

jamk.fi

# Kohti resurssiviisasta aluelämpöä kehittämissuunnitelma

Janne Salmi, JAMK

Kimmo Puolamäki, JAMK

Tapani Sauranen, JAMK

Toukokuu 2023

Biotalousinstituutti



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



KESKI-SUOMEN LIITTO

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

JAMK University of Applied Sciences

## Sisältö

1.	Kuvaus nykyisestä Tarvaalan toimintaympäristöstä.....	2
1.1.	Tarvaalan energiajärjestelmän historia.....	2
1.2.	Kaukolämmön toimintaympäristö ja sen muutos.....	3
1.3.	Nykyisen aluelämpöverkon ratkaisujen kartoitus.....	4
1.4.	Alueellisen kaukolämpöverkoston muutokset ja suunnittelukuvat .....	7
1.5.	Biotalouskampuksen lämmöntuotannon laitteet.....	10
1.6.	Tarvaalan aluelämpöverkon rakennukset.....	11
1.7.	Johtopäätökset.....	13
1.8.	Mitä tulisi huomioida? .....	14
2.	Kehittämistarpeet .....	14
2.1.	Yrityksiltä tulleet kehittämissuositukset .....	14
2.2.	VTT:n raportissa esille tulleet kehittämistarpeet.....	18
2.3.	Tarvaalan aluelämpöjärjestelmän kehittämistarpeet.....	21
2.4.	Henkilöstön osaamisen kehittäminen.....	23
2.5.	Tunnistettavat investointitarpeet .....	23
3.	Jatkotoimenpide-ehdotukset.....	27
3.1.	Kehitysympäristön rahoitusmahdollisuudet.....	27
4.	Liitteet .....	27
5.	Lähdeluettelo .....	32
6.	Allekirjoittajat.....	33

## 1. Kuvaus nykyisestä Tarvaalan toimintaympäristöstä

### 1.1. Tarvaalan energiajärjestelmän historia

Tarvaalan alueellisen energiajärjestelmän ja kaukolämpöverkon rakentaminen on aloitettu vuonna 1960. Alueellista kaukolämpöverkkoa on rakennettu ja laajennettu useissa vaiheissa, eikä se vielä kata kaikkia kampusalueen lämmitettyjä kiinteistöjä. Kaukolämmityksessä on tällä hetkellä 18 rakennusta 22 rakennuksesta. Alueesta on vuosikymmenien aikana kehittynyt monipuolinen Pohjoisen Keski-Suomen ammattiotiston ammatillisen koulutuksen (POKE) ja Jyväskylän ammattikorkeakoulu Biotalousinstituutin (BTI) yhteinen biotalouden kampusalue.

Alussa lämpö tuotettiin kahdella öljykattilalla, joiden tehot olivat 240 kW ja 810 kW. Myöhemmin Vapo Oy tuotti lämmön Pokelle 700 kW:n pellettikattilalla, jota täydensivät öljykattilat varavoimana. Vuonna 2010 alueelle rakennettu Jyväskylän ammattikorkeakoulu Biotalousinstituutin kiinteistö lämmitettiin omalla 200 kW:n hakelämpökeskuksella. Lämmön tuottajana ja myyjänä (lämpöyrittäjänä) oli vuosina 2010-2020 paikallinen Rahkolan Energiaosuuskunta.

Vuonna 2018 alueelle rakennettiin uusi 999 kW:n hakelämpölaitos ja kaukolämpöverkkoa laajennettiin. Samalla kaukolämpöverkkoon liitettiin uusia kiinteistöjä, kuten Forestori. Tämän myötä Poken pellettikattila ja Biotalousinstituutin hakekattila poistettiin käytöstä ja koko alueen tarvitsema lämpö tuotettiin uudella hakelämpölaitoksella. Lämpöenergian tuotannosta vastaa Saarijärven kaukolämpö Oy.

Kaukolämpöverkon laajentamista varten on tehty useita Biotalouskampusalueen ja Poken master plan-suunnitelmaan liittyviä suunnittelu- ja rakentamiskuvia, joita ovat tehneet Sitowise Oy ja Koski-Konsultit Oy. Näitä piirustuksia tulisi yhdistää nykytilanteen mukaiseksi yhdeksi kokonaisuudeksi. Lisäksi Tarvaalan kaukolämpöverkosta on tehty suunnitelmia tulevaisuuden visioihin liittyen (toteutus Tarvaalan Biotalouskampus-hankkeessa). Tällaisia suunnitelmia on esitetty AX-Prosessit Oy:n dokumentissa, joka sisältää Tarvaalan kampusalueen asemapiirustuksen vuodelta 2014.



Kuva 1: Tarvaalan Biotalouskampus

## 1.2. Kaukolämmön toimintaympäristö ja sen muutos

Suomalaisten kodit lämpiävät suurelta osin kaukolämmöllä etenkin kaupungeissa ja taajamissa. Käytännössä kaukolämpö on perinteisesti tuotettu polttoon perustuvilla tuotantoratkaisuilla missä uusiutuvat energialähteet näyttelevät nykyään merkittävää roolia. Tilastokeskuksen tilastojen mukaan melkein puolet vuoden 2021 kaukolämmöstä (40,8 TWh) tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä pääosin puupolttoaineilla, kun taas fossiilisilla polttoaineilla tuotettiin 29 % ja turpeella 10 %.

Reilun kahdenkymmenen vuoden aikana siirtymä fossiilisista polttoaineista (68 % → 29 %) uusiutuvien käyttöön (12% → 47%) on ollut huomattava ja täten merkittävä askel kohti hiilineutraalia kaukolämpöä.

Vaikka Suomen rakennuskanta kasvaa tulevaisuudessa, niin ilmaston lämpenemisen ja energiatehokkuusparannusten myötä sen tarvitseman lämmitysenergian tarve ei oleellisesti kasva, vaan jossakin rakennuskantaluokassa jopa pienenee SYKEen arvion mukaan. TEM on puolestaan arvioinut Suomen energia- ja ilmastosuunnitelmassa vuonna 2019 rakennusten lämmitykseen tarvittavan energianmäärän kutistuvan 0,3 - 0,4 % vuodessa vuodesta 2020 vuoteen 2040.

Vuonna 2022 TEM päivitti energia- ja ilmastostrategiansa, jossa linjataan toimia joilla tavoitteet kasvihuonekaasujen vähentämiseksi 60 % vuoteen 2030 mennessä saavutettaisiin. Painopiste strategiassa on vihreässä siirtymässä ja sen toteutuksessa, mitä Venäjän sota Ukrainassa, mitä ilmeisimminkin tulee kiihdyttämään.

### 1.3. Nykyisen aluelämpöverkon ratkaisujen kartoitus

Työn tässä osuudessa kerättiin Tarvaalan Biotalouskampuksen kaukolämmön alueverkosta ja siihen liitetyistä lämmönjakokeskuksista teknisiä tietoja sekä luetteloihin mahdollisia liitännäspisteitä pilotointi- ja demonstrointiympäristöille. Käytännössä tämä tarkoitti olemassa olevan jakoverkon, lämpöenergian tuotannon sekä kiinteistökohtaisten lämpöliittymien teknistä kuvausta. Alueverkon piirissä olevista lämmöntuotannon laitteista ja kiinteistöjen lämmönjakokeskuksista tehtiin luettelot ja niistä selvitettiin Energiateollisuus ry:n lämmönkäyttötoimikunnan laatiman taulukon mukaiset laitekohtaiset lämmitystekniset tiedot. Taulukon malli on esitetty seuraavalla sivulla (taulukko 1). Taulukko soveltuu hyvin lämmönjakokeskusten ja siihen kuuluvien laitteiden kirjaamiseen, mutta ei esim. lämmönlähteenä toimivan laitteen teknisten tietojen keräämiseen. Jokaisesta kaukolämpöverkkoon liitetyistä lämmöntuotannon ja lämmönjakokeskuksen laitteesta luotiin oma lämmitystekniset tiedot-taulukko.

Työssä selvitettiin myös aiemmin tehdyt suunnitelmat ja niiden toteutus, joiden pohjalta luotiin kuvaus nykytilanteesta. Selvityksessä löytyi alueesta tehtyjä kaukolämpöverkon asemapiirroksia useita kappaleita eri aikakausilta. Nykytilannetta kuvaavaa piirustusta ei ollut, joten Biotalouskampuksen kaukolämpöverkon nykyistä tilaa kuvaava piirustus olisi syytä tehdä. Kiinteistöjen lämmönjakokeskusten tietojen keräyksessä kiinnitettiin erityistä huomiota alla olevan listan kohtiin.

- vähemmän instrumentoitujen ja mittausdataa tuottavien kiinteistöjen lämmönjakokeskusten tiedot
- nykytilanteen mahdollisimman tarkka kuvaus
- lämmönjakokeskusten toisiopuolen mittaukset

- siirtolämpötiladata
- liitäntäpisteet
- automaation taso, ylirajoitus, rajoittavat tekijät
- pitkäaikaiset mittaukset, tilastot ja jo kerätty mittaustieto
- eri tuotantomuotojen kytkennät
- lämpöpumppujen liitäntämahdollisuudet
- kriittiset kohdat, virhetieto

Olemassa olevien teknisten ratkaisujen kartoitus on edellytys niiden soveltuvuuden arviointiin osana tulevaisuuden TKI-ratkaisuja. Nykyisen ympäristön tiedot yhdistettynä seuraavan vaiheet tulevaisuuden ratkaisuihin muodostavat alueen kehittämistarpeet, jotta siitä voisi muodostua alan TKI-työtä palveleva ympäristö.

