



LowTEMP2.0

Sähköstä lämmöksi & sähköstä kaasuksi –tekniikat kaukolämpöjärjestelmissä

Potentiaali, sektori-integraatio ja tärkeä lämmön muuntamisen
komponentti

Lisää etunimi, sukunimi, ammattinimike, organisaatio, tapahtuman nimi jne.



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



LowTEMP-koulutuspaketti - YLEISKATSAUS

Johdanto

Johdanto - Ilmastonsuojelupolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto – Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategiat – esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO₂-päästölaskenta

Elinkaariarviointilaskenta

Taloudelliset näkökohdat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajheet

Sopimus- ja hinnoittelumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat and Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia ja faasimuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Talousveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

Hyvä käytäntö

Hyvä käytäntö I

Hyvä käytäntö II



Sisältö

- Johdatus moduuliin
- Sähköstä lämmöksi (Power-2-Heat, P2H) –tekniikan peruseriaate
- Sähköstä lämmöksi -tekniikan integrointi sähkö- ja lämmitysaloille
 - Poikkeama: tasapainottavat energiamarkkinat
 - P2H -sovellusten käyttäminen kapasiteetin vähentämisen sijaan
- Erilaisia sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus
- Tiivistelmä: P2H -sovellusten mahdollisuuksia
- Sähköstä kaasuksi (Power-to-Gas, P2G) –tekniikan peruseriaate
- P2H ja P2G -tekniikoiden vertailua
- P2H ja P2G –sovellusten mahdollisia käyttötapoja



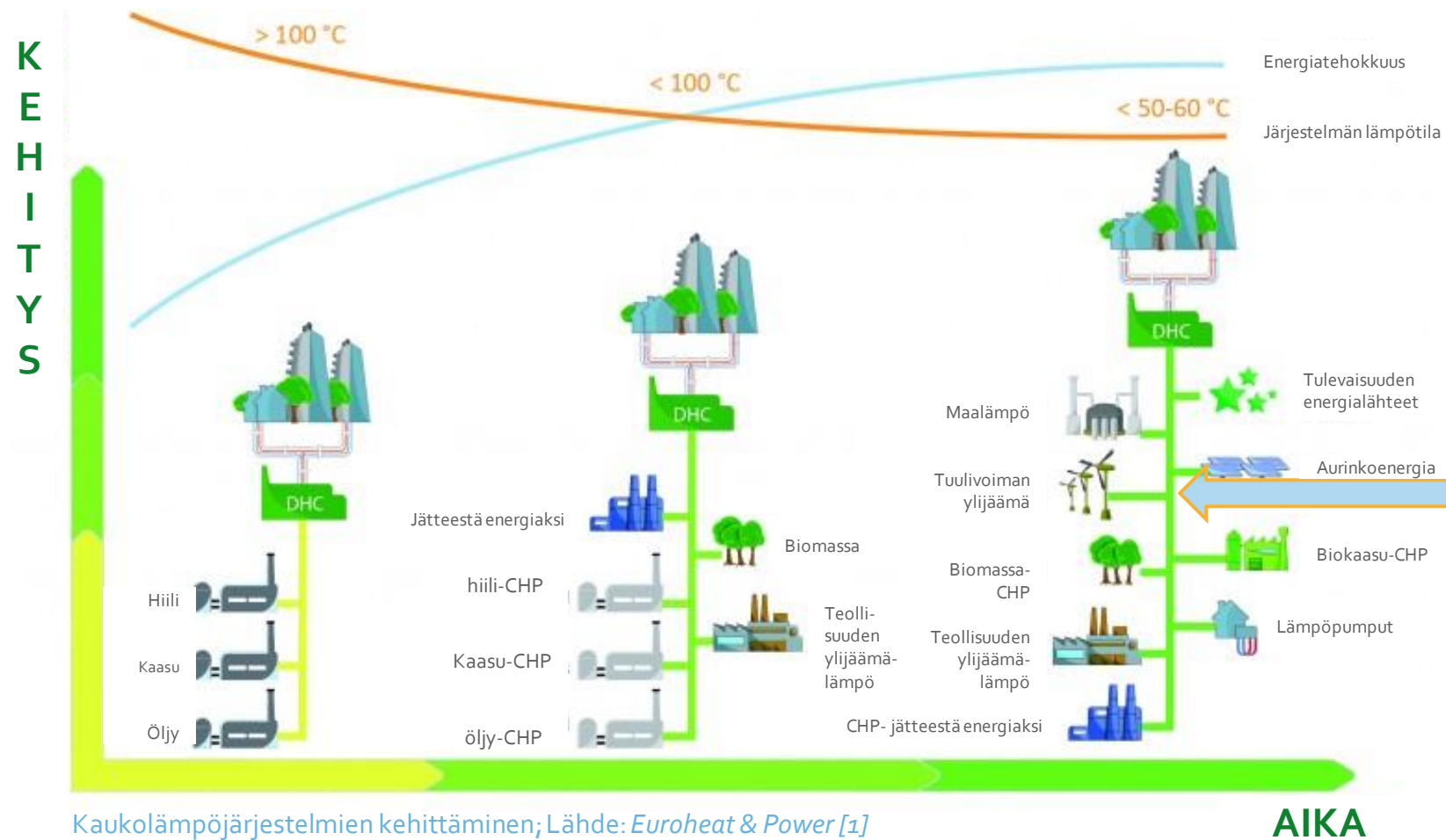
Sähköstä lämmöksi –tekniikan peruseriaate

