

Riku Leppäniemi

SOSIAALITILOJEN ILMANVAIHDON UUDISTAMINEN

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2014

SOSIAALITILOJEN ILMANVAIHDON UUDISTAMINEN

Leppäniemi, Riku
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Sandberg, Esa
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 5

Asiasanat: Ilmanvaihto, suunnittelu, uudistaminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda uudet ilmanvaihtosuunnitelmat Porissa sijaitsevan teollisuushallin yhteydessä oleviin sosiaali- ja toimistotiloihin. Alkuperäinen koneellisen poiston ilmanvaihtojärjestelmä korvattiin yhdellä ilmanvaihtokoneella, joka vastaa sekä tulo- että poistoilmasta.

Ilmanvaihtosuunnitelmat uudistettiin, koska todettiin alipaineisen sosiaalitalan vetävän metallipölyä teollisuushalliin johtavan oven kautta. Haitallinen ja likainen metallipöly kulkeutui ympäri sosiaali- ja toimistotiloja, jolloin käytävät likaantuivat ja yleinen hygienia- taso laski.

Ilmanvaihtojärjestelmä mitoitettiin Suomen Rakennusmääräyskokoelman asetusten mukaisesti. Suunnitelmat luotiin Progmann Oy:n MagiCad -suunnitteluohjelmistolla. Lopputuloksena oli .dwg- tiedostomuodossa olevat ilmanvaihtopiirustukset sekä purkupiirustukset. Suunnitelmista tehtiin myös kustannusarvio.

THE REDESIGNING OF AIR CONDITIONING FOR SOCIAL AREAS

Leppäniemi, Riku

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2014

Supervisor: Sandberg, Esa

Number of pages: 35

Appendices: 5

Keywords: Air conditioning, designing, replacing, air pressure

The purpose of this thesis was to create new air conditioning drawings for social areas of an industrial hall in Pori. The original exhaust-air system was replaced with one air handling machine responsible for both the supply and exhaust air.

The system was redesigned because the low pressure in the social areas drew in metal dust from the welding hall. The harmful dust spread throughout the entire social areas, including the cafeteria and dressing rooms, resulting in lowered hygiene for workers.

The system was designed by the terms and regulations of the Finnish building regulations. The drawings were made using the MagiCAD system design software produced by Progmann Ltd. A cost estimate was also drafted according to the drawings.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PROJEKTIN TAUSTA.....	6
2.1	Projektin tilaaja.....	6
2.2	Projektin kohderakennus.....	6
2.3	Projektin tavoite.....	8
3	SUUNNITTELUN YLEISET MÄÄRÄYKSET JA OHJEET.....	8
4	KOHDERAKENNUS.....	9
4.1	Rakennuksen tilat.....	9
4.1.1	Alakerran tilat.....	9
4.1.2	Yläkerran tilat.....	11
4.2	Alkuperäinen ilmanvaihtojärjestelmä.....	12
5	SUUNNITTELUN VALMISTELU.....	14
5.1	Pohjapiirustukset.....	14
5.1.1	Tilaaajan toimittamat piirustukset.....	14
5.1.2	Pohjapiirustuksien käsittely.....	15
5.2	Ilmavirtamitoitus.....	16
6	ILMANVAIHTOKONEEN MITOITUS.....	18
6.1	Ilmanvaihtokoneen vaatimukset.....	18
6.2	Ilmanvaihtokoneiden vertailu.....	18
6.3	Ilmanvaihtokoneen valinta.....	19
6.4	Ilmanvaihtokoneen sijainti.....	21
7	VERKOSTON SUUNNITTELU.....	22
7.1	Reititykset.....	22
7.1.1	Uuden verkoston kanavat.....	22
7.1.2	Purkupiirustukset.....	22
7.2	Ilmanjako.....	23
7.3	Kanavien mitoittaminen.....	24
7.4	Äänenvaimentimien valinta.....	24
7.5	Päätelaitteiden mitoitus ja valinta.....	25
8	LAITELUETTELO JA KUSTANNUSARVIO.....	29
8.1	Tarvittavat komponentit ja laitteet.....	29
8.1.1	Ilmanvaihtokone.....	29
8.1.2	Päätelaitteet.....	29
8.1.3	Kanavisto.....	30
8.2	Kustannusarvio.....	31

9 YHTEENVETO	32
9.1 Suunnitteluprosessi	32
9.2 Projekti.....	33
9.3 Johtopäätökset.....	34
LÄHTEET.....	35

LIITTEET

1. Ilmanvaihtokoneen toimintakaavio
2. Ilmanvaihtokoneen toimintaselostus
3. Purkupiirustus, toinen kerros
4. IV-piirustus, ensimmäinen kerros
5. IV-piirustus, toinen kerros

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö koostui lähestulkoon kokonaan normaalista ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelutyöstä. Kohderakennus oli olemassa oleva rakennus, jossa myös oli jo ennestään ilmanvaihtojärjestelmä. Tätä olemassa ollutta ilmanvaihtojärjestelmää pyrittiin hyödyntämään uudessa järjestelmässä mahdollisimman paljon.

2 PROJEKTIN TAUSTA

2.1 Projektin tilaaja

Projektin tilasi K.T. Tähtinen Oy, jonka yhteyshenkilönä toimi Heikki Hirvonen. K.T. Tähtinen Oy on suomalainen ilmastointi- ja metallialan yritys, joka on perustettu vuonna 1894. Yrityksellä on toimipisteitä Porissa ja Seinäjoella.

2.2 Projektin kohderakennus

Projektin kohderakennuksena oli Kruuti-Jussintiellä Porissa sijaitseva teollisuushalli, jonka yhteydessä on sosiaalityilat. Koko rakennuksen pohjapinta-ala on noin 1500 m². Teollisuuskäytössä tästä on noin 1375 m². Sosiaalityloihin kuuluu toimistotilat, neuvotteluhuone, taukotila, joka toimii myös ruokalana, sekä puku- ja pesutilat. Sosiaalityloihin on kulku sekä hallin puolelta että erillisestä ulko-ovesta. Hallin työtilassa suoritetaan erinäisiä metallitöitä, joihin kuuluu hitsaus- ja hiontatyöt. Työstä syntyy lämpöä, pölyä sekä hitsausshuuruja. Hallin puolelle ilmanvaihto uusittiin aikaisemmin, ja uusittu järjestelmä on toiminut tyydyttävästi.

Sosiaalityloissa oli alun perin vain koneellinen poistoilmajärjestelmä, mutta alipaineiset tilat imivät korvausilmaa teollisuushalliin johtavan oven kautta, jolloin työssä syntyviä hitsausshuuruja ja likaa pääsi kulkeutumaan sosiaalitylojen puolelle.

Sosiaalitilojen poistoilma johdettiin huippuimurin kautta ulos. Jälkeenpäin sosiaalitiloihin lisättiin tuloilmalaitteita väliaikaisesti. Väliaikainen järjestelmä kuvassa 1. Tuloilmalaitteilla pyrittiin vähentämään tilojen alipainetta. Tuloilmalaitteet olivat kytkettyinä hallin ilmanvaihtokoneeseen.



Kuva 1. Väliaikaisratkaisu ilmanpaineen tasaamiseksi.

2.3 Projektin tavoite

Projektin tarkoituksena oli luoda kohteeseen uudet ilmanvaihtosuunnitelmat, laite- ja varusteluettelo ja kustannusarvio. Sosiaalituloille haluttiin oma järjestelmä, jossa on yksi ilmanvaihtokone, joka korvaa vanhan huippuimurin sekä tuo ulkoilmaa tiloihin. Tuloilmalla pyritään tasapainottamaan tilojen ilmanpaine. Pukuhuoneen ja pesutilojen tulee olla toimistoihin nähden alipaineiset. Sosiaalitulojen ilmanpaine haluttiin nostaa alipaineisesta neutraaliksi. Ilmanvaihtojärjestelmän tilavuusvirrat on tavoitteena mitoittaa Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D2, rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, mukaan. Ilmanvaihtokuvien lisäksi kohteesta piti luoda purkupiirustukset, sillä osa vanhasta järjestelmästä saataisiin varmasti hyödynnettyä uudessa järjestelmässä.

3 SUUNNITTELUN YLEISET MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa on huomioitava rakennuksen suunniteltu käyttötarkoitus. Järjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se mahdollistaa hyvän sisäilmaston ylläpidon. Järjestelmän on myös kestettävä suunnitellun käyttöajan ajan. (Suomen RakMK D2 2012, 9.)

Ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa tulee varmistaa, että epäpuhtaudet eivät pääse leviämään haitallisessa määrin rakennuksessa ilmakehän tai ilmanvaihtolaitteiden kautta. Tämä voidaan toteuttaa rakennuksen sisäisillä ilmanpainesuhteilla. Otettaessa lämpöä talteen luokan 3 poistoilmasta voidaan regeneratiivista lämmönsiirintä käyttää vain, jos poistoilmassa on korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa eikä lainkaan luokan 4 poistoilmaa. (Suomen RakMK D2 2012, 17–18)

Ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella niin, että sen puhtautta on helppo ylläpitää. Ilmakehään ja kammioihin tulee suunnitella tarpeeksi suuri määrä puhdistusluokkuja siten, että puhdistustyö on mahdollista. Puhdistusluokkujen

sijainti ja tyyppi valitaan käyttökohteen mukaan. Luukkuja sijoitetaan yleensä niin, että kahden luukun välissä on korkeintaan kaksi yli 45 ° käyrää. Vaakasuoriin kanaviin luukkuja sijoitetaan yleensä 10 m välein jos niitä tai niistä lähteviä kanavia ei voida puhdistaa esimerkiksi päätelaitteiden kautta. Puhdistusluukku sijoitetaan kanavistossa olevan laitteen, esimerkiksi sulkupellin, molemmin puolin. (Suomen RakMK D2 2012, 19–20)

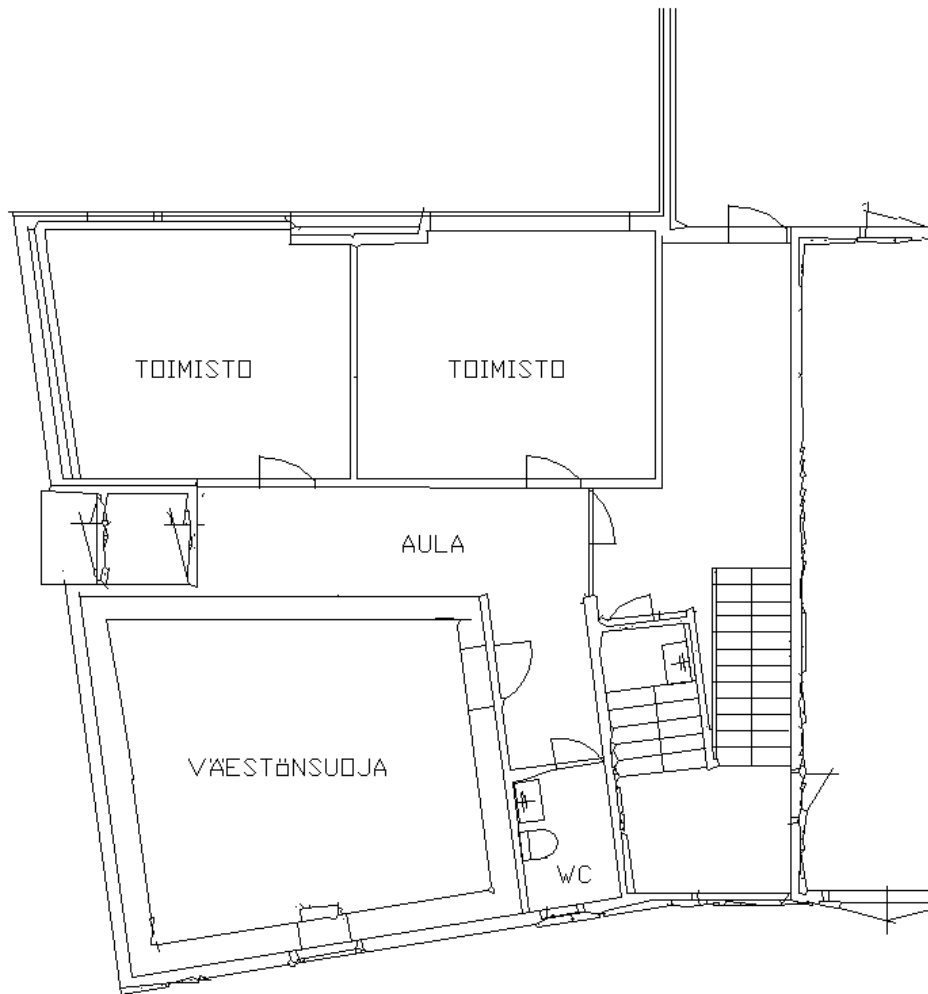
4 KOHDERAKENNUS

4.1 Rakennuksen tilat

Rakennus koostuu kahdesta selkeästi erillisestä osasta, laajasta korkeasta teollisuushallista, sekä hallin yhteydessä olevasta toimisto- ja sosiaalitilasiivestä. Projektissa keskitytään ainoastaan matalampaan lisäsiipeen, mutta teollisuushalli on kuitenkin huomioitava järjestelmän suunnittelussa. Lisäsiipi on kaksikerroksinen, tasakattoinen ja peltiseinäinen. Lisäsiipeen on kaksi ovea, joista toinen johtaa suoraan ulos rakennuksen tontille, ja toinen teollisuushallin puolelle.

