

Samuli Laitinen

LVI-LABORATORION SUUNNITTELU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017

LVI-LABORATORION SUUNNITTELLU

Laitinen, Samuli
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2017
Sivumäärä: 42
Liitteitä: 28

Asiasanat: suunnittelu, ilmanvaihto, laboratorio

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Satakunnan ammattikorkeakoulun uuden kampuksen LVI-laboratoriota. Opinnäytetyö tehtiin Satakunnan ammattikorkeakoululle heidän pyynnöstään. Opinnäytetyössä kerrotaan uuden LVI-laboratorion tiloista, eri tilojen käyttötarpeista ja tavoitteista sekä suunnittelusta.

Opinnäytetyön päätarkoitus oli suunnitella LVI-laboratorioon erilaisia ilmanvaihtojärjestelmiä laboratoriotöitä varten. LVI-laboratorioon tulevia ilmanvaihtojärjestelmiä suunniteltiin yhdessä Satakunnan ammattikorkeakoulun opettajien kanssa. Ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelussa käytettiin MagiCAD-ohjelmaa sekä Fläkt Woodsin Acon-valintaohjelmaa.

Opinnäytetyössä saavutettiin haluttu lopputulos. LVI-laboratorioon saatiin suunniteltua sellaiset ilmanvaihtojärjestelmät, jotka mahdollistavat useita erilaisia laboratoriotöitä. LVI-laboratoriossa on myös mahdollista testata eri valmistajien päätelaitteita ja pieniä ilmanvaihtokoneita.

DESIGNING OF HVAC-LABORATORY

Laitinen, Samuli

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2017

Number of pages: 42

Appendices: 28

Keywords: design, ventilation, laboratory

The purpose of this thesis was to plan a HVAC-laboratory for the new campus of Satakunta University of Applied Sciences. This thesis was made for Satakunta University of Applied Sciences at their request. The thesis describes new HVAC-laboratory facilities, demands and objectives of the different facilities and as well planning of the facilities.

The main purpose of this thesis was to plan different kind of ventilation systems for the HVAC-laboratory. The ventilation systems that are coming to the HVAC-laboratory were planned together with teachers of Satakunta University of Applied Sciences. MagiCAD-drawing program and Flakt Woods Acon-selection program were used while planning ventilation systems.

The results were successful. The ventilation systems that enable variety of laboratory work were planned successfully for the HVAC-laboratory. It is also possible to test different manufacturers diffusers and small air supply units in the HVAC-laboratory.

.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Testaustila	6
1.2	Koehuone	6
1.3	Pakkahuone	7
2	TAVOITTEET JA KÄYTTÖTARKOITUS.....	8
2.1	Testaustila	8
2.2	Koehuone	8
2.3	Pakkahuone ja testattava ilmanvaihtokone.....	9
2.4	Iso laboratorio	10
3	TESTAUSTILAN SUUNNITTELU.....	10
3.1	Ilmastointikone TK1	11
3.1.1	Hygroskooppinen roottori	12
3.1.2	EC-moottori	13
3.2	Tulo- ja poistoilma.....	14
3.3	Ulko- ja jäteilma	16
3.3.1	Määräykset	17
3.4	Painehäviöt ja äänitasot.....	18
4	KOEHUONEEN SUUNNITTELU.....	20
4.1	Kanavisto	22
4.1.1	Kanavapatterit	23
4.1.2	Kanavapuhaltimet.....	23
4.2	Äänitasot	24
5	TESTATTAVA ILMANVAIHTOKONE	26
5.1	Päätelaitteet.....	28
6	ILMAVIRTA- JA SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ	29
6.1	Kanavisto	29
6.2	Kammio puhallin	31
6.3	Laitteet	32
6.3.1	Tuloilman päätelaitteet	32
6.3.2	Poistoilman päätelaitteet.....	34
6.3.3	Mitta- ja säätölaitteet	36
6.4	Äänitasot	38
7	LÄMMITYS JA JÄÄHDYTYS.....	39
7.1	Lämmitys	39

7.2	Jäähdytys.....	39
8	VIEMÄRIT	40
9	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Testaustila

Testaustilaa (Varasto) palvelee kiinteistön lämmitys, ilmanvaihto ja jäähdytys. Tällä hetkellä testautilassa on pelkästään koneellinen poisto, jolle korvausilma tulee siirtoilmasäleikköjen kautta käytävältä. (Kuva 1.)

LVI-laboratorion testautilaan sijoitetaan tilan ilmastointikone, koehuone ja koehuonetta palveleva ilmastointikone, pakkahuone ja sitä palveleva jäähdytyskone, testattava ilmanvaihtokone sekä sähkö- ja automaatiokeskus. Testautilan väliseinät on äänieristetty, joten se ei häiritse muiden tilojen toimintaa. Laitteiden äänenvaimennukset suunnitellaan siten, etteivät laitteet häiritse opetusta testautilassa. (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

1.2 Koehuone

Koehuone on eristetty huone, joka valmistetaan polyuretaanielementeistä. Koehuoneeseen saadaan halutut olosuhteet pienellä ilmastointikoneella ja huoneessa olevalla höyrykostuttimella. Koehuoneen tarkoitus on, että siellä voidaan testata erilaisia ilmastointijärjestelmiä ja niiden huonelaitteiden suoritusarvoja sekä toimintaa. (Kuva 1.)

Koehuoneen koko on valittu siten, että se vastaa tyypillistä avotoimiston moduulia. Koehuoneen koko riittää myös ilmastointijärjestelmien tutkimiseen ja testaamiseen. Koehuoneessa on alaslaskettu katto, jota käytetään kanavointien ja mahdollisten vesiputkien ja VAV-yksiköiden sijoittamiseen. (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

1.3 Pakkashuone

Pakkashuone valmistetaan myös polyuretaanielementeistä. Pakkashuoneen jäähdytys-teho riittää pienten ilmanvaihtokoneiden testaukseen. Pakkashuoneesta on tarkoitus saada ulkoilman talviolosuhteet kesälläkin. Pakkaskone sijoitetaan pakkashuoneen viereen ja äänieristetään koteloinnilla. (Kuva 1.)

Pakkashuonetta voidaan käyttää koehuoneelle ulkotilana. Pakkashuoneen väliseinän tarkoitus on simuloida ulkoseinää koehuoneelle ja sen järjestelmille. Väliseinän välioven tilalle voidaan laittaa myös erilaisia rakenteita, jolloin sitä voidaan käyttää myös rakenteellisten ominaisuuksien testaukseen. (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)



Kuva 1. LVI-laboratorion pohjakuva (Samuli Laitinen, 2017)

2 TAVOITTEET JA KÄYTTÖTARKOITUS

2.1 Testaustila

Testaustilassa olevan ilmastointikoneen TK1 tarkoitus on palvella laboratoriotöitä. Sillä on tarkoitus tuottaa ilmaa testaustilan ilmanjaon, lämmön ja epäpuhtauksien kerrostumisen tutkimiseen. Testaustilaan voidaan laittaa erilaisia lämpö- ja epäpuhtauskuormia. Ilmastointikone TK1 toimii myös testaustilan olosuhteiden luomisessa. (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

Ilmastointikoneen TK1 käyttötarkoitus LVI-laboratoriossa:

- Ilmankäsittelyn perusprosessit
- Siirtimien perusmittaukset
- Toimintakokeet
- Sähkö- ja automaatiolaboratoriot
- Ilmanvuotojen mittaukset
- Koneen tiiviysmittaukset
- Suodattimien tutkiminen
- Hiukkasmittaukset
- Äänimittaukset

2.2 Koehuone

Koehuoneen tarkoitus on, että siellä voidaan tutkia ilmanjaon ja huonelaitteiden toimintaa ja suoritusarvoja. Koehuoneen koko riittää myös ilmastointijärjestelmien testaamiseen, esimerkiksi jäähdytyspalkit, -paneelit ja puhallinkonvektorit. Koehuonetta palvelee ilmastointikone TK2, joka on ilmavirraltaan maksimissaan 120 l/s (8 l/s lattia m² kohden). Ilmastointikone TK2 koostuu kanavapuhaltimista, lämmitys- ja jäähdytyspattereista sekä äänenvaimentimista. Sekä tulo- että poistopuoli sijoitetaan koehuoneen päälle.

Koehuone toimii myös asuntona, kun halutaan tutkia pienten ilmanvaihtokoneiden toimintaa talviolosuhteissa. Tässä tilanteessa käytetään testattavan ilmanvaihtokoneen kanavistoa sekä tilaan sijoitettavaa höyrykostutinta kosteuden hallintaan. Asuntotapauksessa ei tarvita erilaisia päätelaitteita, koska koehuone ei vastaa asuntoa. Tarkoitus on, että tuloilma sekoittuu hyvin.

Koehuoneen ulkoseinänä toimii pakkashuoneen väliseinä. Koehuonetta voidaan käyttää rakennetekniikan laboratoriotöihin ja tutkimiseen. Väliseinään voidaan asentaa erilaisia seinämärakenteita oven kohdalle. (SAMK:n uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

- Huoneen lämpö-, epäpuhtaus- ja kosteuskuormituksen mittaukset
- Ilmanjaon mittaukset
- Huonelaitteiden testaukset
- Huoneautomaation testaus
- Huoneen olosuhteiden aikariippuva testaus

2.3 Pakkashuone ja testattava ilmanvaihtokone

LVI-laboratoriossa on tarkoitus testata erilaisia pieniä ilmanvaihtokoneita. Pieniä ilmanvaihtokoneita testattaessa, pakkashuoneesta voidaan ottaa talviolosuhteiden mukaista ulkoilmaa. Laboratoriotöitä tehdessä ulkoilmaa voidaan ottaa myös ulkoa, jos ulkona on saatavilla tarpeeksi viileätä ilmaa. Tällöin myös poistoilma puhalletaan ulos. (SAMK:n uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

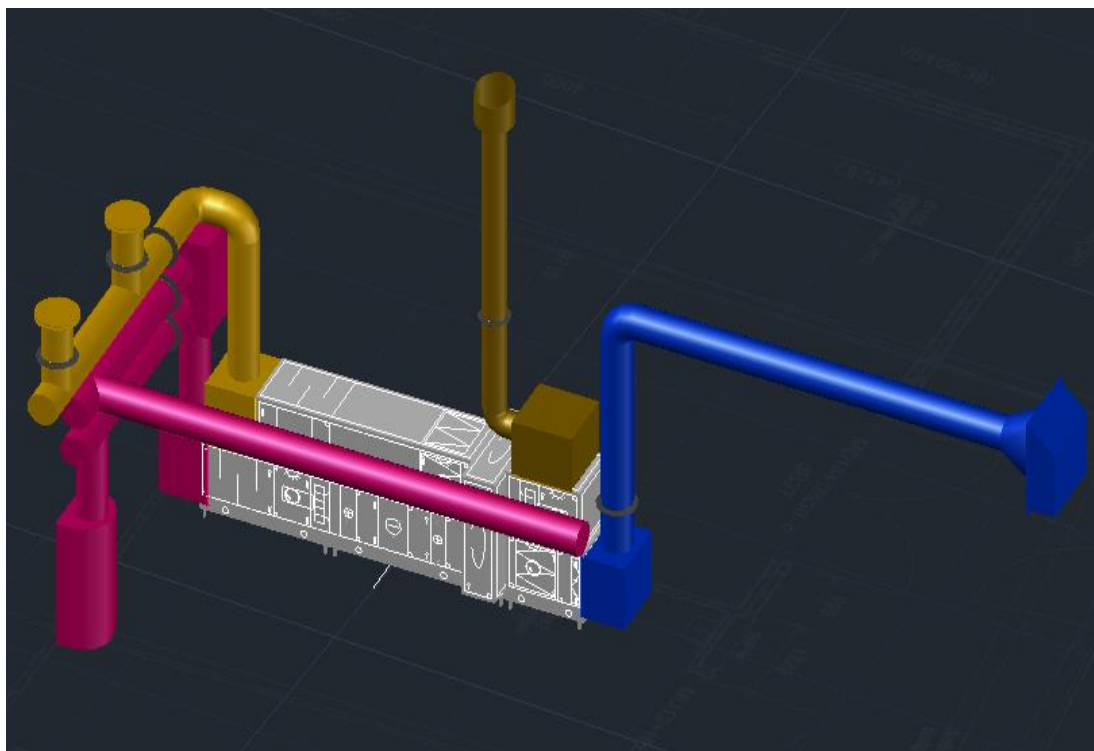
- Kylmäkoneen suoritusarvot
- Rakenteiden fysiikan demot ja testaukset
- Rakenteiden tiivyyden mittaukset
- Ilmanvuodot ja merkkiainemittaukset
- Lämmönsiirron laboratoriot

2.4 Iso laboratorio

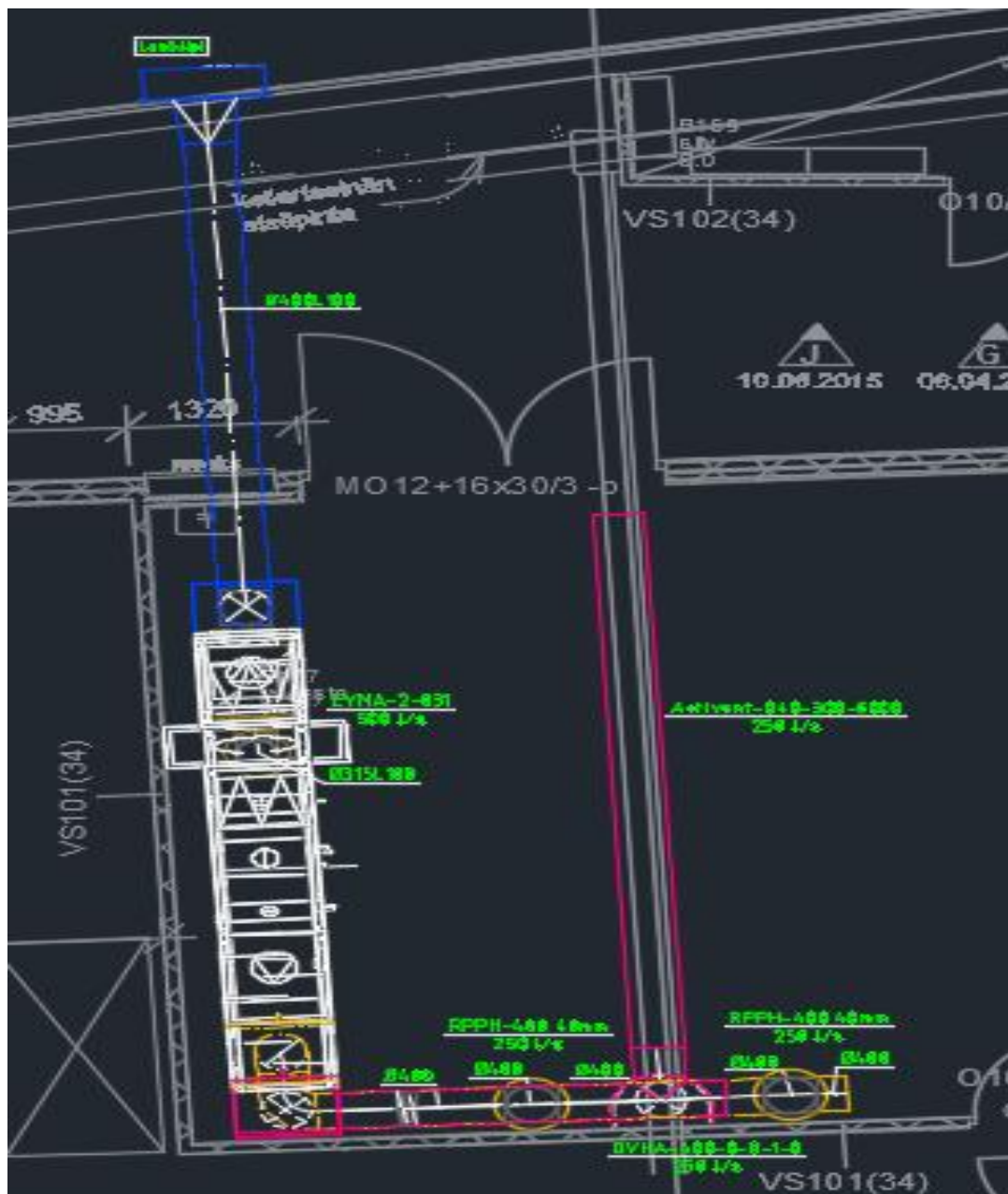
Ison laboratorion puolelle, testaustilan vastaiselle seinälle rakennetaan kanavisto, jonka tavoitteena on toimia ilmavirtojen mittauksen ja säädön järjestelmänä. Kanavistoa palvelee kammiopuhallin, jonka ilmavirta on maksimissaan 600 l/s, mahdollisimman suuri ilmavirran säätöalue. Kanavistoon on tarkoitus suunnitella useita erilaisia päätelaitteita, säätöpeltejä sekä mittauslaitteita. (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

- Ilmavirtojen mittausten laboratoriot
- Puhaltimien suoritusarvojen laboratoriot
- Ilmavirtojen mittausten ja säätöjen laboratoriot

3 TESTAUSTILAN SUUNNITTELU



Kuva 2. Testaustilan ilmastointikone TK1 päätelaitteineen ja kanavineen 3D (Samuli Laitinen, 2017)



Kuva 3. Testaustilan ilmastointikone TK1 päätelaitteineen ja kanavineen (Samuli Laitinen, 2017)

3.1 Ilmastointikone TK1

Testaustilaa palvelevaa ilmastointikonetta suunniteltaessa käytettiin Fläktwoods Acon-valintaohjelmaa. Ilmastointikone on määritelty ilmavirrallaan maksimissaan 500 l/s, koska haluttiin välttää isoja vesikaton lävistyksiä. Tällä kyseisellä ilmavirralla

saadaan jäteilmakanava ja ulospuhallushajotin kokoon $\varnothing 315$. Ilmastointikone asennetaan lattialle ja ilmastointikoneen koko valitaan siten, että siinä on standardikoon suodattimet ja koneen sisälle on helppo päästä tutustumaan. Ilmastointikoneeseen suunniteltiin jalat, jolloin kone saadaan irti lattiasta ja siivoaminen on helpompaa. Ilmastointikoneessa on myös paljon tarkistusikkunoita ja huoltoluukkuja puhtaanapitoa sekä laboratoriotöitä varten.

Konekoko on Fläktwoodsien eQ 009, jolloin kone on korkeudeltaan 1822 mm ja leveydeltään muuten 800 mm, paitsi LTO-roottoriosan kohdalla 1400 mm. Pituudeltaan kone on 5100 mm. Jäteilman puhallin on valittu ylöspäin puhaltavaksi, jolloin saadaan säästettyä tilaa testahuoneessa. Koneen pituuden takia, ei myöskään lämmöntalteenoton jälkeen suodatinta. (Kuva 4. ja 5.)

