



# RAVE – uusiutuvat energiamuodot sekä energiantuotannon muutokset

Koonnut eri lähteistä Miia Rönkkö 1.7.2021

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Johdanto

Tämä diaesitys on osa Kajaanin ammattikorkeakoulun RAVE-hankkeen työpakettia (TP3 Energiamuotojen kartoitus).

- Osassa 1 käymme läpi uusiutuvia energiamuotoja yleisesti.
- Osassa 2 käsitellään energiantuotannon muutoksia ja asioita joita siihen liittyy suuremmassa mittakaavassa.
- Osassa 3 esitellään Kajaanin Sammonkaarikortteliin tehtyä energiasuunnitelmaa, ja siinä olevia ratkaisuja.

RAVE-hanke keskittyy vähähiiliseen rakentamiseen ja erilaisiin ratkaisuihin etenkin kiinteistöjen yhteydessä. Koska energiantuotantokokonaisuus on todella laaja, tässä kartoituksessa ei keskitytä pelkästään kiinteistöihin.

RAVE-hankkeesta löydät lisätietoa: [kamk.fi/rave](http://kamk.fi/rave)



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



# Osa 1: Uusiutuvat energiamuodot

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Uusiutuvat energiamuodot

Uusiutuvalla energiamuodoilla tarkoitetaan tässä esityksessä energianlähteitä, jotka ovat loputtomia, jolloin niiden hyödyntäminen ei vaaranna energialähteen uusiutumista. Näin ollen bioenergiaa ei tässä esityksessä käsitellä.

Käsittelyssä:

- Aurinkoenergia: aurinkosähkö ja -lämpö
- Tuulivoima, pientuulivoima
- Maalämpö ja/tai -viileä
- Hukkalämpö, lämmön talteenotto



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkoenergia

- Aurinko tuottaa energiaa luonnostaan ja on valtava energian lähde. Se säteilee 14,5 sekunnissa yhtä paljon energiaa kuin ihmiskunta käyttää vuorokaudessa.
- Energia tulee maapallolle säteilyinä eri aallonpituuksilla, pääasiassa näkyvänä valona, ultraviolettisäteilyinä, infrapunasäteilyinä ja lämpösäteilyinä.
- Auringon säteilyenergia ilmoitetaan muodossa  $W/m^2$  eli puhutaan säteilyn intensiteetistä.
- Aurinkoenergiaa käytetään sähkön ja lämmön tuotantoon. Aurinkokeräimillä kerätään lämpöä ja aurinkopaneeleilla tuotetaan sähköä.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähkö

- Aurinkosähkö on jollain tekniikalla auringonsäteilyä tuotettua sähköä.
  - Tavallisin tekniikka on aurinkokennot (valosähköinen ilmiö, photovoltaic eli PV).
  - Muita tekniikoita ovat keskittävät aurinkovoimalaitokset (Concentrating Solar Power eli CSP) ja keskittävät aurinkokennot (Concentrating Photovoltaics eli CPV).
- Aurinkosähkön tuotanto on suurimman osan paneelien elinkaarta täysin päästötöntä, ja alkaa nykyään olla myös investoinneiltaan edullista. Takaisinmaksuaika noin 12 vuotta.
- Aurinkosähkö on vaivatonta ja pitkäikäistä sekä vähentää ostosähkön tarvetta.
- Aurinkosähköjärjestelmä voidaan käyttää verkkoon kytkemättömänä esim. kesämökeillä tai verkkoon kytkettynä.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähköteknologiat

- Aurinkokennojen yleisin valmistusmateriaali on yksi- tai monikiteinen pii.
  - Ohutkalvokennot tehdään lisäämällä hyvin ohuita kerroksia valoherkkää ainetta pohjamateriaalille.
  - Nykyisin aurinkopaneelit valmistetaan lähes yksinomaan yksikiteisestä piistä.
- Paneelien tehon yksikkö on Wp, joka tarkoittaa aurinkopaneelin enimmillään tuottamaa tehoa standardioloissa, ns. nimellisteho.
  - Nimellisteholtaan 1000 Wp paneelijärjestelmä vaatii 6-8 m<sup>2</sup> pinta-alan.
- Aurinkosähköjärjestelmän tehoon vaikuttaa säteilyn määrä, hyötysuhde, lämpötila, suuntauskulma ja puhtaanapito.
- Aurinkopaneelien tekninen ikä on noin 25 vuotta, jolloin paneelien tehosta on kuitenkin edelleen jäljellä noin 80 %.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähköjärjestelmät

- Verkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän pääkomponentit ovat aurinkopaneelit sekä invertteri, joka muuttaa tasavirran vaihtovirraksi.
  - Invertteri voi olla 1- tai 3- vaiheinen
- Järjestelmän mitoitus on tärkeää. Aurinkosähkö kannattaa hyödyntää itse niin paljon kuin mahdollista. Verkkoon myyminen heikentää kannattavuutta.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



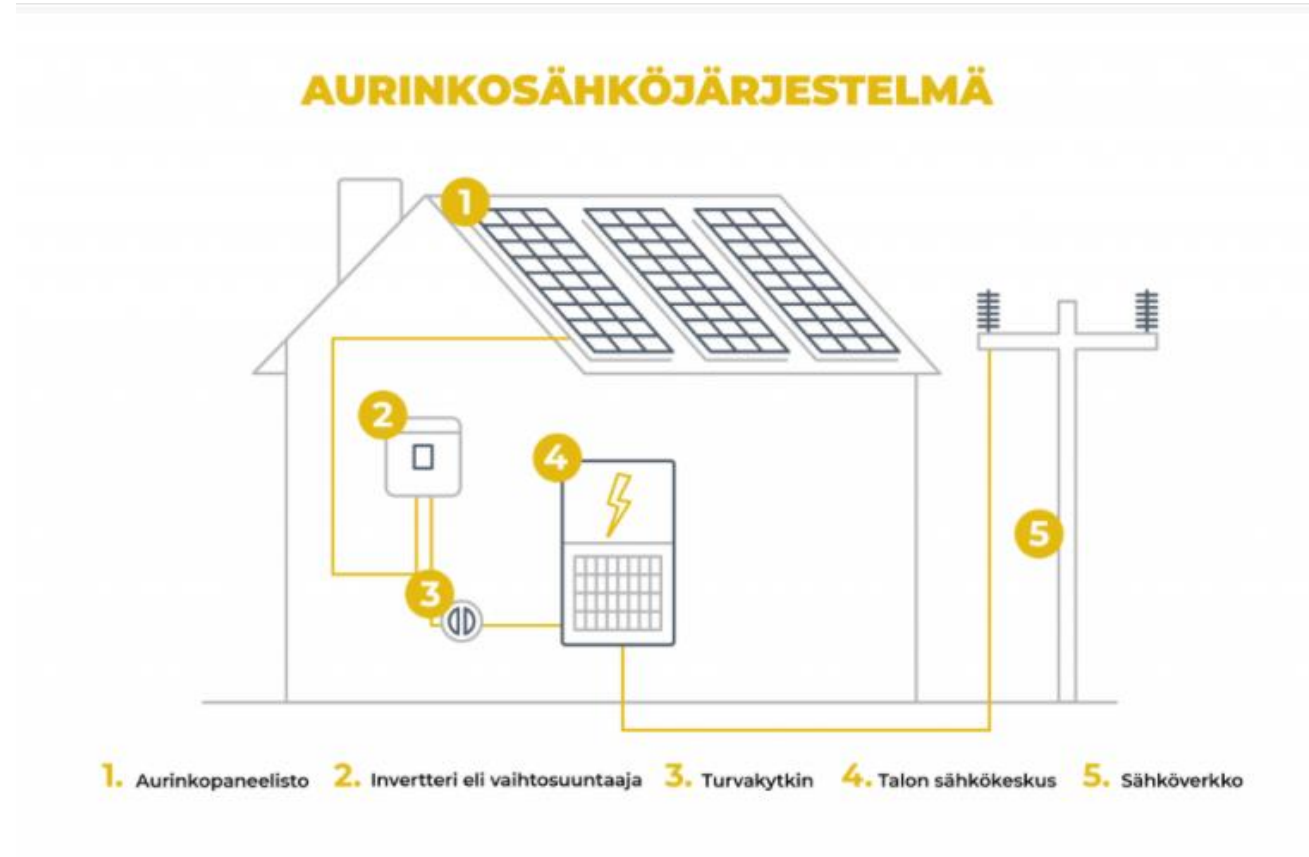
Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähköjärjestelmä



Kuvakaappaus Aurinkosähköä kotiin- sivustolta

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähkö taloyhtiöissä

- FinSolar –hankkeen pilotointikohteet Helsingissä (2 kerrostaloyhtiötä) ja Oulussa (1 rivitaloyhtiö).
  - Tarkoitus edistää aurinkosähkön hyödyntämistä taloyhtiöissä ja kehittää asukkaiden yhteistuotantoon sopivia malleja. Hanke 1/2017–11/2019
- Aurinkosähkö mukaan tukemaan kiinteistösähkönkulutusta: ilmanvaihto, hissit, yhteisten tilojen valaistus, sähköautojen lataus, taloyhtiösaunan lämmitys ja nykyisin myös asuntojen sähkö.
- Lakimuutos, joka sallii hyvityslaskentamallin käytön on tullut käyttöön 1.1.2021
- Hyvityslaskentamallin myötä aurinkopaneelien hankinnasta tuli taloyhtiöille kannattava investointi.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Hyvityslaskenta

- Taloyhtiön yhteinen aurinkovoimala liitetään taloyhtiön kiinteistösähköliittymään, jolloin ylimääräinen sähkö ”myydään” sähköverkkoon.
  - Aiemmin esim. taloyhtiöissä aurinkosähköä on voinut käyttää vain taloyhtiön itse käyttämään sähköön (hissit, käytävien valaistus...), mutta nykyisin sähkö voidaan jakaa myös huoneistojen käyttöön.
- Hyvityslaskennan tarkastelujaksona on tasejakso, jonka pituus on tällä hetkellä tunti ja joka lyhenee 15 minuuttiin vuonna 2023.
- Esimerkki hyvityslaskennasta:

Jos saman tunnin aikana aurinkosähköä tuotetaan esim. 10 kWh, kiinteistösähköä kuluu 3 kWh ja huoneistosähköä 6 kWh, sähköverkkoon lasketaan myydyksi hyvityslaskennassa 1 kWh. Ilman hyvityslaskentaa sähköverkkoon olisi laskettu myytävän kyseisen tunnin aikana 7 kWh.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkosähkökysely taloyhtiöiden asukkaille 2018

- Aurinkosähkön hankinta kiinnostaa asunto-osakeyhtiöiden osakkeenomistajia.
- Aurinkosähkön hankinta hyötyinä nähdään uusiutuvan energian hyödyntäminen, päästöttömyys, ja omavaraisuus.
- Imago, sijoittajien kiinnostus

Kuinka kiinnostunut olet aurinkosähkön hankinnasta?

En lainkaan kiinnostunut

4.2%

En kovinkaan kiinnostunut

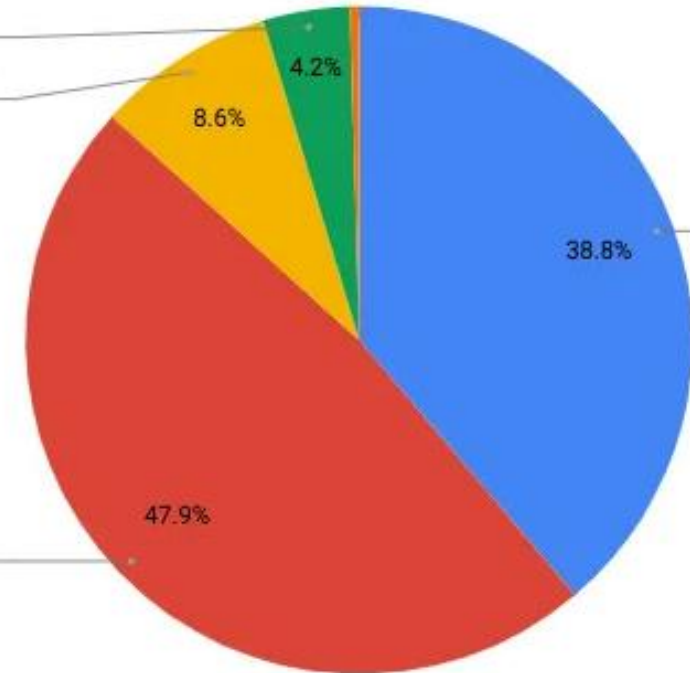
8.6%

Erittäin kiinnostunut

47.9%

Melko kiinnostunut

38.8%



Aalto-yliopiston kuluttajakysely/5-8 2018



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkolämpö

- Aurinkoenergiaa lämmöksi kerätään aurinkokeräimillä.
- Suomessa aurinkolämpö toimii hyvin tukilämmitysmuotona. Päälämmitysjärjestelmä voi olla mm. öljy, pelletti, kaukolämpö, maalämpö tai lämpöpumppu. Lämpöä saadaan maaliskuulta syyskuulle.
- Aurinkokeräimillä lämmitetään yleensä vettä, jota voidaan myös varastoida vesivaraajaan.
- Aurinkokeräimillä voi hyötysuhde olla jopa 80 % kun aurinkopaneeleilla se jää usein 20 %:iin.
  - Niin kuin aurinkosähkössä myös aurinkokeräimissä on oikea mitoitus tärkeää kannattavuuden kannalta.
- Aurinkolämpöä on käytössä Suomessa jo jonkin verran myös isoissakin kiinteistöissä esim. palvelukeskuksissa.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