4.1.1 Alakerran tilat

Alempi kerros koostuu lähinnä kahdesta risteävästä käytävästä, joita erottaa ovi. Ulko-ovesta sisään astuttaessa tuulikaapin jälkeen käytävällä vasemmalla on kaksi toimistohuonetta. Käytävän oikealla puolella on varastona toimiva väestönsuoja ja WC-tila. Väestönsuojaa ei tilaajan pyynnöstä sisällytetä projektiin, vaan väestönsuojaan jätetään alkuperäiset venttiilit. Käytävä risteää teollisuushalliin johtavalta ovelta alkavaan käytävään. Teollisuushalliin johtava ovi vie rappuihin, jotka vievät toiseen kerrokseen. Portaiden alla on siivouskomero. Alakerran pohjapiirros on kuvassa 2. Kuvassa 3 on näkymä halliin johtavalta ovelta.



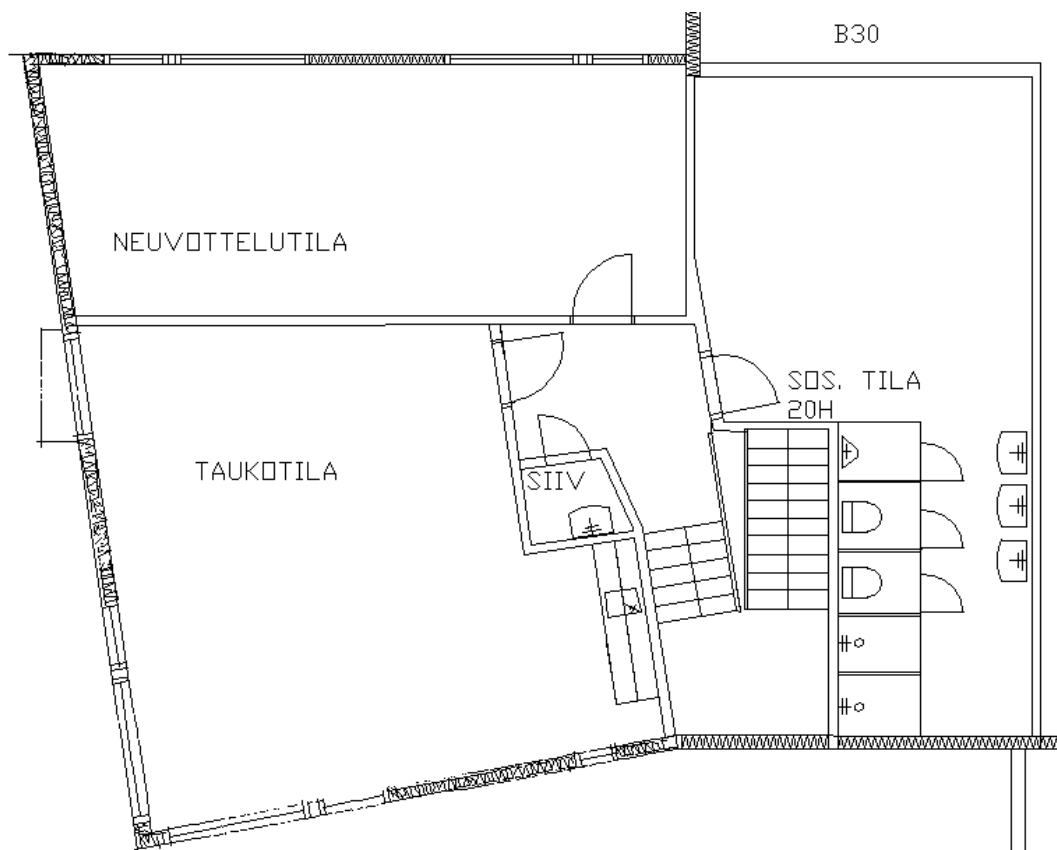
Kuva 2. Alakerran pohjapiirros.



Kuva 3. Kuvassa on rappuihin johtava käytävä, teollisuushallin ovelta katsottuna. Oikealla näkyy siivouskomero, ja kulman takana on toimistoihin johtava ovi.

4.1.2 Yläkerran tilat

Yläkerran pohjapiirros on kuvassa 4. Portaiden yläpäässä on eräänlainen käytävätila, johon liittyy neljä muuta tilaa. Portailta katsottuna oikealla on puku- ja pesutilat. Pesutiloja ei ole eristetty pukuhuoneesta kokonaan. Pukuhuoneessa runsaasti kaappeja, joita hallin työntekijät käyttävät. Portailta katsottuna suoraan edessäpäin ovat neuvottelutilat. Vasemmalla ovat taukotilat, ja portaiden vieressä on siivouskomero. Kuvassa 5 on näkymä käytävältä taukotilaan.



Kuva 4. Yläkerran pohjapiirros.



Kuva 5. Näkymä taukhuoneeseen ovelta katsoen. Kalteva katto ja sen teräspalkki on huomioitava verkoston suunnittelussa.

4.2 Alkuperäinen ilmanvaihtojärjestelmä

Alkuperäinen ilmanvaihtojärjestelmä koostui koneellisesta poistoilmajärjestelmästä. Päätelaitteita oli alakerran toimistoissa, kaikissa WC-tiloissa, pukuhuoneessa, pesutiloissa, taukotilassa ja siivouskomoissa. Kanavat yhdistettiin jakokammioon yläkerran siivouskomerossa. Pukuhuoneessa poistoilma otettiin pukukaapeista.



Kuva 6. Pukukaappien ilmanvaihto.

Pukukaappien liitännät eivät ole kiinteitä, joten niitä voidaan hyödyntää uudessa järjestelmässä. Osa kaapeista saatetaan joutua siirtämään ja uudelleen sijoittamaan huoneen sisällä. Kaappien määrä saattaa laskea muutamalla yksiköllä.



Kuva 7. Vasemmalla on kanava neuvotteluhuoneeseen, josta läpivienti alas toimistoihin. Oikealla on pukuhuoneeseen johtava kanava.



Kuva 8. Taukuhuoneen poistoilmapäätelaitteet.

5 SUUNNITTELUN VALMISTELU

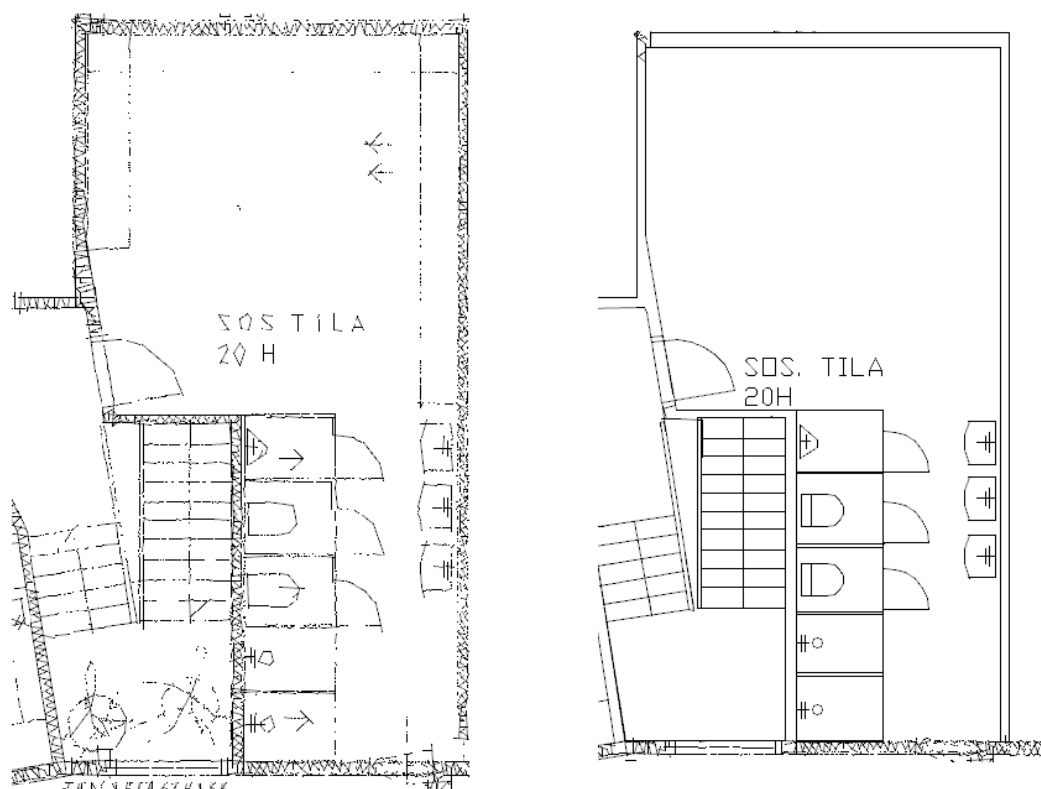
5.1 Pohjapiirustukset

5.1.1 Tilaaajan toimittamat piirustukset

Projektissa käytettiin pohjapiirustuksina tilaaajan toimittamia .dwg- muodossa olleita kuvia. Piirustukset olivat fyysisistä piirustuksista valokopiot. Piirustukset oli skaalattu mittasuhteeseen tilaaajan toimesta. Piirustuksien luonteesta johtuen piirustukset eivät olleet täsmälleen samassa mittakaavassa, joten suunnitelmissa on havaittavissa pientä heittoa läpivientien kohdalla. Läpivientien paikat tarkistetaan asennettaessa.

5.1.2 Pohjapiirustuksien käsittely

Valokopiointista johtuen piirustuksissa oli suuri määrä epäselvyyksiä piirrosmerkkien sekä tekstien suhteen. Seinälinjat eivät olleet suoria, ja eriste- ja materiaalimerkinnot olivat levinneet ulos väliseinistä. Tekstit olivat näytöllä luettavissa, mutta tulostaessa tekstit eivät enää olleet mielekkään selkeitä. Tästä johtuen ennen varsinaisen suunnittelun alkamista kuvia siistittiin käyttäen Autodeskin Autocad piirrosohjelmaa (Autocad 2014). Väliseinien linjat suoristettiin käyttäen kiintopisteinä alkuperäisiä kulmia. Seinien ulkopuolille valokopiointissa siirtyneet eristemerkinnät poistettiin. Huoneiden ja kalusteiden merkinnät uusittiin. Pohjapiirustuksiin merkityt ilmavirtanuolet poistettiin kokonaan, sillä ne tullaan uudelleen lisäämään IV- järjestelmän suunnittelussa.