TKI-ympäristölle tärkeää on monipuolisen mittaustiedon kerääminen, joka mahdollistaa monipuoliset tutkimukset ja järjestelmän tarkan mallinnuksen. Erityisesti tämä koskee rakennuksia eli perinteisesti vähemmän mittauksia sisältävää osaa järjestelmästä. Rakennusten lämmönjakokeskuksen ja varsinkin toisiopuolen monipuoliset mittaukset ovat ensiarvoisen tärkeitä. Digitalisaation perustuvat ratkaisut pohjautuvat lähes poikkeuksetta suureen käytettävissä olevaan datamäärään. Pitkäaikaiset ja monipuoliset mittaukset ovat tässä suhteessa avainasemassa. (Göran Koreneff, 2022)

Taulukko 1. Lämmönjakokeskuksen laitekohtaiset lämmitystekniset tiedot-taulukko (Energiateollisuus ry:n lämmönkäyttö toimikunta).

No	Kohde	Teho, kW	KL-liitäntä, DN/PN	Kiinteistö		
<b>LÄMMÖNSIIRTIMET</b>		Käyttövesi LS1	Lämmitys LS2		Ilmanvaihto LS3	
Valmistaja						
Malli						
PED-luokka	(Pressure Equipment Directive, I-V)					
Teho	kW					
		Ensiö, d20 kPa	Toisio, d50 kPa	Ensiö, d20 kPa	Toisio, d20 kPa	Ensiö, d20 kPa Toisio, d20 kPa
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s					
Lämpötilat	°C-°C					
Painehäviö	kPa					
Rakennepaine	MPa					
Siirtimen tilavuus	dm <sup>3</sup>					
<b>SÄÄTÖVENTTIILIT</b>		Käyttövesi TV1	Lämmitys TV2		Ilmanvaihto TV3	
Valmistaja						
Malli						
Toimilaite						
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s					
Painehäviö	kPa					
KVS, (max. auki)						
Koko	DN					
<b>PUMPUT</b>		P1	P2			
Valmistaja						
Malli						
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s					
Nostokorkeus	kPa					
Moottori	V/A/kW					
Pumpun ohjauskeskus						
<b>PUTKIKOOT</b>		Sisään	Ulos	LKV-kierto	Meno	Paluu
Kaukolämpö						
Käyttövesi	LS1 Toisio					
Lämmitys	LS2 Toisio					
Lämmitys	LS3 Toisio					
<b>VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET</b>			Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus/painehäviö		dm <sup>3</sup> /kPa				
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine		dm <sup>3</sup> /kPa				
Varoventtiilin koko/avautumispaine		DN/kPa		DN/k <sub>vs</sub>		
<b>PAINE-EROSÄÄDIN</b>						
Valmistaja/Malli						
Virtaama/painehäviö		dm <sup>3</sup> /kPa				
Koko/ k <sub>vs</sub> -arvo		DN/k <sub>vs</sub>				
Asetusarvo		kPa				
N:o	kpl	Laite			Mitoitus	
<b>LISÄTIETOJA</b>						
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO						kPa

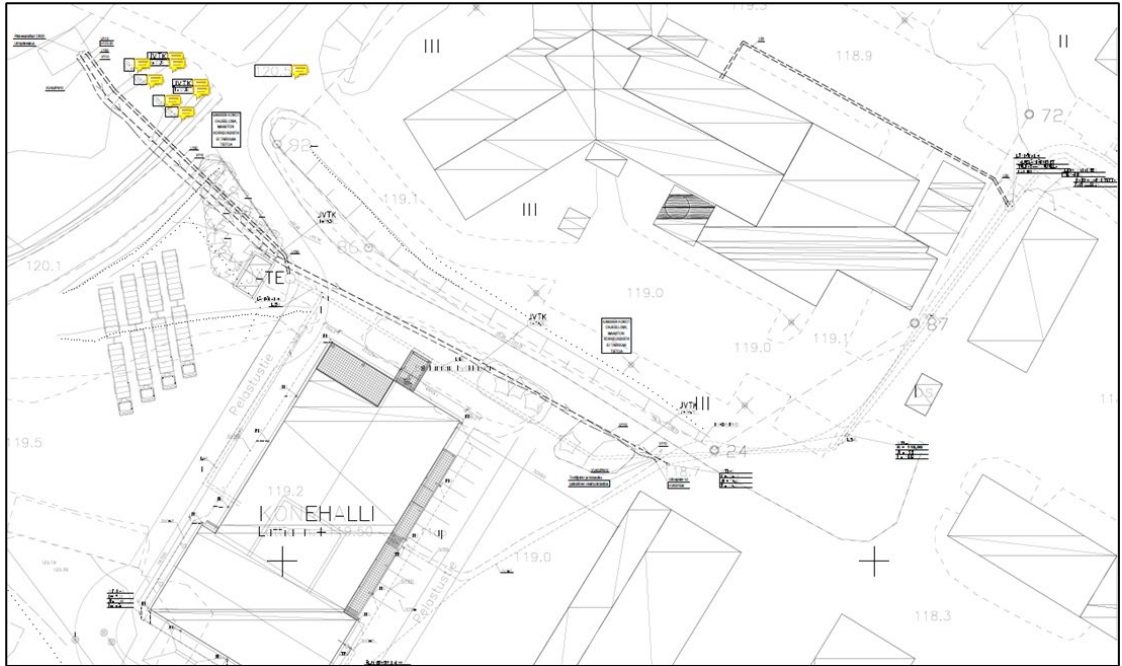
#### 1.4. Alueellisen kaukolämpöverkoston muutokset ja suunnittelukuvat

Tarvaalan kaukolämpöverkko on rakennettu useammassa vaiheessa, eikä kata kaikkia alueen lämmitettyjä kiinteistöjä. Lämpö on tuotettu alussa kahdella 240 kW ja 810 kW öljykattilalla ja myöhemmin Vapon käyttämällä 700 kW pellettikattilalla. Pellettikattilan käyttöönoton jälkeen öljykattilat ovat olleet varavoimana. Vuosina 2009-2010 rakennettu Biotalousinstituutin kiinteistö lämmitettiin omalla 200 kW hakelämpökeskuksella. Lämmön tuotti Rahkolan Energiaosuuskunta.

Alueelle rakennettiin vuonna 2018 uusi 999 kW hakelämpölaitos sekä rakennettiin uusia kiinteistöjä, kuten Forestori. Kaukolämpöverkkoa laajennettiin ja siihen liitettiin uusi lämpölaitos, Forestori ja Biotalousinstituutti. Aiemmin lämmönlähteinä toimineet Vapo Oy:n 700 kW pellettikattila ja Biotalousinstituutin 200 kW hakekattila poistettiin lämmityskäytöstä ja lämpö kaukolämpöverkkoon tuotettiin kokonaisuudessaan uudella hakelämpölaitoksella. Lämpöenergia tuottaa Saarijärven kaukolämpö Oy.

Kaukolämpöverkon laajentamista varten on tehty muutamia suunnittelu- ja rakentamiskuvia. Uusimmat piirustukset ovat tehneet Sitowise Oy vuonna 2018, LVI, Asemapiirustus, vesijohdot, viemärit ja kaukolämpö, 001 (kuva 1), (Metsälä, Ismo, 2018) sekä Koski-Konsultit Oy vuonna 2017, 12316-LVI asemapiirustus aluelämpöputkisto (kuva 2), (Peltovuori, Martti, 2017). Nämä kaksi piirustusta olisi yhdistettävä, jotta tilanne vastaisi toteutunutta nykyhetkeä.



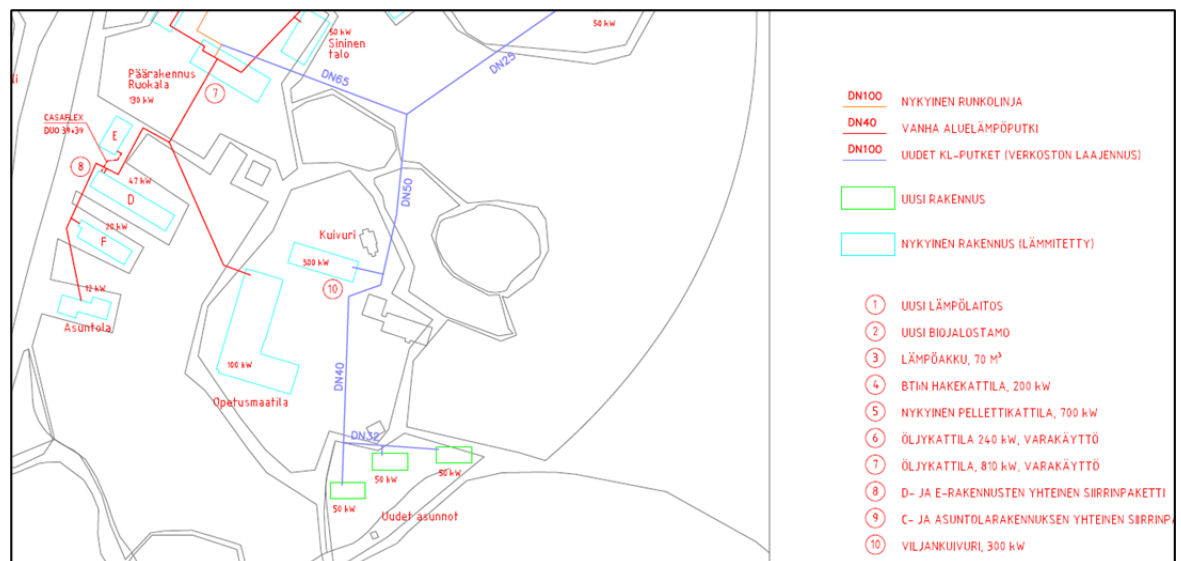


Kuva 1. Ote piirustuksesta 001, Sitowise (2018).

