

Kari Tuominen

LÄMMÖNTALTEENOTON
MAHDOLLISUUKSIEN SELVITYS

Energiatekniikan koulutusohjelma
Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
2010



LÄMMÖNTALTEENOTON MAHDOLLISUUKSIEN SELVITYS

Tuominen, Kari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan koulutusohjelma
Syyskuu 2010
Heinola, Reino
Sivumäärä: 24

Asiasanat: lämpö, talteenotto, hiilijalanjälki

Tämän opinnäytetyön aiheena oli lämmöntalteenoton mahdollisuuksien selvittäminen Nelostuote Oy:ssä. Syynä tutkimukseen oli yrityksen toive säästää lämmityskustannuksissa, koska heidän kaukolämmönvaihtimensa oli jäänyt laajennuksen myötä mitoitukseltaan liian pieneksi.

Tutkimus aloitettiin mittaamalla Veloci Calc plus TSI mittarilla ilmanvaihtokanavista ilmapirran nopeus, kosteus ja lämpötila. Mittaustuloksista saatiin laskettua hukkaan menevän lämmön määrä sekä talteenotto mahdollisuudet.

Mittauksien ja laskennan jälkeen pyydettiin alan yrityksestä tarjous tarvittavasta laitteistosta. Ja sen jälkeen laskettiin investoinnin kannattavuus. Laskelmien perusteella todettiin, että investointi ei ole kannattava liian pitkän takaisinmaksuajan takia.

Yrityksen pyynnöstä laskettiin myös yrityksen hiilijalanjälki. Laskelman mukaan ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä pienentäisi lämmityksen hiilijalanjälkeä kolmanneksen ja yrityksen hiilijalanjälkeä 5%.

INVESTIGATION OF HEAT RECOVERY POSSIBILITIES

Tuominen, Kari
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Energy engineering
September 2010
Heinola, Reino
Number of pages: 24

Key words: heat, recovery, carbon, footprint

The purpose of this thesis was to investigate the heat recovery possibilities in Nelos-tuote Inc. The reason for this investigation was the fact that they wanted to save money in heating expenses because the company's district heat heat exchanger was left too small after the expansion of the building.

The investigation was started by measuring the humidity, speed and temperature of the air in ventilation pipes with a Veloci Calc plus TSI meter. From these results we were able to calculate the amount of thermal power going to waste and the possible amount of heat to be recovered.

After the measuring and calculations, an offer request from the needed equipment was sent to a company in business. The cost effectiveness of the investment was then calculated, and it was deemed unefficient, because of the too long payback time.

The carbon footprint was also calculated from the request of the company. And it was noted, that the heat recovery system would decrease the carbon footprint of the company by 5%.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	NELOSTUOTE OY	6
2.1	Seripaino	6
2.2	Offsetpaino.....	6
3	LÄMMÖNTALTEENOTTO	7
3.1	Lämmöntalteenoton perusteet.....	7
3.2	Lämmöntalteenotto menetelmiä	8
3.2.1	Levylämmönvaihdin.....	8
3.2.2	Pyörivä regeneraattori	9
3.2.3	Vesi-glykoli kiertoinen lämmöntalteenotto järjestelmä	9
4	KOHDE	10
4.1	Seripaino	10
4.2	Offsetpaino.....	11
4.3	Suunniteltu lämmöntalteenotto kohde	11
5	MITTAUKSET	13
6	TARJOUSPYYNTÖ	18
7	LASKELMAT	18
7.1	Tilavuusvirta	18
7.2	Poistoilman teho	18
7.3	Vuotuinen säästö.....	20
7.4	Kannattavuus laskelma	20
7.5	Hiilijalanjälki	20
8	LOPPUTULOKSET JA PÄÄTELMÄT	23
8.1	Tulos	23
8.2	Parannusehdotuksia	24

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää LTO (lämmöntalteenoton) mahdollisuuksia ja kannattavuutta Nelostuote Oy:lle. Laajennuksen jälkeen Nelostuotteen kaukolämmönvaihdin jäi mitoitukseltaan liian pieneksi ja tämä lämmitystehon puute aiotaan korvata LTO järjestelmällä.

Opinnäytetyön osana on myös Nelostuote Oy:n hiilijalanjäljen selvittäminen tällä hetkellä, sekä LTO järjestelmän hankinnan jälkeen.

2 NELOSTUOTE OY

”Nelostuote Oy on vuonna 1967 perustettu Porissa sijaitseva n. 80 henkeä työllistävä nykyaikainen graafinen tuotantolaitos. Yrityksen toiminta on monipuolista käsittäen seri- ja offsetpainon sekä Tactic- ajanvietepelien tuotannon.”/4/

”Nelostuotteen omat myyntiyhtiöt toimivat Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Hollannissa ja Ranskassa.”/4/

”Pääosa tuotannosta myydään Pohjoismaihin ja Keski-Eurooppaan. Nelostuotteella on myös kiinteät liikesuhteet Pohjois-Amerikkaan, Venäjälle sekä Baltian maihin.”/4/

2.1 Seripaino

Seripainon toiminta keskittyy teollisuuden merkintöihin. Esimerkiksi moottorikelkassa nähtävät teipit ja kuviot sekä ajoneuvoissa ja laitteissa olevat ohjauspaneelit on tuotettu seripainossa.

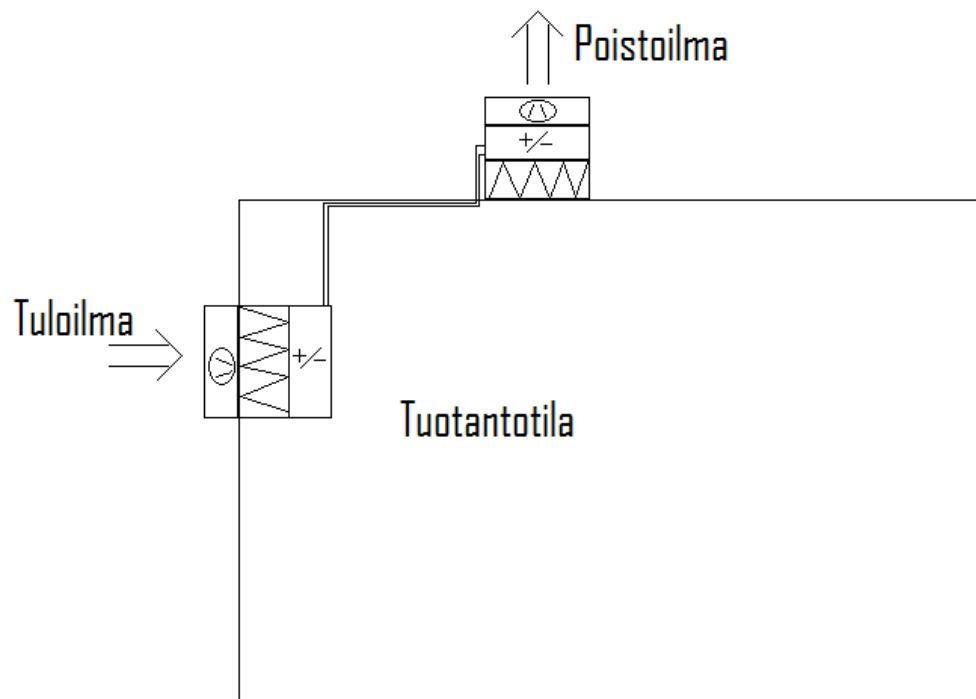
2.2 Offsetpaino

Offsetpaino keskittyy tuottamaan ajanvietepelejä, kuten Kimble tai Alias. Myös pelikortit kuuluvat offsetpainon tuotantoon. Tuotantohallissa pelit valmistetaan alusta loppuun. Ensin painokone painaa värit ja kuviot paperille tai pahville, sen jälkeen kuvat leikataan muotoonsa ja liimataan suunniteltuun alustaansa. Lopuksi tuote kootaan omaan pakkaukseensa ja kuljetetaan varastoon odottamaan lähetystä.