- **Sähköstä lämmöksi –sovellukset (P2H) voivat muuttaa sähkövirtaa lämpöenergiaksi**
 - **Pienempiä yksityisiä sovelluksia:**
 - yösähkövaraaja
 - Lämpöpumppu–lämmitysjärjestelmä
 - **Ison mittakaavan sovelluksia:**
 - Keskitetyt sähkö- tai elektrodikattilat (sähköiset höyrykattilat)
 - Ison mittakaavan lämpöpumput
 - Yleensä tällaiset sovellukset integroidaan lämmitysverkkoon
- **Sektor-integraatio:** sähköalan liittäminen lämmitysalaan

Sähköstä lämmöksi -tekniikan integrointi sähkö- ja lämmitysaloille



LowTEMP2.0



Kaukolämpöjärjestelmien kehittäminen; Lähde: Euroheat & Power [1]

- Nykypäivänä P2H-tekniikka vaikuttaa jo energianjakelun ja kysynnän väliseen tasapainoon
- Potentiaalisia tulevaisuuden mahdollisuuksia P2H-sovelluksille

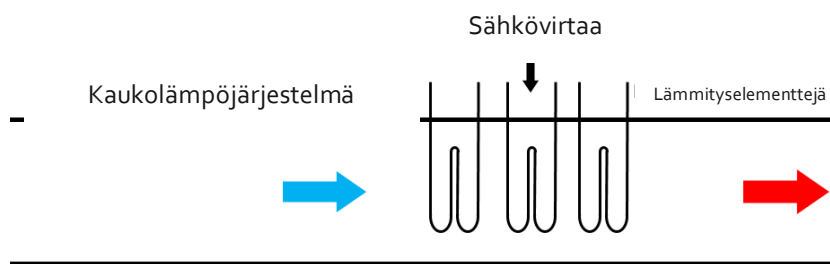
Poikkeama: tasapainottavat energiamarkkinat

- Tasapainottavat energiamarkkinat vakauttavat jatkuvasti 50 Hz tavoitetaajuutta energiaverkoston sisällä:
 - **positiivinen tasapainottava energia** (esim. CHP-laitos) = sähkön ylijäämä kulutushuippujen tasapainottamiseksi
 - **negatiivinen tasapainottava energia** = kulutustarvetta suurempi tuotanto tekee välttämättömäksi käyttää ylimääräinen sähkö jotenkin (esim. P2H-prosessien, varastojen, kaukolämpöverkkojen kautta)
 - Pääosin epävakaiden uusiutuvien energialähteiden lisääntyvän määrän ja sähkömarkkinoille integroinnin vuoksi P2H -tekniikoilla voi olla tulevaisuudessa merkittävä vaikutus tärkeänä tasapainottavien sähkömarkkinoiden välineenä

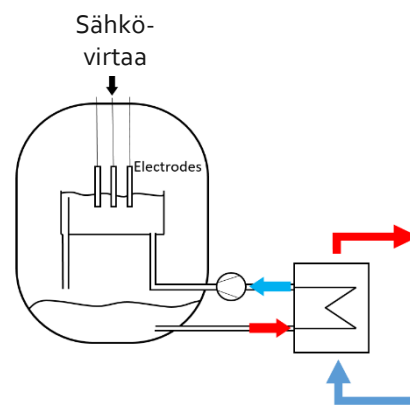
Sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus

Sähköstä lämmöksi –prosessien muuntajina käytetään pääasiassa kolmea eri tekniikkaa

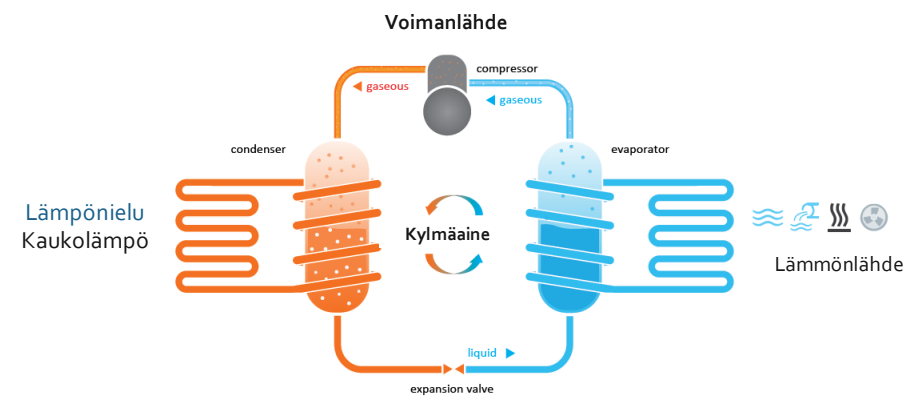
- Sähköiset (lämmityselementit) lämmittimet
- Elektrodikattilat
- Sähköllä toimivat kompressiolämpöpumput



