

LAAJASALON RATIKKAKORTTELIN ENERGIANKIERRÄTYSPOTENTIAALIN TARKASTELU JA ELINKAARIKUSTANNUSVERTAILU

Selvityksen taustat

- Helsingin kaupunki rakentaa Laajasaloon uuden raitiovaunuvarikon
 - Lisäksi alueelle suunnitellaan noin 40 000 m² asumista ja näiden pysäköintihalli
 - Varikolla on jatkuvasti lämpökuormia erityisesti muuntamoista
 - Lisäksi varikolla tarvitaan suuria ilmamääriä ympäri vuoden
 - Jäteilman kaikkea lämpöenergiaa ei saada talteen pelkän ilmanvaihdon lämmöntalteenoton avulla
 - Poistoilmalämpöpumppu tarpeen
 - Toisaalta Varikko ei pysty hyödyntämään kaikkea ylimääräistä lämpöä omassa käytössään
 - Samaan aikaan asuinrakennuksissa ja pysäköintihallissa on lämmitystarvetta
- Alueen ostoenergiaa voidaan vähentää energiaa kierrättämällä



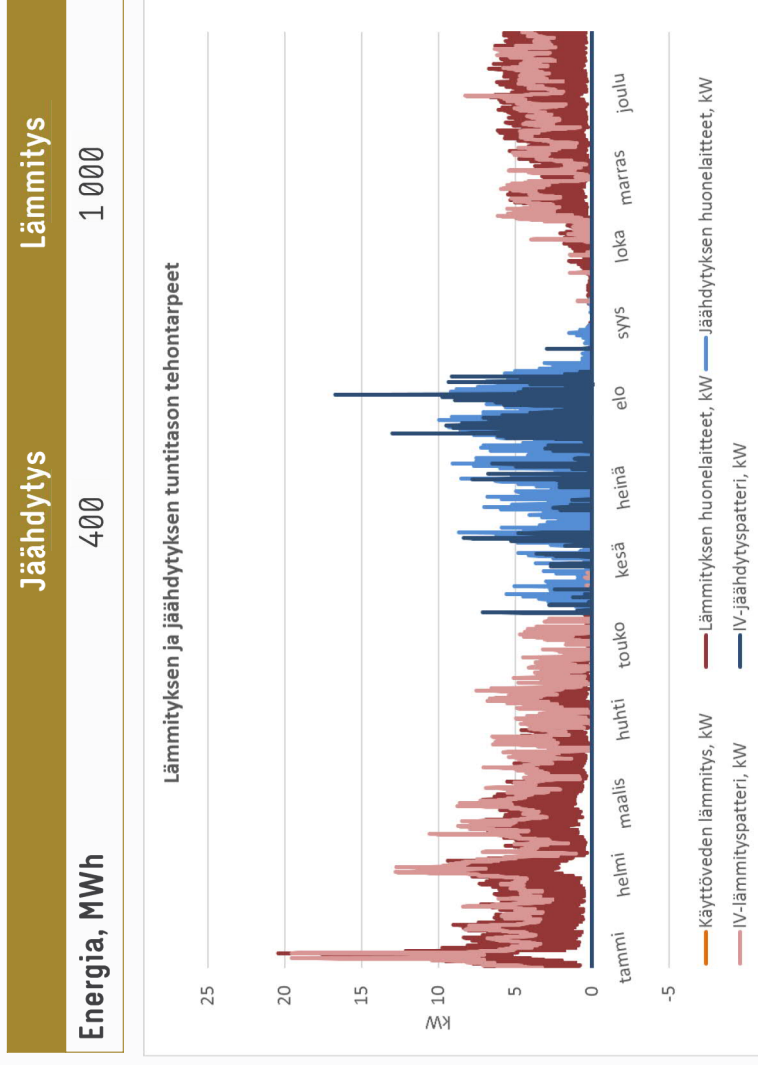
Laajasalon ratikkakortteihin havainnekuva. Anttinen Oiva Arkkitehdit Oy.

Selvityksen taustat

- Selvityksen tarkoituksena oli tutkia
 - Kuinka paljon lauhdelämpöä alueelle voidaan saada varikon hukkalämmönlähteistä?
 - Miten lauhdelämmön hyödyntäminen vaikuttaa alueen ostolämmön- ja ostosähköntarpeeseen sekä CO₂-päästöihin?
 - Millaiset ovat alueen elinkaarikustannukset, jos lämmitystarve katetaan kaukolämmöllä ja jäähdytystarve kaukokylmällä?
 - Millaiset ovat alueen elinkaarikustannukset, jos hukkalämpö kierrätetään ja muu lämmitystarve katetaan kaukolämmöllä ja jäähdytystarve kaukokylmällä?

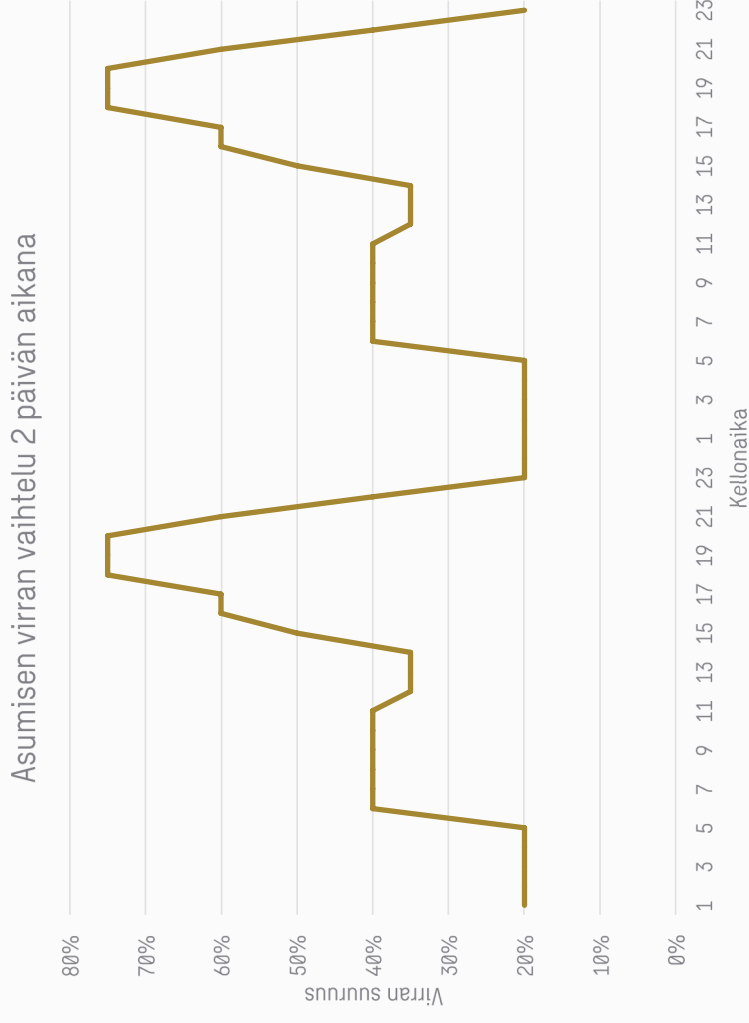
Varikon lämmitys- ja jäähdytysenergiantarve

