

BLOCKCC

Kaukolämmön paluuvesilämmitys Ainolan uudiskerrostalossa

Viiteryhmä A 20.11.2024

Artturi Junttila, Juha Jokisalo ja Risto Kosonen



Euroopan unionin
osarahoittama



Ainolan uudiskerrostalo - simulointitutkimus

Aihe: Kaukolämmön paluueden käyttö rakennuksen lämmityksessä

Tavoitteena selvittää:

- Apulämmityksen tarve, kun päälämmitys kaukolämmön paluuedellä?
- Paluuesilämmityksen investoinnit ja käyttökustannukset verrattuna perinteiseen kaukolämmitykseen?
- Millainen hinnoittelumalli tekisi kaukolämmön paluulämmön hyödyntämisestä taloudellisesti kannattavaa uudessa asuinkerrostoalossa?

Toteutus:

- **Aallon nuorempi tutkija Artturi Juntila**
- IDA-ICE 5.0 simulointiohjelmalla.

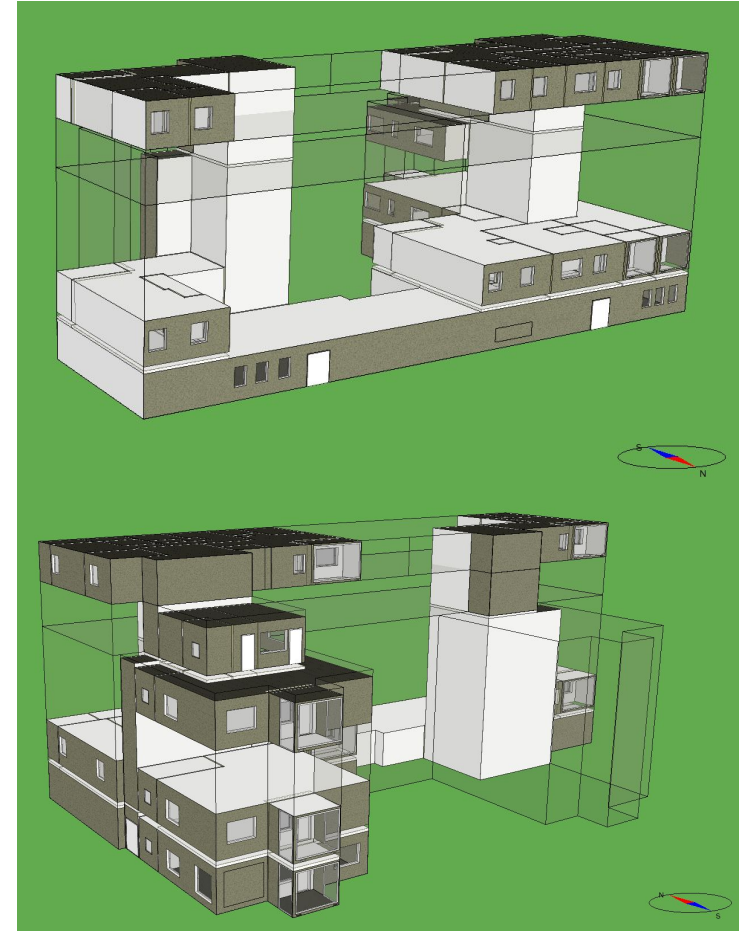


Euroopan unionin
osarahoittama



Simulointikohde

- Ainolan Aura Järvenpäässä.
- Tyypillinen suomalainen asuinkerrostalo.
- Lämmitetty nettoala 3000 m².
- Kuusi kerrosta.
- Kaukolämpöön liitetty vesipatterilämmitys.
- Kylpyhuoneet sähköisellä lattialämmityksellä.
- Koneellinen tulo-/poistoilmanvaihto, jälkilämmitys kaukolämmöllä, LTO:n hyötysuhde = 55%.

