

Miia Kyyhkynen

Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

26.4.2016

Tekijä Otsikko	Miia Kyyhkynen Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen
Sivumäärä Aika	50 sivua + 12 liitettä 26.4.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka, suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	ohjaaja Kari Seitaniemi valvoja Aki Valkeapää
<p>Euroopan unionin komission laatima ekosuunnitteludirektiivi tulee asettamaan uusia energiatehokkuusvaatimuksia ilmanvaihtokoneille. Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset astuvat voimaan asteittain vuosina 2016 ja 2018. Insinööryössä tutkitaan määräyksien vaikutusta Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneisiin. Kohteen peruskorjauksen yhteydessä suunnitelluista uusista IV-koneista valitaan kolme eri ilmanvaihtokonetta, jotka mitoitetaan ilmanvaihtokoneen mitoitushjelmalla ensin vuoden 2016 määräysten mukaisesti ja tämän jälkeen vuoden 2018 määräysten mukaisesti. Insinööryössä ollaan kiinnostuneita tutkimaan miten lämpötilahyötysuhdevaatimukset vaikuttavat koneiden kokoihin, energiantarpeeseen ja hankintakustannuksiin. Lisäksi tutkitaan mitä merkitystä SFPint-luvulla ja hyötysuhdebonus E:llä on koneiden mitoitukseen.</p> <p>Tutkimuksessa havaittiin, että ekosuunnitteludirektiivin lämpötilahyötysuhteen vähimmäisvaatimuksilla ei ollut vaikutusta ilmanvaihtokoneeseen, joka oli varustettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Toisin oli ilmanvaihtokoneilla, jotka oli varustettu ristivirtalevy- ja nestekiertoisella lämmönsiirtimellä. Lämpötilahyötysuhdevaatimusten myötä ristivirtalevylämmönsiirtimellä ja nestekiertoisella lämmönsiirtimellä varustettujen ilmanvaihtokoneiden ulkomitat kasvoivat. Ilmanvaihtokoneiden kokojen kasvaessa myös niiden arvioidut hintakustannukset nousivat. Sekä ristivirtaisen että nestekiertoisen lämmöntalteenoton tuloilman lisälämmityksen tarve väheni. SFPint-luvulla ja hyötysuhdebonus E:llä ei huomattu olevan vaikutusta IV-koneisiin.</p>	
Avainsanat	ekosuunnitteluvaatimukset, lämpötilahyötysuhde, SFP _{int} -luku

Author Title	Miia Kyyhkynen The effect of ecodesign regulations on ventilation units
Number of Pages Date	50 pages + 12 appendices 26 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Planning Oriented, Design Orientated
Instructors	Kari Seitaniemi, Project Manager Aki Valkeapää, Principal Lecturer
<p>This Bachelor's thesis studied the possible effect of the new EU directive on ecodesign on ventilations units. To establish the effect, three different types of air supply units in current renovation plans were studied. The units were sized with ventilation unit selection software both with the 2016 regulations and with the 2018 regulations. The aim was to find out the effect of the directive on the size, energy demand and acquisition costs of the units. In addition, the effects of SFP_{int} and efficiency bonus E on the ventilation units were studied.</p> <p>The study showed that the directive for thermal efficiency did not have any effect on a ventilation unit that had a rotary heat exchanger. On the other hand, the directive increased the size of both the ventilation unit with a cross flow heat exchanger and the one with a liquid heat exchanger. This had an effect on the outside measurements of the ventilation units which, in turn, increased the acquisition costs of the units. However, the energy demand of the two ventilation units decreased, apart from fan system energy demand of cross flow heat exchanger, which was sized according to 2018 regulations. The change in SFP_{int} and efficiency bonus E were not found to have any effect to studied ventilation units.</p>	
Keywords	ecodesign directive, thermal efficiency, SFP _{int}

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoite ja hypoteesit	1
1.3	Toteutus	2
1.4	Rajaukset	3
2	Keskeiset ilmanvaihtokoneeseen liittyvät käsitteet	4
3	Ekosuunnitteludirektiivi ja siihen liittyvät keskeiset määritelmät	8
3.1	Ekosuunnitteludirektiivissä esitettyjä määritelmiä	8
3.2	Asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimukset	11
3.3	Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimukset	12
4	Ilmanvaihtojärjestelmään liittyvät energiamääräykset	14
4.1	Ilmanvaihtojärjestelmän nykyiset energiamääräykset	14
4.2	Korjausrakentamisen energiamääräykset	15
4.3	Miten ekosuunnitteludirektiivin määräykset ja ohjeet eroavat nykyisistä määräyksistä ja ohjeista?	15
5	Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus	16
5.1	Rakennus	16
5.2	Hanasaarta koskevat energiamääräykset	17
5.3	Hanasaaren ilmanvaihtokoneet	17
6	Tutkimusmenetelmät	19
6.1	Ilmanvaihtokoneiden mitoitus Future++- mitoitusohjelmalla	19
6.1.1	Mitoituksen lähtöarvot	19
6.1.2	Koneiden mitoitus	22
6.2	SFPint, limit -luvun ja hyötysuhdebonuksen E laskeminen	28
6.2.1	Ohjeet ja määräykset 1.1.2016 alkaen	29
6.2.2	Ohjeet ja määräykset 1.1.2018 alkaen	31

7	Mitoituksen keskeiset tulokset ja niiden merkitys	33
7.1	Lämpötilahyötysuhdevaatimusten vaikutus ilmanvaihtokoneen kokoon	33
7.1.1	Case 1: 301TKPK01, pyörivä lämmönsiirrin	33
7.1.2	Case 2: 304TK/PK01, ristivirtalämmönsiirrin	33
7.1.3	Case 3: 305TK/PK01, nestekiertoinen lämmönsiirrin	35
7.2	Arvio IV-koneiden energiantarpeesta	37
7.3	Arvio IV-koneiden hankintakustannuksista	39
7.4	SFPint, limit-luku ja hyötysuhdebonus E	40
7.4.1	Case 1: 301TK/PK01, pyörivä lämmönsiirrin	41
7.4.2	Case 2: 304TK/PK01, ristivirtalämmönsiirrin	42
7.4.3	Case 3: 305TK/PK01, nestekiertoinen lämmönsiirrin	44
8	Yhteenveto	46
	Lähteet	48

Liitteet

Liite 1. Hanasaaren alkuperäiset IV-koneet

Liite 2. Tekninen tuloste, mitoitus lähtöarvoilla

Liite 3. Tekninen tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2016

Liite 4. Tekninen tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2018

Liite 5. EKO-tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2016

Liite 6. EKO-tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2018

Liite 7. LCC Tuloste, Kone 304TK/PK, mitoitus lähtöarvoilla

Liite 8. LCC Tuloste, Kone 304TK/PK, mitoitus vuoden 2016 vaatimuksilla

Liite 9. LCC Tuloste, Kone 304TK/PK, mitoitus vuoden 2018 vaatimuksilla

Liite 10. LCC Tuloste, Kone 305TK/PK, mitoitus lähtöarvoilla

Liite 11. LCC Tuloste, Kone 305TK/PK, mitoitus vuoden 2016 vaatimuksilla

Liite 12. LCC Tuloste, Kone 305TK/PK, mitoitus vuoden 2018 vaatimuksilla

Lyhenteet

E-luku	Hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus. Efficiency bonus.
LTO	Lämmöntalteenotto. Heat recovery.
SFP-luku	Ilmanvaihdon ominaissähköteho. Specific Fan Power.
SFP _{int} -luku	Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen ominaissähköteho. Internal specific fan power of ventilation components.
SFP _{int, limit} -luku	Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen enimmäisominaissähköteho. Maximum internal specific fan power of ventilation components.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rakennusten osuus kokonaisenergiankulutuksesta on Suomessa noin 32 %. Tällä hetkellä rakennuskanta uusiutuu Suomessa vain prosentin vuosivauhdilla, minkä vuoksi energiatehokkuuden parantaminen rakentamisessa kohdistuu korjausrakennuskohteisiin. [1] Korjausrakennuskohteissa vanhentunut talotekniikka korvataan uudella noudattaen uusia voimassa olevia määräyksiä. Tämä johtaa usein siihen, että talotekniikan vaatima tilantarve kasvaa. Monessa korjausrakennuskohteessa talotekniikalle varattu alkuperäinen tila on hyvin pieni, ja uuden talotekniikan mahdollistaminen ahtaisiin tiloihin asettaa omat haasteensa. [2]

Ilmanvaihtojärjestelmän osuus rakennuksen energiankulutuksessa on merkittävä. Ilmanvaihtojärjestelmässä eniten energiaa käyttävä toiminto on ilmapuhaltin [3]. Euroopan unionin komission laatima ekosuunnitteludirektiivi tulee asettamaan uusia energiatehokkuusvaatimuksia ilmanvaihtokoneille. Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset astuvat voimaan asteittain vuosina 2016 ja 2018. [4] Uusien tehokkuusvaatimusten vaikutusta ilmanvaihdon suunnitteluun ei ole vielä selvitetty. Tässä insinööriyössä tutkitaan, miten ekosuunnitteludirektiivin määräykset tulevat vaikuttamaan ilmanvaihtokoneisiin sekä niiden vaatimaan tilan tarpeeseen. Tutkimuskohteena on Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus, joka on vuonna 1975 valmistunut rakennus ja on nyt peruskorjauksen kohteena. Tutkimusosiossa tarkastellaan peruskorjauksen yhteydessä suunniteltuja uusia IV-koneita. [5]

1.2 Tavoite ja hypoteesit

Insinööriyön kirjallisuusselvityksessä käsitellään ilmanvaihtokoneiden olemassa olevia määräyksiä ja verrataan näitä tulevan ekosuunnitteluasetuksen asettamiin määräyksiin. Tutkimusosiossa selvitetään, miten ekosuunnitteluasetuksen määräykset ja ohjeet vaikuttavat Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen. Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus on korjausrakentamisen kohde, jossa ilmanvaihdolle varattu tila on hyvin rajallinen.

Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vähimmäisvuosihyötysuhdevaatimus on 45 % [6]. Euroopan unionin komission laatiman ekosuunnitteludirektiivin myötä lämmöntalteenottojärjestelmän vähimmäislämpötilahyötysuhdevaatimukset tulevat kiristymään. Uudet vaatimukset astuvat voimaan asteittain. Ensimmäinen vaihe astuu voimaan vuonna 2016 ja seuraava vaihe vuonna 2018. Ekosuunnitteludirektiivissä lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhdeella tarkoitetaan ulkolämpötilaan suhteutettujen tuloilman lämpötilan kohoamisen ja poistoilman lämpötilan alenemisen välistä suhdetta. [4]

Tutkimusosion lähtöoletuksena on, että kiristyvät lämpötilahyötysuhdevaatimukset tulevat kasvattamaan ilmanvaihtokoneiden kokoja ja niiden vaatimaa tilantarvetta. Etenkin ristivirtasiirtimellä varustetun ilmanvaihtokoneen tilantarpeen oletetaan kasvavan reilusti ja sen ei oleteta enää mahtuvan sille varattuun tilaan. Ilmanvaihtokoneiden ulkomittojen kasvun lisäksi tutkitaan, miten lämpötilahyötysuhdevaatimukset vaikuttavat ilmanvaihtokoneiden energiantarpeeseen. Oletuksena on, että energiantarve tulee laskemaan lämpötilahyötysuhdevaatimusten kiristyessä. Näiden lisäksi ollaan kiinnostuneita siitä, miten kiristyvät lämpötilahyötysuhdevaatimukset vaikuttavat ilmanvaihtokoneiden hankintakustannuksiin. [7]

SFP-luku kertoo puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehon [8]. SFP-luvun laskenta on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 ja siihen liittyvät energiamääräykset on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 [6] [8]. Ekosuunnitteludirektiivissä esitellään uusi SFP_{int} -luku, joka tarkoittaa ilmanvaihtokomponenttien sisäistä ominaissähkötehoa [4]. Tutkimuksessa oletetaan, että jos laskettu SFP_{int} -luku on pienempi kuin $2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$, sillä ei ole vaikutusta ilmanvaihtokoneen vaatimaan tilantarpeeseen puhaltimien osalta. [7] Tulevien määräysten mukaan SFP_{int} -luvun enimmäisominaissähkötehoa voidaan lieventää hyötysuhdebonuksella E [4]. Oletuksena on, että kyseisellä hyötysuhdebonuksella ei ole käytännön merkitystä [7].

1.3 Toteutus

Työn kirjallisuusselvityksessä selvitetään ilmanvaihtokoneiden nykyiset energiamääräykset ja tutkitaan, miten nykyiset määräykset eroavat ekosuunnitteludirektiivin määräyksistä. Tutkimusosiossa Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen peruskorjauksen yhteydessä suunnitellut uudet ilmanvaihtokoneet mitoitetaan ensin

ekosuunnitteluasetuksen vuoden 2016 määräysten mukaisesti ja tämän jälkeen vuoden 2018 määräysten mukaisesti. Ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen käytetään Kojan Future++-mitoitushjelmaa.

Lämpötilahyötysuhdevaatimuksien vaikutusta ilmanvaihtokoneiden kokoihin tutkitaan Kojan Future++-mitoitushjelmasta saaduilla arvoilla. Insinööriyössä ollaan erityisen kiinnostuneita ristivirtalevyllämmönsiirtimellä varustetusta ilmanvaihtokoneesta. Työssä selvitetään, saadaanko valmistajalta sellainen ristivirtasiirrin, joka olisi määräysten mukainen ja mahtuuko se sille varattuun tilaan.

Nykyisten, vuoden 2016 ja vuoden 2018 mitoitusten ilmanvaihtokoneiden kustannusarviot saadaan Future++-mitoitushjelmasta. Future++-mitoitushjelman LCC-laskenta-työkalun avulla arvioidaan mitoitetuille ilmanvaihtokoneille vuotuiset energiantarpeet. Saatuja arvoja verrataan toisiinsa.

Sekä SFP_{int} -luvut että $SFP_{int, limit}$ -luvut saadaan suoraan Kojan Future++-mitoitushjelmasta. Työssä tutkitaan miten hyötysuhdebonus E (ks. luku 3.1) vaikuttaa ilmanvaihtokoneiden sisäiseen enimmäissähkötehoon $SFP_{int, limit}$ -lukuun. Kojan Future++-mitoitushjelmalla saatuja uusia SFP_{int} -lukuja verrataan ekosuunnitteludirektiivissä asetettuihin raja-arvoihin, minkä jälkeen lasketaan täyttyvätkö rajaehdot ilman korvauserrointa. Ekosuunnitteludirektiivissä määritelly $SFP_{int, limit}$ -luku ja korvauserroin lasketaan asetuksessa annetuilla kaavoilla. [4]

1.4 Rajaukset

Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneita tutkittaessa koneiden ilmavirrat ja kanaviston painehäviö pidetään samoina. Työssä ollaan kiinnostuneita, miten ekosuunnitteludirektiivi vaikuttaa eri lämmönsiirtimiin ja niiden tilantarpeeseen. Työssä ei tutkita kaikkia Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneita, vaan niiden joukosta valitaan kolme ilmanvaihtokonetta, joissa kaikissa on eri lämmönsiirrintyyppi.

2 Keskeiset ilmanvaihtokoneeseen liittyvät käsitteet

Ilmastointikone

Ilmastointikone eli ilmankäsittelykone määritellään laitteeksi, jolla ilman laatua, lämpötilaa ja kosteutta voidaan muuttaa haluttuihin arvoihin. Ilmastointikoneella korotetaan ilman painetta puhaltimella niin, että tavoiteltu ilmavirta saavutetaan. [9, s. 384] Ilmastointikone on määritelty Euroopan standardissa SFS-EN 13053 tehdasvalmisteiseksi laitteeksi, jossa käsitellään tulo-, poisto-, palautus- ja kierrätysilmaa. Standardin SFS-EN 13053 mukaan ilmastointikone sisältää aina puhallinosan [10]. Tärkeimmät osat puhaltimessa ovat moottori ja siipipyörä. Puhallinmoottoreita on kolmea eri päätyyppiä: oikosulkumoottori, EC-moottori ja PM-moottori. [9, s. 174.] Puhallinosaan voidaan liittää ilman käsittelyyn tarvittavia osia, esimerkiksi suodattimia, lämmönsiirtimiä, kostutusosia ja äänenvaimentimia [11, s. 73; 10].

Ilmastointikoneet voidaan jakaa karkeasti neljään eri luokkaan niiden konerakenteiden, varusteiden ja käyttökohteiden mukaan. Pienet ilmanvaihtokoneet ovat yleensä asennusvalmiita yksiköitä, joissa sähkö- ja automaatio on valmistajakohtainen. Pienet ilmanvaihtokoneet soveltuvat hyvin pientaloille ja pieniin kohteisiin. Koteloiduissa ilmankäsittelykoneissa moduulitoimitus tehdään kohteen tarpeen mukaan ja sähkö- ja automaatio tulee erikoisurakoitsijalta. Koteloidut ilmankäsittelykoneet ovat yleisin vaihtoehto keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä, ja niitä on kaikissa rakennuksista pientaloja lukuunottamatta. Toimintavalmiissa ilmankäsittelykoneissa sähköistys, automaatio ja pumppuryhmät on asennettu valmiiksi tehtaalla. Toimintavalmiita ilmankäsittelykoneita käytetään, kun halutaan nopeaa asennusta. Erilliset puhaltimet eli erillispuhaltimet ovat huipputureita, aksiaali- ja kanavapuhaltimia tai keskipakopuhaltimia. Erillispuhaltimia käytetään yksittäisiin tarpeisiin, kuten jäte- ja tuloilmapuhaltimena. [9, s. 155–156.]

Tiiviysluokat

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on esitetty vähimmäisvaatimukset ilmanvaihtokoneen vaipan tiivydelle, vaipan paineenkestävyydelle, liitoksen tiivydelle, suodattimen ohivuodolle ja lämmöntalteenotto-osan tulo- ja poistopuolen väliselle vuodolle. Taulukossa 1 on esitetty D2:ssa annetut tiiviysluokkien rajat.

Taulukko 1. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 esitetyt tiiviysluokkien rajat

Tiiviysluokka	Sallittu vuotoilma q_{VIA} $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$
A	$0,027 \times p_s^{0,65}$
B	$0,009 \times p_s^{0,65}$
C	$0,003 \times p_s^{0,65}$
D	$0,001 \times p_s^{0,65}$
E	$0,0003 \times p_s^{0,65}$

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP-luku

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho eli SFP-luku kuvaa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien yhteenlaskettua sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla. Jos mitoitusjäteilmavirta ja mitoitusulkoilmavirta ovat erisuuruiset, lasketaan näistä suurempaa kohti. [11, s. 77–78.]

Lämmönsiirrin

Aikaisemmin mainitun ilmanvaihtokoneiden jaottelun lisäksi ilmanvaihtokoneet voidaan jaotella poistoilman lämmöntalteenoton mukaan [9, s. 157]. Poistoilman lämmön talteenotolla kerätään poistoilmasta lämpö talteen lämmönsiirtimellä [12]. Lämmönsiirtimellä voidaan lämpöä siirtää ainevirrasta toiseen. Lämmönsiirrintyyppiä on useita erilaisia. Ohessa esitellään pyörivä lämmönsiirrin, ristivirtatyypinen levylämmönsiirrin, vastavirtatyypinen levylämmönsiirrin sekä nestekiertoinen lämmöntalteenotto. [9, s. 157–186.]

Pyörivä lämmönsiirrin

Pyörivä lämmönsiirrin on yleisimmin käytetty lämmöntalteenottomenetelmä [9, p. 178]. Keskitetyssä ilmanvaihtokoneessa regeneratiiviseen lämmönsiirtimeen saa yhdistää korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan. Regeneratiivisella lämmönsiirtimellä tarkoitetaan sellaista lämmöntalteenotto-laitetta, jossa tulo- ja poistoilma virtaavat vuorotellen samassa virtaussuunnassa [13].

Tämä rajoittaa pyörivän lämmönsiirtimen käyttöä toimistotilojen WC-tiloissa. Jos ilmanvaihtokone palvele ainoastaan yhtä tilaa, voidaan sitä kuitenkin käyttää likaisten tilojen ilmanvaihdossa. [9, s. 179.]

Pyörivä lämmönsiirrin sisältää roottorin ja käyttölaiteiston. Roottorin kotelo on kahdessa osassa, joista toiseen osaan johdetaan tuloilma ja taas toiseen osaan poistoilma. Poistoilman lämpö siirtyy roottorimateriaaliin sen pyöriessä, josta se puolen kierroksen jälkeen siirtyy kylmästä pinnasta tuloilmavirtaan. Roottorilla on korkea hyötysuhde, koska se toimii vastavirtaperiaatteella ja ilman väliainetta. Pyörivän lämmönsiirtimen tilantarve on pieni. Pyörivän lämmönsiirtimen tiheän rakenteen ansiosta sen lämmönsiirtopinta-ala on suuri, mikä tekee siitä tehokkaan lämmönsiirtimen. Puhtaan vastavirtalämmönsiirron ja suuren lämmönsiirtopinta-alan vuoksi pyörivän lämmönsiirtimen lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde on korkea: 75–85 %. [9, s. 178.]

Levylämmönsiirrin, ristivirta

Lukumääräisesti eniten käytetty lämmöntalteenotto on levylämmönsiirrin. Levylämmönsiirtimen suosio perustuu sen kustannustehokkaaseen rakenteeseen, hygieenisyyteen ja sillä on kohtuullisen hyvä lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde. [9, s. 180.]

Ristivirtalevylämmönsiirrin muodostuu ohuista hyvin lämpöä johtavasta materiaalista valmistetuista neliömäisistä levyistä, joiden läpi ilma kulkee ristikkäin. Joka toisessa kanavassa kulkee lämmin poistoilma ja joka toisessa kylmä ulkoilma, jolloin lämpö pääsee siirtymään levyjen läpi. [9, s. 180–181.]

Ristivirtalevylämmönsiirrin on toimintavarma, koska varsinaiseen lämmöntalteenottoon ei tarvita ollenkaan liikkuvia osia. Se voidaan valmistaa hyvin tiiviiksi, etenkin silloin kun tuloilman paine on korkeampi kuin poistoilman. Tällöin mahdollinen pienikin vuoto saadaan menemään oikeaan suuntaan. Ristivirtaperiaatteella toimivan lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde ei ole yhtä hyvä mitä pyörivällä lämmöntalteenotto menetelmällä on. Ristivirtaperiaatteella saavutettava taloudellinen maksimihyötysuhde on noin 60–65 %. [9, s. 178–181.]

Ristivirtasiirrin on huurtumisherkkä kylmässä ilmastossa. Ristivirtalevylämmönsiirtimessä ulkoilman ja jäteilman väliseen kohtauskulmaan muodostuu kylmä kulma, jossa toisella puolella on kylmin ulkoilma ja toisella puolella pisimmälle jäähtynyt poistoilma.

Poistoilma jäähtyy alle kastepisteensä kylmällä ulkoilmalla, jolloin vesihöyry kondensoituu levyn pinnalle. Kiinteä jää alkaa vähitellen muodostumaan huurteen muodostumisen jälkeen. Noin -7 °C :ssa tiivistynyt kosteus alkaa jäätymään, minkä vuoksi sitä voi pitää kriittisenä ulkoilman lämpötilana ristivirtalevylämmönsiirtimellä. [9, s. 181.]

Levylämmönsiirrin, vastavirta

Vastavirtaperiaatteella toimiva levylämmönsiirrin eroaa ristivirtasiirtimestä siinä, että sen levyjen geometriaa on muutettu sellaiseksi, että ilmavirrat kulkevat vastakkaisiin suuntiin toisiinsa nähden. Tämän vuoksi sen lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde on parempi verrattuna ristivirtaiseen lämmönsiirtimeen. [9, s. 182.]

Hyötysuhde voi olla parhaimmillaan yli 80 %. Vastavirtalevylämmönsiirrin on huurtumis-herkempi kuin ristivirtalämmönsiirrin, etenkin kostean poistoilman tapauksessa. [9, s. 182.]

Nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Nestekiertoisessa lämmöntalteenottojärjestelmässä lämpö siirtyy väliaineen avulla poistoilmasta tuloilmaan. Lämmönsiirtoväliaineena toimii veden ja jäätymisenestoaineen seos. Poisto- ja tuloilmapuolella on molemmissa lämmönsiirrin, joka on rakenteeltaan verrattavissa lämmitys- tai jäähdytyspatteriin. Neste lämpenee kulkiessaan poistoilmapatterin läpi. Tämän jälkeen neste siirtyy tuloilmapatteriin, jossa se lämmittää tuloilman. Lämmönsiirtopinta-alaa tarvitaan paljon, koska lämmönsiirto tapahtuu pienillä lämpötilaeroilla. Nestekiertoisen lämmöntalteenoton tyypillinen lämpötilahyötysuhde on noin 50 %. [9, s. 184.]

3 Ekosuunnitteludirektiivi ja siihen liittyvät keskeiset määritelmät

Euroopan komission asetus n:o 1253/2014 on annettu 7.7.2014. Ekosuunnitteludirektiivi nimellä tunnettu asetus määrittää vähimmäisvaatimukset ilmanvaihtokoneiden ekologisen suunnittelun vaatimusten osalta. Direktiivi tulee voimaan asteittain kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäinen vaihe astuu voimaan 1.1.2016 ja toinen vaihe astuu voimaan 1.1.2018 alkaen. Direktiiviä sovelletaan ilmanvaihtokoneisiin, ja sen tarkoitus on vahvistaa ilmanvaihtokoneiden markkinoille saattamista ja käyttöönottoa koskevia ekosuunnitteluvaatimuksia. [4] Jos ilmanvaihtokone on tilattu ennen ensimmäisen vaiheen astumista voimaan, sen ei tarvitse täyttää uusia vaatimuksia [14].

3.1 Ekosuunnitteludirektiivissä esitettyjä määritelmiä

Ilmanvaihtokone

Ekosuunnitteludirektiivissä ilmanvaihtokone on määritelty laitteeksi, joka on varustettu vähintään yhdellä siipipyörällä, moottorilla ja vaipalla. Laitteen tarkoitus on korvata käytetty ilma ulkoilmalla rakennuksessa tai sen osassa. [14]

Ekosuunnitteludirektiivissä ilmanvaihtokoneita koskevat määräykset on jaoteltu erikseen asuinrakennuksille tarkoitettuihin ja muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettuihin. Asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden maksimi-ilmavirta on joko alle 250 m³/h tai sen maksimi-ilmavirta on 250–1000 m³/h, mutta valmistaja on määrittänyt sen yksinomaan asuinrakennusten ilmanvaihtoon. Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden ilmavirta on joko yli 250 m³/h tai sen maksimi-ilmavirta on 250–1000 m³/h, mutta valmistaja ei ole määrittänyt sitä yksinomaan asuinrakennusten ilmanvaihtoon. [4]

Ekosuunnitteludirektiivi ei tule koskemaan ilmanvaihtokoneita, jotka ovat yksi-ilmavirtaisia ja joiden sähkön ottoteho on alle 30 wattia, tai ilmanvaihtokoneita, jotka ovat kaksi-ilmavirtaisia ja joiden puhaltimien sähkön kokonaisottoteho on alle 30 wattia yhtä ilmavirtaa kohden. Direktiivi ei tule myöskään koskemaan pelkällä vaipalla varustettuja aksiaali- tai keskipakopuhaltimia. [4]

Lämmöntalteenottojärjestelmä

Asetuksessa lämmöntalteenottojärjestelmällä tarkoitetaan kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen osaa, joka on varustettu lämmönsiirtimellä ja joka on suunniteltu siirtämään poistoilman sisältämä lämpö tuloilmaan. [4]

Lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde

Lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde on määritelty erikseen asuinrakennuksiin tarkoitettuihin ja muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettuihin:

- Asuinrakennuksiin tarkoitetun lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhteella η_t tarkoitetaan ulkolämpötilaan suhteutettujen tuloilman lämpötilan kohoamisen ja poistoilman lämpötilan alenemisen välistä suhdetta. Suhde mitataan lämmöntalteenottojärjestelmän toimiessa kuivissa olosuhteissa ja standardin mukaisissa ilmaolosuhteissa, massavirran ollessa tasapainoinen vertailuilmavirralla, sisä- ja ulkolämpötilan eron ollessa 13 kelviniä ja kun ei sovelleta korjausta puhallinmoottoreiden tuottamasta lämmöstä. [4]
- Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetun lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhteella η_{t_nrvu} tarkoitetaan ulkolämpötilaan suhteutettujen tuloilman lämpötilan kohoamisen ja poistoilman lämpötilan alenemisen välistä suhdetta, joka mitataan kuivissa vertailuolosuhteissa massavirran ollessa tasapainoinen ja sisä- ja ulkolämpötilan eron ollessa 20 kelviniä ja jossa ei oteta huomioon puhallinmoottoreiden ja sisäisten vuotojen tuottamaa lämpöä. [4]

Viitekoonpano

Kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen viitekoonpano käsittää ilmanvaihtokoneen vaiipan, vähintään kaksi taajuusmuuttajaa tai moninopeusohjauksella varustetut puhaltimet, lämmöntalteenoton sekä puhtaat suodattimet. [4]

SFP_{int}-luku

SFP_{int}-luvulla tarkoitetaan ilmanvaihtokomponenttien sisäistä ominaissähkötehoa (W/(m³/s)). Se kuvaa ilmanvaihtokomponenttien sisäisen painehäviön ja puhaltimen hyötysuhteen välistä suhdetta, joka on määritetty viitekokoanpanolle. Laskennassa ei oteta huomioon ulkoista paineenkorotusta eli kanavapainetta, vaan ainoastaan asetuksessa määrättyjen osien painehäviö. [4] SFP_{int}-luvun lasketaan alla esitetyn kaavan mukaisesti:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{tulosuodatin} + \Delta p_{tuloLTO}}{\eta_{tulopuhallin}} + \frac{\Delta p_{poistosuodatin} + \Delta p_{poistoLTO}}{\eta_{poistopuhallin}}$$

$\Delta p_{tulosuodatin}$	<i>tulosuodattimen painehäviö, Pa</i>	
$\Delta p_{tuloLTO}$	<i>tulopuolen lämmöntalteenoton painehäviö, Pa</i>	
$\eta_{tulopuhallin}$	<i>tulopuolen puhallinhyötysuhde</i>	
$\Delta p_{poistosuodatin}$	<i>poistosuodattimen painehäviö, Pa</i>	
$\Delta p_{poistoLTO}$	<i>poistopuolen lämmöntalteenoton painehäviö, Pa</i>	
$\eta_{poistopuhallin}$	<i>poistopuolen puhallinhyötysuhde.</i>	[15]

SFP_{int, limit}-luku

SFP_{int, limit} on ilmanvaihtokomponenttien sisäinen enimmäissähköteho eli se on ilmanvaihtokoneiden ominaissähkötehoa SFP_{int}-lukua koskeva ominaissähkötehovaatimus [4]. SFP_{int, limit} -luvun laskenta esitetään luvussa 6.2.

Ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta q_{nom}

Ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta q_{nom} on laskettu standardin mukaisissa ilmaolosuhteissa eli 20 °C:ssa ja 101 325 Pascalin paineessa, silloin kun ilmanvaihtokone on valmistajan ohjeiden mukaisesti valmiiksi asennettu. [4]

Ominaisenergiatehokorjaus E

E on hyötysuhdebonus eli ominaisenergiatehokorjaus. Hyötysuhdebonuksessa otetaan huomioon se, että tehokkaampi lämmöntalteenotto aiheuttaa enemmän painehäviöitä. Suurempi painehäviö edellyttää suurempaa puhaltimen ominaisenergiatehokorjausta. [4]

Suodattimen korjausarvo F

F on suodattimen korjausarvo, jota käytetään silloin jos ilmanvaihtokone eroaa kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen viitekokoontaan [4].

3.2 Asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimukset

1.1.2016 alkaen asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden keskimääräisten ilmasto-olosuhteiden perusteella määritetty ominaisenergiantuotto ei saa olla enempää kuin 0 kWh/(m²a). Tulo- tai poistoilmapuolella enimmäistehotaso saa olla enintään 45 desibeliä muiden kuin kanavaliitännäisten ilmanvaihtokoneiden kohdalla. Oheiseen lasketaan mukaan ilmanvaihtokoneet, jotka on tarkoitettu varustettaviksi yhdellä kanavaliitännällä. Lisäksi kaikkien ilmanvaihtokoneiden paitsi kaksitoimintoisten ilmanvaihtokoneiden on oltava varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla ja kaikissa kaksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa on oltava lämpötekninen ohitusmahdollisuus. [4]

1.1.2018 alkaen asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden keskimääräisten ilmasto-olosuhteiden perusteella määritetty ominaisenergiantuotto ei saa olla enempää kuin -20 kWh/(m²a). Tulo- tai poistoilmapuolella enimmäistehotaso saa olla enintään 40 desibeliä, muiden kuin kanavaliitännäisten ilmanvaihtokoneiden kohdalla. Oheiseen lasketaan mukaan ilmanvaihtokoneet, jotka on tarkoitettu varustettaviksi yhdellä kanavaliitännällä. Lisäksi kaikkien ilmanvaihtokoneiden paitsi kaksitoimintoisten ilmanvaihtokoneiden on oltava varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla ja kaikissa kaksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa on oltava lämpötekninen ohitusmahdollisuus. Lisäksi ilmanvaihtokoneiden, joissa on suodatin, on oltava varustettu suodattimen vaihtotarpeesta ilmoittavalla visuaalisella ilmoituksella. [4]

Alla on esitetty yhteenveto asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimuksista.

Asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden ekosuunnitteluvaatimukset

	2016	2018
Maksimi ominaisenergiankulutus	0 kWh/(m ² a)	-20 kWh/(m ² a)
Enimmäistehotaso tulo- tai poistoilmapuolella, ei päde kanavaliitäntäisten ilmanvaihtokoneiden kohdalla	45 dB	40 dB

3.3 Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimukset

Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimukset ovat seuraavanlaiset 1.1.2016 alkaen:

- Ilmanvaihtokoneissa tulee olla portaallinen tai portaaton ilmavirran säätö.
- Kaikkien ilmanvaihtokoneiden paitsi kaksitoimintoisten ilmanvaihtokoneiden on oltava varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla.
- Kaikissa kaksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa on oltava lämmöntalteenottojärjestelmä, jossa on oltava lämpötekninen ohitusmahdollisuus. [4]

Lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteen η_{trvu} , SFP_{int}, limit-luvun ja hyötysuhdebonus E:n osalta ohjeet ja määräykset tulevat voimaan asteittain. Ensimmäinen vaihe astuu voimaan 1.1.2016, ja toinen aste astuu voimaan 1.1.2018. Ohessa on esitetty yhteenveto ekosuunnitteluprojektin määräyksistä ja ohjeista muiden kuin asuinkerrostaloon tarkoitettujen IV-koneiden osalta.

Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteen vähimmäisvaatimukset

	2016	2018
Nestekiertoinen lämmöntalteenotto		
Lämpötilahyötysuhteen vähimmäisvaatimus η_{tnrvu}	63 %	68 %
Muu kuin nestekiertoinen lämmöntalteenotto		
Lämpötilahyötysuhteen vähimmäisvaatimus η_{tnrvu}	67 %	73 %

Ominais sähkötehon korjaus E laskenta 1.1.2016 alkaen

Nestekiertoinen LTO

$$\eta_{tnrvu} \geq 63 \% \quad E = (\eta_{tnrvu} - 0,63) * 3000$$

$$\eta_{tnrvu} < 63 \% \quad E = 0$$

Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä

$$\eta_{tnrvu} \geq 67 \% \quad E = (\eta_{tnrvu} - 0,67) * 3000$$

$$\eta_{tnrvu} < 67 \% \quad E = 0$$

Ominais sähkötehon korjaus E laskenta 1.1.2018 alkaen

Nestekiertoinen LTO

$$\eta_{tnrvu} \geq 68 \% \quad E = (\eta_{tnrvu} - 0,68) * 3000$$

$$\eta_{tnrvu} < 68 \% \quad E = 0$$

Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä

$$\eta_{tnrvu} \geq 73 \% \quad E = (\eta_{tnrvu} - 0,73) * 3000$$

$$\eta_{tnrvu} < 73 \% \quad E = 0$$

SFP_{int}, limit-luvun laskenta 1.1.2016 alkaen

Nestekiertoinen LTO

$$q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1700 + E - 300 * q_{nom} / 2 - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

$$q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1400 + E - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä

$$q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1200 + E - 300 * q_{nom} / 2 - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

$$q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 900 + E - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

SFP_{int}, limit-luvun laskenta 1.1.2018 alkaen

Nestekiertoinen LTO

$$q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1600 + E - 300 * q_{nom} / 2 - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

$$q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1300 + E - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä

$$q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 1100 + E - 300 * q_{nom} / 2 - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

$$q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{SFP}_{int, limit} = 800 + E - F \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{s})]$$

4 Ilmanvaihtojärjestelmään liittyvät energiamääräykset

4.1 Ilmanvaihtojärjestelmän nykyiset energiamääräykset

Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kootut rakentamista koskevat säädökset ovat ympäristöministeriön antamia asetuksia. Rakentamismääräyskokoelma on jaettu osiin, jotka on ryhmitelty sisältönsä mukaisesti pääluokkiin. [16]

Rakentamismääräyskokoelman osa D2 käsittelee rakennusten sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa [13]. Uusin versio D2:sta tuli voimaan vuonna 2012, jolloin se kumosi vuoden 2010 ohjeet ja määräykset. Samaan aikaan ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokkuutta koskevat määräykset ja ohjeet siirrettiin osasta D2 osaan D3. [9, s. 32.] Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3 käsittelee rakennusten energiatehokkuutta. Ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokkuutta koskevat määräykset tiukentuivat energiauudistuksen myötä. [13; 6.]

Uusitussa D3:ssa ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokkuutta koskevat määräykset ja ohjeet ovat seuraavanlaiset:

- Rakennuksen ilmanvaihdon ominaissähkötehon eli SFP-luvun tulee olla koneellisessa tulo- ja poistoilma laitteistossa alle $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ja pelkän koneellisen poiston järjestelmässä alle $1 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Ominaissähköteho voi olla kuitenkin raja-arvoja suurempi, jos rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia.
- Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. [6]

Ilmanvaihtokoneen vaipan tiivydelle annettu vähimmäisvaatimus on yhä esitettyinä D2:ssa. Ilmanvaihtokoneen vaipan tiiveyden on oltava vähintään tiiviysluokkaa A ja vuotoilmavirta tulo- ja poistoilmapuolen välillä saa olla enintään 6 % ilmanvaihtokoneen nimellisilmavirrasta koepaineella 300 Pa. [13] Tiiviysluokkien rajat on esitetty luvussa 2.

4.2 Korjausrakentamisen energiamääräykset

Ympäristöministeriö on antanut asetuksen 27.2.2013, joka käsittelee rakennuksen energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöissä. Mikäli energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet eivät ole toiminnallisesti tai taloudellisesti mahdollisia, niitä ei tarvitse kuitenkaan toteuttaa. [17]

Korjausrakentamisen energiamääräyksissä ilmanvaihdon osalta on annettu seuraavat tekniset vähimmäisvaatimukset:

- Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.
- Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s).
- Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).
- Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s). [18]

4.3 Miten ekosuunnitteludirektiivin määräykset ja ohjeet eroavat nykyisistä määräyksistä ja ohjeista?

Ekosuunnitteluasetuksen SFPint on yksittäisen ilmanvaihtokoneen sisäinen ominaissähköteho. SFPint lasketaan viitekokoonpanolla. [15] Suomen rakentamismääräyksessä D3 annetaan rajoitukset rakennuksen ilmanvaihdon ominaissähköteholle eli SFP-luvulle, joka koskee koko rakennuksen ilmavaihtojärjestelmää. [6]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 on määrätty, että rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Tämän määräyksen lisäksi ei ole muita suoraan lämmöntalteenoton hyötysuhteeseen liittyviä määräyksiä. [6] Ekosuunnitteluasetuksessa on määrätty tarkoin niin pientalon kuin muun kuin asuinrakennuksen ilmanvaihtokoneille minimirajat lämmöntalteenoton hyötysuhteille.

Lämmöntalteenoton hyötysuhteiden rajat riippuvat kohteen lisäksi vielä siitä, onko ilmanvaihtokone varustettu nestekiertoisella vai ei nestekiertoisella lämmöntalteenotonjärjestelmällä. [4]

5 Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus

5.1 Rakennus

Vuonna 1967 Ruotsin valtio antoi Suomelle anteeksi 100 miljoonan kruunun sodanaikaisen velat. Suomen hallitus perusti vastaeleeksi yhteisesti hallinnoidun Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen, joka on esitetty kuvassa 1. Hanasaaren kulttuurikeskuksen tehtävänä on edistää Suomen ja Ruotsin välistä yhteistyötä kulttuurin, yhteiskunnan ja elinkeinoelämän aloilla. [5]



Kuva 1. Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus [5]

Hanasaaren kulttuurikeskuksen on suunnitellut alun perin arkkitehti Veikko Malmio. Professori Yrjö Sotamaa suunnitteli Hanasaaren alkuperäisen sisustuksen. Hanasaaren kulttuurikeskus on korjausrakentamisen kohde, jota on vuosien saatossa uudistettu useaan otteeseen. Vuonna 1989 Hanasaaren kulttuurikeskusta laajennettiin maan alle rakennetulla luentosalilla. [5]

5.2 Hanasaarta koskevat energiamääräykset

Ympäristöministeriön asetus 4/13 käsittelee rakennuksen energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöissä. Asetuksessa on määritelty ne rakennukset, joita energiatehokkuuden parantamisvelvollisuus ei koske, kuten suojellut kohteet. [18]

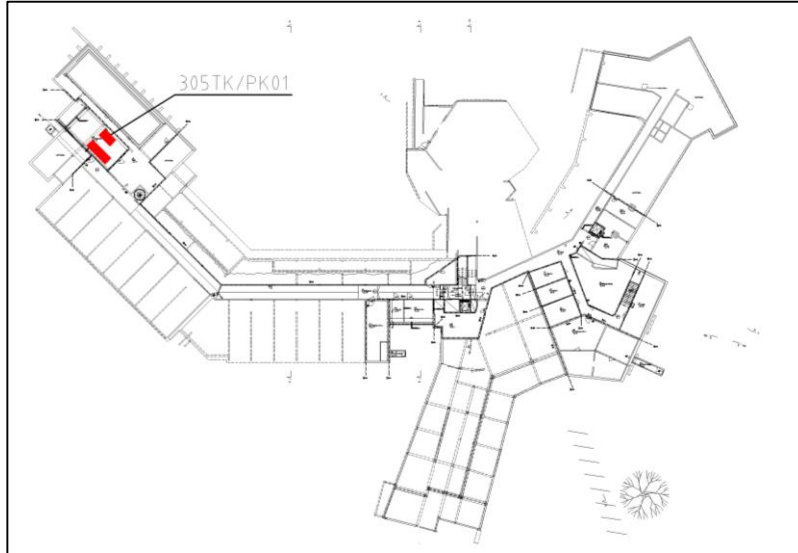
Hanasaaren ruotsalais-suomalaisessa kulttuurikeskuksessa energiatehokkuutta parannetaan laajennus- ja muutostyön yhteydessä meneillään olevan peruskorjauksen yhteydessä. Rakennus on suojelukohde, joten ympäristöministeriön asetuksen 4/13 mukaan rakennus ei kokonaisuudessaan ole energiatehokkuuden parantamisvelvollisuuden piirissä. Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen peruskorjauksen yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota ilmanvaihtojärjestelmien tarpeen mukaiseen käyttöön, lämmöntalteenottoon ja energiatehokkuuteen. [19]

5.3 Hanasaaren ilmanvaihtokoneet

Hanasaaren nykyiset ilmanvaihtokoneet uusitaan paria poikkeusta lukuunottamatta meneillään olevan peruskorjauksen yhteydessä. Tulo-poistoilmanvaihtokoneita tulee olemaan yhteensä 11 kpl. Vesikatolle ja kellariin rakennetaan uusia konehuoneita ja kaikki koneet varustetaan lämmöntalteenottolaitteistolla. Lämmöntalteenottojärjestelmiä löytyy sekä LTO-kiekolla, nestekiertoisella LTO:lla että levysiirtimellä. [19]

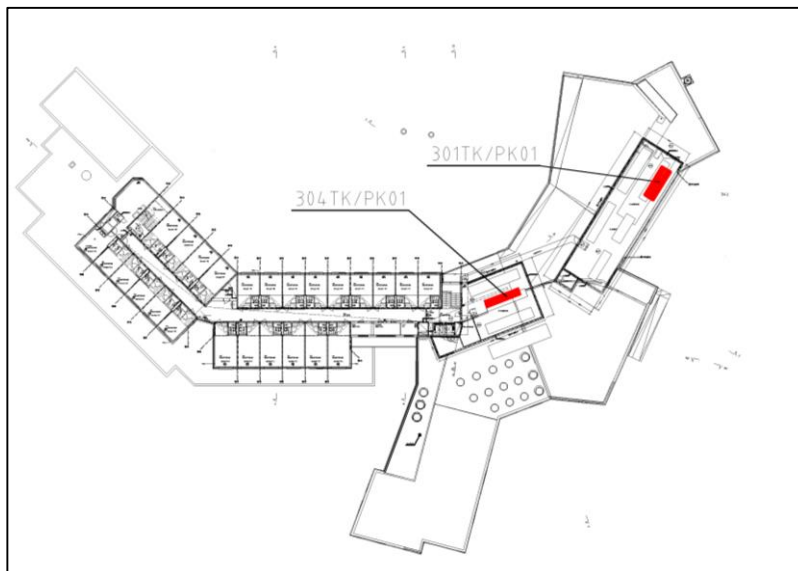
Hanasaaren kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneista valitaan 3 tulo-poistoilmanvaihtokoneita, joissa kaikissa on eri lämmönsiirintyyppi. Kojan Future++-mitoitushjelmalla mitoitetaan valitut ilmanvaihtokoneet nykyisiä suunnitelmia vastaaviksi. Tämän jälkeen mitoitushjelmalla tutkitaan, miten mitoitettuihin IV-koneisiin vaikuttaa ekosuunnitteluasetuksen asettamat määräykset ja ohjeet. Hanasaaren tulo-poistoilmanvaihtokoneista valitut koneet ovat 301TK/PK01, 304TK/PK01 ja 305TK/PK01. Tulo-poistoilmakone 301TK/PK01 on varustettu kiekollisella lämmöntalteenottojärjestelmällä. Se palvelee Hanasaaren ravintolaa ja sijaitsee rakennuksen vesikatolla IV-konehuoneessa 1. Tulo-poistoilmakone 304TK/PK01 on varustettu ristivirtaisella levylämmönsiirtimellä. Se palvelee Hanasaaren hotellihuoneita ja käytäviä. 304TK/PK01 sijaitsee Hanasaaren vesikatolla IV-konehuoneessa 2. Tulo-poistoilmakone 305TK/PK01 on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä. 305TK/PK01 palvelee Hanasaaren uima-allastilaa, ja se sijaitsee tilassa 015u IV-konehuone. Alkuperäisten Hanasaaren koneiden tiedot on

esitetty liitteessä 1. Koneita ja niiden mitoitusarvoista selvitetään tarkemmin luvussa 6.1.1. Kuvassa 2 on esitetty nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustetun ilmanvaihtokoneen sijainti rakennuksessa..



Kuva 2. 305TK/PK01:n sijainti kellarikerroksessa

Kuvassa 3 on esitetty ristivirtalevy- ja pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettujen ilmanvaihtokoneiden sijainnit rakennuksessa.



Kuva 3. 301TK/PK01:n ja 304TK/PK01:n sijainti 3. kerroksessa

6 Tutkimusmenetelmät

6.1 Ilmanvaihtokoneiden mitoitus Future++ -mitoitusohjelmalla

Ekosuunnitteludirektiivin lämpötilahyötysuhdevaatimusten vaikutusta ilmanvaihtokoneiden kokoon, energiantarpeeseen ja hankintakustannuksiin tutkitaan Kojan Future++-mitoitusohjelmalla. Hanasaaren peruskorjauksen yhteydessä uusittavat ilmanvaihtokoneet on mitoitettu Recair Modular -mitoitusohjelmalla. Tutkimushetkellä Recair Modular -mitoitusohjelmaan ei ollut vielä saatavilla uusinta päivitystä, josta olisi saanut vuoden 2016 ja vuoden 2018 ekosuunnitteluasetuksen vaatimuksen mukaisia IV-koneita. [20] Ilmanvaihtokoneet päätettiin mitoittaa Kojan Future++-mitoitusohjelmalla [7]. Kyseinen mitoitusohjelma valittiin, koska sillä oli mahdollista tutkimushetkellä mitoittaa ja valita ilmanvaihtokoneet, jotka täyttävät sekä vuoden 2016 että vuoden 2018 ekosuunnitteluvaatimukset [21].

Tutkittavat ilmanvaihtokoneet mitoitetaan Kojan Future++ -mitoitusohjelmalla vastaamaan mahdollisimman lähelle ulkomitoiltaan Recair Modular -mitoitusohjelmalla mitoitettuja alkuperäisiä koneita [22]. Tämän jälkeen mitoitusohjelmalla tutkitaan, miten ekosuunnitteludirektiivin ohjeet ja määräykset vaikuttavat ilmanvaihtokoneisiin vuonna 2016 ja miten vuonna 2018. Kojan Future++-mitoitusohjelman LCC-työkalulla lasketaan mitoitetuille koneille elinkaarikustannukset.

6.1.1 Mitoituksen lähtöarvot

Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen ilmanvaihtokoneista valittiin 3 konetta, joiden osalta tutkitaan ekosuunnitteluvaatimusten vaikutusta kyseisten ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen. Tulo-poistoilmanvaihtokoneista valittiin koneet 301TK/PK01, 304TK/PK01 ja 305TK/PK01.

Case 1: Tulo-poistoilmakoneen 301TK/PK01 on varustettu kiekollisella lämmöntalteenottojärjestelmällä. Tulo-poistoilmakone 301TK/PK01 palvelee Hanasaaren ravintolaa ja se sijaitsee rakennuksen vesikatolla IV-konehuoneessa 1. Alkuperäisen Hanasaaren 301TK/PK01-koneen tiedot on esitetty liitteessä 1.

Case 2: Tulo-poistoilmakone 304TK/PK01 on varustettu ristivirtaisella levylämmönsiirtimellä. Se palvelee Hanasaaren hotellihuoneita ja käytäviä. 304TK/PK01 sijaitsee Hanasaaren vesikatolla IV-konehuoneessa 2. Alkuperäisen Hanasaaren 304TK/PK01-koneen tiedot on esitetty liitteessä 1.

Case 3: Tulo-poistoilmakone 305TK/PK01 on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä. 305TK/PK01 palvelee Hanasaaren uima-allastilaa ja se sijaitsee tilassa 015u IV-konehuone. Alkuperäisen Hanasaaren 305TK/PK01-koneen tiedot on esitetty liitteessä 1.

Taulukossa 2 on esitetty kooste tutkittavien koneiden palvelualueista ja niiden sijainneista rakennuksessa.

Taulukko 2. Case 1–3, jaottelu

IV-kone	Palvelualue	Sijainti	LTO
Case 1: 301TK/PK01	Ravintola, kabinetti	IV-konehuone 1	kiekko
Case 2: 304TK/PK01	Hotellihuoneet, käytävät	IV-konehuone 2	ristivirta
Case 3: 305TK/PK01	Uima-allas tila	015u IV-konehuone	neste

Taulukossa 3 on esitetty nykyisten suunnitelmien ilmavirrat, kanavapaineet ja SFP-luvut.

Taulukko 3. IV-koneiden mitoitusarvot

Tulo-ilma-kone	Ilma-virta	Kanava-paine	Sähkö-teho	Poisto-ilma-kone	Ilma-virta	Kanava-paine	Sähkö-teho	Tämän koneen SFP
merkintä	m ³ /s	Pa	kW	merkintä	m ³ /s	Pa	kW	kW/m ³ /s
301TK01	2,50	350	2,47	301PK01	1,90	250	1,10	1,43
304TK01	2,60	350	2,79	304PK01	2,60	250	1,91	1,81
305TK01	1,30	350	1,22	305PK01	1,30	250	0,90	1,63

Taulukossa 4 on esitetty mitoituksen lähtöarvot. Mitoitusarvot ovat samat kuin, joita on käytetty nykyisten suunnitelmien ilmanvaihtokoneiden mitoituksessa Recairin mitoitusohjelmalla.

Taulukko 4. Mitoituksen lähtöarvot

Olosuhteet			
Kesä		Ulkoilma	Poistoilma
	Lämpötila	25	25 °C
	Suhteellinen kosteus	60	50 %
Talvi		Ulkoilma	Poistoilma
	Lämpötila	- 26	22 °C
	Suhteellinen kosteus	90	30 %
Ilma			
	Tiheys		1,2 kg/m ³
	Paine		101,325 kPa
Neste			
	Menonesteen lämpötila	80	7 °C
	Paluunesteen lämpötila	60	12 °C
	Max. painehäviö	15	25 kPa
	Sisäänpuhalluslämpötila	20	15 °C
	Max. nopeus	2	2 m/s
	Lämmitysneeste	Vesi	
	Jäähdytysneeste	Vesi	
	LTO-patteri	Etyleeniglykoli	
		Pitoisuus	35 %
Suodatusluokka			
	Tulo	F7L	
	Poisto	M5L	

6.1.2 Koneiden mitoitus

Tutkimusosiossa tarkastellaan tutkimuskohteen peruskorjauksen yhteydessä suunniteltuja uusia IV-koneita. Tutkittavat IV-koneet on alun perin mitoitettu Recairin Modular-mitoitusohjelmalla. IV-koneiden alkuperäiset tiedot löytyvät liitteestä 1. Kojan Future++-mitoitushjelmalla mitoitetaan ilmanvaihtokoneet vastaamaan Recairin Modular-mitoitusohjelmalla mitoitettuja IV-koneita. Tämän jälkeen ilmanvaihtokoneet mitoitetaan ensin ekosuunnitteluasetuksen vuoden 2016 määräyksien mukaisiksi ja sen jälkeen vuoden 2018 määräyksien mukaisiksi.

Ilmanvaihtokoneiden mitoitus Kojan Future++ -mitoitushjelmalla aloitetaan täyttämällä projektin tiedot ja lähtöarvot. Projektin tietoihin syötetään projektin nimi, käsittelijä ja muut olennaiset tiedot projektin kannalta (kuva 4).

Kuva 4. Projektin tiedot

Projektin tietojen täyttämisen jälkeen syötetään projektiin mitoituksen lähtöarvot. Lähtöarvot syötetään välilehdelle projektin lähtöarvot (kuva 5). Projektin lähtöarvoina käytetään samoja arvoja, joita on käytetty alkuperäisissä suunnitelmissa Recairin Modular-mitoitusohjelmalla mitoitettaessa. Alkuperäisten suunnitelmien mitoituksen lähtöarvot on esitetty liitteessä 1.

Projektin tiedot ja lähtöarvot (Future++ 27.3.2015)

Projektin tiedot Projektin lähtöarvot Koneet Konealustat Lisävarusteet LCC

Olosuhteet

Kesä
Lämpötila 25 25 °C
Suhteellinen kosteus 60 50 %

Talvi
Lämpötila -26 22 °C
Suhteellinen kosteus 90 30 %

Ilma
Tiheys 1.2 kg/m³
Paine 101.325 kPa

Neste
Lämmitys Jäähdytys
Menonesteen lämpötila 80 7 °C
Paluunesteen lämpötila 60 12 °C
Max. painehäviö 15 25 kPa
Sisäänpuhalluslämpötila 20 15 °C
Max. nopeus 2 2 m/s

Lämmitysneuste
Vesi
Pitoisuus 100 %

Jäähdytysneuste
Vesi
Pitoisuus 100 %

LTO-patteri
Etyleeniglykoli 5-50
Pitoisuus 35 %

Toiminnot

Vaippa
Materiaali Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Max. pituus 4000 mm

Puhallin
Valmistaja Ziehl Abegg FlaktWoods
Moottori AC/IE2 AC/IE3 EC PM
 PM Integ. HiPressure
Jännite 3~ / 400V / 50Hz

LTO
Pyörivä Typpi Säätö
Levy Nesteen max. painehäviö Lamellijako (min)
Patteri 200 2.0

Äänenvaimennin

Esisuodatusluokka Tulo Poisto
Suodatusluokka F7L M5L

Patterit, neste Lämmitys Jäähdytys
Materiaali Cu/Al Cu/Al
Min. lamellijako 2.0 2.4
Mitoitus lämpötila Toimintapiste -X °C Ulkoilma
Varmuus 5 5 °C

Valintakriteerit

Puhaltimia 1 >= 2
SFP max. 1 2 kW/m³/s
SFP min. 0.5 1.5 kW/m³/s

Otsapintanopeus
max 2.5 m/s
min 1 m/s

Puhallinvalinta
 Valitse 2 kpl / puhallinkoko
Teho / Nim.teho 0 % (Min)
Moottorin varmuus 1.3
 Tasakokoiset puhaltimet
 Käytä annettua ilman tiheyttä
 Käytä toiminnon ilmantilaa (kesä)

LTO:n hyötysuhde (min) Tasailmavirroin ΔT20K
Roottori 75 % EKO 2016
Levy 60 % EKO 2018
Patteri 50 % 0 °C

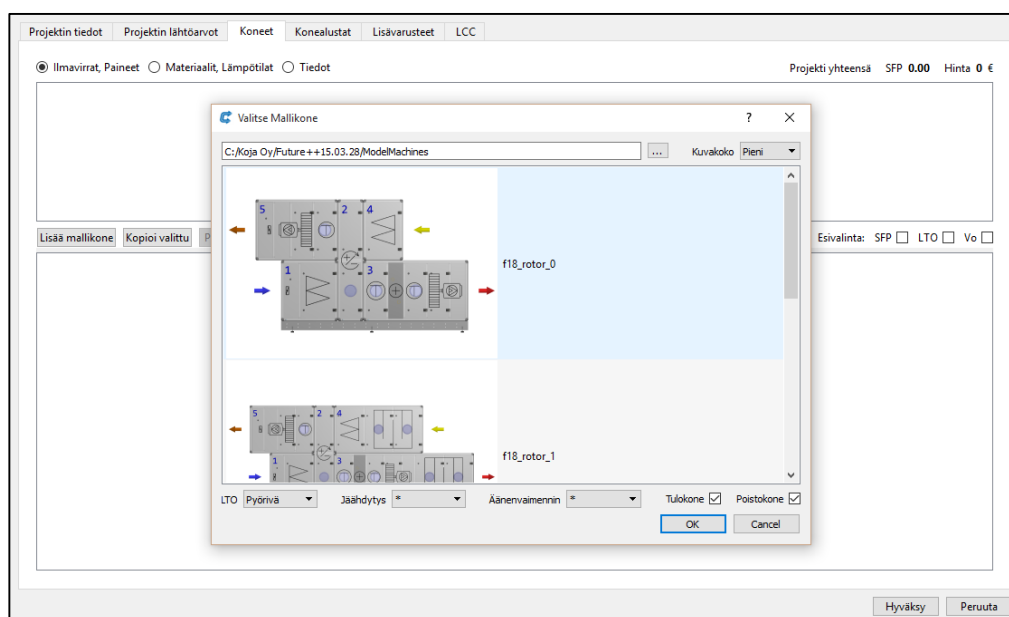
LCC

Laskentajakso 25 Vuotta
Korko 3 %
Säätiedot Vantaa
Sähkön hinta 80 €/MWh
Lämmön hinta 60 €/MWh

Hyväksy Peruuta

Kuva 5. Projektin lähtöarvot

Projektin lähtöarvojen täyttämisen jälkeen siirrytään *Koneet*-välilehdelle, jossa päästään suorittamaan konevalinta (kuva 6). Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuk-
sen ilmanvaihtokoneista valittiin 3 konetta, joiden osalta tutkitaan ekosuunnitteluvaati-
musten vaikutusta kyseisten ilmanvaihtokoneiden mitoittamiseen. Tulo-poistoilmanvaihto-
koneista valittiin koneet 301TK/PK01, 304TK/PK01 ja 305TK/PK01. Liitteessä 1 on esi-
tetty alkuperäiset Recair Modular -mitoitushjelmalla mitoitettut koneet. *Lisää mallikone* -
kohdasta valitaan konemallit, jotka vastaavat alkuperäisiä Recair Modular -mitoitushjel-
malla suunniteltuja koneita.