Ilmastointikoneen TK1 kokoonpano:

- Pyörivä lämmönsiirrin, jossa hygroskooppinen roottori
- Tulo- ja poistosuodattimet luokkaa F7
- Lämmitys-, jäähdytys-, sekä jälkilämmityspatterit
- Kammiopuhaltimet EC-moottoreilla
- Äänenvaimentimet
- 1200 mm rakenneosa pattereiden putkia varten
- Riittävästi tarkistusluukkuja

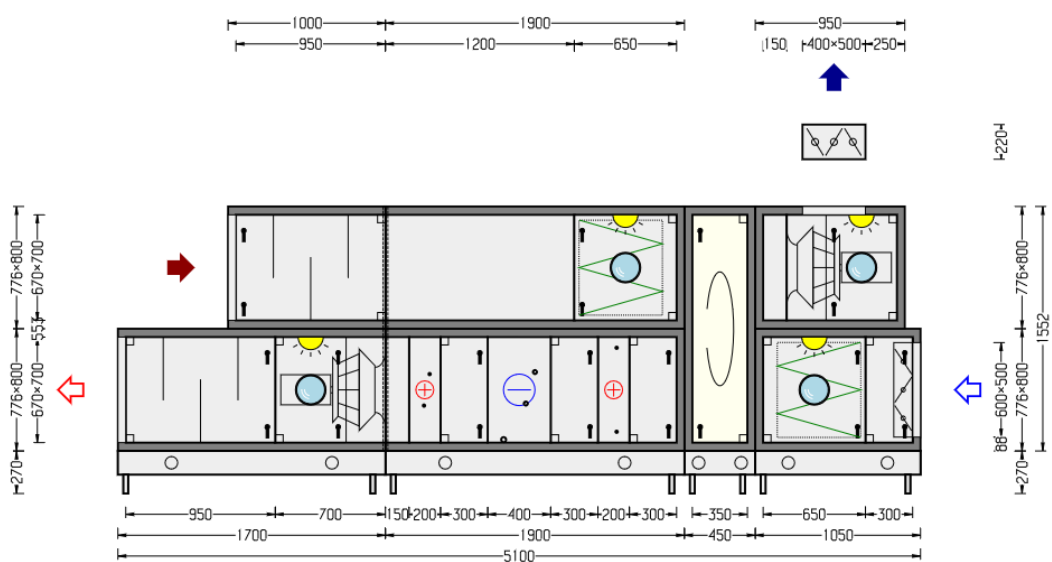
3.1.1 Hygroskooppinen roottori

Hygroskooppinen roottori, eli kosteutta siirtävä roottori. Hygroskooppinen roottori siirtää kaikissa olosuhteissa sekä tuntuvaa lämpöä että latenttia lämpöä. Talvella ulkoilman kosteus on hyvin pieni, koska kylmä ilma ei sido vettä. Hygroskooppinen roottori ottaa talteen poistoilman kosteuden ja siirtää sen sisäänpuhallusilmaan, tällöin vältetään kuiva sisäilma kaikkine ongelmineen. Jos ulkoilman lämpötila laskee hyvin alas, lämmöntalteenottolaitteet huurtuvat ja menettävät talteenottotehonsa nopeasti. Tämän takia tarvitaan sulatusjärjestelmiä, jotka heikentävät lämmöntalteenottoa ja kuluttavat energiaa. Hygroskooppinen roottori pienentää tätäkin ongelmaa, koska pois-

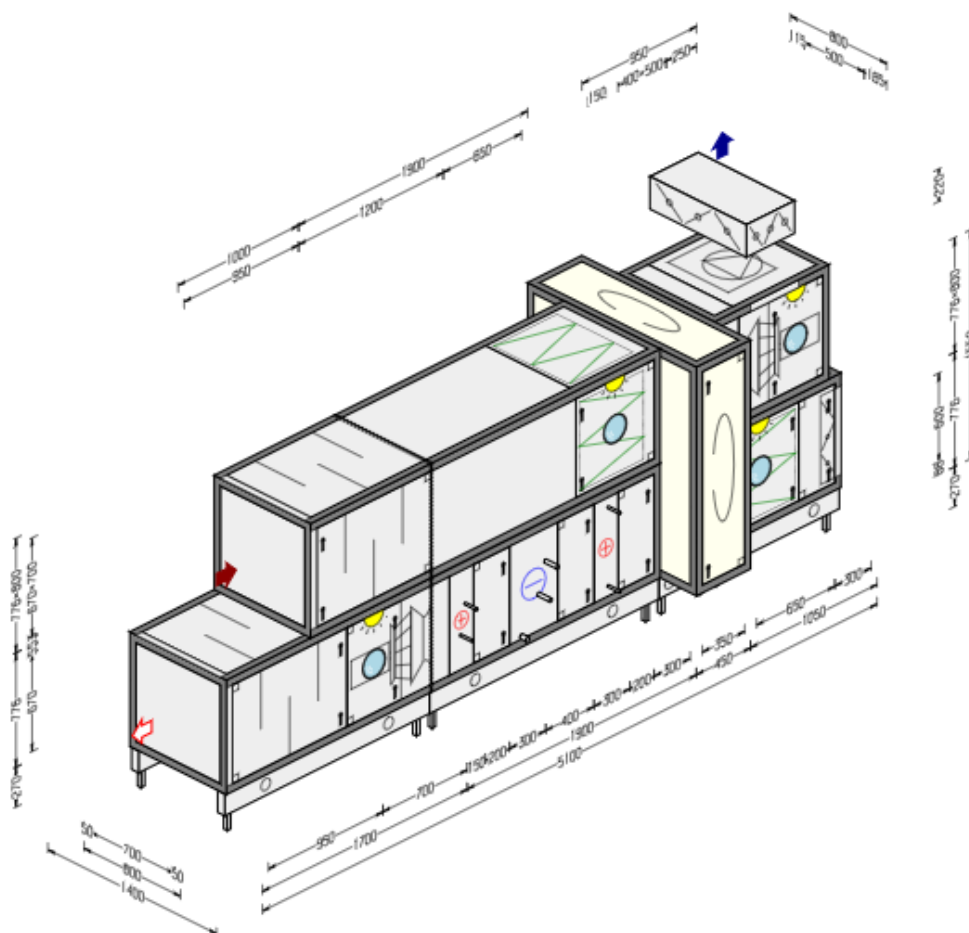
toilman sisältämä kosteus otetaan talteen ja siirretään tuloilmaan, ei kosteus pääse kertymään huurretta lämmönsiirtimeen. Lämmöntalteenotto voi toimia täydellä teholla jopa noin $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilaan, mikä taas pienentää energiakustannuksia, sekä pienentää tarvittavaa jälkilämmitystehoa. (Fläktwoods www-sivut, 2017.)

3.1.2 EC-moottori

EC-moottori eli elektronisesti kommutoitu harjaton tasavirtamoottori, joka on varustettu kestopagneeteilla. Kommutointi tarkoittaa sitä, että virran suuntaa staattorissa suhteessa roottoriin ohjataan Hall-antureilla. Moottorin pyörimisnopeus riippuu siitä, kuinka nopeasti moottorin magneettikenttä vaihtelee. EC-moottori vaatii pyörimisnopeuden säätöyksikön, joka on useimmiten integroitu moottoriin. EC-moottoreilla on pienemmät energiahäviöt kuin oikosulkumoottoreilla ja siten vastaavasti pienempi lämpötilan nousu. (Sandberg 2014, osa 1, 175.)



Kuva 4. Ilmastointikone TK1 Fläktwoods Acon (Samuli Laitinen, 2017)



Kuva 5. Ilmastointikone TK1 3D Fläktwoods Acon (Samuli Laitinen, 2017)

3.2 Tulo- ja poistoilma

Ilmastointikoneen TK1 kanavat on mitoitettu maksimi ilmavirralla 500 l/s. Kanavat tehdään pääasiassa pyöreillä sinkityillä kanavilla, lukuun ottamatta kammioita ja liittymisiä ilmastointikoneeseen. Tuloilmakanavistoon valittiin kaksi erilaista päätelaitetta siten, että testaukseen pystytään tuottamaan erilaisia ilmanjakoperiaatteita. Testaukseen haluttiin piennopeuslaite, joka mahdollistaa kerrostumaperiaatteen ja laite, joka mahdollistaa sekoittavan vyöhykeperiaatteen. Testaukseen poistolaitteet sijoitetaan tilan yläosaan.

Päätelaitteiksi valittiin Fläktwoodsien Activent-suutinkanava (Kuva 6.), sekä Fläktwoodsien Floormaster DVHA (Kuva 7.). Activent-ilmanjakolaite on suutinkana-

vayksikkö, jossa on useita pieniä suutinaukkoja. Tuloilma virtaa tasaisesti suutinaukkojen kautta koko jakolaitteen pituudelta. Ilmasuihkut vetävät mukaansa huoneilmaa, jolloin suuret ilmamassat alkavat liikkua hitaasti. Tuloilma sekoittuu tehokkaasti huoneilmaan. Floormaster on lattialle asennettava puolipyöreä tuloilmalaite, joka on tarkoitettu syrjäyttävään ilmanjakoon. Floormaster koostuu pyöreästä, rei'itetystä jakopelistä, jonka päällä on polykarbonaatista valmistettu kennolevy. Tämän ansioista ilma jakautuu tasaisesti vaakasuuntaan etupellin läpi, jolloin heittopituus on lyhyt ja äänitaso erittäin matala. (Fläktwoods [www-sivut](http://www.flaktwoods.com), 2017.)



Kuva 6. Fläktwoods Activent-suutinkanava (Fläktwoods, 2017)



Kuva 7. Fläktwoods Floormaster DVHA (Fläktwoods, 2017)

3.3 Ulko- ja jäteilma

Ulko- ja jäteilmakanavat ovat myös pyöreitä sinkittyjä kanavia. Kanavien suunnittelussa vaikutti vesikaton läpivientimahdollisuudet, jotka rajasivat jäteilmakanavan koon $\varnothing 315$. Ulkoilma otetaan ilmastointikoneelle ulkoseinästä, ikkunaraidun kohdalta. Ulkoilmakanava suunniteltiin kooltaan $\varnothing 400$, mutta mikäli tilanpuutteen takia ei ole mahdollista, voidaan se tehdä myös $\varnothing 315$. Jäte- ja ulkoilmakanavan liittymiset ilmastointikoneeseen suunniteltiin siten, ettei vesi, lumi tai roskat pääset koneen sisälle. Sekä jäteilma- että ulkoilmakanava lämpöeristetään 100 mm eristeellä.

Ulkoilman sisäänottoaukon suojaksi suunniteltiin Jevenin LumiKilpi (Kuva 8), joka estää lumen ja veden pääsyn rakennukseen. Profiili- ja kammiorakenteen ansiosta lumi ja vesi erottuvat tehokkaasti ilmavirrasta. LumiKilpi on alumiinia, joka osaltaan merkitsee jäätymisvapaata rakennetta. Ilman sisäänotto tapahtuu otsapinnan lisäksi sivuilta ja pohjasta. (Jeven [www-sivut](http://www.jeven.fi), 2017.)



Kuva 8. Jeven LumiKilpi (Jeven, 2017)

Jäteilman ulospuhallushajottimeksi valittiin Fläktwoodsien EYMA (Kuva 9), joka puhaltaa jäteilman ylös suudella nopeudella. Ulospuhallushajotin on muotoiltu siten, ettei sadevesi pääse ilmanvaihtojärjestelmään, vaikka poistopuhallus olisi välillä poissa toiminnasta.



Kuva 9. Fläktwoods EYMA (Fläktwoods, 2017)

3.3.1 Määräykset

“Ulkoilmalaitteet sekä niiden liitännät ilmanvaihtojärjestelmään ja rakennukseen sijoitetaan, suojataan tai mitoitetaan niin tai ulkoilmalaitteiden rakenteen on oltava sellainen, ettei ilmanvaihtojärjestelmään pääse lunta tai sadevettä haitallisessa määrin. Sisään pääsevä lumi tai sadevesi eivät saa aiheuttaa vaurioita rakennukselle tai ilmanvaihtojärjestelmälle eivätkä saa vaikeuttaa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa.

Pystysuoralle ulkoseinälle sijoitettu suojaamaton ulkoilmalaite, johon tuuli pääsee suoraan vaikuttamaan, mitoitetaan yleensä korkeintaan otsapintanopeudelle 2,0 m/s.”
(Suomen RakMK D2 2012, 21)

3.4 Painehäviöt ja äänitasot

MagiCAD - Ductwork Balancing Report

Edit

Supply Outdoor supply
 Extract Outdoor exhaust

Location	Level	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [Pa]	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	adj.	Warnings
Kerros 1	T1	ROOT NO							500.0				43.3			
Kerros 1	T1	DUCT		Suorak.		800x800	0.1		500.0	0.8	0.0	0.01	43.3	43.0		
Kerros 1	T1	T-BRANCH				800x800/4			500.0	0.8	2.3		43.3			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	1.3		500.0	4.0	0.6	0.47	41.1	31.6		
Kerros 1	T1	BOX				400			500.0		6.0		40.4			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.5		250.0	2.0	0.1	0.13	34.4	32.0		
Kerros 1	T1	FLOWDAM		IRIS-400		400			250.0	2.0	20.0		34.3		5,7	
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	1.7		250.0	2.0	0.2	0.13	14.3	12.0		
Kerros 1	T1	T-BRANCH				400/400			250.0	2.0	2.8		14.1			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.3		250.0	2.0	0.0	0.13	11.3	8.9		
Kerros 1	T1	SUPPLY		Activent-04		400 (L)			250.0	2.0	11.2		11.2			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.2						14.1	14.1		
Kerros 1	T1	PLUG				400										
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.5		250.0	2.0	0.1	0.13	34.4	32.0		
Kerros 1	T1	FLOWDAM		IRIS-400		400			250.0	2.0	27.6		34.3		6,1	
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	1.7		250.0	2.0	0.2	0.13	6.8	4.4		
Kerros 1	T1	T-BRANCH				400/400			250.0	2.0	2.8		6.5			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.8		250.0	2.0	0.1	0.13	3.7	1.3		
Kerros 1	T1	SUPPLY		DVHA-400-		400 (L)			250.0	2.0	3.6		3.6			
Kerros 1	T1	DUCT		Pyöreä		400	0.2						6.5	6.5		
Kerros 1	T1	PLUG				400										
Kerros 1	T1	DUCT		Suorak.		800x800	0.0						43.3	43.3		
Kerros 1	T1	PLUG				800x800										

Ok - Update to model Cancel

Kuva 10. Ilmastointikoneen TK1 tuloilman painehäviöt (Samuli Laitinen, 2017)

MagiCAD - Ductwork Balancing Report

Edit

Supply Outdoor supply
 Extract Outdoor exhaust

Location	Level	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [Pa]	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	adj.	Warnings
Kerros 1	P1	ROOT NO							500.0				-99.4			
Kerros 1	P1	DUCT		Suorak.		800x800	0.0		500.0	0.8	0.0	0.01	-99.4	-99.1		
Kerros 1	P1	T-BRANCH				800x800/4			500.0	0.8	9.2		-99.4			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	1.8		500.0	4.0	0.8	0.47	-90.2	-80.7		
Kerros 1	P1	BEND-90				400			500.0	4.0	7.5		-89.4			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	0.2		500.0	4.0	0.1	0.47	-82.0	-72.5		
Kerros 1	P1	BEND-90				400			500.0	4.0	7.5		-81.9			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	0.7		500.0	4.0	0.3	0.47	-74.4	-64.9		
Kerros 1	P1	FLOWDAM		IRIS-400		400			500.0	4.0	30.0		-74.1		4,4	
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	0.7		500.0	4.0	0.3	0.47	-44.1	-34.6		
Kerros 1	P1	T-BRANCH				400/315			500.0	4.0	5.7		-43.8			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		315	0.2		250.0	3.2	0.1	0.42	-38.1	-31.9		
Kerros 1	P1	FLOWDAM		IRIS-315		315			250.0	3.2	33.2		-38.0		6,0	
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		315	0.5		250.0	3.2	0.2	0.42	-4.9	1.3		
Kerros 1	P1	EXTRACT		BDKU-031		315 (L)			250.0	3.2	4.7		-4.7			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	1.6		250.0	2.0	0.2	0.13	-41.1	-38.7		
Kerros 1	P1	T-BRANCH				400/315			250.0	2.0	6.0		-40.9			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		315	0.2		250.0	3.2	0.1	0.42	-34.9	-28.8		
Kerros 1	P1	FLOWDAM		IRIS-315		315			250.0	3.2	30.0		-34.9		5,8	
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		315	0.5		250.0	3.2	0.2	0.42	-4.9	1.3		
Kerros 1	P1	EXTRACT		BDKU-031		315 (L)			250.0	3.2	4.7		-4.7			
Kerros 1	P1	DUCT		Pyöreä		400	0.2						-40.9	-40.9		
Kerros 1	P1	PLUG				400										
Kerros 1	P1	DUCT		Suorak.		800x800	0.1						-99.4	-99.4		
Kerros 1	P1	PLUG				800x800										

Ok - Update to model Cancel

Kuva 11. Ilmastointikoneen TK1 poistoilman painehäviöt (Samuli Laitinen, 2017)

MagiCAD - Ductwork Balancing Report

Edit

Supply
 Outdoor supply
 Extract
 Outdoor exhaust

Location	Level	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [Pa]	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	U1	ROOT NO						500.0				-43.7			
	Kerros 1	U1	DUCT	Suorak.		800x800	0.0		500.0	0.8	0.0	0.01	-43.7	-43.4		
	Kerros 1	U1	T-BRANCH			800x800/4			500.0	0.8	9.2		-43.7			
	Kerros 1	U1	DUCT	Pyöreä		400	0.5		500.0	4.0	0.2	0.47	-34.5	-25.0		
	Kerros 1	U1	FLOWDAM	IRIS-400		400			500.0	4.0	20.0		-34.3		3,8	
	Kerros 1	U1	DUCT	Pyöreä		400	2.2		500.0	4.0	1.0	0.47	-14.3	-4.8		
	Kerros 1	U1	BEND-90			400			500.0	4.0	7.5		-13.3			
	Kerros 1	U1	DUCT	Pyöreä		400	5.0		500.0	4.0	2.3	0.47	-5.9	3.6		
	Kerros 1	U1	REDUCER			500x800/4			500.0	4.0	1.0		-3.5			
	Kerros 1	U1	OUTDOOR		Lumikilpi-10	500x800 (L)			500.0	1.3	2.6		-2.6			
	Kerros 1	U1	DUCT	Suorak.		800x800	0.0						-43.7	-43.7		
	Kerros 1	U1	PLUG			800x800										

Ok - Update to model Cancel

Kuva 12. Ilmastointikoneen TK1 ulkoilman painehäviöt (Samuli Laitinen, 2017)

