusta ja sen ajoitusta voidaan analysoida vuoden tuntikohtaisten tietojen avulla.

- Sähkönkulutuksen keskiarvo maaliskuulta.
 - Kulutuksen ajoitus vuorokaudessa lämmityskauden ulkopuolella.
- Sähköenergian kulutus vuoden ajalta
 - Päivän tarkkuudella, ulkolämpötilojen keskiarvo
- Sähkönkulutuksen pysyvyyskäyrä
 - Sähkötöhtarpeen jakauma vuoden ajalta

Energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutukset

Esimerkki hankkeen aikana tehdyistä toimenpiteistä. Kuvissa esitetään vertailu vuoden 2019 ja 1.10.2022-1.10.2023 ajanjaksolla toteutunut energiantarve. Kokonaisuudessaan sähköenergian kulutus on laskenut noin 9440 kWh/vuosi, johtuen oletettavasti vuoden 2019 jälkeen asennetusta ilmalämpöpumpusta sekä lämminvesivaraajan asetusarvon laskemisesta.



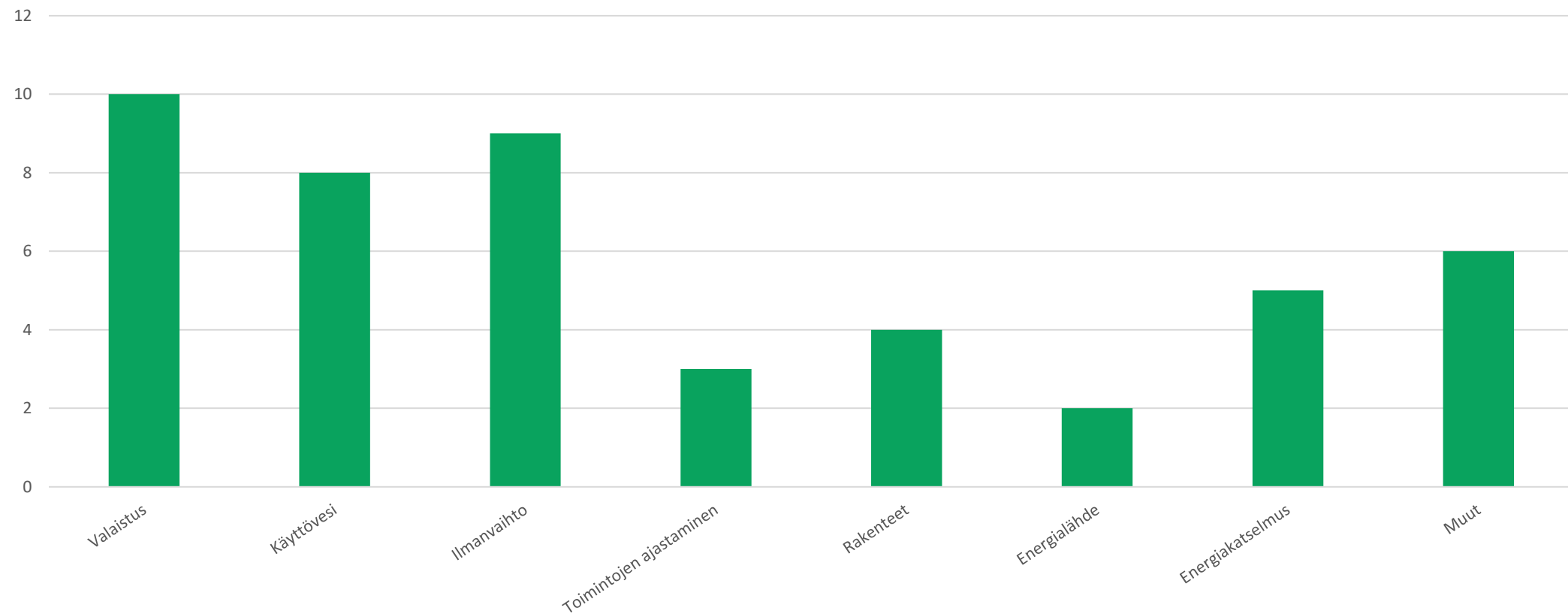
TP1 tulokset

Ehdotettujen toimenpiteiden määrä toimialoittain.

	Päiväkoti ja varhaiskasvatus	Sijaishuolto- ja lastenkotipalvelut	Palveluasuminen	Hyvinvointituotteiden vähittäiskauppa	Liikunta-alan palveluntarjoajat	Ravintola- ja matkailuala
Valaistus	3	1		1	2	3
Käyttövesi	3	1	1		2	1
Toimintojen ajastaminen	2				1	
Ilmanvaihto	3		1	1	2	2
Rakenteet					1	3
Energialähde	1				1	
Energiakatselmus	1		1		1	2
Muut		1		1	2	2

TP1 tulokset

Kuvassa on kohteissa ehdotettujen toimenpiteiden jakauma. Toimenpiteet eivät ole keskenään saman arvoisia vaan niiden vaikutukset energian kulutukseen ja rakennuksen ylläpitoon vaihtelevat.



TP1 tulokset

Kohteiden energiaa ja kustannuksia säästävät toimenpiteet

- **Valaistus**
 - Käytössä vielä olevien loisteputkien muuttaminen led- putkiksi, mahdollisuuksien mukaan.
 - Valaisinten vaihdolla kirkkaampiin voidaan lisätä työ mukavuutta ja turvallisuutta
- **Käyttövesi**
 - Lämminvesivaraajan lämpötilan tarkistus ja säätö suositusten mukaiseksi.
 - Käyttövesihanojen veden virtauksen rajoittaminen vakiopaineventtiilin avulla tai asentamalla hanaan säästösuutin, virtauksen rajoitin tai vaihtaa hana / sekoitin.
- **Toimintojen ajastaminen**
 - Lämmityksen rajoittaminen kaudella, joissa kiinteistö on pois aktiivisesta käytöstä.
 - Selvitetään energiantensiiviset laitteistot ja porrastetaan niiden käyttöä ja käynnistystä energian kulutuspiikkien välttämiseksi, vähentäen tehoperäisen laskutuksen tuomia kustannuksia.
 - Kytetään tarpeettomat laitteet, kuten kylmäkaapit ym. pois päältä silloin kun ne eivät ole aktiivisessa käytössä.

TP1 tulokset

Kohteiden energiaa ja kustannuksia säästävät toimenpiteet

- **Ilmanvaihto**

- Ilmastoinnin käyttöaikojen muutokset: Ilmastointia ei ole tarkoituksenmukaista pitää samalla tasolla päällä 24/7, jos tiloissa ei oleskella ja kosteuskuormaa ei ole.
- Ilmanvaihtojärjestelmän käyntitehoa ja aikoja voidaan ohjata taajuusmuuttajilla. Jos kiinteistössä on jo olemassa oleva käyntiaikaa- ja tehoa säätelevä järjestelmä, suositellaan sen ottamista käyttöön.
- Ilmanvaihdon tasapainotuksen tarkistaminen. Rakennukseen sisään tulevan- ja sieltä poistuvan ilman tulee olla tasapainossa. Esimerkiksi liiallinen poistoilman virtaus suhteessa ilmanvaihdosta sisään tulevaan ilmaan voi aiheuttaa vetoa rakenteista. Ilmanvaihto tulee säätää riittävälle tasolle siten, että huoneilma on raikas ja ilma ei vaihdu tarpeettoman usein. Kylmällä kaudella runsas ilmavirtaus lisää ilman lämmitystarvetta.
- Jos käytössä on LTO-laitteisto, sen toimivuus ja tehokkuus on hyvä tarkistaa. Laitteiston säännöllisellä huollolla varmistetaan sen kyky hyödyntää poistoilmasta saatu lämpö energian säästämiseksi sekä viilennyksen tehokas toiminta.
- LTO-laitteiston asentaminen. Kannattavuutta selvitetään huomioiden kohteen ilmamäärät, tuloilman lämmityksen tarve ja asennukseen tarvittavat toimenpiteet ilmaputkistojen sekä IV-järjestelmän sijainnin osalta.

TP1 tulokset

Kohteiden energiaa ja kustannuksia säästävät toimenpiteet

- **Rakenteet**

- Eteisen ja kylmien välitilojen sulkeminen mahdollisuuksien mukaan myös aukioloaikoina eristämään talvella kylmää ja kesällä lämmintä ilmaa.
- Ulko-ovien ja ikkunoiden tiivisteiden tarkistaminen ja vaihtaminen.
- Lämpimän ilman vuotokohtien kartoittaminen rakenteista lämpökameralla sekä tiivistäminen.
- Kohteissa, jossa kulutus nousee myös kesä- elokuun aikana yhdessä lämpötilan kanssa voi liittyä jäädytykseen kuluvan energian tarpeeseen. Kesäkauden osalta auringon tuottaman suoran lämpösäteilyn vaikutuksia voi vähentää varjostimilla ja pitämällä tilan ovia kiinni. Talvi- ja kesäkaudella lämpötilan säädöllä voidaan vaikuttaa energian kulutukseen.
- Tiivistämättömien ovien lämpöhukka on merkittävä varsinkin kylmimpänä kautena, jolloin myös lämmitykseen käytettyjen ilmalämpöpumppujen hyötysuhde heikkenee. Suositellaan ovien tiivistämistä sekä tilaa jakavien ovien sulkemista.
- Katon lämpöeristyksen tehokkuuden selvittäminen esimerkiksi lämpökameralla sekä mahdollinen eristys.