Kuva 6. Koneen valinta

Luvussa 6.1.1 taulukossa 3 on esitetty tutkittavien ilmanvaihtokoneiden ilmavirrat, kana-
vapaineet ja ominaissähkötehot eli SFP-luvut. Mallikoneen valinnan jälkeen kunkin ko-
neen kohdalle syötetään taulukossa 3 esitetyt ilmavirrat ja kanavapaineet. Tämän jäl-
keen kone mitoitetään painamalla kohtaa *Mitoita* (kuva 7).

Projekti yhteensä SFP 1,96, 12,0 kW Hinta 66417 €

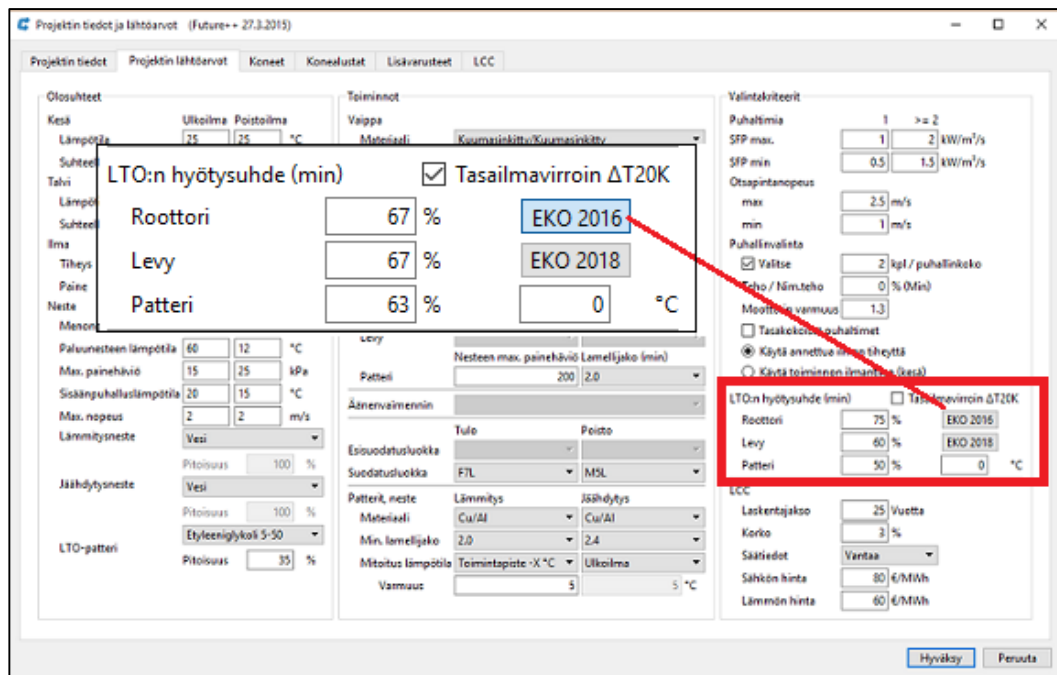
#	Tyyppi	Tulo Positio	Kat. Q _v (m³/s)	dP(Pa)	Koko	Poisto Positio	Kat. Q _v (m³/s)	dP(Pa)	Koko	LTO	Jäähd. A-vaim.	Tila
1	Future	301TK	2.5	350	Auto	PK	1.9	250	Auto	Pyörivä		Mitoita
2	Future	304TK	2.3	350	Auto	PK	2.3	250	Auto	Levy		Mitoita
3	Future	305TK	1.3	350	Auto	PK	1.3	250	Auto	Patteri		Mitoita

	SFP	LTO	Vo	Hinta	Konekoko	Mitat WxHxL	LTO(EKO)	Puhallimet
1	1,94	72	2,4	24841,2	1208	1990x1980x5000	84	GPEB-1-00-050-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-035-10-0/APAL-2-00300-1-2-7
2	1,95	72	2,4	25199,2	1208	1990x1980x5100	84	GPEB-1-00-056-13-0/APAL-6-00400-2-2-7 GPEB-1-00-035-10-0/APAL-2-00300-1-2-7
3	1,92	72	2,4	25114,3	1208	1990x1980x5100	84	GPEB-1-00-056-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-035-10-0/APAL-2-00300-1-2-7
4	1,94	72	2,4	24955,4	1208	1990x1980x5000	84	GPEB-1-00-045-13-0/APAL-2-00550-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-4-00300-1-2-7
5	1,95	72	2,4	24831,1	1208	1990x1980x5000	84	GPEB-1-00-045-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-4-00300-1-2-7
6	1,83	72	2,4	24967,5	1208	1990x1980x5150	84	GPEB-1-00-050-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-4-00300-1-2-7
7	1,84	72	2,4	25325,4	1208	1990x1980x5250	84	GPEB-1-00-056-13-0/APAL-6-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-4-00300-1-2-7
11	1,81	72	2,4	25240,6	1208	1990x1980x5250	84	GPEB-1-00-056-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-4-00300-1-2-7
12	1,95	72	2,4	24936,7	1208	1990x1980x5000	84	GPEB-1-00-045-13-0/APAL-2-00550-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-2-00300-1-2-7
13	1,96	72	2,4	24812,5	1208	1990x1980x5000	84	GPEB-1-00-045-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-2-00300-1-2-7
14	1,84	72	2,4	24948,8	1208	1990x1980x5150	84	GPEB-1-00-050-11-0/APAL-4-00400-2-2-7 GPEB-1-00-040-10-0/APAL-2-00300-1-2-7

Kuva 7. Koneiden mitoitus

Koja Future++ -mitoitushjelmassa ei ole esivalittuja puhaltimia, vaan ne voidaan valita eri vaihtoehdoista, kuten on esitetty kuvassa 7. Puhallinvaihtoehdon valinta vaikuttaa koneen ulkomittoihin. Tutkimuksessa päätettiin, että tutkittavien ilmanvaihtokoneiden koot valitaan vastaamaan mahdollisimman lähelle ulkomitoiltaan Recair Modular -mitoitushjelmalla mitoitettuja koneita. [22]

Kun kaikki kolme konetta on saatu mitoitettua vastaamaan nykyisten suunnitelmien mukaisiksi ilmanvaihtokoneiksi, voidaan tutkia, miten ekosuunnitteludirektiivin lämpötilahyötysuhteiden minimirajat vaikuttavat mitoitettujen koneiden kokoihin. Kojan Future++-mitoitushjelmassa löytyy Projektin lähtöarvot -välilehdellä EKO 2016- ja EKO 2018 -painikkeet, joita klikkaamalla ohjelma automaattisesti asettaa LTO:n minimihyötysuhteet vastaamaan joko vuoden 2016 määräyksiä tai vuoden 2018 määräyksiä (kuva 8).



Kuva 8. Ekotehokkuusvaatimuksien valinta

Taulukossa 5 on esitetty kooste mitoituksessa käytetyistä lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteista. Nykytilanteessa on esitettyä alkuperäiset LTO:n minimihyötysuhteet, joita käytettiin Recairin Modular-mitointiohjelmassa. Sarakkeessa 2016 ja 2018 on esitetty ekosuunnitteluvaatimuksen asettamat LTO:n minimilämpötilahyötysuhteet.

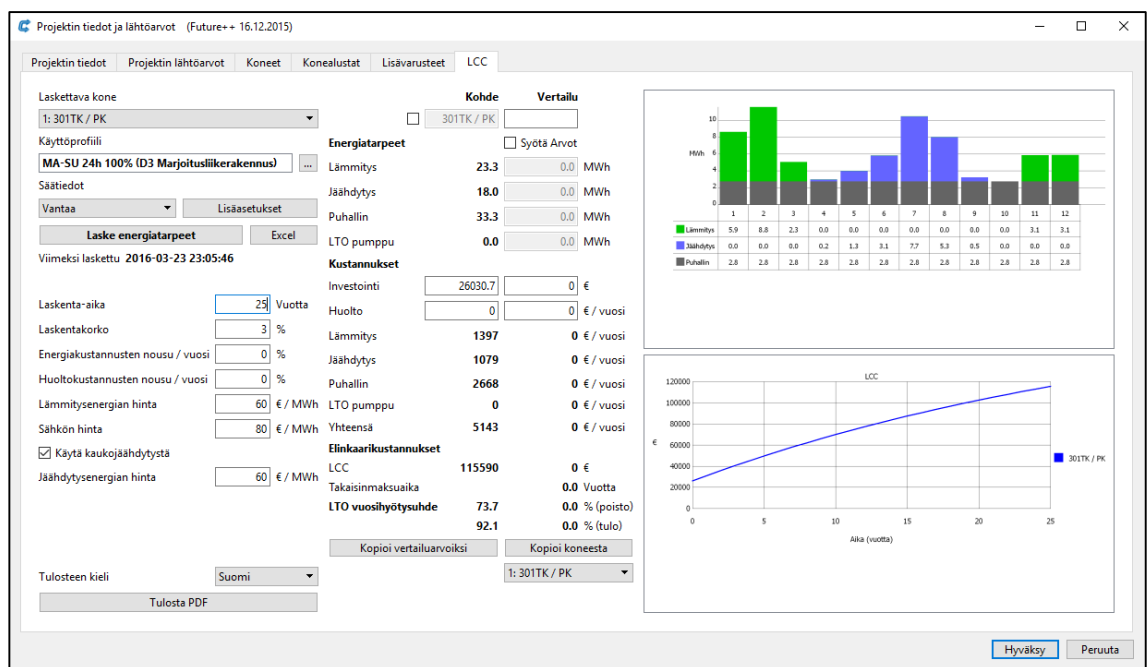
Taulukko 5. LTO:n minimihyötysuhteet mitoituksessa

Lämmönsiirrin tyyppi	Lähtöarvot [%]	2016 [%]	2018 [%]
Roottori	75	67	73
Levy	60	67	73
Patteri	50	63	68

Sekä ensimmäisen vaiheen että toiseen vaiheen kohdalla Future++-mitointiohjelmassa koneen kokoihin voitiin vaikuttaa puhallinvalinnoilla. Ohjelma antoi jokaisessa vaiheessa runsaasti eri puhallinvaihtoehtoja. Ensisijaisesti valittiin puhaltimet sen mukaan, että iv-kone pysyisi samana jokaisessa vaiheessa. Jos tämä ei ollut mahdollista, puhaltimet valittiin ulkomitoiltaan mahdollisimman lähelle nykytilannetta. Tutkimuksessa pyrittiin valitsemaan sellaisia IV-koneita, jotka mahtuvat korkeussuunnassa niille varattuihin teknisiin tiloihin. [22]

LCC-laskentatyökalulla voidaan laskea ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset, ks. kuva 9. Ohjelmasta saadaan ulos ilmanvaihtokoneen kuluttaman lämmitys-, jäähdytys- ja puhallinenergia vuoden jokaisena tuntina. [21]

Ilmanvaihtokoneet tulee olla mitoitettuna ennen LCC-työkalun käyttöä. Mitoitus tapahtuu valitsemalla ilmanvaihtokoneen käyttöajan, säävyöhykkeen ja halutut laskennan lähtötiedot, kuten laskentakorko ja energian hinnat. Hanasaaren ruotsalais-suomalaisen kulttuurikeskuksen käyttöprofiiliksi valitaan Majoitusliikerakennuksen käyttöaika ja säätiedot kerätään Vantaalta. Ohjelma laskee elinkaarikustannukset ilmanvaihtokoneelle *Laske energiantarpeet* -painikkeesta.



Kuva 9. LCC-laskentatyökalu

6.2 SFP_{int, limit} -luvun ja hyötysuhdebonuksen E laskeminen

SFP_{int}-luvulla tarkoitetaan ilmanvaihtokomponenttien sisäistä ominaissähkötehoa ($W/(m^3/s)$). Se kuvaa ilmanvaihtokomponenttien sisäisen painehäviön ja puhaltimen hyötysuhteen välistä suhdetta. SFP_{int, limit} on ilmanvaihtokomponenttien sisäinen enimmäissähköteho, eli se on ilmanvaihtokoneiden ominaissähkötehoa SFP_{int} -lukua koskeva ominaissähköteho vaatimus. E on hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehon korjaus. Hyötysuhdebonuksessa otetaan huomioon se, että tehokkaampi lämmöntalteenotto aiheuttaa enemmän painehäviöitä. Suurempi painehäviö edellyttää suurempaa puhaltimen ominaissähkötehoa. [4]

Sekä SFP_{int}-luvut että SFP_{int, limit} -luvut saadaan suoraan Kojan Future+++-mitoitusohjelmasta. Kojan Future+++-mitoitusohjelmalla mitoitettaessa ohjelma antaa ainoastaan sellaisia konevaihtoehtoja, joiden SFP_{int}-luvut eivät ylitä SFP_{int, limit} -lukuja, mikä tarkoittaa sitä, että koneet automaattisesti täyttävät ekotehokkuusvaatimukset SFP_{int}-lukujen osalta. Insinööriyössä tutkitaan, miten hyötysuhdebonus E vaikuttaa ilmanvaihtokoneiden sisäiseen enimmäissähkötehoon SFP_{int, limit}-lukuun. Kojan Future+++-mitoitusohjelmasta poimitaan ohjelman valmiiksi lasketut SFP_{int}-luvut. Näistä luvuista vähennetään niiden hyötysuhdebonukset ja tutkitaan ylittävätkö ne tämän jälkeen kunkin tapauksen sallitun enimmäisrajan eli SFP_{int, limit}-luvun. Luvuissa 6.2.1 ja 6.2.2 on esitetty jaoteltuna ekosuunnitteludirektiivissä esitetyt kaavat, joita käytetään sekä hyötysuhdebonus E:n että SFP_{int, limit} -luvun laskentaan. Kaavojen numerointi perustuu luvussa 7.4 esitetyn taulukon 9 kaavakokoelmaan.

6.2.1 Ohjeet ja määräykset 1.1.2016 alkaen

Nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Nestekiertoisen lämmöntalteenoton sallitun ominaissähkötehon E lisäys on 1.1.2016 alkaen

$$E = (\eta_{\text{trvu}} - 0,63) * 3000, \text{ kun } \eta_{\text{trvu}} \geq 63 \% \quad (\text{Kaava 1})$$

$$E = 0, \text{ kun } \eta_{\text{trvu}} < 63 \% \quad (\text{Kaava 2})$$

jossa

η_{trvu} *ilmanvaihtokoneen lämpötilahyötysuhde*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*

Nestekiertoisen lämmöntalteenoton SFP_{int} , limit-luku lasketaan 1.1.2016 alkaen

$$SFP_{\text{int}\cdot\text{limit}} = 1700 + E - 300 * \frac{q_{\text{nom}}}{2} - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} < 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Kaava 9})$$

$$SFP_{\text{int}\cdot\text{limit}} = 1400 + E - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} \geq 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Kaava 10})$$

jossa

q_{nom} *ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta, m³/s*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*
 F *suodatinkorjausarvo, Pa*

[4]

Muu kuin nestekiertoisen lämmöntalteenotto

Muun kuin nestekiertoisen lämmöntalteenoton sallitun ominaissähkötehon E lisäys on 1.1.2016 alkaen

$$E = (\eta_{t_{nr\text{vu}}} - 0,67) * 3000, \text{ kun } \eta_{t_{nr\text{vu}}} \geq 67 \% \quad (\text{Kaava 3})$$

$$E = 0, \text{ kun } \eta_{t_{nr\text{vu}}} < 67 \% \quad (\text{Kaava 4})$$

jossa

$\eta_{t_{nr\text{vu}}}$ ilmanvaihtokoneen lämpötilahyötysuhde

E hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus

Muun kuin nestekiertoisen lämmöntalteenoton $SFP_{\text{int, limit}}$ -luku lasketaan 1.1.2016 alkaen

$$SFP_{\text{int, limit}} = 1200 + E - 300 * \frac{q_{\text{nom}}}{2} - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} < 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}, \quad (\text{Kaava 11})$$

$$SFP_{\text{int, limit}} = 900 + E - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} \geq 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Kaava 12})$$

jossa

q_{nom} ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta, m^3/s

E hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus

F suodatinkorjausarvo, Pa

[4]

6.2.2 Ohjeet ja määräykset 1.1.2018 alkaen

Nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Nestekiertoisen lämmöntalteenoton sallitun ominaissähkötehon E lisäys on 1.1.2018 alkaen

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,68) * 3000, \text{ kun } \eta_{t_{nrvu}} \geq 68 \% \quad (\text{Kaava 5})$$

$$E = 0, \text{ kun } \eta_{t_{nrvu}} < 68 \% \quad (\text{Kaava 6})$$

jossa

$\eta_{t_{nrvu}}$ *ilmanvaihtokoneen lämpötilahyötysuhde*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*

Nestekiertoisen lämmöntalteenoton $SFP_{int,limit}$ -luku lasketaan 1.1.2018 alkaen:

$$SFP_{int,limit} = 1600 + E - 300 * \frac{q_{nom}}{2} - F, \text{ jos } q_{nom} < 2 \frac{m^3}{s} \quad (\text{Kaava 13})$$

$$SFP_{int,limit} = 1300 + E - F, \text{ jos } q_{nom} \geq 2 \frac{m^3}{s} \quad (\text{Kaava 14})$$

jossa

q_{nom} *ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta, m^3/s*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*
 F *suodatinkorjausarvo, Pa*

[4]

Muu kuin nestekiertoisen lämmöntalteenotto

Muun kuin nestekiertoisen lämmöntalteenoton sallitun ominaissähkötehon E lisäys on 1.1.2018 alkaen

$$E = (\eta_{\text{tnrvu}} - 0,73) * 3000, \text{ kun } \eta_{\text{tnrvu}} \geq 73 \% \quad (\text{Kaava 7})$$

$$E = 0, \text{ kun } \eta_{\text{tnrvu}} < 73 \%. \quad (\text{Kaava 8})$$

jossa

η_{tnrvu} *ilmanvaihtokoneen lämpötilahyötysuhde*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*

Muun kuin nestekiertoisen lämmöntalteenoton $SFP_{\text{int, limit}}$ -luku lasketaan 1.1.2018 alkaen

$$SFP_{\text{int, limit}} = 1100 + E - 300 * \frac{q_{\text{nom}}}{2} - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} < 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Kaava 15})$$

$$SFP_{\text{int, limit}} = 800 + E - F, \text{ jos } q_{\text{nom}} \geq 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Kaava 16})$$

jossa

q_{nom} *ilmanvaihtokoneelle ilmoitettu suunniteltu ilmavirta, m³/s*
 E *hyötysuhdebonus eli ominaissähkötehokorjaus*
 F *suodatinkorjausarvo, Pa*

[4]

7 Mitoituksen keskeiset tulokset ja niiden merkitys

7.1 Lämpötilahyötysuhdevaatimusten vaikutus ilmanvaihtokoneen kokoon

Lämpötilahyötysuhdevaatimusten vaikutusta ilmanvaihtokoneiden kokoihin tutkitaan Kojan Future++-mitoitusohjelmasta saaduilla arvoilla.

7.1.1 Case 1: 301TKPK01, pyörivä lämmönsiirrin

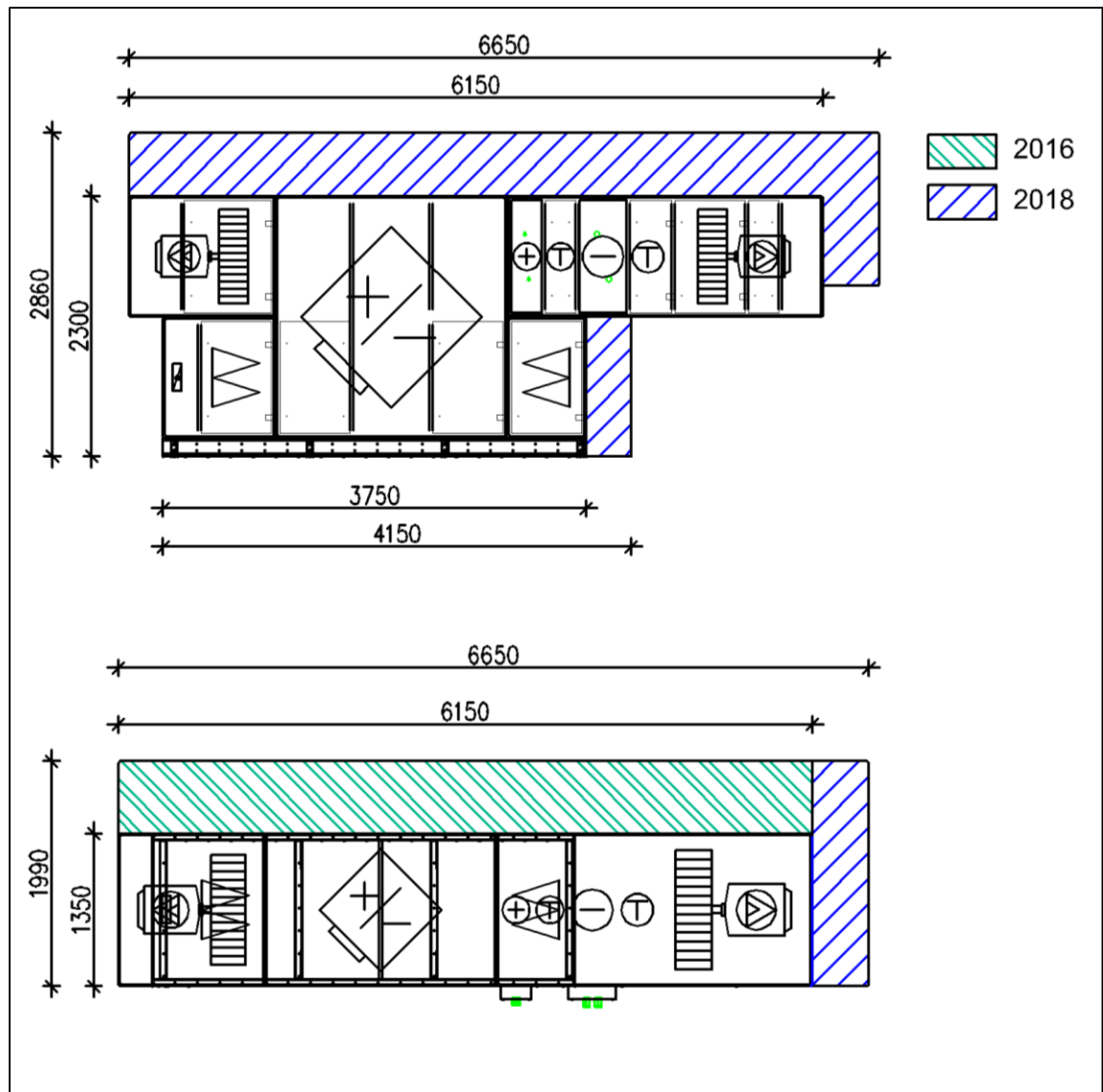
Ilmanvaihtokoneella 301TK/PK, joka on varustettu pyörivällä lämmönsiirtimellä, on alkuperäisten suunnitelmien mukaan mitoitettu paremmalla LTO:n lämpötilahyötysuhteella, kuin mitä siltä tultaisiin vaatia vuonna 2016 ja 2018. Tämän vuoksi ilmanvaihtokoneen 301TK/PK koko ei kasvanut lämpötilahyötysuhteen vuoksi vaiheen 2016 tai vaiheen 2018 aikana Future++-mitoitusohjelmalla mitoitettaessa. Alkuperäisen ilmanvaihtokoneen mitoitustiedot on esitetty liitteessä 1. Mitoitusohjelmalla saadun ilmanvaihtokoneen tarkemmat tiedot on esitetty liitteissä 2–4.

Luvussa 2 on kerrottu, että pyörivän lämmönsiirtimen lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde on korkea 75–85 %. Ekosuunnitteludirektiivissä esitetyt lämpötilahyötysuhdevaatimukset ovat heikommat kuin mitä pyörivällä lämmönsiirtimellä on jo nykyisin mahdollista päästä. Tämän vuoksi ekosuunnitteludirektiivin lämmönsiirtimen lämpötilahyötysuhde vaatimuksilla ei ole juurikaan vaikutusta pyörivään lämmönsiirtimeen.

7.1.2 Case 2: 304TK/PK01, ristivirtalämmönsiirrin

Luvussa 2 on kerrottu, että ristivirtaperiaatteella saavutettava taloudellinen maksimihyötysuhde on noin 60–65 %. Ekosuunnitteludirektiivissä vaaditaan ensimmäisen vaiheen jälkeen ei-nestekiertoiselta lämmönsiirtimeltä hyötysuhdetta 67 %. Toisen vaiheen jälkeen hyötysuhdevaatimus on jo peräti 73 %. Molemmissa ekosuunnitteludirektiivin vaiheissa ristivirtalevylämmönsiirtimen lämpötilahyötysuhde kiristyy, kun sitä verrataan ristivirtalevylämmönsiirtimen taloudelliseen maksimihyötysuhteeseen.

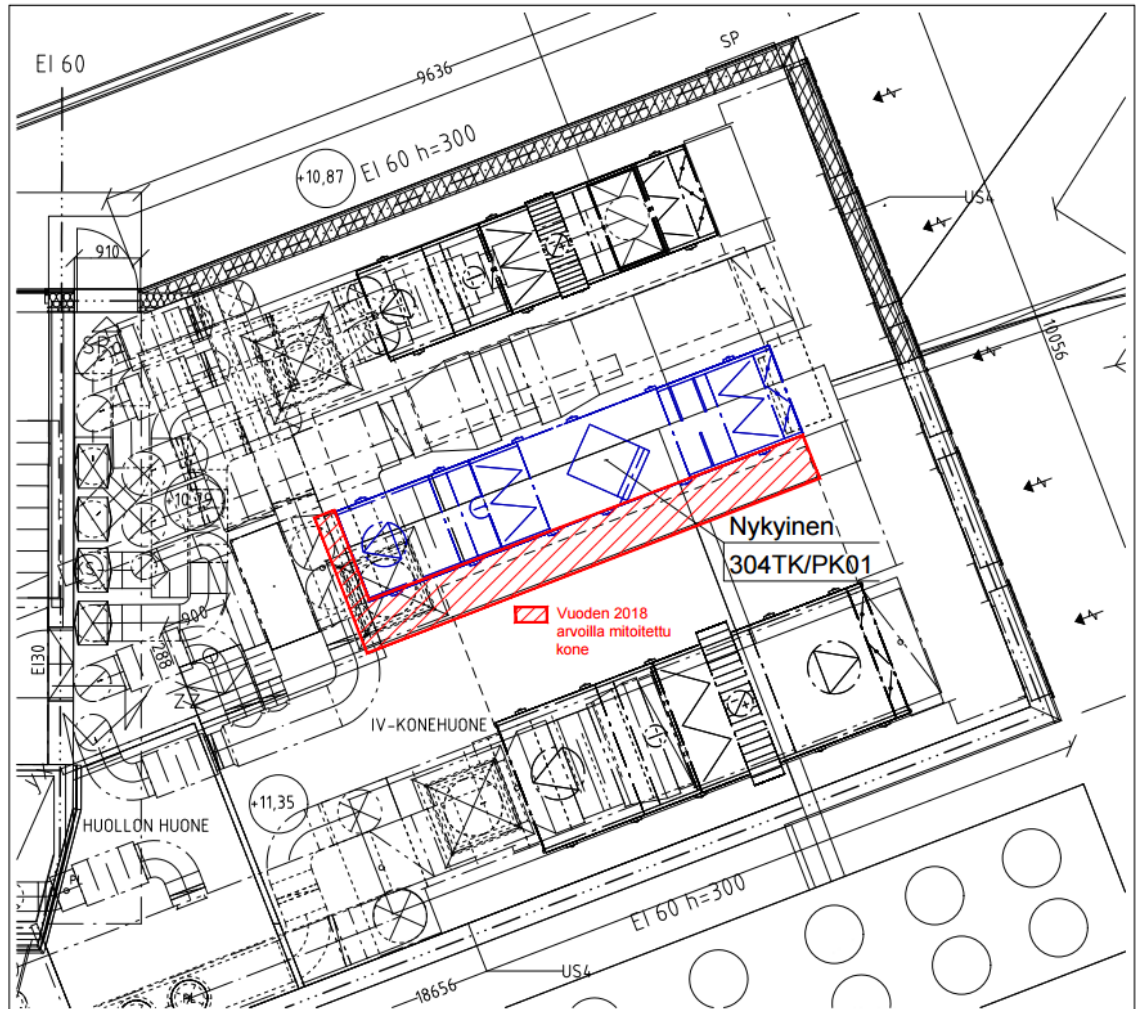
Kuvassa 10 on esitetty Future++-mitoitushjelmalla mitoitettun ilmanvaihtokoneen 304TK/PK01 äärimitat. Ristivirtalevyllämmönsiirtimellä varustettu ilmanvaihtokone suuren ulkomoitoiltaan jopa 29 %. Mitoitushjelmalla saadun ilmanvaihtokoneen tarkemmat tiedot on esitetty liitteissä 2–4.



Kuva 10. 304TK/PK01 esitetty huoltopuolelta ja ylhäältä

Ilmanvaihtokoneen 304TK/PK01, joka on varustettu ristivirtaisella levyllämmönsiirtimellä, koko kasvoi sekä vaiheen 2016 että vaiheen 2018 myötä. Vaiheen 2018 mukaisella lämpötilahyötysuhteella mitoitettulla ilmanvaihtokoneella on jo huomattavia ongelmia mahtua

sille varattuun tilaan. Kuvassa 11 on esitetty tällainen tilanne IV-konehuoneessa. Kuvasta nähdään, että vaiheen 2018 IV-kone ei enää mahdu sille varattuun tilaan, vaan se risteää kanavien kanssa.