Lähde: AGFW



Lähde: AGFW

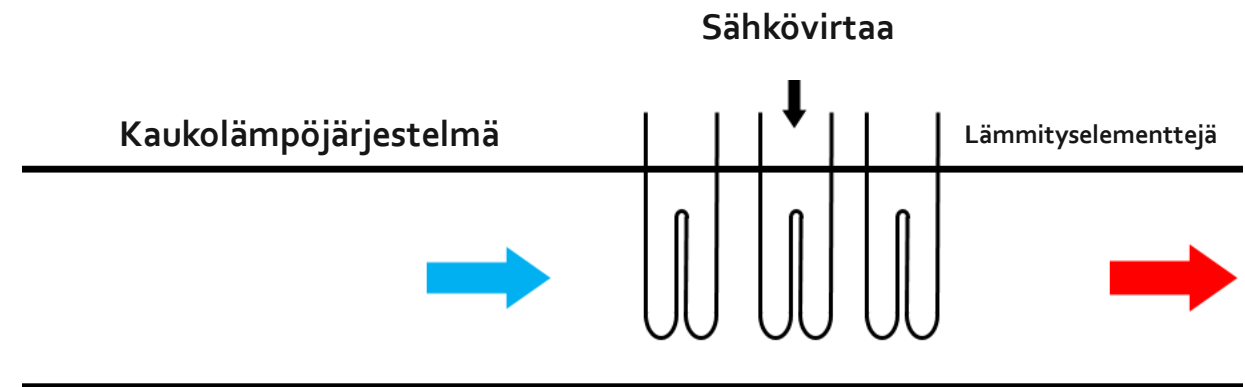


Lähde: AGFW

Sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus

Sähköiset (lämmityselementit) lämmittimet

- **Sähköiset virtauslämmittimet**
 - Teollisuudessa ja kaukolämpöjärjestelmissä käytettävät sovellukset toimivat 50 kW-15 MW:n tehoalueella, jopa 690 V:n jännitteellä
- **Lämpövastukset (uppolämmittinperiaate)**
 - kotitalouksissa ja yrityksissä kW käyttöteho on yleensä yksinumeroinen, 230/400 V jännitteellä



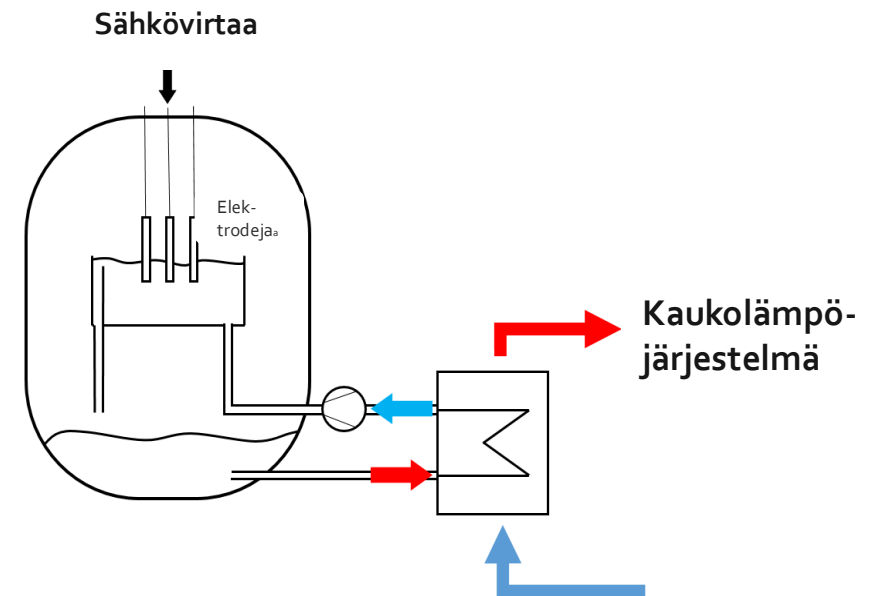
Kaavio sähkövirralla toimivat lämmittimen toiminnasta (Lähde: AGFW)

Sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus

Elektrodikattilat

Elektrodikattiloiden pääkomponentteja ovat elektrodit, joiden ympärillä on vettä

- Jos elektrodit ovat varattuja, veden ohminen vastus saa sen lämpenemään
- Lisälämmönvaihtimen avulla tämä lämmitysenergia voidaan siirtää kaukolämpöjärjestelmään
- **Elektrodikattiloiden kapasiteetti vaihtelee 5 MW ja 50 MW välillä**