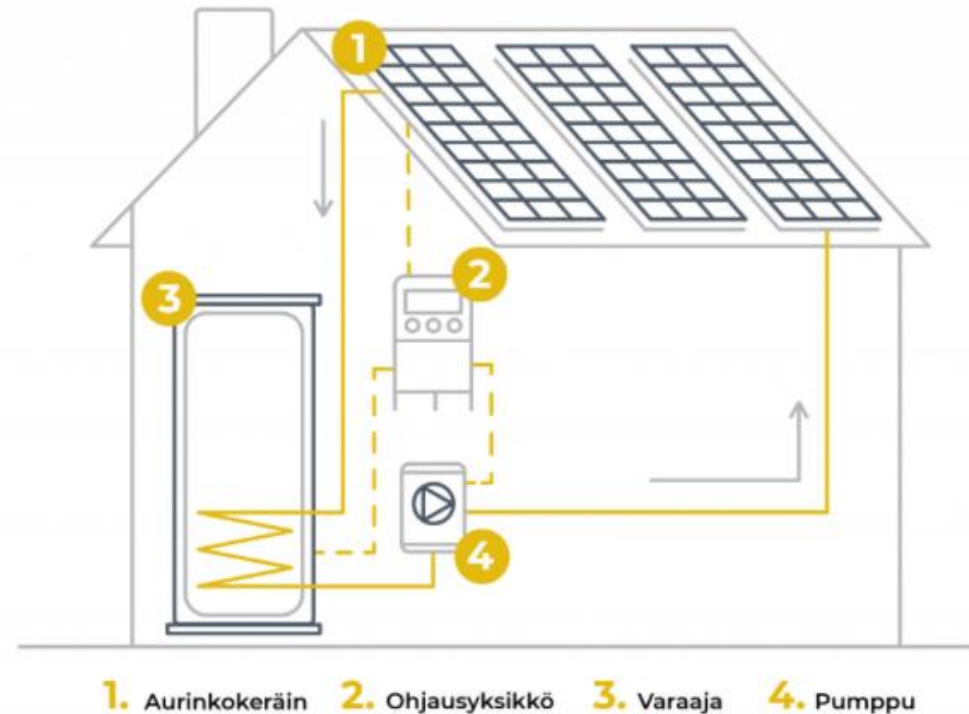
Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Aurinkolämpöjärjestelmä

## AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄ



Kuvakaappaus Aurinkosähköä kotiin- sivustolta



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Tuulivoima

- Tuulivoimalla tuotetaan Suomen kokonaissähköstä 11,8 % (vuonna 2020)
- Tuulivoimalla tuotettu sähkö on hyvin vähäpäästöistä.
- Tuulienergiaa ei voida tuottaa joka paikassa, ja isojen tuulivoimaloiden rakentaminen on pitkä prosessi niin kaavoituksen kuin ympäristövaikutusten arvioinninkin osalta.
- Tuulivoimaa rakennetaan Suomessa markkinaehtoisesti, eikä sen tuotantoa tai rakentamista tueta.
- Tällä hetkellä paljon tuulivoimaa tuotetaan etenkin Perämeren kunnissa, esim. Kalajoella, lissä, Simossa ja Raahessa. Jonkin verran tuotantoa, ja etenkin suunnitelmia on myös sisä-Suomen kunnissa.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Pientuulivoima

- Pientuulivoimala on nimensä mukaisesti kooltaan pienempi voimala, sen potkureiden pyyhkäisyala on alla 200 m<sup>2</sup>. Suurissa voimaloissa se voi olla jopa 2 ha.
- Yleistynyt julkisissa rakennuksissa, mm. Vaasan yliopisto, Lappeenrannan Green Campus, Viikin ympäristötalo jne.
- Pientuulivoimaa käytetään myös maataloudessa ja laitoksissa, jossa se on hyvä vaihtoehto omaan sähköntuotantoon.
- Kun lisätään pientuulivoimaan aurinkoenergia + energian varastointi >>> varteenotettava vaihtoehto.
- Usein näkyvä "maamerkki", käytetään myös toiminnallisina taideteoksina, imagoarvoa.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Maalämpö ja -viileä

- Maalämmöllä tarkoitetaan maahan, kallioperään tai vesistöihin varastoitunutta auringon energiaa.
- Lämpö kerätään talteen maaperästä sinne asennettavan putkiston ja putkistossa kiertävän nesteen sekä maalämpöpumpun avulla.
  - Maalämpöputkisto voidaan asentaa maahan joko aika lähellä maanpintaa kiertäen tai poraamalla syvän kaivon. Putkiston voi viedä myös vesistöön.
- Maalämmön keruupiiristä saadaan myös kesällä viilennystä ja talvella sillä voidaan esilämmittää ilmanvaihtoon otettavaa ulkoilma. Näin rakennuksen energiatehokkuus ja asumismukavuus paranevat.
- Maalämmön käyttö on edullista ja vie vähän energiaa, mutta investointikustannuksen ovat jonkin verran korkeammat muihin lämmitysmuotoihin verrattuna.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences



# Hukkalämpö

- Hukkalämmöllä tarkoitetaan toiminnan ohessa syntyvää lämpöä esimerkiksi teollisuuden prosesseissa, konesalien jäähdyttämisessä, jätevesissä, kauppojen lauhteissa, ilmanvaihdon hukkalämpö omakotitaloissa jne.
- Hukkalämpöä syntyy siis ihan jokapäiväisessä elämässä. Rakennuksissa lämpimän käyttöveden mukana menee noin 15 % energiantuotannosta hukkaan, eli viemäristä alas.
- Hukkalämmössä energianlähteenä on paljon potentiaalia joko yksin tai yhdistettynä esim. aurinkoenergiaan.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences



# Hukkalämmön hyödyntäminen

- Hukkalämpöä voidaan ottaa talteen joko kiinteistökohtaisesti tai suuremmassa mittakaavassa esim. jätevedenpuhdistamoilla tai teollisuuden prosesseista.
  - Vaatii lähes poikkeuksetta lämpöpumpun
- Hukkalämpöä saadaan talteen myös kiinteistöjen ilmanvaihdon poistoilmasta.
  - Tällä voidaan lämmittää esimerkiksi tuloilmaa. Teknisenä ratkaisuna lämmönvaihdin, ei lämpöpumppua.
- Hukkalämpö voidaan hyödyntää esim. teollisuuden omissa prosesseissa tai osana kaukolämmön tai -jäähdytyksen tuotantoa.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## Osa 2: Energiantuotannon muutokset

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Sisältö

- Johdanto
- Energiamurros, mitä se tarkoittaa?
- Energian varastointi, sähkönä ja lämpönä
- Sähköautojen latausinfra
- Päästötön kaukolämpö, kaukojäähdytys
- Kaksisuuntainen kaukolämpö
- Matalalämpöverkko
- Hiilidioksidin talteenotto
- Power to X- teknologia
- Vety



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Johdanto

- Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastosopimukseen ja haluaa olla hiilineutraali yhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Tämä vaatii suuria ponnistuksia, jotta tarvittavat päästövähennykset saadaan toteutettua.
- Se tarkoittaa suuria muutoksia Suomen energiantuotantoon, koska fossiilisten polttoaineiden käytön energiantuotannossa on luovuttava mikäli Suomi haluaa päästä hiilineutraaliustavoitteeseensa.
  - Kun fossiilisista polttoaineista luovutaan energiantuotannossa, niiden tilalle tulee mm. aurinko- ja tuulivoimalla tuotettua energiaa.
  - Ei ole olemassa yhtä suurta korvaajaa, vaan kokonaisuus muodostuu useasta osasta.
- Tässä osiossa esitellään tähän muutokseen liittyviä asioita ja ilmiöitä sekä sitä, miten ne liittyvät kiinteistöihin ja rakentamiseen.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Energiamurros, mitä se tarkoittaa?

