

Paavo Koskivuori

**ILMASTOINNIN KÄYTÖN VAIKUTUS KOTKANTIEN
KAMPUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN**

ILMASTOINNIN KÄYTÖN VAIKUTUS KOTKANTIEN KAMPUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN

Paavo Koskivuori
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Talotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Paavo Koskivuori

Opinnäytetyön nimi: Ilmastoinnin käytön vaikutus Kotkantien kampuksen energiankulutukseen

Työn ohjaaja: Pirjo Kimari

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Kevät 2016 Sivumäärä: 30 + 34

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Oulun ammattikorkeakoulun Kotkantien kampuksen ilmastointikoneiden käyttöalueita ja laatia näiden pohjalta vaikutusaluekartta. Lisäksi selvitetään palo-osastojen välisiä paine-eroja. Selvityksistä saatavien tulosten oletetaan helpottavan jatkossa ilmastoinnista vastaavan henkilökunnan toimintaa säätö- ja ongelmatapauksissa. Palo-osastojen välisten paine-erojen osalta pyritään varmentamaan, etteivät ne aiheuta mikrobien siirtymistä rakenteista sisäilmaan, mikä voisi aiheuttaa terveyshaittoja tilojen käyttäjille. Työn toimeksiantaja on Oulun ammattikorkeakoulu.

Työ toteutettiin selvittämällä ensin ilmastointikoneiden vaikutusalueet automaatiojärjestelmän, haastattelujen ja LVI-piirrosten avulla ja laatimalla sen jälkeen vaikutusaluekartat Adobe Illustrator -ohjelmalla. Tämän lisäksi suoritettiin paine-eromittaukset ja laadittiin näistä oma karttansa.

Tutkimustietoa ilmastointikoneiden energiankulutuksesta liittyen löytyy runsaasti ja se tukee tämän työn tulosten tarpeellisuutta energiansäästömielessä. Aiheesta on tehty myös useita aiempia opinnäytetöitä, joita käytettiin lähteenä tässä työssä. Tärkeimpinä lähteinä työn toteuttamisen kannalta olivat ilmastoinnin automaatiojärjestelmä, kampuksen IV-piirrokset sekä Osekk-kiinteistöpalveluiden Tapio Kujanpään haastattelut.

Kartoitusten ja mittausten lopputuloksena saatuja karttoja voidaan käyttää apuna ilmastoinnin säätämisessä ja näin säästää energiankulutuksessa. Paine-eromittauksilla tiloista ei löytynyt merkittäviä palo-osastojen välisiä paine-eroja, mutta toteutettu paine-erokartta toimii hyvänä pohjana mahdollisille jatkotutkimuksille.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin ja lopputuloksena valmistuivat käyttökelpoiset vaikutusalue- ja paine-erokartat. Jatkotutkimuksena paine-ero voitaisiin mitata erilaisella mittalaitteistolla ja ilmastointikoneiden käyttöastetta eri vuorokauden aikoina voitaisiin mitata ja hyväksikäyttää optimoinnissa.

Asiasanat: Talotekniikka, paine-ero, ilmastointi, energiatehokkuus.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Building Services, HVAC-Engineering

Author: Paavo Koskivuori

Title of thesis: Effects of Ventilation on Energy Consumption at Kotkantie Campus

Supervisor: Pirjo Kimari

Term and year when the thesis was submitted: March 2016 Number of pages: 30 + 34

The object of this paper is to investigate the domains of the air handling units in the Oulu University of Applied science Kotkantie campus and create domain maps based on these investigations. On top of that, the differential pressure between fire partitions is to be measured and also visualized on a map. These maps are supposed to be helpful for the staff in charge of the adjustments on the air handling units. Differential pressure between fire partitions can enable microorganisms to get from the structures into the indoor air and hence cause health issues for the people in the premises. Client of this thesis is Oulu University of Applied Science.

The study was carried out by first clarifying the domain of the air handling units via air handling automatization system, interviews and HVAC drawings and then creating maps with Adobe Illustrator software. After this the differential pressures between fire partitions were measured and another map was created based on these results.

A number of studies about air handling energy consumption can be found and they support the need for this study in the sense of energy saving. Prior thesis have been made on the subject and they were a source for this study. The most important sources for carrying out this study were the automation system of the air handling, the HVAC drawings and interviews with Tapio Kujanpää from Osekk property maintenance.

The resulting maps can be utilized when adjusting the air handling system and hence save in energy consumption. Differential pressure measurements showed that there are no significant issues at present, but the maps are a good base for possible future studies on the subject. The goals for this study were met and the end result are air handling domain maps and differential pressure map that can be used by the staff responsible for the air handling units. Future study suggestion is to further investigate differential pressure by better measuring equipment and for the air handling optimization to gather and analyze data about air handling utilization rate on different times of day.

Keywords: ventilation, differential pressure, energy efficiency

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO.....	8
2 ILMANVAIHTOKONEIDEN KÄYTTÖAIKOJEN VAIKUTUS ENERGIAN KULUTUKSEEN JA PAINESUHTEISIIN	9
2.1 Tilojen alipaineen vaikutus mikrobiongelmiin.....	9
2.2 Ilmastoinnin käyttöaikojen vaikutus energiankulutukseen.....	13
3 KOTKANTIEN KAMPUKSEN ILMASTOINTI.....	16
3.1 Järjestelmän kuvaus.....	16
3.2 Ilmastointikoneiden vaikutusalueet	18
3.3 Ilmastointikoneiden käyttöajat.....	19
3.3.1 Tulo- ja poistoilmakoneiden käyntitilat.....	20
3.3.2 Hiilidioksidiohjaus	21
3.3.3 Lämpötilaohjaus	22
3.3.4 Aikaohjelmaohjaus	22
3.3.5 Huippumurien käyntitilat	23
3.4 Ilmastointikoneiden tilavuusilmavirrat	24
3.5 Paine-eromittaukset.....	25
4 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

