

Janne Myllymäki

## **Keskussairaalan ilmanvaihtokoneen uusiminen**

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Janne Myllymäki

Työn nimi: Keskussairaalan ilmanvaihtokoneen uusiminen

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 54

Liitteiden lukumäärä: 9

---

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella ja hankkia Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille LVI-konehuollon tiloihin uusi tuloilmakone vanhan koneen tilalle. Vanha kone on peräisin 1970-luvulta ja uuden koneen tulisi olla tehokkaampi ja energiaystävällisempi. Poistoilmakoneena toimii toistaiseksi vesikatolla sijaitseva huippuimuri. Työssä mitattiin tilavuusvirtauksia ja vertailtiin niitä vanhan ja uuden koneen välillä.

Työ alkoi ilmanvaihdon, sisäilman, ilmastointikoneiden, rakennusautomaation, ohjaustekniikan ja PI-kaavioiden teoreettisella tutkimisella. Teorian pohjalta voitiin tilata uusi tuloilmakone. Uuden koneen toimittajaksi päätettiin valita Fläkt Woods. Koneen yhteydessä toimitetaan lämmöntalteenottojärjestelmä.

IV-konehuone oli liian pieni uudelle koneelle, minkä vuoksi tilaa jouduttiin suurentamaan. Toimeksiantajalle laadittiin automaatiosuunnitelma uutta kojetta varten yhteistyössä insinööritoimisto Granlund Oy:n kanssa. Lakeuden ilmastointi asensi koneen, putket ja kanavat. Schneider Electric asensi sähköt ja automaation. Koneelle suoritettiin toimintakoe, jossa käytiin läpi säätökaaviossa mainittuja toimintoja. Puutteet merkittiin pöytäkirjaan.

Vanhasta ja uudesta ilmanvaihtokoneesta mitattiin ilman tilavuusvirtaamia, joita voitiin vertailla toisiinsa. Vanhan koneen tulotilavuusvirraksi saatiin  $2699 \frac{m^3}{h}$ .

Uuden koneen tilavuusvirraksi saatiin  $2535 \frac{m^3}{h}$ . Uuden ilmanvaihtokoneen tilavuusvirta jouduttiin jättämään vanhaa pienemmäksi, sillä vanha huippuimuri ei kykene poistamaan ilmaa tarpeeksi tehokkaasti. Tämä johtuu uuden ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottojärjestelmästä. Tilavuusvirta riittää kattamaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 ohjearvon tavoitetason, mutta toimeksiantajan tulisi silti harkita investointia uuteen huippuimuriin. Lopuksi laadittiin mittauspöytäkirja, jossa on esitetty LVI-konehuollon tilojen tilavuusvirtoja.

Avainsanat: EPSHP, LVI, sisäilma, tuloilmakone, poistoilmakone, huippuimuri, tilavuusvirtaus, ilmanvaihto, IV-konehuone, säätökaavio, toimintakoe, LTO-järjestelmä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Janne Myllymäki

Title of thesis: Replacement of the ventilation machine at a central hospital

Supervisor: Martti Lehtonen

Year: 2015      Number of pages: 54      Number of appendices: 9

---

The purpose of this thesis was to plan and carry out the installation procedure of a new supply air machine at Seinäjoki central hospital. The more powerful and efficient machine was meant to replace the old one from the 1970s. In addition to the installation procedure the air flow rates were measured and compared between the old and new machine. This thesis was made for Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiiri which is the top organization of Seinäjoki central hospital.

The work was started by studying ventilation, indoor air, ventilation machines, building automation, control systems and piping and instrumentation diagrams. Based on the study a new air handling unit with a heat recovery system was ordered from Fläkt Woods.

The project was started by enlarging the ventilation machine room in order to fit the new machine in. The automation design was carried out in collaboration with Granlund engineering company. Lakeuden Ilmastointi installed the ventilation pipes and channels while Schneider Electric installed the automation system and electrics. Lastly a function test was run utilizing the control chart and the faults were documented.

Air volume flow rates were measured as soon as the new machine was turned on. Air flow input rate in the new machine is  $2535 \frac{m^3}{h}$  while the rate in the old machine was  $2699 \frac{m^3}{h}$ . The new machine's input flow rate had to be set lower because the heat recovery system reduced air flow rates in the exhaust air pipes. Even though the volume flow is sufficient to cover the Finnish Building Code D2 setpoint target level, the client should consider ordering a new exhaust air machine in order to improve the exhaust air flow rate.

Keywords: ventilation machine, supply air machine, ventilation, heat recovery system, automation design, control chart, automation system, air flow rate,

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
JOHDANTO.....	8
1.1 Insinööriyön taustaa.....	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus.....	9
1.3 Insinööriyön rakenne.....	9
2 ILMASTOINTI JA ILMANVAIHTO.....	10
2.1 Ilmastointi viihtyvyystekijänä.....	10
2.2 Ilmanvaihdon teoria.....	11
2.3 Ilmanvaihdon tarkoitus.....	11
2.4 Ilmastoinnin tavoitteet ja vaatimukset.....	12
3 ILMASTOINTIKONEET.....	13
3.1 Ilmastointikoneiden rakenne.....	13
3.2 Tilavuusvirta.....	14
3.3 Lämmöntalteenotto.....	15
3.3.1 Hyötysuhde.....	15
3.3.2 Lämmöntalteenoton laitetypit.....	17
4 RAKENNUSAUTOMAATIO.....	20
4.1 Yleistä rakennusautomaatiosta.....	20
4.2 Valvomotaso.....	21
4.3 Alakeskustaso.....	22
4.3.1 Alakeskuksen rakenne.....	22
4.4 Kenttätaso.....	24
4.5 Ohjausjärjestelmät.....	24
5 PI-KAAVIOT.....	25
6 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT JA UUDEN KONEEN HANKINTA.....	30

6.1 Automaatiosuunnitelma .....	32
7 ALOITUSTYÖT KOHTEESSA .....	36
8 UUDEN TULOILMAKONEEN ASENNUS KOHTEESEEN .....	38
8.1 Toimintakoe .....	39
9 VERTAILUA VANHAN JA UUDEN KONEEN VÄLILLÄ.....	40
9.1 Käyttöliittymä.....	40
9.2 Lämmön talteenottojärjestelmä .....	42
9.3 Mittaustulokset.....	42
9.3.1 Vanhan koneen tuloilmakanavat.....	43
9.3.2 Vanhan koneen poistoilmakanavat .....	46
9.3.3 Uuden koneen tuloilmakanavat.....	47
9.3.4 Uuden koneen poistoilmakanavat.....	49
9.3.5 Tilakohtaiset mittaukset eri huoneista.....	51
10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	52
LÄHTEET .....	53
LIITTEET .....	54

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Ilmakuva Seinäjoen keskussairaalaista .....	8
Kuva 2. IV-koneen tyypillinen alakeskus.....	23
Kuva 3. IV-konehuone ja seinän purkutyö .....	36
Kuva 4. IV-konehuone .....	37
Kuva 5. Uusi kone koottuna tilassa .....	38
Kuvio 1. Ilmastointikoneen osat kaaviokuvana .....	13
Kuvio 2. Patteri-patteri-järjestelmän kaaviokuva .....	17
Kuvio 3. Pyörivä talteenottokeino.....	18
Kuvio 4. Levylämmönsiirtimen rakenne .....	19
Kuvio 5. Rakennusatuomaatiojärjestelmän hierarkia .....	20
Kuvio 7. Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö .....	27
Kuvio 8. Toimiyksiköiden piirrosmerkit ja viestin esittäminen .....	28
Kuvio 9. Automaatiojärjestelmiä esittävät piirrosmerkit .....	29
Kuvio 10. Uuden koneen rakennekuva .....	30
Kuvio 11. Automaatiosuunnitelman PI-kaavio.....	32
Kuvio 12. LTO- ja lämmityspatteri.....	33
Kuvio 13. Puhallin ja taajuusmuuttaja .....	34
Kuvio 14. Lisäaikakytkin ja mittauspiste.....	34
Kuvio 15. Poistopuolen LTO-patteri, suodattimet ja huippuimuri. ....	35

Kuvio 16. Vanhan IV-koneen käyttöliittymä.....	40
Kuvio 17. Tuloilmakoneen uusi käyttöliittymä. ....	41
Kuvio 18. Poistoilmakanavien ja huippuimurin käyttöliittymä. ....	42
Kuvio 19. Kooste vanhan ja uuden IV-koneen tilavuusvirroista. ....	51
Taulukko 1. PI-kaavioiden kirjainlyhenteet.....	26

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>EPSHP</b>	Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiiri
<b>LVI</b>	Lämpö, vesi, ilmanvaihto
<b>Huippuimuri</b>	Rakennuksen katolla sijaitseva poistoilmapuhallin
<b>konekortti</b>	Konekortista kerrotaan koneen tai laitteen tekniset tiedot
<b>IV-kone</b>	Ilmanvaihtokone
<b>LTO</b>	Lämmöntalteenotto
<b>Käyttöliittymä</b>	Graafinen esitys järjestelmän toiminnasta. Käyttöliittymästä voidaan muun muassa ohjata ja valvoa järjestelmän toimintaa
<b>Anturi</b>	Mittalaitteen osa, joka reagoi ympäristön kanssa välittäen tietoa automaatiojärjestelmälle.
<b>Venttiili</b>	Venttiilin tehtävänä on estää, säätää tai sallia nesteiden tai kaasujen virtausta.
<b>Ohjelmoitava logiikka</b>	Tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa.
<b>PI-kaavio</b>	Putkisto- ja instrumentointikaavio
<b>Riviliitin</b>	Käytetään sähkökeskuksissa johtojen kytkentään.
<b>I/O-moduuli</b>	Tulo- ja lähtökortit sähkökeskuksessa.
<b>Linjamodeemi</b>	Signaalin muunnin
<b>Säätökaavio</b>	Yhden tai useamman säätöpiirin tarkka toiminta esitetty.



## JOHDANTO

### 1.1 Insinööriyön taustaa

Tämä insinööriyö on tehty toimeksiantona Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille Seinäjoen keskussairaalan LVI-konehuollon yksikköön. EPSHP:iin kuuluu kaksikymmentä kuntaa, joissa on yhteensä asukkaita lähes 200 000. (EPSHP 2015.)



Kuva 1. Ilmakuva Seinäjoen keskussairaalasta (EPSHP 2015).

Sairaanhoitopiiriin kuuluu kaksi sairaalaa. Seinäjoen keskussairaala ja Ähtärin sairaala. Niiden tehtävänä on edistää kuntien asukkaiden terveyttä yhteistyössä perusterveydenhuollon ja sosiaalitoimen kanssa. Maakunnassa on kahden pääsairaalan lisäksi useita psykiatrisia avohoitoyksiköitä. (EPSHP 2015.)

Työ kohdistuu EPSHP:n LVI-konehuollon yksikköön. LVI-konehuollon yksikön päällikkönä toimii Timo Huhtamäki ja huoltomestarina Hannu Eerikäinen. Insinööriyön aiheeksi valikoitui vanhan tuloilmakoneen uusiminen. Jäteilman

poistaminen tapahtuu vesikatolla sijaitsevalla huippuimurilla. Huippuimuri on myös vanha, joten työssä harkitaan myös huippuimurin vaihtamista uuteen. LVI-konehuolto sijaitsee EPSHP:n H-osan kellarissa. Vanha tuloilmakone on ollut toiminnassa 1970-luvulta lähtien. Konehuollon tiloihin on tehty saneerauksia ja laajennuksia, joten vanha tuloilmakone ei kykene tuottamaan tarpeeksi laadukasta vaihtoilmaa konehuollon tiloihin.

## **1.2 Työn tavoitteet ja rajaus**

Työn tavoitteena on vaihtaa vanha 1970-luvulta peräisin oleva tuloilmakone uuteen energiaystävällisempään laitteeseen, joka suoriutuu LVI-konehuollon tilojen ilmanvaihdosta rakennusmääräysten mukaisesti.

Tavoitteena on myös mitata vanhasta tuloilmakoneesta tilavuusvirtoja tulo- ja poistoilmakanavista. Näitä tuloksia verrataan uuden koneen antamiin tuloksiin. Uuden koneen tilavuusvirtojen mittausten yhteydessä pyritään säätämään kanavia ilmanvaihdon tarpeen mukaan niin, että ilma jakautuisi tasaisesti LVI-konehuollon tiloihin. Työssä tulee myös suunnitella automaatiosuunnitelma uudelle koneelle, vertailla uutta ja vanhaa PC käyttöliittymää, ja suorittaa uudelle koneelle toimintakoe. Lopuksi mitataan ja kirjataan tilakohtaisia tilavuusvirtoja eri tiloista.

## **1.3 Insinööriyön rakenne**

Insinööriyö alkaa teoriaosuudella, jossa käsitellään ilmanvaihdon teoriaa, ilmanvaihtokoneita, lämmöntalteenottojärjestelmiä, hyötysuhdetta, tilavuusvirtaa, rakennusautomaatiota, säätöjärjestelmiä ja PI-kaavioita. Teoriaosuuden jälkeen tarkastellaan kohteen lähtötietoja ja esitellään uusi tuloilmakone, joka asennetaan vanhan tilalle. Asennuksen jälkeen suoritettiin toimintakoe.

Toimintakokeen jälkeen verrataan uuden ja vanhan koneen käyttöliittymiä, kirjataan mittaustulokset ja lasketaan niistä kokonaisvirtausmäärät. Lopuksi pohditaan, miten vaihto-operaatio sujui ja oliko vaihdosta hyötyä toimeksiantajalle ja EPSHP:lle

## 2 ILMASTOINTI JA ILMANVAIHTO

### 2.1 Ilmastointi viihtyvyystekijänä

Ilmastoinnilla tarkoitetaan sisäilmaston viilentämistä koneellisesti. Ihminen viettää 90 % ajastaan sisätiloissa (Seppänen & Seppänen 1997, 10), joten on tärkeää tehdä sisätiloissa olemisesta viihtyisää. Viihtyvyys käsittää paljon erilaisia asioita, mutta tässä luvussa käsitellään ilman laatua viihtyvyystekijänä. Sisäilman laatu on tärkeä tekijä ihmisen viihtyvyyden kannalta sisätiloissa.

Perinteiset sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät ovat ilman lämpötila ja erityistapauksissa myös ilman lämpötilan vaihtelut, ilman suhteellinen kosteus, ja ilman virtausnopeus. (Seppänen & Seppänen 1997, 11.)

Lisäksi sisäilman laatuun vaikuttaa venttiileistä tai huonetilasta mitattu ilmavirta. Ilmavirtaa tarvitaan sitä enemmän, mitä enemmän epäpuhtauksia syntyy sisätiloissa. Tiloihin missä tupakoidaan, hitsataan tai tehdään pölyisiä töitä vaaditaan paljon suurempaa ilmanvaihtoa, kuin esimerkiksi toimistotiloihin, missä pääasiallinen ilman epäpuhtauden lähde on ihmisten aineenvaihdunta. Tyhjiissä tiloissa, kuten esimerkiksi siivouskomoissa epäpuhtauksia synnyttää ainoastaan tila itse. (Sisäilmayhdistys [Viitattu 10.9.2014].)

Ilmasta löydetään jatkuvasti uusia epäpuhtauksia. Niitä voivat aiheuttaa esimerkiksi uudet materiaalit tilassa luoden ilmatilaan uusia kemiallisia yhdisteitä. Ilmatilassa olevista aineyhdistelmistä on huomioitava ainakin hiilidioksidi, leijuva pöly, tupakansavu, radon, bakteerit, itiöt, otsoni, typpioksidi, hiilimonoksidi, hiilivedyt, formaldehydi ja lyijy. Kaikki edellä mainitut aineet voivat aiheuttaa ihmisellä terveydellisiä riskejä tai epäviihtyvyystekijöitä, mikäli niiden pitousuus tilassa kasvaa liian suureksi. (Seppänen & Seppänen 1997, 27-35.)

Mainitut asiat vaikuttavat sisäilman laatuun merkittävästi. Ihmiset ovat kuitenkin erilaisia ja herkkyudet eivät ilmene kaikilla ihmisillä yhtä voimakkaasti. Allergikot ovat yleensä herkempiä ja reagoivat hyvinkin herkästi sisäilman laadun muutokseen. He voivat myös havaita sisäilmassa joitakin asioita, joita toiset

ihmiset eivät aisti yhtä helposti, esimerkiksi homeen. (Sisäilmayhdistys [Viitattu 10.9.2014].)

## **2.2 Ilmanvaihdon teoria**

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan rakennusten ilmatilasta poistettavaa jäteilmaa tuoden samalla ulkoa tilalle puhdasta korvausilmaa. Jäteilmalla tarkoitetaan sisätiloissa saastunutta ilmaa. Ilma saastuu lukuisista tekijöistä (Seppänen & Seppänen 1997, 161). Ilman saastumisen lähteitä on käsitelty tarkemmin luvussa 2.1

Ilmanvaihto lisää viihtyisyyttä ja edistää terveyttä. Se voidaan hoitaa painovoimaisesti tai koneellisesti, mutta sen tulee aina olla riittävän suuri riippuen ilmatilan epäpuhtaustekijöiden määrästä. Ilmanvaihdon tulisi toimia jatkuvasti, tarvittaessa suuremmalla tai pienemmällä teholla, esimerkiksi taajuusmuuttajan avulla tai manuaalisesti säätäen. Ilmanvaihdon tulisi olla vähäisempää, kun tilassa ei ole ihmisiä ja suurempaa, kun tilassa on useampi ihminen. Ikkunoiden avaaminen ilman vaihtumiseksi ei ole energiatehokas ratkaisu, sillä esimerkiksi talvella sisäilmasto voi muuttua liiankin radikaalisti aiheuttaen suurta energian kulutusta. (Seppänen & Seppänen 1997, 160.)

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilma liikkuu ulko- ja sisäilman lämpötilan välisistä eroista johtuen. Koneellisella ilmanvaihdolla saadaan tasainen ilmanvaihto kiinteistön jokaiseen tilaan, ja kiinteistön jäteilman tuottama lämpö voidaan käyttää hyväksi lämmön talteenottojärjestelmällä lämmittäen kylmää tuloilmaa. Lämmöntalteenottojärjestelmää esitellään tarkemmin luvussa 3.2. Hyvän ilmanvaihdon tunnusmerkkejä ovat meluton, vedoton ja helppo säädettävyys. (Seppänen & Seppänen 1997, 166-175.)

## **2.3 Ilmanvaihdon tarkoitus**

Ilmanvaihdon päätarkoitus on luoda viihtyisiä ja terveyttä edistävä sisäilma. Ilmanvaihdon kanavisto tehdään yleensä siten, että saastunut ilma poistetaan likaisista tiloista ja uusi ilma tuodaan puhtaisiin tiloihin. Saastunut tila voi olla

esimerkiksi hitsaus tai maalausaste, kun taas puhdas tila voi olla taukotila tai valvomo. Uusi puhtaampi ilma kulkeutuu itsestään likaisiin tiloihin, sillä likaisissa tiloissa on poistoilmakanava, joka imee likaista ilmaa puhtaan tieltä. (Seppänen & Seppänen 1997, 161.)