- Varikosta laadittiin 3D-geometriamalli arkkitehtipohjien perusteella
- Varikon lämmitys- ja jäähdytysenergiantarve simuloitiin IDA ICE –energianlaskentaohjelmalla
 - Simulointituloksiin lisättiin Excel – laskentatyökalulla seuraavat energiankulutukset:
 - oviverhokoneiden lämmitysenergiantarve
 - lumen sulattamiseen kuluva lämmitysenergia
 - muuntamojen jäähdytysenergiantarve
 - Lisäksi simulointitulosten avulla arvioitiin jäteilmasta lämpöpumpun avulla saatavissa oleva lämpöenergian määrä



Muuntamojen jäähdytysenergiantarve

- Varikolle on suunniteltu useita sähkömuuntajia:
 - 2 kpl x 1 600 kVa muuntamo (ratasähkö)
 - 3 kpl x 1 000 kVa muuntamo (muu sähkö)
- Lisäksi alueelle oletettiin
 - 2 kpl x 1 000 kVa muuntamo (asuin kerrostalot)
 - 1 kpl x 1 000 kVa muuntamo (pysäköintihalli)
- Varikon muuntamojen tuntitason lämpötehon vaihtelu arvioitiin vuoden 2017 toteuman perusteella
- Asumisen muuntamon tuntitason lämpötehon vaihtelulle laadittiin oma profiili asumisen sähkön käytön perusteella
- Autohallin muuntamolle arvioitiin tasainen 30 % kulutusprofiili



Muuntamojen jäähdytysenergiantarve

- Muuntamoille oletettiin seuraavat lämpökuormat, jotka skaalattiin virran funktiona vastaamaan eri ajanhetkiä
- Muuntamojen lämpöhäviöt lisättiin osaksi alueellista energiaprofiilia ja laskettiin mukaan alueen jäähdytystarpeeseen

Muuntamo	Tyhjäkäyntihäviö	Täyden kuorman häviö
1 000 kVa	1 550 W	8 100 W
1 600 kVa	2 200 W	11 700 W

Muuntamoista syntyvät lämpöhäviöt



Lumen sulattamisen lämmitysenergiatarve

- Varikon lämmitysenergiatarpeessa huomioitiin lumen sulattamiseen vaadittava lämmitysenergia
- Säähavaintojen perusteella arvioitiin lumisadepäivien määrä perustuen sateen intensiteettiin ja lumen syvyyteen
 - Lumisateen intensiteetin ollessa yli 2 mm, oletettiin ratikoiden tuovan varikolle lunta 500 kg/raitiovaunu
- Lumen sulattamisen lämmitysenergiatarve lisättiin osaksi varikon kokonaislämmitysenergiatarvetta

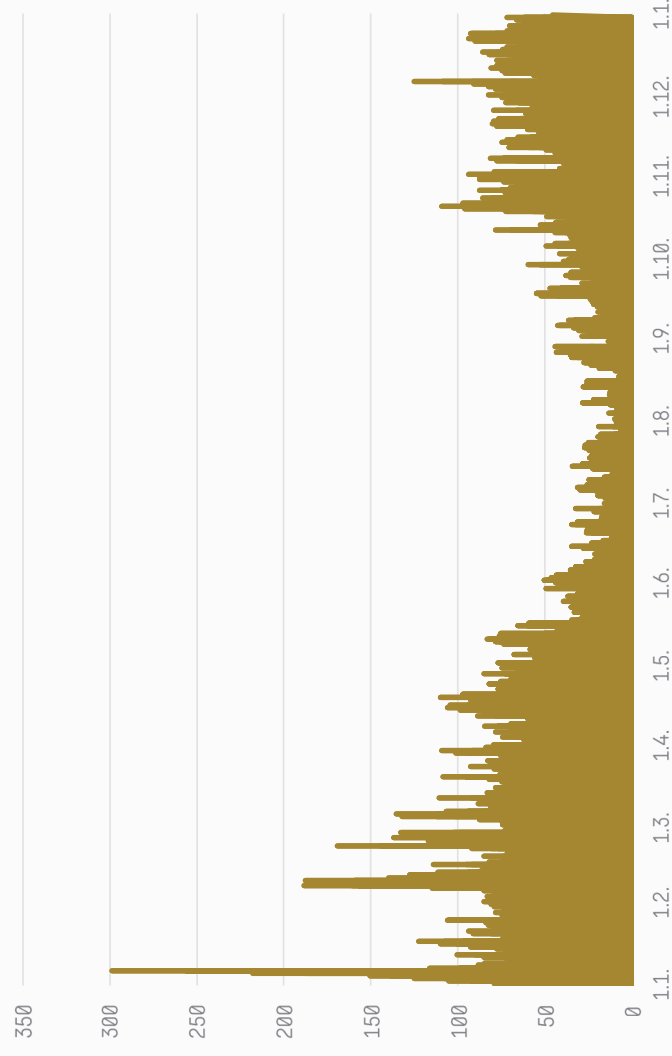
Lumen sulamiseen tarvittava energia yhden päivän aikana



Oviverhokoneiden lämmitysenergian tarve

- Raitiovaunujen ajaessa sisään ja ulos varikolta, syntyy lämpöhäviöitä ovien avautuessa ja päästäessä kylmää ilmaa hallin sisäpuolelle
 - Lämpöhäviöt huomioitiin oviverhokoneiden lämmitystehontarve –laskelmalla
 - Lähtötietona käytettiin ovien kokoa sekä tilaajalta saatua raitiovaunujen lähtö- ja saapumisaikoja varikolle
- Oviverhokoneiden lämmitysenergian tarve lisättiin osaksi varikon kokonaislämmitysenergian tarvetta

