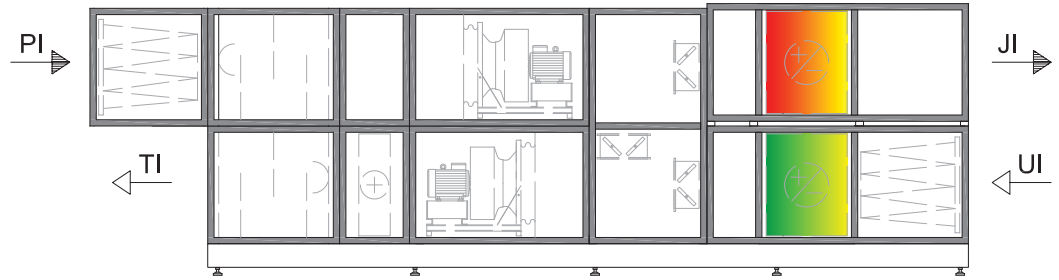




Varikkokuja 4
03100 Nummela
Puh. 09-22222 55
Fax 09-225522 5
info@mastervent.fi
www.mastervent.fi

MYynti:
Taniplan Oy
Kylätie 18 B 20
Puh. 09-4583120
info@taniplan.fi
www.taniplan.fi



Allashuoneen ilmanvaihtokoje nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä. Ilmavirta 0,7 - 11 m³/s - allaspinta-ala 50 - 800 m².

SWG kojeet allashuoneiden ilmanvaihtoon 0,4-8 m³/s

SWG on suunniteltu tehokkaasti ja hyvällä hyötysuhteella vaihtamaan ilmaa ja kuivaamaan uimahallien ja kylpylöiden allashuoneissa. Lämmönsiirtimenä käytetään nestekiertoisia lamelipattereita. Poistopatteri on korroosionkestävää rakennetta. Ulkoilmapatteri (vakio Cu/Al) ei ole kosketuksessa allashuoneen ilmaan. Tarvittavat kotelon osat ovat HFe-levyä tai epoksimaalilla käsiteltyjä.

SWG sisältää vakioitoimituksena seuraavat kojeosat:

Ilmanvaihtokojeen koteloidut osat: Mastervent Oy:n valmistaman suorakäyttöisen koteloidun iv-kojeen KS vakiotuotesarjasta täydennettynä tarvittavilta osin erikoismateriaaleilla ja pintakäsittelyllä. Kojekoja on 9 kpl.

Lämmöntalteenottopatterit:

- Poistoilmapatteri on Cu/Al-patteri, jonka lamellit on pinnoitettu epoksilla ja päätykaaret sekä tukit maalattu epoksi-maalilla.
- Ulkoilmapatteri on vakiorakenteinen Cu/Al-patteri.
- Korkea hyötysuhde: vuosihyötysuhde on 60-65% ja mitoittava hyötysuhde 70-80% ilmavirtojen lämpötilasta ja kosteudesta riippuen.
- Ei siirrä kosteutta ilmavirrasta toiseen.
- Huurtuminen rajoitetaan nostamalla lämmöntalteenottopumpun nestevirtaa sekä 3-tieventtiilillä, tarvittaessa.
- Nestekiertojärjestelmä on pitkäikäinen, toimintavarma ja kustannuksiltaan kohtuuhintainen ratkaisu allastilojen kuivausta ja ilmanvaihtoa varten.

Huom ! Suomessa ilmanvaihtoima riittää aina yksinään kuivaamaan allashuoneet ilman jäähdytyslaitteistoa.

ILMANVAIHTOKOJEEN OSAT

Kojetta valmistetaan vain ylläolevan kuvan mukaisena sovituksena ja sen peilikuvana.

SWG- kojeen osat

Tuloilmapuoli:

- Ulkoilmapelti
- Suodatiosa, ulkoilma G4..F8
- Lämmöntalteenottopatteri, tulo
- Sekoitusosa
- Tulopuhallin, suora käyttö
- Lämmityspatteri vesi, liuos tai sähkö
- Äänenvaimennin

Poistoilmapuoli:

- Poistoilmasuodatin F5 tai F6
- Äänenvaimennin
- Sekoitusosa
- Lämmöntalteenottopatteri, poisto
- Tarkastusosa
- Palkkialusta, korkeus 150 mm säätöjaloin

Putkivaruste

- LTO-pumppuryhmä säätö- ja sähkövarusteineen

Koje pyritään toimittamaan valmiiksi koottuna työmaalle. Myös palatoimitus on mahdollinen. Säätö, sähkö ja lämmityspumppuvarusteet ovat saatavissa optiona.



Ilmavirran mitoitus ja SWG- kojekoon valinta

Kojekoon valinta perustuu kuivaukseen tarvittavan ulkoilmavirran määrään. Tämä riippuu haihtuvan veden määrästä. Haihtumiseen vaikuttaa huoneilman lämpötila ja kosteus sekä allasveden lämpötila. Ulkoilman kosteuspitoisuutena käytetään arvoa 0,009 kg/kg k.i. Ilmanvaihto (kg/s) poistaa huoneilmasta kosteutta $x_h - 0,009$ kg/s missä x_h on huoneilman kosteussisältö kg/kg k.i. Ilman tilavuusvirtoja käsitellään standardikuutiometreinä sekunnissa (Sm^3/s) eli ilman tiheys on 1,2 kg/m³. Todellinen ilman tiheys on otettava huomioon esimerkiksi puhaltimen mitoituksessa.

Huoneolosuhteet määrittelee käytetty allasveden lämpötila ja huoneilman lämpötila, joilla on se yhteys, että mukavuuskriteerien täyttymiseksi veden ja ilman välinen lämpötilaero on oltava välillä 1-3°C. Seuraavalla sivulla olevassa valintataulukossa on annettu haihtumisarvo, haihtumisen jäähdyttävä teho sekä allaspinta-ala kolmella huoneilman lämpötilalla. Tämän sivun taulukoissa alue on laajempi ja myös porealtaiden arvot on annettu erillisessä taulukossa.

TAULUKKO 1: UIMA-ALTAASTA HAIHTUVAN VEDEDN MÄÄRÄ m_v (kg/h/m²)

Ilma °C	26			27			28			29			30			31			32			
RH(%)	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	
Vesi °C																						
26	0,341	0,306	0,272	0,319	0,283	0,247	0,297	0,259	0,221	0,274	0,233	0,193										
27				0,360	0,324	0,288	0,338	0,300	0,262	0,314	0,274	0,234	0,290	0,247	0,205							
28							0,380	0,342	0,304	0,357	0,317	0,277	0,333	0,290	0,248	0,307	0,262	0,217				
29										0,402	0,362	0,321	0,377	0,335	0,292	0,352	0,307	0,262	0,325	0,278	0,230	
30													0,424	0,382	0,339	0,399	0,354	0,309	0,372	0,324	0,277	
31																0,448	0,403	0,358	0,421	0,374	0,326	
32																			0,472	0,425	0,378	

TAULUKKO 2: POREALTAASTA (PUHALTIMELLA VARUSTETTU) HAIHTUVAN VEDEDN MÄÄRÄ (kg/h/m²)

Ilma °C	26			27			28			29			30			31			32			
RH(%)	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	
Vesi °C																						
32	1,579	1,519	1,458	1,540	1,477	1,413	1,500	1,433	1,365	1,458	1,387	1,316	1,415	1,339	1,264	1,369	1,289	1,209	1,321	1,236	1,152	
33	1,701	1,641	1,581	1,663	1,599	1,536	1,623	1,556	1,488	1,581	1,510	1,438	1,537	1,462	1,386	1,491	1,411	1,322	1,433	1,359	1,274	
34	1,830	1,770	1,710	1,792	1,728	1,664	1,751	1,684	1,617	1,709	1,638	1,567	1,665	1,590	1,515	1,619	1,539	1,460	1,571	1,487	1,403	
35	1,965	1,905	1,845	1,926	1,863	1,799	1,886	1,818	1,751	1,843	1,772	1,701	1,799	1,724	1,649	1,753	1,674	1,594	1,705	1,621	1,537	
36	2,105	2,046	1,986	2,067	2,003	1,940	2,023	1,959	1,892	1,984	1,913	1,842	1,939	1,864	1,789	1,893	1,814	1,735	1,845	1,761	1,677	
37	2,253	2,193	2,133	2,214	2,151	2,087	2,173	2,106	2,039	2,131	2,060	1,989	2,086	2,011	1,937	2,040	1,961	1,882	1,991	1,908	1,824	
38	2,407	2,347	2,287	2,368	2,305	2,241	2,327	2,260	2,193	2,284	2,214	2,143	2,240	2,165	2,090	2,193	2,114	2,035	2,145	2,061	1,987	

TAULUKKO 3: ILMAN VESISISÄLTÖERO Δx MITOITTAVAAN 0,009 kg/kg k.i. NÄHDEN

Ilma °C	26			27			28			29			30			31			32			
RH(%)	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	50	55	60	
x_h	0,0106	0,0117	0,0128	0,0113	0,0125	0,0136	0,0120	0,0133	0,0145	0,0127	0,0140	0,0153	0,0135	0,0149	0,0162	0,0143	0,0158	0,0172	0,0152	0,0168	0,0183	
Δx	0,0016	0,0027	0,0038	0,0023	0,0035	0,0046	0,0030	0,0043	0,0055	0,0037	0,0050	0,0063	0,0045	0,0059	0,0072	0,0053	0,0068	0,0082	0,0062	0,0078	0,0093	

Haihtumisen aiheuttama jäähdytysteho

Veden haihtuminen altaista aiheuttaa varsin suuren lisälämmitystarpeen. Haihtuminen jäähdyttää lähes kokonaan huoneilmaa, vain pieni osa viilentää altaiden vettä. Tämä tehontarve on lisättävä allashuoneen lämpöväivöihin ja kompensoitava kokonaan sisäänpuhallusilmaa lämmittämällä ja/tai muilla lämmönlähteillä. Haihtumisen jäähdytys Q_j lasketaan seuraavasti:

(1) $Q_j = r \cdot m_v$ [kW] missä r = veden höyrystymislämpö (kJ/kg) ja m_v altaasta haihtuvan veden määrä (kg/s)

Höyrystymislämpö r saadaan seuraavalla kaavalla:

(2) $r = 3158 - 2,4 \cdot T_s$ [kJ/kg] missä T_s = vesipinnan abs.lämpötila [K] (max. 1K alempi kuin veden lämpötila ~ veden lt.)