TP1 tulokset

Kohteiden energiaa ja kustannuksia säästävät toimenpiteet

- **Energialähde**
 - Kustannusten ja päästöjen vähentäminen aurinkopaneelien avulla.
 - Öljylämmityksen vaihtaminen päästöttömämpään vaihtoehtoon vähentää kiinteistön käytön aiheuttamia päästöjä. Muutos voi vähentää kuluja huomioiden öljyn hinnan epävakauden ja hintojen nousu.
- **Muut toimenpiteet**
 - Energiakatselmuksen teettäminen.
 - Nykyisen sähkösopimuksen päivittäminen sopivampaan, edullisempaan ja vähäpäästöisemmin tuotettuun energiaan jos mahdollista.
 - Paljon energiaa kuluttavien käyttölaitteiden uusinta ja huolto

TP2: Energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian investoinnit



Asiaan liittyvä dokumentit:

- Nieminen, I., Keski-Luopa M. 17.9.2024 [Esimerkkejä energiatehokkuutta edistävästä investoinneista](#) (PDF. 21 sivua)
- Nieminen, I., Keski-Luopa, M. 16.9.2024 [Energiatehokkuuden parantaminen tuntikohtaisen sähkönkulutuksen analyysin perusteella](#) (PDF. 89 sivua)
- Vassallo, O. 8.5.2024. [Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa?](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 21.3.2024. [Työkaluja yritysten energiatehokkuuteen.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 23.2.2024. [Yrityksen toimitilojen energiakustannukset alemmaksi.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 29.12.2023. [Työntekijä ja pienyrittäjä yhteistyössä energiansäästötalkoisiin.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 14.12.2023. [Aurinkosähköstä hyötyä pienyrityksille.](#) (Verkkodokumentti)
- Suutari, H. 16.11.2023. [Energiatehokkuus vauhdittaa pienyritysten vastuullisuutta.](#) (Verkkodokumentti)
- Keski-Luopa, M. 30.11.2022. [Vakiopaineventtiili vedenkulutuksen alentajana.](#) (Verkkodokumentti)

Aurinkoenergian kannattavuus tapausyrityksissä

Asiaan liittyvä dokumentit:

- Vassallo, O. 2.10.2024. [Energian laskennallinen arviointi palveluyrityksille](#) (Verkkodokumentti)
- Nieminen, I., Keski-Luopa M. 17.9.2024 [Esimerkkejä energiatehokkuutta edistävästä investoinneista](#) (PDF. 21 sivua)
- Vassallo, O. 8.5.2024. [Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa?](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 14.12.2023. [Aurinkosähköstä hyötyä pienyrityksille.](#) (Verkkodokumentti)



MAASEUDUN
VÄHÄHIILISET
ENERGIARATKAISUT

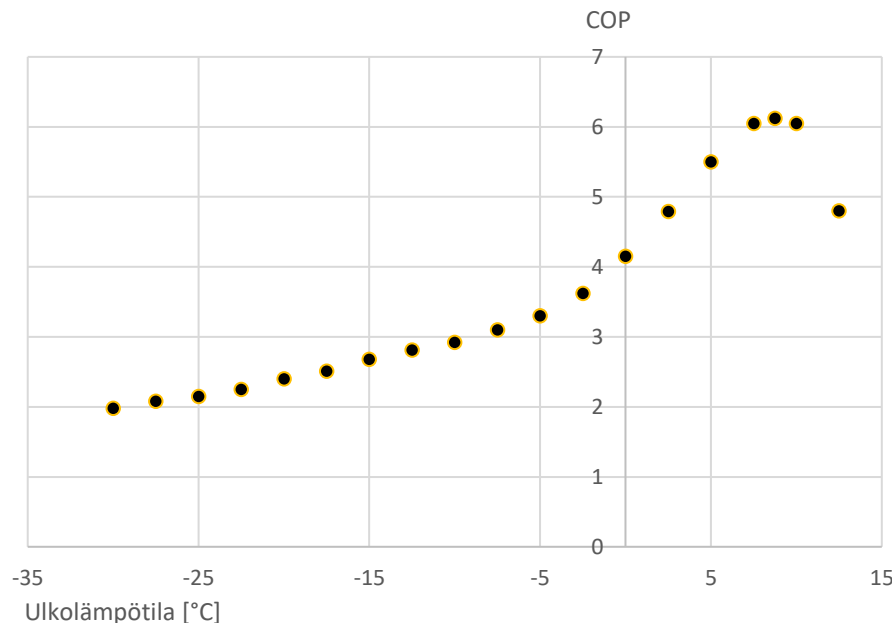
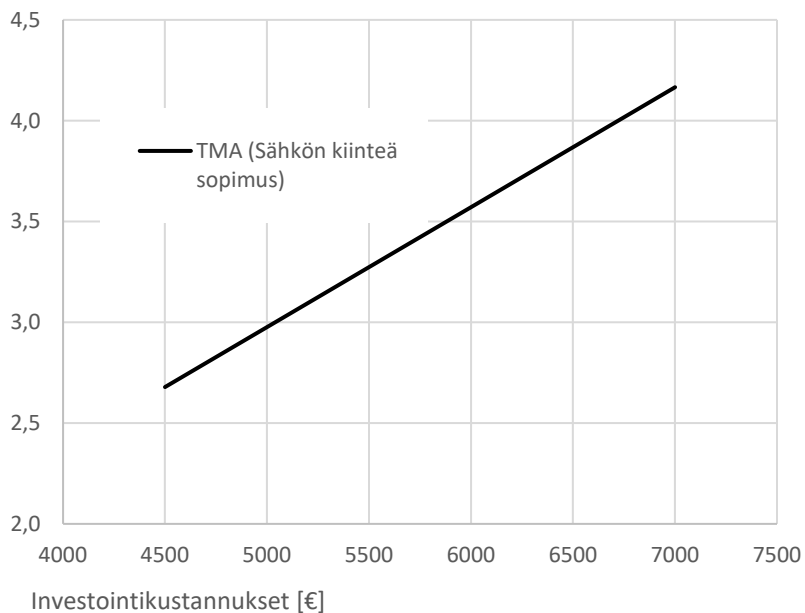
Yritysten energiankulutuksen lähtötiedot

- 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 ja yritysvierailuihin.

Investointilaskelmat

Ilmalämpöpumppu korvaamaan öljylämmitys

Laskennan esimerkkikohteessa tarvittavan 18.5 MWh lämpöenergian tuottamiseen tarvitaan noin 6.6 MWh sähköenergiaa, kun lämmityskauden vuosikerroin SCOP on noin 2.8 (seasonal coefficient of performance). COP vaihteli koko tarkastelujakson aikana 2-6 välillä.



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

Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja. 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. Olemassa oleva öljylämmitys voidaan säilyttää varalämmitysjärjestelmänä sekä lisälämmitykseen kaikista kylmimpien jaksojen aikana.

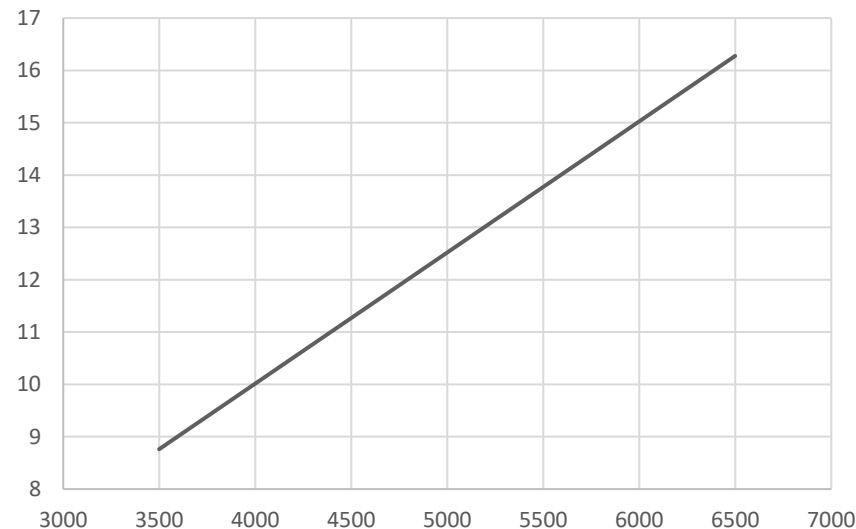
Investointilaskelmat

Öljylämmityksen vaihto pellettilämmitykseen

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

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

Esimerkkikohteessa tarvittavan 27.1 MWh energiasisällön saavuttamiseen tarvitaan yli 5700 kg pellettiä vuodessa, joka vastaa tilavuudeltaan noin 8.3 m³.