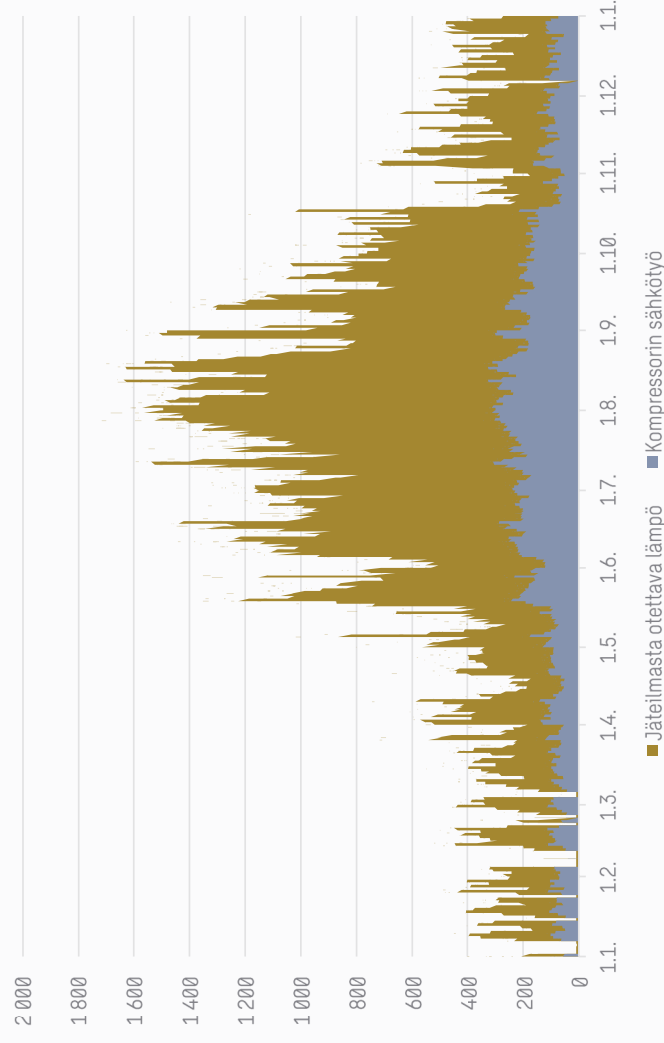
Oviverhokoneen
lämmitysteho, kW



Jäteilmasta saatava lämmitysenergia

- Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottolaitteet pystyvät hyödyntämään vain osan jäteilman lämpöenergiasta
- Varikolla on suuret ilmamäärät, joten jäteilman mukana poistuu paljon lämpöä ilmanvaihtokoneen tehokkaasta lämmöntalteenotosta huolimatta
- Varikon jäteilmasta voidaan ottaa huomattava määrä lämpöenergiaa talteen poistoilmalämpöpumpun avulla
- Saatavaa lämpöenergian määrää arvioitiin olettamalla, että jäteilma saadaan viilennettyä 0 Celsiustasteeseen
- Lämpöenergiaa ei saada, jos ulkolämpötila on alle -4 Celsiustastetta

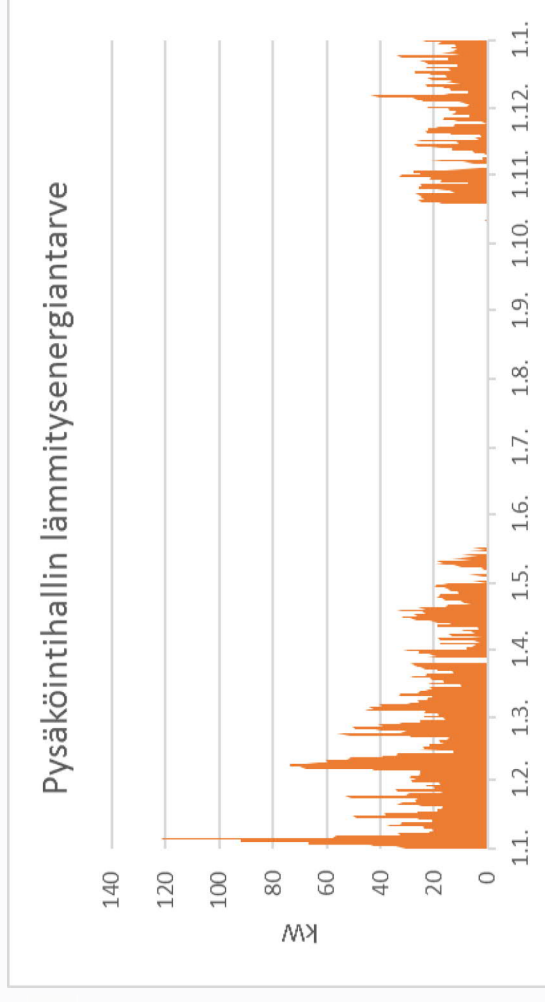
Jäteilmasta saatavissa oleva lämpöenergia ilmanvaihdon lämmöntalteenoton jälkeen



Pysäköintihallin lämmitysenergiatarve

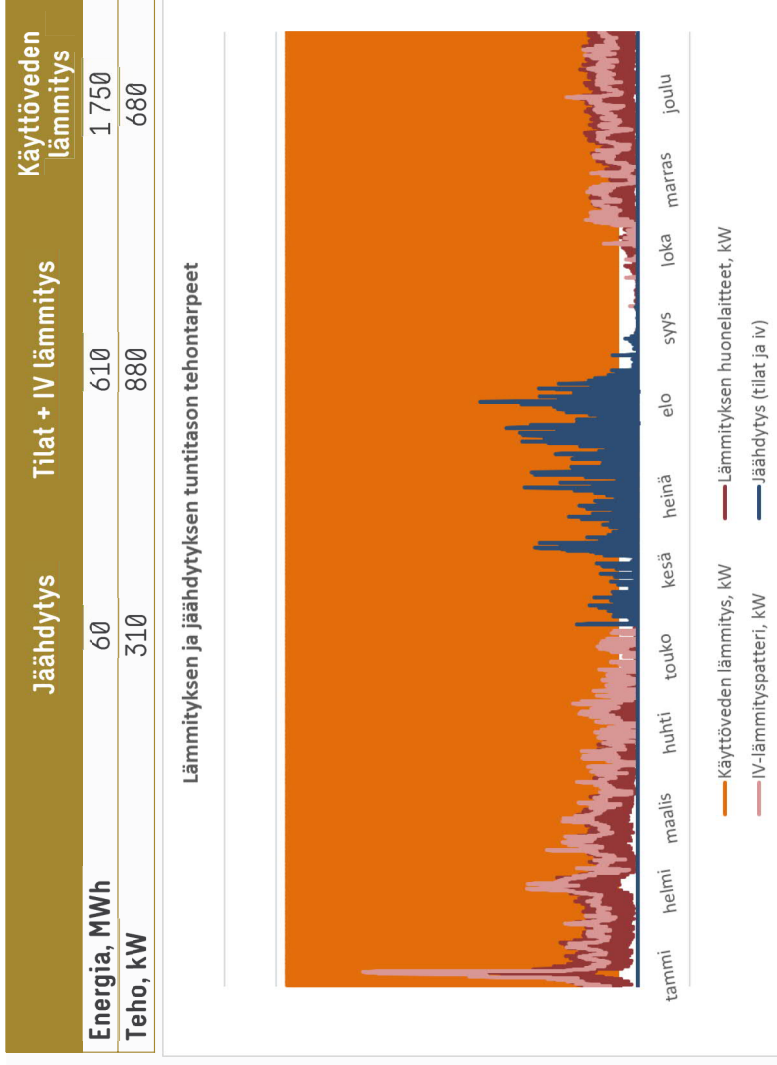
- Pysäköintihallin energiatarve simuloitiin IDA ICE – energiasimulointityökalulla
 - Pysäköintihalliin mallinnettiin ainoastaan tuloilman lämmitys
- Alueen kokonaislämmitysenergiatarpeeseen nähden pysäköintihallin lämmitysenergiatarve on vähäinen