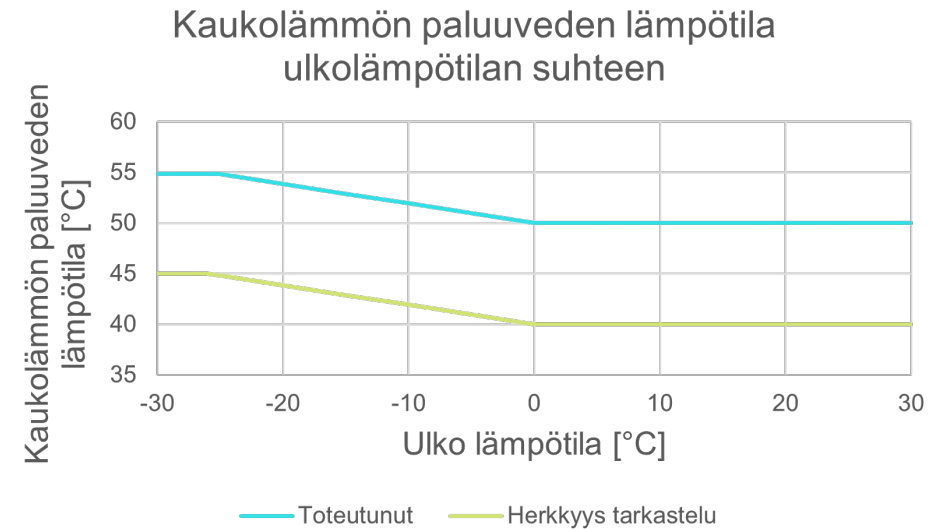
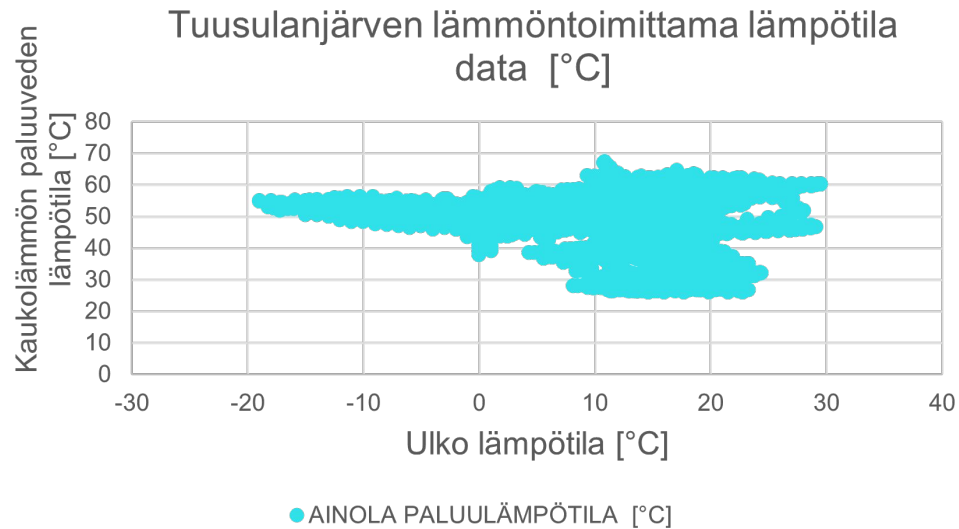


Euroopan unionin
osarahoittama



Kaukolämmön paluuveden lämpötila

- Paikallisesta KL-verkosta mitatulle paluuveden lämpötilalle tehtiin sovite ulkolämpötilan suhteen.
- Tapaukset simuloitiin 55/50°C lämpötilakäyrällä.
- Lisätarkastelu 45/40 lämpötilakäyrällä, joka kuvaa tavallisempaa lämpötilatasoa.



