

ENERGIATEOLLISUUS RY

# Suuret lämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä

29.8.2016

VALOR

# Mikä oli VALORin laatiman selvityksen tavoite?

Hankkeen tavoitteena oli selvittää lämpöpumppujen hyödyntämismahdollisuuksia Suomessa osana kaukolämpöjärjestelmää - yhtenä lämmön tuotantomuotona kaukolämpöverkossa

- Selvityksessä tarkasteltiin vain ”suuria” lämpöpumppuja, jotka syöttävät lämpöä suoraan kaukolämpöverkkoon ja joiden rooli kaukolämmön tuotannossa on jokseenkin merkittävä (lämpöteho 1-3 MW:sta ylöspäin)
- Selvityksessä ei tarkasteltu asiakaskohtaisia, lämmön käyttöpaikalla toimivia pumppuja
- VALORin tiimi:



Pekka  
Passi



Kaisa Kontu  
(Aalto yo)



Samuli Rinne  
(Aalto yo)



Seppo  
Ruuhonen

# Miksi suurista lämpöpumpuista osana kaukolämpöjärjestelmää on tullut aiempaa suosittumia?

Epävarmuus sähkön  
tulevasta  
hintakehityksestä

Sähkön keskihinnan lasku

Viranomaisvaatimukset  
energiantuotannon  
uusiutuvuudelle

Epävarmuus  
polttoaineiden tulevasta  
hintakehityksestä

Lämpöpumpputeknologian  
kehittyminen

Pyrkimys energia-  
tehokkuuteen (ylijäämä-  
lämmön hyödyntäminen)

Epävarmuus  
lämpökuorman  
kehityksestä

Kaukojäähdytyksen  
kysynnän kasvu

Onnistuneet  
lämpöpumppuinvestoinnit  
suurissa kaupungeissa

# Mitä hyötyä lämpöpumppulaitoksista on osana kaukolämpöjärjestelmää?

## Lisää kaukolämpöjärjestelmän joustavuutta

- Laajentaa lämmöntuotantorakennetta
- Mahdollistaa nopeat muutokset (nopea käynnistys, alhaiset käynnistyskustannukset)
- Optimoi peruskuormalaitosten ajoaikaa vähentämällä käynnistyskäyntejä ja osakuormia
- Parantaa koko järjestelmän kannattavuutta
- Mahdollistaa sähkömarkkinavolatiliteetin hyödyntämisen (lämpöakun kanssa)

## Mahdollistaa ylijäämälämmönlähteiden hyödyntämisen

- Mahdollistaa matalassa lämpötilassa olevien lämmönlähteiden hyödyntämisen
- Mahdollistaa muuten käyttämättä jäävien lämmönlähteiden hyödyntämisen

## Suojaa (markkina)riskeiltä

- Suojaa sähkön hinnan heilahteluilta
- Suojaa polttoaineiden hintojen heilahteluilta
- Suojaa yksittäisiltä laiterikoilta
- Mahdollistaa kaukojäähdytyksen ja kaukolämmön yhteistuotannon

## Lisää uusiutuvaa lämmöntuotantoa

- Kasvattaa uusiutuvan tuotannon osuutta lämmöntuotannossa
- Ei aiheuta paikallisia päästöjä
- Luo positiivista mielikuvaa kaukolämmöstä

# Ovatko lämpöpumppuinvestoinnit kannattavia?

- Kaukolämpöjärjestelmä on **hyvin pääomavaltainen**
- **Keskeistä** lämpöpumppulaitosinvestoinnin kannattavuuden arvioinnille on sen **vaikutukset kaukolämpöjärjestelmään kokonaisuudessaan**
- Jos lämpöpumppuinvestoinnilla pystytään **parantamaan koko järjestelmän käyttöastetta ja hyötysuhdetta**, investointi voi olla hyvinkin kannattava
- Kääntäen voisi sanoa, että lämpöpumppulaitokset ovat kannattavimmillaan järjestelmissä, joissa lämpöpumpun avulla pystytään varmistamaan olemassa olevien lämmöntuotantokoneiden ja lämpökuorman (lämmön kysynnän) yhteensopivuus
- Suuresta alkuinvestoinnista johtuen lämpöpumppulaitosinvestoinnin **kannattavuusikkuna on kapea**, eikä investointi kestä suuria käyttökustannuksia