- Murros tarkoittaa suurta muutosta ja energia-alalla se tarkoittaa energian tuotanto-, ja kulutustapojen sekä järjestelmän muutosta.
  - Murros tarkoittaa myös fossiilisista polttoaineista luopumista ja siirtymistä uusiutuviin energiamuotoihin.
- Tuotantotapa muuttuu suurista yksiköistä pienempiin, eli siirrymme keskitetystä energiantuotannosta hajautetumpaan energiantuotantoon.
  - Esim. kuluttajat voivat toimia itse sähkön-, tai lämmöntuottajina,
  - Kulutuskin muuttuu nykyistä joustavammaksi automatiikan avulla (Terminä: Kulutusjoustot)
- Sähkön- ja lämmön varastointi tulee osaksi energiakokonaisuutta.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





KAMK • University  
of Applied Sciences



# Energian varastointi

- Energian varastointi nousee merkittävään rooliin, kun Suomessa siirrytään uusiutuviin energiamuotoihin.
  - Aurinko- ja tuulienergian tuotanto ei ole tasaista, jolloin tuotanto ja kulutus eivät kohtaa.
  - Tätä kohtaanto-ongelmaa ratkaistaan sekä kulutusjoustoilla että etenkin varastoinnilla.
  - Osaltaan varastointi helpottaa myös kulutusjoustojen toteuttamista.
- Varastointitekniikoita kehitetään ja tutkitaan paljon.
  - Kaupallisesti kannattavia varastointimenetelmiä on kuitenkin vielä aika vähän.
  - Toisaalta lämpöenergian varastoja rakennetaan koko ajan (esim. Kehä III:n alle)
- Energiaa voidaan varastoida joko sähköinä tai lämpönä



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Energian varastointi sähköinä

Sähköä voidaan varastoida useilla eri teknologioilla.

- Yleisin tapa varastoida sähköenergiaa on varastoida se **akkuihin**.
  - Litium-akut, suola-akkuja kehitteillä...
- **Pumppuvoimalaitokseen** varastointi perustuu kahden vesialtaan korkeuseroon ja energian varastointiin potentiaalienergiana.
  - Halvan / ylimääräsähkön aikana vettä pumpataan yläaltaaseen.
  - Kun sähkön hinta on suurempi, vettä lasketaan 'vesivoimalan' kautta alaltaaseen.
- Varastointi **paineilmavarastoon**, suuria varastoja sijaitsee Saksassa ja Yhdysvalloissa.
- Sähkön varastoiminen **vetyyn**.
  - Halvan sähkön aikana tuotetaan vetyä vedestä, joka varastoidaan painesäiliöön. Sähköntarpeen aikana vetyvarastot puretaan polttokennon avulla sähköksi.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Energian varastointi lämpönä

- Lämpöenergian varastoinnin tarkoituksena on lisätä energiajärjestelmien joustavuutta tasaamalla lämmöntuotannon ja -kulutuksen vaihteluita.
- Yleisimmin lämpöä varastoidaan veteen, mutta lämpöä varastoidaan myös maanalaisissa varastoissa maaperään eli saveen, hiekkaan tai kallioon.
- Etenkin Suomessa on lämpövarastot rakennettu pääasiassa sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosten eli CHP-laitosten yhteyteen tai muuten osaksi kaukolämpöverkkoa.
  - Tällä tavalla voidaan vähentää ilmasto-kuormittavien kulutushuippukattiloiden käyttöä.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Energian varastointi lämpönä, esimerkkejä

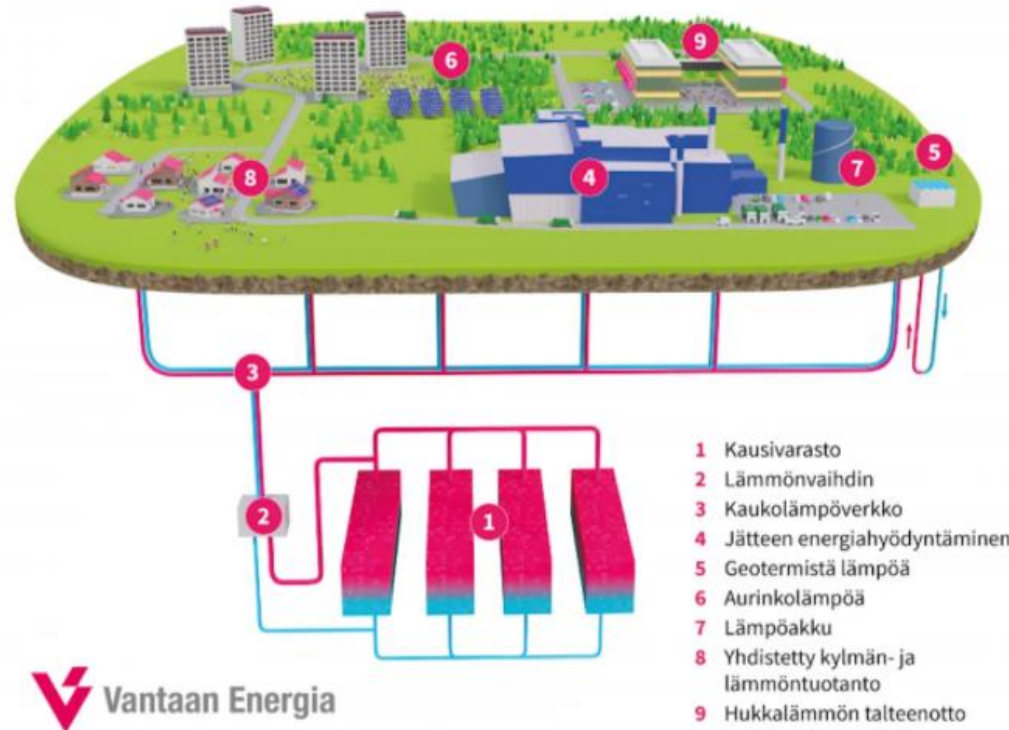
- Toholampi, Finnspring tehdas: maan alle kaivetut lämpökaivot, joihin varastoidaan aurinkolämpöä ja teollisuuden hukkalämpöä.
- Tanskassa aurinkolämmön kausivarasto suuressa kuopassa osana kaukolämpöjärjestelmää seuraavasti:





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Maailman suurin lämmön kausivarasto tulossa Vantaalle



- Hanke on osa Vantaan Energian siirtymistä kohti fossiilitonta energiantuotantoa.
- Varaston tilavuus tulee olemaan noin 900 000 m<sup>3</sup>.
- Varastoon säilötään vettä, jonka lämpötilamuutokseen saadaan varastoitua energiaa kaukolämpökierron avulla.