Euroopan unionin
osarahoittama



Kannattavuuslaskenta

- Lasketaan **korollinen takaisinmaksuaika** lisäinvestoinneille tavanomaiseen kaukolämmitykseen verrattuna kaavalla (1).
- **Sisäinen korkokanta, eli investoinnista saatava tuotto**, kun alennus kaukolämmön paluueden energiasta ja tehomaksusta, on 50% kaavalla (2).
- Reaalikorko 3%.
- Eskalaatio 2%.
- Sähkön spot-hinta vuodelta 2023+Helen marginaali+ALV 24%
- Investointikustannukset tarjouspyyntöjen perusteella.
- Kaukolämmön menoveden energiahinta + tehomaksu Tuusulanjärven lämmön fiksulämpö hinnaston mukaisesti.
- Perusmaksun rakennustilavuusosuus hinnaston mukaisesti, vähintään 85% suuremmasta tehomaksusta.
- Kaukolämmön paluueden energiahinta + tehomaksu = fiksulämpö hinnasto $\cdot (1 - \text{alennusprosentti})$.



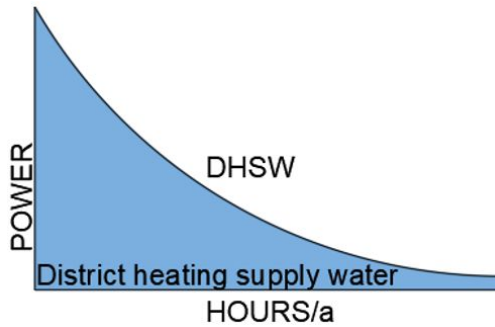
Euroopan unionin
osarahoittama



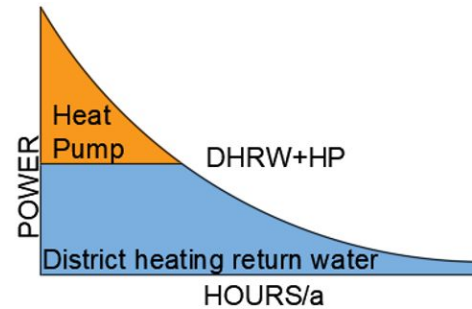
Tutkitut tapaukset

- Kaikki tapaukset simuloitu kaukolämmön paluuveden lämpötiloilla 55-50°C ja 45-40°C
- IV-mitoituslämpötila 45/30°C kaikissa tapauksissa.

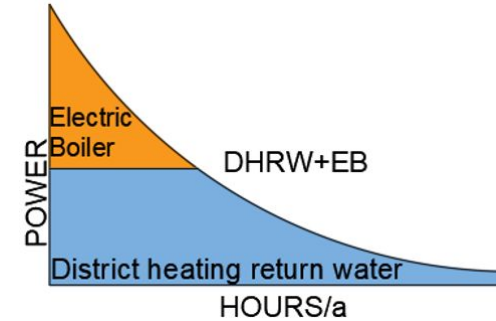
Ref. Normaali KL:n
menovesilämmitys



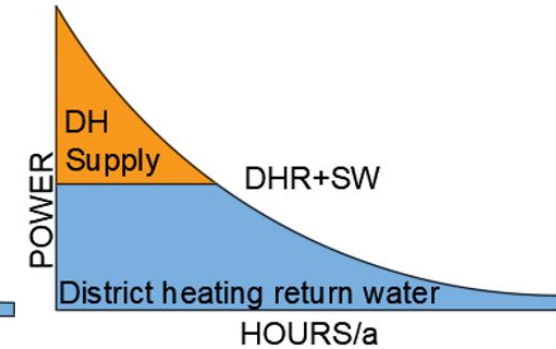
Paluuvesilämmitys
+ paluuvesiLP



Paluuvesilämmitys
+ sähkökattila



Paluuvesilämmitys +
KL:n menovesi



Tutkitut tapaukset	DHSW Rad. 60/30 (Referenssi)	DHSW Rad. 45/30 (Referenssi)	DHRW+HP Rad. 60/30	DHRW+HP Rad. 45/30	DHRW+EB Rad. 60/30	DHRW+EB Rad. 45/30	DHR+SW Rad. 60/30	DHR+SW Rad. 45/30
-----------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------



