
Kirsi Örling

LVI-suunnitelma: Vanhan omakotitalon muutos
päiväkodiksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinöörityö
Talotekniikka
Opinnäytetyö
15.5.2010

Sisällys

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto	5
2 Teoria	6
2.1 Yleiset vaatimukset	6
2.2. Määräykset ja vaatimukset ilmastoinnille	8
2.3. Määräykset ja vaatimukset vesi- ja viemärijohtoillem.....	11
3 Ilmanvaihdon suunnittelu	16
3.1. Järjestelmän valinta ja mitoitus	16
3.2. Ilmastointisuunnitelmat	21
4 Vesi ja viemärijohtojen suunnittelu	23
4.1. Järjestelmän valinta ja mitoitus	23
4.2. Vesilaitteet.....	24
4.3. Vesi- ja viemärijohtojen suunnitelmat	25
5 Yhteenveto	27
6 Lähteet	28
7 Liitteet.....	29
Liite 1.Tuloilmaventtiili KTI, valintakäyrästä.....	29
Liite 2.Poistoilmaventtiili KSO, valintakäyrästä	30
Liite 3.Ilmastoinnin tasapainotustaulukko, poisto	31
Liite 4. Ilmastoinnin tasapainotustaulukko, tulo.....	33
Liite 5. Äänenvaimentimen BDER-60 tiedot, Fläkt Woods Oy.....	35

Tekijä	Kirsi Örling
Otsikko	LVI-suunnitelma: Vanhan omakotitalon muutos päiväkodiksi
Sivumäärä	35
Aika	15.5.2010
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja	toimitusjohtaja Petri Riskala
Ohjaava opettaja	yliopettaja Olli Jalonen
<p>Insinööri­työssä oli tavoitteena tehdä LVI-suunnitelmat päiväkodille, joka tehtiin vanhaan 1900-luvun asuintaloon. Ilmastoinnin suunnittelussa oli huomioitava, että julkisivu oli suojelukohde. Apuna työssä käytettiin kirjallisuutta, Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ja alan ammattilaisia.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä Suomen rakentamismääräyskokoelmaan ja sieltä saataviin ilmastointimääräyksiin päiväkodin osalta. Tämän jälkeen haastateltiin alan ammattilaisia huoneiden sijoittelun ja toimivan kokonaisuuden luomiseksi. Erityisesti tarkasteltiin keittiön ja kylpyhuonetilojen riittävien vesi- ja viemäpisteiden määrittäminen.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin ilmastointi-, vesi- ja viemärisuunnitelmat päiväkodin toteuttamiseksi. Suunnittelun lopputulosta voi hyödyntää myöhemmin vastaavien kohteiden suunnittelussa.</p>	
Hakusanat	LVI-suunnittelu, päiväkot

Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Abstract

Author	Kirsi Örling
Title	HVAC plan for an old family house converted into kindergarten
Number of Pages	35
Date	15 May 2010
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor	Petri Riskala, Managing Director
Supervisor	Olli Jalonen, Principal Lecturer
<p>The purpose and goal of the project was to make the plans for ventilation, water and sewerage for the kindergarten which was built in a one-family house from the early 1900s. The facade of the building was protected. To complete the final year project, literature, the Finnish building codes, and professionals in the field were consulted.</p> <p>The Final year project was begun with the study of the Finnish Building Code, especially its regulations concerning the air conditioning of kindergartens. Interviews with professionals followed to define where the rooms should be and how the functions of the facility should be placed to from practical whole. Particularly, the placement of adequate taps and sewers in kitchen and bathroom facilities was studied.</p> <p>The result of the project, the air-conditioning, water and sewer plans for the kindergarten were completed. The design can later be used in the design of similar sites.</p>	
Keywords	air-condition design, water and sewer design, kindergarten

1 Johdanto

Insinööriyön kohteena on Kirkkonummen keskustassa sijaitseva 1900-luvun alkupuolella rakennettu kolmikerroksinen omakotitalo, jossa ensimmäinen kerros muutetaan lastenkodin käyttöön. Kellarissa sijaitsevat sosiaalityöt lastenkodin henkilökunnalle ja tekniset tilat. Toinen kerros on vuokrattu kokonaisuudessaan asuinkäyttöön, joka on rajattu tässä ulkopuolelle. Talo on julkisivultaan suojeltu kohde.

Ennen suunnittelun aloittamista kohteeseen on hankittu lausunto Kirkkonummen kunnan viranomaiselta tilojen riittävydestä ja soveltuvuudesta päiväkotikäyttöön sekä hoidettavien lasten lukumäärä. Lausunnossa määriteltiin hoitotilojen riittävydestä maksimissaan 26 lapselle, joista osa on osa-aikaisia hoidettavia.

Suunnittelun rajauksena on olemassa oleva vesi- ja viemäriyhteys, joihin ei tehdä muutoksia. Tekniseen tilaan sijoitetaan oma huoneistovesimittari lastenkotia varten. Lämmitysmuotona on olemassa oleva patteriverkosto, joka on tuotettu maalämmöllä sisältäen lämpimän käyttöveden.

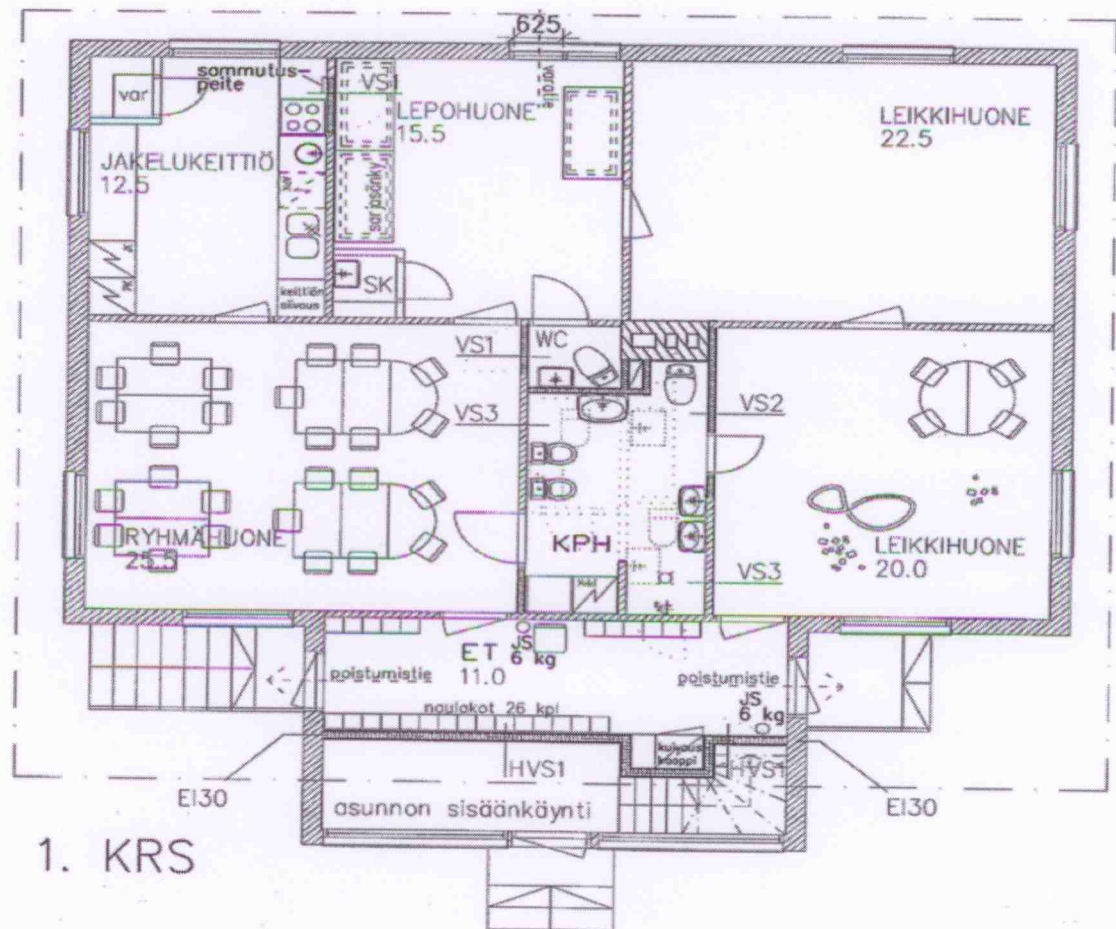
Suunnitteluun osallistui arkkitehdin lisäksi päiväkodin henkilökunta. Pohjaratkaisut ja vesikalusteiden sijainnit tulivat pitkälti henkilökunnalta. Työni oli tehdä ilmastointi-, vesi- ja viemärisuunnitelmat päiväkodin osalta. Suunnitelmat käsittävät kellari- ja ensimmäisen kerroksen. Ilmastointi toteutettiin varsinaisiin päiväkodintiloihin koneellisesti ja kellarin osalta painovoimaisena.

2 Teoria

2.1 Yleiset vaatimukset

Omakotitalon muutos päiväkotikäyttöön vaati tilojen uudelleen suunnittelun. Tiloissa tulee olla sosiaali-, keittiö, leikki-, ryhmä-, lepo- ja hygieniatilat. Suunnittelu tilojen käytöstä toteutetaan yhdessä päiväkodin henkilöstön kanssa. Tilojen toimivuuteen vaikuttaa myös lasten lukumäärä, joka on maksimissaan 26. Osa lapsista on osa-aikaisia hoidettavia.

Arkkitehti suunnitteli pohjan uudelleen yhdessä päiväkodin henkilöstön kanssa, kuva 1. Tämän jälkeen kuviin aloitettiin lvi-suunnittelu. Suunnittelussa huomioitiin eri tilojen erityistarpeet.



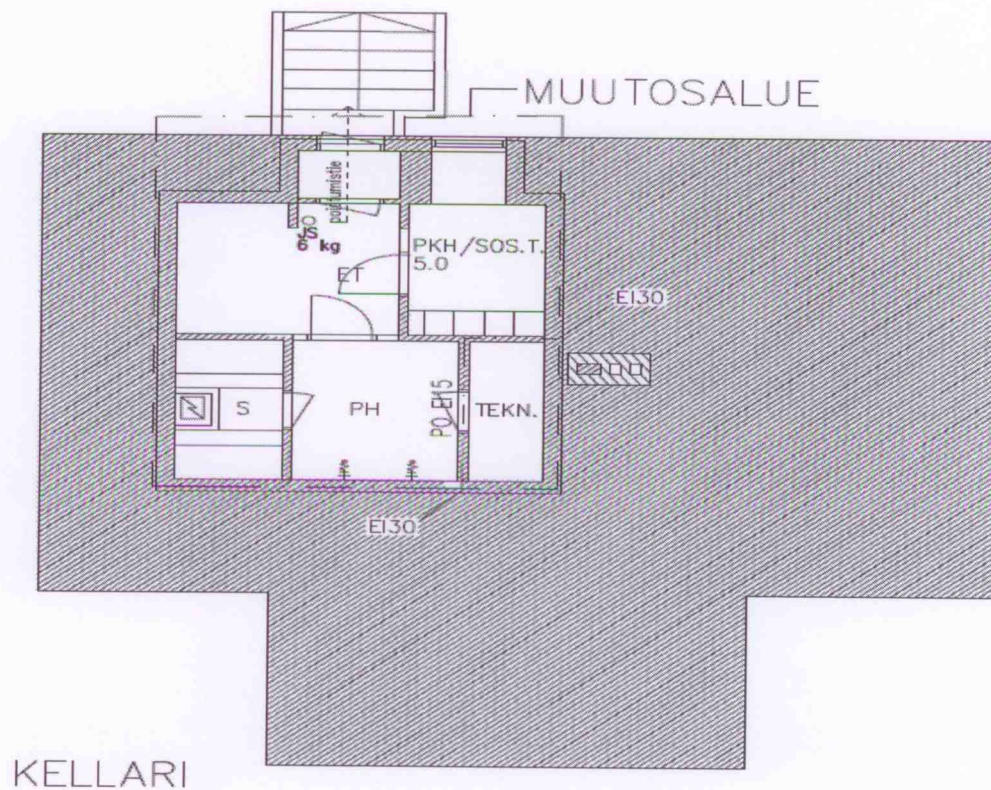
Kuva 1. Päiväkotikerros

Keittiö toimii jakelukeittiönä, johon tuodaan päivittäin valmiit ateriat. Suunnittelussa varauduttiin kuitenkin siten, että keittiössä pystyy valmistamana pieniä määriä ruokaa, huolehtimaan astioiden pesusta ja riittävästä kylmätiloista. Ryhmähuone toimii myös ruokailutilana.