3 LÄMMÖNTALTEENOTTO

3.1 Lämmöntalteenoton perusteet

LTO:lla tarkoitetaan jäteilmasta talteen otettavaa hukkalämpöä. Tämä talteen otettu energia välitetään lämmöntalteenotto järjestelmällä esimerkiksi tuloilman lämmitykseen tai lämpimän käyttöveden lämmitykseen ja tällä tavoin saadaan säästettyä lämmityskustannuksissa.



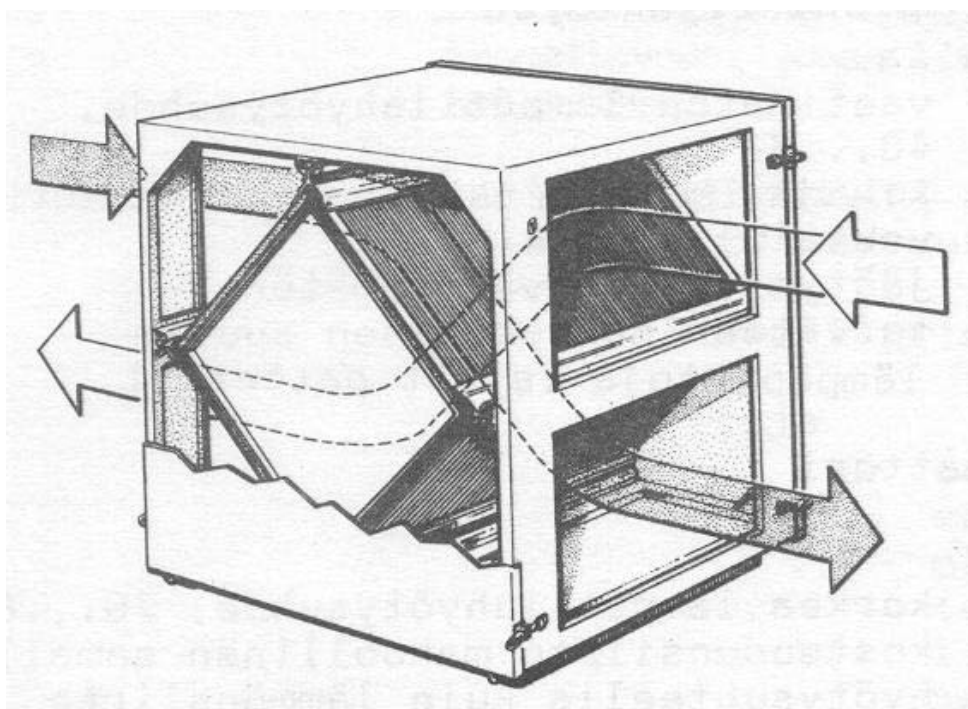
Kuva 1. Nestekiertoinen lämmöntalteenotto poistoilmasta tuloilmaan

3.2 Lämmöntalteenotto menetelmiä

Lämmöntalteenottoon on useampia tapoja, kuten levylämmönvaihdin, pyörivä lämmönvaihdin tai vesi-glykoli kiertoinen lämmöntalteenotto järjestelmä. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi yleisimmät nykyisin käytössä olevat eri lämmöntalteenotto menetelmät.

3.2.1 Levylämmönvaihdin

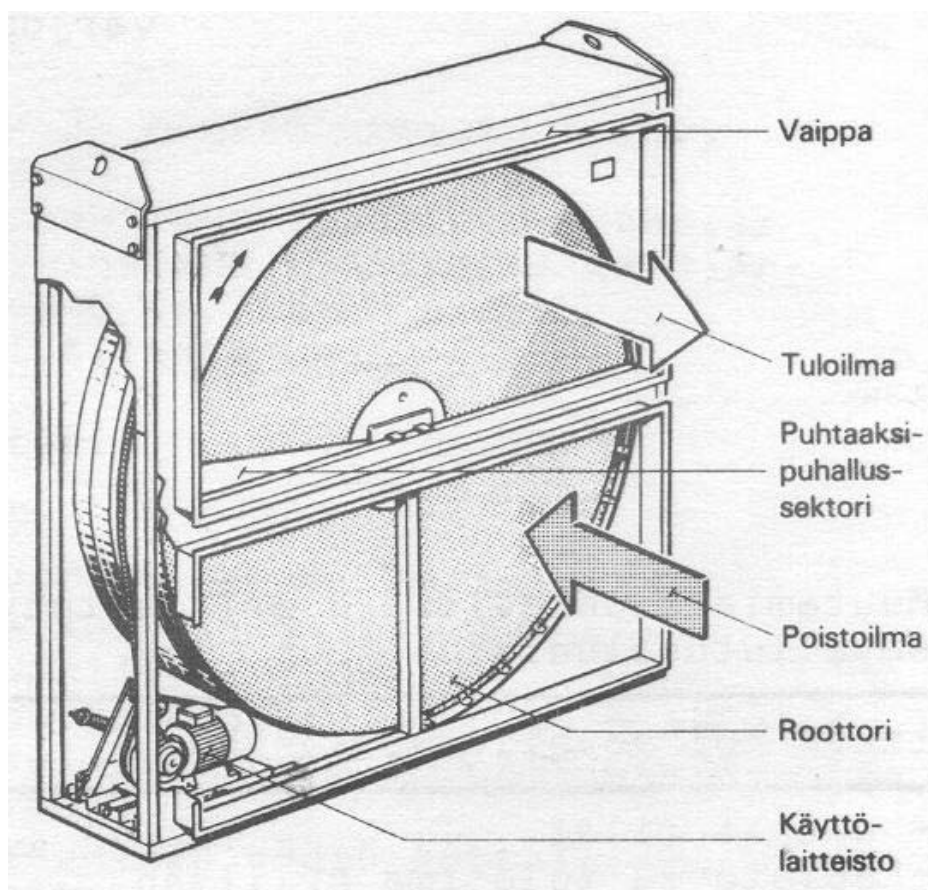
Levylämmönvaihdin on yksinkertaisimpia lämmönvaihtimia. Vaihtimen toiminta perustuu lämmön johtumiseen seinämän läpi. Levylämmönvaihdin ei sekoita poistuvan ilman epäpuhtauksia tulevaan ilmaan, joten se sopisi siinä mielessä hyvin lämmön talteenottoon myös painokoneiden poistoilmasta. Valitettavasti levylämmönvaihdin vaatii poisto- ja tuloilma kanavien sijoittamisen vierekkäin, mikä tässä kohteessa ei ole mahdollista useiden kohdepoistojen ja huippuimurien takia.



Kuva 2. Ilmasta ilmaan lämpöä siirtävä levylämmönvaihdin/1/

3.2.2 Pyörivä regeneraattori

Regeneraattorissa lämmön siirtyminen tapahtuu ison pyörivän kiekon avulla. Kiekko varaa itseensä lämpöä poistoilma kanavan puolella ja pyöriessään tuloilmakanavaan vapauttaa lämmön tuloilmaan. Pyörivä regeneraattori vaatii myös kanavien sijoittamisen vierekkäin ja ei ole täysin ilmatiivis. Tässä kohteessa regeneraattori ei ole suositeltava vaihtoehto liuotinhöyryjen takia, sekä poisto- ja tuloilma kanavat eivät sijaitse lähellä toisiaan.