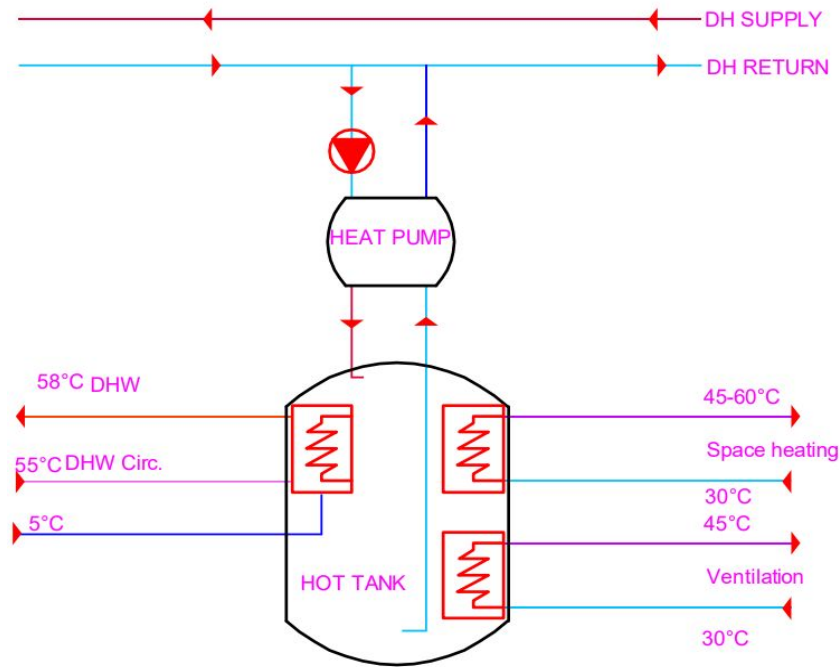
Euroopan unionin
osarahoittama



Järjestelmäkuvaukset

Paluovesilämmitys + paluovesilämpöpumppu

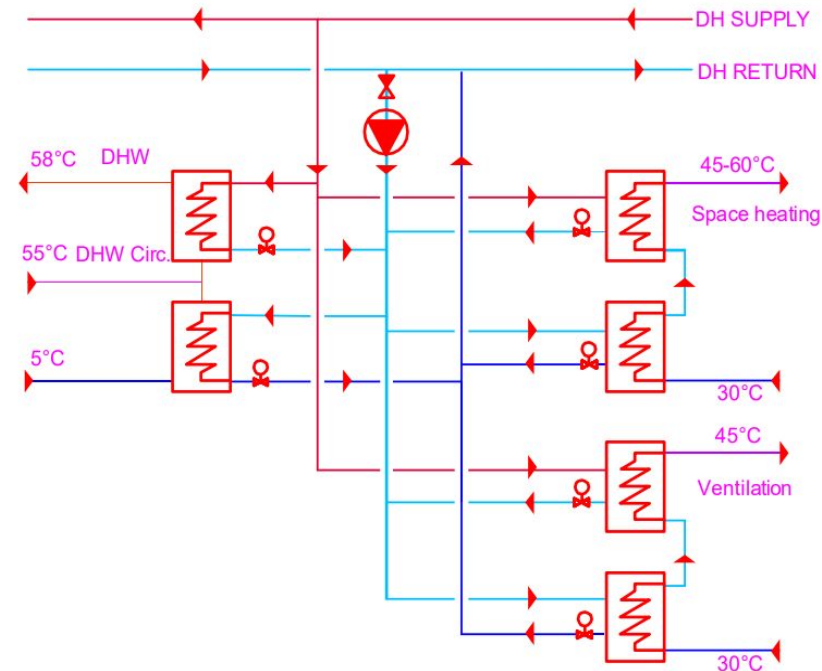
DHRW+HP



- Radiaattoriverkosto 45/30 tai 60/30 (°C)