Kuvakaappaus Vantaan Energian sivuilta. Saatavissa: <https://www.vantaanenergia.fi/fossiiliton-2026/lammon-kausivarasto/>



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Sähköautojen akut varastona

- Sähköautojen avulla voidaan sähkön liikatuotantoa (esim. aurinkosähkö kesäisin) tasata ja saada siten joustavuutta uusiutuvan energian markkinoille.
- Kun sähköautojen akkuja käytetään varastoina, puhutaan kaksisuuntaisesta latauksesta eli sähkövirta kulkee kahteen suuntaan: auton akkuun ja akusta verkkoon.
  - V2G, "vehicle-to-grid", tarkoittaa energian siirtämistä ajoneuvosta sähköverkkoon.
- Sähköautoissa voidaan varastoida sähköä myös käyttävän kodin tarkoituksiin, jolloin puhutaan V2H (vehicle-to-home) liitännästä.
  - V2H:ssa sähköauton akusto on kytketty osaksi talon älykästä sähköjärjestelmää.
- Suomen ensimmäinen kaksisuuntainen latauspiste asennettiin Helsingin Suvilahteen, muutoin kaksisuuntaisia latauspisteitä on vasta testikäytössä.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Geoterminen energia

- Perinteinen maalämpö on geoenergiaa, jota saadaan 150–350 m syvyydestä kaivoista lämpöpumpun avulla.
- **Keskisyvä geoterminen energia**, eli geolämpö vaatii 1–3 km syvän lämpökaivon sekä lämpöpumpun. Uudehko ratkaisu, jota voidaan käyttää kaukolämmöntuotannossa, esimerkkinä Vantaan Energian geoterminen voimala, jonka poraukset on aloitettu syksyllä 2020. Katso video linkistä:  
<https://yle.fi/uutiset/3-11539531>
- **Syvä geoterminen energia** vaatii poraamisen 6 km:n syvyyteen. Esimerkkinä St 1 on porautunut Espoon Otaniemessä 6,4 metrin syvyyteen. Tällä hetkellä rakennetaan maanpäällisiä osia.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Vähäpäästöinen kaukolämpö

- Kaukolämpö on Suomen yleisin kiinteistöjen lämmitysmuoto.
  - Lämpö kiertää kuuman veden muodossa kaukolämpöverkossa, josta lämpö siirtyy lämmönsiirtimen avulla lämmittämään kiinteistöjä.
- Kaukolämpöä tuotetaan tällä hetkellä sekä fossiilisilla, että uusiutuvalla energialla. Vuonna 2019 ensimmäisen kerran enemmän uusiutuvilla energiamuodoilla (Tilastokeskus).
- Kaukolämmön tuotantotavalla on suuri merkitys kiinteistöjen käytönaikaisiin päästöihin sekä hiilijalanjälkeen.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Vähäpäästöinen kaukolämpö, esimerkki:

- Limingan Tupoksessa on 24 suurta aurinkolämpökeräintä, jotka tuottavat lämpöä kaukolämpöverkkoon.
- Aurinkokeräin kuumentaa lämmönsiirtonestettä, joka luovuttaa lämmön kaukolämpöverkkoon.
- Vuotuisesta energiantarpeesta keräimet kattavat n. 10%.
- Suomalainen Savosolar on toimittanut useita aurinkolämmön kokonaisratkaisuja osaksi kaukolämpöä mm. Tanskaan ja Ruotsiin. Suomessa tätä ei vielä koeta kannattavaksi liiketoiminnaksi.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021





KAMK • University  
of Applied Sciences

# Kaukojäähdytys

- Ilmastonmuutos ja lämpenevät kesät lisäävät kiinteistöjen jäähdytyksen tarvetta.
- Useissa kaupungeissa mm. Helsingissä, Espoossa, Tampereella ja Turussa on saatavilla kaukojäähdytys, joilla viilenevät useat julkiset tilat.
- Kaukojäähdytys on paitsi kustannustehokas, myös ympäristöä säästävä tapa kiinteistön viilentämiseen verrattuna kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin. Viileää voidaan tuottaa myös hukkalämmöllä.
- Rajoittava tekijä on kaukojäähdytysverkoston sijainnit.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Kaksisuuntainen kaukolämpö

- Kaksisuuntainen kaukolämpö tulee olemaan osa tulevaisuuden kaukolämmön liiketoimintamallia, jotta kiinteistökohtaisesti tuotettua lämpöä, esim. hukkalämpöä voidaan hyödyntää.
- Toisin sanoen kaukolämmön kuluttaja voi myydä hukkalämpöä tai tuottamaansa aurinkolämpöä kaukolämpöverkkoon.
- Esimerkiksi Fortum on avannut kaukolämpöverkkonsa energian tuottajille.



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Matalalämpöverkko

- Matalalämpöverkko tarkoittaa yleensä jonkin tietyn alueen lämpöverkkoa, jossa kiertävän nesteen lämpötila on matalampi kuin perinteisessä kaukolämpöverkossa.
  - Voidaan puhua myös aluelämpöverkosta, koska se ei koske vain yksittäistä kiinteistöä.
- Matalalämpöverkon lämmönlähteenä on usein jokin uusiutuva energiamuoto, esim. maalämpö, aurinko tai hukkalämpö.
- Aluelämpöverkot liitetään myös kaukolämpöverkkoon.
- Esimerkkejä aluelämpöverkoista:
  - Vaasan asuntomessualue
  - Kempeleen ekokortteli



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Hiilidioksidin talteenotto

- Käyttämällä ilmakehässä olevaa sekä savupiipuista tulevaa hiilidioksidia raaka-aineena voimme korvata fossiilisia polttoaineita.
- Hiilidioksidin talteenotto ja hyötykäyttö (CCU) sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS) ovat tärkeitä teknologioita kohti fossiilivapaata maailmaa.
- Mm. VTT tutkii ja kehittää näitä teknologioita teollisuuden käyttöön.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Power to X-tekhnologia

