

Ritva Kuusisto

Ilmanvaihtolaitoksen suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Ritva Kuusisto

Työn nimi: Ilmanvaihtolaitoksen suunnittelu

Ohjaaja: Eero Kulmala

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä: 8

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ollut rakennusmääräysten mukaisen ilmanvaihtosuunnitelman laatiminen Lapuan kaupungin omistamaan Sööstetti-nimiseen kiinteistöön. Kiinteistö on 1930-luvulla rakennettu lautaverhottu hirsirakennus, jonka tiloissa on tällä hetkellä Lapuan kaupungin Keskuskoulun esikoulutoiminta sekä koululaisten iltapäivähoito. Kohteessa on käytössä koneellinen 1980-luvulla asennettu poistoilmanvaihtojärjestelmä.

Rakennukseen suunniteltiin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä pyörivällä lämmön talteenottolaitteistolla. Rakennuksen ilmavirrat mitoitettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan.

Kanaviston suunnittelu on tehty Kyndata Oy:n CADS Hepac Pro -ohjelmiston Tasot/kanava-sovelluksella. Valmiin kanaviston rakennusautomaation säätökaavio ja siihen liittyvät automaatiolaitte- ja pisteluettelot on tehty saman ohjelmiston automaatiosovelluksella. Komponenttien valinnassa on käytetty CADS-mitoitusohjelman ja laitevalmistajien esitteiden tietoja.

Lisäksi työssä on selvitetty ilmanvaihtolaitoksen paloteknisen suunnittelun perusteita sekä tarkasteltu ilmanvaihtolaitteista aiheutuvien äänenpainetasojen kehittymistä huonetiloissa. Työn lopussa on kartoitettu rakennusautomaation peruskäsitteistöä suunnittelukohteen ilmanvaihdon osalta.

Avainsanat: ilmanvaihtojärjestelmät, ilmanvaihto, ilmanvaihtolaitteet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC Engineering

Author: Ritva Kuusisto

Title of thesis: Designing a ventilation system

Supervisor: Eero Kulmala

Year: 2013 Number of pages: 44 Number of appendices: 8

The aim of the thesis was to design a ventilation system for Sööstetti building in Lapua. The property was built in the 1930's, and at present the building is in pre-school and childcare function. At the moment there is a ventilation system which was built in 1980.

A forced ventilation system with supply and exhaust air with rotating heat recovery unit was designed for the building. The air currents were scaled with the code of building regulations D2 in Finland.

The channel system and the building automation system were planned with CADS Hepac Pro software. Also a brochure and a piping design diagram from the component manufacturer were used to help with the planning.

In the thesis the basics of fire technical design in ventilation installation and ventilation were solved equipment sound pressure level in the rooms were also solved. At the end of the work, basic terminology for building automation systems was listed.

Keywords: ventilation system, ventilation, ventilation equipment

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkuuettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	8
2 SUUNNITTELUKOHDE	9
2.1 Tietoa rakennuksesta.....	9
2.2 Rakennuksen nykyinen käyttö.....	10
3 ILMANVAIHTOLAITOKSEN SUUNNITTELU	12
3.1 Tilojen mitoitussilmavirrat.....	12
3.2 Poistoilman luokitukset.....	12
3.3 Kanaviston suunnittelu	14
3.4 Päätelaitteet	15
3.4.1 Tuloilmalaitteet.....	15
3.4.2 Poistoilmalaitteet.....	19
3.4.3 Säleiköt ja hajottajat.....	19
3.5 Muut laitteistot.....	23
3.5.1 Ilmanvaihtokone.....	23
3.5.2 Säätopellit	25
4 KOHTEEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU	26
4.1 Palon leviämisen estäminen palo-osastossa	26
4.2 Palon leviämisen estäminen palo-osastosta toiseen.....	27
4.3 Palopeltiventtiili palonrajoittimena	28
4.4 Ilmanvaihtokanavan palonkestävyys.....	29
5 ÄÄNEN ETENEMINEN ILMANVAIHTOLAITTEISTOSSA.....	31
5.1 Puhallinäänen vaimentaminen	31
5.2 Äänen voimakkuuden mittaus	32

5.3	Äänenpainetasot huoneissa	33
5.4	Esimerkki äänenpainetasojen yhteenlaskusta	35
6	ILMANVAIHDON AUTOMAATIO	37
6.1	Ohjaukset.....	37
6.2	Säätö.....	38
6.3	Varotoimet.....	39
6.4	Mittaukset.....	40
7	YHTEENVETO.....	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	44

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Sööstetti on vanha emäntäkoulun päärakennus Lapualla.....	9
Kuvio 2. Ensimmäisen kerroksen ryhmähuonetila.	11
Kuvio 3. DYFB-suutinhajotin.	16
Kuvio 4. Kolmessa alakerran huoneessa on alkuperäinen sisäkattopanelointi.	16
Kuvio 5. KTI-tuloilmaventtiili.	17
Kuvio 6. SAS-tuloilmaventtiilit.	18
Kuvio 7. Syrjäyttävä ilmanjakolaite.....	18
Kuvio 8. KSO-poistoilmalaite.....	19
Kuvio 9. RIS-ulkoilmasäleikkö.....	20
Kuvio 10. Ulkoilmasäleikön koko valitaan halutun otsapintanopeuden mukaan. ...	21
Kuvio 11. EYMA-ulospuhallushajotin.	22
Kuvio 12. Ulospuhallushajottimen painehäviö.....	22
Kuvio 13. Recair Smart A-25-HW -ilmanvaihtokone.	24
Kuvio 14. IIRIS-säätöpelti.	25
Kuvio 15. Moottorimallinen palopelti ETPR-EI-1 ja sulakemallinen palopelti	28
Kuvio 16. KSO-P-palopeltiventtiili.	29
Kuvio 17. STQA-tuloilmaventtiili.....	29
Kuvio 18. Pyöreä kanavaäänenvaimennin.....	32
Kuvio 19. Päätelaitteen kautta tuleva kanavan äänitaso huoneeseen 101.	34
Kuvio 20. Sarjasäädön periaate.....	38
Taulukko 1. Huoneen 101 äänitasot puhaltimelta ja päätellaitteista.....	34

Käytetyt termit ja lyhenteet

Alilämpöinen ilma	Huoneen oleskeluvyöhykkeen lämpötilaa alhaisemmassa lämpötilassa huoneeseen johdettavaa ilmaa.
Anturi	Mittalaitteen osa, jonka reagointikykyä ympäristön kanssa käytetään hyväksi fysikaalisten suureiden mittaamisessa. Anturissa itsessään ei yleensä ole näyttöä tai osoitinlaitetta, vaan anturi välittää mittauksen tiedon eteenpäin mittarille tai automaatiojärjestelmälle.
Virissäädin	Pyöreään kanavan virtauskuristin, jonka virtausaukko pysyy säädettäessä pyöreänä.
Ilmavirta	Aikayksikössä siirrettävä ilmamäärä.

Keskusilmanvaihtolaitteisto

Ilmanvaihtolaitteisto, joka palvelee vähintään kahta palo-osastoa

Paloeristys	Ilmakanavaan tai muihin laitteisiin tai rakenteisiin kiinnitetty palonkestoaikaa lisäävä verhous.
Palonrajoitin	Laite tai rakennusosa, jonka avulla estetään palon leviäminen palo-osastosta toiseen määrätyn kestoajan.

Palonkestävä kanava tai laite

Asetetun paloluokan vaatimukset täyttävä kanava tai laite. Useimmiten palonkestävyys saadaan aikaan paloeristyksen avulla.

Painehäviö	Virtauksessa kitkan tai paikallisvastuksen vuoksi tapahtuva energiahäviö.
Savunrajoitin	Laite, laitteisto tai rakennusosa, jolla rajoitetaan palon alkuvaiheessa syntyvän savun leviämistä ilmanvaihtolaitteiston kautta palo-osastossa tai palo-osastosta toiseen.
Tasauslaatikko	Kanavan ja tuloilmalaitteen väliin asennettu laite, jonka tarkoituksena on tasata tuloilman virtausta ja vaimentaa kanavaa pitkin kulkevia ääniä.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä rakennusmääräysten mukainen ilmanvaihtosuunnitelma Lapuan kaupungin omistamaan Sööstetti-nimiseen kiinteistöön.

Kiinteistössä toimii Lapuan kaupungin Keskuskoulun esikoulu sekä koululaisten iltapäivähoito. Lisäksi rakennuksen kellarikerroksessa on Lapuan työhakijat ry:n kahvila sekä kokous- ja toimistotiloja.

Kiinteistössä on tällä hetkellä koneellinen 1980-luvulla asennettu poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tilojen poistoilma johdetaan poistoilmanvaihtokanavien ja rakennuksen katolla olevan huippuimurin kautta jäteilmana ulos. Korvausilma huoneisiin tulee ulkoseinällä ikkunoiden vierellä olevista venttiileistä. Koska tuloilmaa ei lämmitetä, kylmällä säällä ilmavirta saattaa aiheuttaa vetoa, mikä voi johtaa tuloilma-venttiilien sulkemiseen, jolloin korvausilma hakeutuu tiloihin vaipan vuotokohtien kautta. Järjestelmässä ei ole käytössä poistoilman lämmön talteenottoa.

Ilmanvaihtolaitoksen suunnittelu rajoittuu toimeksiannon mukaisesti kiinteistön ensimmäiseen ja toiseen kerrokseen. Kellarikerroksen ilmanvaihto toteutetaan myös jatkossa huippuimurin avulla tapahtuvana koneellisena poistoilmanvaihtona. Tässä opinnäytetyössä käsitellään rakennuksen ensimmäistä ja toista kerrosta palvelevaa ilmanvaihtolaitosta. Kohteeseen suunniteltiin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa huonetiloihin johdettavaa raitisilmaa lämmitetään tiloista poistettavalla lämpimällä ilmalla.

Suunnittelutyö oli kiinnostava ja haasteellinen. Korjausrakennuskohteessa kanavien sijoitukset sisätiloissa ja runkokanavien halkaisijoiden pitäminen kohtuullisena asettivat suunnittelutyölle omat rajoituksensa. Myös uuden tekniikan tuominen vanhaan ympäristöön aiheutti monessa kohdin pohdintaa.

2 SUUNNITTELUKOHDE

2.1 Tietoa rakennuksesta

Sööstetin rakennus (Kuvio 1.) sijaitsee Lapuan kaupungin Jokilaakson matkailupuutarhan puistoalueella. Kiinteistö on vanha Lapuan emäntäkoulun päärakennus, joka on rakennettu Lapuan keskustan tuntumaan lähelle Nurmonjoen ja Lapuanjoen yhtymäkohtaa. Hirsirunkoinen, lautaverhoiltu talo on valmistunut 1930-luvulla ja edustaa 1920-luvun klassismin tyyliä, jossa perinteisen kivirakennuksen muotokieltä on sovitettu puiseen rakennukseen (Mentula 2005, 27). Rakennus on peruskorjattu 1980-luvulla, jolloin kiinteistö liitettiin kaukolämpöverkkoon ja rakennukseen asennettiin koneellinen poistoilmanvaihto. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen radiaattorilämmitys.



Kuvio 1. Sööstetti on vanha emäntäkoulun päärakennus Lapualla. (Keskuskoulun iltapäivätoiminta, [Viitattu 26.2.2013].)

Rakennus on alun perin suunniteltu opetuskäyttöön. Huonetilat ovat melko korkeita, joskin huoneiden nykyinen korkeus vaihtelee hieman. Ensimmäisessä kerroksessa huonekorkeus on keskimäärin 3 metriä, toisessa kerroksessa luokkahuoneiden keskimääräinen huonekorkeus on 2,8 metriä, liikuntatilana toimivan tilan huonekorkeus on 2,4 metriä. Alakerran kolmessa huoneessa on alkuperäinen paneelikoristeinen sisäkattoverhous.

Kiinteistö jakautuu kuuteen palo-osastoon: kukin kerros muodostaa oman palo-osaston (kellari, ensimmäinen kerros, toinen kerros, ullakkotila). Lisäksi ensimmäisen ja toisen kerroksen eteisaulat ja niitä yhdistävä porraskäytävä sekä rakennuksen päätyosan eteinen ja porraskäytävä muodostavat kumpikin oman palo-osaston.

Koko rakennuksen bruttoala on 735 m² ja tilavuus 2460 m³. Ensimmäisen kerroksen huoneistoala on 221 m² ja ilmatilavuus 660 m³, toisen kerroksen huoneistoala on 210 m² ja ilmatilavuus 560 m³. Kerroksissa on luokka- ja ryhmähuonetiloja, liikuntatila, aulatilat ja porrashuoneet sekä pienempiä aputiloja. Rakennuksen ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa sijaitsee kummassakin yksi WC-tila.

2.2 Rakennuksen nykyinen käyttö

Kiinteistö on Lapuan kaupungin omistuksessa ja rakennuksessa on tällä hetkellä Lapuan kaupungin Keskuskoulun esikoulu- sekä koululaisten iltapäivähoitotoimintaa. Lisäksi rakennuksen kellarikerroksessa on Lapuan työhakijat ry:n kahvila sekä kokous- ja toimistotiloja.

Ensimmäisessä kerroksessa on Lapuan keskuskoulun 1.- ja 2.-vuosiluokkien iltapäivätoiminta. Tiloja käytetään viitenä päivänä viikossa iltapäivisin klo 12 - 17 välisenä aikana koulujen loma-aikoja noudattaen. Iltapäivätoiminnassa oppilaat tekevät läksyjä, leikkivät, pelaavat, syövät välipalan, ulkoilevat ja viettävät aikaa ohjaa-

jien valvonnassa. Paikalla on 2 – 3 ohjaajaa. (Keskuskoulun iltapäivätoiminta, [Viitattu 26.2.2013].)

Toisessa kerroksessa (Kuvio 2.) toimii Lapuan keskuskoulun esikouluopetus. Lukuvuonna 2011 - 2012 esioppilaita oli yhteensä 33, opettajina toimi kolme luokanopettajaa sekä yksi koulunkäyntiavustaja. Oppilaat on jaettu neljään ryhmään. Esiopetusta järjestetään Sööstetissä aamupäivisin viitenä päivänä viikossa koulujen loma-aikoja noudattaen. Viikkojärjestys sisältää mm. ohjattua ja vapaata leikkiä sisällä ja ulkona, kädentaitoja, musiikkia ja kuvallista ilmaisua, opetusaineita sekä liikuntaa (Keskuskoulun esikoulu, [Viitattu 26.2.2013].). Esikoululaiset ruokailevat viereisessä rakennuksessa entisen Kotitalousoppilaitoksen tiloissa.



Kuvio 2. Ensimmäisen kerroksen ryhmähuonetila. (Keskuskoulun esikoulu, [Viitattu 26.2.2013].)

3 ILMANVAIHTOLAITOKSEN SUUNNITTELU

3.1 Tilojen mitoitusilmavirrat

Rakennuksen ilmavirrat on mitoitettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, mukaan. Osan D2 liitteen 1 taulukoissa on esitetty ohjearvot käyttöajan ilmanvaihdon mitoittamiseen. Ilmavirrat mitoitetaan joko henkilökuorman, tilan pinta-alan tai käyttötarkoituksen perusteella. Koska suunniteltavassa kohteessa on sekä esikoulu- että iltapäivähoitotoimintaa, tilojen ilmavirrat voidaan määrittää joko D2:n taulukon 3 (oppilaitokset) tai taulukon 7 (päiväkodit) mukaan. Henkilölukuun perustuva mitoitusilmavirta päiväkodeissa ja oppilaitoksissa on sama, $(6 \text{ dm}^3/\text{s})/\text{hlö}$. Huonetilan pinta-alaan perustuva ilmamäärä on päiväkotien ryhmähuoneissa $2,5 \text{ (dm}^3/\text{s})/\text{m}^2$ ja oppilaitosten opetustiloissa $3 \text{ (dm}^3/\text{s})/\text{m}^2$. Tämän opinnäytetyön liitteessä 2 on tarkasteltu näitä eri mitoitusperusteita. Siinä on huoneittain laskettu mitoitusilmavirrat perusteena henkilöluku tai huonetilan ala.

Liitteessä 3 näkyvät huoneisiin valitut tulo- ja poistoilmamäärät.

Kohteen ilmanvaihto mitoitettiin noin 95 % alipaineiseksi (tuloilmavirta on 95 % poistoilmavirrasta), jotta välttyttäisiin sisäpuolisen huoneilman kosteuden kulkeutumiselta rakenteisiin.

3.2 Poistoilman luokitukset

Rakennusmääräyskokoelman D2 3.4.2.2 mukaan ilmanvaihtolaitoksen poistoilma jaotellaan ilman likaisuuden mukaan neljään luokkaan. Poistoluokkaan yksi kuuluu ilma, joka sisältää vain vähän epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi toimistotilojen ja opetustilojen poistoilma. Poistoluokan kaksi ilma sisältää jonkin verran epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi asuinhuoneiden, ruokailutilojen ja pukuhuoneiden pois-

toilma. Kolmanteen poistoluokkaan kuuluvat tilat, joissa tilojen kosteus, prosessit, kemikaalit ja hajut oleellisesti huonontavat poistoilman laatua. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, WC:t, pesutilat ja saunat. Neljänteen poistoluokkaan kuuluu poistoilma joka sisältää pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet. Tällaisia poistoja ovat esimerkiksi grillit ja keittiöiden kohdepoistot, ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet ym.

Pääosa suunnittelukohteen poistoilmasta on poistoilmaluokkaan yksi ja kaksi kuuluvaa jäteilmaa. Kahden WC:n poistoilmat kuuluvat luokkaan 3.

Rakentamismääräysten D2 3.6.2.4 mukaan luokan 3 poistoilmaa (WC-tilat) ei saa sekoittaa muiden tilojen poistoilmavirtoihin, vaan ne johdetaan erilliskanavilla tai saman tyyppisiä tiloja palvelevilla yhteiskanavilla ulos. Kuitenkin enintään kahden WC-tai vastaavan tilan poistoilma voidaan johtaa luokkien 1 ja 2 poistoilman pystykanaviin, jos näiden tilojen poistoilmavirta on yhteensä korkeintaan 10 % pystykanavan kokonaisilmavirrasta. Suunnittelukohteessa on molemmissa kerroksissa yksi WC-tila, joiden kummankin mitoituspoistoilmavirta on 20 l/s. Ilmamäärän mitoitusperusteena on ollut D2 liitteen 1 taulukko 11: Muiden kuin asuntojen hygieniatilat.