# Mitkä ovat tärkeimmät edellytykset kannattavalle lämpöpumppuinvestoinnille?

1. Lämpöpumpulla on kaukolämpöjärjestelmässä **luonteva rooli**, ja sen avulla pystytään parantamaan koko järjestelmän käyttöastetta tai hyötysuhdetta
2. Käytettävissä on lämmönlähde, joka on **lähellä kaukolämpökuormia** (esim. jäteveden, vesistöjen, savukaasujen, kiinteistöjen tms. ylijäämälämpö)
3. Lämmönlähde on **pysyvä**, lämpötilaltaan soveltuva ja saatavuudeltaan tasainen
4. Lämpöpumpulla tuotettua lämpöä **ei tarvitse priimata** tai se onnistuu luontevasti olemassa olevilla laitoksilla
5. Lämmönlähteen lämmöstä **ei tarvitse maksaa** tai hinta on hyvin edullinen
6. Lämpöpumppuinvestoinnin toteuttaminen **ei vaadi** merkittäviä **sähköverkkoa vahvistavia investointeja**
7. Käytössä on **lämpöakku** tai sen rakentaminen on edullista
8. Lämpöpumpulla voidaan tuottaa lämmön **lisäksi myös kaukojäähdytystä**

# Mikä on lämpöpumppulaitoksen tyypillinen rooli erikokoisissa kaukolämpöjärjestelmissä?

Järjestelmän koko	Lämpöpumppuun kytkeytyvät muut laitokset	Lämpöpumpun tavoite	Lämpöpumpun ajotapa	Laitoksen koko (% lämmön-tuotannosta)	Tyypillinen lämmönlähde
Pieni	Lämpökattila	Lämmöntuotantokust. minimointi, fossiilisten korvaaminen	Jatkuva, pohjakuorma	20-90%	Teollisuusprosessit, savukaasut, vesistö, maaperä
Keskisuuri	CHP-laitos, (lämpöakku)	CHP:n kuormitus-asteen maksimointi	CHP-tuotantoa tukeva	5-30%	Samat kuin pienessä + puhdistettu yhdyskuntajätevesi
Suuri	CHP-voimalaitos, energiavarastot (lämpö- ja jäädytysakut)	Koko järjestelmän katteen optimointi	Jatkuva tai jaksottainen tilanteen mukaan	5-20%	Puhdistettu yhdyskuntajätevesi, kiinteistöjen ylijäämlämpö

*Suuntaa-antava arvio laitoksen järkevästä kokoluokasta perustuu simulointien tuloksiin<sup>(1)</sup>*

# Mitä muita strategisia hyötyjä suuriin lämpöpumppuihin liittyy?

Asiakas-  
yhteistyön  
lisääminen  
lämpöpumppu-  
laitosten avulla

- KL-asiakkaat ovat joka tapauksessa aktiivisia uusiutuvan lämmöntuotannon edistämisessä - karrikoiden: ”jatkossa kaukolämpöyhtiö ei ota asiakasta mukaan kehitystyöhön, vaan asiakas saattaa ottaa yhtiön mukaan”
- Kaukolämpöyhtiöiden täytyy tuoda asiakkailleen yhteistyömuotoja ja palveluita, joilla vastataan asiakkaiden toiveisiin näiden haluamalla tavalla mutta joilla samalla maksimoidaan järjestelmätason hyötyjä
- *Esimerkki: asiakkaille tarjottava mahdollisuus ostaa osuus keskitetysti toteutettavasta lämpöpumppulaitoksesta, jonka tuotanto ja hyödyt jyvitetään asiakkaille näiden osuuksien suhteessa (vrt. aurinkovoimalat)*

Kaukolämpö-  
yhtiön imagon  
parantaminen

- Lämpöpumppujen hyvä imago tukee vanhakantaisena pidetyn kaukolämpöalan modernisointia sekä luo mielikuvaa asiakasläheisestä, ympäristöystävällisestä ja joustavasta toiminnasta