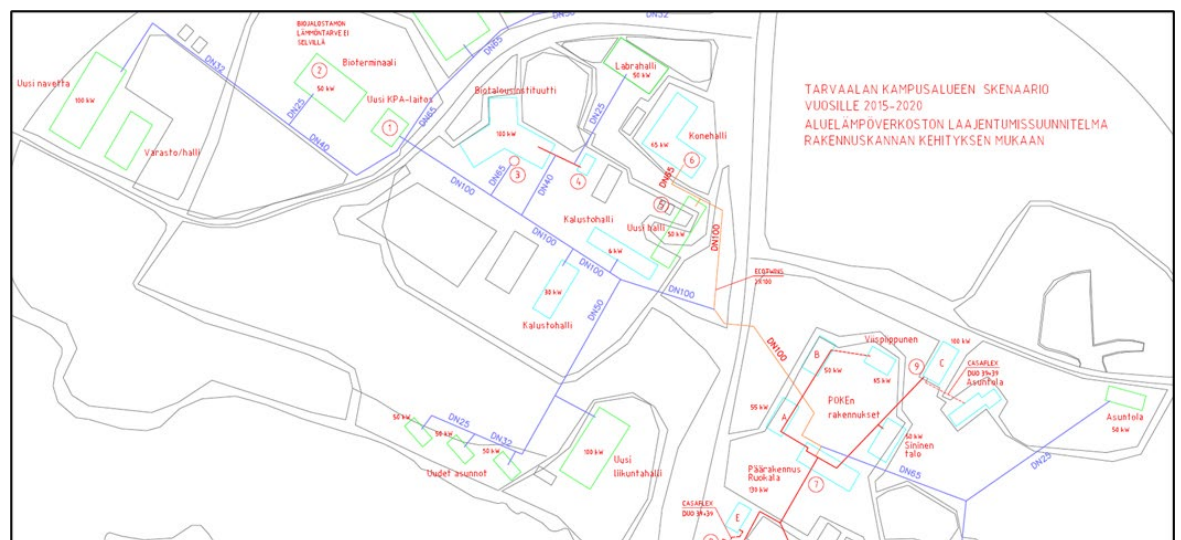


Kuva 2. Ote piirustuksesta 12316-LVI asemapiirustus aluelämpöpöytä, Koski-Konsultit Oy (2017).

Tarvaalan kaukolämpöverkosta on tehty useita tulevaisuuden visioihin liittyviä suunnitelmia, joista osa on ollut Biotalouskampus alueen ja Poken master plan-suunnitelmaan liittyviä uusien kiinteistöjen rakentamis- ja kaukolämmön alueverkon laajentamisiirustuksia. Tällainen suunnitelma on esim. Tarvaalan Biotalouskampus-hanke, Tarvaalan energijärjestelmän esisuunnittelu. Dokumentin ja siinä olevan piirustuksen on tehnyt AX-Prosessit Oy:n Tarvaalan kampusalueen asemapiirustus 12755P-1010 vuodelta 2014 (ote piirustuksesta, kuvat 3 ja 4), (Henna Nurminen, 2014).



Kuva 3. Ote piirustuksesta 12755P-1010, AX-Prosessit Oy (2014).

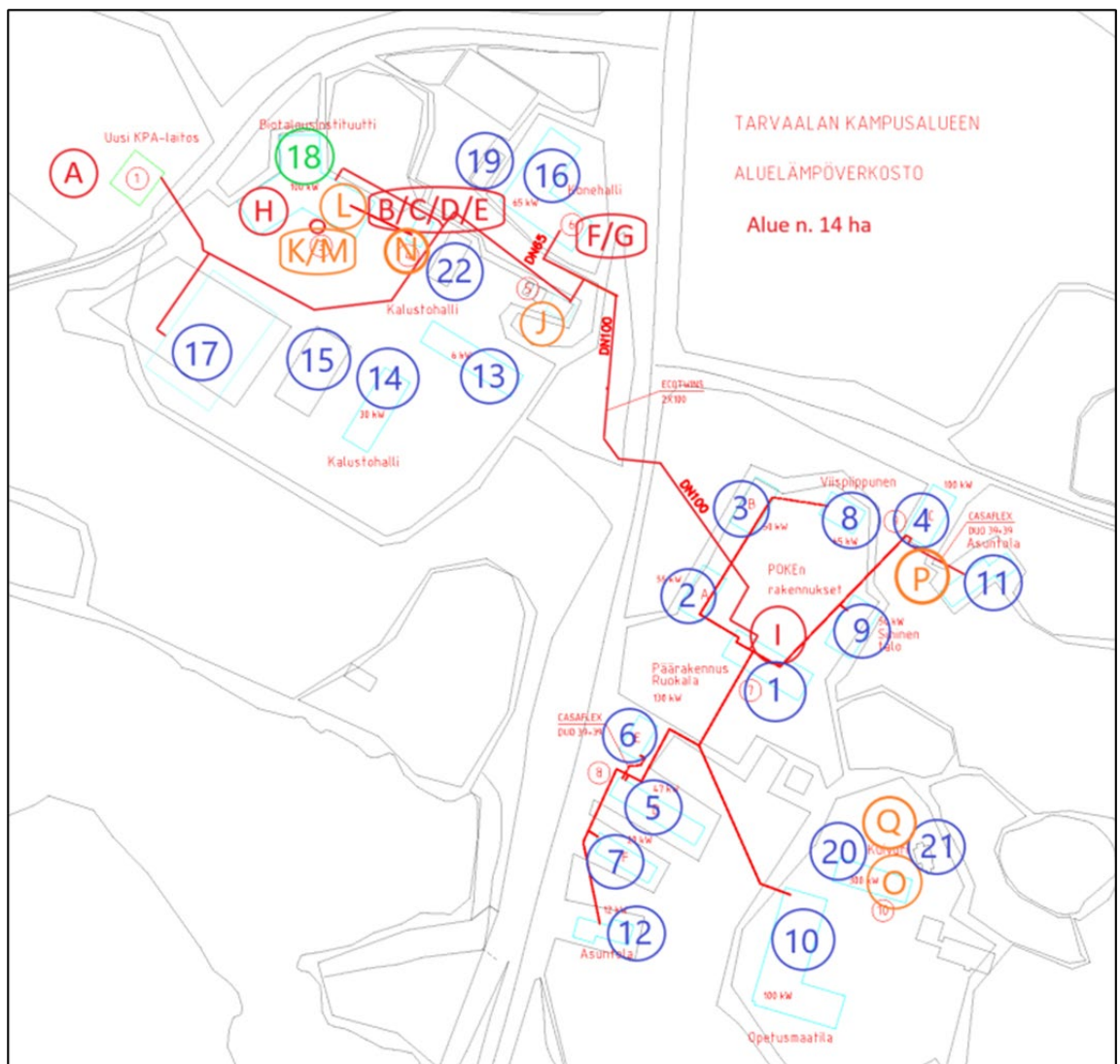


Kuva 4. Ote piirustuksesta 12755P-1010 AX-Prosessit Oy (2014).

## 1.5. Biotalouskampuksen lämmöntuotannon laitteet

Tarvaalan Biotalouskampuksen aluelämpöverkoston lämmöntuotantoon liittyvät nykyiset laitteet on listattu taulukossa 2. Taulukon laitteista tulisi tehdä taulukon yksi mukainen oma tietokenttä, johon kerätään laitteiden lämmitystekniset tiedot. Lämmöntuotantoon liittyvät laitteet on yksilöity aakkosjärjestyksessä kirjaimilla. Esimerkit laitteiden lämmitysteknisistä tiedoista ovat liitteessä 2.

Päälaitteiden sijoittuminen alueellisesti kaukolämpöverkkoon on esitetty Biotalouskampuksen kaukolämpöverkon laitekartta, kuva 5, (Kimmo Puolamäki, 2023, liite 1)



Kuva 5. Biotalouskampuksen aluelämpöverkon lämmöntuotannon laitteiden ja rakennusten kartta. Kirjainten tiedot ovat lämmöntuotannon laitteiden taulukossa 2 ja numeroiden tiedot aluelämpöverkon rakennukset taulukossa 3.

