



Genomförbarhetsstudie för standardiserad fjärrvärmecentral

Rickard Rosbäck

Examensarbete
Energi och- miljöteknik
2021

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi och-miljöteknik
Identifikationsnummer:	21925
Författare:	Rickard Rosbäck
Arbetets namn:	Genomförbarhetsstudie för standardiserad fjärrvärmecentral
Handledare (Arcada):	Niklas Wiik
Uppdragsgivare:	Cetetherm OY
<p>Sammandrag:</p> <p>Fjärrvärme fungerar genom att värme skapas antingen som biprodukt av en annan process eller medvetet skapas för just fjärrvärme. Värmeenergin hettar upp vatten som sedan pumpas runt i underjordiska rör i ett slutet system som kallas fjärrvärmenätverk. Den värmen leds sedan in till enskilda fastigheter. I fjärrvärmecentralen överförs värmen från fjärrvärmenätverket till fastigheten via värmeväxlare. I dessa värms vattnet som används för fastighetens uppvärmning t. ex genom radiatorer eller golvvärme. Även tappvatten som ska användas i kranar och duschar värms av fjärrvärme</p> <p>Att beräkna, designa samt att sälja och köpa en fjärrvärmecentral innebär idag ett samarbete mellan flera aktörer såsom fastighetsägare, VVS ingenjörbyråer, VVS-återförsäljare, installatörer samt fjärrvärmecentralens tillverkare. Alla dessa har ett visst inflytande på fjärrvärmecentralens utformning, funktionalitet samt pris.</p> <p>I detta arbete utreds den finska fjärrvärmemarknaden för att bestämma storleken på den finska genomsnitts fjärrvärmecentralen och därefter utformas en inkapslad standardprodukt med alla erforderliga funktioner så att man kan skära ner på antalet inblandade aktörer vid val av fjärrvärmecentral. Det innebär en effektivisering av hela processen från beräkning till installation och användning, detta borde påverka priset i en positiv riktning som skulle hjälpa både köpare och säljare och därmed påverka fjärrvärmes konkurrenskraft gentemot andra uppvärmningssätt.</p>	
Nyckelord:	Cetetherm, Fjärrvärme, Fjärrvärmecentral, Produktutveckling, Värmeväxlare
Sidantal:	48
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	7.5.2021

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energy and Environmental Engineering
Identification number:	21925
Author:	Rickard Rosbäck
Title:	Feasibility study for standardized district heating substation
Supervisor (Arcada):	Niklas Wiik
Commissioned by:	Cetetherm OY
<p>Abstract:</p> <p>The process of district heating is using heat that has been created either as a byproduct of a process that creates waste heat or as created for the specific purpose of district heating, to heat water that is then pumped through an underground network of pipes in a sealed system. That comprises the district heating system. That heat is then led into buildings and to the buildings district heating substation where the heat is transferred to the buildings heating network via heat exchangers. In the heat exchangers the buildings tap water and the hot water used for heating the building is heated.</p> <p>To configure, design, sell and buy district heating substations today means a cooperation between multiple instances such as property owners, HVAC designers, HVAC retailers, installers, district heating companies and the substation manufacturer.</p> <p>This thesis investigates the Finnish district heating market to determine the size of the average district heating substation in Finland, and then designing a standard product with all the necessary functions as standard, the number of involved parties can be minimized. Which would mean a more effective process from start to finish that should affect the price as well as the competitiveness of district heating as means of domestic heating compared to other forms of heating.</p>	
Keywords:	Cetetherm, District heating, District heating substation, Product development, Heat exchangers
Number of pages:	48
Language:	Swedish
Date of acceptance:	7.5.2021

FÖRORD

Jag vill börja med att tacka min handledare Niklas Wiik samt även rikta ett stort tack till mina kollegor på Cetetherm Oy för all hjälp och stöd under arbetet med denna undersökning.

Helsingfors, april 2021

Rickard Rosbäck

INNEHÅLL

Sammandrag

Förord

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och metod.....	2
1.3	Frågeställningar och hypoteser.....	3
1.4	Avgränsningar	3
2	Fjärrvärme	4
2.1	Fjärrvärmecentraler i Europa	5
2.2	Fjärrvärme i Finland år 2019.....	6
3	Utredning över genomsnittligt effektbehov för finska lägenhetsbyggnader... 9	
3.1	Beräkning av genomsnittlig värmeeffekt för fjärrvärmecentraler i Finland	12
4	Teoretiska kriterier för ny fjärrvärmecentral.....	14
4.1	Teoretiska effektberäkningar	14
4.2	Värmeeffektbehov beräkning	15
4.3	Tappvarmvatten effektbehovsberäkning	16
4.4	Tabell över effektbehov	19
5	Värmeväxlare	20
5.1	Värmekrets värmeväxlarnas konstruktionstyp.....	20
5.2	Tappvattenvärmeväxlarens konstruktionstyp	22
6	Val av värmeväxlare	23
6.1	Begränsningar vid val av värmeväxlare	23
6.2	Teori bakom val av värmeväxlare.....	24
6.3	Temperaturs driftsfall	24
6.3.1	24
6.4	Logaritmisk medeltemperaturdifferens.....	26
6.5	Värmeöverföringskoefficient	27
6.6	Teoretisk beräkning av värmeväxlare	29
6.7	Dimensionering av värmeväxlare med professionell programvara	31
7	Andra huvudkomponenter	33

7.1	Pumpar	33
7.2	Sensorer och givare.....	34
7.3	Reglersystem samt reglerventiler.....	34
7.4	Reglerventiler	35
8	Flödesschema.....	36
8.1	System beskrivning.....	38
9	Utformning av fjärrvärmeundercentral med Autodesk Inventor.....	39
9.1	Grundupplägg för uppritande av projektet.....	39
9.2	Utformandet i Autodesk Inventor.....	40
10	Exempel på dimensionering.....	42
11	Analys av beräkningsresultat.....	44
12	Diskussion.....	44
13	Slutsatser.....	45
	Källor	46
	Bilagor	48

Figurer

Figur 1 Diagram som beskriver antal kunder och längd av fjärrvärmenätverk i Finland mellan åren 1970-2019.(Energia.fi 2020).....	6
Figur 2 Diagram över mängden energi i de Finska fjärrvärmenätverket år 1970-2019. Energia.fi 2020	7
Figur 3 Tabell över Co2 utsläpp från finsk fjärrvärme produktion (Energiateollisuus Ry. 2019).....	8
Figur 4 Skärmbild från Energiateollisuus Ry. (2019)	9
Figur 5 Skärmsklipp från årstabell över finsk fjärrvärme (Energiateollisuus ry. 2019)..	10
Figur 6 Värmekretsens enstråksväxlares funktionsprincip. (Armatec 2021),(R. Rosbäck 2021).....	21
Figur 7 Tappvattenkretsens värmeväxlares funktionsprincip (Armatec 2021). (R.Rosbäck 2021).....	22
Figur 8 Diagram över temperatur program, samt Logaritmisk medeltemperaturdifferens Armatec 2021	25
Figur 9 Exempel till LMTD beräkning, R.Rosbäck 2021	26
Figur 10 Skärmbild av dimensioneringsprogram (alfa laval 2021).....	31
Figur 11 Fjärrvärmecentralens flödesschema (Rosbäck,R) (Cetetherm WebSelect).....	37
Figur 12 Skärmsklipp från Autodesk Inventor (Rosbäck, R)	40

Tabeller

Tabell 1 Tabell över tappvatteneffektens dimensioneringsandel (Energiateollisuus Ry. 2019).....	11
Tabell 2 Illustration över skillnaden mellan kontrakterad samt dimensionerar värmeeffekt (R,Rosbäck 2021)	12
Tabell 3 Tabell över normalflöden för tappvatten (Miljöministeriet 2021)	16
Tabell 4 Tabell över tappvattenmätvärdesflöden(Miljöministeriet 2021).....	18
Tabell 5 Tabell över riktvärden för energibehov i lägenheter (Rosbäck, R 2021).....	19
Tabell 6 Antal plattor per värmeväxlare enligt temperatursdriftsfall (R,Rosbäck 2021)	32
Tabell 7 Dimensionerings tabell för fjärrvärmecentral (Rosbäck,R 2021)	43

1 INLEDNING

Fjärrvärmecentraler framstår ofta som komplicerade industrilösningar. Jämför man endast utseende mellan en fjärrvärmecentral och en värmepump ser man direkt skillnad, värmepumpen är ett diskret vitt skåp med en skärm för viktig information, medan den andra är en naken maskin med alla komponenter synliga, detta trots att fjärrvärmecentralen innehåller färre komponenter än värmepumpen.

Detta gör att kunden anser sig ha ett större inflytande på vilka komponenter som bör ingå i deras beställda fjärrvärmecentral, något som är obefintligt vid köp av en värmepump trots att dessa fyller samma funktion för byggnaden, som uppvärmning av till exempel radiatorsystem samt tappvatten.

Beräkning, utformning och dimensionering av fjärrvärmecentralen borde istället skötas av specialister med kunskap inom området med specialiserade programvaror, för att få fram en optimerad fjärrvärmecentral till ett lägre pris.

Genom att standardisera fjärrvärmecentralen och samtidigt skapa en modulär och in-skärmad fjärrvärmecentral med ett standardiserat kopplingschema, så sparas mycket resurser i fjärrvärmecentralens planeringsskede. En fjärrvärmecentral med ett standardiserat fotavtryck underlättar vid planering av teknikutrymmen samtidigt som det underlättar vid tillverkning och installation.

Ett standardiserat förhållningssätt bör även öka fjärrvärmens konkurrenskraft, då processen från planering till installerad fjärrvärmecentral kan effektiviseras .

1.1 Bakgrund

Att beräkna, utforma samt att sälja och köpa en fjärrvärmecentral innebär idag ett samarbete mellan flera aktörer såsom fastighetsägare, VVS ingenjörbyråer, VVS-återförsäljare, installatörer samt fjärrvärmecentralens tillverkare. Alla dessa har ett visst inflytande på fjärrvärmecentralens utformning, funktionalitet samt pris.

Dagens fjärrvärmecentrals tillverkare har oftast endast tre olika huvudtyper av centraler då det kommer till storlek och produktupplägg. Standardiserade fjärrvärmecentraler som säljs färdigt konfigurerade med ett färdigt artikelnummer är av mindre storlek tänkt för egnahemshus samt mycket små lägenhetsbyggnader.

Mellanstora specialbyggda centraler som byggs helt enligt kundens önskemål medför en dyrare central med längre planeringstid samt en längre ledtid från beställning till levererad central. Utöver detta levereras även stora specialbyggda centraler som är helt specialiserade från fall till fall.

Cetetherm Oy har märkt ett behov av en ny sorts fjärrvärmecentral som med fördel kunde användas vid rörsanering av lägenhetsbyggnader eller vid nybyggnation av liknande byggnader. Detta behov finns där mindre småhuscentraler ej täcker kapacitetskraven för byggnaden och fjärrvärme undercentralen övergår från en standardprodukt till en mer specialiserad behovsanpassad produkt, något som komplicerar dimensionerings- samt tillverkningsprocessen.

Genom att standardisera fjärrvärmecentralen och samtidigt skapa en modulär och inskrämd fjärrvärmecentral med ett standardiserat kopplingsschema så kan det sparas mycket resurser i fjärrvärmecentralens planeringsskede. En fjärrvärmecentral med ett standardiserat fotavtryck skulle underlätta vid planering av teknikutrymmen samtidigt som det underlättar vid tillverkning och installation. (Aaltonen, 2021)

1.2 Syfte och metod

I arbetet undersöks fjärrvärmemarknaden i Finland idag, för att utreda hur stor värmeeffekt den genomsnittliga fjärrvärmecentralen i Finland har. Samt möjligheten att utforma en produkt som täcker denna samt större byggnaders krav på värmekapacitet men samtidigt behåller dimensioneringsprocessen lika enkel som för de mindre småhuscentralerna. Alltså en standardiserad produkt, som då lägger ett större ansvar på produktägaren vid dimensionering och frångår planerarens samt energileverantörers krav.

Ett standardiserat förhållningssätt ger även andra fördelar under dimensioneringsfasen av projektet, ser man endast på fjärrvärmecentralens funktioner och kapacitet istället för att dimensionera in olika komponenter för att dessa komponenter har sålts in till olika planeringsföretag så kan processen förenklas.

Genom att utforma en modulär standardprodukt med alla erforderliga funktioner som standard kan man skära ner antalet inblandade aktörer vid val av fjärrvärmecentral. Detta skulle innebära en effektivisering av hela processen från beräkning till installation och användning, och skulle påverka priset i en positiv riktning som hjälper alla parter.

Vilket också innebär att slutkunden får en fjärrvärmecentral som är utformad av experterna hos centraltillverkaren.