## **2.4 Ilmastoinnin tavoitteet ja vaatimukset**

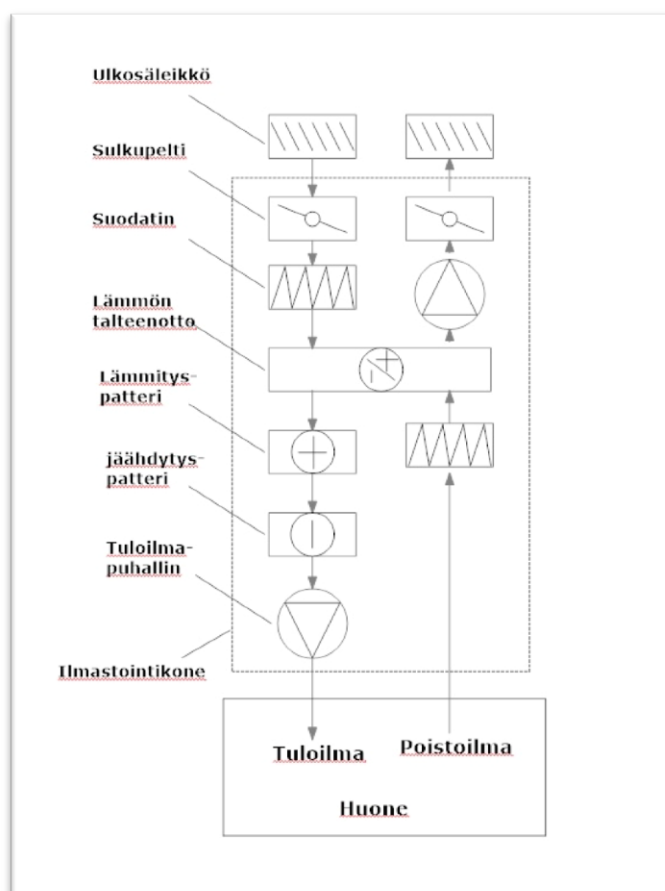
Koneellisen ilmastoinnin pääasiallisena tavoitteena on luoda hyvä sisäilmasto lämpötilan, ilman laadun ja kosteuden osalta. Rakennuksen ilmanvaihtoratkaisu pitäisi hoitaa mahdollisimman kustannustehokkaasti, sillä edullisesti hankitut laitteet ja asennus merkitsevät alhaisia kokonaiskustannuksia. Se myös edistää hyvälaatuista kilpailua LVI-alan markkinoilla. Huono tai puuttellinen sisäilmasto aiheuttaa tyytymättömyyttä ja sairauksia luoden lisää kustannuksia. Ilmastointiin liittyvät kustannukset ovat pääosin laitteiston hankintaan liittyviä kustannuksia ja käyttökustannuksista merkittävimmät ovat lämmitys ja sähkönkulutus. (Seppänen & Seppänen 1997, 11, 164-165.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, esitetään ilmavirtojen tilakohtaisia ohjearvoja ilmanvaihdon mitoittamiseen. Työtiloissa ohjearvo ulkoilmavirran suuruudelle on  $10 \frac{l}{s}$  / henkilöä kohden. (Finlex 2011, 30.)

### 3 ILMASTOINTIKONEET

#### 3.1 Ilmastointikoneiden rakenne

Ilmastointikoneet koostuvat periaatteessa aina samoista osista. Tilan suurentuessa koneen osat ja ilmanvaihtokanavat kasvavat samassa suhteessa. Tässä luvussa esitellään IV-koneen rakenne täsmentäen koneen osien merkityksen. Kuviossa 1 on selitetty ilmanvaihtokoneen rakenne kaaviokuvana.



Kuvio 1. Ilmastointikoneen osat kaaviokuvana (Perustuu Seppänen & Seppänen 1997, 184).

Ulkosäleikköjen tarkoitus on tuoda ja poistaa ilmaa kanavistosta. Tuontikanavan sijoitus tulee hoitaa niin, että se sijaitsee mahdollisimman puhtaan ilman läheisyydessä kaukana esimerkiksi autoteistä, savupiipuista tai ilman poistosäleiköstä. Sijoittamisen tulee olla tarpeeksi korkealla maan pinnasta. Poistokanava ei saa olla liian lähellä ikkunoita ja mielellään rakennuksen

varjoisalla puolella suojassa auringonsäteilyltä. (Seppänen & Seppänen 1997, 184.)

Sulkupeltien tarkoitus on päästää ja estää ilman pääsy ilmanvaihtokoneelle. Jos säleikköjen läheisyydessä tehdään esimerkiksi pölyisiä töitä, niin on tärkeää että sulkupellit voidaan sulkea töiden ajaksi. Näin pölyinen epäpuhdas ilma ei pääse kanavistoon. (Seppänen & Seppänen 1997, 184.)

IV-koneen suodatin hoitaa ulkoa otetun ilman puhdistuksen. Suodatin tulee vaihtaa säännöllisin väliajoin, jotta ilma pysyisi aina puhtaana. Suodattimen vaihto tulee suorittaa riittävän usein, jotta tuloilma ei pääse saastumaan. Suodatin likaantuu yllättävän nopeasti ja siihen pinttynyt lika alkaa tuottamaan hajua. Varsinaisen suodattimen eteen voidaan laittaa esisuodatin, joka kerää suurimmat epäpuhtaidet. Tällöin varsinainen suodatin pysyy puhtaampana pidempään. (Sisäilmayhdistys [Viitattu 10.9.2014].)

Lämmön talteenotto on energiatehokas ratkaisu nykyajan IV-koneissa. Se ottaa poistoilmasta talteen lämmön jakaen sen tuloilmaan. Lämmön talteenotosta lisää luvussa 3.2.

Lämmitys- ja jäähdytyspatterien tarkoituksena on lämmittää tai jäähdyttää tuloilma riippuen huoneiston tai tilan lämpötilasta. Kesäisin käytetään luonnollisesti enemmän jäähdytyspatteria ja talvisin lämmityspatteria. (Korkala & Laksola 2012, 94, 101.)

Tulo- ja poistoilman puhaltimet hoitavat ilman puhaltamisen kanavistoon ja sieltä ulos (Korkala & Laksola 2012, 102).

### **3.2 Tilavuusvirta**

Tilavuusvirralla tarkoitetaan nesteen tai kaasun kulkua jonkin pinnan läpi aikayksikköä kohden, esimerkiksi kanava tai putki. Tilavuusvirta voidaan määrittää, mikäli tunnetaan virtauksen nopeus ja pinnan pinta-ala. (Young & Freedman 2008, 466-467.)

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (1)$$

$$\frac{dV}{dt} = \text{Tilavuusvirta aikayksikköä kohden, } \frac{m^3}{s}$$

$$A = \text{Pinta - ala, } m^2$$

$$v = \text{nesteen tai kaasun nopeus, } \frac{m}{s}$$

### 3.3 Lämmöntalteenotto

Lämmöntalteenotolla tarkoitetaan lämmön siirtämistä ainevirrasta toiseen sotkematta ilmavirtoja kuitenkaan keskenään. Tällä säästetään huomattavia määriä energiaa. (Seppänen 2001, 223.)

#### 3.3.1 Hyötysuhde

Lämmön talteenotto on erittäin energiatehokas ratkaisu nykyisissä ilmastointiratkaisuissa. Lämmön talteenotolla voidaan saavuttaa hyvinkin suuria hyötysuhteita. Hyötysuhde kuvaa sitä, miten suuri osa lämmöstä voidaan ottaa talteen, kunnes se poistetaan rakennuksesta. Poistoilmasta voidaan ottaa talteen yllättävän suuria määriä lämpöä. (Seppänen 2001, 224.)

Esimerkki: Ulkolämpötila on  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja sisälämpötila on  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sisältä poistuu  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  asteista ilmaa. Tämä ilma voidaan ottaa talteen ja lämmittää tuloilmaa. Lämpötilaero on:

$$20^{\circ}\text{C} - (-15^{\circ}\text{C}) = 35^{\circ}\text{C}$$



Ulkolämpötila- ja sisälämpötilaerot tasoittuvat lämmöntalteenottokennostossa.  
Poistoilma lämmittää tuloilmaa 20°C

$$-15^{\circ}\text{C} + 20^{\circ}\text{C} = +5^{\circ}\text{C}$$

Tässä tapauksessa hyötysuhde voidaan laskea seuraavanlaisesti:

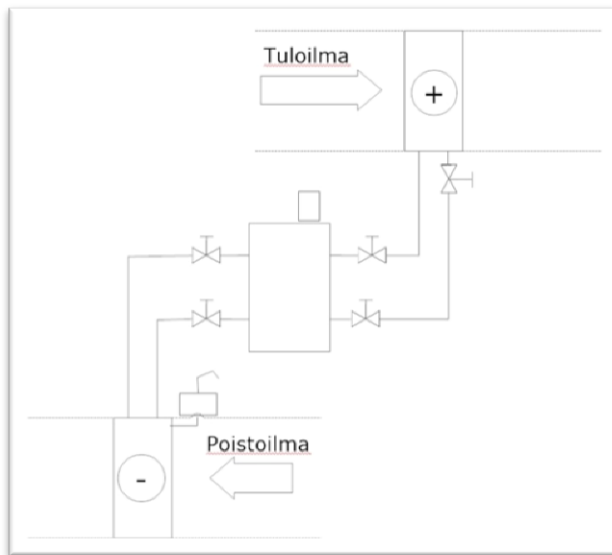
$$\frac{20^{\circ}\text{C}}{35^{\circ}\text{C}} = 0,571 \dots \cong 0,57 = 57\%$$

Yllä mainittu esimerkki ei ole todenmukainen, mutta suuntaa antava lämmönsiirtymisen hyötysuhteesta. Laittevalmistajat ilmoittavat laitteilleen hyötysuhteen, joka on mitattu standardien mukaisissa testausolosuhteissa. Hyötysuhde riippuu myös olosuhteista. Hyvin kylmänä vuodenaikana LTO-järjestelmän käyttöä voidaan rajoittaa sen jäätyksen estämiseksi. Kuumina kesäpäivinä LTO-järjestelmää ei tarvita ollenkaan. (Seppänen 2001, 224–225.)

### 3.3.2 Lämmöntalteenoton laitetypit

Tässä luvussa käydään läpi lämmöntalteenoton yleisimmät laitetypit.

Ehkä yleisin LTO-järjestelmä on **patteri-patteri-järjestelmä** (Korkala ym. 2002, 65). Järjestelmän kaaviokuva on kuviossa 2.



Kuvio 2. Patteri-patteri-järjestelmän kaaviokuva  
(Perustuu Korkala, Laksola & Salminen 2002, 65).

Patteri-patteri-järjestelmässä on asennettu nestekiertoiset patterit tulo -ja poistokanaviin. Pumppuryhmä kierrättää nestettä (yleensä glykoli) kanavien välillä. Poistoilmakanavan lämmin ilma lämmittää nestettä. Neste siirtyy pumppujen avulla tuloilmakanavaan lämmittäen tuloilmaa. Täällä tuloilma kanava taas jäähdyttää nestettä. Patteri-patteri-järjestelmän hyötysuhde on 40–60 %. Poistoilma on suodatettava ennen LTO-patteria, jotta lika ei pääse kerääntymään patteriin. (Korkala ym. 2002, 65.)

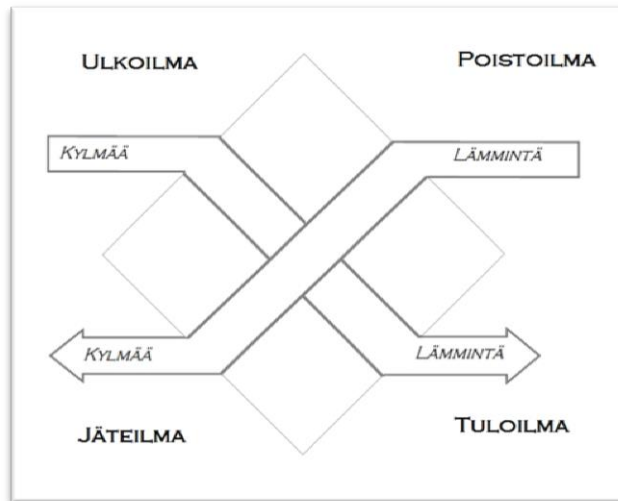
**Pyörivässä talteenottokennossa** tulo- ja poistokanavat on ohjattu rinnakkain siten, että pyörivä alumiinirakenteinen kenno pääsee tasoittamaan näiden kanavien ilmojen lämpötilaeroja (Korkala ym. 2002, 67). Tästä on esimerkki kuviossa 3.



Kuvio 3. Pyörivä talteenottokenno

Poistoilmakanavan ilma virtaa kennoston läpi lämmittäen sen. Kennosto siirtää pyörimällä lämmön tuloilmakanavaan lämmittäen täten tuloilmaa. Rakenteensa vuoksi ilmat pääsevät hieman sekoittumaan. Pyörivää talteenottokennostoa ei kannata asentaa, mikäli ilman puhtaus on ensisijaisen tärkeää, esimerkiksi sairaalat. Pyörivä kenno sopii erinomaisesti likaisempien tilojen, kuten hitsauspajojen ilmanvaihtokoneeseen, mikäli puhtaus ei ole tärkeää. Poistoilma voidaan suodattaa ennen LTO-kennoa, mikäli puhtaus on tärkeää. Pyörivällä kennolla lämpötilahyötysuhde on 60–80 %. (Korkala ym. 2002, 67.)

**Levylämmönsiirrin** on yksinkertaisin LTO-järjestelmä. Se koostuu alumiinilevyistä tehdystä pakasta. Tulo- ja poistoilmakanavat menevät limittäin levyjen välissä sekoittumatta keskenään. Ilmavirrat tasoittavat lämpötilaeroja. Kuviossa 4 näkyy paremmin levylämmönsiirtimeen rakenne. (Korkala ym. 2002, 68-69.)



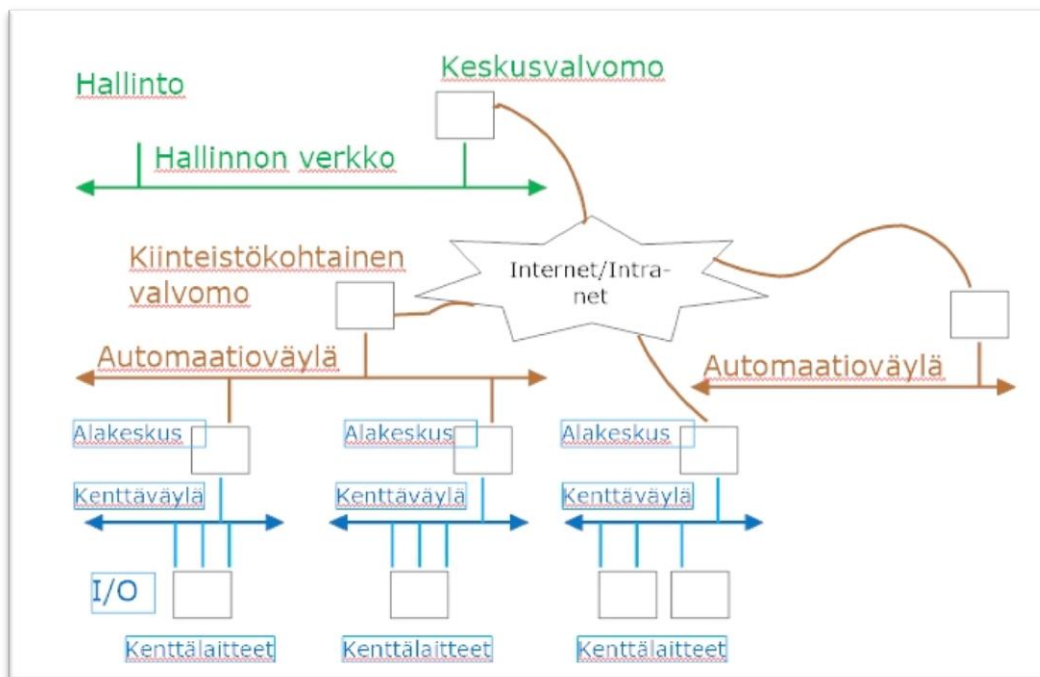
Kuvio 4. Levylämmönsiirtimen rakenne  
(Perustuu Korkala, Laksola & Salminen 2002, 68).

Usein levylämmönsiirtimeen kuuluu säätöpellistö, jolla voidaan rajoittaa hyötysuhdetta. Levylämmönsiirtimen hyötysuhde on 50–60 %. (Korkala ym. 2002, 68-69.)

## 4 RAKENNUSAUTOMAATIO

### 4.1 Yleistä rakennusautomaatiosta

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen talotekniikan valvontaa, ohjausta ja säätöä. Talotekniikka käsittää lämmitys-, valaistus-, valvonta-, hälytys- ja ilmanvaihtojärjestelmiä. Rakennusautomaation tavoitteena on luoda asetettu sisäilmaolosuhde mahdollisimman energiatehokkaasti. Rakennusautomaatiojärjestelmä kerää kulutus-, olosuhde- ja käyttötilainformaatiota. Informaation avulla voidaan pitää kiinteistön talotekniikka kunnossa ja energiankulutus matalalla tasolla. Taloteknisten laitteiden käyttö, ohjaaminen ja seuranta ei ole käytännössä mahdollista ilman rakennusautomaatiojärjestelmää. Rakennusautomaatiolla on kolme eri päätasoa: hallintotaso, automaatiotaso ja kenttätaso. (Sandberg 2014, 293-294.)



Kuvio 5. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkia (Perustuu Sandberg 2014, 294).

Kuviosta 5 voidaan havaita kolme eri päätasoa. Hallintotaso toimii rakennusautomaatiojärjestelmän ja käyttäjän välisenä rajapintana. Hallintotason valvomoissa voidaan keskustella rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa. Valvomossa tarkastellaan hälytyksiä, ilmoituksia, graafisia prosessikuvia, tehdään säätöjä asetusarvoihin ja aikaohjelmiin. Kenttätason kenttälaitteet keräävät mittaus-, hälytys- ja ohjaustietoa kentällä sijaitsevien laitteiden avulla. Kenttätason toimilaitteita ovat muun muassa mittausanturit, toimilaitteet ja hälytyslähettimet. Kenttälaitteet liitetään automaatiotason alakeskuksiin kenttäkaapeloinnilla tyypillisesti analogisena jännite- tai virtaviestinä. Kentältä tuleva tieto muokataan alakeskuksissa ja lähetetään valvomoon. Valvomon käyttöliittymä muokkaa tiedon käyttäjälle havainnolliseen muotoon. (Sandberg 2014, 294-295.)

Valvomo ja alakeskukset yhdistetään toisiinsa tiedonsiirtoväylällä. Tiedonsiirto on digitaalista ja yleensä sarjamuotoista ja kaksisuuntaista. Väylätekniikalla mahdollistetaan alakeskusten kommunikointi keskenään, jolloin kaksi eri alakeskusta voi käyttää esimerkiksi yhteistä mittausanturia. Väylätekniikka mahdollistaa myös prosessiyksiköiden ja kenttäliityntöjen hajauttamisen ryhmäkeskuksiin tai huonetiloihin, jolloin kaapelointi on tehokkaampaa. (Sandberg 2014, 295.)

Rakennusautomaation prosessit toteutetaan ohjelmallisesti alakeskuksen ohjelmoitavalla logiikalla. Näitä toimintoja ovat säätö- ja valvontatoiminnot, hälytys- ja mittausvalvonta, lukitukset, aikaohjaukset ja energiankäyttöön liittyvät tehtävät. Nykyaikaisessa rakennusautomaatiojärjestelmässä alakeskukset toimivat itsenäisesti, jolloin valvomon huolto, vioittuminen tai puuttuminen ei estä rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaa. Alakeskukset sijoitetaan kenttälaitteiden ja valvottavien prosessien läheisyyteen, mikä helpottaa huoltoa ja minimoi kenttäkaapeloinnin tarpeen. (Sandberg 2014, 295.)

## **4.2 Valvomotaso**

Valvonnan tavoitteena on pysyä tietoisena valvottavan prosessin tilanteesta. Valvomon operaattori pyrkii seuraamaan ja tarkkailemaan prosessilta tulevia tietoja, joiden avulla voidaan päätellä toteutuvatko tavoitteet ja toimiiko prosessi

oikealla tavalla. Operaattori ennakoi ja tarvittaessa tekee pieniä muutoksia varmistaakseen prosessin tavoitellun toiminnan. Valvontaprosessiin kuuluu tyypillisesti ennakointi ja nopea reagointi prosessin muutoksiin. Valvonta vaatii, että mahdollisimman paljon tietoa on yhtä aikaa esillä. Tämän vuoksi suuret näytöt ovat tyypillisiä valvomoympäristössä. (Suomen Automaatioseura ry 2010, 47-48.)

### **4.3 Alakeskustaso**

Alakeskustaso käsittää itsenäiset alakeskukset I/O-moduuleineen. Alakeskus sisältää ohjelmoitavan logiikan, jonka ohjelma ohjaa alakeskukseen liittyvien I/O-pisteiden välityksellä prosesseja, kuten IV-konetta. Kenttälaitteet liitetään alakeskusten I/O-pisteisiin. Pisteet tarkoittavat tulo- ja lähtöliityntöjä ohjelmoitavan logiikan yhteydessä. Kenttälaitteet jaotellaan analogisiin ja digitaalisiin pisteisiin viestityypin mukaan. Mittaustieto on yleensä analoginen viesti. Digitaalinen viesti käsittää kosketintietoon perustuvia hälytys- ja tilatietoja (Sandberg 2014, 296.)