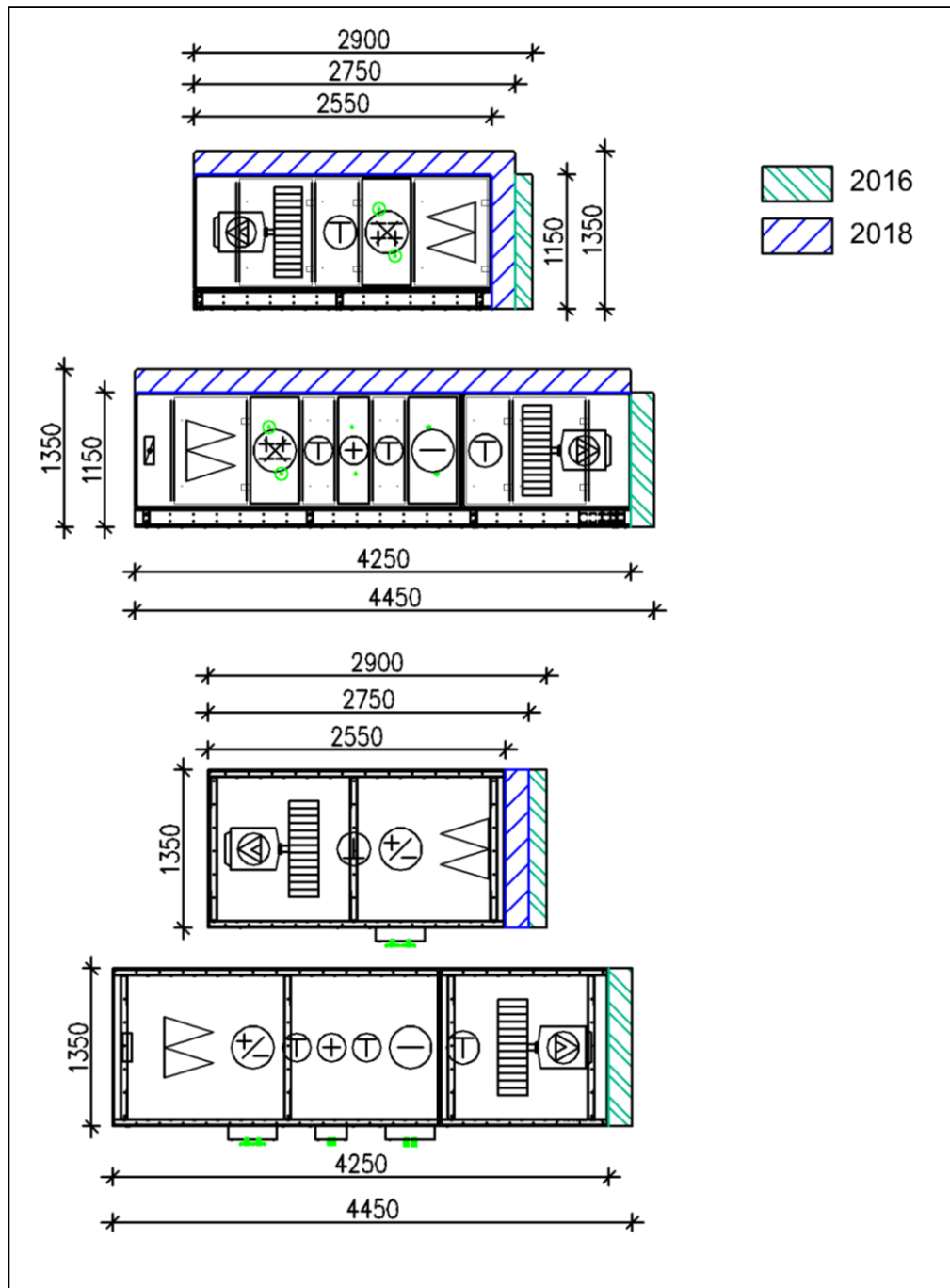
Kuva 11. 304TKPK01:n sijoittuminen IV-konehuoneeseen

7.1.3 Case 3: 305TK/PK01, nestekiertoisen lämmönsiirrin

Luvussa 2 on kerrottu, että nestekiertoisen lämmöntalteenoton tyypillinen lämpötilahyötysuhde on noin 50 %. Ekosuunnitteludirektiivissä vaaditaan ensimmäisen vaiheen jälkeen nestekiertoiselta lämmönsiirtimeltä hyötysuhdetta 63 % ja toisen vaiheen jälkeen hyötysuhdetta 68 %.

Nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustetun ilmanvaihtokoneen 305TK/PK01 koko kasvoi sekä ensimmäisen vaiheen että toiseen vaiheen myötä. Kuvassa 12 on esitetty

Future++-mitoitusohjelmalla mitoitettun ilmanvaihtokoneen 305TK/PK01 ääriimitat. Vaikka ilmanvaihtokoneen koko kasvoi ulkomitoiltaan molempien vaiheiden myötä, se mahtui silti sille varattuun tilaan Hanasaassa. Mitoitusohjelmalla saadun ilmanvaihtokoneen tarkemmat tiedot on esitetty liitteissä 2–4.



Kuva 12. 305TK/PK01 esitetty huoltopuolelta ja ylhäältä

7.2 Arvio IV-koneiden energiantarpeesta

Lämpötilahyötysuhdevaatimuksien vaikutusta ilmanvaihtokoneiden energiantarpeeseen tutkitaan Kojan Future++- mitoitusohjelmasta saaduilla arvoilla. Tulokset on saatu käyttämällä Future++-mitoitusohjelman LCC-laskentatyökalua (ks. luku 6.1.2). Laskennassa ilmanvaihtokoneille valittiin Majoitusrakennuksen käyttöajat eli koneet käyvät 24 h 7 vuorokaudessa. Saadut tulokset ilmanvaihtokoneiden energiantarpeista on esitetty liitteissä 7–12. Liitteinä 2–5 ovat koneiden tulokoneiden kokonaispaineenkorotukset.

Pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettu ilmanvaihtokoneen konekoko ei muuttunut ensimmäisen vaiheen eikä toiseen vaiheeseen myötä, jolloin sen energiantarve pysyi samana. Ristivirtalevyllämmönsiirtimellä ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustettujen ilmanvaihtokoneiden konekoot muuttuivat ja sitä myötä niiden energiantarpeet muuttuivat.

Taulukossa 6 on esitetty ristivirtalevyllämmönsiirtimellä varustetun ilmanvaihtokoneen energiantarpeen muutokset kunkin vaiheen kohdalla.

Taulukko 6. Case 2: 304TKPK01, ristivirtalevyllämmönsiirrin

Vaihe	Tulokoneen kokonaispaineenkorotus [Pa]	Talteenotettu energia QLTO [MWh/a]	Tuloilman lisälämmitystarve [MWh/a]	Puhallinenergian tarve [MWh/a]
Nykyinen suunnitelma	657	229,6	36,2	37
2016	556	248,3	16,3	31,8
2018	615	251,2	14,3	37,7

Taulukosta 6 nähdään, että talteenotettu energia kasvaa ja tuloilman lisälämmityksen tarve vähenee. Puhallinenergiatarve laskee ekosuunnitteludirektiivin ensimmäisen vaiheen myötä, mutta toisen vaiheen myötä se nousee takaisin nykyisen suunnitelman arvoon. Euroopan komission ekosuunnitteludirektiivin tavoitteena on säästää energiaa ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kustannustehokkaasti [4]. Tutkittavalla ristivirtalevyllämmönsiirtimellä ei onnistuta enää saatujen tulosten perustella vähentämään sähköenergiantarvetta toisen vaiheen kohdalla.

Taulukossa 7 on esitetty nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustetun ilmanvaihtokoneen energiantarpeen muutokset kunkin vaiheen kohdalla.

Taulukko 7. Case 3: 305TKPK01, nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Vaihe	Tulokoneen kokonaispaineenkorotus [Pa]	Talteenotettu energia QLTO [MWh/a]	Tuloilman lisälämmitystarve [MWh/a]	Puhallinenergian tarve [MWh/a]
Nykyinen suunnitelma	444	111,1	42,5	17,2
2016	470	133,4	19,5	17,2
2018	467	140,9	12,3	17,2

Taulukosta 7 nähdään, että talteenotettu energia kasvaa ja tuloilman lisälämmityksen tarve vähenee. Puhallinenergiatarve pysyy samana kunkin vaiheen kohdalla. Nykyisen suunnitelman ja vuoden 2016 vaatimusten välillä on nähtävä selvä muutos, mutta muutos vuoden 2016 vuoden 2018 välillä on hyvin pieni. Saatujen tulosten perusteella koneesta tulee energiatehokkaampi ensimmäisen vaiheen myötä, mutta saatu hyöty toisen vaiheen myötä on vähäisempi.

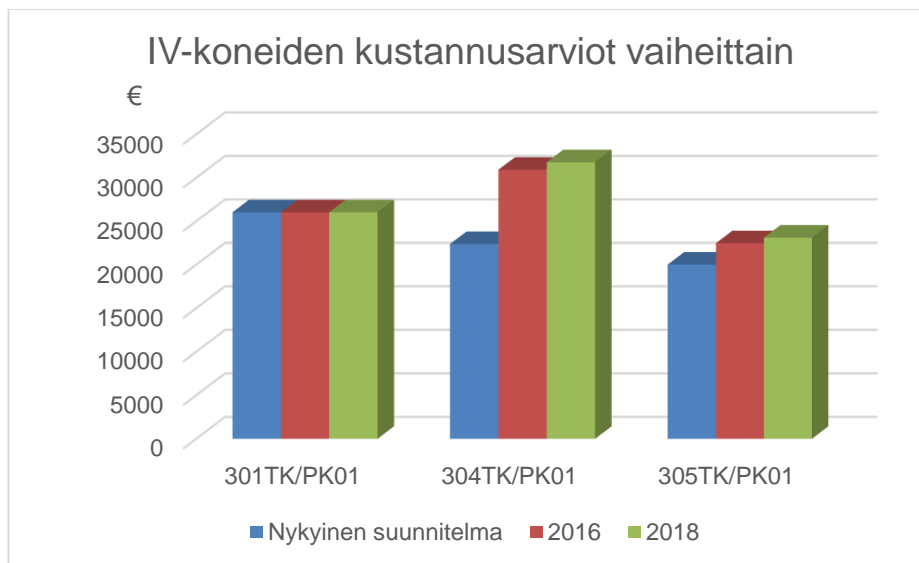
7.3 Arvio IV-koneiden hankintakustannuksista

Koja Future++-mitoitushjelmasta saadut ilmanvaihtokoneiden kustannusarviot on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Ilmanvaihtokoneiden kustannusarviot

Konetunnus	Nykyinen suunnitelma [€]	2016 [€]	2018 [€]
Case 1: 301TK/PK01	26031	26031	26031
Case 2: 304TK/PK01	22385	30925	31796
Case 3: 305TK/PK01	20012	22480	23127

Lämpötilahyötysuhdevaatimukset eivät vaikuttaneet pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettuun IV-koneeseen 301TK/PK01, joten sen hankintakustannukset eivät nousseet eri vaiheiden myötä. Toisin kävi ristivirtalevyllämmönsiirtimellä varustetun 304TK/PK01 ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla 305TK/PK01 varustettujen IV-koneiden kanssa. Molempien hinnat nousivat ensin vuoden 2016 vaiheen kohdalla ja vielä kerran uudestaan vuoden 2018 vaiheen kohdalla. Suhteessa suurin hinnannousu tapahtui koneen 304TK/PK01 kohdalla, jonka hinta nousi 30 %. Hinnannousujen erot kunkin koneen kohdalla ovat nähtävissä oheisessa pylväsdiagrammissa (kaavio 1).



Kaavio 1. IV-koneiden kustannusarviot

7.4 SFP_{int}, limit-luku ja hyötysuhdebonus E

Mitoitettujen koneiden SFP_{int}-luvut saadaan suoraan Kojan Future++-mitoitusohjelmasta. SFP_{int}-luvut ovat luettavissa liitteistä 5–7. SFP_{int}, limit-luvut ja hyötysuhdebonus E lasketaan ekosuunnitteludirektiivissä esitettyjen kaavojen avulla. Taulukossa 9 on esitetty yhteenveto ekosuunnitteludirektiivin kaavoista, joita käytetään SFP_{int}, limit-luvun ja hyötysuhdebonus E laskentaan.

Taulukko 9. Ekosuunnitteludirektiivin kaavat

Ominaisähkötehon korjaus E laskenta 1.1.2016 alkaen			
Nestekiertoinen LTO			
$\eta_{\text{trvu}} \geq 63 \%$	$E = (\eta_{\text{trvu}} - 0,63) * 3000$		(Kaava 1)
$\eta_{\text{trvu}} < 63 \%$	$E = 0$		(Kaava 2)
Muu kuin nestekiertoinen LTO			
$\eta_{\text{trvu}} \geq 67 \%$	$E = (\eta_{\text{trvu}} - 0,67) * 3000$		(Kaava 3)
$\eta_{\text{trvu}} < 67 \%$	$E = 0$		(Kaava 4)
Ominaisähkötehon korjaus E laskenta 1.1.2018 alkaen			
Nestekiertoinen LTO			
$\eta_{\text{trvu}} \geq 68 \%$	$E = (\eta_{\text{trvu}} - 0,68) * 3000$		(Kaava 5)
$\eta_{\text{trvu}} < 68 \%$	$E = 0$		(Kaava 6)
Muu kuin nestekiertoinen lämmöntalteenotto			
$\eta_{\text{trvu}} \geq 73 \%$	$E = (\eta_{\text{trvu}} - 0,73) * 3000$		(Kaava 7)
$\eta_{\text{trvu}} < 73 \%$	$E = 0$		(Kaava 8)
SFP_{int}, limit-luvun laskenta 1.1.2016 alkaen			
Nestekiertoinen LTO			
$q_{\text{nom}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1700 + E - 300 * q_{\text{nom}} / 2 - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 9)
$q_{\text{nom}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1400 + E - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 10)
Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä			
$q_{\text{nom}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1200 + E - 300 * q_{\text{nom}} / 2 - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 11)
$q_{\text{nom}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 900 + E - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 12)
SFP_{int}, limit-luvun laskenta 1.1.2018 alkaen			
Nestekiertoinen LTO			
$q_{\text{nom}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1600 + E - 300 * q_{\text{nom}} / 2 - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 13)
$q_{\text{nom}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1300 + E - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 14)
Muunlainen lämmöntalteenottojärjestelmä			
$q_{\text{nom}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 1100 + E - 300 * q_{\text{nom}} / 2 - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 15)
$q_{\text{nom}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SFP_{\text{int, limit}} = 800 + E - F$	[W/(m ³ s)]	(Kaava 16)

7.4.1 Case 1: 301TK/PK01, pyörivä lämmönsiirrin

Ilmanvaihtokone 301TK/PK01 ei eroa kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen viiteko-koonpanosta, joten suodatinkorjausta F ei huomioida laskuissa (ks. luku 3.1). 1.1.2016 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettun tulo-poistoilmakoneen 301TK/PK01 SFP_{int} -luku on $549 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$, nimellisilmavirta q_{nom} on $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ja lämpötilahyötysuhde $\eta_{t_{nrvu}}$ on 86% . Tulokset on esitetty liitteessä 5.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 1 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,67) * 3000 = (0,86 - 0,67) * 3000 = 570$$

$SFP_{int, limit}$ lasketaan taulukon 9 kaavan 12 mukaan. $SFP_{int, limit}$ -luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int, limit} = 900 + E = 900 + 570 = 1470 \frac{\text{W}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta $SFP_{int, limit}$ -luku on

$$SFP_{int, limit} - E = 1470 \frac{\text{W}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} - 570 = 900 \frac{\text{W}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

Vuoden 2016 ohjeiden ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 301TK/PK SFP_{int} -luku on $549 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$, $SFP_{int, limit}$ -luku on $1470 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$ hyötysuhdebonuksen kanssa ja laskettu hyötysuhdebonus E on 570 . Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonusta-kin SFP_{int} -luku on pienempi kuin $SFP_{int, limit}$ -luku eli rajoituksen alapuolella, $549 < 900 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$. Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enimmäissähkötehon rajan ylittämiseen.

1.1.2018 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettun tulo-poistoilmakoneen 301TK/PK01 SFP_{int} -luku on 549 W/(m³/s), nimellisilmavirta q_{nom} on 2,5 m³/s ja lämpötilahyötysuhde $\eta_{t_{nrvu}}$ on 86 %. Tulokset on esitetty liitteessä 6.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 7 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,73) * 3000 = (0,86 - 0,73) * 3000 = 390$$

$SFP_{int, limit}$ lasketaan taulukon 9 kaavan 16 mukaan. $SFP_{int, limit}$ -luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int, limit} = 800 + E = 800 + 390 = 1190 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta $SFP_{int, limit}$ -luku on

$$SFP_{int, limit} - E = 1190 \frac{W}{\frac{m^3}{s}} - 390 = 800 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Vuoden 2018 ohjeitten ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 301TK/PK SFP_{int} -luku on 549 W/(m³/s), $SFP_{int, limit}$ -luku on 1190 W/(m³/s) hyötysuhdebonus-
 kanssa, ja laskettu hyötysuhdebonus E oli 390. Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonus-
 takin SFP_{int} -luku on pienempi kuin $SFP_{int, limit}$ -luku eli rajoituksen alapuolella
 549 < 800 W/(m³/s). Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enim-
 mäissäähkötötehon rajan ylittämiseen.

7.4.2 Case 2: 304TK/PK01, ristivirtalämmönsiirrin

Ilmanvaihtokone 304TK/PK01 ei eroa kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen viiteko-
 koonpanosta, joten suodatinkorjausta F ei huomioida laskuissa (ks. luku 3.1). 1.1.2016
 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettun tulo-poistoilmakoneen 304TK/PK01 SFP_{int} -
 luku on 521 W/(m³/s), nimellisilmavirta q_{nom} on 2,3 m³/s ja lämpötilahyötysuhde $\eta_{t_{nrvu}}$
 on 70 %. Tulokset on esitetty liitteessä 5.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 3 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,67) * 3000 = (0,7 - 0,67) * 3000 = 90$$

SFP_{int, limit} lasketaan taulukon 9 kaavan 12 mukaan. SFP_{int, limit}-luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int,limit} = 900 + E = 900 + 90 = 990 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta SFP_{int, limit}-luku on

$$SFP_{int,limit} - E = 990 \frac{W}{\frac{m^3}{s}} - 90 = 900 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Vuoden 2016 ohjeitten ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 304TK/PK SFP_{int}-luku on 521 W/(m³/s), SFP_{int, limit}-luku on 990 W/(m³/s) hyötysuhdebonuksen kanssa ja laskettu hyötysuhdebonus E oli 90. Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonustakin SFP_{int}-luku on pienempi kuin SFP_{int, limit}-luku eli rajoituksen alapuolella 521 < 900 W/(m³/s). Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enimmäissähkötehon rajan ylittämiseen.

1.1.2018 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettuna tulo-poistoilmakoneen 304TK/PK01 SFP_{int}-luku on 748 W/(m³/s), nimellisilmavirta q_{nom} on 2,3 m³/s ja lämpötilahyötysuhde η_{t_{nrvu}} on 74 %. Tulokset on esitetty liitteessä 6.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 7 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,73) * 3000 = (0,74 - 0,73) * 3000 = 30$$

SFP_{int, limit} lasketaan taulukon 9 kaavan 16 mukaan. SFP_{int, limit}-luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int,limit} = 800 + E = 800 + 30 = 830 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta $SFP_{int, limit}$, limit-luku on

$$SFP_{int, limit} - E = 830 \frac{W}{\frac{m^3}{s}} - 30 = 800 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Vuoden 2018 ohjeitten ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 304TK/PK SFP_{int} -luku on $748 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$, $SFP_{int, limit}$ -luku on $830 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$ hyötysuhdebonuksen kanssa ja laskettu hyötysuhdebonus E oli 30. Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonustakin SFP_{int} -luku on pienempi kuin $SFP_{int, limit}$ -luku eli rajoituksen alapuolella $748 < 800 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$. Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enimmäissähkötehon rajan ylittämiseen.

7.4.3 Case 3: 305TK/PK01, nestekiertoisen lämmönsiirrin

Ilmanvaihtokone 305TK/PK01 ei eroa kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen viitekoonpanosta, joten suodatinkorjausta F ei huomioida laskuissa (ks. luku 3.1). 1.1.2016 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettuna tulo-poistoilmakoneen 305TK/PK01 SFP_{int} -luku on $336 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$, nimellisilmavirta q_{nom} on $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja lämpötilahyötysuhde $\eta_{t_{nrvu}}$ on $0,63 \%$. Tulokset on esitetty liitteessä 5.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 1 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,63) * 3000 = (0,63 - 0,63) * 3000 = 0$$

$SFP_{int, limit}$ lasketaan taulukon 9 kaavan 9 mukaan. $SFP_{int, limit}$ -luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int, limit} = 1700 + E - 300 * \frac{q_{nom}}{2} = 1700 + 0 - 300 * \frac{1,3}{2} = 1505 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta $SFP_{int, limit}$, limit-luku on

$$SFP_{int, limit} - E = 1505 \frac{W}{\frac{m^3}{s}} - 0 = 1505 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Vuoden 2016 ohjeitten ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 301TK/PK SFP_{int}-luku on 336 W/(m³/s), SFP_{int, limit}-luku on 1505 W/(m³/s) hyötysuhdebonuksen kanssa ja laskettu hyötysuhdebonus E oli 0. Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonustakin SFP_{int}-luku on pienempi kuin SFP_{int, limit}-luku eli rajoituksen alapuolella 336 < 1505 W/(m³/s). Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enimmäissähkötehon rajan ylittämiseen.

1.1.2018 määräyksien ja ohjeiden mukaan mitoitettuna tulo-poistoilmakoneen 305TK/PK01 SFP_{int}-luku on 343 W/(m³/s), nimellisilmavirta q_{nom} on 1,3 m³/s ja lämpötilahyötysuhde $\eta_{t_{nrvu}}$ on 69 %. Tulokset on esitetty liitteessä 6.

Hyötysuhdebonus E lasketaan taulukon 9 kaavan 5 mukaan, jolloin tulokseksi saadaan

$$E = (\eta_{t_{nrvu}} - 0,68) * 3000 = (0,69 - 0,68) * 3000 = 30$$

SFP_{int, limit} lasketaan taulukon 9 kaavan 13 mukaan. SFP_{int, limit}-luku, kun hyötysuhdebonus E huomioidaan, on

$$SFP_{int,limit} = 1600 + E - 300 * \frac{q_{nom}}{2} = 1600 + 30 - 300 * \frac{1,3}{2} = 1435 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Ilman hyötysuhdebonusta SFP_{int, limit}-luku on

$$SFP_{int,limit} - E = 1435 \frac{W}{\frac{m^3}{s}} - 30 = 1405 \frac{W}{\frac{m^3}{s}}$$

Vuoden 2018 ohjeitten ja määräyksien mukaan mitoitettuna koneen 305TK/PK SFP_{int}-luku on 343 W/(m³/s), SFP_{int, limit}-luku on 1435 W/(m³/s) hyötysuhdebonuksen kanssa ja laskettu hyötysuhdebonus E oli 30. Tästä huomataan, että ilman hyötysuhdebonustakin SFP_{int}-luku on pienempi kuin SFP_{int, limit}-luku eli rajoituksen alapuolella 343 < 1405 W/(m³/s). Tässä tapauksessa hyötysuhdebonuksella ei ollut vaikutusta enimmäissähkötehon rajan ylittämiseen.

8 Yhteenveto

Työssä oletettiin, että uudet lämpötilahyötysuhteen vaatimukset tulevat vaikuttamaan lämmönsiirtimien kokoihin. Tutkimuskohteessa pyörivän lämmönsiirtimen lämpötilahyötysuhde täytti jo entuudestaan ekosuunnitteludirektiivin molempien vaiheiden vaatimukset. Lämpötilahyötysuhdevaatimuksilla ei huomattu olevan vaikutusta pyörivällä lämmönsiirtimellä varustetun IV-koneen ulkomittoihin. Kohteen nykyisissä suunnitelmissa ristivirtalevylämmönsiirtimen ja nestekiertoisen lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteet olivat alemmat kuin ekosuunnitteludirektiivissä vaaditaan. Ristivirtalevylämmönsiirtimellä ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustetut ilmanvaihtokoneet kasvoivat ulkomitoiltaan sekä ensimmäisessä vaiheessa että toisessa vaiheessa. Ristivirtalevylämmönsiirtimellä varustettu ilmanvaihtokone suureni ulkomitoiltaan huomattavasti jopa 29 %. Ekosuunnitteluvaatimusten on ennustettu johtavan siihen, että ristivirtasiirtimet tullaan korvaamaan vastavirtasiirtimillä [15]. Vastavirtasiirtimen lämpötilahyötysuhde on lähtökohtaisesti parempi kuin ristivirtasiirtimen (ks. luku 2). Hanasaaren vuoden 2018 tapauksessa voisi harkita ristivirtasiirtimen korvaamista vastavirtasiirtimellä tilanpuutteen vuoksi.

Lämpötilahyötysuhdevaatimusten vaikutusta mitoitettujen ilmanvaihtokoneiden energiantarpeeseen tutkittiin Kojan Future++-mitoitushjelma LCC-työkalulla. Pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettu ilmanvaihtokoneen konekoko ei muuttunut ensimmäisen vaiheen eikä toiseen vaiheen myötä, jolloin sen energiantarve pysyi samana. Ristivirtalevylämmönsiirtimellä varustetun ilmanvaihtokoneen talteenotettu energia kasvoi ja tuloilman lisälämmityksentarve väheni. Puhallinenergiatarve laskee ekosuunnitteludirektiivin ensimmäisen vaiheen myötä, mutta toisen vaiheen myötä se nousee takaisin nykyisen suunnitelman arvoon. Euroopan komission ekosuunnitteludirektiivin tavoitteena on säästää energiaa ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kustannustehokkaasti [4]. Tutkittavalla ristivirtalevylämmönsiirtimellä ei onnistuta enää saatujen tulosten perusteella vähentämään sähköenergiatarvetta toisen vaiheen kohdalla. Nestekiertoisen lämmöntalteenoton tapauksessa talteenotettu energia kasvaa ja tuloilman lisälämmityksentarve vähenee. Puhallinenergiatarve pysyy samana kunkin vaiheen kohdalla. Nykyisen suunnitelman ja vuoden 2016 vaatimusten välillä on nähtävä selvä muutos, mutta muutos vuoden 2016 vuoden 2018 välillä on hyvin pieni. Nestekiertoisen lämmöntalteenoton kohdalla koneesta tulee selvästi energiatehokkaampi ensimmäisen vaiheen myötä saatujen tulosten perusteella, mutta saatu hyöty toisen vaiheen myötä on vähemmän selvä.

Insinööriyössä oltiin kiinnostuneita siitä, miten lämpötilahyötysuhdevaatimukset vaikuttavat ilmanvaihtokoneiden hankintakustannuksiin. Pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettu IV-kone ei kasvanut, joten sen hankintakustannus ei noussut. Ristivirtalevylämmönsiirtimellä ja nestekiertoisella LTO:lla varustettujen IV-koneiden hankintakustannukset nousivat sekä ensimmäisessä että toisessa vaiheessa. Suhteessa suurin hinnannousu tapahtui ristivirtaisella levylämmönsiirtimellä varustetussa IV-koneessa, jonka hinta nousi 30 %.

Tutkimuksessa oletettiin, että jos laskettu SFP_{int} -luku on pienempi kuin $2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$, sillä ei ole vaikutusta ilmanvaihtokoneen vaatimaan tilantarpeeseen puhaltimien osalta. Lisäksi tutkittiin, onko hyötysuhdebonus E:llä jotain käytännön merkitystä mitoituksen kannalta. Kojan Future++-mitoitushjelma tarjosi puhallinvaihtoehdoksi ainoastaan sellaisia puhaltimia, jotka toteuttivat ekosuunnitteludirektiivissä määrätyn SFP_{int} -luvun enimmäisominaissähköteho vaatimukset. Eri puhallinvaihtoehtoja oli runsaasti valittavana mitoitushjelmassa, joten SFP_{int} -luvun osalta kaikki tutkittavat ilmanvaihtokoneet täyttivät vaaditut vaatimukset. Ekosuunnitteludirektiivissä mainitulla hyötysuhdebonus E:llä ei huomattu olevan käytännön merkitystä mitoituksessa.


Lähteet

- 1 Korjausrakentaminen ja energiatehokkuus. 2015. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT ry. <<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausrakentaminen-ja-energiatehokkuus/>>. Luettu 4.11.2015.
- 2 Korjausrakentaminen. 2015. Verkkodokumentti. Granlund. <<http://www.granlund.fi/palvelut/korjausrakentaminen/>>. Luettu 17.11.2015.
- 3 Energiatehokkaita järjestelmäratkaisuja eQ-ilmankäsittelykoneen avulla. 2015. Verkkodokumentti. Fläktwoods. <<http://www.xn--flktwoods-w2a.fi/678b19d4-7dc9-46b0-b13b-4dff16637c10>>. Luettu 17.11.2015.
- 4 Komission asetus (EU) N:o 1253/2014. 2014. Verkkodokumentti. Euroopan komissio. <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32014R1253>>. Päivitetty 7.7.2014. Luettu 15.10.2015.
- 5 Hanasaari Holmen. 2015. Verkkodokumentti. Ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus. <<http://www.hanaholmen.fi/fi/hanasaari/esittely/rakennus-ja-saari>>. Luettu 27.10.2015.
- 6 Rakennusten energiatehokkuus. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. <http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 30.3.2011. Luettu 4.11.2015.
- 7 Karjalainen, Pekka. 2015. LVI-suunnittelija, Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 17.10.2015.
- 8 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2013. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. <http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 17.5.2013. Luettu 5.11.2015.

- 9 Sandberg, Esa. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Tampere: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 10 SFS Online, SFS-EN 13053. 2011. Verkkodokumentti. Finnish Standards Associations SFS <<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/175097.html.stx>>. Päivitetty 18.11.2011. Luettu 7.12.2015.
- 11 Seppänen, Olli. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu, Forssa: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 12 Poistoilman lämmön talteenotto. 2015. Verkkodokumentti. Senera <http://www.senera.fi/Rivi_ja_kerrostalot/Poistoilman_lammon_talteenotto/#2>. Luettu 10.12.2015.
- 13 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Verkkodokumentti, Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto <http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 30.3.2011. Luettu 26.10.2015.
- 14 Ekosuunnittelu info. 2015. Verkkodokumentti. Energiavirasto, Ympäristöministeriö <<http://ekosuunnittelu.info/vaatimus/ilmanvaihtokoneet/>>. Luettu 13.12.2015.
- 15 Tietopaketti IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimuksista. 2015. Verkkodokumentti. Koja-yhtiöt. <<http://www.koja.fi/uploads/images/pdf/Tietopaketti%20ekosuunnitteluvaatimuksista.pdf>>. Luettu 23.12.2015.
- 16 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2014. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö <http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 1.10.2014. Luettu 8.12.2015.