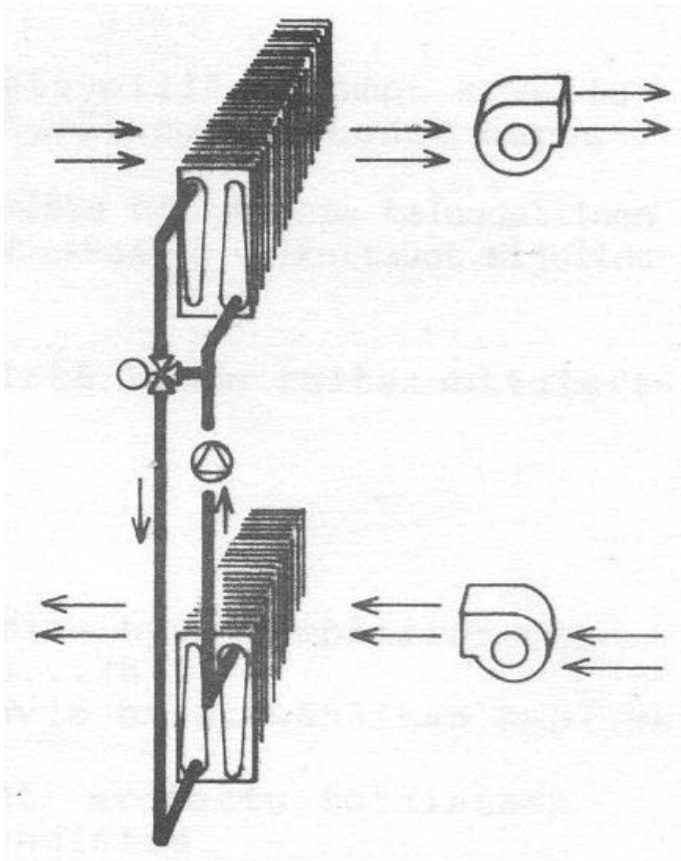


Kuva 3. Pyörivä regeneraattori/1/

3.2.3 Vesi-glykoli kiertoinen lämmöntalteenotto järjestelmä

Vesi-glykoli järjestelmän toiminta perustuu kahteen erilliseen lämmönvaihtimeen. Joita yhdistää vesi-glykoli kiertoinen putkisto. Toinen lämmönvaihtimista sijoitetaan poistoilmakanavaan ja toinen tuloilmakanavaan. Lämmönvaihtimet voidaan sijoittaa etäälle toisistaan, koska putkisto niiden välille voidaan rakentaa tarvittavan pituisek-

si. Järjestelmä on myös täysin ilmatiivis ja näin ollen poistoilman liuotinhöyryt eivät pääse tuloilmaan. Vesi-glykoli kiertoinen järjestelmä on ominaisuuksiensa takia so- piva kohteeseen.



Kuva 4. Vesi-glykoli kiertoinen lämmöntalteenottojärjestelmä/1/

4 KOHDE

4.1 Seripaino

Seripainon ilmanvaihto koostuu useasta kohdepoistosta ja muutamasta tuloilmako- neesta. Tämä tilanne tekee lämmöntalteenoton hieman hankalaksi. Jotta useammasta poisto kanavasta voidaan ottaa lämpö talteen, niin sitä varten lämmönvaihtimia tar- vitsisi asentaa useampia ja se puolestaan nostaa investoinnin hintaa.

Tämä ongelma voidaan kuitenkin ratkaista keräämällä kaikki poistoilmakanavat kattolla yhteen eristettyyn ilmanvaihtokanavaan, josta lämpö voidaan ottaa talteen yhdellä lämmönvaihtimella.

4.2 Offsetpaino

Offsetpainon ilmanvaihto on poistojen osalta suoritettu seitsemällä huippuimurilla, jotka imevät hallista yleisilmaa pois. Ja tuloilman hoitaa kaksi tuloilmakonetta. Offsetpainon puolella voidaan ratkaisuna käyttää samaa tapaa kuin seripainon puolella.

4.3 Suunniteltu lämmöntalteenotto kohde

Mittausten perusteella lämmöntalteenotto olisi kannattavinta sijoittaa seripainon puolelle. Lämpöä voisi ottaa talteen poistokanavista 3 ja 7, jos mahdollista, joitakin kanavia voisi yrittää yhdistää isommaksi kokonaisuudeksi ja näin ollen lämmöntalteenotto mahdollisuudet paranisivat huomattavasti. Talteen otettu lämpö siirrettäisiin seripainon tuloilmakoneelle.

Offsetpainon puolella lämpöä voisi ottaa talteen kooltaan isoimmista huippuimureista ja siirtää niistä talteen otettu lämpö tuloilmakone 2:n lämmitykseen.

Toimiston ilmanvaihtokoneelle lämmöntalteenotto ei ole tarpeellinen, koska siellä on jo jonkin asteinen lämmöntalteenotto asennettuna.

5 MITTAUKSET

Mittaukset suoritettiin Veloci Calc plus TSI mittarilla. Sillä mitattiin ilman nopeus, lämpötila ja kosteus kanavassa. Mitatuista arvoista saatiin laskettua tilavuusvirtaukset, sekä poistoilman lämpöteho.

Mitatut arvot saatiin kanavissa sijaitsevista mittauspisteistä, joista suurin osa sijaitsi katon rajassa, lähellä huippuimuria. Muutamassa kanavassa ei ollut mittauspistettä, joten näihin jouduttiin sellainen tekemään mittaustulosten saamiseksi. Pyöreistä kanavista otettiin kolme mittaustulosta joka mittauspisteestä ja neliskanttisista kanavista yhdeksän, jotta mittaustulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja.

Poistokanavat 1A ja 1B käyttivät samaa huippuimuria ilman poistamiseen, mutta kanava haarautui heti katon rajassa, joten ne jouduttiin mittaamaan erikseen.

Taulukko 1. Seripainon mittaustulokset

		m/s	°C	%h ₂ o
Seripaino 864m ²	Tulo	3,2	16,1	61,4
	DN60	3,1	16,2	60,5
		3,2	16,2	61,4
	Poisto 1 A	1,4	21,5	45
	DN32	1,6	21,5	45,5
		1,5	21,5	45,5
	Poisto 1 B	4,5	19	53
	DN30	5,3	18,7	55
		5,2	19,1	52
	Poisto 2	4,2	37,5	21,2
	DN24	4,1	37,6	20,8
		4	37,5	21,2
	Poisto 3	1,7	41	18,6
	DN60	2,5	31	27,8
		1,8	36	23,8
	Poisto 4	7,5	33	26,5
	DN30	7	33,8	26,8
		7,1	32,8	27,1
	Poisto 5	4	22,7	44
	DN38	3,6	22,6	44,2
		4	22,6	44,4
	Poisto 6	2,5	22	45,4
	DN30	2,3	22,1	45,7
		2,1	22	45,7
	Poisto 7	11,8	29,1	30,5
	DN30	12,8	29,2	30,5
		12,1	29,2	30,5