Investointikustannukset [€]

Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja.

Investointilaskelmat

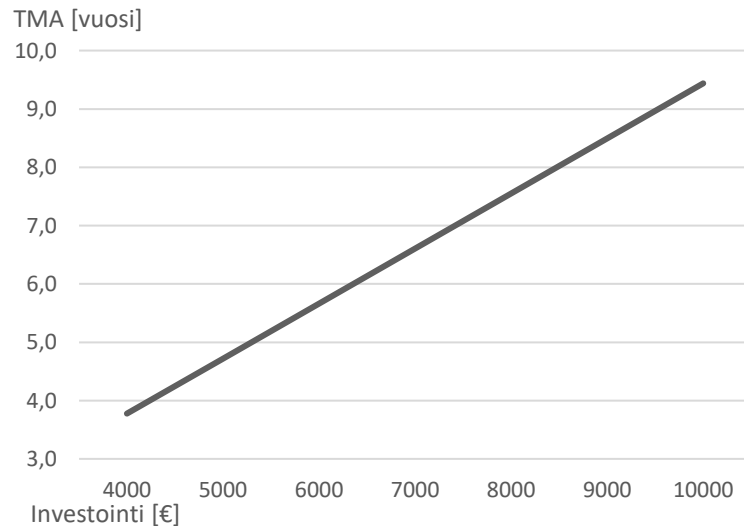
Lämmön talteenoton jälkiasennus

Lämmitystarve korreloiin ulkolämpötilojen muutosten kautta. Ilman lämmitykseen kuluva energia lasketaan sisään puhallettavan ilman massavirran ja ulkoilman tuntikohtaisen lämpötilan perusteella.

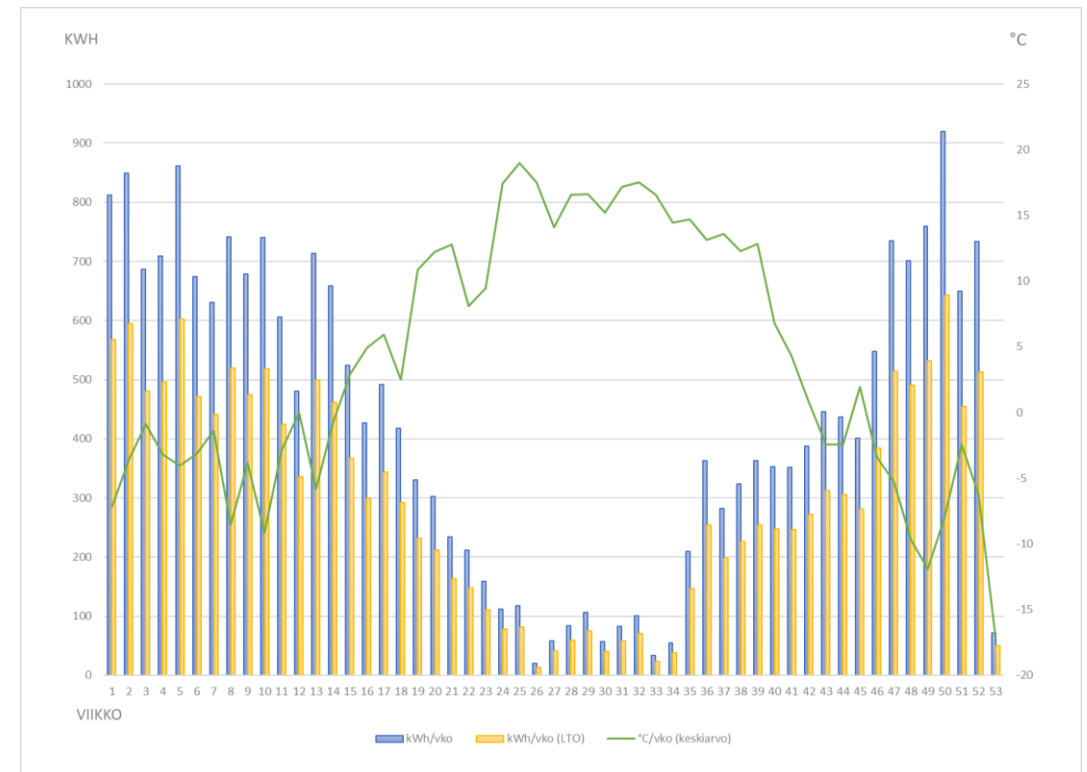
LTO:n asennuksen kustannukset ovat riippuvaisia nykyisestä järjestelmästä ja asennuksen haasteellisuudesta. Lopulliset kustannukset tulee arvioida tapauskohtaisesti erityisesti LTO:n jälkiasennuksen kohteissa.

Energian säästö riippuu suuresti myös tilojen todellisista ilmavirroista. Lisäksi muutoksia tehdessä tulee huomioida rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen ja ilmanvaihdon tasapainotus. LTO lisää hieman puhaltimien energiakulutusta.

LTO:n asentaminen on kannattavaa pitkällä aikavälillä, sillä se vähentää rakennuksen energian kulutusta, parantaa energialuokitusta sekä nostaa kiinteistön arvoa.



Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja.



Sisäntuloilman lämmitykseen kuluva energia ilman lämmön talteenottoa ja talteenoton kanssa, sekä vuoden 2023 ulkolämpötilat tunnin tarkkuudella (Kuva: Ismo Nieminen).

Investointilaskelmat

Ilmastoinnin säätö taajuusmuuttajalla

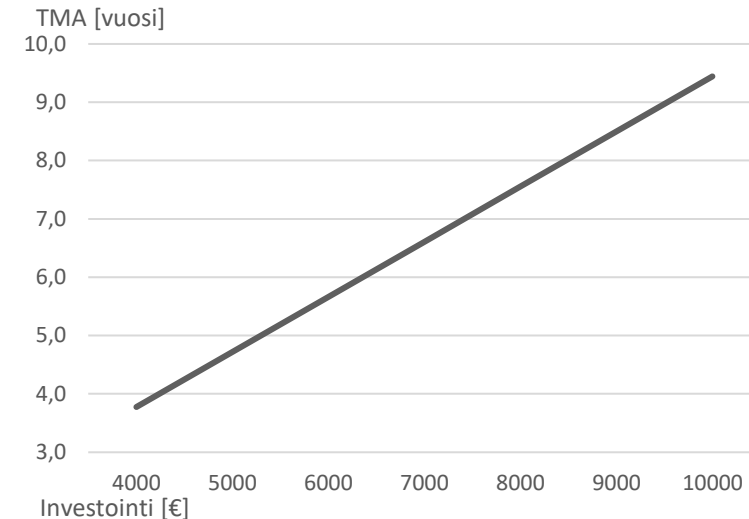
Ilmavirtaa voidaan säädellä taajuusmuuttajan avulla rakennuksen käyttöasteen ja aukioloaikojen mukaan, huomioiden riittävä ilmavirta kaikkina aikoina sisäilman hyvän laadun, sekä kosteuden muodostumisen estämisen varmistamiseksi.

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

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.

Kustannustehokas ja yksinkertainen vaihtoehto taajuusmuuttajalle ilmanvaihdon ohjaukseen on rele-ohjaus.



Takaisinmaksuaika (TMA) suhteessa investointikustannuksiin ilman mahdollisia laitteiston hankintaan otetun velan korkokuluja.

Investointilaskelmat

Aurinkopaneelien asennus

Laskennassa ei huomioida mahdollisia puiden aiheuttamia varjostuksia. Aurinkopaneelien suorituskyky ja säteilyä vastaanottava pinta-ala vaihtelee tuotekohtaisesti.

Nimellisteho (kWp) on järjestelmän laboratorio-olosuhteissa mitattu korkein tuotantoteho, joka todellisuudessa toteutuu vain hetkellisesti. Todellinen tuotantoteho riippuu säteilyn voimakkuudesta, paneelien asennuskulmasta ja suuntauksesta.