LIITTEET 31

SANASTO

Aikaohjelmaikkuna	Tässä työssä tällä viitataan yksittäisen ilmastointikoneen aikaohjelmaikkunaan josta koneen käyntiajat ovat nähtävillä.
Huonesäätöikkuna	Tässä työssä tällä viitataan yksittäiseen säätöikkunaan Web-käyttöliittymässä josta käyttäjä näkee eri tilanhallintajärjestelmiin kuuluvat tilat sekä ilmavirta-asetukset ja mittaukset. Järjestelmä sisältää useita huonesäätöikkunoita.
Ims	Ilmamääräsäätö. Ilmastointikoneen IMS-järjestelmä sisältää säätöosan, mittausyksikön sekä toimilaitteen joka rajoittaa tuloilman haluttuun määrään. Toimii yhteistyössä automaatiojärjestelmän kanssa.
PPM	Parts-Per-Million. Hiilidioksidin mittayksikkö. X g CO ₂ / 1 kg huoneilmaa.
Pääikkuna	Tässä työssä tällä viitataan yksittäisen ilmastointikoneen pääikkunaan automaatiojärjestelmän Web-käyttöliittymässä. Järjestelmä sisältää useita pääikkunoita.
qv	Tilavuusilmavirta
Th	Tilanhallintajärjestelmä. Ouman- automaatiojärjestelmässä käytetty lyhennys kuvaamaan huoneryhmää, joka on saman IMS:n takana.

1 JOHDANTO

Oulun ammattikorkeakoulun Kotkantien kampuksen ilmastointijärjestelmä koostuu useasta eri ilmastointikoneesta. Näitä ilmastointikoneita hallitaan keskitetysti Gane Oy:n toimittamalla ja Ouman Oy:n kehittämällä automaatiojärjestelmällä. Kampuksen suuren koon ja oppilasmäärän vuoksi laitoksen ilmastoinnin käyttökustannukset ovat merkittävät.

Ongelmana käytössä olevassa automaatiojärjestelmässä on se, että kaikkien ilmastointikoneiden vaikutusalueita ei ole selkeästi ilmoitettu, ja osasta vaikutusalueetiedot puuttuvat kokonaan. Tämä hankaloittaa tilojen ylläpitohenkilökunnan toimintaa ilmastointia säädettäessä sekä mahdollisissa ongelmatapauksissa.

Tämän työn ensisijaisena tavoitteena on selkeyttää ilmastointikoneiden käyttöalueita laatimalla pohjakuvakartta, josta eri koneiden vaikutusalueet ovat helposti nähtävillä. Vaikutusaluekartta helpottaisi huomattavasti ilmastoinnista vastaavan henkilökunnan toimintaa säätö- ja ongelmatapauksissa.

Työn toisena tavoitteena on selvittää kampusalueen eri palo-osastojen välillä vallitsevat paine-erot ja selvittää mahdolliset ongelmakohdat. Näistä tutkimustuloksista laaditaan helposti luettava pohjakuvakartta. Työn tilaajana toimii Oulun ammattikorkeakoulu ja yhteyshenkilönä Oamk:n tilakoordinaattori Janne Rähä. Työn ohjauksesta vastaa yliopettaja Pirjo Kimari.

2 ILMANVAIHTOKONEIDEN KÄYTTÖAIKOJEN VAIKUTUS ENERGIAN KULUTUKSEEN JA PAINESUHTEISIIN

2.1 Tilojen alipaineen vaikutus mikrobiongelmiin

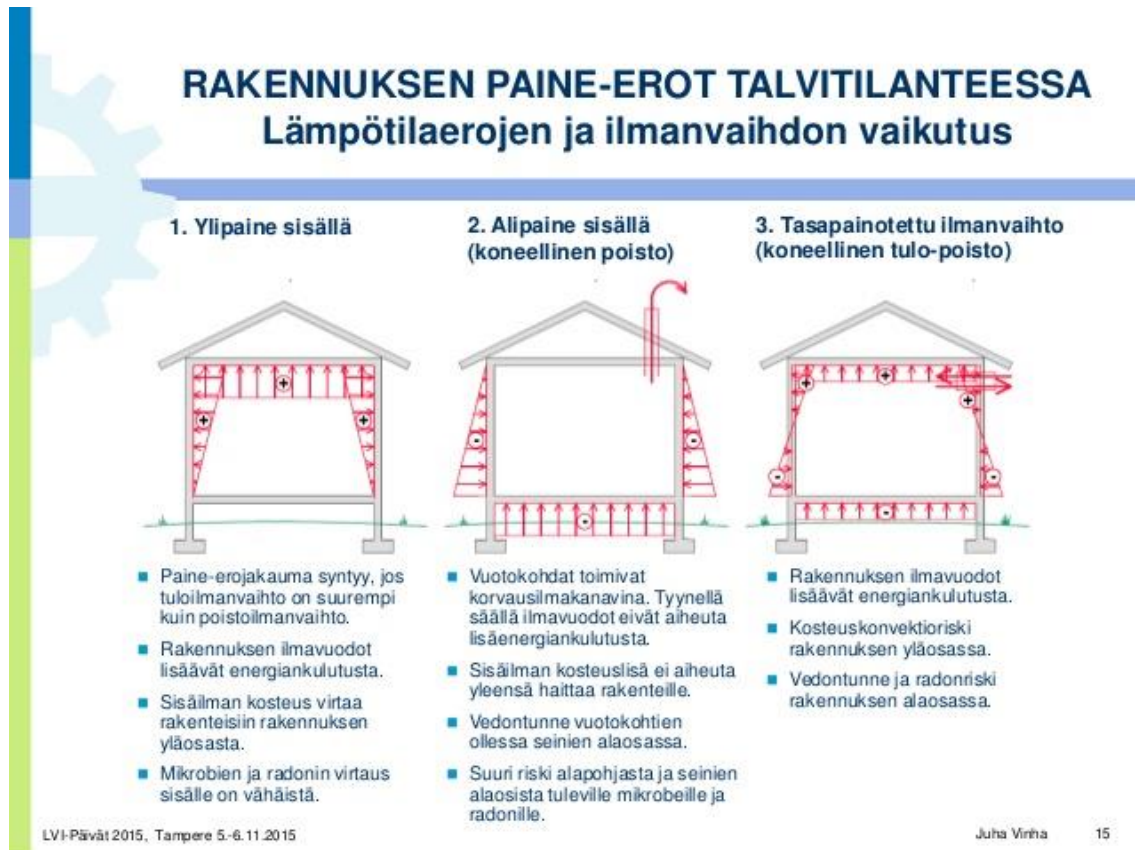
Suurissa laitoksissa, kuten Kotkantien Kampus, on yleensä useita ilmastointikoneita, joilla on kaikilla omat käyntiaikansa. Lisäksi tämän kokoluokan laitoksille on tyypillistä yksittäisten tilojen ilmamäärän säätäminen tarpeen mukaan. Vaihtelevat käyntiaikataulut ja ilmamäärien säätö tarpeen mukaan vaikeuttavat rakennusten sisäisten paine-erojen tutkimista pitkällä aikavälillä.