Målet för arbetet är att undersöka den nutida fjärrvärmemarknaden i Finland för att utreda om det finns ett behov för en fjärrvärmecentral av denna storlek samt om en sådan produkt är möjlig att tillverka och att samtidigt undersöka hur man under utvecklingskedet av produkten kan ta dimensionering av slutlig produkt i beaktande för att göra dimensioneringsprocessen så enkel som möjligt. Detta skulle innebära att produkten skulle ge ett större ansvar till produktägaren under dimensioneringsfasen vilket förenklar och förkortar den processen, samtidigt som dimensioneringen av fjärrvärmecentralen frångår planeras och energileverantörens olika krav som tidvis kan motverka fjärrvärmecentralens optimering.

1.3 Frågeställningar och hypoteser

För fjärrvärmecentralers tillverkar är det väsentlig att undersöka om det är möjligt att förenkla dimensioneringsprocessen.

Samt om det är möjligt att ändra på utformningen av fjärrvärmecentraler, från dagens relativt o inklädda centraler till en mer omsluten fjärrvärmecentral, som har liknande ytermått samt utseende som en modern värmepump för bostadshus, vilket ger ett mer komplett intryck samtidigt som utrymmes kraven för fjärrvärmecentralen då kan standardiseras.

1.4 Avgränsningar

I arbetet behandlas ej prissättning av komponenter samt ej heller skillnader i pris mellan olika lösningar.

Produkt utformningen som skrev inom arbetet kommer ej beskrivas på detaljnivå, detta för att undvika att jämföra olika komponenttillverkare och fjärrvärmecentralstillverkare.

2 FJÄRRVÄRME

Fjärrvärme fungerar i grunden genom att ett fjärrvärmeverk värmer upp vatten antingen som huvudprocess eller som följd av en annan process som alstrar stora mängder värme. Detta heta processvatten behandlas för att förhindra korrosion.

Vattnet pumpas sedan vidare i ett slutet system som går från fjärrvärmeverket ut till anslutna byggnader för att sedan pumpas tillbaka till fjärrvärmeverket, det är det som utgör ett fjärrvärmenätverk.

När det heta vattnet anländer till de anslutna byggnaderna flödar det in i byggnadens fjärrvärmecentral där det avger största möjliga del av sin värmeenergi till byggnadens eget värmesystem, överföringen av värme sker i byggnadens fjärrvärmecentrals värmeväxlare och de två olika medierna blandas aldrig. När vattnet har flödat genom byggnadens fjärrvärmecentral flödar det åter tillbaka med en lägre temperatur än tidigare i det slutna fjärrvärmesystemet tillbaka till fjärrvärmeverket där det återigen värms upp, vilket sluter cykeln. (Euroheat&Power, 2019)

Fjärrvärme är ett miljövänligt uppvärmningsalternativ sett till sådant att det är väldigt resurseffektivt då fjärrvärmeverk kan ta vara på resurser som annars skulle gå förlorade som exempel rester från skogsavverkning avfall från pappersindustri eller vanligt brännbart hushållsavfall. Fjärrvärmen kan också vara en biprodukt från andra processer som alstrar stora mängder värme, till exempel el generering.

(Enskog Broman, 2021)

2.1 Fjärrvärmecentraler i Europa

Till den europeiska marknaden erbjuder de flesta tillverkare av fjärrvärmecentraler tre olika typer av fjärrvärme undercentraler för bostadsbyggnader samt kommersiella byggnader, som innefattar både tappvarmvatten och värme för byggnaden.

Dessa benämns som följer:

1. Villa/lägenhetscentraler.

Dessa är centraler för uppvärmning av enfamiljshus samt lägenhetshus med ett litet antal lägenheter.

Dessa centraler är ofta uppbyggda som färdiga grossistprodukter som ej specialiseras beroende på kund. Utan de kan levereras färdigt konfigurerade för olika stora behov av värmeenergi.

2. Medelstora fjärrvärmecentraler.

Dessa levererar tappvarmvatten och värme för byggnader med ett större antal lägenheter. Alltså genomsnittliga lägenhetsbyggnader. Det som skiljer dessa från de mindre villa och lägenhetscentralerna är att oftast frångår att vara en färdigt konfigurerad produkt till att bli en produkt som konfigureras enligt kundens önskemål.

3. Stora fjärrvärmecentraler.

Dessa centraler har ett större kapacitetsspann som till exempel kan gå från 50 kW till 10MW eller mer och används till större byggnader till exempel kommersiella byggnader, så som hotell eller offentliga byggnader. Dessa centraler frångår all sorts standardisering som produkter och är helt och hållet konfigurerade och byggda för ändamålet.

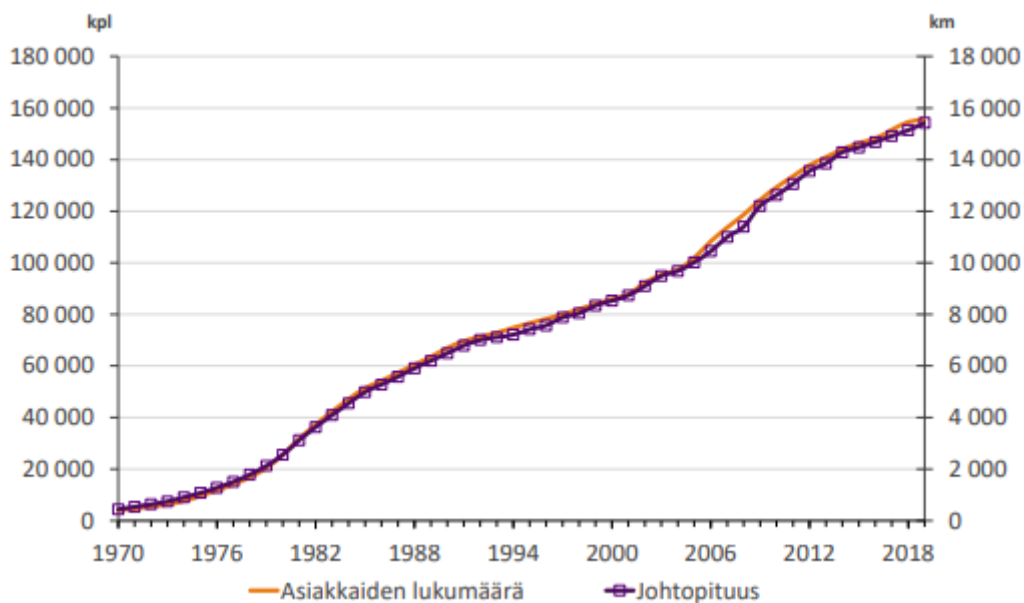
(Cetetherm, 2020) (Danfoss, 2021)

2.2 Fjärrvärme i Finland år 2019

Enligt Energi- ja ympäristöministeriön ry. Uppgick de anslutna byggnaderna till de olika fjärrvärmenätverken i Finland år 2019 till 155 500st. Av dem så var 80% av de anslutna byggnaderna bostadshus, 4% av byggnaderna var industri och 16% övrigt.

För att försörja dessa byggnader med värmeenergi behövdes då nästan 16 000 km fjärrvärmenätverk. Alltså nedgrävda fjärrvärmerör. Figur 1 visar hur mängden anslutna byggnader och mängden av fjärrvärmenätverk har ökat sedan 1970 då det var mindre än 2000 anslutna byggnader och under 2000 km kilometer fjärrvärmenätverk till 2019 då det var nästan 160 000 anslutna byggnader och nära 16 000 kilometer fjärrvärmenätverk.

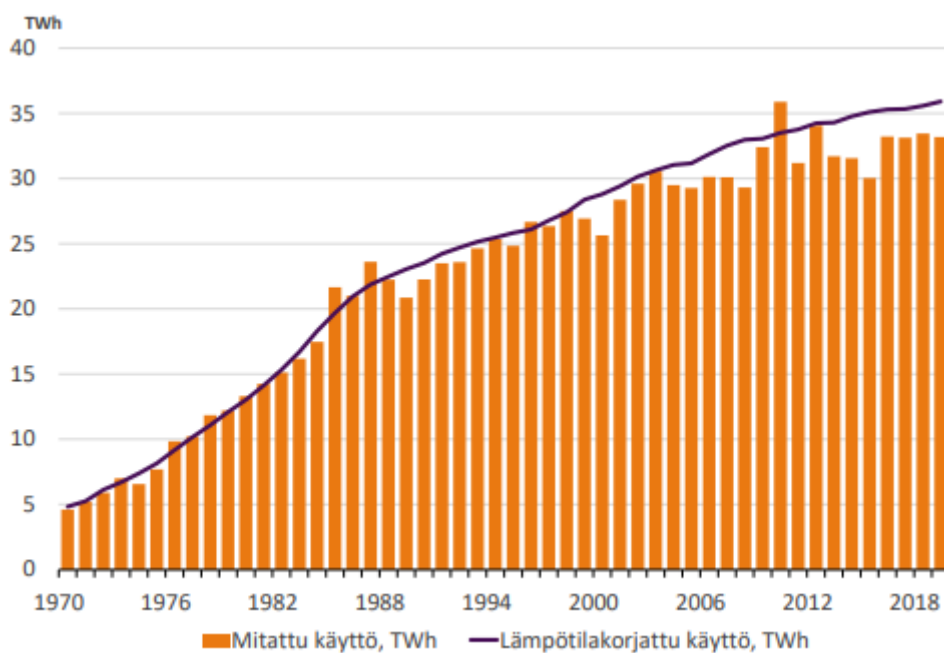
Värmeeffekten uppgick år 2019 till 33 200 GWh, där 54% av energin gick till bostadshus, 9% till industri samt 37% till övrigt. (Energi- ja ympäristöministeriön, 2020)



Figur 1. Diagram som beskriver antal kunder och längd av fjärrvärmenätverk i Finland mellan åren 1970-2019.(Energi.fi 2020)

Värmeeffekten uppgick år 2019 till 33 200 GWh, där 54% av energin gick till bostadshus, 9% till industri samt 37% till övriga kunder. (Energiatoimintasuojelu, 2020)

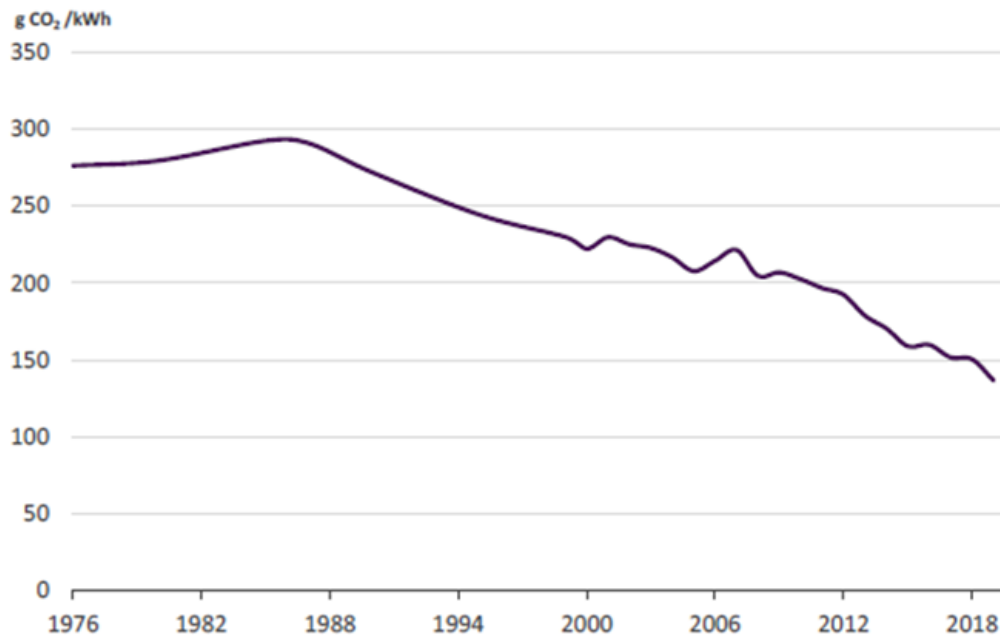
Diagram över mängden energi i de Finska fjärrvärmenätverken år 1970-2019. (Energia.fi 2020) visar hur effekten i de Finska fjärrvärme nätverken har stigit sen 1970-talet då effekterna var kring 5 Terawatt timmar, effekterna har sedan dess stigit stadigt när fjärrvärmenätverken har vuxit i storlek till att år 2019 vara över 33 Terawatt timmar.



Figur 2. Diagram över mängden energi i de Finska fjärrvärmenätverken år 1970-2019. (Energia.fi 2020)

Jämförs Figur 1 och Figur 2 syns tydligt hur sambandet mellan ett större fjärrvärmenätverk samt ökade effekter.

I takt med att fjärrvärmenätverken i Finland har växt har även koldioxid utsläppen sjunkit.



Figur 3. Tabell över Co2 utsläpp från finsk fjärrvärme produktion (Energiateollisuus Ry. 2019)

Som tidigare nämnt under rubrik två är fjärrvärme ett miljövänligt uppvärmningsalternativ. I Finland har andelen koldioxid per tillverkad kilowatt timme sjunkit stadigt sen 1970-talet. År 1976 var koldioxid utsläppen per tillverkad kilowatt timme 275 gram, detta har med tiden sjunkit till under 150 gram per tillverkad kilowatt timme år 2019.

