

# Outokummun kiinteistökohtainen selvitys

Loppuraportti

22.9.2023 / Sami Sihvonen, Henri Piipponen, Anna Rämetsä  
Päivitetty 17.10.2023



Granlund

# Johdanto

- Tässä työssä toteutettiin energiatehokkuusselvitykset kahteen Outokummun teollisuuskylässä sijaitsevaan pienyritystaloon. Selvityksen tarkoitus oli kartoittaa potentiaalisia energiatehokkuustoimenpiteitä kiinteistössä sekä mahdollisuuksia paikalliseen energiatuotantoon, kuten esimerkiksi maalämpöön, aurinkoenergiaan, hukkalämpöjen kierrätykseen tai ilma-vesilämpöpumppuihin.
- Selvitys piti sisällään kohdekäynnin (14.6) edellä mainituissa kohteissa, potentiaalisten energiatehokkuustoimenpiteiden kartoituksen ja laskennan mm. AI-Energiakartoitus –työkalua hyödyntäen ja toimenpide-ehdotusten kannattavuus ja elinkaarikustannuslaskennan.
- Tässä raportissa on lisäksi pyritty esittämään edellä selvitettyjä ja muita mahdollisia vastaavien kiinteistöjen energiatehokkuustoimenpiteitä yleisellä tasolla niin, että ne olisivat monistettavissa ja skaalattavissa muihin saman tyyppisiin pienteollisuus rakennuksiin Pohjois-Karjalan ja koko Suomen alueella.

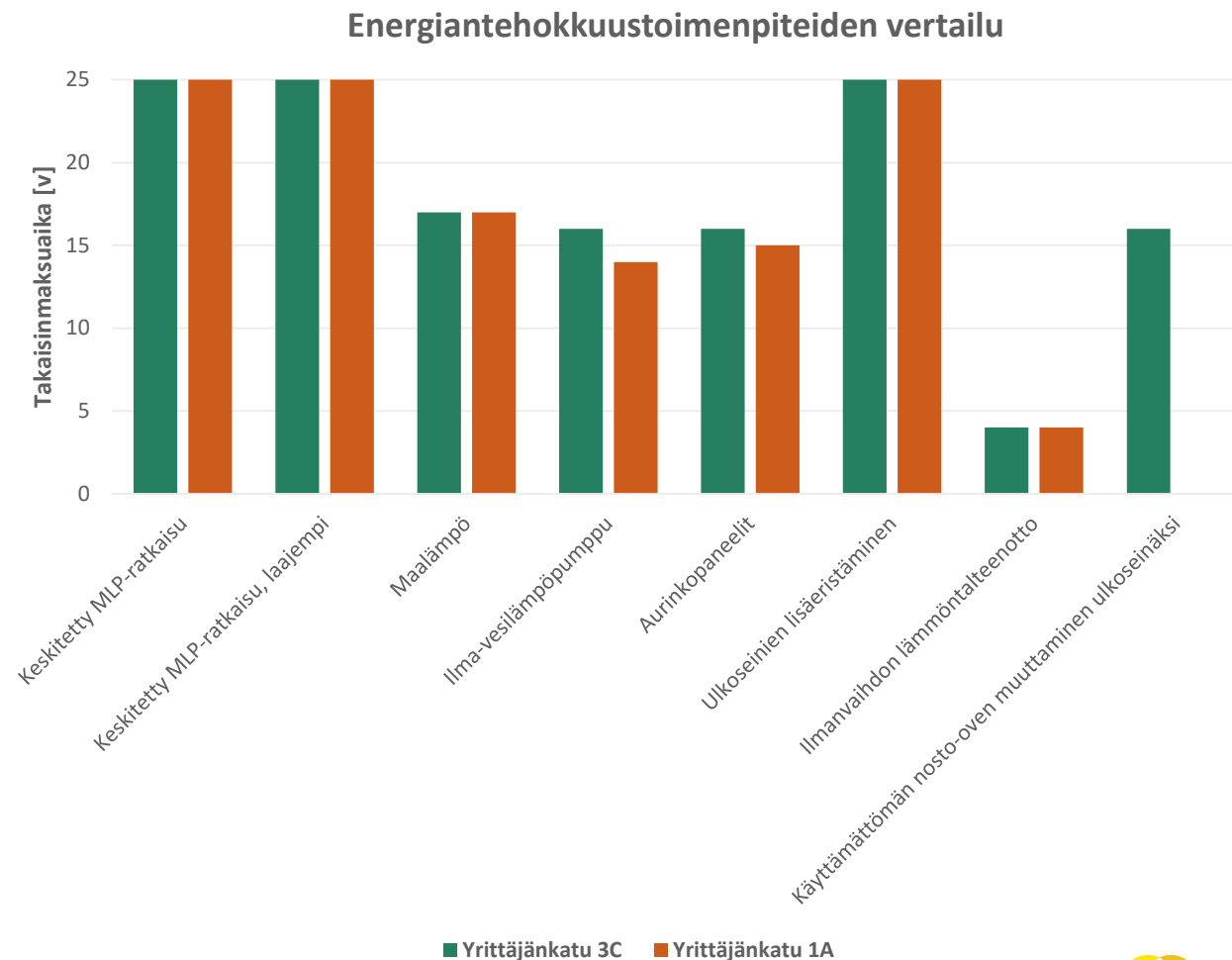


Kuva: outokummunteollisuuskyla.fi

# Tulosten yhteenveto

## Energiatehokkuustoimenpiteiden vertailu

- Viereisessä kuvaajassa on esitetty tarkasteltujen energiatehokkuustoimenpiteiden takaisinmaksuaikojen vertailu Yrittäjänkatu 3C ja 1A –kiinteistöille.
- Keskitettyjen maalämpöratkaisujen sekä ulkoseinien lisäeristämisen takaisinmaksuaika nousee yli 25 vuoteen, muilla toimenpiteillä 4-17 vuotta.
- Paras kannattavuus toimenpiteistä on ilmanvaihdon uusimisella ja lämmöntalteenoton lisäämisellä sekä rakennuskohtaisilla pienillä maalämpö-tai ilma-vesilämpöpumpputratkauksilla.
- Ulkoseinien lisäeristämisen kannattavuus energiansäästön näkökulmasta on hyvin heikko
- Yrittäjänkatu 1A:ssa, jossa on hieman korkeampi lämmön kulutus, toimenpiteiden kannattavuus on pääasiassa hieman parempi.
- Herkkyystarkasteluna tutkittiin lisäksi korkeampaa kaukolämmön hinnankohitusta (5 %/v). Korkeampi hinnannousu parantaa erityisesti lämmöntuotantoratkaisujen (MLP ja IVLP) kannattavuutta lyhentäen näiden toimenpiteiden takaisinmaksuaikaa useammalla vuodella. Maalämmön osalta vaikutus on hieman suurempi.
- Maalämmön osalta kaivojen porauskustannuksella on merkittävä vaikutus alkuinvestoinnin suuruuteen; laskennassa on käytetty nyt 40 €/m mutta parhaimmillaan porauksen ja kollektorin voi saada noin 30 €/m kustannuksella, jolloin TMA on muutaman vuoden lyhyempi.



Tarkasteluaikana on käytetty 25v, keskitettyjen MLP-ratkaisujen sekä ulkoseinien lisäeristämisen kannattavuus on > 25v

# Muita energiatehokkuustoimenpiteitä

- Muita tyypillisiä energiatehokkuustoimenpiteitä selvityksen kohteita vastaavissa pienyrityskiinteistöissä
  - Rakennusautomaation ohjausten tarpeenmukaistaminen ja optimointi, esimerkiksi ilmanvaihdon ja valaistuksen käyntiaikojen optimointi tilojen käyttöä vastaaviksi, lämpötila-asetusarvojen tarpeenmukaistaminen, sulatuslämmitysten (sähkö tai kaukolämpö) ohjausten optimointi
    - Potentiaalisia lämmitys- ja sähköenergian säästöjä saavutettavissa pienillä investointipanostuksilla
    - Huomioitava kuitenkin rakennuksen automaatiojärjestelmän taso; moderni keskitetty automaatiojärjestelmä mahdollistaa tyypillisesti hyvän säädettävyyden tekniikalle, vanhemmat automaatoratkaisut eivät välttämättä sitä mahdollista jolloin toimenpiteeseen liittyen voi olla järkevää uusia myös kiinteistön automaatiojärjestelmä
  - Tarpeettomien läpivientien ja muiden vuotoilma-aukkojen tilkitseminen ja tiivistäminen ilmapuotojen minimoimiseksi – potentiaalinen lämmitysenergian säästö
  - Loisteputkivalaistuksen uusiminen LED-valaisimilla ja valaistuksen ohjauksen parantaminen esim. liiketunnistinohjauksilla vähemmän käytössä olevissa tiloissa (esim. varastohuoneet, käytävät, sosiaalitulat) – potentiaalinen sähköenergian säästö
  - Vanhojen nosto-ovien uusiminen energiatehokkailla eristetyillä nosto-ovilla – potentiaalinen lämmitysenergian säästö sekä parantaa tilojen toiminnallisuutta
  - Vanhojen ikkunoiden tiivistäminen tai uusiminen energiatehokkaammiksi – potentiaalinen lämmitysenergian säästö ja voi parantaa tilojen sisäilmaolosuhteita (vedon tunteen väheneminen)
  - Tilalämmityksen energiatehokkuuden parantaminen, esim. patteriventtiilien uusiminen ja verkoston tasapainotus – uusilla venttiileillä ja tasapainotuksella säädettävyys paranee ja lämmitysenergian käytössä on mahdollista saavuttaa hieman säästöjä
  - Kiinteistön lämmönsiirrinpaketin uusimisella voidaan saavuttaa 5-10 % säästö lämmitysenergian kulutuksessa, jos vanha paketti on heikossa kunnossa (likainen tai mitoitus ei vastaa nykyistä tarvetta)

# Aurinkosähkön toteutusmallit

## *Energiatehokkuustoimenpiteiden vertailu*

- Aurinkosähkölaitteiden toteutuksessa on kaksi yleisesti käytössä olevaa toteutusmallia: **kokonaan oma investointi järjestelmään** tai **leasing-mallinen toteutus**, jossa aurinkovoimalan toteuttaa ulkoinen kumppani (esim. energiayhtiö) ja kohdeyritys maksaa voimalasta vuokraa tai ostaa voimalan tuottaman sähkön toteuttajalta sovitulla hinnalla leasing-sopimuskauden ajan (tyypillisesti 8-15 vuotta).
- **Oma investointi** aurinkovoimalaan mahdollistaa parhaimman kannattavuuden ja suurimmat elinkaarikustannussäästöt, mutta vaatii alkupanostuksen ja vastuu & riskit aurinkovoimalan huollosta ja suunnitellun mukaisesta toiminnasta ovat kokonaan yrityksellä itsellään.
- **Aurinkovoimalan leasing-mallinen toteutus** jakaa toteutukseen liittyvän riskin yrityksen ja toteuttajakumppanin kesken eikä vaadi merkittäviä alkuinvestointeja yritykseltä, mutta elinkaarikustannussäästöt jäävät useimmiten omaa toteutusta pienemmiksi. Leasing-toteutuskumppaneita on markkinoilla useita, mm. monet energiayhtiöt ja energiahankkeiden toteuttajayritykset, joten leasing-sopimus on mahdollista kilpailuttaa.
- Suurimmat säästövaikutukset saavutetaan, kun aurinkovoimalan energiantuotanto hyödynnetään omaan käyttöön, jolloin säästettävän sähkön hinta sisältää energiakustannuksen (esim. pörssisähkön hinta + marginaali) lisäksi siirron ja sähköveron. Voimalan ylijäämätuotanto on kuitenkin mahdollista ja järkevää myydä sähköverkkoon piensähkötuotantosopimuksella, joita useat sähkömarkkinoilla toimivat energiayhtiöt tarjoavat. Useimmiten korvaus myydystä sähköstä vastaa pörssisähkön hintaa vähennettynä energiayhtiön välityspalkkiolla (2-5 €/MWh).