MagiCAD - Ductwork Balancing Report

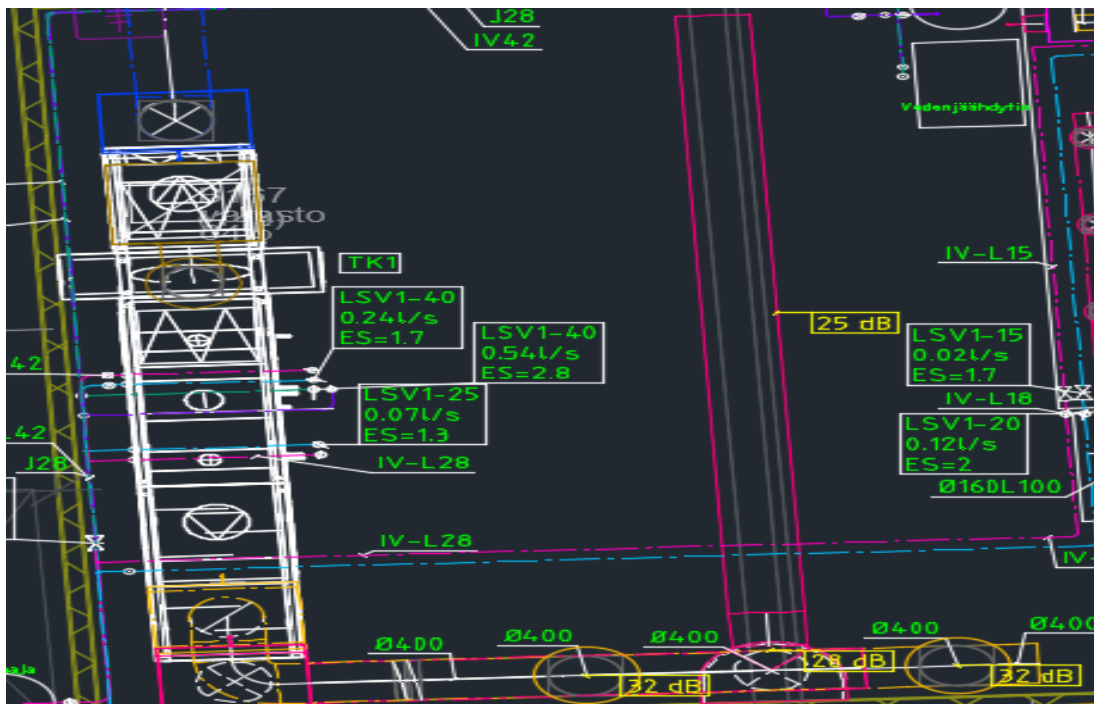
Edit

Supply
 Outdoor supply
 Extract
 Outdoor exhaust

Location	Level	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [Pa]	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	J1	ROOT NO						500.0				129.8			
	Kerros 1	J1	DUCT	Suorak.		800x800	0.1		500.0	0.8	0.0	0.01	129.8	129.5		
	Kerros 1	J1	T-BRANCH			800x800/3			500.0	0.8	5.3		129.8			
	Kerros 1	J1	DUCT	Pyöreä		315	0.2		500.0	6.4	0.3	1.53	124.5	99.8		
	Kerros 1	J1	BEND-90			315			500.0	6.4	17.3		124.3			
	Kerros 1	J1	DUCT	Pyöreä		315	1.2		500.0	6.4	1.8	1.53	106.9	82.2		
	Kerros 1	J1	FLOWDAM	IRIS-315		315			500.0	6.4	30.0		105.2		3,5	
	Kerros 1	J1	DUCT	Pyöreä		315	2.4		500.0	6.4	3.7	1.53	75.2	50.5		
	Kerros 1	J1	EXHAUST	EYMA-2-03		315 (L)			500.0	6.4	71.4		71.4			
	Kerros 1	J1	DUCT	Suorak.		800x800	0.1						129.8	129.8		
	Kerros 1	J1	PLUG			800x800										

Ok - Update to model Cancel

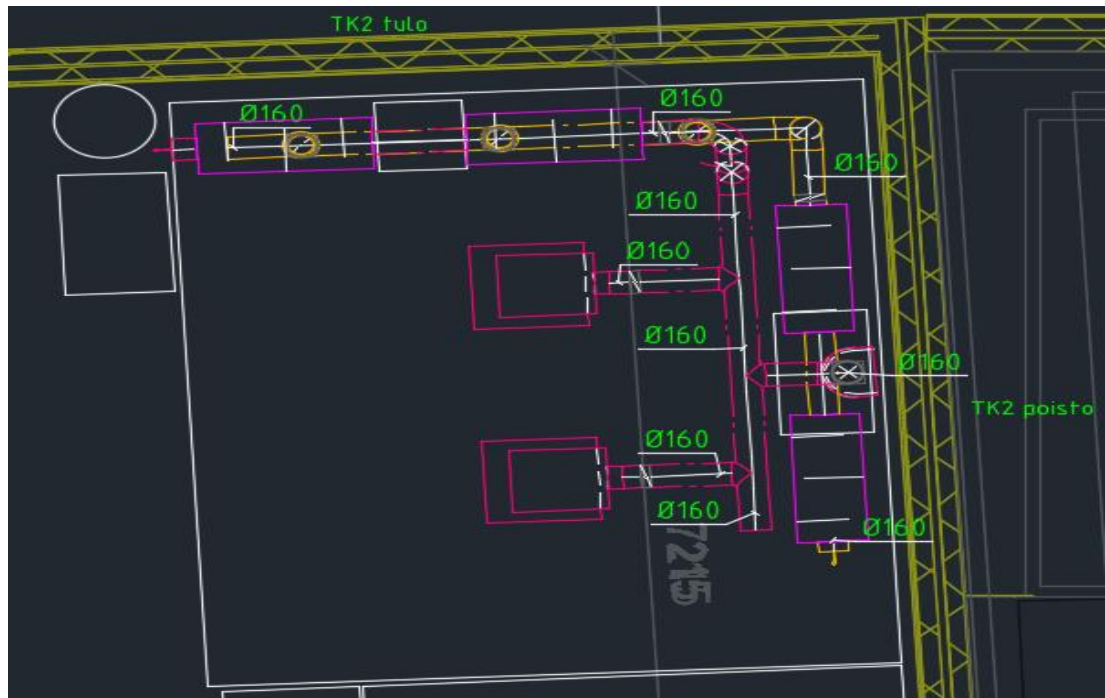
Kuva 13. Ilmastointikoneen TK1 jäteilman painehäviöt (Samuli Laitinen, 2017)



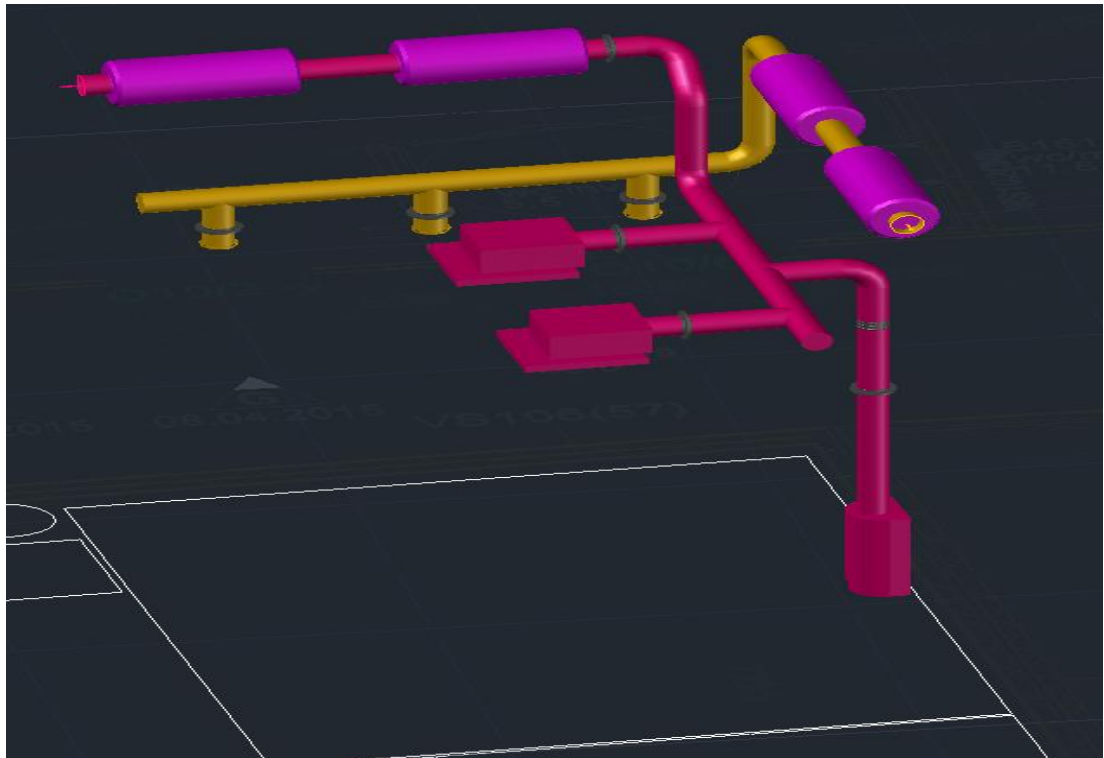
Kuva 14. Ilmastointikoneen TK1 tulo- ja poistoilmapäätelaitteiden äänitasot (Samuli Laitinen, 2017)

4 KOEHUONEEN SUUNNITTELU

Ilmastointikone TK2 koostuu erillisistä kanavapuhaltimista, äänenvaimentimista ja kanavapattereista. Sekä tulo- että poistopuoli sijoitetaan koehuoneen yläpuolelle ja kannakoidaan seinästä, täten säästetään tilaa koehuoneen yläpuolelta. (Kuva 15 ja 16.)



Kuva 15. Koehuoneen kanavisto (Samuli Laitinen, 2017)



Kuva 16. Koehuoneen kanavisto 3D (Samuli Laitinen, 2017)

4.1 Kanavisto

Ilmastointikone TK2 on ilmavirraltaan maksimissaan 120 l/s ja kanavisto on suunniteltu kokonaisuudessaan $\varnothing 160$. Ilmastointikone ottaa ilman testaustilasta ja puhaltaa ilman takaisin testaustilaan, lähelle tilan poistolaitteita. Koehuoneessa on alaslaskettu katto, jonka yläpuolella tulo- ja poistoilmakanavat kulkevat. Kanavien läpiviennit on suunniteltu koehuoneen kulmaan, jotta saadaan säästettyä tilaa koehuoneen yläpuolella. Kanavisto koostuu piennopeuslaitteesta ja katossa olevista hajottajista, joita on tarkoitus käyttää eri aikaan, jolloin koehuoneeseen saadaan erilaisia ilmanjakoperiaatteita. Poistoilmaventtiilit on sijoitettu koehuoneen reunaan.

Piennopeuslaitteena toimii Fläktwoodsin Floormaster DVHA, samoin kuin testaustilassa. Katossa olevat tuloilmahajottajat ovat Fläktwoodsin VFKB, joka sisältää pyörrehajottimen VFKH ja vaimennetun tasauslaatikon ATTC. Muotonsa ansiosta pyörrehajotin sekoittaa tuloilman huoneilmaan erittäin hyvin, näin ollen huoneilma pysyy miellyttävä myös suurella alilämpötilalla toimittaessa. Tasauslaatikossa on patentoitu mittaus- ja säätölaitteen monipistemittaus, joka mahdollistaa tasaisen ja tarkan mittausarvon. Mittaus- ja säätölaite on myös helposti irrotettavissa tarkastusta ja puhdistusta varten. Poistoilmalaitteena toimii Fläktwoodsin poistoilmaventtiili KSO (kuva 17). (Fläktwoods www-sivut, 2017.)



Kuva 17. Fläktwoods KSO, VFKB ja DVHA (Fläktwoods, 2017)

4.1.1 Kanavapatterit

Kanavapatterit on tarkoitettu ilman lämmittämiseen tai jäähdyttämiseen. Lämmön siirtämiseksi tehokkaasti putkistosta kiertävästä nesteestä ilmaan, kanavapatteri koostuu sik-sak-ryhmitellyistä putkista. Riittävän suuren lämpö- ja jäähdytyspinta-alan saamiseksi putket on varustettu lamelleilla. Patteria ympäröi vaippa, joka on varustettu kanavastandardin mukaisella pyöreällä liitännällä. Puhdistusta ja tarkastusta varten on irrotettava luukku. (Fläktwoods www-sivut, 2017.)

Ilmastointikoneen TK2 lämmitys- ja jäähdytyspatteriksi valittiin Fläktwoods sin QJHD-160 ja QJCD-160. (Kuva 18.)



Kuva 18. Ilmastointikoneen TK2 kanavapatterit (Fläktwoods 2017)

4.1.2 Kanavapuhaltimet

Kanavapuhaltimiksi kutsutaan pieniä keskipakosiipipyörällä varustettuja aksiaalisesti puhaltavia ja kanavoitavia puhaltimia. Kanavapuhaltimia on poikki-pinnan muodon mukaan pyöreitä ja suorakaiteen muotoisia. Kanavapuhaltimien etuna on hyvä paineenkehitys pienillä ilmavirroilla ja helppo asennus. (Sandberg 2014, osa 1, 203)

Ilmastointikoneeseen TK2 valittiin sekä tulo- että poistupuolelle kanavapuhaltimeksi Fläktwoods'in ILC-kanavapuhallin EC-moottorilla (Kuva 19). Kanavapuhaltimet täyttyy äänieristää ympäriltä.



Kuva 19. Fläktwoods ILC-kanavapuhallin (Fläktwoods, 2017)

4.2 Äänitasot

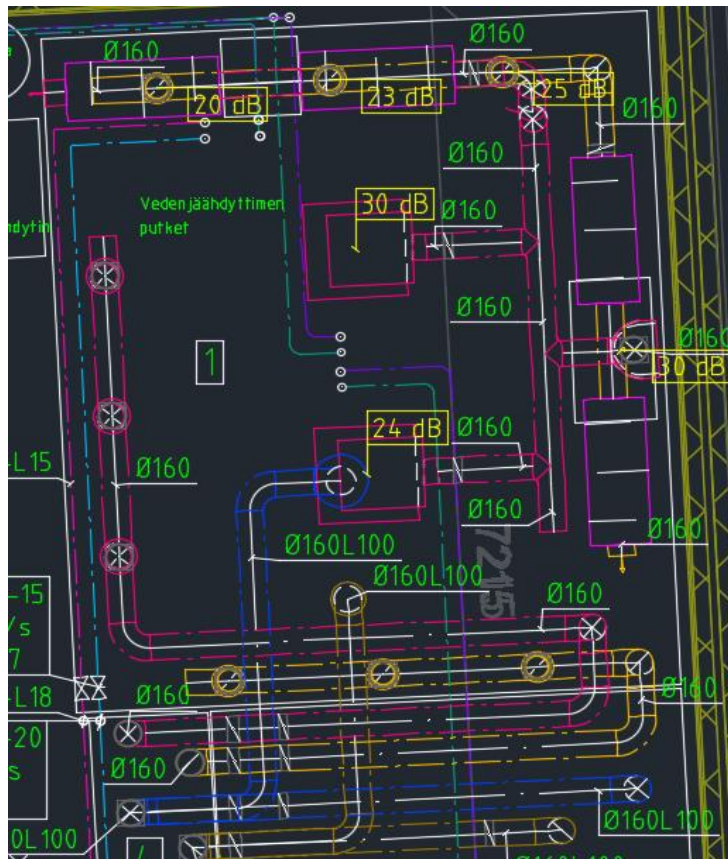
Ilmastointikoneen TK2 päätelaitteiden äänitasot on annettu kolmella eri vaihtoehdolla. Äänenvaimentimena mitoituksessa käytettiin Lindabin PVA-160-900-100. (Kuva 20.)

- Piennopeuslaite 60 l/s, kattohajottajat 30 l/s per laite (Kuva 21).
- Piennopeuslaite 120 l/s, kattohajottajat 0 l/s per laite (Kuva 22).
- Piennopeuslaite 0 l/s, kattohajottajat 60 l/s per laite (Kuva 23).

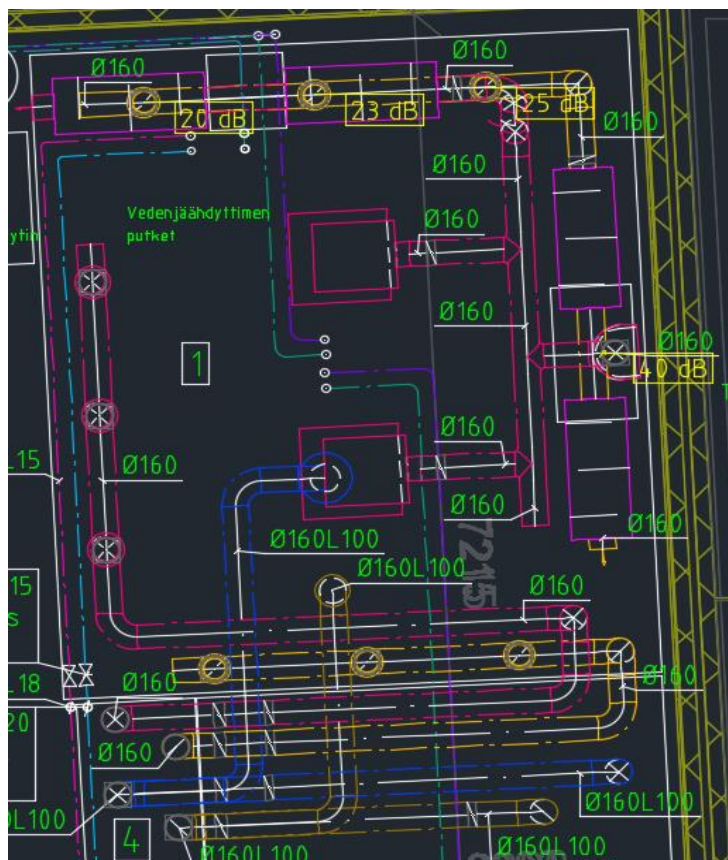
Ød _{nom} mm	l _{nom} mm	Vaimennus (dB) keskitajuudella (Hz)								Ød _y mm	m kg
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
100	300	4	9	13	21	23	23	17	13	305	3,8
100	600	6	13	21	37	47	44	30	17	305	6,0
100	900	8	15	27	38	50	46	36	21	305	8,1
100	1200	10	21	35	45	50	48	38	30	305	11,0
125	300	3	7	12	17	19	19	14	8	330	4,2
125	600	6	10	18	31	35	38	25	14	330	6,0
125	900	6	13	24	41	50	46	33	18	330	9,5
125	1200	7	16	28	45	50	48	35	19	330	12,0
160	300	2	6	9	15	16	15	11	8	365	4,9
160	600	4	8	15	30	33	27	17	12	365	7,5
160	900	6	11	19	39	46	39	23	14	365	10,0
160	1200	7	14	24	44	49	48	28	17	365	13,0
200	300	2	5	8	14	15	13	10	7	405	5,5
200	600	3	7	12	25	28	24	14	12	405	8,6
200	900	4	9	17	36	41	32	19	13	405	12,0
200	1200	5	10	21	40	50	40	22	15	405	15,0



