

Katusulatus vaihtoterminaaleissa

Pirkkala-Linnainmaa raitiotien
hankesuunnitelma 12.10.2022



**Tampereen
Ratikka**

TAUSTAA

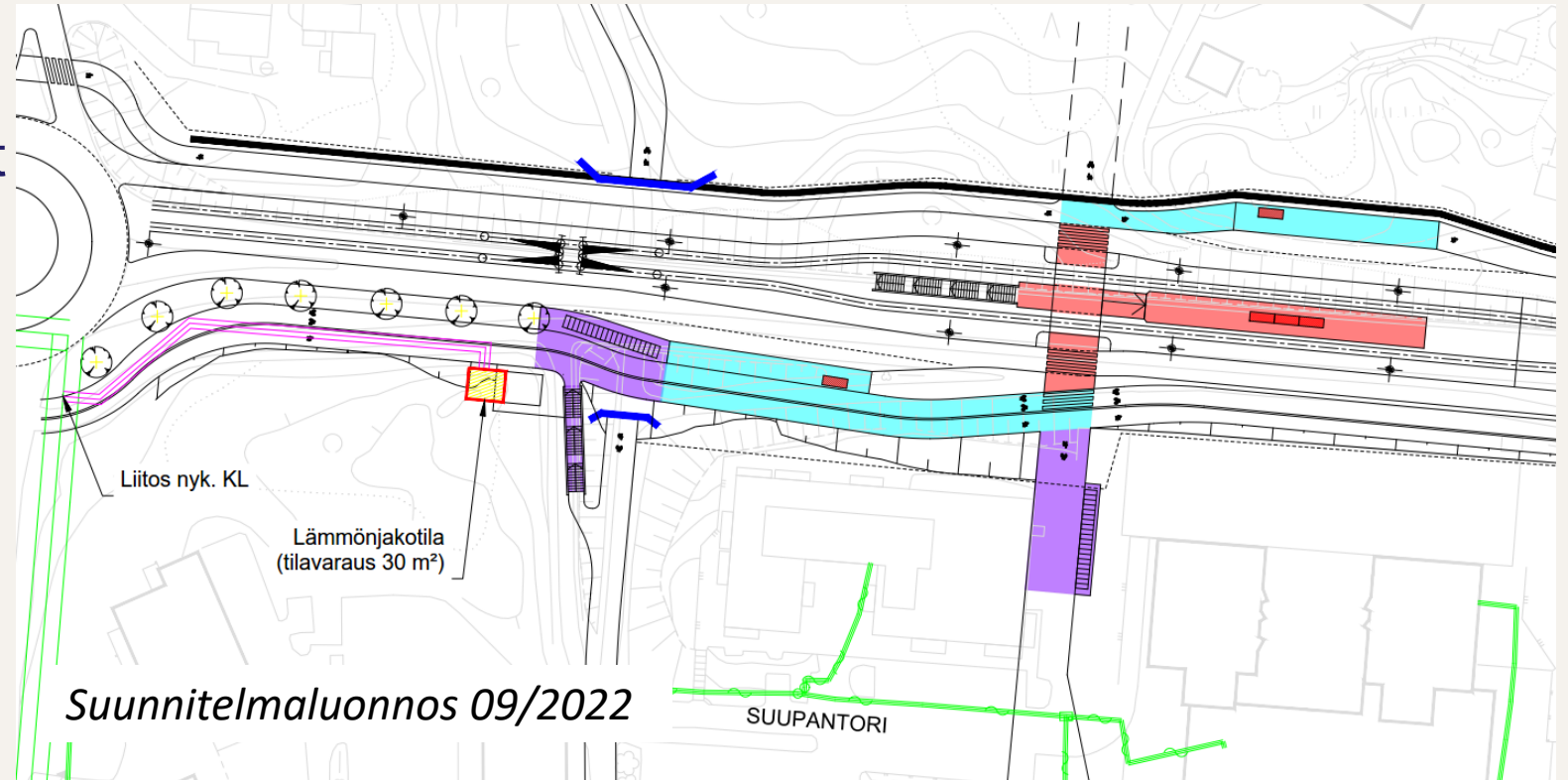
- Hankesuunnitelmassa on tarkoitus selvittää kolmen (3) eri kohteen katusulatuksen eri lämmönlähde vaihtoehtojen kannattavuus
- Kohteissa on kolme (3) eri katusulatuksen laajuusvaihtoehtoa
- Katujen kunnossapito vaatii lumenpoistoa, hiekoitusta ja suolausta
- Katusulatus vähentää yllä olevia toimintoja

KATUSULATUKSEN HYÖDYT JA HAITAT

- + Kadun talvikunnossapito ja liukkaudentorjunta helpottuu - erityisesti kohdissa, jotka ovat koneellisesti hankalasti kunnossapidettäviä
- + Jalankulkijoiden liukastumis- ja tapaturmariskit vähenevät
- + Kadun käyttömukavuus ja miellyttävyys jalankulkijoille paranevat
- Lumi ja sohjo haasteena, kun tulee paljon lunta
- Vaihtumisvyöhykkeen liukastumis- ja kaatumisriskit (lämmitetty/lämmittämätön)