3 UTREDNING ÖVER GENOMSNITTLIGT EFFEKTBEHOV FÖR FINSKA LÄGENHETSBYGGNADER

För att utreda storleken på den genomsnittliga fjärrvärmecentralen i Finland, har *Energi-ateollisuus Vuositaulukot 2019* granskats. Se bilaga 1 för skärmbild från Excell fil.

I tabellen kan avläsas att det totala antalet anslutna bostadshus år 2019 var *116 090 st*. Eftersom målet med projektet är att utreda förutsättningarna för en specialutformad fjärrvärmecentral för lägenhetsbyggnader så kan andelen småhus exkluderas från det totala antalet. Antalet anslutna småhus var år 2019 *79 699 st*. Vilket betyder att andelen anslutna större bostadsbyggnader år 2019 var:

$$\text{Ekvation 1 } 116090 - 79699 = 36391 \text{ st}$$

(Energi-ateollisuusRy, 2020)

Figur 4 visar en förminskad skärmbild från tabellen över finsk fjärrvärme år 2019, tabellen visar till vänster alla energibolag samt antalet kunder anslutna till dem. Tabellen skiljer på lägenhetsbyggnader, industrier, övrigt samt småhus.

TAULUKKO 5. ASIAKKAAT

	LUKUMAÄRÄ		SOPIMUSTEHO				PIENASIAKKAAT	
	Asuintaloasiakkaat 5.1 kpl	Teollisuusasiakkaat 5.2 kpl	Asuintaloasiakkaat 5.5 MW	Teollisuusasiakkaat 5.6 MW	Muut asiakkaat 5.7 MW	Yhteensä 5.8 MW	Lukumäärä 5.20 kpl	Liittymisteho 5.21 kW
010.02	194	29	19,0	6,7	21,3	47,0	33	509
010.01	3 822	344	463,0	119,1	364,8	946,9	878	15 069
010.03	232	53	12,6	6,3	15,8	34,7	108	1 364
185	125	3	-	-	-	13,4	-	-
143	88	11	2,7	4,8	4,0	11,5	59	835
072	481	41	36,3	3,9	32,1	72,3	265	3 975
043	3 480	325	587,8	154,5	470,1	1 212,4	1 036	15 386
043.03	185	32	26,3	8,2	24,6	59,1	1	9
043.02	495	30	34,6	4,0	20,4	59,0	284	3 555
043.04	888	35	34,4	8,1	27,2	69,7	563	7 831
043.01	1 912	228	492,5	134,2	397,9	1 024,6	188	3 991
134	78	15	7,4	4,1	9,9	21,4	1	12
003	2 865	55	165,1	61,8	169,9	396,8	1 856	24 287
035	523	33	37,1	5,9	28,7	71,7	337	9 229
016	3 760	431	447,4	194,5	390,4	1 032,3	1 644	19 939
105	89	-	30,6	-	6,1	36,7	-	-
044	1 232	65	60,1	20,2	29,9	110,2	771	110 000
068	234	30	11,8	3,1	10,3	25,2	107	430
182	37	15	1,7	0,9	1,5	4,1	11	156
188	36	-	1,8	-	5,1	6,9	-	-
107	313	26	12,8	5,7	11,1	29,6	253	2 635
168	21	2	2,7	1,3	3,6	7,6	5	10
145	164	18	9,3	2,1	9,0	20,4	92	840
073	295	29	20,5	8,8	18,2	47,5	122	1 174
090	758	24	19,8	9,3	11,5	40,6	536	4 288
	116 090	5 514	8 297,9	1 859,3	7 567,1	19 091,4	79 699	1 327 083

Figur 4. Skärmbild från (Energi-ateollisuus Ry.2019)

Ekvation 1 visar antalet småhus subtraherat från det totala antalet bostadsbyggnader, vilket ger antalet större bostadshus, alltså lägenhetsbyggnader som är fjärrvärmeanslutna i Finland. Figur 5 Visar mängden kontrakterad värmeeffekt som gick till lägenhetsbyggnader samt småhus år 2019, notera att effekten för småhus har enheten kW.

(EnergiateollisuusRy, 2020)

TAULUKKO 5. ASIAKKAAT

		SOPIMUSTEHO				PIENASIAKKAAT	
		Asuintaloasiakkaat	Teollisuusasiakkaat	Muut asiakkaat	Yhteensä	Lukumäärä	Liittymisteho
LÄMMÖN MYYJÄ		5.5	5.6	5.7	5.8	5.20	5.21
		MW	MW	MW	MW	kpl	kW
134	Ulvilan Lämpö Oy	7,4	4,1	9,9	21,4	1	12
003	Vaasan Sähkö Oy	165,1	61,8	169,9	396,8	1 856	24 287
035	Valkeakosken Energia Oy	37,1	5,9	28,7	71,7	337	9 229
016	Vantaan Energia Oy	447,4	194,5	390,4	1 032,3	1 644	19 939
105	Varissuon Lämpö Oy	30,6	-	6,1	36,7
044	Varkauden Aluelämpö Oy	60,1	20,2	29,9	110,2	771	110 000
068	Vatajankosken Sähkö Oy	11,8	3,1	10,3	25,2	107	430
182	Vetelin Energia Oy	1,7	0,9	1,5	4,1	11	156
188	Vierumäen Infra Oy	1,8	-	5,1	6,9
107	Wiitaseudun Energia Oy	12,8	5,7	11,1	29,6	253	2 635
168	Vimpelin Lämpö Oy	2,7	1,3	3,6	7,6	5	10
145	Virtain Energia Oy	9,3	2,1	9,0	20,4	92	840
073	VSV Energia Oy	20,5	8,8	18,2	47,5	122	1 174
090	Äänekosken Energia Oy	19,8	9,3	11,5	40,6	536	4 288
KAUKOLÄMPÖRYTYKSET YHTEENSÄ		8 297,9	1 859,3	7 567,1	19 091,4	79 699	1 327 083

Figur 5. Skärmlapp från årstabell över finsk fjärrvärme (Energiateollisuus ry. 2019)

Det betyder att värmeeffekten som gick till större bostadsbyggnader år 2019 kan beräknas genom att subtrahera andelen värmeeffekt som gick till småhus från andelen som gick till större bostadsbyggnader.

$$\text{Ekvation 2 } 8297,9 \text{ MW} - 1327,083 \text{ MW} = 6970,817 \text{ MW}$$

Genom att dividera värmeeffekten som gick till större bostadshus med antalet större bostadshus får vi den genomsnittliga kontrakterade värmeeffekten per fjärrvärmecentral.

$$\text{Ekvation 3 } \frac{6970,817 \text{ MW}}{36391 \text{ st}} = 0,1915 \text{ MW per central}$$

Alltså i medeltal 191,5 kW total fjärrvärmeeffekt per fjärrvärmecentral.

Detta är alltså den kontrakterade effekten, vilket inte motsvarar den dimensionerade effekten utan är mindre. Detta på grund av att fjärrvärmecentralen dimensioneras enligt maximalt tillgänglig värmeeffekt i centralen samt maximalt tillgängligt differenstryck denna effekt är tillgänglig väldigt få gånger per år om ens alls. Detta beror på att den dimensionerade värmeeffekten också beräknas med den högsta tillgängliga temperaturen på primär fjärrvärme, samt den största möjliga temperatur differensen i sekundärsidans nätverk, alltså byggnadens uppvärmnings nätverk, till exempel en byggnads radiatornätverk. Dessa förhållanden kan ske endast på vintern. Som regel är den kontrakterade effekten för tappvatten mellan 10-25% beroende på mängden bostäder i byggnaden som visas i Tabell 1

Från Tabell 1 kan avläsas att för byggnader med mellan 6-100 st. bostäder så den kontrakterade tappvatten värmeeffekten 20% av den dimensionerade effekten. (EnergiateollisuusRy, 2014)

Tabell 1. Tabell över tappvatteneffektens dimensioneringsandel. (Energiateollisuus

asuntojen lkm	osuus käyttövesisiirtimen mitoitustehosta
1	10 %
2...5	15 %
6...100	20 %
101...	25 %

3.1 Beräkning av genomsnittlig värmeeffekt för fjärrvärmecentraler i Finland

I ”*Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina*” kan läsas att dimensionerings effekten för fjärrvärmecentralens värmeeffekt och tappvatten effekt inte delas upp likvärdigt mellan de två, utan istället fördelas genom att 40% av effekten räknas till värmeeffekt och 60% räknas till tappvattenvärmeeffekt. (Energiatoimintasuojelu, 2014) För att fastställa hur de dimensionerade värmeeffekterna förhåller sig till de kontrakterade effekterna har en tabell skapats. I tabellen syns när kontrakterad och dimensionerad värmeeffekt sammanfaller med kriterierna att fördelningen av de dimensionerade värmeeffekterna är att 40% av effekten räknas till värmeeffekt och 60% räknas till tappvattenvärmeeffekt. Samtidigt som de kontrakterade värmeeffekterna räknas med en faktor på 20% för tappvattenvärmeeffekt samt 100% för värmeeffekt. (Energiatoimintasuojelu, 2014) Tabell 2 visar att de dimensionerade värmeeffekterna och de kontrakterade värmeeffekterna sammanfaller med den i Ekvation 3 uträknade kontrakterade medeleffekten, när de dimensionerade värmeeffekterna är totalt 368 kW fördelat på 147 kW värmeeffekt samt 221 kW tappvatten värmeeffekt.

Tabell 2. Illustration över skillnaden mellan kontrakterad samt dimensionerar värmeeffekt. (R,Rosbäck 2021)

Dimensionering effekt			Kontrakterad effekt		
Total effekt [kW]	Effekt värme [kW]	Effekt VV [kW]	Total effekt [kW]	Effekt värme [kW]	Effekt VV [kW]
356	142,4	213,6	185,12	142,4	42,72
357	142,8	214,2	185,64	142,8	42,84
358	143,2	214,8	186,16	143,2	42,96
359	143,6	215,4	186,68	143,6	43,08
360	144	216	187,2	144	43,2
361	144,4	216,6	187,72	144,4	43,32
362	144,8	217,2	188,24	144,8	43,44
363	145,2	217,8	188,76	145,2	43,56
364	145,6	218,4	189,28	145,6	43,68
365	146	219	189,8	146	43,8
366	146,4	219,6	190,32	146,4	43,92
367	146,8	220,2	190,84	146,8	44,04
368	147,2	220,8	191,36	147,2	44,16
369	147,6	221,4	191,88	147,6	44,28
370	148	222	192,4	148	44,4
371	148,4	222,6	192,92	148,4	44,52
372	148,8	223,2	193,44	148,8	44,64
373	149,2	223,8	193,96	149,2	44,76

Kontrakterad effekt i medeltal, totalt	Utgångsläge-->	191,5
Fördelning, värme som andel av total dimensioneringseffekt för flerbostadshus:		40 %
Fördelning, varmvatten som andel av total av dimensioneringseffekt för flerbostadshus:		60 %
Dimensioneringseffekt varmvatten	Se värde i tabell-->	221
Dimensioneringseffekt värme	Se värde i tabell-->	147
Dimensioneringseffekt totalt	Se värde i tabell-->	368

Faktor, Dimensioneringseffekt varmvatten jämte anslutningseffekt
 Faktor, Dimensioneringseffekt värme

20 %
 1

Dessa värden sammanfaller endast då den kontrakterade effekten beräknas vara 20% av den dimensionerade för tappvatten samtidigt som den delas upp som 60% av hela den kontrakterade effekten. Som beskrivet i Tabell 2 samt i *”Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina”* (EnergiateollisuusRy, 2014).

4 TEORETISKA KRITERIER FÖR NY FJÄRRVÄRMECENTRAL.

Arbetet med den nya fjärrvärmecentralen kräver att några kriterier fylls för att fjärrvärmecentralen skall anses konkurrenskraftig, dessa är att den skall ha en erforderlig värmeeffekt för att klara av byggnader med upptill 70st lägenheter eller motsvarande större byggnad.

Den skall även ha ett modernt styrsystem för att effektivisera uppvärmningen av byggnaden som centralen installeras i, styrsystemet skall även med enkelhet kunna kopplas samman med byggnadens BMS system (Building management system) så att hela byggnadens teknik kan övervakas och styras från en och samma plats. Fjärrvärmecentralen skall även vara utrustad med ett användarvänligt gränssnitt för uppkoppling till molntjänster, för att kunna fjärrövervaka centralen. Molntjänsten bör även stöda API funktionalitet så att kunden själv med lätthet kan föra in data från centralen till andra molntjänster.

Utöver kraven på funktioner finns även andra kriterier som behöver tas i beaktande, såsom att fjärrvärmecentralen skall levereras komplett monterad så att ingen extra tid behöver läggas på att färdigställa centralen när den levereras till byggnaden.