Eteistilojen osalta vaatimuksena oli, että sinne oli sijoitettava kuivauskaappi vaatteiden kuivatukseen. Pihanpuoleiseen ovensuuhun haluttiin kuraritilä ja suihku vaatteiden huuhtelua varten.

Hygieniatilojen osalta huomioitiin riittävät ja oikean kokoiset kalustemäärät, huomioiden sekä aikuiset että lapset. Lasten wc-istuimet toimittaa päiväkotitoiminta, jotka siirretään vanhoista tiloista.

Ilmastointikoneen sijoittaminen vaati erityistä pohdintaa, koska se palvelee ainoastaan päiväkotitoimintaa ja toinen kerros oli vuokrattu asunnoiksi. Kellaritiloihin laitteen sijoittaminen ei onnistunut, koska ilmastointiputkien ulosvienti olisi muodostunut kohtuuttoman hankalaksi, kuva 2.



Kuva 2. Kellarikerros

LVI-suunnittelun lähtökohtana ovat riittävät vesipisteet ja ilmastointi lastenkodin toiminnalle mutta kustannustehokkaasti. Kustannukset pitää olla kohtuulliset, koska tarvittaessa tilat pitää voida muuttaa asuinkäyttöön. Vuokrasopimus on alussa viisi vuotta.

Päiväkoti toimii vain päiväsaikaan ja siinä ei ole suunniteltu tiloja liikuntaesteisille, johtuen rakennuksen iästä ja toiminnasta. Sisäilmaluokitukseksi päätettiin S2.

2.2 Määräykset ja vaatimukset ilmastoinnille

Suunnittelussa noudatettiin ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmaa. Rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaisesti määriteltiin eri tilojen ilmamäärät, ilman nopeus ja äänitasot.

TAULUKKO 7. HOITOLAITOKSET #1						
Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta	Ulkoilma- virta	Poistoilma- virta	Äänitaso $L_{A,eq,T}$ / $L_{A,max}$ dB	Ilman nopeus talvi / kesä m/s	Huom!
	(dm^3/s)/hlö	(dm^3/s)/ m^2	(dm^3/s)/ m^2			
Sairaalan potilashuone	10	1,5		28 / 33 *	0,20 / 0,30	*C1 ohje
Sairaalan toimenpidehuone		2		33 / 38	0,20 / 0,30	#E
Sairaalan kuntoutuksuhuone		2		33 / 38	0,20 / 0,30	
Sairaalan oleskelutila		3		33 / 38	0,20	
Lastenhoitotilat		2		33 / 38	0,20 / 0,30	
Pitkäaikaispotilaiden hoitotilat		2		33 / 38	0,20 / 0,30	#3
Käytävä		0,5		33 / 38	0,20 / 0,30	#2
Odotustilat		3		33 / 38	0,20 / 0,30	#2
Potilas- ja odotustilojen WC			30 / paikka	38 / 43	0,20	
Huuhteluhuone			10	38 / 43	0,20	#3
Pidätettyjen vastaanotto-tila		3	1	33 / 38	0,20	#4
Putkakäytävä		3		38 / 43	0,20	
Juoppoputka		8	10	33 / 38	0,20	#S
Sellikäytävä		2		38 / 43	0,30	
Selli	8	2,5	3	33 / 38	0,20	#S
Päiväkodit:						
Lepuhuoneet	6	2,5		28 / 33 *	0,20 / 0,30	*C1 ohje
Leikki- ja ryhmähuoneet	6	2,5		33 / 38	0,20 / 0,30	
Vesileikkihuone		2		33 / 38	0,20 / 0,30	
Eteinen		2		33 / 38	0,20	
Märkäeteinen			5			#3, #S

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.
 #2 Kiinteiden työpisteiden ilmannoisuuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.
 #3 Poistoilmavirtaa ja vastaavasti ulkoilmavirtaa suurennetaan kohdepoistojen ja / tai hajujen hallitsemisen edellyttämällä määrällä.
 #4 Poistoilma ympäröivien hygieniä- ymv. tilojen kautta.
 #E Erikoistilojen, kuten leikkaussalien, toimenpidehuoneiden, röntgentilojen, välinehuoltotilojen, potilaiden pesuun käytettävien tilojen jne. ilmanvaihto suunnitellaan tapauskohtaisesti.
 #S Siirtoilmavirta

Kuva 3. Ilmamäärät rakentamismääräyskokoelma D2 (2, s.25)

Ilmastointikoneen valinnassa oli huomioitava riittävä ilmanlaatu ja kosteuden poisto, jolloin valittiin koneen tyypiksi regeneratiivinen lämmönsiirrin, jossa on lämmön-
talteenotto. Ilmanvaihto toteutetaan sekoittavana ilmanjakona.

Huonelämpötila on 21°C, tuloilma huoneeseen on 14 -16 °C. Päätelaitteiden valinnassa on huomioitava heittopituus, jotta vältetään viileän ikkunan konvektiovirtaukselta. Seinäventtiileissä mitoitetaan tuloilmasuihku maksimissaan yhtä suureksi kuin tilan leveys.

Ilmanmäärän mukaan putkikoko lasketaan kaavasta:

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{q_v}{v} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times q_v}{\pi \times v}} \quad (1)$$

A on putken ala neliömetreinä

d on putken halkaisija metreinä

q_v on virtausnopeus, m³/s

v on ilmannoisuus, m/s.

Lasketaan putkistojen virtausvastukset (2):

$$\Delta p_x = \Delta p_\xi + \Delta p_\lambda \quad (2)$$

Δp_x on osan x kokonaispainehäviö

Δp_ξ on kertavastuksen aiheuttama painehäviö

Δp_λ on kitkan aiheuttama painehäviö.

Kertavastuksen painehäviö saadaan kaavasta (2):

$$\Delta p_\lambda = \lambda \frac{l}{d} \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (3)$$

λ on kitkakerroin

l on kanavan pituus, m

d on kanavan halkaisija, m

ρ on ilmantiheys

v^2 on ilmannoisuus, m²/s².

Kitkan aiheuttama painehäviö saadaan kaavasta (2):

$$\Delta p_{\xi} = \xi \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (4)$$

ξ on kanavaosan kertavastus

ρ on ilmantiheys

v^2 on ilmannoisuus, m^2/s^2 .

Painehäviölaskelman perusteella voidaan valita puhallin, jonka liitäntähäviöt huomioidaan lopullisessa painehäviölaskelmassa.

Tämän jälkeen lasketaan ilmastointikoneen ominaissähköteho, SPF luku (3):

$$SPF = \frac{P_{\text{tuloilmapuhaltimet}} + P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}}{q_{\text{max}}} \quad (5)$$

$P_{\text{tuloilmapuhaltimet}}$ on tuloilmapuhaltimien ottama sähköteho

$P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}$ on poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho

q_{max} on mitoittava jäteilmavirta tai ulkoilmavirta.

Äänenvaimentimien valinnassa oli huomioitava erityisesti lepohuoneen äänitasovaatimukset 28/33 dB. Pyöreiden kanavien äänenvaimennusta ei huomioida.

Päätelaitteen vaimennus saadaan kaavasta (3, s. 83):

$$D = 10 \lg \left[1 + (c / 4 f \pi)^2 Q / S \right] \quad (6)$$

D on vaimennus

c on äänen nopeus ilmassa, m/s

f on taajuus, Hz

S on kanavan päateaukonala, m^2

Q on avaruuskulma, johon ääni hajaantuu, 2π seinällä ja katossa.

Puhdistusluukut laitetaan säätöpeltien ja kanavan kulmien yhteyteen, vaakasuoriin kanaviin 10 metrin välein ja pystykanavien ylä- ja alapäihin. Kanavaan on asennettava puhdistusluukku, ellei puhdistettavuus toteudu haarakanavan kautta.

Puhdistusluukkujen koot pyöreällä kanavalla ovat 400 x 100 mm, kun kanavan halkaisija on alle 200 mm, ja 400 x 200 mm, kun kanavan halkaisija on 200 - 500 mm.

2.3 Määritykset ja vaatimukset vesi- ja viemärijohtoille

Suunnittelussa noudatettiin ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmaa. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisesti mitoitettiin vesi- ja viemärien normi- ja mitoitusvirtaamat taulukkomitoituksena (5).

Vesilaitteiston mitoitus tehtiin kuvan 4 mukaisesti.

Vesilaitteiston mitoituksessa käytetään taulukon 1 mukaisia normivirtaamia.

TAULUKKO 1.

Mitoituksessa käytettävät vesikalusteiden normivirtaamat.

Vesipiste ¹⁾	Normivirtaama q_n , dm ³ /s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Astianpesuallas	0,2	0,2
Astianpesukone kotitaloudessa	0,2	(0,2)
Pesuallas	0,1	0,1
Suihku	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
WC-istuin	0,1	-
Pesukone kotitaloudessa	0,2	-
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	-
Vesiposti pientalossa, DN 15	0,2	-
Vesiposti kerrostalossa, DN 20	0,4	-
Laskuhana, tasapohja-allas	0,2	0,2
Pesuistuin	0,1	0,1
Urinaalin huuhteluventtiili	0,4	-
Urinaalin huuhteluhana	0,2	-
Ryhmäpesuallas (n kpl)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Sarjaan kytketyt urinaalit (n kpl)	0,14 + 0,06 n	-
Ryhmäsuihku (n kpl)	0,14 n	0,14 n
Teollisuus ym. laitteet	Lask. erikseen	-

¹⁾ Jos vesikalusteessa on vaihtoehtoisia ulostuloja, otetaan mitoituksessa huomioon vain suurimman virtaaman antava ulostulo. Ulostuloksi luetaan tässä yhteydessä myös järjestely, jossa kalusteesta johdetaan vesi jollekin laitteelle, esimerkiksi pesukoneelle, helposti irrotettavan kytkennän kautta.

Kuva 4. Rakentamismääräyskokoelman osa D1 normivirtaamat (5, s. 35).