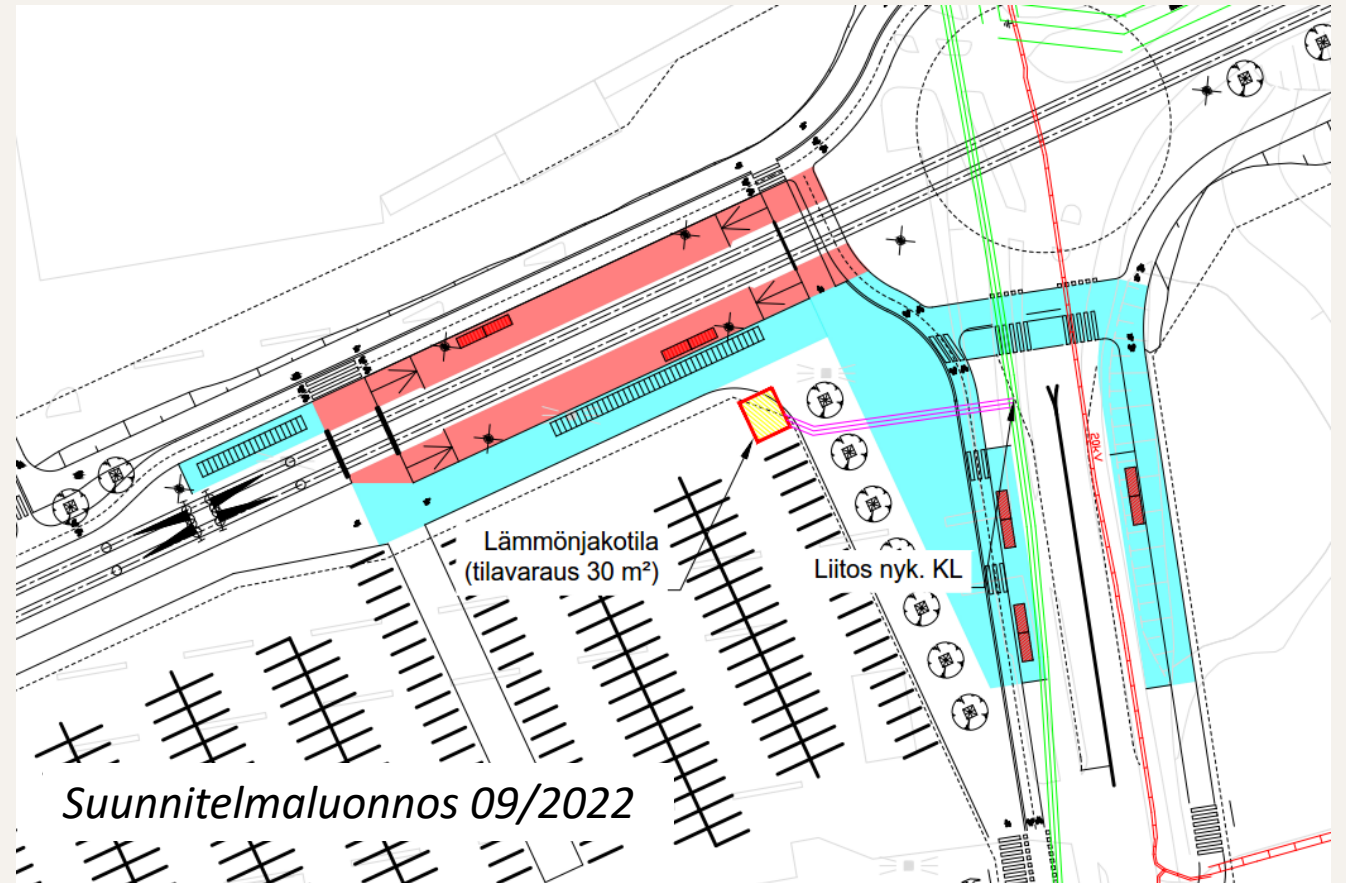
LAAJUUSVAIHTOEHDOT - SUUPPA

- Katusulatuksen alueet
 - pieni 450 m²
(punainen)
 - keski 1260 m²
(punainen+turkoosi)
 - iso 1780 m²
(punainen+turkoosi+lila)