Taulukko 2. Offsetpainon mittaustulokset

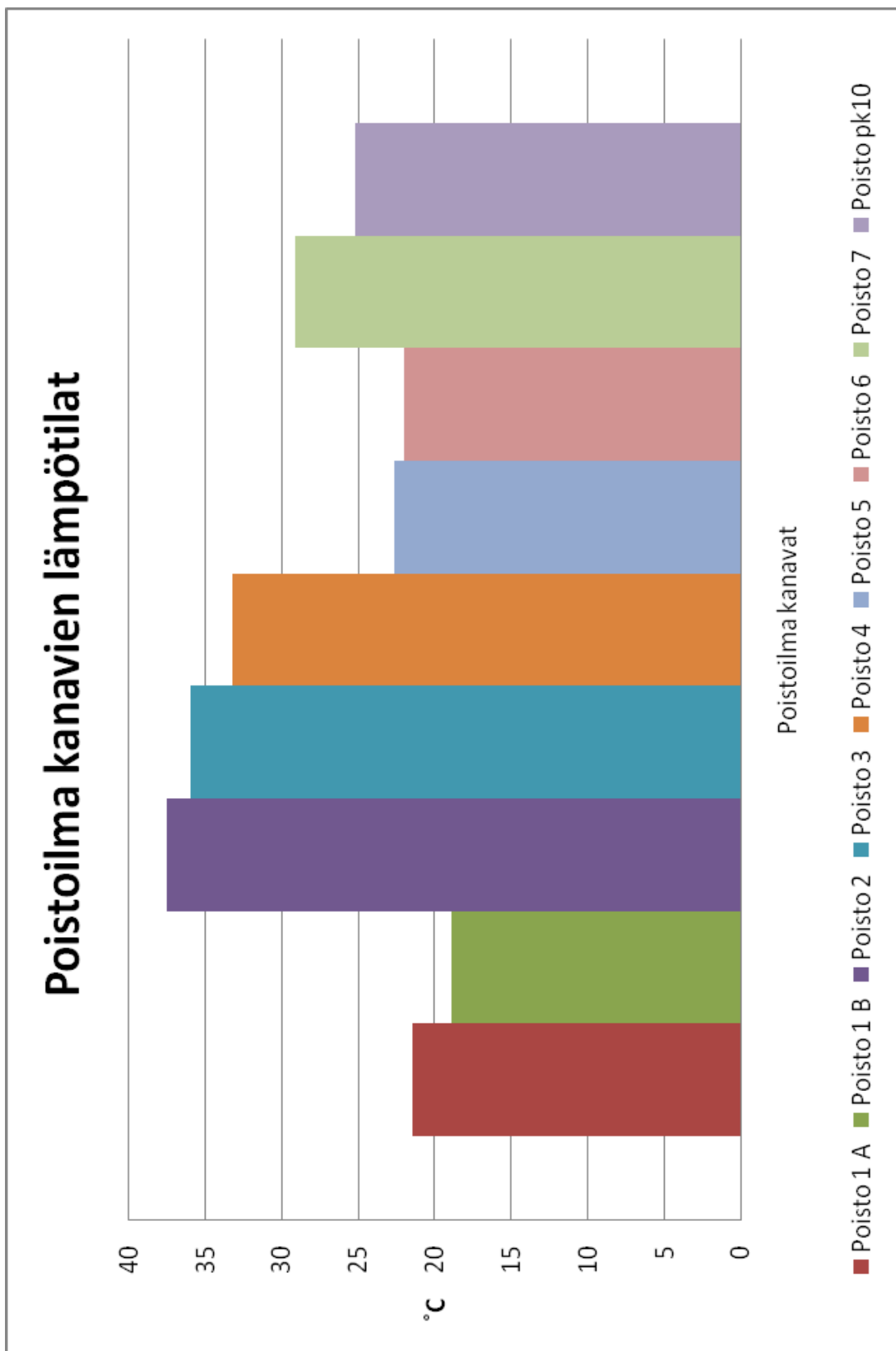
Offset-paino	Poisto pk10	3,1	25,5	37,5
3312m ²	huippuimuri	3,1	25,3	37,5
	7kpl	2,9	25,2	37,8
	3 eri kokoa	3,4	25,1	38,4
		2,6	25,1	38,4
	55*55	2,6	25	38,3
	36*36	3,4	25,4	37,9
	45*45	3,5	25,3	38,1
		3,2	25,3	37,9
	Tulo 1	4,7	18,2	38
	DN64	4	19,2	39,4
		4,8	18	38,4
	Tulo 2	9,9	11,8	58,1
	DN36	10,8	11,7	58,5
		11,1	11,7	58,2

Taulukko 3. Varaston mittaustulokset

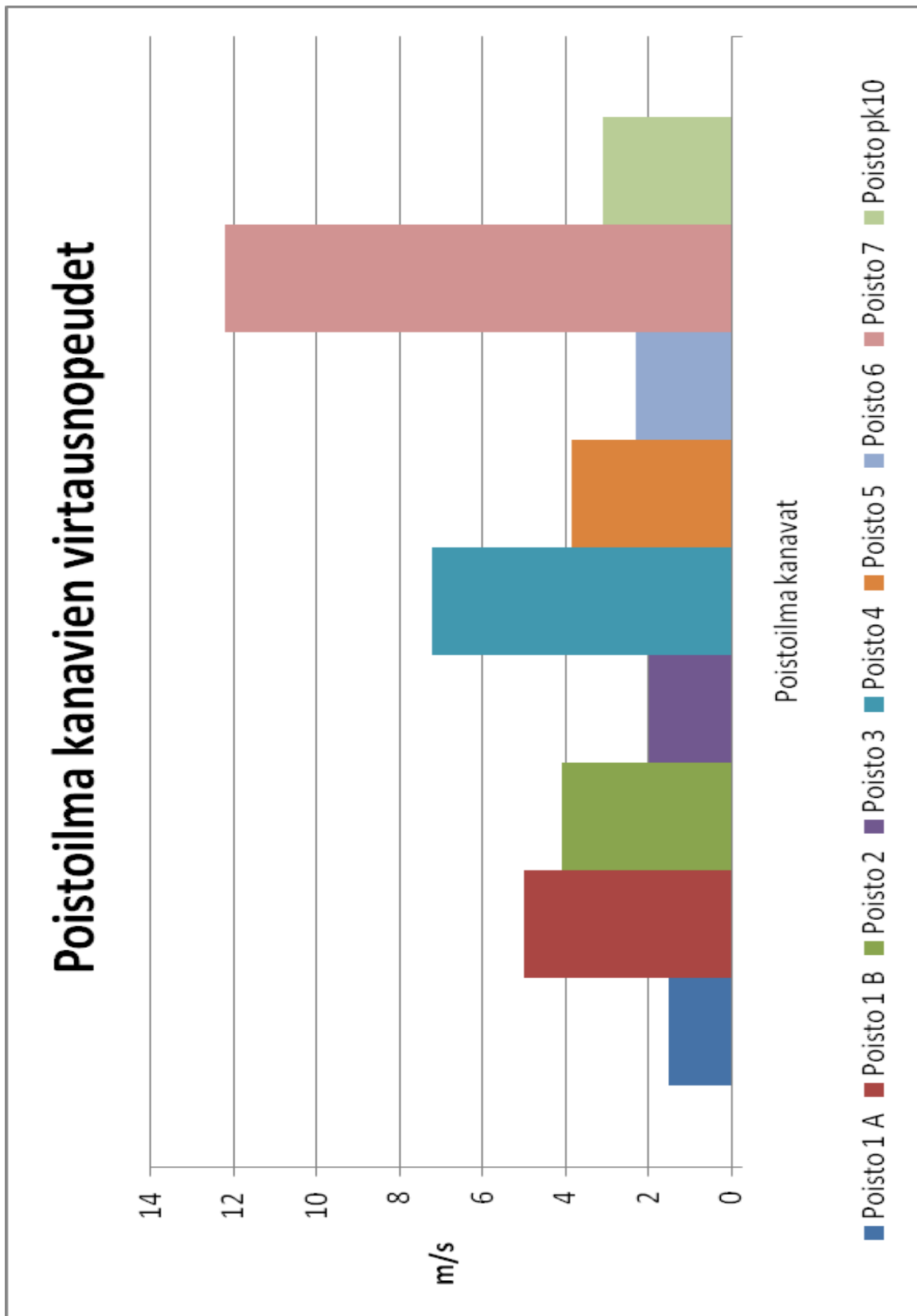
Varasto	Tulo1	4,2	20,7	40,4
2880m ²	DN48	5,1	20,7	40,5
		4,7	20,7	40,5
Ilman kierrätys	Tulo 2	8,5	22,8	35,4
		5,8	23,1	35,2
		8,5	22,9	34,8
	Tulo 3	3,2	16,1	42,8
	56*56cm	3	16,6	43,4
		3,7	17,5	43,6

Taulukko 4. Toimiston mittaustulokset

Toimisto	Poisto	7	24	31,3
1296m ²	DN64	5,2	24	31,2
		4,4	24	31,1
	Tulo 1	4,1	19	34,8
		3,7	18,9	35,2
		5	18,9	35,2
	Tulo 2	4,2	18,9	35,3
		3,6	18,9	35,7
		3,2	18,8	36,2



Kaavio 1. Poistoilmakanavien lämpötilat



Kaavio 2. Poistoilmakanavien virtausnopeudet

6 TARJOUSPYYNTÖ

Päädyttyäni vesi-glykoli kiertoiseen järjestelmään sen ominaisuuksien vuoksi, lähetin tarjouspyynnön kolmeen eri ilmastointi firmaan, mutta valitettavasti vain yhdestä yrityksestä lähetettiin vastaus.