Ilmanvaihdon tarkoitus on tuoda puhdasta korvausilmaa rakennuksen käyttäjille, poistaa sisäilmasta epäpuhtauksia, kuten liiallista hiilidioksidia, sekä poistaa kosteutta ja liiallista lämpöä. Terveystieteissä määritellään raja-arvot pitoisuuksille. Sisäilma on terveystieteiden kriteerit täyttävää kun hiilidioksidipitoisuus on alle 2700 mg/m^3 (1 500 ppm). Ilmanvaihdon tarpeen suuruus määräytyy yleensä sen epäpuhtauden mukaan, jonka pitoisuuden alentamiseen tarvitaan eniten puhdasta ilmaa. (1, s. 22)

Terveystieteissä määritellyt minimiarvoja ei kuitenkaan tulisi käyttää suunnitteluarvona, koska tutkimusten mukaan hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 1200 ppm arvon huoneilma saattaa tuntua tunkkaiselta. Jotta päästäisiin edellä mainittuun hiilidioksidipitoisuuteen alle 2700 mg/m^3 , ulkoilmavirran tulisi olla noin 4 l/s henkilöä kohden. Yleensä suunnitteluarvona käytetäänkin 6 l/s henkilöä kohden paremman sisäilman saavuttamiseksi. (2.)

Usein rakennukset suunnitellaan ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi. Tällä pyritään välttämään kosteuskonvektion aiheuttamilta vaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Rakennus ei saa kuitenkaan olla liian alipaineinen, koska tämä voi aiheuttaa sen, että rakenteissa olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmavirtojen mukana sisäilmaan.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (myöh. RakMK) osassa D2 määritetään ulkovaipan ylittävän paine-eron rajaksi 30 Pa. Suunnitteluarvona käytetään yleensä kuitenkin arvoa 2...5 Pa. (3, s. 10) Kuvassa 1 havainnollistetaan rakennuksessa vaikuttavia paine-eroja talvitilanteessa.



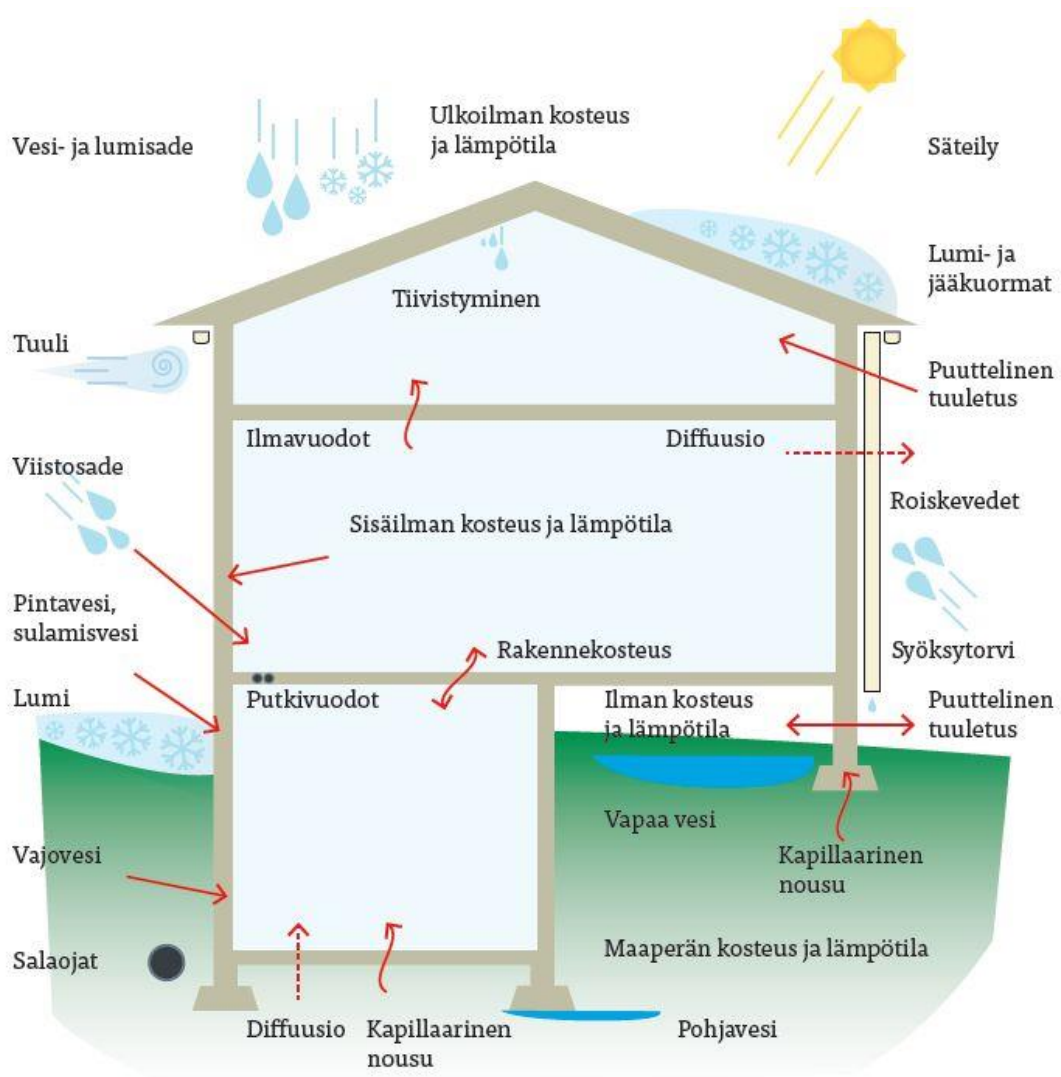
KUVA 1. Rakennukset paine-erot talvitilanteessa (12)

Rakennuksen ilmastointijärjestelmän aiheuttamat huonetilojen väliset painesuhteet on suunniteltava siten, että ilma virtaa puhtaammista tiloista sellaisiin tiloihin, joissa syntyy runsaammin epäpuhtauksia. Paineet eivät saa aiheuttaa rakenteisiin pitkäaikaista kosteusrasitusta. (3.)