Ensimmäisen kerroksen WC:n poistoilma liittyy pystykanavaan, jonka kokonaispoistoilmavirta on 324 l/s. Tässä WC-poistossa 10 %:n vaatimus täyttyy. Toisen kerroksen WC:n poistoilma liittyy pystykanavaan, jonka kokonaispoistoilmavirta on 134 l/s. Tässä WC:n poistoilmavirta on 15 % pystykanavan kokonaisilmavirrasta. Mikäli WC:n ilmavirtaus määritellään 14 l/s:aan, 10 % vaatimus täyttyy.

Myös 14 l/s suuruinen WC:n poistoilmavirta voitaneen katsoa tässä tapauksessa riittäväksi, asuinrakennuksissa määräystenmukainen WC:n poistoilmavirta on 10 l/s. Kyseisen WC:n pinta-ala 1,5 m² vastaa asuinrakennuksessa olevaa pienikokoista WC-tilaa.

3.3 Kanaviston suunnittelu

Kanaviston mitoitus on tehty Kyndata Oy:n CADS Hepac Pro -ohjelmiston Tasot/kanava-sovelluksella. Valmiin kanaviston rakennusautomaation säätökaavio ja siihen liittyvät automaatiolaite- ja pisteluettelot on tehty saman ohjelmiston automaatio-sovelluksella.

Kanaviston suunnittelussa pyrittiin käyttämään hyväksi mahdollisimman paljon rakennuksen olemassa olevan ja purettavan poistoilmakanaviston läpivientejä. Kummankin kerroksen kanavat johdetaan erillisinä ullakolle, jolloin kerrosten ilmanvaihtoa voidaan säädellä erillisinä yksiköinä. Ensimmäisen kerroksen ilmanvaihtokanavat johdetaan ylös kahdesta läpivientikohdasta. Usea läpivienti kerroksessa katsottiin perustelluksi, koska näin runkokanavien kanavakoko ja liitäntäpitiudet pysyivät kohtuullisina. Toisessa kerroksessa liikuntatilan ilmanvaihdon järjestäminen vaati tästä kerroksesta kolmannet läpiviennit, koska liikuntasalin matala kattokorkeus (2400 mm) ei salli tilassa pitkiä kanavavetoja.

Kanavistot rakennetaan kulkemaan luokka- ja ryhmähuonetiloissa koteloituna seinän ja katon rajapintaan. Aulatiloissa kanavat koteloinnin sijasta maalataan valkoisiksi. Ullakolla kanavat kulkevat lämmittämättömässä ulkotilassa, jonka takia nämä kanavat lämpöeristetään, esimerkiksi PAROC Hvac AirCoat –ilmanvaihtokanavaeristeellä.

Tiloissa käytetään pääsääntöisesti sekoitettavaa ilmanjakoa, jossa tuloilma sekoitetaan päätelaitteiden avulla nopeasti ja tasaisesti huoneilmaan. Päätelaitteesta tulevan ilmasuihkun nopeus on suuri, jopa useita metrejä sekunnissa. Tuloilman lämpötila voi olla 5...10 °C alilämpöistä huonetilaan nähden (Seppänen ym. 2004, 139). Oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella voidaan käyttää suuria ilman nopeuksia jotta tuloilmasuihku saadaan tunkeutumaan syvälle huoneilmaan ja sekoittumaan siihen tehokkaasti. Mutta ilmavirtauksen laskiessa oleskeluvyöhykkeen tasolle (1,8 m), nopeus saa olla enää 0,2 m/s, jotta vedon tunteelta vältyttäisiin.

Toisen kerroksen liikuntatilassa käytetään syrjäyttävää ilmanjakoa. Syrjäyttävässä ilmanjaossa hyödynnetään tilassa olevien lämmönlähteiden, kuten ihmisten, aiheuttamaa pystysuoraa konvektiovirtausta. Kun muutaman asteen alilämpöinen tuloilma johdetaan tilan alaosaan, lämmin ilma ja siinä olevat epäpuhtaudet nousevat ylöspäin ja kerääntyvät tilan yläosaan, mistä ne poistetaan poistoilmanlaitteiden avulla (Seppänen ym. 2004, 159). On huomattava, että syrjäyttävässä ilmanjaossa alilämpöinen tuloilma tuodaan oleskeluvyöhykkeelle pienellä nopeudella (Seppänen ym. 2004, 136). Syrjäyttävä ilmanjako perustuu tuloilman alempaan lämpötilaan, sillä silloin huoneeseen muodostuu kaksi ilman puhtaudeltaan erilaista vyöhykettä: alas puhdas oleskeluvyöhyke ja ylös epäpuhtauksien kerääntymisvyöhyke. Jos tuloilma on lämpimämpää tai saman lämpöistä kuin huoneilma, tehokasta konvektiovirtausta ei tapahdu ja järjestelmä toimii kuten sekoittava ilmanjako.

3.4 Päätelaitteet

Päätelaitteet on mitoitettu CADS Hepac Pro -ohjelmiston ja päätelaittevalmistajien esitteiden mitoituskäyrästä avulla. Liitteen 4 taulukosta löytyvät valittujen päätelaitteiden esisäätoarvot.

3.4.1 Tuloilmalaitteet

Luokka- ja ryhmähuoneiden tuloilman päätelaitteiksi valittiin Fläkt Woods Oy:n mallistosta DYFB-suutinhajoittimet (Kuvio 3.). Tuloilmasuihkun virtaussuuntaa voidaan suuttimien avulla säätää käytön aikana halutulla tavalla ilman, että laitteen painehäviö tai äänitaso muuttuvat. Päätelaitteessa on lisäksi kiinteä paineentasauslaatikko, joka tasaa ilman virtausta ja lisää päätelaitteen äänenvaimennusominaisuuksia.



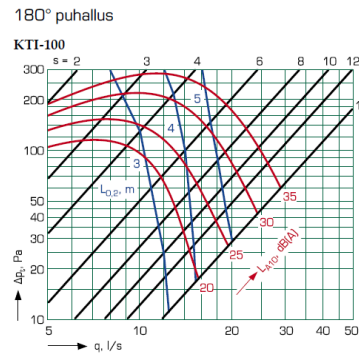
Kuvio 3. DYFB-suutinhajotin.
(Kattohajottajat, [Viitattu 26.2.2013].)

Mielestäni vapaasti kytkentäkanavan päähän asennettava malli sopii kyseiseen kohteeseen, koska tällöin ei tarvitse rikkoa huoneiden vanhaa ja kaunista sisäkattopintaa (Kuvio 4.). Valkoiseksi maalatun kanavan päähän asennettuna valkoisen katon alapuolella tuloilmalaite on niin huomaamaton kuin se voi tällaisessa arvokkaassa saneerauskohteessa olla. Kaikkea tekniikkaa ei vanhassa kohteessa voi piilottaa, mutta esimerkiksi värivalinnolla ne voidaan sopeuttaa ympäristöön.



Kuvio 4. Kolmessa alakerran huoneessa on alkuperäinen sisäkattopanelointi.

Toisen kerroksen tulostinhuoneeseen valittiin päätelaitteeksi Fläkt Woods´in KTI-tuloilmaventtiili (Kuvio 5.). Kanavaan lähelle huoneen seinää sijoitettavan kartiohajottajan puhallussuunta on 180 astetta.



Kuvio 5. KTI-tuloilmaventtiili.
(Tuloilmaventtiilit, [Viitattu 26.2.2013].)

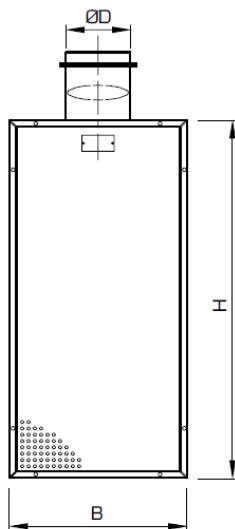
Yläkerran ja alakerran aulatiloissa tuloilman päätelaitteina ovat Climecon Oy:n SAS-tuloilmaventtiilit (Kuvio 6.). Laitteet valittiin pitkän pistemuotoinen puhalluskuvion vuoksi, koska näin tuloilma saadaan puhallettua tiloihin sivuseiniltä. Päätelaitteet asennetaan pystysuuntaan liitântakanavien päihin. Myös ensimmäisen kerroksen ryhmähuoneeseen (huone 108) valittiin kyseiset tuloilmalaitteet samasta syystä. Näin huoneen tulo- ja poistoilmanvaihdot saatiin toteutettua sivuseinältä käsin eikä tilan vanha arvokas sisäkaton ulkoasu muuttunut. Tuloilmakanavat maalataan näissä tiloissa valkoisiksi. Huoneessa 108 kanava voidaan vaihtoehtoisesti koteloida seinän ja katon rajapintaan.

Päätelaitteen säätö tapahtuu tulppaamalla tarvittava määrä suuttimia.



Kuvio 6. SAS-tuloilmaventtiilit.
(Tuloilmaventtiilit 2, [Viitattu 26.2.2013].)

Yläkerran liikuntatilaan valittiin syrjäyttävä tuloilmalaite (Kuvio 7.), joka tilaajalla oli valmiina aikaisemmasta saneerauskohteesta yli jääneenä. Laite asennetaan liikuntatilan lattialle seinään kiinnitettynä ja koteloituna. Piennopeuslaitteeseen liitetään säätöpelti ja äänenvaimennin tuloilmakanavaan laitteen yläpuolelle.



Kuvio 7. Syrjäyttävä ilmanjakolaite.
(Piennopeuslaite, [Viitattu 26.2.2013].)

3.4.2 Poistoilmalaitteet

Poistoilman päätelaitteina kohteessa käytettiin Fläkt Woods Oy:n KSO-poistoilmaventtiilejä (Kuvio8.). Ilmavirran ja painehäviön mukaan valittiin KSO-100, KSO-125 ja KSO-160-päätelaitteita.

Lisäksi sulkeutuvina palonrajoittimina käytettiin KSO-P poistoilmaventtiilejä. Näistä tarkemmin paloteknisestä suunnittelusta kertovassa osassa.



Kuvio 8. KSO-poistoilmalaitte.
(Poistoilmaventtiilit, [Viitattu 26.2.2013].)

3.4.3 Säleiköt ja hajottajat

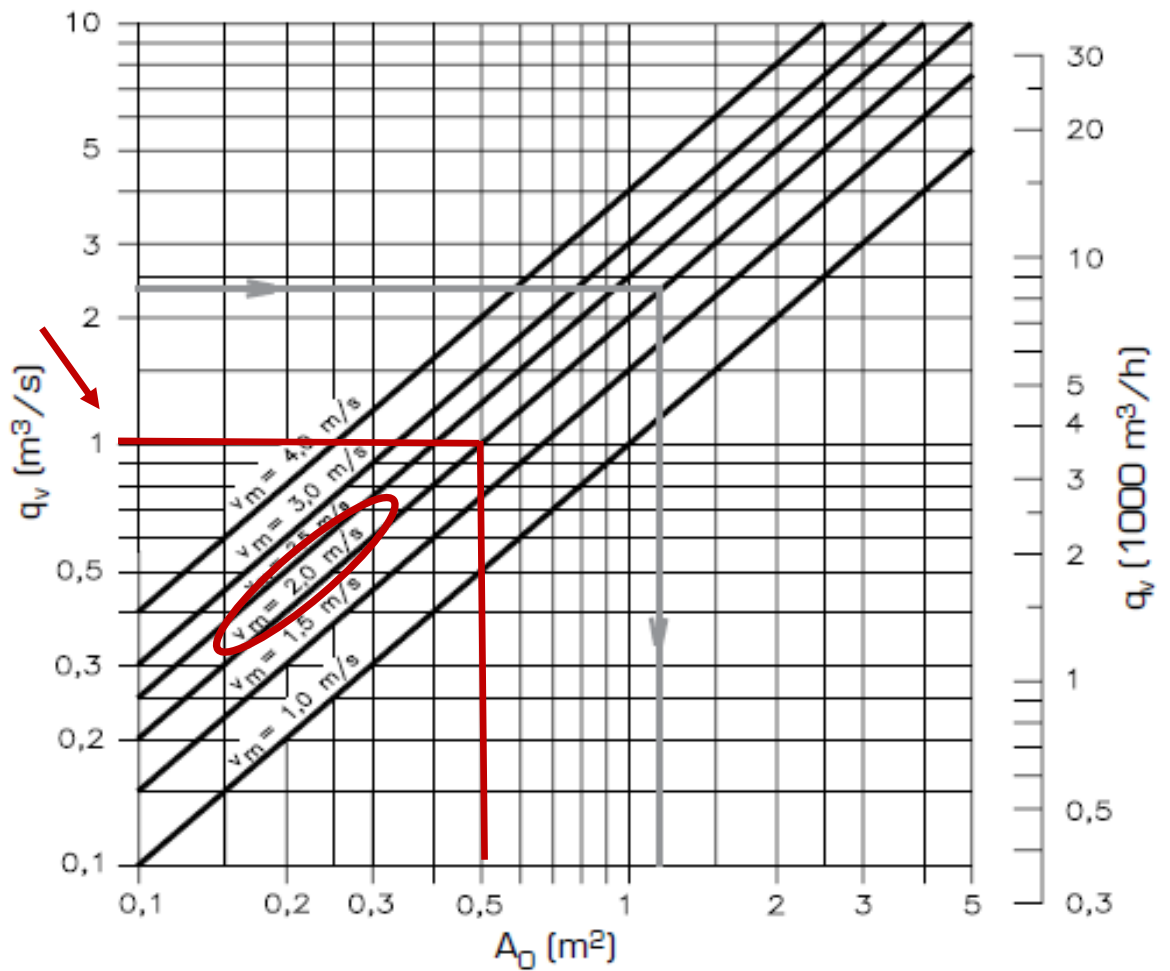
Tuloilmakoneen yhteydessä oleva ulkoilmasäleikkö toimii ulkoilman sisäänottoaukkona. Säleikön tehtävänä on estää veden, lumen, vieraiden esineiden tai eläinten pääsy tuloilmakoneeseen ja -kanavistoon.

Ulkoilmasäleiköksi valittiin neliönmuotoinen, kuumasinkitystä teräksestä valmistettu FläktWoods Oy:n RIS-700x700-SFe-säleikkö (Kuvio9.). Säleikkö koostuu irrotettavasta säleikköosasta, asennuskehyksestä ja suojaverkosta.



Kuvio 9. RIS-ulkoilmasäleikkö.
(Ulkosäleiköt, [Viitattu 26.2.2013].)

Tuloilmavirran otsapintanopeudeksi ulkoilmasäleikössä haluttiin 2 m/s, jotta sadevesipisarot, lumihitaleet ja hyttysset tms. eivät kulkeudu tuloilmavirran mukana liian helposti säleikön läpi. Valintakäyrästäoltä todetaan tilavuusvirran ollessa 1 m³/s sopivaksi säleikön otsapinta-alaksi 0,5 m², jolloin ilmavirran otsapintanopeudeksi tulee 2 m/s (Kuvio 10.). Kyseinen otsapinta-ala saavutetaan 0,7 m x 0,7 m kokoisella säleiköllä. Lisäksi säleikön ja raitisilmakanavan väliin asennetaan kokoojalaatikko läpi päässeen veden ja lumen keräämistä varten. Kokoojalaatikon alareuna asennetaan viistoksi ja laatikosta johdetaan vesiyhde sadeveden ulospoistamiseksi.



Kuvio 10. Ulkoilmasäleikön koko valitaan halutun otsapintanopeuden mukaan. (Ulkosäleiköt RIS Tekninen esite 2013, 3).

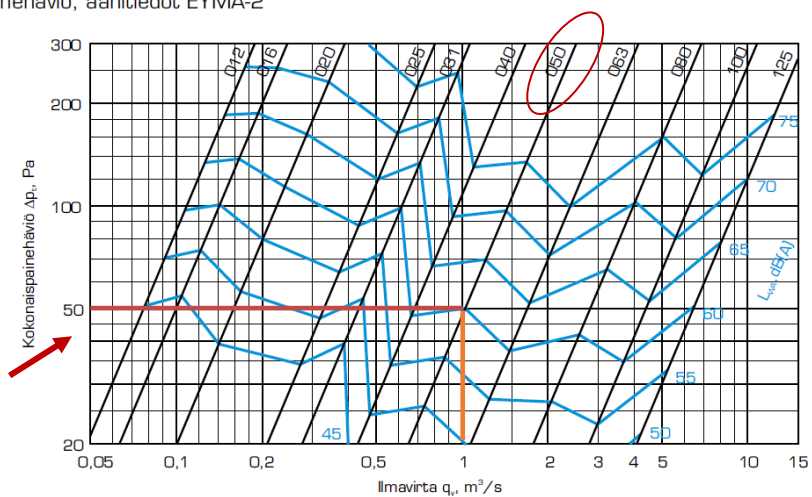
Jäteilman poistoon valittiin FläktWoods Oy:n EYMA-ulospuhallushajotin (Kuvio 11.). Laite johtaa jäteilman poistoaukosta suurella nopeudella ylös, jolloin jäteilman hajut ja epäpuhtaudet eivät laskeudu ulospuhalluskohdan läheisyyteen.



Kuvio 11. EYMA-ulostruphallushajotin.
(Ulkosäleiköt, [Viitattu 26.2.2013].)

Kuviosta 12. nähdään, että 500 mm:n kanavaliitännällä varustettu ulostruphallushajotin aiheuttaa jäteilmakanavaan 50 Pa:n painehäviön, kun poistoilman virtausnopeus on 1 m³/s.

Painehäviö, äänitiedot EYMA-2



Kuvio 12. Ulostruphallushajottimen painehäviö.
(Ulkosäleiköt, [Viitattu 26.2.2013].)

3.5 Muut laitteistot

3.5.1 Ilmanvaihtokone

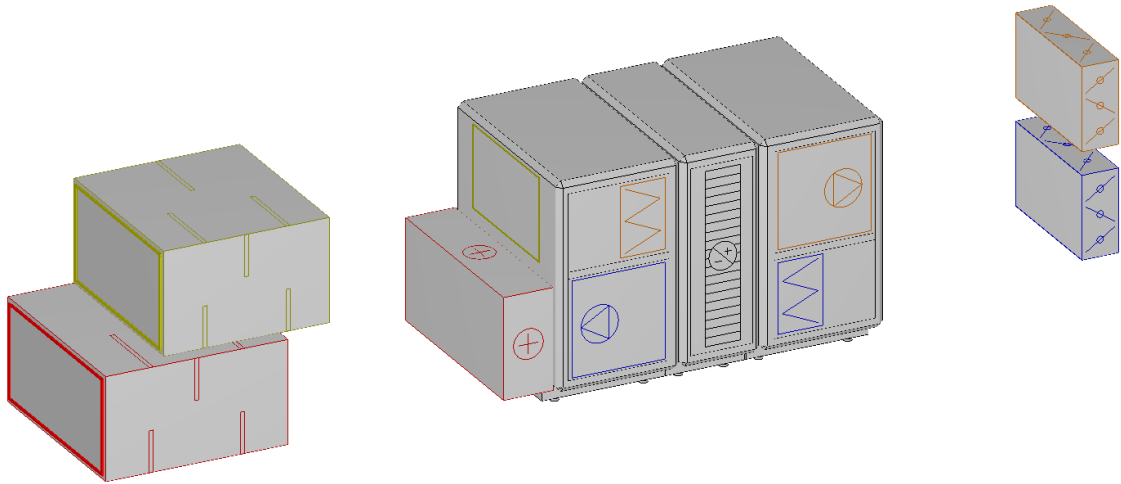
Ilmanvaihtokoneeksi päädyttiin valitsemaan Recair Oy:n valmistama Recair Smart A-25-HW vaakamallinen ilmanvaihtokone portaattomasti pyörivällä lämmönsiirtimellä sekä taajuusmuuttajaohjatuilla puhaltimilla. Koneessa on kaksinkertainen vaippa ja 50 mm:n lämpö- ja paloeriste. Tuloilman vesikiertoinen jälkilämmityspatterit on asennettu eristettyyn koteloon laitteen ulkopuolelle. Ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho on $2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.

