

LTO-POISTOPATTERIN HUURTUMISEN RAJOITTAMINEN 2018

1. NYKYINEN MENETELMÄ: PATERIPARI JA 3-TIEVENTTIILI - EI TOIMI ENÄÄ

Huurtuminen estäminen matalissa lämpötiloissa korkeilla hyötysuhteilla ($\Rightarrow 68\%$) johtaa uusiin ratkaisumalleihin, koska perinteisillä kytkentätavoilla huurtumista ei kyetä hallitsemaan. Jatkuvasti käyvissä ilmanvaihtolaitoksissa nestevirran ohitus tulopatterilla ei riitä. Alla on huurtumistarkastelu vanhalla menetelmällä ilmastovyöhykkeellä II kun tulo- ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuret. Mitoitusulkolämpötila $t_u = -29^\circ\text{C}$.

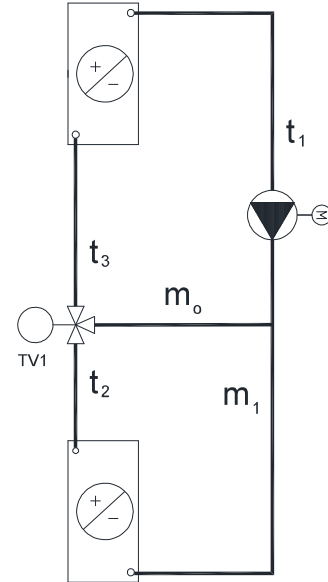
Lähtötiedot:

Ulkoilmavirta	1,5 m ³ /s
Poistoilmavirta	1,5 m ³ /s
Ilmavirran nopeus	1,42 m/s
Putkirivien lukumäärä	12
Glykoliliuos (et.glyk./vesi)	35%p
Jäätymispiste	-16,6°C
Ominaislämpökapasiteetti c_p	3,536 kJ/kgK
Tiheys	1,05 kg/dm ³
Nestevirta huurt.estossa	1,0 l/s (3600 m ³ /h)
Nesteen max. Δp , patterit	n.310 kPa
Ulkoilman lämpötila	-29°C
Poistoilma	22°C 30%RH
Hyötysuhde (Ekodir.2018 $\Rightarrow 68\%$)	69%

Parametrit, kun patterin huurtuminen pystytään estämään:

Poistopatterilta lähtevän ilman lämpötila min. 1..1,5°C

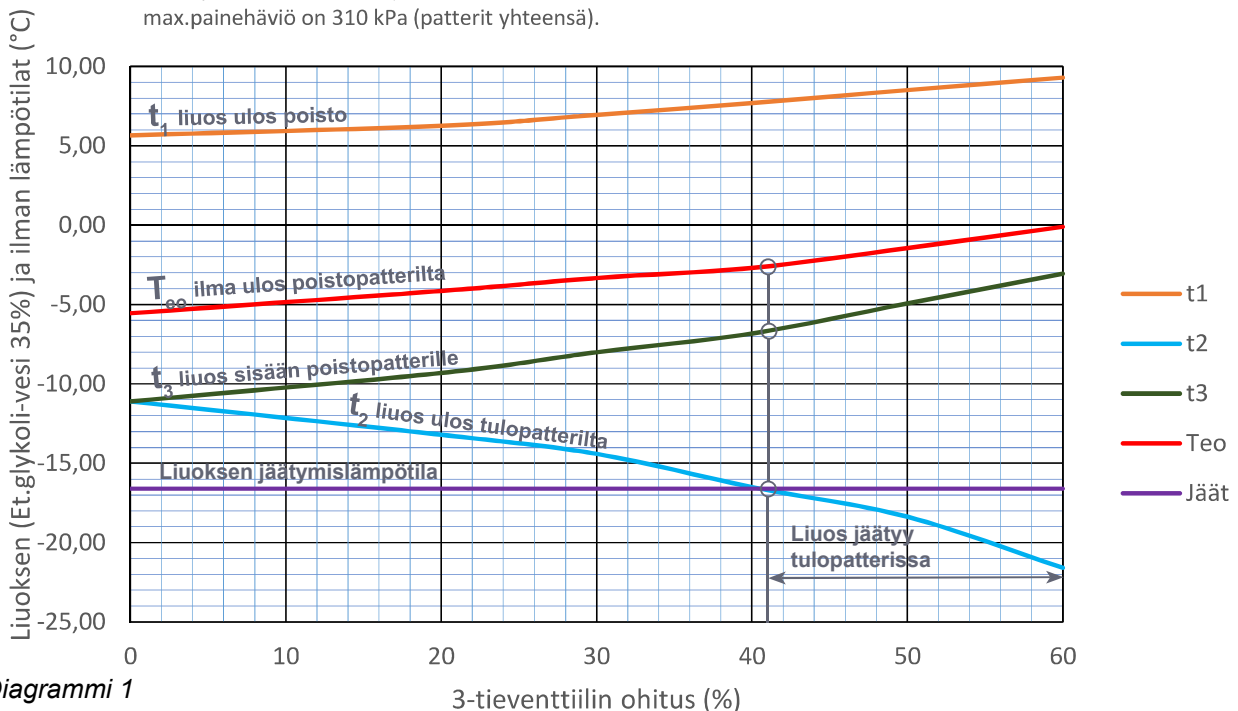
Poistopatterille menevän liuoksen lämpötila min. -1..-1.5°C



Putkikaavio 1

VYÖHYKE II - ILMAVIRTASUHDE (TULO/POISTO) $f = 1,0$ 1-PORTAINEN TULOPATTERI MITOITUSOLOSUHTEISSA. PERINTEINEN TAPA, HUURTUMISTA EI VOIDA HALLITA.

Ilman ja LTO-liuoksen lämpötilat kun $t_u = -29^\circ\text{C}$. Liuosvirta on 1,0 l/s. Nesteen max.painehäviö on 310 kPa (patterit yhteensä).



Diagrammi 1

Diagrammista (1) nähdään, että 1-portaisella patteriparilla ei poistopatterille menevän nesteen lämpötilaa t_3 pystytä 3-tieventtiilillä ohittamaan pitämään huurtumisrajan yläpuolella. Lisäksi jo 41% ohituksella tulopatterin nesteen lämpötila laskee liuoksen jäätymislämpötilan $-16,6^\circ\text{C}$ alapuolelle. Edelleen ohitusta lisäämällä liuoksen jäätyminen aiheuttaa nestekierron pysähtymisen, jolloin lämmöntalteenoton toiminta lakkaa. Venttiilin ohituksella 0..41% lämpötila t_3 on $-11..-6,6^\circ\text{C}$ ja patterilta lähtevän ilman lämpötila T_{eo} on $-5,5..-2,5^\circ\text{C}$, eli poistopatterissa tiivistynyt vesi on koko ajan jäämuodossa eikä huurtumisen esto toimi.

2. TOIMIVA MENETELMÄ: 2-LOHKOINEN TULOPATTERI JA KAKSI 3-TIEVENTTIILIÄ

2.1 Järjestelmän toiminta tasailmavirroilla

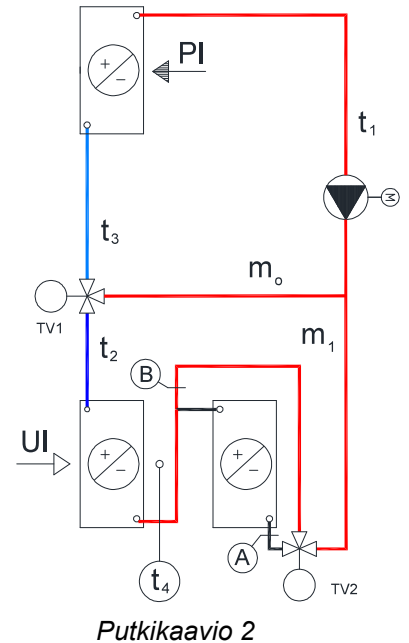
Tulopatteri jaetaan kahdeksi peräkkäiseksi lohkoksi siten, että ilmavirran suunnassa ensimmäisenä oleva porraskäytävä on lämmönsiirtopinta-alaltaan n. 1/4 kummin patterin yhteisestä pinta-alasta. Lämpötilan t_3 laskiessa huurtumisrajalle, venttiili TV2 ohittaa jälkimmäistä tulopatteria siten, että lämpötila t_3 pysyy huurtumisrajan yläpuolella.

Ulkoilman lämpötilan laskiessa edelleen, jälkimmäinen tulopatteri ohitetaan nestepuolelta lopulta kokonaan ja säätö tapahtuu tästä eteenpäin venttiilillä TV1. Tällä menetelmällä poistopatterin huurtuminen hallitaan kaikissa olosuhteissa, liuos ei jäädy tulopatterissa eikä ongelmia synny.