Normivirtaamien summa lasketaan sekä kylmän veden että lämpimän veden osalta erikseen kaavalla

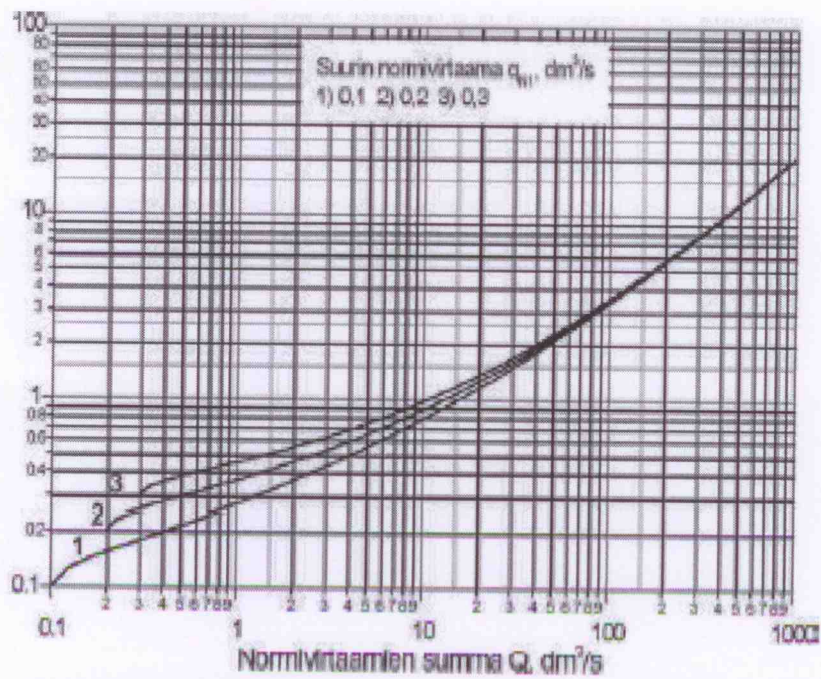
$$Q = n \times q_{N1} + n \times q_{N2} + \dots \quad (7)$$

Q on normivirtaamien summa, dm^3/s

n on vesipisteiden lukumäärä

q_N on vesipisteiden normivirtaama, dm^3/s

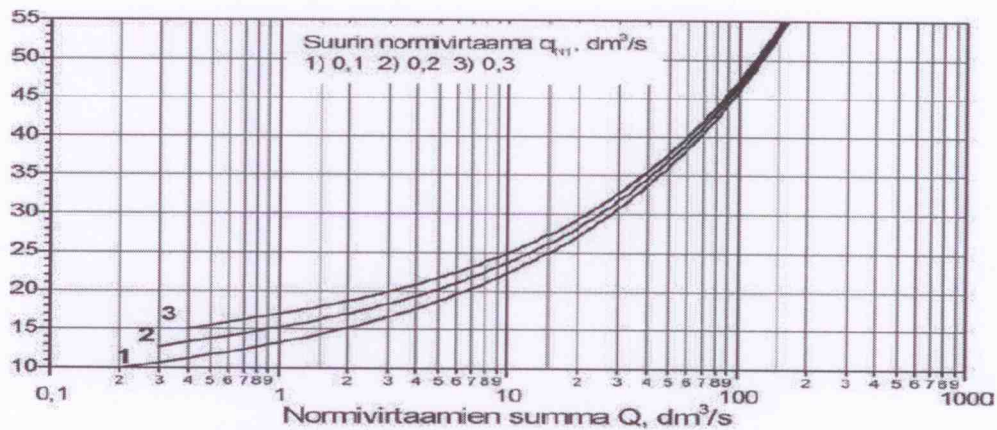
Normivirtaamien summalla saadaan mitoitusvirtaamat jakojohdoille.



Kuva 2. Jakojohdon mitoitusvirtaama asuin-, toimisto-, koulu-, hotelli-, sairaala- tms. rakennuksissa.

Kuva 5. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaiset mitoitusvirtaamat (5, s. 36).

Jakojohtojen koon valintaan käytetään kuvaa 6.



Kuva 3. Jakojohdon sisähalkaisijan riippuvuus normivirtaamien summasta mitoitusvirtaaman virtausnopeudella 2 m/s. Putkidimensioksi valitaan aina sisähalkaisijaltaan lähinnä seuraava putkikoko.

Kuva 6. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaiset mitoitusvirtaamat (5, s. 38).

Jakojohdot mitoitetaan muovisten PEX-johtojen mukaisesti.

TAULUKKO 5. Muovisten kytkentäjohtojen sisähalkaisijan valintataulukko.

Enimmäispituuden ohjearvo on esitetty paineiskujen pienentämiseksi.

Normivirtaama dm ³ /s	Putken d _s mm	Virtausnopeus m/s	Painehäviö kPa/m	Kytkenäjohtojen enimmäispituus, m
0,1	10	1,3	2,6	15
	12 ¹⁾	0,9	1,1	15
0,2	10	2,6	8,8	12
	12 ¹⁾	1,8	3,7	12
	13	1,5	2,5	20
0,3	10	3,8	18,2	10
	12 ¹⁾	2,7	7,5	10
	13	2,3	5,1	15
0,4	13	3,0	8,6	10
	16 ¹⁾	2,0	3,2	10
	20 ¹⁾	1,3	1,1	15
	20	1,3	1,1	20

¹⁾ Monikerrosputki.

Vesikalusteen ja sen kytkentäjohtojen yhteinen painehäviö normivirtaamalla voidaan laskea seuraavasta yhtälöstä.

Kuva 7. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mitoitusvirtaamat (5, s. 39).

Viemäjohtojen normivirtaamat määritetään rakentamismääräyskokoelman mukaisesti.

TAULUKKO 1.

Mitoituksessa käytettävät viemäripisteiden normivirtaamat.

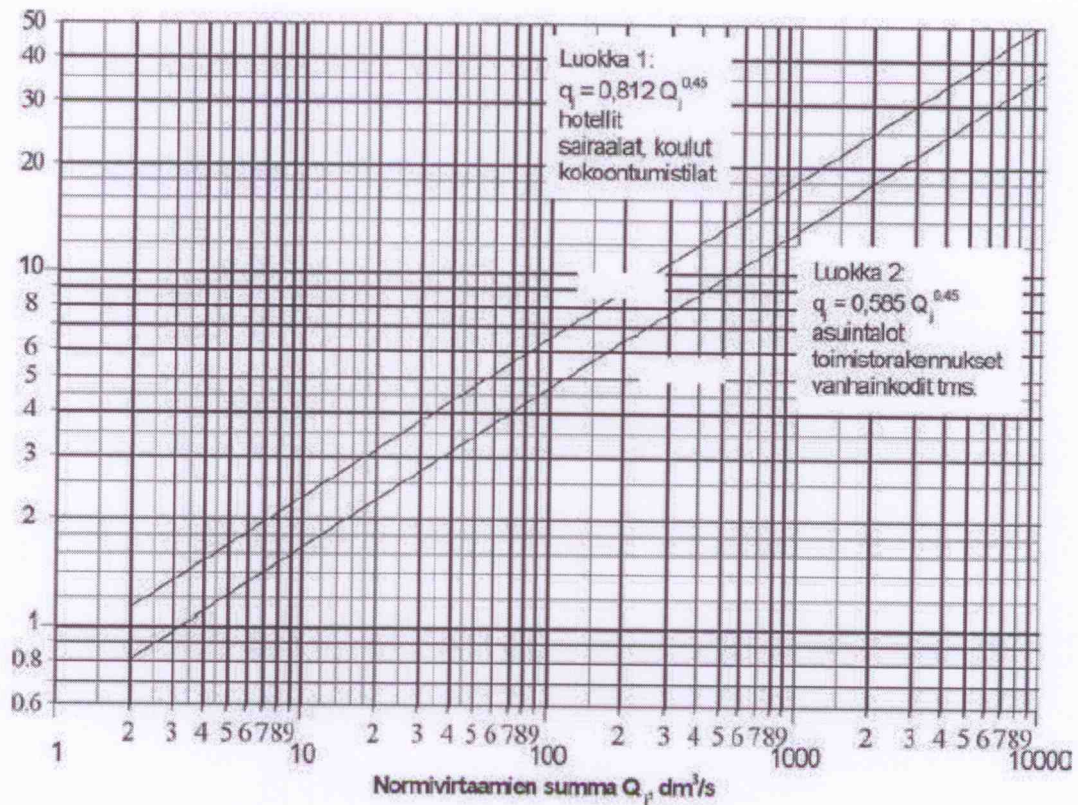
Viemäripiste ¹⁾	Normivirtaama dm ³ /s	Huomautus
Pesuallas	0,3	
Pesuistuin	0,3	
Kylpyamme tai suihkuallas	0,9	
Suihku	0,6	
WC-istuin	1,8	
Astianpesuallas	0,6	
Astianpesuallas ammattikäyttö, 2-altainen	0,6	Ravintolassa rasvan- erottimen kautta.
Astianpesuallas ammattikäyttö, 3-altainen	0,9	
Astianpesukone, kotitalous	0,6	1)
Astianpesukone, ravintola	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Pesukone, kotitalous	0,6	1)
Pesukone, talopesula tai vastaava	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Tasapohja-allas tai kaatoallas	0,6	
Urinaali huuhteluventtiilillä	0,6	
Urinaali huuhteluhanalla	0,3	
Huuhteluallas, sairaala	1,8	
Pesukouru/metri (samanaikaisuuskerroin 1)	0,4	0,3 dm ³ /s pesupaikka
Juoma-allas	-	Virtaamia ei oteta huomioon mitoituksessa.
Sylkyallas	-	
Lattiakaivo DN 50	≤ 0,9 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 75 (DN70)	≤ 1,5 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 110 (DN100)	≤ 1,8 dm ³ /s ²⁾	

¹⁾ Ei oteta mitoituksessa huomioon viemäritäessä toisen vesipisteen vesilukkoon.

²⁾ Viemäripisteiden normivirtaamien enimmäissumma, joka voidaan viemäroidä lattiakaivon kautta. Laskettu normivirtaamien summa otetaan huomioon viemärin mitoituksessa. Asunhuoneiston, hotellin tms. märkätilassa otetaan viemärin mitoituksessa huomioon vain suurin lattiakaivoon tuleva viemäripisteen normivirtaama.

Kuva 8. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 normivirtaamat (5, s. 47).

Viemärin normivirtaamien summa lasketaan vastaavasti kuin vesijohdoilla kaavan 7 mukaisesti. Normivirtaamien summalla saadaan kuvasta 9 mitoitusvirtaama.



Kuva 1. Viemärin mitoitusvirtaaman riippuvuus normivirtaamien summasta.

Kuva 9. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaiset mitoitusvirtaamat (5, s. 48).

Kytkeväviemäreiden putkikoko, pituus ja putouskorkeus mitoitetaan.

TAULUKKO 2.
 Tuulettamattoman kytkeväviemärin putkikoko, pituus ja putouskorkeus.

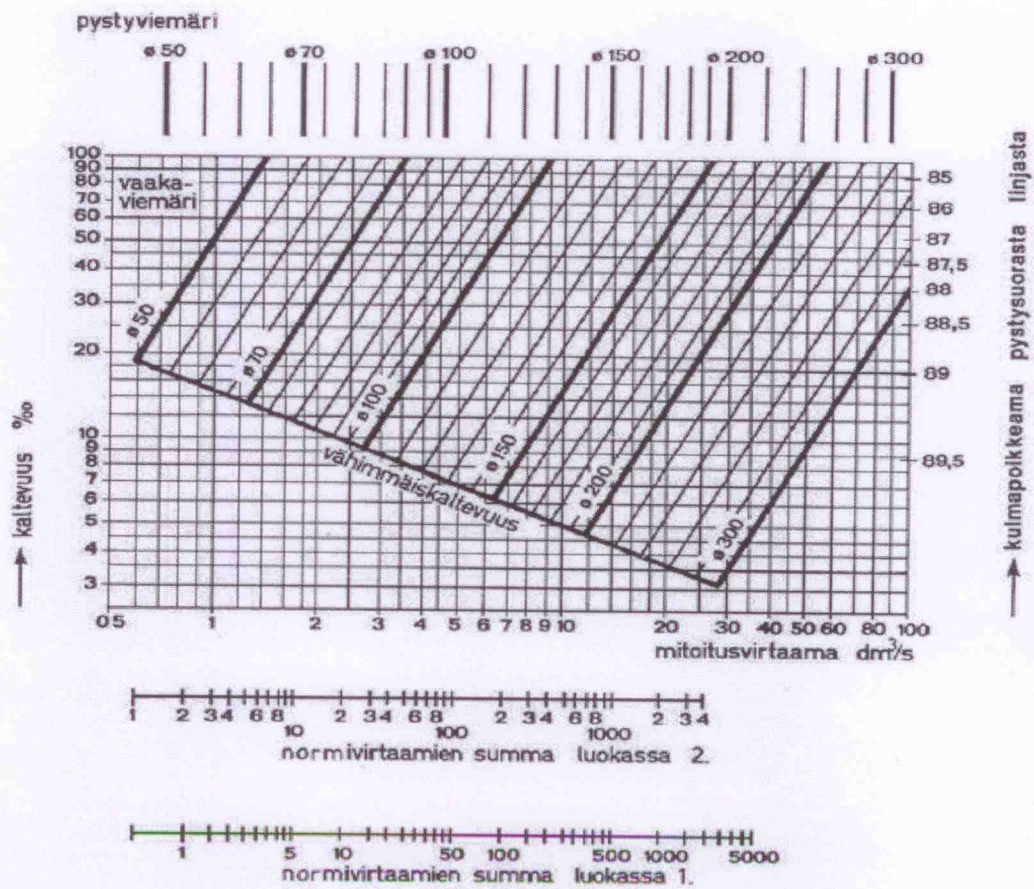
Normi- virtaama dm ³ /s	Vähimmäis- putkikoko DN	Enimmäispituus tuulettamattomana, m		Viemärointi toisen viemäripisteen vesilukkoon, vähimmäisputkikoko
		Vaakapituus L	Putouskorkeus H ²⁾	
0,3	32 ²⁾	2	1	Pesuallas; DN 32
0,6	40 ²⁾	3	1	Pesukoneet, kotitalous, DN 32
0,9	50	10	2	Kylpyamme tai suihkuallas, DN 32
1,2	50	10	2	
1,5	70	10	4	
1,8	100	10	4	