- Tällä teknologialla sähköä voidaan muuttaa toiseen energiamuotoon ja myös takaisin sähköksi.
- Raaka-aineena voidaan käyttää talteen otettua hiilidioksidia, vetyä vedestä tai typpeä ilmasta. Valmistusprosessi tuotetaan aurinko- tai tuulisähköllä päästöttömästi.
- Näin voidaan valmistaa synteettistä polttoaineita, korvaamaan fossiilisia polttoaineita.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



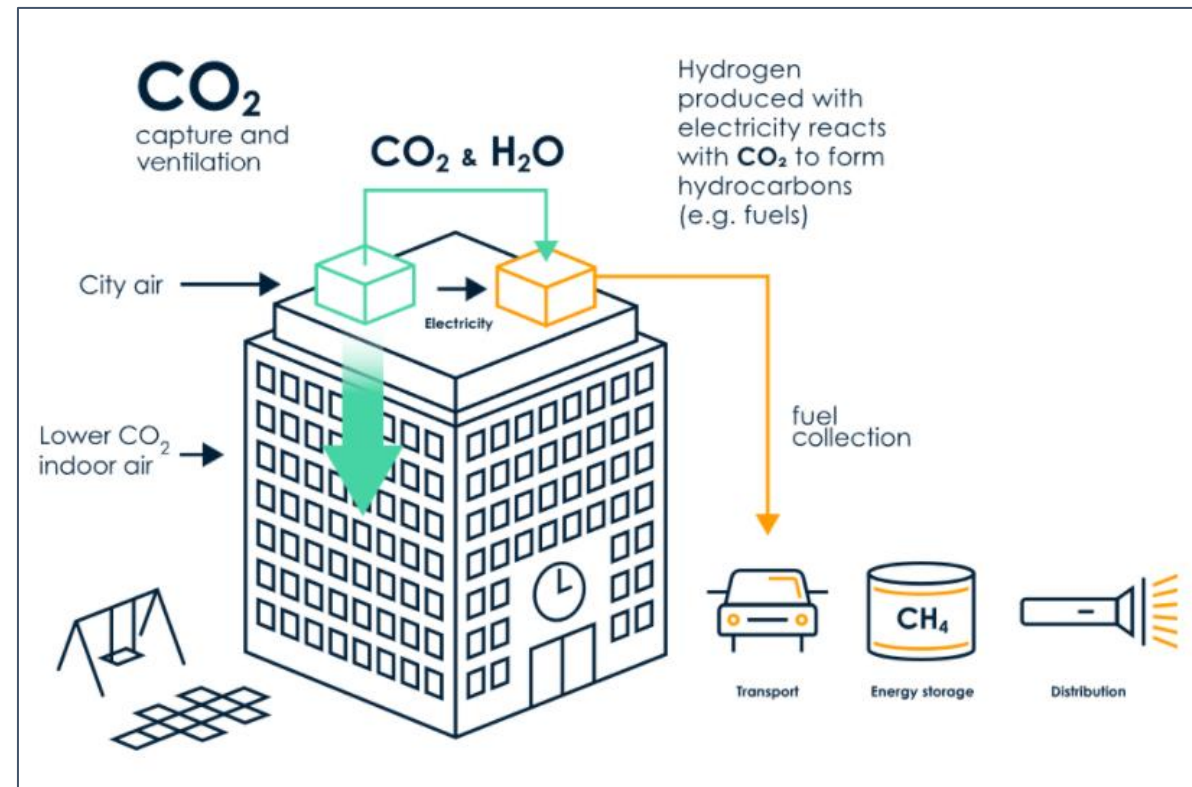


KAMK • University  
of Applied Sciences

# Hiilidioksidin talteenotto ja Power to X esimerkki

Suomalainen Soletairpower tarjoaa palvelua, jossa hiilidioksidi otetaan talteen kiinteistöjen tuloilmasta ja siitä valmistetaan Power to X-tekniologialla polttoainetta.

Kuvakaappaus soletairpower.fi sivustolta



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Vety

- Vety on jo pitkään tunnettu energianlähde ja vetytalous nähdään yhtenä tulevaisuuden kehityskulkuna. Vetyä ei esiinny luonnostaan vaan se on aina valmistettava.
- Vedyllä on teollisuudessa monia käyttötarkoituksia mm. lannoiteteollisuudessa, teräksentuotannossa ja öljynjalostuksessa.
- Nykyisin 95 % vedystä tuotetaan fossiilisista raaka-aineista.
- Vetyä voidaan valmistaa myös vedestä elektrolyysin avulla käyttäen aurinko- tai tuulienergiaa. Tällöin vetyenergia on hyvin vähäpäästöistä.
- Vedyllä on monia käyttömahdollisuuksia siirryttäessä fossiilittomaan maailmaan mm. teräksen tuotannossa.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Ruoan sisätilakasvatuksen mahdollisuudet

- Ruokaa kasvatetaan Suomessa jo jonkin verran sisätiloissa ja se on myös kaupallisesti kannattavaa esimerkiksi [www.silmusalaatti.fi](http://www.silmusalaatti.fi).
- Kasvatusolosuhteiden luomisessa voidaan hyödyntää hukkalämpöä, jolloin ruuan hiilijalanjälki pienenee.
- Hukkalämpöä voidaan hyödyntää esim. konesaleista.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020







# Osa 3: Kajaanin Sammonkaari-kortteli

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences

# Sammonkaaren energiasuunnitelma

- Kajaanin Sammonkaari-kortteli rakentuu entisen linja-autoaseman tontille Kajaanin keskustaan.
- RAVE-hankkeessa on tehty korttelin energiasuunnitelma. Siinä on tutkittu erilaisia energiatuotantomalleja ja niiden pohjalta tehty ehdotus miten sähkön- ja lämmöntuotanto kannattaisi järjestää.
- Seuraavaksi esitetty energiajärjestelmä on ehdotus ja se voi toteutua esimerkiksi osittain rakentamisen ratkaisuista riippuen.