Nestevirtojen ja pattereiden mitoituksessa on noudatettu likimän seuraavia ohjeita:

- Normaali nestevirta: 0,52 l/s per 1 m³/s ilmaa
- Huurteenesto nestevirta 0,67 l/s per 1 m³/s ilmaa
- Huurteenesto kun $t_u < -38^\circ\text{C}$ 0,78 l/s per 1 m³/s ilmaa
- Tulopatterit yht. $\Delta p_{\text{neste}} > 90 \text{ kPa}$ norm. nestevirralla

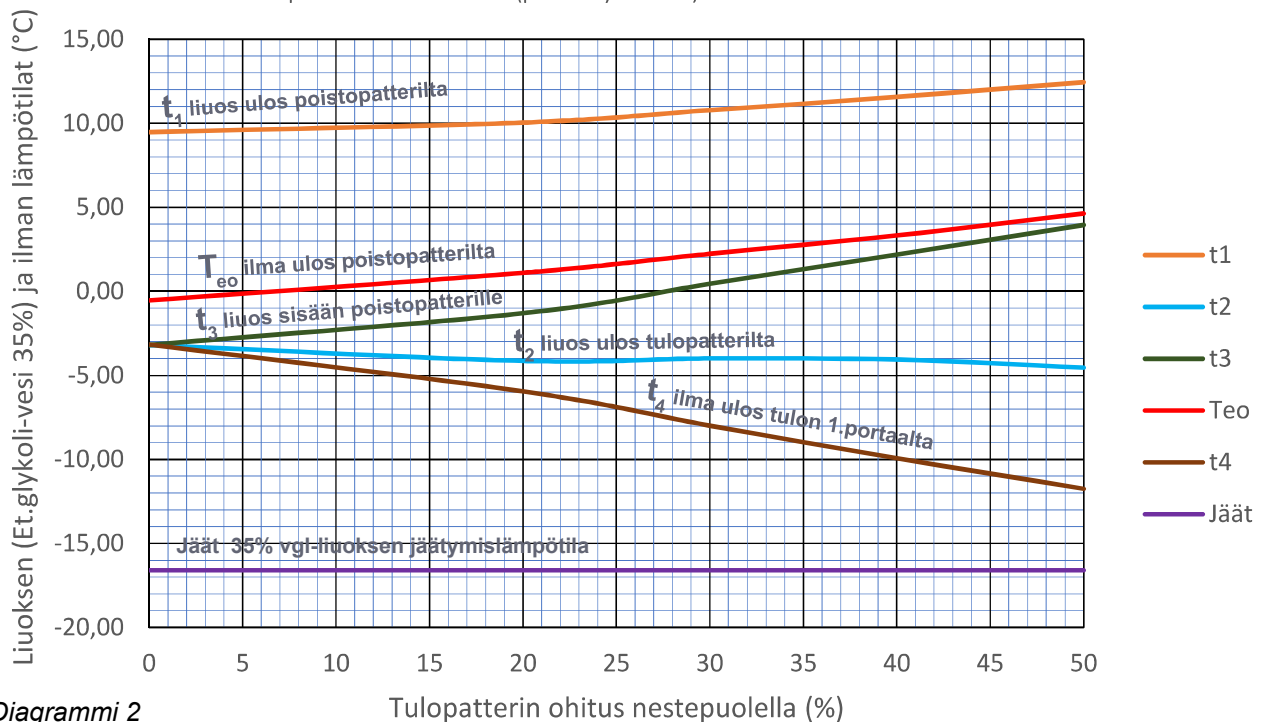
Tällä patterikytkennällä ja toiminnalla estetään tulopatterin nesteen lämpötilan t_2 laskeminen jäätympisteeseen alapuolelle kaikissa olosuhteissa. Käytettäväksi suositellaan 35% liuosta vyöhykkeillä I -III ja 40% liuosta ilmastovyöhykkeillä IV.



VYÖHYKE II - ILMAVIRTASUHDE (TULO/POISTO) $f = 1,0$

2-PORTAINEN TULOPATTERI MITOITUSOLOSUHTEISSA

Ilman ja LTO-liuoksen lämpötilat kun $t_u = -29^\circ\text{C}$ ja käytössä 1. LTO-porras. Liuosvirta on 1,0 l/s. Nesteen max.painehäviö on 310 kPa (patterit yhteensä).



Diagrammista 2 nähdään, että venttiilillä TV1 säätämällä ja 1. tulopatteriporrasta käyttäen poistopatterille menevän nesteen lämpötilan t_3 sekä poistuvan ilman lämpötilan T_{eo} säätö haluttuihin arvoihin onnistuu mitoittavassa ulkoilman lämpötilassa. Nesteen t_3 lämpötila -1°C saavutetaan 22% ohituksella. T_{eo} on tuolla arvolla n. $1,3^\circ\text{C}$. Tulopatterilta lähtevän nesteen lämpötila pysyy kaikissa oloissa jäätympisteeseen $-16,6^\circ\text{C}$ yläpuolella.

LTO-POISTOPATTERIN HUURTUMISEN RAJOITTAMINEN 2018

2.2 Järjestelmän toiminta erisuurilla ilmavirroilla

Käytännössä iv-kojeen ilmavirrat ovat harvoin täsmälleen yhtäsuuret. Jos poistoilmavirta on suurempi kuin tuloilmavirta, so. lämmin virta on kylmää virtaa suurempi, huurtumistilanne on helpompi kuin edellä (kts. diagrammi 2). Yleisintä kuitenkin on, että poistoilmavirta on tuloilmavirtaa pienempi. Mitä 2-portaisella tulopatterilla varustetussa järjestelmässä tapahtuu, kun poistoilmavirta on tuntuvasti pienempi kuin tuloilmavirta?

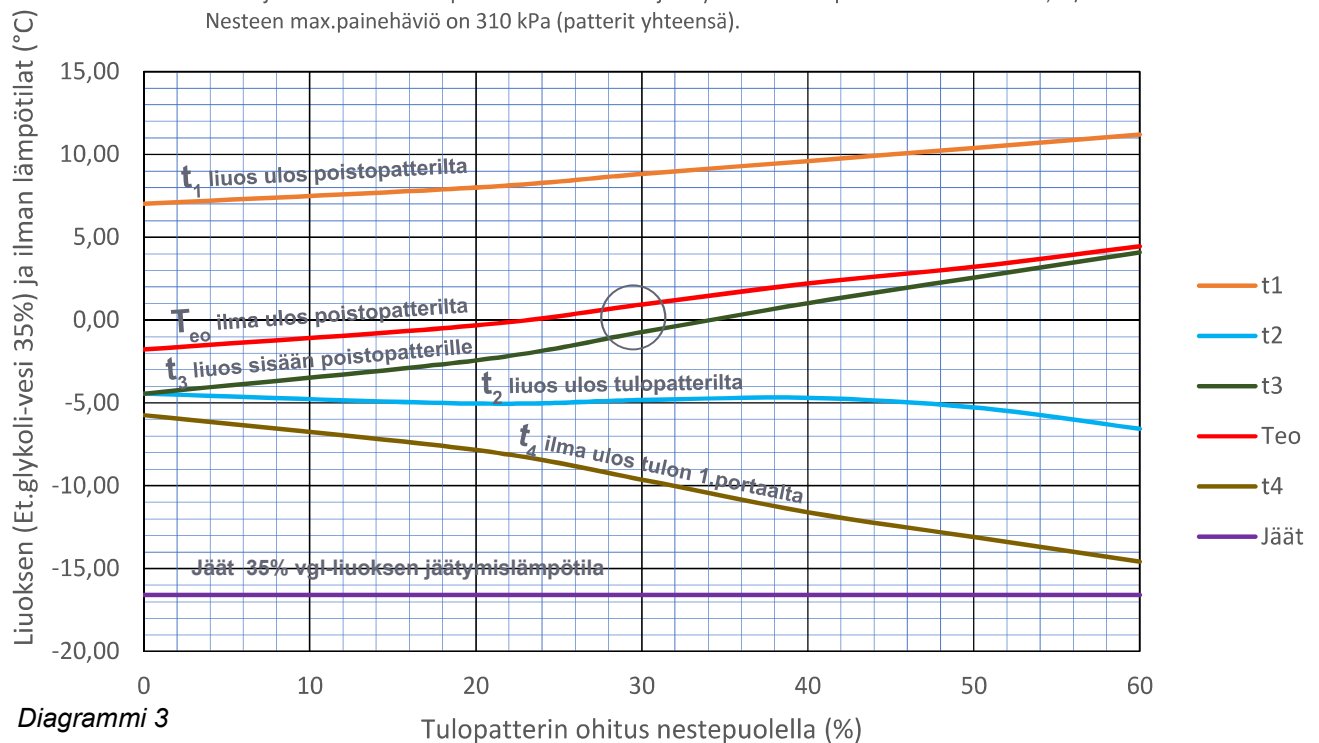
Tiannetta tarkasteltiin sivun 1 mukaisella patteriparilla seuraavasti:

- Tuloilmavirta on 1,5 m³/s
 - Poistoilmavirta on 1,25 m³/s
 - Ilmavirtasuhte = 1,5/1,25 = 1,2 (tuloilmaa 20% enemmän kuin poistoilmaa)
- Muut lähtöarvot ovat samat kuin aikaisemmissa esimerkeissä.