Haihdutuksen aiheuttama jäähdytysteho lasketaan kullekin eri lämpötilassa olevalle vesipinnalle erikseen ja tulokset lasketaan yhteen. Veden määrät m²-kohti sadaan taulukoista 1 ja 2.



Valintaesimerkki:

Koje valitaan määrittämällä ensin haihtuva vesivirta annetuissa olosuhteissa. Tähän perustuu kojeen ilmavirran suuruus sekä valittava kojekoko. Haihtuminen vaikuttaa allashuoneen lämmöntarpeeseen. Valinta ja mitoitus on esitetty vaiheissa 1-5 alla.

1. Haihtuvan vesivirran määrittäminen

TAULUKKO 4: Lähtötiedot			Haihtuminen	Yhteensä		Höyr.lämpö r	Q _v
			kg/hm ²	kg/h	kg/s	kJ/k	kW
Allastilan ilman lämpötila	°C	30					
Ilman suhteellinen kosteus	%	50					
Uima-altaan pinta-ala	m ²	320	0,290	92,80	0,02578	2438	60,53
Allasveden lämpötila	°C	27	(Taul.1)			(Kaava 1)	
Lastenaltaan pinta-ala	m ²	30	0,424	12,72	0,00353	2431	8,58
Allasveden lämpötila	°C	30	(Taul.1)			(Kaava 1)	
Poreallas D=3,0 m	m ²	7,1	2,24	15,90	0,00442	2412	10,66
Allasveden lämpötila	°C	38	(Taul.2)			(Kaava 1)	
Yhteensä				121,42			79,77

2. Tarvittavan ulkoilmavirran laskeminen

Altaista yhteensä haihtuva vesivirta on 121,42/3600 = 0,033728 kg/s
Mitoittava vesisisältöero (Taul.3) = 0,0045 kg/kg
Tarvittava ulkoilman massavirta 0,033728/0,0045 = 7,495 kg/s
Ulkoilman tilavuusvirta 7,495/1,2 = 6,26 Sm³/s

3. Kojekoon valinta

Koje valitaan seuraavan sivun taulukosta: ilmavirraltaan lähinnä surempi koko on SWG-8 (6,5 Sm³/s).

4. Haihtumisen aiheuttaman jäähtymisen huomioon ottaminen

Veden höyrystymisen aiheuttama lisälämmitystarve lasketaan kaikille eri lämpöisille vesipinnoille erikseen. Tulokset ovat taulukon 4 viimeisessä sarakkeessa Q_v. Vesipinnoilta haihtuva vesi sitoo huoneilmasta lämpöä mtoitustilanteessa 79,77 kW. Tämä merkitsee tilavuusvirralla 6,26 Sm³/s 10,6°C ylläpötilaa huoneilmaan nähden, jotta häviöt pystytään kompensoimaan. Sisäänpuhalluslämpötila on siis 30 + 10,6 = 40,6°C haihtumisen kompensoimiseksi. Jos huonetta halutaan lisäksi lämmittää ilmalla, sisäänpuhalluslämpötilaa pitää edelleen nostaa. Jos kojeella halutaan esimerkiksi kompensoida lämpöhäviötä 30 kW, tarvitaan 4,0°C korkeampi sisäänpuhalluslämpötila, eli 44,6°C.

5. Puhaltimien ilmavirrat, ilman massavirrat ja allashuoneen painesuhteet

SWG-kojeissa lämmityspatteri on sijoitettu puhaltimen jälkeen, jolloin puhallin imee mitoitustilanteessa n. 20°C ilmaa sekoitusosasta. Kanavaan puhalletaan edellisessä esimerkissä +44,6°C ilmaa, jolloin äänenvaimentimen ja kanaviston painehäviö kasvaa 20°C ilmaan nähden 317,6-293/293·100 = 8,4%. Jos puhaltimen pyörimisnopeutta ei muuteta, tuloilmavirta pienenee n. 4%. Allastilan ilmanvaihdossa tärkeintä on pitää allastila aina alipaineessa ympäröiviin tiloihin nähden. Tämä tapahtuu pitämällä ulkoa otettavan korvausilman ja ulos puhallettavan jäteliman massavirrat kaikissa olosuhteissa oikealla tasolla. Seuraavilla toimenpiteillä haluttu lopputulos voidaan varmistaa:

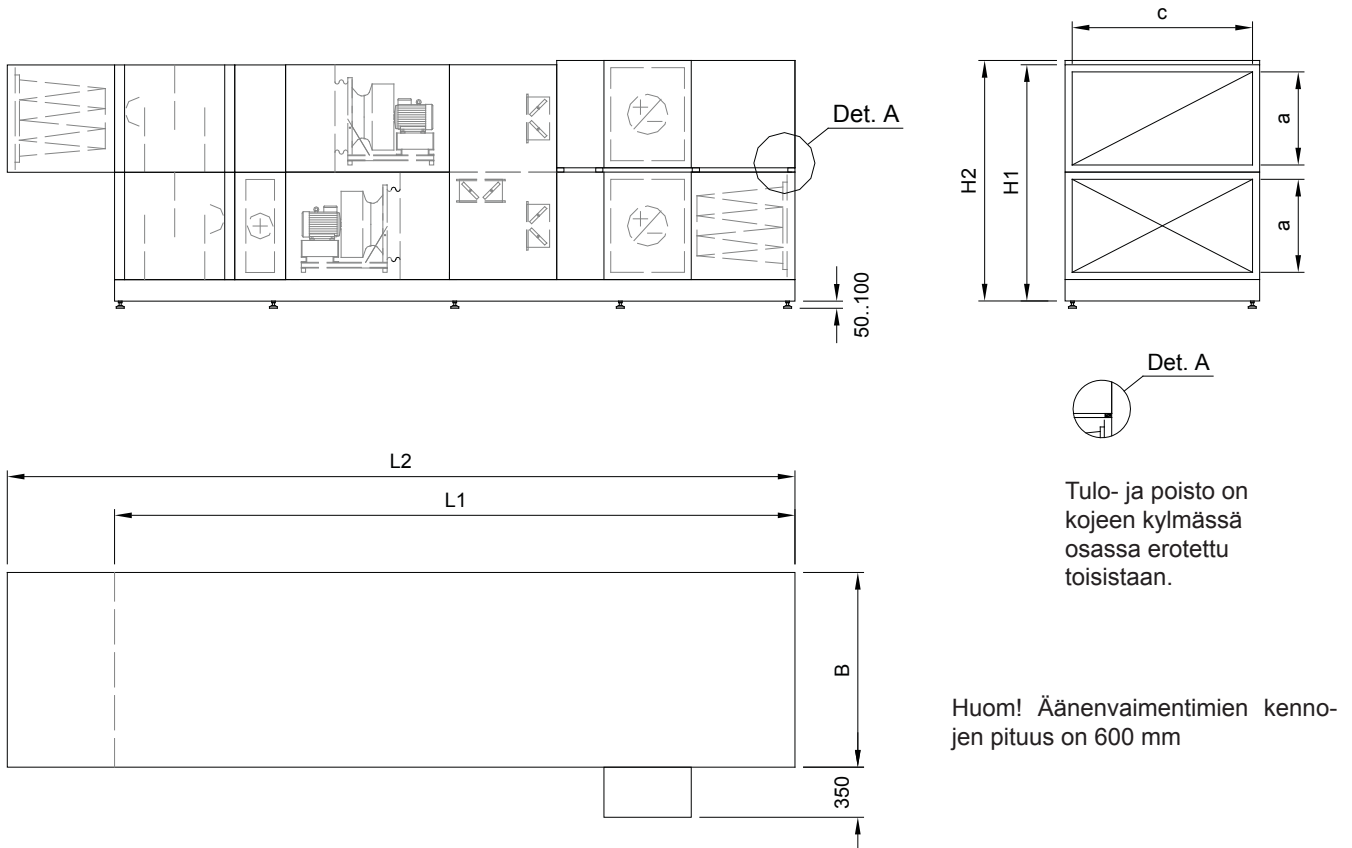
- Sekoitusosan ilmavirrat mitataan ja osa tasapainotetaan erillisen ohjeen mukaan ennen kojeen käyttöönottoa,
- Jos huoneilman kosteus pyrkii nousemaan (poistomittaus), palautusilmavirtaa kuristetaan ja jäteilmavirtaa sekä ulkoilmavirtaa lisätään sekoitusosan avulla.
- Poistoilmapuhaltimen massavirta pidetään vakiona ilmavirtamittauksen avulla (ilman tila vaihtelee vähän).
- Allastilan alipainetta mitataan kolmen paine-erolähettimen keskiarvolla.
- Tuloilmapuhaltimen pyörimisnopeutta muutetaan siten, että allastilan alipaine pysyy asetellussa arvossa.

KOJEVALINTAAN ON SAATAVISSA EXCEL-TAULUKKO-OHJELMA JOKA KÄYTTÄÄ SIVUN 2 HAIHTUMISTAULUKOITA.