¹⁾ Lasketaan vesilukon vedenpinnasta tuuletetun kokoojaviemärin liitoskohdan tasoon

²⁾ Vesilukollisen viemäripisteen seinässä tai lattiassa sijaitsevan kytkeväviemärin putkikoko on DN 50, jolloin enimmäisvaakapituus tuulettamattomana on 10 m ja enimmäisputouskorkeus 2 m.

Kuva 10. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaiset mitoitusvirtaamat (5, s. 48).

Viemärien putkikoot ja kaltevuudet määritetään kuvan 10 mukaisesti. Viemäriputkisto on tuulettuva ja se toteutetaan muoviputkillla.



Kuva 3. Tuuletettu viettoviemäri. Koot ja kaltevuudet muoviputkelle. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemäriin sisämitat.

Kuva 11. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaiset mitoitusvirtaamat (5, s. 49).

Jakotukit mitoitettiin vesipisteiden määrän mukaan. Viemäreiden puhdistusaukot lisätään pystykokoojaviemäreiden liitoskohtiin.

3 Ilmanvaihdon suunnittelu

Lähtötilanteena on ilmastointikoneen sijoitus eteiseen katonrajaan. Raitisilmakoneelle otetaan pihanpuoleisesta seinästä ja likainen poisto viedään katolle leikkihuoneen nurkasta. Hormitilaa ei pystytty hyödyntämään sen ahtauden takia. Ilmastointiputket viedään yläkatossa eri huoneisiin. Suunnittelun haasteena ovat erittäin ahtaat tilat ja huonekorkeus 2,7 metriä.

3.1 Järjestelmän valinta ja mitoitus

Suunnittelu aloitettiin määrittelemällä tarvittavat ilmamäärät eri tiloihin. Määrittely tehtiin kuvan 3 mukaisesti. Ilmamäärä voidaan määrittää joko henkilömäärän tai neliöiden mukaan. Tässä tapauksessa päädyttiin neliömääräiseen määrittelyyn, koska lapsien lukumäärä vaihteli suuresti ja he oleskelevat eri tiloissa.

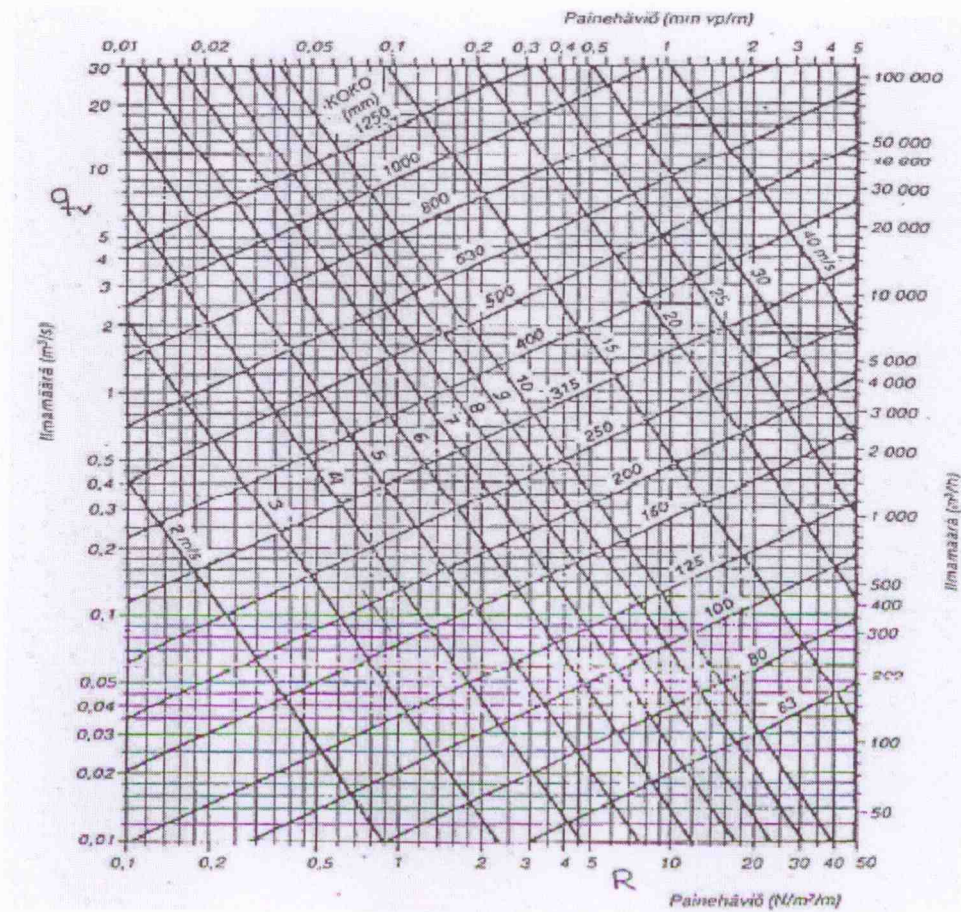
Suunnitellut ilmamäärät on esitelty taulukossa 1:

Taulukko 1. Suunnitellut ilmamäärät.

Huone	Ilmamäärä
Eteinen, kuivauskaappi	-29 l/s, -22 l/s
Ryhmähuone	2x+28 l/s
Leikkihuone	2x+24 l/s
Leikkihuone	2x+23 l/s
Lepuhuone	+18 l/s
Keittiö	2x-32 l/s
Kph	2x-19 l/s
WC	-15 l/s

Päätelaitteet valitaan ilmamäärien ja rakentamismääräyskokoelman D 2 (1) mukaisesti, etteivät äänitasot ylitä. Poistoilmaventtiiliksi valittiin Fläkt Woods KSO ja tuloilmaventtiiliksi Fläkt Woods KSI. Päätelaitteiden heittopituuden riittävyys ja tuloilmasuihkujen leveydet tarkistetaan huonekohtaisesti. Venttiilien koot valittiin tuloilmaventtiilin KTI valintakäyrästä liitteessä 1 (5) ja poistoilmaventtiilin KSO valintakäyrästä liitteessä 2 (6). Venttiilien mitoituksessa huomioitiin kuvassa 2 esiintyvät äänivaatimukset ja ilmannopeudet.

Ilmamäärien jälkeen suunnitellaan ilmastointiputkien koot. Putket tulee mitoittaa niin suuriksi, ettei ilmannoisuus kasva liian suureksi ja kanavissa synny ääniä ilmavirran takia. Kanavakokoa määritettäessä huomioidaan ilmannoisuudet maksimissaan runkokanavissa 5 - 6 m/s ja haarakanavissa 2 - 3 m/s. Kanavaksi valittiin pyöreä kierresaumattu kanava. Putkikoon alustavassa määrittäyksessä apuna käytin kuvassa 12 olevaa mitoitusdiagrammia.



Kuva 12. Kierresaumattujen ilmakeinavien kitkavastukset (2).

Ilmastointikoneen sijoituspaikka on eteinen katonraja kylpyhuoneen vastaisella seinällä. Suunnittelu aloitetaan piirämällä pohjakuvaan putkilinjat, äänenvaimentimet ja ilmastointikoneen paikka. Tavoitteena oli tehdä putkilinjat kylpyhuoneen kautta, jolloin varsinaisiin oleskelutiloihin tulisi äänihaittoja mahdollisimman vähän.

Lasketaan päätevaimennus teoriaosan kaavan 6 mukaisesti. Taulukossa on vaimennus eri taajuuksilla. Koska kaikki päätelaitteet ovat joko katossa tai seinässä, avaruuskulmana käytetään arvoa 2π . Lähtöarvoina on käytetty putken kokoa 125 mm ja äänen nopeutta 343 m/s.

Taulukko 2. Päätevaimennukset.

Taajuus, Hz	Vaimennus, dB
63	11
125	11
250	12
500	12
1000	13
2000	14
4000	14
8000	15

Putkikokojen tarkistus ja kaikkien linjan tasapainotus tehdään laskennallisesti teoriaosuuden kaavoja 1- 4 käyttäen, jotka ovat taulukon pohjana. Samalla mitoitetaan tarvittavat säätöpellit. Liitteessä 3 ja 4 esitetään taulukkomuodossa tasapainotuksen tulos.

Ilmamäärän perusteella ja kanavistojen painehäviöiden mukaan valitaan ilmastointikone. Koneen valintaa vaikeuttaa, jos tilat myöhemmin mahdollisesti muutetaan asuinkäyttöön. Ilmamäärät ovat kuitenkin suuret päiväkotitoiminnassa ja asuinkäytössä taas huomattavasti pienemmät. Koneeksi valitsin Systemairin koneen Maxi VX 700 E. Koneen säätökäyrät saadaan kuvasta 13 seuraavalla sivulla.