Detta sammanhör med att centralen skall ha sådana yttermått som gör att den med enkelhet kan transporteras in i byggnaders teknikrum utan att monteras isär. De eftersträlvade yttermåttarna är en bredd av *600mm*, ett djup av *600mm*, samt en höjd av *1800mm*. Samtidigt som den skall vara enkel att installera både till fjärrvärme nätverket och byggnadens värmenätverk.

(Aaltonen, 2021) (Lillqvist, 2021)

4.1 Teoretiska effektberäkningar

I detta avsnitt visas teoretiska beräkningar som utreder vilka värmeeffekter som krävs för olika många lägenheter i en lägenhetsbyggnad.

4.2 Värmeeffektbehov beräkning

En metod för att beräkna en bostadsbyggnads värme effektbehov är att använda följande formel som har tagit fram från de olika formler som finns att hitta i *D5 Finlands byggbestämmelsesamling*. Formeln har förenklats så att den ej tar i beaktande olika byggnaders material och dessa materials värmeledningsförmåga. Utan i stället bygger formeln på byggnadens volym samt energin som krävs för att värma denna. (Alvarez, 2015) (Miljöministeriet, 2007)

$$m^2 * m * 20W/m^3 * 1,3 = \text{bostadens effektbehov}$$

Ekvation 4 Formel för beräkning av värmeeffektbehov för lägenhetsbyggnad

Där:

- m^2 , är bostadens eller lägenhetens golvyta
- m , är takhöjden för motsvarande golvyta
- m^3 är värmeeffektbehovet per m^3
- 1,3 en faktor som innefattar byggnadens källare, korridorer samt andra uppvärmda utrymmen som inte direkt hör till bostadsytan

Som exempel beräknas värmeeffektbehovet för en bostad med $70m^2$ golvyta samt 3 meters takhöjd.

$$\text{Ekvation 5 } 70m^2 * 3 * 20W/m^3 * 1,3 = 5460W$$

Notera att denna formel bör betraktas som en så kallad tumregel som används för att ge riktvärden till beräkningen av hur många lägenheter en viss mängd värmeeffekt räcker till. Notera att fjärrvärmecentrals tillverkarna ej själva beräknar det exakta värmebehovet för en byggnad då en fjärrvärmecentral konfigureras. Detta gör normalt en planeringsbyrå som sedan skickar en specifikation åt tillverkaren som sedan konfigurerar en lämplig fjärrvärmecentral. Därför beräknas ej värmebehoven för en specifik byggnad i arbetet utan en överslagsräkning med en faktor av 1,3 används för att ge en generell uppfattning som är i överkant gällande vilka värmebehov som finns i en lägenhetsbyggnad.

4.3 Tappvarmvatten effektbehovsberäkning

För att beräkna effektbehovet för tappvattnet behöver först normvarmvattenflödet bestämmas. Detta bestäms genom att räkna ihop de flöden som bostaden har i följande tabell från Miljöministeriets D1 Finlands byggbestämmelsesamling. (Miljöministeriet, 2007)

Tabell 3. Tabell över normalflöden för tappvatten. (Miljöministeriet 2021)

TABELL 1.
NORMFLÖDEN FÖR DIMENSIONERING AV VATTENARMATAURER.

Vattenuttag1)	Normflöde qN dm ³ /s	
	Kallt vatten	Varmt vatten
Diskho	0,2	0,2
Diskmaskin i bostad	0,2	(0,2)
Tvättställ	0,1	0,1
Dusch	0,2	0,2
Badkar	0,3	0,3
WC-stol	0,1	-
Tvättmaskin i bostad	0,2	-
Tvättmaskin för hel fastighet eller motsv.	0,4	-
Vattenuttag i egnahemshus, DN 15	0,2	-
Vattenpost i våningshus, DN 20	0,4	-
Vattenkran i ho med plant botten	0,2	0,2
Bidé	0,1	0,1
Spolventil för urinal	0,4	-
Spolningskran för urinal	0,2	-
Tvättställsgrupp (n st)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Serikopplade urinaler (n st)	0,14 + 0,06 n	-
Gruppdusch (n st)	0,14 n	0,14 n
Industri- och övrig armatur	beräknas separat	-

För bostaden bestäms normalflödet 0,5 l/s, detta genom att räkna ihop vilka tappvatteninstallationer det finns i bostaden och sedan addera motsvarande normalflöden från Tabell 3.

För en lägenhetsbyggnad kan man sedan multiplicera detta med antalet likadana lägenheter, då blir normalflödet för 30 lägenheter blir 15 l/s. Som illustreras i

Ekvation 6

$$\text{Ekvation 6} \quad 0,5l/s * 30 \text{ lägenheter} = 15l/s \text{ totalt}$$

Där:

- 0,5 l/s är normalflödet för en lägenhet
- 30 lägenheter är det totala antalet lägenheter i byggnaden
- 15 l/s är det totala normalflödet.

Då erhålles ett dimensioneringsflöde på 1,08 l/s från Tabell 4.

Värdet erhålles från kolumn 0,2 då detta är det högsta flödet för bostaden, skulle de finnas ett högre flöde till exempel ett badkar, så skulle normalflödet för detta vara 0,3 l/s se Tabell 4. Då skulle istället kolumn 0,3 använts.

(Miljöministeriet, 2007) (Aaltonen, 2021)

Tabell 4. Tabell över tappvattenmätvärdesflöden. (Miljöministeriet 2021)

39

TABELL 2.

**FÖRDELNINGsledNINGENS DIMENSIONERINGSFLÖDE I BOSTADS-, KONTORS-,
HOTELL-, SJUKHUS O.DYL. BYGGNADER.**

Normflöden summa Q dm ³ /s	Dimensioneringsflöde q ¹⁾ dm ³ /s			Normflöden summa Q dm ³ /s	Dimensioneringsflöde q ¹⁾ dm ³ /s		
	q _{kv} (dm ³ /s)				q _{kv} (dm ³ /s)		
	0,1	0,2	0,3		0,1	0,2	0,3
0,1	0,1	-	-	12,0	0,86	0,96	1,06
0,2	0,16	0,2	-	12,5	0,88	0,98	1,08
0,3	0,18	0,26	0,3	13,0	0,90	1,00	1,10
0,4	0,20	0,28	0,36	13,5	0,92	1,02	1,11
0,5	0,21	0,30	0,38	14,0	0,94	1,04	1,13
0,6	0,23	0,31	0,40	14,5	0,96	1,06	1,15
0,7	0,24	0,33	0,41	15,0	0,98	1,08	1,17
0,8	0,25	0,34	0,43	15,5	1,00	1,09	1,19
0,9	0,26	0,35	0,44	16,0	1,02	1,11	1,21
1,0	0,27	0,36	0,45	16,5	1,03	1,13	1,23
1,1	0,28	0,37	0,46	17,0	1,05	1,15	1,24
1,2	0,29	0,38	0,47	17,5	1,07	1,17	1,26
1,3	0,30	0,39	0,48	18,0	1,09	1,18	1,28
1,4	0,31	0,40	0,49	18,5	1,10	1,20	1,30
1,5	0,32	0,41	0,50	19,0	1,12	1,22	1,31
1,6	0,33	0,42	0,51	19,5	1,14	1,24	1,33
1,7	0,34	0,43	0,52	20,0	1,16	1,25	1,35
1,8	0,35	0,44	0,53	21,0	1,19	1,29	1,38
1,9	0,35	0,45	0,54	22,0	1,22	1,32	1,42
2,0	0,36	0,45	0,55	23,0	1,26	1,35	1,45
2,2	0,38	0,47	0,56	24,0	1,29	1,39	1,48
2,4	0,39	0,48	0,58	25,0	1,32	1,42	1,51
2,6	0,41	0,50	0,59	26,0	1,35	1,45	1,55
2,8	0,42	0,51	0,61	27,0	1,38	1,48	1,58
3,0	0,43	0,53	0,62	28,0	1,42	1,51	1,61
3,2	0,45	0,54	0,63	29,0	1,45	1,54	1,64
3,4	0,46	0,55	0,65	30,0	1,48	1,57	1,67
3,6	0,47	0,56	0,66	32,0	1,54	1,63	1,73
3,8	0,48	0,58	0,67	34,0	1,60	1,69	1,79
4,0	0,49	0,59	0,68	36,0	1,66	1,75	1,85
4,2	0,51	0,60	0,69	38,0	1,71	1,81	1,91
4,4	0,52	0,61	0,71	40,0	1,77	1,87	1,97
4,6	0,53	0,62	0,72	45,0	1,91	2,01	2,11
4,8	0,54	0,63	0,73	50,0	2,05	2,15	2,24
5,0	0,55	0,64	0,74	55,0	2,18	2,28	2,38
5,5	0,58	0,67	0,77	60,0	2,31	2,41	2,51
6,0	0,60	0,70	0,79	65,0	2,44	2,54	2,64
6,5	0,63	0,72	0,82	70,0	2,57	2,67	2,76
7,0	0,65	0,74	0,84	80,0	2,82	2,91	3,01
7,5	0,67	0,77	0,86	90,0	3,06	3,16	3,25
8,0	0,70	0,79	0,89	100,0	3,30	3,39	3,49
8,5	0,72	0,81	0,91	110,0	3,53	3,63	3,72
9,0	0,74	0,84	0,93	120,0	3,76	3,86	3,95
9,5	0,76	0,86	0,95	130,0	3,98	4,08	4,18
10,0	0,78	0,88	0,97	140,0	4,21	4,30	4,40
10,5	0,80	0,90	1,00	150,0	4,43	4,53	4,62
11,0	0,82	0,92	1,02	160,0	4,65	4,74	4,84
11,5	0,84	0,94	1,04	170,0	4,86	4,96	5,06

¹⁾ Om standardflöden kopplas till fördelningsledningen adderas de som sådana till dimensioneringsflödet. Om en separat vattenpunkts normflöde q_{kv} är större än 0,3 dm³/s väljs fördelningsledningens normflöde enligt q_{kv} = 0,3 dm³/s.

4.4 Tabell över effektbehov

Till dimensioneringen av värmeväxlarna samt fjärrvärmecentralen som helhet har skapats en tabell som visar vilka värmeeffekter som fodras för att värma lägenhetsbyggnader med olika antal lägenheter.

För att skapa tabellen har beräkningarna i Ekvation 5 och Ekvation 6 använts tillsammans med WebSelect (Cetetherm, 2019) där effekten för tappvatten vid ett visst flöde samt temperatur ges.

Tabell 5. Tabell över riktvärden för energibehov i lägenheter. (Rosbäck, R 2021)

Antal lägenheter	Värmeeffekt [kW]	Varmtappvatten flöde [l/s] / [kW]
10	54,6	0,64 / 128
20	109,2	0,88 / 177
30	163,8	1,08 / 217
40	218,4	1,25 / 251
50	273	1,42 / 285
70	382,2	1,75 / 351

5 VÄRMEVÄXLARE

Värmeväxlarna är bland de viktigaste komponenterna i fjärrvärmecentraler.

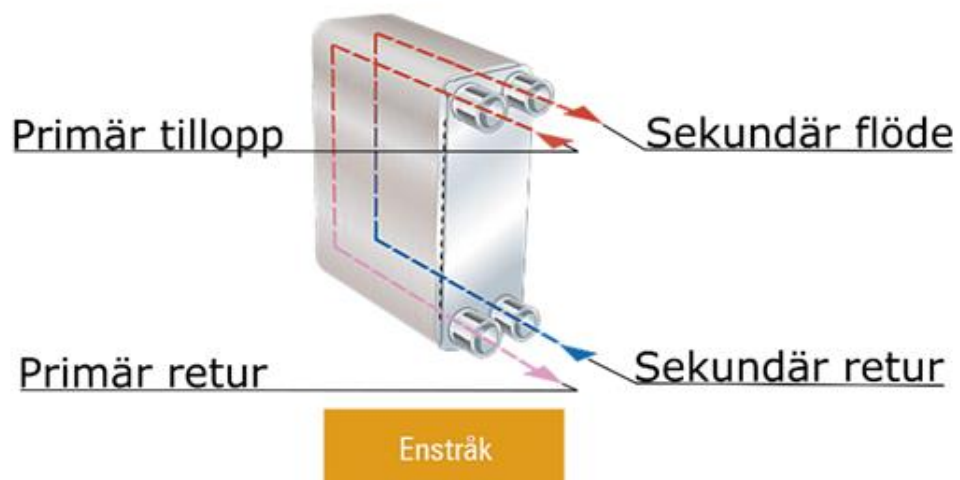
För att uppfylla kriterierna som ställs på centralen så behöver de klara av att leverera en tillräcklig värmeeffekt samtidigt som de behöver vara så kompakta som möjligt på grund av utrymmes kraven som nämns under 4 . Detta betyder att det bara finns en typ av värmeväxlare som är lämplig, lödda plattvärmeväxlare. (Cengel, 2002)

Lödda plattvärmeväxlare erbjuder effektiv värmeväxling samtidigt som utrymmeskravet hålls så lite som möjligt. Lödda värmeväxlare använder inte packningar mellan värmeväxlarens plattor, utan plattorna är tätt hoplödda, vilket håller underhållskraven samt risken för läckage på ett minimum.