Ulkoilma- ja jäteilmapelit toimivat moottoriohjatuksi, sähkökatkoksen aikana pelit sulkeutuvat jousipalautteisesti. Kantikkaat äänenvaimentimet asennetaan ilmanvaihtokoneen lähelle tulo- ja poistoilmakanaviin.

Ilmanvaihtokoneeseen valittiin pyörivä lämmön talteenotto sen hyvän lämpötilahyötysuhteen takia. Valmistajan ilmoittama lämmönvaihtimen lämpötilahyötysuhde on 75 %.

Pyörivän LTO:n toiminta perustuu suureen pyörivään kiekkoon, jonka läpi tulo- ja poistoilmat virtaavat. Poistoilman lämpöä varastoituu kiekon massaan, kiekko lämpenee ja poistoilma jäähtyy. Kiekon pyöriessä varastoitunut lämpöenergia siirtyy kiekon läpi virtaavaan tuloilmaan. Menetelmän haittana on se, että poistoilmasta siirtyy jonkin verran kosteutta ja epäpuhtauksia takaisin tuloilman joukkoon.

Lämmönsiirron tehoa säädetään pyörimisnopeuden muutoksilla nolosta johonkin kiekolle ominaiseen maksimiarvoon. Lämmön siirtyminen paranee pyörimisnopeutta lisäämällä, mutta jollakin pyörimisnopeudella saavutetaan raja, jonka jälkeen lämmönsiirtyminen ei lisäänty. Huurtunut kiekko sulatetaan ohjaamalla LTO miniminopeudelle. (Harju 2006, 67).



Kuvio 13. Recair Smart A-25-HW -ilmanvaihtokone.
(Ilmanvaihtokoneet [Viitattu 26.2.2013].)

Koska ilmastointikonehuone sijoitetaan rakennuksen ullakolle, valittiin koneen paikalleen siirron helpottamiseksi kolmiosainen malli, joka voidaan konehuoneessa koota yhdeksi laitteeksi (Kuvio 13.). Ilmanvaihtokoneen valinta ja mitoitus tehtiin Recair Smart -valintaohjelmalla. Koneen mitoitustiedot on esitetty liitteessä 5.

Koska molemmat kerrokset muodostavat oman kanaviston ja palvelualueen, suunnittelun alkuvaiheessa pohdittiin mahdollisuutta laittaa kummallekin kerrokselle oma ilmanvaihtokone, jolloin kerrosten ilmanvaihdon eriaikainen käyttö olisi mahdollista. Tällöin ilmanvaihtokonehuoneeseen olisi sijoitettu kaksi pienempää konetta vierekkäin. Suunnitteluratkaisussa päädyttiin kuitenkin yhden isomman koneen valintaan. Kerrosten ilmanvaihdon eriaikainen käyttö voidaan toteuttaa haluttaessa palopeltien ohjauksen avulla.

Ilmastointikonehuoneen sijoituspaikaksi valittiin rakennuksen ullakko, jonne rakennetaan lämpöeristetty IV-konehuone.

3.5.2 Säätopellit

Säätopelleiksi valittiin Fläkt Woods Oy:n IRIS-säätopellejä halkaisijaltaan 100, 250 ja 315 millimetriä (Kuvio 14.). Säätopellit sijoitetaan ullakkotilojen kanaviin sekä toisen kerroksen liikuntatilan tuloilmakanavaan.



Kuvio 14. IRIS-säätopelti.
(Mittaus, [Viitattu 26.2.2013].)

4 KOHTEEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuutta koskevat perusvaatimukset on annettu rakennusmääräyskokoelman osassa E1 kohdassa 7.5.1. Määräysten mukaan ilmanvaihtolaitteet on tehtävä siten, että ne eivät lisää palon tai savukaasujen leviämistä. Lisäksi asetuksessa on vaatimus ilmanvaihtokanavien materiaaleista ja puhdistettavuudesta.

Rakennusmääräyskokoelmassa E7 on annettu ohjeita ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuuden täyttämiseksi, esimerkiksi siinä on esitetty perusvaatimukset palon ja savukaasujen leviämisen rajoittamiseksi rakennuksessa.

4.1 Palon leviämisen estäminen palo-osastossa

Ilmakanavien ja kanavaosien seinämien materiaalit ja paksuudet valitaan siten, että kanavaosat kestävät niihin kohdistuvat rasitukset, kuten kuumuuden ja puhdistuksen. Ilmakanavan ja kanavan osien seinämät tehdään vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. (E7 2004, 5).

Rakennustarvikkeet jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen ja sen leviämiseen sekä savun tuottoon ja palavaan pisarointiin. Rakennustarvikkeiden luokat ovat: A1, A2, B, C, D, E, F. Savun tuotto ja palava pisarointi ilmaistaan lisämääreillä s ja d. Savun tuoton luokitus on s1, s2, s3 ja palavan pisaroinnin d0, d1, d2.

Esimerkiksi materiaalimerkintä A2 tarkoittaa rakennustarviketta, jonka osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu. Merkintä s1 tarkoittaa että rakennusmateriaalin savuntuotto on erittäin vähäistä ja merkintä d0 sitä, että palotilanteessa palavia pisaroita tai osia ei esiinny (Ilmanvaihtolaitteistojen 2012, 8). Siten merkintä A2-s1, d0 tarkoittaa siis lähes palamatonta rakennustarviketta.

Suunnittelukohteeseen valitut kanavat ovat pyöreää ruostumatonta kierresaumakanavaa, joiden paksuudet ovat halkaisijaltaan 315 mm:iin asti 0,5 mm, suurempien pyörökanavien paksuus on 0,7 mm.

4.2 Palon leviämisen estäminen palo-osastosta toiseen

Ilmakanavan lävistäessä osastoivan rakennusosan kanava varustetaan palonrajoittimella. Palonrajoitin valitaan siten, että se täyttää kanavan lävistämisen rakennusosan palonkestoajat vaatimuksen. (E7 2004, 6).

Rakennuksen kantavat ja osastoivat rakennusosat jaetaan palonkestoluokkiin sen perusteella, miten ne kestävät paloa. Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

R kantavuus,

E tiiviys,

EI tiiviys ja eristävyys,

Merkintöjen R, REI, RE, EI, E jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina yhdellä seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Näin muodostuva merkintä on rakennusosan paloluokka. Seinän paloluokka voi olla esimerkiksi REI 60 ja siinä olevan oven luokka EI 30 tai E 30. (E1 2011, 5).

Suunnittelukohteen palo-osastojen luokka on EI30. Palopelteinä käytetään Fläktwoods Oy:n malleja ETPR-EI-1 ja ETPR-EI-2, jotka täyttävät sekä tiiviys- että eristävyysvaatimuksen. Ullakotilaan asennetaan moottorimalliset palopellit ETPR-EI-1, ensimmäiseen ja toiseen kerrokseen asennetaan sulakemalliset palopellit ETPE-EI-2 (Kuvio 15.).

Palonrajoittimen yhteydessä kanavassa tulee olla tarkastusluukku, josta pellin kunto voidaan tarkastaa ja lauennut laite virittää uudelleen. (Korkala & Laksola 2009, 117).



Kuvio 15. Moottorimallinen palopelti ETPR-EI-1 ja sulakemallinen palopelti ETPR-EI-2.
(Palopellit, [Viitattu 26.2.2013].)

4.3 Palopeltiventtiili palonrajoittimena

Palonrajoittimelle ei aseteta eristävyysvaatimusta, mikäli siihen liitetävän kanavan pinta-ala on enintään 200 cm² (nimelliskoko enintään 160 mm). (E7 2004, 6.)

Molemmissa kerroksissa WC:n poistoilmapäätelaitteeksi on valittu Fläktwoods KSO-P-palopeltiventtiili. KSO-P on tarkoitettu käytettäväksi E30 - E120 luokan sulkeutuvana palonrajoittimena koneellisen ilmastoinnin poistoilmajärjestelmissä. Jousikuormitteinen lämpösulake sulkee venttiilin lämpötilan noustessa yli sulakkeen sulamispisteen. Sulakkeen nimellinen laukeamislämpötila on + 70 °C. Myös toisen kerroksen satuhuoneessa (huone 209) käytetään samaa KSO-P-poistoilmaventtiiliä.



Kuvio 16. KSO-P-palopeltiventtiili.
(Poistoilmaventtiilit, [Viitattu 26.2.2013].)

Tuloilmaventtiilinä huoneessa 209 on Fläktwoods Oy:n STQA-malli (Kuvio 17.). STQA venttiili täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E7 asettamat vaatimukset venttiilin käytöstä savukaasuja rajoittavana kuristimena.



Kuvio 17. STQA-tuloilmaventtiili.
(Tuloilmaventtiilit, [Viitattu 26.2.2013].)

4.4 Ilmanvaihtokanavan palonkestävyys

Ilmakanavan kulkiessa yhden tai useamman palo-osaston läpi avautumatta niihin, voidaan palonrajoittimet korvata palonkestävyysvaatimukset täyttävällä kanavalla. (E7 2004, 7).

Kanavan paloeristys valitaan siten, että se täyttää kanavan lävistämän osastoivan rakennusosan palonkestoavaatimuksen. Eristetyn kanavaosan palonkesto-aika on puolet rakennusosan luokkavaatimuksesta, yleensä kuitenkin vähintään EI30. Siihen ei saa liittää päätelaitteita eikä paloeristämättömiä haarakanavia. (Ilmanvaihtolaitteistojen 2012, 32).

Suunnittelukohteessa ensimmäisestä kerroksesta tulevat tulo- ja poistoilmakanavat kulkevat toisessa kerroksessa huoneiden 202 ja 208 läpi avautumatta niihin. Nämä kanavat ja läpiviennit paloeristetään toisen kerroksen tiloissa esimerkiksi PAROC Hvac AirCoat -ilmanvaihtokanava eristeellä, jonka paksuus on 50 mm.

Samalla tarkistetaan myös kellarikerroksesta tulevan poistoilmahormin paloeristys, joka kulkee ensimmäisessä kerroksessa huoneen 106 ja toisessa kerroksessa huoneen 201 läpi.

5 ÄÄNEN ETENEMINEN ILMANVAIHTOLAITTEISTOSSA

Ilmanvaihtolaitoksissa melua tuottaa yleensä eniten puhallin. Myös ilman kulku kanavissa, säätölaitteissa ja venttiileissä aiheuttaa virtausääniä. Lisäksi laitteiden värähtely tuottaa mekaanista melua, joka siirtyy runkoäänenä koneista rakennukseen.

5.1 Puhallinäänen vaimentaminen

Puhaltimen aiheuttama ääni kulkeutuu kanavien ilmatilaa pitkin huonetiloihin. Edelessään kanavistossa ja kohdatessaan vastuksia ja virtauksen jakaantumisia ääniaallon voimakkuus vaimenee hiukan. Esimerkiksi kun ääniaallot kohtaavat kanavan haaran, ilmavirta ja samalla myös ääniteho jakautuu osiin virtaavan ilmamäärän tai haarakanavien poikkipinta-alan mukaan. Myös mutkat, kanavien päät ja muodonmuutokset aiheuttavat ilmavirtaan kertavastuksen ja äänen vaimennuksen. Sen sijaan suora, sileä ja pyöreä kanava ei juuri vaimenna, vaan kuljettaa ääntä eteenpäin. Säätöpelti kanavistossa lisää äänenpainetasoa. Huoneessa oleva päätelaite on merkittävä puhallinäänen vaimennin, joskin päätelaitteet itsessään myös lisäävät huoneen äänenpainetasoa. Kun kanavaverkosto mitoitetään tasapainoiseksi ja ilman virtausnopeudet kytkentäkanavissa pysyvät pieninä, päätelaitteiden aiheuttama äänitason lisäys huoneessa ei ole merkittävä. Lisäksi myös huonetila on äänen vaimennin.

Puhallinäänen vaimennukseen kanavissa käytetään yleensä tehdasvalmisteisia äänenvaimentimia, joissa vaimennusmateriaalina on mineraalivilla tai muu palamaton aine. Kuitujen pääsy ilmavirtaan estetään ilmaa läpäisevällä pinnoitteella. Äänenvaimentimet sijoitetaan tulo- ja poistoilmakanaviin IV-konehuoneessa melko pian puhaltimien jälkeen, kuitenkin siten, että paineaukosta tuleva epätasainen virtaus ehtii tasoittua. (Harju 2008,55).

Suunnittelukohteessa käytetään IV-konehuoneessa ilmanvaihtokonevalmistajan toimittamia suorakaideäänenvaimentimia ja kerroksissa pyöreitä FläktWoods Oy:n

BDER-kanavavaimentimia (Kuvio 18.). Ensimmäisessä kerroksessa äänenvaimentimet sijoitetaan huoneen 103 tulo- ja poistoilmakanaviin. Toisessa kerroksessa liikuntatilan tuloilmakanavaan ennen syrjäyttävän ilmanvaihdon päätelaitetta asennetaan myös äänenvaimennin.



Kuvio 18. Pyöreä kanavaäänenvaimennin. (Äänenvaimentimet, [Viitattu 26.2.2013].)

5.2 Äänen voimakkuuden mittaaminen

Äänen voimakkuuden yksikkö on desibeli (dB). Ihmiskorvin havaittava kuulokynnyks on 0...20 dB:n välillä, tavallinen keskustelu on noin 70 dB:n tasolla ja 125 dB:ä ylittävät äänet ihminen aistii kipuna. Äänenpainetasoa eli äänen voimakkuutta mitataan desibelimittarilla. Ihmisen kuuloaistimus riippuu sekä äänen taajuudesta että äänenpainetasosta. Ihminen kuulee äänet, joiden taajuus on 20...20000 Hz. Alle 20 Hz:n taajuudella olevat infraäänit ja yli 20 kHz:n taajuudella olevat ultraäänit ovat ihmisen korvan kuuloalueen ulkopuolella.

Lisäksi eri taajuuksilla ihmiskorvan herkkyys vaihtelee. Ihmiskuulo on herkimmillään taajuusalueella 2000 - 5000 Hz, ja tämän alueen ulkopuolella kuulon herkkyys alenee. Ilmanvaihtolaitoksen äänitasoa mitattaessa käytetään ns. taajuuspai-

notusta. Äänitasomittariin on rakennettu painotussuodatin, joka pyrkii matkimaan ihmiskorvaa painottaen taajuuksia, jotka korva kuulee hyvin ja suodattaen pois niitä, joilla kyseisessä mittauksessa ei ole suurta merkitystä. Standardin mukaisia painotuksia on kolme: A, B ja C (Halme & Seppänen 2002, 13.). A-painotettu äänitason mittaus vastaa ihmisen kuuloaistia ja se on kaikkein yleisimmin käytetty painotustapa. A-painotetusta äänitasosta käytetään merkintää L_A tai dB(A).

Äänilähteiden tuottamat äänenpainetasot voivat olla hyvinkin erilaisia eri taajuuksilla. Tämän vuoksi äänen taajuus jaetaan mitattaessa pienempiin osiin, taajuuskaistoihin. Tavallisesti käytetään ns. oktaavikaistoja, joista yleisimmin käytössä olevat kaistat standardikäytössä olevilla äänimittareilla ovat 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 ja 8000 Hz. (Halme & Seppänen 2002, 5).

5.3 Äänenpainetasot huoneissa

Rakennusmääräyskokoelman D2 mukaan suunnittelukohteessa suurimmat sallitut A-painotetut äänitasot oppilaitosten opetustiloissa ja päiväkotien ryhmätyötiloissa saavat olla 33/38 dB(A). Ensimmäinen luku on laitteen toiminta-ajan mukainen A-painotettu ekvivalentti- eli keskiäänitaso $L_{A,eq,T}$ (dBA). Jälkimmäinen luku on ilmanvaihdon tehostuksen aikainen A-painotettu enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ (dBA). Käytävä- ja aulatiloiissa sekä liikuntatiloissa äänitason yläraja on 38/43 dB(A). Varasto- ja siivoustiloille ei ole määriteltyä äänitason ylärajaa.

Huoneeseen tulevan äänitason laskenta tapahtuu siten, että seurataan puhaltimesta lähtevän äänitehotason kehittymistä huoneessa olevan kanavan päähän saakka. Äänenvaimentimet vaimentamat puhallinäätä, lisäksi kanavien haarakohdissa ääniteho vaimenee virtauksen jakautumisen mukaan. Kanavien mutkat lisäävät vaimennusta, kun taas säätöpellit lisäävät äänenpainetasoa. Laskelmat äänenpainetasoista tehdään oktaavikaistoittain, lopuksi tehdään A-painotus ja oktaavikaistojen äänenpainetasot lasketaan yhteen. Huoneen päätelaitteen ja huonetilan aiheuttama vaimennus puhaltimen äänitasoon otetaan huomioon. Vaikka päätelaite on merkittävä puhallinäänen vaimennin, se myös tuottaa huoneeseen

ääntä. Huoneessa kaikki kanavapäiden sekä päätelaitteiden äänitasot lasketaan yhteen, jolloin saadaan ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama äänitason lisäys kyseiseen huoneeseen.

Äänilaskelmat tehdään usein suunnitteluohjelmien äänitasolaskureilla. Kuviossa 19. on esitetty CADs-ohjelmalla tehty yhden päätelaitteen kautta tuleva kanavan osan äänitasolaskelma oktaavikaistoittain puhaltimelta huoneeseen saakka. Puhaltimen äänitasoa ohjelmaan syötettäessä on otettu huomioon ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimen vaimennus. Kyseinen huone 101 on koululaisten iltapäivähoitotilan ryhmähuone ja rakennusmääräysten mukainen ilmanvaihtolaitteista tuleva äänitason lisäys saa tilassa olla enintään 33 / 38 dB(A). Seuraavan kappaleen esimerkkilaskusta selviää, että huoneessa 101 ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama äänitason lisäys on yhteensä 33 dB, mikä täyttää vaatimustason.