Ilmastointi Salminen tarjosi täydellistä lämmöntalteenottojärjestelmää, johon kuului uusi huippuimuri neulalämmönsiirtimiseen, automatiikka lisäykset järjestelmään, kanavien osat, vesi-glykoli putkisto ja täyttöasema, asennukset sekä ilmamäärien säätö.

Tarjous on liitteenä 1.

7 LASKELMAT

Laskelmat on suoritettu kanavasta 1A saaduilla mittausarvoilla.

7.1 Tilavuusvirta

$$q_{v\ poisto} = v * A = 1,5 \frac{m}{s} * 0,08 m^2 = 0,1205 \frac{m^3}{s} \quad (\text{kaava 1})$$

jossa

v = ilmavirran nopeus kanavassa

A = kanavan pinta-ala

7.2 Poistoilman teho

$$\phi_{poisto} = \rho_{ilma} * c_{p\ ilma} * q_{v\ poisto} * (T_{poisto} - T_{mitoitus}) \quad (\text{kaava 2})$$

$$\phi_{poisto} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 0,1205 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (21,5 - (-26))^\circ\text{C} = 6,87 \text{ kW}$$

jossa

ρ = ilman tiheys (vakio)

$c_{p\text{ilma}}$ = ilman ominaislämpökapasiteetti (vakio)

$q_{v\text{poisto}}$ = ilman tilavuusvirta

T_{poisto} = poistoilman lämpötila

T_{mitoitus} = ulkoilman mitoituslämpötila

Kun mitoittava teho eli huipputeho kerrotaan huipputehon käyntiajalla, saadaan tulokseksi poistoilmassa oleva energiamäärä. Jatkuvasti käynnissä olevan ilmanvaihdon huipputehon käyntiaika saadaan, kun lämmitystarveluku jaetaan mitoittavalla lämpötilaerolla ja kerrotaan vuorokauden tunneilla.

$$Q_{\text{poisto}} = \phi_{\text{poisto}} / \Delta T * S * t \quad (\text{kaava 3})$$

jossa

ϕ_{poisto} = poistoilman teho, kW

ΔT = mitoittava lämpötilaero, 47,5 °C

S = normaalivuoden lämmitystarveluku, 4255 °C vrk

t = ilmanvaihdon vuorokautinen käyntiaika, 16 h/ 24 h

Sijoittamalla luvut kaavaan saadaan 6,87 kW:n mitoittavaa tehohukkaa vastaavaksi vuoden energiankulutukseksi 10 000 kWh eli 10 MWh.

Seuraavaksi valitsemme kanavat, joista lämpö kannattaa ottaa talteen. Liitteestä 5 näemme kuinka paljon lämpöä kustakin kanavasta voidaan ottaa talteen. Valitsemme tapaukseen 1 seripainon puolelta poistokanavat 3 ja 7, sekä offsetpainon puolelta 2 suurinta poistokanavaa. Näin saamme investoinnin vuotuisen säästön.

7.3 Vuotuinen säästö

Vuotuinen säästö lämmityskustannuksissa saadaan kertomalla talteenotetun energian määrä energian hinnalla. Laskelmissa on oletettu, että ilmavirran mukana poistuvasta lämmöstä 70 % saadaan talteen tuloilmaan.

Kanavan 1A vuotuisesta energiahukasta eli 10 MWh:sta saadaan siis talteen 7 MWh/a. Kaukolämmön hinnalla 50 €/MWh säästö on 350 €/a.

Seripainon puolella kanavista 3 ja 7 sekä offsetpainon puolelta kahdesta isoimmasta poistosta saadaan talteen yhteensä 189 MWh, joka säästää lämmitys kustannuksissa 9430,9 €/a.

Yksityiskohtaisemmat laskelmat ovat liitteenä 5.

7.4 Kannattavuus laskelma

Seripainon investointi 74 294 €

Offsetpainon investointi 61 610 €

Säästö vuodessa 9 430,9 €/a

Suora takaisinmaksuaika saadaan jakamalla investointi vuotuisella säästöllä. Tässä tapauksessa takaisinmaksuaika on 14 vuotta. Jos investointi lämmön talteenottoon korvaa lämmityslaitteinvestointia, vähentää kyseinen korvautuvuus luonnollisesti lisäinvestointia.

7.5 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan yleensä jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun synnyttämää ilmastokuormaa eli syntyvien kasvihuonekaasujen tai hiilidioksidin määrää.

Motiva Oy:n ohjeiden mukaan energian säästön selvityksissä voidaan sähkön päästökertoimena käyttää $700 \text{ g}_{\text{CO}_2} / \text{kWh}$ ja vastaavasti kaukolämmön päästökertoimena $220 \text{ g}_{\text{CO}_2} / \text{kWh}$ /6/

$$\text{Sähkön kulutus vuodessa} = 900 \frac{\text{MWh}}{a} /3/$$

$$\text{Kaukolämmön kulutus vuodessa} = 600 \frac{\text{MWh}}{a} /3/$$

$$\text{Vuotuinen talteen otetun lämmön määrä} = 188,6 \frac{\text{MWh}}{a}$$

Nykyinen hiilijalanjälki on siten:

- sähkön osalta $630 \text{ tn CO}_2/\text{a}$ ja
- kaukolämmön osalta $132 \text{ tn CO}_2/\text{a}$

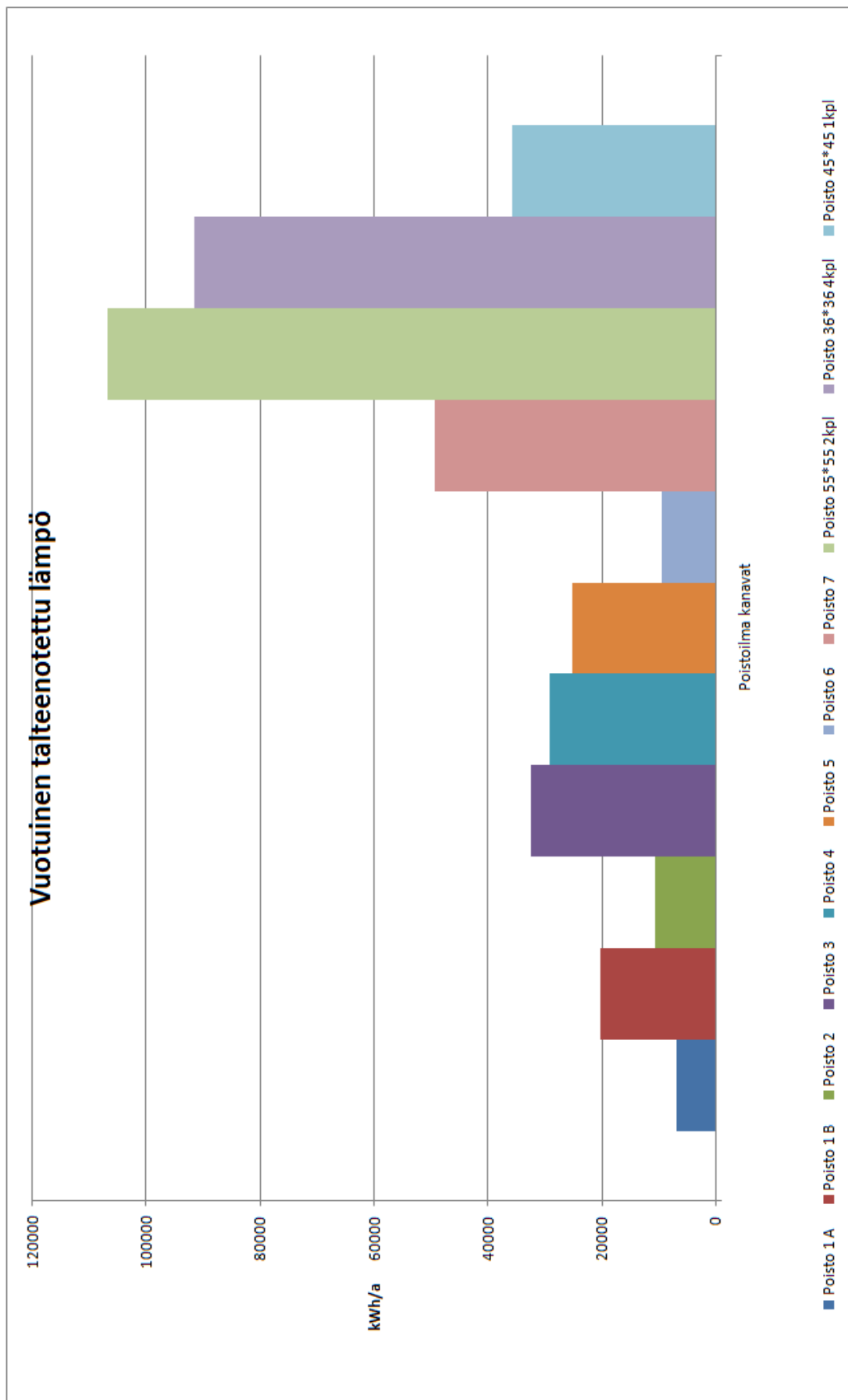
Lämmön talteenotto vähentää hiilijalanjälkeä