- 17 Energiatehokkuus huomioon luvanvaraisessa korjausrakentamisessa. 2015. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö <http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess%283871%29>. Luettu 5.12.2015.
- 18 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess%283871%29>. Päivitetty 27.2.2013. Luettu 5.12.2015.
- 19 Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus, Hankesuunnitelma. 2013. Arkkitehtitoimisto Hannu Jaakkola Oy. Helsinki
- 20 Heiskanen, Hannu. 2015. LVI-suunnittelija, Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 28.12.2015.
- 21 Future++-mitoitushjelma. 2015. Verkkodokumentti. Koja-yhtiöt. <<http://www.koja.fi/fi/rakennukset/ratkaisut/future-mitoitushjelma>>. Luettu 5.12.2015.
- 22 Karjalainen, Pekka. 2015. LVI-suunnittelija, Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 28.12.2015.

Liite 1. Hanasaaren alkuperäiset IV-koneet

		Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone Mitoitusohjelma versio 2014.4.1		21.1.2018 Sivu 2							
Kone: 301TK/PK01											
Projektitiedot											
Projekti	Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus										
Käsittelijä	MKy										
<hr/>											
Kone : 1		301TK/PK01									
Yhteenvetotiedot											
Korkeusasema	0		m								
Ilmanpaine	1013		mbar								
Ilman tiheys	1.20		kg/m ³								
<hr/>											
	Tulokone			Poistokone							
Konekoko	Recair 4D			Recair 4D							
Ilmavirta	2.50 m ³ /s			1.90 m ³ /s							
Koneen ulkopuolinen staattinen painehäviö	350 Pa			250 Pa							
Moottoriteho verkosta	2.32 kW			1.01 kW							
Patterin otsapintanopeus	1.7 m/s										
Koneen otsapintanopeus	1.7 m/s			1.3 m/s							
SFP, ominaistehontarve	1.26 kW/(m ³ /s)										
SFP-luvun laskennassa on mukana taajuusmuuttajan hyötysuhde 97%											
Ilmastointikone siipivääntimillä											
Äänitekniset suoritusarvot standardien ISO 3741, ISO 5136 ja ISO 7235 mukaisesti											
Äänen tehotasot oktaavikaistoittain koneen liitäntäaukoissa											
Tulokone											
Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Kok.	
Koneen painepuoli		60	79	74	73	72	65	66	64	dB	76 dB(A)
Koneen imupuoli		61	67	49	41	33	18	7	0	dB	52 dB(A)
Vaipan läpi		53	67	56	52	52	46	37	29	dB	57 dB(A)
Poistokone											
Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Kok.	
Koneen painepuoli		54	73	68	67	66	59	60	58	dB	70 dB(A)
Koneen imupuoli		60	70	63	57	51	37	27	19	dB	60 dB(A)
Vaipan läpi		47	61	50	46	46	40	31	23	dB	51 dB(A)

Kone: 301TK/PK01

Lisätiedot Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus

Konetunnus 301TK/PK01

Konekoko 4D

Käsittelijä

MKy

Tuloilmavirta 2.50 m³/s

Mittakaava

Ei mittakaavaa

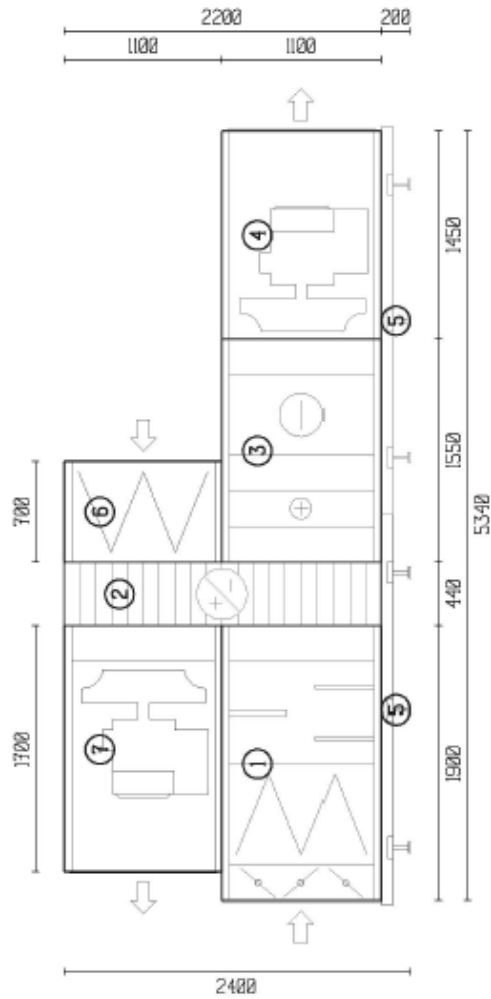
Poistoilmavirta 1.90 m³/s

Kokonais(kuiva)paino 1657 kg

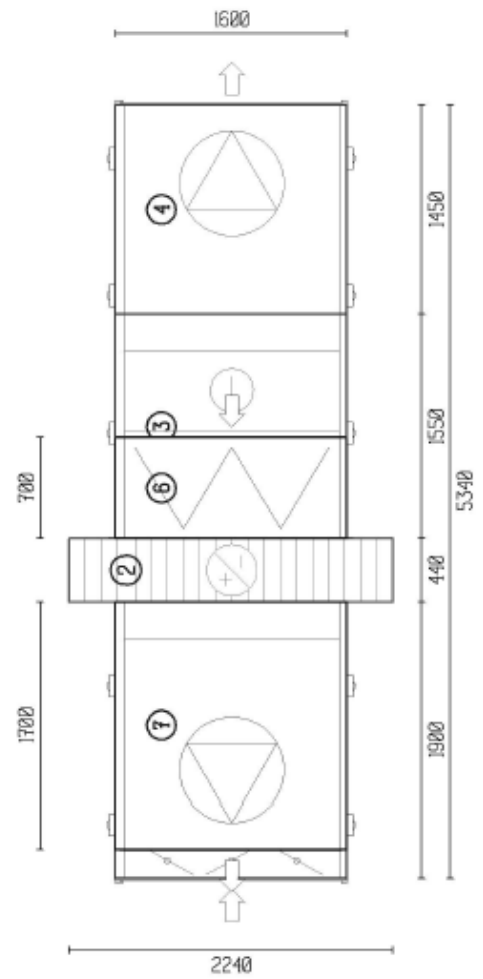
Lisätiedot

Kanavaliitännät varustettu liitäntälaipalla

Kuvanto huoltopuolelta



Kuvanto päältä





Kone: 304TK/PK01

Kone : 2 304TK/PK01

Yhteenvetotiedot

Korkeusasema	0	m
Ilmanpaine	1013	mbar
Ilman tiheys	1.20	kg/m3

	Tulokone		Poistokone	
Konekoko	Recair 4C		Recair 4C	
Ilmavirta	2.30	m3/s	2.30	m3/s
Koneen ulkopuolinen staattinen painehäviö	350	Pa	250	Pa
Moottoriteho verkosta	2.51	kW	1.88	kW
Patterin otsapintanopeus	2.0	m/s		
Koneen otsapintanopeus	2.0	m/s	2.0	m/s
SFP, ominaistehontarve	1.72	kW/(m³/s)		

SFP-luvun laskennassa on mukana taajuusmuuttajan hyötysuhde 97%

Ilmastointikone siipivääntimillä

Äänitekniset suoritusarvot standardien ISO 3741, ISO 5136 ja ISO 7235 mukaisesti

Äänen tehotasot oktaavikaistoittain koneen liitäntäaukoissa

Tulokone											
Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		Kok.
Koneen painepuoli		64	79	79	75	75	69	69	68	dB	80 dB(A)
Koneen imupuoli		55	66	48	36	29	11	2	0	dB	51 dB(A)
Vaipan läpi		57	67	61	54	55	50	40	33	dB	60 dB(A)

Poistokone											
Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		Kok.
Koneen painepuoli		58	77	72	71	70	63	64	62	dB	74 dB(A)
Koneen imupuoli		59	67	61	55	51	33	23	9	dB	57 dB(A)
Vaipan läpi		51	65	54	50	50	44	35	27	dB	54 dB(A)

Kone: 304TK/PK01

Lisätiedot Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus

Konetunnus 304TK/PK01

Konekoko 4C

Käsittelijä

MKy

Tuloilmavirta 2.30 m³/s

Mittakaava

Ei mittakaavaa

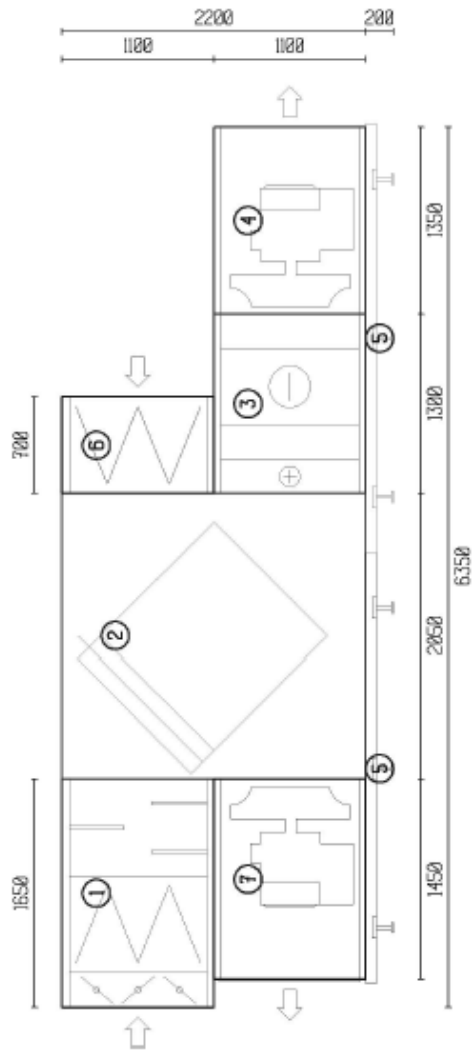
Poistoilmavirta 2.30 m³/s

Kokonais(kuiva)paino 1944 kg

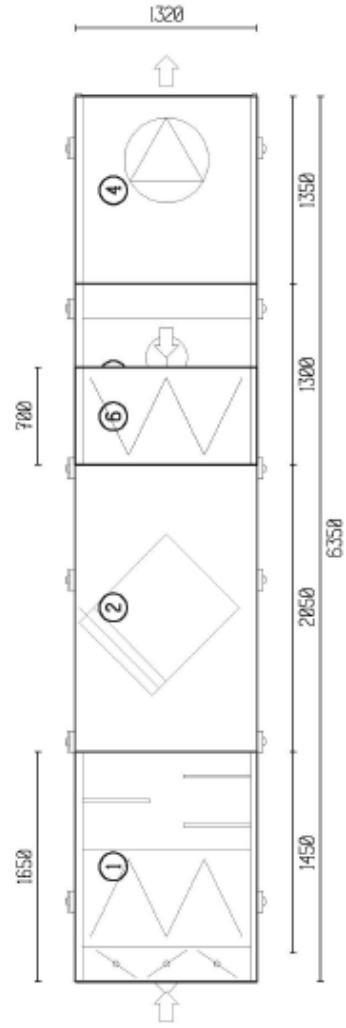
Lisätiedot

Kanavaliitännät varustettu liitännälaipalla

Kuvanto huoltopuolelta



Kuvanto päältä





Kone: 305TK/PK01

Kone : 3

305TK/PK01

HYGIENIAKONE MALLI 1**Yhteenvetotiedot**

Korkeusasema 0 m
Ilmanpaine 1013 mbar
Ilman tiheys 1.20 kg/m³

	Tulokone		Poistokone	
Konekoko	Recair 3C		Recair 3C	
Ilmavirta	1.30	m ³ /s	1.30	m ³ /s
Koneen ulkopuolinen staattinen painehäviö	350	Pa	250	Pa
Moottoriteho verkosta	1.17	kW	0.91	kW
Patterin otsapintanopeus	1.8	m/s	1.8	m/s
Koneen otsapintanopeus	1.7	m/s	1.7	m/s
LTO:n tuloilman lämpötilahyötysuhde	50.00	%		
SFP, ominaistehontarve	1.51	kW/(m ³ /s)		

SFP-luvun laskennassa on mukana taajuusmuuttajan hyötysuhde 97%

Ilmastointikone siipivääntimillä

Äänitekniset suoritusarvot standardien ISO 3741, ISO 5136 ja ISO 7235 mukaisesti

Äänen tehotasot oktaavikaistoittain koneen liitäntäaukoissa

Tulokone

Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Kok.		
Koneen painepuoli		63	69	76	73	74	72	70	68	dB	79	dB(A)
Koneen imupuoli		58	62	70	64	55	42	28	15	dB	64	dB(A)
Vaipan läpi		56	57	58	52	54	53	41	33	dB	58	dB(A)

Poistokone

Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Kok.		
Koneen painepuoli		61	67	74	71	72	70	68	66	dB	77	dB(A)
Koneen imupuoli		58	62	71	66	58	47	34	25	dB	67	dB(A)
Vaipan läpi		54	55	56	50	52	51	39	31	dB	57	dB(A)

Kone: 305TK/PK01

Lisätiedot Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus

Konetunnus 305TK/PK01

Konekoko 3C

Käsittelijä

MKy

Tuloilmavirta 1.30 m³/s

Mittakaava

Ei mittakaavaa

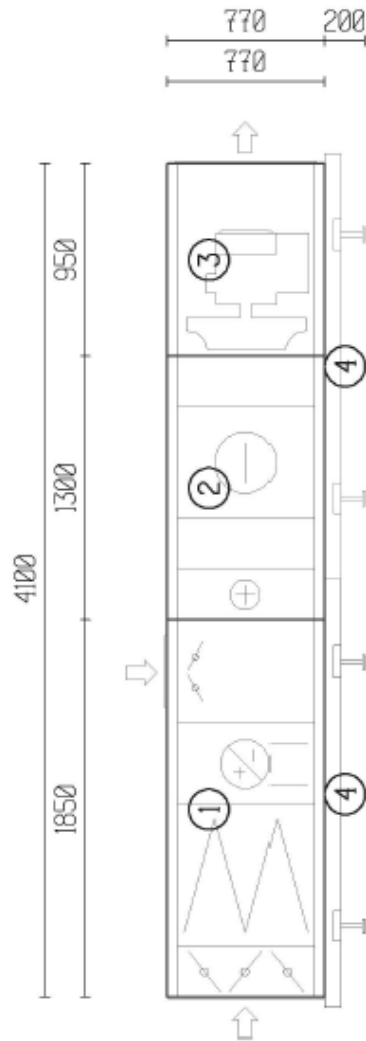
Poistoilmavirta 1.30 m³/s

Kokonais(kuiva)paino 577 kg

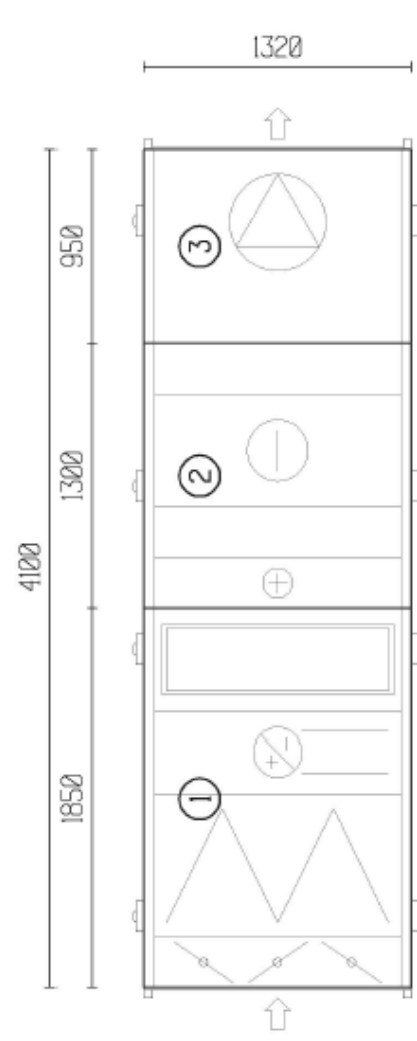
Lisätiedot

Kanavaliitännät varustettu liitäntälaipalla

Kuvanto huoltopuolelta



Kuvanto päältä



HYGIENIAKONE MALLI 1

Kone: 305TK/PK01

Lisätiedot Hanasaaren ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus

Konetunnus 305TK/PK01

Konekoko 3C

Käsitteijä

MKy

Tuloilmavirta 1.30 m³/s

Mittakaava

Ei mittakaavaa

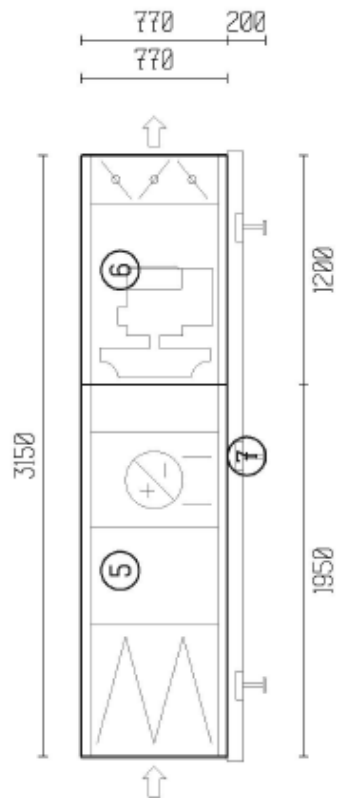
Poistoilmavirta 1.30 m³/s

Kokonais(kuiva)paino 429 kg

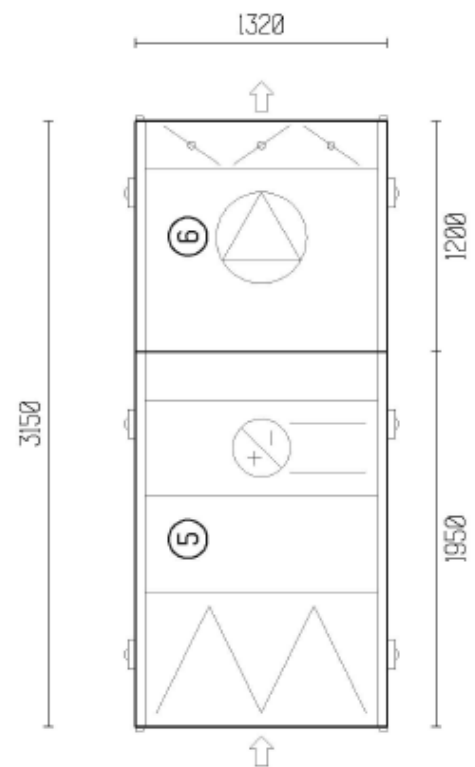
Lisätiedot

Kanavaliitännät varustettu liitäntälaipalla

Kuvanto huoltopuolelta




Kuvanto päältä



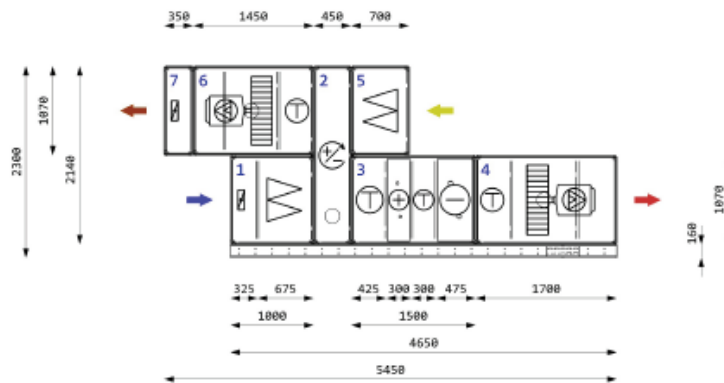
HYGIENIAKONE MALLI 1

Liite 2. Tekninen tuloste, mitoitus lähtöarvoilla

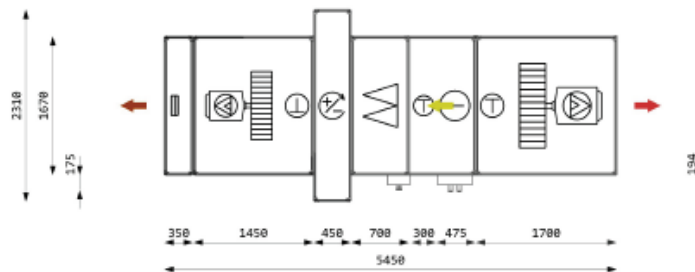
		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015		18.1.2016 Sivu: 1 / 26 Insinööri_kyyhkynen 301TK / PK						
Projekti	Insinööri_kyyhkynen									
Projektiin yhteenlaskettu sähköteho					9.9 kW					
Projektiin yhteenlaskettu SFP					1.62 kW/(m³/s)					
Koneen kuvaus										
Ilman tiheys					1.2 kg/m³					
SFP					1.50 kW/(m³/s)					
Tulokone										
Konekoko					1509					
Ilmavirta					2.50 m³/s					
Otsapintanopeus					1.76 m/s					
Raitisilmavirta					m³/s					
Kanaviston painehäviö, pst					350 Pa					
Poistokone										
Konekoko					1509					
Ilmavirta					1.90 m³/s					
Otsapintanopeus					1.34 m/s					
Kanaviston painehäviö, pst					250 Pa					
Ulkoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					25.0 °C / 60 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					-26.0 °C / 90 %					
Tuloilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					15.0 °C / 89 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					20.0 °C / 16 %					
Poistoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					25.0 °C / 50 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					22.0 °C / 30 %					
Äänen tehotaso										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	58	78	70	55	46	34	23	5	dB	65 dB(A)
Tulokanavaan	74	87	86	83	79	73	69	68	dB	85 dB(A)
Poistokanavaan	65	67	76	70	68	61	54	49	dB	73 dB(A)
Jäteilmakanavaan	70	70	86	84	83	78	75	72	dB	87 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	71	82	63	53	50	43	39	33	dB	67 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	66	64	62	54	54	48	45	37	dB	59 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	82	66	57	56	49	46	39	dB	68 dB(A)
Koneen toiminnot										
Tulokone										
Tyyppi										
Puhelinnumero		Telefax		Email						
<i>Insityo_Lahtoarvot.kft</i>										

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1400 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_Lahtoarvo@kft


Projekti Insinööriyö_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho	9.9 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP	1.62 kW/(m ² /s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2 kg/m ³
SFP	1.80 kW/(m ² /s)
Tulokone	
Konekoko	1209
Ilmavirta	2.30 m ³ /s
Otsapintanopeus	2.05 m/s
Raitisilmavirta	m ³ /s
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa
Poistokone	
Konekoko	1209
Ilmavirta	2.30 m ³ /s
Otsapintanopeus	2.05 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 88 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 2 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	69	71	65	54	46	27	12	0	dB	60 dB(A)
Tulokanavaan	74	88	82	82	78	71	68	66	dB	83 dB(A)
Poistokanavaan	63	82	77	63	59	47	37	30	dB	71 dB(A)
Jäteilmakanavaan	71	84	83	80	77	71	67	66	dB	82 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	73	85	60	53	49	41	38	31	dB	69 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	69	80	61	51	48	41	37	31	dB	65 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	75	86	64	55	51	44	40	34	dB	71 dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
 Tyypit

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_Lahtoarvot.kft



Jäähdytystoiminto, neste	FJTV-1209-R-4-1-2-4-15-1-100-S	
Putkien ja lamellien materiaali		Cu/Al
Patterin riviluku		4
Patterin reittiluku		15
Lamellijako		2.4 mm
Lamellipaksuus		0.18 mm
Putkiyhteet		SK50/54.0
Mitoitustilanne		
Ilmapuolen painehäviö		45 Pa
Lämpötila ennen patteria		25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen		15.0 °C
Entalpia ennen patteria		55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen		38.9 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho		46.7 / 27.8 kW
Kondenssivesimäärä		26.00 l/h
Nestetyyppi		Vesi
Nesteen painehäviö		16 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila		7.0 °C / 12.4 °C
Nestevirta		2.1 kg/s
Nesteen nopeus		1.1 m/s
Nestetilavuus		14 l
Jäähdytyspatteri	FJOV-1209-R-4-1-2-4-15-1-100-S-SK50/54.0	
Vesilukko		FVZL-VL1-25/32

Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTS-1209-R-063-SB-1-1-2-1-3-S-3	
Puhallin		GPEB-1-00-063-11-0
Puhallinkoko		063
Puhaltimen pintakäsittely		Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin		Kumi
Kokonaispaineenkorotus		657 Pa
Hyötysuhde (St)		73 %
Hyötysuhde (Kok)		75 %
Kierrosluku		1200 1/min
Kierrosluku, max.		2140 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu		84 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.108578 / 448 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.		10 / 41 / 50 Hz
Verkosta ottama teho		2.57 kW
Verkosta ottama teho 97%		2.51 kW

Puhelinnumero

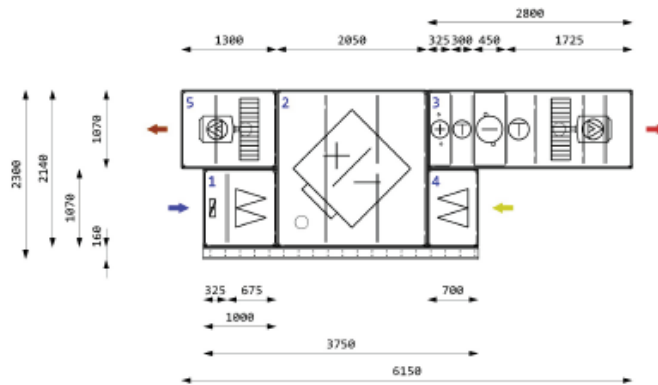
Telefax

Email

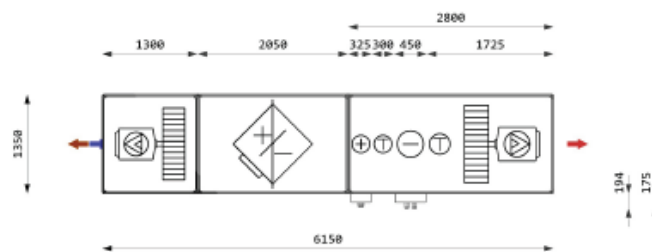
Insityö_Lahtbarvot.kf

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1100 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_Lahtoarvot.kft


Projekti Insinööriyö_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho	9.9 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP	1.62 kW/(m³/s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2 kg/m³
SFP	1.50 kW/(m³/s)
Tulokone	
Konekoko	1208
Ilmavirta	1.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.27 m/s
Railisilmavirta	m³/s
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa
Poistokone	
Konekoko	1208
Ilmavirta	1.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.27 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 87 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 2 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz		
Railisilmakanavaan	47	50	66	57	46	35	25	6	dB	59	dB(A)
Tulokanavaan	69	70	81	80	78	76	70	68	dB	83	dB(A)
Poistokanavaan	54	57	75	68	62	55	50	43	dB	70	dB(A)
Jäteilmakanavaan	66	69	78	79	77	75	69	67	dB	82	dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	68	67	59	51	49	46	40	33	dB	56	dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	64	65	56	50	48	45	39	32	dB	55	dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	69	69	61	53	51	48	42	35	dB	59	dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
 Typpi

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_Lahtoarvot.kft



1. Vaippamoduuli

FMOD-1208-R-1-2800-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Sulkutoiminto	FPTP-1208-R-2-1-0-S
Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvitavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1208-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 287 592 x 490 mm
Suodattimien lukumäärä	2 2 kpl
Mitoituspainehäviö	46 Pa
Alkupainehäviö	40 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	53 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.08 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x490-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x490-C x 2
Sarana, huoltoiluukkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Lämmöntalteenottotoiminto, patteri

FRTG-1208-R-4-1-2.0-3-2-35-T-S

Patterin riviluku	4
Patterin reittiluku	3
Lamellijako	2 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Putkiyhteet	L25/28.0
Ilmapuolen painehäviö	24 Pa
Ilman lämpötila ennen LTO:a	-26.0 °C
Ilman lämpötila LTO:n jälkeen	-5.7 °C
Lämmitysteho	31.9 kW
Nestetyyppi	Etyeeniglykoli (Pitoisuus 35)
Nesteen painehäviö	125.0 kPa
Nestevirta	0.50 kg/s
Nesteen nopeus	1.30 m/s
Nestetilavuus	12.8 l

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_Lahtoarvot.kif



Teho ilman rajoitusta:

Ulkoilman lämpötila	-26.0	-17.3	-8.7	0.0	8.7	°C
Lämpötila ulos	-2.8	2.0	6.6	11.1	15.5	°C
Tuloilman lämpötila-aste	48	49	50	50	51	%
Teho	36.4	30.3	24.0	17.5	10.9	kW
Huurtumisen esto alkaa ulkolämpötilassa					-19.5	°C
Huurtumissuojatermostaatin asetusarvo nesteelle					-6.1	°C
Tulopatteri	FROG-1208-R-4-1-2.0-3-2-35-T-S-L25/28.0					
Putkilaippa	FPZL-DN25-*4					

Tarkastustoiminto

FTTT-1208-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huolloluukkuun	FSZH-SH1-*	

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1208-R-1-1-1-S

Teholuokka	1	
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al	
Patterin riviluku	2	
Patterin reittiluku	10	
Lamellijako	3.5	mm
Lamellipaksuus	0.15	mm
Putkiyhteet	SK25/28.0	
Mitoitustilanne		
Ilmapuolen painehäviö	6	Pa
Lämpötila ennen patteria	-10.7	°C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0	°C
Entalpia ennen patteria	-10.1	kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	20.7	kJ/kg
Lämmitysteho	48.1	kW
Nestetyyppi	Vesi	
Nesteen painehäviö	1	kPa
Nesteen painehäviö mitoitustilalla (80/60 °C)	5	kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 41.8	°C
Nestevirta	0.3	kg/s
Nestevirta mitoitustilalla (80/60 °C)	0.7	kg/s
Nesteen nopeus	0.3	m/s
Nestetilavuus	6	l
Lämmityspatteri	FLOV-1208-R-1-1-1-S-SK25/28.0	

Tarkastustoiminto

FTTT-1208-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huolloluukkuun	FSZH-SH1-*	