Paluovesilämmitys + kaukolämmön menovesi

DHR+SW



- Radiaattoriverkosto 45/30 tai 60/30 (°C)



Euroopan unionin
osarahoittama

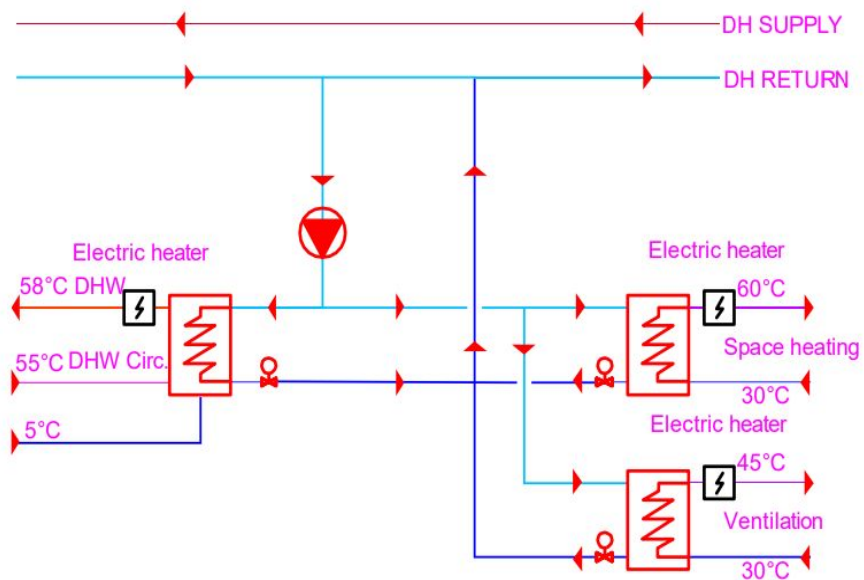


Järjestelmäkuvaukset

Paluovesilämmitys + sähkökattila

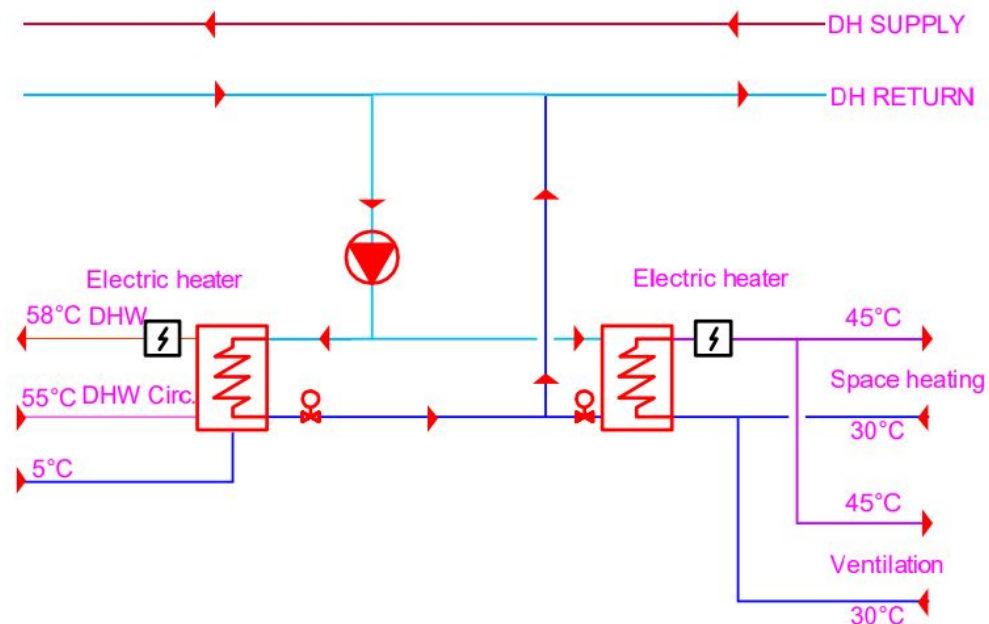
DHRW+EB 60/30

(Radiaattoriverkosto 60/30 °C)