Kuva 9. Vertailussa on ote sosiaalitalojen pohjapiirustuksista ennen muokkausta ja sen jälkeen. Piirustukset eivät ole samassa mittasuhteessa.

5.2 Ilmavirtamitoitus

Rakennuksen tulo- ja poistoilmavirtatarpeet määritettiin pohjakuvien perusteella. Eri tilojen lattia pinta-alat määritettiin käyttäen Autocad piirrosohjelman AREA-komentoa, joka laskee automaattisesti rajatun alueen pinta-alan. Neuvotteluhuoneen tuloilmavirta määritettiin käyttäjämäärän mukaan. Neuvotteluhuone mitoitettiin 25 hengelle. Pukuhuoneen poistoilmatarve määritettiin pukukaappien määrän mukaan. Mitoitustilanteessa pukukaappeja oli 30 kappaletta. Ilmavirtamitoitukset tehtiin käyttäen Microsoft Officen Excel- taulukkolaskentatyökalua.

Taulukko 1. Kohteessa käytettävät mitoitustuloilmavirrat. (Suomen RakMK D2 2012, 25 – 31.)

Tila	Tuloilmavirta	Poistoilma	Äänitaso
Toimisto	1,5 dm ³ /m ²		33/38 dB
Neuvottelutila	4 dm ³ /m ²		33/38 dB
tai	8 dm ³ /hlö		
Käytävätila	0,5 dm ³ /m ²		38/43 dB
Kahvio, taukotila	5 dm ³ /m ²		38/43 dB
Varasto	0,35 dm ³ /m ²	0,4 dm ³ /m ²	38/43 dB
Pukuhuone	5 dm ³ /m ²	4 dm ³ /pkk	38/43 dB
Porrashuone	0,5 1/h	0,5 1/h	38/43 dB
Pesuhuone	3 dm ³ /m ²	5 dm ³ /m ²	38/43 dB
WC		20 dm ³	38/43 dB
Siivous		4 dm ³ /m ²	

Taulukko 2. Alakerran ilmavirrat. Arvot on pyöristetty kokonaislukuihin. Tilan suurempi arvo on korostettu vihreällä.

Kerros 1		Ohjeilmavirta D2		Suunniteltu	
Huone	Pinta-ala	Tuloilma	Poistoilma	+	-
	[m ²]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]
TOIMISTO 1	16,7	25		25	10
TOIMISTO 2	17	26		25	10
AULA	16,5	8		15	
WC	2,9		20		20
SIIVOUS	1,3		5		5
KÄYTÄVÄ	16,3	8		10	
VÄESTÖNSUOJA			30		30
YHT		67	55	75	75

Taulukko 3. Yläkerran ilmavirrat. Arvot on pyöristetty kokonaislukuihin. Tilan suurempi arvo on korostettuna vihreällä.

Kerros 2		Ohjeilmavirta D2		Suunniteltu	
Huone	Pinta-ala	Tuloilma	Poistoilma	+	-
	[m ²]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]
TAUKOTILA	48	240		250	220
PUKuhuone	25,1	126	120	165	125
PESUHUONE	13,4	40	67	0	70
NEUVOTTELU	35	200		200	190
SIIVOUS	1,6		6		10
KÄYTÄVÄ	13,2	7		0	
YHT		612	193	615	615

6 ILMANVAIHTOKONEEN MITOITUS

6.1 Ilmanvaihtokoneen vaatimukset

Kohteeseen tarvittiin ilmanvaihtokone, joka pystyisi kattamaan koko kohteen ilmanvaihtotarpeen. Mitoitusilmavirran ollessa $690 \text{ dm}^3/\text{s}$ alettiin vertailla ilmanvaihtokoneita, jotka pystyvät toimimaan $700 \text{ dm}^3/\text{s}$ ilmavirralla normaalisti. Ilmanvaihtokoneessa pitää olla vesikiertoinen lämmityspatteri sekä levylämmönsiirrin. Pyörivää lämmönsiirrintä ei voida käyttää, koska kone palvelee eri poistoilmaluokan omaavista tiloista (Suomen RakMK D2 2012, 17). Koneen koko on myös tärkeässä asemassa, sillä ilmanvaihtokone sijoitetaan rakennuksen sisälle tilaan, jossa on muuta toimintaa. Ilmanvaihtokone ei saisi viedä tilaa liaksi kohdehuoneelta. Ilmanvaihtokoneeseen on myös oltava ääniteknisesti riittävän hiljainen. Tilaaja halusi vaikuttaa ilmanvaihtokonevalmistajien valintaan. Vertailuun otettiin ilmanvaihtokoneita Interventiltä, Kesairilta, ja Rtekiltä.

6.2 Ilmanvaihtokoneiden vertailu

Interventin internet-sivuilta ei löytynyt tarkoitukseen sopivaa ilmanvaihtokonetta, joten heidän koneitaan ei otettu mukaan vertailuun. Kesairilta vertailuun valittiin ALV-200- ja ALV-200X-malliset koneet, joissa on vesikiertoinen lämmityspatteri ja levylämmönsiirrin. Rtekiltä vertailuun otettiin LL2500-malli.

Taulukko 4. Ilmanvaihtokoneiden yleiset tiedot.

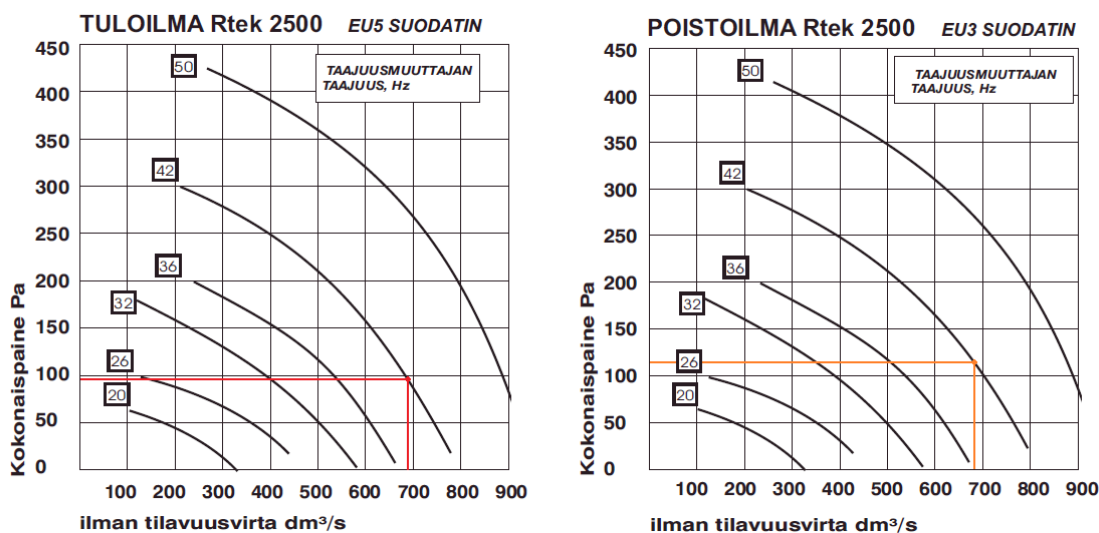
Ominaisuus	Yks	Kesair		Rtek
		ALV-200	ALV-200X	LL2500
Leveys	[mm]	2150	1800	2050
Korkeus	[mm]	1500	2000	1850
Syvyys	[mm]	850	850	1100
Lattiapinta-ala	[m ²]	1,8	1,5	2,3
Äänitaso	[dB]	69	69	78
Paineenkorotus $700 \text{ dm}^3/\text{s}$	[Pa]	200	200	100–225

Kaikissa ilmanvaihtokoneissa on 400 mm pyöreälle kanavalle liitännät. Koneissa on myös sulkupellit ulko- ja jäteilmakanaville.

6.3 Ilmanvaihtokoneen valinta

Verkoston painehäviötä ei ollut mahdollista arvioida tarkasti ennen itse suunnitelmien luontia, joten ilmanvaihtokone valittiin alustavasti ennen IV-piirustusten suunnittelua ja valintaa tarkasteltiin suunnitelmien muotouduttua lopulliseen muotoonsa. Edellä mainittujen kriteerien perusteella alustavasti suunnitelmiin valittiin Rtekin LL2500-ilmanvaihtokone.

Suunnitelmat luotiin käyttäen konevalmistajan luomaa dwg-tiedostomuodossa ollutta pohjapiirustusta ilmanvaihtokoneesta. Koneen äänitiedot syötettiin Magicadin projektitietoihin äänitarkastelun mahdollistamiseksi. Verkoston saavutettua lopullinen muotonsa tarkastettiin ilmanvaihtokoneen antama paineenkorotus kyseisellä ilmavirralla, ja ilmanvaihtokone todettiin sopivaksi verkostoon.



Kuva 10. Verkkoston tilavuusvirrat ja painehäviöt merkittynä puhallinkäyriin.

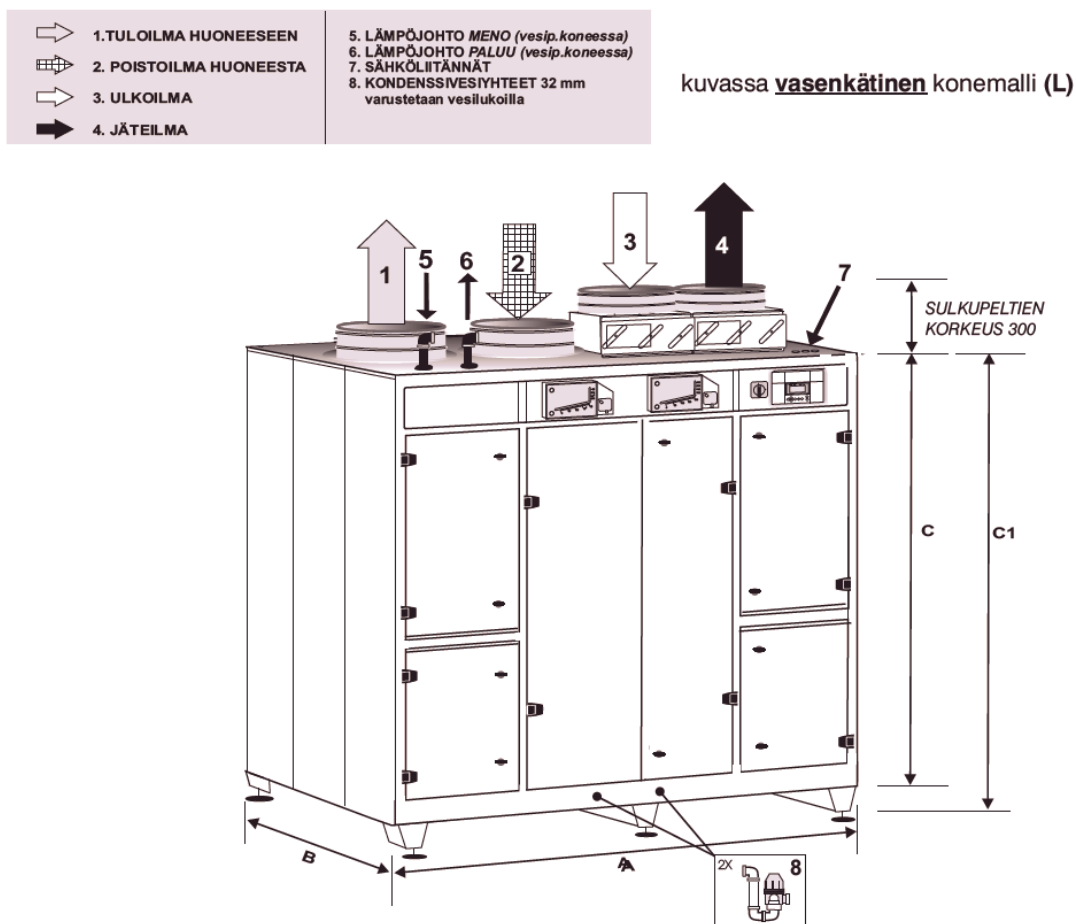
Ilmanvaihtokoneessa on suodattimina EU3- luokan suodatin poistoilmalle ja EU5- luokan suodatin tuloilmalle. EU3 on G3 luokkaa vastaava karkeasuodatin, joka erottaa isohkoja hiukkasia ja rajatusti savukaasua ja likaavia hiukkasia. Hallissa tapahtuvan työn luonteen vuoksi suodatin on suositeltavaa tarkistaa useammin kuin

normaalisti. Valmistajan ilmoittama normaali vaihtoväli on 6 kuukautta. Suodattimet voidaan vaihtaa 4-5 kuukauden välein tai kun suodatinvahti osoittaa suodattimen likaantuneen. EU5 suodatin on F5 luokan hienosuodatin. Suodatin estää hyvin siitepölyn päätyksen sisäilmaan, mutta on tehoton tupakansavulle. Tupakoiville työntekijöille on osoitettava alue tupakointia varten, jotta haitallista savua ei pääsisi ilmanvaihtojärjestelmään. (Sandberg 2007)

Lopulliseksi ilmanvaihtokoneeksi valittiin Rtek By Energentin LL2500 malli. Koneen varustus valittiin vastaamaan tarpeita. Kuva koneen liitännöistä on kuvassa 11.