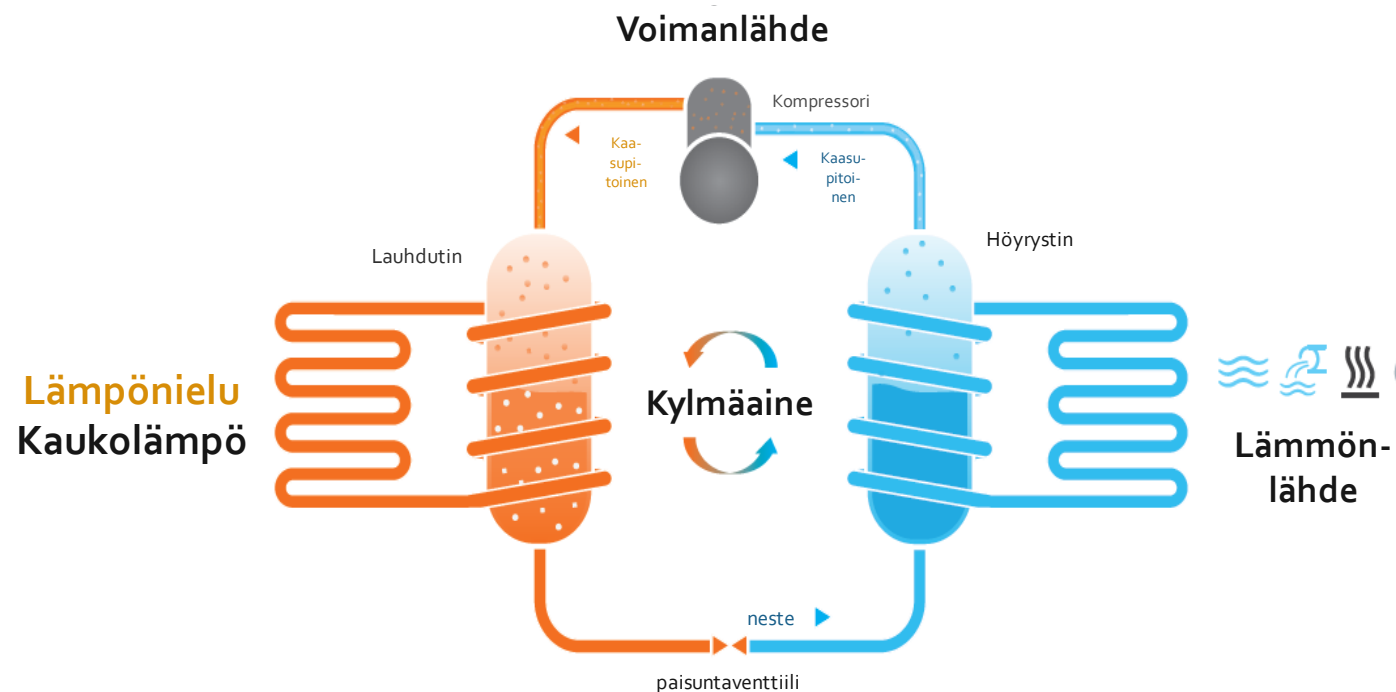


Kaavio elektrodikattilasta (Lähde: AGFW)

Sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus

Kompressiolämpöpumppu

- erittäin tehokas nostamaan lämpötilan vaaditulle lämpötilatasolle
- joustavat ratkaisut kaukolämpöjärjestelmiin
- mikä tahansa saatavilla oleva lämpöpumppukapasiteetti
- poistaa ja tuottaa lämpöä väliaineesta, kuten ympäröivästä vedestä tai ilmasta
- kuluttaa paljon vähemmän sähkövirtaa kuin suorat sähkölämmittimet
- suuret investointikustannukset