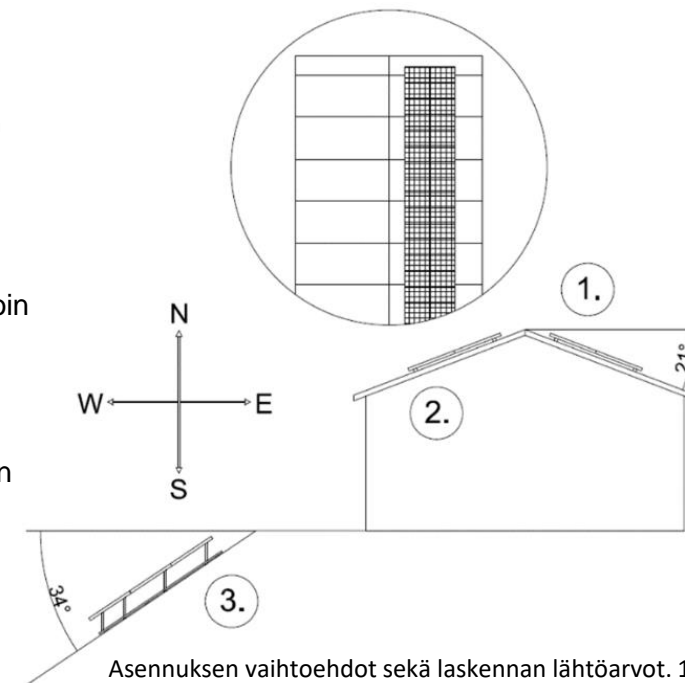
Suurin kohteeseen asennettava kapasiteetti 75.6 kWp on kuitenkin ylimitoitettu, jos sähkö on tarkoitus tuottaa vain omaan käyttöön. Maaliskuun–syyskuun välisenä aikana järjestelmän ylituotanto on noin 7,4 MWh

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

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).

Toinen tapa laskea tuotanto perustuu lähimmällä havaintoasemalla tilastoituun säteilytietoon sekä aurinkopaneelien suuntauksen ja kallistuskulman huomioon F-kertoimeen. Taulukot laskentaa varten löytyvät osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energielaskennan-testivuodet-nyky>.

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



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

	SUUNTAUS ITÄÄN (1)		SUUNTAUS LÄNTEEN (2)		SUUNTAUS ITÄÄN (1)		SUUNTAUS LÄNTEEN (2)		SUUNTAUS LÄNTEEN (RINNE) (3)		SUURIN ASENNETTAVA KAPASITEETTI
	PVGIS		PVGIS		PVGIS		PVGIS		PVGIS		
	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	75,6 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

Investointilaskelmat

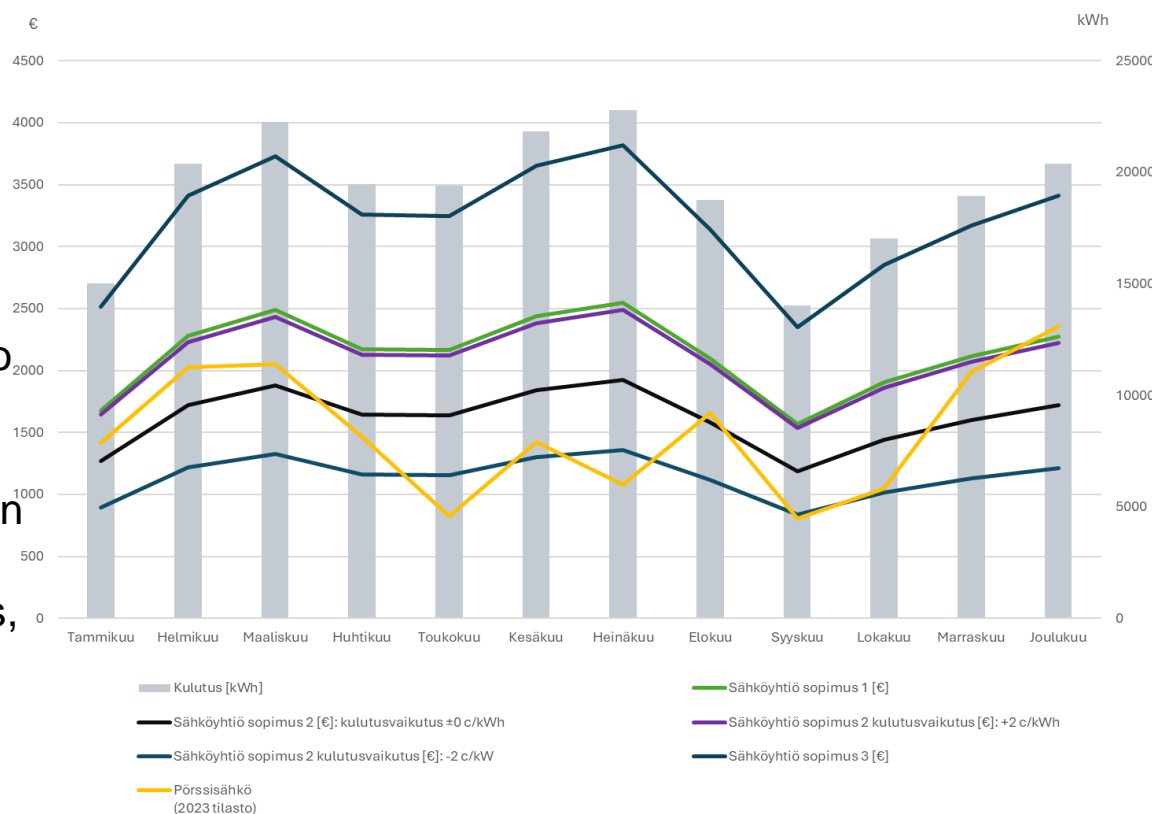
Sähkösopimuksien kilpailutus

Sähkösopimuksen kilpailutus voi tuoda merkittäviä säästöjä pitkällä aikavälillä. Samalla yritys voi tehdä valintoja valitsemalla ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja.

Laskelmien perusteella edullisin vaihtoehto on pörssisähkö. Tarkastelussa täytyy kuitenkin huomioida sähkön pörssihinnan vaihtelu, 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.



Investointilaskelmat

Yhteenveto

Investoinnin kannattavuuteen ja takaisinmaksuaikaan vaikuttavia tekijöitä

- Investoinnin hinta
- Käytetty energialähde
- Energian ostohinta
- Energiankäytön ajoitus
- 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.
 - Rakennusten arvonnousu, asiakastyytyväisyys
 - Vastuullisuus ja yrityksen maine
 - Päästöjen väheneminen
 - Kilpailukyky

Investointilaskelmat

Yhteenveto

Lämmitystavan muutoksen kannattavuus riippuu käytetyn energianlähteen hinnasta.

- 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.

Yhteenveto

Yritys voi vähentää kustannuksia ja päästöjä vähentämällä ostetun sähköenergian määrää aurinkopaneelien avulla.

- Järjestelmän mitoituksessa on huomioitava kulutuksen ja tuotannon ajoitus. Investoinnin takaisinmaksuaika hankkeen kohteessa 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 huomioida, 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 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.

Investointilaskelmia

Asiaan liittyvä dokumentit:

- Vassallo, O. 2.10.2024. [Energian laskennallinen arviointi palveluyrityksille](#) (Verkkodokumentti)
- Nieminen, I., Keski-Luopa M. 17.9.2024 [Esimerkkejä energiatehokkuutta edistävästä investoinneista](#) (PDF. 21 sivua)
- Nieminen, I., Keski-Luopa, M. 16.9.2024 [Energiatehokkuuden parantaminen tuntikohtaisen sähkönkulutuksen analyysin perusteella](#) (PDF. 89 sivua)
- Vassallo, O., Lindgren, A., Keski-Luopa, M. 15.2.2024. [Uusi laskuri auttaa arvioimaan energiajärjestelmäinvestointien kannattavuutta](#). (Verkkodokumentti)



MAASEUDUN
VÄHÄHIILISET
ENERGIARATKAISUT

TP3: Uusiutuvan energian ja energiatehokkuusinvestointien arviointityökalu

Asiaan liittyvä dokumentit:

- Vassallo, O. 2.10.2024. [Energian laskennallinen arviointi palveluyrityksille](#) (Verkkodokumentti)
- Vassallo, O. 8.5.2024. [Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa?](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 21.3.2024. [Työkaluja yritysten energiatehokkuuteen.](#) (Verkkodokumentti)
- Vassallo, O., Lindgren, A., Keski-Luopa, M. 15.2.2024. [Uusi laskuri auttaa arvioimaan energiajärjestelmäinvestointien kannattavuutta.](#) (Verkkodokumentti)



TP3: Energialaskintyökalu

- Excel-pohjainen laskuri arvioi kiinteistön energiakulutuksen ympäristöministeriön energialaskentaohjeiden (1048/2017 ja 1010/2017 sekä YM, 2018) mukaan
 - Kuukausitasolla eri säävyöhykkeille
 - Lämmitys ja sähkö
- Laskurin sisällä on investointilaskuri lämpöpumpuille sekä aurinkosähkölle
- Investointien kannattavuus arvioidaan säästön ja takaisimaksuajan kautta
- Laskuriin voi lisätä komponentteja, mutta se on asiantuntijatasonlaskentaan