Koneeseen valittiin AC vaihtovirtapuhaltimet portaattomalla säädöllä. Portaaton säätö mahdollistaa optimaalisen käytön eri kuormitusilanteissa. Koneeseen ei voida ottaa regeneratiivista lämmönsiirintä, koska yksi kone hoitaa koko kohteen ilmanvaihdon. Tästä johtuen valittiin levylämmönsiirrin. Lämmönsiirrin on ristivirtaustyyppinen ja valmistettu alumiinista. Valmistajan ilmoittama hyötysuhde on 50–60 % ilmavirta-alueesta riippuen. (Energent 2014)

Koneessa on vakiona EU5 suodatin ulkoilmapuolella ja EU3-suodatin poistoilmapuolella. Suodattimet voi tarpeen vaatiessa vaihtaa parempiin. Suodattimille valittiin osoittava suodatinvahti, sillä hallin puolelta saattaa päätyä likaista teollisuuspölyä poistoilmakanaviin. Ulko- ja jäteilmayhteisiin otettiin jousipalautteiset sulkupellit. Lämmityslaitteeksi valittiin vesikiertoinen lämmityspatteri tehdasvalmisteisella lämmönsäätöryhmällä. Näiden lisäksi koneeseen valittiin sähköohjauskeskus, säätökeskus Ouman ohjaussäätimellä ja liitännällä VAK- ohjaussäätimelle. Koneeseen otettiin vielä kanavalämpömittarit ja hätäpysäytys palovaaran varalle. Ilmanvaihtokoneen toimintakaavio ja – selostus ovat liitteissä 1 ja 2.



Kuva 11. Rtek LL2500 liitännät (Energent, 2014).

6.4 Ilmanvaihtokoneen sijainti

Rakennuksessa ei ole erillistä teknistä tilaa, joten ilmanvaihtokone sijoitettiin itse rakennuksen tiloihin. Aloituspäivästä sovittiin ilmanvaihtokoneen sijainniksi pukuhuone, jossa muutamia pukukaappeja voi siirtää pois ilmanvaihtokoneen tieltä. Konetta suunniteltiin aluksi neuvotteluhuoneen vastaiseen kulmaan, mutta äänenvaimentimien ja kanavaliitosten mahdollistamiseksi kone siirrettiin suunnitteluvaiheessa pukuhuoneen perimmäiseen kulmaan. Pukuhuoneesta on myös seinä korkeaan hallitilaan, joka mahdollistaa ulko- tai jäteilmakanavien johtamisen hallin korkeaa tilaa hyödyksi käyttäen.

7 VERKOSTON SUUNNITTELU

7.1 Reititykset

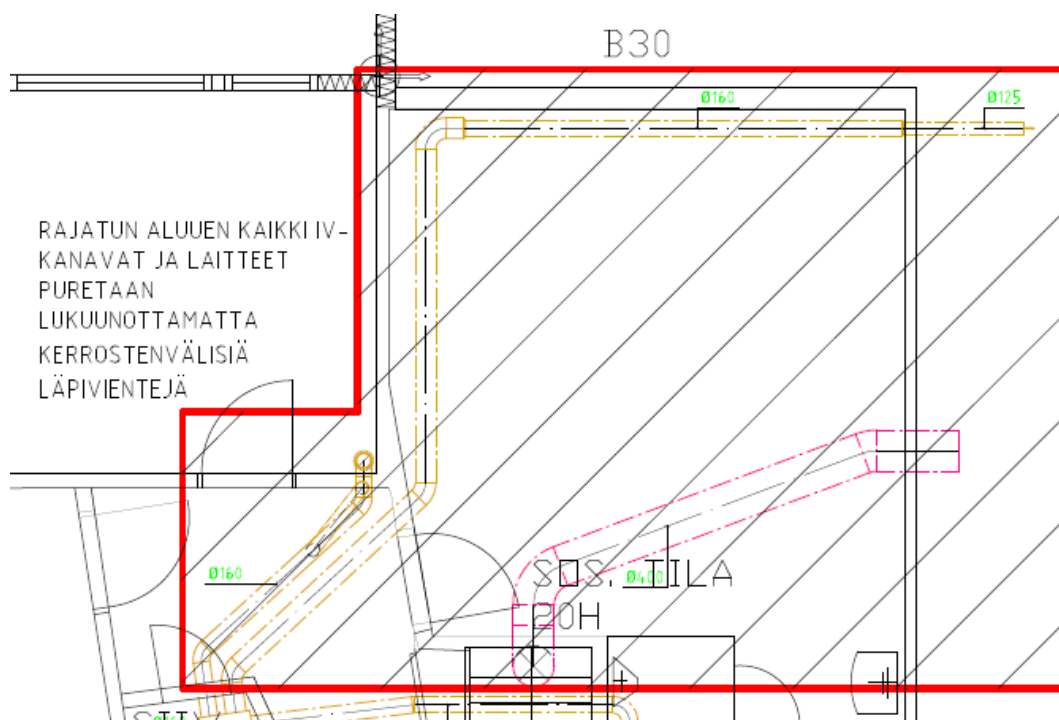
7.1.1 Uuden verkoston kanavat

Aloituspalaverin yhteydessä kartoitettiin osia tilasta, joihin voisi asentaa verkoston runkokanavat. Olemassa olevasta poistoilmajärjestelmästä hyödynnettiin niin paljon kuin mahdollista; taukotilaan, toimistoihin, siivouskomeroihin tai WC-tiloihin ei tarvitse lisätä lainkaan uusia poistoilmakanavia, sillä vanhat kanavat ovat riittävät uusien määräysten ilmavirroille. Kanavareitit suunniteltiin niin, että suuret runkokanavat eivät missään vaiheessa mene ristiin. Vanhoja kanavaläpivientejä käytetään, tosin joitakin joudutaan laajentamaan. Tuloilmaläpivienti alakertaan tehdään pukuhuoneesta alakerran käytävään. Poistoilmapuolella uusia kerrosten välisiä läpivientejä ei tarvita. Ulkoilmakanava johdettiin pukuhuoneesta hallin kautta hallin ulkoseinästä läpi siten, että se on vähintään kahdeksan metrin päässä samassa vaakatasossa jäteilma-aukosta. (Suomen RakMK D2 2012, 11-13.)

7.1.2 Purkupiirustukset

Projektin aloituspalaverissa sovittiin, että kohteesta tehdään ilmanvaihtopiirustusten lisäksi myös purkupiirustukset. Purkupiirustuksia ei kuitenkaan voitu tehdä ennen kuin oli selvitetty, mitä vanhoista kanavista käytetään uudelleen ja mitkä voidaan poistaa. Suunnittelun yhteydessä kävi selväksi, mitkä kanavat tulee purkaa. Alakerran poistoilmajärjestelmä jää kokonaan ennalleen. Myös kerrosten väliset läpiviennit jätettiin paikoilleen, sillä niitä hyödynnetään uudessa järjestelmässä. Yläkerrasta poistuvat pukuhuoneeseen ja neuvotteluhuoneeseen johtavat kanavat. Pukuhuoneeseen johtava runkokanava ei varsinaisesti kokonaan poistu, mutta kanavan koko muuttuu. Läpivienti-aukkoa tulee laajentaa. Pesutilojen kanavisto jäi ennalleen. Yläkerran siivouskomerossa olevaa jakolaatikkoa hyödynnettiin uusissa suunnitelmissa, mutta huippuimuri oli poistettava. Purkukuvissa käytettiin hatch merkintää, jossa purettavat alueet on ”maalattu” viivoin. (Ainetdin 2014, 16)

Purkupiirustukset liitteessä 3.



Kuva 12. Poistettavat laitteet ja kanavaosat merkitty hatch-merkinnällä.

7.2 Ilmanjako

Tuloilmaa pyrittiin tuomaan puhtaisiin tiloihin, joista osa poistetaan samassa tilassa ja osa johdetaan ovirakojen ja säleikköjen kautta likaisempiin tiloihin. Kerrokset ovat kuitenkin itsessään ilmanpaineeltaan neutraaleja. Poistolaitteina käytettiin ainoastaan KSO-venttiilejä. Tuloilmalaitteina käytettiin Fläktwoods KTS-tuloilmaventtiilejä, toimistoissa STQA-tuloilmalaitteita, tauko- ja neuvotteluhuoneisiin suunniteltiin Activent-tuloilmajärjestelmät tilaajan toiveesta.

Alakerrassa tuloilmalaitteet sijoitettiin toimistoihin ja käytäville. Käytäviltä ilma virtaa siivouskomeroon, vessaan ja pommisuojaan. Toimistot suunniteltiin ylipaineisiksi, jolloin ylimääräinen ilma poistuu ovirakojen kautta käytävälle josta ilma jakautuu edelleen muualle rakennukseen. Väestönsuojan ovi pidetään normaaliaikana auki tai raotettuna. Poistoilmalaitteita on toimistoissa, WC-tilassa, siivouskomerossa ja pommisuojaan. Alakerran kanaviin ei suunniteltu säätöpeltejä, vaan yläkerran kanavat säädetään alakerran päätelaitteiden mukaan säätöpeltejä käyttäen. Ensimmäisen kerroksen piirustukset ovat liitteessä 4.

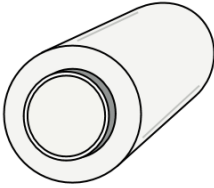
Yläkerrassa tuloilmaa tuotiin taukokuoneeseen, neuvottelutilaan ja pukuhuoneeseen. Tauko- ja neuvottelutilat suunniteltiin ylipaineisiksi, jolloin tuloilmaa virtaa näiden huoneiden oviraoista käytävälle. Taukotilan ja pukuhuoneen oviin asennetaan ovisäleiköt. Käytävältä ilma jatkaa siivouskomeroon ja pukuhuoneeseen. Pukuhuone mitoitettiin reilusti alipaineiseksi, jotta likaista ilmaa ei päätyisi muualle rakennukseen. Pukuhuoneesta ilmaa poistetaan pukukaappien kautta. Pukuhuoneen yhteydessä olevasta pesutilasta poistetaan myös ilmaa. Pesutilassa ei ole tuloilmalaitteita, vaan pesutilan ilma tuodaan pukuhuoneen kautta. Yläkerran kaikkiin tuloilmahaaroihin suunniteltiin säätöpellit järjestelmän tasapainottamiseksi. Toisen kerroksen piirustukset ovat liitteessä 5.