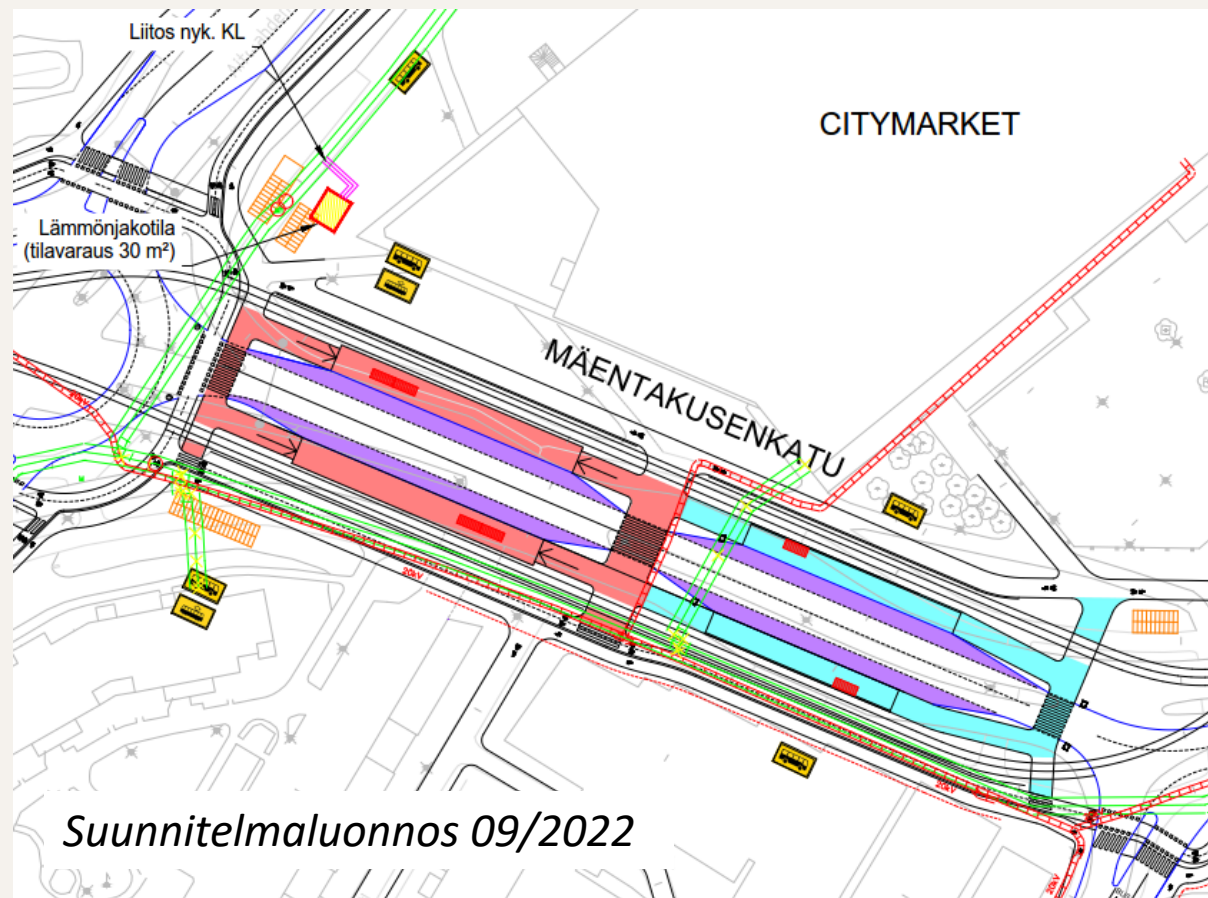
LAAJUUSVAIHTOEHDOT - PARTOLA

- Katusulatuksen alueet
 - pieni 740 m²
(punainen)
 - iso 2640 m²
(punainen+turkoosi)



LAAJUUSVAIHTOEHDOT – LINNAINMAAN PYSÄKKI

- Katusulatuksen alueet
 - pieni 1020 m²
(punainen)
 - keski 1790 m²
(punainen+turkoosi)
 - iso 2500 m²
(punainen+turkoosi+lila)



KATUSULATUKSEN MITOITUS

- Mitoituksen periaatteet
 - 300 W/m² (tyypillinen lumensulatuksen mitoitusteho)
 - 30 mm lunta/h sulattaa uutta lunta
 - -13°C lämpötilassa kadunpinta sulana
 - Keskimääräiset käyttötunnit Suomen sääoloissa noin 1100 h/a
- Energian hinnat (tyypillinen vuonna 2021)
 - Sähkö 100 €/MWh
 - Kaukolämpö 65 €/MWh

MUUTA HUOMIOITAVAA

- Katusulatuksen säätäminen
 - Ulkolämpötila ja kosteus
 - Maan pintalämpötila
 - Lumisade

VERTAILTAVAT LÄMMÖNLÄHTEET

- Suora sähkö
 - Pääkeskus
 - Lämmityskeskus
 - Sähkölämmityskaapelit



VERTAILTAVAT LÄMMÖNLÄHTEET

- Kaukolämpö
 - Nestekiertoinen lämmitysjärjestelmä (liuos 40 % propyleeniglykoli)
 - Vaatii laiterakennuksen 20...30 m² (tarkastelussa ei huomioitu mahdollisuutta sijoittaa laitteistoja viereisiin kiinteistöihin)
 - Mahdollisuus hyödyntää kaukolämmön paluuvettä
 - Koostuu
 - Kaukolämmön mittauskeskuksesta
 - Lämmönvaihtimesta
 - Kiertovesipumppuista
 - Paisunta- ja varolaitteista
 - Sulatuksen jakoputkistosta ja -kaivoista