DYFB-200		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		60	58	49	30	36	27	35	38
Haarakappale, läpi	6_96EB9	57	55	46	27	33	24	32	35
Käyräkappale, eristämätön	6_97DE3	57	55	45	25	30	21	29	35
Käyräkappale, eristämätön	6_97E08	57	55	44	23	27	18	26	35
Käyräkappale, eristämätön	6_97E17	57	55	43	21	24	15	23	35
Käyräkappale, eristämätön	6_97E29	57	55	42	19	21	12	20	35
Käyräkappale, eristämätön	6_97E38	57	55	41	17	18	9	17	35
Käyräkappale, eristämätön	6_9A4C6	57	55	40	15	15	6	14	35
Käyräkappale, eristämätön	6_9A4D9	57	55	39	13	12	3	11	35
Käyräkappale, eristämätön	6_9A4E8	57	55	38	11	9	0	8	35
Käyräkappale, eristämätön	6_9A4FA	57	55	37	9	6	0	5	35
Käyräkappale, eristämätön	6_9A509	57	55	36	7	3	0	2	35
Haarakappale, läpi	6_9A53A	54	52	33	4	0	0	0	32
Haarakappale, läpi	6_96E4C	51	49	30	1	0	0	0	29
Haarakappale, läpi	6_9A521	48	46	27	0	0	0	0	26
Haarakappale, oksa	6_9A26F	45	43	24	0	0	0	0	23
Haarakappale, läpi	6_9A284	42	40	21	0	0	0	0	20
Käyräkappale, eristämätön	6_9A4A1	42	40	21	0	0	0	0	20
Haarakappale, läpi	6_96DE0	39	37	18	0	0	0	0	17
Käyräkappale, eristämätön	4_4B7	39	37	18	0	0	0	0	17
Käyräkappale, eristämätön	6_96C2B	39	37	18	0	0	0	0	17
Käyräkappale, eristämätön	4_5CB9	39	37	18	0	0	0	0	17
Säätöpelti	6_9A346	39	37	18	5	4	1	0	17
Käyräkappale, eristämätön	4_4D4	39	37	18	4	2	0	0	17
Haarakappale, oksa	4_3265	36	34	15	1	0	0	0	14
Käyräkappale, eristämätön	4_5C2E	36	34	15	0	0	0	0	14
Käyräkappale, eristämätön	4_5C51	36	34	15	0	0	0	0	14
Käyräkappale, eristämätön	4_5C83	36	34	15	0	0	0	0	14
Käyräkappale, eristämätön	4_5C8D	36	34	15	0	0	0	0	14
Haarakappale, läpi	4_5CAA	33	31	12	0	0	0	0	11
Haarakappale, oksa	4_529	30	28	9	0	0	0	0	8
Haarakappale, oksa	4_3238	27	25	6	0	0	0	0	5
Äänitasot kanavan päässä	4_B7F	27	25	6	0	0	0	0	5
Äänitaso A-painotettuna	12 dB(A)								

Kuvio 19. Päätelaitteen kautta tuleva kanavan äänitaso huoneeseen 101.

5.4 Esimerkki äänenpainetasojen yhteenlaskusta

Ihminen aistii useista eri äänilähteistä tulevat äänilähteet logaritmisesti. Jos kahdesta eri äänilähteestä aiheutuu kummastakin 100 dB:n äänenpainetaso, ihmisen aistima kokonaisäänepainetaso ei ole 200 dB, vaan selvästi pienempi. Esimerkiksi jos kaksi yhtä voimakasta äänilähdettä (L_1 ja L_2) ovat samanaikaisesti päällä, kokonaisäänepainetaso kasvaa 3 dB:n verran. (Peltonen, Perkkiö & Vierinen 2007, 147).

Äänen kokonaisintensiteettitaso saadaan kaavalla

$$L_{\text{kok}} = 10 \lg (10^{L_1/10 \text{ dB}} + 10^{L_2/10 \text{ dB}}) \text{ dB} \quad (\text{Kaava 1})$$

Taulukko 1. Huoneen 101 äänitasot puhaltimelta ja päätelaitteista.

N:o	Huone	päätelaite	ilmavirta (dm ³ /s)	äänitaso puhaltimelta kanavan päähän (dBA)	päätelaitteen äänitaso (dBA)	huoneen äänitaso yhteensä (dBA)	vaatimus (dBA)
101	Ryhmäh. I	DYFB-200	60	12	28/33	33	33/38
		DYFB-200	60	17	28/34		
		KSO-160	-37	15	22/32		
		KSO-160	-37	14	22/33		
		KSO-160	-37	15	22/34		

Seuraavassa on esitetty ensimmäisen kerroksen huoneeseen 101 kanavien päihin tulevien sekä päätelaitteiden aiheuttamien äänenpainetasojen (Taulukko 1.) yhteenlasku (Kaava 1). Huoneen äänenpainetasot on koottu taulukosta 1.

$$L_{\text{kok}} = 10 * \lg (10^{\frac{12}{10}} + 10^{\frac{28}{10}} + 10^{\frac{17}{10}} + 10^{\frac{28}{10}} + 10^{\frac{15}{10}} + 10^{\frac{22}{10}} + 10^{\frac{14}{10}} + 10^{\frac{22}{10}} + 10^{\frac{15}{10}} + 10^{\frac{22}{10}})$$

$$= 10 * \lg(1891,71)$$

$$= 32,7686$$

$$= 33 \text{ dB}(A)$$

Ilmanvaihtolaitteiston aiheuttama äänitason lisäys huoneeseen 101 on 33 dB(A), mikä täyttää äänitasovaatimuksen.

Liitteen 6 taulukkoon on koottu suunnittelukohteen huoneiden äänenpainetasojen laskentatulokset. Äänenpainetasot kaikissa huoneissa pysyvät vaatimusten rajoissa.

6 ILMANVAIHDON AUTOMAATIO

Ilmanvaihtolaitteiston automatiikka tarkoittaa kaikkia tuloilmakoneen toimintaa ohjaavia, säätäviä ja valvovia laitteita. Ohjauslaitteet huolehtivat laitteiden käynnistyksestä ja pysäytyksistä, säätölaitteet säätävät esimerkiksi lämpötilan tai virtauksen halutuksi. Varolaitteet valvovat koneen toimintaa ja häiriön sattuessa käynnistävät varotoimia. Hälytyslaitteet antavat hälytyksen häiriötilanteista.

Säätötekniikalla on tärkeä merkitys ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden kannalta. Käyttökohteisiin johdettavaa ilmaa käsitellään monella eri tavalla. Sitä suodataan, lämmitetään, jäähdytetään, kostutetaan ja poistoilmasta otetaan lämpö talteen. Hyvin toteutettu säätöjärjestelmä auttaa hyvien sisäolosuhteiden luomisessa huolimatta ulkoisista häiriötekijöistä. Vaikka ulkona ilman lämpötila ja tuulen suunta ja voimakkuus sekä auringon säteilylämpö määrä vaihtelee, säädön tehtävänä on ohjata ilmastointia siten, että häiriötekijöiden vaikutukset pysyvät hallinnassa. Lisäksi säädön avulla saadaan aikaan energiansäästöjä poistettavan ilman lämpöenergian talteenotolla ja ilmanvaihtolaitteiston oikea-aikaisella käytöllä.

Liitteessä 6 on suunnittelukohteen säätökaavio ja toimintaselostus.

6.1 Ohjaukset

Ilmanvaihtokoneen vuorokautisia käyntiaikoja ohjataan säätöjärjestelmän aikaohjelman mukaan. Aikaohjelmat ovat yleensä alakeskustasolla sijaitsevia itsenäisiä apuohjelmia, joiden avulla ohjataan koneiden käyntiä kalenteri- ja kellonaikaan perustuen (Korkala & Laksola 2009, 273). Suunnittelukohteessa esimerkiksi rakennuksen käyttö painottuu arkipäiviin. Käyttöajan ulkopuolella, kuten yöaikaan, viikonloppuisin ja koulujen loma-aikoina ilmanvaihto voidaan säätää aikaohjelman avulla minimitasolle.

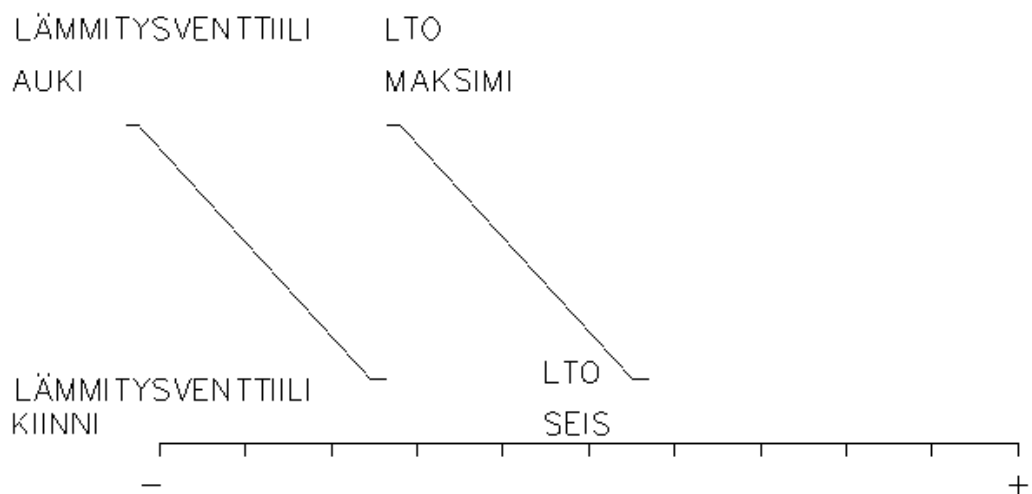
Aikaohjelmaa voisi käyttää tässä kohteessa myös yötuuletukseen, jos kiinteistöä käytetään kesäaikana. Ilmanvaihtolaitoksessa ei ole jäähdytystä, mutta lämpimänä

vuodenaikana ilmanvaihto voisi olla säädettyä aamuyöstä täydelle teholle ja päivällä pienemmälle, jolloin yönaikainen viileä ulkoilma jäähdyttää rakennuksen sisäpuolisia rakenteita ja hidastaa huonelämpötilan nousua päiväsaikaan.

6.2 Sääto

Kanavapaineen sääto tapahtuu tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeutta muuttamalla taajuusmuuttajien avulla siten, että tulo- ja poistokanavien paineet pysyvät asetusarvossaan.

Tuloilman lämpötilan sääto tapahtuu kaksiportaisesti lämmön talteenottoroottorin kierrosnopeuden sekä lämmityspatterin säätoventtiilin avulla. Kun kanavassa olevan mittausanturin ilmoittama tuloilman lämpötila-arvo laskee, niin ensimmäisenä portaana ohjautuu lämmöntalteenottoroottori maksiminopeudelle ja tämän jälkeen, mikäli tuloilman lämmitystä vielä tarvitaan, toisena portaana alkaa lämmityspatterin säätoventtiili avautua. Kun kanavan tuloilman lämpötila nousee yli lämpötilaanturin asetusarvon eli tuloilman lämmitystarve vähenee, alkaa ensimmäisenä portaana sulkeutua lämmitysventtiili ja toisena portaana ohjautuu LTO-rumpu minimiteholle ja pysähtyy. Kuviossa 20 näkyy edellä kerrottu sarjasäädön periaate.



Kuvio 20. Sarjasäädön periaate.

Koneen ollessa pysähtyneenä tulo- ja poistoilmapellit ovat kiinni. Valvontajärjestelmä ohjaa lämmityspatterin lämpötila-anturin mittaustuloksen perusteella lämmityspatterin säätöventtiiliä siten, että paluueden lämpötila pysyy asetusarvossaan (n. +20 °C).

6.3 Varotoimet

Rakennusautomaation tärkeä käyttötoiminta on hälytysvalvonta. Erilaiset varolaitteet valvovat ilmanvaihtolaitteiston toimintaa, antavat häiriön sattuessa hälytyksen ja käynnistävät varotoimia.

Lämmityspatterin tehtävänä on lämmittää tuloilma haluttuun lämpötilaan. Suunnitelukohteessa lämmitys tapahtuu vesikiertoisella jälkilämmityspatterilla. Tuloilman lämmityspatterin jäätyminen on estetty jäätymissuojatermostaatin (TZA) avulla. Termostaatin lämpötila-anturi (TE) mittaa patterin paluueden lämpötilaa. Jos lämpötila laskee asetusarvon +8 °C alapuolelle, anturi antaa säätökeskukselle impulssin varotoimen käynnistämisestä. Tällöin puhallin pysähtyy ja tapahtuu hälytys. Samalla säätölaitteet siirtyvät seisokkitilanteen toimintaan.

Jos LTO-kiekko huurtuu ja kiekon yli mitattava paine-ero kasvaa yli asetusarvon, paine-eroanturi antaa säätökeskukselle impulssin ja LTO ohjautuu minimipyörimisnopeudelle. Kun paine-ero laskee takaisin asetusarvon alle, pidetään sulatusohjelma päällä ns. kuivatusajan, esimerkiksi 10 minuuttia. Tämän jälkeen siirrytään takaisin normaaliin säätöön.

Samoin suodattimien yli mitataan antureilla paine-eroa. Kun suodattimet ovat likaiset, paine-ero ylittää asetetut arvot ja suodattimen paine-eroanturi antaa säätökeskukselle tiedon ja tapahtuu huoltohälytys.

Muita varotoimia:

- Sähkökatkoksen aikana tulo- ja poistoilmapellit sulkeutuvat jousivoimalla.
- IV-hätäseis-toiminto pysäyttää ilmastointikoneen ja antaa hälytyksen riippumatta siitä, missä asennossa sähkökeskuksen kytkimet ovat.
- Jos tuloilman lämpötila-anturin arvo ylittää asetetun hälytysrajan (esim. + 50 °C), ohjausjärjestelmä pysäyttää puhaltimet, sulkee pellit ja antaa palohälytyksen.

Lukitukset (pakkokytkennät). Tuloilmajärjestelmässä on useita sähkötoimisia laitteita (puhallin, pumppu, LTO), joiden tulee toimia eri käyttötilanteissa yhtäaikaista tietyllä ennalta suunnitellulla tavalla. Nämä toiminnot varmistetaan sähköisillä lukituksilla. Lukitukset voidaan toteuttaa sähkökeskuksissa tehtävillä kytkennöillä tai valvontajärjestelmässä toteutetuilla ohjelmilla. (Korkala & Laksola 2009, 106).

Esimerkkejä: Tulo- ja poistoilmapellit ohjautuvat auki ja kiinni puhaltimien käyntitilan mukaan. Tulo- ja poistoilmapuhaltimet käyvät samanaikaisesti. Tuloilmapuhallin ei voi käynnistyä, jos lämmityspatterin pumppu ei käy.

6.4 Mittaukset

Valvomotietokoneelta on luettavissa muun muassa puhaltimien ja pumppujen käyntitilat, toimilaitteiden asennot sekä lämpötilat anturien kohdalla. Paikallisista mittareista voidaan lukea vesi- ja ilmavirtojen lämpötilat ja suodattimien paine-ero. (Korkala & Laksola 2009, 106).

7 YHTEENVETO

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli laatia määräystenmukainen ilmanvaihtosuunnitelma vanhaan 1930-luvulla rakennettuun Sööstetin kiinteistöön Lapualle. Kohteeseen suunniteltiin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivällä lämmön talteenottolaitteistolla. Rakennuksen ilmavirrat mitoitettiin Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D2 oppilaitosten ja päiväkotien ilmavirtojen ohjearvojen mukaan. Kiinteistö varustetaan yhdellä tulo- ja poistoilmanvaihtokoneella, joka sijoitetaan rakennuksen ullakolle rakennettavaan tilaan. Ilmanvaihtokone palvelee rakennuksen ensimmäistä ja toista kerrosta, jotka kumpikin muodostavat oman palvelualueen. Kerrosten ilmanvaihdon eriaikainen käyttö on mahdollista toteuttaa palopeltien ohjauksen avulla.

Ilmanvaihtolaitoksen suunnittelu vanhaan kiinteistöön oli haastava tehtävä. Sisätiloissa kulkevien runkokanavien halkaisijakoko oli pyrittävä pitämään kohtuullisena ja toisaalta oli toteutettava riittävän väljä kanavamitoitus, jotta ilman virtausnopeus ja laitteistosta aiheutuva äänitaso eivät nousisi huoneissa liian suuriksi. Nämä tavoitteet saavutettiin johtamalla riittävän monta läpinousua kerroksista ullakkotilaan johon IV-kone tulee. Purettavan poistoilmanvaihtokanaviston läpivientikohtia käytettiin hyväksi uusissa läpinousuissa ja kanavia huoneesta toiseen johdettaessa.

Osassa huoneista on vanha kaunis sisäkattorakenne, joka haluttiin säilyttää koskemattomana. Kahteen tällaiseen tilaan asennetaan vapaasti kytkentäkanavan päähän kiinnitettävät tuloilmalaitteet ja kolmannessa huoneessa tuloilmapuhallus toteutetaan sivuseinältä käsin. Kanavanosat, joita ei koteloida, maalataan valkoiseksi.

Ilmanvaihtojärjestelmän muutostyö vanhassa kiinteistössä johtaa myös muihin LVI-toimenpiteisiin. Vanhan laitteiston ja kanaviston purkamisen lisäksi joudutaan tekemään ilmanvaihtokoneelle tulevat lämpöjohto- ja viemäriputkitukset. Myös patteriverkoston perussäätö ja tasapainotustyö saattaa olla aiheellista suorittaa, koska sisään virtaava ilma on kylmän korvausilman sijasta uudessa järjestelmässä lämmön talteenoton ja jälkilämmityspatterin lämmittämää tuloilmaa.

LÄHTEET

- D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto: Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2011. Rakennusten paloturvallisuus: Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- E7 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2004. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus: Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Halme, A. & Seppänen O. 2002. Ilmastoinnin äänitekniikka. Helsinki: Suomen LVI-liitto.
- Harju, P. 2008. Ilmastointitekniikan oppikirja. Anjalankoski: Penan Tieto-Opus Oy.
- Harju, P. 2006. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. 2.p. Hamina: Penan tieto-Opus Oy.
- Ilmanvaihtokoneet, Recair Smart. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Tuusula: Recair Oy. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: <http://www.recair.fi/ilmanvaihtokoneet/smart>
- Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. 2012. Helsinki: Suomen LVI-liitto.
- Kattohajottajat, suutin. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/paatelaitteet/hajottajat/>
- Keskuskoulun esikoulu. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Lapua. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: <http://po.lapua.fi/~keskusko/eskari.htm>
- Keskuskoulun iltapäivätoiminta. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Lapua. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: <http://po.lapua.fi/~keskusko/iltis.htm>
- Korkala, T. & Laksola, J. 2009. Ilmastointi: hoito ja huolto. 4. uud. p. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- Mentula, A. 2005. Suuntaviivoja: Pohjanmaan arkkitehtuuri 1900-luvulla. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus.