#### **4.3.1 Alakeskuksen rakenne**

Alakeskuksen rakennevaihtoehtoja on monenlaisia. Modulaarinen alakeskus muodostuu emolevystä ja siihen liitettävistä toimintokorteista. Tulo- ja lähtötyypeille on omat kortit, joista kombinoidaan tarkoituksen mukainen kokonaisuus. Markkinoilla on saatavilla myös ”yleislähtö-” ja ”yleistulo”-kortteja, jolloin ohjelmallisesti voidaan määrätä yksittäisten liityntöjen tyyppi. (Sandberg 2014, 298.) Kuvassa 2 on esimerkki alakeskuksesta.



Kuva 2. IV-koneen tyypillinen alakeskus.

Kiinteäpistemääräisessä alakeskuksessa on elektroniikkakortti, jossa on kiinteä määrä tulo- ja lähtöliityntöjä. Liityntöjen tyyppi (analoginen vai digitaalinen) voidaan määrätä ohjelmallisesti. Alakeskuksissa voi olla lisäksi paikallinen näyttö- ja näppäinyksikkö, jota käyttäen voidaan lukea tai muuttaa ohjelman parametreja, asetusarvoja tai ohjelmakoodia.

Alakeskus sisältää seuraavia asioita:

- CPU (Proessori)
- käyttöliittymä
- linjamodeemi
- I/O-moduulit
- I/O-moduulien liitântäkaapelit
- jäätymsuojat, apureleet, muuntaja jne.
- riviliittimet



- maadoituskisko
- pistorasia
- pääkytkin
- sulakkeet
- johtokourut
- johtojen läpiviennit. (Sandberg 2014, 298.)

#### **4.4 Kenttätaso**

Kenttätasolla tarkoitetaan alakeskukseen liitettäviä toimilaitteita, antureita ja itsenäisiä säätimiä. Anturit välittävät reaaliaikaista tietoa alakeskukselle prosessien tilasta ja vallitsevista olosuhteista. Alakeskuksen ohjelma vertaa suunnittelijan tai käyttäjän asettamia tavoitearvoja kentältä tulleisiin arvoihin. Tietojen perusteella ohjelma ohjaa toimilaitteita niin, että asetetut tavoitteet saavutetaan. (Sandberg 2014, 299.)

Itsenäisiä säätimiä käytetään pääasiallisesti ilmanvaihdon, lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen ohjaukseen ja säätöön. Ne voivat olla järjestelmäkohtaisia. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneelle voidaan asettaa aikakytkin, johon käyttäjä voi asettaa haluamansa aikajakson. Aikajakso voisi olla esimerkiksi yöaika, jolloin kone toimisi puolella teholla. Itsenäiset säätimet voivat olla myös tilakohtaisia esimerkiksi läsnäoloilmaisuu, murtohälytys, palovaroitus, ovilukitukset ja markiisit. Itsenäisesti toimivat säätimet ovat itsenäisiä ja riippumattomia alakeskuksen ohjelmasta. (Sandberg 2014, 299-300.)

#### **4.5 Ohjausjärjestelmät**

Ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan toimivien laitteiden ja koneiden ohjausmenetelmää. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on ohjata konetta tai laitetta tilatietojen ja käyttäjän asettaman ohjelman mukaan (Keinänen ym. 2007, 209). Ohjausjärjestelmiä ovat esimerkiksi ohjelmoitavat logiikat (PLC), robottien ohjaukset, PID-säätimet, NC-ohjaukset jne. (Keinänen ym. 2007, 210.) IV-koneissa käytetään usein ohjelmoitavaa logiikkaa ja taajuusmuuttajaa (Keinänen ym. 2007, 211).

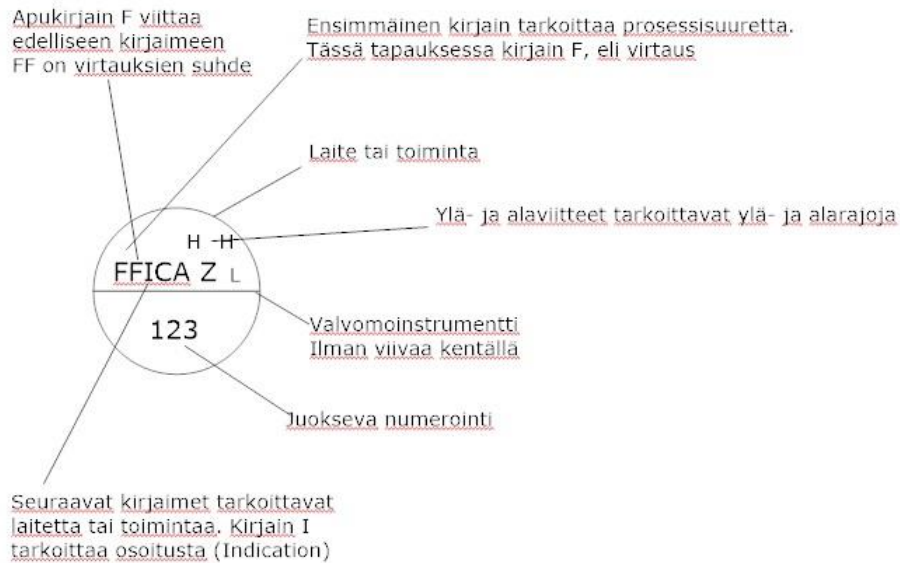
## 5 PI-KAAVIOT

PI-kaavioilla tarkoitetaan putkisto- ja instrumentointikaavioita. PI-kaavioihin merkitään automaatiolaitteet, putkistot ja instrumentit. Instrumentti on laite, joka mittaa prosessin tilaa, muokkaa tai välittää tietoa, tai ohjaa prosessia. Automaatiolaitteita merkittäessä PI-kaavioon käytetään standardin SFS 4103 mukaisia piirrosmerkkejä. PI-kaavioon voidaan myös merkitä prosessia ohjaava laite, kuten ohjelmoitava logiikka tai säätöjärjestelmä. (Sivonen 2001, 242.)

Taulukko 1. PI-kaavioiden kirjainlyhenteet  
(Perustuu Sivonen 2001, 255).

	Merkitys ensimmäisenä kirjaimena	Apumerkintä	Merkitys jäljempänä kirjaimena
A			Hälytys
B			Audiovisuaalinen toiminta
C			Säätö
D	Tiheys	Ero	
E	Sähkösuureet		Anturitoiminta
F	Virtaus	Suhde	
G	Pituus, asento		
H	Käsiohjaus		
I			Osoitus
J			Jaksottainen toiminta
K	Aika tai aikaohjaus		
L	Pinnan korkeus		
M	Kosteus		Viestin muunto
N	Käyttäjän valittavissa		
O	Käyttäjän valittavissa		
P	Paine		Testaus, näytteenotto
Q	Laatu, esim Analyysi Väkevyys Johtavuus		Yhdistäminen ta summaaminen
R	Ydinsäteily		Tallennus, piirto
S	Nopeus, taajuus		Kytchentätoiminta
T	Lämpötila		Lähetintöiminta
U	Monimuuttuja		Monitoiminta
V	Viskositeetti		Venttiili, toimiyksikkö
W	Paino, voima		
X	Määrittelemättömät suureet		Määrittelemättömät toiminnot
Y	Käyttäjän valittavissa		Laskentatoiminta
Z			Hätä- ja turvatoiminta. lukitus

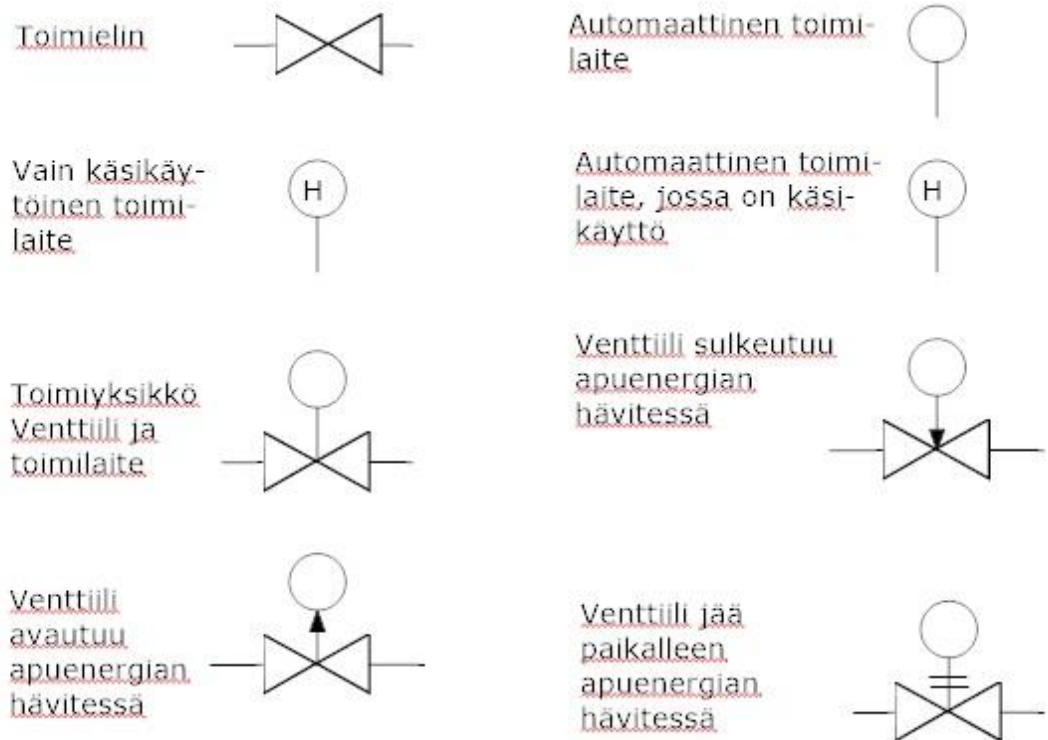
Taulukossa 1 on esitetty luettelo instrumentoinnin tunnuskirjaimista. Instrumentin merkinnässä käytetään tunnuskirjaimia esittämään kyseisen instrumentin ominaisuuksia (Sivonen 2001, 250). Esimerkkikuviosta 7 voi nähdä tyypillisen instrumentin. Kuviossa on selitetty piirrosmerkit ja kirjainten position merkitys.



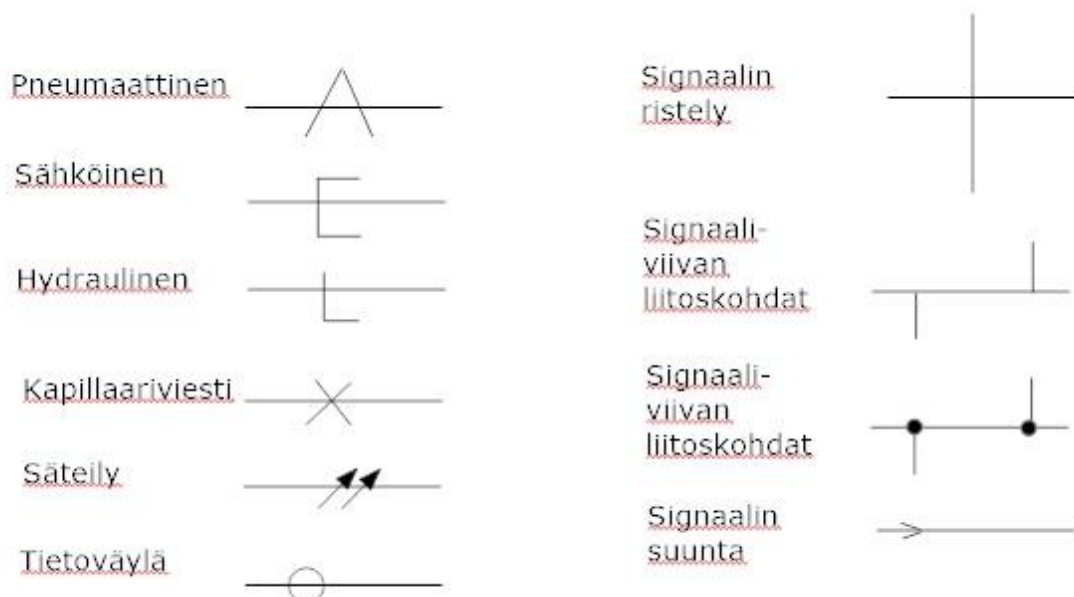
Kuvio 6. Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö (Perustuu Sivonen 2001, 254).

PI-kaavioista pyritään tekemään mahdollisimman selkeälukuisia. Turhat merkinnät sotkevat kaavion tulkitsijaa entisestään. Turhia ja itsestäänselviä merkintöjä pyritään välttämään. PI-kaavioissa (Sivonen 2001, 258). PI-kaavioissa käytetään myös kuvioissa 8 ja 9 olevia merkintöjä.

### Toimiyksiköiden piirrosmerkit



### Viestin esittäminen



Kuvio 7. Toimiyksiköiden piirrosmerkit ja viestin esittäminen (Perustuu Sivonen 2001, 255-256).



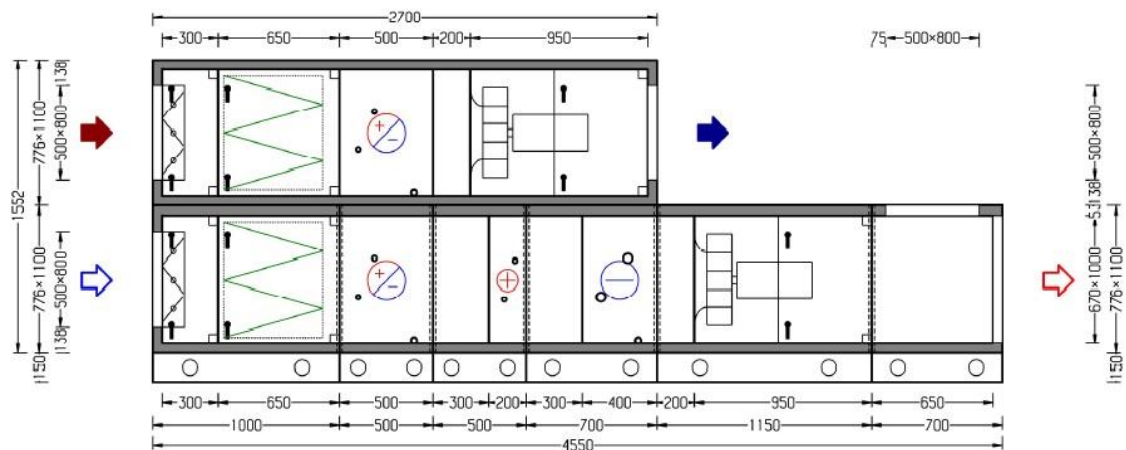
Kuvio 8. Automaatiojärjestelmiä esittävät piirrosmerkit (Perustuu Sivonen 2001, 256).

IV-koneen PI-kaaviota esitellään paremmin tämän työn luvussa 7.1.

## 6 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT JA UUDEN KONEEN HANKINTA

Kohde sijaitsee Seinäjoen Hanneksenrinteellä lähellä Kyrkösjärveä. Seinäjoen keskussairaala on iso rakennuskokonaisuus. LVI-konehuollon tilat sijaitsevat rakennuksen eteläpäädyssä. LVI-konehuollon tiloissa on muun muassa toimistotiloja, taukotila, hitsaamo, paja, maalaamo ja varasto. Tiloissa suoritetaan Seinäjoen keskussairaalassa tapahtuvia LVI-tekniisiä huoltotöitä.

Toimeksiantaja teki yhteistyötä suunnittelutoimisto Granlundin kanssa, ja kone saatiin tilattua. Uudeksi koneeksi valikoitui Fläkt Woods -merkinen ilmankäsittelykone tilaustyönä (liite 1). Koneen tuloilmavirran voimakkuus on  $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tämä tulisi riittää tilojen ilmanvaihdon tarpeeseen. Vanhan koneen tuloilmavirran voimakkuus oli noin  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tuloilmavirran pitäisi näin ollen kasvaa 25 %.



Kuvio 9. Uuden koneen rakennekuva (Liite 1).

Yllä olevasta kuvioista 10 voidaan nähdä koneen rakenne yksinkertaisuudessaan. Kuvion yläosan poistoilmakonetta ei tilattu, sillä huippuimuri vesikatolla poistaa tiloissa syntyvän jäteilman. Koneeseen tuleva ilma suodatetaan ennen lämmitys- ja jäähdytyspatteria. Suodattimien yhteyteen asennetaan paineanturit, joilla voidaan mitata suodattimen yli menevää painetta. Paineen noustessa yli asetetun arvon täytyy suodatin vaihtaa. Kaikki anturit menevät valvonta-alakeskukseen

(VAK), josta tieto menee valvomoon. Valvomosta IV-konetta voidaan säätää ja valvoa etänä. IV-koneen automaatio suunnitelma kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2

Koneen jäähdytyspatteri ei tule käyttöön, mutta se jätetään koneeseen, mikäli jäähdytyspatterille tulee tarvetta tulevaisuudessa. Patterien jälkeen tulee tuloilmapuhallin, joka imee ilmaa tuloilmakanavasta. Puhaltimen kierrostaajuus on 50 Hz. Puhaltimen jälkeen ilma pääsee jakautumaan tasaisesti kiinteistön konehuollon tilojen eri osiin tuloilmakanavien kautta.

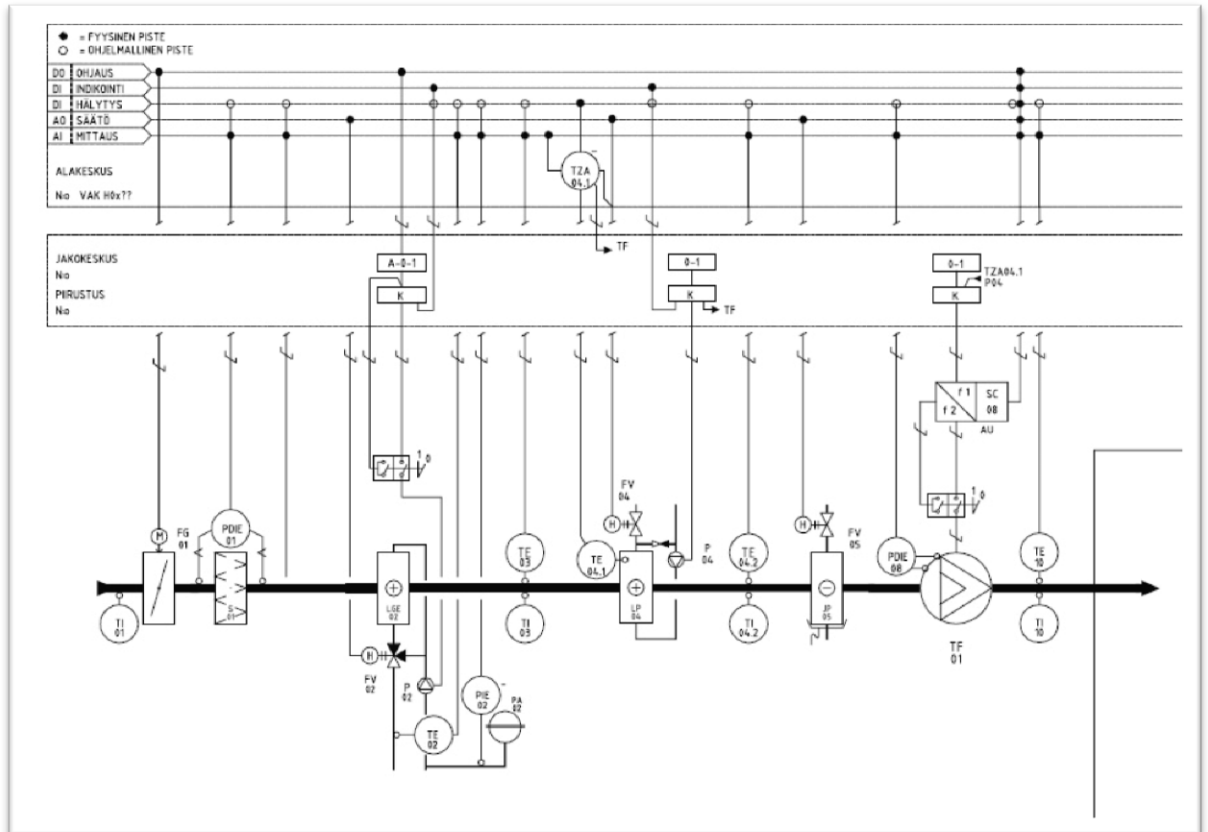
Uuden koneen lisävarusteena kuului mukaan myös LTO-järjestelmä. Järjestelmässä on käytössä patteri-patteri-tekniikka, jonka putkistossa kiertää glykoli. Poistoilma suodatetaan kolme kertaa ennen sen pääsyä LTO-patterille, ettei LTO-patteri pääse likaantumaan.