SWG-1-2 - SWG-14-2 kaksikerroksiset kojeet

Kaksikerroksisessa allashuoneen iv-kojeessa tulo- ja poistokojeet ovat päällekkäin. Kuvan sovituksessa poistokoje on ylhäällä. Poistokoje voidaan sijoittaa myös tarvittaessa tulokojeen alle. Kojeen huoltosivu on valittavissa, ja se voidaan aina huoltaa jommalta kummalta puolelta. Koje toimitetaan yhtenä kokonaisuutena tai haluttaessa kolmena peräkkäisenä palana. Laite valitaan kuivaustarpeen mukaan siten, että taulukon ilmavirtaa (* vastaa 2 m/s virtausnopeutta) ei ylitetä. Kojeosien mitoitus suoritetaan tämän jälkeen todellisen ilmavirran ja lämpötilojen mukaan

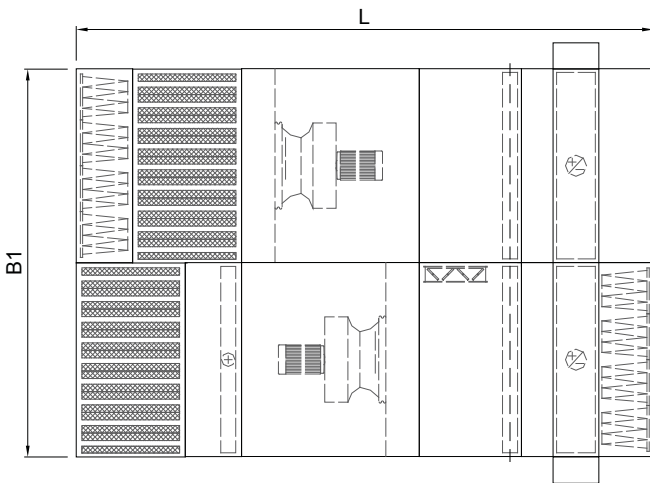
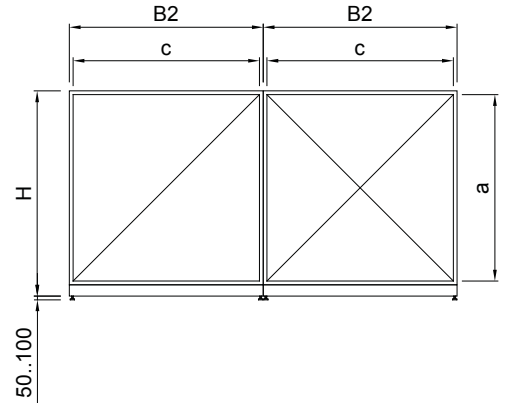
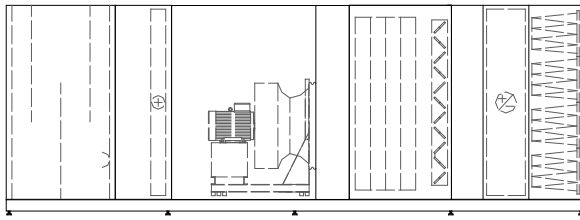


Kojekoko	$q_{i\max}^*$ (Sm^3/s)	Mitat (mm)							Massa (kg)
		L1	L2	B	H1	H2	c	a	
SWG-1-2	0,70	4665	5060	750	1650	1680	650	650	800
SWG-1.5-2	1,07	4755	5150	1055	1650	1680	955	650	1000
SWG-2s-2	1,43	4755	5150	1360	1650	1680	1260	650	1170
SWG-2.5-2	1,80	4755	5150	1665	1650	1680	1565	650	1340
SWG-3-2	2,15	5275	5670	1360	2260	2290	1260	955	1680
SWG-3.5-2	2,7	5365	5760	1665	2260	2290	1565	955	1890
SWG-4.5-2	3,24	5365	5760	1970	2260	2290	1870	955	2240
SWG-6-2	4,32	5670	6065	1970	2870	2900	1870	1260	2600
SWG-8-2	5,78	5670	6065	2580	2870	2900	2480	1260	3270
SWG-9s-2	6,52	5670	6065	2890	2870	2900	2790	1260	3580
SWG-10-2	7,23	5975	6370	2580	3480	3510	2480	1565	3910
SWG-12.5-2	9,08	6280	6675	3200	3480	3510	3100	1565	4520
SWG-14-2	10,00	6280	6675	3510	3480	3510	3410	1565	4810



SWG-9-1 .. SWG-24-1 yksikerroksiset kojeet

Yksikerroksisessa allashuoneen iv-kojeessa tulo- ja poistokojeet ovat rinnakkain. Tämä sovitus valitaan, jos kaksikerroksista kojetta ei korkeuden vuoksi voida sijoittaa konehuoneeseen, tai tarvittava ilmavirta ei ole saavutettavissa kaksikerroksisella kojeella. Kojeen kätsisyys voidaan valita vapaasti. Huolto tapahtuu aina kojeen molemmilta puolilta. Tulo- ja pistokojeet toimitetaan mahdollisuuksien mukaan koottuina tai kolmena peräkkäisenä palana. Laite valitaan kuivaustarpeen mukaan siten, että taulukon ilmavirtaa (* vastaa 2 m/s virtausnopeutta) ei ylitetä. Kojeosien mitoitus suoritetaan tämän jälkeen todellisen ilmavirran ja lämpötilojen mukaan



Huom! Äänenvaimentimien kennojen pituus on 1200 mm

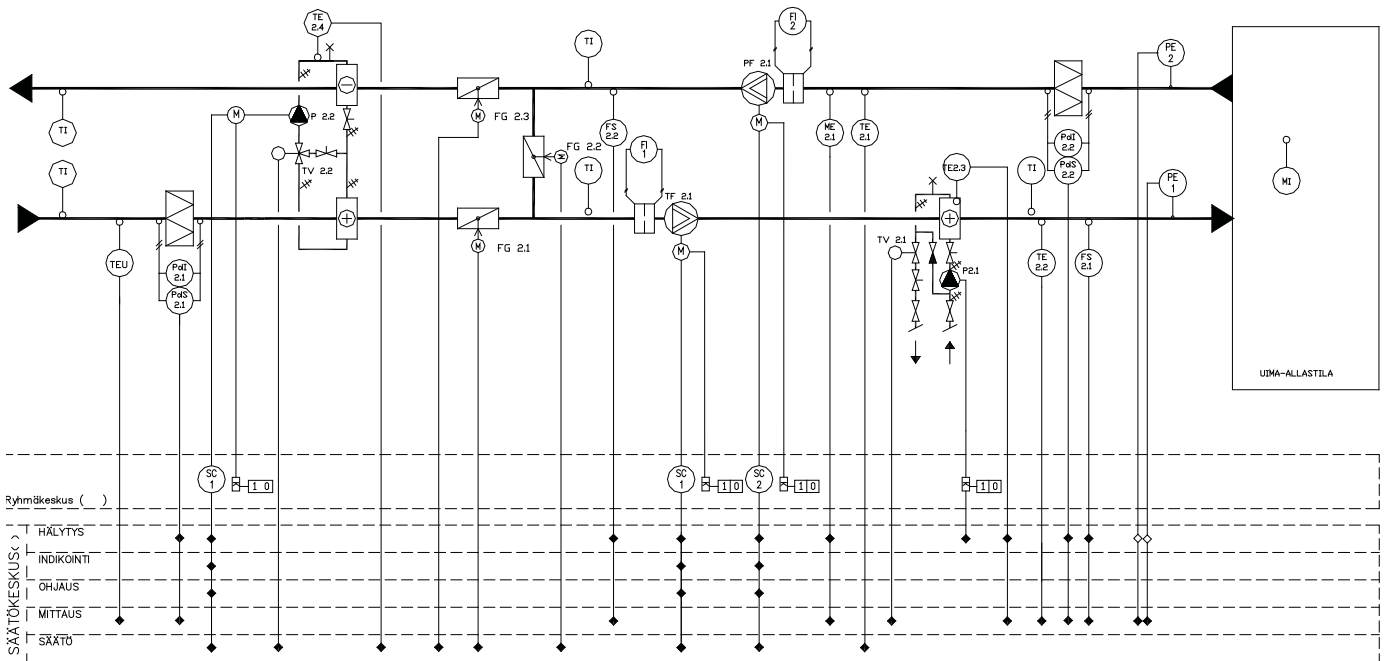
Kojekoko	q_{imax}^* (Sm ³ /s)	Mitat (mm)						Massa (kg)		
		L	B1	B2	H	c	a	Tulo	Poisto	Yhteensä
SWG-9-1	6,48	7375	3940	1970	2120	1870	1870	2610	2610	5220
SWG-10.5-1	7,58	7680	4550	2275	2120	2175	1870	2870	2850	5720
SWG-12-1	8,68	7680	5160	2580	2120	2480	1870	3270	3220	6490
SWG-13.5-1	9,77	7680	5780	2890	2120	2790	1870	3660	3620	7280
SWG-15-1	10,89	7680	6400	3200	2120	3100	1870	3930	3870	7800
SWG-16-1	11,57	7680	5160	2580	2730	2480	2480	4010	3950	7960
SWG-20-1	14,52	8380	6400	3200	2730	3100	2480	4890	4820	9710

Pumppu- ja sekoitusryhmä sähkövarusteinen

Pumppuryhmä (selostus sivulla ..) asennetaan sopvaan paikkaan 1- tai 2-kerroksisenkojeen lähelle, ja putkitetaan työmaalla (ei sisälly kojeitoimitukseen) pattereihin.



SWG-kojeen prosessikaavio



KÄYNNISTYS

Säätöjärjestelmän aikaohjelma ohjaa kojeen toimintaa. Koje käy jatkuvasti pienemmällä tai suuremmalla pyörimisnopeudella. Päiväkäytössä puhaltimet käyvät suuremmalla pyörimisnopeudella. Hallin ollessa suljettuna ja kosteuden ME.2.1 ollessa asetelluun alapuolella, puhaltimet käyvät pienellä pyörimisnopeudella. Kosteuden noustessa puhaltimet kytketään tarpeen mukaan suuremmalle pyörimisnopeudelle.

TOIMINTA NORMAALIKÄYTTÖSSÄ

Kojeen käyntiä ohjataan säätöjärjestelmän aikaohjelmalla. Puhaltimet ovat 2-nopeuksisia taajuusmuuttajaohjattuja kammiopuhaltimia. Hallin ilman suhteellinen kosteus pidetään asetellussa arvossa säätämällä sekoituspeltejä poistoilman kosteusmittauksen perusteella kosteusanturin ME2.1 avulla.