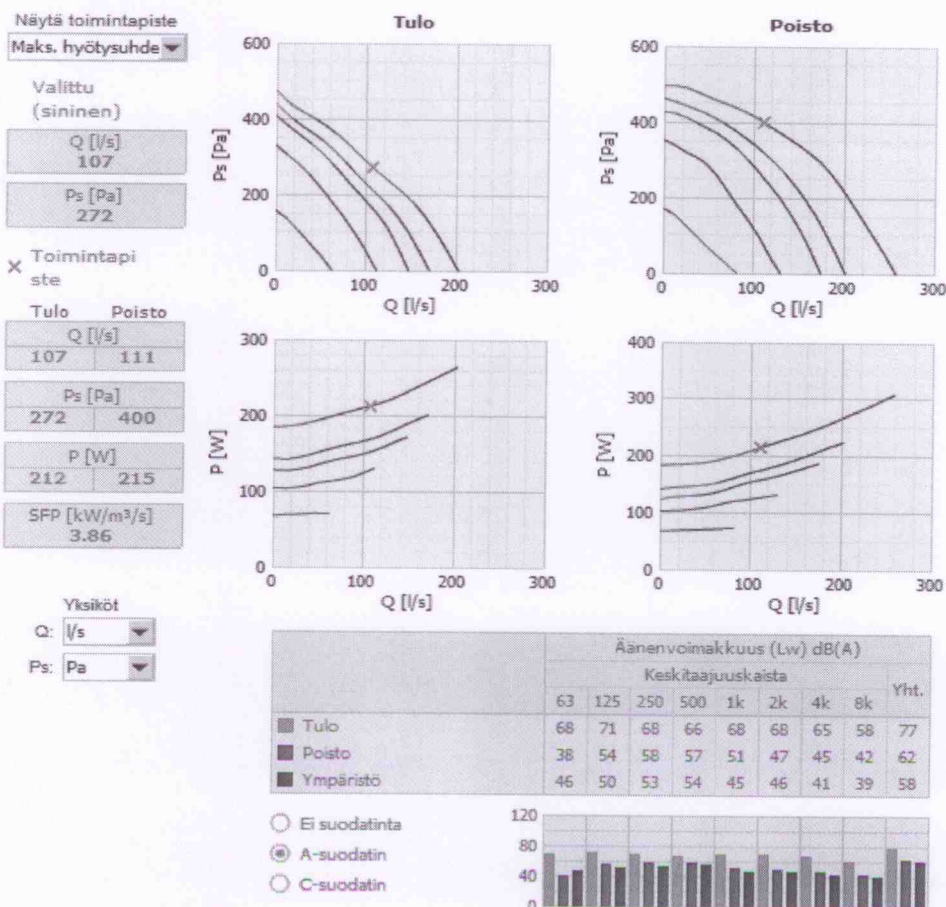
Koneen SPF-luku lasketaan teoriaosan kaavan 5 mukaisesti.

$$SPF = \frac{220W + 220W}{175l/s} = 2,5$$

VX 700 E HEAT REC.UNIT

Tuotenumero 12042

Kuvaus Tekniset tiedot Kaaviot Mitat Kytentäkaavio Lisävarusteet Liitteet

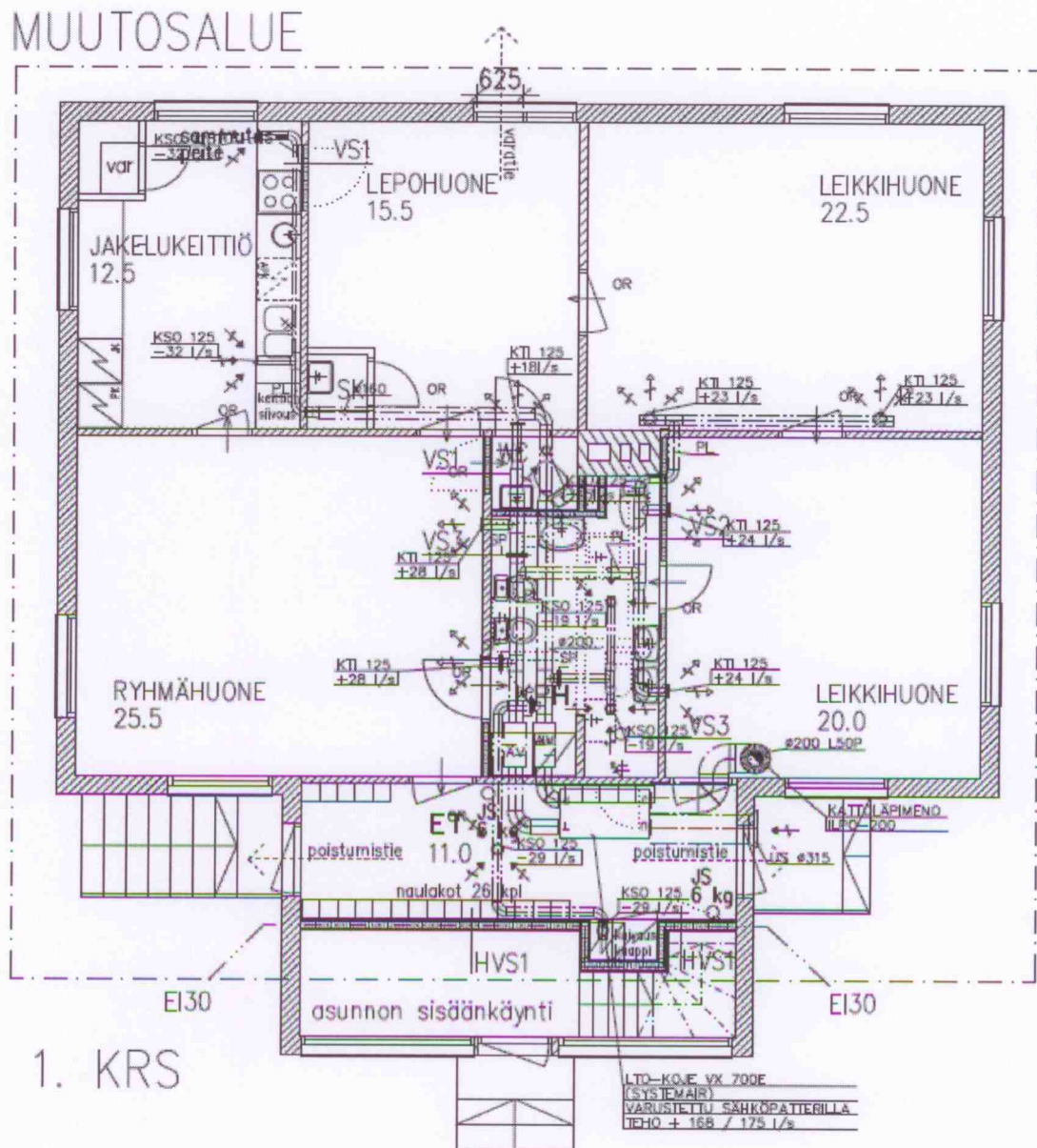


Kuva 13. Systemair, Maxi VX 700 E: säätökäyrät (8).

Äänenvaimentimet valitaan ilmastointikoneen äänenvoimakkuuksien mukaan ja huomioiden päätevoimennukset. Ilmastointikoneen kanavalähtö on 200 mm, minkä perusteella etsitään äänenvaimennin. Äänenvaimentimeksi valittiin Fläkt Woods BDER-60 020-120 ilmastointikoneen äänenvoimakkuuksien perusteella (9).

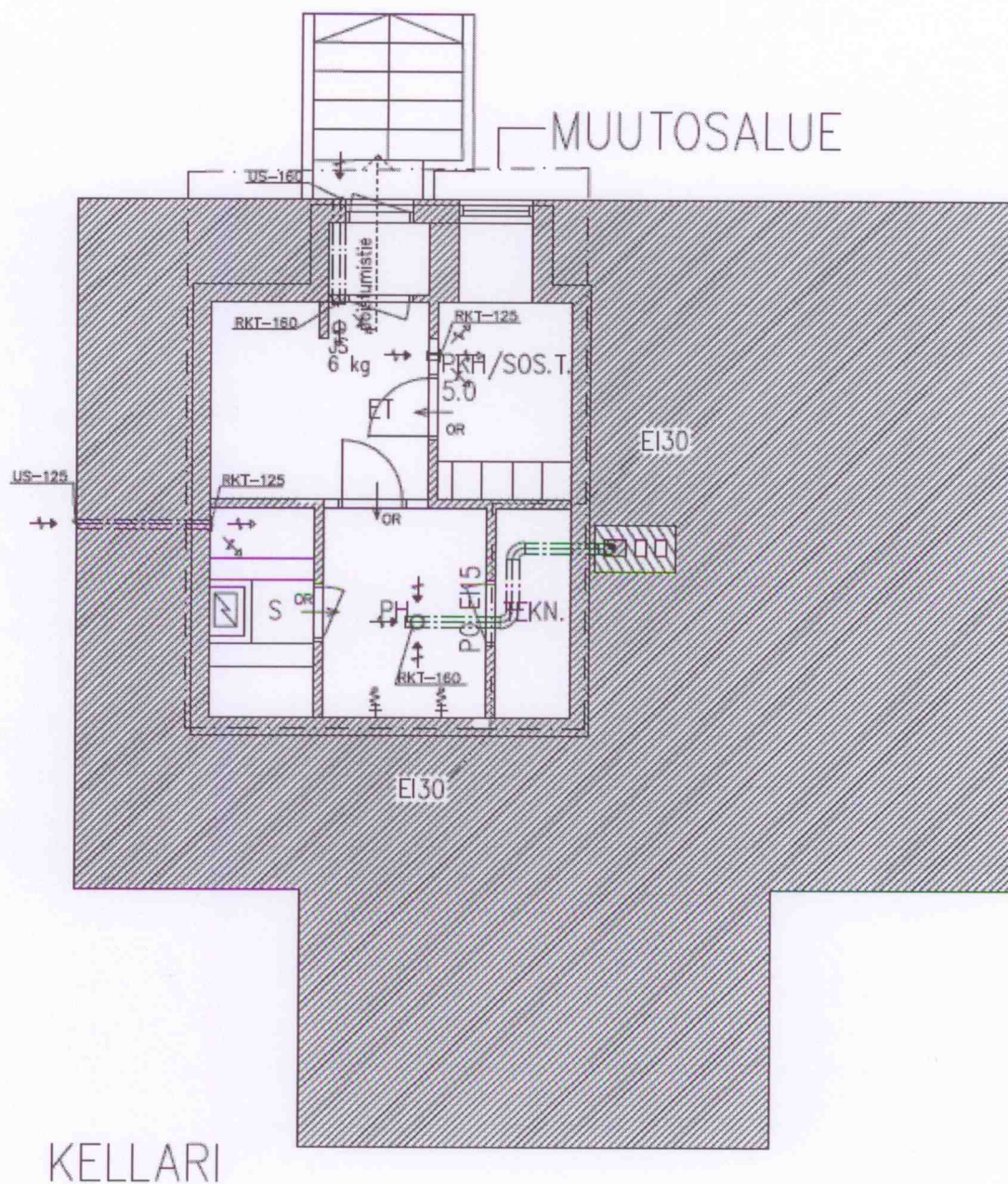
3.2 Ilmastointisuunnitelmat

Suunnitelma piirrettiin CADS-ohjelmistolla. Suunnitelmaan lisättiin tarvittavat puhdistusluukut teoriaosassa olevien määritysten mukaisesti. Säätopellit lisättiin kuvaan tasapainotuksessa saatujen arvojen mukaisesti.



Kuva 14. Ilmastointisuunnitelma, 1-kerros. Kuva ei ole mittakaavassa.

Kellarikerroksen ilmastointi toteutettiin painovoimaisena jo olemassa olevien kanavien mukaisesti. Päälaitteet valittiin painovoimaisen ilmastoinnin mukaan Fläkt Woods RKT-venttiilit.



Kuva 15. Ilmastointi, kellarikerros. Kuva ei ole mittakaavassa.

4 Vesi- ja viemärijohtojen suunnittelu

4.1 Järjestelmän valinta ja mitoitus

Vesijohtojen mitoitus aloitettiin kuvan 1 pisteiden mukaisesti ja laskettiin kuvan 4 mukaisesti normivirtaamat. Vesipisteiden lukumäärät ja normivirtaamat ovat taulukossa 3.

Taulukko 3. Vesipisteiden normivirtaamat.

Vesipiste	q_{NKV} , dm^3/s	q_{NLV} , dm^3/s	Lukumäärä
WC-istuin	0,1		4
Pesuallas	0,1	0,1	4
Astianpesuallas	0,2	0,2	1
Suihku	0,2	0,2	2
Pyykinpesukone	0,2		1
Vesiposti	0,2		1

Lasketaan normivirtaamien summa kaavan 7 mukaisesti kylmälle vedelle

$$Q = (4 \times 0,1 + 4 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 2 \times 0,2 + 1 \times 0,1 + 1 \times 0,2) dm^3 / s = 1,7 dm^3 / s$$

ja lämpimälle vedelle

$$Q = (4 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 2 \times 0,2) dm^3 / s = 1,0 dm^3 / s$$

Katsotaan kuvasta 5 mitoitusvirtaamat jakojohdolle, kun suurin normivirtaama on 0,2 dm^3/s . Kylmälle vedelle saadaan mitoitusvirtaamaksi 0,43 dm^3/s ja lämpimälle 0,36 dm^3/s . Jakojohdosten koko kuvan 6 mukaan on tällöin kylmälle vedelle sisähalkaisijaltaan 17 mm eli putkikokona PE-X 25 ja lämpimälle vedelle 15 mm eli putkikokona PE-X 22.