Uusi IV-kone oli vanhaa konetta pidempi, joten konehuoneen päätyseinää tuli siirtää. Seinän siirtotyötä käsitellään tarkemmin luvussa 8.



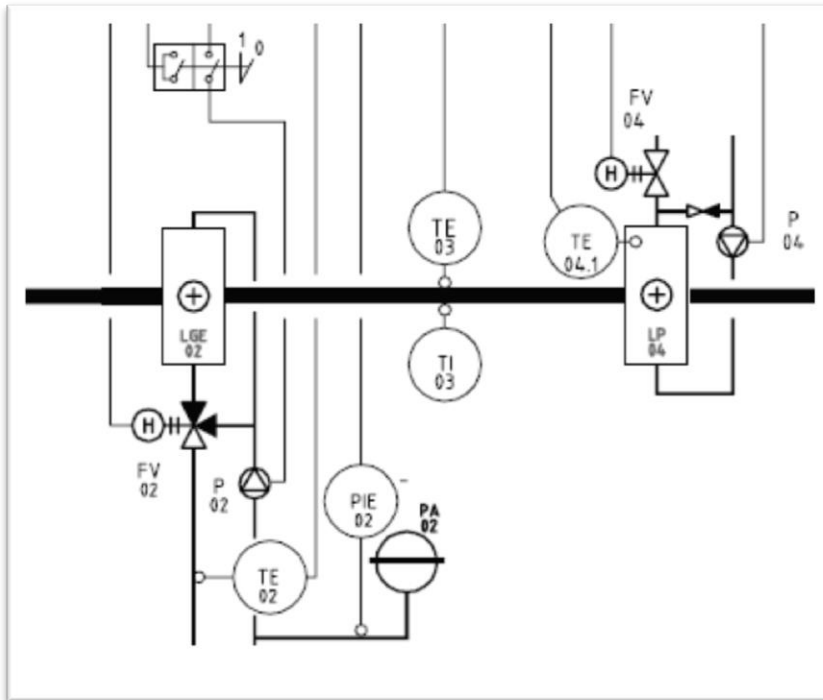
## 6.1 Automaatiosuunnitelma

Toimeksiantaja edellytti automaatiosuunnitelman laatimista uudesta koneesta yhteistyössä insinööritomisto Granlundin kanssa. Automaatiosuunnitelma laadittiin Granlundin ohjelmistoa käyttäen.



Kuvio 10. Automaatiosuunnitelman PI-kaavio

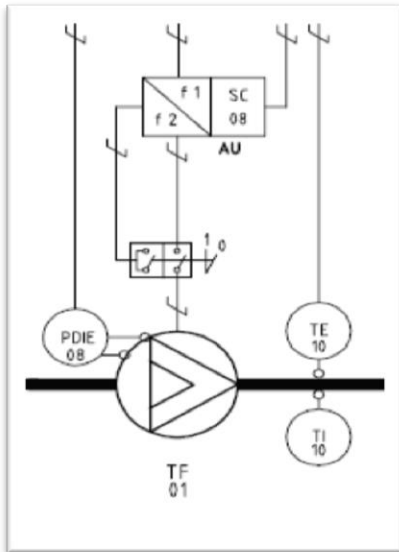
Yllä oleva PI-kaavio (kuvio 11) on kuvankaappaus liitteissä sijaitsevasta automaatiosuunnitelmasta. PI-kaavion vasemmalla puolella on ulkoilmapelti, jonka eteen sijoitettiin lämpötilan mittauspiste osoituksella. Lämpötilan mittaus suoritetaan myös LTO-patterin, lämmityspatterin ja puhaltimen jälkeen. On tärkeää tietää lämpötila prosessin monessa eri vaiheessa, jotta lämpötilan tarkkailu valvomosta olisi mahdollisimman tehokasta. Vian paikallistaminen myös helpottuu, mitä enemmän mittauspisteitä on. Ulkoilmapelti sulkeutuu ja avautuu itsestään koneen käyttötilan mukaan. Koneen sulkeutuessa pelti sulkeutuu, ja koneen käynnistyessä pelti avautuu.



Kuvio 11. LTO- ja lämmityspatteri

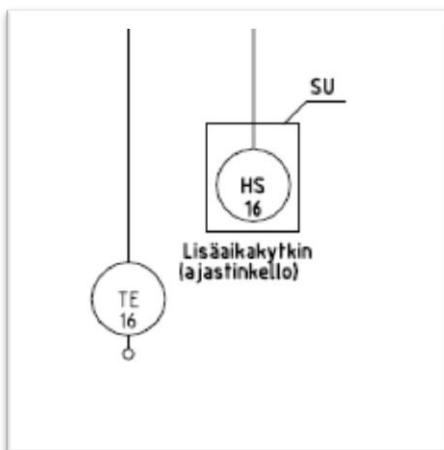
Ulkoilmapellin jälkeen on suodatin, minkä yli suoritetaan paine-eron mittaus. Suodattimen jälkeen on sijoitettu LTO-patteri (kuvio 12), jonka yhteydessä on pumppu. Pumppu kierrättää lämpimän glykolin poistupuolen LTO-patterilta IV-koneelle. PI-kaavion LTO-patterin yhteyteen on myös merkitty glykolisäiliö, josta mitataan painetta.

LTO-patterista oikealle sijaitsee lämmityspatteri (kuvio 12), joka hoitaa ulkoa tulevan ilman lopullisen lämmityksen. Patterin lämpötilaa tarkkaillaan sen yhteydessä olevalla anturilla. Lämmityspatterin jälkeen on jäähdytyspatteri, joka ei ole tällä hetkellä käytössä.



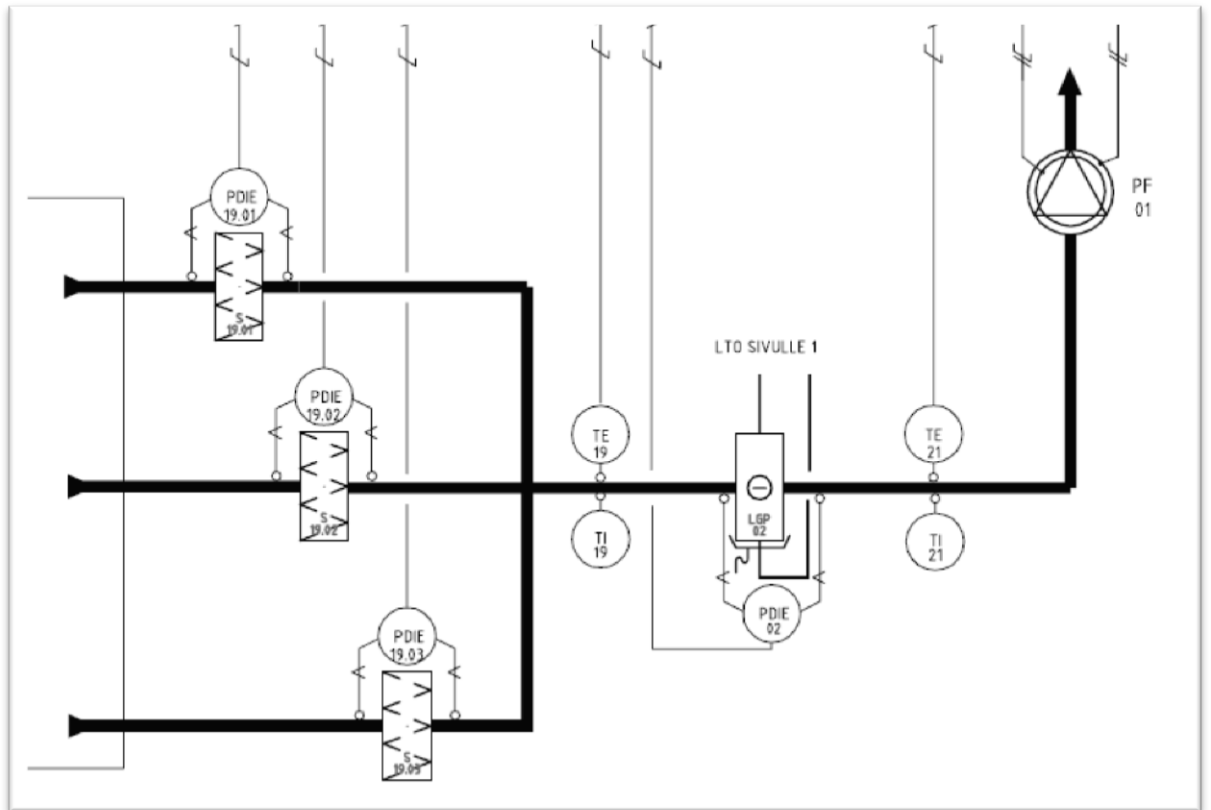
Kuvio 12. Puhallin ja taajuusmuuttaja

Tämän jälkeen on itse puhallin (kuvio 13), joka on kytketty taajuusmuuttajaan. Taajuusmuuttaja säätelee moottorin kierroslukemaa analogisesti tilojen ilmamäärän tarpeen mukaan. Puhaltimen yli mitataan paine-ero. Puhaltimen jälkeen suodatettu ja lämmitetty ilma pääsee tiloihin.



Kuvio 13. Lisäaikakytkin ja mittauspiste

Yhteen tiloista asennettiin lisäaikakytkin (kuvio 14), joka toimii itsenäisenä säätimenä. Lisäaikakytkimellä voidaan asettaa IV-kone toimimaan halutulla tavalla tietyn aikajakson ajan. Lisäaikakytkimen vieressä on huonekohtainen lämpötilan mittauspiste.

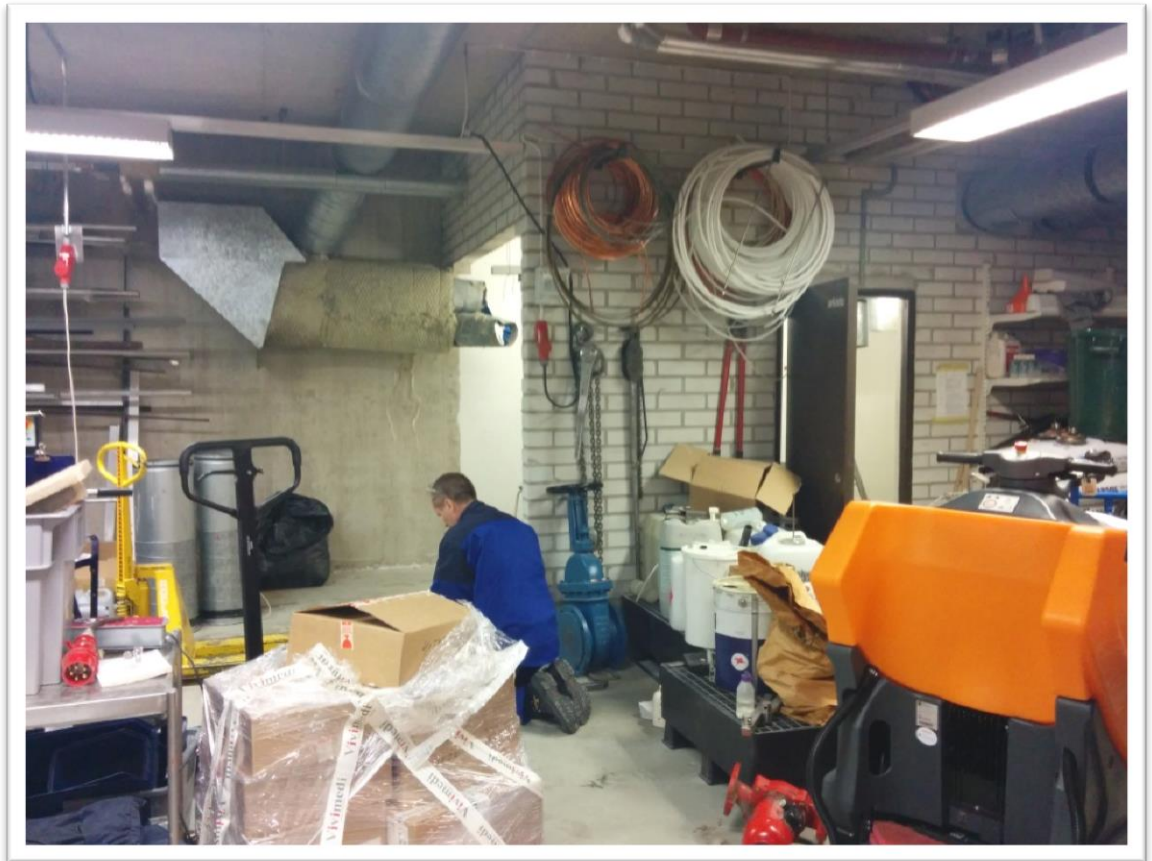


Kuvio 14. Poistupuolen LTO-patteri, suodattimet ja huippuimuri.

Poistupuolen PI-kaaviosta (kuvio 15) löytyy kolme kanavaa, jotka yhdistyvät suodattimien jälkeen yhdeksi kanavaksi. Kaikkien suodattimien yli mitataan paine-eroa. Kanavien yhdistyessä mitataan ilman lämpötila ennen LTO-patteria. LTO-patterin yli mitataan paine-eroa, jotta voidaan varmistua LTO-patterin toiminnasta. Patterin jälkeen mitataan lämpötila vielä kerran ennen huippuimuria. Huippuimuri imee likaisen ilman pois rakennuksesta.

## 7 ALOITUSTYÖT KOHTEESSA

Vanhan IV-tilan purkutöistä laadittiin kirjallinen suunnitelma toimeksiantajan pyynnöstä (liite 3). Uusi ilmanvaihtokone tarvitsee enemmän tilaa kuin vanha, joten IV-konehuonetta täytyi laajentaa. Tila (kuva 4) ja sen purkutyöt (kuva 3) on havainnollistettu seuraavissa kuvissa.



Kuva 3. IV-konehuone ja seinän purkutyö



Kuva 4. IV-konehuone

Toimeksiantajalle tehtiin IV-konehuoneen purkutöistä piirustus, jonka mukaan seinä voitiin purkaa. Uusi kone on 4,3 metriä pitkä ja vanhassa tilassa oli tilaa pituussuunnassa vain 4,2 metriä. Vanhalla koneella oli ylimääräistä tilaa pituussuunnassa noin metrin verran. IV-konehuoneen seinää siirrettiin 1,65 metriä jolloin uudelle koneelle jäi 1,5 metriä ylimääräistä tilaa, ja se mahtui ongelmitta sisälle.

## 8 UUDEN TULOILMAKONEEN ASENNUS KOHTEESEEN

Kone saatiin tuotua tilaan ongelmitta ja sen kokoaminen sujui nopeasti. Koneen kokoamisen jälkeen tilanne näytti kuvan 5 mukaiselta.



Kuva 5. Uusi kone koottuna tilassa

Insinööritoimisto Granlund toimitti piirustukset koneen asennusta varten. Lämmitys- ja jäähdytyskaavion (liite 4) mukaan vanha pumppuryhmä tulee purkaa ja uusi pumppuryhmä ja IV-kone liitetään olemassa olevaan lämpölinjaan. LTO-järjestelmän tulee sijaita jäteilmän poistokanavien läheisyydessä varastoimassa jäteilmän sisältämän lämmön patteriin. Varastoitu lämpö siirretään LTO-putkia pitkin takaisin IV-koneelle. Tämä lämpö käytetään hyödyksi lämmittämällä tuloilmaa. Liitteessä 4 näkyvä jäähdytyslinjasto jätetään asentamatta.

Vesi- ja viemärisuunnitelmassa (liite 5) on huomioitu jäähdytyspatterin kondenssivesi. Kuumina päivinä tuloilman jäähdytys voi olla runsasta, joten jäähdytyspatterin pinnalle muodostuu kondenssivettä. Tämä vesi johdetaan

viemärin kautta ulos rakennuksesta. Viemäri asennetaan, mikäli jäähdytyspatteri asennetaan.

Ilmanvaihtosuunnitelmassa (liite 6) on esitetty ilmanvaihtokanavien muutostyöt, jotta kanavat saataisiin paremmin sovitettua uudelle koneelle ja LTO-järjestelmälle.

Lakeuden ilmastointi asensi koneen ilmanvaihtokanavat, lämmitysputkiston ja LTO:n. Schneider Electric Oy suoritti sähkötyöt ja automatisoinnin. LTO-järjestelmä asennettiin tuloilmakanavien kohtaustaikkaan juuri ennen huippuimuria.

### **8.1 Toimintakoe**

Uudelle koneelle suoritettiin toimintakoe, jonka tarkoituksena oli selvittää, toimiiko koneen tekniikka ja ohjelma määrättyllä tavalla. Tilaisuudessa oli läsnä toimeksiantaja ja rakennusautomaatiourakoitsija. Testauksesta laadittiin pöytäkirja, johon merkittiin testissä ilmenneet puutteet. Puutteiden perään mainitaan kirjainlyhenne vastaavasta urakoitsijasta (liite 7). Puutteet pyritään korjaamaan mahdollisimman pian oikean urakoitsijan toimesta. Toimintakokeessa käydään automaatiosuunnitelmassa (liite 2) olevat koneen toiminnalliset kohdat läpi. Tällä testillä asiakas ja urakoitsija voi varmistua koneen toiminnasta.