Laskenta on tehty valmistajan D.B.M. SpA valintaohjelmalla iteroimalla peräkkäisillä patterilla laskettuja tuloksia riittävän monta kierrosta. Tulosten perusteella on saatu diagrammi 3:n laatimisessa käytetyt arvot.

VYÖHYKE II - ILMAVIRTASUHDE (TULO/POISTO) $f = 1,2$ 2-PORTAINEN TULOPATTERI MITOITUSOLOSUHTEISSA

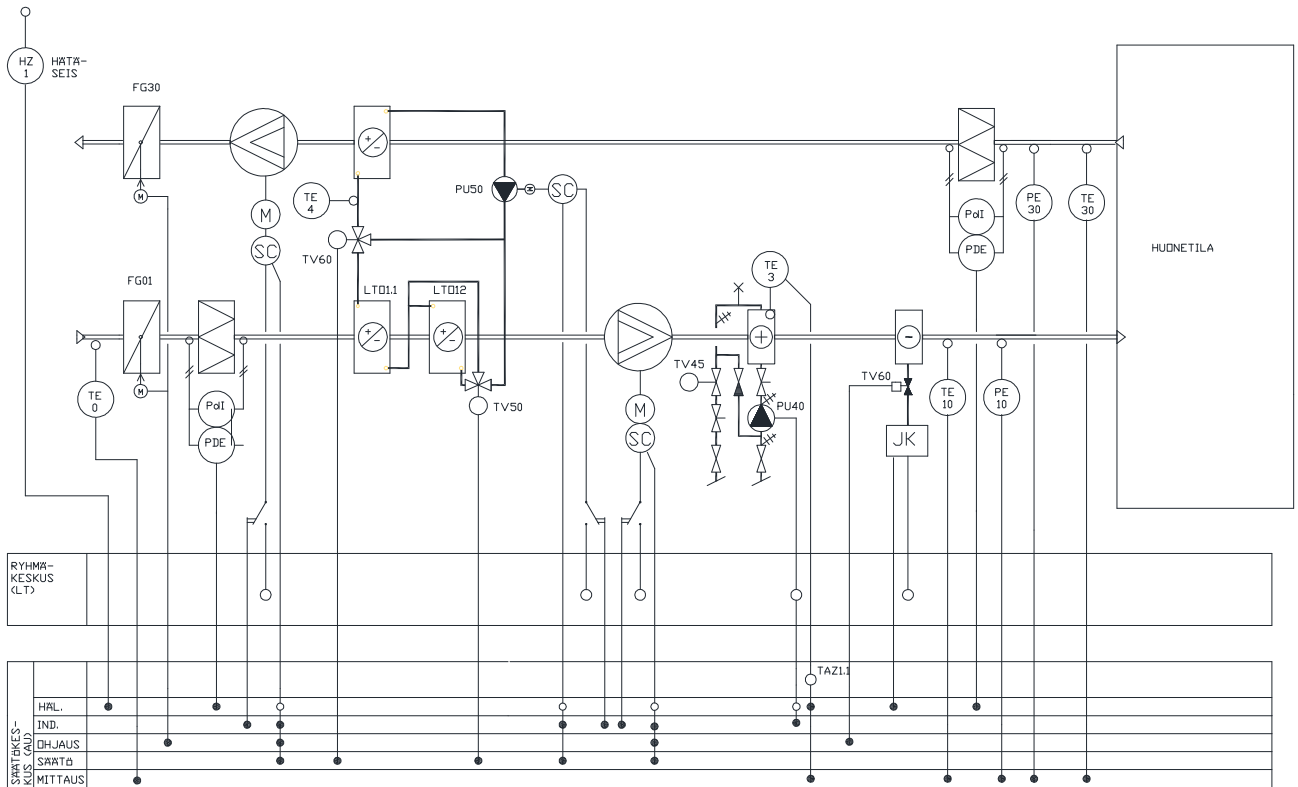
Ilman ja LTO-liuoksen lämpötilat kun $t_u = -29^\circ\text{C}$ ja käytössä 1. LTO-porras. Liuosvirta on 1,0 l/s. Nesteen max.painehäviö on 310 kPa (patterit yhteensä).



Ylläolevan diagrammin (3) mukaan poistopatterilta lähtevän ilman ja patterille tulevan liuoksen lämpötilojen T_{eo} ja t_3 keskiarvo ylittää 0°C kun tulopatterin 1. porrasta (ilmavirran suunnassa) ohitetaan n. 29%. Diagrammista nähdään, että venttiilillä TV1 säätäen ja 1. tulopatterin porrasta käyttäen nesteen lämpötila t_3 sekä lähtevän ilman lämpötila T_{eo} voidaan pitää huurtumisalueen yläpuolella. Nesteen t_3 lämpötila -1°C saavutetaan 29% ohituksella. T_{eo} on tuolla arvolla n. $0,9^\circ\text{C}$. Tulopatterilta lähtevän nesteen lämpötila pysyy kaikissa oloissa jäätymisrajan $-16,6^\circ\text{C}$ yläpuolella.

Tämän tarkastelun perusteella voidaan todeta, että ilmastovyöhykkeellä II nestekiertoisen järjestelmän huurtuminen voidaan estää 100% varmuudella kun tulo- ja poistoilmavirtojen suhde on $\leq 1,20$ ja nestevirran suuruus on n. $0,67$ l/s tuloilmavirran m³/s kohti.

3. SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS, 2 TULOPATTERIA JA 2 3-TIEVENTTIILIÄ



TOIMINTASELOSTUS

Yleistä

Puhallinmoottoreiden pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajilla. Kanavapaineet pidetään vakiona. Puhaltimet on varustettu ilmavirtamittareilla. Tuloilmakoje on varustettu kahdella peräkkäin asennetulla LTO-patterilla huurtumisen rajoittamiseksi kaikissa ulkoilman olosuhteissa.

Toiminta kojeen käydessä

Lämpötilan säätö

Koje käy jatkuvasti. Toimintoja ohjataan DDC-säätimellä. Ulkoilmapelti FG01 ja jäteilmapelti FG30 ovat auki. Tulo- ja poistoilman kanavapaineet PE10 ja PE30 pidetään asetusarvossa muuttamalla puhaltimien pyörimisnopeutta taajuusmuuttajien avulla tarpeen mukaan.

Kojeella pyritään pitämään poistoilman lämpötila TE30 asetellussa arvossa. Tuloilman lämpötilan TE10 mittauksen perusteella säädetään sarjassa venttiileitä TV60, TV50 ja TV45 siten, että TE10:n asetusarvo saavutetaan. Lämmöntarpeen kasvaessa säätöventtiili TV50 on auki jolloin neste virtaa sarjassa kummankin patterin tai kokonaan LTO1.1:n ja osittain LTO1.2:n läpi. PU50:n nestevirta (pyörimisnopeus) rajoitetaan normaaliin mitoitusvirtaamaan. TE10 asetusarvo määräytyy poistoilman lämpötilan TE30 perusteella (esim. 16..19°C).

Huurtumisen rajoittaminen

Ulkoilman lämpötilan laskiessa pumpun PU50 virtaamaa lisätään aseteltuun huurtumisenrajoitusarvoon saakka (normaalivirtaama + 20%) siten, että nesteen lämpötila TE4 ei alita huurtumisrajaa (esim. -1..-2°C). Kun virtaaman maksimiarvo on saavutettu ja lämpötila TE4 pyrkii edelleen laskemaan, ohitetaan patteria LTO1.2 sulkemalla venttiiliä TV50.

Kun LTO1.2 on kokonaan ohitettu, ja TE4 pyrkii edelleen las-

kemaan, patteria LTO1.1 ohitetaan sulkemalla venttiiliä TV51 siten, että TE4 ei laske asetellun lämpötilan alapuolelle. Kun ulkoilma lämpötila nousee, toiminta on päinvastainen.