DHRW+EB 45/30

(Radiaattoriverkosto 45/30 °C)



Euroopan unionin
osarahoittama



Energian kulutus [MWh/a] (kaukolämmön paluuvesi 55-50°C)

Studied cases	District heating supply water		District heating supply+return water		District heating return water + auxiliary electric heating			
	DHSW Rad. 60/30	DHSW Rad. 45/30	DHR+SW Rad. 60/30	DHR+SW Rad. 45/30	DHRW+EB Rad. 60/30	DHRW+EB Rad. 45/30	DHRW+HP Rad. 60/30	DHRW+HP Rad. 45/30
Kaukolämpö menovesi	248	248	56	56	0	0	0	0
Kaukolämpö paluuvesi	0	0	192	191	192	191	192	191
Sähkö tot.	77	78	77	78	133	133	84	84
Sähköinen apulämmitys	0	0	0	0	56	56	7	7
Paluuveden käytön osuus [%]	0 %	0 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %
Huipputehon tarve [kW/a]								
Kaukolämpö menovesi	98	97	10	10	0	0	0	0
Kaukolämpö paluuvesi	0	0	89	88	89	88	89	88
Sähkö tot.	25	25	25	25	33	33	43	43
Sähköinen apulämmitys	0	0	0	0	10	10	18	18
Paluuveden käytön osuus [%]	0 %	0 %	91 %	91 %	91 %	91 %	91 %	91 %

Energian kulutus [MWh/a] (kaukolämmön paluuvesi 45-40°C)

Studied cases	District heating supply water		District heating supply+return water		District heating return water + auxiliary electric heating			
	DHSW Rad. 60/30	DHSW Rad. 45/30	DHR+SW Rad. 60/30	DHR+SW Rad. 45/30	DHRW+EB Rad. 60/30	DHRW+EB Rad. 45/30	DHRW+HP Rad. 60/30	DHRW+HP Rad. 45/30
Kaukolämpö menovesi	248	248	84	81	0	0	0	0
Kaukolämpö paluuvesi	0	0	164	167	164	167	164	167
Sähkö tot.	77	78	77	78	160	157	89	88
Sähköinen apulämmitys	0	0	0	0	84	81	12	12
Paluuveden käytön osuus [%]	0 %	0 %	66 %	67 %	66 %	67 %	66 %	67 %
Huipputehon tarve [kW/a]								
Kaukolämpö menovesi	98	98	26	17	0	0	0	0
Kaukolämpö paluuvesi	0	0	71	81	71	81	71	81
Sähkö tot.	25	25	25	25	44	40	42	43
Sähköinen apulämmitys	0	0	0	0	26	17	18	18
Paluuveden käytön osuus [%]	0 %	0 %	72 %	82 %	72 %	82 %	72 %	82 %



Euroopan unionin
osarahoittama



Investoinnin takaisinmaksuaika eri energia- ja tehonmaksun alennuksilla

Kaukolämmön paluuvesi 55-50°C													
Real interest rate 3% Escalation 2%	Discount on the energy and power fee		0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
	Payback time of investment	DHR+SW Rad. 60/30	-	15	8	6	5	4	3	3	2	2	2
		DHR+SW Rad. 45/30	-	15	8	6	5	4	3	3	2	2	2
		DHRW+EB Rad. 60/30	-	9	4	3	2	2	1	1	1	1	1
		DHRW+EB Rad. 45/30	-	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1
		DHRW+HP Rad. 60/30	24	19	16	14	12	10	9	9	8	7	7
		DHRW+HP Rad. 45/30	24	19	16	14	12	10	9	9	8	7	7