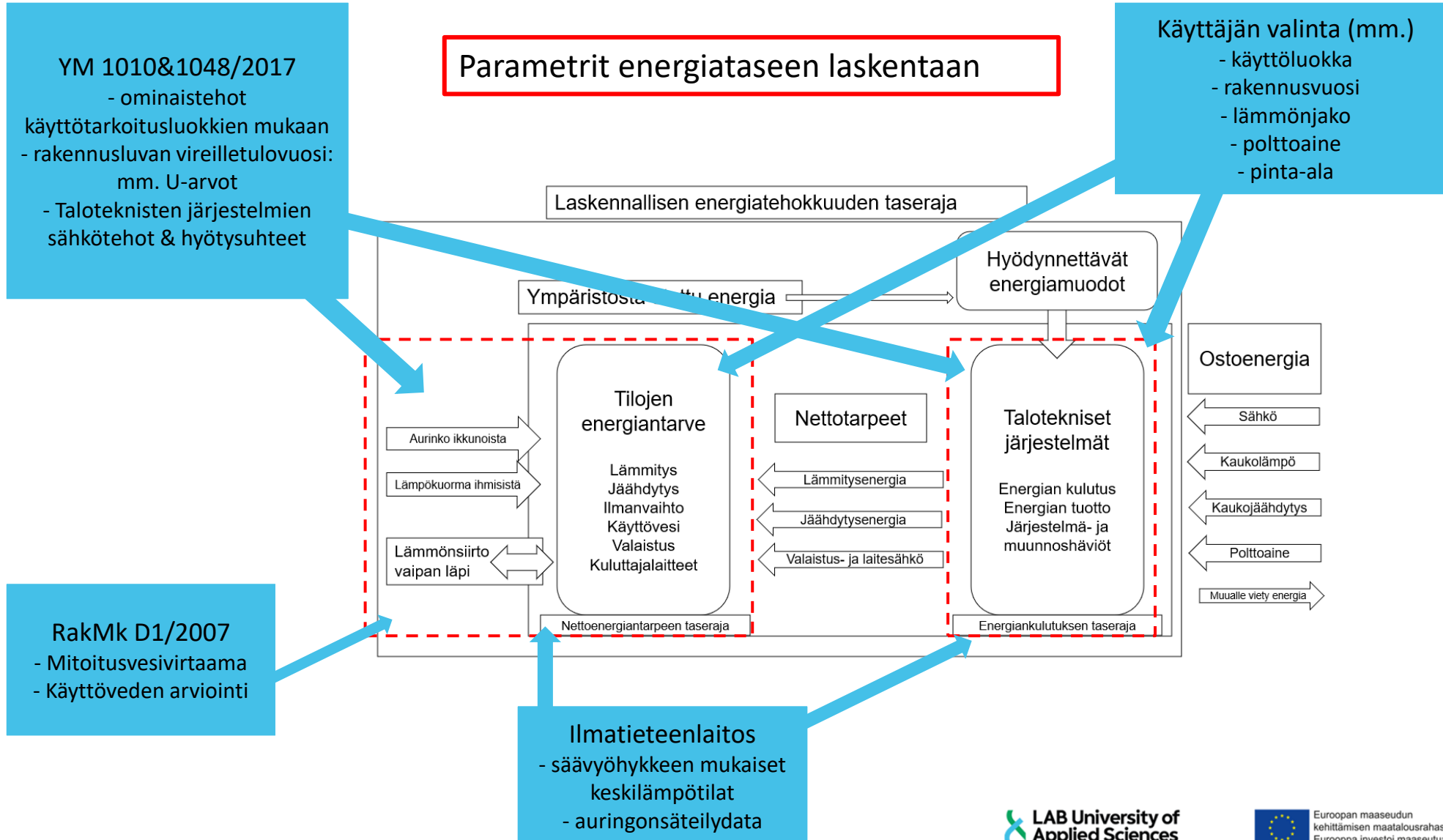
YM. (1048/2017). Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. <https://www.edilex.fi/saaduskokoelma/20171048.pdf>

YM. (1010/2017). Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20171010.pdf>

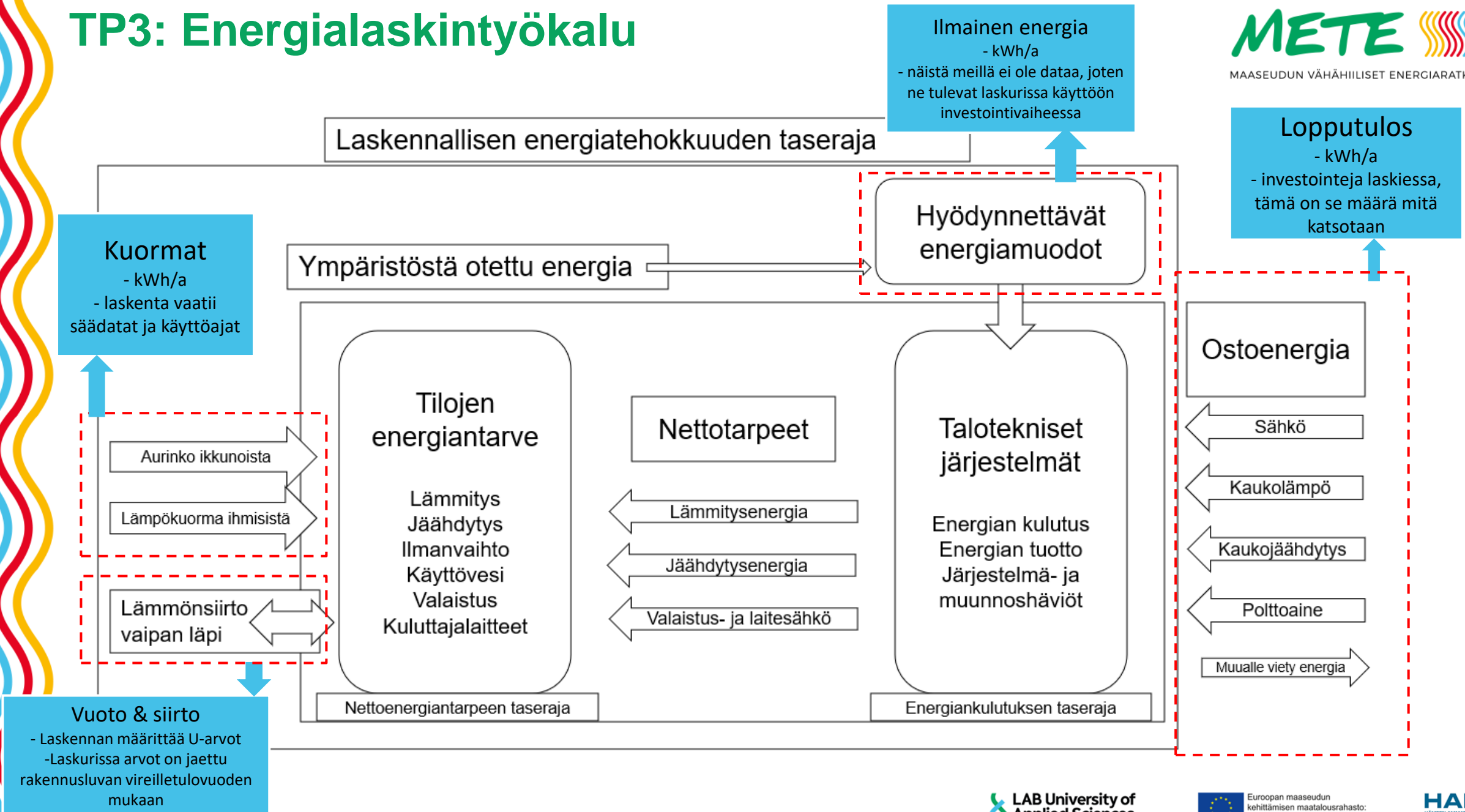
YM. (2018). Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. [https://www.motiva.fi/files/16484/Energiatehokkuus -](https://www.motiva.fi/files/16484/Energiatehokkuus_-_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta.pdf)

[_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta.pdf](https://www.motiva.fi/files/16484/Energiatehokkuus_-_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta.pdf)

TP3: Energialaskintyökalu



TP3: Energialaskintyökalu



TP3: Energialaskintyökalu

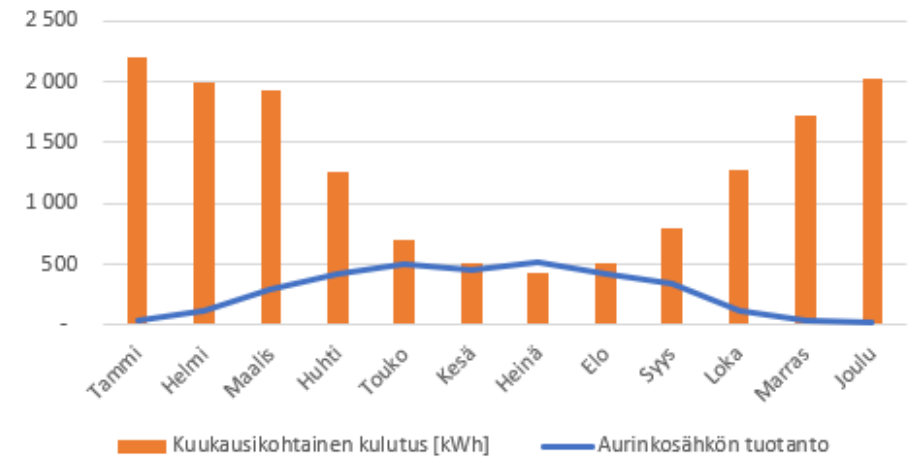
- Investointilaskuja on tehty seuraaville uusiutuvan energian energiantuontantotavoille:
 - Maalämpöpumpuille
 - Ilmalämpöpumpuille
 - Ilma-vesilämpöpumpuille
 - Aurinkosähkölle
- Laskuri laskee seuraavat arvot:
 - Takaisinmaksuajat vuosina
 - Vuosittaisen tuoton ja säästöt eri energiantuotantomuodoille määritellyssä kiinteistössä (kWh/a)
 - Nettonykyarvon investoinnille (€)
 - Investoinnin efektiivisen koron (%)