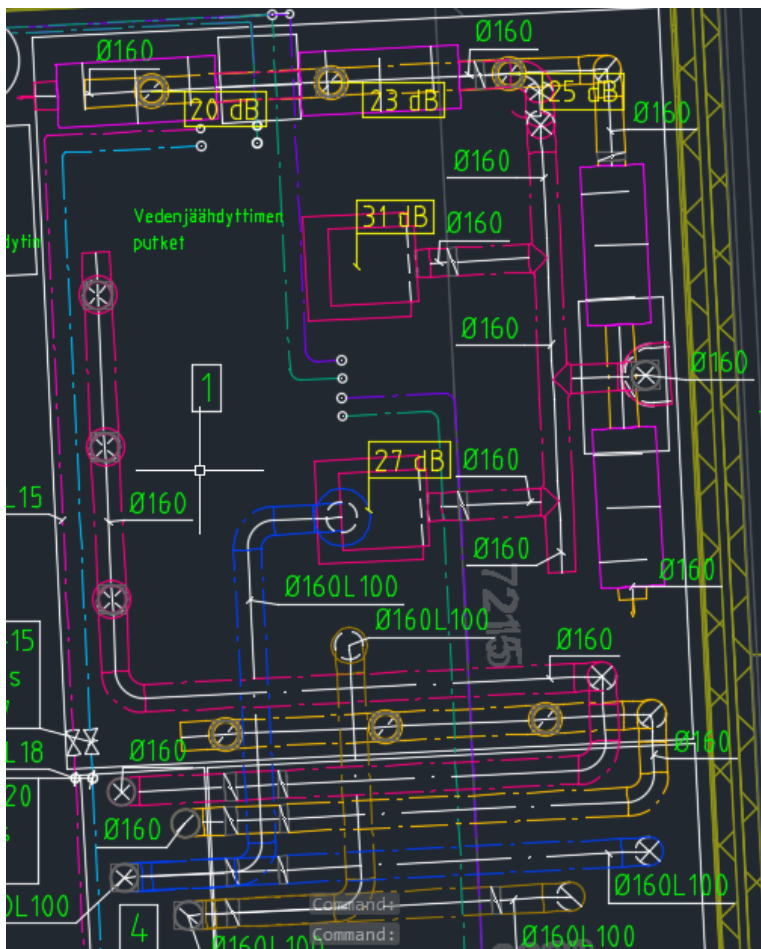
Kuva 20. Äänenvaimennin Lindab PVA (Lindab, 2017)



Kuva 21. Piennopeus 60 l/s, kattohajottajat 30 l/s per laite (Samuli Laitinen, 2017)



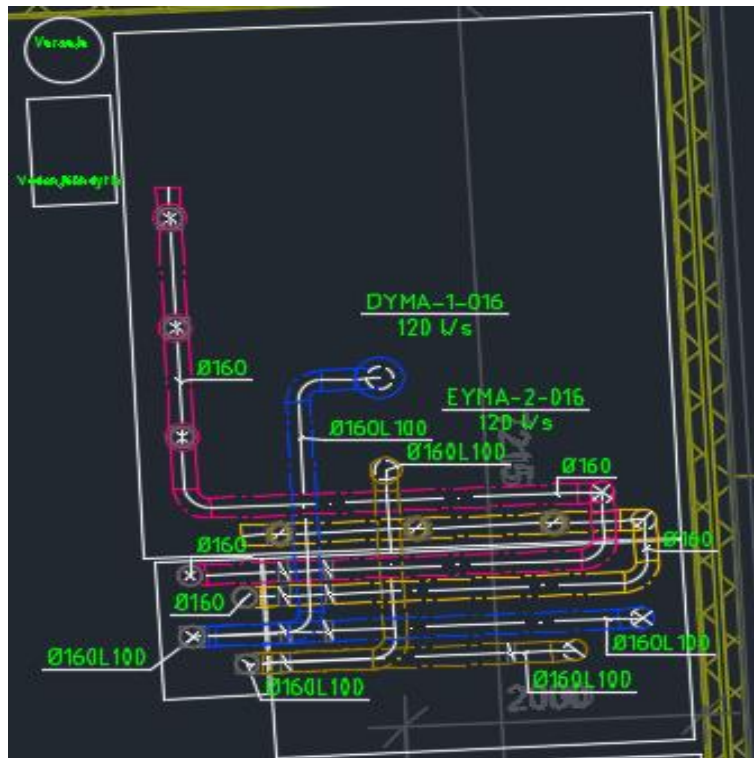
Kuva 22. Piennopeus 120 l/s, kattohajottajat 0 l/s per laite (Samuli Laitinen, 2017)



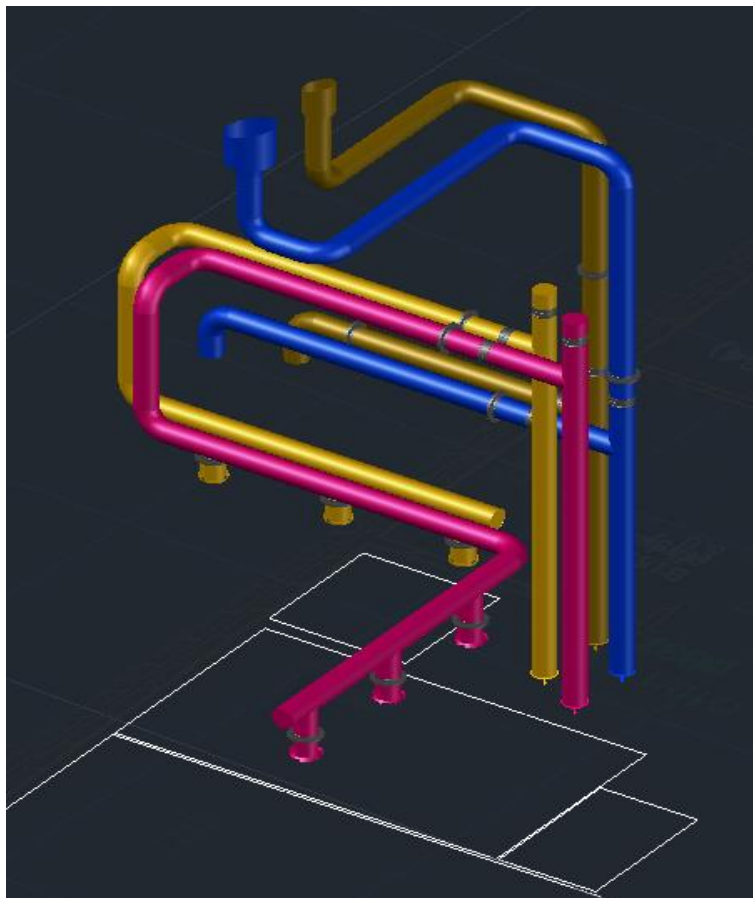
Kuva 23. Piennopeus 0 l/s, kattohajottajat 60 l/s per laite (Samuli Laitinen, 2017)

5 TESTATTAVA ILMANVAIHTOKONE

LVI-laboratoriossa on tarkoitus testata eri valmistajien pieniä ilmanvaihtokoneita. Kanavisto testausta varten, suunniteltiin ilmavirraltaan 120 l/s, jolloin myös pakkahuoneen jäähdytysteho 8 kW on määräytynyt sen mukaan. Pienten ilmanvaihtokoneiden kanavisto suunniteltiin siten, että pakkahuoneesta on mahdollista ottaa kylmää ulkoilmaa silloin, kun ulkona ei ole tarpeeksi viileää. Pakkahuoneessa olevat ulkoilma- ja jäteilma-aukot täytyy olla tulpattavia. Ulkoa otettua ulkoilmaa käytetään vain lähinnä laboratoriotöitä tehdessä. Testattavan ilmanvaihtokoneen kanaviston koko on $\varnothing 160$. Ulko- ja jäteilmakanavat eristetään 100 mm lämpöeristeellä.



Kuva 24. Testattavan ilmanvaihtokoneen kanavisto (Samuli Laitinen, 2017)



Kuva 25. Testattavan ilmanvaihtokoneen kanavisto 3D (Samuli Laitinen, 2017)

5.1 Päätelaitteet

Jäteilman ulospuhallushajottimeksi valittiin Fläktwoodsien EYMA ja ulkoilman ilmanottolaitteeksi Fläktwoodsien DYMA. Tulo- ja poistoilmaa suunniteltaessa ei ilmanjaoilla koehuoneeseen ollut väliä, koska koehuone ei vastaa asuntoa. Tarkoitus oli saada tuloilma sekoittumaan hyvin, joten tuloilman päätelaitteeksi valittiin Fläktwoodsien KTS, jonka sisällä on muovinen ilmavirran suuntauslevy puhalluskuvion valintaa varten. Poistoilman päätelaitteeksi valittiin Fläktwoodsien KSO poistoilmaventtiili. (Kuva 26.)



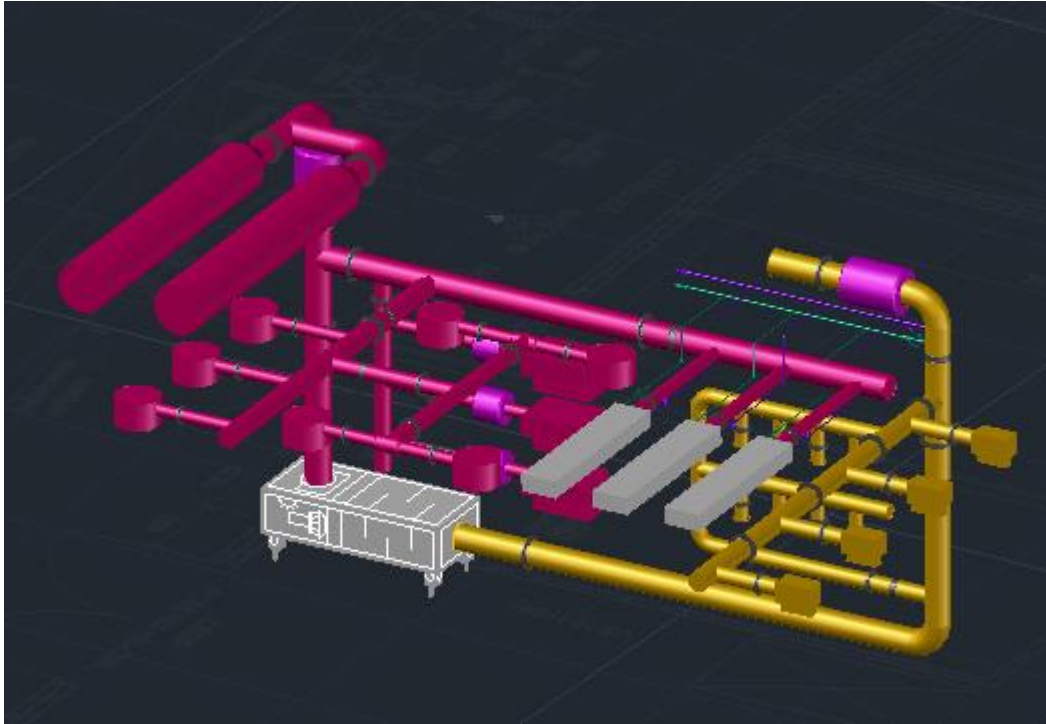
Kuva 26. Fläktwoods DYMA, EYMA, KSO ja KTS (Fläktwoods, 2017)

6 ILMAVIRTA- JA SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ

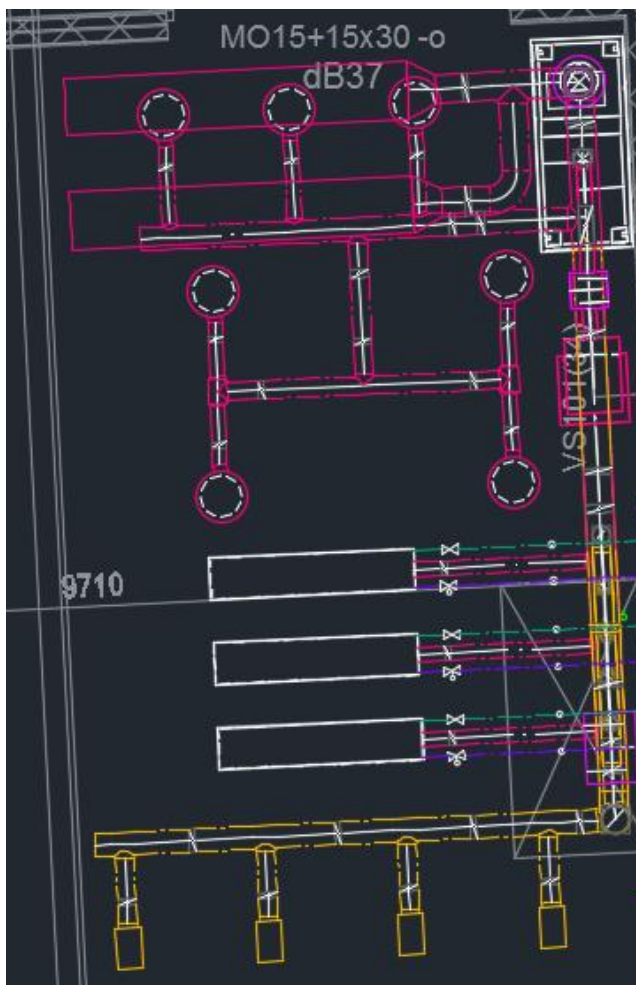
6.1 Kanavisto

Ison laboratorion puolelle tulee ilmavirtojen mittauksen ja säädön kanavisto. Kanavistoon oli tarkoitus saada useita erilaisia mittaus- ja säätölaitteita sekä useita erilaisia tulo- ja poistopäätelaitteita. Järjestelmän puhaltimena toimii kammio puhallin, joka ottaa ilman isosta laboratoriosta ja puhaltaa ilman takaisin samaan tilaan. (Kuva 27 ja 28.)

Järjestelmän runko mitoitettiin kokoon $\varnothing 250$, jolloin ilmavirralla 500 l/s runkoon saadaan nopeudeksi 10 m/s. Ilmavirta- ja säätöjärjestelmässä runko tarkoittaa siis poistopuolen imukartiosta tulopuolen Activentteihin. Järjestelmän kaikki haarat varustetaan sulkupellein, mikä mahdollistaa sen, että venttiileitä voidaan käyttää vain yhtäkin ryhmää kerrallaan. Tarvittaessa voidaan käyttää myös ohituksia tulo- ja poistopuolella, jolloin saadaan myös runkoon erilaisia nopeuksia. Muiden kanavien koot määräytyivät valittavien päätelaitteiden ilmavirtojen mukaan. Poistoilmakanava mitoitettiin siten, että yhteiskanavaventtiilit $20 \text{ l/s} \times 8 \text{ kpl} = 160 \text{ l/s}$ ja poistoilmasäleiköt $100 \text{ l/s} \times 4 \text{ kpl} = 400 \text{ l/s}$. Tuloilmakanava mitoitettiin siten, että tuloilmahajottimet $30 \text{ l/s} \times 7 \text{ kpl} = 210 \text{ l/s}$, jäähdytyspalkit $20 \text{ l/s} \times 3 \text{ kpl} = 60 \text{ l/s}$ ja VAV-säätimillä toimivat hajottajat $30 \text{ l/s} \times 3 = 90 \text{ l/s}$. Activentit mitoitettiin $250 \text{ l/s} \times 2 \text{ kpl} = 500 \text{ l/s}$, jolloin Activenttit toimivat tulopuolen ohituksina.



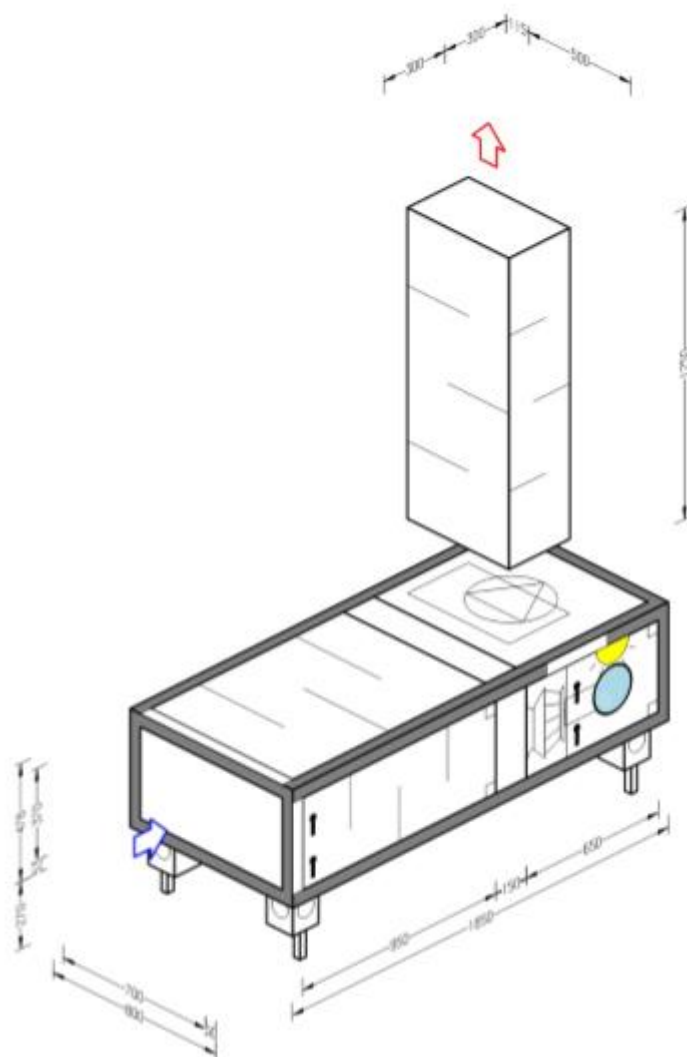
Kuva 27. Ilmavirta- ja säätöjärjestelmä 3D (Samuli Laitinen, 2017)



Kuva 28. Ilmavirta- ja säätöjärjestelmä (Samuli Laitinen, 2017)

6.2 Kammiopuhallin

Ilmavirta- ja säätöjärjestelmän kammiopuhallinta suunniteltaessa käytettiin Fläktwoods Acon-valintaohjelmaa. Kammiopuhallin mitoitettiin ilmavirralla 600 l/s, jolloin runkokanavaan saadaan maksiminopeudeksi 12 m/s. Kammiopuhaltimena toimii Fläktwoods Centriflow 3D puhallin, jossa on EC-moottori. Kammiopuhaltimen imupuolelle suunniteltiin 900 mm pitkä lamelliäänenvaimennin, jossa on ulosvedettävät lamellit. Painepuolelle suunniteltiin ylöspäin puhalluksen takia kanavaan asennettava laatikkovaimennin.



Kuva 29. Kammiopuhallin Fläktwoods Acon (Samuli Laitinen, 2017)

6.3 Laitteet

6.3.1 Tuloilman päätelaitteet

Tuloilmahajottimiksi valittiin Fläktwoodsin ROFB-125 (Kuva 30). ROFB on vapaasti kattoon asennettavaksi tarkoitettu hajotin, jossa on kiinteä tasauslaatikko. Hajotin on muodoltaan pyöreä ja suutinosaa on rei'ittämätön. Tasauslaatikossa on mittaus- ja säätölaite, jonka monipistemittaus mahdollistaa tarkan mittausarvon. Tasauslaatikon säätöpellin mittausletkut ovat sisällä hajottimessa, mikä helpottaa säätöä ja mittausta. (Fläktwoods [www-sivut](http://www.flaktwoods.com), 2017.)