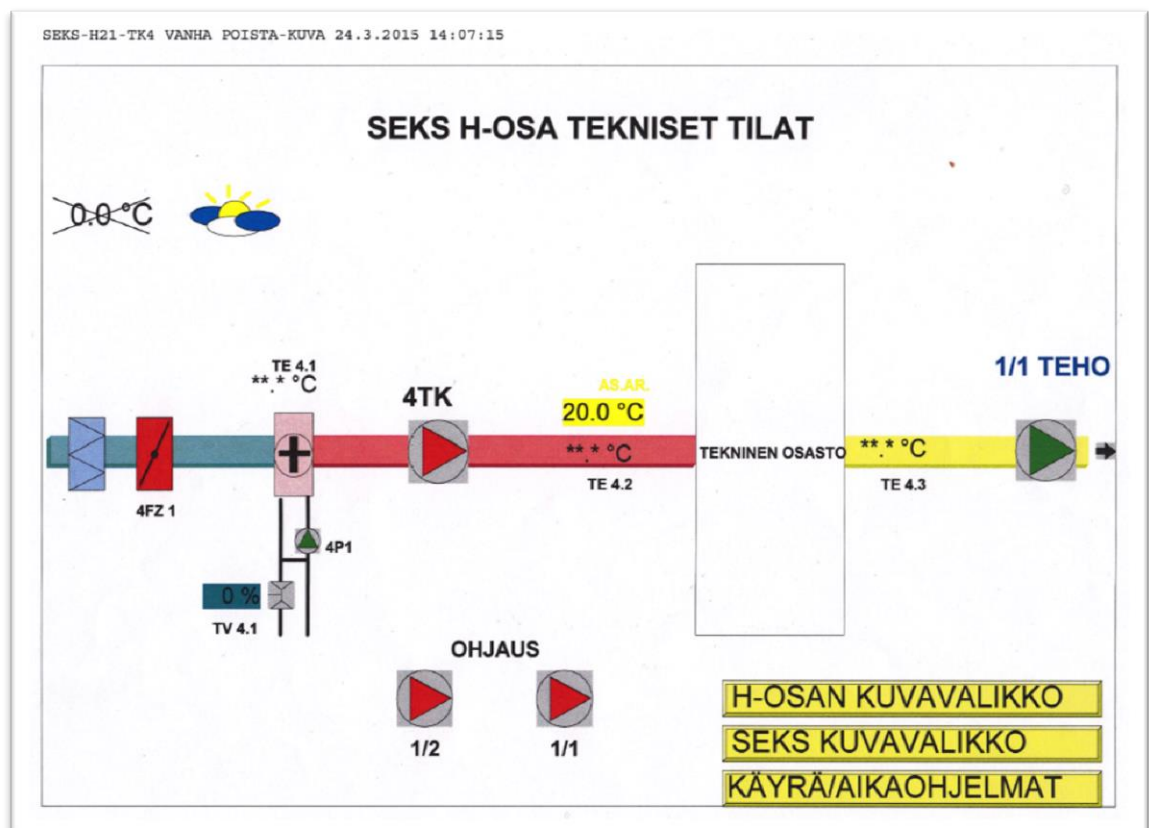


## 9 VERTAILUA VANHAN JA UUDEN KONEEN VÄLILLÄ

### 9.1 Käyttöliittymä

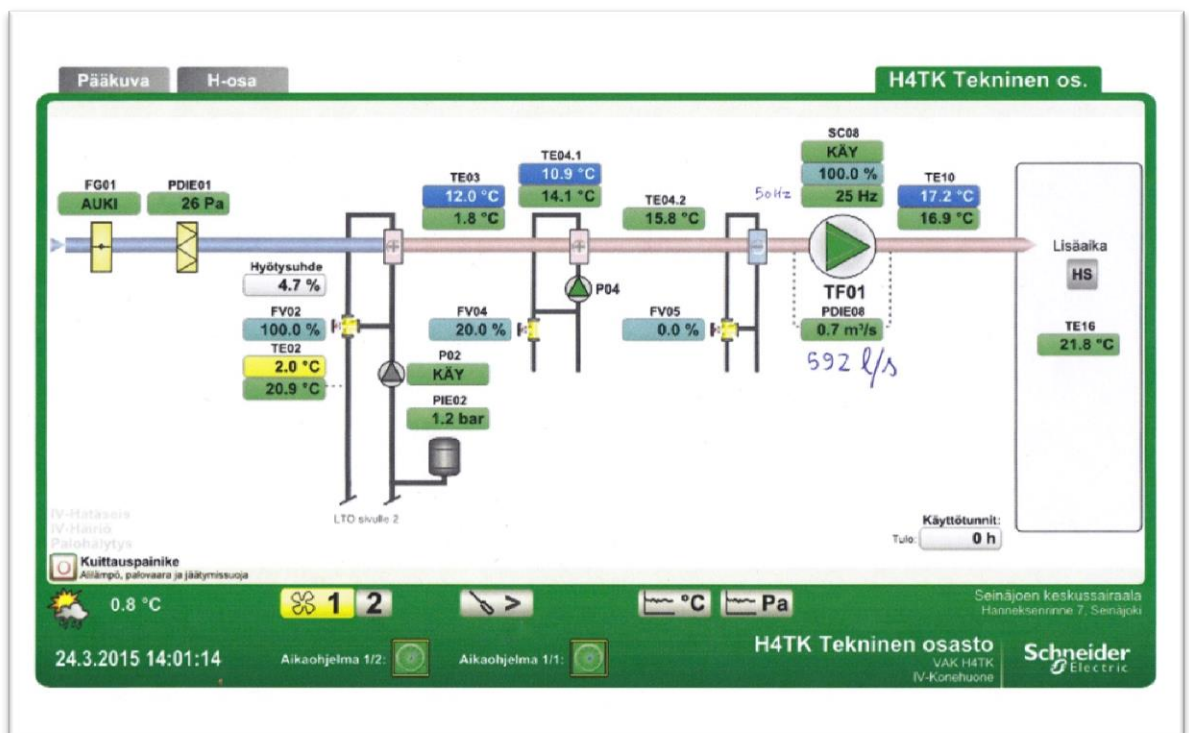
Konehuollon tilojen valvomossa valvotaan EPSHP:n osastojen LVI-laitteiden toimintaa. Valvomolaitteiston käyttöliittymä ilmoittaa osastoilla tapahtuvat hälytykset. Hälytyksiä on eri luokkia. Matalan luokan hälytys antaa PC:n näytölle ilmoituksen ja korkean luokan hälytys antaa PC:n näytön ilmoituksen lisäksi äänimerkin. Valvonnasta vastaavan henkilön tulee kuitata hälytys ja suorittaa tarvittavat toimenpiteet hälytyksen pohjalta.

Vanhan tuloilmakoneen käyttöliittymä vaihdettiin kokonaan uuteen. Vanhasta käyttöliittymästä selviää koneen rakenne, moottorin nopeus ja lämpötilat ilmanvaihdon prosessin eri vaiheissa (kuvio 16).



Kuvio 15. Vanhan IV-koneen käyttöliittymä.

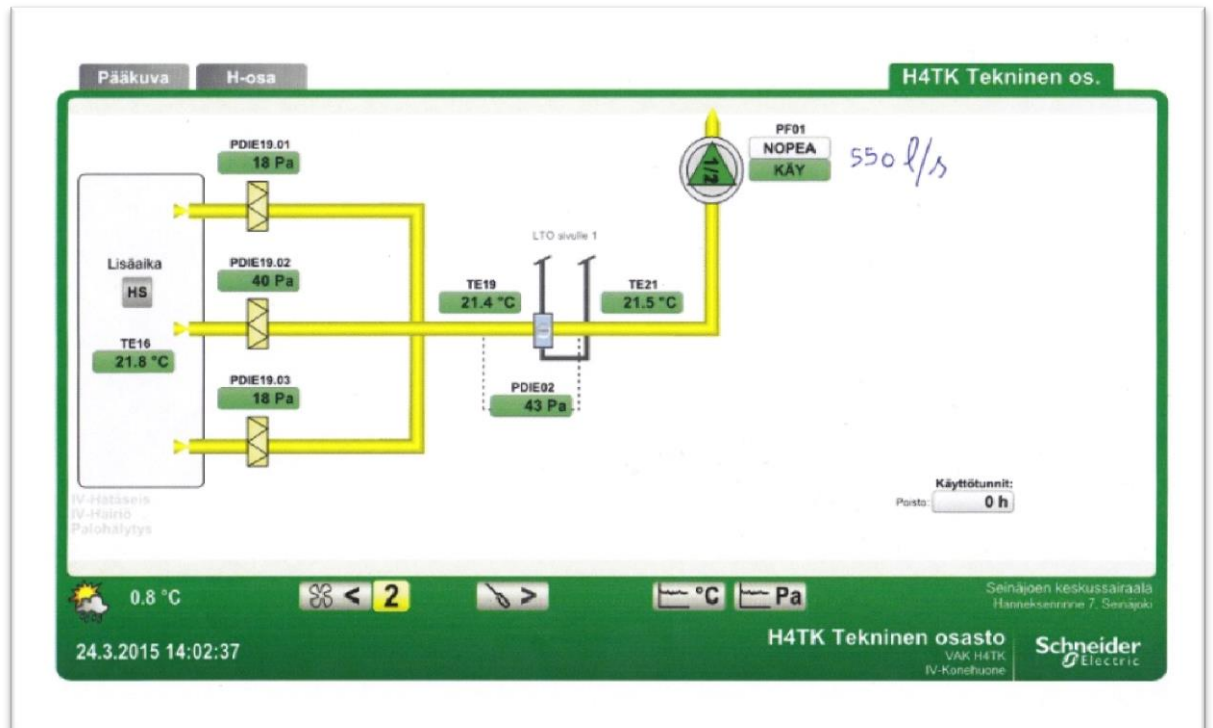
Uusi käyttöliittymä on monipuolisempi ja se antaa enemmän informaatiota käyttäjälle. Käyttöliittymä esittää graafisesti ulkoilmapellin asennon. Käyttöliittymältä voidaan tutkia paine-eroja, kuten suodattimen ylittävä paineen määrä. Tuloilmakoneen ohjelmoitava logiikka antaa ilmoituksen suodattimen vaihdosta käyttöliittymälle, mikäli suodattimen painearvo menee asetetun arvon yläpuolelle. LTO-patterista nähdään hyötysuhde, joka antaa hälytyksen sen laskiessa käyttäjän asettaman arvon alapuolelle. LTO-patterista nähdään myös venttiilin asento, glykolin lämpötila venttiilin jälkeen, LTO-patteriston pumpun tila ja patteriston glykolisäiliön paine. LTO-patteriston jälkeen on esitetty lämmityspatteri. Ilmavirran lämpötila on esitetty ennen patteria ja patterin jälkeen. Käyttöliittymästä voidaan myös säätää haluttu lämpötila. Jäähdytyspatteri on piirretty käyttöliittymään varauksena. Tuloilmapuhaltimen tilatieto on esitetty. Käyttäjällä on mahdollisuus asettaa aikaohjelma ilmanvaihdolle. Käyttäjä voi esimerkiksi laittaa järjestelmän toimimaan puolella teholla yön aikana (kuvio 17).



Kuvio 16. Tuloilmakoneen uusi käyttöliittymä.

Huippuimurille tehtiin käyttöliittymä, josta selviää kolmen poistoilmakanavan suodattimien yli olevat paineet. Käyttöliittymä antaa kehoituksen suodattimien vaihdosta, mikäli paine nousee käyttäjän asettamaa arvoa korkeammaksi.

Käyttöliittymästä voidaan huomata LTO-järjestelmän lämpötilat ennen ja jälkeen järjestelmän. Käyttöliittymässä on esitetty myös huippuimurin tilatieto (kuvio 18).



Kuvio 17. Poistoilmakanavien ja huippuimurin käyttöliittymä.

## 9.2 Lämmön talteenottojärjestelmä

Uutena ja nykyaikaisena laitteena toimitettiin LTO-järjestelmä, joka auttaa rakennuksen energiatehokkuutta. Koneen valmistajan konekortissa on esitetty LTO-järjestelmän hyötysuhteeksi 39,8 % (liite 1). LTO-järjestelmän putkistossa virtaa glykoli, joka tarvitsee oman säiliön.

## 9.3 Mittaustulokset

Ennen uuden koneen asennusta suoritettiin ilmamäärämittauksia vanhan koneen tulo- ja poistokanavista. Mittaustulokset tehtiin yhteistyössä konehuollon työntekijän kanssa.

Tulo- ja poistoilmakanavien ilmamäärien mittaukseen käytettiin Veloci Calc Plus Multi-parameter -mittauslaitetta.

Veloci Calc Plus Multi-parameter -mittauslaitteen toimintatapa perustuu metalliseen putkeen, jonka päähän on sijoitettu erilaisia antureita. Putki voidaan syöttää poratusta reijästä ilmastointikanavaan, josta anturit mittaavat ilman nopeutta. Mittaustilanteessa mittalaite ottaa useita arvoja kanavasta ja laskee niiden keskiarvon. (TSI Airflow 2010, 3)

### 9.3.1 Vanhan koneen tuloilmakanavat

Vanhasta tuloilmakoneesta lähti kolme kanavaa. Ilman nopeudet mitattiin kanavissa ja saatiin seuraavat tulokset:

*Tuloilmakanava 1: 4,75 m/s*

*Tuloilmakanava 2: 4,0 m/s*

*Tuloilmakanavien halkaisija: 30 cm = 0,3 m*

Kun tiedetään putken halkaisija, voidaan laskea säde seuraavalla kaavalla:

$$r = \frac{d}{2} \quad (2)$$

$$r = \frac{0,3 \text{ m}}{2} = 0,15 \text{ m}$$

*r = ympyrän säde, m*

*d = ympyrän halkaisija, m*

Tilavuusvirta voidaan laskea, kun tiedetään kaasun nopeus putkessa ja putken pinta ala. Pinta-ala lasketaan seuraavasti:

$$A = \pi r^2 \quad (3)$$

$$A = \pi * (0,15 \text{ m})^2 = 0,07068 \dots \text{m}^2 \cong 0,071 \text{ m}^2$$

$$A = \text{ympyrän pinta - ala, m}^2$$

$$\pi = \text{luonnon vakio}$$

Tilavuusvirta saadaan laskettua kun kerrotaan ilman nopeus putken pinta-alalla.

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (1)$$

Tuloilmakanavan 1 tilavuusvirta:

$$\frac{dV}{dt} = 0,071 \text{ m}^2 * 4,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,3357 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 0,34 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tuloilmakanavan 2 tilavuusvirta:

$$\frac{dV}{dt} = 0,071 \text{ m}^2 * 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,28272 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 0,28 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Toimeksiantaja halusi tilavuusvirran ilmoitettuna tunteina. Tilavuusvirran aikajakso muutetaan tunneiksi:

Tuloilmakanavan 1 muutos tunneiksi:

$$0,34 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (60 * 60) = 1208,72 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cong 1209 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Tuloilmakanavan 2 muutos tunneiksi:

$$0,28 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (60 * 60) = 1017,79 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cong 1018 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Kolmannessa tuloilmakanavassa on uusi venttiili, jossa ilmoitetaan suoraan laskukaava tilavuusvirralle, kun tiedetään venttiilin yli menevä paine ja venttiilin asento. Venttiilin asento oli 21. Venttiilin paine mitattiin ja paineeksi saatiin:

$$p_{\text{venttiili}} = 39 \text{ pa}$$

Kaava, joka on ilmoitettu venttiilin kilvessä:

$$\frac{dV}{dt} = \sqrt{p} * k \quad (4)$$

$$q_v = \sqrt{39 \text{ pa}} * 21 = 131,1449 \dots \frac{l}{s} \cong 131 \frac{l}{s}$$

$$\frac{dV}{dt} = \text{tilavuusvirtaus, } \frac{l}{s}$$

$$p = \text{venttiilin yli menevä paine, pa}$$

$$k = \text{venttiilin valmistajan ilmoittama kerroin}$$

Tulos voidaan muuttaa samaan samaan yksikköön, kuin aikaisemmat tulokset:

$$131 \frac{l}{s} = 131 \frac{dm^3}{s} = 0,131 \frac{m^3}{s}$$

Muutetaan tuloksen aikajakso tunneiksi:

$$0,131 \frac{m^3}{s} * (60 * 60) = 472,121 \dots \frac{m^3}{h} \cong 472 \frac{m^3}{h}$$

Lisätään kaikista kanavista saadut tilavuusvirrat yhteen, jotta saadaan kokonaistilavuusvirta:

$$\text{Kokonaistuloilmavirtaus} = \text{kanava 1} + \text{kanava 2} + \text{kanava 3}$$

$$\begin{aligned} \text{Kokonaistuloilmavirtaus} &= 1209 \frac{m^3}{h} + 1018 \frac{m^3}{h} + 472 \frac{m^3}{h} \\ &= 2699 \frac{m^3}{h} \end{aligned}$$

### 9.3.2 Vanhan koneen poistoilmakanavat

Ilman nopeudet mitattiin myös huippuimurille meneviltä poistoilmakanavilta:

*Poistoilmakanava 1: 10,3 m/s*

*Poistoilmakanava 2: 5,9 m/s*

*Poistoilmakanavien halkaisija: 25 cm = 0,25 m*

Putken säde:

$$r = \frac{d}{2} \quad (2)$$

$$r = \frac{0,25 \text{ m}}{2} = 0,125 \text{ m}$$

Putken pinta-ala:

$$A = \pi r^2 \quad (3)$$

$$A = \pi * (0,125 \text{ m})^2 = 0,04908 \dots \text{ m}^2 \cong 0,049 \text{ m}^2$$

Tilavuusvirta voidaan laskea kaavalla:

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (1)$$

Poistoilmakanavan 1 tilavuusvirta:

$$\frac{dV}{dt} = 0,049 \text{ m}^2 * 10,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,5047 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Poistoilmakanavan 2 tilavuusvirta:

$$\frac{dV}{dt} = 0,049 \text{ m}^2 * 5,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,2895 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 0,29 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Muutetaan tilavuusvirtojen aikajaksot tunneiksi.

Poistoilmakanavan 1 muutos tunneiksi:

$$0,5 \frac{m^3}{s} * (60 * 60) = 1816,92 \dots \frac{m^3}{h} \cong 1817 \frac{m^3}{h}$$

Poistoilmakanavan 2 muutos tunneiksi:

$$0,29 \frac{m^3}{s} * (60 * 60) = 1042,2 \dots \frac{m^3}{h} \cong 1042 \frac{m^3}{h}$$

Kokonaistilavuusvirtaus:

$$\text{Kokonaispoistoilmavirtaus} = \text{kanava 1} + \text{kanava 2}$$

$$\text{Kokonaispoistoilmavirtaus} = 1817 \frac{m^3}{h} + 1042 \frac{m^3}{h}$$

$$= 2859 \frac{m^3}{h}$$

Tulo- ja poistoilmakanavat ovat hyvin tasapainossa toisiinsa nähden. Tiloihin syntyy pieni alipaine johtuen poistopuolen isommasta poistovirtauksesta. Pieni alipaine on toivottua kiinteistöjen ilmanvaihdossa. Uuden koneen pitää tarjota vähintään saman verran ilmaa, jotta epäpuhtauksia ei pääse syntymään tiloissa.

### 9.3.3 Uuden koneen tuloilmakanavat

Mittasimme tuloilmakanavien ilman nopeudet, jotta voimme laskea uuden koneen tilavuusvirrat. Kanavien pinta-ala pysyy samana, koska vanhat kanavat sopivat uuteen koneeseen.

$$\text{Tuloilmakanava 1: } 4,2 \text{ m/s}$$

$$\text{Tuloilmakanava 2: } 4,15 \text{ m/s}$$

$$\text{Tuloilmakanavien halkaisija: } 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

Käytetään tilavuusvirran kaavaa:

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (1)$$



Tuloilmakanavan 1 tilavuusvirta ja aikajakson muuttaminen tunteihin:

$$\frac{dV}{dt} = 0,071 \text{ m}^2 * 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (60 * 60) = 1068,68 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 1069 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tuloilmakanavan 2 tilavuusvirta ja aikajakson muuttaminen tunteihin:

$$\frac{dV}{dt} = 0,071 \text{ m}^2 * 4,15 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (60 * 60) = 1055,95 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 1056 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tuloilmakanavan 3 venttiilin asento oli 19. Asentoa muutettiin hieman uuden koneen asennuksen yhteydessä. Venttiilin paine mitattiin ja paineeksi saatiin:

$$p_{\text{venttiili}} = 36 \text{ pa}$$

Kaava, joka on ilmoitettu venttiilin kilvessä:

$$\frac{dV}{dt} = \sqrt{p} * k \quad (4)$$

$$\frac{dV}{dt} = \sqrt{36 \text{ pa}} * 19 = 114 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Muutetaan tulos metriseksi:

$$114 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 114 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 0,114 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tuloksen muuttaminen tunneiksi:

$$0,114 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (60 * 60) = 410,4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cong 410 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Lisätään virtausmäärät yhteen, jotta saadaan kokonaisvirtausmäärä:

$$\text{Kokonaistuloilmavirtaus} = \text{kanava 1} + \text{kanava 2} + \text{kanava 3}$$

$$\begin{aligned} \text{Kokonaistuloilmavirtaus} &= 1069 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + 1056 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + 410 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ &= 2535 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

### 9.3.4 Uuden koneen poistoilmakanavat

LTO sijaitsee huippuimurille menevien kanavien risteyskohdassa. Poistoilmakanavia on nyt kolme, sillä LTO-patteriston asennuksen yhteydessä tehtiin kanavamuuotos (liite 6). Kanavien poikkipinta-ala ei ole muuttunut.