Turvatoiminnot

- jos paluuvien lämpötila laskee asetellun arvon alapuolelle, pelti FG01 sulkeutuu ja tapahtuu hälytys
- puhaltimien käynti on lukittu pumpun käyntiin
- pelti FG01 (jousipal.) on lukittu tulopuhaltimen käyntiin
- pelti FG30 (jousipal.) on lukittu poistopuhaltimen käyntiin
- pumppu PU40 käy jatkuvasti
- puhaltimien taajuusmuuttajien hälytys: koje pysähtyy
- jos suodattimien paine-ero ylittää painelähettimien PDE asettelurajan, tapahtuu hälytys
- Lämpötilan TE10/TE30 ylittäessä 50°C puhaltimet pysähtyvät ja tapahtuu hälytys
- Kun iv-hätä-seis painiketta painetaan, puhaltimet pysähtyvät ja tapahtuu hälytys

Varusteet

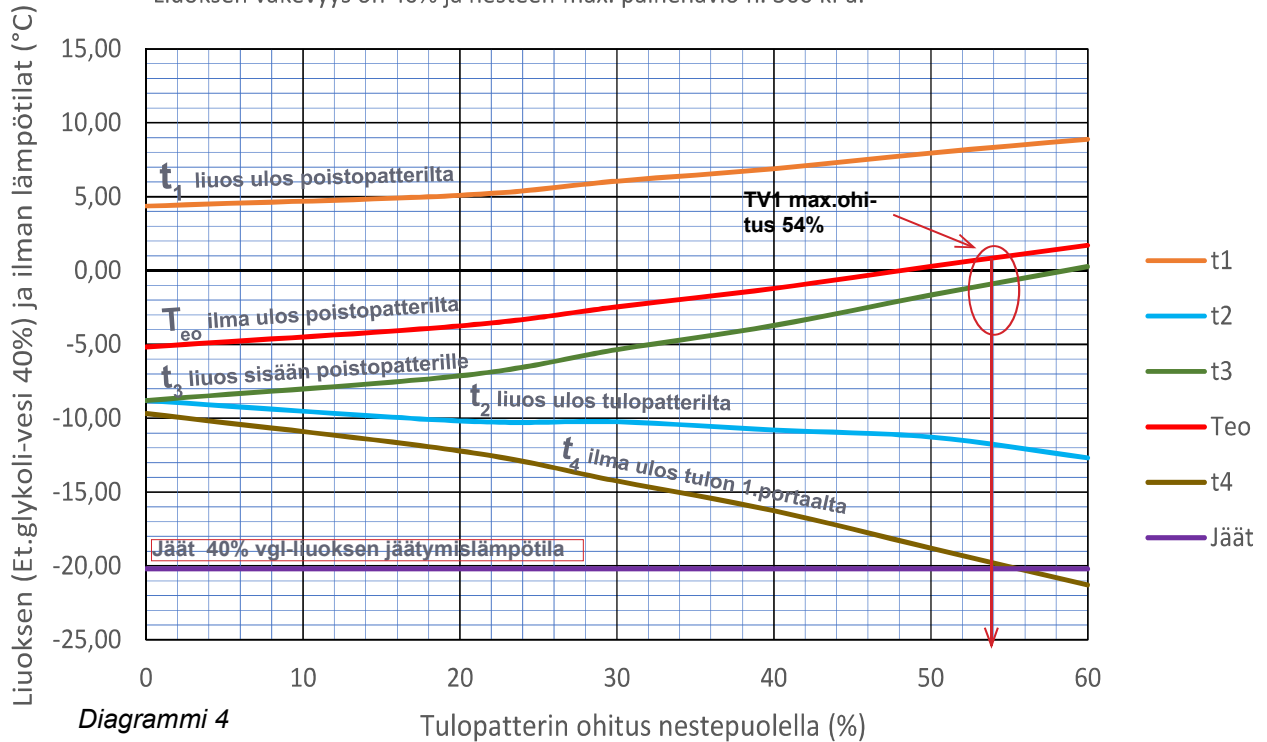
Puhaltimien Ilmavirtamittarit FI 1 ja FI 2 toimivat paikallisina ilmavirtamittareina. Tarvittaessa niistä saadaan ilmavirtatieto 0-10V viestillä.

4. JÄRJESTELMÄN TOIMINTA ERITTÄIN KYLMISSÄ OLOSUHTEISSA

VYÖHYKE IV - ILMAVIRTASUHDE (TULO/POISTO) $f = 1$, $t_u = -43^\circ\text{C}$

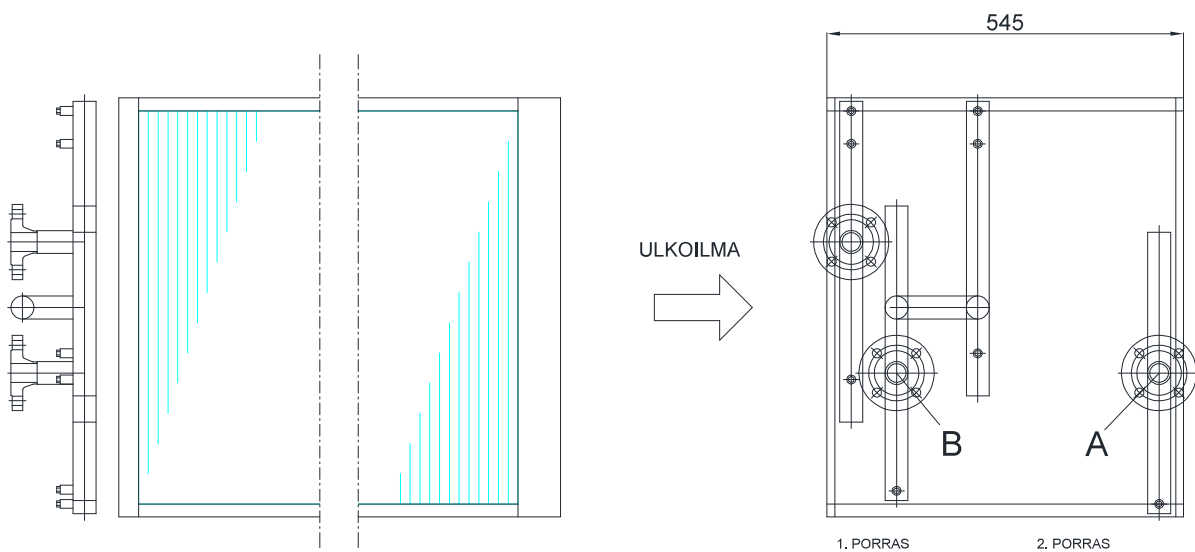
Ilman ja LTO-liuoksen lämpötilat kun käytössä on tulopatterin 1. portas.

Liuoksen väkevyyden on 40% ja nesteen max. painehäviö n. 300 kPa.



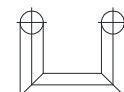
Diagrammi 3 on laadittu -43°C ulkolämpötilassa vallitsevalla tilanteella aikaisempien esimerkkien mukaisilla LTO-pattereilla. Ekodirektiiviolosuhteiden mitoitusnestevirtaa on lisätty 50%, jolloin järjestelmä toimii tasailma-
virroilla siten, että poistopatterilla tiivistyvän veden huurtuminen sekä liuoksen jäätyminen tulopatterin sisällä estetään. Mikäli ilmavirtasuhde on yli 1, liuoksen väkevyyttä on lisättävä.

5. KOMPAKTI 2-PORTAINEN TULOPATTERIRATKAISU TANIPLAN OY:N VALIKOIMASSA



2-portainen tulopatteri voidaan rakentaa yhdeksi lohkoksi, jolloin portaiden välinen yhdysputki on kytketty valmiiksi ja portaat on asennettu yhteiseen kehykseen.

Laippaliitokset A ja B vittaavat sivun 2 putkikytkentäkaavion vastaaviin kohtiin. Kuvan patteriratkaisu sisältyy Taniplan Oy:n tuotevalikoimaan.

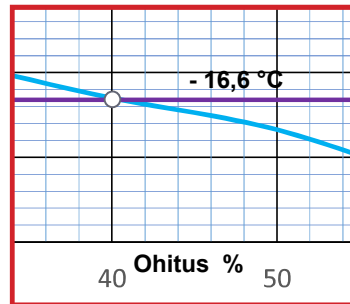


YHDYS-
PUTKI
DET.

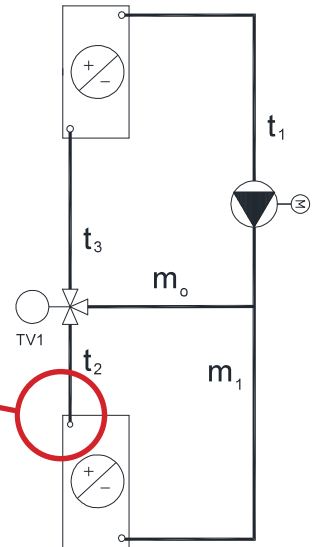
6. MIKSI LÄMMÖNTALTEENOTTO EI TOIMI VANHALLA HUURTEENESTOTAVALLA ?