Kuva 30. Tuloilmahajotin ROFB (Fläktwoods, 2017)

VAV-säätimillä toimiviksi tuloilmahajottimiksi valittiin Fläktwoodsin Optimix + RAPB 125 (Kuva 31), joka on aktiivinen tuloilmalaite, joka sisältää kaksi vaihtoehtoista toimintaa. Sillä voidaan pitää haluttua heittopituutta vakiona ilmavirran muuttuessa tai sitä voidaan käyttää ilmavirran tarpeenmukaiseen säätöön. Optimix RAPB sisältää aktiivisen tuloilmahajottimen RAPH ja vaimennetun tasauslaatikon ATTC, jossa on yhdistetty mittaus- ja säätölaite. Optimix VAV on toiminto, jolla voidaan säätää ilmavirtaa. Sitä voidaan käyttää sekä muuttuvalle että vakiona pysyvälle virtaukselle. VAV-toimintoa voidaan käyttää joko analogisella tai Modbus-toimilaitteella. (Fläktwoods [www-sivut](http://www.flaktwoods.com), 2017)



Kuva 31. Tuloilmahajotin Optimix + RAPB (Fläktwoods, 2017)

Jäähdytyspalkiksi suunniteltiin SwegonAB Adriatic VF jäähdytyspalkit (Kuva 32). Adriatic VF on suunniteltu näkyvään asennukseen joko ripustettuna tai suoraan kattoon asennettuna. Jäähdytyspalkissa on Swegonin ADC-ilmanohjain, joka tarjoaa ai-nulaatuisen mahdollisuuden puhalluksen suuntaukseen. Jäähdytyspalkissa on myös sisäänrakennettu VariFlow-suutinlaitteisto. Ilmavirtoja voidaan säätää suutinlistojen avulla käyttökohteen mukaan. (Swegon www-sivut, 2017)



Kuva 32. Jäähdytyspalkki Adriatic VF (SwegonAB, 2017)

Tuloilmakanavan rungon ohitukseksi suunniteltiin Fläktwoodsin Activent-suutinkanaavat (Kuva 33). Tuloilma virtaa tasaisesti pienistä suuttimista koko ilmanjakolaitteen pituudelta. Suuttimista tulevat ilmasuihkut vetävät mukaansa huoneilmaa, jolloin suuret ilmamassat alkavat liikkua hitaasti. Tällöin oleskeluvyöhykkeen ilman virtausnopeus pysyy pienenä. (Fläktwoods [www-sivut](#), 2017.)



Kuva 33. Activent-suutinkanava (Fläktwoods, 2017)

6.3.2 Poistoilman päätelaitteet

Poistoilmasäleiköksi valittiin Fläktwoodsin AVS-300-100 + TGE 300-100-A (Kuva 34). Tasauslaatikko TGE on tarkoitettu suorakulmaisille tulo- ja poistoilmasäleiköille. Tasauslaatikon alhainen äänitaso ja hyvä äänenvaimennusominaisuus varmistavat taseisen ilman virtauksen säleikölle. Tasauslaatikossa on säätölaite, joka voidaan irrottaa tarkastusta ja puhdistusta varten. AVS säleiköt voidaan asentaa seinään, lattiaan tai kattoon. (Fläktwoods [www-sivut](#), 2017)



Kuva 34. Poistoilmasäleikkö AVS ja tasauslaatikko TGE (Fläktwoods, 2017)

Yhteiskanavaventtiileiksi valittiin Fläktwoodsin KSO-125 (Kuva 35). KSO on hiljainen ja klassinen poistoilmaventtiili pienille ilmavirroille. Venttiilin rungossa on solumuovitiiviste ja kierrekara, jonka avulla venttiili on helposti säädettävissä ja lukittavissa haluttuun asentoon. (Fläktwoods [www-sivut](http://www.flaktwoods.com), 2017)



Kuva 35. Poistoilmaventtiili KSO (Fläktwoods, 2017)

Ilmavirta- ja säätöjärjestelmän ottaa ilman isosta laboratoriosta imukartion kautta. Imukartio toimii myös poistoilmakanaviston ohituksena. Imukartioiksi valittiin Lindab ILKNU-50 (Kuva 36), jossa on 10 x 10 mm verkon silmäkoko.



Kuva 36. Imukartio ILKNU-50 (Lindab, 2017)

6.3.3 Mitta- ja säätölaitteet

Ilmavirta- ja säätöjärjestelmän kanavistoon oli tarkoitus suunnitella erilaisia mittaus- ja säätömahdollisuuksia. Kanaviston jokainen haarakohta varustetaan Iris- ja sulkupellillä, jolloin pystytään sulkemaan halutut haarat ja pystytään mittaamaan haluttuja päätelaitteita ja kanavaosuuksia. Runkokanavaan suunniteltiin myös erilaisia mittalaitteita. Mitta- ja säätölaitteet pyritään asentamaan siten, että virtauksen tulosuunnassa on riittävästi suojaetäisyyttä.

Fläktwoodsin IRIS-pelti (Kuva 37) muodostuu runko-osasta, säätösäleistä, säätömutterista, säätöasteikosta ja mittayhteistä. IRIS soveltuu ilmavirtojen nopeaan ja tarkkaan mittaukseen ja säätöön. IRIS-pellillä on matala äänitaso ja sen toiminta on virtaus-suunnasta riippumaton. (Fläktwoods [www-sivut](#), 2017.)

Fläktwoodsin MR mittarengas (Kuva 37) muodostuu runko-osasta, mittarenkaasta ja manometriliitännöistä. Mittarengas soveltuu ilmavirtojen nopeaan ja tarkkaan mittaukseen myös virtaushäiriöiden jälkeen. (Fläktwoods [www-sivut](#), 2017.)



Kuva 37. IRIS-säätöpelti ja mittarengas MR (Fläktwoods, 2017)

Halton PTS/A (Kuva 38) on sulkupelti, jossa on kumitiivisteet, jotka varmistavat mahdollisimman hyvän tiiviydän suljetussa asennossa. Sulkupelti on varustettu joko käsi-käyttöisellä kahvalla tai sähköisellä toimilaitteella. (Halton www-sivut, 2017)



Kuva 38. Sulkupelti PTS/A (Halton, 2017)

Lindab UltraLink (Kuva 39) on uusi teknologia, jonka avulla ilmavirtaa voidaan mitata ilman painehäviöitä ultraäänen avulla. Koska mittaus tapahtuu kanavan pinnasta ultraäänellä, kanaviston likaantuminen ei vaikuta mittaukseen ja säätöön. UltraLink on erittäin tarkka kanavanopeuksilla 20 m/s – 0,5 m/s. UltraLinkissä on mukana myös lämpötilanmittaus. (Lindab www-sivut, 2017)



Kuva 39. Mittalaite UltraLink (Lindab, 2017)

6.4 Äänitasot

Ilmavirta- ja säätöjärjestelmän äänitasot on laskettu lisävaimennuksella ja ilman lisävaimennusta (Taulukko 1). Lisävaimentimena toimii Lindabin PVA 250-600-100 äänenvaimennin. Äänenvaimentimet sijoitetaan ennen imukartiota (imupuoli) ja ennen Activenttejä (painepuoli).

TAULUKKO 1. Ilmavirta- ja säätöjärjestelmän äänitasot (Samuli Laitinen, 2017)

Imupuoli										
Oktaavikaista (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Puhaltimen melu	61	55	55	51	44	50	53	54		
Lindab 250-600-100	2	5	11	24	24	18	12	9		
Huonevaimennus	6	6	6	6	6	6	6	6		
A-suodatus	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
Lisävaimentimella	26,8	27,9	29,4	17,8	14	27,2	36	37,9	41,0	dB(A)
Ilman lisävaimenninta	28,8	32,9	40,4	41,8	38	45,2	48	46,9	52,6	dB(A)

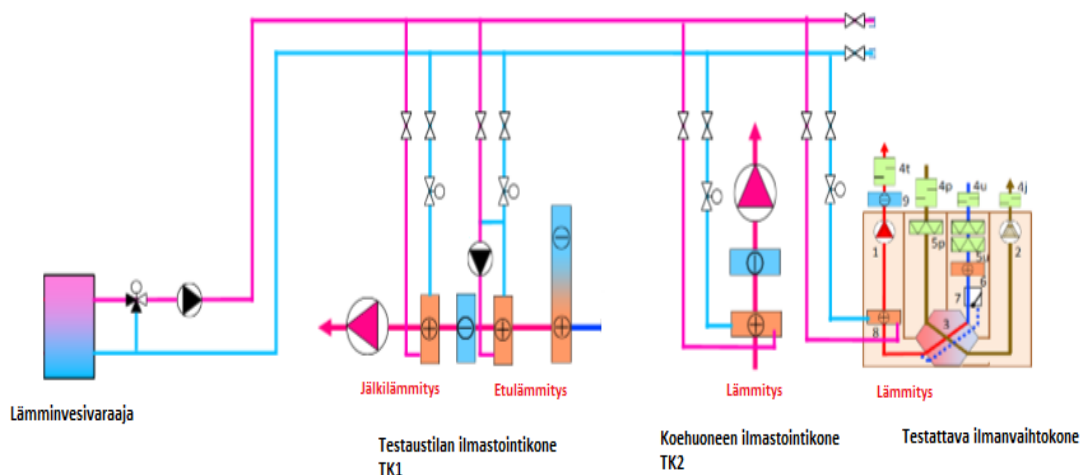
Painepuoli										
Oktaavikaista (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Puhaltimen melu	58	53	43	37	37	37	42	52		
Laatikkovaimennin	7	14	25	39	44	43	29	19		
Lindab 250-600-100	2	5	11	24	24	18	12	9		
Huonevaimennus	6	6	6	6	6	6	6	6		
A-suodatus	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
Lisävaimentimella	16,8	11,9	-7,6	-35,2	-37	-28,8	-4	16,9	20,5	dB(A)
Ilman lisävaimenninta	18,8	16,9	3,4	-11,2	-13	-10,8	8	25,9	27,2	dB(A)

Imu- ja painepuoli yhteensä		
Lisävaimentimella	41,1	dB(A)
Ilman lisävaimenninta	52,6	dB(A)

7 LÄMMITYS JA JÄÄHDYTYS

7.1 Lämmitys

LVI-laboratorion lämmin vesi otetaan sähköisestä lämminvesivaraajasta. Sillä lämmitetään testaustilan ilmastointikoneen TK1 etu- ja jälkilämmityspatterit, koehuoneen yläpuolella olevan ilmastointikoneen TK2 kanavapatteri sekä testattavalle pienelle ilmanvaihtokoneelle tuodaan lämpöjohdot. Lämminvesivaraajaa käytetään myös ison laboratorion puolella muita laboratoriotöitä varten. Ilmastointikoneen TK1 lämpöjohdojen venttiilit asennetaan rakenneosan kohdalle, jolloin ne ovat helposti säädettävissä laboratoriotöitä varten. (Kuva 40.)

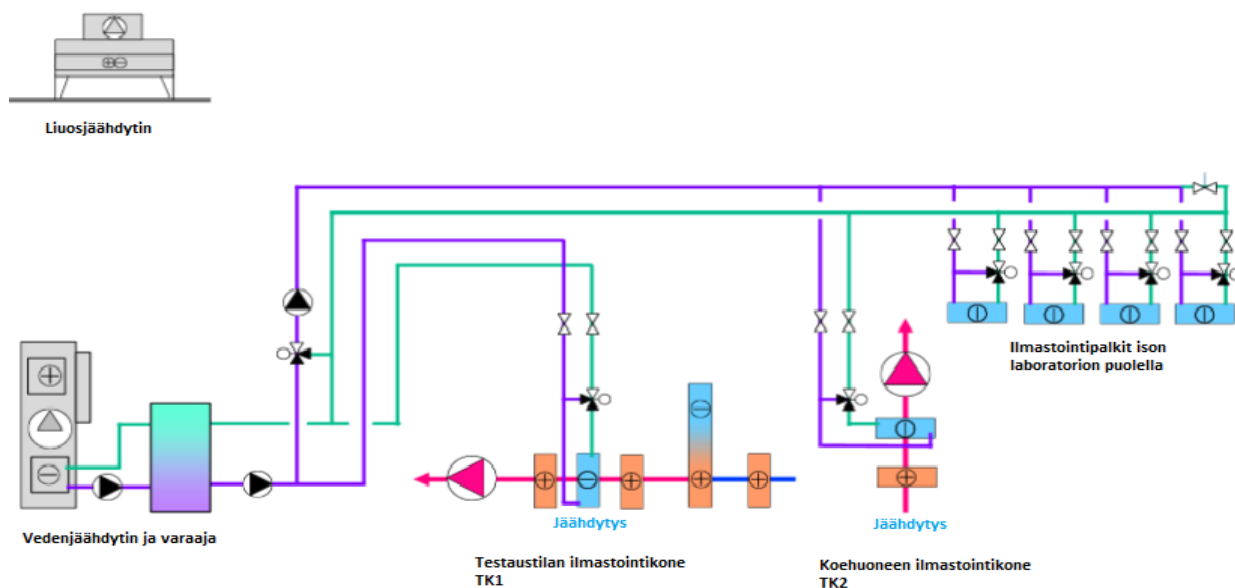


Kuva 40. Putkien periaatekaavio (SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

7.2 Jäähdytys

LVI-laboratorion ilmastointikoneiden jäähdytys hoidetaan Carrier-vedenjäähdyttimellä. Sillä jäähdytetään testaustilan ilmastointikoneen TK1 jäähdytyspatterit, koehuoneen ilmastointikoneen TK2 kanavapatteri sekä ison laboratorion puolella olevat jäähdytyspalkit. Ilmastointikoneen TK1 venttiilit asennetaan rakenneosan kohdalle, jolloin niihin pääsee helposti käsiksi. Vedenjäähdyttimen liuosjäähdytin asennetaan vesikatolle pilarilinjan kohdalle. Liuosjäähdytintä varten täytyy rakentaa huoltotaso

vesikatolle. Liuosjäähdyttimen putkien vesikaton läpiviennit tehdään samaan linjaan kuin testattavan ilmanvaihtokoneen ulko- ja jäteilman läpiviennit. (Kuva 41.)

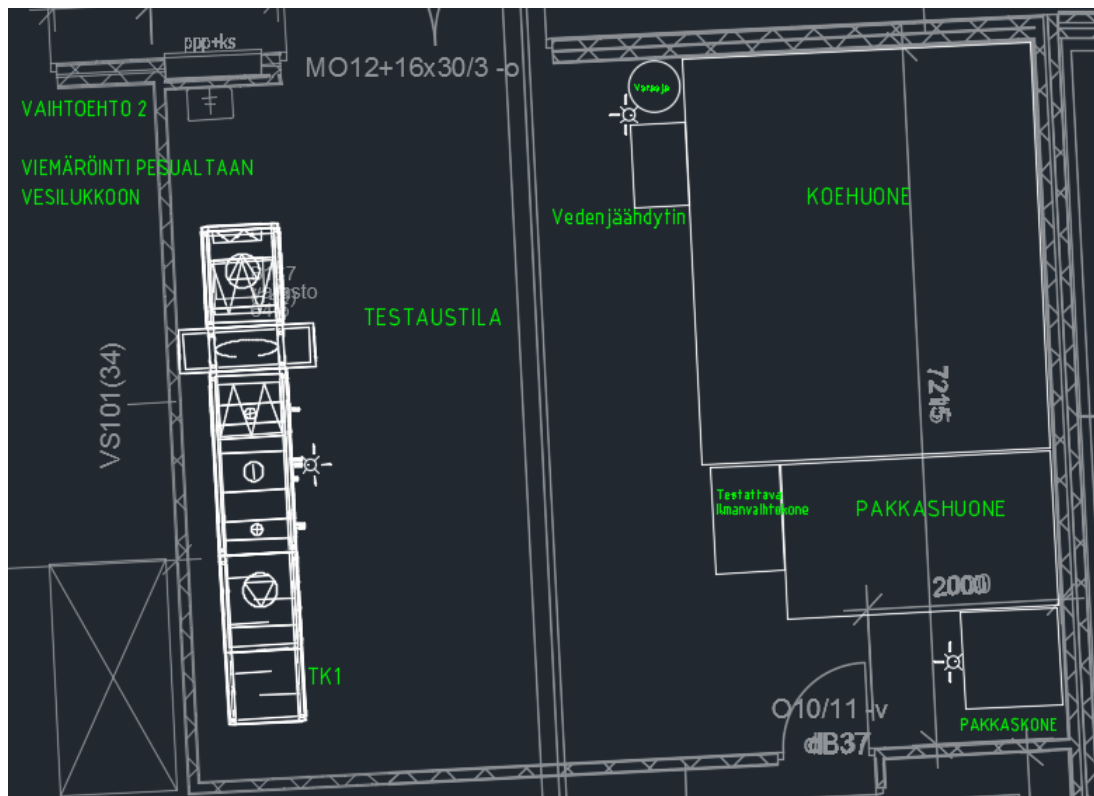


Kuva 41. Putkien periaatekaavio (SAMKIn uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016)

8 VIEMÄRIT

Kondenssivesiä ja mahdollisia laiterikkoja varten, ilmastointikoneen TK1, pakkaskoneen ja vedenjäähdyttimen viereen asennetaan Vieserin lattiakaivot DN 75. Lattiakairoihin asennetaan Vieserin erikoisvesilukot, jotka estävät pahojen hajujen leviämisen tilaan. Puutteellisten pohjaviemärikuvien takia, kuvassa on merkattuna vain lattiakaivojen paikat. (Kuva 42.)

Toisena vaihtoehtona, ilman lattian piikkausta, voidaan laittaa teräsaltat ilmastointikoneen TK1, pakkaskoneen ja vedenjäähdyttimen alle. Teräsaltaasta vesi pumpataan ja viemäroidään testaustilassa olevaan pesualtaan vesilukkoon.



Kuva 42. LVI-laboratorion viemärit (Samuli Laitinen, 2017)

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Satakunnan ammattikorkeakoulun uuden kampuksen LVI-laboratoriota ja sinne tulevia ilmanvaihtojärjestelmiä. Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin valmiina olevan luonnossuunnitelman pohjalta, jota käytettiin apuna ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelussa. Opinnäytetyössä käytettiin MagiCAD-ohjelmaa sekä Fläktwoods Acon-valintaohjelmaa.

LVI-laboratorion suunnitelmat onnistuivat kaikkien tarpeiden mukaisesti. LVI-laboratoriossa pystytään tekemään monenlaisia laboratoriotöitä, kuten esimerkiksi useita erilaisia ilmanvaihtotekniikkaan liittyviä laboratoriotöitä, rakennustekniikan laboratoriotöitä ja ilmastointikoneisiin liittyviä laboratoriotöitä. LVI-laboratoriossa on myös mahdollista testata eri tuotevalmistajien pieniä ilmanvaihtokoneita ja päätelaitteita.

LÄHTEET

Fläkt Woods Oy www-sivut. Viitattu 2017. www.flaktwoods.fi

Halton www-sivut. Viitattu 2017. www.halton.fi

Jeven www-sivut. Viitattu 2017. www.jeven.fi

Lindab www-sivut. Viitattu 2017. www.lindab.fi

SAMKin uuden LVI-laboratorion luonnossuunnitelma, 1/2016, Pori.