7.3 Kanavien mitoittaminen

Suurin osa verkoston kanavista mitoitettiin Magicadin automaattisella mitoitustoiminnolla. Magicadin projektiasetuksista asetettiin mitoituskriteerit eri kanavistoille. Mitoituskriteereinä käytettiin ilmavirran nopeutta kanavassa ja kokonaispainehäviötä. Magicadin valikkoon syötettiin myös valitun IV-koneen äänitasotiedot. Osa kanavista, kuten taukokuoneen ja alakerran poistoilmakanavat, lukittiin olemassa oleviin kanavakokoihin, sillä kyseisiä kanavia ei tarvitse muuttaa. Magicad kompensoi vanhojen kanavakokojen tuomaa pienempää virtausvastusta säätämällä päätelaitteiden asetusarvoja. Kuvassa 14 on esitetty Magicadin mitoituskriteerien asettaminen.

7.4 Äänenvaimentimien valinta

Tilaaaja esitti toiveen äänenvaimenninmoduulin suunnittelemisesta. Kohteessa ei kuitenkaan ole huonekorkeuden puolesta riittävästi tilaa moduuliratkaisulle. Kohteeseen valittiin äänenvaimentimet hyödyntäen Fläktwoods ExSelAir-valintaohjelmaa. Valintaohjelmaan syötettiin ilmanvaihtokoneelta kanavaan aiheutuvan äänen painetasot, ja ohjelma laski äänenpainetasot ja vaimennuksen valitulla vaimenninkoolla. Kuvankaappaus äänenvaimentimen mitoituksesta on esitetty kuvassa 13.

Air flow 690 l/s		NR value 48
Pressure rise 200 Pa		Air velocity 5,49 m/s
Total air pressure drop 1 Pa		

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
Fan sound [dB]	73	72	65	59	56	54	50	46	63,3
Sound attenuation [dB]	4,7	8,6	14,9	23,5	27,2	24,7	20,7	17,4	
Sound level after silencer [dB]	68,3	63,4	50,1	35,5	28,8	29,3	29,3	28,6	49,51
Generated sound [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	6,99
Sound level result [dB]	68,3	63,4	50,1	35,5	28,81	29,31	29,31	28,61	
Correction for A-filter [dB]	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
Resulting sound [dB]	42,1	47,3	41,5	32,3	28,81	30,51	30,31	27,51	49,51

Kuva 13. Äänenvaimentimen mitoitusta ExSelAir- ohjelmalla. (ExSelAir 2014)

General ID: 000002 UserCode: P1 Name: Poistoilma 1 System type: Extract air Color: Acad-40 Linetype:	Sizing Method 000002 Maks. nopeus 4-8 m/s Dp/Balancing Minimum dp for flow damper [Pa]: 30 Minimum dp for air device [Pa]: 20 Warning limit of high dp [Pa]: 200 Balancing warning tolerance [% of dp]: 0 <input checked="" type="radio"/> Balancing to minimum pressure <input type="radio"/> Balancing to fan pressure <input type="radio"/> Balancing to given pressure Given pressure [Pa]: 0																
Layer Variables SV1: P1 SV2: 20 SV3:	Initial Sound <table border="1"> <thead> <tr> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1K</th> <th>2K</th> <th>4K</th> <th>8K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>72</td> <td>74</td> <td>67</td> <td>61</td> <td>58</td> <td>56</td> <td>52</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table>	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	72	74	67	61	58	56	52	48
63	125	250	500	1K	2K	4K	8K										
72	74	67	61	58	56	52	48										
Calculations <input checked="" type="checkbox"/> Flow sum <input checked="" type="checkbox"/> Balancing <input checked="" type="checkbox"/> Sizing <input checked="" type="checkbox"/> BOM	<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Cancel"/>																

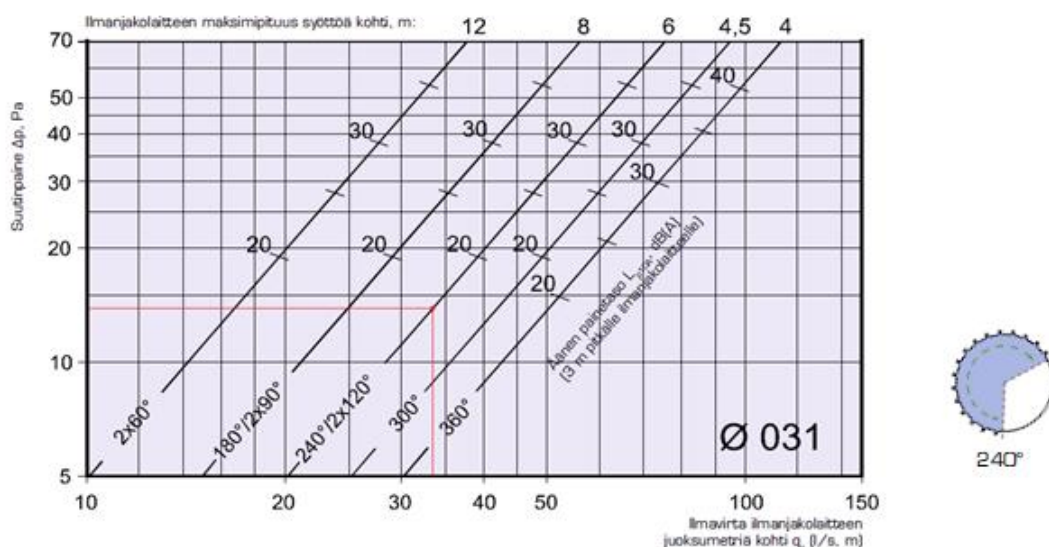
Kuva 14. Kuvakaappaus Magicadin verkoston mitoituskriteerien määrittästyökalusta. (Magicad 2014)

7.5 Päätelaitteiden mitoitus ja valinta

Päätelaitteet valittiin käyttötarkoituksen mukaan tilakohtaisesti. Tilaa esitti toiveen Activent-järjestelmän käyttämisestä tauko- ja neuvottelutiloissa. Neuvottelutilaan kyseinen järjestelmä suunniteltiin, mutta taukotilassa katon teräsrakenteet ja huoneen muodot rajoittivat järjestelmän soveltuvuutta.

Neuvottelutilaan valittiin Activent 031–240°-6000, jonka puhallus kohdistetaan yläviistoon. Esimerkki puhallussuunnasta ja mitoituskäyrästä on kuvassa 15. Taukotilaan ja pukuhuoneeseen suunniteltiin SV-2-tuloilmasäleiköt TG-tasauslaatikoilla. Alun perin näihin tiloihin kaavailtiin useita kanavaan asennettuja KTS-venttiilejä, mutta pukuhuoneessa nämä venttiilit jouduttaisiin asentamaan huoneeseen nähden poikittain, jolloin venttiilin heittopituudesta ei olisi hyötyä. Pukuhuoneen katossa on paljon virtausta estäviä kanavia ja alempana kaappeja, joten ilma törmäilee esteisiin joka tapauksessa. Taukotilassa äänitasoa ja vedon tuntua pyrittiin vähentämään käyttämällä laajempaa pinta-alaa päätelaitteille.

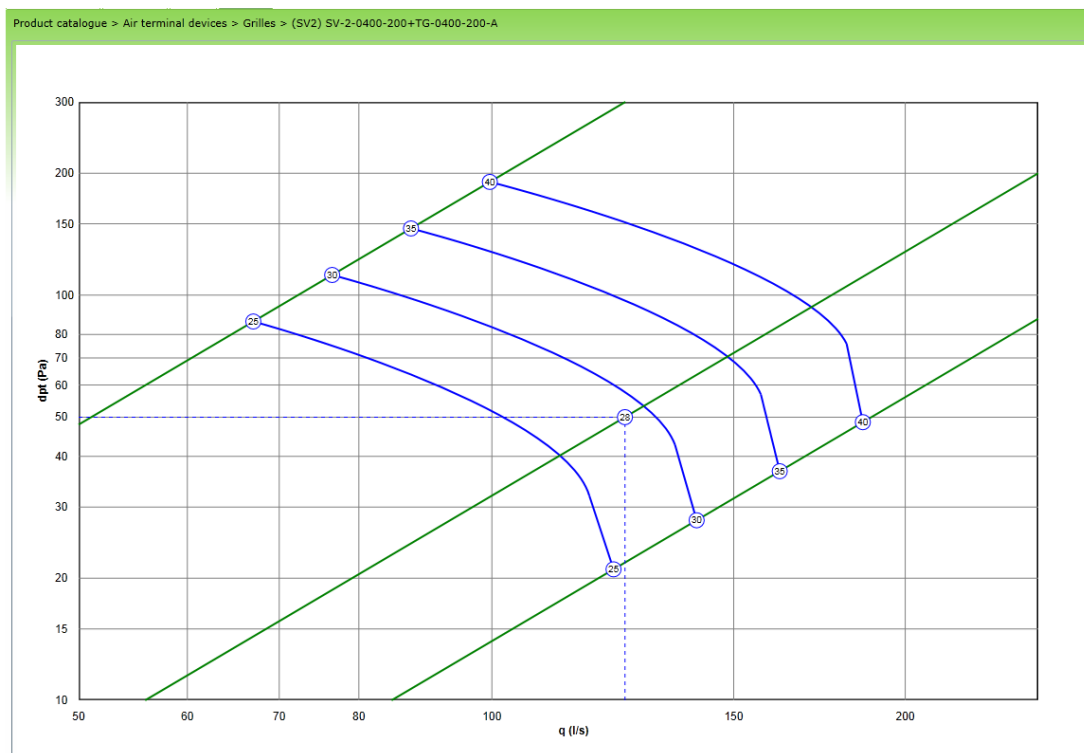
Alakerran toimistoihin tilaaja toivoi käytettävän STQA-päätelaitteita. Yhtenäisen kuvan luomiseksi myös alakerran käytävässä käytetään STQA laitetta. Kohteen ainoa KTS venttiili sijoitetaan alakerran porraskäytävään, joka johtaa teollisuushallin puolelle. Kyseisellä käytävällä seinäasennus ei ollut mahdollista, joten STQA-laite ei soveltunut. Neuvotteluhuoneen poistolaitteina käytettiin kanavaan asennettuja rinnakkaisia KSO-venttiilejä, sillä asennus on yksinkertainen, takaa helpon puhdistettavuuden ja luo yhtenäistä kuvaa vanhan ja uuden poistojärjestelmän välillä, sillä vastaavanlainen ratkaisu oli jo taukotilassa.



Kuva 15. Activent-järjestelmän valinta neuvotteluhuoneeseen. (Fläktwoods 2014)

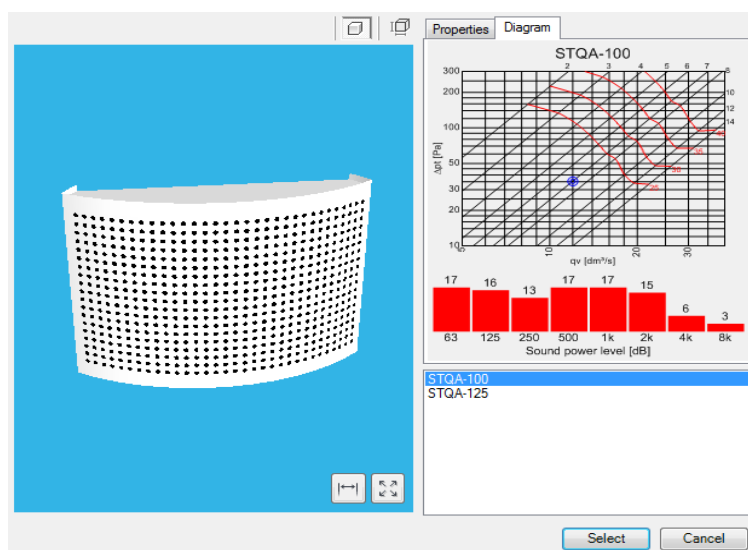
Alakerran toimistotilojen STQA-päätelaitteiden ja taukuhuoneen SV-2 -säleikköjen mitoittamisessa käytettiin hyödyksi Fläktwoods ExSelAir-valintaohjelmaa.