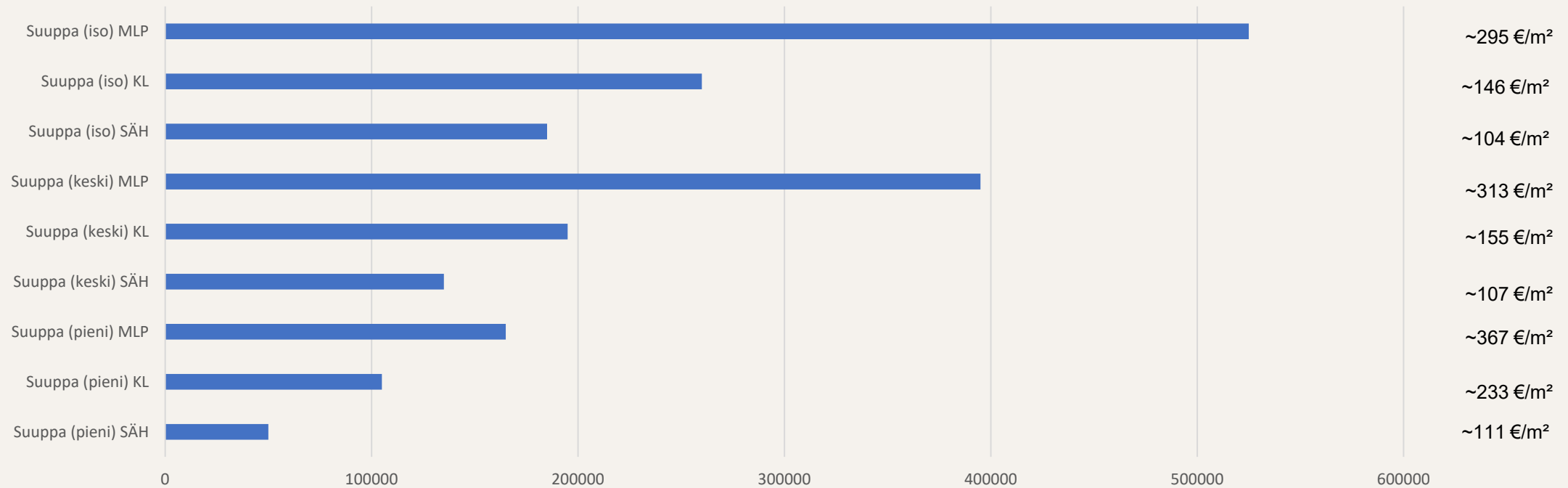
VERTAILTAVAT LÄMMÖNLÄHTEET

- Maalämpö
 - Nestekiertoinen lämmitysjärjestelmä (liuos 40 % propyleeniglykoli)
 - Vaatii laiterakennuksen 20...30 m² (tarkastelussa ei huomioitu mahdollisuutta sijoittaa laitteistoja viereisiin kiinteistöihin)
 - Koostuu
 - Lämpöpumpuista
 - Energiavaraajasta
 - Kiertovesipumppuista
 - Paisunta- ja varolaitteista
 - Energiakaivoista 5...26 kpl (~300 m/kpl)
 - Sulatuksen jakoputkistosta ja -kaivoista