Tärkein tekijä koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamissa painesuhhteissa on tulo- ja poistoilmamäärien tasapainotus. Sekä ulkoilman ja sisäilman välisen että huonetilojen välistenkin paine-erojen tasapainottaminen oikealle tasolle on kuitenkin varsinkin isoissa laitoksissa ongelmallista useasta syystä. Kuten edellä mainittiin, rakennus ei saa olla liian alipaineinen, jotta ra-

kenteissa olevat epäpuhtaudet eivät kulkeudu ilmavirtojen mukana sisäilmaan. Tilojen liiallinen alipaineisuus on kuitenkin riskinä varsinkin yöaikaan, jolloin tyyppillisesti tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet ajetaan vähintään minimitehoille ja ilmanvaihto hoidetaan huippuimureilla. Tällöin rakennuksen ja ulkoilman välinen paine-ero tai huonetilojen väliset paine-erot saattavat nousta riittävälle tasolle rakenteitten epäpuhtauksien kulkeutumiselle sisäilmaan. (4.)

Homeen mikrobien kasvualustana toimivat niin orgaaniset kuin ei-orgaanisetkin materiaalit. Orgaanisissa materiaaleissa kasvu on kuitenkin nopeampaa. (5.) Merkittävin tekijä mikrobikasvun alkamiselle on rakenteiden kosteus, jonka mahdollisia lähteitä on esitelty kuvassa 2. Lyhytaikainen altistuminen kosteudelle (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) ei yleensä aiheuta ongelmia, mutta pidempiaikainen altistus käynnistää mikrobikasvun jos muut edellytykset, kuten oikea lämpötila ja ravinto kyseessä olevalle mikrobilajistolle täyttyvät.



KUVA 2 Rakennuksen mahdolliset kosteustlähteet (13)

Jos ilman suhteellinen kosteus pysyy alle 30 %:n, mikrobit eivät kasva. Jos taas kosteusprosentti pysyy pidempää aikoja yli 70 %:n, on mikrobikasvu todennäköistä. Kosteusprosentit ovat mikrobikohtaisia, joten edellä mainittuja kosteusprosentteja voidaan pitää enemmänkin suuntaa antavina kuin absoluuttisina määrinä.

Mikrobit voivat kasvaa vaikka rakenteissa ei olisi käytettykään merkittävästi or-

gaanisia materiaaleja, kuten puuta, jota mikrobit voisivat käyttää ravinnoksi. Tämä johtuu siitä että useimmille lajeille ravinnoksi riittää huonepöly.

Kasvualustan happamuudesta tiedetään, että homesienet ja aktinobakteerit kasvavat laajalla pH-alueella 1.4 ... 10. Vaikka joillakin materiaaleilla kuten betonilla pH-arvot ovat välillä 12 ... 14, voivat mikrobit kasvaa sellaisellakin pinnalla mikäli muut olosuhdevaatimukset täyttyvät. Mikrobit ovat myös hyvin sopeutuvaisia eri lämpötiloihin. Jotkut mikrobit voivat kasvaa korkeissa (+50 °C) tai matalissa (−5 °C) lämpötiloissa. Useimmat homesienilajistot kasvavat lämpötila-alueella +5...35 °C. Ilman liikkeellä on suuri merkitys niin huonetilojen kuin rakenteidenkin mikrobikasvuun. Ilmavirtaukset rajoittavat mikrobikasvua. (6.)

2.2 Ilmastoinnin käyttöaikojen vaikutus energiankulutukseen

Ilmastoinnin ja sen käytön suunnittelu on kompromissin hakemista energiankulutuksen optimoinnin ja mahdollisimman hyvän sisäilmatason välillä. Ilmastoinnin energiankulutuksen optimoinnilla tarkoitetaan sitä, että käytetään pienimpiä mahdollisia RakMK:ssa sallittuja ilmamääriä. Kuvan 3 taulukossa on esiteltynä oppilaitoksille annettuja ohjeistuksia koskien muun muassa minimi-ilmavirtoja.

Taulukko 3. Oppilaitokset #1

Tila/käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilmavirta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilmavirta (dm ³ /s)/m ²	Äänitaso L _{A,eq,T} /L _{A,max} dB	Ilman nopeus talvi/kesä m/s	Huom!
Opetustilat	6	3		33/38*	0,20/0,30	#4, *C1 ohje
Käytävät/Aulat		4		38/43		#2
Liikuntasali:						#3
– liikuntasalikäyttö		2		38/43	0,30	
– juhlasalikäyttö		6		33/38	0,25	
Luentosali	8	6		33/38	0,20/0,30	#4
Ryhmätyötila	8	4		33/38	0,20/0,30	#4
Ruokala	6	5		33/38	0,25	
Varastot			0,35			#5

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaativimman käytön mukaisesti, oltava ohjattavissa tarpeen mukaan eri käyttötilanteisiin.