Kaukolämmön paluuvesi 45-40°C													
Real interest rate 3% Escalation 2%	Discount on the energy and power fee		0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
	Payback time of investment	DHR+SW Rad. 60/30	16	10	7	5	4	4	3	3	2	2	2
		DHR+SW Rad. 45/30	27	12	8	6	5	4	3	3	2	2	2
		DHRW+EB Rad. 60/30	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
		DHRW+EB Rad. 45/30	20	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1
		DHRW+HP Rad. 60/30	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6
		DHRW+HP Rad. 45/30	15	13	12	10	9	9	8	7	7	7	6



Euroopan unionin
osarahoittama



Kaukolämmön paluuvesi 55-50°C									
Tutkitut tapaukset		kaukolämpö menovesi (referenssi)		kaukolämpö paluu+menovesi		Kaukolämpö paluuvesi+sähköinen apulämmitys			
		DHSW 60/30	DHSW 45/30	DHR+SW 60/30	DHR+SW 45/30	DHRW+EB 60/30	DHRW+EB 45/30	DHRW+HP 60/30	DHRW+HP 45/30
Reaalikorko 3% Eskalaatio 2%	Investointikustannukset [tuhatta €] alv 24%.	12	12	36	36	22	19	122	122
	Energiakustannukset kun kymmenen vuoden takaisinmaksuaika [tuhatta €/a] alv 24%.	43	43	41	41	42	42	32	31
	Alennus prosentti energia- ja tehomaksuista jolla 10 vuoden takaisinmaksuaika saavutetaan.	0 %	0 %	8 %	8 %	4 %	3 %	27 %	27 %
Sisäinen korkokanta jos alennus energia- ja tehomaksusta 25 %		0 %	0 %	28 %	27 %	62 %	92 %	8 %	8 %
Sisäinen korkokanta jos alennus energia- ja tehomaksusta 50 %		0 %	0 %	53 %	53 %	124 %	185 %	15 %	15 %

Kaukolämmön paluuvesi 45-40°C									
Tutkitut tapaukset		Kaukolämpö menovesi (referenssi)		Kaukolämpö paluu+menovesi		Kaukolämpö paluuvesi+sähköinen apulämmitys			
		DHSW 60/30	DHSW 45/30	DHR+SW 60/30	DHR+SW 45/30	DHRW+EB 60/30	DHRW+EB 45/30	DHRW+HP 60/30	DHRW+HP 45/30
Reaalikorko 3% Eskalaatio 2%	Investointikustannukset [tuhatta €] alv 24%.	12	12	36	36	22	19	122	122
	Energiakustannukset kun kymmenen vuoden takaisinmaksuaika [tuhatta €/a] alv 24%.	+	43	41	41	42	42	32	32
	Alennus prosentti energia- ja tehomaksuista jolla 10 vuoden takaisinmaksuaika saavutetaan.	0 %	0 %	4 %	7 %	0 %	2 %	13 %	17 %
Sisäinen korkokanta jos alennus energia- ja tehomaksuista 25 %		0 %	0 %	28 %	27 %	65 %	88 %	11 %	10 %
Sisäinen korkokanta jos alennus energia- ja tehomaksuista 50 %		0 %	0 %	50 %	50 %	116 %	171 %	17 %	16 %



Euroopan unionin
osarahoittama



Yhteenveto

- Kaukolämmön paluuveden energialla voidaan kattaa 66 – 77% vuosittaisesta lämmitysenergian kulutuksesta.
- Kaukolämmön paluuvedellä voidaan kattaa 70 – 90% lämmityksen huipputehon tarpeesta.
- Paluuveden lämpötila vaikuttaa valitun järjestelmän kannattavuuteen.
- Tutkituissa tapauksissa kaikki ovat olleet kannattavia, kun paluuveden energia- tehomaksusta on saatu 25 %:n alennus.
- Vallitsevilla energian hinnoilla, apulämmitys sähkökattilalla vaikuttaa erityisen kannattavalta.
- Kannattavuus riippuu kaukolämmön paikallisista hinnoitteluista
Kalliimpi kaukolämpö □ parempi tuotto.



Euroopan unionin
osarahoittama