# Johtopäätökset ja suositukset

- Energiatehokkuustoimenpiteenä ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuuden parantaminen lämmöntalteenotolla varustetuilla koneilla on kustannustehokas säästötoimenpide, joka suositellaan toteutettavan kiinteistöissä niiltä osin kuin IV-koneita ei ole vielä uusittu LTO-koneiksi. Modernisoinnissa kannattaa huomioida toimenpiteen ajoittaminen mm. tiedossa olevien mahdollisten vuokralaismuutosten ja tilan käytön muutosten sekä nykytekniikan teknisen käyttöiän kannalta oikein. Hyvin likaisissa tiloissa (terähuolto) poistoilman likaisuus on huomioitava ilmanvaihtoratkaisun suunnittelussa, jotta laitteet eivät tukkeudu ja rikkoonnu usein nostaen huoltokustannuksia.
- Energiantuotantoratkaisuista pienillä rakennuskohtaisilla maalämpöjärjestelmillä tai ilma-vesilämpöpumppujärjestelmillä kohtalainen kannattavuus ja niillä voidaan vähentää kaukolämmön kulutusta kiinteistöissä. Investointina nämä ratkaisut ovat suurempia, jolloin on tärkeää, että hallien käyttöä jatketaan nykyisen kaltaisena tulevaisuudessakin ja laskettu kannattavuus on saavutettavissa.
- Kiinteistösähkön kulutus rakennuksissa on vähäistä, joten aurinkosähköasennusten kannattavuus ei nouse kovin korkeaksi. Kannattavuutta voitaisiin kuitenkin hieman parantaa jakamalla aurinkosähkön tuotantoa myös rakennusten vuokralaisille tai jopa laajemmin teollisuuskylän kiinteistöissä energiayhteisömallia hyödyntäen. Energiayhteisöjen perustaminen sähkön oman tuotannon jakeluun sisältää vielä tällä hetkellä lainsäädännöllisiä haasteita, joten energiayhteisöjen potentiaali vaatisi lisäselvityksiä.
- 3C-hallissa suositellaan heikkokuntoisen nosto-oven uusimista tai oviaukon umpimuuraamista, jos nosto-ovi ei ole tarpeellinen. Toimenpiteellä saavutetaan lämmitysenergian säästöjä ja parannetaan tilan toiminnallisuutta.
- Ulkoseinien lisäeristäminen ei ole kannattava toimenpide energiansäästön näkökulmasta johtuen merkittävästä investoinnista mutta vain pienistä saavutettavista vuosikustannussäästöistä

## Suositukses

- *Ilmanvaihtokoneiden varustaminen lämmöntalteenotolla koneiden uusimisen yhteydessä*
- *3C-hallin heikkokuntoisen nosto-oven uusiminen tai muuttaminen eristetyksi ulkoseinäksi*
- *Aurinkosähköpotentiaalın tarkennettu selvitys huomioiden kattorakenteiden kantavuus sekä tuoton hyödyntäminen muuhunkin kuin kiinteistösähköön*
- *Mahdollisesti maalämmön tai ilma-vesilämpöpumppujen tarkennettu selvitys – riippuu yleisistä tulevaisuuden suunnitelmista näiden hallien kohdalla*

# Kohdekäyntien havainnot



# Kohdekäyntien havainnot

## *Yrittäjänkatu 1A*

- Kiinteistön kaukolämmön päämittauskeskuksen kautta sekä Yrittäjänkatu 1A, että Yrittäjänkatu 1B kaukolämpö. 1B:n kulutus on alamittaroitu erikseen.
- Yleisesti ottaen tilojen tekniikka ei ole kovin hyvässä kunnossa. Tekniikka on osin uusittu tarpeen mukaan, osittain on vanhaa ja heikkokuntoista.
- Hukkalämmön lähteitä ei tunnistettu, lämpökuormaa syntyy terähuollon tilojen koneista ja prosesseista, mutta samalla syntyy runsaasti pölyä tms. epäpuhtauksia ilmaan, joka kerääntyy asennuksiin ja päätelaitteisiin. Yhdestä koneesta poistoilma ohjataan suodattimen läpi takaisin tilaan, jolloin lämpökuorma käytetään kiertoilmana hyödyksi.
- Tilojen valaistusta on uusittu osittain LED-valaisimiksi (terähuollon tilat, osa autokorjaamon tiloista), osittain on edelleen vanhoja loisteputkivalaisinasennuksia.
- Varasto-osa on erään toisen Teollisuuskylän yrityksen käytössä olevaa varastotilaa ja tiloissa on vain vähän jokapäiväistä käyttöä. Tilan ilmanvaihto pyörii jatkuvasti ja tilan lämpötilaa on pidetty noin 20°C tasolla. Tilassa on nosto-ovi, jonka karmin välistä näkyy jo pihalle. Valaistus kokonaan loisteputkilla (19x 2 kpl)
- Autokorjaamon tilojen käyttäjä ei pidä lainkaan kaukolämpötoimisia pattereita päällä vaan käyttää lämmityksessä omaa IR-diesellämmitintä. Käyttäjää on lisäksi pienentänyt käsin tilan pienen sähkölämmitteisen ilmanvaihtokoneen käyntinopeutta.



# Kohdekäyntien havainnot

## *Yrittäjänkatu 3C*

- Kiinteistön kaukolämmön päämittauskeskuksen kautta sekä Yrittäjänkatu 3C, että Yrittäjänkatu 3D kaukolämpö. 3D:n kulutus on alamittaroitu erikseen. Kaukolämpökeskuksessa C-hallin lämmityksen lämmönsiirtimen teho on 180 kW ja CD-hallien käyttöveden lämmönsiirtimen teho on yhteensä 140 kW.
- Rakennuksen katolla on edelleen vanhoja ja käytöstä poistettuja GTK:n toimintaan liittyviä ilmanvaihtokoneita yms. asennuksia, jotka voitaisiin poistaa ja samalla tilkitä ylimääräiset läpiviennit niihin liittyen.
- Tämän hallin tiloissa valaistus on pääasiassa vaihdettu LED-valaisimiksi, vain päädyn ensimmäisessä varasto-autohallissa on loisteputket.
- Toisessa hallissa päädyistä katsoen toisen nosto-oven alta näkyy pihalle ja toinen ovi kolaroitu lommolle niin, että tiiviste on irronnut. Ovella ei myöskään ole tällä hetkellä varsinaisesti käyttöä. Hallipuoli on kokemuseräisesti hieman turhan lämmin, mutta mittauksia ei ole käytettävissä. Patteritermostaattien toiminta on todennäköisesti heikkoa likaantumisen, tavaroiden ja termostaattien iän vuoksi.
- Viimeisessä hallissa on ollut hieman vesivuotoja kanavista ja läpivienneistä johtuen osin edellä mainituista GTK:n käytöstä poistetuista asennuksista.

# Energiatuotanto- ja elinkaarikustannuslaskelmat



# Lähtötiedot

## *Yrittäjänkatu 1A ja 3C*

- Lähtötietoina on käytetty kohteista saatuja perustietoja:
  - Kohteiden laajuustiedot
  - Rakennusvuosi
  - Pääasiallinen käyttötapa
  - Kaukolämmön ja sähkön kulutustiedot
  - Arkkitehtipiirustukset, LVI-piirustukset ja IV-toimintakaaviot
- Lähtötietoja täydennettiin tarvittavin osin kohdekäynneillä, jonka lisäksi kierroksilla kartoitettiin yleisellä tasolla rakennusten kunto ja tekniikan nykytilannetta sekä mahdollisia kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä.

# Lähtötiedot

## *Elinkaarikustannus- ja kannattavuuslaskelmat*

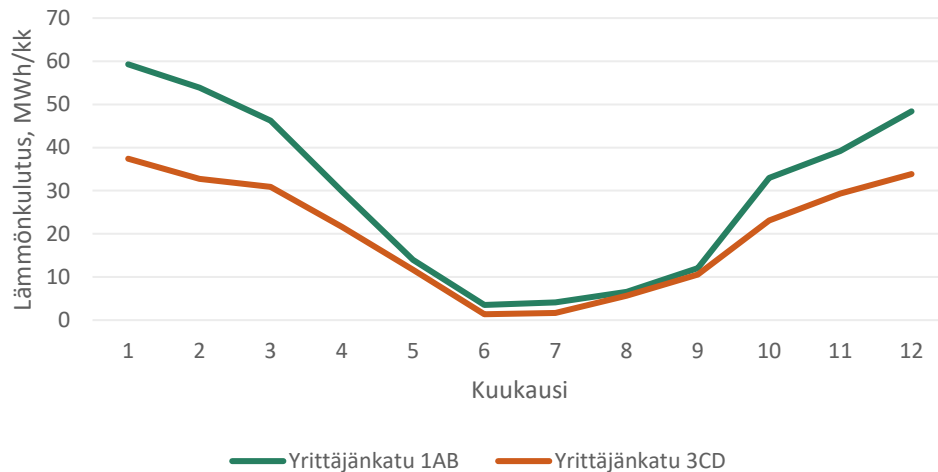
- Sähkön spot-hinta, sisältäen marginaalin keskimäärin 50 €/MWh
- Sähkövero 22,53 €/MWh
- Sähkön siirto
  - Talvipäivä 30,1 €/MWh
  - Muuten 16,9 €/MWh
- **Sähkön hinta keskimäärin yhteensä noin 95 €/MWh**
- Kaukolämmön hinta
  - Kesäkuu – syyskuu 74,77 €/MWh
  - Lokakuu – maaliskuu 84,80 €/MWh
- Laskentakorko 5 %
- Energian hintojen (sähkö, kaukolämpö) nousu 3 %/v
- Kaikki hinnat tässä raportissa ja laskelmissa on esitetty ilman arvonlisäveroa (alv. 0 %)