#4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

#5 Voi käyttää siirtoilmaa

KUVA 3. Vähimmäisilmavirrat Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D2 (3)

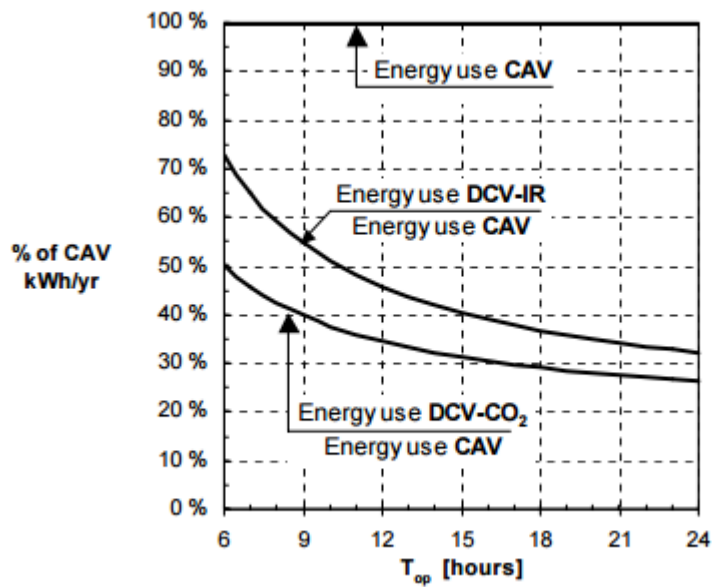
Ilmastoinnin kuluttamaa energiaa ei kannata säästää ensisijaisesti sisäilmaston kustannuksella, vaan ohjaamalla ilmaa oikeaan aikaan ja paikkaan tarpeen mukaan. Tällä tavoin tehtävässä energian säästössä voidaan yhdistää useita eri ratkaisuja energian säästämiseksi. Esimerkiksi oppilaitoksissa, joissa tyypillisesti on tiedossa lukujärjestyksien mukaiset ajat, jolloin laitoksessa on oppilaita, voidaan ilmastointi käynnistää aamulla oikeaan aikaan ja sammuttaa iltapäivällä. Tällaista aikaohjaukseen perustuvaa ilmanvaihtotapaa kutsutaan *vakioilmavirtailmanvaihdoksi* (Constant Air Volume Ventilation, CAV). Tämä on tyypillisesti kaksiportainen järjestelmä jossa ilmavirralla on minimi- ja maksimiarvot, joita vaihdetaan ajankohdan mukaan. Pelkän CAV-ilmanvaihtojärjestelmän käyttö voi kuitenkin johtaa turhiin energiakustannuksiin tiloissa, joissa kuormitus eli käyttäjämäärät vaihtelevat paljon. (7.)

Aikaohjaukseen perustuvan ilmastoinnin energiankulutusta voidaan tehostaa vielä pidemmälle tarkkailemalla ilmanvaihdon tarvetta tiloissa, esimerkkinä koululuokka, jolle on asetettu aikaohjelman mukaisesti ilmanvaihtoteho tiettyinä aikoina. Jos luokassa onkin enemmän oppilaita kuin on laskettu, hiilidioksidimäärä luokassa nousee ja ilmastointia tehostetaan. Jos taas luokassa ei ole niin paljoa oppilaita, ajetaan ilmastoinnin tehoa pienemmälle.

Tämä tarkastelu voidaan tehdä esimerkiksi edellä mainittuun CO₂-pitoisuuteen, lämpötilaan tai läsnäoloantureihin perustuen. Tämän kaltaisia ilmastointijärjestelmiä kutsutaan *tarpeenmukaisiksi ilmanvaihtojärjestelmiksi* (Demand Controlled Ventilation, DCV). Koska tämän kaltaisessa ilmastoinnissa energiaa kulutetaan vain silloin kun siihen on mitatusti tarvetta, säästetään tällä tavoin sekä suoraan ilmastoinnin tarvitsemää sähkö/lämmitysenergiaa, että lämmityksen kuluissa. Säästö on suoraan verrannollinen siihen kuinka suuret kuormitusvaihtelut ilmastoidussa tilassa ovat. (7.)

Eri tutkimuksissa on selvitetty, että tarpeenmukainen ilmanvaihto hiilidioksidimitaukseen perustuen voi säästää noin 50–75 % ilmastointikuluissa verrattuna vakioilmavirtailmanvaihtojärjestelmään, jota käytetään maksimiteholla. Kuvassa

4 on esitetty tarpeenmukaisten ilmanvaihtotapojen prosentuaalinen osuus suhteessa täydellä teholla käyvään vakioilmavirtailmanvaihtoon ajan funktiona. DCV-IR-funktio kuvaa läsnäolotunnistimella toteutettua ratkaisua, kun taas DCV-CO₂ hiilidioksidimittaukseen perustuvaa ratkaisua. (8.)



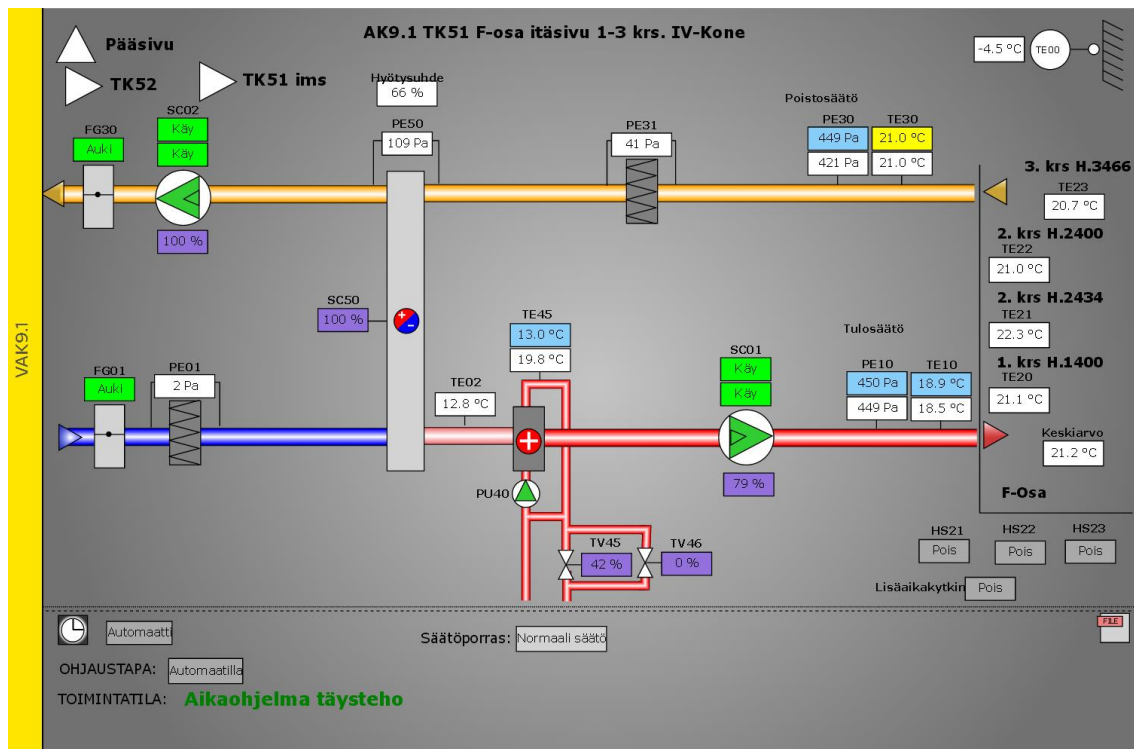
KUVA 4. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon prosentuaaliset osuudet suhteessa vakioilmavirtavaihtoiseen järjestelmään ajan funktiona (8)