(AlfaLaval, 2021)

5.1 Värmekrets värmeväxlarnas konstruktionstyp

Värmekretsarna kommer att använda enstråksväxlare, vilket innebär att det heta vattnet från fjärrvärmeleverantören flödar in på primärsidan och genom ledning överför värmeeenergin i vattnet till den kallare sekundärsidan. Det som kännetecknar en enstråks värmeväxlare är att den till skillnad från två stråksvärmeväxlare, endast har en enkel väg för vattnet att flöda. Antingen uppifrån och ner på sin väg genom värmeväxlaren eller tvärt om. Till skillnad från två stråks värmeväxlaren som tvingar vattnet att flöda upp och ner på sin väg genom värmeväxlaren som då förlänger vägen genom värmeväxlaren och samtidigt ökar värmeöverföringsytan. Sekundärsidans vatten flödar sedan runt i byggnadens värmekrets för att tillföra värme till exempel ett radiatornätverk. (AlfaLaval, 2021)



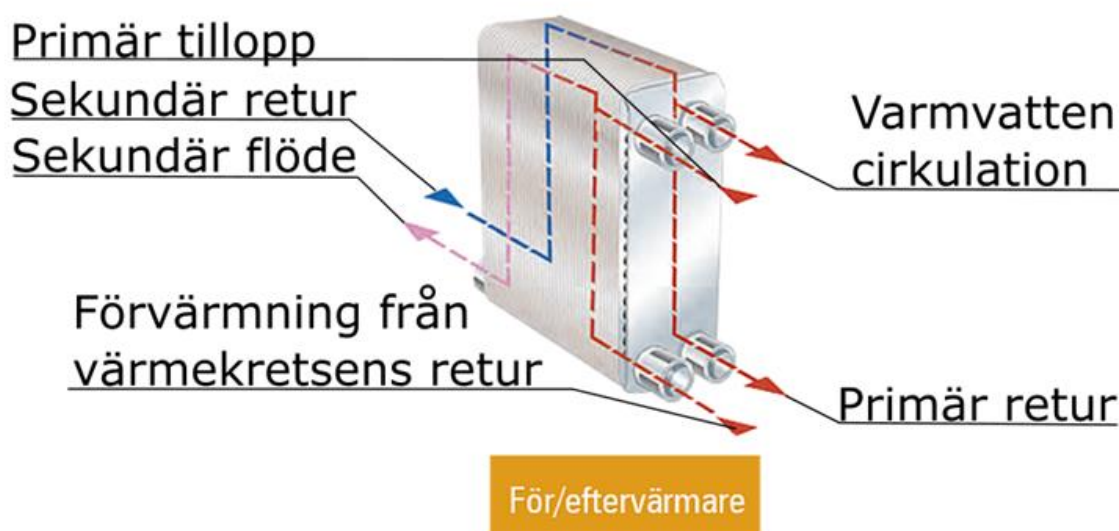
Figur 6. Värmekretsens enstråkväxlares funktionsprincip. (Armatec 2021),(
R. Rosbäck 2021)

5.2 Tappvattenvärmeväxlarens konstruktionstyp

Tappvattenvärmeväxlaren kommer att vara en tvåstråksväxlare med förvärmningskammare. Detta för att ta vara på värmeenergin som finns i

I en tvåstråksväxlare passerar de kalla och de varma medierna två gånger vilket ökar systemets effektivitet. Det illustreras i Figur 7 genom att vattnet tvingas att flöda upp och ner inom värmeväxlaren så att de två medierna passerar varandra två gånger.

Värmeväxlaren har även en inbyggd förvärmningskammare, till förvärmningskammaren flödar det fortfarande varma vattnet från värmekretsens primärsidas retur, när det avgett så mycket värme som möjligt till värmekretsens värmeväxlare och förvärmer vattnet i tappvattenvärmeväxlaren. Detta för att utvinna så mycket värmeenergi som möjligt från primärsidans heta vatten. (AlfaLaval, 2021)



Figur 7. Tappvattenkretsens värmeväxlarens funktionsprincip. (Armatec 2021). (R.Rosbäck 2021)

6 VAL AV VÄRMEVÄXLARE

I detta avsnitt presenteras hur valen av värmeväxlare har gjorts samt teorin bakom dessa.

6.1 Begränsningar vid val av värmeväxlare

Som tidigare nämnt under begränsningar för arbetet, stävas efter att utforma en fjärrvärme-central med yttermått $600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 1800\text{mm}$

Detta begränsar värmeväxlarnas storlek och som följd hur stor plattmängd som är möjlig att tillåta. För att hålla arbetet inom begränsningarna som ställts har en maximal plattmängd av 100 plattor för tappvatten värmeväxlarna valts, denna plattmängd är hälften av den maximala mängden som erbjuds från värmeväxlarens tillverkare.

För värmekretsarnas värmeväxlare har valts en maximal plattmängd av 80 plattor, detta för att ge plats åt andra komponenter såsom cirkulations pumpar.

Med hjälp av beräkningarna under rubrik 4.1 Teoretiska effektberäkningar, framgår det att för att möta värmeeffektbehovet för den genomsnittliga lägenhetsbyggnaden i Finland med 30 lägenheter så krävs det en värmeeffekt på $163,8\text{ kW}$ samt ett varmt tappvattenflöde på $1,08\text{ l/s}$, vilket motsvarar 217 kW .

Samtidigt får värmeväxlarnas storlek tas i beaktande för att ej överskrida målet för de maximala yttermått.

6.2 Teori bakom val av värmeväxlare

För att kunna beräkna vilken storlek av värmeväxlare som behövs så krävs att följande parametrar är kända:

- Effekt krav
- In och utlopps temperatur på primär och sekundärsida av värmeväxlaren
- Högsta tillåtna tryckfall över värmeväxlaren
- Högsta driftstemperatur
- Högsta driftstryck
- Massa flöde på primär och sekundärsidan i värmeväxlaren
- Värmeöverföringskoefficient för vald värmeväxlare

(Alvarez, 2015, pp. 427-435)

6.3 Temperaturs driftsfall

Med temperaturs driftfall menas inlopps och utlopps temperaturerna för de två medierna som flödar i värmeväxlaren.

T1 = Primär tillopps temperatur

T2 = Sekundärsidans utlopps temperatur

T3 = Sekundärsidans retur temperatur

T4 = Primärsidans retur temperatur

(Armatec, 2021, p. 4)

Som exempel är ett vanligt temperatur program för en golvvärmekrets 115-33/30-37°C,

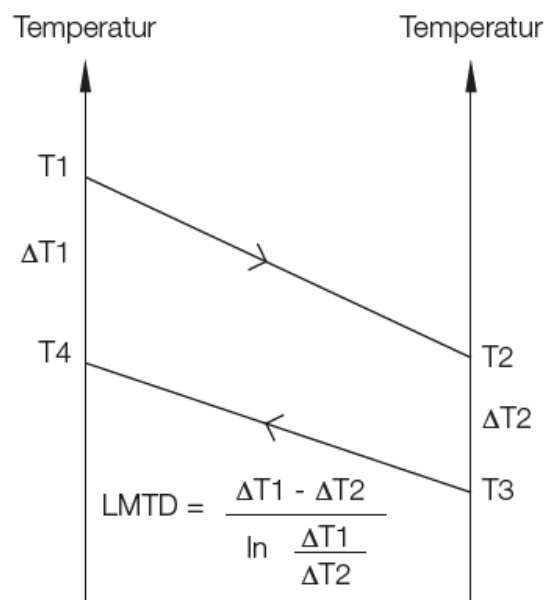
Vilket då innebär:

T1 = 115°C

T2 = 37°C

T3 = 30°C

T4 = 33°C



Figur 8. Diagram över temperatur program, samt Logaritmisk medeltemperatur-differens. (Armatec 2021)

6.4 Logaritmisk medeltemperaturdifferens

Logaritmisk medeltemperatur differens används för att bestämma den drivande kraften i ett värmeöverföringssystem och främst för värmeväxlare. Logaritmisk medeltemperaturdifferens (LMTD) är ett logaritmiskt medeltal för temperatur differenserna mellan de varma och kalla sidorna i en värmeväxlare. Ett stort LMTD värde innebär en stor mängd överförd värmeenergi. (H.Herring, 2010)

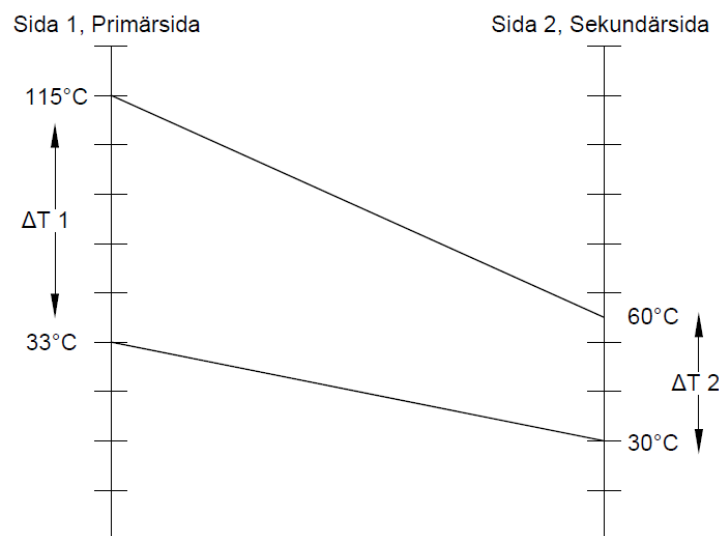
Logaritmisk medeltemperaturdifferens för motströmsvärmeväxlare beräknas med följande formel. Här med temperaturprogrammet 115-33/30-60. Se Figur 9.

$$\text{Ekvation 7} \quad LMTD = \frac{\Delta 1 - \Delta 2}{\ln\left(\frac{\Delta 1}{\Delta 2}\right)}$$

Exempel:

$$LMTD = \frac{(115 - 33) - (60 - 30)}{\ln\left(\frac{115 - 33}{60 - 30}\right)}$$

$$LMTD = 51,71$$



Figur 9. Exempel till LMTD beräkning. R.Rosbäck 2021

6.5 Värmeöverföringskoefficient

Värmeöverföringskoefficienten för en värmeväxlare är inte konstant utan förhåller sig till många olika faktorer, till exempel vilket temperatursdriftsfall värmeväxlaren utsätts för, massflödet genom värmeväxlaren vilket även det inte är en konstant i fallet med fjärrvärme då det är olika massflöden beroende på framledningstemperaturen från fjärrvärmenätverket beroende på årstid och andra faktorer. För tappvatten värmeväxlaren är massflödet beroende på till exempel hur många duschar som används vid ett och samma tillfälle. (Aaltonen, 2021)

När det kommer till värmeväxlare har olika typer av värmeväxlare olika värmeöverföringskoefficienter beroende på deras uppbyggnad se rubrik 5.

När värmeöverföringskoefficienten beräknas manuellt ges man ett tal som endast stämmer för just de driftförhållandena, och eftersom dessa ej är konstanta så bör detta värde beaktas som ett riktvärde.

För att kunna säkerställa att den dimensionerade värmeväxlaren kommer att prestera som väntat är det säkrast att använda värmeväxlarens tillverkarens eget dimensioneringsprogram (Aaltonen, 2021) (Alvarez, 2015)

Värmeöverföringskoefficienten definieras som:

$$\text{Ekvation 8} \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda} + R_f = \frac{1}{k_c} + R_f$$

Där:

- α_1 , är värmeöverföringskoefficienten mellan det varma mediet och värmeöverföringsytan i $\text{W/m}^2\text{°C}$
- α_2 , är värmeöverföringskoefficienten mellan det kalla mediet och värmeöverföringsytan i $\text{W/m}^2\text{°C}$
- δ , är tjockleken på värmeöverföringsytan i meter
- λ , är värmeledningsförmågan hos materialet som skiljer medierna i $\text{W/m}^{\circ}\text{C}$
- R_f , är nedsmutsningsfaktorn i $\text{m}^2\text{°C/W}$
- k_c , är ren värmeöverföringskoefficient
- k , är konstruktionens värmeöverföringskoefficient i $\text{W/m}^2\text{°C}$

(Alvarez, 2015) (Aaltonen, 2021) (Armatec, 2021)

6.6 Teoretisk beräkning av värmeväxlare

För att beräkna vilken effekt en värmeväxlare ger då vätskans massa flöde, vätskans specifika värmeentalpi samt skillnaden mellan in- och utloppstemperaturerna på en sida av värmeväxlaren är kända används följande formel.