Tilojen lämmitys		9 077	kWh/a					
Varaava tulisija	ei		määrä	0 max energia		0 kWh/a		
Ilmalämpöpumppu	ei		määrä	0 max energia		0 kWh/a		0 kWh/m2
Lämpöpumppu	kyllä		mikä	MLP				
Lämmönjakojärjestelmän vuosihyötysuhde		0.9						
Lämmönjakojärjestelmän sähkön kulutus		2						
Lämmöntuotajärjestelmän hyötysuhde		0.94						
Ilmanvaihto		1 873	kWh/a					
IV	Koneellinen tuloisto		valinta					
IV LTO		0.55	valinta					
IV poistoilmavirta		60	L/s					
IV tuloilmavirta		60	L/s					
IV korvausilma	ei		qv, korvaus	0 L/s				
SFP		1.8	kW/(m3/s)	sähköteho	108 W/m3			
Tsp		17	c					
deltaTpuhallus		0.5	c					
IV vuorokautinen käyntiaikasuhde		1						
IV viikottainen käyntiaikasuhde		1						
Lämmin käyttövesi		4 200	kWh/a					
LKV lämmitysenergian nettotarve		35	kWh/m2a					
LKV lämmitysenergian nettotarpeen yläraja		4200	kWh/a					
LKV varaaja	Ei		varaaja koko	300 litraa	eristys		100 mm	
LKV varastoinnin vuotuinen häviö		650	kWh/a					
LKV lämmitys, jaon hyötysuhde		0.94						
LKV lämmitys, siirron hyötysuhde		0.89						
Kierto	Ei		valinta					
Kiertojohdon ominaispituus		0	m					
LKV kiertojohdon eristys	Ei tietoa							

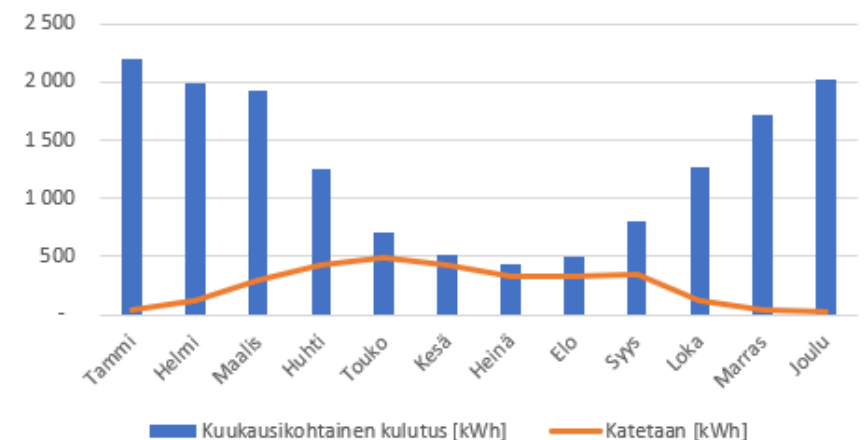
TP3: Energialaskintyökalu

- Investoinnit, kuten aurinkosähköpaneelit ja lämpöpumput vaativat käyttäjältä tiedot investointikustannuksista
- Aurinkosähköpaneeleissa on käytetty yleistä 1-2 €/Wp ohjetta hinnoittelussa
- Tuotetun aurinkosähkön määrä on arvioitu auringonvalon mukaan

Kiinteistön kulutus ja aurinkosähkön tuotanto



Paljonko tuntikulutuksesta voidaan kattaa



TP3: Energialaskintyökalu

- Laskintyökaluun on tehty ohjevideo

Kuvankaappaus videosta:



Energiainvestointilaskuri_EIL_v1

METE2

Aloita käyttö välilehdeltä "Energia".
Välilehti "Tausta" sisältää laskentaan kuuluvat välivaiheet.
Välilehti "Aurinkosähkö" sisältää aurinkosähkön arvioinnin tietyin ehdoin.
Välilehti "rakennusosat" sisältää kuutiomallisen rakennuksen mitoituksen laskurin sisällä.

Ohjedokumentti "XX" sisältää tarkemmat ohjeet excelin käyttöön.
Videon käytöstä voi katsoa TÄSTÄ

Laskurin tekijä:

Ona Vassallo

HAMK Kestävät energiajärjestelmät -tutkimusryhmä

Laskuri ja sen ohje julkaistaan
Zenodossa:

Linkki Zenodoon: [Energiainvestointilaskuri METE2](#)
Laskurin ohjevideo: [Tallennettu Kulturaan](#)

TP3: Energialaskintyökalun jatkokehitys I

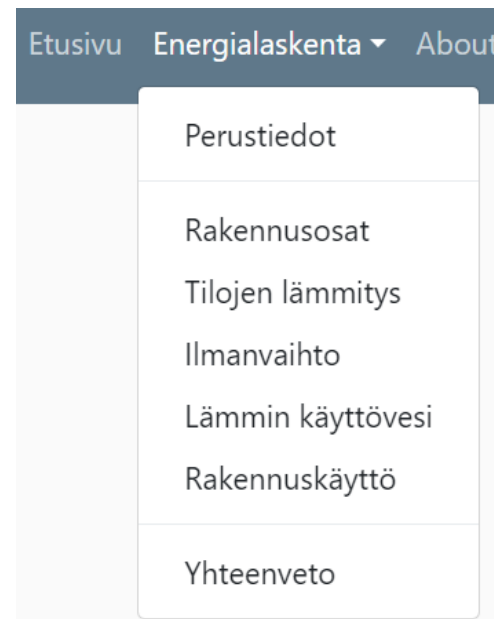
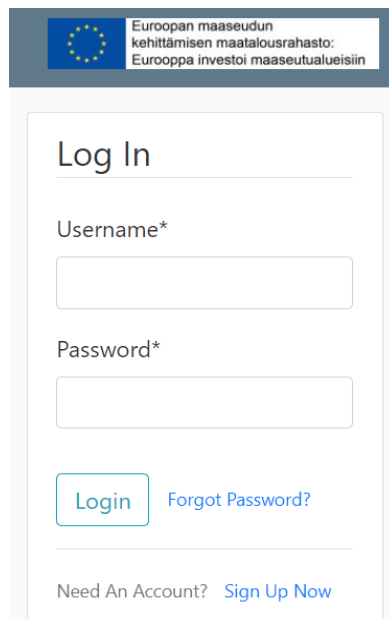
- Valaistuksen vaihtamisen investointilaskut
- Valmis hinta-arviotaulukko lämpöpumpuista (kontakointi valmistajiin)
 - Maalämpöpumpuissa muitakin kuluja kuin pumppukulut
 - Näihin ohjeistus tai ohjaus ohjeistukseen
- Käyttöveden lämmityksen tehokkaampi arviointi
- Tarkempaa analyysiä tuloksista → miten esimerkiksi laitteistojen säädöt vaikuttavat lopputulokseen
 - Useampien koneiden ja puhaltimien määrälliset valinnat
- Tehontarpeen laskennan liittäminen energialaskintyökaluun → auttaa pumppujen mitoittamisessa sekä kannattavuuslaskennan tarkentamisessa

TP3: Energialaskintyökalun jatkokehitys II

- Rakenteiden fyysisten ominaisuuksien laajentaminen → U-arvojen säädön mahdollisuus
 - Vaatii luettelon rakenteiden ominaisista U-arvoista.
 - Luetteloja voisi kehittää rakennettavaksi; sen avulla voisi rakentaa esimerkiksi oikeanlaisen alapohjarakenteen tai ulkoseinä rakenteen, joka vastaisi todellisuutta mahdollisimman hyvin.
- Laajentaminen tuntikohtaiseen tai tarkempaan laskentaan
 - Vaatii energialaskennan osalta dynaamista laskentaa
- Lopullinen toive olisi pystyä dynaamiseen laskentaan lämmityksen, jäähdytyksen ja sähkön osalta (ISO EN 52016-1:2017)
- Perusparannusten arvioinnin parantaminen
 - Valinnat minkälaiset perusparannukset kiinteistöihin on tehty, ja analyysi siitä miten ne vaikuttavat kiinteistön energiataseeseen.
- Energianvarastointiin liittyvät laskut, investoinnit, kapasiteetilaskut
- Muita energiantuotantomuotoja investointivertailuun, kuin aurinkosähkö ja lämpöpumput