Laitoksissa, joissa iv-kojeet käyvät jatkuvasti, LTO-liuoksen kierto on talvisin jossakin vaiheessa pysähtynyt. Tulopatterin liuos on jäänyt nestevirtaa ohitettaessa. Pattereiden nestevirrat oli usein mitoitettu liian pieniksi. Pattereiden huurtumista/jäätymistä ei tunnistettu. Alla näkymä sivun 1 diagrammista vanhalla huurtumisenestotavalla, joka aiheuttaa 35% glykoli-vesiliuoksen jäätyksen patterissa II vyöhykkeellä. Läsnä on myös aina nestettä, mutta jäänyt vesi muodostaa kiertopiirien loppupäähän sohjon, joka ensin pienentää kiertävän liuoksen määrää. Tämä nopeuttaa lopun patterissa olevan nesteen jäätymistä, ja kierto estyy lopulta kokonaan. Tämä aiheuttaa mm. levylämmönsiirtimeen verrattuna poikkeavan käyttäytymisen:

- Levysiirrin huurtuisi lopulta umpeen, jos huurteenpoisto ei toimi ja iv-koje käy koko ajan (varustettava lohkosulatuksella). Vika huomattaisiin, koska ilmanvaihto ei toimi.
- LTO-poistopatteri on alussa huurtunut ja ilmavirta pienentynyt. Kun tulopatterin sisällä oleva liuos jäätyy ja kierto estyy, poistopatterin huurre sulaa poistoilman lämmöstä, vaikka koje kävisi jatkuvasti.
- Jos jälkilämmityspatterin teho riittää, LTO:n toiminnan häiriötä ei edelleenkään huomata. Syntyy myytti ”glykoli-vesiliuos ei jäädy, jos neste liikkuu”. Todellisuudessa kiertopumppu käy mutta hyötysuhde on ~ 0.



Liuos jäätyy, koska tulopatterilta lähtevän liuoksen lämpötila laskee $-16,6^{\circ}\text{C}$ alapuolelle kun patteria ohitetaan n. 40%. Nesteen jäätyessä poistopatterille menevän liuoksen lämpötila t_3 on $-6,8^{\circ}\text{C}$ ja poistopatterilta lähtevän ilman lämpötila $-2,8^{\circ}\text{C}$. Poistopatteri on jo ollut liikaa huurtuneena (Diagrammi 1 sivulla 1).



Huurtumisen rajoittaminen onnistuneesti on elintärkeää ilmanvaihtolaitoksissa, joiden on toimittava keskeytyksettä 24 h vuorokaudessa. Tällaisia ovat mm. asuinkerrostalot, sairaalat, hoivalaitokset, teollisuuden prosessit jne.

7. LÄMMÖNSIIRTONESTEIDEN OMINAISUUKSIA

Etyleeniglykoli-vesiliuoksen ominaisuuksia

p	(%)	20	25	30	35	40	45	50
t_f	($^{\circ}\text{C}$)	-6,9	-9,9	-13,1	-16,6	-20,2	-23,9	-27,6
ρ	(kg/dm ³)	1,029	1,037	1,044	1,052	1,06	1,067	1,074
c_p	(kJ/kgK)	3,86	3,75	3,63	3,52	3,41	3,29	3,18

Propyleeniglykoli-vesiliuoksen ominaisuuksia

p	(%)	20	25	30	35	40	45	50
t_f	($^{\circ}\text{C}$)	-8	-11	-14,6	-18,9	-24	-30	-37,1
ρ	(kg/dm ³)	1,048	1,024	1,030	1,036	1,042	1,045	1,049
c_p	(kJ/kgK)	4,04	3,96	3,88	3,80	3,72	3,61	3,51

p = Liuospitoisuus painoprosenttina
 t_f = Jäätymislämpötila
 ρ = Tiheys
 c_p = Ominaislämpökapasiteetti

Helsinki 1.2.2018


 Jussi Tani

Taniplan Oy
 Kylätie 18 B 20
 00320 Helsinki
 info@taniplan.fi
 www.taniplan.fi

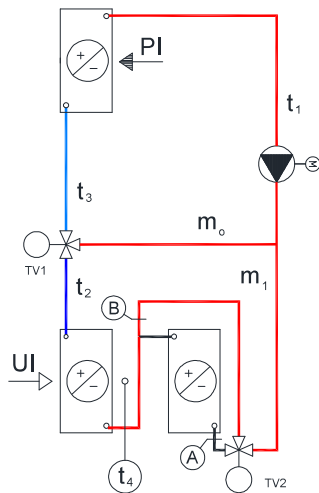
ENERGIANKULUTUKSEN JA TALTEEN SAADUN ENERGIAN OSUUDEN MÄÄRITTÄMINEN LÄMPÖTILAN PYSYVYYSTIETOJEN MUKAAN

1. Meteorologiset perusteet

Laskennassa on käytetty D5(2007):n säävyöhykkeiden tietoja.

2. Huurteeneston aloituksen määrittely

Säätöjärjestelmä pitää lämpötilan t_3 arvioidun huurtumisrajan ($-1...-2^\circ\text{C}$) yläpuolella ohittamalla ensin tulopatterin 2. porrasta venttiilillä TV2. Kun poistopatterille menevän liuoksen lämpötila alenee edelleen ja 2. porras on kokonaan ohitettu, säätö siirtyy venttiilille TV1, jolla nestevirta ohjataan tarvittavassa määrin 1. patteriportaan ohi siten, että lämpötila t_3 ei alita aseteltua arvoa.



Alla on taulukko mitoitusajosta siten, että tulopatterin portaat toimivat sarjassa eikä 1. porrasta ohiteta. Poistoilman suhteellinen kosteus on 30% ja lämpötila 22°C .

Taulukosta nähdään, että huurteeneston on käynnistytävä $-12,61^\circ\text{C}$ ulkolämpötilan alapuolella. Patterit on mitoitettu 0,78 l/s nestevirralla. Nestevirtaa on jouduttu lisäämään -12°C kohdalla 1,0 l/s:ssa jotta lämpötila t_3 ei alene siten, että poistopatterin ilman sisältämä kosteus jäätyy lämmönsiirtopinnoille.

Taulukko 1: Lämpötilat ilman huurtumisen estoa

t_u	q_i		η_{tulo}	T_{eo}	$t_2=t_3$	H
$^\circ\text{C}$	l/h	l/s	%	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	kPa
5,00	2800	0,78	69,1	10,45	9,63	142
0,00	2800	0,78	69,1	7,31	5,96	182
-5,00	2800	0,78	69,1	4,40	2,32	188
-10,40	3000	0,83	67,5	2,36	-1,00	190
-12,61	3600	1,00	65,8	1,44	-1,00	238
-15,00	3600	1,00	65,8	0,50	-2,52	242
-20,00	3600	1,00	65,8	-1,20	-5,82	248
-25,00	3600	1,00	65,8	-2,99	-8,89	256
-30,00	3600	1,00	65,8	-4,84	-11,93	264
-38,00	3600	1,00	65,8	-8,03	-16,61	270

3. Hyötysuhteen määrittely huurtumisrajan alapuolella

Poistopatterilta lähtevän ilman lämpötila ei voi olla alle $+1...1,5^\circ\text{C}$ jotta lämmönsiirtopinnot pysyvät huurteettomina. Jäljempänä taulukot poistoilman entalpiamuutokselle 20% ja 30% suhteellisella kosteudella kun poistoilman lämpötila on $20-24^\circ\text{C}$. Kun jäteilman minimilämpötila on saavutettu, poistopatterista saadaan vakio-teho, jolla ulkoilman lämmönousu voidaan laskea. Lasketuista

lämpötiloista saadaan tuloilman hyötysuhde, jota käytetään laskettaessa LTO-energian sekä jäljelle jäävän lisälämmöntarpeen määrä. Huurteen estämiseen kuluva energia saadaan laskennassa vertaamalla huurteettoman järjestelmän hyötysuhdetta todelliseen hyötysuhteeseen sinä aikana, kun huurtumisen eston on oltava käynnissä.

t_1	i_1	t_2	i_2	Δi
$^\circ\text{C}$	kJ/kg	$^\circ\text{C}$	kJ/kg	kJ/kg
24	38,21	1,48	11,99	26,22
23	36,37	1,47	11,97	24,4
22	34,57	1,5	12,02	22,55
21	32,81	1,52	12,06	20,75
20	31,09	1,52	12,06	19,03

Taulukko 2: RH 30%

t_1	i_1	t_2	i_2	Δi
$^\circ\text{C}$	kJ/kg	$^\circ\text{C}$	kJ/kg	kJ/kg
24	33,49	1,03	10,34	23,15
23	31,93	1	9,77	22,16
22	30,39	1,01	9,24	21,15
21	28,89	0,97	8,71	20,18
20	27,41	0,98	8,25	19,16

Taulukko 3: RH 20%

Taulukoissa:

t_1 = poistopatterille tulevan ilman lämpötila
 i_1 = tulevan poistoilman entalpia
 t_2 = poistopatterilta lähtevän ilman lämpötila
 i_2 = poistopatterilta lähtevän ilman entalpia
 Δi = talteen otettavissa oleva entalpiaero

Huurtumisrajan määrittely

Alla esimerkkitaulukko huurtumislämpötiloista kun poistoilman suhteellinen kosteus on 30% tai 20%. Huurtumisraja, ts. huurtumisen rajoituksen aloituslämpötila lasketaan patterivalmistajan ohjelmalla pitäen tulevan nesteen ja lähtevän ilman lämpötilat sivulla 1 annetuissa rajoissa.