*Poistoilmakanava 1: 1,69 m/s*

*Poistoilmakanava 2: 4,67 m/s*

*Poistoilmakanava 3: 4,76 m/s*

*Poistoilmakanavien halkaisija: 25 cm = 0,25 m*

Käytetään tilavuusvirran kaavaa:

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (1)$$

Poistoilmakanavan 1 tilavuusvirta ja aikajakson muuttaminen tunteihin:

$$\frac{dV}{dt} = 0,0491 \text{ m}^2 * 1,69 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (60 * 60) = 298,72 \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 299 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Poistoilmakanavan 2 tilavuusvirta ja aikajakson muuttaminen tunteihin:

$$\frac{dV}{dt} = 0,0491 \text{ m}^2 * 4,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (60 * 60) = 825,469 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 825 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Poistoilmakanavan 3 tilavuusvirta ja aikajakson muuttaminen tunteihin:

$$\frac{dV}{dt} = 0,0491 \text{ m}^2 * 4,76 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (60 * 60) = 841,377 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cong 841 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Lisätään kaikista kokonaisvirtausmäärät yhteen, jotta saadaan kokonaisvirtausmäärä:

$$\text{Kokonaispoistoilmavirtaus} = \text{kanava 1} + \text{kanava 2} + \text{kanava 3}$$

$$\begin{aligned} \text{Kokonaispoistoilmavirtaus} &= 299 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + 825 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + 841 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ &= 1965 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

Kokonaistilavuusvirta poistoilmapuolella jäi noin kolmanneksen pienemmäksi kuin vanhalla koneella. Tämä voi johtua uudesta LTO-järjestelmästä, joka on asennettu juuri ennen huippuimuria. LTO-järjestelmän kanavisto rasittaa huomattavasti huippuimurin moottoria.

Muutetaan tulopuolen metriset kokonaisvirtausmäärät litroiksi, jotta voidaan selvittää toteutuuko rakennusmääräyskokoelman osan D2 ohjeavot ilmanvaihdolle. Ohjeavon toteutumista käsitellään luvussa 11.

$$\frac{2535 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{3600} \cong 0,704 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 704 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 704 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{l}{s}$
Vanhan tulo puolen tilavuusvirta:	2699	750
Uuden tulo puolen tilavuusvirta:	<b>2535</b>	<b>704</b>
Vanhan poistopuolen tilavuusvirta:	2859	794
Uuden poistopuolen tilavuusvirta:	<b>1965</b>	<b>546</b>

Kuvio 18. Kooste vanhan ja uuden IV-koneen tilavuusvirroista.

Kuviossa 19 on havainnollistettu mittauksista saadut laskentatulokset.

### 9.3.5 Tilakohtaiset mittaukset eri huoneista

Eri huoneiden tuloilmamäärät mitattiin yhteistyössä LVI-konehuollon työntekijän kanssa ja mittauksista laadittiin pöytäkirja toimeksiantajan pyynnöstä (Liite 8.). Kanavaventtiilit säädettiin mittauksen yhteydessä tilan ilmanvaihtotarpeiden mukaan.

Tulokanavien mittalaitteena käytettiin Alnor-siipipyöräänemometriä (liite 9) ja poistokanavien mittauksessa käytettiin Veloci Calc Plus -mittauslaitetta varustettuna torven muotoisella lisälaitteella.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vaihtaa LVI-konehuollon tiloihin uusi tuloilmakone vanhan tilalle. Lisäksi tavoitteena oli verrata uutta ja vanhaa konetta keskenään.

Vanhan tulopuolen tilavuusvirran arvo oli  $2699 \frac{m^3}{h}$ . Uuden tulopuolen tilavuusvirran arvoksi saatiin  $2535 \frac{m^3}{h}$  ( $704 \frac{l}{s}$ ). Uusi tulopuolen tilavuusvirta jää hieman vanhan tulopuolen tilavuusvirrasta, mutta tämä tilavuusvirta riittää kuitenkin kattamaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 osan ohjearvon tavoitteet (Finlex, 2011, 30).

Poistopuolen tilavuusilmavirrat jäivät uuden LTO-järjestelmän vuoksi hieman pieniksi. Poistopuolen tilavuusvirran arvoksi saatiin  $1965 \frac{m^3}{h}$ , mikä on huomattavasti pienempi, kuin ennen LTO-järjestelmän asennusta. Vanhan poistopuolen tilavuusvirran arvoksi mitattiin  $2859 \frac{m^3}{h}$ . Tilavuusvirran pitäisi kohdata tulopuolen tilavuusvirta suuruusluokassa, mikä ei kuitenkaan toteutunut. Syynä on osaksi LTO-järjestelmän asennus poistopuolelle, joka syö huippuimurilta tehoja suodattimien ja mutkittelevien kanavien vuoksi. Huippuimuri on vaihdettava tehokkammaksi, mikäli halutaan poistopuolelle lisää tilavuusvirtaa. Työntekijöiden viihtyvyyden ja terveyden kannalta se olisi suositeltavaa

Uuden koneen vaihto sujui ongelmitta, ja uusi kone on energiatehokkaampi taajuusmuuttajan ja LTO-järjestelmän ansiosta. Tämän lisäksi uusi kone on myös edeltäjänsä hiljaisempi. Tilavuusvirtaus tulopuolella on samaa luokkaa kuin vanhalla, mutta moottorin kierrosnopeutta voidaan nostaa, mikäli huippuimuri vaihdetaan tehokkaampaan.

## LÄHTEET

- EPSHP. 2015. Yleisesittely. [Verkkosivu]. Seinäjoki: Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. [Viitattu 8.4.2015]. Saatavana: <http://www.epshp.fi/1/yleisesittely>
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaali Oy.
- Korkala, T. & Laksola, J. 2012. Ilmastointi – Hoito ja huolto. 5. p. Lahti: Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- Korkala, T., Laksola, J. & Salminen, M. 2002. Kiinteistön ilmastoinnin hoito ja huolto. 3. uud. p. Lahti: Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- Sandberg, E. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Tampere: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. uud. p. Helsinki: Suomen LVI-liitto.
- Seppänen, O. & Seppänen, M. 1997. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. 5. uud. p. Espoo: SIY Sisäilma Oy.
- Sisäilmayhdistys. Ilmanvaihdon perusteet. [Verkkosivu]. Espoo: Sisäilmayhdistys ry. [Viitattu 10.9.2014]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/taasivuaista-toinen/>
- Sivonen, M. 2001. Teollisuuden instrumentointi, rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL Palvelut Oy.
- Suomen Automaatioseura ry. 2010. Valvomo – Suunnittelun periaatteet ja käytännöt. Helsinki: Suomen Automaatioseura.
- TSI Airflow. 2010. Veloci calc plus multi-parameter ventilation meter 8386. [Verkkokirja]. TSI GROUP. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavana: [http://www.tsi.com/uploadedFiles/\\_Site\\_Root/Products/Literature/Manuals/1980321J-8384-86-VelociCalc-Plus.pdf](http://www.tsi.com/uploadedFiles/_Site_Root/Products/Literature/Manuals/1980321J-8384-86-VelociCalc-Plus.pdf)
- Finlex. 2011. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [Verkkokirja]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavana: [http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf)
- Young, H. & Freedman, R. 2008. University Physics with modern physics. San Francisco: Pearson Education, Inc.

## LIITTEET

Liite 1. Uuden koneen piirustukset ja tekniset tiedot

Liite 2. Uuden IV-koneen automaatio suunnitelma

Liite 3. IV-tilan seinän purkutyön suunnitelma

Liite 4. Lämmitys ja jäähdytys, G1000

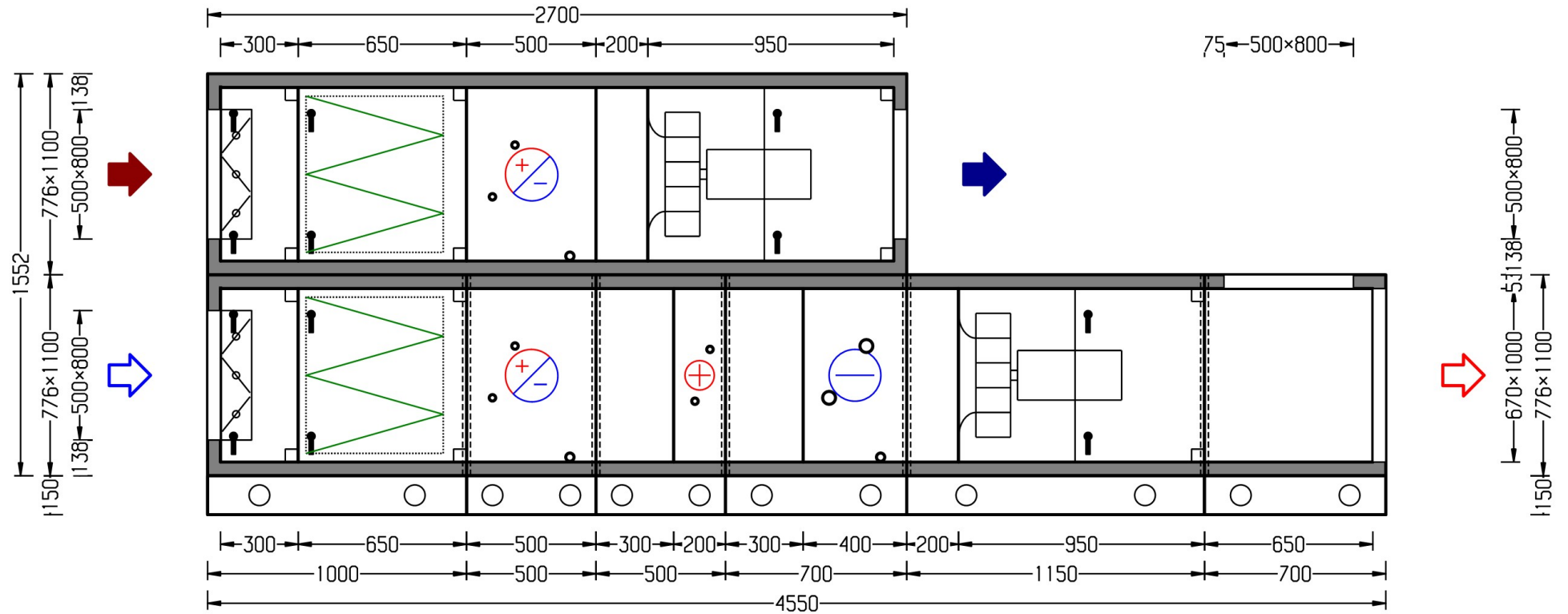
Liite 5. Vesi ja viemäri, G2000

Liite 6. Ilmanvaihto, G3000

Liite 7. Käyttöönottestauksen pöytäkirja

Liite 8. Mittauspöytäkirja

Liite 9. Alnor siipipyörräänemometri thies



Huoltopuoli  
2014-04-04  
2.7.140319.1

**Asiakasnumero** 57715  
**Projekti** 345  
**Kone** 3  
**AOC** ACON-01436668

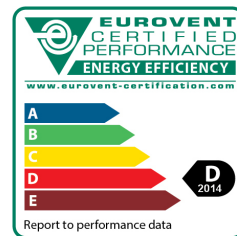
**Projektin nimi**  
**Koneen nimi**  
**Tuloilma** eQ-014  
**Poistoilma** eQ-014

**Konehuolto**  
H4TK(2)  
1,25 m³/s  
1,25 m³/s









### ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 3

Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Kai-Kristian Vimpari	
Tuloilmavirta	1,25 m <sup>3</sup> /s	Poistoilmavirta 1,25 m <sup>3</sup> /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Ulkoinen painehäviö 300 Pa
Jännite	3 x 400V + N, 50 Hz	Paino 1059 kg
SFP <sub>v</sub>	2,08 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Designed for wet conditions
Ilman tiheys	1,2 kg/m <sup>3</sup>	Korkeus mpy 0 m

TOLERANSSI	8	6	6	6	6	4	4	7	4
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin



## ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 4

## TEKNINEN ERITTELY

(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

## TULOILMA

## Peltiosa

Mitoittava painehäviö 5 Pa

## Vaipan päätyseinä

## Pelti

Leveys cm : 080

Korkeus cm : 050

Tiiviyysluokka: CEN 3

Liitäntä: Laippa

Toiminto: Ulkoilma

Sijainti: Päädyssä sisäpuolella

Peltityyppi: 100 mm säleät

Materiaali: Sinkitty teräs

## Rakenneosaa

Konekoko: 014

Pituus: 030

Huoltoapuoli: Oikea

## Suodatin

Konekoko: 014

Suodatinluokka: F7

Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli

Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit

Suodatinpussin kehys: Muovi

Liitäntä: Vakio-liitäntä osan päädyssä

Rakenne: Alipaineelle

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Huoltoapuoli: Oikea

Alkupainehäviö

65 Pa

Mitoittava painehäviö

115 Pa

Loppupainehäviö

165 Pa

Suodattimen otsapinta

0,5 m<sup>2</sup>

Otsapintanopeus

2,4 m/s

## Nestekiertoinen lämmönsiirrin ECOTERM

Konekoko: 014

Toiminto: tuloilma, lämmitin

Tehovaihtoehto: 1

Rakenne: Vakio otsapinta

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 24

Materiaali, lamellirunko: Cu/Al

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Liitäntäapuoli: Oikea

Vesitilavuus

10,0 l

Etyleeniglykoli

30 %

Putkikoko

25

Mitoittava painehäviö

101 Pa

## Patteritiedot

Ilman lämpötila

**Kesä**

24 / 24

**Talvi**

-29 / -13 °C

Suhteellinen kosteus

53,1 / 53,1

90 / 19,1 %

Painehäviö

101

83 Pa

Otsapintanopeus

2,4

2,1 m/s



## ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 5

Nesteen lämpötila				5,2 / -10,8 °C
Vesipuolen painehäviö				68,1 kPa
Vesivirta				0,45 l/s
Hyötysuhde				31,4 %

**Tehotiedot ilman huurtumisen estoa**

Lämpötila sisään	-29	-5	0	5 °C
Lämpötila ulos	-11,4	5,3	8,5	11,7 °C
Hyötysuhde	34,5	38,2	38,7	39,2 °C
Teho	0,00	15,6	12,8	10 kW

**EN308**

Hyötysuhde laskettu standardin EN308 mukaan				39,8 %
---	--	--	--	--------

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 030  
Huoltopuoli: Oikea

**Ilmanlämmitin, vesi**

Tehovaihtoehto: 3				
Lamellirunko: Cu/Al				
Lamellijako: 2 mm				
Vesireitit: 12				
Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko				
Kehyosat: Sinkitty teräs				
Liitäntäpuoli: Oikea				
Putkikoko				25
Vesitilavuus				7,0 l
Mitoittava painehäviö				77 Pa
Mitoituspisteen teho				51,3 kW
Ilman lämpötila				-13 / 21 °C
Otsapintanopeus				2,4 m/s
Lämmittimen säätötapa	Mitoitus ilman pumppuryhmää			
Veden lämpötila				60 / 30 °C
Vesivirta				0,41 l/s
Veden nopeus				0,8 m/s
Vesipuolen painehäviö				12,1 kPa

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 030  
Huoltopuoli: Oikea

**Ilmanjäähdytin, vesi**

Käyttötapa: Jäähdytyspatteri				
Konekoko: 014				
Tehovaihtoehto: 6				
Rakenne: Vakio otsapinta				
Lamellijako: 2 mm				
Lamellirunko: Cu/Al				
Kehyosien materiaali: Sinkitty teräs				
Liitäntäpuoli: Oikea				
Putkikoko				50
Vesitilavuus				13,9 l
Mitoittava painehäviö				111 Pa
Painehäviö				111 Pa
Mitoituspisteen teho				17,7 kW
Ilman lämpötila				24 / 14 °C


**ILMANKÄSITTELYKONE eQ**

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 6

Suhteellinen kosteus	53,1 / 93,7 %
Otsapintanopeus	2,5 m/s
Veden lämpötila	7 / 12 °C
Vesivirta	0,84 l/s
Veden nopeus	0,4 m/s
Vesipuolen painehäviö	2,4 kPa

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 020  
Huoltosuoli: Oikea

**Kammionpuhallin Centriflow Plus**

Konekoko: 014  
Puhallinkoko: 2  
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi  
Tärinävaimentimet: Kumi  
Puhaltimen sijoitus: Tuloilma  
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, seuraavaan koneosaan  
Materiaali: Sinkitty teräs  
Huoltosuoli: Oikea

**Mitoitustiedot**

Pyörimisnopeus	2616 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	72,3 %
Kokonaishyötysuhde	57,9 %
Paineenkorotus	744 Pa
Puhaltimen akseliteho	1,27 kW
Sähkön ottoteho	1,59 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	1 °C

**SFP-laskenta**

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	1,47 kW
Paineenkorotus	675 Pa
Pyörimisnopeus	2574 Rpm

**Centriflow Plus puhallin + moottori**
**Moottori**

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY	
Moottorikäälämyksen ylälämpösuojia: termistori	
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2	
Hyötysuhde	83,2 %
Pyörimisnopeus	2880 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Virtatiedot	4,5 A
Napaluku	2
Haluttu tehoreservi vähintään	10 %

**Taajuusmuuttaja**

Hyötysuhde	96,2 %
Toimintapisteen taajuus	45 Hz
Maksimi taajuus	53,7 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	3095 Rpm

**Moottoritarvikkeet**

Moottori: 1-nopeus  
Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna  
Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin  
Tyyppi: Vakio  
Kaapelin pituus: 261  
Jännite: 3x400 VAC


**ILMANKÄSITTELYKONE eQ**

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 7

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 065  
Aukko katossa: Aukko ilman peltiä  
Huoltopuoli: Oikea

**POISTOILMA**
**Peltiosa**

Mitoittava painehäviö 5 Pa

**Vaipan päätyseinä**
**Pelti**

Leveys cm : 080  
Korkeus cm : 050  
Tiiviy.luokka: CEN 3  
Liitántä: Laippa  
Toiminto: Poistoilma  
Sijainti: Päädyssä sisäpuolella  
Peltityyppi: 100 mm säleet  
Materiaali: Sinkitty teräs

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 030  
Huoltopuoli: Oikea

**Suodatin**

Konekoko: 014  
Suodatinluokka: F7  
Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli  
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit  
Suodatinpussin kehys: Muovi  
Liitántä: Vakioliitántä osan päädyssä  
Rakenne: Alipaineelle  
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs  
Huoltopuoli: Oikea  
Alkupainehäviö 65 Pa  
Mitoittava painehäviö 115 Pa  
Loppupainehäviö 165 Pa  
Suodattimen otsapinta 0,5 m<sup>2</sup>  
Otsapintanopeus 2,4 m/s

**Nestekiertoinen lämmönsiirrin ECOTERM**

Konekoko: 014  
Toiminto: poistoilma, jäähdytin  
Tehovaihtoehto: 1  
Rakenne: Vakio otsapinta  
Lamellijako: 2 mm  
Vesireitit: 24  
Materiaali, lamellirunko: Cu/Al  
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs  
Liitántäpuoli: Oikea  
Vesitilavuus 10,0 l  
Putkikoko 25  
Mitoittava painehäviö 101 Pa

<b>Patteritiedot</b>		<b>Kesä</b>	<b>Talvi</b>
Ilman lämpötila		25 / 25	22 / 4,7 °C
Suhteellinen kosteus		55 / 55	20 / 60,8 %


**ILMANKÄSITTELYKONE eQ**

Projekti	345 () / Konehuolto	2.7.140319.1
AOC	ACON-01436668	
Kone	3 () / H4TK(2)	2014-04-04
Konekoko	014	Sivu 8

Painehäviö	101	96 Pa
Otsapintanopeus	2,5	2,4 m/s
Nesteen lämpötila		-10,8 / 5,2 °C
Vesipuolen painehäviö		68,1 kPa
Vesivirta		0,45 l/s

**Rakenneosa**

Konekoko: 014  
Pituus: 020  
Huoltopuoli: Oikea

**Kammiopuhallin Centriflow Plus**

Konekoko: 014  
Puhallinkoko: 2  
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi  
Tärinänvaimentimet: Kumi  
Puhaltimen sijoitus: Poistoilma  
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan  
Materiaali: Sinkitty teräs  
Huoltopuoli: Oikea

**Mitoitustiedot**

Pyörimisnopeus	2496 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	69,8 %
Kokonaishyötysuhde	55,6 %
Paineenkorotus	551 Pa
Puhaltimen akseliteho	1,01 kW
Sähkön ottoteho	1,27 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,8 °C

**SFP-laskenta**

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	1,14 kW
Paineenkorotus	496 Pa
Pyörimisnopeus	2395 Rpm

**Centriflow Plus puhallin + moottori**
**Moottori**

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY  
Moottorikäämyksen yllämpösuoja: termistori  
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2