- kaukolämmön osalta $41 \text{ tn CO}_2/\text{a}$

tapaus 1		
Ennen LTO järjestelmää	762	tn CO ² /a
	86,9	kg CO ² /h
LTO järjestelmän jälkeen	720,5	tn CO ² /a
	82,2	kg CO ² /h

Vertailun vuoksi tapauksessa 2 on otettu talteen 70% kaikesta energiasta, joka menee hukkaan seri- ja offsetpainon poistoilmakanavista.

tapaus 2		
Talteen otettu määrä	MWh/a	€a
LTO	417,1	20855,4
Takaisinmaksu aika		
6,5	vuotta	
LTO järjestelmän jälkeen	670,2	tn CO ² /a
	76,5	kg CO ² /h



Kaavio 3. Vuotuinen talteen otettu lämpö

8 LOPPUTULOKSET JA PÄÄTELMÄT

8.1 Tulos

Ainoan käytettävissä olevan hintatarjouksen perusteella lämmön talteenottojärjestelmä ei olisi kannattava sijoitus, koska hankinnan takaisinmaksuaika on 14,4 vuotta. Tässä vaihtoehdossa lämpö otetaan talteen neljästä suurimmasta lämpöenergiaa hukkaavasta poistoilmakanavasta.

Jos sama järjestelmä ottaisi talteen 70 % koko seri- ja offsetpainon hukkaenergiasta, olisi takaisinmaksuaika 6,5 vuotta. Takaisinmaksuaika on laskettu samalla hinnalla kuin edellisessä kohdassa, koska hinta ei muuttuisi niin ratkaisevasti, että takaisinmaksuajassa nähtäisiin suuria muutoksia nykyisiin tuloksiin verrattuna.

Lämmöntalteenottojärjestelmä pienentää syntyvän hiilidioksidin määrää lähes kolmanneksen kaukolämmön päästöstä ja 5 % kokonaispäästöistä. Tapauksessa 2 kokonaispäästöt laskisivat n. 12%.

Laskelmissa ei ole huomioitu offsetpainon UV-lämmitintä joka parantaisi saatuja tuloksia jonkin verran.

8.2 Parannusehdotuksia

- Ilmanvaihtojärjestelmä ei toimi aivan niin kuin sen pitäisi.
 - Seripainon puolella leijailee liuottimien hajua, koska kohdepoistot eivät pysty imemään sitä pois.
 - Tuotantotila on alipaineinen, eli poistoilma puhaltimet poistavat ilmaa enemmän kuin tuloilma puhaltimet ehtivät korvaamaan. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmana sen, että ulko-ovien raoista tulisi pölyä tuotantotilaan joka vaikuttaisi painotulokseen.
 - Ilmanvaihtojärjestelmä tarvitsisi muutenkin tarkistaa toimivuuden puolesta, koska katossa tuntui roikkuvan turhia putken pätkiä, sekä osa huippuimureista ei ollut päällä.

LÄHTEET

1. *Kauppa- ja teollisuusministeriö, Lämmöntalteenotto likaisesta teollisuuspoistoil-
masta, Insinööritoimisto Air-ix oy, Sarja D:9, Helsinki 1982, Valtion painatuskeskus.*
2. *Lehtinen Kimmo, Valimon jäteilmän lämmön talteenotto, 2008, Opinnäytetyö Sa-
takunnan ammattikorkeakoulu, Tekniikka Pori.*
3. *Pori Energia Oy, Tietokanta*
4. www.nelostuote.fi (viitattu 12.10.2009)
5. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Hiilijalanj%C3%A4lki> (viitattu 7.11.2009)
6. http://www.motiva.fi/files/209/Laskentaohje_CO2_kohde_040622.pdf
(viitattu 4.1.2010)

Nelostuote Oy
Kari Tuominen
Pori

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme Teille
LTO kojeita seri –ja offset painotilaan, varastoon ja
toimisto-osaan seuraavasti:

LÄMMÖNTALTEENOTTO TOTEUTUS SEURAAVASTI:

Neulalämmönsiirrin ottaa poistoilman lämpöenergiaa talteen ja sitoo sen lämmönsiirtonesteeseen. Neste pumpataan liuospumpun avulla tulopuolen lämmönsiirtimeen, missä nesteen sisältämä lämpöenergia esilämmittää tuloilman. Näin saadaan tuloilman vuotuisesta lämmitysenergian tarpeesta katetuksi 50-70 % poistoilman lämpöenergialla.

Kun lämmöntalteenotto toteutetaan näin niin voidaan hyväksi käyttää nykyiset ilmastointikojeet, huippuimurit pitää uusia eli neulalämmönsiirrin asennetaan vesikatolle samaan piippuun jossa nyt on huippuimuri ja tulopuolelle asennetaan raitisilmanottoon lämmönsiirrin.

Komposiittiputkisto pumppuineen ja venttiileineen välille.

Hinnoittelen kohteet em. järjestelmällä.

Offset paino

	Uusi huippuimuri neulalämmönsiirtimiseen	
7.000,00 €		
	Automatiikka lisäykset nykyiseen järjestelmään	
5.000,00 €		
	Kanavat, osat, luonnoskappaleet	
5.000,00 €		
	Vesi/Glykoli putkisto ja täyttöasema+täyttö	
16.000,00 €		
	Putkisto toteutetaan komposiittiputkistona	
	Asennukset	
16.000,00 €		
	Ilmamäärien säätö	
1.500,00 €		
	Tarjous ALV 0 %	50.500,00 €
	Tarjous ALV 22 %	11.110,00 €

Kokonaishintaan sis. ALV 61.610,00 €

Seripaino

	LTO koje toteutettuna vesi/glykoli järjestelmällä	
	Uusi huippuimuri neulanlämmönsiirtimiseen	
9.000,00 €		
	Automatiikka lisäykset nykyiseen järjestelmään	
5.000,00 €		
	Kanavat, osat, luonnoskappaleet	
7.000,00 €		
	Vesi/Glykoli putkisto ja täyttöasema+täyttö	
20.000,00 €		
	Putkisto toteutetaan komposiittiputkistona	
	Asennukset	
18.000,00 €		
	Ilmamäärien säätö	
1.900,00 €		
	Tarjous ALV 0 %	60.900,00 €
	Tarjous ALV 22 %	13.398,00 €

Kokonaishintaan sis. ALV 74.298,00 €

Toimisto-osa

	Uusi huippuimuri neulanlämmönsiirtimiseen	
7.000,00 €		
	Automatiikka lisäykset nykyiseen järjestelmään	
4.000,00 €		
	Kanavat, osat, luonnoskappaleet	
5.000,00 €		
	Jäähdytysjärjestelmä + lauhdutin+putkisto	
14.000,00 €		
	Asennukset	
14.000,00 €		
	Ilmamäärien säätö	
1.900,00 €		
	Tarjous ALV 0 %	45.900,00 €
	Tarjous ALV 22 %	10.098,00 €

Kokonaishintaan sis. ALV 55.998,00 €

Varasto

	Uusi huippuimuri neulanlämmönsiirtimiseen
6.000,00 €	
	Automatiikka lisäykset nykyiseen järjestelmään
4.000,00 €	
	Kanavat, osat, luonnoskappaleet
5.000,00 €	
	Asennukset
14.000,00 €	
	Ilmamäärien säätö
1.300,00 €	

Tarjous ALV 0 %	30.300,00 €
Tarjous ALV 22 %	6.666,00 €

Kokonaishintaan sis. ALV 36.966,00 €

Huom! Sähkö – ja Rakennustekniset työt eivät sisälly hintaamme

Ilmastointi Salminen Oy:llä on käytössä ISO 9001 -
laatujärjestelmä.