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_Lahtoarvot.kfi


Puhallintoininto, kammiopuhallin
FFTS-1208-R-040-SB-1-1-2-1-3-S-3

Puhallin		GPEB-1-00-040-09-0
Puhallinkoko		040
Puhallimen pintakäsittely		Kuumasinkitty
Tärinävaimennin		Kumi
Kokonaispaineenkorotus		444 Pa
Hyötysuhde (St)		72 %
Hyötysuhde (Kok)		79 %
Kierrosluku		1901 1/min
Kierrosluku, max.		3325 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu		83 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v (m^3/s) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.0453515 / 821 Pa
Taajuus min. / mitoitusasteessa / max.		10 / 65 / 78 Hz
Verkosta ottama teho		1.09 kW
Verkosta ottama teho 97%		1.02 kW

Moottori
APAL-4-00150-1-2-7

Teho (nimellinen)		1.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)		1450 1/min
Virta (nimellinen)		3.31 A
Hyötysuhde (nimellinen)		83 %
Jännite		3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)		50 Hz
Moottorin vamuus		1.30

Ääni

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
--	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----

Imupuoli	62	65	83	77	73	69	67	64	dB
Painepuoli	74	75	83	81	78	76	70	68	dB

Puhallin
GPEB-1-00-040-09-0 1.50 kW 4P 12

Ikku		FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari		FIZM-IM3-GPEB-040
Sarana, huoltoluukkuun		FSZH-SH1-*
Valaisin		FVZV-VV1-1

Poistokone

Typpi

3. Vaippamoduuli
FMOD-1208-L-1-2550-1-S

Typpi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Puhelinnumero

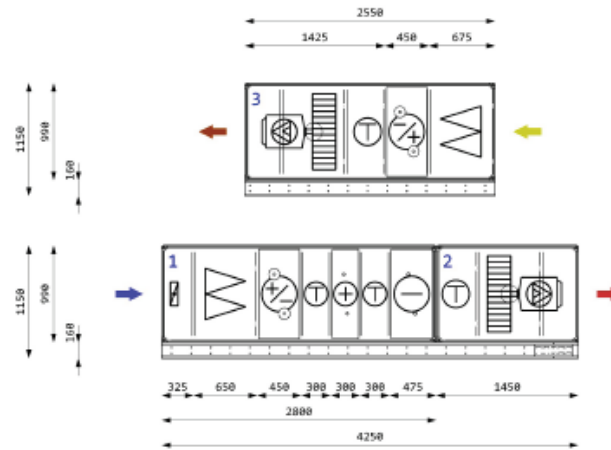
Telefax

Email

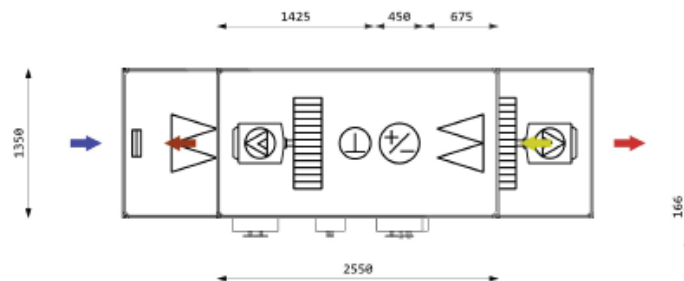
Insityo_Lahtoarvot.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1100 x 600 mm


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_Lahtoarvot.kfi

Liite 3. Tekninen tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2016

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015		13.1.2016 Sivu: 1 / 26 Insinööri_kyyhkynen 301TK / PK						
Projekti	Insinööri_kyyhkynen									
Projektiin yhteenlaskettu sähköteho	9.3 kW									
Projektiin yhteenlaskettu SFP	1.53 kW/(m³/s)									
Koneen kuvaus										
Ilman tiheys	1.2 kg/m³									
SFP	1.50 kW/(m³/s)									
Tulokone										
Konekoko	1509									
Ilmavirta	2.50 m³/s									
Otsapintanopeus	1.76 m/s									
Raitisilmavirta	m³/s									
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa									
Poistokone										
Konekoko	1509									
Ilmavirta	1.90 m³/s									
Otsapintanopeus	1.34 m/s									
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa									
Ulkoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %									
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %									
Tuloilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 89 %									
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 16 %									
Poistoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %									
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %									
Äänen tehotaso										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	58	78	70	55	46	34	23	5	dB	65 dB(A)
Tulokanavaan	74	87	86	83	79	73	69	68	dB	85 dB(A)
Poistokanavaan	65	67	76	70	68	61	54	49	dB	73 dB(A)
Jäteilmakanavaan	70	70	86	84	83	78	75	72	dB	87 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	71	82	63	53	50	43	39	33	dB	67 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	66	64	62	54	54	48	45	37	dB	59 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	82	66	57	56	49	46	39	dB	68 dB(A)
Koneen toiminnot										
Tulokone										
Typpi										
Puhelinnumero			Telefax			Email				
<i>Insityo_2016.kft</i>										



Painehäviö, tulo / poisto	115 / 89 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	8.8 °C / 47 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	22.0 °C / 30 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	-23.3 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 60 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.0 °C / 60 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 50 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto	72.4 / 94.4 %
Kosteushyötysuhde	84.9 %

Moottorin jännite	230 V
Moottorin taajuus	50 Hz
Moottorin virta	1.40 A
Moottorin teho	250 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:	
Moottoriteho max.	250 W
Virta max.	1.50 A
Ylikuormitus 2 min / 30 min	1.50 A
Liityntäjännite	1 x 230 V, ± 10%
Liityntätaajuus	50-60 Hz
Roottori	FROR-1950-AL-E-XL
Ikkuna	FIZL-IL1-200
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

3. Vaippamoduuli

FMOD-1509-R-1-1500-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Tarkastustoiminto	FTTT-1509-R-400-S
Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1509-R-1-1-1-S

Teholuokka	1
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	2
Patterin reittiluku	9
Lamellijako	3.5 mm
Lamellipaksuus	0.15 mm
Putkiyhteet	SK32/35.0

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft

**Mitoitustilanne**

Ilmapuolen painehäviö	11 Pa
Lämpötila ennen patteria	3.8 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	9.7 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	26.1 kJ/kg
Lämmitysteho	49.2 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	1 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	11 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 27.4 °C
Nestevirta	0.2 kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	1.0 kg/s
Nesteen nopeus	0.2 m/s
Nestetilavuus	9 l
Lämmityspatteri	FLOV-1509-R-1-1-1-S-SK32/35.0

Tarkastustoiminto**FTTT-1509-R-300-S**

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Jäähdytystoiminto, neste**FJTV-1509-R-4-1-2.4-23-1-100-S**

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	4
Patterin reittiluku	23
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	36 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	15.0 °C
Entalpia ennen patteria	55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	39.3 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	49.8 / 30.2 kW
Kondenssivesimäärä	26.89 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	8 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.6 °C
Nestevirta	2.1 kg/s
Nesteen nopeus	0.8 m/s
Nestetilavuus	17 l

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2016.kft



Jäähdytyspatteri FJOV-1509-R-4-1-2.4-23-1-100-S-SK50/54.0
 Vesilukko FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1509-R-056-SB-1-1-2-1-3-S-3
Puhallin	GPEB-1-00-056-10-0
Puhallinkoko	056
Puhaltimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinävaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	588 Pa
Hyötysuhde (St)	76 %
Hyötysuhde (Kok)	81 %
Kierrosluku	1415 1/min
Kierrosluku, max.	2400 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	85 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$ 0.084674 / 871 Pa
Taajuus min. / mitoitusasteessa / max.	10 / 48 / 55 Hz
Verkosta ottama teho	2.42 kW
Verkosta ottama teho 97%	2.41 kW

Moottori	APAL-4-00300-1-2-7
Teho (nimellinen)	3.00 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1445 1/min
Virta (nimellinen)	6.33 A
Hyötysuhde (nimellinen)	86 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Moottorin varmuus	1.30

Ääni

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Imupuoli	72	92	87	75	73	68	66	63	dB
Painepuoli	77	90	87	83	79	73	69	68	dB

Puhallin	GPEB-1-00-056-10-0	3.00 kW	4P	12
Ikkuna	FIZL-IL1-200			
Ilmavirtamittari	FIZM-IM3-GPEB-056			
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*			
Valaisin	FVZV-VV1-1			

Poistokone

Tyyppi

Puhelinnumero

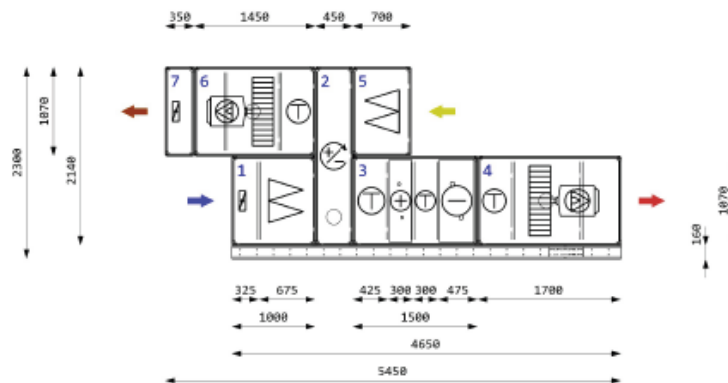
Telefax

Email

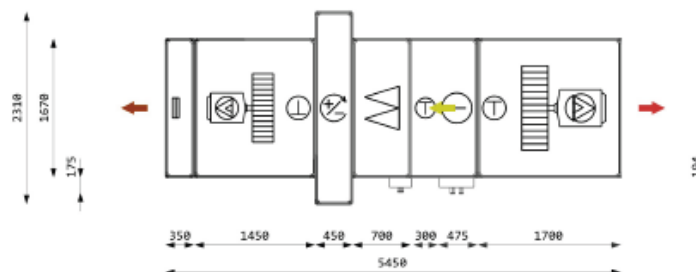
Inssityo_2016.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1400 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insinööriyö_2016.kft


Projekti Insinööri-työ_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho	9.3 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP	1.53 kW/(m³/s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2 kg/m³
SFP	1.57 kW/(m³/s)
Tulokone	
Konekoko	1809
Ilmavirta	2.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.34 m/s
Raitisilmavirta	m³/s
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa
Poistokone	
Konekoko	1809
Ilmavirta	2.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.34 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa
Ulkolima	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuolima	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 87 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 2 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz		
Raitisilmakanavaan	55	75	68	52	43	27	12	0	dB	62	dB(A)
Tulokanavaan	73	86	85	82	78	72	68	67	dB	84	dB(A)
Poistokanavaan	63	82	77	63	59	47	37	30	dB	71	dB(A)
Jäteilmakanavaan	72	85	84	81	77	71	67	66	dB	82	dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	70	81	62	52	49	42	38	32	dB	66	dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	69	80	61	51	48	41	37	31	dB	64	dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	84	65	55	52	45	41	35	dB	68	dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
 Typpi

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft



Future++
Ohjelmaversio 16.12.2015

13.1.2016
Sivu: 11 / 26
Insinööriyö_kyyhkynen 304TK / PK

1. Vaippamoduuli

Tyyppi
Vaipan materiaali (sisä/ulko)
Sulkutoiminto
Sälepellin materiaali
Painehäviö
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä

FMOD-1809-R-1-1000-1-S

Future
Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
FPTP-1809-R-2-1-0-S
1 Pa
15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

Suodatinluokka
Suodatinmateriaali
Suodattimen nimelliskoko
Suodattimien lukumäärä
Mitoituspainehäviö
Alkupainehäviö
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)
Nopeus suodatinmateriaalin läpi
Suodatin
Suodatin
Varasuodatin
Varasuodatin
Sarana, huoltoiluukkuun
Varasuodatinsarja

FSTF-1809-R-F7L-3-1-S-1

F7L
Lasikuitu
592 x 287 592 x 592 mm
3 3 kpl
50 Pa
43 Pa
57 Pa
0.08 m/s
FSZZ-F7L-1-592x287-C x 3
FSZZ-F7L-1-592x592-C x 3
FSZZ-F7L-1-592x287-C x 3
FSZZ-F7L-1-592x592-C x 3
FSZH-SH1-*

2. Vaippamoduuli

Tyyppi
Vaipan materiaali (sisä/ulko)
Lämmöntalteenottotoiminto, levy

Levyypakan materiaali
Pellistö
Pellistön materiaali
Painehäviö, tulo/poisto
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto

Future
Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
FRTL-1809-R-ZnZn-8-OP
Alumiini
Ohituspellistö
Alumiini
130 / 97 Pa
-26.0 °C / 90 %
8.1 °C / 6 %
22.0 °C / 30 %
-11.1 °C / 100 %
25.0 °C / 60 %
25.0 °C / 62 %
25.0 °C / 50 %
25.0 °C / 52 %
70 / 69 %

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft



Future++
Ohjelmaversio 16.12.2015

13.1.2016
Sivu: 12 / 26
Insinööriyö_kyyhkynen 304TK / PK

Lämmöntalteenotto, levysiirin	FROL-1200-1480-1880-030-AL-AL
Ikkuna	FIZL-IL1-200
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Vesilukko	FVZL-VL1-25/32
Vesiyhde	FYZYVY1-25

3. Vaippamoduuli

FMOD-1809-R-1-1100-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Lämmitystoiminto, neste	FLTV-1809-R-1-1-1-S
Teholuokka	1
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	2
Patterin reittiluku	12
Lamellijako	3.5 mm
Lamellipaksuus	0.15 mm
Putkiyhteet	SK32/35.0
Mitoitustilanne	
Ilmapuolen painehäviö	7 Pa
Lämpötila ennen patteria	3.1 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	3.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	20.9 kJ/kg
Lämmitysteho	47.1 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	0 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	7 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 26.0 °C
Nestevirta	0.2 kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	1.0 kg/s
Nesteen nopeus	0.1 m/s
Nestetilavuus	10 l
Lämmityspatteri	FLOV-1809-R-1-1-1-S-SK32/35.0

Tarkastustoiminto

FTTT-1809-R-300-S

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft


Jäähdytystoiminto, neste

	FJTV-1809-R-3-1-2.4-17-1-100-S
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	3
Patterin reittiluku	17
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	18 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	15.0 °C
Entalpia ennen patteria	55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	38.7 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	47.5 / 27.8 kW
Kondenssivesimäärä	27.08 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	15 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.0 °C
Nestevirta	2.2 kg/s
Nesteen nopeus	1.1 m/s
Nestetilavuus	16 l
Jäähdytyspatteri	FJOV-1809-R-3-1-2.4-17-1-100-S-SK50/54.0
Vesilukko	FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

		Future
Tyyppi		Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Vaipan materiaali (sisä/ulko)		
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1809-R-056-SB-1-1-2-1-3-S-3	
Puhallin		GPEB-1-00-056-10-0
Puhallinkoko		056
Puhaltimen pintakäsittely		Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin		Kumi
Kokonaispaineenkorotus		556 Pa
Hyötysuhde (St)		76 %
Hyötysuhde (Kok)		80 %
Kierrosluku		1348 1/min
Kierrosluku, max.		2400 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu		84 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.084674 / 737 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.		10 / 46 / 55 Hz
Verkosta ottama teho		2.12 kW
Verkosta ottama teho 97%		2.08 kW

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft



Moottori	APAL-4-00300-1-2-7
Teho (nimellinen)	3.00 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1445 1/min
Virta (nimellinen)	6.33 A
Hyötysuhde (nimellinen)	86 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Moottorin varmuus	1.30

Ääni

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Imupuoli	71	91	86	74	72	67	65	62	dB
Painepuoli	76	89	86	82	78	72	68	67	dB

Puhallin	GPEB-1-00-056-10-0 3.00 kW 4P 12
Ikkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM3-GPEB-056
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

Poistokone

Tyyppi

5. Vaippamoduuli

Tyyppi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Suodatustoiminto, Pitkä, L

Suodatinluokka

Suodatinmateriaali

Suodattimen nimelliskoko

Suodattimien lukumäärä

Mitoituspainehäviö

Alkupainehäviö

Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)

Nopeus suodatinmateriaalin läpi

Suodatin

Suodatin

Varasuodatin

Varasuodatin

Sarana, huoltoluokkuun

Varasuodatinsarja

FMOD-1809-L-1-700-1-S

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

FSTF-1809-L-M5L-3-1-S-1

M5L

Lasikuitu

592 x 287 592 x 592 mm

3 3 kpl

31 Pa

32 Pa

35 Pa

0.14 m/s

FSZZ-M5L-1-592x287-C x 3

FSZZ-M5L-1-592x592-C x 3

FSZZ-M5L-1-592x287-C x 3

FSZZ-M5L-1-592x592-C x 3

FSZH-SH1-*

6. Vaippamoduuli

Tyyppi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft



Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1809-L-056-SB-1-1-2-1-3-S-1
Puhallin	GPEB-1-00-056-10-0
Puhallinkoko	056
Puhallimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinävaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	378 Pa
Hyötysuhde (St)	74 %
Hyötysuhde (Kok)	81 %
Kierrosluku	1212 1/min
Kierrosluku, max.	2400 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	83 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$ 0.084674 / 737 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.	10 / 41 / 49 Hz
Verkosta ottama teho	1.51 kW
Verkosta ottama teho 97%	1.48 kW
Moottori	APAL-4-00220-1-2-7
Teho (nimellinen)	2.20 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1450 1/min
Virta (nimellinen)	4.70 A
Hyötysuhde (nimellinen)	84 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Moottorin varmuus	1.30
Ääni	
	63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz
Imupuoli	70 90 85 73 71 66 64 61 dB
Painepuoli	75 88 85 81 77 71 67 66 dB
Puhallin	GPEB-1-00-056-10-0 2.20 kW 4P 12
Ikkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM3-GPEB-056
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1
Konealusta, 304TK / PK	FKZA-1809-1-3750-160-1

Puhelinnumero

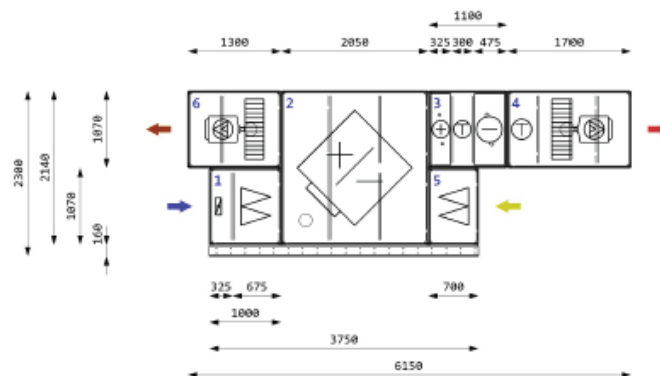
Telefax

Email

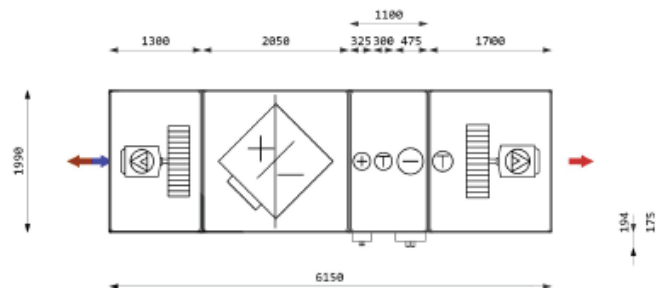
Insityo_2016.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1600 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2016.kft



Projekti Insinööri_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho 9.3 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP 1.53 kW/(m³/s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys 1.2 kg/m³
SFP 1.50 kW/(m³/s)
Tulokone
Konekoko 1208
Ilmavirta 1.30 m³/s
Otsapintanopeus 1.27 m/s
Raitisilmavirta m³/s
Kanaviston painehäviö, pst 350 Pa
Poistokone
Konekoko 1208
Ilmavirta 1.30 m³/s
Otsapintanopeus 1.27 m/s
Kanaviston painehäviö, pst 250 Pa
Ulkoilma
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä 25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella -26.0 °C / 90 %
Tuloilma
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä 15.0 °C / 87 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella 20.0 °C / 2 %
Poistoilma
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä 25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella 22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz		
Raitisilmakanavaan	47	50	65	56	45	34	22	4	dB	58	dB(A)
Tulokanavaan	70	71	81	80	78	76	70	68	dB	83	dB(A)
Poistokanavaan	59	74	68	58	53	48	41	36	dB	64	dB(A)
Jäteilmakanavaan	65	77	76	73	71	67	64	62	dB	76	dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	68	67	59	51	49	46	40	33	dB	56	dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	64	74	54	44	42	37	34	27	dB	59	dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	69	75	60	52	50	46	41	34	dB	61	dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
Tyyppi

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft



1. Vaippamoduuli

FMOD-1208-R-1-3000-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Sulkutoiminto	FPTP-1208-R-2-1-0-S
Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1208-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuifu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 287 592 x 490 mm
Suodattimien lukumäärä	2 2 kpl
Mitoituspainehäviö	46 Pa
Alkupainehäviö	40 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	53 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.08 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x490-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x490-C x 2
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Lämmöntalteenottotoiminto, patteri

FRTG-1208-R-8-1-2.0-4-2-35-T-S

Patterin riviluku	8
Patterin reittiluku	4
Lamellijako	2 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Putkiyhteet	L25/28.0
Ilmapuolen painehäviö	50 Pa
Ilman lämpötila ennen LTO:a	-26.0 °C
Ilman lämpötila LTO:n jälkeen	-4.5 °C
Lämmitysteho	33.8 kW
Nestetyyppi	Etyleeniglykoli (Pitoisuus 35)
Nesteen painehäviö	111.0 kPa
Nestevirta	0.49 kg/s
Nesteen nopeus	0.98 m/s
Nestetilavuus	25.6 l

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2016.kft



Teho ilman rajoitusta:

Ulkoilman lämpötila	-26.0	-17.3	-8.7	0.0	8.7	°C
Lämpötila ulos	3.2	7.0	10.5	13.9	17.2	°C
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	61	62	62	63	64	%
Teho	45.8	38.2	30.1	21.9	13.6	kW
Huurtumisen esto alkaa ulkolämpötilassa					-12.5	°C
Huurtumissuojatermostaatin asetusarvo nesteelle					-4.1	°C
Tulopatteri	FROG-1208-R-8-1-2.0-4-2-35-T-S-L25/28.0					
Putkilaippa	FPZL-DN25-*4					

Tarkastustoiminto

FTTT-1208-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*	

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1208-R-1-1-1-S

Teholuokka	1	
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al	
Patterin riviluku	2	
Patterin reittiluku	10	
Lamellijako	3.5	mm
Lamellipaksuus	0.15	mm
Putkiyhteet	SK25/28.0	
Mitoitustilanne		
Ilmapuolen painehäviö	6	Pa
Lämpötila ennen patteria	-9.5	°C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0	°C
Entalpia ennen patteria	-8.8	kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	20.8	kJ/kg
Lämmitysteho	46.3	kW
Nestetyyppi	Vesi	
Nesteen painehäviö	1	kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	5	kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 40.5	°C
Nestevirta	0.3	kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	0.7	kg/s
Nesteen nopeus	0.2	m/s
Nestetilavuus	6	l
Lämmityspatteri	FLOV-1208-R-1-1-1-S-SK25/28.0	

Tarkastustoiminto

FTTT-1208-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*	

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kit



Jäähdytystoiminto, neste

FJTV-1208-R-3-1-2.4-9-1-100-S

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	3
Patterin reittiluku	9
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK32/35.0
Mitoitustilanne	
Ilmapuolen painehäviö	16 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	15.0 °C
Entalpia ennen patteria	55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	38.7 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	26.7 / 15.7 kW
Kondenssivesimäärä	15.10 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	18 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.6 °C
Nestevirta	1.1 kg/s
Nesteen nopeus	1.1 m/s
Nestetilavuus	10 l
Jäähdytyspatteri	FJOV-1208-R-3-1-2.4-9-1-100-S-SK32/35.0
Vesilukko	FVZL-VL1-25/32

2. Vaippamoduuli

FMOD-1208-R-1-1450-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft



Puhallintoiminto, kammiopuhallin

FFTS-1208-R-040-SB-1-1-2-1-3-S-3

Puhallin	GPEB-1-00-040-09-0
Puhallinkoko	040
Puhallimen pintakäsittely	Kuumasinkitty
Tärinävaimennin	Kumi
Kokonaispaineenkorotus	470 Pa
Hyötysuhde (St)	73 %
Hyötysuhde (Kok)	79 %
Kierrosuku	1928 1/min
Kierrosuku, max.	3325 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu	83 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$ 0.0453515 / 821 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.	10 / 66 / 78 Hz
Verkosta ottama teho	1.14 kW
Verkosta ottama teho 97%	1.07 kW

Moottori

APAL-4-00150-1-2-7

Teho (nimellinen)	1.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1450 1/min
Virta (nimellinen)	3.31 A
Hyötysuhde (nimellinen)	83 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Moottorin varmuus	1.30

Ääni

63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz

Imupuoli	62 65 83 77 73 69 67 64 dB
Painepuoli	74 75 83 81 78 76 70 68 dB

Puhallin

GPEB-1-00-040-09-0 1.50 kW 4P 12

Ilkkuna	FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari	FIZM-IM3-GPEB-040
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*
Valaisin	FVZV-VV1-1

Poistokone

Tyyppi

3. Vaippamoduuli

FMOD-1208-L-1-2900-1-S

Tyyppi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Puhelinnumero

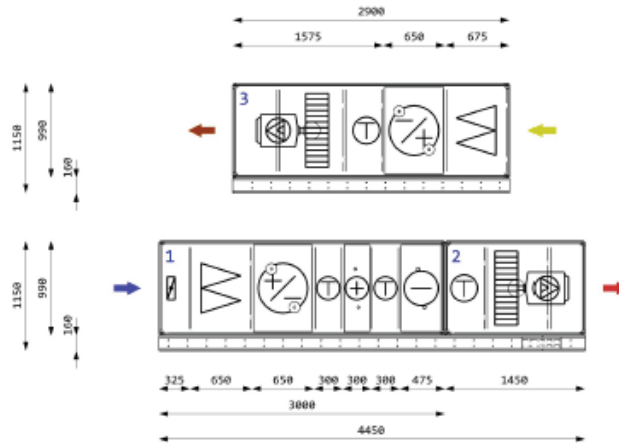
Telefax

Email

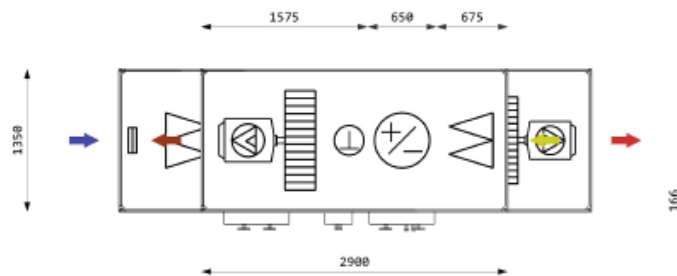
Insityo_2016.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huotopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1100 x 600 mm


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft

Liite 4. Tekninen tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2018

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015		13.1.2016 Sivu: 1 / 26 Insinööri_tyo_kyyhkynen 301TK / PK						
Projekti	Insinööri_tyo_kyyhkynen									
Projektin yhteenlaskettu sähköteho					10.0 kW					
Projektin yhteenlaskettu SFP					1.64 kW/(m³/s)					
Koneen kuvaus										
Ilman tiheys					1.2 kg/m³					
SFP					1.50 kW/(m³/s)					
Tulokone										
Konekoko					1509					
Ilmavirta					2.50 m³/s					
Otsapintanopeus					1.76 m/s					
Raitisilmavirta					m³/s					
Kanaviston painehäviö, pst					350 Pa					
Poistokone										
Konekoko					1509					
Ilmavirta					1.90 m³/s					
Otsapintanopeus					1.34 m/s					
Kanaviston painehäviö, pst					250 Pa					
Ulkoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					25.0 °C / 60 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					-26.0 °C / 90 %					
Tuloilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					15.0 °C / 89 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					20.0 °C / 16 %					
Poistoilma										
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä					25.0 °C / 50 %					
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella					22.0 °C / 30 %					
Äänen tehotaso										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	58	78	70	55	46	34	23	5	dB	65 dB(A)
Tulokanavaan	74	87	86	83	79	73	69	68	dB	85 dB(A)
Poistokanavaan	65	67	76	70	68	61	54	49	dB	73 dB(A)
Jäteilmakanavaan	70	70	86	84	83	78	75	72	dB	87 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	71	82	63	53	50	43	39	33	dB	67 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	66	64	62	54	54	48	45	37	dB	59 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	82	66	57	56	49	46	39	dB	68 dB(A)
Koneen toiminnot										
Tulokone										
Typpi										
Puhelinnumero			Telefax			Email				
Inssityo_2018.kft										



Painehäviö, tulo / poisto	115 / 89 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	8.8 °C / 47 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella	22.0 °C / 30 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella	-23.3 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 60 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.0 °C / 60 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä	25.0 °C / 50 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto	72.4 / 94.4 %
Kosteushyötysuhde	84.9 %
Moottorin jännite	230 V
Moottorin taajuus	50 Hz
Moottorin virta	1.40 A
Moottorin teho	250 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:	
Mootorteho max.	250 W
Virta max.	1.50 A
Ylikuormitus 2 min / 30 min	1.50 A
Liityntäjännite	1 x 230 V, ± 10%
Liityntätaajuus	50-60 Hz
Roottori	FROR-1950-AL-E-XL
ikkuna	FIZL-L1-200
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

3. Vaippamoduuli

FMOD-1509-R-1-1500-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Tarkastustoiminto	FTTT-1509-R-400-S
Pituus	400 mm
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-*

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1509-R-1-1-1-S

Teholuokka	1
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	2
Patterin reittiluku	9
Lamellijako	3.5 mm
Lamellipaksuus	0.15 mm
Putkiyhteet	SK32/35.0

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2018.kft

**Mitoitustilanne**

Ilmapuolen painehäviö	11 Pa
Lämpötila ennen patteria	3.8 °C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0 °C
Entalpia ennen patteria	9.7 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	26.1 kJ/kg
Lämmitysteho	49.2 kW
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	1 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	11 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 27.4 °C
Nestevirta	0.2 kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	1.0 kg/s
Nesteen nopeus	0.2 m/s
Nestetilavuus	9 l
Lämmityspatteri	FLOV-1509-R-1-1-1-S-SK32/35.0