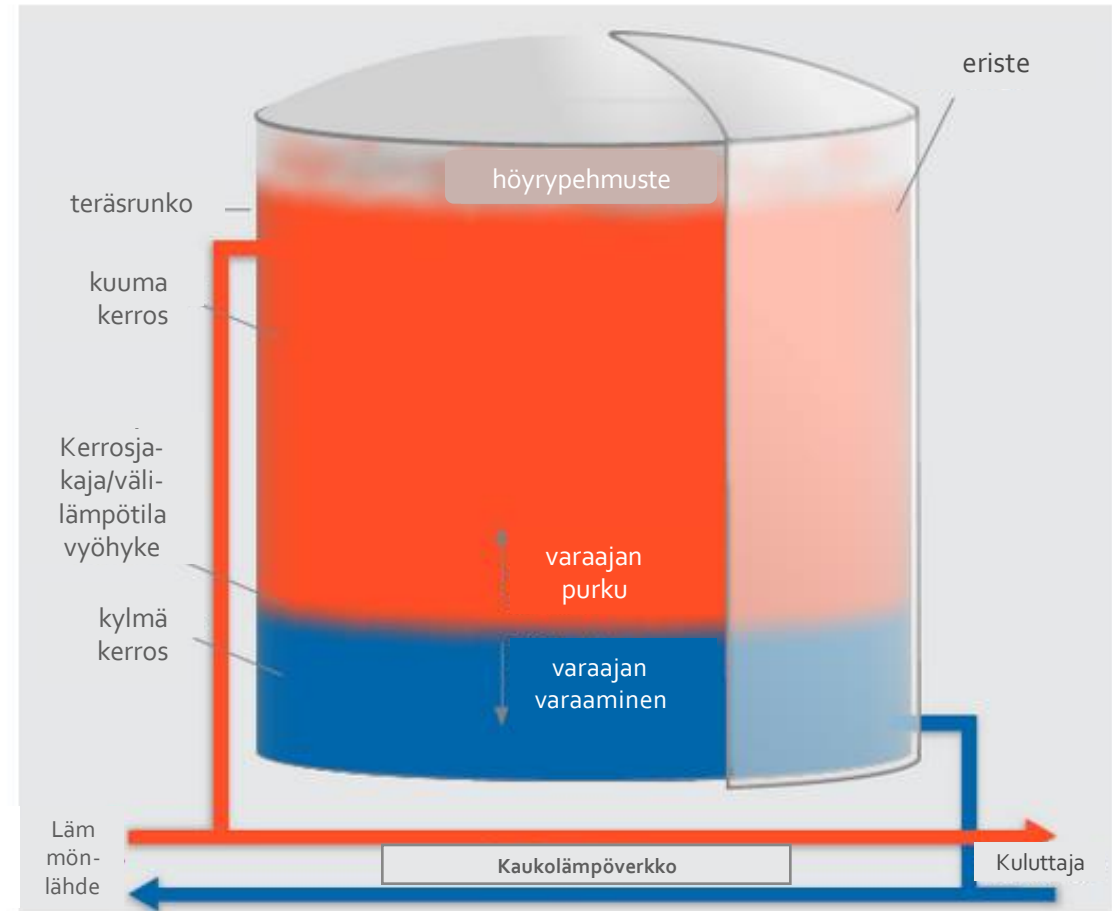


Kompressiolämpöpumpun toiminta (Lähde: AGFW)

Sähköstä lämmöksi -sovelluksia – yleiskatsaus

Lämpövarasto yhdistettynä sähköstä lämmöksi-tekniikkaan

- Sähköstä lämmöksi –järjestelmät yhdistetään yleensä lämmönvaraajiin
- Tavallisimpia kaukolämpöjärjestelmien sovelluksia ovat esim. kerrostetut varastointijärjestelmät (katso kuva)
- Lämpöä voidaan varastoida myöhempään tarpeeseen muutamasta tunnista muutamaan päivään tai viikkoon varaajan koosta riippuen



Kaavio lämpövarastosta (Lähde: vattenfall; käännetty ja muokattu) [2]

P2H –sovellusten potentiaali

Ekologisen potentiaalin analyysi

- Jos lämpö tuotetaan **uusiutuvasta energiasta...**

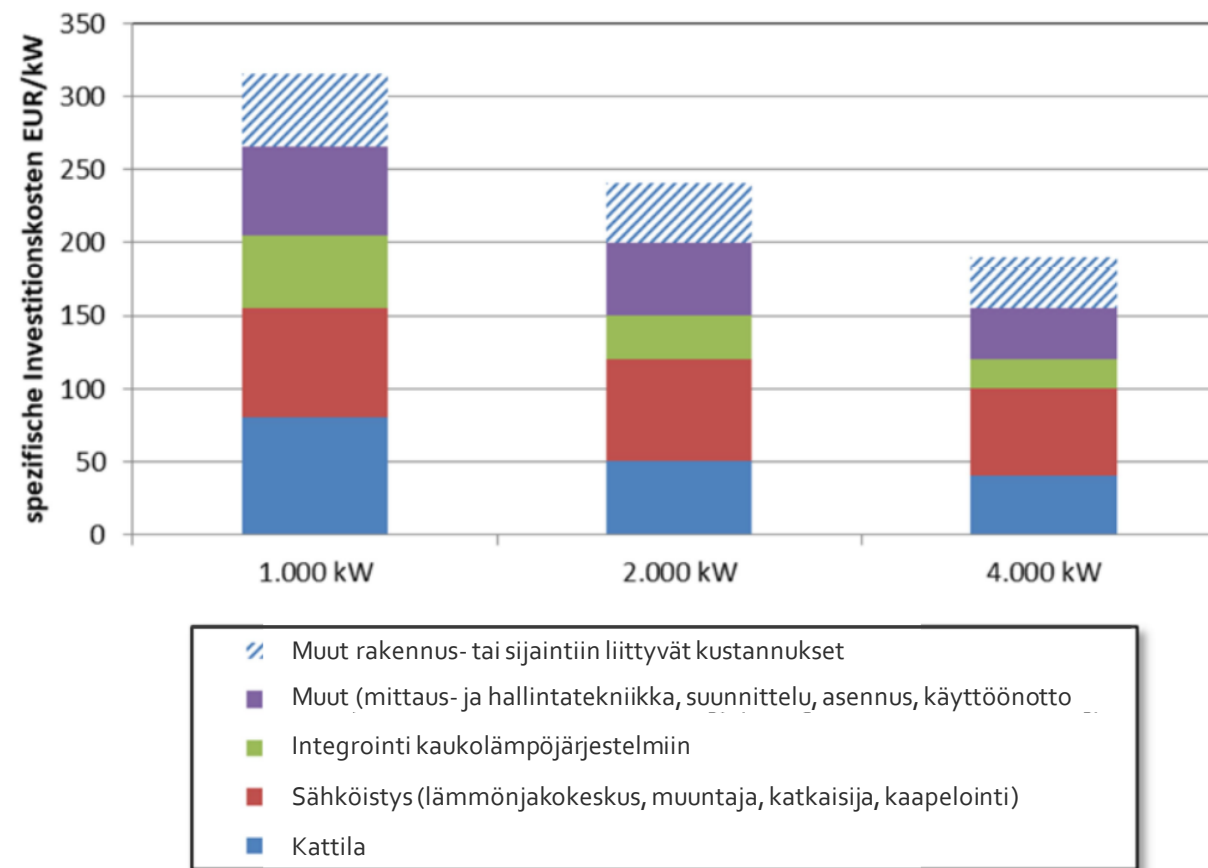
... sähköllä tuotettu lämpö voi merkittävästi vähentää ja korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä tulevissa järjestelmissä