- Mittaus ja säätölaitteet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/ilmavirran-ohjaus-ja-saato/mittaus-ja-saatolaitteet/>
- Palopellit. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/paloturvallisuus/palopellit-ja-ohjausjarjestelmat/>
- Peltonen, H., Perkkiö, J. & Vierinen, K. 2007. Insinöörin (AMK) fysiikka osa II.7. p. Saarijärvi: Lahden Teho Opetus Oy.
- Piennopeuslaite. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/2c3f0a79-5b95-4e65-ac9b-f801a19d61c5>
- Poistoilmaventtiilit. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/paatelaitteet/venttiilit/poistoilmaventtiilit/>
- Seppänen, O. (toim.), Hausen, A., Hyvärinen, K., Heikkilä, P., Kaappola, E., Kosonen, R., Oksanen, R., Railio, J., Ripatti, H., Saari, A., Tarvainen, K. & Vuolle, M. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Talotekniikka–Julkaisut Oy.
- Tuloilmaventtiilit 2. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Climecon Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.climecon.fi/tuloilmaventtiilit>
- Ulkosäleiköt ja ulkotilojen tulo- ja poistohajottajat. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/paatelaitteet/ulkosaleikot-ja-ulkotilojen-tulo-poistohajottaj/>
- Äänenvaimentimet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Turku: Fläkt Woods Oy.[Viitattu 25.2.2013]. Saatavana: <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/kanavatuotteet/aanenvaimentimet/>

LIITTEET

LIITE 1 Ilmanvaihtosuunnitelma

LIITE 2 Ilmavirtojen mitoitusperusteiden tarkastelu

LIITE 3 Valitut ilmavirrat

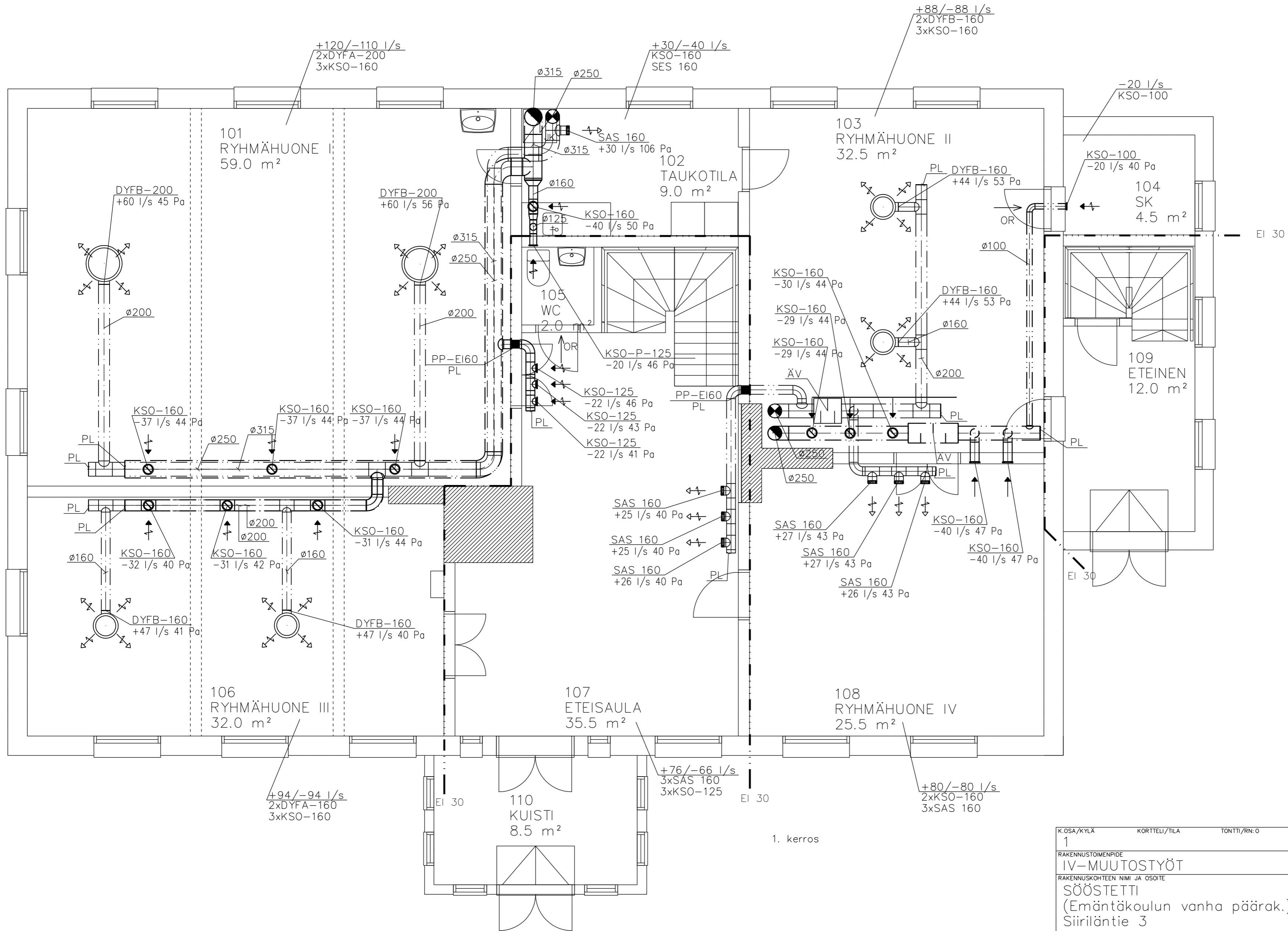
LIITE 4 Päätelaitteiden esisäätöarvot

LIITE 5 Ilmanvaihtokoneen tekniset tiedot

LIITE 6 Huoneiden äänenpainetasot

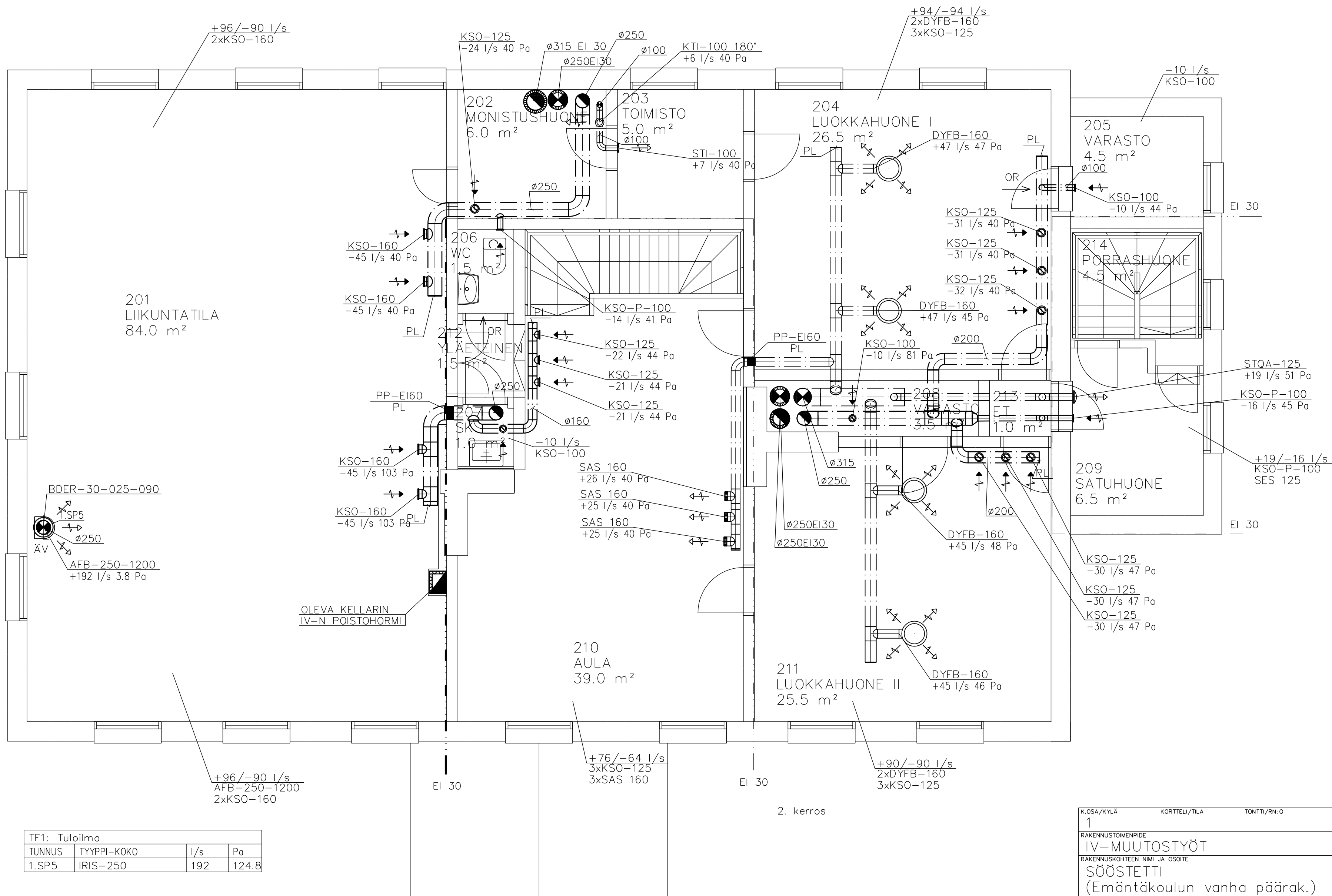
LIITE 7 Säättökaavio, automaatiolaiteluettelo, pisteluettelo ja LVI-laiteluettelo

LIITE 8 IV-työselostus



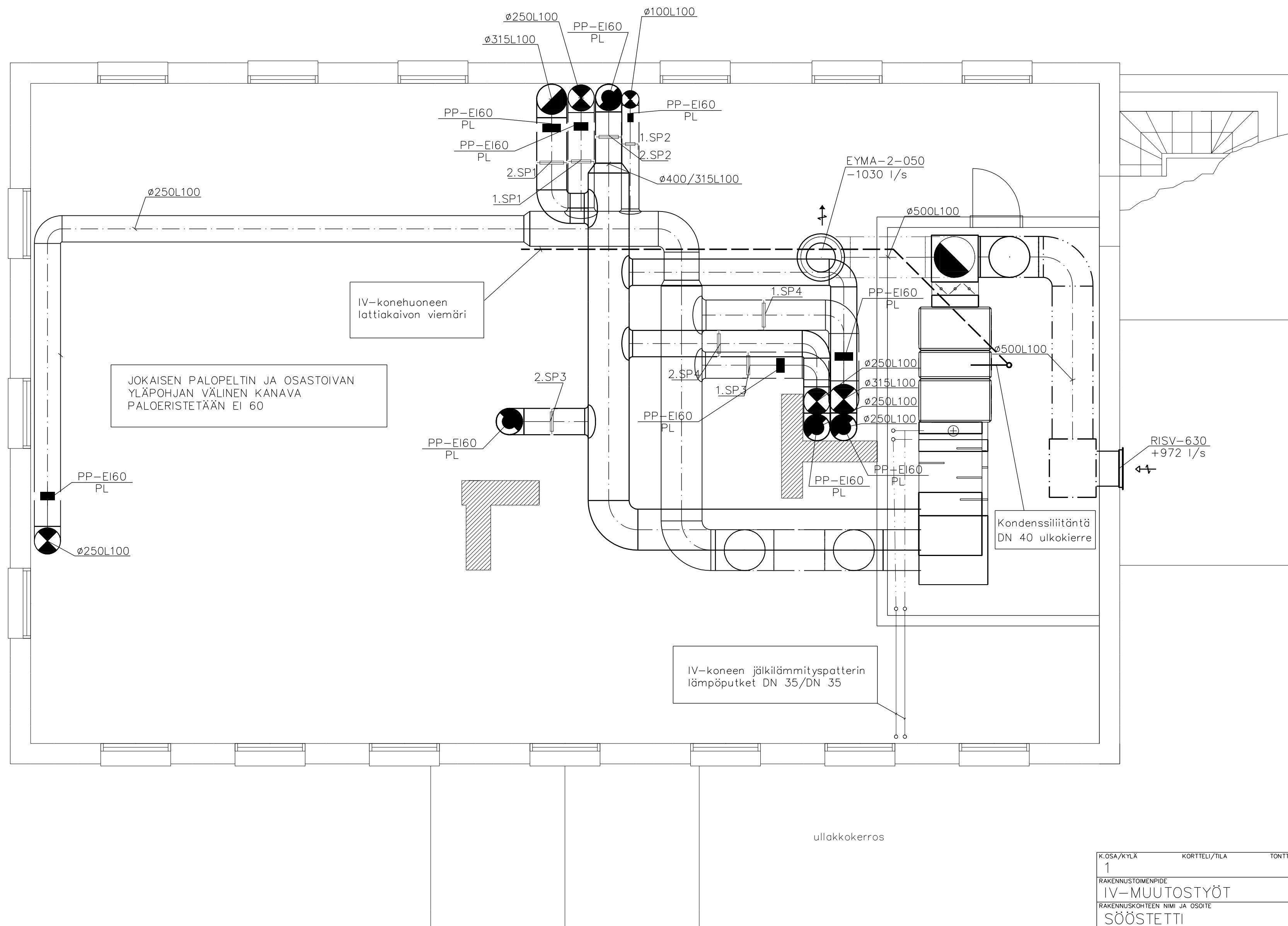
1. kerros

K. OSA/KYLÄ 1	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/RN: O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOINPIDE IV-MUUTOSTYÖT	PIIRUSTUSLAJI ILMANVAIHTO	JUOKS. N: O	
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE SÖÖSTETTI (Emäntäkoulun vanha päärak.) Siiriläntie 3 62100 Lapua	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ IV-piirustus 1. krs	MITTAKAAVAT 1: 50	
SUUNN. RK	PIIRT. RK	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	MUUTOS
YHT.HILO	TARK.	LVI	
PVM. 19.2.2013	ALLEKIRJ.	TILAAJAN N: O	



K.OSA/KYLÄ 1	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIHANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSTOIMENPIDE IV-MUUTOSTYÖT			PIIRUSTUSLAJI ILMANVAIHTO
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE SÖÖSTETTI (Emäntäkoulun vanha päärak.) Siiriläntie 3 62100 Lapua			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ IV-PIIRUSTUS 2. krs
			MITTAKAAVAT 1:50
SUUNN. RK	PIIRT. RK	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
YHT.HLD	TARK.	LVI	
PVM: 19.2.2013		MUIUTOS	
ALLEKIRJ.		TILAAJAN N:O	

C:\SÖÖSTETTI\IV-KONE 3\2 kerros.drw



MITOITUSTEKNISET TAULUKOT

1: Tuloilma	
IV-KONE	TF1
KANAVALAJI	TULO
ILMAMÄÄRÄ I/s	972
PAINEHÄVIÖ TULOKANAVAT Pa	213
PAINEHÄVIÖ IV-KONE Pa	309
PAINEHÄVIÖ RAITISILMAKANAVAT Pa	85
PAINEHÄVIÖ YHTEENSÄ Pa	607

2: Poistoilma	
IV-KONE	PF1
KANAVALAJI	YPOISTO
ILMAMÄÄRÄ I/s	-1031
PAINEHÄVIÖ POISTOKANAVAT Pa	221
PAINEHÄVIÖ IV-KONE Pa	240
PAINEHÄVIÖ JÄTEILMAKANAVAT Pa	85
PAINEHÄVIÖ YHTEENSÄ Pa	546

SÄÄTÖPELLIT

TF1: Tuloilma			
TUNNUS	TYYPPI-KOKO	I/s	Pa
1.SP1	IRIS-250	244	10
1.SP2	IRIS-100	13	86.8
1.SP3	IRIS-250	244	31.4
1.SP4	IRIS-315	279	63.5

PF1: Poistoilma			
TUNNUS	TYYPPI-KOKO	I/s	Pa
2.SP1	IRIS-315	330	69.8
2.SP2	IRIS-250	128	94.8
2.SP3	IRIS-250	164	39.1
2.SP4	IRIS-250	188	86.5

K.OSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN: O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
1			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
RAKENNUSLOMPPU			ILMANVAIHTO	
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
SÖÖSTETTI (Emäntäkoulun vanha päärak.) Siiriläntie 3 62100 Lapua			IV-piirustus ullakko	1: 50
			SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	MUUTOS
			LVI	
			TILAAJAN N:O	

Ilmavirtojen mitoituserusteiden tarkastelu päiväkodit/oppilaitokset

SÖÖSTETTI 1.krs

Huone nro	Huoneen nimi	ala (m ²)	Viittaus (D2/Liite 1)	tuloilmavirta (l/s)/hlö	hlö	tuloilmavirta (l/s)/m ²	mitoitusilmav. l/s	poistoilmavirta (l/s)/m ²	mitoitusilmav. l/s	valittu ilmv. tulo (l/s)	valittu ilmv. poisto (l/s)
101	Ryhmäh. I	59	Taul.7/Päiväkodit/leikki-ja ryhmätilat			2,5	148				
		59	Taul. 3./oppilaitokset/opetustilat	6	10		60				
		59		6	20		120			120	-110
		59				3	177				
102	Taukotila	9	Taulukko 2/toimistorak/taukotila			5	45			30	-40
103	Ryhmäh.II	32,5	Taul.7/Päiväkodit/leikki-ja ryhmätilat			2,5	81				
			Taul. 3./oppilaitokset/opetustilat	6	10		60				
		32,5		6	20		120			88	-88
104	SK	4,5	Taul.11/muut tilat/siivoustilat					-4	-18		-20
105	WC	2						20/paikka	-20		-20
106	Ryhmäh. III	32	Taul.7/Päiväkodit/leikki-ja ryhmätilat			2,5	80				
			Taul. 3./oppilaitokset/opetustilat	6	10		60				
		32		6	20		120			94	-94
107	Eteisaula	35,5	Taul.7/Päiväkodit/eteinen			2	71			76	-66
		35,5	Taul.3/oppilaitokset/käytävät,aulat			4	142				
108	Ryhmäh. IV	25,5	Taul.7/Päiväkodit/leikki-ja ryhmätilat			2,5	64				
			Taul. 3./oppilaitokset/opetustilat	6	10		60				
		25,5		6	20		120			80	-80
									yht.	488	-518