ExSelAir-valintaohjelmalla saatiin arvioitua laitteesta aiheutuvaa melutasoa, ilmavirran heittopituutta ja painehäviötä.



Kuva 16. Yksittäisen tuloilmasäleikön käyrästä. (ExSelAir 2014)

ExSelAir-ohjelman arvioihin perustuen alakerran toimistoihin päätettiin laittaa yhden suuremman päätelaitteen sijaan kaksi pienempää, sillä saatavilla ei ole riittävän isokokoista laitetta, jotta äänenpainetasot pysyisivät varmasti määräkysien asettamien rajojen sisäpuolella. Lopulliset laitevalinnat tehtiin MagiCAD ohjelmalla. Esimerkki ExSelAirin käyrästä on esitetty kuvassa 16.



Kuva 17. Kuvakaappaus MagiCADin päätelaitteen valintadiialogista. (MagiCAD 2014)

Magicad näyttää päätelaitteen toimintapisteen käyrästössä asetetuilla arvoilla. Magicad myös laskee kyseisen laitteen äänenpainetasot sille asetetussa toimintapisteesä. Tämä mahdollistaa nopean vertailun päätelaitteiden koon valinnassa. Kuvakaappaus päätelaitteen valinnasta on kuvassa 17.

Taulukko 5. Päätelaitteet huoneittain. Ilmavirtasarakkeessa on punaisella merkitty huoneesta poistuva ilma ja vihreällä huoneeseen tuleva ilma.

Kerros	Huone	Laitte	Kpl	VANHA/UUSI	Ilmavirta dm ³ /s
2	Neuvotteluhuone	ACTIVENT 031-240-3000-3	2	UUSI	200
		KSO-160	5	UUSI	190
2	Taukotila	SV-2-400-200+TG-400-200-B	2	UUSI	250
		OS 400-150	1	UUSI	30
		KSO-160	5	VANHA	220
2	Pukuhuone	SV-2-500-200+TG-500-200-A	1	UUSI	165
		OS 400-150	1	UUSI	30
		Liitännät pukukaapeille	3	UUSI	125
2	Pesuhuone	KSO-160	3	VANHA	70
2	Siiivouskomero	KSO-100	1	VANHA	10
1	Toimisto 1	STQA-100	2	UUSI	25
		KSO-100	1	VANHA	10
1	Toimisto 2	STQA-100	2	UUSI	25
		KSO-100	1	VANHA	10
1	Käytävä	STQA-100	1	UUSI	15
1	Rappukäytävä	KTS-100	1	UUSI	10
1	WC	KSO-125	1	VANHA	20
1	Siiivouskomero	KSO-100	1	VANHA	5
1	Väestönsuoja	KSO-160	1	VANHA	30

Yllä olevassa taulukossa näkyvät kaikki kohteen tulo- ja poistoilmalaitteet sekä siirtoilmasäleiköt. On huomattava, että Activent suutinkanavaa toimitetaan korkeintaan kolmen metrin pituisina. Tästä johtuen tuote on merkitty kahtena kolmen metrin pätkänä. Pukukaappien säätöpellit säädetään yksilöllisesti kaappien määrästä ja järjestyksestä riippuen. Taukotilan taseuslaatikolliset tuloilmasäleiköt asennetaan katonrajaan, ja niiden kanavat alittavat katon teräsrakenteen neuvotteluhuoneen puolella. Sisäkulmassa olevan toimiston KSO-100 venttiili tulisi siirtää optimaalisen ilmanjaon vuoksi.

8 LAITELUETTELO JA KUSTANNUSARVIO

8.1 Tarvittavat komponentit ja laitteet

Seuraavassa luvussa esitetyt hinta-arviot ovat kaikkien saatavilla olevia lukuja. Todelliset hinnat saattavat poiketa projektissa esitetyistä arvoista. Kaikki hinnat ovat ilman arvonlisäveroa tai rahtikustannuksia. Kanavien hinnoittelussa oletetaan, että kaikki kanavat saadaan hyödynnettyä siten, että hukkaa tulee alle 10 % kanaviston kokonaismitasta.

8.1.1 Ilmanvaihtokone

Kun ilmanvaihtokone ja sen varustus oli valittu, hinta-arviosta lähetettiin pyyntö konevalmistajan paikalliselle myyntivastaavalle. Hintaa koneelle tuli 10 100 euroa alv 0 %. (Pasanen sähköposti 19.5.2014)

8.1.2 Päätelaitteet

Päätelaitteiden mitoituksen ja valinnan yhteydessä tarkasteltiin päätelaitteiden sijoittelua ja uusien laitteiden tarvetta. Kaikki tuloilmalaitteet olivat uusia, mutta suurin osa poistoilmalaitteista on vanhoja alkuperäisen järjestelmän osia. Vanhan järjestelmän päätelaitteet tulisi irrottaa ja puhdistaa ennen uuden ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa. Muutoin vanhan järjestelmän lika pääsisi suoraan uuteen ilmanvaihtokoneeseen ja suodattimen käyttöikä lyhenisi. Lista hankittavista laitteista taulukossa 6.

Taulukko 6. Hankittavat Päätelaitteet (Fläktwoods 2014, Onninen 2014)

Yleisnimi	Laitenimi	Kpl	LVI-koodi	Hinta [€]	Hinta yht.
Suutinkanava	ACTIVENT 031-240-3000-3	2		633,00	1266,00
Tasauslaatikko	TG-400-200-B	2	8613629	220,00	440,00
Tasauslaatikko	TG-500-200-A	1	8613536	266,00	266,00
Tuloilmasäleikkö	SV-2-500-200	1	8713146	88,00	88,00
Tuloilmasäleikkö	SV-2-400-200	2	8713144	81,90	163,80
Tuloilmalaite	STQA-100	5	8798560	45,80	229,00
Tuloilmaventtiili	KTS-100	1	8798500	21,60	21,60
Ovisäleikkö	OSK 400X150	2	8813016	152,00	304,00
Raitisilmasäleikkö	USS/I1000x600	1	8807464	272,00	272,00
Ulospuhallushajotin	EYMA-2-040	1	8603506	981,00	981,00
Poistoilmaventtiili	KSO-160	5	8713716	34,50	172,50
YHTEENSÄ					4205

8.1.3 Kanavisto

Taulukossa 7 on listattu tarvittavat kanavat ja kanavanosat hintoineen. Hinnat ovat listahintoja eivätkä sisällä arvonlisäveroa. Taulukkoon ei laskettu mukaan liitoskappaleita, supistuksia tai puhdistusluukkuja. Piirroksessa olevat korkeusvaihtelut ja kanavakulmat saattavat asennushetkellä muuttua ja urakoitsija voi itse päättää haluamansa lähestymiskulman. Kulma- ja liitoskappaleet, palopelti ja puhdistusluukut ovat tyypittämättömiä, eli urakoitsija voi käyttää haluamiansa komponentteja suunnitelmien mukaisesti. Kulmakappaleita tarvitaan asennustavasta ja korkeudesta riippumatta noin 25. Kulmapaloihin kuluisi arviolta 600 euroa, jos kaikki kanaviston käännökset tehtäisiin 90 asteen mutkilla.

Taulukko 7. Kanavat, säätöpellit ja äänenvaimentimet. (Fläktwoods 2014, Onninen 2014)

Yleisnimi	Koko / tarkennus	Kpl	Yks	LVI-koodi	Hinta [€/kpl]	Hinta yht. [€]
Pyöreä kanava	100	9	[m]	8103310	6,63	59,67
	125	5	[m]	8103311	7,35	36,75
	160	5	[m]	8103312	9,23	46,15
	250	6	[m]	8103314	13,50	81,00
	315	17	[m]	8103315	17,00	289,00
	400	13	[m]	8103316	30,70	399,10
Säätöpelti	Iris 125	3	[kpl]	8930004	56,40	169,20
	Iris 315	3	[kpl]	8930012	141,00	423,00
Palopelti	ETPR-E-1-400-01-1 / 70C	1	[kpl]	8423565	347,00	347,00
Vaimennin	BDER-60-040-120	2	[kpl]	8323060	392,00	784,00
YHTEENSÄ						2635

8.2 Kustannusarvio

Ilmanvaihtokone, päätelaitteet ja runkokanavisto keskeisimpine komponentteineen yhdessä kustantaisivat noin 17 540 euroa ilman arvonlisäveroa. Hinta arvioitiin osien keskiarvohintoja käyttäen. Kaikki hinnat ilmanvaihtokonetta lukuun ottamatta ovat listahintoja eivätkä sisällä mitään alennuksia. Ulko- ja tuloilmakanavien eristystä ei ole huomioitu laskelmissa. Ilmanvaihtokoneen hinta on tehtaalta saatu arvio, mutta urakoitsija voi saada saman koneen edullisempaan hintaan.

Purku- ja rakennustöistä lähetettiin kustannusarviopyyntö K.T. Tähtinen Oy:n Heikki Hirvoselle, joka toimi myös projektin yhteyshenkilönä. Hirvonen laski työlle kustannusarvion. Arvion mukaan vanhan kanaviston purku ja uuden järjestelmän asentaminen ja säätö maksaisi noin 6500 euroa ilman arvonlisäveroa. (Hirvonen henkilökohtainen tiedonanto 17.6.2014)

Yhteensä projektin toteuttamiselle tulisi arvioiden perusteella hintaa noin 24 040 euroa ilman arvonlisäveroa. Hinta ei sisällä kiinnikkeitä, ripustuksia, eristystä eikä kantikanavia.

9 YHTEENVETO

9.1 Suunnitteluprosessi

Prosessina eli suorituksena ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelu olemassa olevaan kohteeseen oli suoraviivainen, sillä eri vaihtoehtoja järjestelmän reitityksiin ja ilmanjakomenetelmiin oli hyvin rajoitetusti. Yhteydenpito eri osapuolten välillä sujui hyvin prosessin aikana. Ajoittain projektin ulkopuolisista tahoista johtuen työhön tuli viivästyksiä, lähinnä byrokratian ja menettelytapojen vuoksi. Ilman toimivaa yhteydenpitoa ja mahdollisuutta käydä kohteessa tarkastamassa rakennuksen ominaisuuksia, muutostyön suunnittelu olisi lähes mahdotonta toteuttaa.

Prosessiin kuluneesta ajasta noin neljännes kului työskentelyn aloittamiseen. Ennen varsinaista suunnittelutyötä oli neuvoteltava eri osapuolten kanssa työn yksityiskohdista ja rajauksesta. Valmisteluihin kuului myös piirustusten hankkiminen, niiden siistiminen ja MagiCAD-projektitietokannan luonti. Projektin kesto huomioon ottaen tätä aikaa pitäisi saada lyhennettyä.

Toinen neljännes kului alustavien reittiluonnosten teossa ja järjestelmän ilmavirtojen mitoittamisessa rakennusmääräyskokoelman mukaisiksi. Koska kyseessä oli muutostyö, täytyi myös tarkistaa, soveltuisivatko vanhan järjestelmän runkokanavat sellaisenaan uusille ilmavirroille.

Kolmas neljännes kului pohjapiirustusten tekemiseen. Erilaisia kanavareitityksiä kokeiltiin ja vertailtiin keskenään. Ilmanvaihtokoneen sijoitteluun kului runsaasti aikaa projektin luonteesta johtuen.