- **Positiivinen sivuvaikutus:** käyttämällä maaseudulla tuotettua “vihreää” ylijäämäsähköä, “vihreää” lämpöä voitaisiin jakaa tiheään asutuille kaupunkialueille
- **Yleisiä mahdollisuuksia:**
 - Energiatehokkuuden lisääminen
 - CO₂-päästöjen vähentäminen

P2H –sovellusten potentiaali

Taloudelliset näkökohdat ja investointikustannukset

- **Suorien sähköisten P2H –sovellusten investointikustannukset** riippuvat paljolti olemassa olevasta infrastruktuurista ja vaaditusta lämpötilatasosta
- Pääasiassa kaukolämpöverkoissa käytetyn laitoksen arvioidut investointikustannukset ovat n. 150-270 euroa kilowatilta
- Suuren mittakaavan lämpöpumpun investointikustannukset ovat yleensä paljon suuremmat



Eritellyt investointikustannukset EUR/kw suorille sähköisille P2H-sovelluksille (Lähde: EEB ENERKO, 2017/2020;) [3]

Sähköstä kaasuksi –tekniikan peruseriaate

- Sähköstä kaasuksi –tekniikalla tarkoitetaan teknistä muuntamisprosessia, jossa kaasun tuottamiseen käytetään sähköenergiaa (tehoa)
- Prosessin tuloksena syntyy vetykaasua (*elektrolyysi*)
- Sen jälkeen vety voidaan muuntaa metaaniksi (*metanointi*)
- Ajatus tekniikan takana on käyttää prosesseihin uusiutuvaa energiaa uusiutuvan (hiilidioksidivapaan) kaasun tuottamiseksi
- **Tämä tekniikka on yksi keino vähentää hiilidioksidipäästöjä lämmitysalalla**



Yksinkertaistettu sähköstä kaasuksi –prosessi (AGFW, 2019)