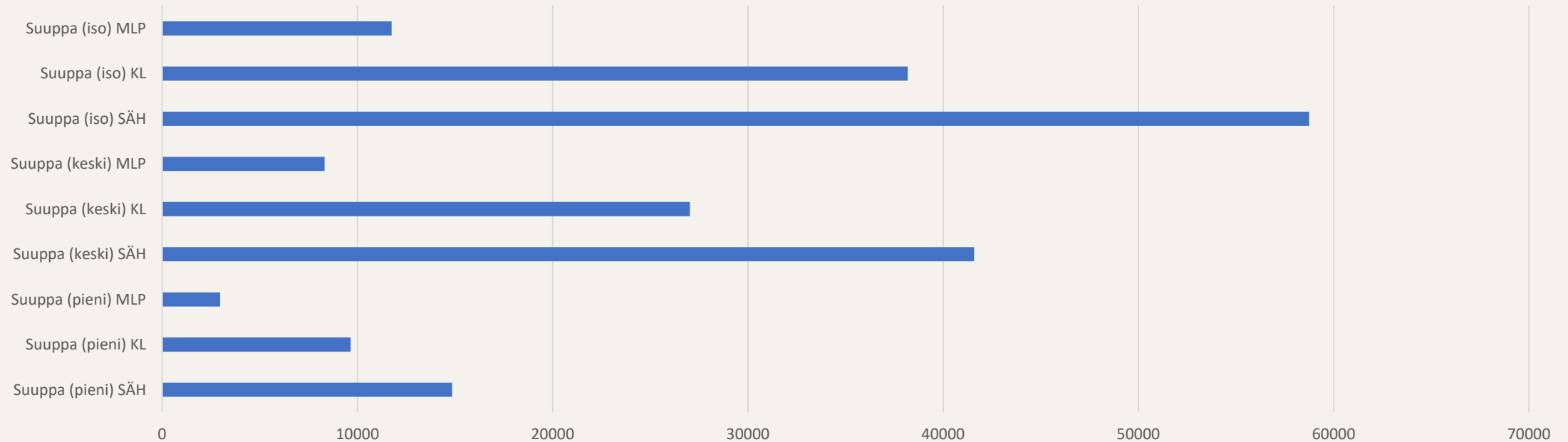
SUUPPA - ALKUINVESTOINTI

Lämmityslaitteiston alkuinvestointi €



SUUPPA – LÄMMITYSENERGIAN KUSTANNUKSET

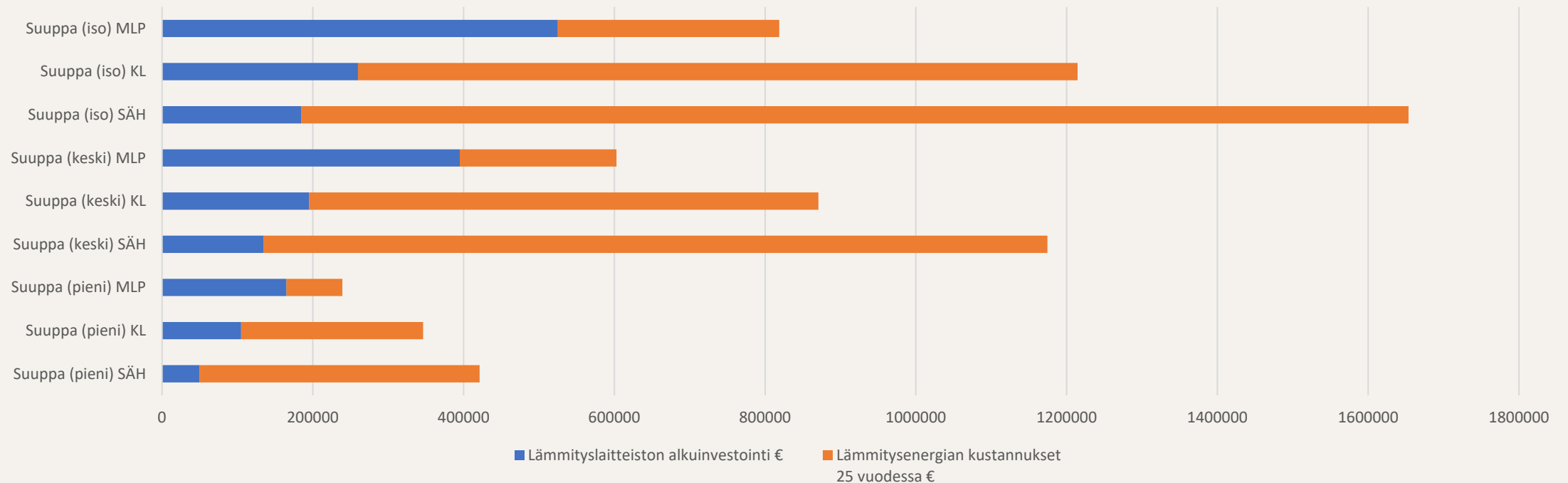
Lämmitysenergian hinta
vuodessa €/a



**Tampereen
Ratikka**

SUUPPA – LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN ELINKAARIKUSTANNUSTEN JAKAUTUMINEN

Lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannusten jakautuminen

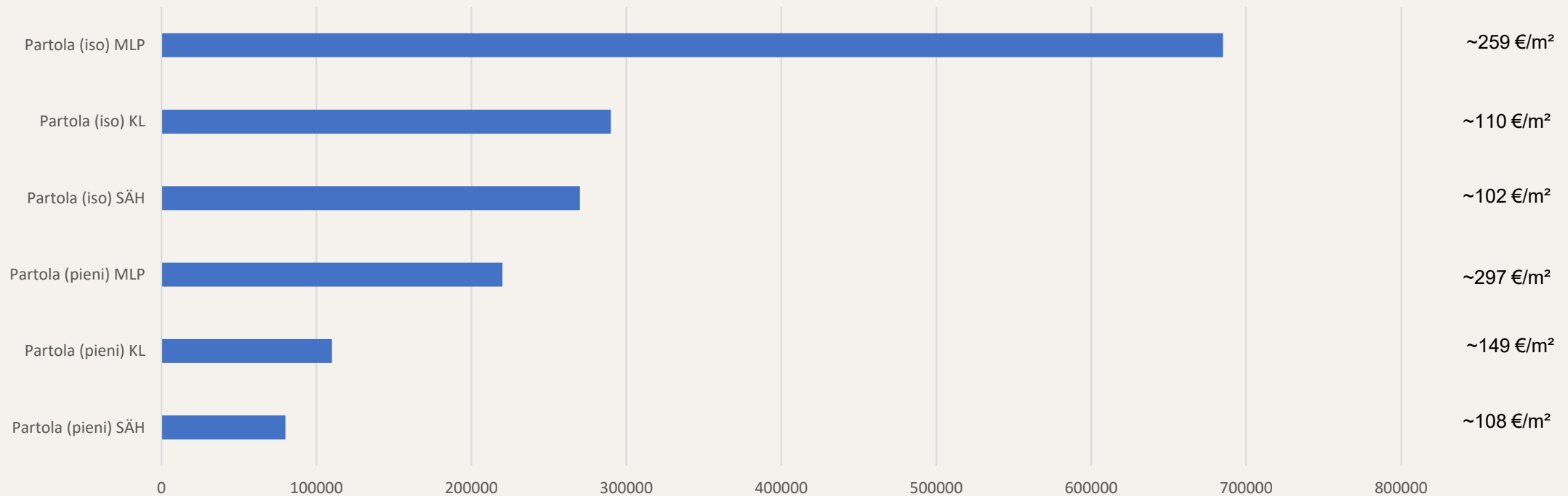


SUUPPA - TAKAISINMAKSUAJAT

- Kaukolämpö vs suora sähkö
 - Pieni – 10,6 a
 - Keski – 4,1 a
 - Iso – 3,6 a
- Maalämpö vs suora sähkö
 - Pieni 9,7 a
 - Keski 7,8 a
 - Iso 7,2 a
- Maalämpö vs kaukolämpö
 - Pieni 9,0 a
 - Keski 10,7 a
 - Iso 10,0 a