Ilmavirtojen mitoitusperusteiden tarkastelu päiväkodit/oppilaitokset

SÖÖSTETTI 2.krs

Huone	Huoneen	ala	Viittaus (D2/Liite 1)	tuloilmavirta		tuloilmavirta	mitoitussilmav.	poistoilmavirta	mitoitussilmav.	valittu ilmav.	valittu ilmav.
nro	nimi	(m ²)		(l/s)/hlö	hlö	(l/s)/m ²	l/s	(l/s)/m ²	l/s	tulo (l/s)	poisto (l/s)
201	Liikuntatila	84	Taulukko 3/oppil./liikuntasalikäyttö			2	168				
			Taulukko 7/päiväkodit/ryhmätilat	6	10		60				
				6	20		120				
				6	30		180				
		84				2,5	210			192	-180
202	Var./kopionti	6	Taulukko 2/toimistorak./kopiointih.			1	6			6	
		6						-4	-24		-24
203	Toimisto	5	Taulukko 2/toimistoh.	1,5			8			7	
204	Luokkah. I		Taulukko 3/oppil./opetustilat	6	10		60				
				6	20		120				
		26,5				3	80			94	-94
205	Varasto	4,5	Taulukko 3/oppilaitokset/varasto					0,35	-1,6		-10
206	WC	1,5	Taulukko II					20/paikka	-20		-14
207	SK	1	Taulukko 11/siivoustilat					-4	-4		-10
208	Varasto	3,5	Taulukko 3/oppilaitokset/varasto					-0,35	-1,2		-10
209	Satuhuone		Taulukko 3/oppilaitokset/opetustilat	6	10		60				
		6,5				3	20			19	-16
		6,5	Taulukko 7/päiväkodit/lepooneet			2,5	16				
210	Aula	39	Taulukko 3/oppilaitokset/aula			4	156				
		39	Taulukko 7/päiväkodit/eteinen			2	78			76	-64
211	Luokkah.II		Taulukko 3/oppil./opetustilat	6	10		60				
				6	15		90				
				6	20		120				
		25,5				3	77			90	-90
									yht.	484	-512

ILMAVIRRAT, SÖÖSTETTI

1. KERROS				
N:o	Tilan nimi	Pinta-ala (m ²)	Tuloilma (dm ³ /s)	Poistoilma (dm ³ /s)
101	Ryhmähuone I	59	120	-110
102	Taukotila	9	30	-40
103	Ryhmähuone II	32,5	88	-88
104	SK	4,5		-20
105	WC	2		-20
106	Ryhmähuone III	31,5	94	-94
107	Eteisaula	35,5	76	-66
108	Ryhmähuone IV	25,5	80	-80
109	Eteinen	12	kylmä huonetila	
110	Kuisti	8,5	kylmä huonetila	
	Yhteensä	220	488	-518

2. KERROS				
N:o	Tilan nimi	Pinta-ala (m ²)	Tuloilma (dm ³ /s)	Poistoilma (dm ³ /s)
201	Liikuntatila	84	192	-180
202	Varasto/kopionti	6	6	-24
203	Toimisto	5	7	
204	Luokkahuone I	26,5	94	-94
205	Varasto	4,5		-10
206	WC	1,5		-14
207	SK	1		-10
208	Varasto	3,5		-10
209	Satuhuone	6,5	19	-16
210	Aula	39	76	-64
211	Luokkahuone II	25,5	90	-90
212	Yläeteinen	1,5	siirtoilma	
213	Eteinen	1	siirtoilma	
214	Porrashuone	4,5	kylmä huonetila	
	Yhteensä	210	484	-512

Tuloilmavirrat yhteensä	972 dm ³ /s
Poistoilmavirrat yhteensä	1030 dm ³ /s

Päätelaitteiden esisäätöarvot								
1. KERROS								
N:o	Huone	päätelaite	ilmavirta (dm ³ /s)	painehäviö (Pa)	tasauslaatikon säätöasento	venttiilin esisäätöarvo	avoimia suuttimia (kpl)	reikärivejä auki
101	Ryhmähuone I	DYFB-200	60	45	1.4			
		DYFB-201	60	50	1.4			
		KSO-160	-37	44		+5		
		KSO-160	-37	44		+5		
		KSO-160	-37	44		+5		
102	Taukotila	SAS-160	30	106			15	
		KSO-160	-40	50		+6		
103	Ryhmähuone II	DYFB-160	44	53	1.5			
		DYFB-160	44	53	1.5			
		KSO-160	-30	44		+2		
		KSO-160	-29	44		+2		
		KSO-160	-29	44		+2		
104	SK	KSO-100	-20	40		+5		
105	WC	KSO-P-125	-20	46		-2		
106	Ryhmähuone III	DYFB-160	47	41	2			
		DYFB-160	47	40	2			
		KSO-160	-32	40		+3		
		KSO-160	-31	42		+3		
		KSO160	-31	44		+3		
107	Eteisaula	SAS-160	25	40			20	
		SAS-160	25	40			20	
		SAS-160	26	40			20	
		KSO-125	-22	46		+1		
		KSO-125	-22	43		+1		
		KSO-125	-22	41		+1		
108	Ryhmähuone IV	SAS-160	27	43			20	
		SAS-160	27	43			20	
		SAS-160	26	43			20	
		KSO-160	40	47		+6		
		KSO-160	40	47		+6		

Päätelaitteiden esisäätöarvot								
2. KERROS								
N:o	Huone	päätelaite	ilmavirta (dm ³ /s)	painehäviö (Pa)	tasauslaatikon säätöasento	venttiilin esisäätöarvo	avoimia suuttimia (kpl)	reikärivejä auki
201	Liikuntatila	AFB-250-1200	192	4				
		KSO-160	-45	40		+12		
		KSO-160	-45	40		+12		
		KSO-160	-45	103		+1		
		KSO-160	-45	103		+1		
202	Varasto/kopiointi	KTI-100-180°	6	40		4		
		KSO-125	-24	40		+3		
203	Toimisto	STI-100	7	40		2		
204	Luokkahuone I	DYFB-160	47	47	2.2			
		DYFB-160	47	45	2.2			
		KSO-125	-32	40		+8		
		KSO-125	-31	40		+8		
		KSO-125	-31	40		+8		
205	Varasto/kopiointi	KSO-100	-10	44		-7		
206	WC	KSO-P-100	-20	41		-1		
207	SK	KSO-100	-10	40		-7		
208	Varasto	KSO-100	-10	81		-10		
209	Satuhuone	STQA-125	19	51				10
		KSO-P-100	-16	45		+1		
210	Aula	SAS-160	26	40			20	
		SAS-160	25	40			20	
		SAS-160	25	40			20	
		KSO-125	-22	44		+1		
		KSO-125	-21	44		+1		
		KSO-125	-21	44		+1		
211	Luokkahuone II	DYFB-160	45	48	2			
		DYFB-160	45	46	2			
		KSO-125	-30	47		+5		
		KSO-125	-30	47		+5		
		KSO-125	-30	47		+5		

Asiakkaan tiedot
 Projektin tiedot / kohde
 Käsittelijä

Ritva Kuusisto

KONE: **Kone 3 A-25-HW**
 Sähkökeskus

 ILMANVAIHTOKOJE, 3-OSAINEN
 Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroσκοoppinen)
 Kätsisyys: Vasen
 Sinkin värinen ulkokuori
 Eristeet 50 mm mineraalivilla
 Koneen paino (kuiva / märkä) 555 / 560 kg
 SFP-arvo (puht.suod.) 2.01 kW/(m³/s)

TULOILMA

Ilmavirta	1.070	m ³ /s
Ulkopuoliset paineet	300	Pa

Sulkupelti (ulkoilma)

Irti koneesta

Koko	800x500x220 mm	
Tiiviysluokka (EN 17512)	3	
Eristeet	Säleet eristetty, runko ei	
Kokonaispainehäviöt	1	Pa
Peltimoottori	Jousipalautteinen, Irrallisena	
Peltimoottorispes.	230 VAC, 10 Nm	

Ulkoilmasuodatin

F7

Tyyppi	A 25 Pussisuodatin 560-530-305/8	
Suodatinpinta-ala	4.91	m ²
Koko	2 kpl 560x530x305 mm	
Alkupainehäviö, (puhdas)	100	Pa
Loppupainehäviö, (likainen)	175	Pa
Mitoituspainehäviö	138	Pa
Paine-eromittayhteet	1	kpl

Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroσκοoppinen)

Vakio Recair A 25, Ø 1020 mm

Tyyppi	Ei hygroσκοoppinen	
Lämmönvaihtimen ohjaus	Portaaton	
Lämmönvaihtimen moottori	230 V (1~), 60 W, 0.26 A	
Hihnakäyttö	Ø60 2-ura alumiini	
Tuloilma	Ilmavirta	1.070 m ³ /s
	Otsapintanopeus	2.7 m/s
	Painehäviö	125 Pa
	Ulkoilma	-29 °C / 35 %
	Tuloilma lämmönvaihtimen jälkeen	9 °C / 65 %
	Lämpötilahyötysuhde	75.2 %
	Kosteushyötysuhde	80.3 %
	Teho	67.0 kW
Poistoilma	Ilmavirta	1.130 m ³ /s
	Otsapintanopeus	2.8 m/s
	Painehäviö	134 Pa
	Poistoilma	22 °C / 35 %
	Jäteilma	-14 °C / 100 %
Kondenssiliitäntä	DN40 ulkokierre	

Suorakäyttö, kammiopuhallin

Taaksepäin kaartuvat siivet

Tyyppi	RH31C	
Kokonaispaineenkorotus	727	Pa
Staattinen paineenkorotus	656	Pa
Hyötysuhde	77	%

Asiakkaan tiedot
 Projektin tiedot / kohde
 Käsittelijä

Ritva Kuusisto

Referenssipaineen k-kerroin	$q_v = \frac{k \cdot \sqrt{\Delta p}}{3600} = [m^3/s]$	95	
Referenssipaine		1644	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	(max 3288 rpm)	2878	rpm
Puhaltimen akseliteho		1.01	kW
SFP-arvo (puht.suod.)		1.05	kW/(m ³ /s)
Valaisin ja kytkin johdotettuna koneen ulkopuolelle		1	kpl
Moottori ja irrallinen taajuusmuuttaja			
Tehotiedot		400	VAC
1/1 nop.	2910 rpm	2.90 A	1.50 kW
Taajuus toimintapisteessä		(max 56 Hz)	49 Hz
Jälkilämmityspatteri, neste			
Tyyppi		A 25, 1007316	
Putkiliitännät		DN 35 / DN 35	
Kätisyys		Vasenkätinen (Kone: Vasenkätinen)	
Tilavuus		5.1	l
Turvamarginaali tulevan ilman lämpötilalle		5.0	°C
Ilmatiedot	Otsapintanopeus	2.4	m/s
	Ilma ennen	4	°C
	Ilma jälkeen	20	°C
	Maksimilämpötila	22	°C
	Painehäviö	25.6	Pa
Nestepuolen tiedot		Puhdas vesi	
	Lämpötila ennen / jälkeen	60 °C / 40	°C
	Nestevirta / virtausnopeus	0.22 l/s / 0.3	m/s
	Nesteen painehäviö	0.7	kPa
Kokonaisteho		20.86	kW
Äänenvaimennin			
Tyyppi		AV1-25-T-1100	
Painehäviö		19	Pa
POISTOILMA			
Ilmavirta		1.130	m ³ /s
Ulkopuoliset paineet		300	Pa
Äänenvaimennin			
Tyyppi		AV1-25-P-1000	
Painehäviö		34	Pa
Poistoilmasuodatin			
Tyyppi	F5	A 25 Pussisuodatin 560-530-340/5	
Suodatinpinta-ala		3.51	m ²
Koko		2 kpl 560x530x340 mm	
Alkupainehäviö, (puhdas)		52	Pa
Loppupainehäviö, (likainen)		91	Pa
Mitoituspainehäviö		71	Pa
Paine-eromittayhteet		1	kpl
Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroskooppinen)	Vakio Recair A 25, Ø 1020 mm		
Katso tuloilmapuoli			
Suorakäyttö, kammiopuhallin			
Tyyppi	Taaksepäin kaartuvat siivet	RH31C	
Kokonaispaineenkorotus		672	Pa

Asiakkaan tiedot

Projektin tiedot / kohde

Käsittelijä

Ritva Kuusisto

Staattinen paineenkorotus		593	Pa
Hyötysuhde		75	%
Referenssipaineen k-kerroin	$q_v = \frac{k \cdot \sqrt{\Delta p}}{3600} = [m^3/s]$	95	
Referenssipaine		1834	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	(max 3320 rpm)	2908	rpm
Puhaltimen akseliteho		1.01	kW
SFP-arvo (puht.suod.)		1.02	kW/(m ³ /s)
Valaisin ja kytkin johdotettuna koneen ulkopuolelle		1	kpl

Moottori ja irrallinen taajuusmuuttaja

Tehotiedot		400	VAC
1/1 nop.	2910 rpm	2.90 A	1.50 kW
Taajuus toimintapisteessä		(max 57 Hz)	50 Hz

Sulkupelti (jäteilma)

Irti koneesta

Koko		800x500x220 mm	
Tiiviysluokka (EN 17512)		3	
Eristeet		Säleet eristetty, runko ei	
Kokonaispainehäviöt		1	Pa
Peltimoottori		Jousipalautteinen, Irrallisena	
Peltimoottorispes.		230 VAC, 10 Nm	

AUTOMATIikka

Varustelutaso		Sähkökeskus
Asennustapa		Asennettuna
Puhallinkäyttö		Jatkuvasäätöinen, taajuusmuuttaja
Lämmönvaihtimen ohjaus		Portaaton

SÄHKÖTIEDOT
Sähkösyöttö: Ilmanvaihtokone: 3 x 10 A, 400 VAC, 50 Hz

	Teho [W]	Vaihekohtaiset virta-arvot		
		L1 [A]	L2 [A]	L3 [A]
TULOPUHALLIN / MOOTTORI	1500	2.90	2.90	2.90
POISTOPUHALLIN / MOOTTORI	1500	2.90	2.90	2.90
LTO-MOOTTORI	60	0.26		
PUMPPU (HW) Esim. UPS 25-40 180 (Pumppu ei kuulu toimitukseen)	60	0.26		
YHTEENSÄ	3120	6.32	5.80	5.80

LISÄVARUSTEET

Varasuodatinsarjat	2	kpl
Lämmönvaihtimen varahihna	2	kpl
Lämpömittari ulkoilma	1	kpl
Lämpömittari tuloilma	1	kpl
Lämpömittari poistoilma	1	kpl
Lämpömittari jäteilma	1	kpl

ÄÄNITIEDOT

TULOILMA	1.070	m ³ /s	Puhaltimen kokonaispaine	727	Pa
POISTOILMA	1.130	m ³ /s	Puhaltimen kokonaispaine	672	Pa

Asiakkaan tiedot

Projektin tiedot / kohde

Käsittelijä

Ritva Kuusisto

KONEEN ÄÄNITASOT KANAVILLE JA VAIPAN LÄPI

	dB	dB(A)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
TULOILMA	72	63	67	68	66	57	58	51	52	51	dB
ULKOILMA	80	74	67	72	76	75	67	54	39	25	dB
POISTOILMA	66	54	62	63	59	47	45	42	43	36	dB
JÄTEILMA	89	86	74	79	84	84	81	75	71	67	dB
YMPÄRISTÖ	72	56	66	70	58	48	37	31	22	32	dB

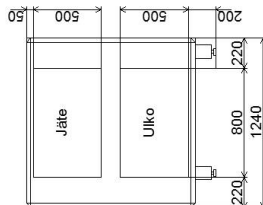
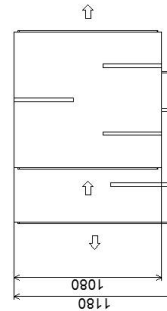
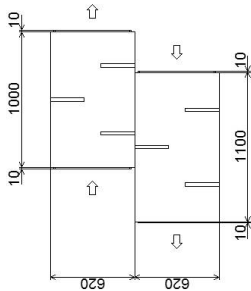
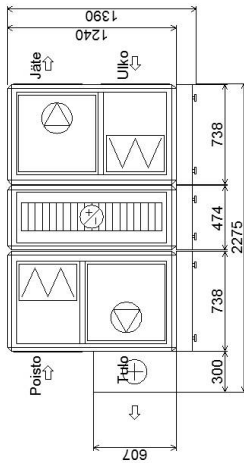
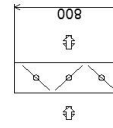
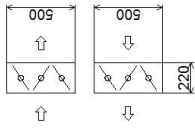
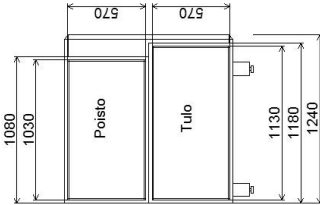
ÄÄNENVAIMENTAJAN VAIMENNUKSET

		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
TULOILMA ÄV		7	10	17	27	22	24	17	13	dB
POISTOILMA ÄV		7	11	19	29	26	22	14	14	dB