Viimeinen neljännes kului laitteiden mitoittamiseen ja valitsemiseen. Erityisesti päätelaitteita mitoitettiin itse suunnittelun lomassa, mutta koska päätelaitteita vaihdettiin usein erinäisistä syistä, jouduttiin niitä mitoittamaan useampaan kertaan. Kun laitteet oli valittu, MagiCAD-ohjelman Bill of Materials –materiaaliluettelotoiminnon avulla saatiin nopeasti kasaan lista järjestelmän komponenteista. Näistä poistettiin jo olemassa olevat laitteet, ja jäljelle jääneistä

tehtiin hinta-arvio. Hinta-arviossa käytettiin listahintoja. Itse arvion tekemiseen ei kulunut aikaa juurikaan, sillä kaikki valitut laitteet olivat todellisia ja myynnissä olevia tuotteita, joihin löytyi hintatiedot.

9.2 Projekti

Kyseisessä projektissa itse työn alettua suurimmat ongelmakohdat syntyivät vanhan ja uuden järjestelmän yhdistämisestä ja tilan asettamista rajoitteista. Vanhassa järjestelmässä oli ainoastaan poistoilmakanavat, eikä tuloilmakanaville ollut jätetty tilavarauksia. Rakennuksessa huonekorkeus ei sinänsä ollut erityisen rajoittava tekijä, mutta erityisesti neuvotteluhuoneen ja taukotilan katon teräsrakenteet aiheuttivat ongelmia, sillä kanavisto ei voinutkaan kulkea katonrajassa läpi huoneen.

Ilmanvaihtokoneen sijoittelussa ja valinnassa oli myös ongelma-kohtia. Kohteen tarvitsema ilmavirta osui ilmavirtaluokkaan, joka on juuri eri kokoluokkien välissä. Ilmavirraltaan yli $800\text{dm}^3/\text{s}$ ilmankäsittelykoneet ovat usein vaakamallisia ja suorakaide liitännöillä. Vaakamallin kone olisi vienyt aivan liikaa kaappitilaa pukuhuoneesta. Jos kohteessa olisi ollut erillinen ilmanvaihtokone, oltaisi voitu harkita erillisen moduuleista kasatun koneen hankkimista. Tilaaja toivoi vastavirtaukseen perustuvaa LTO-kennoa ja äänenvaimenninmoduulia, mutta nämä ratkaisut olisivat vaatineet liikaa tilaa korkeustasossa, ja kanavien käännökset pystytasosta vaakatasoon eivät todennäköisesti olisi mahtuneet pukuhuoneeseen.

Alakerran tuloilmajärjestelmän suunnittelussa kului aikaa murto-osa koko suunnittelun ajasta, sillä kanavanousulle ei ollut kuin yksi hyvä paikka ja alakerran poistoilmajärjestelmä jää alkuperäiseksi.

9.3 Johtopäätökset

Projekti oli ensimmäinen laatuaan minulle. Ensimmäistä kertaa sain kokemusta asiakkaan kanssa kommunikoimisesta projektissa. Kommunikaatio sujui hyvin. Kanssakäymistä helpotti suuresti se, että asiakkaana toimi ilmanvaihtolalla toimiva yritys. Erikoissanaston käyttäminen ja käsitteet eivät toimineet rajoitteina. Asiakkaan ollessa asiaan hyvin perehtynyt kommunikaatio perustui enemmän tiedonvaihtoon ja vähemmän näkemysten ja konseptien selittelyyn.

Projektin aikataulu hieman venähti omasta alkuperäisestä tavoitteestani, mutta ei häiritsevissä määrin. Syitä viivästykseen oli muun muassa tekniset ongelmat suunnitteluohjelmistojen yhteensopivuudessa. Jouduinkin asentamaan AutoCAD ja MagiCAD ohjelmat molemmat uudelleen versioviittausten korjaamiseksi.

LÄHTEET

Ainetdin N. 2014. LVI-muutostyöt. AMK- opinnäytetyö. Metropolia AMK. Viitattu 18.5.2014. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72158/LVI-muutostyot.pdf?sequence=1>

AutoCAD 2014. Autodesk LTD

Energent Oy:n www-sivut, 2014. <http://www.energent.fi/>

ExSelAir- webpohjainen valintaohjelma. Fläktwoods 2014. <http://exselair.flaktwoods.com/>

Fläktwoods:n www-sivut. 2014. <http://www.flaktwoods.fi/>

Heikkinen, H. 2014. Ilmastointiosasto: osastopäällikkö, K.T. Tähtinen Oy. Pori. Puhelinkeskustelu 17.6.2014. Haastattelijana Riku Leppäniemi. Muistiinpanot haastattelijan hallussa..

Magicad (version 2013.4 SR-1 for AutoCAD) 2014. Progmann Oy

Onninen Oy:n www-sivut, 2014. Viitattu 19.5.2014
<http://www.onninen.com/finland/>

Pasanen, S. Ilmanvaihtokoneen hinta-arvio opinnäytetyöhön. Vastaanottaja: riku.leppaniemi@student.samk.fi Lähetetty 19.5.2014 8:47. Viitattu 19.5.2014

Sandberg, E. 2007. Suodatustekniikka. Luentomateriaali, viitattu 2014.

Seppänen, O. & Seppänen, M. 2007, Rakennusten sisäilmasto ja LVI- tekniikka. Espoo: SIY Sisäilmätieto Oy

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

PVM	PIIET.	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE
PVM	SUUNN.	
PVM	HYY.	

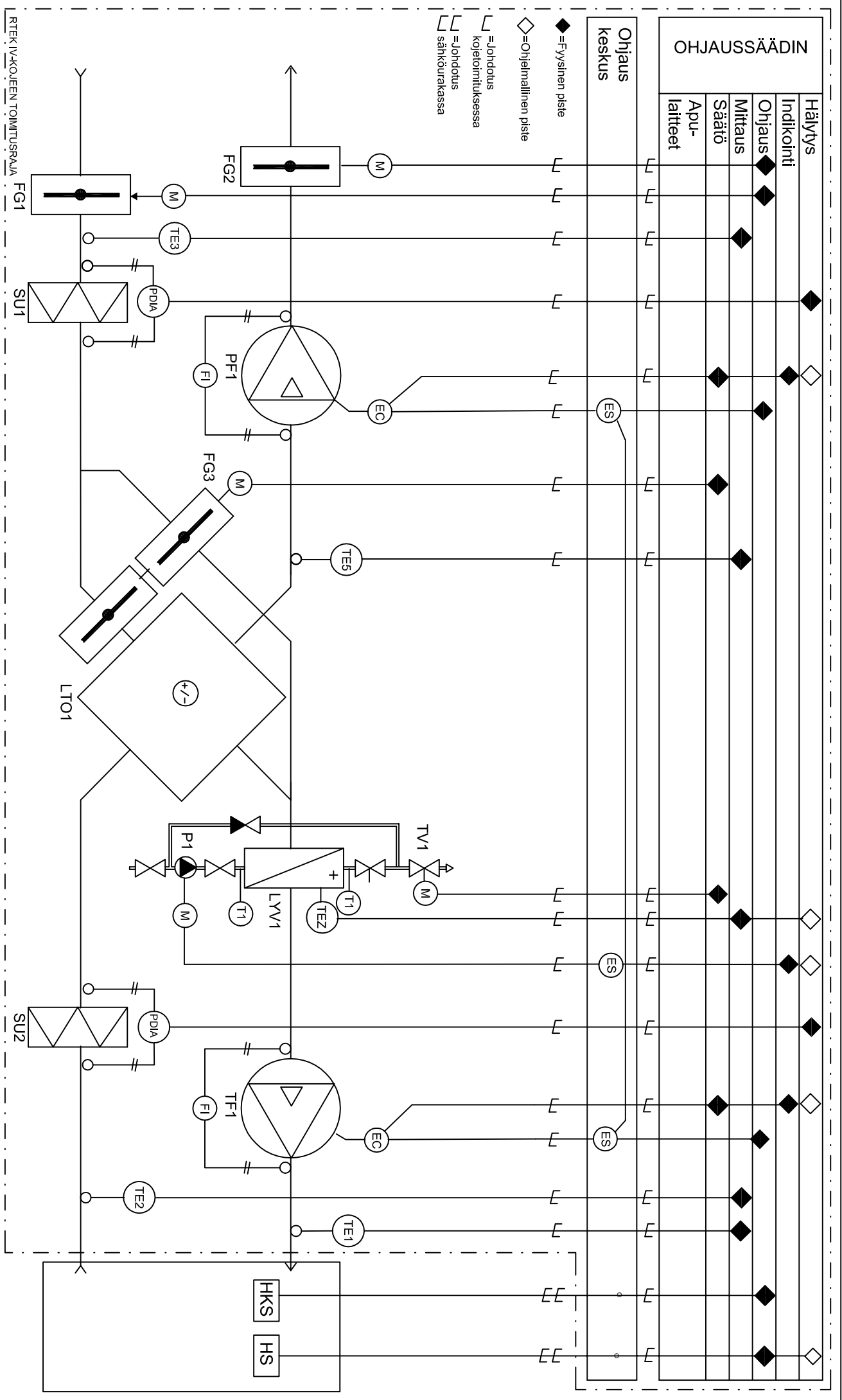
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	
--------------------------------	--

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
----------------------	--

SUUNNITTELUALA	TYÖN JA PIIRUSTUSNRO	LEHTI
		10.01

Rtek TOIMINTAKAAVIO

TOIM.NRO
RV84402



TOIMINTASELOSTUS

KÄYTTÖ

Kojeen käyttöä ohjataan ohjaussäätimen valintakytkimellä, säätimen alkaohjelmalla tai alkaohjelman ulkopuolella ajastinkytkimellä HKS. Kojie käy 0-10V ohjauksella asetetuilla minimi ja maksimi nopeudella. Kojie voidaan pysäyttää IV-hätä-seis kytkimestä HS.

KOJIEEN KÄYDESSÄ

Ulkoilmapelti FG1 ja jäteilmapelti FG2 ovat auki. Säädin pitää poistolämpötilan asetetussa asetusravossa säätämällä TE1 asetusravoa TE2 mittauksen perusteella (kaskadi-säätö). Tuulilman lämpötilalla on aseteltavat minimi- ja maksimirajat. Mittauksen TE1 perusteella ohjataan lämmöntalteenoton ja lämmityspatterin tehoa sarjassa siten, että lämpötila pysyy asetusravossaan.

LTO:ssa säädetään ohituspeltiä FG3 lämmöntalteenotto- tai ohitusasentoon. LTO:n jäähdytys-käyttö toimii huonelämpötilan ollessa ulkolämpötilaa alempi.

Lämmitysportaassa säädetään patterille LYV1 menevän veden lämpötilaa säätöventtiilillä TV1.

VARO- JA SUOJA TOIMINNOT

- jos patterin paluuveden lämpötila TEZ laskee alle jäätymissuojan asetusravon, kojie pysähtyy ja tapahtuu häilyys (+8 °C)
- jos kiertovesipumppu ei käy, puhaltimet eivät saa käydä
- jos poistolman lämpötila LTO:n jälkeen TE5 laskee alle huurtumissuojan asetusravon, estetään huurtuminen ohittamalla talteenottoa peliillä FG3
- jos ulkolämpötila TE3 alittaa asetellun raja-arvon, puhaltimet käyvät 50% teholla
- jos paine-ero ylittää suodatinvahdin PDIA paine-erorajan, tapahtuu häilyys
- jos IV-hätä-seis kytkintä painetaan, kojie pysähtyy ja tapahtuu häilyys

KOJIEEN SEISTESSÄ

Ulkoilmapelti FG1 ja jäteilmapelti FG2 ovat kiinni, ohjaussäädin ohjaa lämpötilan TEZ mukaan venttiilillä TV1 niin, että paluuveden lämpötila pysyy asetusravossaan.