3 KOTKANTIEN KAMPUKSEN ILMASTOINTI

3.1 Järjestelmän kuvaus

Oulun ammattikorkeakoulun Kotkantien kampuksen ilmastointijärjestelmä koostuu 29 erillisestä tulo- ja poisto-ilmastointikoneesta. Ilmastointikoneista suurinta osaa hallitaan keskitetysti automaatiojärjestelmän avulla. Automaatiojärjestelmän on toimittanut Gane Oy ja kehittänyt Ouman Oy. Kampuksen ilmastointikoneista neljä ei kuulu automaatio-ohjauksen piiriin, vaan näitä koneita ohjataan manuaalisesti tarpeen mukaan. Automaatiojärjestelmä mahdollistaa kaikkien automaation piirissä olevien koneiden ohjauksen ja valvomisen Web-pohjaisen käyttöliittymän avulla.

Järjestelmän web-käyttöliittymässä jokaisella järjestelmän ilmastointikoneella on oma pääikkunansa. Kuvassa 5 on ilmastointikoneen TK51 pääikkuna.



KUVA 5. Ilmastointikone TK 51 pääikkuna

Pääikkunassa on nähtävillä koneen sisältämät oleelliset komponentit (kuvassa koneen TK51 sulkupellit, suodattimet, lämmöntalteenotto, lämmityspatteri, tulo-

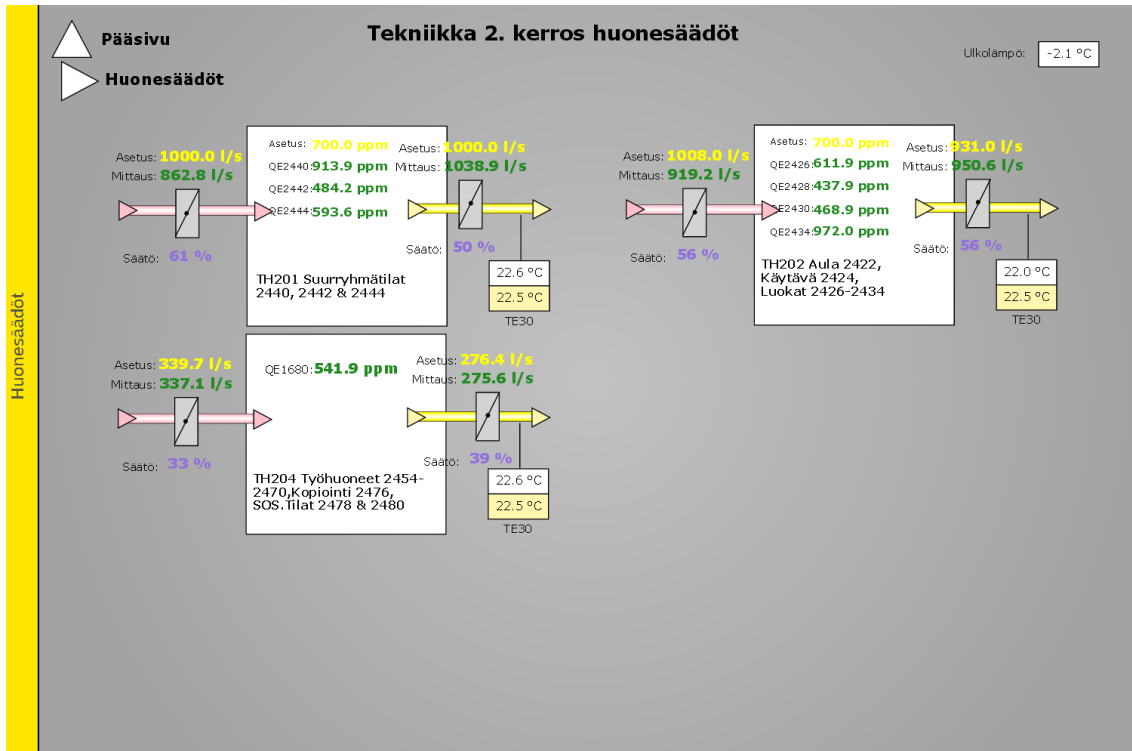
ja poistoilmavirtaukseen), kanavapaineet, lämpötilat ja osa koneen palvelemista alueista. Pääikkunassa olevien komponenttien yhteydessä valkoisella pohjalla olevat arvot indikoivat mitattuja arvoja, kun taas keltaisella tai sinisellä pohjalla olevat arvot ovat senhetkisiä asetusarvoja. Näitä asetusarvoja kohti järjestelmä yrittää suurentaa, kuten painetta tai lämpötilaa, ajaa sille annettujen minimi- ja maksimiarvojen rajoissa. Järjestelmän tavoittelema asetusarvo riippuu ilmastointikoneelle asetetusta ohjaustavasta, joka voi olla joko huonelämpötila, hiilidioksidipitoisuus, aikaohjelma tai näiden kaikkien yhdistelmä. Ohjaustapaa käsitellään tarkemmin luvussa 3.3. Pääikkunan muiden linkkien kautta käyttäjä pääsee tarkastelemaan mm. koneen käyntitilatietoja ja käyttöaikoja sisältäviä aikaohjelmaikkunoita. Aikaohjelmaikkunoita käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.