# Nykytilanne

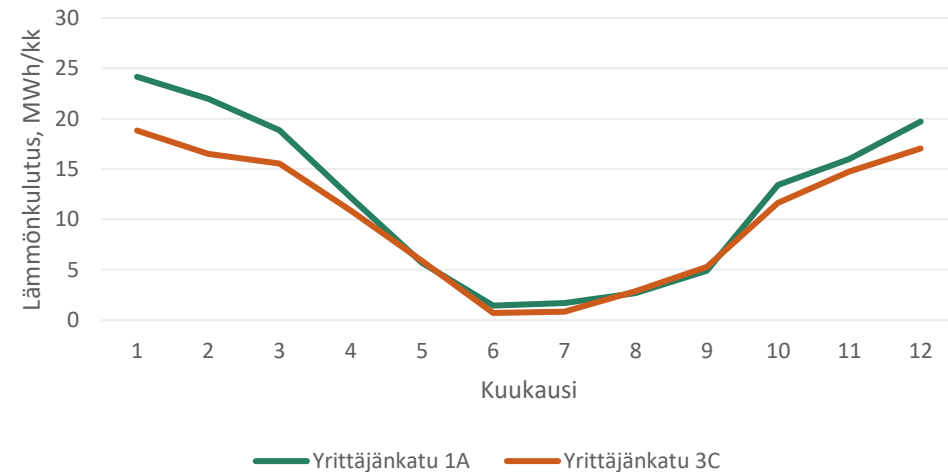
## Kaukolämmön kulutus

- Alla olevissa kuvaajissa on esitetty kummankin kohteen kaukolämmön kulutus kuukausitasolla vuodelta 2022. Vasemmalla puolella kaukolämmön päämittausten kulutukset ja oikealla puolella kulutukset ilman saman päämittauksen kautta mitattavia, eräälle toiselle yritykselle kuuluvia halleja (1B ja 3D)
- Kuvaajien alapuolella olevissa taulukoissa on esitetty lisäksi lämmön vuositason kulutukset sekä kiinteistöjen ominaiskulutukset

Kaukolämmön kulutukset (sis. 1B ja 3D -hallit)



Kaukolämmön kulutukset (ei sis. 1B ja 3D -halleja)



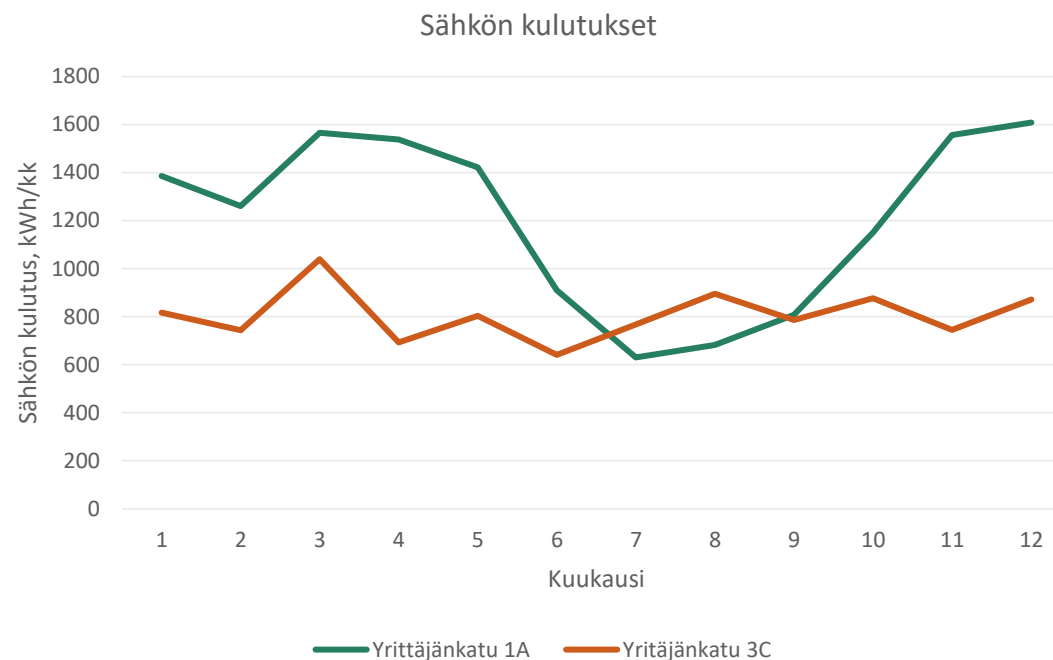
	Yrittäjänkatu 1AB	Yrittäjänkatu 3CD
Lämmönkulutus	350 MWh/v	240 MWh/v
Lämmön ominaiskulutus	61 kWh/m <sup>3</sup>	42 kWh/m <sup>3</sup>

	Yrittäjänkatu 1A	Yrittäjänkatu 3C
Lämmönkulutus	n. 143 MWh/v	121 MWh/v
Lämmön ominaiskulutus	58 kWh/m <sup>3</sup>	42 kWh/m <sup>3</sup>

# Nykytilanne

## Kiinteistösähkön kulutus

- Viereisessä kuvaajassa on esitetty kummankin rakennuksen sähkön kulutus kuukausitasolla vuodelta 2022.
- Sähkön kulutus sisältää tässä pääasiassa vain kiinteistösähkön kulutus, isommilla vuokralaisilla on omat sähkö sopimukset. Pienillä kuluttajilla (autohallin vuokraajat) sähkö sisältyy vuokraan.
- Kuvaajan alapuolella olevassa taulukoissa on esitetty lisäksi sähkön vuositason kulutukset sekä kiinteistöjen ominaiskulutukset sähkön osalta.
- Kohteiden kiinteistösähkön kulutus on yleisesti ottaen hyvin pientä verrattuna kaukolämmön kulutukseen.



	Yrittäjänkatu 1A	Yrittäjänkatu 3C
Sähkön kulutus	n. 14 520 kWh/v	n. 9 680 kWh/v
Sähkön ominaiskulutus	5,92 kWh/m <sup>3</sup>	3,35 kWh/m <sup>3</sup>

# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Tarkastellut energiatehokkuustoimenpiteet

- Yrittäjänkatu 3C
  - Maalämpö
    - Lämpöpumpun teho 50 / 75 / 100 / 125 kW
  - Ilma-vesilämpöpumppu
    - Lämpöpumpun teho 50 / 75 / 100 / 125 kW
  - Aurinkopaneelit vesikatolle
  - Ulkoseinien lisäeristäminen
    - Eristepaksuus 50 / 100 / 150 mm
  - Ilmanvaihdon uusiminen LTO-koneilla
  - Käyttämättömän nosto-oven muuttaminen eristetyksi ulkoseinärakenteeksi

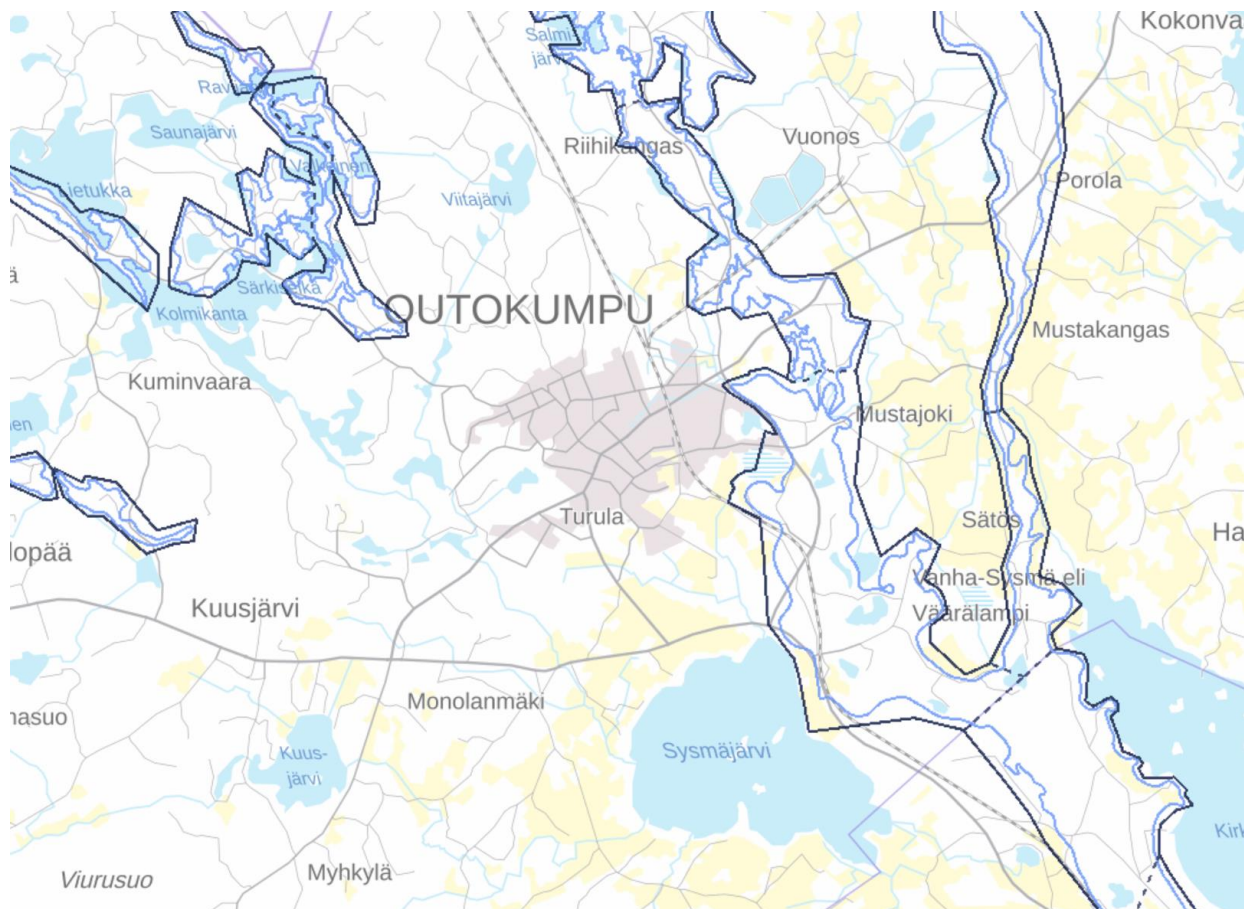
- Yrittäjänkatu 1A
  - Maalämpö
    - Lämpöpumpun teho 50 / 75 / 100 / 125 kW
  - Ilma-vesilämpöpumppu
    - Lämpöpumpun teho 50 / 75 / 100 / 125 kW
  - Aurinkopaneelit vesikatolle
  - Ulkoseinien lisäeristäminen
    - Eristepaksuus 50 / 100 / 150 mm
  - Ilmanvaihdon uusiminen LTO-koneilla