PARTOLA - ALKUINVESTOINTI

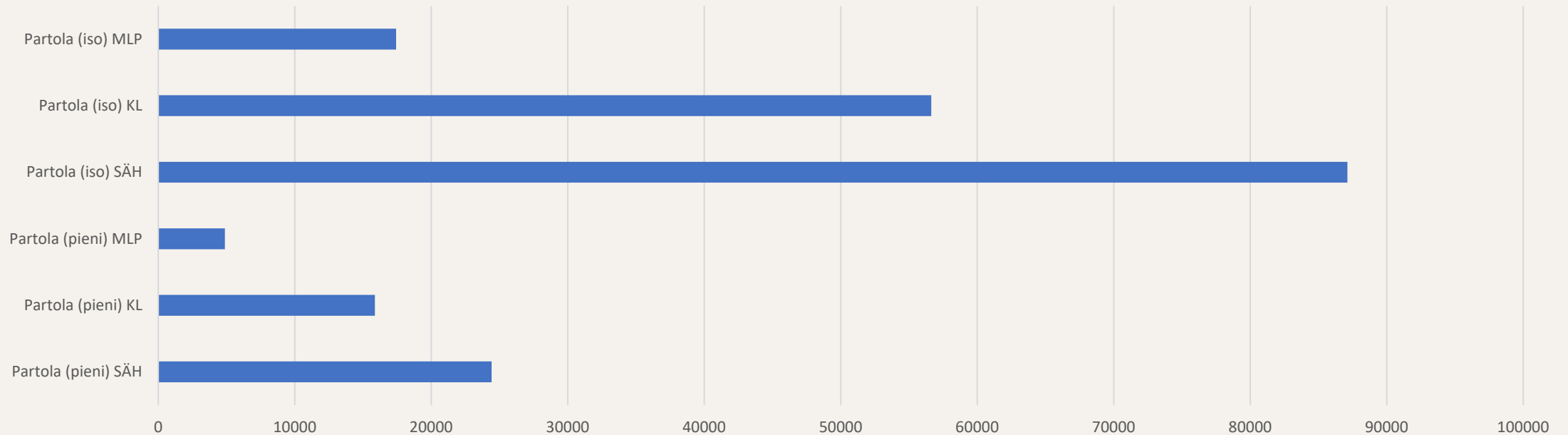
Lämmityslaitteiston alkuinvestointi €



**Tampereen
Ratikka**

PARTOLA – LÄMMITYSENERGIAN KUSTANNUKSET

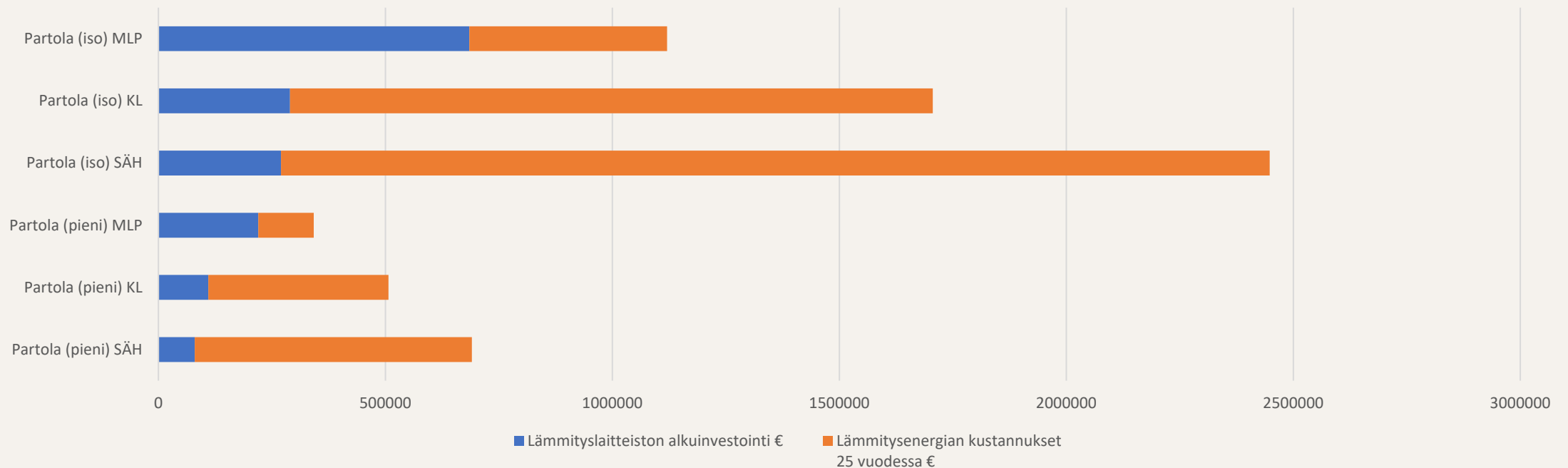
Lämmitysenergian hinta
vuodessa €/a



**Tampereen
Ratikka**

PARTOLA – LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN ELINKAARIKUSTANNUSTEN JAKAUTUMINEN

Lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannusten jakautuminen

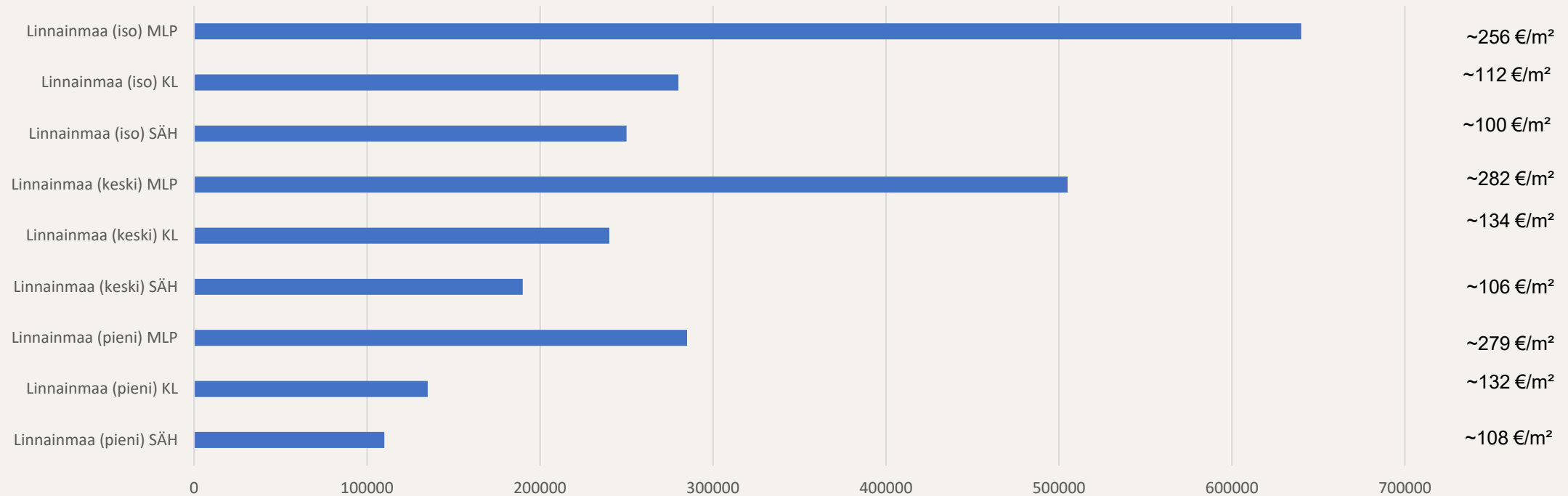


PARTOLA - TAKAISINMAKSUAJAT

- Kaukolämpö vs suora sähkö
 - Pieni – 3,5 a
 - Iso – 0,7 a
- Maalämpö vs suora sähkö
 - Pieni 7,2 a
 - Iso 6,0 a
- Maalämpö vs kaukolämpö
 - Pieni 10,0 a
 - Iso 10,1 a