Noudatamme kaikessa toiminnassamme työturvallisuus-
määräyksiä

Toimitusaika
viikkoa

Huippumurit neulanlämmönsiirtiminen noin viisi

Asennusvalmistelut voidaan aloittaa noin kahden
viikon päästä tilauksesta

Maksuehto

Laaditaan erillinen maksuerätaulukko, erät 14 pv / nto

Voimassaoloaika

Tarjous on voimassa 31.12.2009 asti

Yhteyshenkilö

Jari Peltola

Puh. 050 – 380 3360

jari.peltola@ilmastointisalminen.fi

Toivomme tarjouksen sopivan Teille ja johtavan tilauk-
seen.

Yhteistyöterveisin

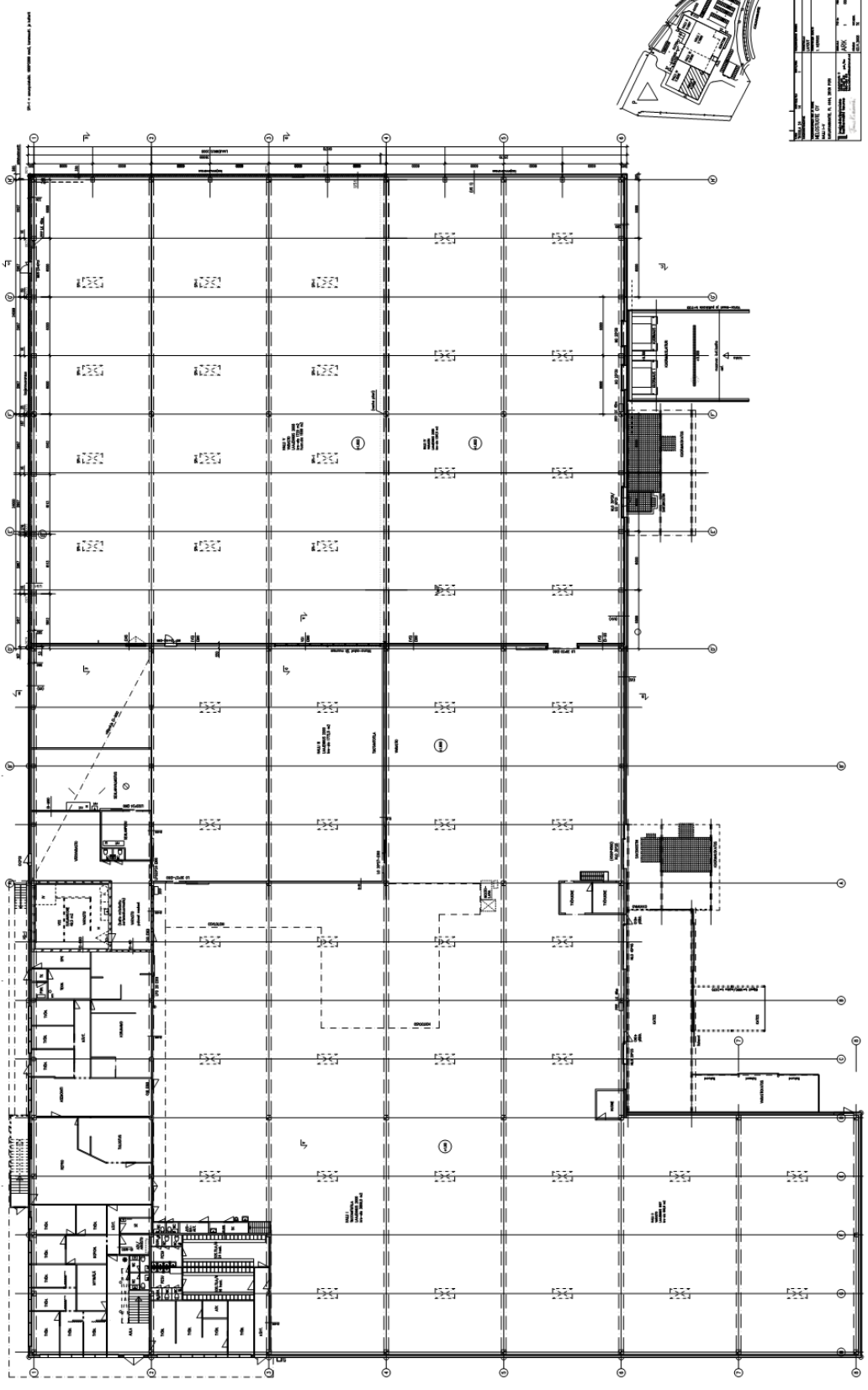
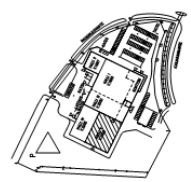
Ilmastointi Salminen Oy, talotekniikka

Jari Peltola

Jari Peltola

Myynti/Huoltopäällikkö

NO. 1000	DATE	BY	CHECKED
1000	10/10/2023	J. Smith	M. Jones
PROJECT: 1000		SCALE: 1/8" = 1'-0"	DATE: 10/10/2023
DRAWN BY: J. Smith		CHECKED BY: M. Jones	DATE: 10/10/2023



LIITE 3

	Energia kWh	Teho kW	Loisteho kvar
2007			
Tammikuu	73921,00	339,00	24,00
Helmikuu	65388,00	340,00	30,00
Maaliskuu	72083,00	329,00	30,00
Huhtikuu	72974,00	305,00	28,00
Toukokuu	76499,00	299,00	24,00
Kesäkuu	70865,00	302,00	23,00
Heinäkuu	44550,00	292,00	29,00
Elokuu	86680,00	295,00	23,00
Syyskuu	77001,00	300,00	19,00
Lokakuu	96408,00	335,00	22,00
Marraskuu	95855,00	314,00	21,00
Joulukuu	57349,00	321,00	25,00
Summa	889573,00		
2008			
Tammikuu	77865,00	333,00	32,00
Helmikuu	70842,00	323,00	30,00
Maaliskuu	68666,00	335,00	40,00
Huhtikuu	78939,00	330,00	32,00
Toukokuu	76246,00	331,00	34,00
Kesäkuu	70483,00	312,00	34,00
Heinäkuu	52885,00	286,00	29,00
Elokuu	78771,00	312,00	28,00
Syyskuu	89464,00	324,00	34,00
Lokakuu	99483,00	329,00	35,00
Marraskuu	85368,00	334,00	21,00
Joulukuu	67112,00	330,00	22,00
Summa	916124,00		
2009			
Tammikuu	72055,00	330,00	26,00
Helmikuu	65044,00	324,00	17,00
Maaliskuu	83194,00	335,00	23,00
Huhtikuu	76630,00	320,00	24,00
Toukokuu	76635,00	322,00	28,00
Kesäkuu	83342,00	333,00	36,00
Heinäkuu	49747,00	310,00	31,00
Elokuu	85792,00	325,00	22,00
Syyskuu	93528,00	310,00	22,00
Lokakuu			
Marraskuu			
Joulukuu			
Summa	685967,00		