Sandberg E. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2, Tampere: Talotekniikka-Julkaisut Oy

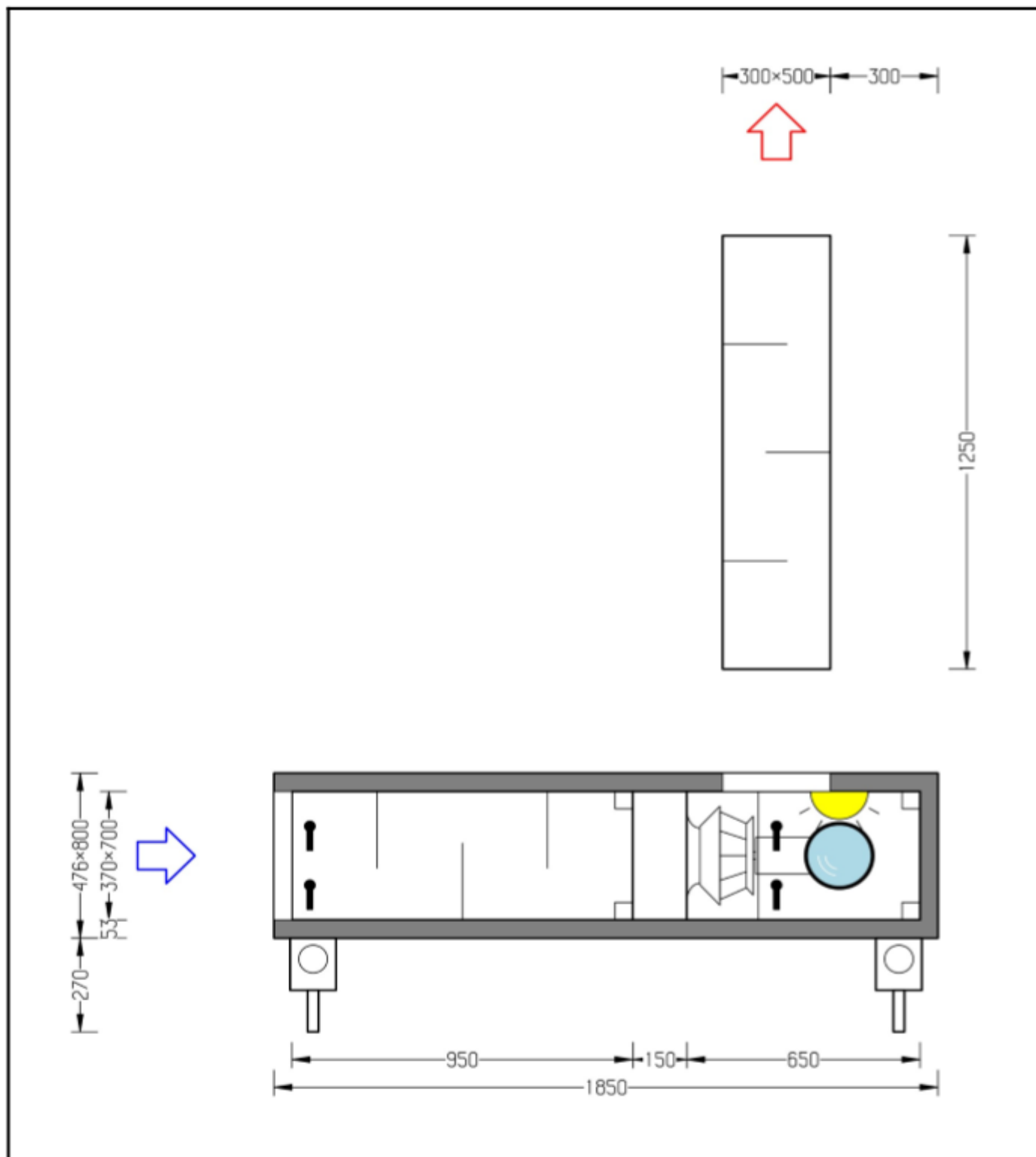
Sandberg E. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Ilmastointitekniikka osa 1, Tampere: Talotekniikka-Julkaisut Oy

Suomen RakMK D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Swegon www-sivut. Viitattu 2017. www.swegon.fi

Vieser www-sivut. Viitattu 2017. www.vieser.fi

LIITE 1 (1 / 7)




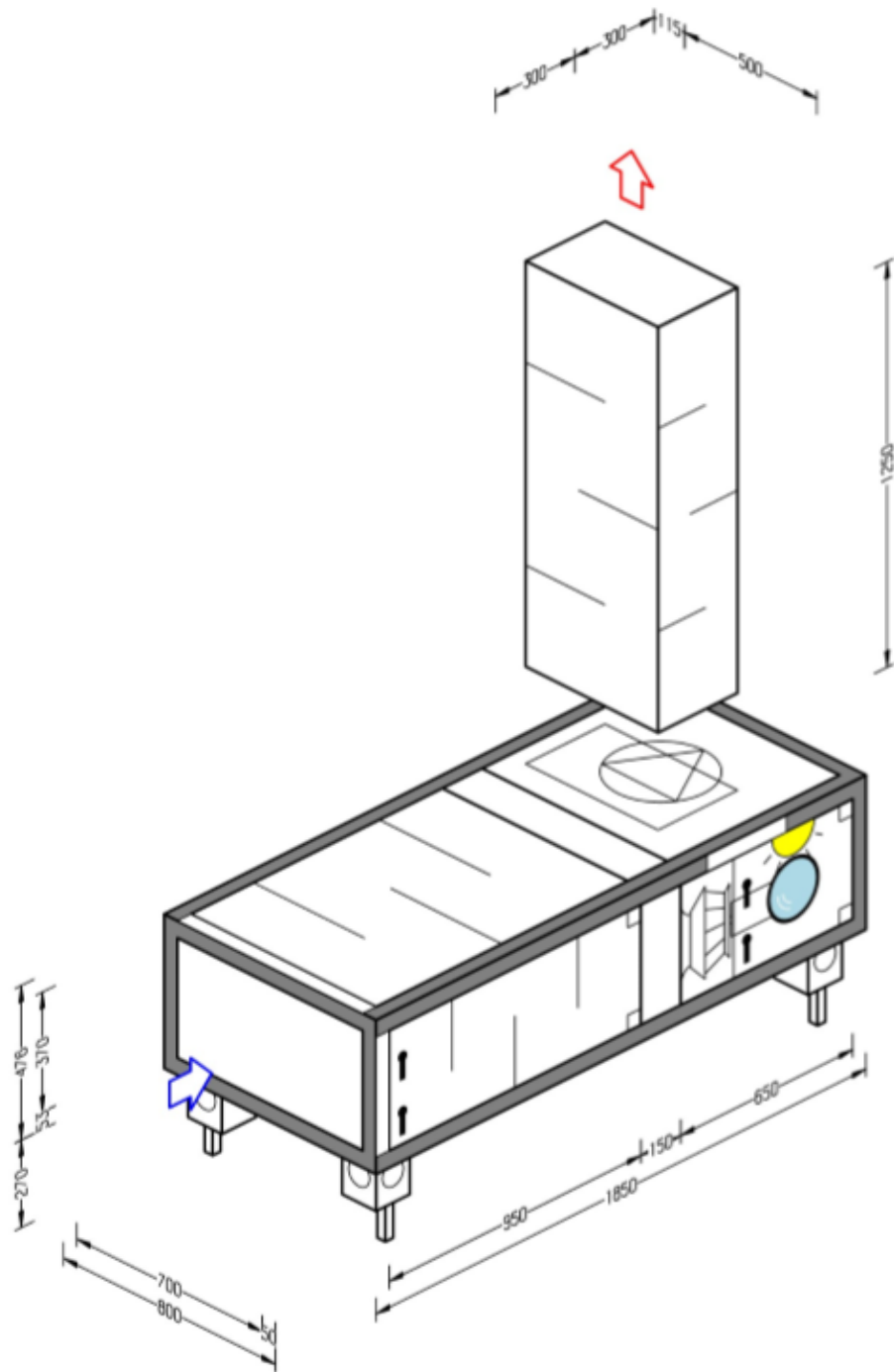
Huoltopuoli

2017-03-28

Acon 2.21.170303.2


Sivu 1/7

Asiakasnumero	57839	Projektin nimi	Kamiopuhallin	
Projekti	569	Koneen nimi		
Kone	1	Tuloilma	eQ-005	
AOC	ACON-02038589	Poistoilma	0,60 m³/s	



Etuvasemmalta

2017-03-28
Acon 2.21.170303.2
Sivu 2/7

Asiakasnumero	57839	Projektin nimi	Kamiopuhallin	
Projekti	569	Koneen nimi		
Kone	1	Tuloilma	eQ-005	
AOC	ACON-02038589	Poistoilma	0,60 m³/s	



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	569 () / Kamiopuhallin	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02038589	
Kone	1 () /	2017-03-28
Konekoko	005	Sivu 3/7

Asiakas

Asiakkaan viite

Oma viite Samuli Laitinen

Tuloilmavirta	0,60 m ³ /s	Poistoilmavirta	0,00 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	400 Pa	Ulkoinen painehäviö	0 Pa
Jännite	3 x 400V + N, 50 Hz	Paino	199 kg
Ominais sähköteho SFP	0,89 kW/(m ³ /s)	Designed for wet conditions	
Ilman tiheys	1,2 kg/m ³	Korkeus mpy	0 m

YHTEENVETO

Toiminto-osat ilmavirran suunnassa	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
Äänenvaimennin	2,4				26
Rakenneosia					0
Kammio puhallin		54,1	-20 / -19,4	24 / 24,7	482
Äänenvaimennin	4,1				45
Liitäntähäviö					11
Tuloilmakanava					400

*Koskee puhaltimen mitoittavaa toimintapistettä

ÄÄNEN TEHOTASOT
 (standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Oktaavikaista (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Ulkoilmaliitäntä	61	55	55	51	44	50	53	54	59
Tuloilmaliitäntä	58	53	43	37	37	37	42	52	52
Koneen vaipan läpi	51	51	55	45	37	42	40	37	50



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	569 () / Kamiopuhallin	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02038589	
Kone	1 () /	2017-03-28
Konekoko	005	Sivu 4/7

TEKNINEN ERITTELY
(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA

Äänenvaimennin

Konekoko: 005	
Pituus: 900 mm	
Rakenne: Ovi ja ulosvedettävät lamellit	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Oikea	
Mitoittava painehäviö	26 Pa
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu	2,8,19,22,23,17,14,13 dB

Rakenneosa

Konekoko: 005
Pituus: 015
Huoltopuoli: Oikea

Kammiopuhallin

Huoltopuoli: Oikea	
Puhaltimen valinta	
Puhallinkoko: Koko 2	
Tärinävaimentimet: Malli seinäasennus	
Moottorin valinta	
Moottorityyppi: EC-moottori IE4	
Pyörimisnopeussäätö	
Valmiste, tyyppi: Fläkt Woods EC-moottori	
Kotelointiluokka: IP54	
Asennus: kiinni moottorissa	
Toimitusmuoto: asennettu paikalleen	
Moottori/taajuusmuuttaja tarvikkeet	
Liitäntätarvikkeet: Moottorikaapeli asennettuna	
Kaapelin pituus: 350	
Mitoitustiedot	
Pyörimisnopeus	3613 Rpm
Maks. pyörimisnopeus	4000 Rpm
Kokonaishyötysuhde	54,1 %
Paineenkorotus	482 Pa
Sähkön ottoteho	0,544 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,7 °C
K-kerroin ilmavirran mittaukseen	67,56
Puhallinpyörän koko	025
SFP-laskenta	
Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,534 kW
Paineenkorotus	482 Pa
Pyörimisnopeus	3566 Rpm
Moottori	
Moottorin nimellisteho	0,75 kW
Nimellisvirta	3,5 A
Haluttu tehoreservi vähintään	10 %
Tarkastusikkuna	
Rakenne: vakio	
Valaisin	
Rakenne: LED	
Toimitustapa: Toimitetaan irrallaan	
Taajuusmuuttaja	



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	569 () / Kamiopuhallin	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02038589	
Kone	1 () /	2017-03-28
Konekoko	005	Sivu 5/7

Moottoritarvikkeet
Centriflow 3D puhallin + EC-moottori

Äänenvaimennin, kanavaan asennettava

Konekoko: 5
Leveys: 500 mm
Korkeus: 300 mm
Pituus: Pitkä
Liitäntä: PG työntölistaliitos
Mitoittava painehäviö
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys
huomioitu

45 Pa
7,14,25,39,44,43,29,19 dB



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	569 () / Kamiopuhallin	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02038589	
Kone	1 () /	2017-03-28
Konekoko	005	Sivu 6/7

LOHKOTIEDOT

	PITUUS (mm)	LEVEYS (mm)	KORKEUS (mm)	TILAVUUS (m ³)	PAINO (kg)
EQGA-005-185-11-1-1-2-1-1-1-1	1900	950	646	1,17	156
Koneen vaippa (yksikerros)					
Model box code: EQ 1111					
Materiaali: Aluzink teräs					
Lämpöeristys: T3					
Kondenssieristys: TB3					
Tiiviysluokka: L2 (CEN B)					
Vaipan lujuusluokka: CEN D2					
Äänenvaimennin					
Rakenneosa					
Kammiopuhallin Centriflow 3D					
				1,17	156



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

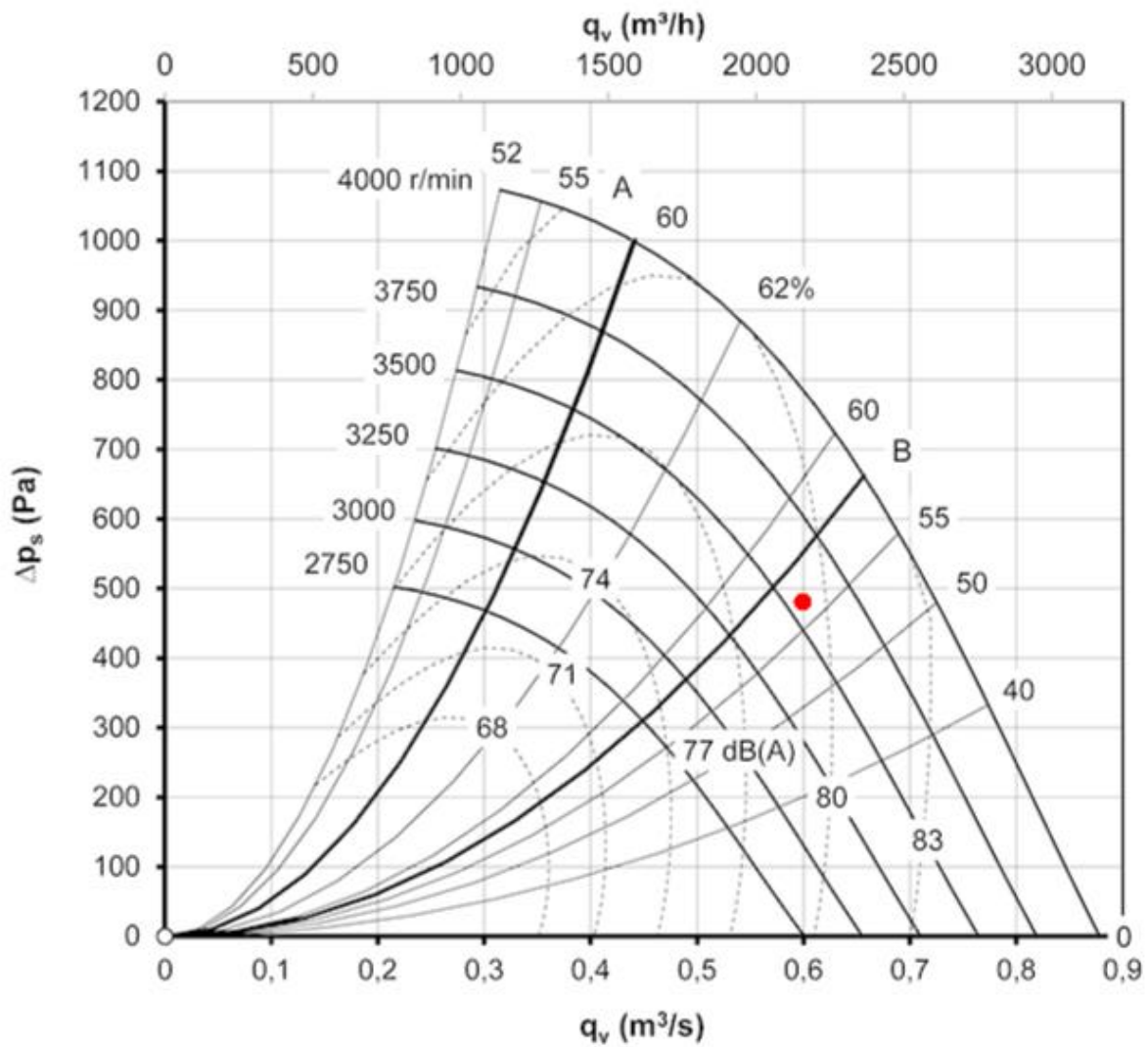
Projekti
AOC
Kone
Konekoko

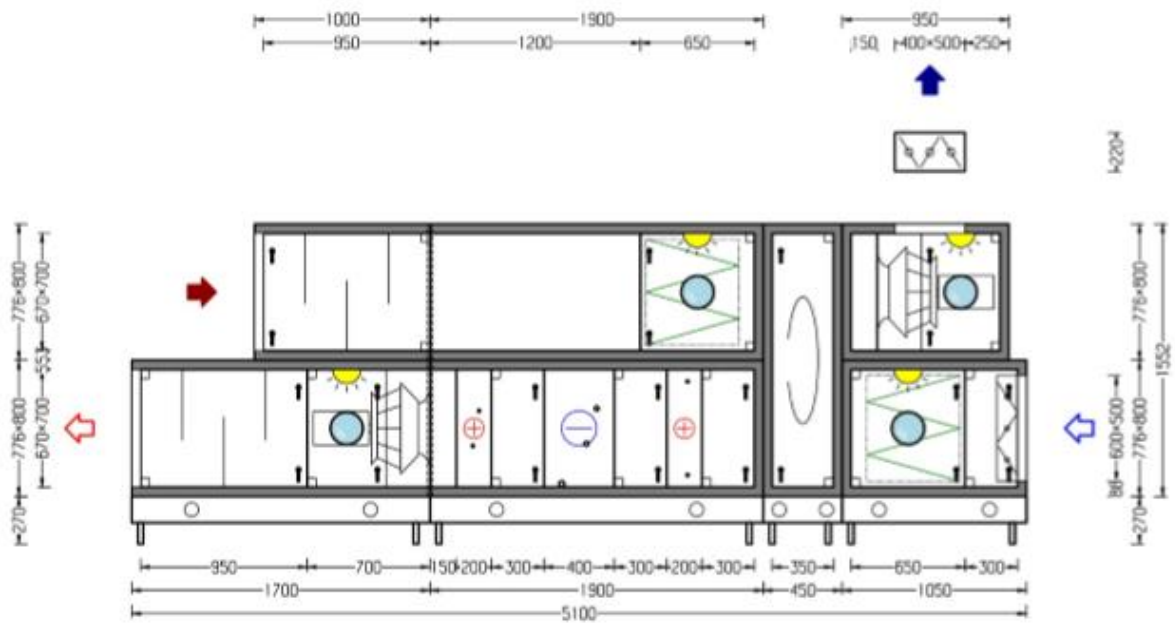
569 () / Kamiopuhallin
ACON-02038589
1 () /
005