Asiakkaan tiedot
 Projektin tiedot / kohde
 Käsittelijä

Ritva Kuusisto

KONE: Kone 3 A-25-HW
Sähkökeskus

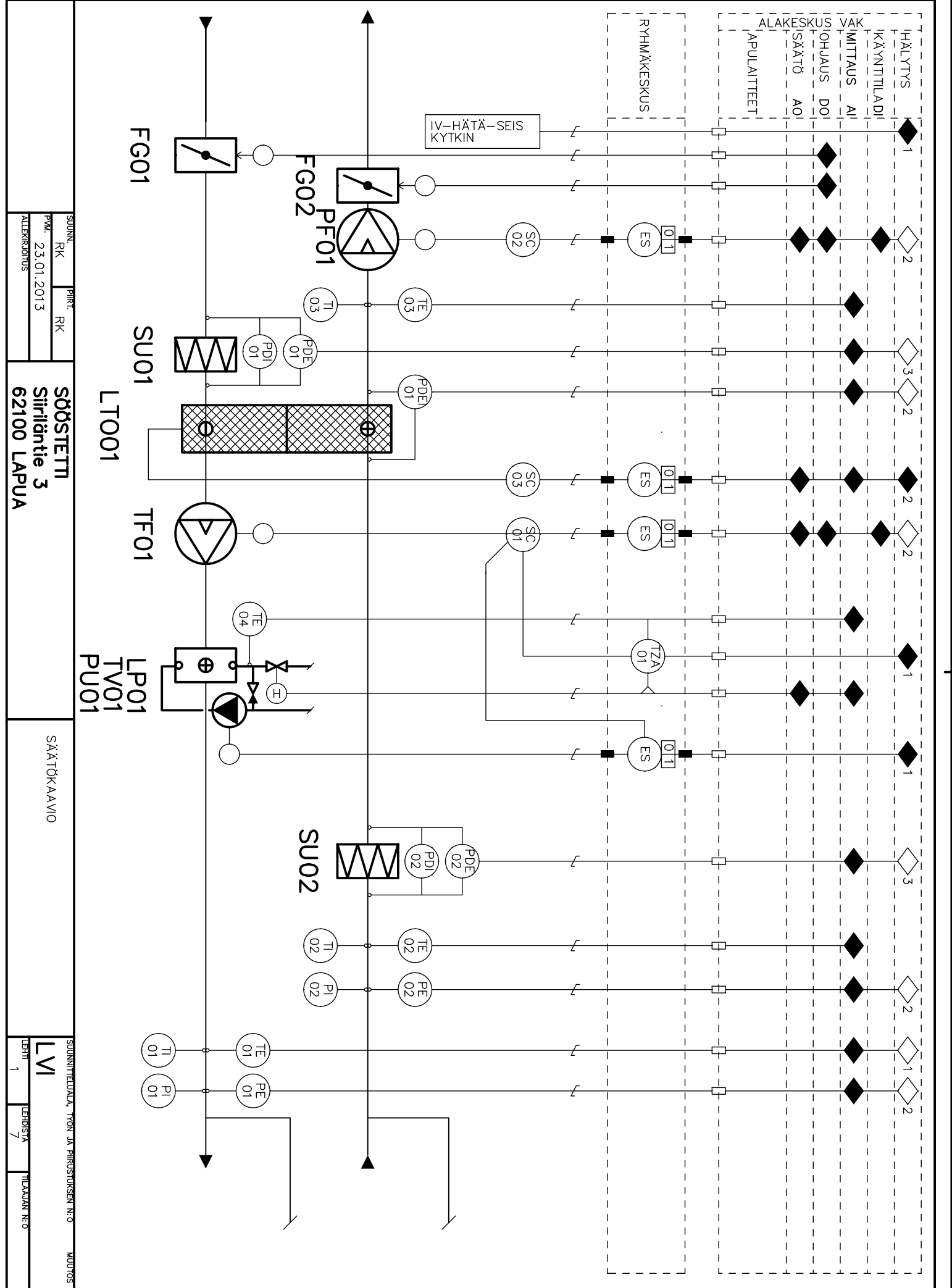


Huoneiden äänenpainetasojen laskentatulokset

1. KERROS							
N:o	Huone	päätelaitte	ilmavirta (dm ³ /s)	äänitaso puhaltimelta kanavan päähän (dBA)	päätelaitteen äänitaso (dBA)	huoneen äänitaso yhteensä (dBA)	vaatimus (dBA)
101	Ryhmähuone I	DYFB-200	60	12	28/33	33	33/38
		DYFB-200	60	17	28/34		
		KSO-160	-37	15	22/32		
		KSO-160	-37	14	22/33		
		KSO-160	-37	15	22/34		
102	Taukotila	SAS-160	30	23	35/36	36	38/43
		KSO-160	-40	17	23/35		
103	Ryhmähuone II	DYFB-160	44	22	30/33	33	33/38
		DYFB-160	44	22	30/33		
		KSO-160	-30	18	19/33		
		KSO-160	-29	18	19/33		
		KSO-160	-29	18	19/33		
104	SK	KSO-100	-20	18	23/23	23	
105	WC	KSO-P-125	-20	16	19/19	19	38/43
106	Ryhmähuone III	DYFB-160	47	10	30/33	33	33/38
		DYFB-160	47	12	30/33		
		KSO-160	-32	8	20/33		
		KSO-160	-31	9	20/33		
		KSO160	-31	10	20/33		
107	Eteisaula	SAS-160	25	19	23/28	28	33/28
		SAS-160	25	19	23/28		
		SAS-160	26	19	24/28		
		KSO-125	-22	12	16/28		
		KSO-125	-22	12	18/28		
		KSO-125	-22	9	17/28		
108	Ryhmähuone IV	SAS-160	27	19	25/30	30	33/38
		SAS-160	27	19	25/30		
		SAS-160	26	19	24/30		
		KSO-160	40	18	21/30		
		KSO-160	40	18	21/30		

Huoneiden äänenpainetasojen laskentatulokset

2. KERROS							
N:o	Huone	päätelaite	ilmavirta (dm ³ /s)	äänitaso puhaltimelta kanavan päähän (dBA)	päätelaitteen äänitaso (dBA)	huoneen äänitaso yhteensä (dBA)	vaatimus (dBA)
201	Liikuntatila	AFB-250-1200	192	20	28/32	33	38/43
		KSO-160	-45	20	28/32		
		KSO-160	-45	20	28/32		
		KSO-160	-45	13	21/24		
		KSO-160	-45	13	21/24		
202	Varasto/kopiointi	KTI-100	6	23	19/21	21	
		KSO-125	-24	13	18/21		
203	Toimisto	STI-100	7	23	18/18	18	33/38
204	Luokahuone I	DYFB-160	47	23	29/32	33	33/38
		DYFB-160	47	23	29/32		
		KSO-125	-32	17	21/32		
		KSO-125	-31	17	21/32		
		KSO-125	-31	17	21/32		
205	Varasto/kopiointi	KSO-100	-10	17	24/24	24	
206	WC	KSO-P-100	-20	13	19/19	19	38/43
207	SK	KSO-100	-10	12	19/19	19	
208	Varasto	KSO-100	-10	17	20/20	20	
209	Satuhuone	STQA-125	19	32	30/30	29	38/43
		KSO-P-100	-16	17	23/30		
210	Aula	SAS-160	26	23	25/29	29	38/43
		SAS-160	25	23	24/29		
		SAS-160	25	23	24/29		
		KSO-125	-22	12	17/29		
		KSO-125	-21	12	17/29		
		KSO-125	-21	12	17/29		
211	Luokahuone II	DYFB-160	45	26	30/33	33	33/38
		DYFB-160	45	26	30/33		
		KSO-125	-30	17	21/33		
		KSO-125	-30	17	21/33		
		KSO-125	-30	17	21/33		

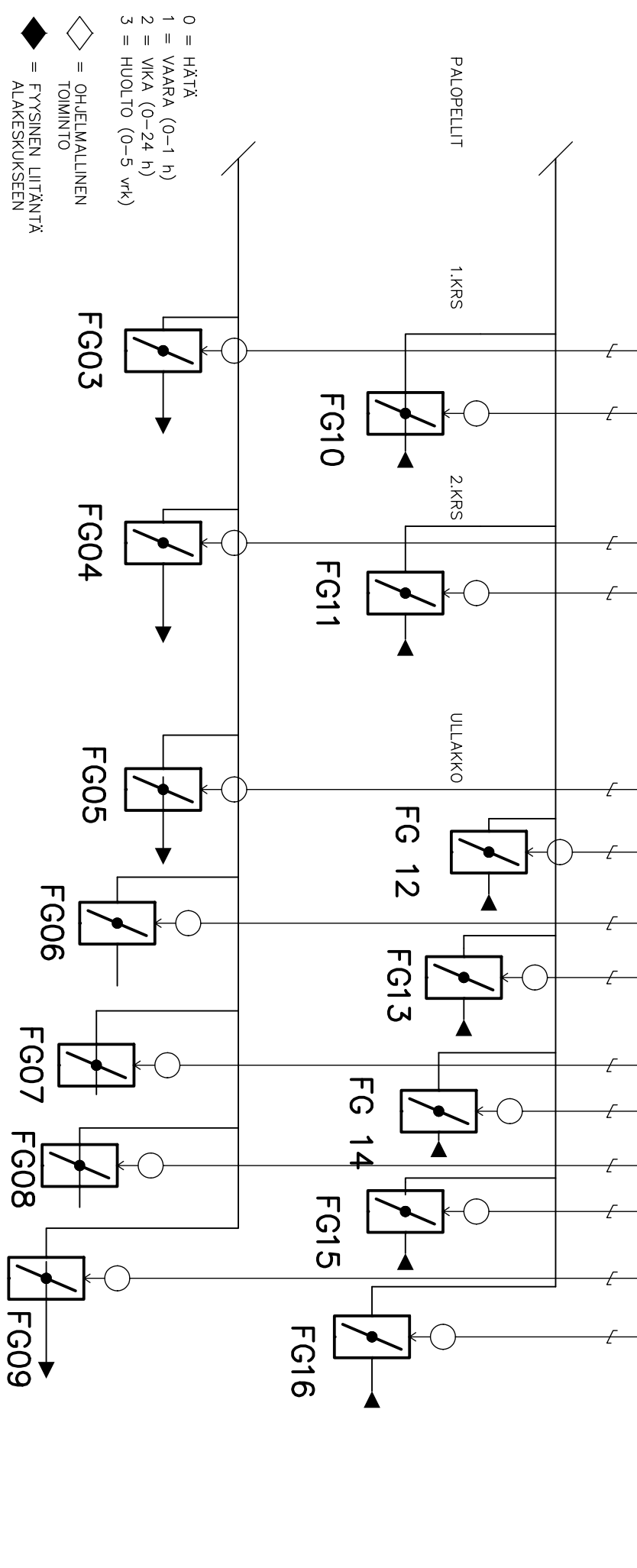
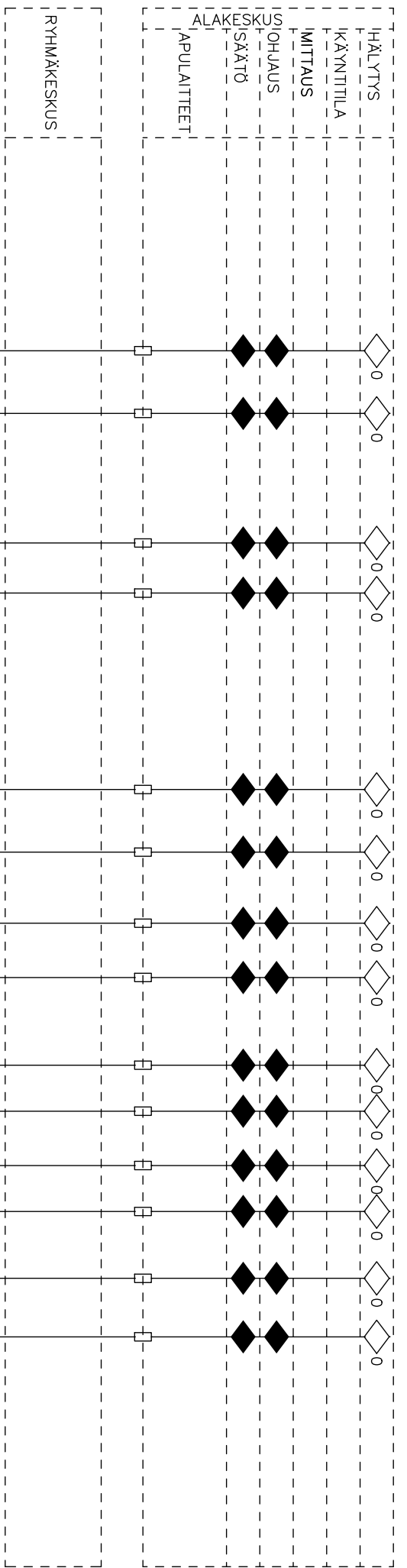


SUUNN.	RK	PIIRI:	RK
PVM:	23.01.2013		
ALLENKOULUS			

SÖÖSTETTI
 Siirilantie 3
 62100 LAPUA

SÄÄTÖKAAVIO

SUUNNITTELUALA:	TÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O	MUUTOS
LVI		
LEHTI	1	LEHDISTÄ
		MIKÄÄN N:O



- 0 = HÄTÄ
 - 1 = VAARA (0-1 h)
 - 2 = VIKKA (0-24 h)
 - 3 = HUOLTO (0-5 vrk)
- ◇ = OHJELMALLINEN TOIMINTO
- ◆ = FYYSINEN LIITÄNTÄ ALAKESKUKSEEN

SUUNN.	RK	PIIRI:	RK
PVM:	23.01.2013		
ALUEKIRJOITUS			

SÖÖSTETTI
 Siirilantie 3
 62100 LAPUA

SÄÄTÖKAAVIO

SUUNNITTELUALA:	TÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O	MUUTOS
LVI		
LEHTI	LEHDISTÄ	TIKKAAN N:O
2	7	

TOIMINTASELOSTUS

1. KONEEN OHJAUS
Aidakeskus VAK ohjaa koneen käyttöä säätöjärjestelmän aikaohjelman mukaan.

2.SÄÄTÖ

2.1 Kanavopaineen säätö

Tulo- ja poistoliimappuhaltimien pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajien SC 01 ja SC 02 avulla siten, että tulo- ja poistoliimakonavien paineet pysyvät asetusarvoissa. Paine-eromittaukset tapahtuvat paine-erolähettimien PE 01 ja PE 02 avulla.

2.2 Lämpötilan säätö

Aidakeskuksen säätöjärjestelmä ohjaa LTO:n kierrosnopeutta sekä ilmastoiminnan lämmitysjärjestelmän säätöventtiiliä sarjassa siten, että tuloliiman lämpötila pysyy asetusarvoissaan. Lämpötilan laskevissa mittausanturin TE 01 luona (lämmöntarpeen kasvossa) ensimmäisenä portaan ohjautuu lämmöntalteenotto rotorin maksimipyörimisnopeudelle ja tämän jälkeen toisena portaan alkaa lämmityspatterin säätöventtiili avoutua. Jos lämpötila nousee yli asetusarvon anturin TE 01 luona, ensimmäisenä portaan sulkeutuu lämmitysventtiili, toisena portaan ohjautuu LTO-rumpu minimiteholle ja pysähtyy (Kaavio 1: Sarjasaadon periaate).

Paluuveden lämpötilan ei anneta laskea alle asetusarvon (+13 C). Jäätymis suojaustoasti toimii lämpötilasäätimenä kojeiston käytössä silloin, kun paluuveden lämpötila on alle +13 C. Jos lämmityspatterilla LP 01 paluuvan veden lämpötila alittaa asetetun alarajan (+8 C) jäätymisenesto pysäyttää puhaltimet, sulkee tulo- ja poistoliimapelit sekä antaa häilytyksen. Häilytys on kuultava käskykimmellä.

3. LUKITUKSET JA VAROTIMET

3.1. Toiminta koneen käynnistyessä

Pellit FG01 ja FG02 avautuvat sekä tuloilimappuhaltim TF01 ja poistoliimappuhaltim PF01 käynnistyessä.

3.2. Toiminta kojeen pysähtyessä

Tuloilimappuhaltim TF01, poistoliimappuhaltim PF01 ja LTO-rumpu pysähtyvät. Pelit FG01 ja FG02 sulkeutuvat. Lämmityspatterin paluuveden lämpötila pyritään pitämään vakiona anturin TE04 kohdalla (asetus + 20 C). Jäätymis suojaustoasti toimii lämpötilasäätimenä.

3.3. LTO:n huurtumisen esto

LTO-kennonston yli mitattavan paine-eron kasvossa paine-eroanturin PDEI01 kohdalla yli asetussarvon, ohjataan lämmön talteenoton pyörimisnopeutta minimiteholle. Paine-eron puudotessa asetussarvon alapuolelle takaisin, pidetään sulatusohjelma päällä ns. kuivatusajan (esim. 10 minuuttia) verran, jonka jälkeen siirrytään normaaliin säätöön.

3.4. Suodatinvahti

Suodatinvahti PDE01 ja PDE02 antavat häilytyksen, mikäli paine-ero suodattimien yli ylittää asetetut arvot.

3.5. IV-hätäseis

IV-hätäseis-toiminto pysäyttää ilmastoinkoneen ja antaa häilytyksen riippumatta siit, missä asennossa sähkökeskuksen kytkimet ovat.

3.6. Palovaara

Jos lämpötila nousee lämpötila-anturin TE01 kohdalla yli asetetun häilytysojan, valvonta-aidakeskus pysäyttää puhaltimet ja antaa palovaarahäilytyksen.

3.7. Pakkokeykennät ja toiminnat varolaitteiden lauetessa

Pakkokeykennät:

Tuloilimappuhaltim TF01 ei voi käynnistyä, mikäli kiertovesipumppu PU01 seisoo.

Tuloilimappuhaltim TF01 ja poistoliimappuhaltim PF01 käyvät rinnan.

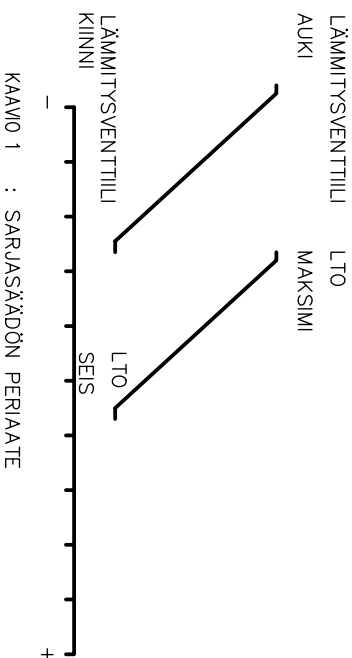
Jäätymis suojaajan lauetessa tai kiertovesipumpun pysähtyessä toiminnat vastaavat kuin tuloilimappuhaltim TF01 pysähtyessä. Lisäksi saadaan häilytys.

Ohjelmalliset toiminnat:

Tuloliiman lämpötilan alittaessa/yliittäessä häilytysojan toiminnat ovat vastaavat kuin tuloilimakoneen pysähtyessä. Lisäksi saadaan häilytys.

Mikäli paine-ero paine-erokytkimen PDEI01 luona nousee yli asetussarvon, ohjautuu LTO-rumpu kierrosnopeussäätimessä asetettuun miniminopeuteen.

Mikäli paine-ero ei laske paine-erokytkimellä PDEI01 alle asetussarvon määrää aikaa mennessä, toiminnat ovat vastaavat kuin tuloilimappuhaltim TF01 pysähtyessä. Lisäksi saadaan häilytys.