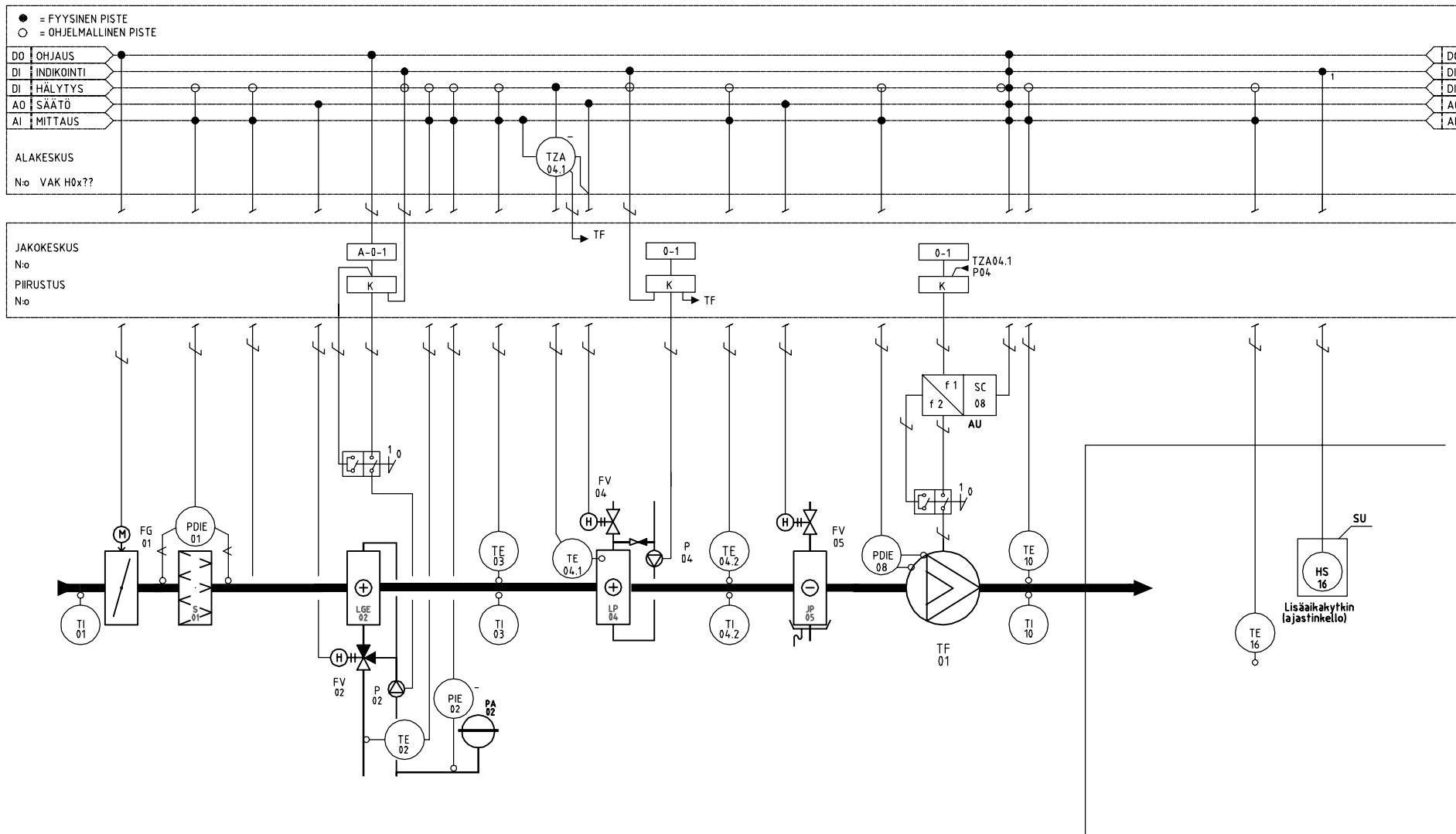
Hyötysuhde	83,2 %
Pyörimisnopeus	2880 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Virtatiedot	4,5 A
Napaluku	2
Haluttu tehoreservi vähintään	10 %

**Taajuusmuuttaja**

Hyötysuhde	95,7 %
Toimintapisteen taajuus	43 Hz
Maksimi taajuus	54,4 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	3135 Rpm

**Moottoritarvikkeet**

Moottori: 1-nopeus  
Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna  
Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin  
Tyyppi: Vakio  
Kaapelin pituus: 261  
Jännite: 3x400 VAC



MERKINTÖJEN SELITYKSET

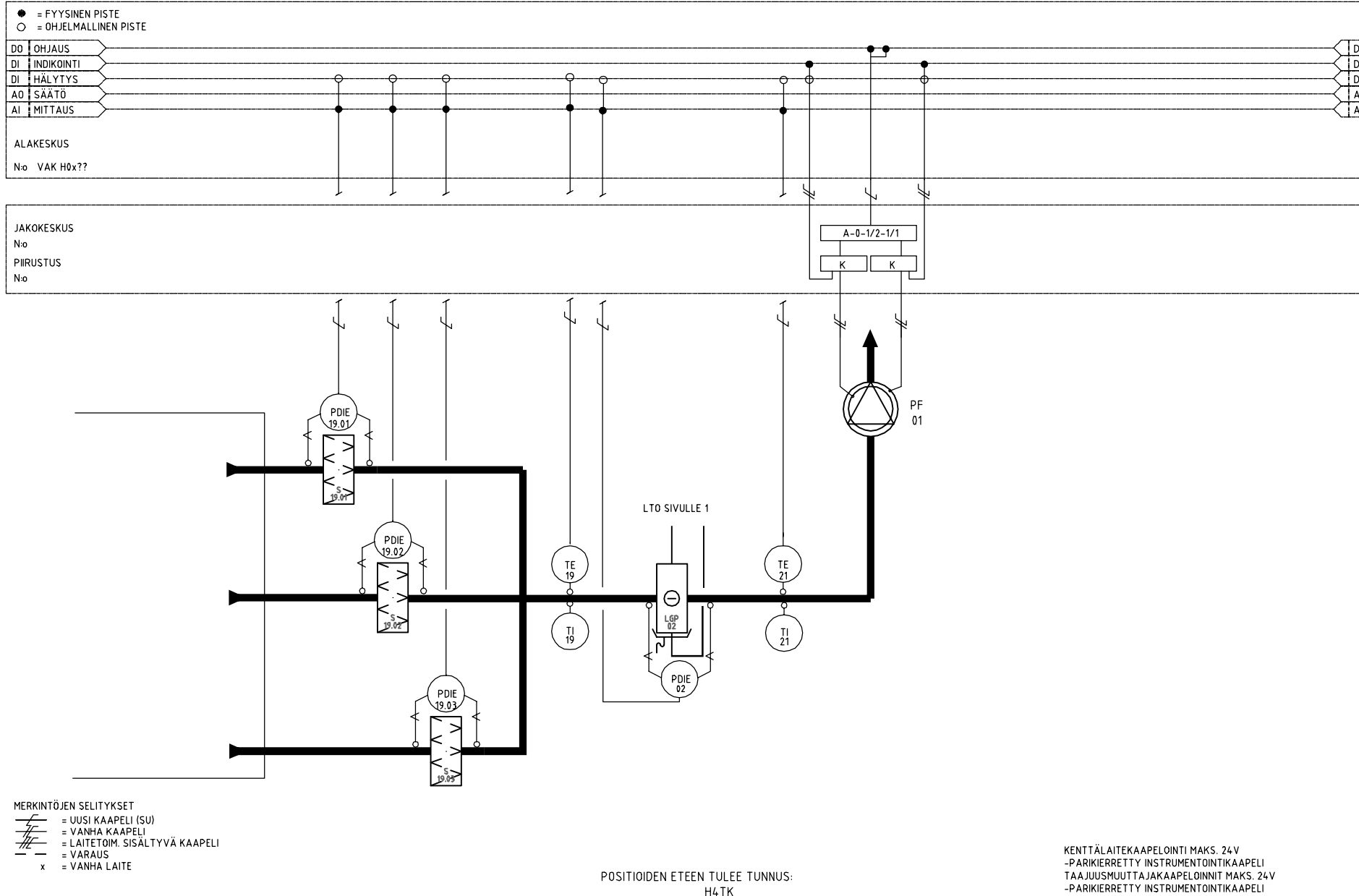
- = UUSI KAAPELI (SU)
- = VANHA KAAPELI
- = LAITTOIM. SISÄLTÄVÄ KAAPELI
- = VARAUS
- = VANHA LAITE

POSITIOIDEN ETEEN TULEE TUNNUS:  
H4TK

KENTTÄLAITEKAPELOINTI MAKS. 24V  
-PARIKIERRETTY INSTRUMENTOINTIKAPELI  
TAAJUUSMUUTTAJAKAAPELOINTI MAKS. 24V  
-PARIKIERRETTY INSTRUMENTOINTIKAPELI

	Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860	Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI	Piirustuksen sisältö RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO H4TK TEKNIINEN OSASTO	Piirt. JAM Suunn. JAM Vast. TJM Pvm. 28.3.2014	CAD ..\021xx\02154\Kiinteistö\CAD\RAU\Kaaviot\6004.DWG Suun.ala Piir. n:o Muutos Sivun n:o <b>RAU 6004</b> 1/4 Projekti n:o S02154.P009 Hanketunn.
--	--	--	---	---	---





	Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860	Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI	Piirustuksen sisältö <b>RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO H4TK TEKNINEN OSASTO</b>	Piirt. JAM Suunn. JAM Vast. TJM Pvm. 28.3.2014	CAD ..\021xx\02154\Kiinteistö\CAD\RAU\Kaaviot\6004.DWG Suun.ala Piir. n:o Muutos <b>RAU 6004</b> Projekti n:o S02154.P009	Sivun n:o <b>2 / 4</b> Hanketunn.
--	--	--	--	---	--	---


Osajärjestelmän toimintaan vaikuttavat seuraavat ohjelmat, joiden yksityiskohtainen toiminta on selostettu ohjelmaluettelossa.

NO	HÄLYTYSOHJELMAT
0-16	HÄLYTYSOHJELMAT OHJELMALUETTELOON MUKAISESTI

NO	AIKAOHJELMAT
1	NORMAALI AIKAOHJELMA

NO	TAPAHTUMAOHJELMAT
0	YLEISET TAPAHTUMAOHJELMAT
1	IV-PYSÄYTYS
2	LÄMMITYSVERKOSTON HÄIRIÖ
3	YÖTUULETUS
4	PALOVAARA (TE 10, TE 19)
5	LISÄAIKAKÄYTTÖ
6	NOPEUDEN VAIHTO ULKOLÄMPÖTILAN MUKAAN
7	PALOHÄLYTYS
8	LTO-LUKITUS
9	LTO JÄÄHDYTYSENERGIAN TALTEENOTTO
11	YÖ-JÄÄHDYTYK
15	ILMANVAIHTOKONEEN KÄYNNISTYSOHJELMA
16	JÄNNITEKATKO-OHJELMA
17	ILMAVIRRRANRAJOITUSOHJELMA

NO	RAPORTOINTIOHJELMAT
1	KÄYTTÖTUNTIKASKENTA
2	LTO:N HYÖTYSUHDDELASKENTA JA RAPORTTI
4	YÖTUULETUS- JA YÖJÄÄHDYTYSRAPORTTI

	Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860	Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA</b> <b>H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI	Piirustuksen sisältö RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO H4TK TEKNINEN OSASTO	Piirt. JAM	CAD ..\021xx\02154\Kiinteistö\CAD\RAU\Kaaviot\6004.DWG			
				Suunn. JAM	Suun.ala	Piir. n:o	Muutos	Sivu n:o
				Vast. TJM	<b>RAU 6004</b>		3 / 4	
				Pvm. 28.3.2014	Projekti n:o S02154.P009	Hanketunn.		

## TOIMINTAKUVAUS

Tuloilmakone tuottaa vaikutusalueensa lämmitetyn / jäädytetyn tuloilman ylläpitäen tavoitteiden mukaista ilmanlaatua.

## YLEISTÄ

Kaikki toimintaselostuksessa mainitut aseteltavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografikalta että alakeskuspäätteeltä.

## OHJAUKSET

Tulo- ja poistoilmapuhaltimien TF01 ja PF01 käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla. Poistoilmapuhallin PF01 käy rinnan tuloilmapuhaltimen TF01 kanssa.

Puhallinta TF01 käynnistettäessä taajuusmuuttaja SC08 säättää puhaltimen pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua säädön mukaiselle nopeudelle.

Lämmityspatterin pumppu P04 käy jatkuvasti.

LTO-pumppu P02 käy, jos säätöohjelma on ohjannut LTO-venttiiliä FV02 yli 5 % auki. LTO-pumppu P02 pysähtyy asetellun ajan kuluttua (esim. 5 min) siitä, kun säätöohjelma on ohjannut LTO-venttiilin alle 1 % auki.

## RYHMÄKESKUSLUKITUKSET

Tuloilmapuhallin TF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:

- lämmityspatterin kiertopumppu P04 käy
- jäätymissuojatermostaatti TZA04.1 ei hälytä

## KONEEN OLLESSA SEIS

Ulkoilmapelti FG01 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen TF01 kontaktoriilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tietoa.

Taajuusmuuttajan SC08 käy-tiedon poistuttua järjestelmän säätöviesti ko. taajuusmuuttajalle on 0 %.

Säätöohjelma pitää lämmityspatterin paluuveden asetusarvossaan (esim. +20 °C) ohjaamalla lämmitysventtiiliä FV04.

LTO:n pumppu P02 on seis ja venttiili FV02 on 100%.

Jäädytyspatterin venttiili FV05 on kiinni.

## KONEEN KÄYDESSÄ

Ulkoilmapelti FG01 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen

TF01 kontaktoriilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tieto.

Lämpötilan säätö (poistoilmakompensointi)

Säätöohjelma ohjaa sarjassa lämmityspatterin moottoriventtiiliä FV04, LTO-laitteen venttiiliä FV02 ja jäädytyspatterin moottoriventtiiliä FV05 siten, että tuloilman asetusarvo saavutetaan anturin TE10 kohdalla. Tuloilman lämpötilan asetusarvo muuttuu poistoilman lämpötilamittauksen TE19 mukaisesti.

Jäädytyspatterin venttiili FV05 voi avautua vain, jos ulkolämpötila on yli asetusarvon (esim. +15 °C).

## VAROTOIMINNOT JA HÄLYTYKSET

Säätöohjelma estää lämmityspatterin paluuveden lämpötilan TE04.1 laskemasta käyntiaikana alle asetetun alarajan (esim. +13 °C) ohjaamalla venttiiliä FV04. Jäätymisvaaratermostaatin TZA04.1 paluuviesirajoitus asetellaan 2 K alemmaksi kuin ohjelmallinen asetusarvo.

Jos lämmityspatterin paluuveden lämpötila TE04.1 laskee hälytysrajaan, jäätymissuojatermostaatti TZA04.1 pysäyttää tuloilmapuhaltimen TF01 ja samalla seuraa hälytys (kuittaus käsin).

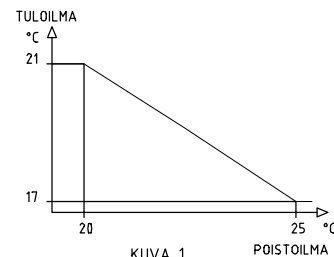
LTO-poistopatterin paine-eron PDIE02 noustessa huurtumisrajaan ja poistoilmalämpötilan TE21 ollessa alle LTO:n jäätymisrajan esim. -1°C säätöohjelma alkaa asetellun ajan (esim. 5 min) kuluttua estää LTO-poistopatterille menevän nesteen lämpötilaa TE02 laskemasta alle asetusarvon (esim. 2°C) ohjaamalla LTO-patterin moottoriventtiiliä FV02. Palautuminen säädön piiriin tapahtuu, kun paine-ero on laskenut eroalueen verran, aikaisintaan esim. 5 min viiveen kuluttua.

Säätöohjelma estää LTO:n jälkeistä tuloilman lämpötilaa TE03 laskemasta alle asetusarvon (esim. +12 °C) ohjaamalla LTO-patterin moottoriventtiiliä FV02.

Rakennusautomaatiojärjestelmä laskee tuloilmapuhaltimen paine-eromittauksen PDIE08 perusteella ilmavirran (m³/s) ja laskennan tulos esitetään grafiikalla. Paine-eromittauksen alarajahälytys on virtaushäiriöhälytys. Hälytyksessä on ohjelmallinen viive koneen käynnistyessä.

Poistoilman virtaushälytys on poistoilmasuodattimen paine-eromittauksen alarajahälytys.

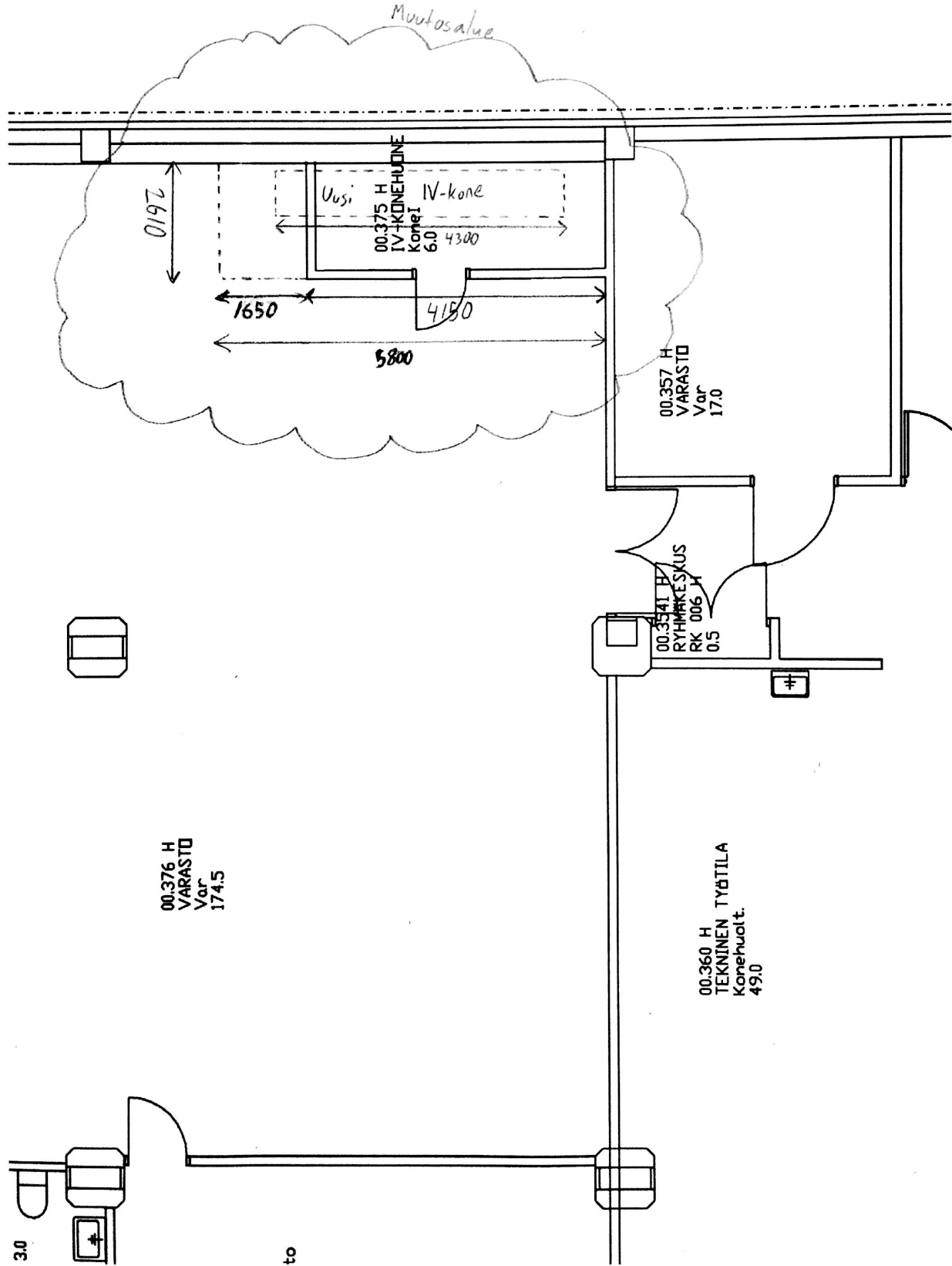
Muut varotoimet ja hälytykset ohjelmaluettelon mukaisesti.