(Aaltonen, 2021) (Alvarez, 2015, pp. 428-434)

$$\text{Ekvation 9} \quad P = m * c_p * \Delta t$$

Där:

- P , är effekten som kan tas ur värmeväxlaren vid rådande driftsfall i kW
- m , massa flödet för fluiden som flödar genom värmeväxlaren i kg/s
- c_p , Specifik värmeentalpi för fluiden i fråga i kJ/kg
- Δt , Skillnaden mellan in och utlopps temperaturerna på en sida av värmeväxlaren i °C

För en värmeväxlare med temperaturs driftfall på 115-33/30-60 och ett massa flöde av 0,44 kg/s ger detta samt specifikt värme innehåll för fluiden på 4,18

$$\text{Ekvation 10} \quad P = 0,44 \frac{kg}{s} * \frac{4,18kJ}{kg} \text{ } ^\circ C * 82 \Delta t \text{ } ^\circ C$$

$$P = 150,81 \text{ kW}$$

Om värmeväxlarens effekt är känd samt den logaritmiska medeltemperaturdifferensen och/eller värmeöverföringsytan och/eller värmeöverföringskoefficienten kan med fördel följande formel användas för att räkna ut en okänd faktor.

(AlfaLaval, 2021)

$$\text{Ekvation 11} \quad P = k * A * LMTD$$

Där:

- P , är effekten som kan tas ut ur växlaren i kW
- k , är värmeöverföringskoefficienten i kJ/kg
- A , är arean av de värmeöverförande ytorna i m²
- $LMTD$, är den logaritmiska medeltemperaturdifferensen i °C

För en värmeväxlare med en känd effekt av 150 kW vid temperaturs driftsfallet 115-33/30-60 vilket ger en logaritmisk medeltemperaturdifferens av **51,71°C**

Och en värmeöverförings area av **2,2 m²**. Kan man beräkna värmeväxlarens teoretiska k värde, alltså den teoretiska värmeöverförings koefficienten med hjälp av ovan nämnd formel.

$$\text{Ekvation 12} \quad 150kW = k * 2,2m^2 * 51,71^{\circ}C$$

$$150kW = k * 113,762$$

$$\frac{150kW}{113,762 m^2^{\circ}C} = \frac{k}{113,762 m^2^{\circ}C}$$

$$\frac{150kW}{113,762 m^2^{\circ}C} = 1,3185 \frac{W}{m^2}^{\circ}C$$

Alltså är den teoretiska värmeöverförings koefficienten $1,31 \frac{W}{m^2}^{\circ}C$

6.7 Dimensionering av värmeväxlare med professionell programvara

För att få en så exakt dimensionering som möjligt har Alfa Laval's värmeväxlardimensioneringsprogram Anytime använts.

Programmet fungerar genom att användaren väljer effektbehovet i kW, temperatur driftfall samt maximalt tryckfall över värmeväxlaren.

Uppe till vänster i rutan för "capacity (kW)" sätts eftersträvd värmeeffekt in. Sedan sätts de olika temperaturerna för primär och sekundär sidan in i motsvarande rutor.

Här har temperaturprogrammet 115-63/80-60 använts, alltså 115°C varmt fjärrvärmevattnet flödar in i värmeväxlarens primärsida där det avger sin värmekapacitet till sekundärkretsens vatten och kyls då ned till 63°C under den processen. Vattnet som flödar genom värmeväxlarens sekundärsida hettas upp och når en utloppstemperatur av 80°C för att sedan cirkulera i byggnadens uppvärmningsnätverk och sedan återvänder till värmeväxlaren med en temperatur av 60°C.

(AlfaLaval, 2021)

Calculation input

Calculation Standard	General 1-phase	Product Line	All General
Capacity (kW)	163.0	Margin (%)	0.0
Flow direction	<input checked="" type="radio"/> Countercurrent <input type="radio"/> Cocurrent	Flow type (liquid)	<input type="radio"/> Mass <input checked="" type="radio"/> Volume

Liquid cooling		Liquid heating	
Inlet temperature	115.00 °C	Outlet temperature	80.00 °C
Fluid	Water	Fluid	Water
Flow rate	0.79 l/s	Flow rate	1.99 l/s
Max pressure drop	20.0 kPa	Max pressure drop	20.0 kPa
Outlet temperature	63.00 °C	Inlet temperature	60.00 °C

T

Figur 10. Skärmbild av dimensioneringsprogram. (alfa laval 2021)

Med hjälp av programmet har en Excel tabell skapats som visar vilka värmeväxlare som bäst lämpar sig till de olika fastslagna riktvärdena för värmeeffekt samt varmt tappvattenflöde vid olika temperaturs driftfall. Se Tabell 6. Detta belyser hur sekundärsidans temperaturdifferens hör samman med möjligt effektuttag.

De fastslagna riktvärdena för värmeeffekt samt varmtappvatten flöde är:

Tabell 6. Antal plattor per värmeväxlare enligt temperatursdriftfall (R,Rosbäck 2021)

Tabell över antal plattor per värmeväxlare, vid olika driftfall och effekter

Temperaturs driftfall 115-33/30-37		
Värmeeffekt kW		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	50
20	109,2	2x50
30	163,8	-
40	218,4	-
50	273	-
70	382,2	-

Temperaturs driftfall 70-20/10-58		
Tappvattenflöde l/s samt effekt kW		
Antal lägenheter	Flöde / Effekt	Plattmängd
10	0,64/128	52
20	0,88/177	64
30	1,08/217	80
40	1,25/251	100
50	1,42/285	100
70	1,75/351	-

Temperaturs driftfall 115-33/30-60		
Värmeeffekt kW		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	30
30	163,8	50
40	218,4	80
50	273	40x2
70	382,2	50x2

Temperaturs driftfall 115-43/40-70		
Värmeeffekt kW		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	30
30	163,8	50
40	218,4	80
50	273	40x2
70	382,2	50x2

Temperaturs driftfall 115-63/60-80		
Värmeeffekt kW		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	40
30	163,8	50
40	218,4	80,00
50	273	50x2
70	382,2	-

R.Rosbäck 2021

Som synes i Tabell 6 påverkar temperatursdriftsfallen hur mycket effekt som kan tas ut ur värmeväxlaren. Detta beror på att den tillgängliga temperatur differensen endast är 7°C vid driftfallet 115-33/30-37, vilket resulterar i en maximal tillgänglig värmeeffekt av 109kW i utförandet som projektet kräver. Medan vid driftfallet 115-33/30-60 med tillgänglig temperatur differens av 30°C blir den tillgängliga värmeeffekten 382kW.

7 ANDRA HUVUDKOMPONENTER

Den beslutande faktorn av fjärrvärmecentralens funktioner är komponentvalen.

Vid val av komponenter har strävats efter att hålla antalet olika komponenter så lågt som möjligt och istället utnyttja att moderna komponenter ofta kan utföra mer än en funktion, som exempel kan ges att det numera finns integrerade temperatur och tryckgivare som möjliggör att en komponent utför ett arbete som tidigare utförts av två skilda komponenter. Detta betyder att tillverkaren behöver lagerhålla färre komponenter och samtidigt blir ingreppen i fjärrvärmecentralens stålrör för olika dykgivare färre. Detta sparar arbetstid under tillverkningsfasen. Huvudkomponenter syftar på de komponenter som är avgörande för fjärrvärmecentralens funktioner, de olika huvudkomponenterna delas nedan upp i underrubriker.

7.1 Pumpar

Fjärrvärmecentralen kommer att levereras med två eller tre pumpar beroende på utförande, en varmtappvatten cirkulationspump samt en cirkulationspump i varje värmekrets. Vid val av pumpar har olika tillverkare jämförts och en tillverkare med tillräckligt stort utbud av pumpar för att täcka projektets krav har valts. Detta möjliggör större volymer från samma tillverkare vilket kommer att underlätta komponentbeställningar samt ha en positiv inverkan på prissättningen.

Till fjärrvärmecentralen har pumpar med frekvensomvandlare samt flera smarta funktioner bland andra stöd för Modbus avläsning samt styrning vilket gör att pumpen kan sänka och höja sitt varvtal enligt behov samt att man via externa Modbus moduler kan ansluta flera tillbehör för att effektivisera pumpen eller utnyttja pumpen som till exempel en flödesmätare och därmed energimätare.

7.2 Sensorer och givare

I fjärrvärmecentralen används två olika typer av givare, anliggningsgivare samt dykgivare. Skillnaden mellan dessa är att anliggningsgivaren inte är installerad i ett givarinstick som ger givaren direkt kontakt med mediet som den mäter temperatur eller tryck i. En dykgivare som däremot är installerad i ett givarinstick ger givaren en direkt kontakt med mediet den skall mäta. I detta fall används temperaturgivare av båda ovan nämnda modeller samt tryckgivare av insticksmodell, vilket betyder att tryckgivaren har ett givarinstick liknande det för temperaturgivare av dykmodell.

7.3 Reglersystem samt reglerventiler

Reglersystemet som kommer att användas är ett PID reglersystem med inbyggd Modbus funktionalitet som läser av signaler från de installerade givarna och sedan tillsammans med reglerings mjukvara bestämmer effektivaste reglering samt skickar 0-10V signaler till reglerventilerna för att öka eller minska tillflödet av hett fjärrvärme vatten till fjärrvärmecentralen. Cetetherm har ett eget reglersystem, Cetetherm IQHeat och IQHeat Cloud. Cetetherm IQHeat möjliggör funktionalitet för mätdata via MBus och med hjälp av integrerad web serverfunktion är all data och historiskt data för systemet alltid lätt tillgängligt via vanlig webbläsare. Systemet har även inbyggd BacNet och LON funktionalitet tillsammans med ModBus som gör det möjligt att kontrollera systemet via byggnadens "building mangement system."

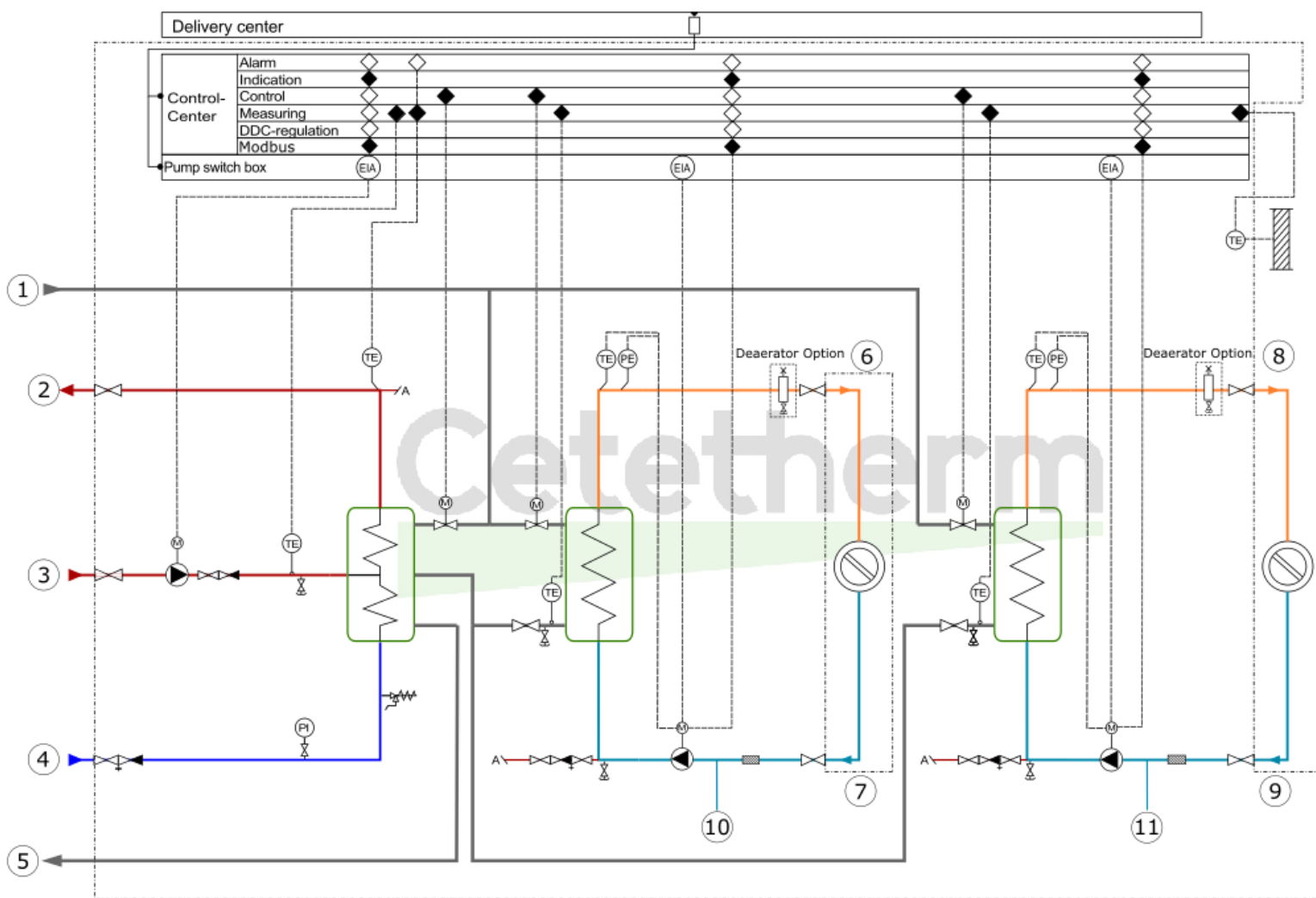
7.4 Reglerventiler

Reglerventilernas funktion är att reglera inflödet av hett fjärrvärmevatten till fjärrvärme-centralen. Ventilernas reglering styrs av reglersystemet med hjälp av indata från temperaturgivarna som installeras i fjärrvärmecentralens sekundärsida samt primär retur. När reglersystemet detekterar en lägre temperatur än bör-värdet för någon av värme eller tappvatten kretsarna öppnar följaktligen motsvarande reglerventil för att släppa in mer fjärrvärmevatten som då höjer temperaturen på sekundärsidan. Samma process sker om en för hög temperatur detekteras i systemet, då stänger reglerventilerna för att minska mängden fjärrvärmevatten som släpps in i systemet och då sjunker följaktligen temperaturen i systemet. (Herman & Thorsen, 2007)