SUUNN.	RK	PIIRI	RK
PVM	23.01.2013		
ALLERGIORISUUS			

SÖÖSTETTI
Siirintie 3
62100 LAPUA

TOIMINTASELOSTUS

SUUNNITTELUALA	TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O	MUUTOS
LVI		
LEHTI	LEHDISTÄ	MIKÄÄN N:O
3	7	

ALAKESKUS: VAK		LITTYNÄTIEDOT, PERUSTIEDOT										MUUT TIEDOT											
		DIG.LÄHDÖT DO	DIG.TULOT DI	ANALOG.LÄHDÖT AQ			ANALOG.TULOT AI			OHJELMOINTTIEDOT													
SÄÄTÖ-, VALVONTA- JA OHJAUSKOHTEET	LAISETUNNUS	KÄY/SEIS	HIDAS/NOPEA	AUKI/KIINNI	KÄYNTITILA NOPEA	KÄYNTITILA HIDAS	HÄLYTYS	PULSSITULO	SÄÄTÖPELTI	VENTTIILI	KAUKOASETTELU	LTO SÄÄTÖ	LÄMPÖTILA	KOSTEUS	PAINE/PAINE-ERO	VIRTAUS	RISTIRIIHÄLYTYS	RAJA-ARVOHÄLYTYS+	RAJA-ARVOHÄLYTYS-	SUJANTI	HUOM.		
		1	TULOILMAPUHALLIN	TF01	X																		IV-KONEH.
2	POISTOILMAPUHALLIN	PF01	X																			IV-KONEH.	
3	PUMPPU	PU01					1															IV-KONEH.	
4	MOOTTORVENTTIILI	TV01								X												IV-KONEH.	
5	TULOILMAN LÄMPÖTILA	TE01											X									IV-KONEH.	
6	POISTOILMAN LÄMPÖTILA	TE02											X									IV-KONEH.	
7	POISTOILMAN LÄMPÖTILA	TE03											X									IV-KONEH.	
8	PALUUVEDEN LÄMPÖTILA	TE04											X									IV-KONEH.	
9	KANAVISTON PAINE	PE01												X								IV-KONEH.	
10	KANAVISTON PAINE	PE02												X								IV-KONEH.	
11	ULKOLILMAPELTI	FG01			X														X			IV-KONEH.	
12	JÄTEILMAPELTI	FG02			X																	IV-KONEH.	
13	PALOPELTI	FG03			X																	1. KERROS	
14	PALOPELTI	FG04			X																	2. KERROS	
15	PALOPELTI	FG05			X																	ULLAKKO	
16	PALOPELTI	FG06			X																	ULLAKKO	
17	PALAUTUSILMAPELTI	FG07			X																	ULLAKKO	
18	PALOPELTI	FG08			X																	ULLAKKO	
19	PALOPELTI	FG09			X																	ULLAKKO	
20	PALOPELTI	FG10			X																	1. KERROS	
21	PALOPELTI	FG11			X																	2. KERROS	
22	PALOPELTI	FG 12			X																	ULLAKKO	
23	PALOPELTI	FG13			X																	ULLAKKO	
24	PALOPELTI	FG 14			X																	ULLAKKO	
YHTEENSÄ: KPL																							
LISÄSELVITYKSIÄ:																							

SÖÖSTETTI
Siirilantie 3
62100 LAPUA

PISTELUETTELO

SUUNNITTELUALA: TON JA PIIRUSTUKSEN N:O
LVI
 LEHTI 5
 LEHDISTÄ 7
 MÄÄRÄN N:O

SUUNN. RK
 PIIRI. RK
 PVM. 23.01.2013
 ALLEKIRJOTUS

ALAKESKUS: VAK		LITTYNÄTIEDOT, PERUSTIEDOT										MUUT TIEDOT									
		DIG.LÄHDÖT DO	DIG.TULOT DI	ANALOG.LÄHDÖT AQ			ANALOG.TULOT AI			OHJELMOINTTIEDOT											
SIJAINTI:	SÄÄTÖ-, VALVONTA- JA OHJAUSKOHTEET	LAITETUNNUS	KÄY/SEIS	HIDAS/NOPEA	AUKI/KIINNI	KÄYNTITILA NOPEA	KÄYNTITILA HIDAS	HÄLYTYS	PULSSITULO	SÄÄTÖPELTI	VENTTIILI	KAUKOASETTELU	LTO SÄÄTÖ	LÄMPÖTILA	KOSTEUS	PAINE/PAINE-ERO	VIRTAUS	RAJA-ARVOHÄLYTYS+	SIJAINTI	HUOM.	
			FG15	FG16																ULLAKKO	
1	PALOPELTI	FG15			X					X									X	ULLAKKO	
2	PALOPELTI	FG16			X														X	ULLAKKO	
3	IVHÄTÄ-SEIS-KYTKIN							1													
4	PYÖRIVÄ LTO	LTO01						2				X									
5	PAINE-EROLÄHETIN	PDE01														X			X		
6	PAINE-EROLÄHETIN	PDE02													X				X		
7	PAINE-EROMITTAUS	PDEI01													X				X		
8	JÄÄTYMISVAARA	TZA01						1													
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
YHTEENSÄ: KPL																					
LISÄSELVITYKSIÄ:																					

SUUNN. RK PIIRI RK
 PVM 23.01.2013
 ALLEKIRJOTUS

SÖÖSTETTI
 Siirilantie 3
 62100 LAPUA

PISTELUETTELO

SUUNNITTELUALA, TON JA PIIRUSTUKSEN N:O MUUTOS
LVI
 LEHTI 6
 LEHDISTÄ 7
 TILAAJAN N:O

Lapuan kaupungin

Sööstetti-kiinteistö

Siiriläntie 3

IV-työselostus

2.3.2013

Sisällys

1.	ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT	3
1.1	Laiteselostus	3
1.2	Suunnitteluperusteet	3
1.3	Laatutasovaatimukset	3
1.4	Ilmanvaihtokone	4
1.5	Kanavat	4
1.5.1	Ilmakanavien puhdistettavuus.....	4
1.5.2	Kanavien ja laitteiden käsittely ja varastointi	5
1.5.3	Kanavien ja laitteiden asennus ja suojaus työn aikana	5
1.6	Kanavien tiiviys.....	5
1.7	Kanavien varusteet	6
1.7.1	Äänenvaimennus	6
1.7.2	Säätöpellit	7
1.7.3	Pääte-elimet.....	7
1.7.4	Palopellit	8
1.7.5	Säleiköt ja hajottajat	8
1.8	Paloeristys.....	8
1.9	Lämpöeristys	9
1.10	Säätö.....	10
1.11	Laitteiden merkinnät	9

1. ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT

Kohde on Lapualla entisen emäntäkoulun vanhan päärakennuksen Sööstetin kiinteistö, Siiriläntie 3. Rakennuksessa sijaitsee Lapuan kaupungin Keskuskoulun esikoulun sekä koululaisten iltapäivähoidon tilat. Lisäksi rakennuksen kellarikerroksessa on Lapuan työhakijat ry:n kahvila sekä kokous- ja toimistotiloja. Kohteeseen tehdään ilmanvaihtojärjestelmän muutostyö.

1.1 Laiteselostus

Kiinteistö varustetaan yhdellä koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteistolla. Ilmanvaihtokone palvelee rakennuksen ensimmäistä ja toista kerrosta. Ilmanvaihtokoneen laitteisto käsittää suodattimet, puhaltimet, pyörivän lämmön talteenottolaitteen, äänenvaimentimet, jälkilämmityspatterin sekä tulo- ja poistoilmapellit.

Kellarikerroksen ilmanvaihto säilyy nykyisellään huippuimurin avulla tapahtuvana koneellisena poistoilmanvaihtona.

1.2 Suunnitteluperusteet

Rakennuksen ilmavirrat on mitoitettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 ohjearvojen mukaan.

1.3 Laatusov vaatimukset

Työ toteutetaan viranomaisten määräyksiä ja hyvää rakennustapaa noudattaen sekä ensiluokkaisia materiaaleja käyttäen.

Asennustyössä noudatetaan soveltuvin osin kirjan ”Talotekniikka RYL 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset” mukaista laatutasoa ja työtapoja, mikäli suunnitelmassa ei ole esitetty muita vaatimuksia.

1.4 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokone on Recair Smart A-25-HW vaakamallinen ilmanvaihtokone portaattomasti pyörivällä lämmönsiirtimellä sekä taajuusmuuttajaohjatuilla puhaltimilla. Koneessa on kaksinkertainen vaippa ja 50 mm:n lämpö- ja paloeriste. Tuloilman vesikiertoinen jälkilämmityspatteri on asennettu eristettyyn koteloon laitteen ulkopuolelle. Ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho on 2 kW/(m³/s). Koneen tekniset tiedot on esitetty liitteessä 5. Suodattimina käytetään tuloilmapuolella A 25 pussisuodattimia 560-530-305/8. Tuloilmasuodattimien erotusaste on F7. Poistoilmapuolella käytetään A 25 pussisuodattimia 560-530-340/5. Poistoilmasuodattimien erotusaste on F5.

Ilmanvaihtokone varustetaan vesilukollisella viemärointiyhteellä, joka johdetaan lattiakaivoon.

1.5 Kanavat

Ilmanvaihtokanavina käytetään tyyppihyväksytyjä pyöreitä kierresaumakanavia. Kanavat koteloidaan huoneissa 101, 103, 106, ja 204 seinän ja katon rajapintaan. Kotelot pintakäsitellään valkoisiksi. Muissa tiloissa olevat kanavat sekä huoneiden 101, 103, 204 ja 211 kytkentäkanavat päätelaitteille pintakäsitellään valkoisiksi.

1.5.1 Ilmakanavien puhdistettavuus

Kanavisto tulee toteuttaa niin, että se voidaan helposti puhdistaa. Puhdistusluukkujen ohjeelliset paikat on esitetty suunnitelmissa. Luukkujen lopulliset paikat määräytyvät asennustöiden mukaan. Puhdistusluukkujen avattavuus on todennettava asennustyön aikana.

1.5.2 Kanavien ja laitteiden käsittely ja varastointi

Kanavat kuljetetaan työmaalle ja säilytetään työmaalla tulpattuina, suojaudessa paikassa suojattuna lialta ja kosteudelta. Pienet kanavanosat ja päätelaitteet kuljetetaan ja säilytetään työmaalla suljetuissa pakkauksissa.

1.5.3 Kanavien ja laitteiden asennus ja suojaus työn aikana

Kanavien ja laitteiden suojaukset poistetaan vain asennustyön ajaksi. Avoimeksi jäävät pystykanavat sekä vaakakanavien avoimet päät tulpataan. Avoimet päät suljetaan pölytiivisti aina myös taukojen ja keskeytysten ajaksi. Pystykanavat on tulpattava myös yläpäästään kunnes ne liitetään ilmanvaihtokoneeseen. Asennetut tulo- ja poistoilman päätelaitteet pidetään suojattuina koko rakentamisen ajan. Ilmanvaihtokoneen luukut ja pellit pidetään kiinni koko asennustyön ajan.

Asennustyön aikana katkaistuista kanavapäistä poistetaan jäysteet yms. puhdistusta haittaavat epätasaisuudet. Liitostöissä syntyneet epäpuhtaudet poistetaan huolellisesti. Mikäli kanavistossa havaitaan epäpuhtauksia, kanavat puhdistetaan sisältä.

Pyöreiden kanavien mutkat, haaroitukset ja muodonmuutokset tehdään tehdasvalmisteisista osista. Kanavat kiinnitetään toisiinsa tehdasvalmisteisilla tiivisteellisillä osilla tai kutistusmuhveilla pop-niittejä käyttäen. Ruuvikiinnityksiä ja teippiliitoksia ei hyväksytä.

Kanavat varustetaan tarkoitukseen sopivilla ja riittävän tiheään asennetuilla kannakkeilla.

1.6 Kanavien tiiviys

Ilmanvaihtokanavat ja niihin liittyvät osat liitetään toisiinsa siten, että saavutetaan standardin SFS 4699 mukaiset tiiviysluokat seuraavasti:

Tiiviysluokka A: Ilmastoitavassa huonetilassa näkyvissä olevat kanavat, joissa ilman paine-ero huonetilaan nähden on korkeintaan 150 Pa.

Tiiviysluokka B: Ilmastoitavan tilan ulkopuolella olevat tai siitä peitelevyillä erotetut kanavat sekä ilmastoitavassa tilassa olevat kanavat, joissa ilmanpaine-ero ympäristöön nähden on yli 150 Pa.

Kanavien ja laitteiden tiiviiden toteamiseksi suoritetaan kaikille koneellisen ilmanvaihdon kanaville tiiviyskokeet ja laaditaan pöytäkirjat. Tyyppihyväksytyn ilmanvaihtokoneen ja pyöreistä tiiviysluokan C kanavista ja osista tehdyn kanavaston tiiviys voidaan mitata pistokokein. Pistokokeiden laajuus on 20 %.

Kanavia ei saa peittää ennen kuin niiden tiiviys on todettu.

1.7 Kanavien varusteet

1.7.1 Äänenvaimennus

Ilmanvaihtokone varustetaan IV-konevalmistajan toimittamilla äänenvaimentimilla. Tuloilmakanavan äänenvaimentimen tyyppi on AV1-25-T-1100. Poistoilmakanavan äänenvaimentimen tyyppi on AV1-25-P-1000.

Muulla kanavistossa käytetään tehdasvalmisteisia äänenvaimentimia piirustusten ja oheisen luettelon mukaisesti.

Äänenvaimennin	BDER-30-025-090 250	2	kpl
Äänenvaimennin	BDER-60-025-050 250	1	kpl

1.7.2 Säätöpellit

Pyöreiden kanavien perussäätöpeltinä käytetään iiris-säädintä piirustusten ja oheisen luettelon mukaisesti.

Säätöpelti	IRIS 100	1	kpl
Säätöpelti	IRIS 250	6	kpl
Säätöpelti	IRIS 315	2	kpl

1.7.3 Pääte-elimet

Pääte-eliminä käytetään tulo- ja poistoilmaventtiilejä piirustusten ja oheisen luettelon mukaisesti.

Päätelaite	AFB-250-1200	1	kpl
Päätelaite	DYFB-160	8	kpl
Päätelaite	DYFB-200	2	kpl
Päätelaite	KSO-100	4	kpl
Päätelaite	KSO-125	13	kpl
Päätelaite	KSO-160	16	kpl
Päätelaite	KSO-P-100	2	kpl
Päätelaite	KSO-P-125	1	kpl
Päätelaite	KTI-100 180°	1	kpl
Päätelaite	RISV-630	1	kpl
Päätelaite	SAS 160	10	kpl
Päätelaite	STI-100	1	kpl
Päätelaite	STQA-125	1	kpl

Molempien kerrosten WC-tiloissa sekä huoneessa 209 käytetään poistoilmaventtiiliä KSO-P sulkeutuvana palonrajoittimena ja lisäksi huoneessa 209 tuloilmaventtiiliä STQA savukaasuja rajoittavana kuristimena.

1.7.4 Palopellit

Palorajoittimina käytetään tyyppihyväksytyjä EI 60-luokan palopeltejä piirustusten ja oheisen luettelon mukaisesti.

Palopelti	ETPR-EI-1 100	1	kpl
Palopelti	ETPR-EI-1 160	3	kpl
Palopelti	ETPR-EI-1 250	8	kpl
Palopelti	ETPR-EI-1 315	2	kpl

Ensimmäisen ja toisen kerroksen aulatiloissa osastoivassa rakenteessa käytetään sulakemallisia palopeltejä ja ullakkokerroksessa käytetään moottoriohjattuja palopeltejä. Ullakkokerroksessa palonrajoittimet sijoitetaan kanaviin ja jokaisen palopellin ja osastoivan yläpohjan välinen kanava sekä läpivienti paloeristetään EI 60.

Jokaisen palopellin yhteyteen tulee tarkastusluukku.

1.7.5 Säleiköt ja hajottajat

Ulkoilmasäleikkönä käytetään neliönmuotoista kuumasinkitystä teräksestä valmistettua FläktWoods Oy:n RIS-700x700-SFe-säleikköä. Säleikön ja raitisilmakanavan väliin asennetaan kokoojalaatikko, jonka alareuna tehdään viistoksi ja laatikosta johdetaan vesiyhde ulos sadeveden poistamiseksi.

Jäteilman poistoon valittiin FläktWoods Oy:n EYMA-ulospuhallushajotin 500 mm:n kanavaliitännällä.

1.8 Paloeristys

Ensimmäisestä kerroksesta tulevat ilmanvaihtokanavien läpinousut kulkevat toisessa kerroksessa huoneiden 202 ja 208 läpi avautumatta niihin. Nämä kanavat ja läpiviennit paloeristetään toisen kerroksen tiloissa esimerkiksi PAROC Hvac AirCoat-ilmanvaihtokanava eristeellä, jonka paksuus on 50 mm.

Kourueriste kiinnitetään teräslanka- tai alumiinipantasidoksin alle 300 mm:n välein. Jos paloeristeenä käytetään verkkomattoeristettä, tarvitaan lisäksi pystysuuntainen tuenta.

Kellarikerroksesta tulevan poistoilmakanavan läpinousun paloeristys tarkistetaan huoneissa 106 ja 201 ja tarvittaessa lisätään eristettä.

1.9 Lämpöeristys

Kylmässä ullakkotilassa kulkevat tulo- ja poistoilmakanavat sekä jäte- ja raitisilmakanavat eristetään piirustusten mukaisesti, esimerkiksi PAROC Hvac AirCoat-ilmanvaihtokanava eristeellä, jonka paksuus on 100 mm.

Eriste kiinnitetään metallilangalla tai –vanteella kanavan ympäri alle 300 mm:n välein (esim. 0,9 mm hehkutettu sinkitty teräslanka tai alumiinipanta). Kun kourun ulkohalkaisija on 500 tai enemmän, käytetään teräsvannetta.

1.10 Laitteiden merkinnät

Laitteet varustetaan tunnuskilvillä, johon merkitään LVI-laiteluettelon mukainen tunnus, laitteen nimi sekä käyttötarkoitus tai palvelualue. Tunnuskilvet tehdään valkoisesta kerrosmuovista, jolle kaiverrettava teksti näkyy mustana. Tekstin korkeus on n. 10 mm. Kilvet kiinnitetään yhdenmukaisella tavalla laitteeseen tai laitteen viereen, tarvittaessa erilliselle alustalle.

Säiliöissä, pumpuissa, lämmönsiirtimissä, ilmapuhaltimissa, ymv. laitteissa tulee olla tunnuskilpien lisäksi konekilpi, josta käy ilmi valmistaja (ja maahantuoja), valmistusvuosi, tekniset arvot sekä tyyppimerkintä, jonka perusteella laitteen tiedot ovat löydettävissä valmistajan luettelosta. Konekilvissä käytetään laitteiden todellisia teknisiä arvoja, jos ne poikkeavat suunnitteluarvoista. Konekilvet kiinnitetään niin, että ne jäävät eristeiden päälle.

Ilmanvaihtokanavat merkitään vastaavin tunnuskilvin kuin laitteet. Kilpiin kaiveretaan kanavan käyttötarkoitus, ilmanvaihtokoneen laiteluettelotunnus sekä palvelualue.

Myös säätöpellit, palopellit ja puhdistusluukut varustetaan merkinnöin.

1.11 Säätö

Ilmavirtojen perussäätö tehdään yleisimmän käyttötilanteen mukaisella käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla, siten että poikkeamat mitoitusarvoista ovat korkeintaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 kappaleessa 4.1.2.4 mukaiset. Säädöstä tehdään mittauspöytäkirja.