Jakotukin paikka määritetään ennen kytkentäjohtojen valintaa. Paikaksi valittiin kylpyhuone, jotta mahdolliset vuodot saadaan huomattua ja ne eivät vahingoita rakenteita. Jokaisen vesipisteen etäisyys mitattiin jakotukilta, jotka kaikki ovat alle 10 metriä. Kytkennäjohdot valitaan kuvan 7 mukaisesti PE-X 15, jolloin kytkentäjohtojen enimmäispituus voi olla 12 metriä.

Viemärijohtojen mitoitus aloitetaan määrittämällä normivirtaamat kuvan 8 mukaisesti. Samalla tarkistetaan käytettävien kaivojen koko esim. kun normivirtaama on alle 1,5 dm³/s, viemärikoko on DN 75. Viemäripisteiden lukumäärät ja normivirtaamat ovat taulukossa 4.

Taulukko 4. Viemäripisteiden normivirtaamat.

Vesipiste	q _N , dm ³ /s	Lukumäärä
WC-istuin	1,8	4
Pesuallas	0,3	4
Astianpesuallas	0,6	1
Suihku	0,6	2
Pyykinpesukone	0,6	1

Lasketaan normivirtaamien summa kaavan 7 mukaisesti viemärielle

$$Q = (4 \times 1,8 + 4 \times 0,3 + 1 \times 0,6 + 2 \times 0,6 + 1 \times 0,6) \text{ dm}^3 / \text{s} = 10,8 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

Mitoitusvirtaamaksi katsotaan kuvasta 9 luokan 2 mukaan 1,9 dm³/s.

Kerroksen pääviemäriin koko saadaan kuvasta 11 DN 110 ja kytkentäviemäreiden koko katsotaan kuvasta 10 suunnitteluvaiheessa. Tuuletusviemäri mitoitetaan DN 110:n mukaan, koska normivirtaamien summa on suurempi kuin 5 dm³/s.

4.2 Vesilaitteet

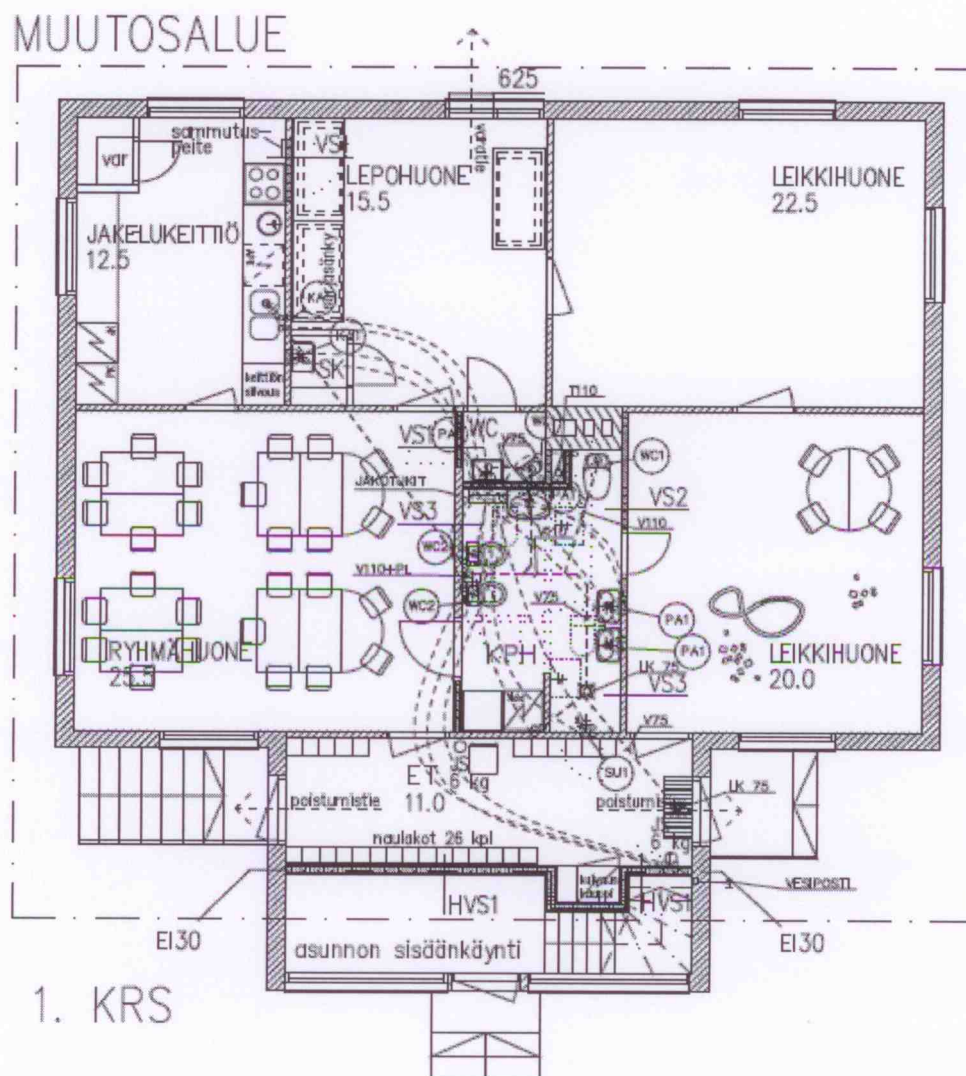
Vesikalusteet ovat kuvan 16 mukaiset.

KOODI	KPL	NIMITYS	OSAT	LVI-NUMERO	KYTKENTÄJOHDOT			l/s	kPa
					KV	LV	V		
1	1	Erikoishana	Oras Vega 1813	6115410	12	12	75	0,2/0,3	160
PA1	4	Pesuallashana	Oras Vega 1800	6115120	10	10	75	0,1/0,3	75
SU1	2	Suihkuhana	Oras Vega 1848	6315420	12	12		0,2/0	110
WC1	2	WC-istuin	IDO Seven D Image WC, 36214-01	5650014	10		110	0,1/1,8	195
VP1	1	Vesipostiventtili	Oras Vesipostiventtili 431015 L=250-400 mm	2934115	15			0,2/0	160

Kuva 16. Vesikalusteet.

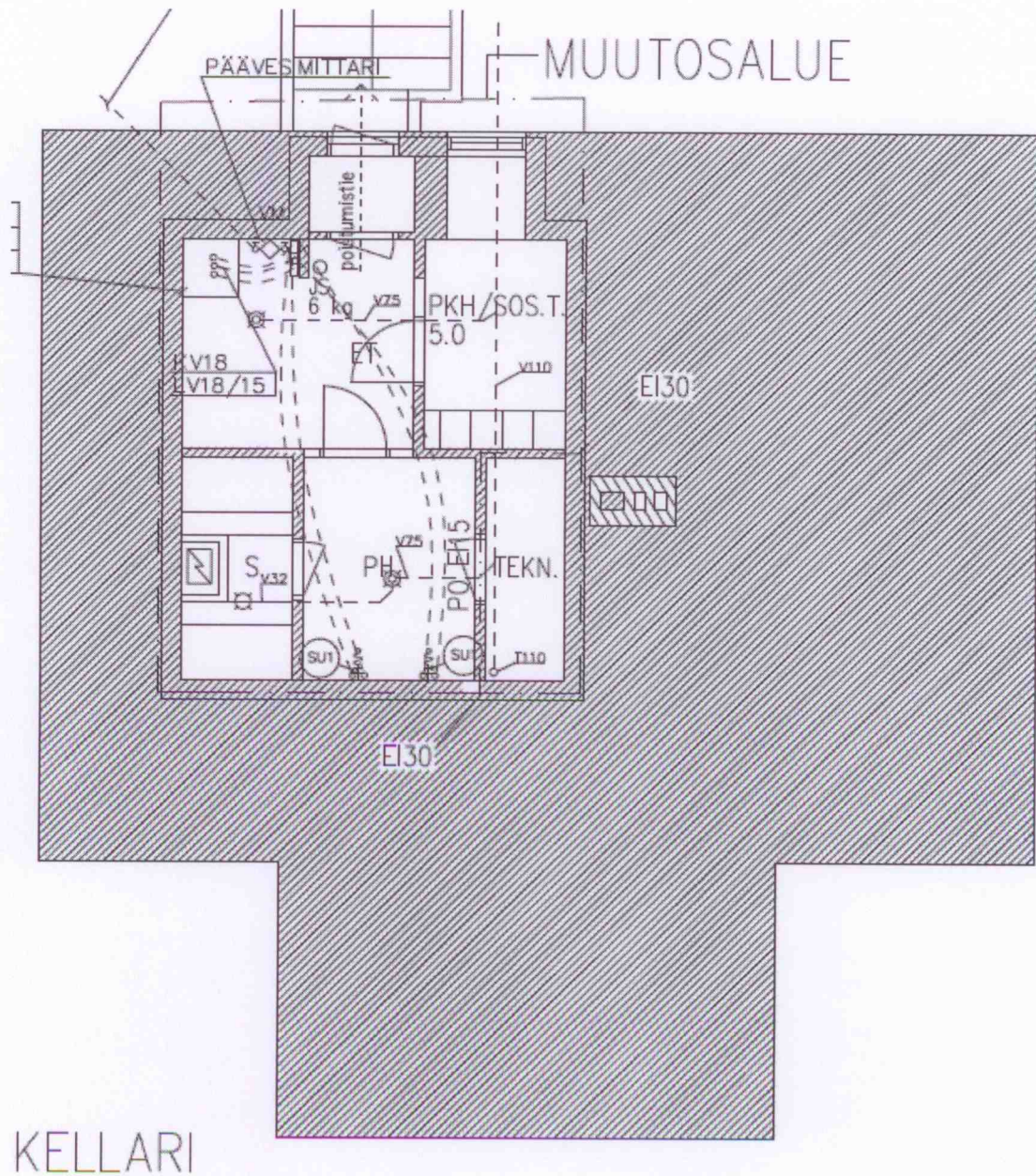
4.3 Vesi- ja viemärijohtosuunnitelmat

Suunnitelma piirrettiin CADS-ohjelmistolla. Suunnitelmaan lisättiin tarvittavat puhdistusaukot teoriaosassa olevien määritysten mukaisesti. Jakotukit kannakoidaan tukevasti kattoon tai seinään. Lattiaan asennettavat vesijohdot ovat Uponor PEX-muoviputkia ja johtojen koot ovat 15 x 2,5, ellei toisin mainita. Vesipisteliitokset tehdään kytkentärasialla.



Kuva 17. Vesi- ja viemärijohtosuunnitelma, 1-kerros. Kuva ei ole mittakaavassa.

Kellarikerroksen suunnitelmissa ei tehty muutoksia olemassa oleviin vesi- ja viemärijohtoihin.



KELLARI

Kuva 18. Vesi- ja viemärijohtosuunnitelma, kellarikerros. Kuva ei ole mittakaavassa.

5 Yhteenveto

Insinööriyönä oli tehdä ilmastointi-, vesi- ja viemärisuunnitelmat päiväkotia varten. Päiväkodissa tulisi olemaan 26 lasta, joista osa osa-aikaisia. Suunnitelmien tuli noudattaa voimassa olevia Suomen rakentamismääräyskokoelman osia D1 ja D2.