Kosteuden noustessa peltejä FG2.1 ja FG2.3 avataan ja pelteä FG2.2 suljetaan siten, että huoneilman kosteus pysyy asetellussa arvossa.

Peltien asennolle asetellaan päiväkäytössä minimi ulkoilmaosuus. Yökäytössä pellit voivat tarvittaessa mennä kokonaan kiertöilma-asentoon. Koje käyttää kaiken aikaa niin vähän ulkoilmaa kuin mahdollista.

Säätöjärjestelmä pitää huonelämpötilan asetelluun arvossa säätämällä sarjassa LTO-kiertopiiriin venttiiliä TV2.1 ja lämmityspatterin venttiiliä TV2.2 kanava-anturin TE2.1 mittaustuloksen perusteella siten, että huonelämpötila pysyy asetellussa arvossa.

Sisäänpuhallusilman lämpötilalle asetellaan minimi- ja maksimirajat (min. 20°C, max. 45°C) TE2.2:ssa.

Paluuveden lämpötilan TE2.3 lähestyessä jäätymissuojan asetelluun arvoa nostetaan menoveden lämpötilan asetelluun arvoa suhteellisesti. Jos lämpötila edelleen alenee, lisätään kiertöilman määrää.

VARO- JA SUOJATOIMINNOT

Poistoilmapetterin huurtumisen rajoittaminen

Jos lämpötila TE2.4 pyrkii alittamaan asetelluun arvoa (n. -5°C), suurennetaan aluksi nestevirtaa. Kun maksiminestevirta on saavutettu, lämmöntalteenottoopiiriin säätöventtiiliä TV2.1 ohjataan siten, että poistopatterille menevän nesteen lämpötila ei alita asetelluun arvoa.

Muut varotoimet

Jos patterin paluuvien lämpötila TE2.3:ssa laskee alle asetellun jäätymissuojarajan, koje pysähtyy ja tapahtuu hälytys. Pellit FG2.1 ja FG2.3 sulkeutuvat ja pelteä FG2.2 avautuu.

Tuloilmahuone ei saa käydä, ellei kiertovesipumppu P2.1 käy.

Jos paine-ero ylittää suodatinvahdin PdS2.1 tai PdS2.2 paine-erorajan, tapahtuu hälytys.

Kiertovesipumput P2.1 ja P2.2 käyvät jatkuvasti. Jos pumppu P2.1 pysähtyy pysähtyvät myös puhaltimet.

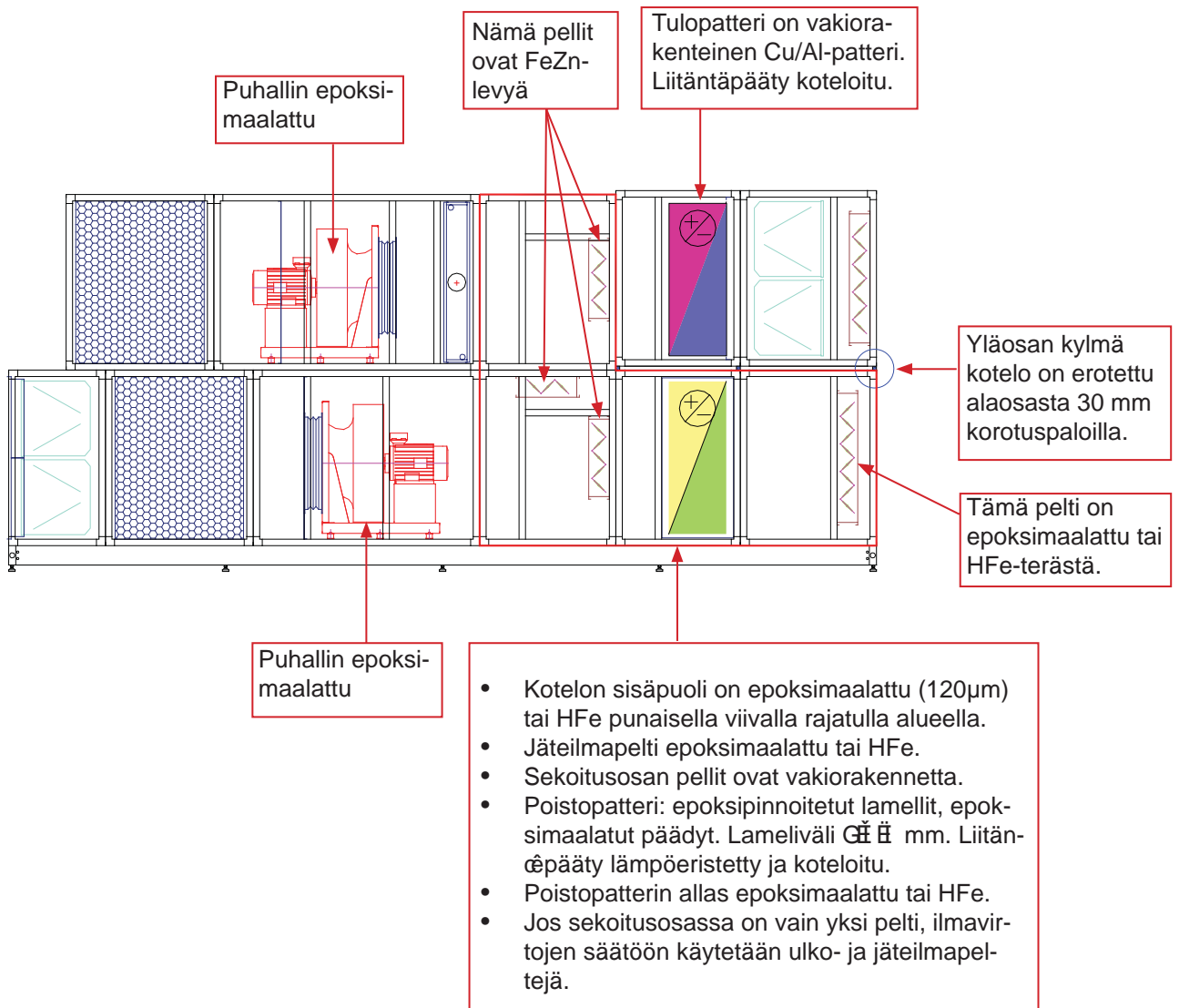
Virtausvahdit FS2.1 ja FS2.2 hälyttävät, jos ilmavirta alittaa asetellun minimirajan.

LISÄVARUSTET

Kojeeseen voidaan lisätä jäähdytyskuivaus sekä lämpöpumpputoiminto. Näitä ei Suomen ilmasto-olosuhteissa tarvita allashuoneen kuivauksen takia, vaan ulkoilman käyttö riittää. Mikäli tämän tyyppisiä lisälaitteita halutaan, niitä toimitetaan erikoistilauksesta. Ottakaa yhteys tehtaaseemme.

UIMAHALLIEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN MATERIAALIT JA RAKENTAMISTAPA ON SELVITETTY DOKUMENTISSA "UIMAHALLIN ILMANVAIHDON PERIAATTEET".

Allaolevassa piirroksessa on merkitty käytetyt erikoismateriaalit ja rakenteet kojeessa. Kuvan esimerkkipojeessa poisto on kojeen alaosassa, mutta poisto voi olla myös ylhäällä.

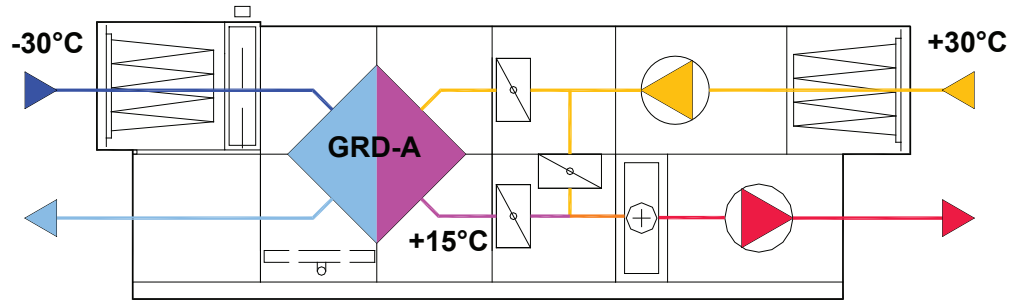


Muuta:Kotelo FeZn-levyä
Sulkupellit FeZn-levyä, luokka 4 lämpöeristetyt säleet
Palkkialusta FeZn-levyä
Äv-kennot Cleantec/FeZn-levy, irroitettavat



Varikkokuja 4
03100 Nummela
Puh. 09-22222 55
Fax 09-225522 5
info@mastervent.fi
www.mastervent.fi

MYYNТИ:
Taniplan Oy
Kylätie 18 B 20
Puh. 09-4583120
info@taniplan.fi
www.taniplan.fi



Täysin korroosionkestävällä lasiputkilämmönsiirtimellä varustettu allashuoneen ilmanvaihtokoje 0,4 - 8 m³/s ja allaspinta-alalle 30 - 600 m²

SWGRD kojeet allashuoneiden ilmanvaihtoon 0,4-8 m³/s

SWGRD on suunniteltu tehokkaasti ja hyvällä hyötysuhteella vaihtamaan ilmaa ja kuivaamaan uimahallien ja kylpylöiden allashuoneissa. Lämmönsiirtimenä käytetään lasiputkilämmönsiirintä, joka on näissä olosuhteissa täysin korroosionkestävä. Siirtimen käyttöikä on kymmeniä vuosia.

SWGRD sisältää vakioitoimituksena seuraavat kojeosat ja laitteet:

Ilmanvaihtokojeen koteloidut osat: Mastervent Oy:n valmistaman suoraikäyttöisen koteloidun iv-kojeen KS vakiotuotesarjasta täydennettynä tarvittavilta osin erikoismateriaaleilla ja pintakäsittelyllä. Kojekoja on 9 kpl.