Vid dimensionering av systemet är det viktigt att följa de beräknade tryckfallen med också att ha i åtanke att tappvattenflödet ofta i praktiken är mindre än dimensionsvärdet. Det betyder att det ofta är behövt att använda en mindre modell av just tappvattenstyrventilen. Detta medför att ventilen om den är korrekt dimensionerad kommer att arbeta med en större slaglängd vilket innebär att ventilen kan finjustera mängden fluid den släpper in i systemet, jämfört med en större ventil som då skulle arbeta nära stängt läge största delen av tiden. För just tappvatten är detta av stor vikt då det är snabbare fluktuationer i värmebehovet för tappvattensystemet i byggnader än för värmesystemet då det inte på samma sätt finns en ackumulerad mängd värme så som i byggnadens värmekrets. (Aaltonen, 2021)

8 FLÖDESSCHEMA

Flödesschemat är en principskiss över hur systemet fungerar och visar på komponentnivå vilka olika komponenter som kommer att ingå i fjärrvärmecentralen. Att utgå från ett flödesschema är ett bra sätt att utesluta vilka komponenter som behöver ingå i centralen för att alla erforderliga funktioner skall vara möjliga. Flödesschemat har ritats upp med hjälp av det webbaserade konfigurations programmet WebSelect se Figur 11. Programmet utformar ett dynamiskt flödesschema som endast visar valda komponenter och på så vis snabbt ritar upp ett flödesschema enligt valda komponenter.



Figur 11. Fjärrvärmecentralens flödesschema. (Rosbäck,R) (Cetetherm WebSelect)

1. Fjärrvärme tillopp, även kallat primär in. [FV in]
2. Varmt tappvatten ut [VV]
3. Varmt tappvatten cirkulation [VVC]
4. Kallvatten in [KV]
5. Fjärrvärme retur [FV ut]
6. Sekundärsids flöde, Värmekrets ut [Sek ut]
7. Sekundärsidans retur, Värmekrets retur [Sek ret]
8. Sekundärsids flöde, Värmekrets ut [Sek ut]
9. Sekundärsidans retur, Värmekrets retur [Sek ret]
10. Expansions gren, värmekrets 1
11. Expansions gren, värmekrets 2

8.1 System beskrivning

Fjärrvärmecentralens process utgörs av att hett med en temperatur kring 100°C fjärrvärmevatten flödar in fjärrvärme tilllopps röret nummer 1 i figur 11. Det heta vattnet flödar till styrventilerna som stryper flödet till vad styrsystemet anser lämpligt med hjälp av data från temperaturgivarna. För värmekretsarna strömmar sedan in i värmeväxlarnas primärsida, där det sedan avger sin värmeenergi till sekundärsidan av värmeväxlarna. (AlfaLaval, 2021)

Där sekundärsidans vatten cirkulerar och tar emot värmeenergin från den heta primärsidan. Sekundärsidans nu upphettade vatten cirkulerar sedan med hjälp av cirkulationspumpen runt i sekundärkretsen som uppgör något av byggnadens uppvärmningskretsar nummer 6 och 8 i figur 8. När sekundärsidans vatten har avgett sin värmeenergi till byggnaden återvänder det till fjärrvärmecentralen, se nummer 7 och 9 i figur 11. Vattnet passerar genom ett filter för att hålla eventuella föroreningar ute från värmeväxlarna. Vattnet passerar sedan förbi expansionsgrenarna nummer 10 och 11 i figur 11. Vattnet når sedan värmeväxlarna igen där det tar emot värme från det heta vattnet i primärsidans krets. (Armatec, 2021)

Detta fortgår konstant så länge ett värmebehov finns i byggnaden. När det heta fjärrvärmevattnet avgett så sin energi på sin väg genom värmeväxlaren flödar det sedan ut ur värmeväxlarnas returportar för att sedan flöda in i tappvattenvärmeväxlarens förvärmningskammare, se 5.2

Detta förvärmer tappvattenvärmeväxlarens primärsida vilket medför att ett mindre flöde av hett fjärrvärmevatten från fjärrvärmenätverket krävs för att värma upp samma mängd kallvatten för att tillverka varmt tappvatten. Även tappvattensidan av fjärrvärmecentralen är utrustad med en cirkulationspump, nummer 3 i figur 11. Den säkerställer att det varma tappvattensystemet i byggnaden håller en jämn temperatur samt att varmt vatten finns att få så snabbt som de finska bestämmelserna kräver oavsett var i byggnaden man befinner sig.

När ett behov för varmt tappvatten uppstår till exempel när boende på morgonen vill duscha, strömmar kallt tappvatten in till tappvattenvärmeväxlaren genom

kallvattenledningen nummer 4 i figur 11. När primärsidans heta fjärrvärmevatten har passerat genom de båda växlarna så flödar det åter i retur med en så låg temperatur som möjligt tillbaka ut ur fjärrvärme undercentralen tillbaka till fjärrvärmeverket.

9 UTFORMNING AV FJÄRRVÄRMEUNDERCENTRAL MED AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor är ett CAD-program för 3D-modelering och 3D-konstruktion samt dokumentering och simulering. Tillsammans med Autodesk Vault som är en databas för 3D-modeller av enskilda komponenter samt en molnlagringsplats för färdiga modeller utgör dessa program all CAD programvara som använts i projektet.

(Autodesk, 2021)

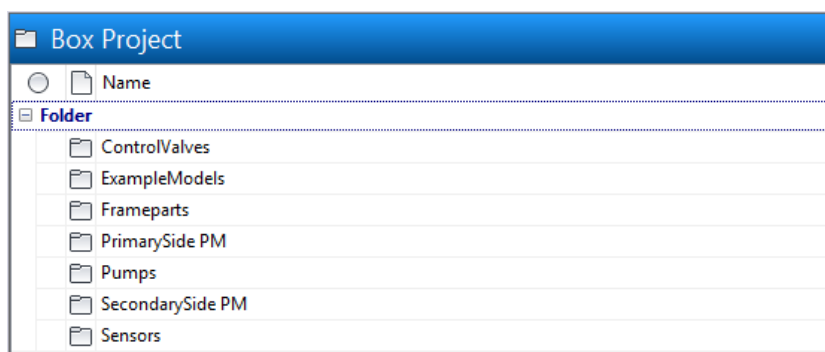
9.1 Grundupplägg för uppritande av projektet

En betydande del av projektet är målsättningen att hålla fjärrvärmecentralen så liten och lätt installerad som möjligt, därför har fjärrvärmecentralen ritats upp med samma mått som en standard bergvärmepump. Yttermåttarna som eftersträvs är *600mm x 600mm x 1800mm*. Vid uppritningsfasen av projektet har stor vikt lagts på att hålla designen så lätt tillverkad som möjligt samt att möjligheten att använda samma ram moduler till alla olika erbjudna effekter.

Fjärrvärme undercentralen har ritats upp med 7 huvudkomponenter som innefattar de största enskilda delarna av centralen, dessa är:

- Styrventiler
- Ram delar
- Primärsidans rörmoduler
- Sekundärsidans rörmoduler
- Pumpar
- Sensorer
- Värmeväxlare

Detta för att man lätt skall kunna förtillverka de olika delarna så att ledtiden för en beställd central skall hållas så kort som möjligt. De sju huvudkomponenterna delas sedan upp i mindre undergrupper som sedan finns i olika DN storlekar enligt flödet som krävs. För att hålla koll på de olika komponenterna används Autodesk Vault, se Figur 12.



Figur 12. Skärmbild från Autodesk Inventor. (Rosbäck, R)

Genom att strukturera upp de olika delarna av centralen underlättas ritningen av exempelbilder samt uppdaterandet av olika moduler i framtiden vid eventuella byten av moduler eller reviderande designer.

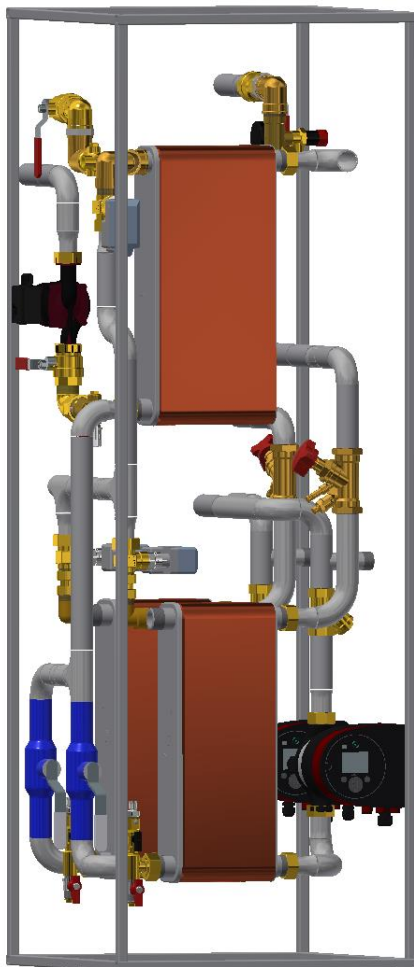
9.2 Utformandet i Autodesk Inventor

Designprocessen utgick från de förbestämda max måtten, sedan ritades en ram upp, kraven på ramen är att den skall vara kraftig nog att bära upp alla de olika komponenterna som krävs, samtidigt som den hålls så liten och lätt tillverkad som möjligt. Slutresultatet av detta är en rektangulär ram uppgjord av $40 \times 40 \text{ mm}$ svetsade profilrör.

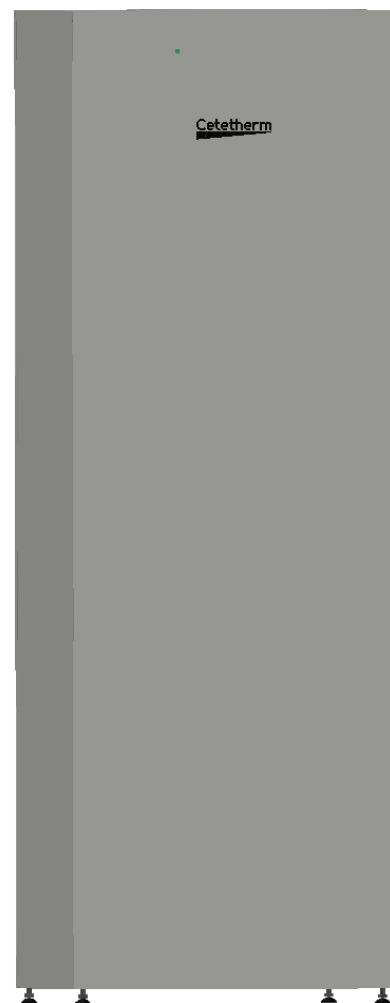
Efter det utrustades värmeväxlare av olika storlekar med standard sekundär och primärsids utrustning. Sedan kunde arbetet med att fastställa hur stora och hur många värmeväxlare som ryms inuti fjärrvärmecentralen. När de preliminära storlekarna av värmeväxlarna var fastställda kunde arbetet med att designa de mest lämpliga sekundär och primär rörmodulerna börja. Det mest tidsödande under ritnings processen var att hålla de olika rörmodulerna så små som möjligt för att undvika större tryckförluster.

Figur 12 visar hur designen i början såg ut, figuren visar vilka svårigheter det innebär med en fjärrvärmecentral med dessa värmeeffekter med ett så litet utrymmes fotavtryck som eftersträvas.

Figur 13 visar hur fjärrvärmecentralen kommer att se ut som färdigställd. En mestadels innesluten fjärrvärmecentral som ger ett mer enhetligt intryck än tidigare modeller av fjärrvärmecentraler med liknande värmeeffekter.