Suunnittelun haasteena oli ilmastointiputkien sijoittelu, jotta kantavat rakenteet eivät muutu. Toisena haasteena oli suojeltu julkisivu, jotta saatiin mahdollisimman huomaamattomat ilmanottoaukot toteutettua. Vesi- ja viemärilaitteiden sijoittelussa hyödynnettiin jo vanhan asunnon reittejä. Eri tilojen sijoittelua käytiin yhdessä läpi arkkitehdin ja päiväkodin henkilöstön kanssa ja samalla kiinnitettiin huomiota ilmastoinnin ja vesipisteiden sijoitteluun.

Insinööriyön lopputuloksena saatiin ilmastointi-, vesi- ja viemärisuunnitelmat päiväkotia varten. Tiloista tuli toimivat lasten hoitoon ja kaikki riittävät toiminnallisuudet saatiin toteutettua.

Lähteet

1. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö, 2003.
2. Seppänen, Olli. Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikka-Julkaisut Oy, 2004.
3. LVI 30-10349. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho. Rakennustieto Oy, 2002.
4. Halme, Alpo; Seppänen, Olli. Ilmastoinnin äänitekniikka. Gummerus Kirjapaino Oy, 2002.
5. Kiinteistöjen vesi- viemäri- ja lämmityslaitteistot. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: ympäristöministeriö, 2007.
6. Tuloilmaventtiili KTI. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy.
<<http://www.flaktwoods.fi/f380ec11-33d9-454d-810d-71d3575a5eb5>> Päivätty 12.2005. Luettu 14.3.2010.
7. Poistoilmaventtiili KSO. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy.
<<http://www.flaktwoods.fi/44728edc-d034-4c5f-aedd-3fbc3698250e>> Päivätty 12.2005. Luettu 14.3.2010.
8. Systemairin kone TOPVEX FR03 AHU-COMPACT. Verkkodokumentti. Systemair Oy. <<http://catalogue.systemair.com/FI/index.aspx>> Luettu 19.3.2010.
9. Äänenvaimennin BDER-60. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy.
<<http://www.flaktwoods.fi/2be16a17-32ec-46c2-a84b-a3460625d85e>>. Päivätty 06.2008. Luettu 22.03.2010.

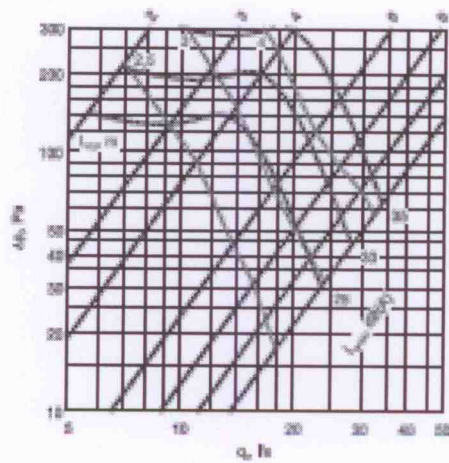
Liite 1. Tuloilmaventtiilin KTI valintakäyrästä (5)

Valintakäyrästä

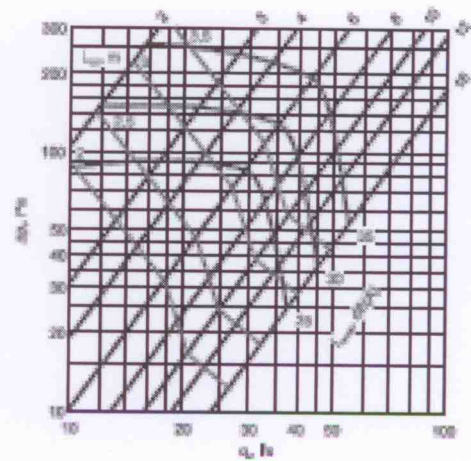
270° puhallus



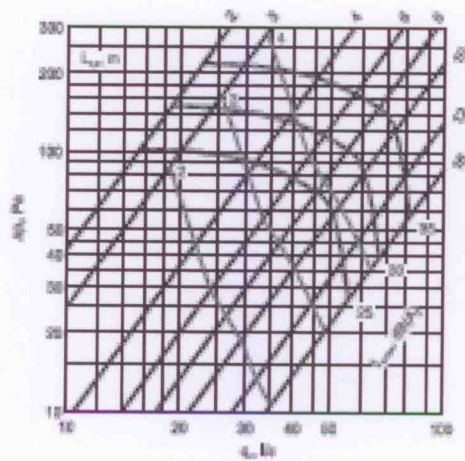
KTI-100



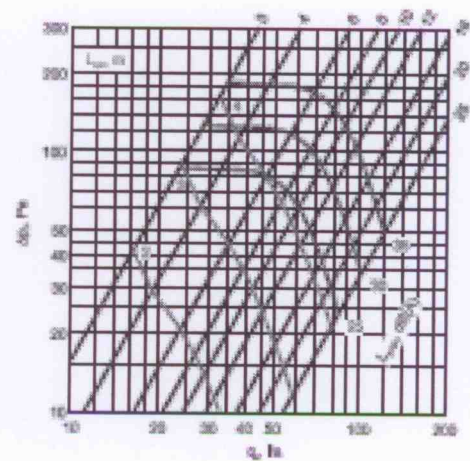
KTI-125



KTI-160



KTI-200



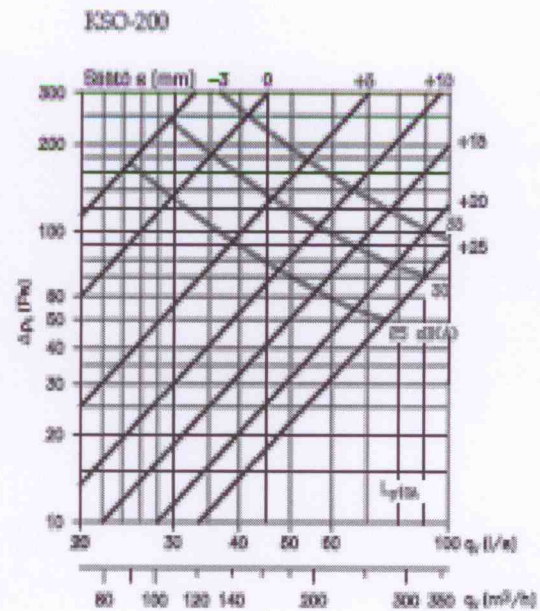
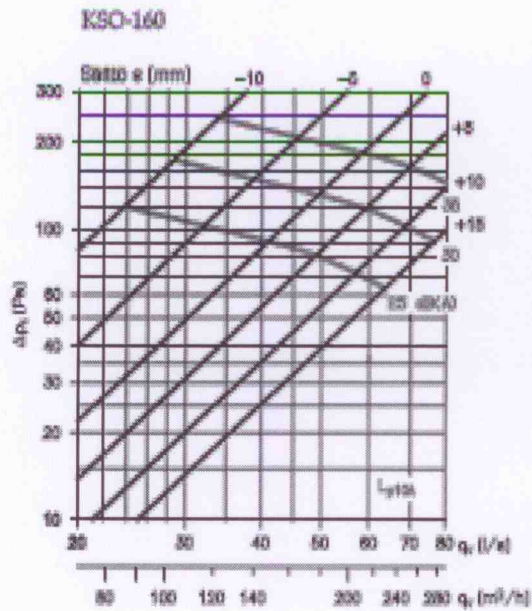
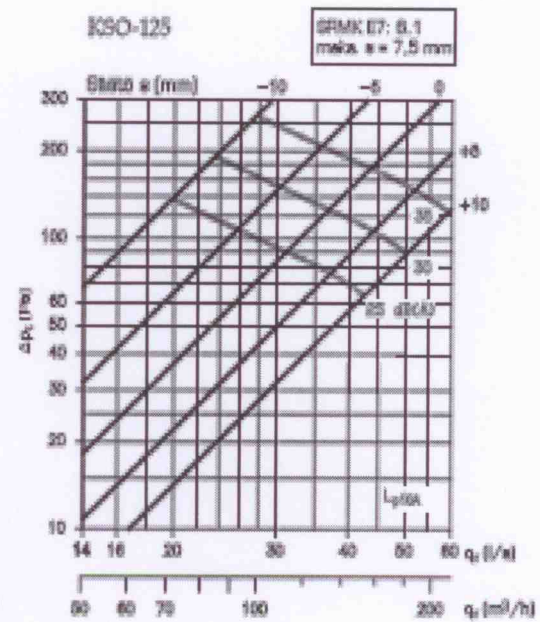
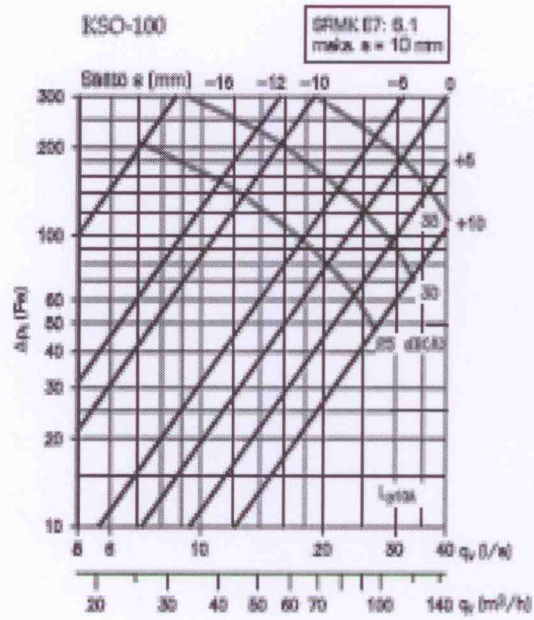
SMK	Δt (°C)	b (m)	$L_{0,220}$ (m)	h (mm)
	0	-	1	9 x s + 75
	-8	-	0,7 x $L_{0,220}$	11 x s + 80
	0	2 x $L_{0,220}$	1	9 x s + 75
	-8	2 x $L_{0,220}$	0,9 x $L_{0,220}$	11 x s + 80
	0	0,5 x $L_{0,220}$	1	9 x s + 75
	-8	0,5 x $L_{0,220}$	0,9 x $L_{0,220}$	11 x s + 80

s = 600 mm (www)

Liite 2. Poistoilmaventtiilin KSO valintakäyrästä (6)

Valintakäyrästä KSO ja KSO-S

Huom! Säätökäyrästä ovat "Ilmavirtojen mittausta ja säätö" -oppaassa.