Lasiputkilämmönsiirrin: Siirtimen valmistaa Air Fröhlich Engineering (Sveitsi). Siirtimen erikoisominaisuuksia ovat mm:

1. Korroosionkestävyys ja pitkä käyttöikä: lämmönsiirtomateriaali on borosilikaattilasiasia ja haponkestävää terästä.
2. Korkea hyötysuhde: vuosihyötysuhde on 65-70% ja mitoittava hyötysuhde 70-80% ilmavirtojen lämpötilasta ja kosteudesta riippuen.
3. Ei siirrä kosteutta ilmavirrasta toiseen.
4. Ei tarvitse milloinkaan puhdistaa.
5. Ei liikkuvia osia, ei korjaustarvetta
6. Huurtuminen rajoitetaan lohkosulatuksella luotettavasti. Huurtuminen tutkittiin Suomeen olosuhteissa TKK:n kylmälaboratoriossa vuonna 1978.
7. Pitkäaikaiset kokemukset, tuhansia siirtimiä on asennettu allashuoneisiin. Kts. referenssit Suomessa esitteen lopussa.

ILMANVAIHTOKOJEEN OSAT

Kojetta valmistetaan vain ylläolevan kuvan mukaisena sovitukseen. Siirtimen huurumisen rajoitus edellyttää tiettyjä ilmavirran ja ilmastusta lauhduttavan kondenssiveden suuntia.

SWGRD- kojeen osat

Tuloilmapuoli:

1. Suodatiossa, ulkoilma G4..F8
1. Lohkopelti/sulkupeltiossa, tiiviysluokka 4
2. Lasiputkisiirrinosa, ilma kulkee putkien sisäpuolella
3. Sekoitusosa
4. Lämmityspatteri vesi, liuos tai sähkö
5. Tulopuhallinosa, suora käyttö

Poistoilmapuoli:

6. Poistoilmasuodatin F7
7. Sekoitusosa
8. Lasiputkisiirrinosa, ilma kulkee putkien ulkopuolella. Kondenssiallas
9. Tarkastusosa
10. Palkkialusta, korkeus 150 mm säätöjaloin

Koje pyritään toimittamaan valmiiksi koottuna työmaalle. Myös palatoimitus on mahdollinen. Säätö, sähkö ja putkivarusteet ovat saatavissa optiona.



SWGRD kojekoon valinta

Kojekoon valinta perustuu kuivaukseen tarvittavan ulkoilmavirran määrään. Tämä riippuu haihtuvan veden määrästä. Haihtumiseen vaikuttaa huoneilman lämpötila ja kosteus, veden lämpötila ja mitoittava henkilömäärä. Ulkoilman kosteuspitoisuutena käytetään arvoa 0,009 kg/kg k.i. Taulukossa 1 on annettu kojeen suurin ilmavirta, altaan pinta-ala, haihtunut vesimäärä sekä haihtumisen jäähdytysteho. Samassa tilassa olevista porealtaista haihtuva vesi (Taulukko 2) on lisättävä altaasta haihtuvan veden määrään. Huom! Haihtuminen jäähdyttää huoneilmaa. Otettava huomioon lämmöntarvetta laskettaessa.

TAULUKKO 1: KOJEKON VALINTA			I			II			III		
Kojekoko	q _{imax} (m ³ /s)	Veden haihtuminen, allas-	Ilma 30°C vesi 28°C			Ilma 29°C vesi 27°C			Ilma 28°C vesi 26°C		
		pinta-ala ja haihd.teho	RH50%	RH55%	RH60%	RH50%	RH55%	RH60%	RH50%	RH55%	RH60%
05B	0,57	Haihtuminen (kg/h)	11,1	14,5	17,7	9,1	12,3	12,9	7,4	10,6	13,5
		Allaspinta-ala (m ²)	43,6	65,4	92,4	38,1	58,6	71,8	32,7	54,0	80,6
		Haihd.jääh.teho (kW)	7,5	9,8	12,0	6,2	8,3	8,8	5,0	7,2	9,2
10B	1,03	Haihtuminen (kg/h)	20,0	26,3	32,0	16,5	22,3	23,4	13,3	19,1	24,5
		Allaspinta-ala (m ²)	79	118	167	69	106	130	59	98	146
		Haihd.jääh.teho (kW)	13,6	17,7	21,7	11,2	15,0	15,8	9,0	13,0	16,6
15B	1,55	Haihtuminen (kg/h)	30	40	48	25	33	35	20	29	37
		Allaspinta-ala (m ²)	119	178	251	104	159	195	89	147	219
		Haihd.jääh.teho (kW)	20	27	33	17	23	24	14	20	25
20B	2,22	Haihtuminen (kg/h)	43	57	69	35	48	50	29	41	53
		Allaspinta-ala (m ²)	170	255	360	148	228	280	127	210	314
		Haihd.jääh.teho (kW)	29	38	47	24	32	34	19	28	36
25B	2,72	Haihtuminen (kg/h)	53	69	85	43	59	62	35	51	65
		Allaspinta-ala (m ²)	208	312	441	182	280	343	156	258	385
		Haihd.jääh.teho (kW)	36	47	57	29	40	42	24	34	44
35B	3,59	Haihtuminen (kg/h)	70	92	112	57	78	81	47	67	85
		Allaspinta-ala (m ²)	275	412	582	240	369	452	206	340	508
		Haihd.jääh.teho (kW)	47	62	76	39	52	55	31	45	58
45B	4,53	Haihtuminen (kg/h)	88	115	141	72	98	103	59	84	108
		Allaspinta-ala (m ²)	347	520	734	303	466	571	260	429	641
		Haihd.jääh.teho (kW)	60	78	95	49	66	70	40	57	73
50B	5,45	Haihtuminen (kg/h)	106	139	170	87	118	124	71	101	130
		Allaspinta-ala (m ²)	417	626	883	365	561	686	313	517	771
		Haihd.jääh.teho (kW)	72	94	115	59	80	84	48	69	88
60B	7,22	Haihtuminen (kg/h)	140	184	225	115	156	164	94	134	172
		Allaspinta-ala (m ²)	552	829	1170	483	743	909	414	684	1021
		Haihd.jääh.teho (kW)	95	124	152	78	105	111	63	91	116

TAULUKKO 2: POREALTAASTA HAIHTUVA VESIMÄÄRÄ, JÄÄHDYTTÄVÄ TEHO JA KUIVAUSILMAVIRTA *) VESIPINNAN m ² KOHTI										
		Ilma 30°C vesi 36°C			Ilma 29°C vesi 36°C			Ilma 28°C vesi 36°C		
Haihtuminen	(kg/hm ²)	0,718	0,680	0,646	0,736	0,702	0,667	0,752	0,718	0,686
Haihd.jääh.teho	(kW/m ²)	0,482	0,456	0,434	0,494	0,471	0,448	0,504	0,482	0,460
Lisäilmavirta	(m ³ /s)	0,037	0,027	0,021	0,046	0,033	0,025	0,058	0,039	0,029
*) Jos porealtaassa on puhallin, taulukon arvot										

Esimerkki 1: Huoneolosuhteet I, RH 50%, allaspinta-ala 320 m². Valitaan kojekoko 45B.

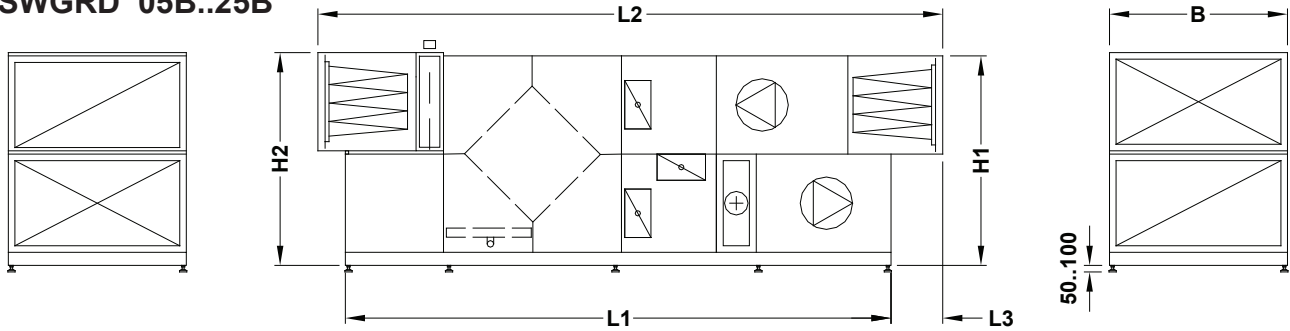
Lasketaan tarvittava ilmavirta kertomalla kojeen suurin ilmavirta q_{imax} altaan todellisen vesipinta-alan ja taulukosta saatavan suurimman altaan pinta-alan suhteella. Ilmavirta q_{iv} = 320/347*4,53 = 4,18 m³/s. Samoin määritetään haihtumisen jäähdytysteho: P_j = 320/347*60 = 55,3 kW. Teho on merkittävä suuruusluokkaa, otettava huomioon.

Esimerkki 2: Sama kuin edellä, mutta huoneessa on lisäksi kaksi puhalltimella varustettua poreallasta D=3 m, A=2x3,14x3²/4 = 14,1 m². Taulukosta 2 saadaan poreallaiden lisäilmavirraksi 14,1x2x0,037 = 1,04 m³/s. -> ilmavirran tarve on 4,18+1,04 m³/s = 5,22 m³/s, jolloin kojekooksi valitaan kojekoko SWGRS 50B.