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
Sivu 7/7

Puhallinkäyrä - Tuloilma - EQLP-005-2-3-1-3-4-3-1-3-1-1-1






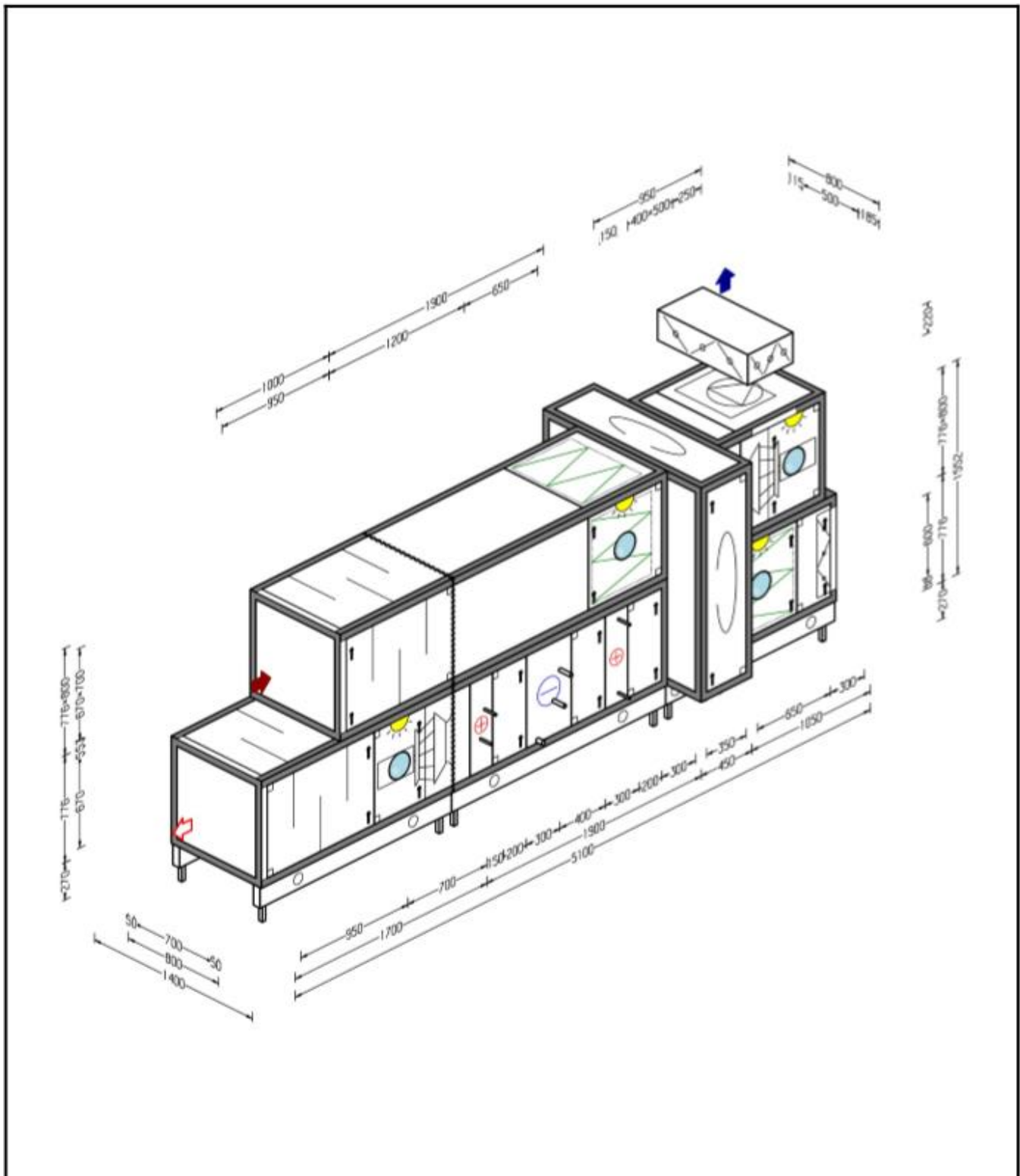
Huoltopuoli

2017-03-28

Acon 2.21.170303.2

Sivu 1/17

Asiakasnumero	57839	Projektin nimi	Kampus SAMK	
Projekti	554	Koneen nimi	LVI-labra 1	
Kone	1	Tuloilma	eQ-009 0,50 m³/s	
AOC	ACON-02023326	Poistoilma	eQ-009 0,50 m³/s	



Etuvasemmalta

2017-03-28

Acon 2.21.170303.2

Sivu 2/17

Asiakasnumero	57839	Projektin nimi	Kampus SAMK
Projekti	554	Koneen nimi	LVI-labra 1
Kone	1	Tuloilma	0,50 m³/s
AOC	ACON-02023326	Poistoilma	0,50 m³/s





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 3/17

Asiakas

Asiakkaan viite

Oma viite

Tuloilmavirta	0,50 m ³ /s	Poistoilmavirta	0,50 m ³ /s
Ulkoisen painehäviö	100 Pa	Ulkoisen painehäviö	230 Pa
Jännite	3 x 400V + N, 50 Hz	Paino	1107 kg
Ominais sähköteho SFP	1,17 kW/(m ³ /s)	Designed for wet conditions	
Ilman tiheys	1,2 kg/m ³	Korkeus mpy	0 m

YHTEENVETO

Toiminto-osat ilmavirran suunnassa	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
Tuloilma:					
Ulkoilmakanava					50
Peltiosa/liitäntäosa	1,8				1
Suodatin	1,5				84
Lämmönsiirrin	0,9	87,9	-26 / 16,2		51
Rakenneosa					0
Ilmanlämmitin	1,5		16,2 / 19,6		12
Rakenneosa					0
Ilmanjäähdytin	1,6			26 / 15,6	34
Rakenneosa					0
Esilämmitin	1,5				3
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		54,2	19,6 / 20	15,6 / 16	295
Äänenvaimennin	1,1				5
Liitäntähäviö					5
Tuloilmakanava					50
Poistoilma:					
Poistoilmakanava					100
Äänenvaimennin	1,1				6
Rakenneosa					0
Suodatin	1,4				83
Lämmönsiirrin	1,0		22 / -20,2		51
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		56,9			376
Pelti	1,6				1
Liitäntähäviö					5
Jäteilma					130

*Koskee puhaltimen mitoitettavaa toimintapistettä

ÄÄNEN TEHOTASOT
 (standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitäntä	57	48	54	48	42	44	35	33	51
Tuloilmaliitäntä	54	55	47	40	40	48	48	48	54
Poistoilmaliitäntä	59	44	41	32	31	35	33	33	42
Jäteilmaliitäntä	58	65	68	64	65	67	64	63	72
Koneen vaipan läpi	57	49	53	39	31	41	35	31	47



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 4/17

TEKNINEN ERITTELY
(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA

Peltiosa

Mitoittava painehäviö	1 Pa
Vaipan päätyseinä	
Pelti	
Leveys cm : 050	
Korkeus cm : 060	
Tiiviy.luokka: 4 (CEN 3)	
Liitäntä: Laippa	
Toiminto: Ulkoilma	
Sijainti: Päädyssä sisäpuolella	
Peltityyppi: 100 mm säleet	
Eristys: Eristetyt säleet	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Rakenneosa	
Konekoko: 009	
Pituus: 030	
Huoltopuoli: Vasen	

Suodatin

Konekoko: 009	
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit	
Suodatinluokka: F7	
Suodatintyyppi: Lasikuitu, vakiomalli	
Suodattimen kehys: Muovi	
Huoltopuoli: Tuloaukko osan päädyssä (vakio)	
Sijainti: Alipaineelle	
Esisuodatin: Ilman	
Suodattimen allas: Ilman	
Materiaali: Aluzink teräs	
Huoltopuoli: Vasen	
Suodattimien kehyskoot	1x592x592
Alkupainehäviö	34 Pa
Mitoittava painehäviö	84 Pa
Loppupainehäviö	134 Pa
Suodattimen otsapinta	0,4 m ²
Otsapintanopeus	1,5 m/s
Tarkastusikkuna	
Rakenne: vakio	
Valaisin	
Rakenne: LED	
Toimitustapa: Toimitetaan irrallaan	

REGOTERM pyörivä lämmönsiirrin

Konekoko: 009
Roottorin rakenne: SEMCO hygroskooppinen roottori
Tehovaihtoehto: Tehovaihtoehto 6 (2.1, syvyys 270 mm)
Syöttöjännite: 1 x 230 V, 50Hz
Roottorityyppi ja säätötapa: 270 mm roottori, säädettävä pyörimisnopeus
Rakennepituus: Roottori yksin
Tuloilman sijainti: Alemmassa koneessa
Toimitusmuoto: Yhtenäinen roottori
Materiaali: Sinkitty teräs/AlZn



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 5/17

Huoltopuoli: Vasen

Versionumero: Fläkt Woods Roottorin käyttömoottori

Lämpötilahyötysuhde

Hyötysuhde standardin EN 308 mukaan	87,9 %
Lämpötilahyötysuhde 0°C ulkolämpötilassa	87,9 %
Lämpötilahyötysuhde	87,9 %
Kosteushyötysuhde	91,4 %

Tuloilma

Kesä

Talvi

Painehäviö	51	43 Pa
Ilman lämpötila	26 / 26	-26 / 16,2 °C
Suhteellinen kosteus	60 / 60	89,9 / 26,5 %
Teho mitoitusasteessa		30 kW
Ilmavirran kulkeutuminen		0,10 m³/s
Otsapintanopeus	1,0	0,9 m/s
Poistoilma	Kesä	Talvi
Painehäviö	51	44 Pa
Ilman lämpötila	25 / 25	22 / -20,2 °C
Suhteellinen kosteus	50 / 50	20 / 91,7 %
Tarvittava poiston lisäkuristus		0 Pa
Otsapintanopeus	1,0	1,0 m/s

Rakenneosa

Konekoko: 009

Pituus: 030

Huoltopuoli: Vasen

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 1

Lamellirunko: Cu/Al

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 16

Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko

Kehyosat: Sinkitty teräs

Liitäntäpuoli: Vasen

Putkiliitäntä DN

Vesitilavuus

Mitoittava painehäviö

Teho

Ilman lämpötila

Otsapintanopeus

Lämmittimen säätötapa

Veden lämpötila

Vesivirta

Veden nopeus

Vesipuolen painehäviö

15

2,0 l

12 Pa

2,04 kW

16,2 / 19,6 °C

1,5 m/s

Mitoitus ilman pumppuryhmää

50 / 40 °C

0,05 l/s

0,4 m/s

3,2 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 009

Pituus: 030

Huoltopuoli: Vasen

Ilmanjäähdytin, vesi

Käyttötapa: Jäähdytyspatteri

Konekoko: 009

Tehovaihtoehto: 3

Rakenne: Vakio otsapinta

Lamellijako: 2 mm



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 6/17

Vesireitit: 10	
Lamellirunko: Cu/Al	
Kehyosien materiaali: Sinkitty teräs	
Liitännäpuoli: Vasen	
Putkiliitäntä DN	25
Vesitulavuus	4,7 l
Mitoitettava painehäviö	34 Pa
Painehäviö	34 Pa
Painehäviö, kuiva patteri	21 Pa
Teho	10,1 kW
Ilman lämpötila	26 / 15,6 °C
Suhteellinen kosteus	60 / 92,7 %
Otsapintanopeus	1,6 m/s
Veden lämpötila	7 / 12 °C
Vesivirta	0,48 l/s
Veden nopeus	0,8 m/s
Vesipuolen painehäviö	7,7 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 009
Pituus: 030
Huoltapuoli: Vasen

Esilämmitin

Käyttö: Esilämmitin +5 °C	
Konekoko: 9	
Materiaali, lamellirunko: Cu, ilman lamelleja	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltapuoli: Vasen	
Putkiliitäntä DN	15
Mitoitettava painehäviö	3 Pa
Teho	0,00 kW
Ilman lämpötila	19,6 / 19,6 °C
Veden lämpötila	19,6 / 19,6 °C
Vesivirta	0,0 l/s
Vesipuolen painehäviö	0,0 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 009
Pituus: 015
Huoltapuoli: Vasen

Kammio puhallin

Huoltapuoli: Vasen
Puhaltimen valinta
Puhallinkoko: Koko 2
Tärinävaimentimet: Malli seinäasennus
Moottorin valinta
Moottorityyppi: EC-moottori IE4
Pyörimisnopeussäätö
Valmiste, tyyppi: Fläkt Woods EC-moottori
Koteloitiluokka: IP54
Asennus: kiinni moottorissa
Toimitusmuoto: asennettu paikalleen
Moottori/taajuusmuuttaja tarvikkeet
Liitännätarvikkeet: Moottorikaapeli asennettuna
Kaapelin pituus: 350



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 7/17

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	2237 Rpm
Maks. pyörimisnopeus	3800 Rpm
Kokonaishyötysuhde	54,2 %
Paineenkorotus	295 Pa
Sähkön ottoteho	0,269 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,4 °C
K-kerroin ilmavirran mittaukseen	54,4
Puhallinpyörän koko	028
SFP-laskenta	
Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,231 kW
Paineenkorotus	238 Pa
Pyörimisnopeus	2135 Rpm
Moottori	
Moottorin nimellisteho	1,1 kW
Nimellisvirta	2,0 A
Haluttu tehoreservi vähintään	10 %
Tarkastusikkuna	
Rakenne: vakio	
Valaisin	
Rakenne: LED	
Toimitustapa: Toimitetaan irrallaan	
Taajuusmuuttaja	
Moottoritarvikkeet	
Centriflow 3D puhallin + EC-moottori	

Äänenvaimennin

Konekoko: 009	
Pituus: 900 mm	
Rakenne: Ovi ja ulosvedettävät lamellit	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Vasen	
Mitoitettava painehäviö	5 Pa
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu	2,8,19,22,23,17,14,13 dB

POISTOILMA**Äänenvaimennin**

Konekoko: 009	
Pituus: 900 mm	
Rakenne: Ovi ja ulosvedettävät lamellit	
Materiaali: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Oikea	
Mitoitettava painehäviö	6 Pa
Vaimennus oktaavikaistoittain, oman äänen kehitys huomioitu	2,8,19,22,23,17,14,13 dB

Rakenneosa

Konekoko: 009
Pituus: 120
Huoltopuoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 009
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit
Suodatinluokka: F7



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 8/17

Suodatintyyppi: Lasikuitu, vakiomalli	
Suodattimen kehys: Muovi	
Huoltoapuoli: Tuloaukko osan päädyssä (vakio)	
Sijainti: Alipaineelle	
Esisuodatin: Ilman	
Suodattimen allas: Ilman	
Materiaali: Aluzink teräs	
Huoltoapuoli: Oikea	
Suodattimien kehyskoot	1x592x592
Alkupainehäviö	33 Pa
Mitoittava painehäviö	83 Pa
Loppupainehäviö	133 Pa
Suodattimen otsapinta	0,4 m ²
Otsapintanopeus	1,4 m/s
Tarkastusikkuna	
Rakenne: vakio	
Valaisin	
Rakenne: LED	
Toimitustapa: Toimitetaan irrallaan	

Rakenneosa

Konekoko: 009
Pituus: 015
Huoltoapuoli: Oikea

Kammiopuhallin

Huoltoapuoli: Oikea	
Puhaltimen valinta	
Puhallinkoko: Koko 2	
Tärinänvaimentimet: Malli seinäasennus	
Moottorin valinta	
Moottorityyppi: EC-moottori IE4	
Pyörimisnopeussäätö	
Valmiste, tyyppi: Fläkt Woods EC-moottori	
Kotelointiluokka: IP54	
Asennus: kiinni moottorissa	
Toimitusmuoto: asennettu paikalleen	
Moottori/taajuusmuuttaja tarvikkeet	
Liitäntätarvikkeet: Moottorikaapeli asennettuna	
Kaapelin pituus: 350	
Mitoitustiedot	
Pyörimisnopeus	2480 Rpm
Maks. pyörimisnopeus	3800 Rpm
Kokonaishyötysuhde	56,9 %
Paineenkorotus	376 Pa
Sähkön ottoteho	0,346 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,6 °C
K-kerroin ilmavirran mittaukseen	54,4
Puhallinpyörän koko	028
SFP-laskenta	
Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,354 kW
Paineenkorotus	325 Pa
Pyörimisnopeus	2504 Rpm
Moottori	
Moottorin nimellisteho	1,1 kW
Nimellisvirta	2,0 A
Haluttu tehoreservi vähintään	10 %



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 9/17

Tarkastusikkuna

Rakenne: vakio

Valaisin

Rakenne: LED

Toimitustapa: Toimitetaan irrallaan

Taajuusmuuttaja

Moottoritarvikkeet

Centriflow 3D puhallin + EC-moottori

Kanavapelti

Toiminto: Jäteilma

Mitoittava painehäviö

1 Pa

Pelti

Leveys cm : 080

Korkeus cm : 040

Tiiviysluokka: 5 (CEN 4)

Liitântä: PG työntölistaliitos

Toiminto: Jätelima

Peltityyppi: 200 mm säleet

Eristys: Eristetyt säleet

Materiaali: Sinkitty teräs



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 10/17

TUOTETUNNUKSET

Kpl	Komponentit
1	Koneen vaippa (yksikerros)
1	Palkkialusta
1	Säätöjalat (erä)
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Vaipan päätyseinä
1	Pelti
1	Rakenneosa
1	Suodatin
1	Tarkastusikkuna
1	Valaisin
1	Koneen vaippa (rungollinen kaksikerros)
1	Palkkialusta
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Säätöjalat (erä)
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	REGOTERM pyöriva lämmönsiirrin
1	Koneen vaippa (yksikerros)
1	Palkkialusta
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Säätöjalat (erä)
1	Rakenneosa
1	Ilmanlämmitin, vesi
1	Rakenneosa
1	Ilmanjäähdytin, vesi
1	Rakenneosa
1	Esilämmitin
1	Rakenneosa
1	Koneen vaippa (yksikerros)
1	Asennusohjeet
1	Palkkialusta
1	Säätöjalat (erä)
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Kammiopuhallin Centriflow 3D
1	Tarkastusikkuna
1	Valaisin
1	Taajuusmuuttaja
1	Moottoritarvikkeet
1	Centriflow 3D puhallin + EC-moottori
1	Äänenvaimennin
1	Pelti
1	Koneen vaippa (yksikerros)
1	Nostolenkit
1	Lohkojen liitostarvikkeet
1	Rakenneosa
1	Kammiopuhallin Centriflow 3D
1	Tarkastusikkuna
1	Valaisin
1	Taajuusmuuttaja
1	Moottoritarvikkeet
1	Centriflow 3D puhallin + EC-moottori
1	Koneen vaippa (yksikerros)
1	Nostolenkit
1	Lohkojen liitostarvikkeet



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 11/17

- 1 Lohkojen liitostarvikkeet
- 1 Rakenneosa
- 1 Suodatin
- 1 Tarkastusikkuna
- 1 Valaisin
- 1 Koneen vaippa (yksikerros)
- 1 Nostolenkit
- 1 Lohkojen liitostarvikkeet
- 1 Äänenvaimennin