IV lämmitys	
Energia, MWh	100
Teho, kW	120

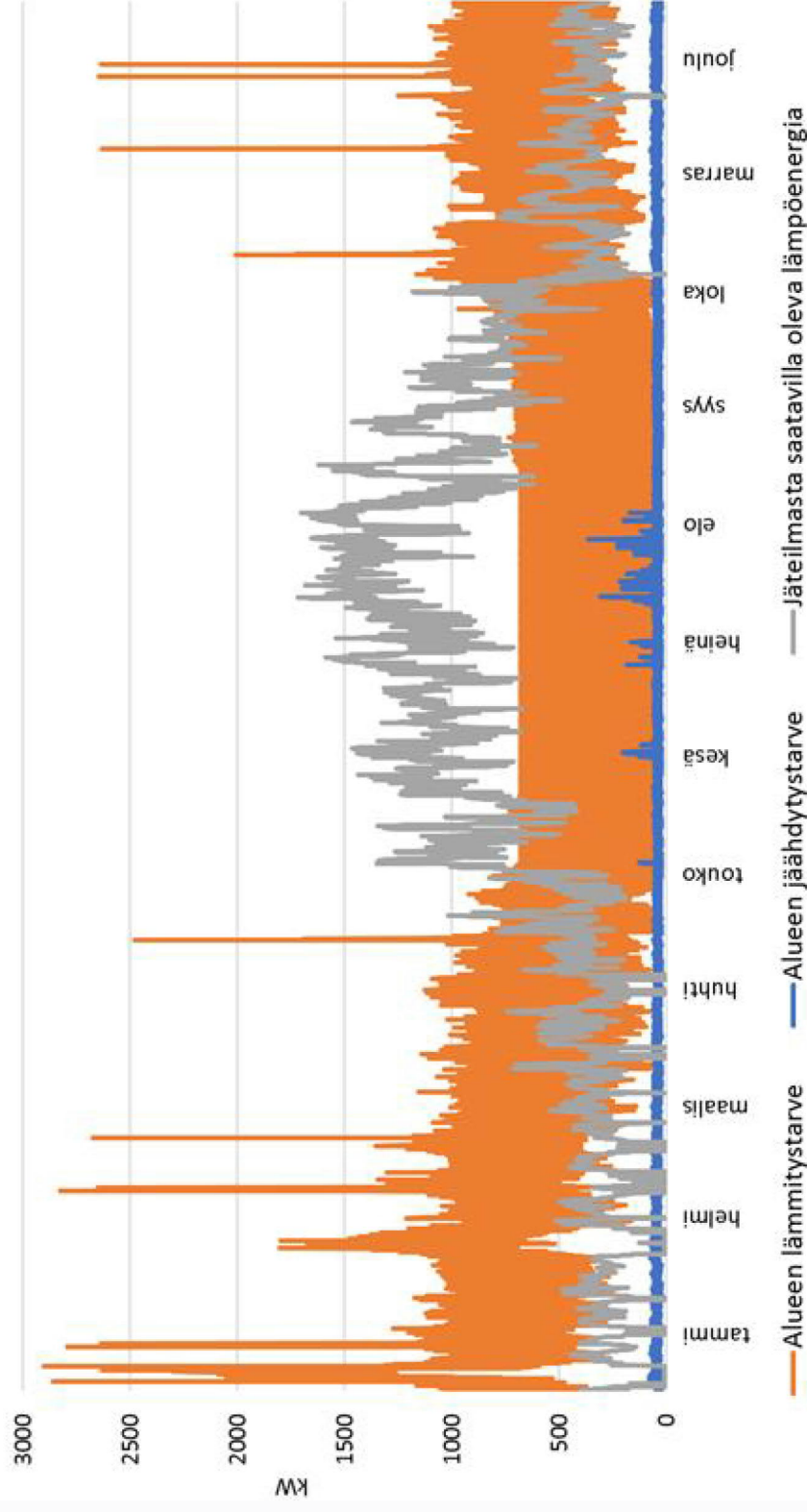


Asuinkerrostalojen lämmitys- ja jäähdytysenergiantarve

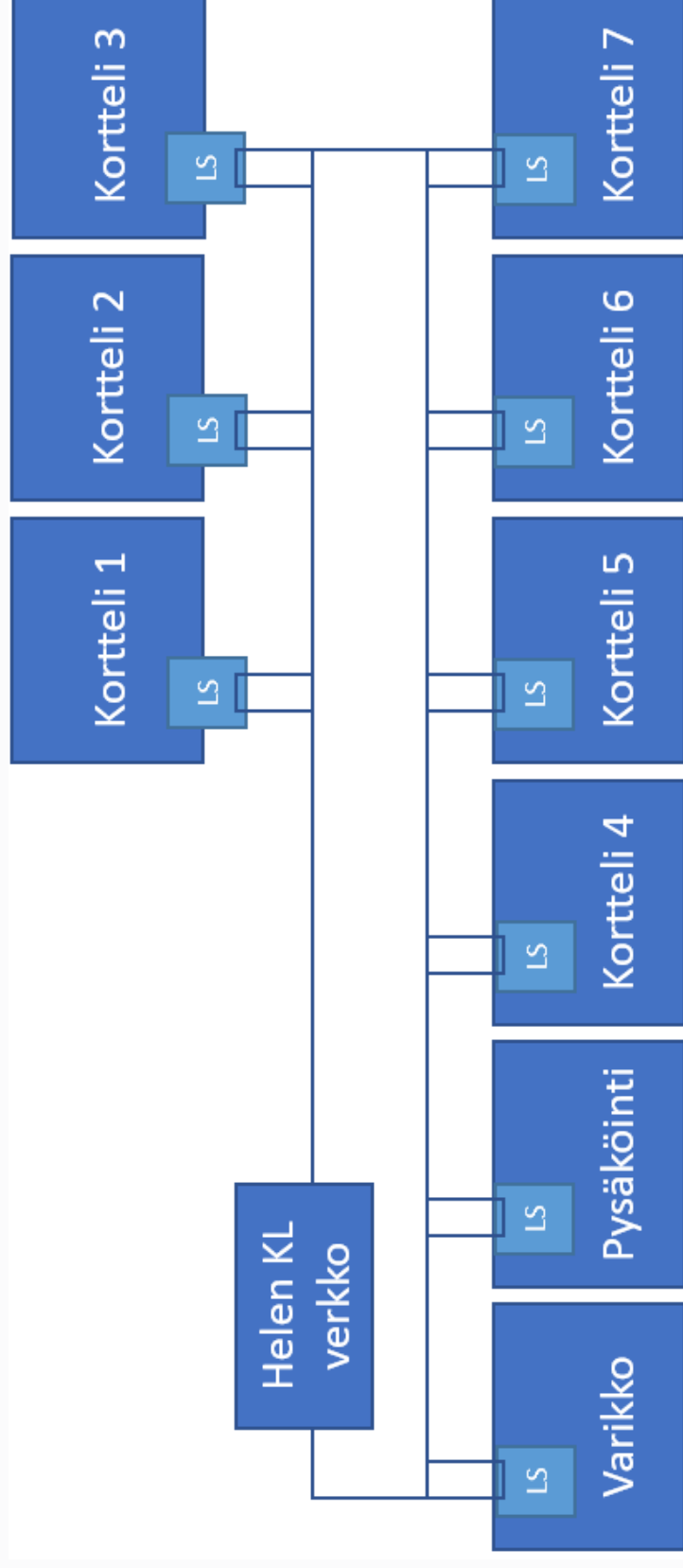
- Asuinkerrostalojen lämmitys- ja jäähdytysenergiantarpeet määriteltiin tyyppirakennuksen avulla
 - Asuinrakennukset valmistuvat 2020-luvulla, joten niihin oletettiin tuloilman viilennys sekä tilajäähdytyslaitteisto
- Käyttöprofiileina käytettiin FINVAC-tutkimuksen mukaisia käyttöprofiileja
- Tulevaisuuden asuinkerrostaloissa käyttöveden lämmityksellä on suuri rooli rakennuksen energiantarpeessa