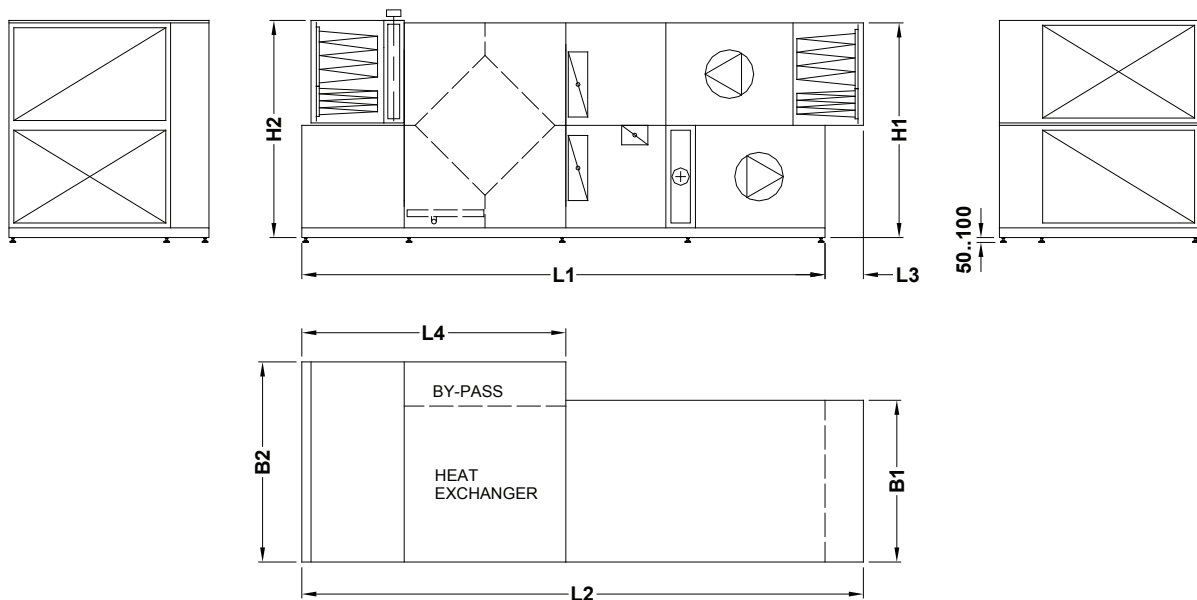
Päämitat ja painot

SWGRD 05B..25B



Kojekoko	Lämmönsiirrin	Mitat (mm)						Pai- no (kg)
		L1	L2	L3	B	H1	H2	
SWGRD 05B	GRD-A-042-057	3915	4215	90	750	1230	1255	590
SWGRD 10B	GRD-A-057-069	4170	4520	90	1055	1650	1675	980
SWGRD 15B	GRD-A-057-099	4170	4825	395	1360	1650	1675	1150
SWGRD 20B	GRD-A-078-102	5085	5130	90	1360	2260	2285	1850
SWGRD 25B	GRD-A-078-121	5785	5390	395	1665	2260	2285	2150

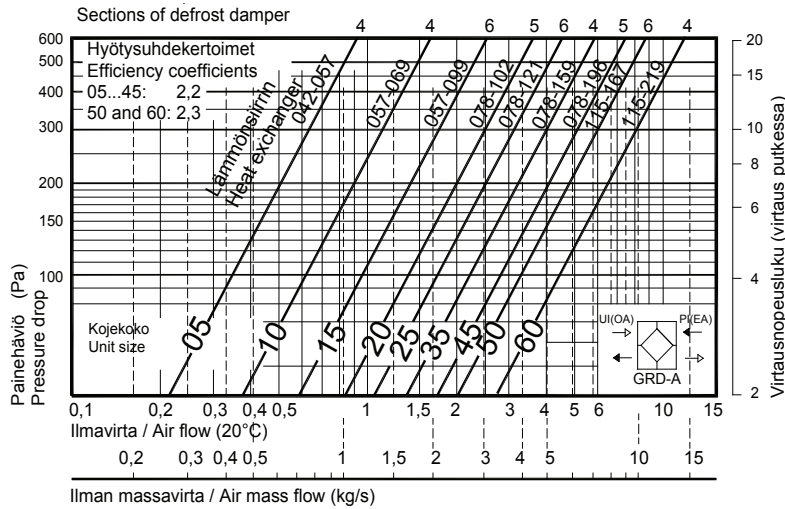
SWGRD 35B..60B



Kojekoko	Lämmönsiirrin	Mitat (mm)								G (kg)
		L1	L2	L3	L4	B1	B2	H1	H2	
SWGRD 35B	GRD-A-078-159	5390	5785	395	2720	1665	2060	2260	2285	2350
SWGRD 45B	GRD-A-078-196	5695	6090	395	3025	1970	2580	2260	2285	2750
SWGRD 50B	GRD-A-115-167	6700	7095	395	3635	1970	2060	2870	2895	3450
SWGRD 60B	GRD-A-115-219	6700	7095	395	3635	2580	2670	2870	2895	4200



Lämmönsiirtimen suoritusarvot



Ilman painehäviöt

Kylmän ilmavirran alin lämpötila (Huurtumisraja)
Minimum permissible temperature of cold air at inlet (Frost limit)

-25 -20 -15 -10 -5 0°C

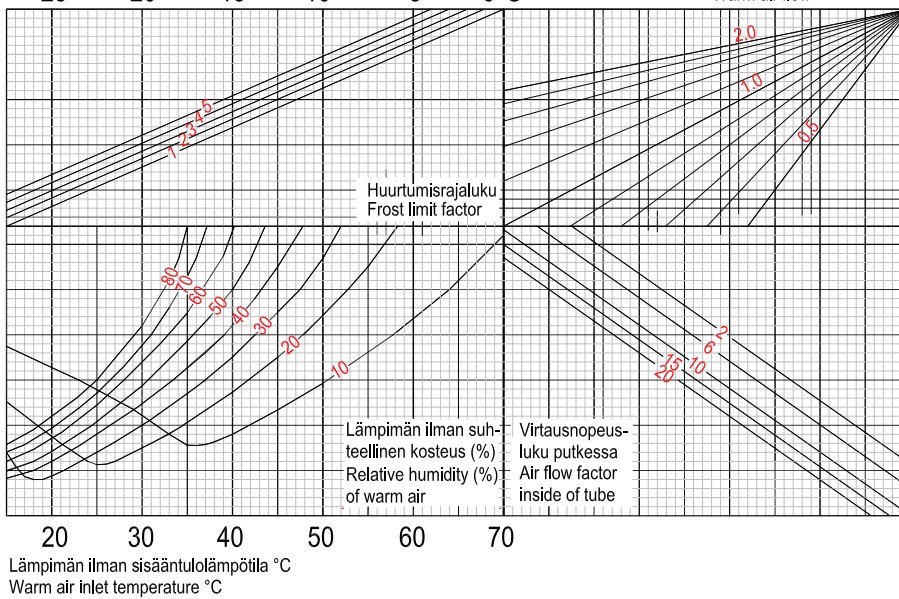
Ilmavirtasuhte
Ratio of mass flows

Kylmä virta
Lämmin virta
Cold air flow
Warm air flow

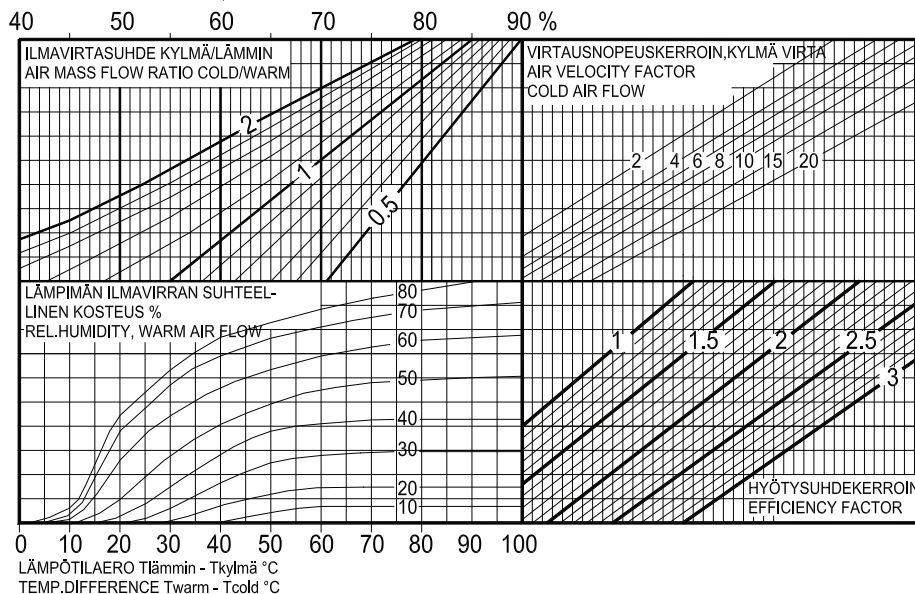
Huurtumisraja

Huurtumisrajaluku:

05B...15B	3,0
Muut koot	2,0



LÄMPÖTILAHYÖTYSUHDE, KYLMÄLLE ILMAVIRRALLE
TEMPERATURE EFFICIENCY, COLD AIR FLOW



Hyötysuhde

Hyötysuhdekerroin:

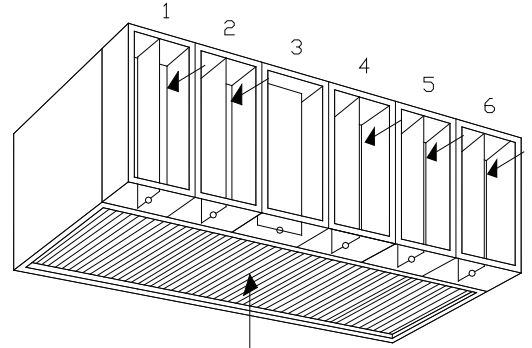
05B...45B	2,2
Muut koot	2,3

Huurtumisen rajoittaminen lohkosulatuksella

Lohkosulatusjärjestelmän toimintaperiaate

Lohkosulatuksessa lämmönsiirrin on tulopuolelta jaettu tiiviillä sulkupelleillä siirrinmoduleiden kokoiisiin osastoihin siten, että sulkemalla ulkoilman virtaus putkien sisällä vuoron perään 10-15 min ajaksi, lämmin poistoilma sulattaa syntyneen huurteen ja jään. Mitä useampia lohkoja käytetään, sitä vähemmän sulatus pienentää lämmönsiirrimen mitoitus-hyötysuhdetta: kun yhtä lohkoa sulatetaan kerrallaan, muut siirtävät lämpöä normaalisti. Sulatus aloitetaan, kun ulkoilman lämpötila alittaa siirtimen huurtumisrajalämpötilan.