- Yrittäjänkatu 1 ja 3 keskitetty energiaratkaisu
  - Keskitetty MLP-järjestelmä 1A + 3C
  - Keskitetty MLP-järjestelmä 1AB + 3CD

# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Maalämpö Outokummussa

- Outokummun kaupunki sijaitsee pohjavesialueiden välissä (pohjavesialueet viereisessä kuvassa sinisellä ja mustalla viivalla ympäröity) ja Yrittäjänkadun kiinteistöt kaupungin lounaispuolella ovat sen verran kaukana pohjavesivyöhykkeistä, että pohjavedet eivät rajoita maalämpöratkaisujen toteutettavuutta kiinteistöissä.
- Aloituspalaverin keskustelujen perusteella on mahdollista, että maaperässä on teollisuuden myötä epäpuhtauksia, jotka tulee maalämpöratkaisujen suunnittelussa huomioida, mutta tarkempaa tietoa asiasta ei ollut tässä vaiheessa saatavilla.
- Lisäksi on tiedossa, että eräs toinen Teollisuuskylän alueen toimija on jo ottanut maalämmön kohteessaan käyttöön ja lisäksi kolmas toimija on tutkinut ja suunnitellut maalämmön laajaa hyödyntämistä kohteessaan.
- Jo toteutetussa maalämpökohteessa maaperän hiesuhiekka on aiheuttanut pieniä haasteita toteutuksessa, mikä on hyvä huomioida uusien maalämpöjärjestelmien suunnittelussa.

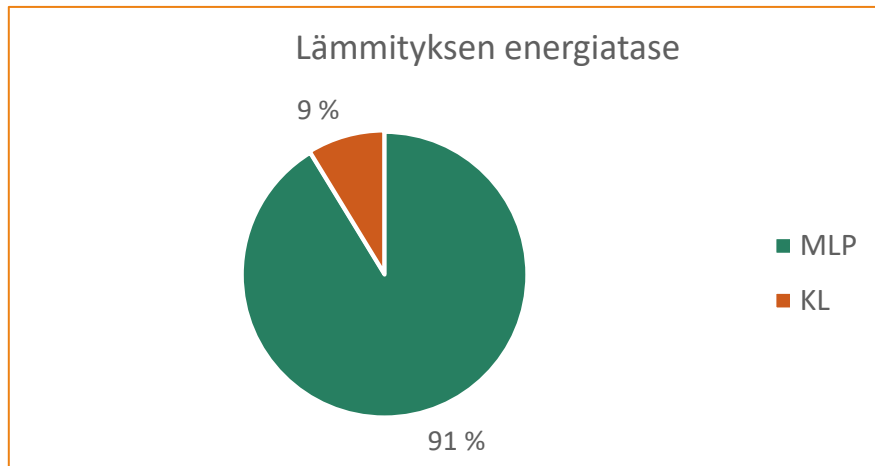




# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Keskitetty energiantuotantoratkaisu, Maalämpö 1A ja 3C

- Tässä ratkaisussa on tarkasteltu energiatehokkuustoimenpiteenä lämmitysratkaisua keskitetyllä maalämpöpumppujärjestelmällä, jossa maalämpöjärjestelmällä tuotetaan lämpöä 1A ja 3C halleille. Loput lämmöntarpeesta tuotetaan kaukolämmöllä.
- Viereisessä taulukossa on esitetty yhteenvetona tarkastellun vaihtoehdon energiatase. Alla olevassa kuvaajassa on lisäksi esitetty energiantuotannon tase lämmitykselle teollisuushalleissa.



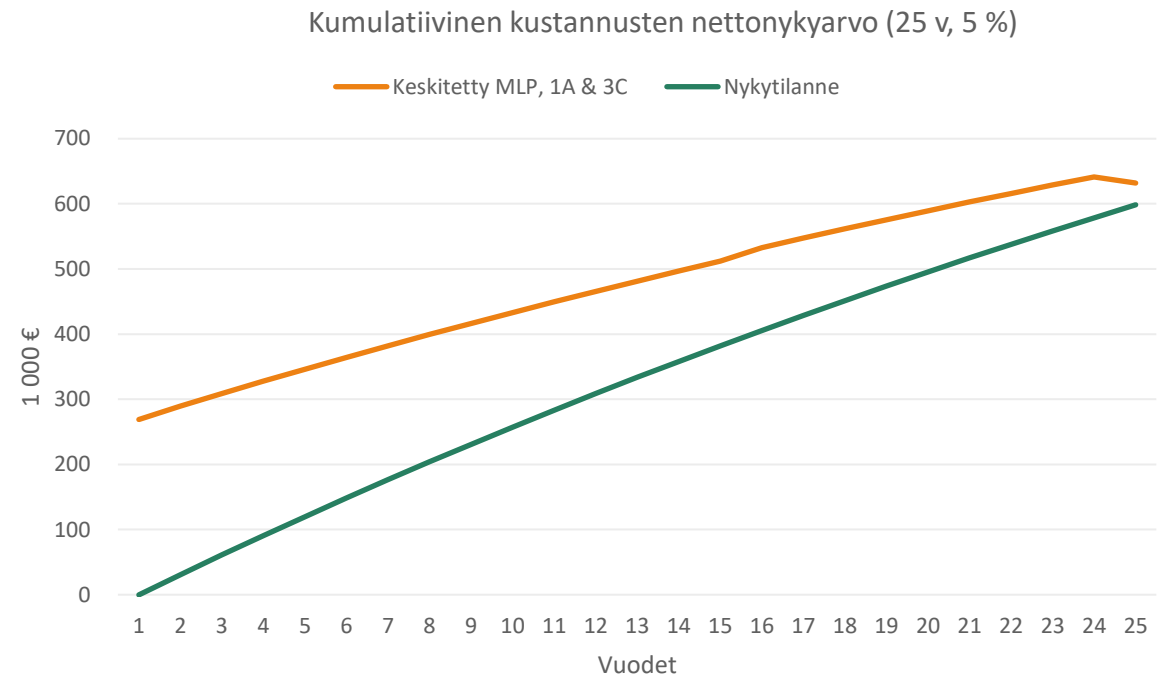
Keskitetty MLP	
Energiantuotantomuodot	Maalämpöpumppu (MLP) Kaukolämpö (KL)
Tuotannon mitoitustehot	MLP: 120 kW Kaivojen lkm: 8 kpl (á 350 m)
Energiantuotannon jakauma	
Lämmitysenergia	Maalämpö: 241 MWh/v Kaukolämpö: 23 MWh/v
Energiantuotannon sähkönkulutuksen jakauma	
Lämpöpumput (sis. Kiertovesipumput)	83 MWh/v

# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Keskitetty energiantuotantoratkaisu, Maalämpö 1A ja 3C

- Oheisessa kuvaajassa on esitetty tarkastellun keskitetyn maalämpöratkaisun kumulatiivinen kustannusten nettohyötyarvo verrattuna nykytilanteeseen (kaukolämpö).
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut
- Kuten kuvaajasta voidaan nähdä, käytetyillä lähtötiedoilla keskitetty MLP-ratkaisu **ei maksa itseään takaisin 25 vuoden laskentajaksolla**.

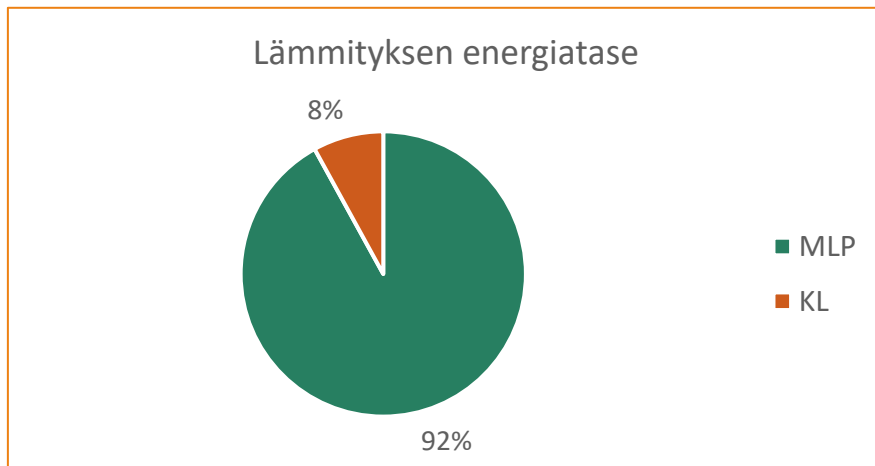
	Keskitetty MLP 1A & 3C
Investoinnit	282 k€
Vuosikustannussäästöt	11 600 €/v
Elinkaarikustannusten NNA	632 k€
Takaisinmaksuaika	> 25 vuotta



# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Keskittetty energiantuotantoratkaisu, Maalämpö 1AB ja 3CD

- Tässä ratkaisussa on tarkasteltu **energiatehokkuustoimenpiteenä lämmitysratkaisua keskitetyllä maalämpöpumppujärjestelmällä, jossa maalämpöjärjestelmällä tuotetaan lämpöä 1A ja 3C hallien lisäksi myös näiden hallien kaukolämpöliittymien kautta lämmitettäville toisen yrityksen omistuksessa oleville halleille 1B ja 3D**. Loput lämmöntarpeesta tuotetaan kaukolämmöllä.
- Viereisessä taulukossa on esitetty yhteenvetona tarkastellun vaihtoehdon energiatase. Alla olevassa kuvaajassa on lisäksi esitetty energiantuotannon tase lämmitykselle teollisuushalleissa.