Alueen energiaprofiili

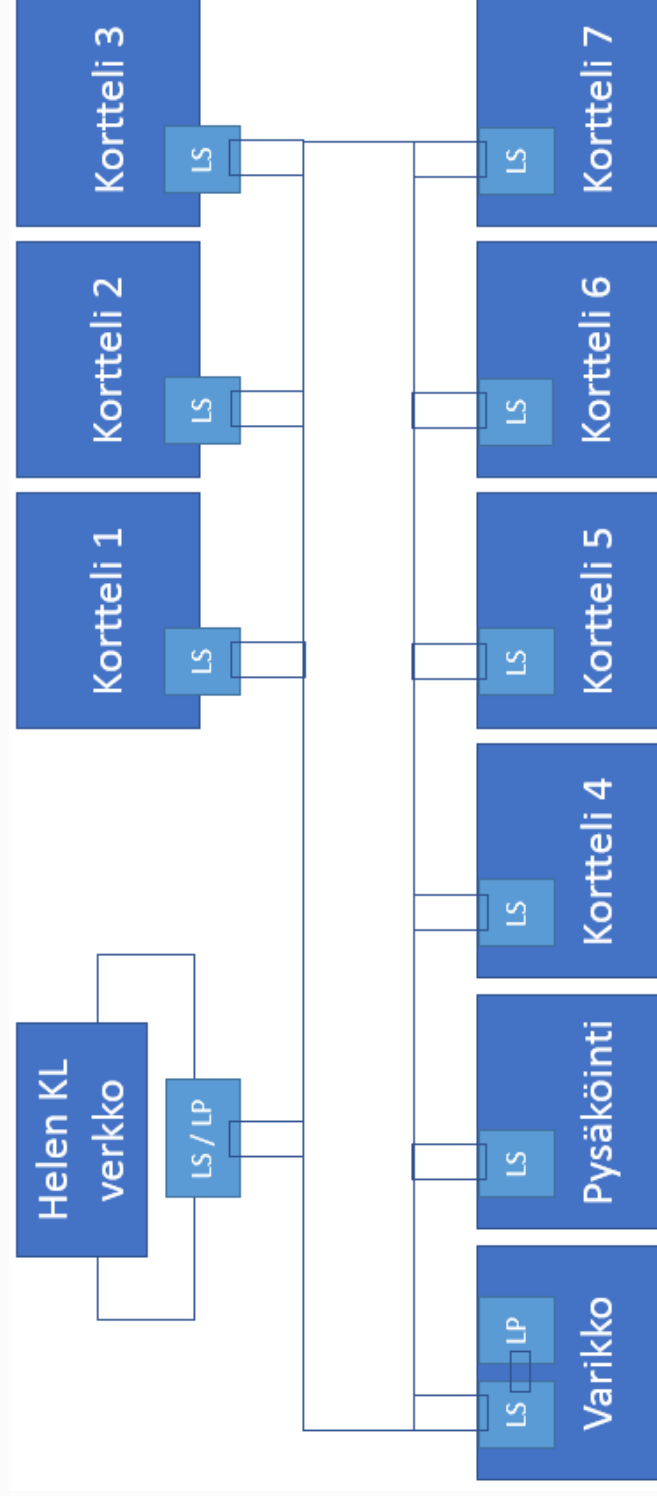


Vertailtavat vaihtoehdot: Kaukolämpö ja kaukokylmä



LS = Lämmönsiirrin, LP = lämpöpumppu

Vertailtavat vaihtoehdot: Energiankierrätys ja kaukolämpö/kaukokylmä



LS = Lämmönsiirrin, LP = lämpöpumppu

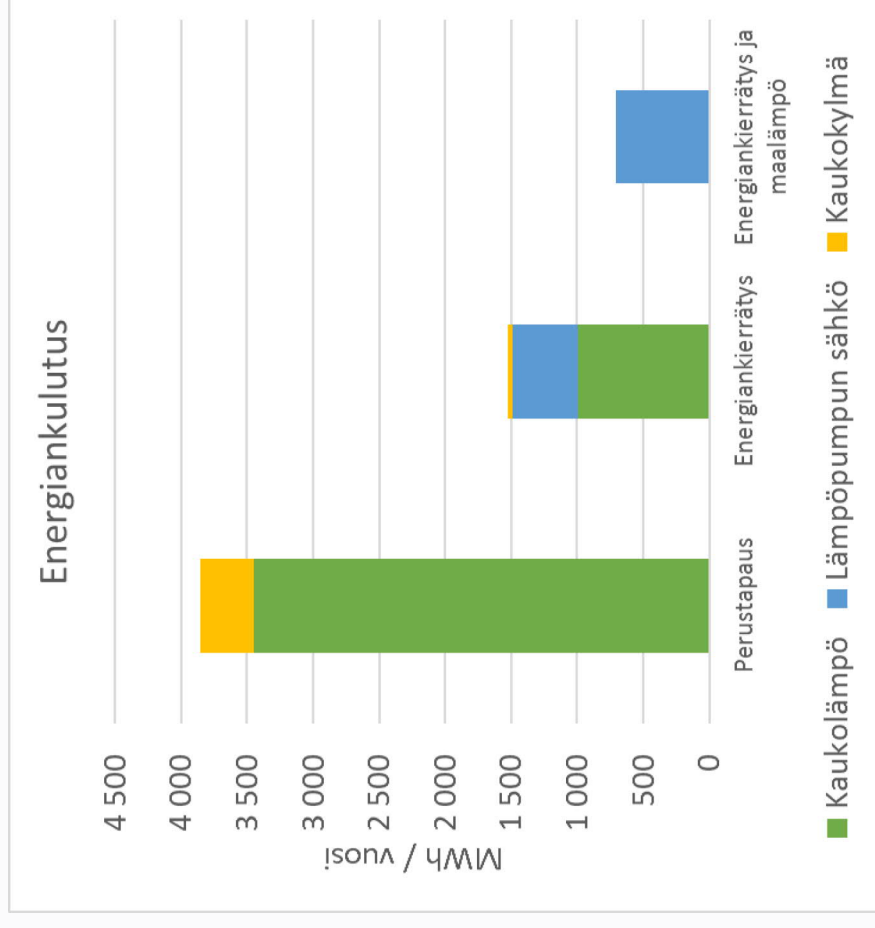
Vertailtavat vaihtoehdot: Investointikustannukset

- Perusratkaisussa jokaiseen rakennukseen hankitaan oma kaukolämpö- ja kaukokylmäliittymä
- Energiankierrätyksessä alueelle hankitaan yhteiset liittymät
 - Lisäksi tarvitaan investointi aluesiirtimeen, alueverkkoihin ja CO₂-lämpöpumppuun
 - Näillä investoinneilla varikon muuntamoista syntyvä jatkuva lämpökuorma sekä jäteilman lämmöstä otettava lämmitysenergia voidaan hyödyntää asuminen ja pysäköinnin lämmitysenergiantarpeen kattamisessa