Tarkastustoiminto**FTTT-1509-R-300-S**

Pituus	300 mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*

Jäähdytystoiminto, neste**FJTV-1509-R-4-1-2.4-23-1-100-S**

Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	4
Patterin reitiluku	23
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0
Mitoitustilanne	
Ilmapuolen painehäviö	36 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	15.0 °C
Entalpia ennen patteria	55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	39.3 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	49.8 / 30.2 kW
Kondenssivesimäärä	26.89 l/h
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	8 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.6 °C
Nestevirta	2.1 kg/s
Nesteen nopeus	0.8 m/s
Nestetilavuus	17 l

Puhelinnumero

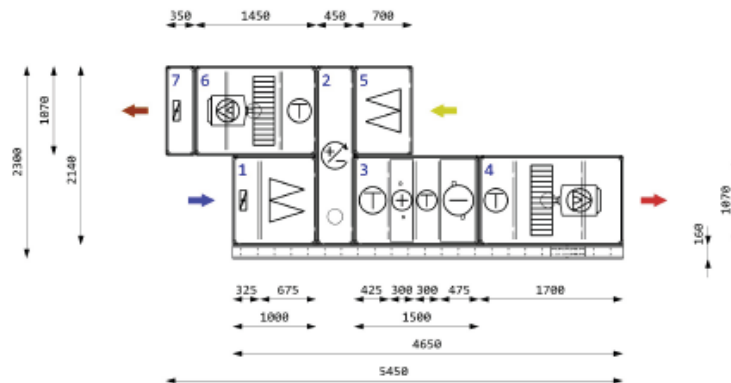
Telefax

Email

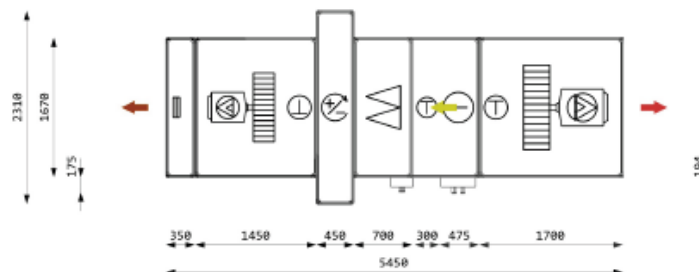
Inssityö_2018.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1400 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


Projekti Insinööri_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho	10.0 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP	1.64 kW/(m³/s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2 kg/m³
SFP	1.86 kW/(m³/s)
Tulokone	
Konekoko	1809
Ilmavirta	2.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.34 m/s
Raitisilmavirta	m³/s
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa
Poistokone	
Konekoko	1809
Ilmavirta	2.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.34 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 87 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 2 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz		
Raitisilmakanavaan	59	61	68	60	53	38	22	4	dB	62	dB(A)
Tulokanavaan	75	75	92	88	87	82	79	76	dB	92	dB(A)
Poistokanavaan	63	82	77	63	59	47	37	30	dB	71	dB(A)
Jäteilmakanavaan	72	85	84	81	77	71	67	66	dB	83	dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	71	69	68	58	58	52	49	41	dB	64	dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	69	80	61	51	48	41	37	31	dB	65	dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	81	69	59	59	53	50	42	dB	67	dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
 Tyyppi

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


1. Vaippamoduuli

Typpi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Sulkutoiminto

Sälepellin materiaali

Painehäviö

Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä

FMOD-1809-R-1-1000-1-S

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

FPTP-1809-R-2-1-0-S

1 Pa

15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

Suodatinluokka

Suodatinmateriaali

Suodattimen nimelliskoko

Suodattimien lukumäärä

Mitoituspainehäviö

Alkupainehäviö

Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)

Nopeus suodatinmateriaalin läpi

Suodatin

Suodatin

Varasuodatin

Varasuodatin

Sarana, huoltoluukkuun

Varasuodatinsarja

FSTF-1809-R-F7L-3-1-S-1

F7L

Lasikuitu

592 x 287 592 x 592 mm

3 3 kpl

50 Pa

43 Pa

57 Pa

0.08 m/s

FSZZ-F7L-1-592x287-C x 3

FSZZ-F7L-1-592x592-C x 3

FSZZ-F7L-1-592x287-C x 3

FSZZ-F7L-1-592x592-C x 3

FSZH-SH1-*

2. Vaippamoduuli

Typpi

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Lämmöntalteenottotoiminto, levy

Levypakan materiaali

Pellistö

Pellistön materiaali

Painehäviö, tulo/poisto

Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella

Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella

Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a talvella

Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella

Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä

Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä

Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus ennen LTO:a kesällä

Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä

Lämpötilahyötysuhde, tulo/poisto

Future

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

FRTL-1809-R-ZnZn-8-OP

Alumiini

Ohituspellistö

Alumiini

189 / 146 Pa

-26.0 °C / 90 %

11.3 °C / 5 %

22.0 °C / 30 %

-14.2 °C / 100 %

25.0 °C / 60 %

25.0 °C / 62 %

25.0 °C / 50 %

25.0 °C / 52 %

78 / 75 %

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


Jäähdytystoiminto, neste

	FJTV-1809-R-3-1-2.4-17-1-100-S
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Patterin riviluku	3
Patterin reitiluku	17
Lamellijako	2.4 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkiyhteet	SK50/54.0

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	18 Pa
Lämpötila ennen patteria	25.0 °C
Lämpötila patterin jälkeen	15.0 °C
Entalpia ennen patteria	55.8 kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	38.7 kJ/kg
Jäähdytysteho / Tuntuva teho	47.5 / 27.8 kW
Kondenssivesimäärä	27.08 lh
Nestetyyppi	Vesi
Nesteen painehäviö	15 kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	7.0 °C / 12.0 °C
Nestevirta	2.2 kg/s
Nesteen nopeus	1.1 m/s
Nestetilavuus	16 l
Jäähdytyspatteri	FJOV-1809-R-3-1-2.4-17-1-100-S-SK50/54.0
Vesilukko	FVZL-VL1-25/32

4. Vaippamoduuli

		Future
Tyyppi		Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Vaipan materiaali (sisä/ulko)		
Puhallintoiminto, kammiopuhallin	FFTSE-1809-R-045-SB-1-1-2-1-3-S-3	
Puhallin	GPEB-1-00-045-11-0	
Puhallinkoko		045
Puhallimen pintakäsittely		Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin		Kumi
Kokonaispaineenkorotus		615 Pa
Hyötysuhde (St)		68 %
Hyötysuhde (Kok)		77 %
Kierrosluku		2181 1/min
Kierrosluku, max.		3100 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu		91 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.0549149 / 1754 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.		10 / 75 / 89 Hz
Verkosta ottama teho		2.60 kW
Verkosta ottama teho 97%		2.54 kW

Puhelinnumero

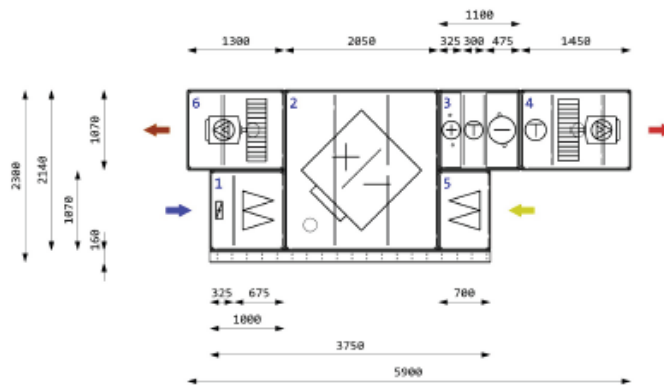
Telefax

Email

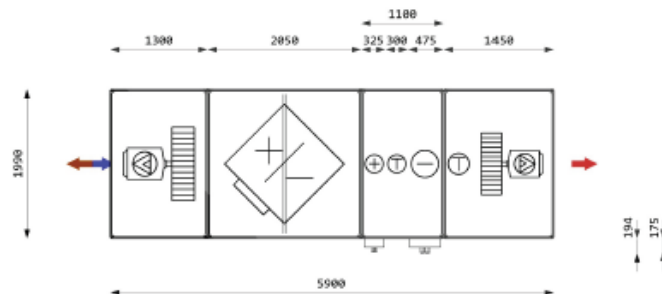
Insityo_2018.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Inuaukko, liitettävän kanavan koko

1600 x 800 mm

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


Projekti Insinööriyö_kyyhkynen

Projektin yhteenlaskettu sähköteho	10.0 kW
Projektin yhteenlaskettu SFP	1.64 kW/(m³/s)

Koneen kuvaus

Ilman tiheys	1.2 kg/m³
SFP	1.50 kW/(m³/s)
Tulokone	
Konekoko	1209
Ilmavirta	1.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.16 m/s
Raitisilmavirta	m³/s
Kanaviston painehäviö, pst	350 Pa
Poistokone	
Konekoko	1209
Ilmavirta	1.30 m³/s
Otsapintanopeus	1.16 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	250 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 60 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-26.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	15.0 °C / 88 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 2 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	22.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
Raitisilmakanavaan	53	59	58	52	45	33	21	3	dB	54 dB(A)
Tulokanavaan	66	70	82	79	78	73	70	67	dB	82 dB(A)
Poistokanavaan	55	57	74	67	61	54	47	41	dB	69 dB(A)
Jäteilmakanavaan	69	71	81	80	77	75	69	67	dB	82 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	63	65	58	49	49	43	40	32	dB	55 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	66	66	57	50	48	45	39	32	dB	55 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	68	69	61	53	51	47	42	35	dB	58 dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone
 Tyyppi

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2018.kft



1. Vaippamoduuli

FMOD-1209-R-1-3000-1-S

Tyyppi	Future
Vaipan materiaali (sisä/ulko)	Kuumasinkitty/Kuumasinkitty
Sulkutoiminto	FFTP-1209-R-2-1-0-S
Sälepellin materiaali	
Painehäviö	1 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	15 Nm / 1 kpl

Suodatustoiminto, Pitkä, L

FSTF-1209-R-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F7L
Suodatinmateriaali	Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	592 x 287 592 x 592 mm
Suodattimien lukumäärä	2 2 kpl
Mitoituspainehäviö	41 Pa
Alkupainehäviö	36 Pa
Loppupainehäviö (ODA2, 4000 h/a)	46 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.07 m/s
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Suodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x287-C x 2
Varasuodatin	FSZZ-F7L-1-592x592-C x 2
Sarana, huoltoiluukkuun	FSSH-SH1-*
Varasuodatinsarja	

Lämmöntalteenotto toiminto, patteri

FRTG-1209-R-10-1-2.0-4-2-35-T-S

Patterin riviluku	10
Patterin reittiluku	4
Lamellijako	2 mm
Lamellipaksuus	0.18 mm
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al
Putkiyhteet	L25/28.0
Ilmapuolen painehäviö	56 Pa
Ilman lämpötila ennen LTO:a	-26.0 °C
Ilman lämpötila LTO:n jälkeen	-3.6 °C
Lämmitysteho	35.2 kW
Nestetyyppi	Etyleeniglykoli (Pitoisuus 35)
Nesteen painehäviö	150.4 kPa
Nestevirta	0.49 kg/s
Nesteen nopeus	0.98 m/s
Nestetilavuus	35.0 l

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2018.kft



Future++
Ohjelmaversio 16.12.2015

13.1.2016
Sivu: 20 / 26
Insinööri_kyyhkynen 305TK / PK

Teho ilman rajoitusta:

Ulkoilman lämpötila	-26.0	-17.3	-8.7	0.0	8.7	°C
Lämpötila ulos	5.9	9.2	12.2	15.0	17.9	°C
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	66	68	68	68	69	%
Teho	50.1	41.7	32.8	23.7	14.7	kW
Huurtumisen esto alkaa ulkolämpötilassa						-11.0 °C
Huurtumissuojatermostaatin asetusarvo nesteelle						-4.1 °C
Tulopatteri	FROG-1209-R-10-1-2.0-4-2-35-T-S-L25/28.0					
Putkilaippa	FPZL-DN25-*4					

Tarkastustoiminto

FTTT-1209-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*	

Lämmitystoiminto, neste

FLTV-1209-R-1-1-1-S

Teholuokka	1	
Putkien ja lamellien materiaali	Cu/Al	
Patterin riviluku	2	
Patterin reittiluku	11	
Lamellijako	3.5	mm
Lamellipaksuus	0.15	mm
Putkiyhteet	SK32/35.0	

Mitoitustilanne

Ilmapuolen painehäviö	6	Pa
Lämpötila ennen patteria	-8.6	°C
Lämpötila patterin jälkeen	20.0	°C
Entalpia ennen patteria	-7.9	kJ/kg
Entalpia patterin jälkeen	20.9	kJ/kg
Lämmitysteho	44.8	kW
Nestetyyppi	Vesi	
Nesteen painehäviö	1	kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	3	kPa
Meno-/paluunesteen lämpötila	80.0 °C / 37.8	°C
Nestevirta	0.3	kg/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (80/60 °C)	0.7	kg/s
Nesteen nopeus	0.2	m/s
Nestetilavuus	7	l
Lämmityspatteri	FLOV-1209-R-1-1-1-S-SK32/35.0	

Tarkastustoiminto

FTTT-1209-R-300-S

Pituus	300	mm
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-*	

Puhelinnumero

Telefax

Email

Insityo_2018.kft



Puhallintoiminto, kammiopuhallin

FFTS-1209-R-045-SB-1-1-2-1-3-S-3

Puhallin		GPEB-1-00-045-09-0
Puhallinkoko		045
Puhallimen pintakäsittely		Kuumasinkitty
Tärinänvaimennin		Kumi
Kokonaispaineenkorotus		467 Pa
Hyötysuhde (St)		75 %
Hyötysuhde (Kok)		79 %
Kierrosluku		1546 1/min
Kierrosluku, max.		3100 1/min
Äänen tehotaso, A-painotettu		82 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left(\frac{m^3}{s} \right) = k \times \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.0549149 / 560 Pa
Taajuus min. / mitoituspisteessä / max.		10 / 53 / 64 Hz
Verkosta ottama teho		1.09 kW
Verkosta ottama teho 97%		1.02 kW

Moottori

APAL-4-00150-1-2-7

Teho (nimellinen)		1.50 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)		1450 1/min
Virta (nimellinen)		3.31 A
Hyötysuhde (nimellinen)		83 %
Jännite		3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)		50 Hz
Moottorin varmuus		1.30

Ääni

63 125 250 500 1k 2k 4k 8k Hz

Imupuoli	68	74	76	73	73	68	66	63	dB
Painepuoli	69	73	82	79	78	73	70	67	dB

Puhallin

GPEB-1-00-045-09-0 1.50 kW 4P 12

Ikuna		FIZL-IL1-200
Ilmavirtamittari		FIZM-IM3-GPEB-045
Sarana, huoltoluukkuun		FSZH-SH1-*
Valaisin		FVZV-VV1-1

Poistokone

Tyyppi

3. Vaippamoduuli

FMOD-1209-L-1-2700-1-S

Tyyppi

Future

Vaipan materiaali (sisä/ulko)

Kuumasinkitty/Kuumasinkitty

Puhelinnumero

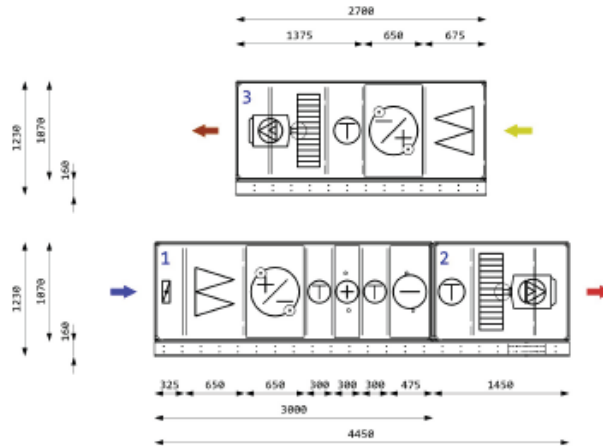
Telefax

Email

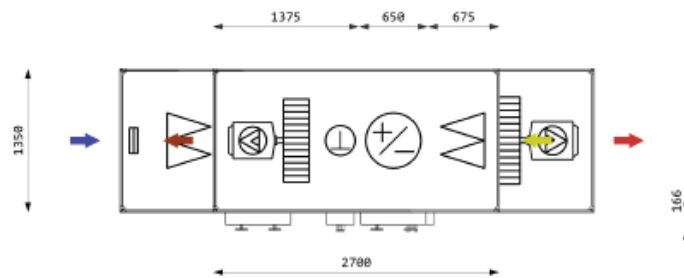
Insinööriyö_2018.kft

Koneen kuva

Mittakaava: Ei mittakaavaa
Huoltopuoli



Yläpuoli



Tulokone

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1100 x 800 mm

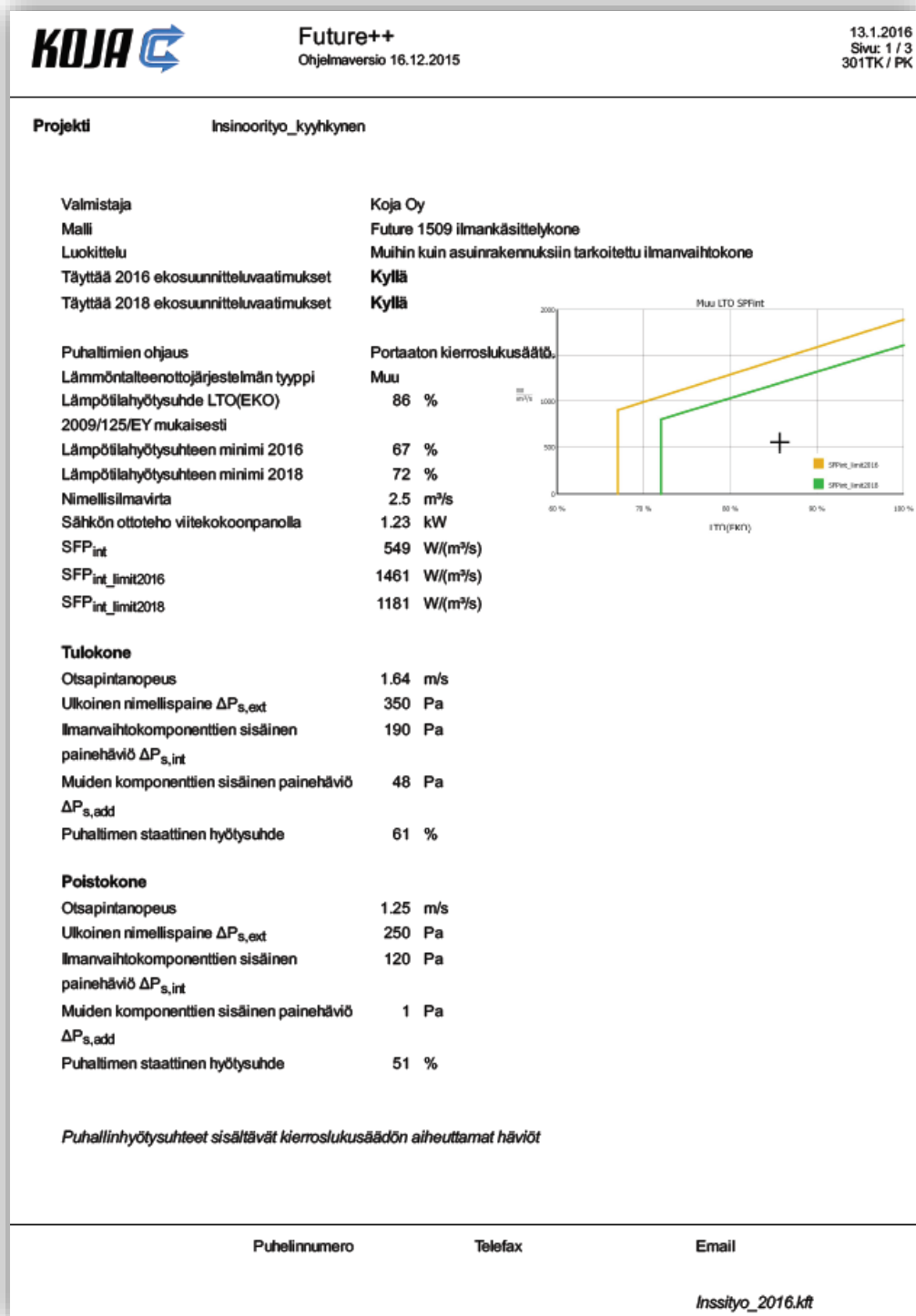
Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft

Liite 5. EKO-tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2016



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2016.kft

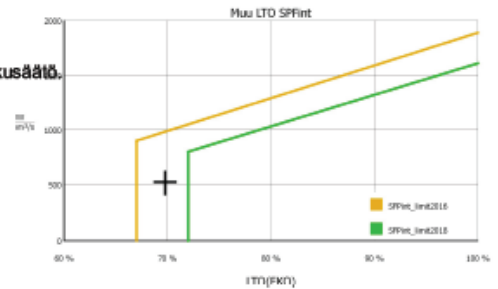
Projekti insinorityo_kyyhkynen

Valmistaja
Malli
Luokittelu
Täyttää 2016 ekosuunnitteluvaatimukset
Täyttää 2018 ekosuunnitteluvaatimukset

Koja Oy
Future 1809 ilmapöytäkone
Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettu ilmapöytäkone
Kyllä
Ei

Puhallimien ohjaus
Lämmöntalteenottojärjestelmän tyyppi
Lämpötilahyötysuhde LTO(EKO)
2009/125/EY mukaisesti
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2016
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2018
Nimellisilmavirta
Sähkön ottoteho viitekokoanpanolla
SFP_{int}
SFP_{int_limit2016}
SFP_{int_limit2018}

Portaaton kierroslukusääätö.
Muu
70 %
67 %
72 %
2.3 m³/s
1.20 kW
521 W/(m³/s)
984 W/(m³/s)
0 W/(m³/s)



Tulokone

Otsapintanopeus 1.25 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 350 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 180 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,add}$ 25 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde 60 %

Poistokone

Otsapintanopeus 1.25 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 250 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 128 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,add}$ 0 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde 57 %

Puhallinhyötysuhteet sisältävät kierroslukusäädön aiheuttamat häviöt

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft

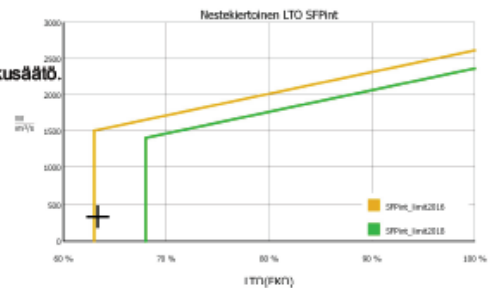
Projekti Insinööri_tyo_kyyhkynen

Valmistaja
Malli
Luokittelu
Täyttää 2016 ekosuunnitteluvaatimukset
Täyttää 2018 ekosuunnitteluvaatimukset

Koja Oy
Future 1208 ilmakäsittelykone
Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettu ilmanvaihtokone
Kyllä
Ei

Puhallimien ohjaus
Lämmöntalteenottojärjestelmän tyyppi
Lämpötilahyötysuhde LTO(EKO)
2009/125/EY mukaisesti
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2016
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2018
Nimellisilmavirta
Sähkön ottoteho viitekokoanpanolla
SFP_{int}
SFP_{int_limit2016}
SFP_{int_limit2018}

Portaaton kierros lukusääätö.
Nestekierto
63 %
63 %
68 %
1.3 m³/s
0.44 kW
336 W/(m³/s)
1516 W/(m³/s)
0 W/(m³/s)



Tulokone

Otsapintanopeus 1.17 m/s
Ulkoisen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 350 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 97 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö 24 Pa
 $\Delta P_{s,add}$
Puhallimen staattinen hyötysuhde 54 %

Poistokone

Otsapintanopeus 1.17 m/s
Ulkoisen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 250 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 82 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö 0 Pa
 $\Delta P_{s,add}$
Puhallimen staattinen hyötysuhde 52 %

Puhallinhyötysuhteet sisältävät kierros lukusäädön aiheuttamat häviöt

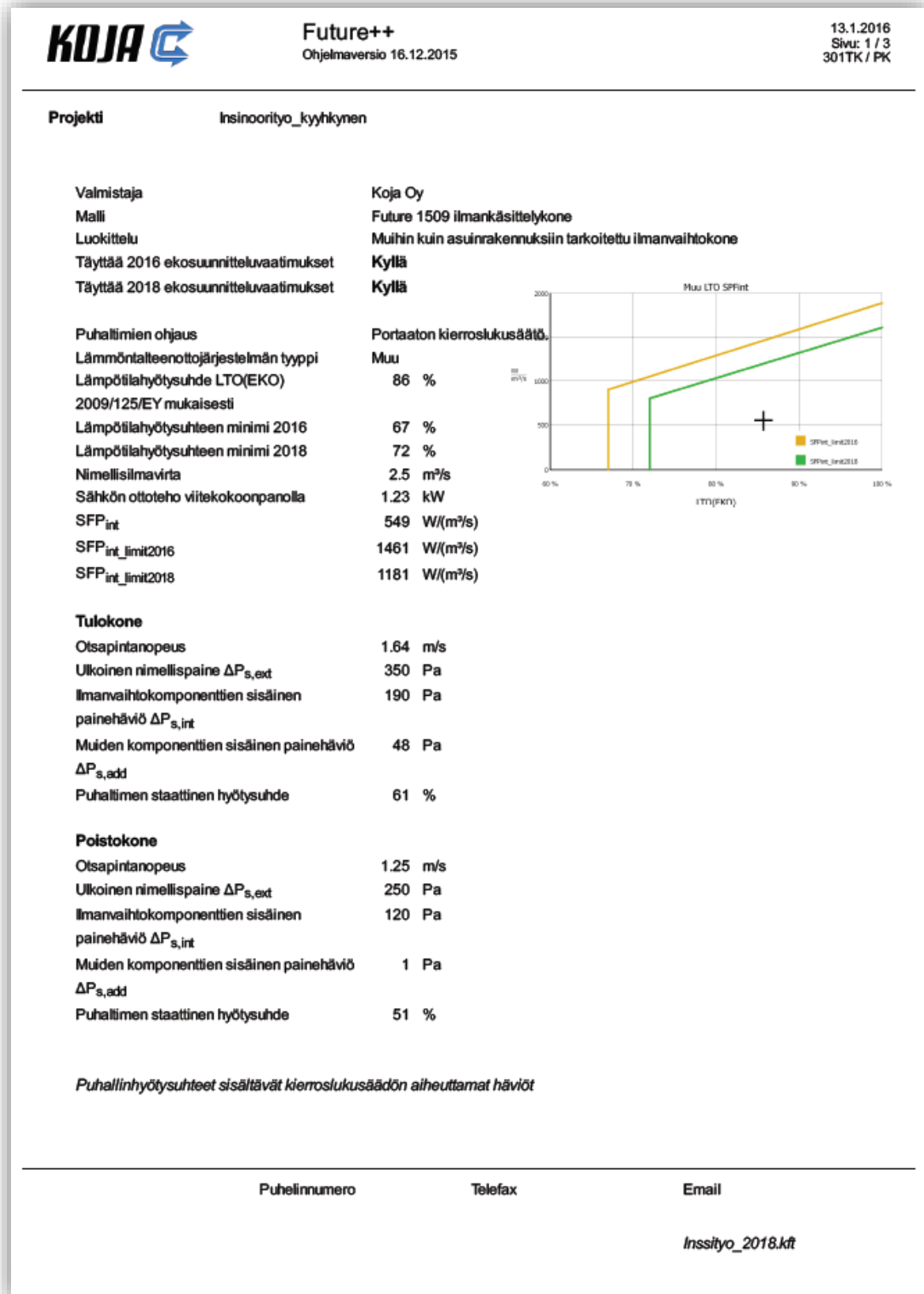
Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.ktf

Liite 6: EKO-tuloste, ekosuunnitteluvaatimukset 2018



Projekti Insinööriyö_kyyhkynen

Valmistaja	Koja Oy
Malli	Future 1809 ilmkäsittelykone
Luokittelu	Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettu ilmanvaihtokone
Täyttää 2016 ekosuunnitteluvaatimukset	Kyllä
Täyttää 2018 ekosuunnitteluvaatimukset	Kyllä
Puhallimien ohjaus	Portaaton kierroslukusääätö.
Lämmöntalteenottojärjestelmän tyyppi	Muu
Lämpötilahyötysuhde LTO(EKO) 2009/125/EY mukaisesti	74 %
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2016	67 %
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2018	72 %
Nimellisilmavirta	2.3 m ³ /s
Sähkön ottoteho viitekokoanolla	1.72 kW
SFP _{int}	748 W/(m ³ /s)
SFP _{int_limit2016}	1101 W/(m ³ /s)
SFP _{int_limit2018}	821 W/(m ³ /s)

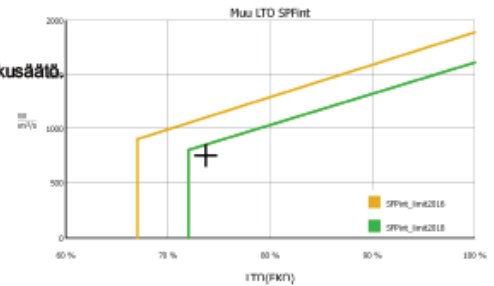
Tulokone

Otsapintanopeus	1.25 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$	350 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$	240 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,add}$	25 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde	54 %

Poistokone

Otsapintanopeus	1.25 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$	250 Pa
Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,int}$	177 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö $\Delta P_{s,add}$	0 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde	58 %

Puhallinhyötysuhteet sisältävät kierroslukusäädön aiheuttamat häviöt



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityö_2018.kft

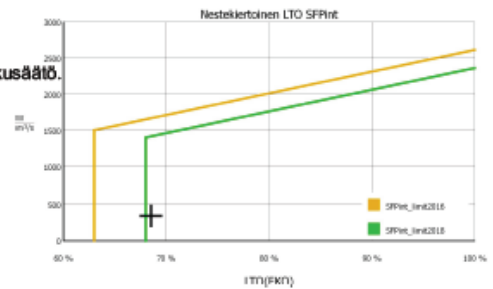
Projekti Insinööriyö_kyyhkynen

Valmistaja
Malli
Luokittelu
Täyttää 2016 ekosuunnitteluvaatimukset
Täyttää 2018 ekosuunnitteluvaatimukset

Koja Oy
Future 1209 ilmapöytäkone
Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettu ilmapöytäkone
Kyllä
Kyllä