Liite 3. Ilmastoinnin tasapainotustaulukko, poisto

ILMANVAIHTOKANAVIEN MITOITUS														
Kiersi Örling	PUHALLIN		PF1		KOHDE		Päiväkoti							
	ILMAVIRTA		0,146		m ³ / s		Polsto							
	KOKONAISPAINE				Pa		Kiersi Örling							
KANAOSA	ILMAVIRTA	HALKAISUJA	NOPEUS	KITKAVASTUS	PITUUS	KERTAVAST.	DYN. PAINE	KOKONAISPAI-	MUUT PAINEH	YHT	KUMULAT.	HUOM		
	m ³ / s	mm	m / s	Pa / m	m	SUMMA	x p dyn	NEHÄVIÖ	Pa	Pa	Pa			
	qv	Ø	v	R	L	Σ ζ	x p dyn	ΔP	ΔPMU	ΔP yht	Σ ΔP			
1	0,032	125	2,61	0,9	4,5	0,3	4,1	5,3	30	35,3	35,3		Päätelaite 30 Pa	
2	0,064	125	5,2	2,9	0,6	0,3	16,3	1,7		1,7	37			
3	0,064	160	3,2	0,9	3,6	1	6,1	9,3		9,3	46			
4	0,079	160	3,9	1,3	0,6	0	9,3	0,8		0,8	47			
5	0,079	200	2,5	0,4	2,3	0,7	3,8	3,6		3,6	51			
6	0,117	200	3,7	0,9	0,4	0	8,3	0,4		0,4	51			
7	0,146	200	4,7	1,3	1,2	0,3	13	5,5		5,5	57			
1	0,032	125	2,61	0,9	0,5	0	4,1	0,5	35	35,5	35,5		Päätelaite 35 Pa	
2	0,064	125	5,2	2,9	0,6	0,3	16,3	1,7		1,7	37			
3	0,064	160	3,2	0,9	3,6	1	6,1	9,3		9,3	47			
4	0,079	160	3,9	1,3	0,6	0	9,3	0,8		0,8	47			
5	0,079	200	2,5	0,4	2,3	0,7	3,8	3,6		3,6	51			
6	0,117	200	3,7	0,9	0,4	0	8,3	0,4		0,4	51			
7	0,146	200	4,7	1,3	1,2	0,3	13	5,5		5,5	57			
1	0,019	125	1,6	0,3	0,9	0,2	1,4	0,6	30	30,6	31		Päätelaite 30 Pa	
2	0,038	160	1,9	0,4	0,6	0,7	2,1	1,7	6	7,7	38		Säätöpeltilä	
3	0,117	200	3,7	0,9	0,4	1,5	8,3	12,8		12,8	51			
4	0,146	200	4,7	1,3	1,2	0,3	13	5,5		5,5	57			
1	0,029	125	2,4	0,7	2,5	0,6	3,3	3,7	30	33,7	34		Päätelaite 30 Pa	
2	0,058	125	4,7	2,4	2,4	0,8	13,4	16,5	1	17,5	51		Säätöpeltilä	
3	0,146	200	4,7	1,3	1,2	0,3	13	5,5		5,5	57			

ILMANVAIHTOKANAVIEN MITOITUS													
KIRSI ÖRLING	PUHALLIN	PF1	KOHDE										
	ILMAVIRTA	0,146	m ³ / s										
	KOKONAISPAINE		Pa <th colspan="10"></th>										
KANAVAOSA	ILMAVIRTA	HALKAISUJA	NOPEUS	KITKAVASTUSPITUUS	KERTAVAST.	DYN. PAINE	KOKONAISPAI-	MUUT PAINEH	YHT	KUMULAT.	HUOM		
	m ³ / s	mm	m / s		SUMMA	Pa	NEHÄVIÖ	Pa	Pa	Pa		Pa	
	qv	Ø	v	R x L +	Σ ζ	x p dyn	ΔP	ΔPMUO	ΔP yht	Σ ΔP			
1	0,015	125	1,22	0,2	0,7	0,9	0,7	46	46,7	46,7	Päätelaite 46 Pa		
2	0,079	160	3,9	1,3	0	9,3	0,8		0,8	47,5			
3	0,079	200	2,5	0,4	0,7	3,8	3,6		3,6	51,1			
4	0,117	200	3,7	0,9	0	8,3	0,4		0,4	51,5			
5	0,146	200	4,7	1,3	0,3	13	5,5		5,5	57			
1	0,019	125	1,55	0,3	0,3	1,4	0,5	35	35,5	35,5	Päätelaite 35 Pa		
2	0,064	125	5,2	2,9	0,3	16,3	1,7		1,7	37			
3	0,064	160	3,2	0,9	1	6,1	9,3		9,3	47			
4	0,079	160	3,9	1,3	0	9,3	0,8		0,8	47			
5	0,079	200	2,5	0,4	0,7	3,8	3,6		3,6	51			
6	0,117	200	3,7	0,9	0	8,3	0,4		0,4	51			
7	0,146	200	4,7	1,3	0,3	13	5,5		5,5	57			
1	0,029	125	2,4	0,7	0,7	3,3	2,4	17	19,4	19	Päätelaite 17 Pa		
2	0,058	125	4,7	2,4	0,8	13,4	16,5		16,5	36			
3	0,146	200	4,7	1,3	1,5	13	21,1		21,1	57			

Liite 4. Ilmastoinnin tasapainotustaulukko, tulo

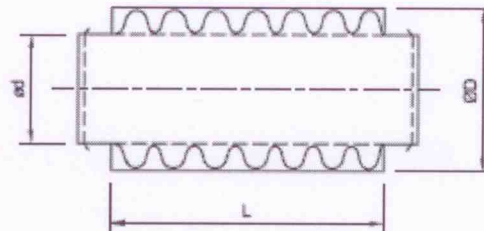
ILMANVAIHTOKANAVIEN MITOITUS														
KANAOSA	ILMAVIRTA	HALKAISIJA	NOPEUS	KITKAVASTUS	PITUUS	KERTAVAST.	DYN. PAINE	KOKONAISPAI- NEHÄVIÖ	MUUT PAINEH	YHT	KUMULAT.	HUOM	KOHDE	
													PUHALLIN	PF1
Kirsii Örling														
KOKONAISPAINE														
qv	m ³ /s	mm	m/s	Pa/m	m	Σζ	x p dyn	ΔP	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
1	0,023	125	1,88	0,5	2,8	0,5	2,1	2,5	30	32,5	32,5	Päätelaitte 30 Pa	32,5	32,5
2	0,046	125	3,8	1,6	1,4	2,8	8,4	25,8		25,8	58		25,8	58
3	0,07	160	3,5	1	0,6	0	7,3	0,6		0,6	59		0,6	59
4	0,094	160	4,7	1,7	1,3	1,5	13,1	21,9		21,9	81		21,9	81
5	0,14	200	4,5	1,2	1	0,7	11,9	9,5		9,5	90		9,5	90
6	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7	104		13,7	104
1	0,023	125	1,88	0,5	0,4	0,5	2,1	1,3	31	32,3	32,3	Päätelaitte 31 Pa	32,3	32,3
2	0,046	125	3,8	1,6	1,4	2,8	8,4	25,8		25,8	58		25,8	58
3	0,07	160	3,5	1	0,6	0	7,3	0,6		0,6	59		0,6	59
4	0,094	160	4,7	1,7	1,3	1,5	13,1	21,9		21,9	81		21,9	81
5	0,14	200	4,5	1,2	1	0,7	11,9	9,5		9,5	90		9,5	90
6	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7	104		13,7	104
1	0,024	125	2,0	0,5	0,3	1,5	2,3	3,6	55	58,6	59	Päätelaitte 55 Pa	58,6	59
2	0,07	160	3,5	1	0,6	0	7,3	0,6		0,6	59		0,6	59
3	0,094	160	4,7	1,7	1,3	1,5	13,1	21,9		21,9	81		21,9	81
4	0,14	200	4,5	1,2	1	0,7	11,9	9,5		9,5	91		9,5	91
5	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7	104		13,7	104

ILMANVAIHTOKANAVIEN MITOITUS														
KIRSI ÖRLING		PUHALLIN	PF1	KOHDE										
		ILMAVIRTA	0,146	m ³ / s										
		KOKONAISPAINE		Pa	SUUNNITTELUJA									
		KANAVAOSA	ILMAVIRTA	HALKAISIJA	NOPEUS	KITKAVASTUS	PITUUS	KERTAVAST.	DYN. PAINE	KOKONAISPAINEHÄVIÖ	MUUT PAINEH	YHT	KUMULAT.	HUOM
			m ³ / s	mm	m / s	Pa / m	m	SUMMA	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	
			qv	Ø	v	R	x	L	+	Σ ζ	x	p dyn	ΔP	Pa
1	0,024	125	1,96	0,5	1,8	0,3	2,3	1,6	52,9	54,5	54,5	54,5	Päätelaite 52,9 Pa	
2	0,07	160	3,5	1	0,6	0	7,3	0,6		0,6		55,1		
3	0,094	160	4,7	1,7	1,3	1,5	13,1	21,9		21,9		77		
4	0,14	200	4,5	1,2	1,2	1	11,9	13,3		13,3		90,3		
5	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7		104		
1	0,018	125	1,47	0,3	0,5	0,7	1,3	1,1	35	36,1	36,1	36,1	Päätelaite 35 Pa	
2	0,018	160	0,9	0,1	0,3	0,7	0,5	0,4		0,4		37		
3	0,018	200	0,6	0	0,3	0	0,2	0		0		47		
4	0,046	200	1,5	0,2	0,4	0	1,3	0,1	40	40,1	40,1	87	Säätöpelti	
5	0,14	200	4,5	1,2	1,2	1	11,9	13,3		13,3		100		
6	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7		114		
1	0,028	125	2,3	0,7	0,4	0	3,1	0,3	36	36,3	36,3	36	Päätelaite 36 Pa	
2	0,046	200	1,5	0,2	0,3	0,7	1,3	1	40	41	41	77	Säätöpelti	
3	0,14	200	4,5	1,2	1,2	1	11,9	13,3		13,3		91		
4	0,168	200	5,4	1,7	2	0,6	17,2	13,7		13,7		104		
1	0,028	125	2,3	0,7	0,3	0	3,1	0,2	38	38,2	38,2	38	Päätelaite 38 Pa	
2	0,168	200	5,4	1,7	2	1,3	17,2	25,8	40	65,8	65,8	104	Säätöpelti	

Liite 5. Äänenvaimentimen BDER-60 tiedot, Fläkt Woods Oy. (9)

Äänenvaimennus-, mitta- ja painotiedot

BDER-60



BDER-60 koko- pituus	Vaimennus (dB)								Mitat (mm)			Paino kg
	Oktaavikeskittajuus (Hz)								ed	L	ØD	
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
010-030	6	7	9	12	18	21	19	11	100	300	300	4,5
-050	8	11	15	19	24	33	38	19	100	500	300	6,0
-080	9	13	18	23	27	38	46	25	100	600	300	9,5
-090	13	18	26	35	46	55	54	31	100	900	300	11,2
-100	14	20	28	37	47	53	52	30	100	1000	300	12,4
012-030	4	6	8	10	15	20	18	11	125	300	315	5,5
-050	6	9	13	16	21	32	32	18	125	500	315	6,8
-080	7	11	16	20	25	37	38	22	125	600	315	8,2
-090	11	15	23	30	40	51	45	26	125	900	315	11,8
-100	12	16	25	32	42	50	45	26	125	1000	315	13,1
016-030	2	4	6	8	12	18	18	11	160	300	355	6,5
-050	3	7	12	14	19	32	28	16	160	500	355	9,0
-080	5	8	14	17	23	36	30	19	160	600	355	9,6
-090	9	11	20	26	35	46	35	20	160	900	355	13,6
-100	9	12	22	28	38	46	38	21	160	1000	355	15,1
020-050	3	6	10	13	17	27	23	17	200	500	400	9,0
-080	4	7	12	15	21	31	25	18	200	600	400	10,8
-090	7	10	17	21	31	41	30	20	200	900	400	15,2
-100	8	11	19	23	33	42	32	20	200	1000	400	18,8
-120	9	13	23	27	38	45	35	21	200	1200	400	21,0
025-050	2	4	7	10	15	22	18	15	250	500	450	9,6
-080	3	5	9	12	18	28	20	17	250	600	450	11,6
-090	6	8	14	17	27	36	24	20	250	900	450	19,6
-100	7	9	15	18	28	38	25	20	250	1000	450	20,6
-120	8	10	18	21	34	44	26	20	250	1200	450	25,0
031-050	1	2	7	7	13	20	14	14	315	500	515	12,4
-080	2	4	8	9	16	22	16	15	315	600	515	15,0
-090	5	7	11	14	25	28	21	18	315	900	515	23,2
-100	6	8	12	16	27	30	22	18	315	1000	515	25,6
-120	7	9	15	18	30	35	23	18	315	1200	515	29,2
040-080	3	5	8	11	23	19	17	15	400	900	630	41,0
-120	6	7	11	14	25	23	19	15	400	1200	630	47,0
050-090	3	5	7	10	18	17	16	14	500	800	711	44,0
-120	5	6	10	13	21	20	17	14	500	1200	711	54,0
063-090	2	4	6	10	13	14	14	13	630	800	812	48,0
-120	4	5	9	13	17	17	14	13	630	1200	812	57,0