- Energiankierrätysratkaisussa tarvittava lisäenergia voidaan tuottaa myös maalämpöjärjestelmällä ja sähkökattilalla, jolloin lisäinvestointi on noin 600 000 euroa
 - Tällöin ei tarvita kaukolämpöliittymää eikä aluesiirintä
 - Kaukokylmäliittymä tarvitaan kesän kulutushuippuihin

	Perusratkaisu	Energiankierrätys
Kaukolämpöliittymät	158 000	76 000
Aluesiirrin (lämpö)	-	42 000
Kaukokylmäliittymä	450 000	118 000
Alueellinen lämpö- ja kylmäverkko energiankierrätykseen	-	900 000
CO ₂ -lämpöpumppu	-	286 000
Yhteensä	608 000	1 422 000

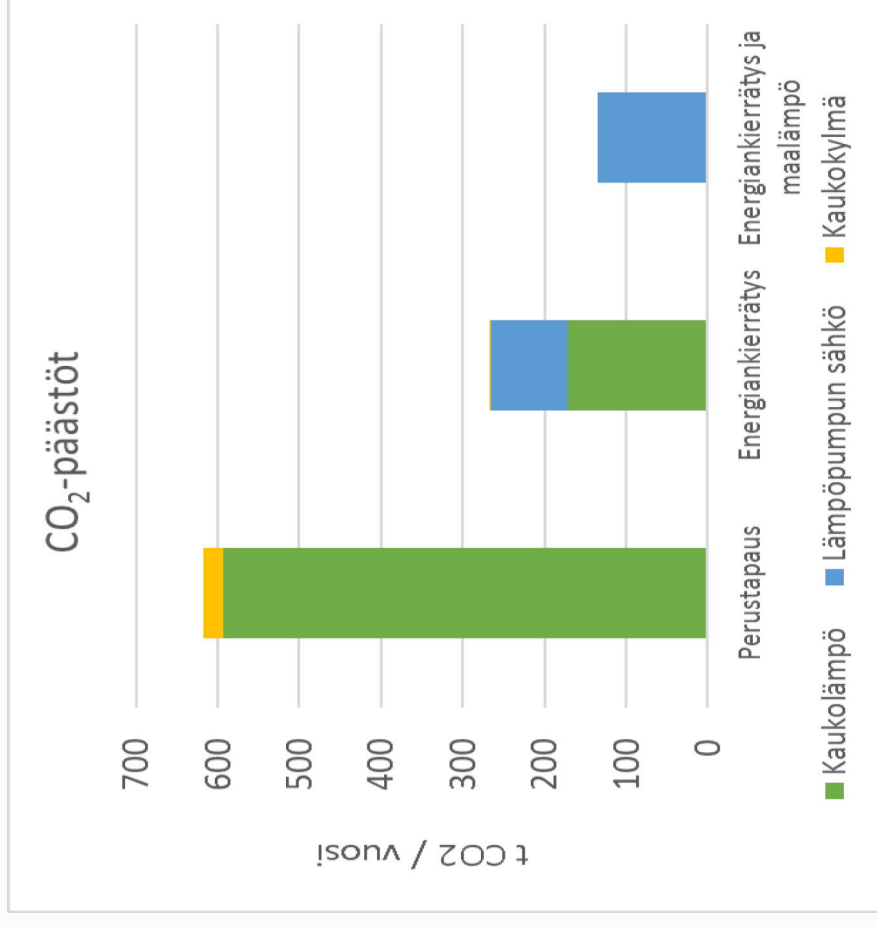
Ratkaisuvaihtoehtojen vertailu

- Perustapauksessa (kaukolämpö- ja kaukokylmä) energiaa ei kierrätetä: jäteilmasta ei kerätä ylimääräistä lämpöä talteen, vaan se lauhdutetaan ulkoilmaan
- Energiaa kierrättämällä energiankulutus tippuu alle puoleen perusratkaisusta
- Korvaamalla kaukolämpö- ja kaukokylmä maalämpöjärjestelmällä vähennetään energiankulutusta entisestään