Poisto- lämpöt	RH 30%	RH 20%
$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
24	-15,78	-12,60
23	-14,38	-11,84
22	-12,88	-11,27
21	-11,40	-10,70
20	-11,27	-10,07

Taulukko 4: Huurtumislämpötiloja

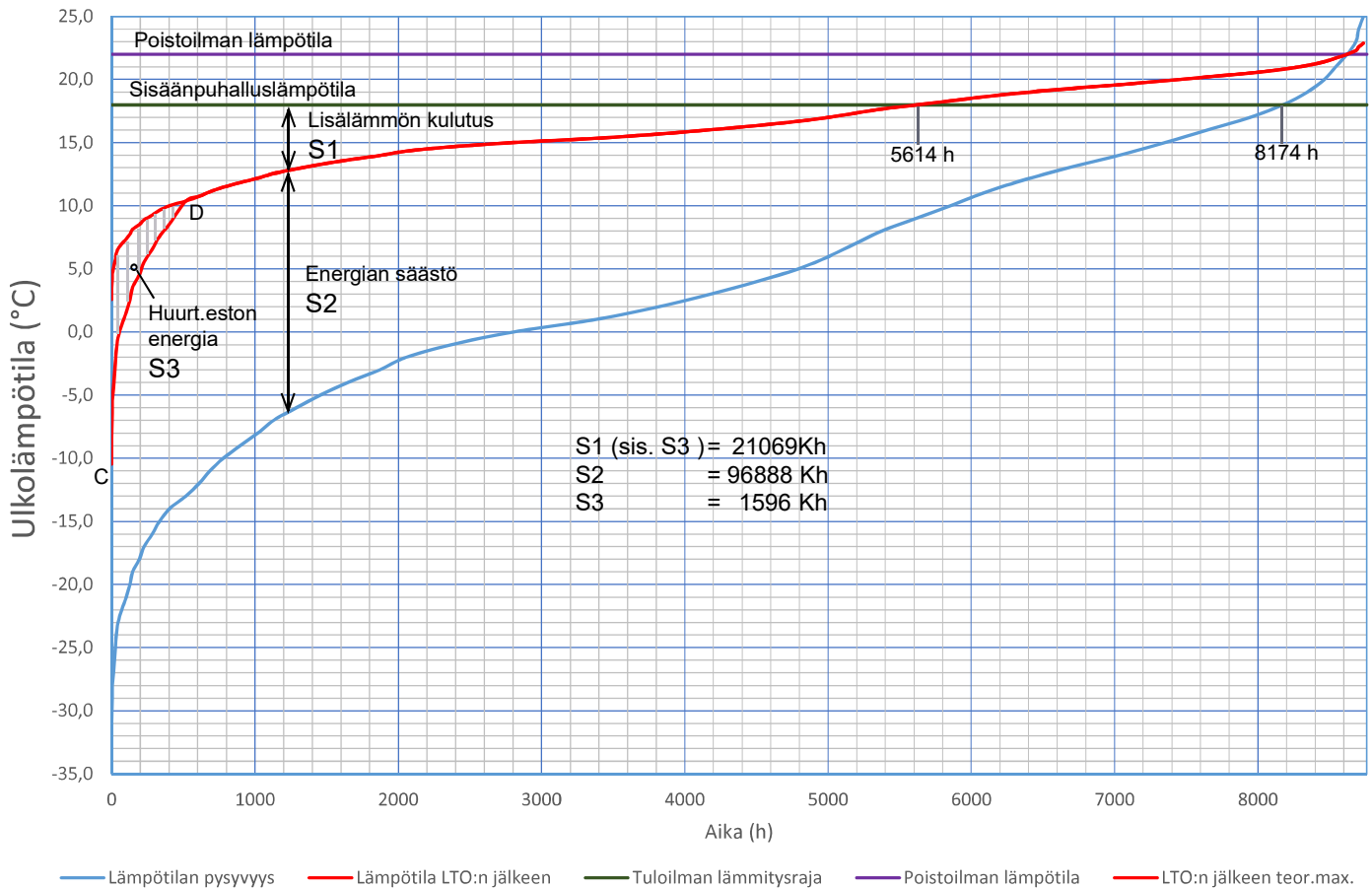
4. Laskennan suorittaminen, johtopäätökset

Laskenta on tehty esimerkkipattereilla $1,5 \text{ Sm}^3/\text{s}$ ilmavirroilla ja patteriparin ekodirektiivin mukaisella hyötysuhteella 68%. Poistoilman tila on 22°C ja 30% RH. Kyseinen menetelmä on välttämätön kaikilla Suomen ilmastovyöhykkeillä jos järjestelmän lämpötilahyötysuhde on $\Rightarrow > 68\%$.

Viite **ESIMERKKI**
Kohde **X**

Päiväys **13.3.2018**
Käsittelijä **JT**

Lämpötilan pysyvyys I vyöhykkeellä



ASTETUNNIT KOKO VUODELLE:

S1 (sis.S3:n) Lisälämmitysenergia	21069 Kh
S2 LTO-energia	96888 Kh
S3 Huurteeneston energia	1596 Kh
S = S1 + S2 = lv:n lämm.energia	117957 Kh
$\eta_a = S2/S*100 =$ vuosihyötysuhde	82,1 % tuloilmalle

LÄMMÖNTALTEENOTTOPATTEREIDEN TYYPIT:

TULO: Cu-Al-AI P40AC 12R-22T-1195A-2.0pa 5C 1"
POISTO: Cu-Al-AI P40AR 12R-22T-1195A-2.5pa 5C 1"

MITOITUSTIEDOT JA -TEHO

Tuloilman lämmitysraja	18 °C
Poistoilman lämpötilä ja kosteus	22°C/30%RH
Direktiivin 2018 mukainen hyötysuhde	68 %
Tuloilmavirta	1,50 m ³ /s
Poistoilmavirta	1,50 m ³ /s
Ulkoilma -26°C:ssa LTO:n jälkeen	-3,5 °C
Mitoituksen limitus	3,0 °C
Ulkoilman lämpöt. ennen lämm.patteria	-6,5 °C
Sisäänpuhalluslämpötilä	20,0 °C
Lisälämmitystehon tarve	47,6 kW