Puhallimien ohjaus
Lämmöntalteenottojärjestelmän tyyppi
Lämpötilahyötysuhde LTO(EKO)
2009/125/EY mukaisesti
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2016
Lämpötilahyötysuhteen minimi 2018
Nimellisilmavirta
Sähkön ottoteho viitekokoontarolla
SFP_{int}
SFP_{int_limit2016}
SFP_{int_limit2018}

Portaan kieroalukusääätö.
Nestekiertoine
69 %
63 %
68 %
1.3 m³/s
0.45 kW
343 W/(m³/s)
1671 W/(m³/s)
1421 W/(m³/s)



Tulokone

Otsapintanopeus 1.07 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 350 Pa
Ilmapöytäkomponenttien sisäinen
painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 97 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö
 $\Delta P_{s,add}$ 20 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde 56 %

Poistokone

Otsapintanopeus 1.07 m/s
Ulkoinen nimellispaine $\Delta P_{s,ext}$ 250 Pa
Ilmapöytäkomponenttien sisäinen
painehäviö $\Delta P_{s,int}$ 85 Pa
Muiden komponenttien sisäinen painehäviö
 $\Delta P_{s,add}$ 0 Pa
Puhallimen staattinen hyötysuhde 50 %

Puhallinhyötysuhteet sisältävät kierosalukusäädön aiheuttamat häviöt


Puhelinnumero

Telefax

Email

Insinyyri_2018.kft

Liite 7: LCC Kone 304TK/PK, mitoitus lähtöarvoilla

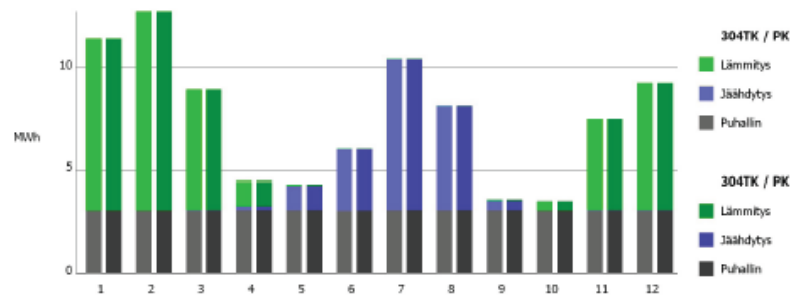
KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015	21.3.2016 Sivu: 1 / 3
LCC Tuloste			
Lähtötiedot ja olosuhteet			
Projekti	Insinööriyö_kyyhkynen		
Käsittelijä			
Laskettavat Koneet	304TK / PK	304TK / PK	
Säädädata	Vantaa	Vantaa	
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)	Käyttöprofiilit identtisiä	
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C	22 / 25 °C	
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T _{ulko}	Lineaarinen T _{ulko}	
Poistoilman RH-%, talvi / kesä	30 / 50 %	30 / 50 %	
Poistoilman RH-% profiili	Portaallinen talvi / kesä	Portaallinen talvi / kesä	
Huoneilman kosteuskuorma X	Ei käytössä	Ei käytössä	
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C	20 / 15 °C	
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T _{poisto}	Lineaarinen T _{poisto}	
LTO tyyppi	Levy	Levy	
LTO jäätymisraja	0 °C	0 °C	
LTO pumpun hyötysuhde			
LTO putkiston painehäviö			
Neutraaliakue	1 °C	1 °C	
Lämmityskauden raja	12 °C	12 °C	
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	62 %	62 %	
Lämpötilahyötysuhde EKO	60 %	60 %	
SFP-luku (mitoitusilmavirta)	1.80 kW/m ³	1.80 kW/m ³	
Talvi = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu			
Lineaarinen T _{ulko} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten heikkeitä ulkoilman lämpötilaa			
Lineaarinen T _{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten heikkeitä poistoilman lämpötilaa			
Laskenta			
LTO vuosihyötysuhde, poisto	52 %	52 %	
LTO vuosihyötysuhde, tulo	86 %	86 %	
$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}} \quad \eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$			
$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan		
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan		
Q _{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]		
Q _{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]		
Q _{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]		
Q _{puhallin}	tulopuhallimen tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]		
Puhelinnumero			Telefax
Email			
Inssityö_Lahtotarvot.kft			



Vuotuiset energiatarpeet

	304TK / PK		304TK / PK	
Poistoilman lämpöenergia Qpoisto	440.9 MWh		440.9 MWh	
Lämmitysenergian tarve Qtulo	284.8 MWh		284.8 MWh	
Talteenotettu energia QLTO	229.6 MWh		229.6 MWh	
Tuloilman lisälämmitystarve	36.2 MWh		36.2 MWh	
Tuloilman jäähdytystarve	17.2 MWh		17.2 MWh	
josta tuntuvaa	15.3 MWh		15.3 MWh	
Puhallinenergian tarve	37.0 MWh		37.0 MWh	
josta kanavisto	20.8 MWh	56 %	20.8 MWh	56 %
suodattimet	5.2 MWh	14 %	5.2 MWh	14 %
LTO	8.8 MWh	24 %	8.8 MWh	24 %
lämmityspatteri(t)	0.5 MWh	1 %	0.5 MWh	1 %
jäähdytyspatteri(t)	1.5 MWh	4 %	1.5 MWh	4 %
äänenvaimennus	0.0 MWh	0 %	0.0 MWh	0 %
muut	0.1 MWh	0 %	0.1 MWh	0 %
Lämmitysvaikutus Qpuhallin	19.2 MWh		19.2 MWh	
LTO pumpun energiantarve	0.0 MWh		0.0 MWh	

Energiatarpeet kuukausittain



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_Lahtoarvot.kf

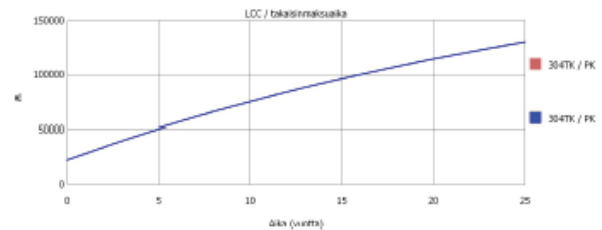
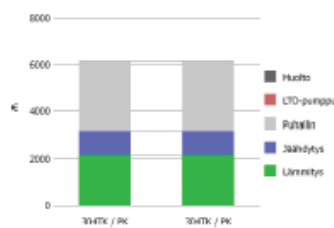


Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

	304TK / PK	304TK / PK
Lämmitys	2173 € / vuosi	2173 € / vuosi
Jäähdytys	1033 € / vuosi	1033 € / vuosi
Puhallin	2961 € / vuosi	2961 € / vuosi
Yhteensä	6167 € / vuosi	6167 € / vuosi
Investointikustannukset	22385 €	22385 €
Huoltokustannukset	0 € / vuosi	0 € / vuosi
Elinkaarikustannukset	129765 €	129765 €
Takaisinmaksuaika		0.0 Vuotta



Käyttöprofiilit

304TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu



1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)



304TK / PK

Käyttöprofiilit identtisiä


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_Lahtoravot.kft

Liite 8: LCC Kone 304TK/PK, mitoitus vuoden 2016 vaatimuksilla



Future++
Ohjelmaversio 16.12.2015

21.3.2016
Sivu: 1 / 3

LCC Tuloste

Lähtötiedot ja olosuhteet

Projekti	Insinööriyö_kyyhkynen
Käsitteijä	
Laskettavat Koneet	304TK / PK
Säädädata	Vantaa
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{ulio}
Poistoilman RH-%, talvi / kesä	30 / 50 %
Poistoilman RH-% profiili	Portaallinen talvi / kesä
Huoneilman kosteuskuorma X	Ei käytössä
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{poisto}
LTO tyyppi	Levy
LTO jäätymisraja	0 °C
LTO pumpun hyötysuhde	
LTO putkiston painehäviö	
Neutraalialue	1 °C
Lämmityskauden raja	12 °C
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	70 %
Lämpötilahyötysuhde EKO	70 %
SFP-luku (mitoitusilmavirta)	1.57 kW/m3

Talvi = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu

Lineaarinen T_{ulio} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten heikkeitä ulkoilman lämpötilaa

Lineaarinen T_{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten heikkeitä poistoilman lämpötilaa

Laskenta

LTO vuosihyötysuhde, poisto	56 %
LTO vuosihyötysuhde, tulo	92 %

$$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}} \quad \eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$$

$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan
Q_{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]
Q_{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]
Q_{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]
$Q_{puhallin}$	tulopuhallimen tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]

Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft

Vuotuiset energiatarpeet

	304TK / PK	
Poistoilman lämpöenergia Qpoisto	440.9 MWh	
Lämmitysenergian tarve Qtulo	284.8 MWh	
Talteenotettu energia QLTO	248.3 MWh	

Tuloilman lisälämmitystarve 20.7 MWh

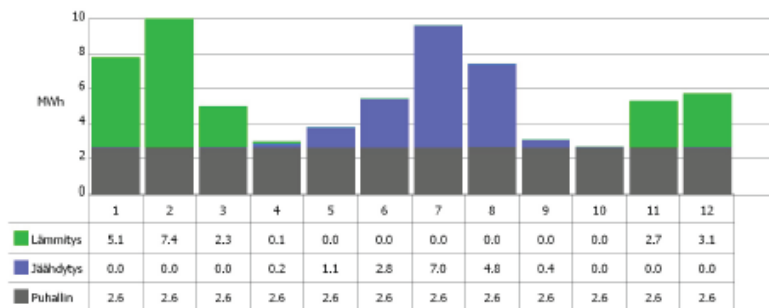
Tuloilman jäähdytystarve 16.3 MWh
josta tuntuva 14.5 MWh

Puhallinenergian tarve	31.8 MWh	
josta kanavisto	20.4 MWh	64 %
suodattimet	2.8 MWh	9 %
LTO	7.7 MWh	24 %
lämmityspatteri(t)	0.2 MWh	1 %
jäähdytyspatteri(t)	0.6 MWh	2 %
äänenvaimennus	0.0 MWh	0 %
muut	0.0 MWh	0 %

Lämmitysvaikutus Qpuhallin 15.8 MWh

LTO pumpun energiantarve 0.0 MWh

Energiatarpeet kuukausittain



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft



Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

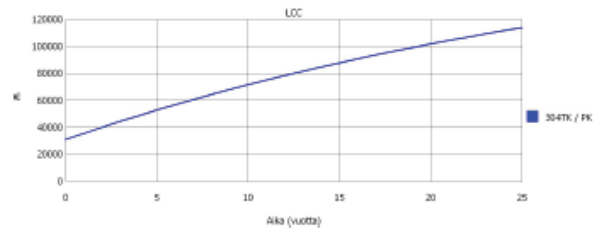
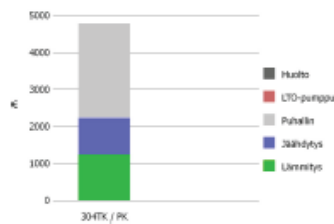
Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

304TK / PK

Lämmitys	1245 € / vuosi
Jäähdytys	980 € / vuosi
Puhallin	2542 € / vuosi
Yhteensä	4766 € / vuosi

Investointikustannukset	30925 €
Huoltokustannukset	0 € / vuosi

Elinkaarikustannukset	113921 €
------------------------------	-----------------



Käyttöprofiilit

304TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu



1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)




Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft

Liite 9: LCC Kone 304TK/PK, mitoitus vuoden 2018 vaatimuksilla

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015	21.3.2016 Sivu: 1 / 3
LCC Tuloste			
Lähtötiedot ja olosuhteet			
Projekti	Insinööriyö_kyyhkynen		
Käsittelijä			
Laskettavat Koneet	304TK / PK		
Säädata	Vantaa		
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)		
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C		
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{uljo}		
Poistoilman RH%, talvi / kesä	30 / 50 %		
Poistoilman RH% profiili	Portaallinen talvi / kesä		
Huonetilan kosteuskuorma X	Ei käytössä		
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C		
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{poisto}		
LTO tyyppi	Levy		
LTO jäätymisraja	0 °C		
LTO pumpun hyötysuhde			
LTO putkiston painehäviö			
Neutraalialue	1 °C		
Lämmityskauden raja	12 °C		
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	78 %		
Lämpötilahyötysuhde EKO	74 %		
SFP-luku (mitoitussilmavirta)	1.86 kW/m3		
Talvi = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu			
Lineaarinen T_{uljo} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkeittä ulkoilman lämpötilaa			
Lineaarinen T_{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkeittä poistoilman lämpötilaa			
Laskenta			
LTO vuosihyötysuhde, poisto	57 %		
LTO vuosihyötysuhde, tulo	95 %		
		$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}}$	$\eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$
$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan		
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan		
Q_{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]		
Q_{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]		
Q_{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]		
$Q_{puhallin}$	tulopuhallimen tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]		
Puhelinnumero			Telefax
			Email
			<i>Inssityo_2018.kft</i>

Vuotuiset energiatarpeet

	304TK / PK
Poistoilman lämpöenergia Qpoisto	440.9 MWh
Lämmitysenergian tarve Qtulo	284.8 MWh
Talteenotettu energia QLTO	251.2 MWh

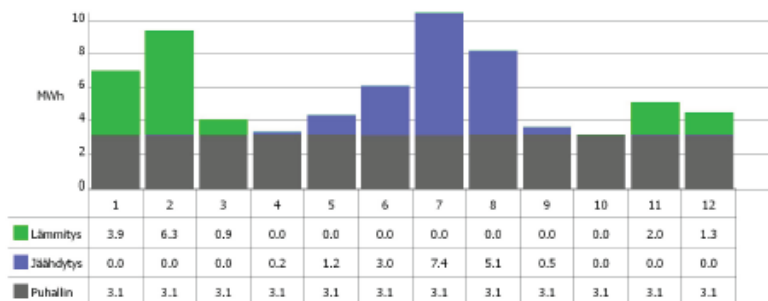
Tuloilman lisälämmitystarve **14.3 MWh**

Tuloilman jäähdytystarve **17.2 MWh**
 josta tuntuva **15.2 MWh**

Puhallinenergian tarve	37.7 MWh	
josta kanavisto	21.7 MWh	58 %
suodattimet	3.0 MWh	8 %
LTO	12.1 MWh	32 %
lämmityspatteri(t)	0.3 MWh	1 %
jäähdytyspatteri(t)	0.6 MWh	2 %
äänervaimennus	0.0 MWh	0 %
muut	0.0 MWh	0 %

Lämmitysvaikutus Qpuhallin **19.4 MWh**

LTO pumpun energiantarve **0.0 MWh**

Energiatarpeet kuukausittain


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

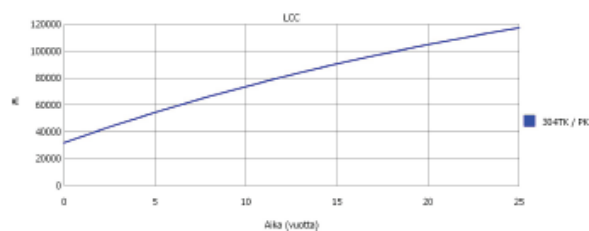
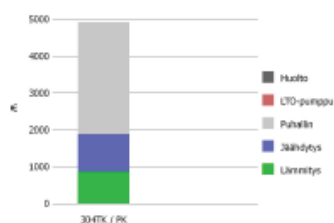
Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

304TK / PK

Lämmitys	860 € / vuosi
Jäähdytys	1034 € / vuosi
Puhallin	3018 € / vuosi
Yhteensä	4913 € / vuosi

Investointikustannukset 31796 €

Huoltokustannukset 0 € / vuosi

Elinkaarikustannukset 117342 €

Käyttöprofiilit
304TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu

1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft

Liite 10: LCC Kone 305TK/PK, mitoitus lähtöarvoilla

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015	21.3.2016 Sivu: 1 / 3						
LCC Tuloste									
Lähtötiedot ja olosuhteet									
Projekti	Insinööriyö_kyyhkynen								
Käsittelijä									
Laskettavat Koneet	305TK / PK								
Säädädata	Vantaa								
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)								
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C								
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{poisto}								
Poistoilman RH-%, talvi / kesä	30 / 50 %								
Poistoilman RH-% profiili	Portaallinen talvi / kesä								
Huoneilman kosteuskuorma X	Ei käytössä								
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C								
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{tulo}								
LTO tyyppi	Patteri								
LTO jäätymisraja	0 °C								
LTO pumpun hyötysuhde	50 %								
LTO putkiston painehäviö	30 kPa								
Neutraalialue	1 °C								
Lämmityskauden raja	12 °C								
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	50 %								
Lämpötilahyötysuhde EKO	51 %								
SFP-luku (mitoitusilmavirta)	1.50 kW/m ³								
Talvi = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu									
Lineaarinen T_{tulo} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hehkeistä ulkoilman lämpötilaa									
Lineaarinen T_{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hehkeistä poistoilman lämpötilaa									
Laskenta									
LTO vuosihyötysuhde, poisto	45 %								
LTO vuosihyötysuhde, tulo	73 %								
$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}}$ $\eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$									
$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan								
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan								
Q_{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]								
Q_{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]								
Q_{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]								
$Q_{puhallin}$	tulopuhallimen tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]								
<table border="0"> <tr> <td>Puhelinnumero</td> <td>Telefax</td> <td>Email</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><i>Inssityö_Lahtoarvot.kf</i></td> </tr> </table>				Puhelinnumero	Telefax	Email			<i>Inssityö_Lahtoarvot.kf</i>
Puhelinnumero	Telefax	Email							
		<i>Inssityö_Lahtoarvot.kf</i>							


Vuotuiset energiatarpeet

	305TK / PK	
Poistoilman lämpöenergia Qpoisto	249.2 MWh	
Lämmitysenergian tarve Qtulo	161.0 MWh	
Talteenotettu energia QLTO	111.2 MWh	

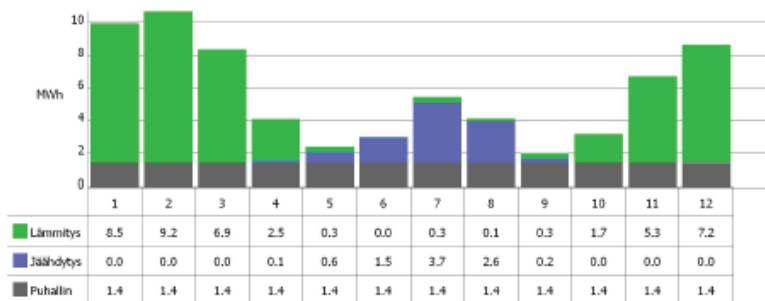
Tuloilman lisälämmitystarve 42.5 MWh

Tuloilman jäähdytystarve 8.7 MWh
 josta tuntuva 7.8 MWh

Puhallinenergian tarve	17.2 MWh	
josta kanavisto	13.6 MWh	79 %
suodattimet	1.7 MWh	10 %
LTO	1.3 MWh	8 %
lämmityspatteri(t)	0.1 MWh	1 %
jäähdytyspatteri(t)	0.3 MWh	2 %
äänenvaimennus	0.0 MWh	0 %
muut	0.0 MWh	0 %

Lämmitysvaikutus Qpuhallin 8.1 MWh

LTO pumpun energiantarve 1.9 MWh

Energiatarpeet kuukausittain


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_Lahtoarvot.kft


Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

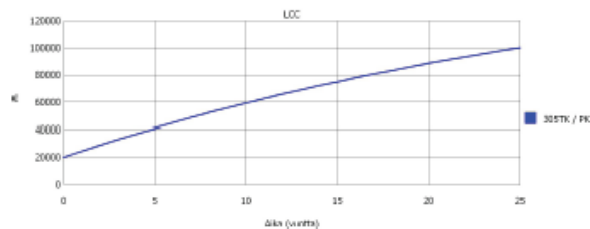
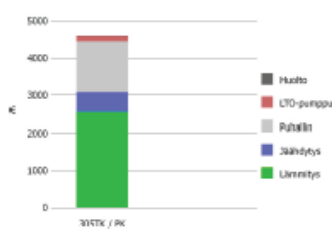
Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

305TK / PK

Lämmitys	2552 € / vuosi
Jäähdytys	523 € / vuosi
Puhallin	1374 € / vuosi
LTO pumppu	156 € / vuosi
Yhteensä	4605 € / vuosi

Investointikustannukset	20012 €
Huoltokustannukset	0 € / vuosi

Elinkaarikustannukset	100196 €
-----------------------	----------


Käyttöprofiilit
305TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu

1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_Lahtoarvot.kft

Liite 11: LCC Kone 305TK/PK, mitoitus vuoden 2016 vaatimuksilla

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015	21.3.2016 Sivu: 1 / 3
LCC Tuloste			
Lähtötiedot ja olosuhteet			
Projekti	Insinööri_tyyhkyinen		
Käsittelijä			
Laskettavat Koneet	305TK / PK		
Säädädata	Vantaa		
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)		
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C		
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{uilo}		
Poistoilman RH%, talvi / kesä	30 / 50 %		
Poistoilman RH% profiili	Portaallinen talvi / kesä		
Huonetilan kosteuskuorma X	Ei käytössä		
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C		
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{poisto}		
LTO tyyppi	Patterit		
LTO jäätymisraja	0 °C		
LTO pumpun hyötysuhde	50 %		
LTO putkiston painehäviö	30 kPa		
Neutraalialue	1 °C		
Lämmityskauden raja	12 °C		
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	63 %		
Lämpötilahyötysuhde EKO	63 %		
SFP-luku (mitoitusilmavirta)	1.50 kW/m3		
<p>Talvi = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu</p> <p>Lineaarinen T_{uilo} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkellistä tuloilman lämpötilaa</p> <p>Lineaarinen T_{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkellistä poistoilman lämpötilaa</p>			
Laskenta			
LTO vuosihyötysuhde, poisto	54 %		
LTO vuosihyötysuhde, tulo	88 %		
$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}}$ $\eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$			
$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan		
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan		
Q_{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]		
Q_{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]		
Q_{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]		
$Q_{puhallin}$	tuloilman tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]		
Puhelinnumero		Telefax	Email
			Inssityo_2016.kft


Vuotuiset energiatarpeet
305TK / PK

Poistoilman lämpöenergia Qpoisto 249.2 MWh

Lämmitysenergian tarve Qtulo 161.0 MWh

Talteenotettu energia QLTO 133.4 MWh

Tuloilman lisälämmitystarve 19.5 MWh
Tuloilman jäähdytystarve 8.9 MWh

josta tuntuva 7.9 MWh

Puhallinenergian tarve 17.2 MWh

josta kanavisto 12.9 MWh 75 %

suodattimet 1.6 MWh 9 %

LTO 2.2 MWh 13 %

lämmityspatteri(t) 0.1 MWh 1 %

jäähdytyspatteri(t) 0.3 MWh 2 %

äänervaimennus 0.0 MWh 0 %

muut 0.0 MWh 0 %

Lämmitysvaikutus Qpuhallin 8.5 MWh
LTO pumpun energiantarve 1.8 MWh
Energiatarpeet kuukausittain


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft


Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

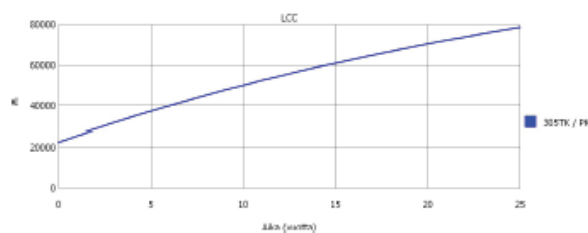
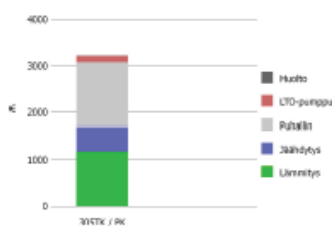
Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

305TK / PK

Lämmitys	1171 € / vuosi
Jäähdytys	531 € / vuosi
Puhallin	1377 € / vuosi
LTO pumppu	144 € / vuosi
Yhteensä	3223 € / vuosi

Investointikustannukset	22480 €
Huoltokustannukset	0 € / vuosi

Elinkaarikustannukset	78603 €
------------------------------	----------------


Käyttöprofiilit
305TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu

1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)



Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2016.kft

Liite 12: LCC Kone 305TK/PK, mitoitus vuoden 2018 vaatimuksilla

KOJA 		Future++ Ohjelmaversio 16.12.2015	21.3.2016 Sivu: 1 / 3
LCC Tuloste			
Lahtötiedot ja olosuhteet			
Projekti	Insinööriyö_kyyhkynen		
Käsittelijä			
Laskettavat Koneet	305TK / PK		
Säädäta	Vantaa		
Käyttöprofiili	MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)		
Poistoilman lämpötila, talvi / kesä	22 / 25 °C		
Poistoilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{ulio}		
Poistoilman RH%, talvi / kesä	30 / 50 %		
Poistoilman RH% profiili	Portaalinen talvi / kesä		
Huonetilan kosteuskuorma X	Ei käytössä		
Tuloilman lämpötila, talvi / kesä	20 / 15 °C		
Tuloilman lämpötilaprofiili	Lineaarinen T_{poisto}		
LTO tyyppi	Patteri		
LTO jäätymisraja	0 °C		
LTO pumpun hyötysuhde	50 %		
LTO putkiston painehäviö	30 kPa		
Neutraalialue	1 °C		
Lämmityskauden raja	12 °C		
Tuloilman lämpötilahyötysuhde	68 %		
Lämpötilahyötysuhde EKO	69 %		
SFP-luku (mitoitussilmavirta)	1.50 kW/m ³		
<p>TBM = lokakuu - maaliskuu ja kesä = huhtikuu - syyskuu</p> <p>Lineaarinen T_{ulio} = Poistoilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkellistä ulkoilman lämpötilaa</p> <p>Lineaarinen T_{poisto} = Tuloilman lämpötila muuttuu maksimi- ja minimilämpötilojen välillä lineaarisesti seuraten hetkellistä poistoilman lämpötilaa</p>			
Laskenta			
LTO vuosihyötysuhde, poisto	57 %		
LTO vuosihyötysuhde, tulo	92 %		
$\eta_{a,poisto} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{poisto}} \quad \eta_{a,tulo} = \frac{Q_{LTO}}{Q_{tulo} - Q_{puhallin}}$			
$\eta_{a,poisto}$	LTO vuosihyötysuhde poistoilman sisältämän lämpöenergian mukaan		
$\eta_{a,tulo}$	LTO vuosihyötysuhde tuloilman lämmitystarpeen mukaan		
Q_{LTO}	poistoilmasta talteenotettu energia [MWh]		
Q_{poisto}	poistoilman sisältämä lämpöenergia ilman LTO:a [MWh]		
Q_{tulo}	tuloilman lämmitysenergian tarve ilman LTO:a ja puhallinta [MWh]		
$Q_{puhallin}$	tulopuhallimen tuottaman lämpöenergian lämmitykseen hyödynnettävissä oleva osuus [MWh]		
Puhelinnumero			Telefax
Email			
<i>Inssityo_2018.kft</i>			


Vuotuiset energiatarpeet
305TK / PK

Poistoilman lämpöenergia Qpoisto	249.2 MWh
Lämmitysenergian tarve Qtulo	161.0 MWh
Talteenotettu energia QLTO	140.9 MWh

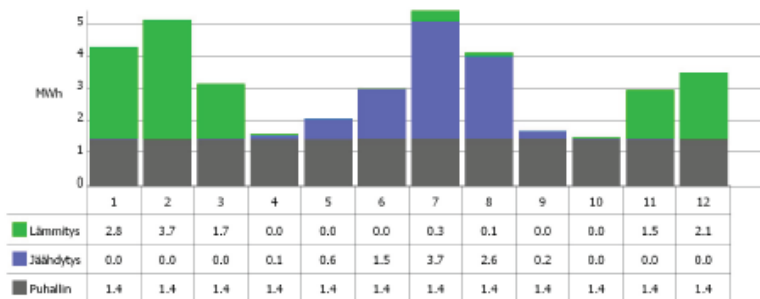
Tuloilman lisälämmitystarve 12.3 MWh

Tuloilman jäähdytystarve 8.7 MWh
 josta tuntuva 7.8 MWh

Puhallinenergian tarve	17.2 MWh	
josta kanavisto	12.8 MWh	75 %
suodattimet	1.4 MWh	8 %
LTO	2.5 MWh	14 %
lämmityspatteri(t)	0.1 MWh	1 %
jäähdytyspatteri(t)	0.3 MWh	2 %
äänenvaimennus	0.0 MWh	0 %
muut	0.0 MWh	0 %

Lämmitysvaikutus Qpuhallin 8.1 MWh

LTO pumpun energiantarve 2.1 MWh

Energiatarpeet kuukausittain


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft


Vuotuiset energiakustannukset ja elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä ja niihin sisältyy investointi sekä huolto- ja energiakustannukset.

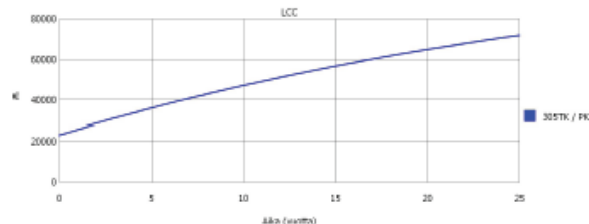
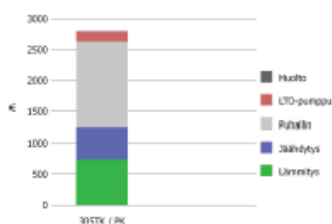
Laskenta-aika	25 vuotta
Laskentakorko	3 %
Energian hinnan nousu	0 % / vuosi
Huoltokustannusten nousu	0 % / vuosi
Lämmitysenergian hinta	60 € / MWh
Sähkön hinta	80 € / MWh
Jäähdytysenergian hinta	60 € / MWh

305TK / PK

Lämmitys	741 € / vuosi
Jäähdytys	523 € / vuosi
Puhallin	1373 € / vuosi
LTO pumppu	171 € / vuosi
Yhteensä	2807 € / vuosi

Investointikustannukset 23127 €

Huoltokustannukset 0 € / vuosi

Elinkaarikustannukset 71999 €

Käyttöprofiilit
305TK / PK

MA-SU 24h 100% (D3 Marjoitusliikerakennus)

Vuosiaikataulu

1-Viikko MA-SU 24h 100% (vuosiaikataulun punaiset viikot)


Puhelinnumero

Telefax

Email

Inssityo_2018.kft