Ratkaisuvaihtoehtojen vertailu

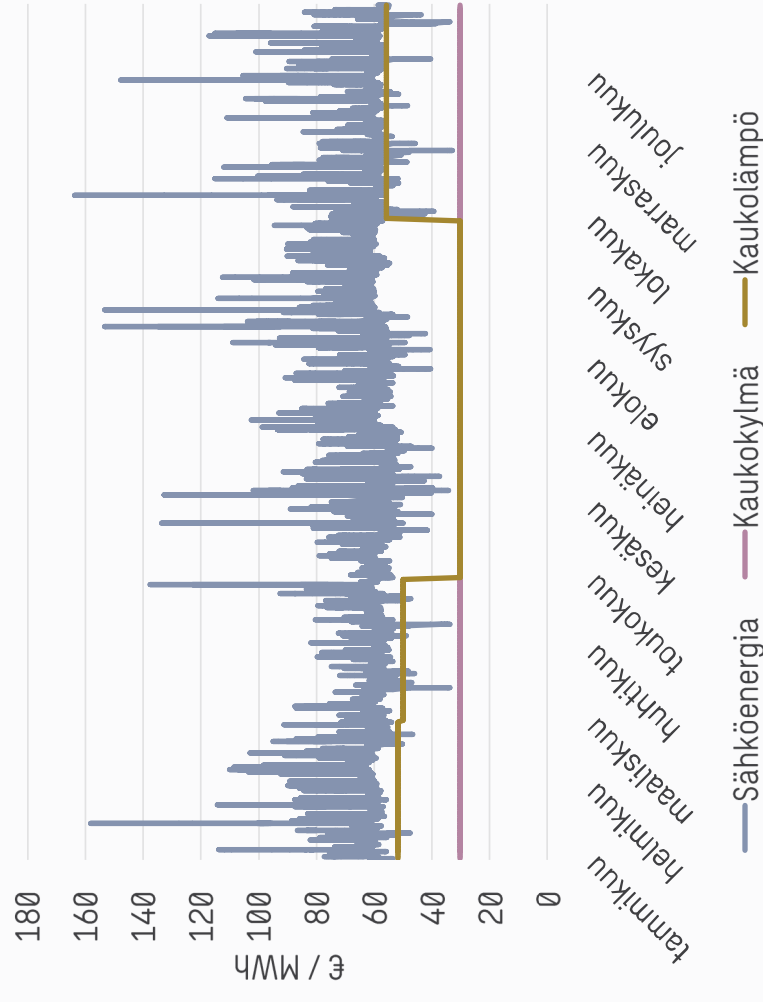
- Energiantarpeen vähentyessä myös CO₂-päästöt vähentyvät merkittävästi
 - Energiankierrätyksellä -50 % perustapaukseen verrattuna
 - Energiankierrätyksellä ja maalämpö-/-kylmäjärjestelmällä jopa -80 % perusratkaisuun verrattuna
- CO₂-päästöt on laskettu Helenin* ilmoittamilla päästökertoimilla
 - kaukolämpö 172 kg/MWh
 - kaukokylmä 61 kg/MWh
 - sähkö 191 kg/MWh



*<https://www.helen.fi/yritys/energia/energiantuotanto/sahkon-ja-lammon-ominaispaastot/>

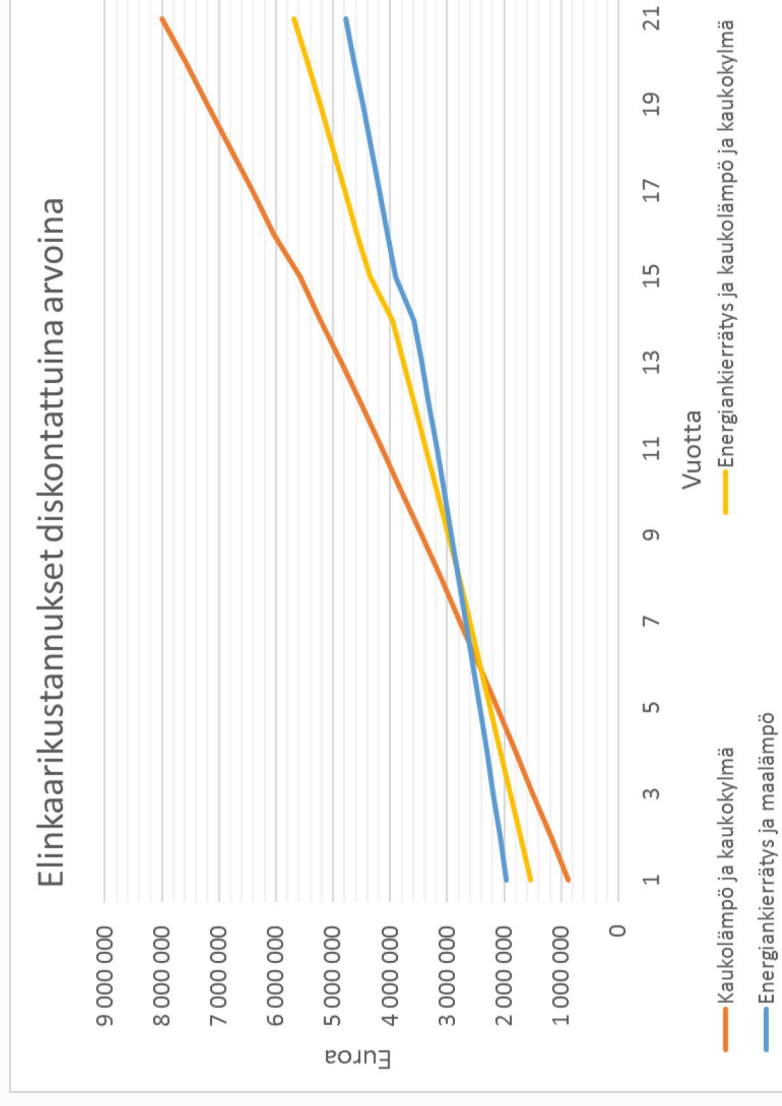
Elinkaarikustannukset

- Sähköenergialle käytettiin Nordpoolin toteutunutta vuoden 2017 tuntitason energianhintoja sekä Helenin sähkön siirtohintoja
- Kaukolämmölle käytettiin Helenin kausitariffin mukaisia hintoja
- Kaukokylmälle käytettiin Heleniltä saatua hintaa ympäri vuoden
- Diskonttaus korkona käytettiin 3.0 % ja energianhinnan nousuna 4.6 % vuodessa