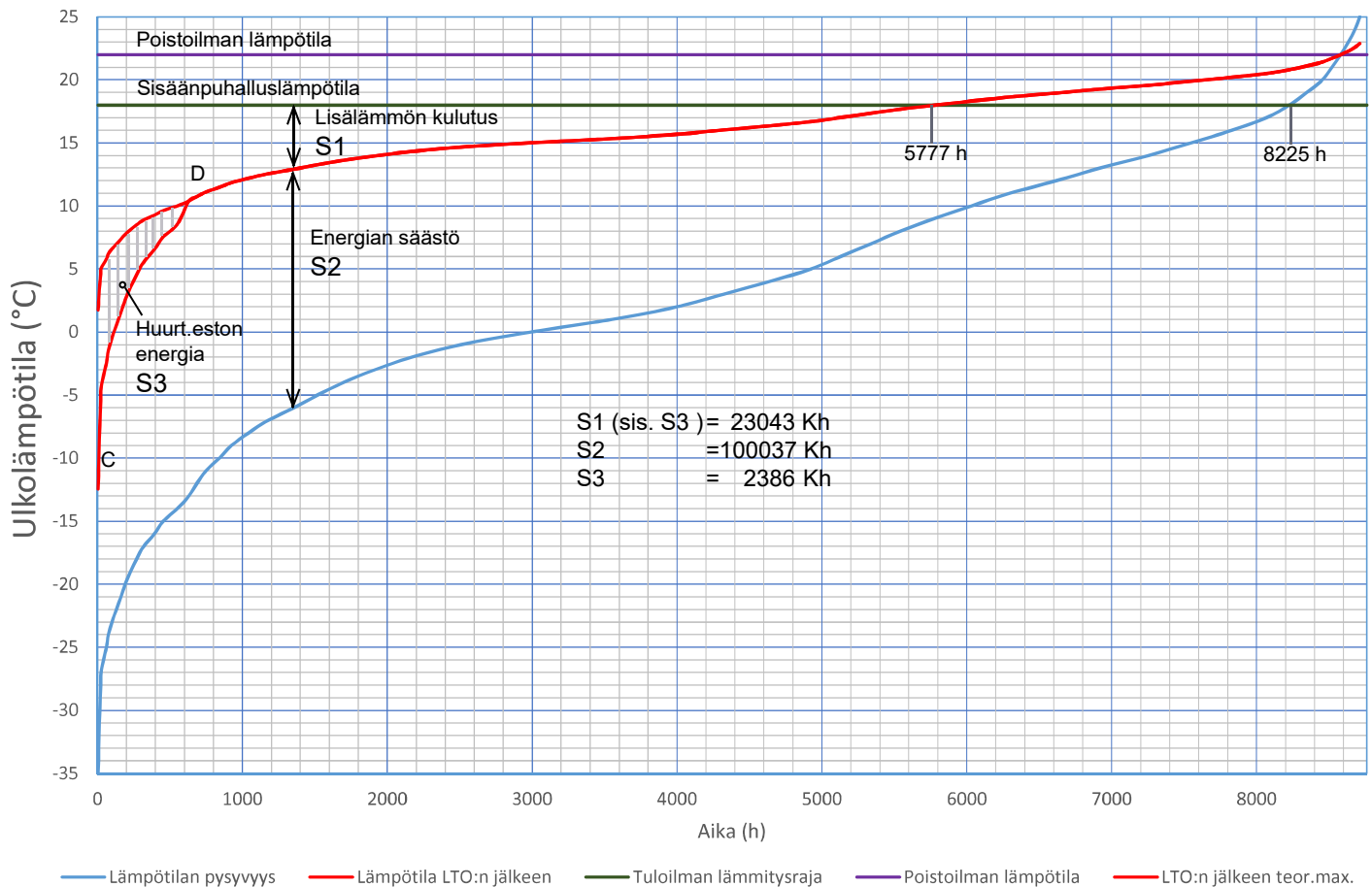
HUURTUMISENESTO JA VUOSIENERGIAT

Huurtumisraja (ulkolämpötilä)	-13,0 °C
Käyntiaika tunteja viikossa keskim.	168 h
Käyntiaikakerroin	1,000
Huurteeneston käyttöaika	518 h
LTO:n käyttöaika	5614 h
Lämmityksen käyttöaika	8174 h
Lämmitysenergian säästö	174,4 MWh/a
Lisälämpöenergian kulutus	37,9 MWh/a
Huurteeneston energiankulutus	2,9 MWh/a
= 7,6 % lisälämm. ja 1,6 % energian säästöstä	

Viite **ESIMERKKI**
Kohde **XXX**

Päiväys **7.3.2018**
Käsittelijä **JT**

Lämpötilan pysyvyys II vyöhykkeellä



ASTETUNNIT KOKO VUODELLE:

S1 (sis. S3) Lisälämmitysenergia	23043 Kh
S2 LTO-energia	100037 Kh
S3 Huurteeneston energia	2386 Kh
S = S1 + S2 = lv:n lämm.energia	123080 Kh
$\eta_a = S2/S \cdot 100 =$ vuosihyötysuhde	81,3 % tuloilmalle

LÄMMÖNTALTEENOTTOPATTEREIDEN TYYPIT:

TULO: Cu-AI-AI P40AC 12R-22T-1195A-2.0pa 5C 1"
POISTO: Cu-AI-AI P40AR 12R-22T-1195A-2.5pa 5C 1"

MITOITUSTIEDOT JA -TEHO

Tuloilman lämmitysraja	18 °C
Poistoilman lämpötila ja kosteus	22°C/30%RH
Direktiivin 2018 mukainen hyötysuhde	68 %
Tuloilmavirta	1,50 m ³ /s
Poistoilmavirta	1,50 m ³ /s
Ulkoilma -29°C:ssa LTO:n jälkeen	-6,5 °C
Mitoituksen limitus	3,0 °C
Ulkoilman lämpöt. ennen lämm.patteria	-9,5 °C
Sisäänpuhalluslämpötila	20,0 °C
Lisälämmitystehon tarve	53,0 kW

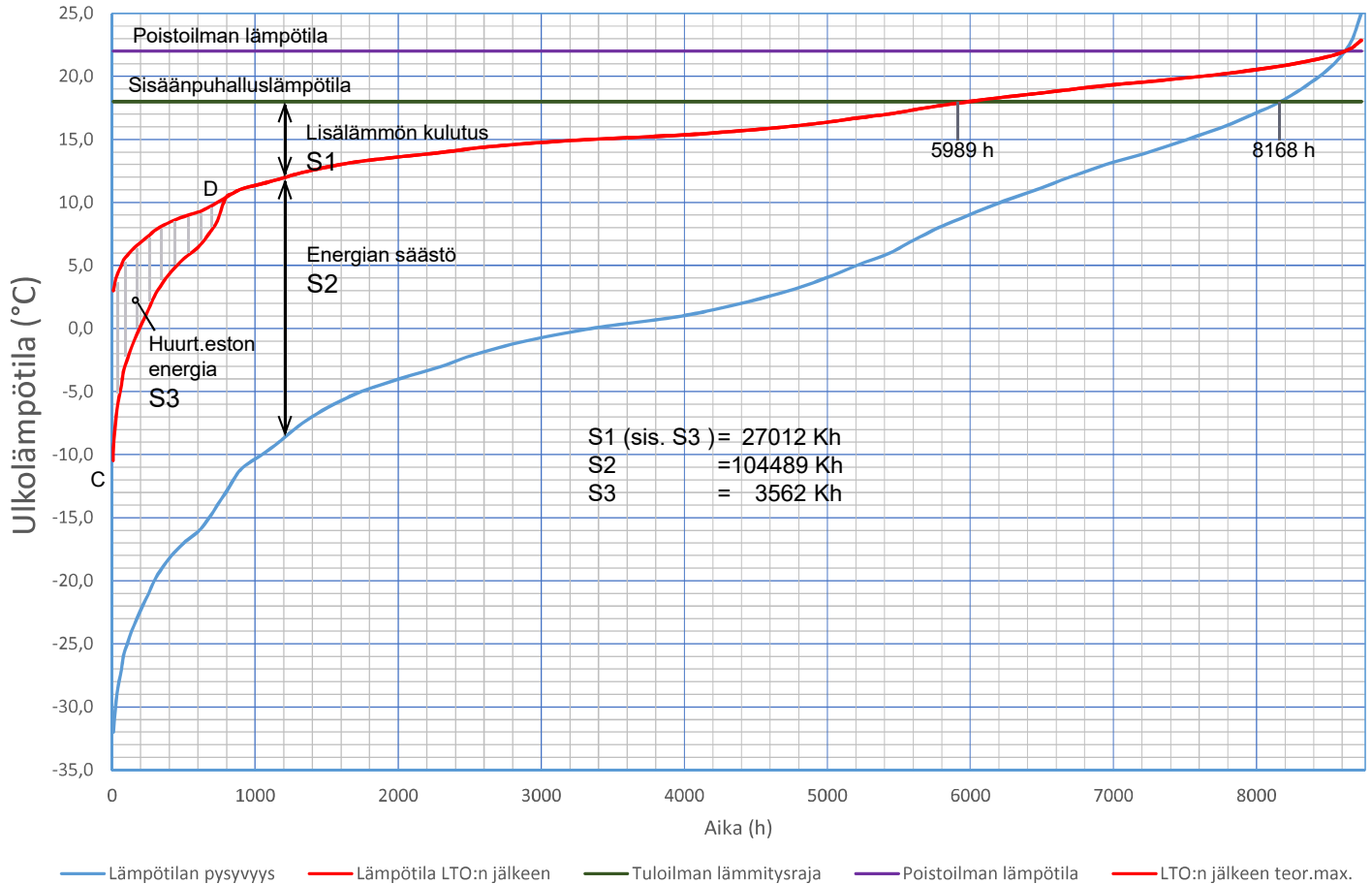
HUURTUMISENESTO JA VUOSIENERGIAT

Huurttumisraja (ulkolämpötila)	-13,0 °C
Käyntiaika tunteja viikossa keskim.	168 h
Käyntiaikakerroin	1,000
Huurteeneston käyttöaika	630 h
LTO:n käyttöaika	5777 h
Lämmityksen käyttöaika	8225 h
Lämmitysenergian säästö	180,1 MWh/a
Lisälämpöenergian kulutus	41,5 MWh/a
Huurteeneston energiankulutus	4,3 MWh/a
= 10,4 % lisälämm. ja 2,4 % energian säästöstä	