Sähköstä kaasuksi –tekniikan perusperiaate

Tekniikan tärkein etu

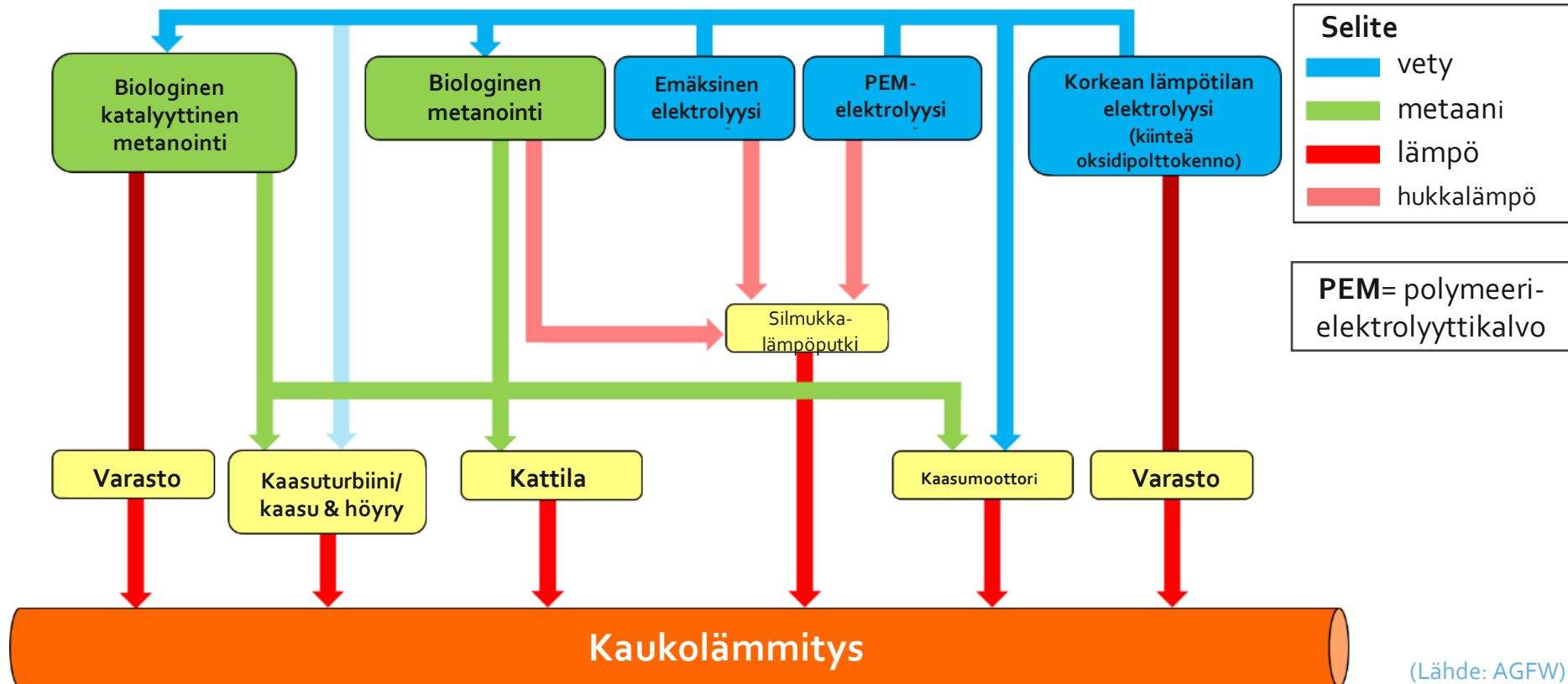
- Vedyn ja metaanin suuri varastointitiheys
- Molemmat ovat primaarienergian lähteitä, jotka ovat olleet käytössä jo pitkään ja ovat osoittautuneet toimiviksi
- **Metaanilla** on samanlaisia ominaisuuksia kuin maakaasulla
 - sitä **voidaan varastoida** ja kuljettaa **olemassa olevan kaasuverkon kautta**
 - metaani **voi korvata** maakaasun käytön **kaikissa aiemmissa sovelluksissa**
 - **Sähkön varastointi** kaasuna voi olla taloudellisesti houkutteleva vaihtoehto turvallisen, joustavan ja ilmastoystävällisen energianjakelun kannalta



Yksinkertaistettu sähköstä kaasuksi –prosessi
(AGFW, 2019)

Sähköstä kaasuksi –tekniikan perusperiaate

Yleiskatsaus sähköstä kaasuksi –prosesseista, joissa käytetään metanointia ja elektrolyysiä



P2H ja P2G –tekniikoiden vertailua

- Yleisesti ottaen **sähköstä kaasuksi** –tekniikka yhdistettynä synteettisen kaasun käyttöön lämmitysalalla kilpailee myös suoran **sähköstä lämmöksi** -tekniikan kanssa

Sähköstä lämmöksi, P2H:

- Suora sähkönkäyttö on tehokkaampaa kuin polttotekniikat
- varjopuolena pitkän aikavälin energianvarastointi