KOJIEUETTELO					
TUNNUS	LÄITE	TYYPPI	TEKNISET TIEDOT	HA	AS
FG1	OHJAUSSÄÄDIN			KT	KT
FG2	PELTIMOOTTORI (ulko)	JOUSIPALAUENTEINEN		KT	KT
FG3	PELTIMOOTTORI (jäte)			KT	KT
P1	PELTIMOOTTORI (LTO)			KT	KT
TV1	KIERTOVESIPUMPPU			KT	KT
TEZ	KAKSITIEVENTTIILI	+TOIMILÄITE		KT	KT
PDIA	JÄÄTYMISSUOJATUNTOELIN		+8°C	KT	KT
TE1	SUODATINVAHTI OS./HÄL.			KT	KT
TE2	KANAVATUNTOELIN (tuio)			KT	KT
TE3	KANAVATUNTOELIN (poisio)			KT	KT
TE5	KANAVATUNTOELIN (ulko)	HUURTUMISSUOJA		KT	KT
TF1	KANAVATUNTOELIN	EC		KT	KT
TF2	TULOILMAPUHALLIN	EC		KT	KT
SU1	POISTOILMAPUHALLIN			KT	KT
SU2	ULKOILMASUODATIN			KT	KT
LYV1	POISTOILMASUODATIN			KT	KT
LTO1	LÄMMITYSPATTERI			KT	KT
HKS	LTO-KENNO		50-60%	KT	KT
HS	MEKAANINENAJASTIN		0-4h	SU	SU
	IV-HÄTÄ-SEIS-KYTKIN			SU	SU

KT=Ilmastointikoje Rieck toimitus

SU=Sähköurakka

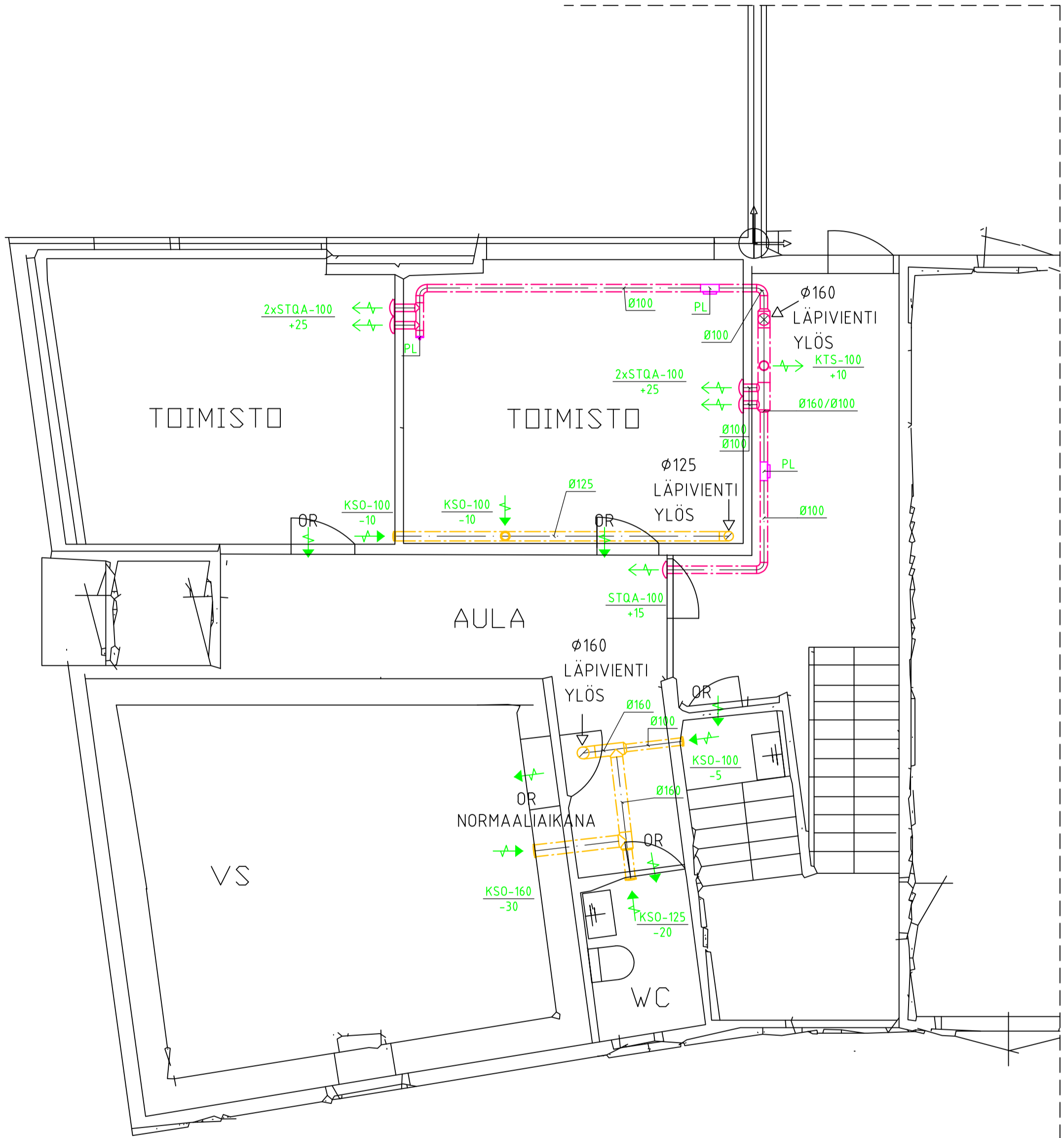
PU=Pukiturakka

HA=Hankinta

AS=Asennus

LIITE 2

PVM	PIIET.	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	SUUNNITTELUALA	TYÖN JA PIRUST.NRO	LEHTI
PVM	SUUNN.					
PVM	HYV.					
			Rtek TOIMINTAKAAVIO	TOIM.NRO		10.02
					RV84402	



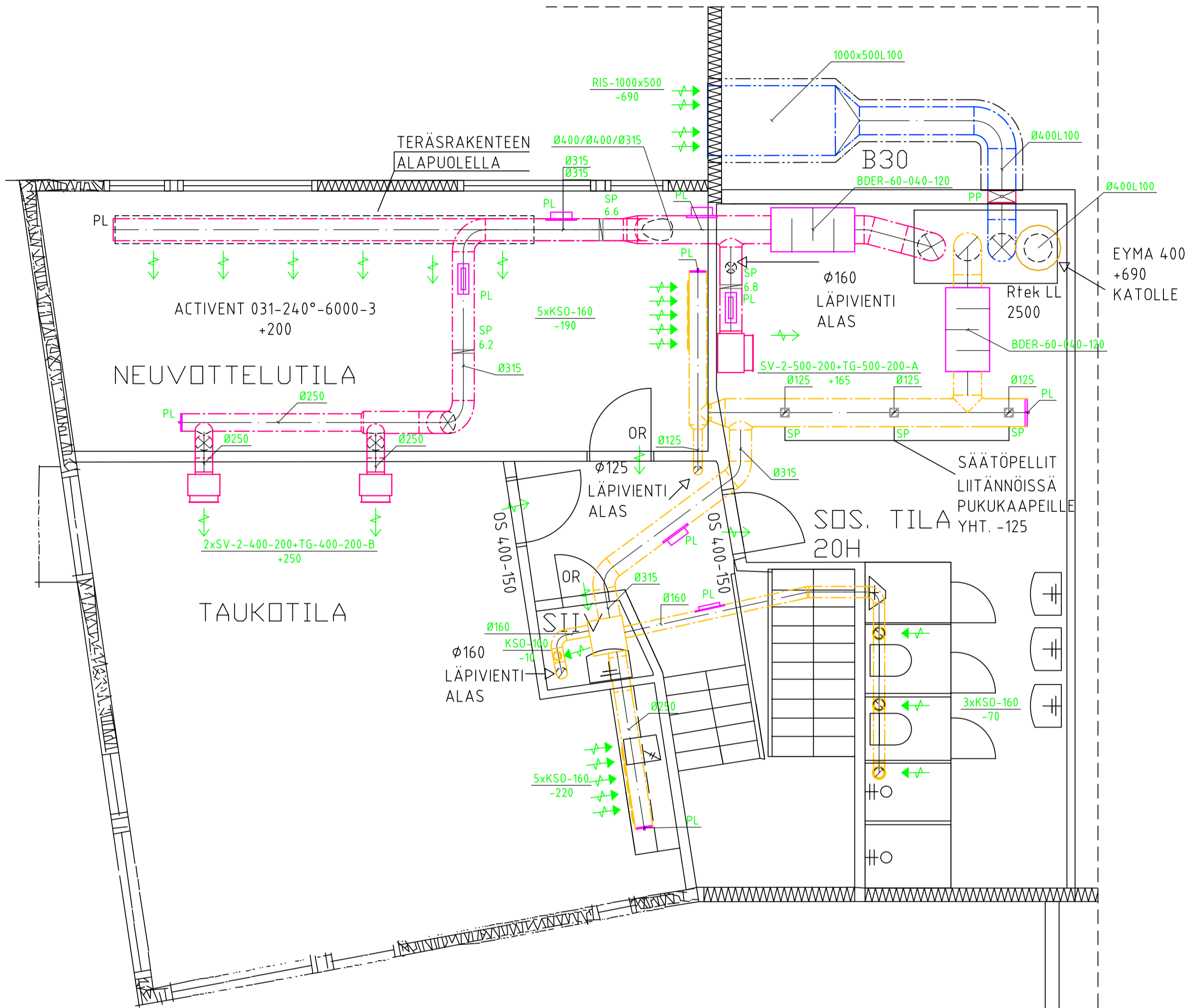
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

VÄESTÖNSUOJASSA
ALKUPERÄISET
ILMANVAIHTOLAITTEET

POISTOILMAJÄRJESTELMÄ
ALKUPERÄISESTÄ
JÄRJESTELMÄSTÄ
UUELLEENSÄÄDETTYNÄ.

RAKENNUSKOHDE KRUUTI-JUSSINTIE 7	PIIRUSTUSLAJI LVI- PIIRUSTUS	
28600 PORI KERROS 1	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMASTOINTI	
RAKENNUSTOIMENPIDE MUUTOSTYÖ	SUUN. ALA LVI	MITTAKAAVA 1:50
RIKU LEPPÄNIEMI	PÄIVÄYS	18.5.2014



ILMANVAIHTOKONEELTA Ø400 KANAVALÄHDÖT.

RAITIS- JA JÄTEILMAKANAVAT ERISTETÄÄN L100.

TULO- JA POISTOILMAKANAVIIN ÄÄNENVAIMENTIMET KÄÄNNÖKSEN JÄLKEEN.

RAITISILMAKANAVAN LÄPIVIENNISSÄ PALOPELTI.

PUKUKAAPPIEN LIITÄNTIEN SÄÄTÖPELLIT SÄÄDETÄÄN ASENNUSPAIKALLA OIKEAAN SÄÄTÖARVOON.

NEUVOTTELUHUONEEN ACTIVENT- SUUTINKANAVA LASKETAAN TERÄSRAKENTEEN ALAPUOLELLE.

TAUKOTILAN TUULOILMASÄLEIKÖT ASENNETAAN KATONRAJAAN. KANAVAT LASKETAAN NEUVOTTELUHUONEEN PUOLELLA TERÄSRAKENTEEN ALITTAVAAN RUNKOHAARAAN.

RAKENNUSKOHDE KRUUTI- JUSSINTIE 7	PIIRUSTUSLAJI LVI- PIIRUSTUS	
28600 PORI KERROS 2	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMASTOINTI	
RAKENNUSTOIMENPIDE MUUTOSTYÖ	SUUN. ALA LVI	MITTAKAAVA 1:50
RIKU LEPPÄNIEMI	PÄIVÄYS	18.5.2014