Viite **ESIMERKKI**
Kohde **XXX**

Päiväys **7.3.2018**
Käsittelijä **JT**

Lämpötilan pysyvyys III vyöhykkeellä



ASTETUNNIT KOKO VUODELLE:

S1 (sis. S3) Lisälämmitysenergia	27012 Kh
S2 LTO-energia	104489 Kh
S3 Huurteeneston energia	3562 Kh
S = S1 + S2 = lv:n lämm.energia	131501 Kh
$\eta_a = S2/S*100 =$ vuosihyötysuhde	79,5 % tuloilmalle

LÄMMÖNTALTEENOTTOPATTEREIDEN TYYPIT:

TULO: Cu-AI-AI P40AC 12R-22T-1195A-2.0pa 5C 1"
POISTO: Cu-AI-AI P40AR 12R-22T-1195A-2.5pa 5C 1"

MITOITUSTIEDOT JA -TEHO

Tuloilman lämmitysraja	18 °C
Poistoilman lämpötila ja kosteus	22°C/30%RH
Direktiivin 2018 mukainen hyötysuhde	68 %
Tuloilmavirta	1,50 m ³ /s
Poistoilmavirta	1,50 m ³ /s
Ulkoilma -32°C:ssa LTO:n jälkeen	-9,5 °C
Mitoituksen limitus	3,0 °C
Ulkoilman lämpöt. ennen lämm.patteria	-12,5 °C
Sisäänpuhalluslämpötila	20,0 °C
Lisälämmitystehon tarve	58,4 kW

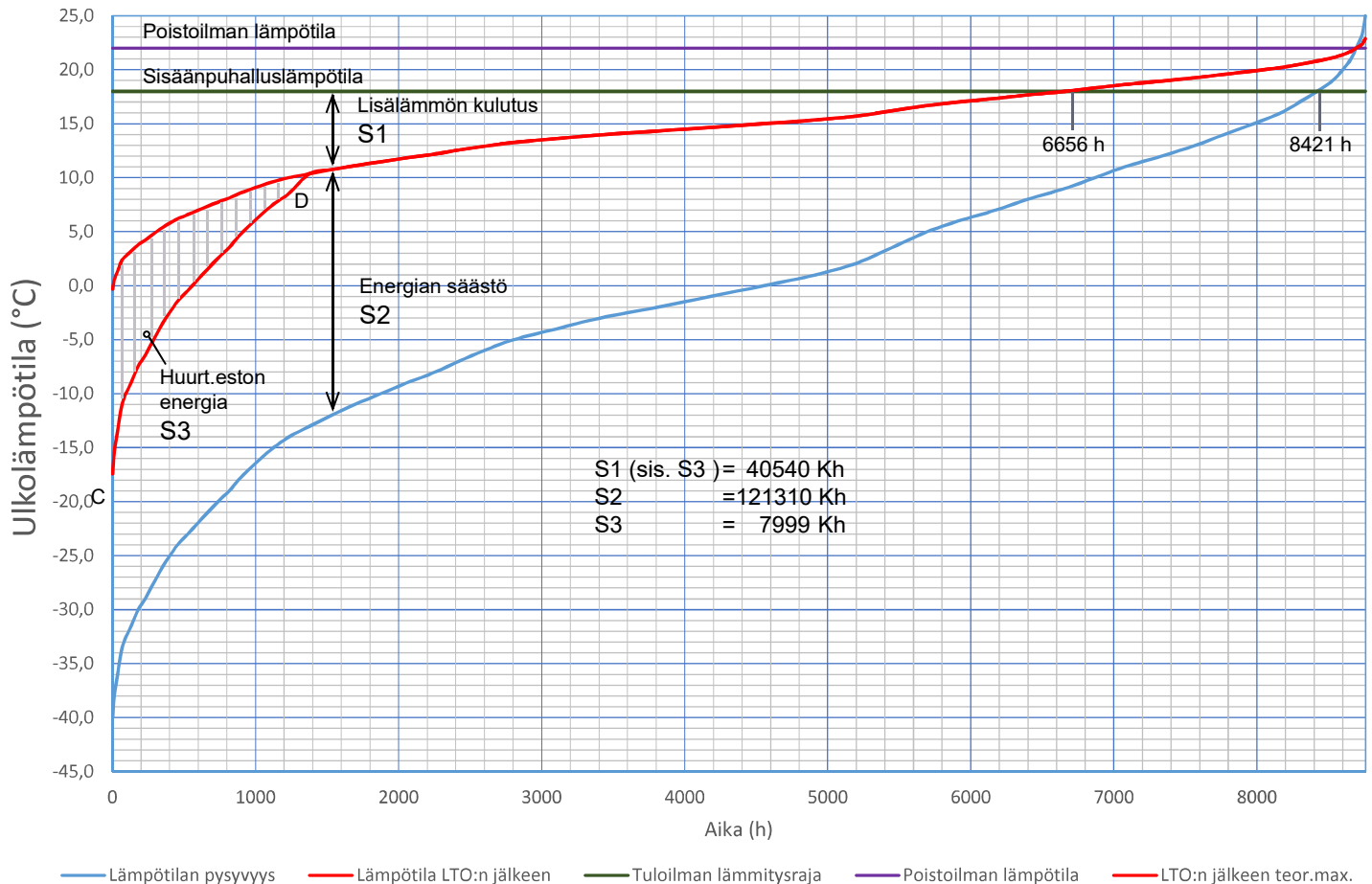
HUURTUMISENESTO JA VUOSIENERGIAT

Huurtumisraja (ulkolämpötila)	-13,0 °C
Käyntiaika tunteja viikossa keskim.	168 h
Käyntiaikakerroin	1,000
Huurteeneston käyttöaika	794 h
LTO:n käyttöaika	5989 h
Lämmityksen käyttöaika	8168 h
Lämmitysenergian säästö	188,1 MWh/a
Lisälämpöenergian kulutus	48,6 MWh/a
Huurteeneston energiankulutus	6,4 MWh/a
= 13,2 % lisälämm. ja 3,4 % energian säästöstä	

Viite **ESIMERKKI**
Kohde **XXX**

Päiväys **7.3.2018**
Käsittelijä **JT**

Lämpötilan pysyvyys IV vyöhykkeellä



ASTETUNNIT KOKO VUODELLE:

S1 (sis.S3:n) Lisälämmitysenergia	40540 Kh
S2 LTO-energia	121310 Kh
S3 Huurteeneston energia	7999 Kh
S = S1 + S2 = lv:n lämm.energia	161850 Kh
$\eta_a = S2/S*100 =$ vuosihyötysuhde	75,0 % tuloilmalle

LÄMMÖNTALTEENOTTOPATTEREIDEN TYYPIT:

TULO: Cu-Al-AI P40AC 12R-22T-1195A-2.0pa 5C 1"
POISTO: Cu-Al-AI P40AR 12R-22T-1195A-2.5pa 5C 1"

MITOITUSTIEDOT JA -TEHO

Tuloilman lämmitysraja	18 °C
Poistoilman lämpötila ja kosteus	22°C/30%RH
Direktiivin 2018 mukainen hyötysuhde	68 %
Tuloilmavirta	1,50 m ³ /s
Poistoilmavirta	1,50 m ³ /s
Ulkoilma -38°C:ssa LTO:n jälkeen	-15,5 °C
Mitoituksen limitus	3,0 °C
Ulkoilman lämpöt. ennen lämm.patteria	-18,5 °C
Sisäänpuhalluslämpötila	20,0 °C
Lisälämmitystehon tarve	69,2 kW

HUURTUMISENESTO JA VUOSIENERGIAT

Huurtumisraja (ulkolämpötila)	-13,0 °C
Käyntiaika tunteja viikossa keskim.	168 h
Käyntiaikakerroin	1,000
Huurteeneston käyttöaika	1380 h
LTO:n käyttöaika	6656 h
Lämmityksen käyttöaika	8421 h
Lämmitysenergian säästö	218,4 MWh/a
Lisälämpöenergian kulutus	73,0 MWh/a
Huurteeneston energiankulutus	14,4 MWh/a
= 19,7 % lisälämm. ja 6,6 % energian säästöstä	