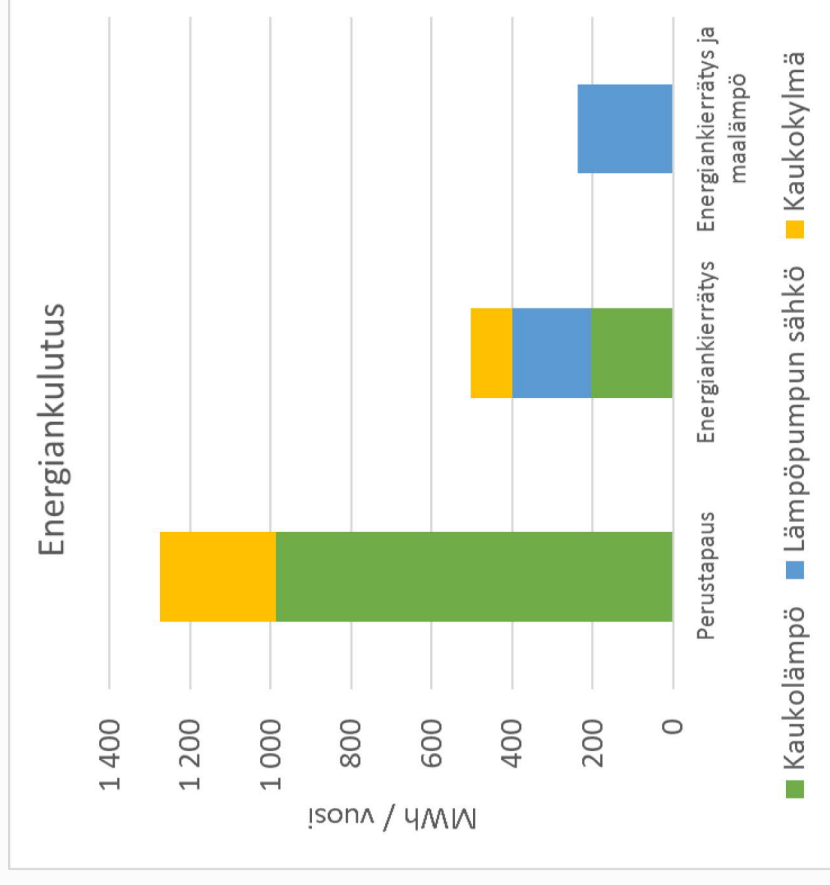
Elinkaarikustannukset

- Energiankierrätys on investointina huomattavasti suurempi, mutta maksaa itsensä takaisin pienempinä käyttökuluina noin 6 vuodessa
- Maalämpöjärjestelmällä vuotuisia kustannuksia saataisiin laskettua entisestään
 - Takaisinmaksuaika maalämpöjärjestelmällä olisi noin 8 – 9 vuotta energiankierrätykseen ja kaukolämpöön verrattuna



Varikon erillistarkastelu

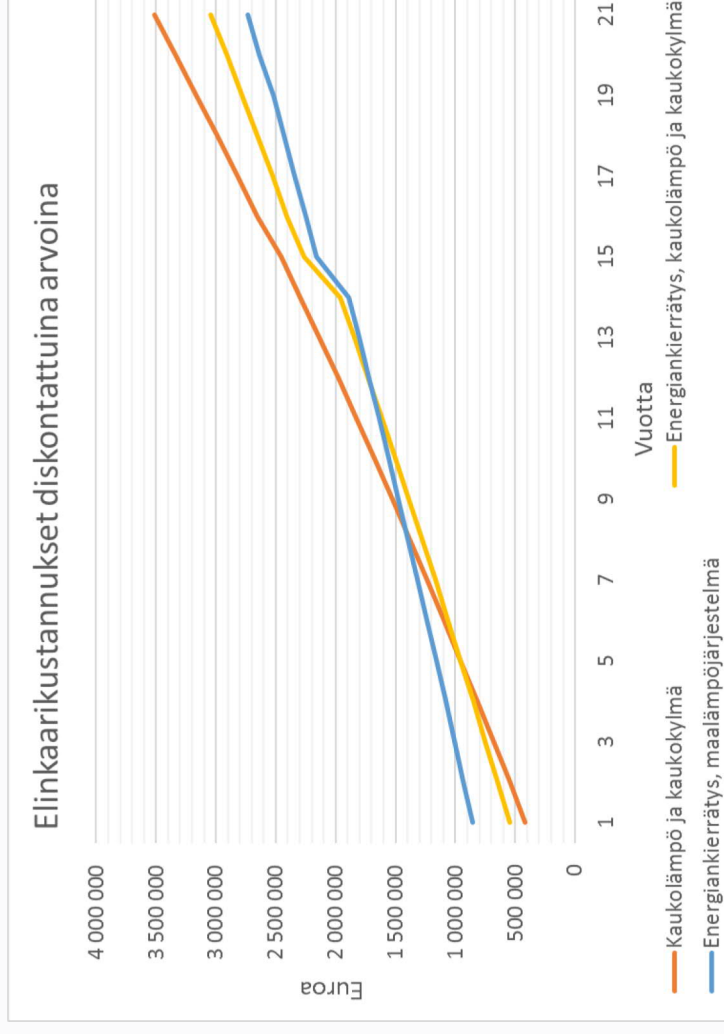
- Jos Varikon lämmitys- ja jäähdytysenergiantarve katetaan kaukolämmöllä ja –kylmällä, on vuotuinen energiakustannus noin 130 000 euroa (energia+teho)
- Energiankierrätysratkaisussa vastaava kustannus on noin 96 000 euroa
 - Käyttämällä varavoimana maalämpöjärjestelmää kaukolämmön ja –kylmän sijaan saadaan vuotuiset energiamaksut laskemaan 70 000 euroon
- Tehomaksut nostavat vuotuisia käyttökustannuksia merkittävästi erityisesti maalämpöjärjestelmässä
- Tämän jälkeen Varikon hukkaenergiälähteistä voidaan kerätä vielä noin 5 000 MWh lämpöä, jonka myynnistä voisi saada 30 000 – 50 000 euroa voittoa riippuen lämmön ostohinnasta ja tarvittavasta lämpötilatasosta



*Lämpöpumpun kuluttama sähköenergia on suoraan riippuvainen siitä, kuinka korkeaan lämpötilaan tarvittava lämpöenergia joudutaan nostamaan. Alueverkossa lämpötilatasoksi riittää noin 65 °C, mutta kaukolämpöverkossa tarvitaan huomattavasti korkeampia lämpötilatasoja.

Varikon erillistarkastelu

- Kaukolämpö ja –kylmäjärjestelmän alkuinvestointi on noin 300 000 euroa
 - Energiankierrätysratkaisun alkuinvestointi on noin 460 000 euroa
 - Energiankierrätys + maalämpöjärjestelmän alkuinvestointi on noin 810 000 euroa
 - CO₂-lämpöpumpun vuotuisiksi huoltokustannuksiksi on arvioitu noin 6 500 euroa
- Energiankierrätys maksaa itsensä takaisin noin 6 vuodessa pelkkään kaukolämpöön ja –kylmään verrattuna
- Maalämpöjärjestelmän lisääminen energiankierrätysjärjestelmään on kannattavaa noin 13 vuoden aikajänteellä
- Kannattavuutta voidaan parantaa myymällä lämpöä esim. Helenin kaukolämpöverkkoon tai aluelämpöverkkoon



A long, curved bridge spans across a wide body of water. The sky is filled with a vibrant sunset, with orange and yellow hues dominating the scene. The bridge's structure is visible, showing a series of supports and a truss-like design. The water reflects the light from the sky, creating a shimmering effect. The overall atmosphere is serene and majestic.

SWECO 