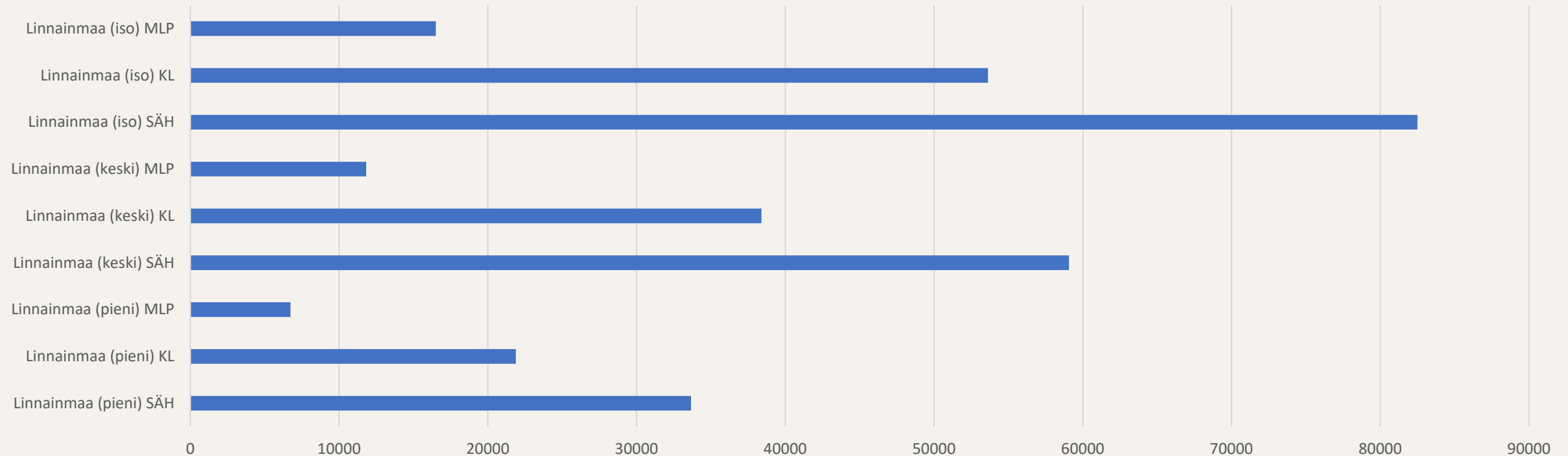
LINNAINMAAN PYSÄKKI - ALKUINVESTOINTI

Lämmityslaitteiston alkuinvestointi €



LINNAINMAAN PYSÄKKI – LÄMMITYSENERGIAN KUSTANNUKSET

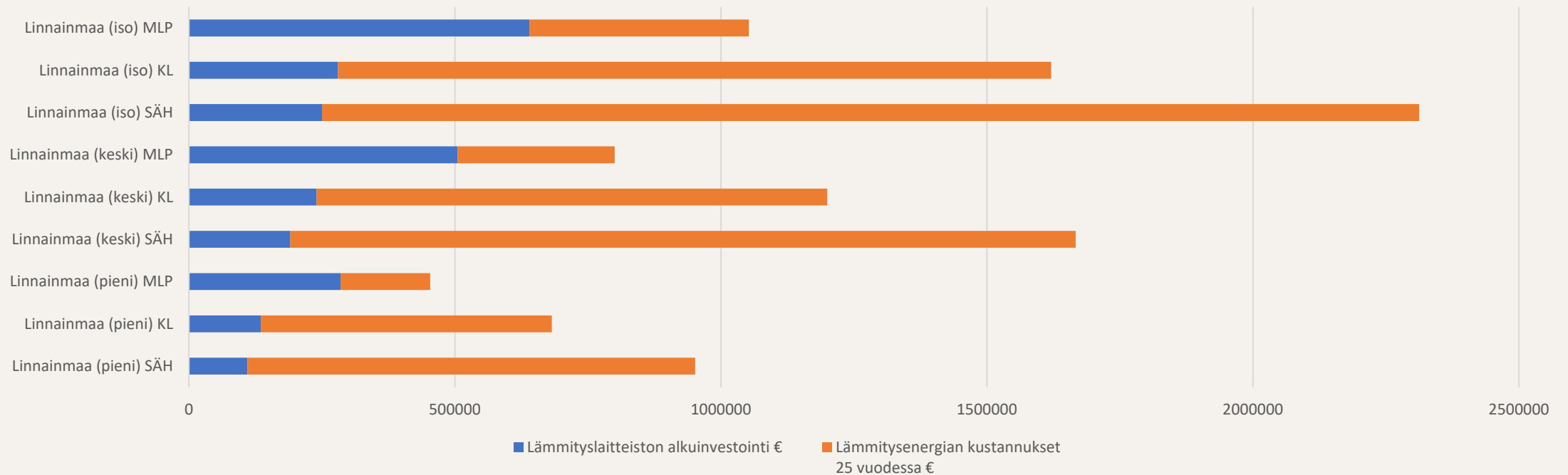
Lämmitysenergian hinta
vuodessa €/a



**Tampereen
Ratikka**

LINNAINMAAN PYSÄKKI – LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN ELINKAARIKUSTANNUSTEN JAKAUTUMINEN

Lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannusten jakautuminen eri alueittain KOILLISKESKUS



LINNAINMAAN PYSÄKKI - TAKAISINMAKSUAJAT

- Kaukolämpö vs suora sähkö
 - Pieni – 2,1 a
 - Keski – 2,4 a
 - Iso – 1,0 a
- Maalämpö vs suora sähkö
 - Pieni 6,5 a
 - Keski 6,7 a
 - Iso 5,9 a
- Maalämpö vs kaukolämpö
 - Pieni 9,9 a
 - Keski 10,0 a
 - Iso 9,7 a



YHTEENVETO

- Poikkeuksetta suora sähkö on kallein vaihtoehto 25 vuoden tarkastelujaksolla kaikilla eri kokovaihtoehdoilla
- Maalämpö on edullisin vaihtoehto 25 vuoden tarkastelujaksolla kaikilla eri kokovaihtoehdoilla
- Tämän hetkisen sähkön hinnan vaihtelun ja epävarmuuden puolesta sekä energiakaivojen sijoituksen haastavuudesta johtuen suositeltava vaihtoehto on kaukolämpö
- Katusulatuksen energiankulutukseen vaikuttaa oleellisesti säätöjärjestelmän toimivuus ja säätötavat
- Kadun pintamateriaaleilla on suuri merkitys lämmön välittymiseen. Paksut luonnonkivimateriaalit toimivat huonosti katusulatuksessa.