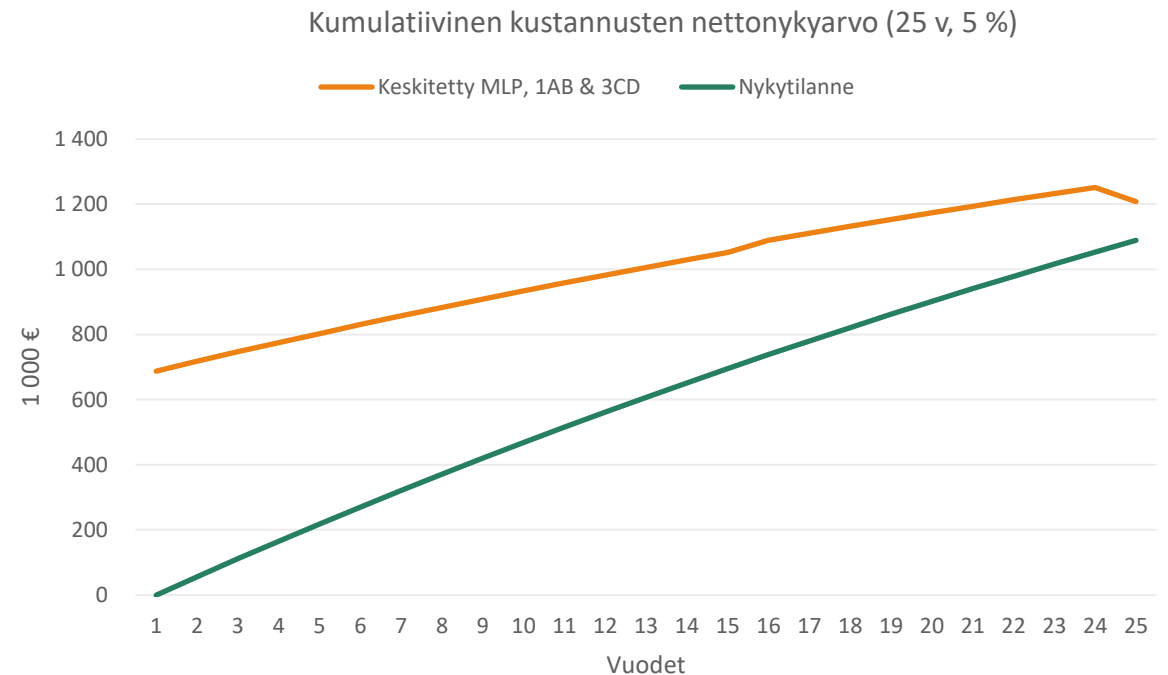
Keskittetty MLP	
Energiantuotantomuodot	Maalämpöpumppu (MLP) Kaukolämpö (KL)
Tuotannon mitoitustehot	MLP: 280 kW 24 kpl 350 m maalämpökaivoja
Energiantuotannon jakauma	
Lämmitysenergia	Maalämpö: 545 MWh/v Kaukolämpö: 44 MWh/v
Energiantuotannon sähkönkulutuksen jakauma	
Lämpöpumput (sis. Kiertovesipumput)	188 MWh/v

# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Keskitetty energiantuotantoratkaisu, Maalämpö 1AB ja 3CD

- Oheisessa kuvaajassa on esitetty tarkastellun keskitetyn maalämpöratkaisun kumulatiivinen kustannusten nettohyötyarvo verrattuna nykytilanteeseen (kaukolämpö).
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut
- Kuten kuvaajasta voidaan nähdä, käytetyillä lähtötiedoilla keskitetty MLP-ratkaisu **ei maksa itseään takaisin 25 vuoden laskentajaksolla**.

	Keskitetty MLP 1A & 3C
Investoinnit	721 k€
Vuosikustannussäästöt	27 900 €/v
Elinkaarikustannusten NNA	1 208 k€
Takaisinmaksuaika	> 25 vuotta

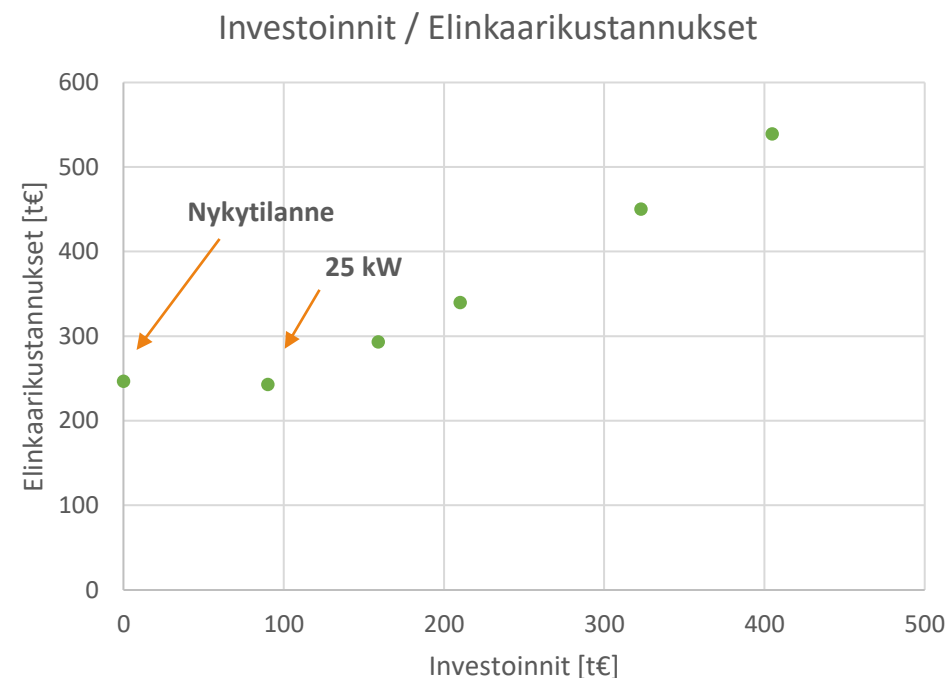


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, Rakennuskohtainen maalämpö

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä rakennuskohtaisen maalämpöjärjestelmän laskentatulokset** Yrittäjänkatu 3C rakennukselle.
- Tarkastellut lämpöpumppukokoluokat:
  - 25 / 50 / 75 / 100 ja 125 kW:n lämmöntuottoteho
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Rakennuskohtainen maalämpö	25 kW	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW
Investoinnit	90 k€	159 k€	210 k€	323 k€	404 k€
Vuosikustannussäästöt	6 330 €/v	7 130 €/v	7 220 €/v	7 220 €/v	7 220 €/v
Takaisinmaksuaika	17 v	>25 v	>25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	192 k€	243 k€	296 k€	359 k€	406 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	144	163	165	165	165
Energiansäästö (MWh/v)	78	88	89	89	89
MLP-kaivometrit	1 150 m	1 300 m	1 840 m	2 460 m	3 070 m

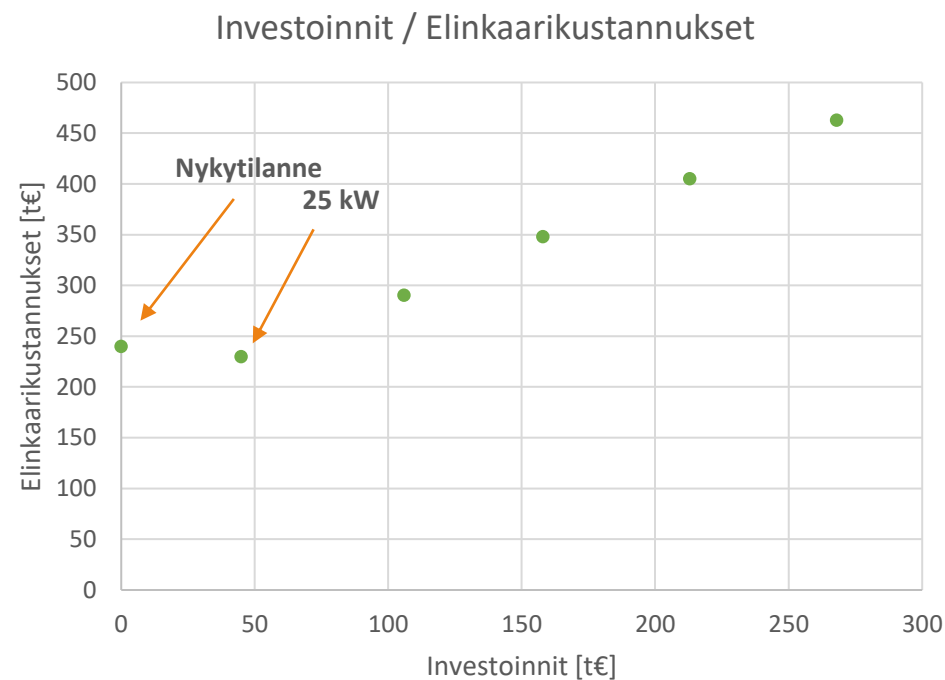


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, Rakennuskohtainen ilma-vesilämpöpumppu

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä rakennuskohtaisen ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän laskentatulokset** Yrittäjänkatu 3C rakennukselle.
- Tarkastellut lämpöpumppukokoluokat:
  - 25 / 50 / 75 / 100 ja 125 kW:n lämmöntuottoteho
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Rakennuskohtainen IVLP	25 kW	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW
Investoinnit	45 k€	106 k€	158 k€	213 k€	268 k€
Vuosikustannussäästöt	4 140 €/v	4 590 €/v	4 590 €/v	4 590 €/v	4 590 €/v
Takaisinmaksuaika	16 v	>25 v	> 25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	237 k€	296 k€	354 k€	413 k€	471 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	99	110	110	110	110
Energiansäästö (MWh/v)	54	60	60	60	60



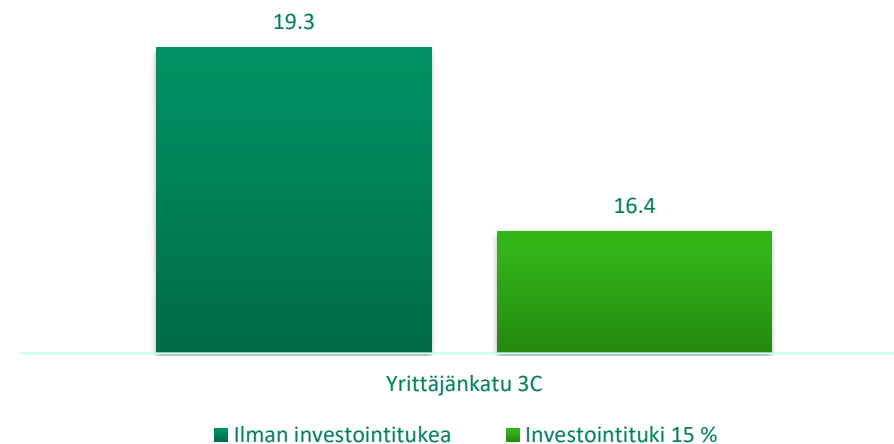
# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, Aurinkoenergia