Putkisiirtimellä lohkon jäätymis aika on monia kertoja pidempi kuin lohkon sulamis aika. Levylämmönsiirrintä ei voi käyttää uimahallin märkien tilojen talteenottolaitteena ilman esilämmitystä, koska sen jäätyminen on liian nopeaa.



Lohkopellin lisävarusteet

Lohkopelti ohitusosineen voidaan tehtaalla varustaa ohjauskeskuksella sekä jänniteohjatuilla peltimoottoreilla, jotka toimivat yhtenä säätöportana. Moottorit käyttävät peltejä auki-kiinni kun huurteenesto toimii. Jos pelti on toimintaan nähden väärässä asennossa, ohjauskeskus lähettää hälytyksen rakennusvalvontaan.

Sulatuksen vaikutus ilmavirtoihin

Uimahalleissa lasiputkisiirtimien ohituspeltiä ei avata sulatuksen aikana. Ohituksen avaaminen aiheuttaisi veden tiivistymistä sekoituskammiossa. Koska allastilassa tarvittava ulkoilman määrä on sulatuslämpötilan alituttua laskenut 40-50%:iin mitoitustilannetta kuivempaa), allashuoneen painesuhteen muutos on sulatuksen aikana vähäinen ja sekin tapahtuu oikeaan suuntaan: alipaineisuus lisääntyy hieman. Nelilohkoisella lämmönsiirtimellä painesuhteen muutos on 2-3%.

Lämpöenergian säästö ja kulutus

Lämpöenergian säästön kerroin K_s ilmastovyöhykkeillä I -IV					
Ilma (°C)	RH (%)	I	II	III	IV
28	50	39,9	40,7	42,1	44,3
	55	49,7	51,2	53,1	56,5
	60	57,4	59,5	62,0	66,5
29	50	47,2	48,3	50,0	52,7
	55	56,3	58,0	60,1	64,0
	60	61,8	66,3	69,1	74
30	50	54,7	56,1	58,1	61,3
	55	63,6	65,6	68,0	72,4
	60	70,9	73,4	76,5	81,8

Lämpöenergian kulutuksen kerroin K_k ilmastovyöhykkeillä I -IV					
Ilma (°C)	RH (%)	I	II	III	IV
28	50	25,5	25,1	24,6	23,9
	55	29,1	28,8	28,5	28,1
	60	30,7	30,4	30,1	29,9
29	50	29,4	29,0	28,6	27,9
	55	32,2	31,9	31,7	31,2
	60	35,8	33,4	33	32,8
30	50	33,4	33,1	32,7	32
	55	35,6	35,5	35,2	34,8
	60	36,4	36,3	35,8	35,7

Lämpöenergian säästö ja kulutus saadaan ylläolevien taulukoiden kertoimilla ja sivun 2 ilmavirralla kertolaskulla. $[K_s] = [K_k] = \text{MWh/am}^3/\text{s}$. Lasketut kertimet perustuvat laitoksen päiväkäyttöaikaan 14h/d. Veden lämpötila on 2°C ilman lämpötilaa alempi.

Sivu 2 esimerkki 2: Ilmavirta on 5,22 m³/s. Ilman lämpötila 30°C, veden lämpötila 28°C.

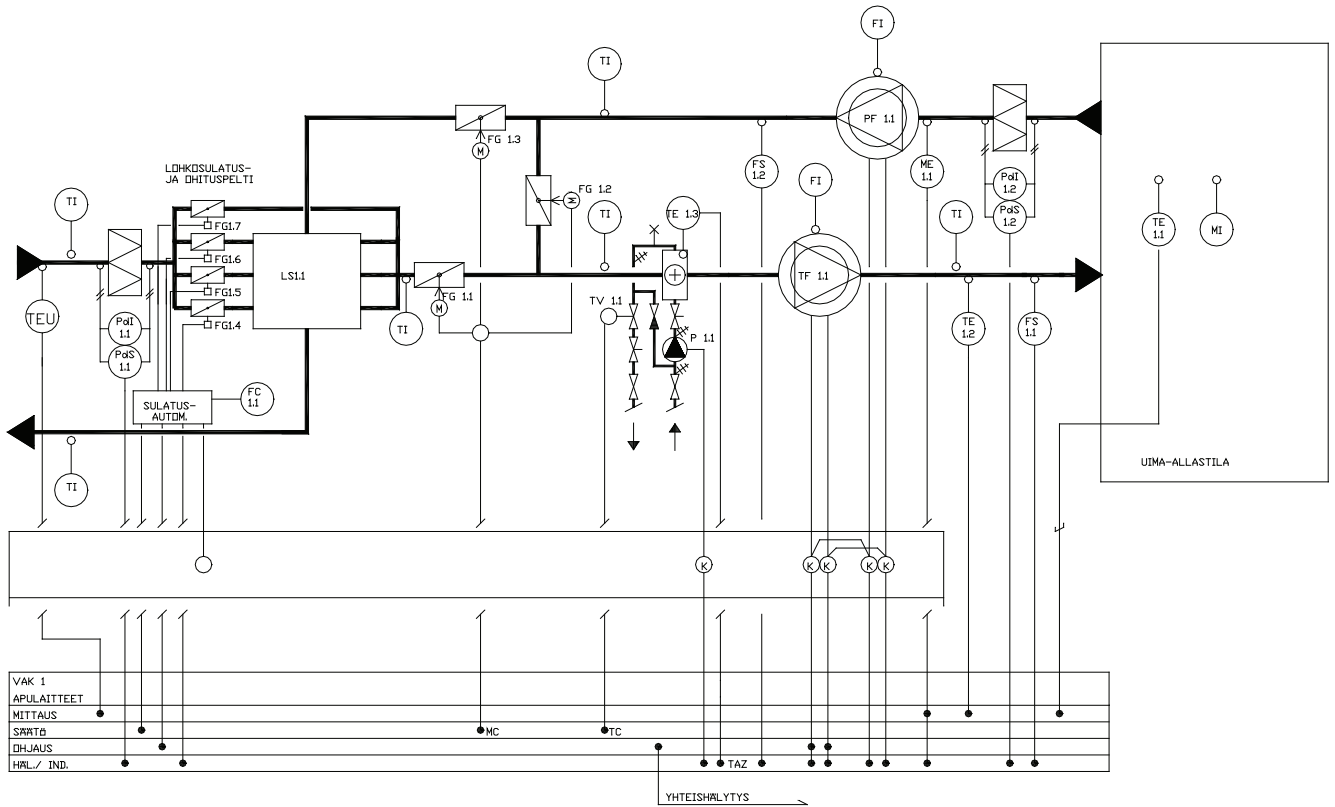
Lämpöenergian säästö = 5,22 x 54,7 = 285,5 MWh/a

Lämpöenergian kulutus = 5,22 x 33,4 = 174,3 MWh/a

Järjestelmävalinnan tulee perustua vuosikustannusten vertailuun. Tässä lasketun lämpöenergian kulutuksen lisäksi kojeet kuluttavat sähköä. Sähkönkulutus on esim. jäähdytyskuivauksessa merkittävästi tätä kojetta korkeampi.



Säätökaavio ja toimintaselostus



Käynnistys

Säätöjärjestelmän aikaohjelma ohjaa kojeen TK1 toimintaa. Uimahallitilan iv-koje käy aina. Käynnistystoiminta liittyy huollon tms. seisokin jälkeen tapahtuvaan käynnistykseen. Kojе käynnistyy ensin 1/2 tehollе ja sitten vasta täydelle tehollе. Puhaltimet voivat olla suoraikäyttöisiä taajuusmuuttajalla.

Toiminta normaalikäytössä

Kojeen TK1 käyntiä ohjataan säätöjärjestelmän aikaohjelmalla. Hallin käyttöaikana puhaltimet käyvät 1/1-teholla, muuna aikana 1/2-teholla. Ilman suhteellinen kosteus pidetään asetellussa arvossa säätämällä sekoituspeltejä poistoilman kosteusmittauksen perusteella kosteusanturin ME2.1 avulla. Peltien asennolle asetellaan päiväkäytössä minimi ulkoilmaisuus. Kojе käyttää kaiken aikaa mahdollisimman vähän ulkoilmaa. Jos ilman suhteellinen kosteus seisokkiaikana nousee asetusarvon yläpuolelle, ja koje toimii jo maksimiulkoilmavirralla, ts.pelti FG1.2 on kiinni, puhaltimet käynnistyvät 1/1-tehollе, kunnes suhteellinen kosteus on laskenut asetusarvoon. Säätöjärjestelmä pitää huonelämpötilan asetteluarvossa säätämällä sisäänpuhalluslämpötilaa muuttamalla lämmityspatterille menevän veden lämpötilaa venttiilillä TV1.1 huoneanturin TE1.1 mittaustuloksen perusteella. Sisäänpuhallusilman lämpötilalle asetellaan minimi- ja maksimirajat. Kaikki lohkosulukupellit FG1.4,FG1.5 ja FG1.6 ovat aukiasennossa. Paluuveden lämpötilan TE1.3 lähestyessä jäätymissuojan asetteluarvoa nostetaan menoveden lämpötilan asetusarvoa suhteellisesti. Jäähdytystarvetilanteessa lämmönsiirintä ohitetaan säätämällä peltejä FG1.4-FG1.7. Lohkopeltejä ja ohituspeltiä säätämällä lämmönsiirrin toimii yhtenä lämmitysportaana. Tätä varten tuodaan lohkopeltiin valmiiksi asennettuun logiikkakeskukseen 0-10 V jänniteviesti säätöjärjestelmästä.