Figur 12 Exempelbild på del av design. (R,Rosbäck 2021)



Figur 13 Exempelbild med ytterväggar monterade. (R,Rosbäck)

10 EXEMPEL PÅ DIMENSIONERING

Målet med arbetet är att undersöka möjligheterna för en fjärrvärmecentral med en så förenklad dimensionering som möjligt. När de olika effektbehoven för olika mängder av lägenheter i lägenhetsbyggnader har bestämts samt värmeväxlare som täcker dessa behov har valts så kan med enkelhet en tabell för dimensionering skapas, se Tabell 7. Dimensionerings tabell för fjärrvärmecentral. (Rosbäck,R 2021)

Dimensioneringstabellen avses användas genom att kunden eller planeraren antingen följer tabellen direkt eller använder egenhändigt uträknade effektbehov för att sedan i tabellen välja de temperaturprogram som används i byggnaden för att sedan välja motsvarande modell av fjärrvärmecentralen i tabellen.

Fodras även tappvattenuppvärmning med hjälp av fjärrvärme inkluderas denna del av tabellen vilket då ger tillägget T i modellnamnet. Till exempel skulle för en lägenhetsbyggnad med 30 lägenheter och temperaturprogrammet 115-33/30-60 inklusive tappvatten ge modellen BT30.

Tabell 7. Dimensionerings tabell för fjärrvärmecentral. (Rosbäck,R 2021)

Dimensionerings Tabell För Fjärrvärmecentral

Temperaturs driftfall 115-33/30-37		
Värmeeffekt		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	50
20	109,2	2x50
30	163,8	-
40	218,4	-
50	273	-
70	382,2	-
Modell AT-antal lägenheter		
Modell A-antal lägenheter		

Temperaturs driftfall 70-20/10-58		
Tappvattenflöde samt effekt		
Antal lägenheter	Flöde / Effekt	Plattmängd
10	0,64/128	52
20	0,88/177	64
30	1,08/217	80
40	1,25/251	100
50	1,42/285	100
70	1,75/351	-
Modell T-antal lägenheter		

Temperaturs driftfall 115-33/30-60		
Värmeeffekt		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	30
30	163,8	50
40	218,4	80
50	273	40x2
70	382,2	50x2
Modell BT-antal lägenheter		
Modell B-antal lägenheter		

Dimensionering gör genom att välja temperaturprogram, vilket sedan ger modell, till exempel ger 115-33/30-60 Modell B för värmekretsar. Sedan väljs antal lägenheter eller effektbehov. Slutligen väljs Tappvatten effekt, som då ger tillägget T i modellbetäckningen. Dimensioneras fjärrvärmecentralen utan tappvattenvärmekrets bortlämnas detta

Temperaturs driftfall 115-43/40-70		
Värmeeffekt		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	30
30	163,8	50
40	218,4	80
50	273	40x2
70	382,2	50x2
Modell CT-antal lägenheter		
Modell C-antal lägenheter		

Temperaturs driftfall 115-63/60-80		
Värmeeffekt		
Antal lägenheter	Effektbehov kW	Plattmängd
10	54,6	20
20	109,2	40
30	163,8	50
40	218,4	80,00
50	273	50x2
70	382,2	-
Modell DT-antal lägenheter		
Modell D-antal lägenheter		

R.Rosbäck 2021

11 ANALYS AV BERÄKNINGSRESULTAT

Från beräkningsresultaten kan utläsas att den genomsnittliga fjärrvärmecentralen för lägenhetsbyggnader i Finland på *191,5 kW* kontrakterad värmeeffekt som med hjälp av Tabell 2 kan konverteras till en dimensionerad värmeeffekt av *368 kW* av vilka *147 kW* är för värmekretsarna samt *221 kW* för uppvärmning av tappvatten. Med hjälp av *Autodesk Inventor* har fastställts att det är fullt möjligt att utforma en fjärrvärmecentral som uppfyller dessa krav på värmeeffekt samtidigt som fjärrvärmecentralen håller sig inom det för arbetet uppställd kriterierna på maximala yttermått av *600x600x1800mm*.

Från detta kan bestämmas att det för den i arbetet utformade fjärrvärmecentralen finns en stor marknadsandel samt att den är fullt möjlig att tillverka.

12 DISKUSSION

Som beskrivet i analysen av beräkningsresultat framstår fjärrvärmecentralen som ett både möjligt och behändigt alternativ till dagens fjärrvärmecentraler. Något som dock inte har utretts är fjärrvärmeleverantörernas ställning till detta. Skulle en fjärrvärmecentral som dimensioneras och tillverkas som arbetet beskriver så förlorar dem en viss kontroll över slutprodukten och då samtidigt en del av kontrollen över sin produkt alltså fjärrvärmem. Med tanke på att användningen av värmepumpar ökar i Finland så borde dessa fjärrvärmeleverantör ta hjälp av alla medel för att förenkla samt modernisera den finska fjärrvärmemarknaden för att öka sin egen produkts konkurrenskraft och bibehålla sin marknadsandel.

Något som tydliggjorts i arbetet är möjligheten att förenkla och standardisera fjärrvärmecentraler i storleksklass med de finska genomsnittscentralerna, vilket betyder att dessa med mer arbete kan utvecklas till en grossistprodukt, som alltid skulle levereras med ett färdigt optimerat automationssystem. Detta skulle förenkla processen ytterligare för slutkunden.

13 SLUTSATSER

Slutsatserna som kan tas från arbetet är att den genomsnittliga fjärrvärmecentralen i Finland är av en passande storlek för standardisering. Det finns även stora möjligheter i att standardisera och samtidigt förminska utrymmes fotavtrycket från fjärrvärmecentralen. Att förenkla dimensioneringsprocessen är genomförbart men kräver mer efterforskning för att utreda om detta är något som energibolag samt planeringsbyråer är villiga att anamma.

KÄLLOR

Aaltonen, T., 2021. *Fjärrvärme och värmeväxlare* [Intervju] (12 Mars 2021).

AlfaLaval, 2021. *Alfa Laval*. [Online]

Tillgänglig: <https://anytime.alfalaval.com/alweb/>

[Använd 21 Mars 2021].

Alvarez, H., 2015. *Energiteknik*. 3:7 red. Lund: Studentlitteratur AB.

Armatec, 2021. *Armatec*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.armatec.com>

[Använd 15 Mars 2021].

Autodesk, 2021. *Autodesk*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.autodesk.se/products/inventor/overview?term=1-YEAR#what-is-inventor>

[Använd 29 Mars 2021].

Cengel, Y. A., 2002. *Heat transfer*. 2 red. Texas: Mcgraw-Hill.

Cetetherm, 2019. *WebSelect*. [Online]

Tillgänglig: www.webselect.nibe.se

[Använd 10 April 2021].

Cetetherm, 2020. *Cetetherm Tuotteemme*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.cetetherm.com/fi>

[Använd 11 April 2021].

Danfoss, 2021. *Danfoss substations*. [Online]

Tillgänglig: www.danfoss.com/en/products/dhs/stations-and-domestic-hot-water/

[Använd 11 April 2021].

EnergiateollisuusRy, 2014. *Teho ja vesivirta kaukolämmön*. [Online]

Tillgänglig: https://energia.fi/files/586/Teho_ja_vesivirta_SuositusK15_2014.pdf

[Använd 13 April 2021].

EnergiateollisuusRy, 2020. *Kaukolämpötilasto 2019*. [Online]

Tillgänglig: https://energia.fi/files/5384/Kaukolampotilasto_2019.pdf

[Använd 21 Mars 2021].

Enskog Broman, L., 2021. *Fjärrvärme - resurseffektiv uppvärmning*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/fjarrvarme/>

[Använd 11 April 2021].

Euroheat&Power, 2019. *District energy explained*. [Online]

Tillgänglig: euroheat.com

[Använd 11 April 2021].

H.Herring, D., 2010. *Industrial heating*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.industrialheating.com/blogs/14-industrial-heating-experts-speak-blog/post/89862-what-is-lmtd>

[Använd 15 Mars 2021].

Herman, B. & Thorsen, J. E., 2007. *Hydraulic balance in a district heating system*.

[Online]

Tillgänglig: <https://assets.danfoss.com/documents/90579/AC024186450914en-010201.pdf>

[Använd 11 April 2021].

Lillqvist, R., 2021. *Fjärrvärmecentraler i Finland* [Intervju] (10 Mars 2021).

Miljöministeriet, 2007. *Miljöförvaltningens gemensamma webbtjänst*. [Online]

Tillgänglig: <https://www.ymparisto.fi/sv->

[FI/Byggande/Bestammelserna om vatten och avloppsinst\(45524\)](https://www.ymparisto.fi/sv-)

[Använd 12 April 2021].

Talotekniikka info, 2019. *Talotekniikka info*. [Online]

Tillgänglig:

https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_2_korjattu_kaava_1.pdf

[Använd 21 Mars 2021].

BILAGOR

Bilaga 1, Energiateollisuus Vuositaulukot 2019

TAULUKKO 5. ASIAKKAAT

	LUKUMAARA			KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖ			PIENASIAKKAAT	
	Asuintaloasiakkaat	Muut asiakkaat	Yhteensä	Asuintaloasiakkaat	Muut asiakkaat	Yhteensä	Lukumäärä	Liittymisteho
LÄMMÖN MYYYJÄ	5.1	5.3	5.4	5.5	5.8	5.12	5.20	5.21
072 Tomion Energia Oy	481 kpl	136 kpl	658 kpl	36.3 MW	72.3 MW	3 359 m ³	265 kpl	3 975 kW
043 Turku Energia Oy Ab	3 480 kpl	1 026 kpl	4 831 kpl	587.8 MW	1 212.4 MW	63 232 m ³	1 036 kpl	15 386 kW
043.03 Turku Energia Oy Ab, Kaarina	185 kpl	85 kpl	302 kpl	26.3 MW	59.1 MW	3 059 m ³	1 kpl	9 kW
043.02 Turku Energia Oy Ab, Naantali	495 kpl	69 kpl	594 kpl	34.6 MW	59.0 MW	2 352 m ³	284 kpl	3 565 kW
043.04 Turku Energia Oy Ab, Raisio	888 kpl	134 kpl	1 057 kpl	34.4 MW	69.7 MW	4 714 m ³	563 kpl	7 831 kW
043.01 Turku Energia Oy Ab, Turku	1 912 kpl	738 kpl	2 878 kpl	492.5 MW	1 024.6 MW	53 097 m ³	188 kpl	3 991 kW
134 Ulvilan Lämpö Oy	78 kpl	40 kpl	133 kpl	7.4 MW	21.4 MW	1 071 m ³	1 kpl	12 kW
003 Vaasan Sähkö Oy	2 865 kpl	383 kpl	3 303 kpl	165.1 MW	396.8 MW	19 595 m ³	1 856 kpl	24 287 kW
035 Valkeakosken Energia Oy	523 kpl	93 kpl	649 kpl	37.1 MW	71.7 MW	2 979 m ³	337 kpl	9 229 kW
016 Vantaan Energia Oy	3 760 kpl	754 kpl	4 945 kpl	447.4 MW	1 032.3 MW	68 356 m ³	1 644 kpl	19 939 kW
105 Varissuon Lämpö Oy	89 kpl	19 kpl	108 kpl	30.6 MW	36.7 MW	2 765 m ³	.. kpl	.. kW
044 Varkauden Aluelämpö Oy	1 232 kpl	157 kpl	1 454 kpl	60.1 MW	110.2 MW	5 110 m ³	771 kpl	110 000 kW
068 Vatajankosken Sähkö Oy	234 kpl	100 kpl	364 kpl	11.8 MW	25.2 MW	1 764 m ³	107 kpl	430 kW
182 Vetein Energia Oy	37 kpl	8 kpl	60 kpl	1.7 MW	4.1 MW	183 m ³	11 kpl	156 kW
188 Vierumäen Infra Oy	36 kpl	13 kpl	49 kpl	1.8 MW	6.9 MW	477 m ³	.. kpl	.. kW
107 Wirtaseudun Energia Oy	313 kpl	64 kpl	403 kpl	12.8 MW	29.6 MW	1 146 m ³	253 kpl	2 635 kW
168 Vimpelin Lämpö Oy	21 kpl	17 kpl	40 kpl	2.7 MW	7.6 MW	.. m ³	5 kpl	10 kW
145 Vitrain Energia Oy	164 kpl	56 kpl	238 kpl	9.3 MW	20.4 MW	918 m ³	92 kpl	840 kW
073 VSV Energia Oy	295 kpl	91 kpl	415 kpl	20.5 MW	47.5 MW	3 188 m ³	122 kpl	1 174 kW
090 Äänekosken Energia Oy	78 kpl	120 kpl	902 kpl	19.8 MW	40.6 MW	2 753 m ³	536 kpl	4 288 kW
KAUKOLÄMPÖYRITYKSET YHTEENSÄ	116 090 kpl	22 576 kpl	155 497 kpl	8 297.9 MW	19 091.4 MW	1 003 524 m ³	79 699 kpl	1 327 083 kW

https://energia.fi/en/newsroom/publications/district_heating_statistics.html#material-view