Taulukko 2. Tarvaalan Biotalouskampuksen aluelämpöverkoston lämmöntuotantoon liittyvät laitteet. Tilavuus 32 m<sup>3</sup>, paineluokka 4 bar (2014)

No	Kohde	Teho, kW	KL-liitäntä, DN/PN
A	Uusi lämpölaite	999	KL150
B	BTI:n lämpökeskus	200	L50
C	BTI:n kiinteistölämmitys	160/48/165	
D	Kaksisuuntainen kaukolämpöjärjestelmä		
E	Nestejäähdytinjärjestelmä sähköpuhaltimet	650 11	
F	Kattiloiden testipenkit	0-100 100-500 500-1200	
G	Lämminilmakuivuri, 30 m <sup>3</sup>		
H	Aurinkokeräinjärjestelmä, vesi		
I	Aurinkopaneelijärjestelmä, sähkö		
J	Öljykattila, varakäyttö		
K	70 m <sup>3</sup> lämpöakku		
L	Pellettikattila, pois käytöstä	700	
M	Öljykattila, varakäyttö	240	
N	Öljykattila, varakäyttö	810	
O	D ja E rakennusten yhteinen lämmönsiirripaketti, LJK-1	165, käyttövesi LS1 52, lämmitys LS2 40, lämmitys LS3	KL DN50, DN35/DN35, LKV-kierto DN28 DN32/DN32 DN32/DN32
P	C ja asuntolarakennuksen yhteinen siirripaketti, LJK-2	100, käyttövesi LS1 45, lämmitys LS2 70, lämmitys LS3	KL DN50, DN28/DN28, LKV-kierto DN22 DN32/DN32 DN32/DN32
Q	Viljankuivuri 300 kW, polttoöljy	300, polttoöljy	

## 1.6. Tarvaalan aluelämpöverkon rakennukset

Pääosa aluelämpöverkon lämmitettävistä rakennuksista on Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston kiinteistöjä. Lisäksi verkkoon kuuluu Jamk Biotalousinstituutin rakennukset. Rakennuksien lämmitettävä tilavuus, rakennustekniikka ja lämmönkulutus vaihtelevat suuresti rakennuksen käyttötarkoituksen ja käyttöasteen mukaan.

Aluelämpöverkon rakennukset ja niiden tiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tarvaalan aluelämpöverkon rakennukset.

No	Kiinteistö	Teho, kW	Rakennusvuosi	Pinta-ala, m <sup>2</sup>	Tilavuus, m <sup>3</sup>
1	Päärakennus/ruokala	130	1963	1271	6650
2	A-talo (opiskelija-asuntola)	55	1963	660	2310
3	B-talo	50	1928	871	2640
4	C-talo (opiskelija-asuntola)	100	1963	1094	3111
5	D-talo (opiskelija-asuntola)	47	1977	505	1510
6	E-talo/eläinklinikka	39 + 39	1978	199	678
7	F-talo	20	1978	312	915
8	Viispiippuinen	65	1932	733	2619
9	Sininen talo	50	1863	506	2124
10	Navettarakennus	100	1927	1778	10700
11	Hlö-as 1	39 + 39	1963	315	1300
12	Hlö-as 2	12	1977	240	650
13	Tilanhoitajan toimisto ja kylmähalli	6	1960	311	
14	Kalusto1	30	1988	280	700
15	Kalustovaja lämmin		1988	547	1800
16	Verstasrakennus (konehalli, autokorjaamo, puutyöpaja)	65	1957	1287	5325
17	Forestori		2017	1530	10310
18	Biotalousinstituutti	160/48/165	2010		
19	Rautavarasto		1990	144	400
20	Puimala-kuivaamo-vihanneskellari	300, sähkö	1972	450	2400
21	Pieneläintalo	sähkö	1950	120	300
22	Metsätalo	sähkö	1932	291	1418
	<b>YHTEENSÄ</b>			<b>13594</b>	<b>58430</b>

## 1.7. Johtopäätökset

Melko nopeasti kaukolämpöverkon ja sen laitekannan teknisten tietojen keräämisen alettua, alkoi selvitä työhön sisältyviä haasteita. Haasteita aiheuttivat mm seuraavat asiat:

- dokumentteja ei ole saatavissa kohteissa
- monesti kohteiden tarkat prosessikaaviot puuttuvat tai ovat puutteellisia
- usein putki- ja laitemerkinnät puuttuvat kohteissa
- selvittävien kohteiden laitteet ja merkinnät ovat eristyksien alla
- laitekanta ja laitteiden ikähaarukka on laaja
- putkistot ja niiden toimilaitteet ovat ahtaissa paikoissa ja laitemerkintöjen paikka vaihtelee
- mittaritietojen hetkelliset virtaus- ja lämpötilatiedot ovat sen hetken tilannekuva
- mitoitus- ja laitetietojen yksiköt vaihtelevat laitteen toiminta-alueen mukaan ja tietojen yhdenmukaistaminen vaatii yksikkömuunnosten tekemisen
- laitteen mitoitus tiedot eivät vastaa käyttötilannetta tai käyttötila on vaihtunut muutosten takia
- järjestelmän muutoslokitietoja ei ole
- verkosto-, prosessi- ja laitetiedot ovat useiden henkilöiden hallussa. Henkilöt voivat olla eri yritysten palveluksessa
- verkostopiirustukset on luotu eri yhteensopimattomilla sovellutuksilla tai vain paperisia tai pdf-tiedostoja
- tarvittavat tiedot jäävät puutteelliseksi mallintamista ajatellen
- ilman energiamittaria hetkellinen ja pitempiaikainen data puuttuu tai on vaikeasti yhdistettävässä muodossa
- selvitystyö vaatii laajaa kokemuspohjaa, osaamista ja tietojen hallintaa, joita ovat esim. LVI, kaukolämpö, prosessi, säätö ja automaatio sekä niihin liittyvien laitteiden käyttö

Kohteiden teknisten tietojen keräys vaatii prosessin ymmärtämistä, jossa kohdekohtaisen prosessikaavion merkitys korostuu. Prosessikaavion perusteella pystyy selvittämään laitteiden sijoittumisen ja liitännät kohteessa. Ensimmäisellä käyntikerralla saa näkemyksen laitteista ja tilanteesta sekä osan tarvittavista tiedoista. Kerättyjen tietojen perusteella pystyy etsimään lisätietoja laitteista ja toiminta-arvoista esim. internetistä.

## 1.8. Mitä tulisi huomioida?

Verkoston kuvausten taso ja laitekannan tekniset tiedot vaihtelevat kohteiden ja rakentamisvuoden mukaan. Muutamia asioita kannattaa kuitenkin huomioida.

- selvitystyön määrä on iso jos yhtenäistä tietokantaa ei ole olemassa
- tietojen keräys kannattaa aloittaa etsimällä kaikki olemassa olevat laite- ja prosessidokumentit, jotka on luotu rakentamisen yhteydessä.
- kerättävien teknisten tietojen laajuus on rajattava alkuvaiheessa minimissään tarvittavien tietojen mukaan
- kohteissa kannattaa käyttää alussa aikaa kokonaiskuvan hahmottamiseen ja mahdollisten teknisiä tietoja sisältävien paikkojen löytämiseen
- helpoin tapa laitetietojen keräämiseen on kuvata laitekyttilt ja niiden tiedot
- kuka omistaa jatkossa laitteiden keräämän datan ja sen hyödyntämisen?
- riittäisikö lämmön toimitusrajan data vai tarvitaanko toisiopuolen tietoakin?
- maksupolitiikka on oltava mietittynä etukäteen kaukolämpöverkkoon lisättäville lämmöntuottajille, esim. lämpöpumput

## 2. Kehittämistarpeet

### 2.1. Yrityksiltä tulleet kehittämis ehdotukset

Hankkeen puitteissa kaukolämpöalan pääosin keskisuomalaisia yrityksiä haastateltiin niiden kehittämistarpeiden näkökulmasta. Kaikkiaan vuoropuhelua käytiin n. 20 yrityksen kanssa. Riippuen hieman yrityksen koosta niiden tarpeet olivat erilaisia ja

kaikkienensa moninaisia. Alla haasteltujen yritysten kehittämistarpeita jaoteltuna eri osa-alueisiin.

### **Kiinteistöjen mittausdatan ja digitaalisuuden hyödyntäminen**

Erityisesti monia yrityksiä kiinnosti kaukolämpöjärjestelmästä saatavan datan hallinta sekä sen mahdollistavat eri ohjaukset ja palvelut. Olosuhdepalvelut ovat kenties uusi alue, jossa yritykset näkevät uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Todennäköisesti datan määrä kasvaa voimakkaasti lisääntyvän mittaroinnin myötä. Tällöin on oleellista datan käsittely hyödyntämiskelpoiseen muotoon esim. kiinteistökohtaiseen kulutuksen ohjaamiseen, automatisointiin ja optimointiin. Esimerkiksi kiinteistökohtaisten kulutusjoustomahdollisuuksien tutkiminen ja testaaminen kiinnosti isompia kaukolämpötoimijoita.

### **Uudet vähäpäästöiset polttoaineet**

Uudet vähäpäästöiset polttoaineet polttavan teknologian energialähteenä herättivät muutaman yrityksen kiinnostuksen. Erästä yritystä kiinnosti biokaasun hyödyntäminen lämmöntuotannossa uutta turbiinitekniologiaa tai perinteisemmällä tavalla eli kaasumoottoria hyödyntämällä ottamalla tällöin myös syntyvä hukkalämpö talteen. Myös LBG hyödyntäminen kiinnosti, jos sitä olisi saatavilla.