TP3: Nettilaskuri

- Ammattikäyttöön tarkoitettu Energialaskimesta on toteutettu peruskäyttäjälle yksinkertaistettu nettipohjainen laskuri, joka on käytettävissä osoitteessa iot.research.hamk.fi/mete
- Palvelun käyttäminen vaatii ilmaisen rekisteröitymisen



TP3: Nettilaskuri

- Nettilaskuri laskee rakennuksen energiataaseen
- Lähtötiedoiksi annetaan kiinteistön rakenteelliset mitat, tiedot lämmitysjärjestelmästä sekä kiinteistön sijainnista
- Lopputuloksena nettilaskuri antaa ostoenergian määrät ja jaottelee ne kulutuskohteen mukaan
- Laskurilla voi vertailla rakenteellisten ratkaisujen vaikutusta energiankulutukseen, sekä vertailla esimerkiksi pumppuratkaisujen energiankulutuksia

Yhteenveto (calc_yht)

Energiakulutustiedot	
Kuluttajalaitteet	11263.0 kWh/a
Valaistus	2816.0 kWh/a
Ilmanvaihdon sähkönkulutus	3504.0 kWh/a
Lämpimän käyttöveden lämmitys	22820.0 kWh/a
Lämpimän käyttöveden siirto	20183.0 kWh/a
Lämpimän käyttöveden varastointi	1100 kWh/a
Ilmanvaihdon lämmitys	32812.3 kWh/a
Rakennusvaipan johtuminen	65471.6 kWh/a
Rakennuksen vuotoilman lämmitys	30142.3 kWh/a
Tuloilman lämmitys	6727.7 kWh/a
Tilojen lämmitys	102341.6 kWh/a
Lämpökuormat	17845.9 kWh/a
Tilojen nettolämmitysenergia	8759.18 kWh/a



TP 3: Nettilaskurin käyttöohjeet

- Nettilaskurille on tehty ohjevideo, joka julkaistaan nettisivun etusivulla: [Linkki Kulturaan tallennettuun ohjevideoon](#)
- Nettilaskurille on tehty myös infopaketti. Infopaketti on näkyvissä nettilaskurin etusivulla.

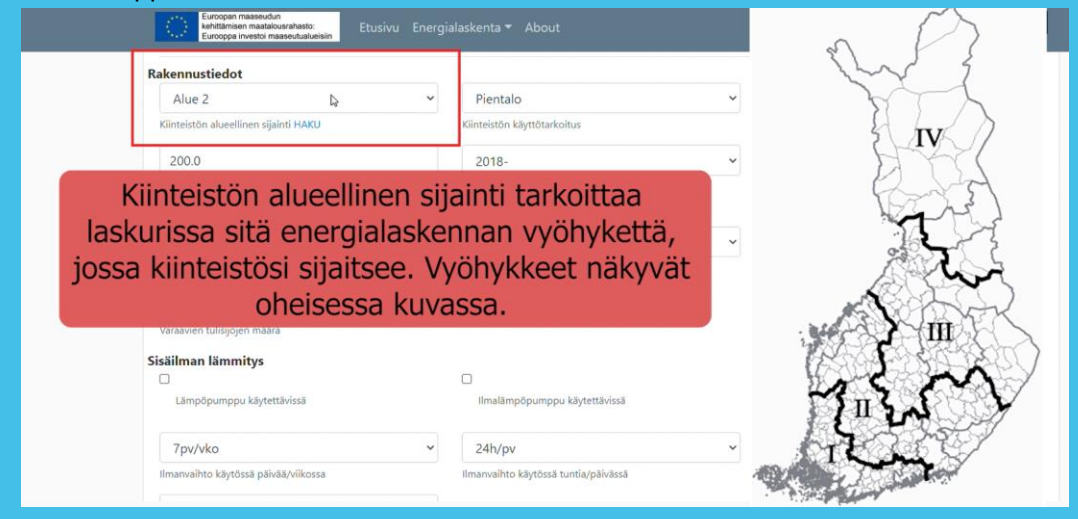
Julkaistava infopaketti:



Infopaketti METE² nettilaskurille

Ona Vassallo & Ari Lindgren

Kuvankaappaus videosta:



Rakennustiedot
Alue 2
Kiinteistön alueellinen sijainti HAKU

Pientalo
Kiinteistön käyttötarkoitus

200.0
2018-

Varaavien tulojogon määrä

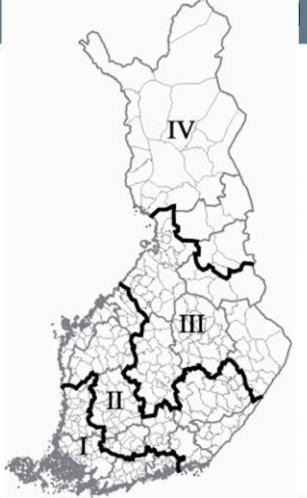
Sisäilman lämmitys

Lämpöpumppu käytettävissä Ilmalämpöpumppu käytettävissä

7pv/vko
Ilmanvaihto käytössä päivä/viikossa

24h/pv
Ilmanvaihto käytössä tuntia/päivässä

Kiinteistön alueellinen sijainti tarkoittaa laskurissa sitä energialaskennan vyöhykettä, jossa kiinteistösi sijaitsee. Vyöhykkeet näkyvät oheisessa kuvassa.



TP 3: Nettilaskuri

- Nettilaskuri toimii HAMK- Smart Build -tutkimusryhmien ylläpitämällä palvelinalustalla
- Laskurin perustoteutus mahdollistaa alustan käyttämisen jatkohankkeissa vastaavan kaltaisten energia-laskureiden toteutusalueina

TP3 Nettilaskurin jatkokehitys

- Rakenteellisten U-arvojen muokkaaminen suoraan ilman rakennusvuoden vaikutusta
 - Tämä mahdollistaa perusparannusten huomioimisen paremmin
- Investointiosuuksien lisääminen ja polttoaineiden hintojen päivitys järkevämmäksi
- Käyttöliittymälle useamman kohteen lisääminen. Nyt laskurissa on yhden kohteen tallennus kerrallaan
- Tuntikohtaisen laskennan lisääminen
- Jäähdytyksen lisäys
- Tarkempi analyysi tuloksista

TP3: työpaja & webinaari

- Pidetyt tapahtumat:
 - 4.10.2024 UX työpaja nettilaskurille
 - Osallistujat toimivat testikäyttäjinä käytettävyyden kannalta
 - 21.10.2024 Energialaskurin käyttöönotto webinaari



TP4: Tiedontuottaminen, jalkauttaminen ja skaalautuvuus



Määrälliset tavoitteet

Hankkeen hakemuksessa liitteenä olleet määrälliset tavoitteet.

Julkaistujen materiaalien lukumäärä (tavoite 21 kpl)

- Julkaistut artikkelit 11 kpl
- Julkaistut dokumentit 3 kpl. (Sisältää loppuraportin)
- Englanninkielinen artikkeli hankkeesta 1 kpl.
- Investointilaskelmaesimerkit 6 kpl.

Infotilaisuuksien lukumäärä (tavoite 12 kpl)

- Järjestettyjen infotilaisuuksien lukumäärä 10 kpl
- Osallistuminen maaseudun tapahtumiin 2 kpl
- Tavoitteiden ulkopuolella hanke osallistui Energia2024-tapahtumaan 22-24.10.2024 LABin osastolla.

Osallistuvien yritysten lukumäärä (tavoite 100kpl)

- Kontaktoidut sosiaali, - terveys- ja palvelualan mikro- ja pienyritykset noin 300 uutiskirjeellä, sähköpostilla ja puhelimella.
- Tutustumis- ja mittauskäynnit tehtiin 16 yritykseen. Näistä 12 yritystä toimitti analysointiin tarvittavat energiatiedot. Näitä tarvittiin energia-analyysiin ja tiedon tuottamiseen kyseisestä yritysprofiilista.
- Työpajoihin ja infotilaisuuksiin osallistuvat yritykset. Noin 30 eri yritystä

Hankkeessa kehitetyt uudet tuotteet ja menetelmät (tavoite 1 kpl)

- Uusiutuvan energian ja energiatehokkuusinvestointien arviointityökalu, joka ottaa huomioon myös yritysten erilaiset toiminta-ajat 2 kpl.
- Tehtiin kaksi versiota, jotka ovat julkisesti saatavilla. Versio 1 on selainkäyttöinen, jonka käyttö ei tarvitse teknistä osaamista. Versio 2 on Excel-versio, jonka käyttö tarvitsee jonkin verran ammatillista osaamista.