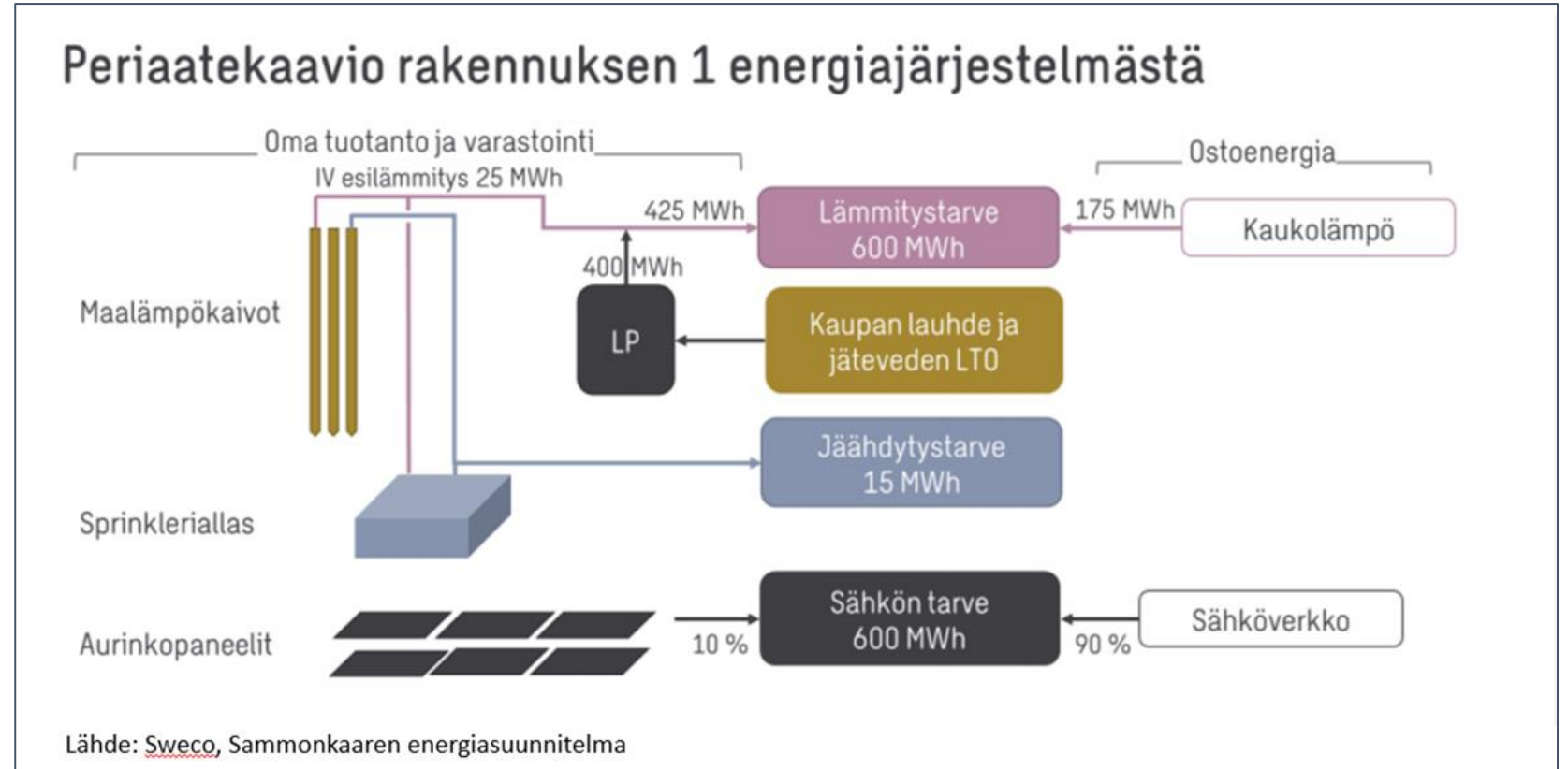


Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





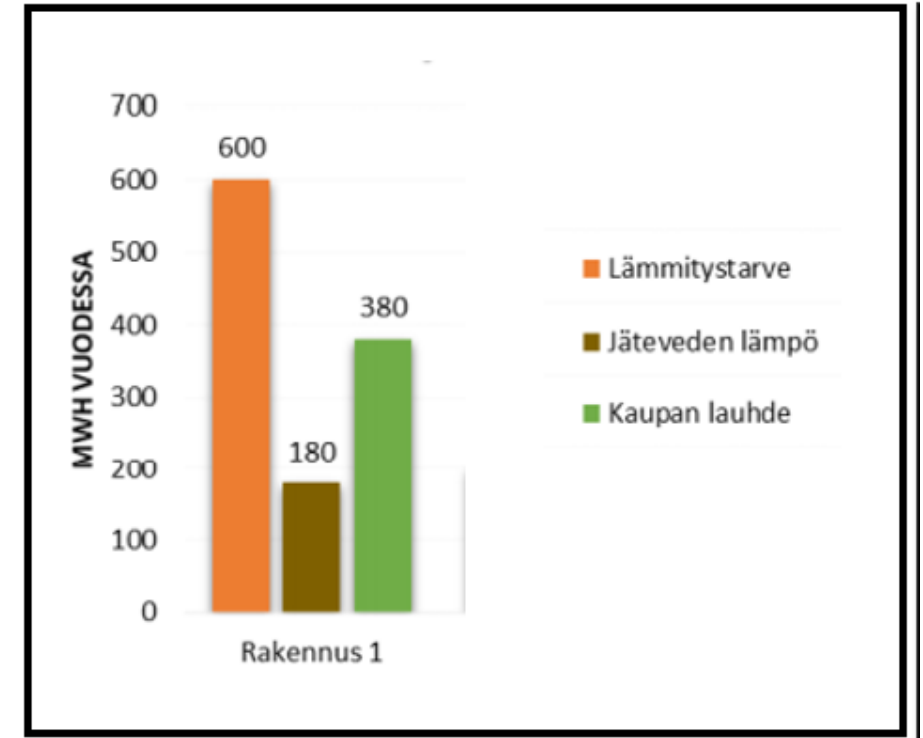
# Kajaanin Sammonkaarikorttelin energiasuunnitelma-ehdotus





# Hukkalämpöjen hyödyntäminen

- Rakennukseen 1 on suunniteltu päivittäistavarakauppa, jonka kylmälaiteista syntyy paljon lauhdelämpöä. Tämä hukkalämpö voitaisiin ottaa talteen.
- Myös asunnoissa syntyvästä jätevedestä voidaan ottaa talteen samalla lämpöpumpputalteen avulla.
- Graafin mukaan suuri osa lämmitystarpeesta saataisiin katettua hukkalämmöillä.