Monipolttoainevaihtoehtojen käyttö kiinnostaa lämmön tuotannossa edelleen. Energiajakeille on kova kysyntä. Tähän liittyy oleellisesti myös esim. purkupuun hyödyntäminen ja niistä muodostuvien tuhkien hyödyntämismahdollisuuksien selvittäminen. Kiinteiden polttoaineiden riittävyyteen liittyen AFRY on tutkinut 8.2.2023 julkistetussa selvityksessään kahden eri skenaarion mallin (perus- ja matalan puutarjonnan skenaario) avulla Suomen puu- ja turvepolttoaineiden tarjontaa ja kysyntää aikavälillä 2023 - 2028. Selvityksen mukaan puun ja turpeen tuotanto eivät riitä kattamaan kysyntään varsinkin lyhyellä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä eli vuonna 2023 perusskenaariossa polttoainevaje olisi 3,3 TWh ja matalan energiapuutarjonnan skenaariossa 5,7 TWh.



Pidemmällä aikavälillä, erityisesti matalan puuenergiatarjonnan skenaariossa, vajetta olisi vuonna 2025 5,2 TWh ja vuonna 2028 vastaavasti 3,6 TWh.

### **Lämmöntuotannon hybridiratkaisut ja edullisen sähkön hyödyntäminen**

Todella monia toimijoita kiinnosti edullisen sähkön hyödyntäminen lämmöntuotannossa. Erityisesti sähkökattiloiden rooli osana lämmöntuotantoketjua yhdistettynä lämpöakkuun kiinnosti halvan pörssisähkön hyödyntämisaikana sekä huipputehotilanteessa. Lisäksi kiinnosti hybridiratkaisut esim. polttava teknologia + sähkökattila + lämpöakku ja niiden yhteiskäyttö.

### **Ei polttoon perustuvat uudet lämmöntuotantoratkaisut**

Ei polttavista teknologioista suurin kiinnostus oli lämpöpumppeihin ja niiden sovelluksien hyödyntämiseen hukkalämpöjen hyödyntämisessä osana lämmöntuotantoa.

Aurinkoenergian hyödyntämisen rooli kaukolämpöverkoissa oli monille toimijoille vielä epäselvä mutta selkeää kiinnostusta asiaan kuitenkin oli.

Myös maalämpöliiketoiminnalle oli monilla toimijoilla kiinnostusta, etenkin matala ja keskisyvien kaivojen hyödyntämisen osalta.

Pienydinreaktorit nähtiin lähinnä tulevaisuudessa mahdollisina kaupunkien lämmön ja sähkön lähteenä, jotka eivät sovellu aluelämpökokoluokkaan

### **Energian varastointiratkaisut**

Energian varastointiratkaisut nähtiin erityisesti kiinnostavina edullisella sähköllä tuotetun energia varastoinnissa. Lisäksi ne tunnistettiin osana kulutusjoustomahdollisuuksien tasauksessa huippukuormalla. Yritykset eivät indikoineet kovinkaan paljon niitä kiinnostavia teknologia varastointitapoja, mutta yleisesti tiedossa on ainakin lämmön varastointiratkaisut vesiakkuihin ja sekä uutena ratkaisuna lämmön varastointi hiekkapetiin.

**Lämmönjakeluverkon energiatehokkuuden parantaminen**

Kaukolämpöverkkojen energiatehokkuutta voidaan parantaa verkon lämpötilatasoja laskemalla. Tämä verkkojen lämpötilojen laskemisen monet toimijat nostivat mielenkiintoiseksi kehityskohteeksi. Tosin monet epäilivät myös nykyisten korkean lämpötilaverkkojen kykyä muuntua matalalämpökäyttöön verkkojen vanhojen mitoitus-ten takia. Myös kiinteistöt ja niiden lämmönjakokeskukset ovat usein mitoitettu ja suunniteltu vanhan mitoituksen verkoille, mikä on syytä ottaa jatkossa huomioon.

Verkkojen lämpötilatasojen lasku mahdollistaa paremmin ei polttavien teknologioiden ja lämmön varastoinnin hyödyntämisen ja käytön tulevaisuudessa, mikä osaltaan ajaa selvittämään lämpötilatasojen laskemista.

Lämmön tuotantoa voi tulevaisuudessa olla verkon eri osissa ja usean toimijan tuotamana. Tämän takia kaksisuuntaisen kaukolämmön testaus molemmilla puolilla kaukolämpöverkkoa voi olla kiinnostavaa niin kuin myös monituottajamalliin liittyvät liiketoimintamallit.

**Muut kiinnostuksen kohteet**

Selkeä tarve nähtiin sille, että Tarvaalan verkkoympäristöä voitaisiin jatkossa hyödyntää eri lämmöntuotantomuotojen (sähkökattila, biokattila, energiavarasto) testaamiseen ja erityisesti niiden optimointiin eri kulutus- ja tuotantotilanteissa.

Jossain määrin myös CHC (combined heat and cooling) nousi yritysten haastatteluissa esille, mutta niille ei osoitettu erillistä kehittämisen tarvetta.

Myös ORC-tekniologian hyödyntäminen pienessä mittakaavassa (<500 kW) tuotiin erään toimijan puolelta esiin ja mahdollisena tulevaisuuden tuotantomuotona.

## 2.2. VTT:n raportissa esille tulleet kehittämistarpeet

Tulevaisuudessa kaukolämpöalalla ja sen järjestelmätasolla voidaan havainnoida seuraavia tulevaisuuden suuntauksia (Göran Koreneff, M. R. 2022).

### *1. Uusiutuvien ja hukkalämpöjen laajempi ja tehokkaampi hyödyntäminen*

Koska tulevaisuudessa lämmöntuotannossa on vahva tahtotila siirtyä fossiilista energialähteistä kohti uusiutuvia energialähteitä, on lämmöntuotannonstrateginen painopiste suuntautumassa polttoon perustumattomien tuotantomuotojen sekä niihin liittyvien energian varastointimuotojen edistämiseen. Tähän liittyen myös niiden pilotointiin ja käyttöönottoon liittyy kehitystarpeita.

Bioenergiaan perustuvat ratkaisut tulevat olemaan merkittävässä roolissa vielä ainakin 20-30 vuotta ellei pidempääkin koska polttoon perustumattomat ratkaisut kehittyvät vielä ja tarvitsevat ns. perusvoimaa tuekseen.

Hukkalämpöjen osalta niiden potentiaali on iso Suomen tasolla (130 TWh) mutta tekninen hyödynnettävissä oleva potentiaali olisi arviolta n. 35 TWh. Paikallisesti potentiaali liittyy usein teollisuusalueen tai yksittäisen ison teollisuustoimijan hukkalämmön hyödyntämiseen. Oleellista näissä on lämpöpumppujen voimakas hyödyntäminen sekä bioenergiaan perustuvat ratkaisut, jotka takaavat lämmöntuotannon kovilla pakkasilla. Sinänsä kiinnostusta on myös hyödyntää lämpöpumppujen avulla sekä geo- että merivesienergiaa vaikkakin niiden potentiaali arvioidaan olevan hukkalämpöjä pienempi.

### *2. Ympäröivien energiajärjestelmien muutosten heijastuminen kaukolämpöjärjestelmiin*

Yksi merkittävä tekijä Suomen energiamarkkinoilla on nyt ja tulevaisuudessa sääriippuvainen tuulivoima. Koska sen tuotantokapasiteetti kasvaa todella paljon (2430 MW vuonna 2022) seuraavien vuosien aikana on sillä merkitystä myös todennäköisesti kaukolämmön tuotantoon. Sähköistyminen edennee tavalla tai toisella myös lämmöntuotannossa esim. sähkökattilainvestointeina, kun tuulisähköä on tarjolla runsaasti yhdessä Olkiluoto 3 kaupallisen tuotannon kanssa.

Tosin huomioitavaa on tietysti tuulisähkön tarjonnan vaihtelevuus sääolosuhteiden mukaisesti. Tämä vaihtelevuus yhdessä sähkön hinnan kanssa korostaa energiavarastojen tärkeyttä tulevaisuudessa.

### *3. Kaukolämmön siirtoverkon merkityksen korostuminen*

Kaukolämpöverkkojen lämpötilojen madaltaminen on yksi oleellisimpia keinoja parantaa niiden energiatehokkuutta ja edesauttaa sekä mahdollistaa paremmin mm. hukkalämpöjen, uusiutuvien energialähteiden sekä lämpöpumppuratkaisujen hyödyntämisen osana verkon lämmöntuotantoa. Ensimmäisenä toimenpiteenä onkin lämmönjakokeskuksien tulolämpötilamitoituksen alentaminen (115→90°C) ilman kiinteistön sisäiseen lämmönjakoon tarvittavia investointeja. Toisaalta tämä tarkoittaa isompia lämmönjakokeskuksien lämmönsiirtimen pinta-aloja. Todennäköisesti verkon lämpötilojen lasku tapahtuu hitaasti uusien mitoituksien omaavien lämmönsiirtimien korvausinvestointien myötä. VTT on arvioinut sen tapahtuvan asteittain 2030-luvun lopulle asti, ellei sitä nopeuteta valtion toimenpiteillä tapahtuvaksi jo aiemmin.

Suomessa kaukolämpöjärjestelmät ovat perinteisesti suljettuja järjestelmiä, jossa verkossa on lämmöntuottaja ja sen käyttäjät. Tulevaisuudessa kaukolämpöverkot voidaan nähdä myös osana järjestelmäintegraatiota ja alustaa, joka on joustava uusille teknologioille ja jossa lämmönkuluttajat voivat tietyssä tilanteessa olla myös lämmöntuottajia (kaksisuuntaisuus). Tulevaisuuden kaukolämpöjärjestelmiltä toivotaankin muuntojoustavuutta sekä erilaisia liiketoimintamalleja mitkä eivät estä muitakin tuotantomuotoja ja toimijoita liittymästä järjestelmään.