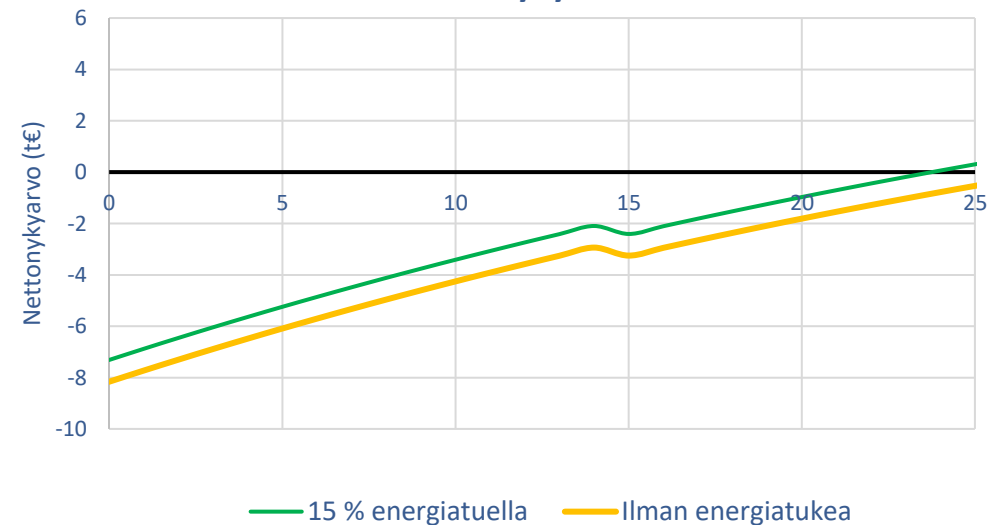
- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä vesikatolle asennettavan aurinkosähköjärjestelmän laskentatulokset** Yrittäjänkatu 3C rakennukselle.
- Tarkastelussa on optimoitu aurinkosähköjärjestelmän koko rakennuksen sähkönkulutukseen sovittaen, huomioiden ylijäämäsiähkön myynti verkkoon
- Aurinkopaneelit etelään suunnattuna ja 15 asteen kulmassa
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty elinkaarikustannukset tarkastellulle järjestelmälle sekä suora takaisinmaksua energiatuen kanssa sekä ilman.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Aurinkosähkö	
Aurinkopaneelijärjestelmän koko	15 paneelia Yhteensä 30 m <sup>2</sup>
Investoinnit	8 600 €
Energiatuki (15 %)	1 290 €
Vuosikustannussäästöt	450 €/v
Takaisinmaksuaika	16,4 vuotta
Hyödynnettävän energian osuus	58 % tuotosta 2 740 kWh/a

### Suora takaisinmaksuaika, vuotta



### Nettonykyarvo

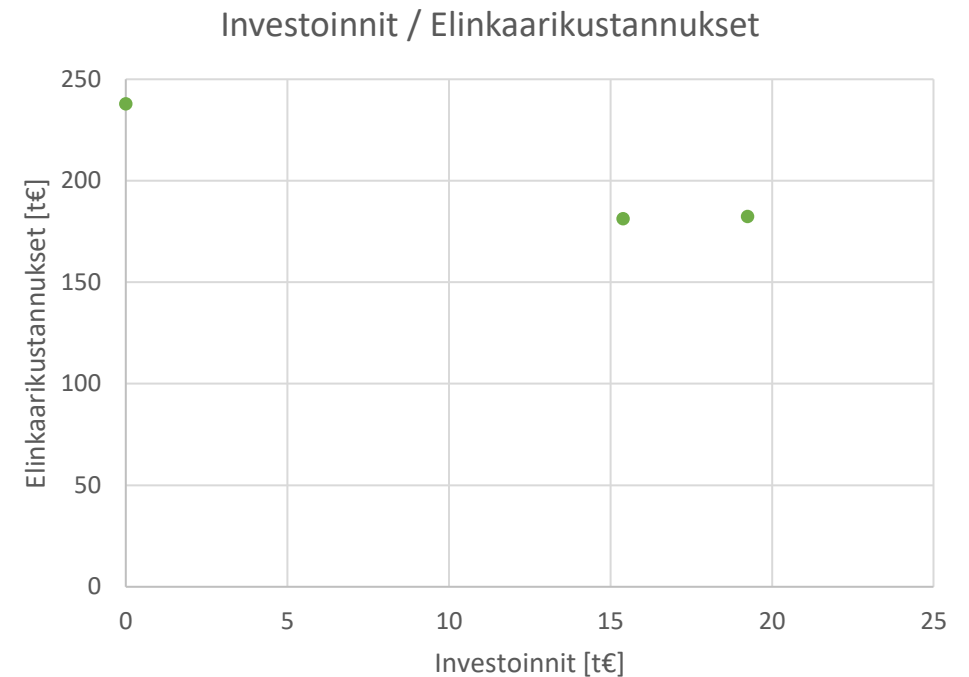


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, IV-koneiden uusiminen LTO-koneilla

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä IV-koneiden uusimisen lämmöntalteenotolla varustetuilla koneilla laskentatulokset** Yrittäjänkatu 3C rakennukselle.
- Tarkastellut ratkaisut (LTO-vuosihyötysuhde)
  - 73 % / 80 %
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

IV-koneiden uusiminen	LTO 73 %	LTO 80 %
Investoinnit	16 k€	20 k€
Vuosikustannussäästöt	3 850 €/v	4 030 €/v
Takaisinmaksuaika	4 v	5 v
Elinkaarikustannusten NNA	181 k€	182 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	84,7	89
Energiansäästö (MWh/v)	46	48



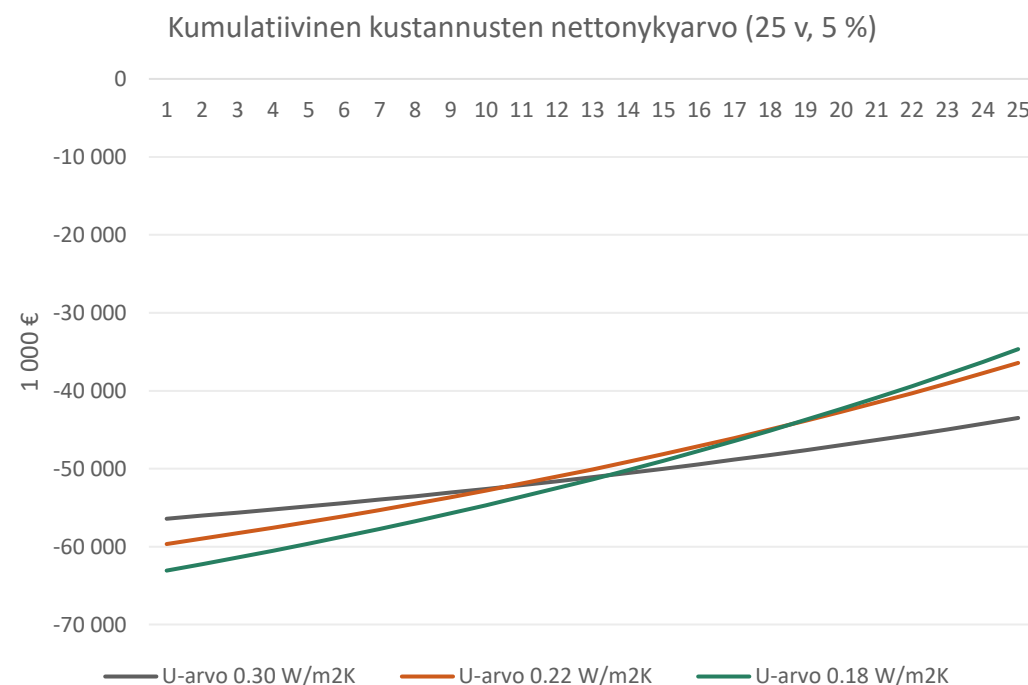


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, Ulkoseinien lisäeristäminen

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä ulkoseinien lisäeristäminen** Yrittäjänkatu 3C-rakennuksessa.
- Toimenpide pienentää rakennuksen lämpöhäviöitä ja vähentää kaukolämmön kulutusta.
- Laskennassa käytetyt oletusarvot
  - Nykyisten ulkoseinien U-arvo 0,4 W/m<sup>2</sup>K
  - Eristetyn ulkoseinän U-arvo 0,30 / 0,22 / 0,18 W/m<sup>2</sup>K
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

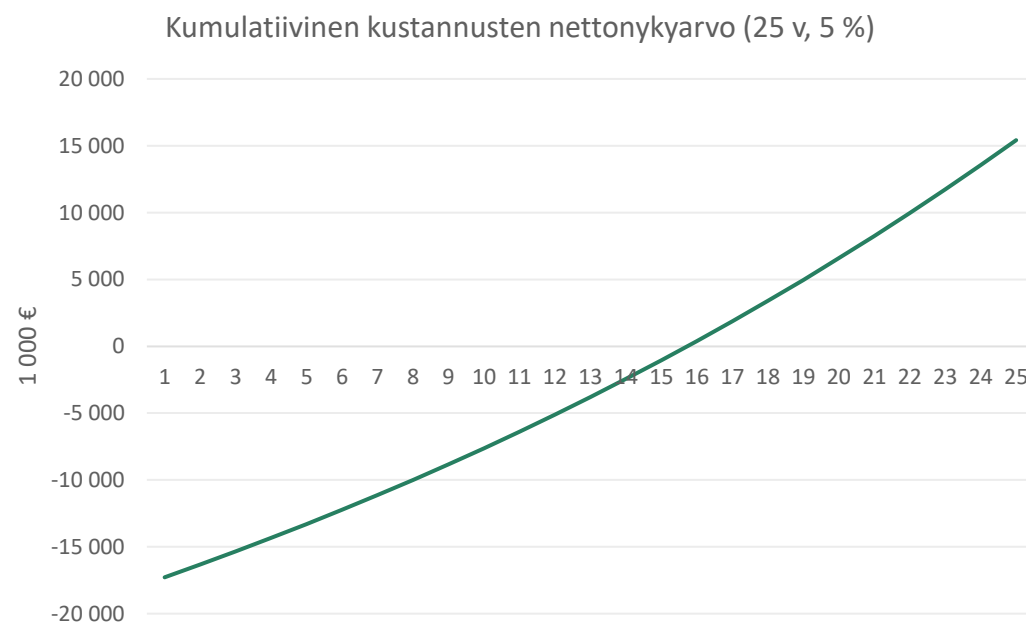
Ulkoseinien lisäeristäminen	50 mm (0,30 W/m <sup>2</sup> K)	100 mm (0,22 W/m <sup>2</sup> K)	150 mm (0,18 W/m <sup>2</sup> K)
Investoinnit	57 k€	60 k€	64 k€
Vuosikustannussäästö	350 €	640 €	780 €
Takaisinmaksuaika	> 25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	47 k€	45 k€	46 k€
Energiansäästö (MWh/v)	4,2 MWh/v	7,5 MWh/v	9,2 MWh/v



# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 3C, Nosto-oven muuntaminen ulkoseinäksi

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä käytöstä poistetun oviaukon muuttamisen eristetyksi ulkoseinäksi** Yrittäjänkatu 3C-rakennuksessa.
- Toimenpide pienentää rakennuksen lämpöhäviöitä ja vähentää kaukolämmön kulutusta.
- Laskennassa käytetyt oletusarvot
  - Oviaukon koko noin 6 x 4,5 metriä
  - Käytöstä poistetun nosto-oven U-arvo 3,5 W/m<sup>2</sup>K
  - Korvaavan ulkoseinän U-arvo 0,17 W/m<sup>2</sup>K
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Viereisessä taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut
- Vaihtoehtona oviaukon umpimuuraamiselle on nosto-oven uusiminen energiatehokkaalla ovella. Uusien lämpöeristettyjen nosto-ovien U-arvo on parhaimmillaan 0,5-1,0 W/m<sup>2</sup>K, jolloin yhtä suuria energiansäästöjä ei saavuteta mutta toiminnallisuus säilyy ennallaan.



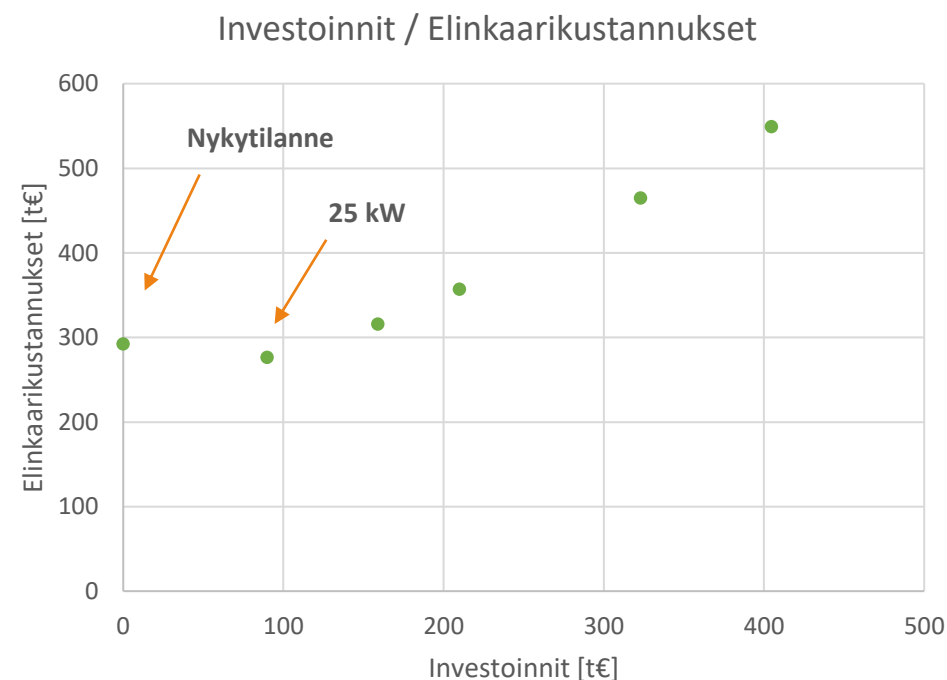
Nosto-oviaukon muuntaminen ulkoseinäksi	
Investoinnit	18 000 €
Takaisinmaksuaika	16 v
Elinkaarikustannusten NNA	- 4 700 €
Energiansäästö (MWh/v)	10 MWh/v

# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 1A, Rakennuskohtainen maalämpö

- Tällä sivulla on esitetty **rakennuskohtaisen maalämpöjärjestelmän energiatehokkuustoimenpiteen laskentatulokset** Yrittäjänkatu 1A rakennukselle.
- Tarkastellut lämpöpumppukokoluokat:
  - 25 / 50 / 75 / 100 ja 125 kW:n lämmöntuottoteho
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Rakennuskohtainen maalämpö	25 kW	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW
Investoinnit	90 k€	159 k€	210 k€	323 k€	404 k€
Vuosikustannussäästöt	6 580 €/v	8 200 €/v	8 430 €/v	8 430 €/v	8 430 €/v
Takaisinmaksuaika	17 v	>25 v	> 25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	234 k€	272 k€	332 k€	379 k€	442 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	136	170	176	176	176
Energiansäästö (MWh/v)	81	101	105	105	105
MLP-kaivometrit	1 240 m	1 560 m	1 840 m	2 460 m	3 070 m

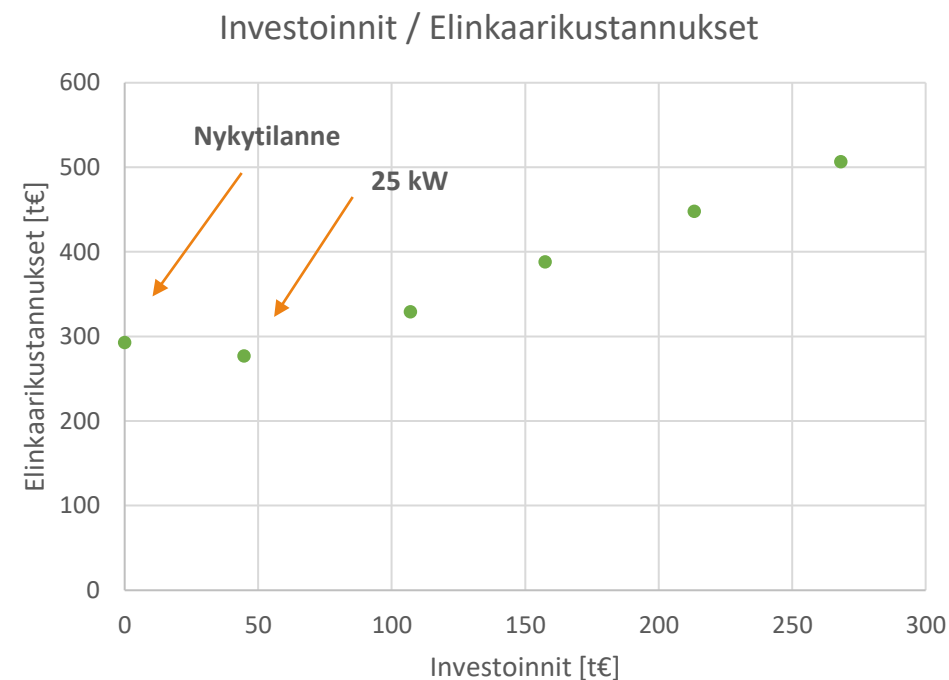


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 1A, Rakennuskohtainen ilma-vesilämpöpumppu

- Tällä sivulla on esitetty **rakennuskohtaisen ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän energiatehokkuustoimenpiteen laskentatulokset** Yrittäjänkatu 1A rakennukselle.
- Tarkastellut lämpöpumppukokoluokat:
  - 25 / 50 / 75 / 100 ja 125 kW:n lämmöntuottoteho
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Rakennuskohtainen maalämpö	25 kW	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW
Investoinnit	45 k€	106 k€	158 k€	213 k€	268 k€
Vuosikustannussäästöt	4 290 €/v	5 270 €/v	5 340 €/v	5 340 €/v	5 340 €/v
Takaisinmaksuaika	14 v	20 v	> 25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	276 k€	329 k€	388 k€	447 k€	506 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	95	117	118	118	118
Energiansäästö (MWh/v)	56	69	70	70	70



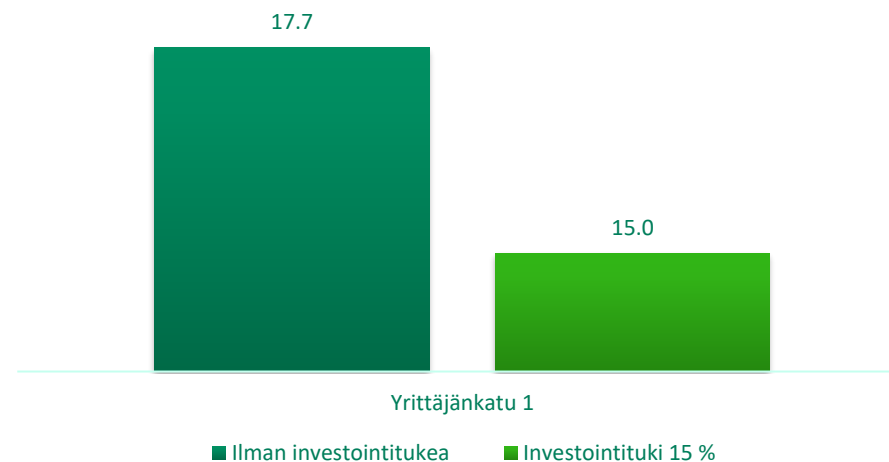
# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 1A, Aurinkoenergia

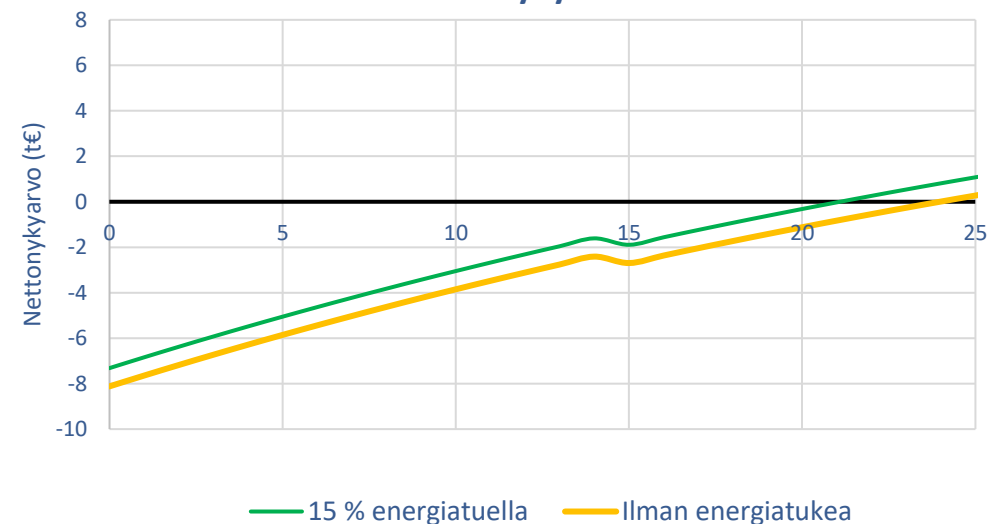
- Tällä sivulla on esitetty **vesikatolle asennettavan aurinkosähköjärjestelmän energiatehokkuustoimenpiteen laskentatulokset** Yrittäjänkatu 1A rakennukselle.
- Tarkastelussa on optimoitu aurinkosähköjärjestelmän koko rakennuksen sähkönkulutukseen sovitteen.
- Aurinkopaneelit etelään suunnattuna ja 15 asteen kulmassa
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty elinkaarikustannukset tarkastellulle järjestelmälle sekä suora takaisinmaksua energiatauen kanssa sekä ilman.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