# Mitkä ovat selvityksen tärkeimmät viestit muille sidosryhmille?

- Suuret lämpöpumput osana kaukolämpöjärjestelmää ovat hyvä esimerkki kaukolämpöyhtiöiden halusta edistää taloudellisesti ja ekologisesti tehokkaita lämmöntuotantoratkaisuja - yhteistyössä asiakkaidensa kanssa
- **Lainsäätäjän ei pidä rakennusmääräyksillä pakottaa rakennuttajia investoimaan kiinteistökohtaiseen energiantuotantoon**, koska keskitettyihin ratkaisuihin verrattuna pienet lämpöpumput koordinoimattomasti toteutettuina johtavat yhteiskunnalliseen osaoptimointiin, heikosti toimiviin ja ylläpidettyihin järjestelmiin sekä kasvihuonepäästöjen kasvuun
- Ylijäämälämmön laskeminen luontoon selvästi ympäristöä korkeammassa (tai matalammassa) lämpötilassa kuormittaa ympäristöä
- Näin ollen **ylijäämälämmön talteenoton pitäisi olla ympäristöteko**, josta ei lämmön talteen ottavan tahon pitäisi joutua maksamaan

# Mikä on suurten lämpöpumppujen hyödyntämispotentiaali koko Suomessa?

Kategoria	Verkon kulutus GWh	Potentiaali %	Kulutus yht. GWh	Potentiaali GWh
Pieni	Alle 200	4 - 10%	4 500	200 - 500
Keskisuuri	Yli 200	6 - 10%	7 100	400 - 700
Suuri	Yli 800	12 - 15%	19 900	2 400 - 3 000
Yhteensä			31 600	<b>3 000 - 4 200</b>














- Esitetty arvio vastaa 9 - 13 % Suomen vuotuisesta kaukolämmön kulutuksesta (tällä hetkellä tuotanto on alle 2 % kaukolämmön kulutuksesta, n. 600 GWh)
- Suurissa järjestelmissä potentiaali on suurin, koska niissä lämpöpumppuja voidaan hyödyntää myös kaukojäähdytyksen tuotannossa
- Pienissä ja keskisuurissa järjestelmissä potentiaali on riippuvainen ylijäämälämmön saatavuudesta kussakin järjestelmässä - tämä vaatisi oman erillisen selvityksensä