	Kaukolämpöenergia MWh	Kaukolämpövesi m ³
2007		
Tammikuu	87,94	1992,93
Helmikuu	105,12	2165,03
Maaliskuu	64,23	1550,62
Huhtikuu	66,00	1536,00
Toukokuu	36,00	892,00
Kesäkuu	6,00	331,00
Heinäkuu	3,00	292,00
Elokuu	2,00	231,00
Syyskuu	23,00	579,00
Lokakuu	46,00	1006,00
Marraskuu	95,00	1869,00
Joulukuu	87,00	1869,00
Summa	621,29	14313,58
2008		
Tammikuu	75,00	1607,00
Helmikuu	78,00	1631,00
Maaliskuu	72,00	1587,00
Huhtikuu	55,00	1493,00
Toukokuu	24,00	440,00
Kesäkuu	8,00	325,00
Heinäkuu	5,16	312,42
Elokuu	4,73	361,71
Syyskuu	21,75	720,07
Lokakuu	0,00	0,00
Marraskuu	135,52	2831,72
Joulukuu	114,33	4403,00
Summa	593,49	15711,92
2009		
Tammikuu	93,98	2649,00
Helmikuu	113,38	3146,00
Maaliskuu	102,57	4252,00
Huhtikuu	97,12	4368,00
Toukokuu	21,00	520,00
Kesäkuu	4,00	300,00
Heinäkuu	2,00	256,00
Elokuu	3,00	208,00
Syyskuu	20,00	855,00
Lokakuu		
Marraskuu		
Joulukuu		
Summa	457,05	16554,00

Nelostuote mittaustulokset

		m/s	°C	%h ₂ o
Seripaino	Tulo	3,2	16,1	61,4
864m ²	DN60	3,1	16,2	60,5
		3,2	16,2	61,4
	Poisto 1 A	1,4	21,5	45
	DN32	1,6	21,5	45,5
		1,5	21,5	45,5
	Poisto 1 B	4,5	19	53
	DN30	5,3	18,7	55
		5,2	19,1	52
	Poisto 2	4,2	37,5	21,2
	DN24	4,1	37,6	20,8
		4	37,5	21,2
	Poisto 3	1,7	41	18,6
	DN60	2,5	31	27,8
		1,8	36	23,8
	Poisto 4	7,5	33	26,5
	DN30	7	33,8	26,8
		7,1	32,8	27,1
	Poisto 5	4	22,7	44
	DN38	3,6	22,6	44,2
		4	22,6	44,4
	Poisto 6	2,5	22	45,4
	DN30	2,3	22,1	45,7
		2,1	22	45,7
	Poisto 7	11,8	29,1	30,5
	DN30	12,8	29,2	30,5
		12,1	29,2	30,5

Offset-paino	Poisto pk10	3,1	25,5	37,5
3312m ²	huippuimuri	3,1	25,3	37,5
	7kpl	2,9	25,2	37,8
	3 eri kokoa	3,4	25,1	38,4
		2,6	25,1	38,4
	55*55	2,6	25	38,3
	36*36	3,4	25,4	37,9
	45*45	3,5	25,3	38,1
		3,2	25,3	37,9
	Tulo 1	4,7	18,2	38
	DN64	4	19,2	39,4
		4,8	18	38,4
	Tulo 2	9,9	11,8	58,1
	DN36	10,8	11,7	58,5
		11,1	11,7	58,2

Varasto	Tulo1	4,2	20,7	40,4
2880m ²	DN48	5,1	20,7	40,5
		4,7	20,7	40,5
Ilman kierrätys	Tulo 2	8,5	22,8	35,4
		5,8	23,1	35,2
		8,5	22,9	34,8
	Tulo 3	3,2	16,1	42,8
	56*56cm	3	16,6	43,4
		3,7	17,5	43,6

Toimisto	Poisto	7	24	31,3
1296m ²	DN64	5,2	24	31,2
		4,4	24	31,1
	Tulo 1	4,1	19	34,8
		3,7	18,9	35,2
		5	18,9	35,2
	Tulo 2	4,2	18,9	35,3
		3,6	18,9	35,7
		3,2	18,8	36,2

Keskiarvo	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s		
Tulo	3,166667	16,16667	61,1	0,2826	0,8949		
DN60							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 1 A	1,5	21,5	45,33333	0,080384	0,120576	6,872832	
DN32							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 1 B	5	18,93333	53,33333	0,07065	0,35325	19,04724	
DN30							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 2	4,1	37,53333	21,06667	0,045216	0,185386	14,1338	
DN24							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 3	2	36	23,4	0,2826	0,5652	42,05088	
DN60							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 4	7,2	33,2	26,8	0,07065	0,50868	36,13663	
DN30							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 5	3,866667	22,63333	44,2	0,113354	0,438302	25,57931	
DN38							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 6	2,3	22,03333	45,6	0,07065	0,162495	9,366212	
DN30							
	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto 7	12,23333	29,16667	30,5	0,07065	0,864285	57,21567	
DN30							

	m/s	°C	%h2o	m²	qv m³/s	kW	
Poisto pk10							
huippumuri	3,088889	25,24444	37,97778	0,3025	0,934389	57,45869	2kpl
7kpl				0,1296	0,40032	24,61701	4kpl
3 eri kokoa				0,2025	0,6255	38,46408	1kpl

Poisto 1 A DN32	KW/CEL 0,144691	kWh/a 9 851	talteenotettu määrä kWh/a 6895,403827	
Poisto 1 B DN30	KW/CEL 0,4239	kWh/a 28 859	talteenotettu määrä kWh/a 20201,3784	
Poisto 2 DN24	KW/CEL 0,222463	kWh/a 15 145	talteenotettu määrä kWh/a 10601,68338	
Poisto 3 DN60	KW/CEL 0,67824	kWh/a 46 175	talteenotettu määrä kWh/a 32322,20544	otetaan talteen
Poisto 4 DN30	KW/CEL 0,610416	kWh/a 41 557	talteenotettu määrä kWh/a 29089,9849	
Poisto 5 DN38	KW/CEL 0,525963	kWh/a 35 808	talteenotettu määrä kWh/a 25065,27176	
Poisto 6 DN30	KW/CEL 0,194994	kWh/a 13 275	talteenotettu määrä kWh/a 9292,634064	
Poisto 7 DN30	KW/CEL 1,037142	kWh/a 70 609	talteenotettu määrä kWh/a 49426,03915	otetaan talteen
Poisto pk10 huippuimuri 7kpl 3 eri kokoa	KW/CEL 2,242533 1,921536 0,7506	kWh/a 152 672 130 818 51 101	talteenotettu määrä kWh/a 106870,1685 91572,71962 35770,5936	otetaan talteen
yht:	8,752478	595868,69	417108,0827	

Kulutus	MWh/a	€/a
Kaukolämpö	600	30000
tapaus 1		
Talteen otettu määrä	MWh/a	€/a
LTO	188,6	9430,9
Takaisinmaksu aika		
	14,4 vuotta	

tapaus 2		
Talteen otettu määrä	MWh/a	€/a
LTO	417,1	20855,4
Takaisinmaksu aika		
	6,5 vuotta	

Säästö

$$\frac{30000\text{€}}{\left(\frac{600\frac{\text{MWh}}{\text{a}}}{188,6\frac{\text{MWh}}{\text{a}}}\right)} = 9430,9\frac{\text{€}}{\text{a}}$$

Takaisinmaksuaika

$$\frac{(74298 + 61610)\text{€}}{9430,9\frac{\text{€}}{\text{a}}} = 14,4\text{a}$$

Hiilijalanjälki

$$900000\frac{\text{kWh}}{\text{a}} * 700\frac{\text{gCO}^2}{\text{kWh}} + 600000\frac{\text{kWh}}{\text{a}} * 220\frac{\text{gCO}^2}{\text{kWh}} = 762000000\frac{\text{gCO}^2}{\text{a}} = 762\frac{\text{tnCO}^2}{\text{a}}$$

$$\frac{762000\frac{\text{kgCO}^2}{\text{a}}}{\frac{365\frac{\text{vrk}}{\text{a}}}{24\frac{\text{h}}{\text{vrk}}}} = 86,9\frac{\text{kgCO}^2}{\text{h}}$$