### *4. Digitaalisuuden mahdollisuudet ja toteutus*

Kaukolämpöverkkoihin liittyvä digitaalisuus on aiheena hyvin laaja ja mahdollistaa monia uusia ratkaisuja mm. suunnitteluun, käyttöön ja ylläpitoon.

Suomalaisten kaukolämpöyhtiöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella pääpaino digitalisaation tavoitteissa liittyy järjestelmän kokonaistehokkuuden

nostamiseen sekä joissain määrin kerätyn mittaustiedon käsittelyyn ja hyödyntämiseen.

##### *5. Kiinteistö- ja rakennustasoratkaisujen rooli*

JAMK Biotalousinstituutin suunnitteleman TKI-ympäristön kehittämisen näkökulmasta nämä edellä mainitut teemat ovat kaikki oleellisia ja tulee näin ottaa huomioon. Vaikka paikallisen Tarvaalan Biotalouskampuksen järjestelmänmittakaava on kaupunkitason kaukolämpöjärjestelmään nähden hyvin pieni, se sisältää silti kaikki oleelliset komponentit; tuotannon, siirtoverkon sekä kytketyt, eri rakennusaikakausilta olevat kuluttajarakennukset.

TKI-ympäristölle tärkeää on monipuolisen mittaustiedon kerääminen, joka mahdollistaa monipuoliset tutkimukset ja järjestelmän tarkan mallinnuksen. Erityisesti tämä koskee rakennuksia eli perinteisesti vähemmän mittauksia sisältävää osaa järjestelmästä. Rakennusten lämmönjakokeskuksen ja varsinkin toisiopuolen monipuoliset mittaukset ovat ensiarvoisen tärkeitä. Digitalisaation perustuvat ratkaisut pohjautuvat lähes poikkeuksetta suureen käytettävissä olevaan datamäärään. Pitkäaikaiset ja monipuoliset mittaukset ovat tässä suhteessa avainasemassa.

Siirtolämpötilan muutokset ja seuranta ovat toinen tärkeä asia. Vaikka siirtoverkko onkin varsin pieni, se toimintaa ja tilaa voidaan silti seurata, mallintaa ja validoida. Samoin tuotannon muunneltavuus on tärkeää; erilaisia tuotantomuotoja tulee voida testimielessä kytkeä osaksi tuotantorakennetta.

Lämpöenergian varastointi ja mahdollisuus ohjata tämän (sekä eri tuotantomuotojen) käyttöä sähkön hintasignaalin perusteella ovat selkeästi tulevaisuuden tarpeita vastaavia. Sähkön hintasignaaliin reagointi liittyy järjestelmän käytännössä osaksi ympäröivää energiajärjestelmää, jolloin esim. voimakkaasti kasvavan tuulivoiman vaikutus tulee otettua huomioon järjestelmän käytössä. Tulevaisuuden lämmöntuotanto nojaa pitkälti sähköistymiseen. Käytännössä avainteknologiana ovat lämpöpumput. Näiden testaamiseen ja liitettävyyteen liittyvät toimet ovat siis tärkeitä.

Jotta järjestelmää ja TKI-ympäristö voidaan kehittää edelleen, on myös tärkeää, että sen nykytilanne saadaan tarkasti määriteltyä. Tällöin myös edellä suositeltujen mittausten toteuttaminen helpottuu ja ne saadaan toteutettua mahdollisimman vähin kustannuksin ja järkevästi.

### 2.3. Tarvaalan aluelämpöjärjestelmän kehittämistarpeet

Perustuen sekä yritysten että VTT:n kanssa käytyjen keskusteluihin on käynyt ilmi mahdollinen tarve kaukolämpöalan TKI-ympäristölle, missä uusia teknologioita ja toimintamalleja voisi hallitusti testata pienemmässä toimintaympäristössä ennen niiden laajempaa käyttöönottoa isommassa kaukolämpöverkossa. Koska Tarvaalan Biotalouskampuksen verkossa, vaikka pieni onkin, löytyy kaikki isomman verkon osa-alueet, on sen hyödyntämistä tähän edellä mainittuun tarkoitukseen syytä selvittää. Alla olemme kuvanneet tärkeimmät tulevaisuuden Biotalouskampuksen TKI-ympäristöön tarvittavat osa-alueet.

Tarvaalan aluelämpöverkkoon kehittämistarpeet liittyvät suurelta osin siihen, mitä siellä on tarkoitus tulevaisuudessa tutkia ja kehittää. Tähän liittyen alle on kuvattu sekä yritysten että VTT:n näkemykset tutkimus- ja kehittämiskohteista.

#### *1. Nykyisen siirtoverkon energiatehokkuuden nostaminen*

Jotta nykyinen verkko voisi olla alusta uusille ei polttavien teknologioiden testausselle ja pilotoinnille niin tällöin on ensi arvoisen tärkeää kaukolämmön paluueden lämpötilan laskeminen, jotta uusien teknologioiden lämpönielu mahdollistuisi. Samalla kun paluueden lämpötila laskee, niin tällöin myös järjestelmän energiatehokkuus paranee.

#### *2. Nykyisen järjestelmän digitaalisuuden lisääminen*

Jotta nykyinen järjestelmä palvelisi tulevaisuuden tarpeita olisi sen instrumentointia ja datan keruuta parannettava. Harkittavaksi tulee tällöin kiinteistöjen mittaroinnin parannukset sekä ensi- ja toisiopuolilla. Anturoinnin lisäksi on myös sieltä saatavan datan käsittelyyn luotava toimiva järjestelmä. Tulevaisuudessa verkosta saatavalla datalla on suuri merkitys energiajärjestelmän ohjaamiseen.

### 3. *Energian varastoinnin parantaminen*

Tulevaisuudessa energian varastoinnilla on myös suuri merkitys kaukolämpöverkoissa ja täten myös Tarvaalan Biotalousinstituutin jo olemassa olevaa n. 70 m<sup>3</sup> lämpövaraajaan on syytä päivittää paremmin tulevaisuuden ratkaisuja palvelemaan.

### 4. *Uusien lämmöntuotantoratkaisujen testauksen mahdollistaminen*

Jotta uusia ei-polttavia teknologioita voidaan pilotoida ja testata, on niille luotava soveltuvat kytkentäpaikat nykyiseen verkkoon. Toivottavaa olisikin, että ne voitaisiin sijoittaa eri puolille jakeluverkkoa. Tunnistettuja potentiaalisia paikkoja olisivat nykyisen Saarijärven Kaukolämmön omistaman 1 MW:n lämpölaitoksen läheisyys, Biotalousinstituutin oma 200 kW:n lämpölaitos, POKE:n omistukseen jäänyt 700 kW:n vanha pellettilämpölaitos, Kattilatestauslaboratorion (Testori) kattilapaikat ja Biotalousinstituutin 70 m<sup>3</sup> lämpöakku. Eri kokoluokan ja teknologian testauksille on tarjolla useita eri vaihtoehtoja, jotka tekevät TKI ympäristöstä monipuolisen, eri käyttötarkoituksiin sopivan.

### 5. *Energiajärjestelmän mallintaminen*

Nykyistä energiajärjestelmää mallintamalla voidaan luoda aluelämpöverkosta malli kuvaamaan ja mahdollisuuksien mukaan ohjaamaan alueen lämmön tuotantoa, varastointia ja kulutusta. Mallilla voidaan mm. simuloida lämmön kustannusoptimaalista hankintaa, huomioiden esim. mahdolliset lämpövarastot. Mallia voidaan lisäksi hyödyntää sekä tutkimus- kehitys- ja innovaatiotyökaluna että koulutuksellisiin tarpeisiin. Lisäksi sen hyödynnettävyys isompien kaukolämpöverkkojen simulointiin on eräs mielenkiintoinen ja selvitettävä mahdollisuus.

## 2.4. Henkilöstön osaamisen kehittäminen

Kehitettäessä Biotalousinstituutin kampusalueelle mahdollista kaukolämpöalan TKI-ympäristöä lisääntyvät myös osaamisvaatimukset ko. ympäristön mukaisesti. Nykyisin Biotalousinstituutin osaaminen on ehkä enemmän polttoon perustuvassa lämmöntuotannosta, kun TKI-ympäristö edellyttää laajaa osaamista tuotannosta, lämmönsiirrosta ja sen kiinteistökohtaisesta lämmönjakelusta. Koska ala on suuntaamassa kohti ei polttavia tuotantoteknologioita, niin myös tuotantoteknologian osaamisvajetta on tunnistettavissa nykyisessä Biotalousinstituutin osaamis pohjassa.

Siirryttäessä entistä syvällisempään datan keräämiseen, jalostamiseen ja sen hyödyntämiseen, tarvitaan Jamkin henkilöstöltä uudenlaista osaamista. Etenkin kiinteistöistä kerättävän datan käsittely ja hyödyntäminen on kaukolämpösektorilla melko uutta. Se vaatii joko lisäkoulutusten hankkimista tai uusia rekrytointeja. Ideaalitapaus olisi, että uusi osaajaresurssi voisi olla yhteinen Jamkin sisällä eri tulosalueilla tai yhteinen alalla toimivan tutkimuslaitoksen / yrityksen kanssa. Näin voitaisiin varmistaa resursien tehokas hyödyntäminen ja tiedonsiirto tutkimus- ja kehitystoiminnoista yrityksiin ja päinvastoin.