Varo- ja suoja-toiminnot

Lasiputkisiirtimen huurtamisen rajoittaminen

Kun ulkolämpötila alittaa asetellun huurteeneston käynnistymislämpötilan (n. -10°C), tuodaan lohkopellin logiikkakeskukseen viesti säätöjärjestelmästä, jolloin huurteenestotoiminta alkaa:

Ensimmäiseksi sulkeutuu pelti FG1.4, muut pellit ovat edelleen auki. Ohituspelti FG1.7 on koko ajan kiinni. Lämmin poistoilma sulattaa putkien ulkopinnoille muodostuneen huurteen ja jään.

Pellille on ohjelmoitu tietty kiinnioloaika (10 - 15 min.), jonka jälkeen se avautuu ja vuorostaan pelti FG1.5 sulkeutuu jne. Jos sulatusjakson loputtua ulkolämpötila on vielä alle asetusarvon, alkaa sulatus toiminta alusta ohjelmaan asetellun jaksojen välisen ajan kuluttua, ja kaikki lohkot suljetaan jälleen vuoron perään asetelluksi sulatusajaksi.

Kunkin pellin rajakatkaisijasta saadaan tilatieto. Mikäli joku pelleistä ei palaudu aukiasentoon tietyn ajan kuluttua ohjauksesta, lohkopellin logiikkalaite lähettää hälytysviestin säätöjärjestelmästä.

Lohkosulatuksen ohjauskeskus ja moottorit FG1.4-FG1.7 kuuluvat kaapelointineen lämmönsiirrintoimitukseen ellei toisin määritellä. Ne voivat sisältyä myös rakennusautomaatiourakkaan. Peltimoottorit ovat jännitesäätöisiä ja niiden avautumis-/sulkeutumisajan on oltava 30 s.

Muut varoimet:

Jos patterin paluuveden lämpötila TE1.3 laskee alle asetellun jäätymissuojarajan, koje pysähtyy ja tapahtuu hälytys. Pellit FG1.1 ja FG1.3 sulkeutuvat ja pelti FG1.2 avautuu.

Tuloilmapuhallin ei saa käydä, ellei kiertovesipumppu P1.1 käy.

Jos paine-ero ylittää suodatinvahdin PdS1.1 tai PdS1.2 paine-erorajan, tapahtuu hälytys.

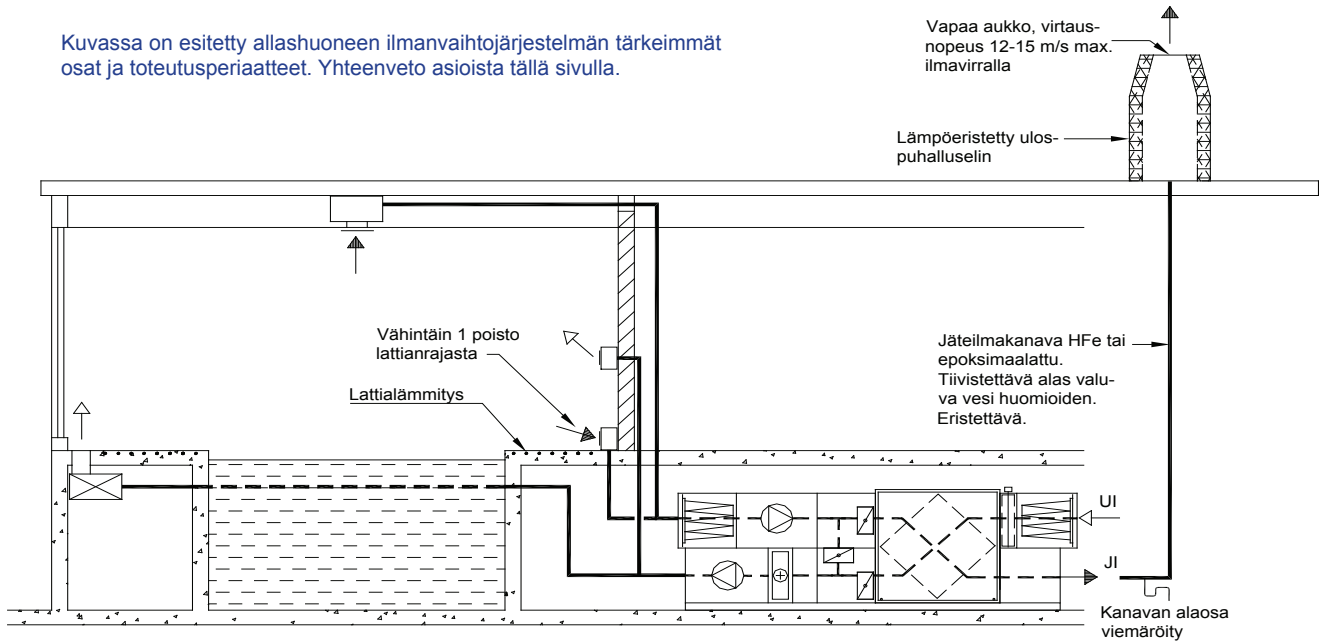
Kiertovesipumppu käy jatkuvasti. Jos pumppu pysähtyy pysähtyvät myös puhaltimet.

Jäätymissuojan lauetessa puhaltimet pysähtyvät ja pellit FG1.1 ja FG1.3 sulkeutuvat ja pelti FG1.2 avautuu.



Uimahallien ilmanvaihdon rakentamissuosituksia

Kuvassa on esitetty allashuoneen ilmanvaihtojärjestelmän tärkeimmät osat ja toteutusperiaatteet. Yhteenveto asioista tällä sivulla.



Ilmanvaihtojärjestelmän oikea mitoitus ja toiminta

Allashuoneen ilmanvaihdon on toimittava siten, että haluttu sisäilman kosteus pystytään ylläpitämään.

Suunnittelutyössä ei kannata tinkiä

Kosteat tilat pidetään alipaineisina

Ilmavirtojen suhteen on pysyttävä sellaisena että märät tilat ovat alipaineessa ulkoilmaan ja kuiviin tiloihin nähden.

Käytetään paine-eromittausa josta saadaan myös hälytys.

Ilmanvaihtokojeiden osissa ja kanavistossa käytetään oikeita materiaaleja

Materiaalien valinta on tärkeä asia. Oikeilla materiaaleilla ja pintakäsittelyllä laitoksen käyttöikä pitenee.

Kallista materiaalia ei käytetä turhaan: esim. kanavat voivat olla FeZn-levyä jos ei veden esiintymisvaaraa.

Ilmanvaihtojärjestelmä on toimintavarma

Kaikkien laitteiden tulee olla varmatoimisia. Talteenottolaitteen ympäristö on poistupuolella erittäin syövyttävä. Siirrin on tehtävä materiaaleista, jotka kestävät vähintään 25-30 vuotta, mikä on uimahallien keskimääräinen peruskorjausväli.

Siirripintojen huurtumisen tulee olla hallinnassa siten, että kovilla pakkasilla ei synny käyttöhäiriöitä.

Lämmöntalteenotto laite ei saa palauttaa kosteutta tuloilmaan

Yksinkertainen toimii parhaiten

Mitä yksinkertaisempi järjestelmä on, sitä vähemmän on vikoja ja toimintahäiriöitä.

Ei monimutkaista säätöjärjestelmää

Suorakäyttöiset puhaltimet - vähemmän liikkuvia osia

Matalat käyttökustannukset

Lämmönsiirtimellä korkea hyötysuhde

Toimiva ja vähän kuluttava huurtumisenesto

Referenssilista

Toim.vuosi	Kohde	(m ³ /s)	Siirrin
1978	Nummelan uimahalli**)	5,0	GRD-A-115-142
1995	Inkeröisten palvelutalo	1,0	GRD-A-057-069
1995	Serenan vesipuisto	9,0	GRS-K-133-270
1995	Serenan vesipuisto	6,0	GRS-K-133-180
1995	Kempeleen uimahalli	6,3	GRS-K-133-210-B
1995	Kempeleen uimahalli	1,3	GRD-A-057-99-B
1995	Sysmän palvelutalo	2,7	GRD-A-078-121-B
1996	Kaisankoti, Espoo	0,8	GRD-A-042-081-B
1996	Raahen uimahalli	8,0	GRS-K-133-240
1996	Hyvinkään uimahalli	8,8	GRS-KE-133-300-B
1996	Isokyrön uimahalli	1,7	GRS-KE-133-090-B
1997	Luumäen palvelukeskus	1,5	GRD-A-057-099-B
1997	Tervakosken uimahalli	5,2	GRS-KE-133-210 B
1997	Korian palvelukeskus	2,7	GRD-A-078-140 B
1997	Rauman uimahalli	6,0	GRS-KE-133-240 B
1997	Lahden AOL uimahalli	4,4	GRD-A-115-167 B
1998	Savitaipaleen toim.keskus	2,3	GRD-A-078-121 B
1998	Orimattilan uimahalli	3,5	GRD-A-078-159 B
1998	Orimattilan uimahalli	3,5	GRD-A-078-159 B
1999	Karhuvuoren palv.keskus, Kotka	1,1	GRD-A-078-084 B
1999	Kurikan uimahalli	5,0	GRD-A-115-167 B
1999	Euran uimahalli	3,4	GRD-A-078-159 B
1999	Välskärinkatu 4, Helsinki	0,6	GRD-A-057-054 B
2000	Kirkkonummen uimahalli	7,0	GRS-A-166-219 B
2000	Kaarinan uimahalli	7,0	GRS-K-133-240 B
2003	Tarvasjoen uimahalli	2,0	Modulisiirrin/Glass tube Modules
2004	Leväsén palvelukeskus	0,6	Modulisiirrin / Glass tube Modules
2004	Kaprakka palvelukeskus	3,0	Modulisiirrin / Glass tube Modules
2005	Saksalan uimahalli, Lahti	4,0	Modulisiirrin / Glass tube Modules
2006	Vierumäen uimahalli	5,8	Modulisiirrin / Glass tube Modules

(**) Käytössä 23 vuotta - in use 23 years

Siirtimet on varustettu lohkosulatukseen perustuvalla huurtumisen rajoitusjärjestelmällä. Toimintavarma -45°C saakka.

Heat exchangers are equipped with sector defrost system. Guaranteed functioning to - 45°C outside air temperature.