Toinen tämän työn oleellinen näkymätyyppi käyttöliittymässä on ns. *huonesäätöikkunat*, joista IMS-ilmastointikoneiden tulo- ja poistoilmavirtasäätö tapahtuu. IMS-käyttöisten ilmastointikoneiden vaikutusalueet ovat jaoteltuina eri *tilanhallintajärjestelmiin* eli *huoneryhmiin*. Kullekin tilanhallintajärjestelmälle on määritetty minimi- ja maksimi-ilmavirrat, joiden rajoissa ilmavirtamäärää säädellään kunkin ajanhetken tarpeen mukaan. Automaatiojärjestelmässä näistä tilanhallintajärjestelmistä käytetään lyhennettä *TH*.

Kuvassa 6 on esimerkki IMS-ilmastointikoneiden huonesäätöikkunasta. Huonesäätöikkunassa on nähtävissä käyttäjälle oleellisia tietoja kuten säädettävän TH:n numero, sen palvelemat huonetilat sekä tulo- ja poistoilmavirtojen senhetkiset asetus- ja mitta-arvot. Kaikissa huonesäätöikkunoissa huonetiloja ei kuitenkaan ole listattuna, vaan ne täytyy selvittää erillisestä ikkunasta, jossa kaikki TH:t ovat listattuna. Huonesäätöikkunoissa on nähtävillä myös TH:n ohjaustapa. Kaikille IMS-ilmastointikoneille on asetettu vähintään lämpötilaraja, mutta osalle myös hiilidioksidin ppm-raja. Hiilidioksidi on aina primäärinen ohjaustapa ilmavirran säädössä. Ohjaustapaa käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.

Mikäli jossain TH:n sisältämässä huoneessa on asennettuna hiilidioksidi-anturi, käyttäjä voi nähdä huonesäätöikkunasta mitatun hiilidioksidipitoisuuden, vaikei

sille olisi raja-arvoja asetettukaan. Lisäksi huonesäätöikkunassa on aina nähtävillä IMS-pellin aukenema prosentteina kyseisenä ajanhetkenä.



KUVA 6. Automaatiojärjestelmän huonesäätöikkuna

Automaatiojärjestelmän varsinainen fyysinen toteutus pohjautuu Ouman Oy:n Ouflex-laitteen vapaasti ohjelmoitaviin valvonta-, ohjaus- ja säätölaitteisiin.

3.2 Ilmastointikoneiden vaikutusalueet

Ilmastointikoneiden vaikutusalueiden selvittäminen aloitettiin automaatiojärjestelmän web-käyttöliittymän tietojen kartoituksella, jossa selvitettiin jokaisen koneen yhteydessä ilmoitetut vaikutusalueet. Muiden kuin IMS-käyttöisten ilmastointikoneiden vaikutusalueiden selvittäminen osoittautui ongelmalliseksi. Tämä johtuu siitä, että automaatiojärjestelmän käyttöliittymään ei ollut kirjattu tarkkoja listauksia näiden koneiden palvelemista tiloista.

Lopputuloksena kartoituksesta selvisi, että käyttöliittymästä ei ollut saatavilla kummankaan konetyypin, IMS tai ei-IMS, tilatietoja yksiselitteisesti huonenumere-

roittain. Tästä syystä puuttuvia tiloja jouduttiin selvittämään sekä haastattelujen että Kotkantien LVI-piirrosten avulla. (9, 10.)

Saadun tilatiedon perusteella aloitettiin vaikutusaluekarttojen tekeminen Kotkantien kampuksen pohjapiirrosten päälle. Koska pohjat olivat saatavilla vain PDF-muodossa, tehtiin varsinainen piirrosten editointi Adobe Systemsin Adobe Illustrator -ohjelmalla hyvän näyttötarkkuuden säilyttämiseksi. Luodut vaikutusaluekartat sisältävät Kotkantien kampuksen kerrokset 1–3 sekä kellarikerroksen. Vaikutusaluekartoissa ilmastointikoneiden vaikutusalueet ovat värikoodatuina (liitteet 1 - 4). Vaikutusaluekarttojen tiedot löytyvät myös taulukkoon koottuna yhdessä käyttöaikatietojen ja ilmavirtatietojen kanssa (liite 5).

3.3 Ilmastointikoneiden käyttöajat

Ilmastointikoneiden käyttöajat selvitettiin tutkimalla kaikki automaatiojärjestelmän käyttöliittymän ilmastointikoneiden aikaohjelmaikkunat. Kuvassa 7 on ilmastointikoneen TK57 aikaohjelmaikkuna. Näkymässä voidaan tarkastella minä ajanhetkinä yksittäisen ilmastointikone on täys- ja milloin osateholla. Käyttöaikatiedot löytyvät taulukkoon koottuna yhdessä ilmavirtatietojen kanssa (liite 5).

Viikko-ohjelma: Aikaohjelma

Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su	Aika	Tila
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	06:00	Täysteho
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21:20	Osateho

Lisää uusi

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ma	Osateho					Täysteho																Osateho		
Ti	Osateho					Täysteho																Osateho		
Ke	Osateho					Täysteho																Osateho		
To	Osateho					Täysteho																Osateho		
Pe	Osateho					Täysteho																Osateho		
La	Osateho																							
Su	Osateho																							