Lähde: Sweco, Sammonkaaren energiasuunnitelma

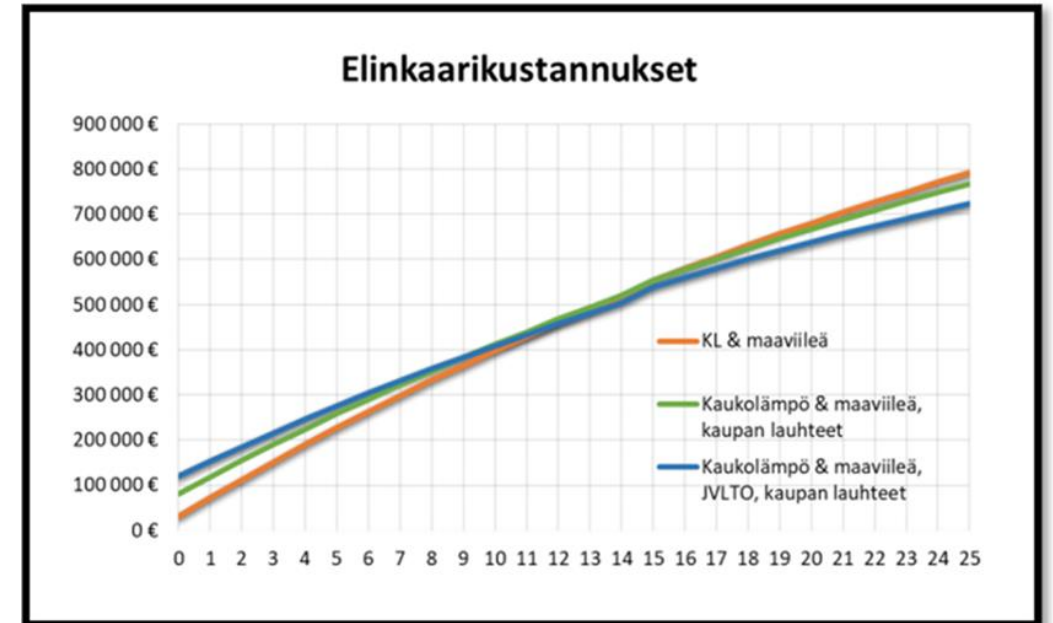




KAMK • University  
of Applied Sciences

# Energiaehdotuksen elinkaarikustannukset

- Kuvassa sininen viiva kuvaa ehdotuksen elinkaarikustannuksia.
- Koska lauhteista ja jätevedestä saatavaa hukkalämpöä voidaan hyödyntää samalla pumppujärjestelmällä, pysyvät alun investointikustannuksen maltillisena.
- Takaisinmaksuaika on noin 12 vuotta.



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021

# Lähteet ja lisätietoa



RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



30.7.2021



KAMK • University  
of Applied Sciences



Motiva, saatavissa:

- [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/hankinta\\_ja\\_asennus/aurinkosahkojarjestelman\\_mitoitus](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/aurinkosahkojarjestelman_mitoitus)
- [https://www.motiva.fi/files/7938/Selvitys\\_hajautetusta\\_ja\\_paikallisesta\\_energiantuotannosta\\_erilaisilla\\_asuinalueilla\\_Loppuraportti.pdf](https://www.motiva.fi/files/7938/Selvitys_hajautetusta_ja_paikallisesta_energiantuotannosta_erilaisilla_asuinalueilla_Loppuraportti.pdf)

Lähienergia, saatavissa: [EU haluaa edistää lämmönvarastointia – Vantaalle rakenteilla maailman suurin lämmön kausivarasto | Lähienergia \(lahienergia.org\)](#)

Savosolar, saatavissa:

<https://savosolar.com/fi/sovellukset/referenssit/>

Yle-uutiset, saatavissa: [Aurinkopaneelien omistajia suututtanut mittaustapa korjattiin vuosien odotuksen jälkeen – professori: “Vääryydet on nyt korjattu” | Yle Uutiset | yle.fi](#)

Motivan webinaari Aurinkosähkö taloyhtiössä- esitysmateriaali 2021, saatavissa:

[https://www.motiva.fi/ajankohtaista/tapahtumat/tapahtuma-aineistot/kiinteistot/isannoitsijakoulutus\\_aurinkosahko\\_taloyhtioissa\\_2\\_8.1.2021](https://www.motiva.fi/ajankohtaista/tapahtumat/tapahtuma-aineistot/kiinteistot/isannoitsijakoulutus_aurinkosahko_taloyhtioissa_2_8.1.2021)



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KAMK • University  
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



KAMK • University  
of Applied Sciences



Kajaanin ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 93/2019, saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/268139/Teknologia%20osa%20amisaalueen%20hankevuosi%202019%20ver%201.1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Yle, saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-1158359>

Lappeenrannan yliopisto, LUT, saatavissa: [https://www.lut.fi/uutiset/-/asset\\_publisher/h33v0euf0QWn/content/power-to-x-p2x-%E2%80%93-mita-se-tarκοittaa-ja-miten-se-mullistaa-energian-ja-ruoantuotannon-](https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33v0euf0QWn/content/power-to-x-p2x-%E2%80%93-mita-se-tarκοittaa-ja-miten-se-mullistaa-energian-ja-ruoantuotannon-)

VTT, saatavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/hiilidioksidin-talteenotto-kaytto-ja-varastointi-ccu-ja-ccs>

Aurinkosähköä kotiin, [www.aurinkosahkoakotiin.fi](http://www.aurinkosahkoakotiin.fi)

Soletairpower, [www.soletairpower.fi](http://www.soletairpower.fi)

Loimua, saatavissa: <https://www.loimua.fi/aurinkolampoa-kaukolammon-rinnalla-voutilakeskuksessa/>

Energiatalous, saatavissa: <https://www.energiatalous.fi/?p=2609>



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus





KAMK • University  
of Applied Sciences



VTT:n DESY-hanke + DESY-simulointimalli: Paikallisesti eri lämmitysmuotoja yhdistelemällä edistetään rakennusten ja alueen energia- ja kustannustehokkuutta. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T224.pdf>

Nolla €, saatavissa: <https://www.nollae.fi/auringon-lampoenergia-hyotykayttoon-ja-talteen/>

Fortum, saatavissa: <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisoille/lammitus-ja-jaahdytys/kaukolampo/avoin-kaukolampo?vtab=accordion-item-41851>

Vantaan Energia, saatavissa. <https://www.vantaanenergia.fi/fossiiliton-2026/lammon-kausivarasto/>

RAVE - Rakentamisen vähähiiliset  
energiaratkaisut



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

30.7.2021



- Lappeenrannan yliopisto, saatavissa: [www.lut.fi/green-campus/asiantuntijat-aanessa/energiaturros-energiaomavaraisuus](http://www.lut.fi/green-campus/asiantuntijat-aanessa/energiaturros-energiaomavaraisuus)
- [tuulivoimalehti.fi/aiheet/mita-energiaturros-tarkoittaa](http://tuulivoimalehti.fi/aiheet/mita-energiaturros-tarkoittaa)
- [callio.info/fi/energy-storage/opportunities/](http://callio.info/fi/energy-storage/opportunities/)
- Energiatalous, saatavissa:
  - [www.energiatalous.fi/?p=2210](http://www.energiatalous.fi/?p=2210)
  - [www.energiatalous.fi/?p=2609](http://www.energiatalous.fi/?p=2609)
- Yle-uutiset, saatavissa: [Aurinkoenergiaa säilötään maavarastoon talvea varten Toholammilla – ympärivuotinen hyödyntäminen ottaa isoja askelia pilottihankkeessa | Yle Uutiset | yle.fi](http://yle.fi/uutiset/2019/07/03/aurinkoenergiaa_sailotaa_maavarastoon_talvea_varten_toholammilla_ymparivuotinen_hyodyntaminen_ottaa_isoja_askelia_pilottihankkeessa)
- Tilastokeskus, saatavissa: [www.stat.fi/til/salatu/2019/salatu\\_2019\\_2020-11-03\\_tie\\_001.fi.html](http://www.stat.fi/til/salatu/2019/salatu_2019_2020-11-03_tie_001.fi.html)