Yhteenveto kirjallisista julkaisuista

- Nieminen, I. 15.11.2024. [Energy efficiency promoting measures for small enterprises](#) (Verkkodokumentti)
- Keski-Luopa, M. 7.11.2024. [LAB-ammattikorkeakoulun energiahankkeet Energia 2024 –messuilla](#) (Verkkodokumentti)
- Keski-Luopa, M. 4.11.2024. [METE maaseudun tapahtumissa](#) (Verkkodokumentti)
- Vassallo, O. 2.10.2024. [Energian laskennallinen arviointi palveluyrityksille](#) (Verkkodokumentti)
- Nieminen, I., Keski-Luopa M. 17.9.2024 [Esimerkkejä energiatehokkuutta edistävästä investoinneista](#) (PDF. 21 sivua)
- Nieminen, I., Keski-Luopa, M. 16.9.2024 [Energiatehokkuuden parantaminen tuntikohtaisen sähkönkulutuksen analyysin perusteella](#) (PDF. 89 sivua)
- Vassallo, O. 8.5.2024. [Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa?](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 21.3.2024. [Työkaluja yritysten energiatehokkuuteen.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 23.2.2024. [Yrityksen toimitilojen energiakustannukset alemmaksi.](#) (Verkkodokumentti)
- Vassallo, O., Lindgren, A., Keski-Luopa, M. 15.2.2024. [Uusi laskuri auttaa arvioimaan energiajärjestelmäinvestointien kannattavuutta.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 29.12.2023. [Työntekijä ja pienyrittäjä yhteistyössä energiansäästötalkoisiin.](#) (Verkkodokumentti)
- Lantta, E. 14.12.2023. [Aurinkosähköstä hyötyä pienyrityksille.](#) (Verkkodokumentti)
- Suutari, H. 16.11.2023. [Energiatehokkuus vauhdittaa pienyritysten vastuullisuutta.](#) (Verkkodokumentti)
- Keski-Luopa, M. 30.11.2022. [Vakiopaineventtiili vedenkulutuksen alentajana.](#) (Verkkodokumentti)

Yhteenveto infotilaisuuksista

Verkkoinfot:

- 16.11.2022 Uusiutuva energia ja energiatehokkuus (yhteistyössä Jamk- ammattikorkeakoulu)
- 13.12.2022 Energiatehokkuus yrityksen kilpailutekijänä (yhteistyössä LIITO Talk)
- 1.12.2022 Elintarviketeollisuuden kysynnän jousto (yhteistyössä Jamk- ammattikorkeakoulu)
- 20.2.2023 Varavirtalähteen käyttö etätyössä (yhteistyössä Hämeen ilmastoturva-hanke)
- 30.1.2024 Yrityksen säästömahdollisuudet toimitilojen energiakustannuksissa
- 14.2.2024 Työkaluja yritysten energiatehokkuuteen
- 21.3.2024 Energian säästömahdollisuudet työntekijän ja kuluttajan näkökulmasta
- 27.9.2024 Energiaa säästävät investoinnit mikro- ja pienyrityksissä
- 4.10.2024 UX työpaja nettilaskurille
- 21.10.2024 Energialaskurin käyttöönottokoulutus

Maaseudun live- tapahtumat:

- 3.11.2023 Sänkisäpinät, Jokimaan ravikeskus (järjestäjä MTK Häme, Päijät-Hämeen Viljaklusteri)
- 28.5.2024 InnoHub kick off- tilaisuus, Heinola (järjestäjä Heinolan elinkeinopalvelut)



TP5: Seuranta



Seurannan toteutus

- Seurannan tavoiteena oli selvittää, millaisia toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi yrityksissä on mahdollisesti tehty tai ollaan tekemässä hankkeen kontekstissa.
- Hankkeen vaikuttavuudesta kerättiin tietoa kartoittamalla mukana olleiden yrityksen tilanne yritysvierailujen sekä yrityksille jaettujen nykytila-analyysin ja investointilaskelmien julkaisun jälkeen.
- Seuranta suoritettiin ottamalla yrityksiin yhteyttä puhelimitse.
- Keskeiset kysymykset ja aiheet:
 - Raporttien tarkastelu ja kysymykset
 - Toimenpiteiden toteutus
 - Toimenpiteiden toteutusaste
 - Hankeyhteistyön vaikutukset
 - Kysynnänjousto ja energian varastointi

Seurannan tulokset

Hankkeeseen mukaan lähteneistä yrityksistä saatiin palautetta kahdeksalta yritykseltä kahdestatoista.

- 7 yritystä koki hankeyhteistyön positiivisena tai melko positiivisena.
- 3 yrityksen suhtautuminen hankkeeseen oli neutraali
- 2 yritys ei ollut kiinnostunut hankkeen tuloksista.

Raporttien tarkastelu ja kysymykset: Puolet yrityksistä olivat käyneet toimitetut raportit läpi. Raportit käytiin lyhyesti läpi yrityskohtaisesti, puhelinhaastattelujen yhteydessä. Kaksi yritystä kertoi vielä palaavansa uudelleen asiaan viimeistään investointien toteutusvaiheessa.

Toimenpiteiden toteutus: Useimmat yritykset aikovat toteuttaa raportissa ehdotettuja toimenpiteitä osittain, taloudellisten mahdollisuuksien mukaan. Yritykset arvostivat ehdotuksia ja harkitsevat niiden soveltamista. Yksi yritys ei kokenut raportin sisältäneen heille uutta tietoa, mutta on kiinnostunut mahdollisista jatkohankkeista. Yksi yritys ei ollut kiinnostunut hankkeen tuloksista.

Toimenpiteiden toteutusaste: Puolet yrityksistä on jo aloittanut toimenpiteiden toteutuksen ja/tai aikoo toteuttaa ehdotettuja toimenpiteitä. Toisissa yrityksissä toimenpiteitä on käyty läpi, mutta toteutuksesta ei ole tehty päätöstä.

Hankeyhteistyön vaikutukset: Useat yritykset kokivat saaneensa lisää tietoa energiatehokkuudesta. Lisäksi, hankkeessa tuotetut raportit antoivat lisätietoa tukemaan jo aikaisemmin suunniteltuja investointeja. Yhdelle yritykselle hanke ei tuottanut lisäarvoa, sillä yrityksen energiatehokkuustoimenpiteet ja tieto olivat ajan tasalla. Yksi yritys esitti toiveensa olla mukana myös mahdollisessa jatkohankkeessa, varsinkin investointeihin liittyen.

Kysynnänjousto ja energian varastointi: Yritykset eivät olleet tietoisia kysynnänjoustosta tai energian varastointiin liittyvistä aiheista.

4. Yhteenveto



Mitä hanke tarjosi yrityksille

- Hankkeeseen osallistuminen oli yrityksille maksutonta. LAB ja HAMK eivät paljasta ja luovuta yrityksen luovuttamaa salassapidettävää tietoa kolmannelle osapuolelle ilman luovuttajan laillisen edustajan antamaa kirjallista suostumusta.
- Ensimmäisessä vaiheessa mukaan lähteneiden yritysten toimittamien tietojen pohjalta laadittiin energiankäytön nykytila-analyysi, jossa verrataan yrityksen ominaiskulutusta toimialaan nähden. Nykytila-analyysin pohjalta esitettiin hyväksi havaittuja yleisiä toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi.
- Toisessa vaiheessa mukaan lähteneistä yrityksistä valittiin tapausyrityksiä. Tapausyritykset edustavat erilaisia energiankulutusprofiileja tai ovat tyypillisiä energiankäyttäjiä toimialallaan. Tapausyrityksissä suoritettiin energiateknisiä mittauksia, esitettiin tarkempia toimenpide-ehdotuksia ja tehtiin esimerkki-investointilaskelmia energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian osalta.
- Hankkeen aikana on rakennettu energialaskintyökalua. Energialaskintyökalun pohjalta tehty nettilaskuri auttaa yrityksiä arvioimaan energiatuotantomuodon vaihdon kannattavuutta fossiilisista uusiutuviin tietyin rajoituksin. Nettilaskurin käytön parantamiseen pidettiin työpaja hankkeen kohderyhmäläisille, joiden palautteen perusteella laskuria kehitettiin edelleen.

Yhteenveto merkittävimmistä havainnoista

- Yritysten ajanpuutteen vuoksi hankkeisiin osallistumiselle ei aina löydy aikaa vaikka asia koettaisiin tärkeäksi
- Kaikissa kohteissa löytyy energiatehokkuudessa parantamisen varaa. Siihen kannattaakin suhtautua jatkuvana prosessina.
- Energiatehokkuutta voi parantaa kustannusneutraalisti, mutta se vie välttämättä myös hieman organisaation omaa aikaa ja vaatii johdon sitoutumista
- Energialaskenta vaatii asiantuntijuutta → laskurin käyttäminen tehokkaasti on haastavaa yritysten edustajille ja vaatii aina ohjeistuksen
- Tarkka energiataseen ja investointien mitoituksen arviointi vaatii dynaamista laskentaa



MAASEUDUN VÄHÄHIILISET ENERGIA RATKAISUT