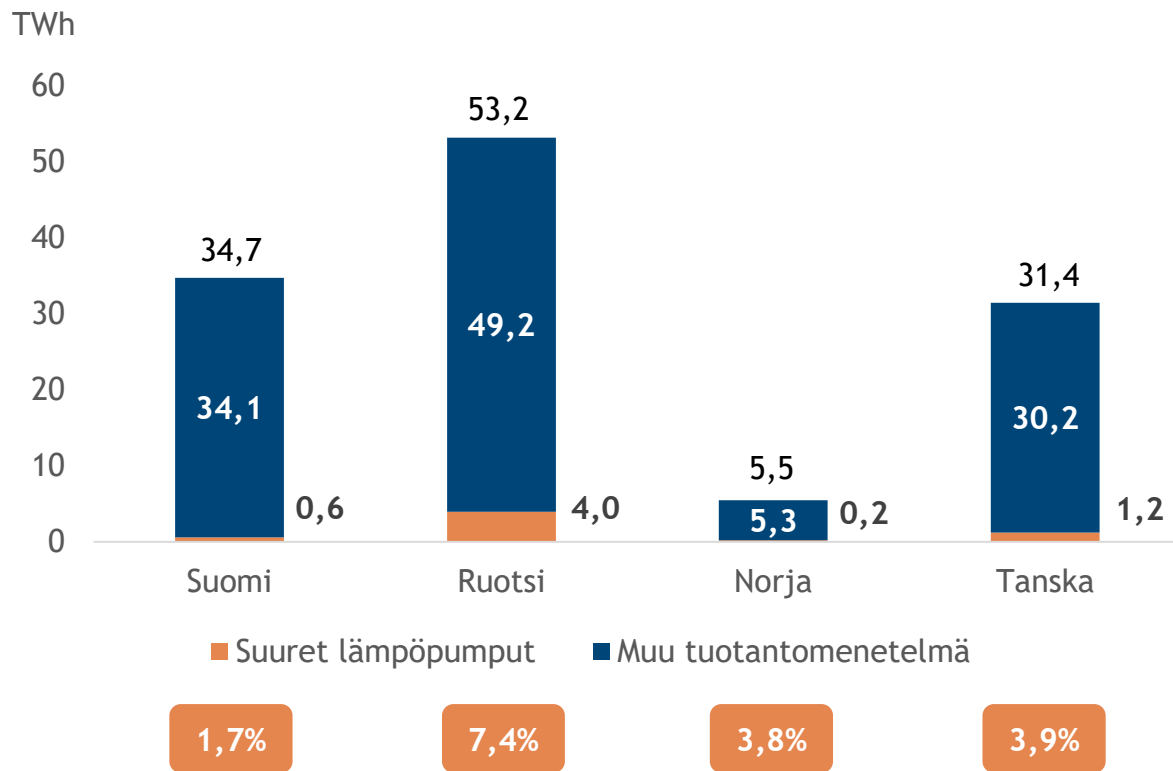
LIITTEET

VALOR

# Pohjoismaissa toteutettuja lämpöpumppuhankkeita

	Kaupunki	Yhtiö	Lämpöpumpun lämpöteho (jäähdytysteho)	Lämmönlähde
	Akaa	Elenia Lämpö	0,6 MW (0,5 MW), koko LTO 1,7 MW	Savukaasut
	Espoo	Fortum	2x20 MW (2x7,5 MW)	Jätevesi
	Helsinki	Helen	5x18 MW (5x12 MW)	Jätevesi, kaukojäähdytysvesi
	Riihimäki	Ekokem/HLV	2x4,5 MW (2x2 MW)	Savukaasut, kl-paluuvesi
	Mäntsälä	Mäntsälän Sähkö	Yht. n. 3 MW	Datakeskus
	Turku	TSE	2x20 MW (2x14 MW)	Jätevesi
	Göteborg	Göteborg Energi (Rya verket)	2x50 MW + 2x30 MW	Jätevesi
	Lund	Lunds Energi	3,6 MW	Hiukkaskiihdytin, geoterminen
	Tukholma	Fortum Sverige	4x27 MW + 2x24 MW + 4x25 MW (Ropsten 1-3)	Merivesi
	Drammen	Drammen Fjernvarme	3x4,5 MW	Merivesi
	Oslo	Oslofjord Värme (Sandvika)	2x6,5 MW (2x4,5 MW)	Jätevesi
	Trondheim	NTNU	1,1 MW	Datakeskus
	Dronninglund	Dronninglund Fjernvarme	3 MW	Varastoitu aurinkoenergia

# Suurten lämpöpumpujen tämänhetkinen osuus kaukolämmön kokonaistuotannosta Pohjoismaissa



# Lämpöpumppuinvestoinnin kokonaiskannattavuutta parantavia yksittäisiä tekijöitä

## Alkuinvestoinnin minimointi

- Lämmönlähde lähellä kuormia (minimaalinen siirtoputkien tarve)
- Edullista tilaa käytettävissä
- Olematon tai minimaalinen tuotetun lämmön priimaustarve
- Hyvä sähköverkko, joka ei vaadi vahvistamista pumpun vuoksi
- Järkevästi mitoitettu laitoskoko
- Mahdollisuus saada investointitukea
- Optimaalisesti mitoitettu mahdollinen lämpöakku

## Laitoksen korkea ja tasainen kannattavuus

- Jatkuva, lämpötilaltaan soveltuva ja saatavuudeltaan mahdollisimman tasainen lämmönlähde (tai useita)
- Nollahintainen tai hinnaltaan negatiivinen lämpö
- Riittävän pitkä vuotuinen ajoaika
- Positiivinen vaikutus peruslämpöä tuottavien voimalaitosten käyttöasteeseen tai hyötysuhteeseen
- Mahdollisuus tuotetun energian varastointiin
- Mahdollisuus yhdistää kaukojäähdytyksen ja -lämmön tuotanto
- Alhainen sähkön hinta
- Vaihteleva lämmön kysyntä (korostaa lämpöpumpun kykyä parantaa muiden voimalaitosten kannattavuutta / suojata koko kaukolämpöjärjestelmän katetta)
- Mahdollisuus osallistua säätösähkömarkkinoille
- Alhaiset sähkön siirtomaksut
- Korkea kaukolämmön- / jäähdytyksen myyntihinta

# VALOR

VALOR PARTNERS  
ETELÄESPLANADI 24  
00130 HELSINKI

VALOR.FI

PEKKA PASSI  
PROJEKTIPÄÄLLIKKÖ  
+358 40 508 6367

PEKKA.PASSI@VALOR.FI

KAISA KONTU  
KONSULTTI  
+358 50 352 5210

KAISA.KONTU@AALTO.FI

SAMULI RINNE  
KONSULTTI  
+358 400 543 835

RINTEENSAMULI@GMAIL.COM

SEPPO RUOHONEN  
SENIOR ADVISOR  
+358 50 363 5040

SEPPO.RUOHONENI@VALOR.FI