Osaamisvajetta voidaan toki myös paikata ainakin osittain tekemällä yhteistyötä alan muiden toimijoiden kesken esim. julkisrahoitteisten hankkeiden avulla.

## 2.5. Tunnistetut investointitarpeet

Edellisessä kohdassa esitettyihin kehittämistarpeisiin liittyy myös mahdollisia ja tunnistettuja investointitarpeita ja niiden mahdollisesti aiheuttamia investointikustannuksia. Investointikustannukset perustuvat osittain laitetoimittajilta pyydettyihin arvioihin ja osittain muuten arvioituihin kuluihin. Koska tällä hankkeella suunnittelun tasoa ei voitu viedä yksityiskohtaisemmalle tasolle, varsinaisia tarjouspyyntöjäkään ei ole laitetoimittajilta pyydetty. Näin ollen alla esitetyt investointikustannukset ovat arvioita mahdollisista budjettitasoisista kustannuksista (alv 0 %) ja ovat siten suuntaa antavia.



Alla on esitetty TKI-ympäristön tunnistetut investointitarpeet kehittämistarpeen mukaisesti jaoteltuna.

### *1. Nykyisen siirtoverkon energiatehokkuuden nostaminen*

POKE:n kaukolämmön piirissä oleviin kiinteistöihin on syytä asentaa uuden matalamman tuloveden lämpötilamitoituksen omaavat lämmönvaihtimet parantamaan lämmönsiirtoa aluelämpöverkosta kiinteistöön. Tämä työ on jo aloitettu POKE:n toimesta ja saatetaan suurelta osin loppuun vuoden 2023 aikana. Arvioitu investointikustannus n. 60 000 eur.

### *2. Nykyisen järjestelmän digitaalisuuden parantaminen*

Koska perinteisesti kiinteistöjen lämmönjakokeskukset ovat varastettu vain hyvin niukalla mittaroinnilla palvelemaan ko. keskuksen toimintaa, on niiden mittauksia lisättävä paremmin tulevaisuuden energijärjestelmää ja TKI-ympäristöä palvelemaan.

Kiinteistöjen lämmönjakokeskusten mittauksien lisääminen ja siitä kertyvän datan hyödyntäminen on osa energijärjestelmän kehittämistä ja sen ohjausta (esim. kulutusjoustopon mahdollistamiseksi). Mikäli kiinteistön lämmönjakokeskus varustetaan energiamittarilla sekä muutamalla mittausanturilla, on niiden muodostaman datan keruun kustannusarvio kokonaisuudessaan 10 kiinteistön osalta n. 50 - 60 000 eur asennettuna. Osaksi investointia täytyy laskea myös suunnittelukustannus n. 10 000 eur, jolloin kokonaiskustannus olisi n. 60 - 70 000 eur.

### *3. Energian varastoinnin parantaminen*

Nykyisen Biotalousinstituutin alueella sijaitsevan 70 m<sup>3</sup> lämpöakun lämpökapasiteetin nostamiseksi sen nykyisiä putkituksia on syytä muuttaa. Samalla kertaa on syytä myös päivittää sen instrumentaatiota ja anturointeja lämpöakkutoimintaa paremmin soveltuvaksi.

Investoinnin kokonaisarvoksi on arvioitu n 10 000 eur sisältäen suunnittelun ja laitehankinnat sekä tarvittavat asennustyöt.

### *4. Uusien lämmöntuotantoratkaisujen testauksen mahdollistaminen*

Mahdollistetaan ei polttavan teknologian kytkemistä eri puolille aluelämpöverkkoa. Liitäntäpisteiden sijoittelussa kannattaa hyödyntää olemassa olevien tai jo käytöstä poistuneiden tuotantoyksiköiden valmiita kytkentäpaikkoja. Näiden kytkentäpisteiden suunnittelu ja toteutuskustannukset on arvioitu olevan n. 5000 eur / piste. Mahdollisia pisteitä voisivat olla nykyisten/entisten lämmöntuotantoyksiköiden kohdalla 200 kW:n KPA , 700 kW:n pellettilaitos , 1 000 kW:n KPA, POKE:n varalämpöjärjestelmä (öljy).

Seuraavaksi on esitetty muutamien mahdollisesti pilotoitavien ei polttavien lämmöntuotantoratkaisujen investointikustannuksia.

#### Sähkökattila

Mikäli halutaan testata sähkökattilan käyttöä osana tulevaisuuden kaukolämpöverkkoa niin tällöin sen investointiin liittyy mm. seuraavia kuluja.

#### Sähkösuunnittelu

Sähkökattilainvestointiin liittyy oleellisesti myös tarvittavat sähkösuunnitelmat liittyen laiteinvestointiin ja sen liittämiseen alueen sähköverkkoon. Suunnittelukustannukseksi on arvioitu 10 000 - 20 000 eur.

#### Hankintakustannus

Riippuen kattilan sähkötehosta sen investointikustannukset ilman asennuskuluja ovat kokoluokaltaan seuraavat

- 225 kW 12 000 eur
- 1000 kW 44 000 eur
- 1600 kW 69 000 eur

#### Sähköliittymän muutokset

Hyvin todennäköisesti alueen sähköliittymää täytyy päivittää suuremmaksi ja sen kustannukset riippuvat nykyisen liittymän koosta ja mahdollisen laiteinvestoinnin kokoluokasta. Mikäli liittymämuutoksia (ja mahdollisesti muuntamomuunnoksia) tarvitaan, niin niiden aiheuttamat kustannukset voivat ylittää jopa kattilan hankintahinnan.

Esimerkiksi 225 kW kattilainvestointi Biotalousinstituutin alueelle tarkoittaisi sähköliittymän päivittämisen osalta (250 → 600 A) n. 25 000 eur kustannusta. Tämän lisäksi todennäköisesti myös nykyinen sähköpääkeskus ja kaapeloinnit jouduttaiisiin liittymän tehon kasvattamisen myötä myös uusimaan, mikä nostaa kokonaiskustannusta edelleen. Arvio liittymämuutosten kokonaiskustannuksiksi on n. 40 000 – 50 000 eur.

### Lämpöpumput

Kuten edellä sähkökattilan osalta, lämpöpumppujenkin osalta, kustannuksia muodostuu suunnittelusta, hankintahinnasta ja asennuksista.

### Hankintahinta

Vedestä veteen lämpöä siirtävät lämpöpumppujen hankintahinta vaihtelee tarvittavan tehon mukaisesti n. 26 000 - 100 000 eur kokoluokan ollessa 60 – 450 kW. Ilmasta veteen lämpöä siirtävät lämpöpumppulaitoksia on alettu myös Suomessa rakentaa etenkin isojen toimijoiden kuten Fortumin toimesta. Teknologian soveltaminen kaukolämmön tuotantoon on vielä kohtuullisen uusi ja jossain määrin vielä pilotointiasteellakin. Investoinnin hankintahinta arvioidaan olevan samassa suuruusluokassa kuin polttavan teknologian tällä hetkellä. Olettavasti ilma-vesilämpöpumppulaitosteknologian kehittyessä myös sen hankintakustannus laskee, jolloin sen kilpailukyky paranee.

### Hybridijärjestelmät

Hybridijärjestelmien investointikustannuksia voi arvioida edellä esitettyjen teknologioiden yhdistelmänä, millä pääsee investointien suuruusluokkaan käsiksi.

## 5. Energiajärjestelmän mallintaminen

Nykyisen energiajärjestelmän mallintamiseen liittyvät investoinnit riippuvat pitkälti sen toteuttajasta ja toteuttajalla jo olemassa olevaan mallinnukseen soveltuvasta laitekannasta. Toimiva malli edellyttää paljon nykyistä enemmän saatavilla olevaa mittausdataa. Sen määrän kehittämiseen on jo otettukin kantaa kohdassa 2.