<b>Aurinkosähkö</b>	
<b>Aurinkopaneelijärjestelmän koko</b>	15 paneelia Yhteensä 30 m <sup>2</sup>
<b>Investoinnit</b>	8 600 €
<b>Energiatuki (15 %)</b>	1 290 €
<b>Vuosikustannussäästöt</b>	490 €/v
<b>Takaisinmaksuaika</b>	15,0 vuotta
<b>Hyödynnettävän energian osuus</b>	69 % tuotosta 3 245 kWh/a

### Suora takaisinmaksuaika, vuotta



### Nettonykyarvo

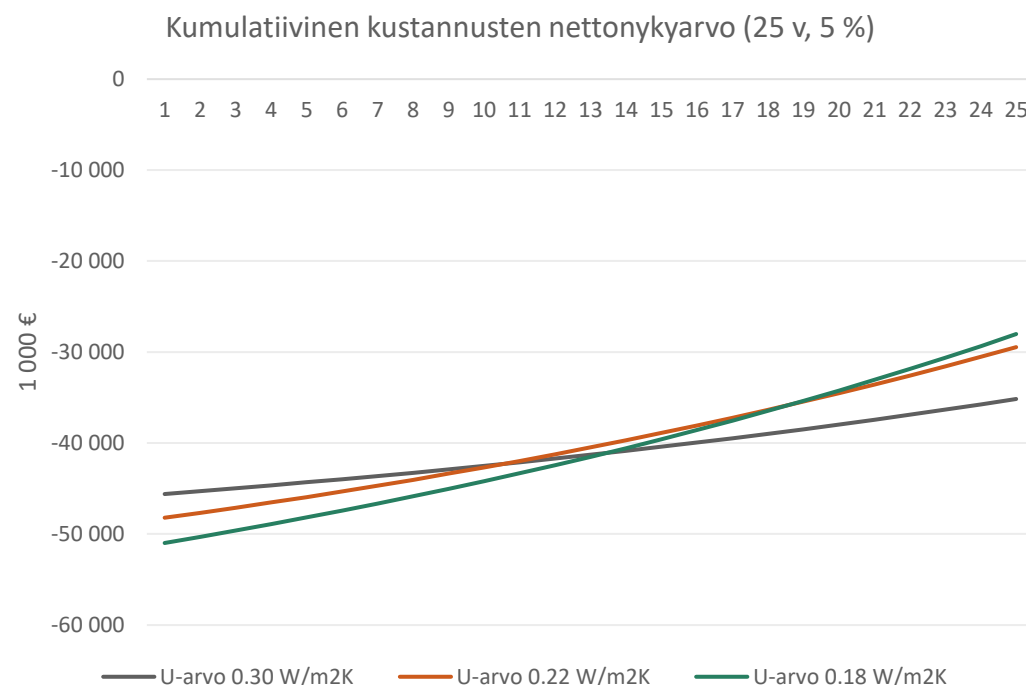


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 1A, Ulkoseinien lisäeristäminen

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä ulkoseinien lisäeristäminen** Yrittäjänkatu 1A-rakennuksessa.
- Toimenpide pienentää rakennuksen lämpöhäviöitä ja vähentää kaukolämmön kulutusta.
- Laskennassa käytetyt oletusarvot
  - Nykyisten ulkoseinien U-arvo 0,4 W/m<sup>2</sup>K
  - Eristetyn ulkoseinän U-arvo 0,30 / 0,22 / 0,18 W/m<sup>2</sup>K
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

Ulkoseinien lisäeristäminen	50 mm (0,30 W/m <sup>2</sup> K)	100 mm (0,22 W/m <sup>2</sup> K)	150 mm (0,18 W/m <sup>2</sup> K)
Investoinnit	46 k€	49 k€	52 k€
Vuosikustannussäästö	290 €	510 €	630 €
Takaisinmaksuaika	> 25 v	> 25 v	> 25 v
Elinkaarikustannusten NNA	38 k€	36 k€	37 k€
Energiansäästö (MWh/v)	3,4 MWh/v	6,1 MWh/v	7,4 MWh/v

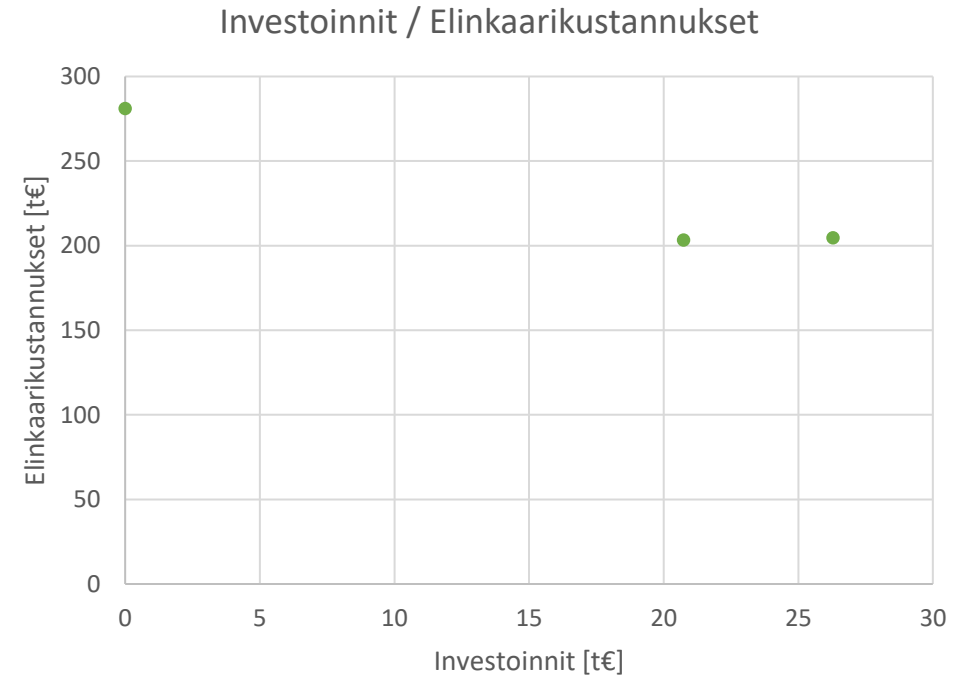


# Energiatehokkuustoimenpiteet

## Yrittäjänkatu 1A, IV-koneiden uusiminen LTO-koneilla

- Tällä sivulla on esitetty **energiatehokkuustoimenpiteenä IV-koneiden uusimisen lämmöntalteenotolla varustetuilla koneilla laskentatulokset** Yrittäjänkatu 1A rakennukselle.
- Tarkastellut ratkaisut (LTO-vuosihyötysuhde)
  - 73 % / 80 %
- Oikealla olevassa kuvaajassa on esitetty investointikustannukset sekä elinkaarikustannukset tarkastelluille järjestelmille.
- Alla olevassa taulukossa on lisäksi esitetty toimenpiteen kannattavuuslaskennan tunnusluvut

IV-koneiden uusiminen	LTO 73 %	LTO 80 %
Investoinnit	16 k€	20 k€
Vuosikustannussäästöt	4 040 €/v	4 300 €/v
Takaisinmaksuaika	4 v	5 v
Elinkaarikustannusten NNA	203 k€	205 k€
Energiansäästö (kWh/m <sup>2</sup> )	84,7	89
Energiansäästö (MWh/v)	50	53



# Herkkyystarkastelu

## Kaukolämmön hinnankehitys 5 %/v

- Herkkyystarkasteluna tarkasteltiin perustapausta korkeampaa kaukolämmön hinnannousua, 5 %/v
- Taulukossa on esitetty hinnankehityksen muutoksen vaikutus eri toimenpiteiden takaisinmaksu-aikaan. Taulukosta on karsittu toimenpiteitä, joiden kannattavuus oli perustapauksessa reilusti yli 25 vuotta ja joiden kannattavuus ei olennaisesti parantunut korkeammalla kaukolämmön hinnankehitysskenaariolla

Yrittäjänkatu 1		TMA, perustapaus	TMA, uusi
IV-koneet	LTO 73 %	4 v	4 v
	LTO 80%	5 v	4 v
IVLP	LP 25 kW	14 v	11 v
	LP 50 kW	20 v	19 v
	LP 75 kW	> 25 v	>25 v
MLP	LP 25 kW	17 v	14 v
	LP 50 kW	>25 v	20 v
	LP 75 kW	> 25 v	>25 v

Yrittäjänkatu 1 & 3		TMA, perustapaus	TMA, uusi
Keskitetty MLP	1A & 3C	> 25 v	21 v
	1AB & 3CD	> 25 v	23 v

Yrittäjänkatu 3		TMA, perustapaus	TMA, uusi
IV-koneet	LTO 73 %	4 v	4 v
	LTO 80%	5 v	4 v
IVLP	LP 25 kW	14 v	12 v
	LP 50 kW	20 v	20 v
	LP 75 kW	> 25 v	> 25 v
MLP	LP 25 kW	17 v	13 v
	LP 50 kW	>25 v	18 v
	LP 75 kW	> 25 v	>25 v
Oviaukon umpimuuraus		16 v	14 v



# Yhteystiedot

**Sami Sihvonen**

[Sami.Sihvonen@granlund.fi](mailto:Sami.Sihvonen@granlund.fi)

p. 040 631 0025

**Henri Piipponen**

[Henri.Piipponen@granlund.fi](mailto:Henri.Piipponen@granlund.fi)

p. 044 313 2454



Granlund

**BUSINESS  
JOENSUU**



**Euroopan unionin  
osarahoittama**



**POHJOIS-KARJALA**  
*Maakuntaliitto*



**Granlund**