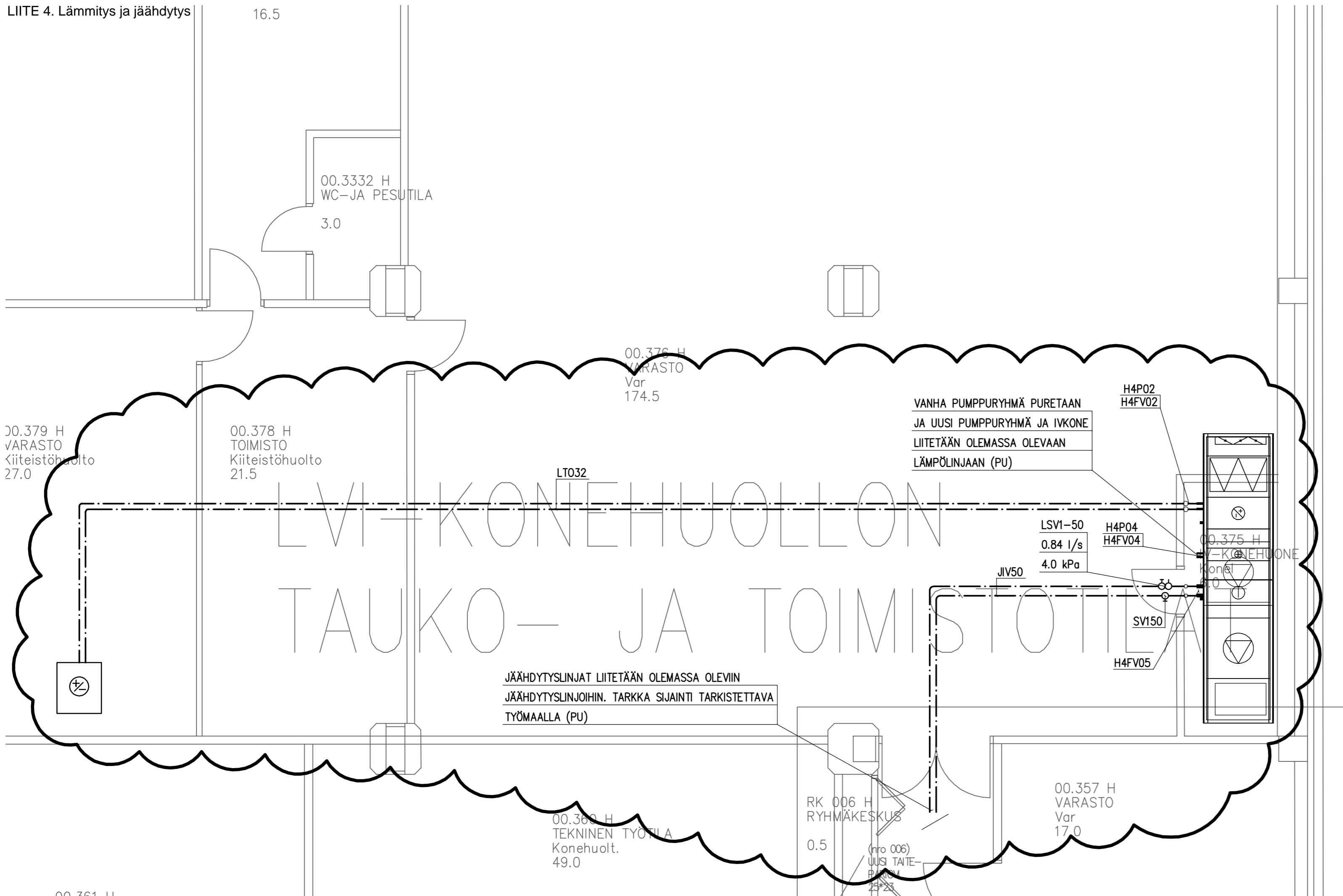


KUVA 1  
ULKOLÄMPÖTILAKOMPENSOINTI

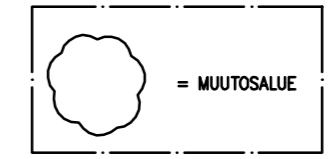
	Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860	Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI	Piirustuksen sisältö RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO H4TK TEKNINEN OSASTO	Piiri. JAM	CAD ..\021xx\02154\Kiinteistö\CAD\RAU\Kaaviot\6004.DWG	
				Suunn. JAM	Suun.ala Piir. n:o Muutos Sivu n:o	
				Vast. TJM	<b>RAU 6004</b>	4 / 4
				Pvm. 28.3.2014	Projekti n:o S02154.P009	Hanketunn.

LIITE 3. IV-tilan seinän purkutyön suunnitelma



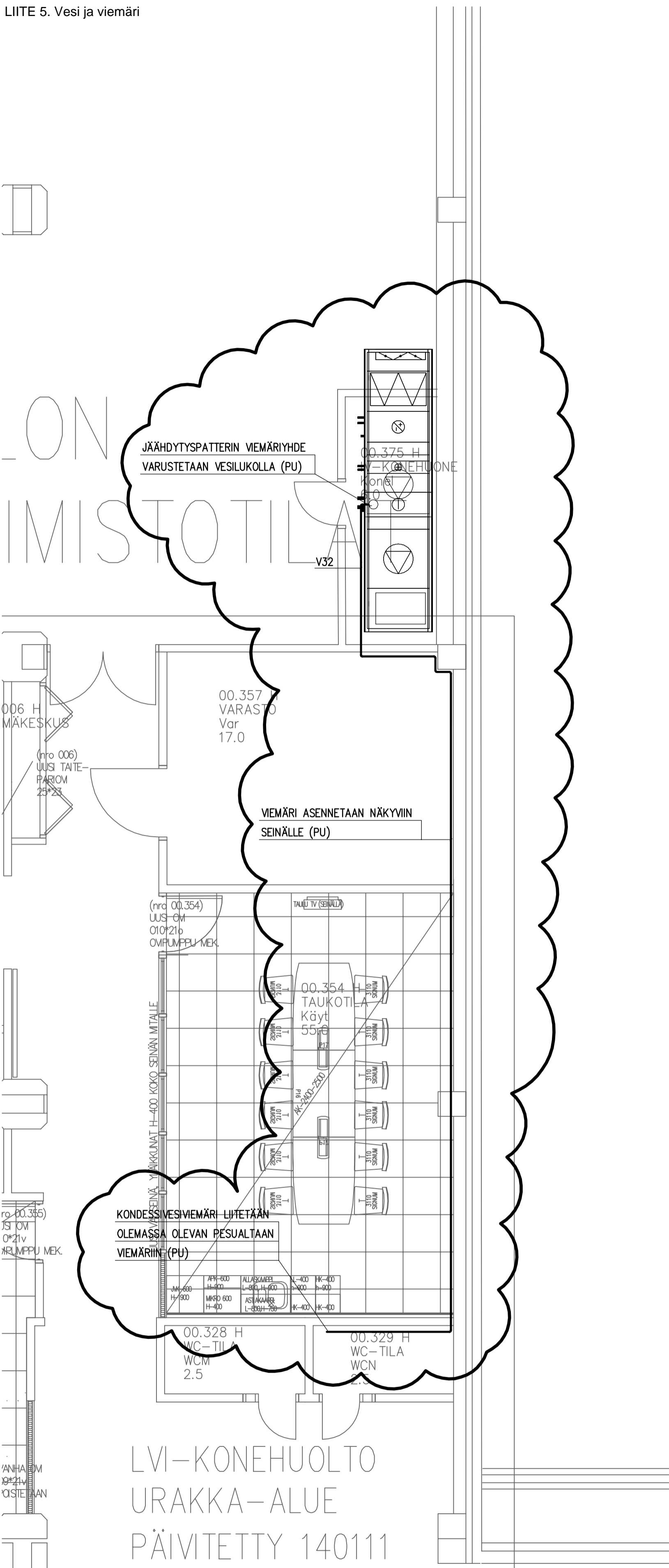


Tunn.	Muutos	Nimim.	Päiväys

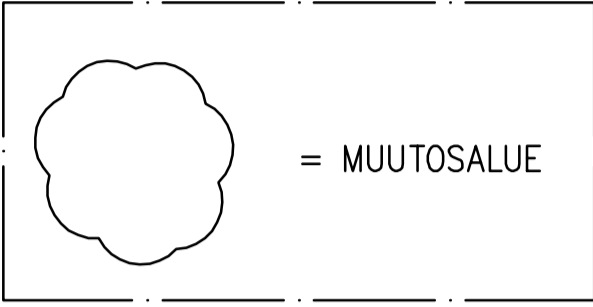


**ALUSTAVA**

Kaupunginosa/kylä	Korttel/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	Ratu
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>MUUTOS</b> <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI			Piirustuslaji <b>LÄMMITYS JA JÄÄHDYTYS</b>	Juoks. nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI			Piirustuksen sisältö <b>00. KERROS</b>	Mittakaavat <b>1:50</b>
<b>Granlund</b>			Hanketunnus	
Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860			CAD ..\\Kiinteistö\CAD\LVI\Lampo\S02154_P009_00krs_ml.dwg	
Piirtäjä TJS	Suunnittelija KKV	Projektinumero S02154.P009	Suunnittelualue ja piirustusnumero <b>LVI 1000 0</b>	Muutostunnus
Pvm 28.3.2014	Vastuullinen suunnittelija	Nimen selvitys ja koulutus Kai-Kristian Vimpari, DI		



Tunn.	Muutos	Nimim.	Päiväys



**ALUSTAVA**

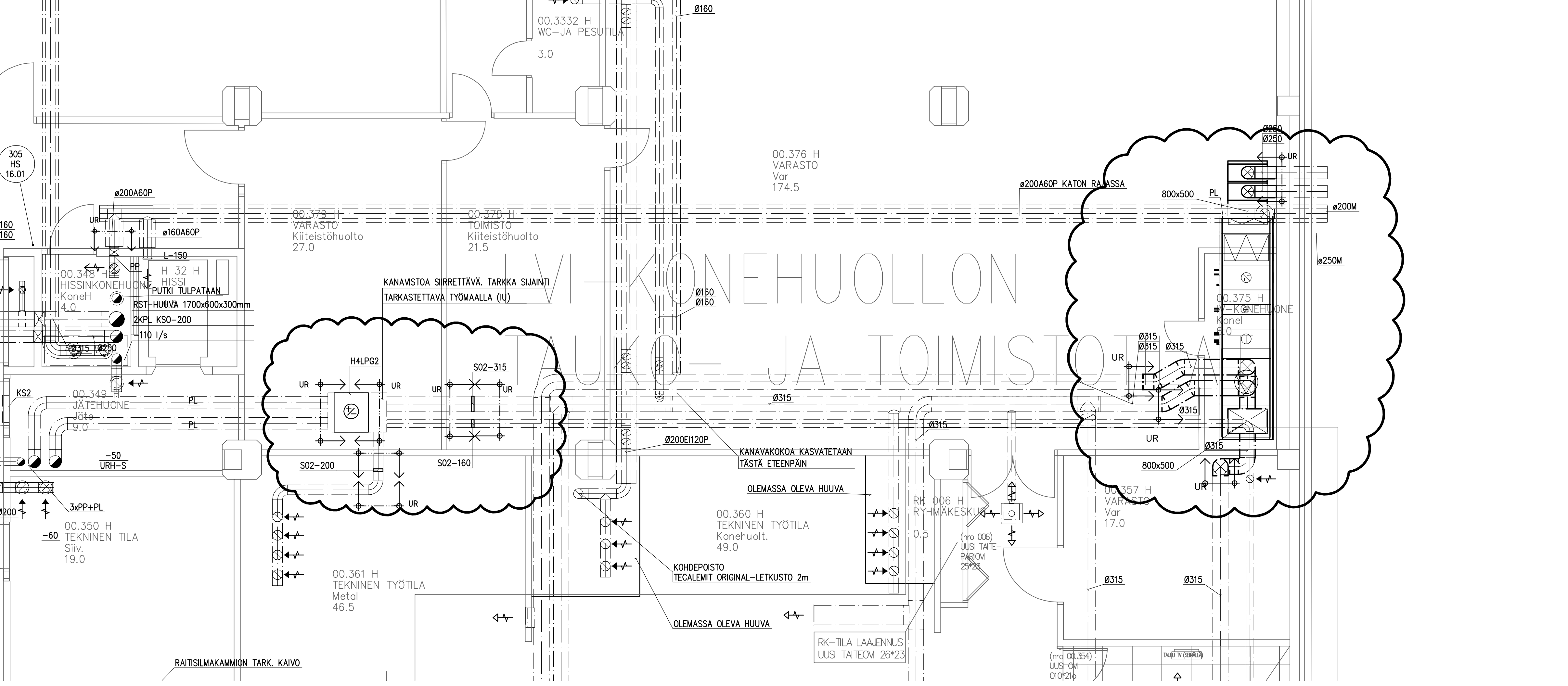
Kaupunginosakylä	Korttelitila	Tontti/nro	Viranomaisen merkintä	Ratu
Rakennustoimenpide <b>MUUTOS</b>			Piirustustaji <b>VESI JA VIEMÄRI</b>	Juoks. nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA</b> KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI			Piirustuksen sisältö <b>00. KERROS</b>	Mittakaavat <b>1:50</b>
<b>Granlund</b>			Hanketunnus	
Granlund Pohjanmaa Oy Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860			CAD ..Kiinteistö\CAD\LVI\Vesi\S02154_P009_00krs_mv.dwg	
Piirtäjä TJS	Suunnittelija KKV	Projektinumero S02154-P009	Ark	
Pvm 28.3.2014	Vastuullinen suunnittelija	Nimen selvitys ja koulutus Kai-Kristian Vimpari, DI	Suunnittelu- ja piirustusnumero <b>LVI 2000 0</b>	Muutostunnus

00.32:  
KÄYTÄ

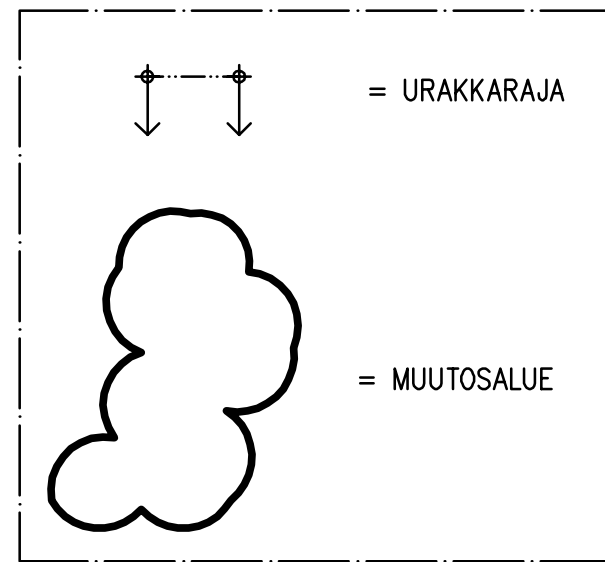
46.9

00.414 P  
PS+AUTOM+KV/VAR.

POT2+12x24



Tunn.	Muutos	Nimim.	Päiväys



**ALUSTAVA**

Kaupunginosa/kylä	Korttelinr.	Tonttinro	Viranomaisen merkintä	Ratu
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuslaji	Juoks. nro
SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA H-OSA			ILMANVAIHTO	
KONEHUOLLON H4TK:N UUSIMINEN HUHTALANTIE 53 60220 SEINÄJOKI			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			00. KERROS	1:50
Pääsuunnittelija			Hanketunnus	
Granlund Pohjanmaa Oy			CAD	..Kiinteistö\CAD\LV\Ilma\S02154_P009_00krs_mi.dwg
Tiedekatu 2 60320 Seinäjoki Puh. 010 759 2860			Ark	
Piirittäjä	Suunnittelija	Projekтинumero	Suunnitteluala ja piirustusnumero	
TJS	KKV	S02154_P009		
Pvm	Vastuullinen suunnittelija	Nimen selvennys ja koulutus	Muutostunnus	
28.3.2014		Kai-Kristian Vimpari, DI	<b>LVI 3000 0</b>	

Muistio

30.3.2015

**SEINÄJOEN KESKUSSAIRAALA, H-OSA****H00-TASON LVI-KONEHUOLLON TILOJEN UUDEN IV-KONEEN TOIMINTAKOE**

Aika	27.3.2015	
Paikka	LVI-konehuollon tilat	
Läsnä	Hannu Eerikäinen Marko Hori Janne Myllymäki	EPSHP Schneider Electric Oy Seinäjoen Ammattikorkeakoulu

**1. Yleistä**

Suoritimme uudelle tuloilmakoneelle toimintakokeen, jossa testattiin koneen säätökaavion toimintakuvauksen alla olevat toiminnot. Lisäksi tehtiin pistotarkastuksia yleisimpiin ongelmiin. Grafiikkakaaviot tarkastettiin urakoitsijan kannettavalta pc:ltä.

Toimintakoe aloitettiin 27.3 klo 11.30

**2. Tarkastuksessa havaitut puutteet**

- IV-koneen grafiikalla ei näy tilatietoa, joten grafiikalla oleva käyttötuntien määrää ei näy.
- LTO-järjestelmästä kuuluu lorinaa. putkistossa on luultavasti ilmaa. (PU)
- Koneen lähiympäristö on epäsiisti.
- Lämmitysputkistosta puuttuu eristeet. (PU)
- Jäähdytyspatterille on toimitettu venttiili, runko ja toimilaite, mikäli tulevaisuudessa halutaan kytkeä koneeseen jäähdytysominaisuus.
- IV-koneen tyypikilpi puuttuu
- Grafiikkaan tulee laittaa merkintä jäähdytyspatterin varauksesta. (AU)
- LTO:n hyötysuhteen mennessä hälytysrajan alle, ei hälytystä tule. (AU)



ILMAMÄÄRIEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Kohde H00-LVI konehuolto  
 Rakennus H00  
 Osoite SEKS

H/4TK/PK

Kenttätele 3, 61800 KAUAJOKI Puh. 06-231 3588  
 Tuottajantie 43, 60100 SEINÄJOKI Puh. 06-414 8331

Mittarit VELOCI Calc Plus / Am 300/600  
 Mittaaja Alnor siipipyöräanemometri thies F70  
 Päiväys Jarmo Höspölä / Janne Myllymäki  
24-25.4.2015

Rivi	Huone tai Tila	Tuloilma		l/s			paine Pa	Poistoilma		l/s		
		Venttiilityyppi	Koko	Suunniteltu	Mitattu	Asento		Venttiilityyppi	Koko	Suunniteltu	Mitattu	Asento
1	työnjohtajienhuone	4X	300x100		831 m <sup>3</sup> /h			4X kk-160			483 m <sup>3</sup> /h	
2	hieromak. huone	1X	300x100		216 m <sup>3</sup> /h			2xkk-160			108 m <sup>3</sup> /h	
3	ATK-huone	1X	150x100		50 m <sup>3</sup> /h			kk-160			50 m <sup>3</sup> /h	
4	tauko tila	3X	31x60		114 l/s			7xkk-160			111 l/s	
5	Instrum. korjaus	1X	400x160		252 m <sup>3</sup> /h			3xkk-160			252 m <sup>3</sup> /h	
6	Sairaala korjaus	400x150	400x200		749 m <sup>3</sup> /h			3xkk-160			110 m <sup>3</sup> /h	
7	metallityö	2X	400x150		626 m <sup>3</sup> /h			4xkk-160			353,5 m <sup>3</sup> /h	
8	pesuhuone	1X	300x100		129 m <sup>3</sup> /h			2xkk-200			95 m <sup>3</sup> /h	
9	varmosa varasto							1xkk-125			92 m <sup>3</sup> /h	
10	käytävä	TKA-200			215 m <sup>3</sup> /h							
11	Hitsaushuone							3xkk-200	1xkk-160		172 m <sup>3</sup> /h	
12	sähkökeskus							kk-125			5 m <sup>3</sup> /h	
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												

kokonaisilmamäärät:  
 tulo: 592 l/s  
 poisto: 550 l/s

## LIITE 9. Alnor siipipyöräänemometri



Alnor siipipyöräänemometri thies F70