## 3. Jatkotoimenpide-ehdotukset

### 3.1. Kehitysympäristön rahoitusmahdollisuudet

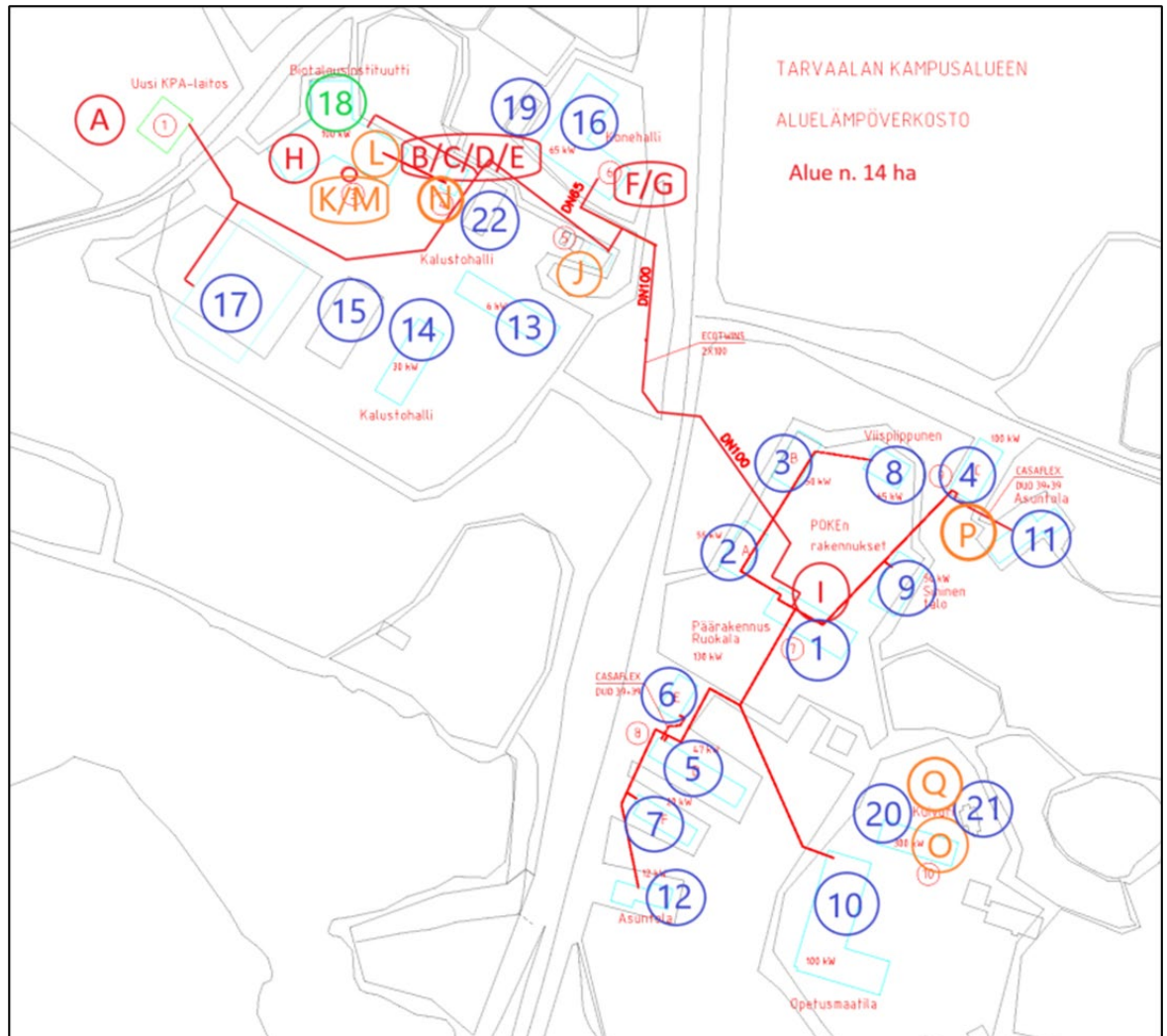
Kehitysympäristön suunnitteluun, rakentamiseen ja rahoitukseen tarvitaan kumppaneiksi alueella toimivien organisaatioiden; Jamk, Poke ja Saarijärven Kaukolämpö lisäksi myös muita keskeisiä toimijoita; yritykset (kaukolämpölaitokset ja laitevalmistajat), tutkimuslaitokset ja edunvalvontajärjestöt sekä julkista kehittämisrahoitusta myöntävät tahot. Julkisen rahoituksen vaihtoehtoja saattaa olla useita, joista on valittava tarpeeseen ja tarkoitukseen parhaiten sopiva. Jo yrityshaastatteluissa tuli esille, että ilman julkisen rahoituksen merkittävää osuutta ei toimialakohtaiselle kehitystyölle ole edellytyksiä. Näin olleen on ilmeistä, että tehdyn kehittämissuunnitelman pohjalta selvitetään mahdollisuuksia toimialaa palvelevan julkisrahoitteisen kehittämishankkeen hakemiselle. Kehittämissuunnitelmaa tukemaan tulisi olla myös riittävän tulevaisuusorientoitunut investointihanke.

## 4. Liitteet

LIITE 1: Biotalouskampuksen aluelämpöverkon lämmöntuotannon laitteiden ja rakennusten kartta

LIITE 2: Esimerkit lämmönjakokeskusten laitteiden lämmitysteknisistä tiedoista

LIITE 1 Biotalouskampuksen aluelämpöverkon lämmöntuotannon laitteiden ja rakennusten kartta







No	Kohde	Teho, kW	KL-liitäntä, DN/PN	Kiinteistö		
D	Kaksisuuntainen kaukolämpöjärjestelmä			Biotalousinsti-tuutti Testori		
<b>LÄMMÖNSIIRRIIN</b>		OSTO		MYYNТИ	PRIIMAUS	
Valmistaja	Alfa Laval	Alfa Laval		Alfa Laval		
Malli	CB200-100A	CB200-100A		CB200-100A		
PED-luokka	(Pressure Equip-ment Directive, I-V)					
Teho	kW					
		Ensiö, d20 kPa	Toisio, d50 kPa	Ensiö, d20 kPa	Toisio, d20 kPa	Ensiö, d20 kPa Toisio, d20 kPa
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s					
Lämpötilat	°C-°C					
Painehäviö	kPa					
Rakennepaine	MPa/(bar)					
Siirtimen tilavuus	dm <sup>3</sup>					
<b>SÄÄTÖVENTTIILIT</b>		OSTO		MYYNТИ	PRIIMAUS	
Valmistaja	Watrgates GmbH & Co	Watrgates GmbH & Co		Watrgates GmbH & Co Remote Control		
Malli	NA 054100/PCO	NA 054100/PCO		NA 054100/PCO RCEL 006		
Toimilaite						
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s					
Painehäviö	kPa					
KVS, (max. auki)						
Koko	DN	S3 DN40/PN40 S4 DN40/PN40	S1 DN40/PN40 S2 DN40/PN40			
<b>PUMPUT</b>		P1	P2			
Valmistaja	Kolmeks	Kolmeks				
Malli	L-65B/2	L-65B/2				
Virtaus	dm <sup>3</sup> /s	10 m <sup>3</sup> /h	10 m <sup>3</sup> /h			
Nostokorkeus	kPa (m)	(30)	(15)			
Moottori	V/A/kW	400/4,29/2,2	380/2,25/1,1			
Pumpun ohjauskeskus	Saaveka valvomo/MK4.2 (sähkökaappi)	Saaveka valvomo/MK4.2 (sähkökaappi)				
<b>PUTKIKOOT</b>		Sisään	Ulos	LKV-kierto	Meno	Paluu
Kaukolämpö		DN80 PN16	DN80 PN16	DN80 PN16	DN80 PN16	
Käyttövesi	LS1 Toisio					
Lämmitys	LS2 Toisio					
Lämmitys	LS3 Toisio					
<b>VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET</b>				Lämmitysverkosto	Ilmanvaihtoverkosto	
Verkon tilavuus/painehäviö		dm <sup>3</sup> /kPa				
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine		dm <sup>3</sup> /kPa				
Varoventtiilin koko/avautumispaine		DN/kPa	DN/k <sub>vs</sub>			
<b>PAINE-EROSÄÄDIN</b>						
Valmistaja/Malli						
Virtaama/painehäviö		dm <sup>3</sup> /kPa				
Koko/ k <sub>vs</sub> -arvo		DN/k <sub>vs</sub>				
Asetusarvo		kPa				
N:o	kpl	Laitte		Mitoitus		
<b>LISÄTIETOJA</b>						
Kaukolämpömittari Kamstrup Multical 801 (QT-34/KPA-liitäntäpiiri)						
LÄMMÖNMYYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO				kPa		

	Lämmönsiirtimen liitännät	Alfa Laval
	S1	myynti
	S2	myynti
	S3	osto
	S4	osto



## 5. Lähdeluettelo

Energiateollisuus. (2006). *Kaukolämmön käsikirja*. (E. ry, Toim.) Helsinki: Kirjapaino Libris Oy.

Göran Koreneff, M. R. (2022). *Tulevaisuuden ratkaisut kaukoilämpösektorilla*. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Henna Nurminen. (16. syyskuu 2014). Tarvaalan kampusalue, Asemapiirustus. (A.-P. Oy, Toim.) Tampere, Länsi-Suomen lääni, Suomi.

Kimmo Puolamäki. (12. maaliskuu 2023). Biokampusalueen kaukolämpöverkosto. Saarijärvi, Länsi-Suomen lääni, Suomi.

Metsälä, Ismo. (17. toukokuu 2018). Asemapiirustus, Vesijohdot, viemärit ja kaukolämpö, LVI, 001. *Asemapiirustus, Vesijohdot, viemärit ja kaukolämpö, LVI, 001*. Jyväskylä, Länsi-Suomi, Suomi: Sitowise Oy.

Peltovuori, Martti. (4. Huhtikuu 2017). Asemapiirustus, aluelämpöputket. *Asemapiirustus, aluelämpöputket*. (K.-K. Oy, Toim.) Jyväskylä, Länsi-Suomen lääni, Suomi.

AFRY. (8.2.2023) Kotimaisten polttoaineiden toimintaympäristö ja käyttöarviot 2028 saakka

## 6. Allekirjoittajat

Hankkeen projektitiimi:

*Janne Salmi*

*Jyväskylän ammattikorkeakoulu*

*Kimmo Puolamäki*

*Jyväskylän ammattikorkeakoulu*

*Tapani Sauranen, Jamk*

*Jyväskylän ammattikorkeakoulu*