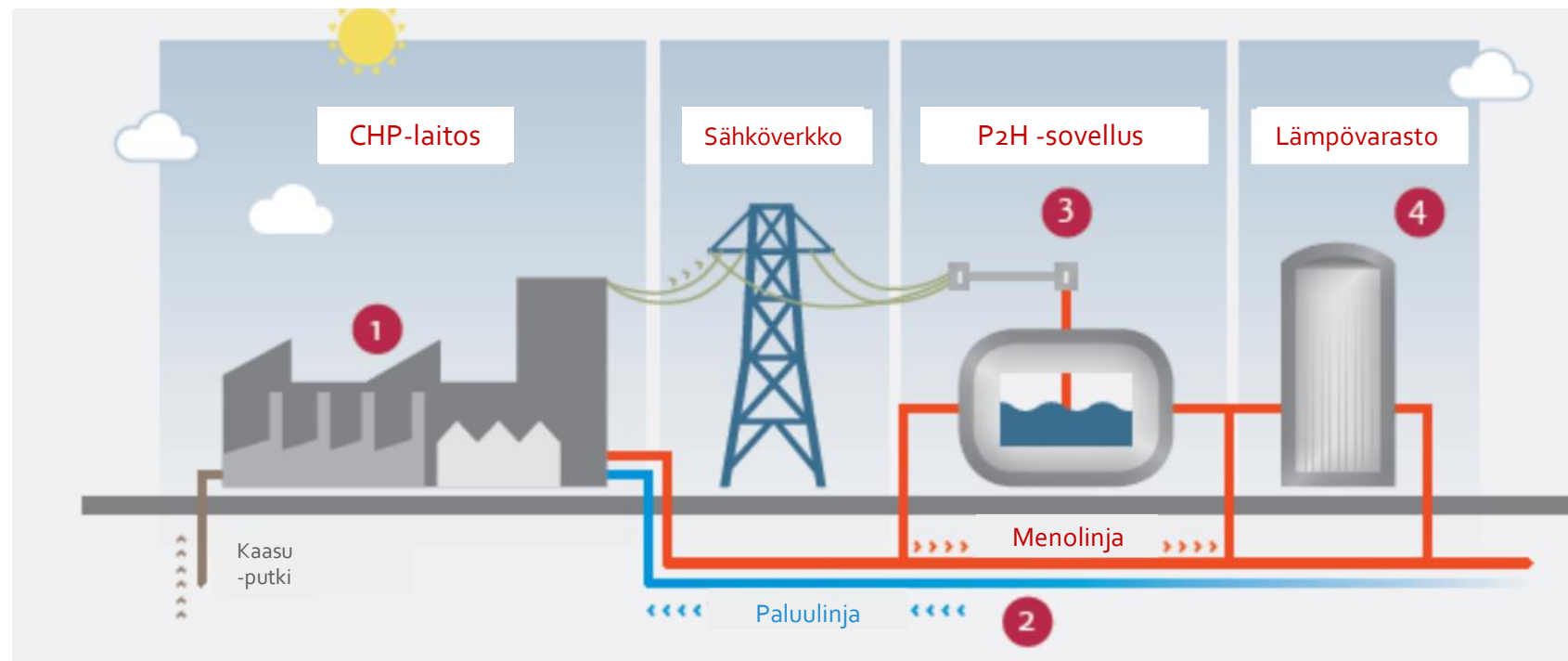
Sähköstä kaasuksi, P2G:

- Kaasulla on suurempi energian varastointitiheys kuin paristoilla tai vedellä (lämpövarasto)
- Synteettisen kaasun tuotanto on tarpeeton muuntamisprosessi (alhainen hyötysuhde)
- Se lisää kuitenkin joustavuutta (tarjonnan ja kysynnän väliseen aikaan liittyen) mutta myös muilla synteettisen kaasun käyttöalueilla

P2H ja P2G –tekniikoiden mahdollisia käyttötapoja

P2H-järjestelmä yhdistettynä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokseen:

- Lähes jatkuva lämmön käyttö mahdollista
- Järjestelmään voidaan helposti integroida lisää lämmönvarastointikapasiteettia
- Jos sähköä jää yli, P2H-järjestelmä tuottaa lämpöä lämmitysverkolle tai lämmönvarastointikapasiteetille



Joustava CHP/lämpöverkko-järjestelmä, johon on yhdistetty lämpövarasto ja P2H-moduuli. (Lähde: bdew, 2016; käännetty) [5]
https://www.bdew.de/media/documents/Factsheet_PowerToHeat.pdf

P2H ja P2G –tekniikoiden mahdollisia käyttötapoja

P2G –tekniikka yhdistettynä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokseen:

- Esimerkki Haßfurtista, Saksasta
- Läheisen tuulivoimalan ylijäämäsähköä sekä aurinkoenergiaa muutetaan uusiutuvaksi vedyksi
- Sitten vety poltetaan vedyllä toimivassa CHP-laitoksessa



Siemensin Silyzer 200 (teho 1,25 MW) elektrolysaattoria käytetään Stadwerk Haßfurtissa tuottamaan vetyä uusiutuvaa energiaa tuottavien laitosten ylijäämäsähköllä. Kuvan lähde: Stadwerk Haßfurt GmbH

Kuvan lähde: lehdistötiedote: https://www.2-g.com/module/designvorlagen/downloads/100_green_electricity_with_power_to_gas.pdf

- [1] Euroheat & Power. <https://www.euroheat.org/group-documents-category/dhc-and-buildings-g5/>
- [2] Vattenfall; translated & adjusted); quoted from <https://www.smarterworld.de/smart-energy/sonstige/fernwaerme-ein-zuverlaessiger-energiewende-baustein.108753.html>
- [4] EEB ENERKO, 2017/2020;). <https://enerko.de/>
- [5] bdew 2016; translated. https://www.bdew.de/media/documents/Factsheet_PowerToHeat.pdf

AGFW-Project GmbH

Project company for rationalisation,
information & standardisation

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main
Germany

E-mail: info@agfw.de

Tel: +49 69 6304 - 247

www.agfw.de