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

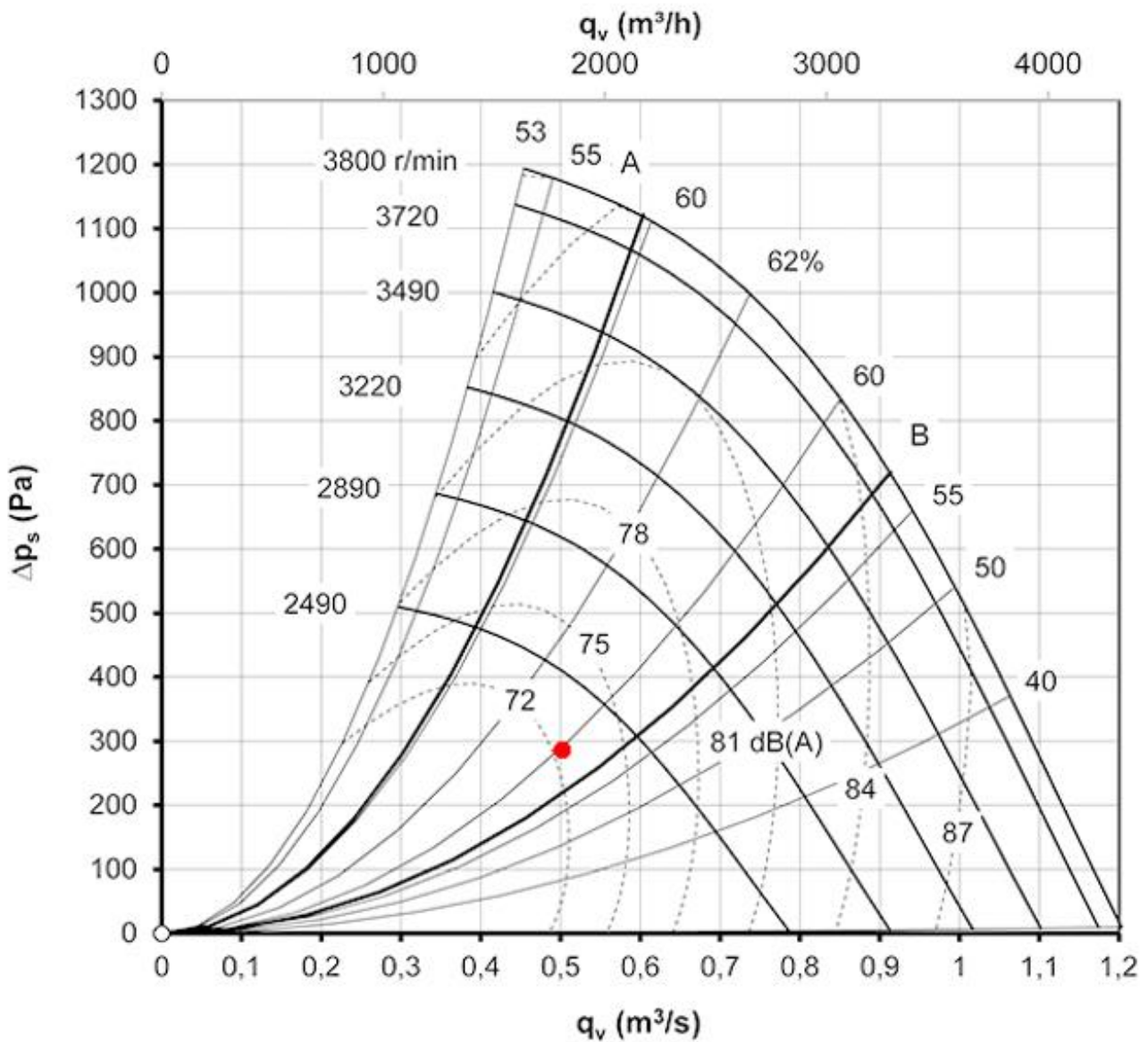
Projekti
AOC
Kone
Konekoko

554 () / Kampus SAMK
ACON-02023326
1 () / LVI-labra 1
009

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
Sivu 12/17

Puhallinkäyrä - Tuloilma - EQLP-009-2-3-1-3-4-3-1-2-1-2-1





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

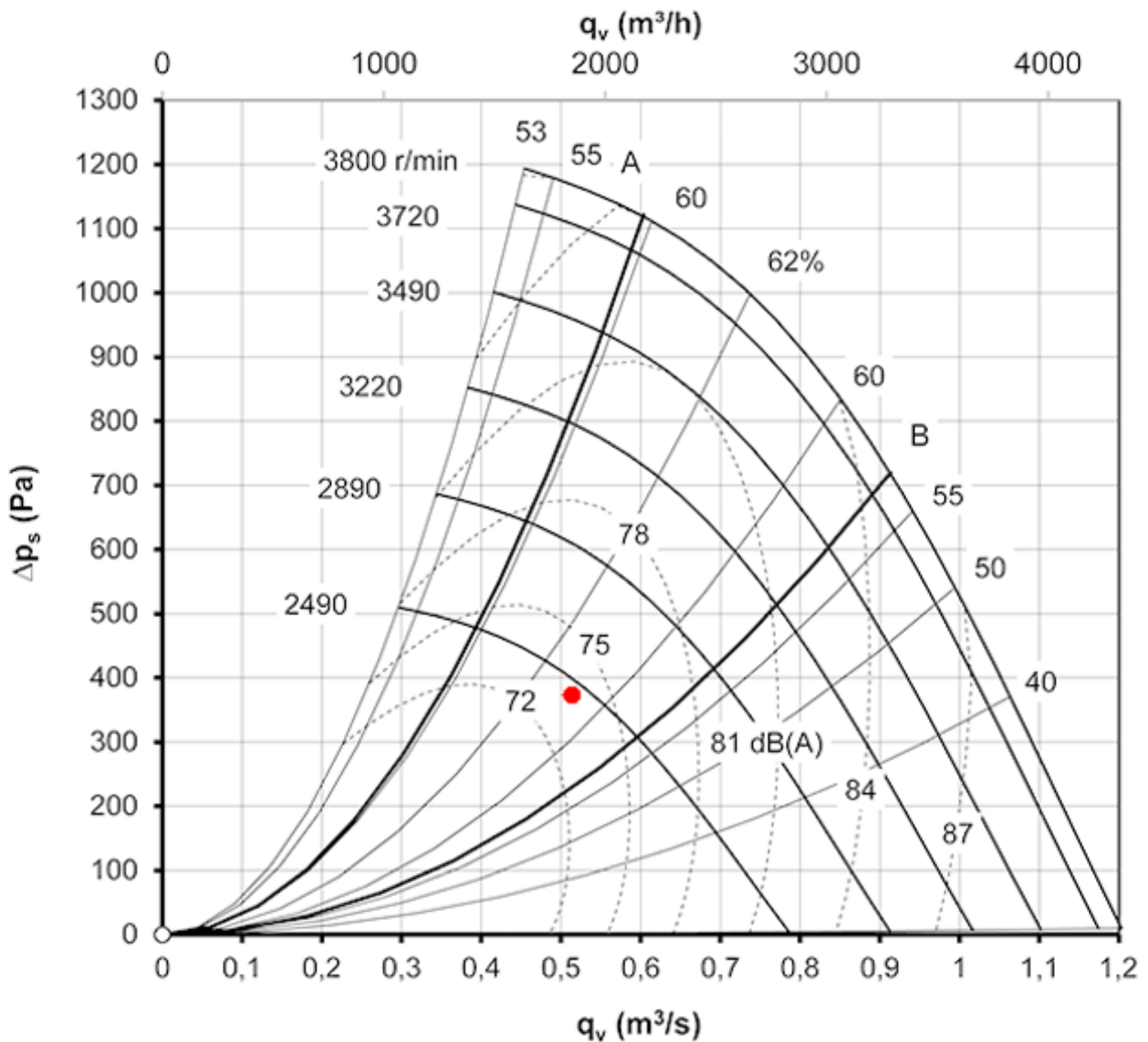
Projekti
AOC
Kone
Konekoko

554 () / Kampus SAMK
ACON-02023326
1 () / LVI-labra 1
009

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
Sivu 13/17

Puhallinkäyrä - Poistoilma - EQLP-009-2-3-1-3-4-3-2-3-1-1-1





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	554 () / Kampus SAMK	Acon 2.21.170303.2
AOC	ACON-02023326	
Kone	1 () / LVI-labra 1	2017-03-28
Konekoko	009	Sivu 14/17

Mollier

Mitoitustiedot - Kesä

Tuloilma ilmavirta

Numero		Kuiva lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (%)	Vesisisältö (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Märkä lämpötila (°C)	Teho (kW)	Tuntuva teho (kW)	Vesi (l/s)
1	Ulkoilma	26,0	60,0	12,6	58,3	20,3			
2	Ilmanjäähdytin, vesi	15,6	92,7	10,2	41,5	14,8	10,4	6,4	0,00
3	Kammio puhallin	16,0	90,2	10,2	42,0	15,0	-0,3	-0,3	0,00
4	Tuloilma	16,0	90,2	10,2	42,0	15,0			

Poistoilma ilmavirta

Numero		Kuiva lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (%)	Vesisisältö (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Märkä lämpötila (°C)	Teho (kW)	Tuntuva teho (kW)	Vesi (l/s)
1	Poistoilma	25,0	50,0	9,9	50,3	17,9			
2	Kammio puhallin	25,6	48,4	9,9	50,9	18,1	-0,3	-0,3	0,00
3	Jäteilma	25,6	48,4	9,9	50,9	18,1			



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

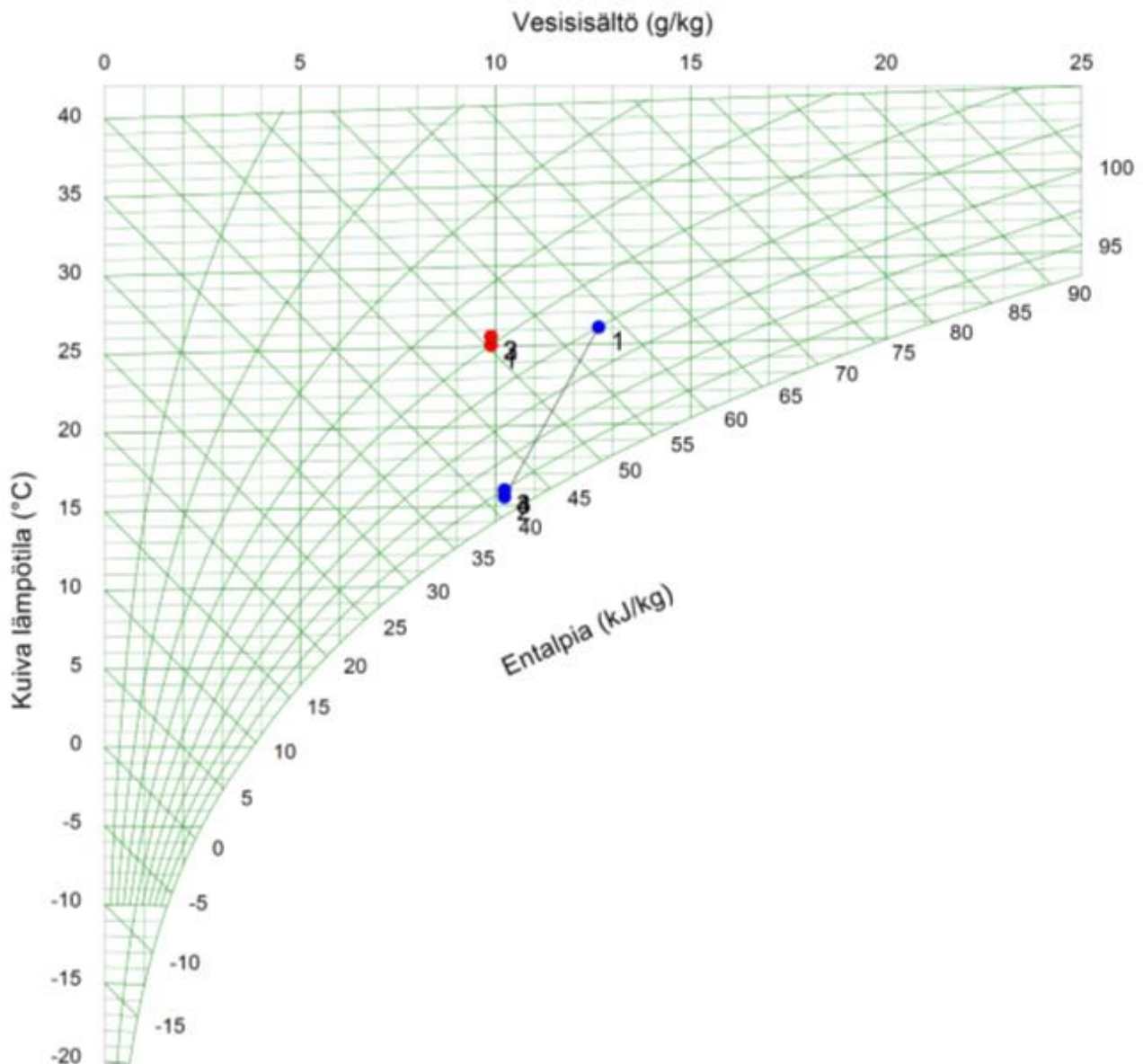
Projekti
AOC
Kone
Konekoko

554 () / Kampus SAMK
ACON-02023326
1 () / LVI-labra 1
009

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
Sivu 15/17

Mitoitustiedot - Kesä





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti 554 () / Kampus SAMK
 AOC ACON-02023326
 Kone 1 () / LVI-labra 1
 Konekoko 009

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
 Sivun 16/17

Mollier

Mitoitustiedot - Talvi

Tuloilma ilmavirta

Numero		Kuiva lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (%)	Vesisisältö (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Märkä lämpötila (°C)	Teho (kW)	Tuntuva teho (kW)	Vesi (l/s)
1	Ulkoilma	-26,0	89,9	0,3	-25,4	-26,1			
2	REGOTERM pyörivä lämmö...	16,2	26,5	3,0	23,9	7,6	-29,7	-25,5	0,00
3	Ilmanlämmitin, vesi	19,6	21,4	3,0	27,3	9,2	-2,1	-2,0	0,00
4	Kammionpuhallin	20,0	20,9	3,0	27,7	9,4	-0,3	-0,3	0,00
5	Tuloilma	20,0	20,9	3,0	27,7	9,4			

Poistoilma ilmavirta

Numero		Kuiva lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (%)	Vesisisältö (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Märkä lämpötila (°C)	Teho (kW)	Tuntuva teho (kW)	Vesi (l/s)
1	Poistoilma	22,0	20,0	3,3	30,4	10,6			
2	REGOTERM pyörivä lämmö...	-20,2	91,7	0,6	-18,9	-20,3	29,9	25,6	0,00
3	Kammionpuhallin	-19,7	87,5	0,6	-18,4	-19,9	-0,3	-0,3	0,00
4	Jäteilma	-19,7	87,5	0,6	-18,4	-19,9			



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

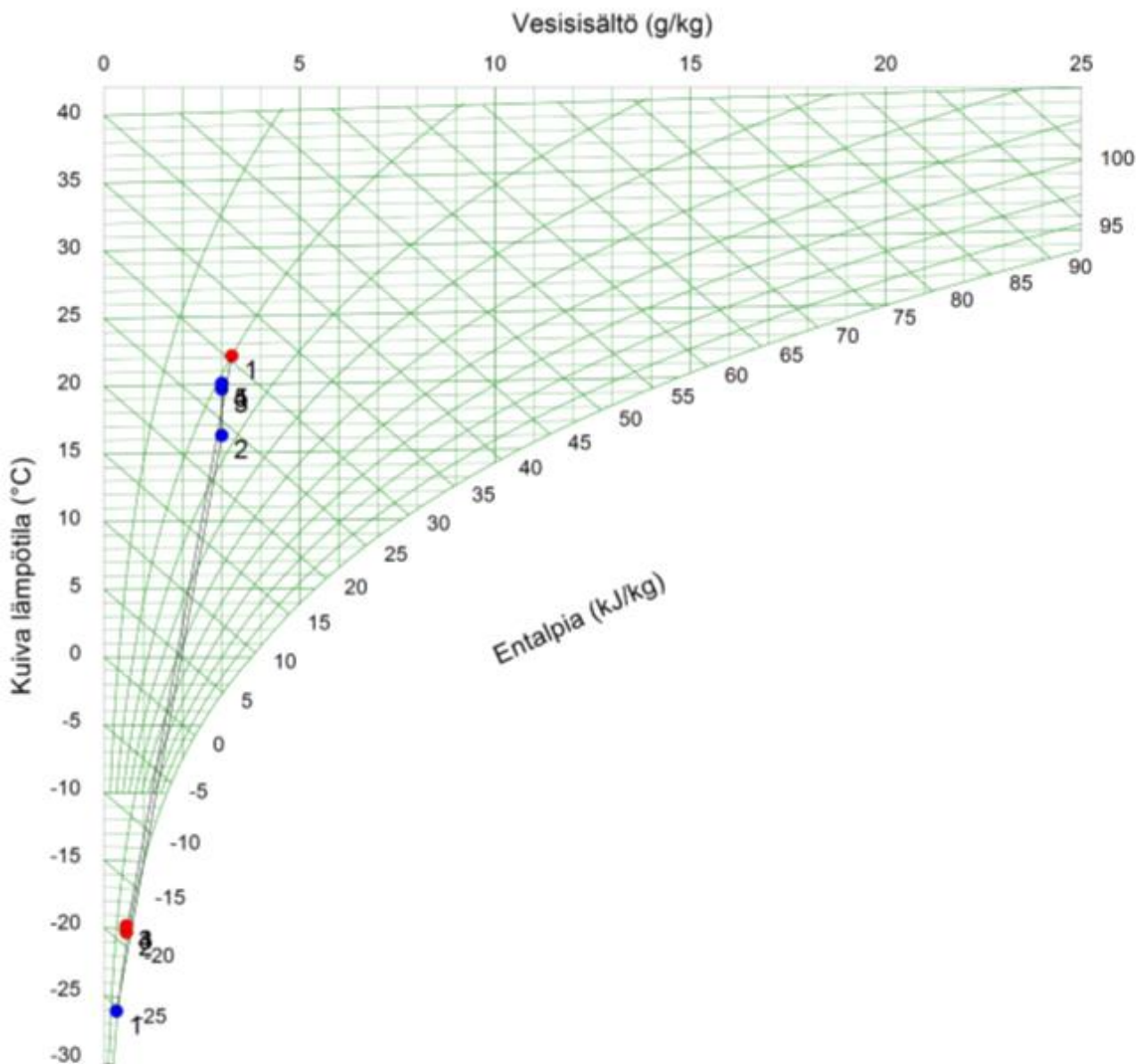
Projekti
AOC
Kone
Konekoko

554 () / Kampus SAMK
ACON-02023326
1 () / LVI-labra 1
009

Acon 2.21.170303.2

2017-03-28
Sivu 17/17

Mitoitustiedot - Talvi



LIITE 3 (1 / 2)