Kuva 7. Ilmastointikoneen TK57 aikaohjelmaikkuna

3.3.1 Tulo- ja poistoilmakoneiden käyntitilat

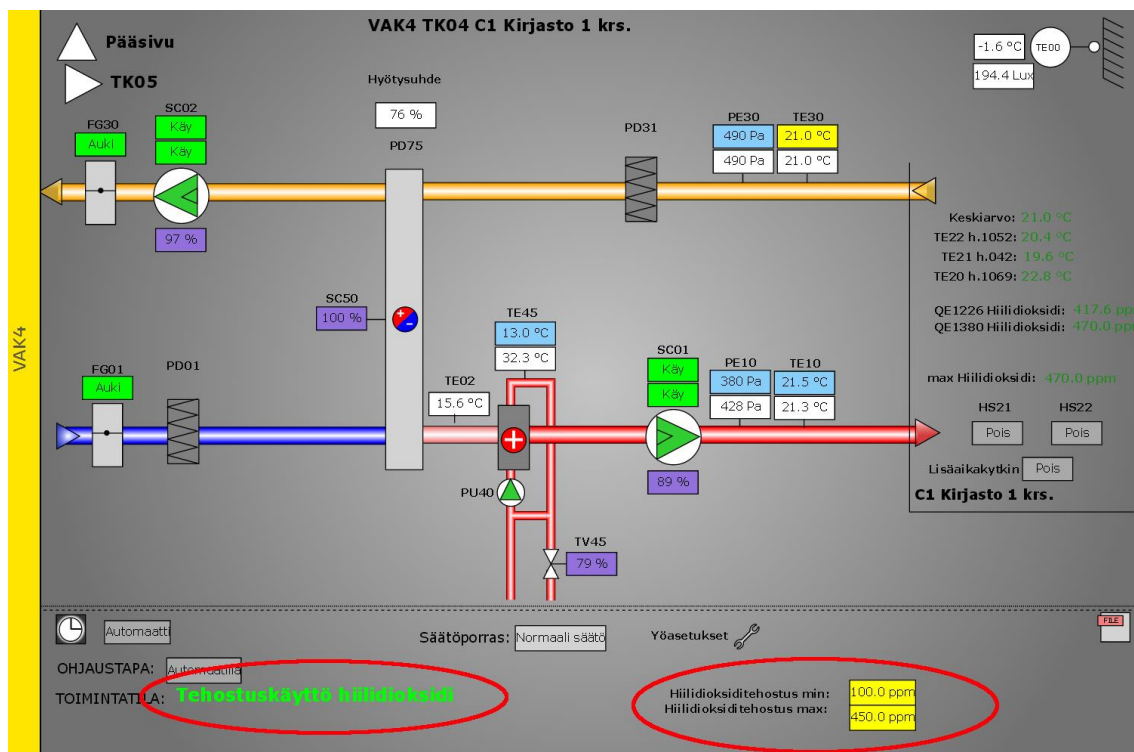
Aikaohjelmaikkunoissa on mahdollisuus valita jokaiselle viikonpäivälle ja kellonajalle konetyypistä riippuen oma *käyntitila*. Tulo- ja poistoilmakoneiden neljänä käyttäjälle valittavana käyntitilana ovat TÄYSTEHO, OSATEHO, YÖTUULETUS ja SEIS. Tämän lisäksi muita tiloja ovat hiilidioksidi-käyttötehostustilat, mutta järjestelmä käynnistää ne automaattisesti tarvittaessa.

Kuten edellä mainittiin, jokaiselle IMS-ilmastointikoneen TH:lle on asetettu minimi- ja maksimiarvot tulo- ja poistoilmavirroille. Muille kuin IMS-ilmastointikoneille ilmavirran raja-arvoja ei ole voitu määrittää, mutta niille on määritetty ilmastointikoneen pääikkunassa tulo- ja poistoilmakanavien painerajat. Käyntitilan muuttuessa IMS-ilmastointikoneiden tapauksessa säädetään siis suoraan tulo- ja poistoilmavirtaa, kun taas muiden ilmastointikoneiden tapauksessa säädetään tulo- ja poistokanavapaineita.

Kaikkien käyntitilojen säätö pohjautuu joko hiilidioksidi- tai lämpötilaohjaukseen jos CO₂ tai lämpötilan raja-arvo on määritetty käyttöliittymässä ilmastointikoneelle tai pelkälle TH:lle. Jos kumpaakaan raja-arvoa ei ole määritetty, säätö pohjautuu pelkälle aikaohjelmalle.

3.3.2 Hiilidioksidiohjaus

Hiilidioksidiohjaus on aina prioriteetiltään ensimmäisenä. Tämä tarkoittaa sitä, että jos jollekin ilmastointikoneelle tai TH:lle asetettu hiilidioksidiraja ylittyy, tämä ohittaa lämpötilaohjauksen ja aikaohjauksen riippumatta siitä, mihin tilaan kone kyseisenä ajanhetkenä aikaohjelmassa on kytkettynä. Hiilidioksidiohjausta totelevien koneiden pääikkunassa on nähtävillä hiilidioksiditehostuksen minimi- ja maksimirajat. Jos maksimiraja ylittyy, käynnistetään hiilidioksidikäyttötehostuskäyntitila, jossa pyritään mahdollisimman nopeasti poistamaan ylimääräinen hiilidioksidi huoneilmasta. Kuvassa 8 on kuvattu ilmastointikone TK04 jolla hiilidioksiditehostuksen maksimiarvo on ylittynyt ja hiilidioksidikäyttötehostustila on käynnistetty.



KUVA 8. TK04 Hiilidioksidikäyttötehostustila

IMS-ilmastointikoneiden tapauksessa hiilidioksidikäyttötehostustila tarkoittaa ilmavirran säätämistä maksimiarvoon. Muiden kuin IMS-ilmastointikoneiden tapauksessa tämä tapahtuu nostamalla kanavapainetta maksimiarvoon. Hiilidioksitehostuskäyttö lopetetaan, kun hiilidioksitehostuksen minimiraja alitetaan. Hiilidioksidipitoisuuksien pysyessä sallittujen raja-arvojen alla käytetään aikaohjelman mukaisia ilmavirta- ja painearvoja.

Hiilidioksidiohjauksen yhteydessä on huomattava, että CO₂-rajan ylittyminen jo pelkästään siinä huoneessa missä mittaava sensori on, riittää käynnistämään hiilidioksitehostuksen koko TH:n alueelle kampuksen ilmastointikanavointiratkaisuista johtuen. (9.)

3.3.3 Lämpötilaohjaus

Lämpötilaohjaus toimii samalla logiikalla kuin hiilidioksidiohjaus, mutta se on prioriteetissä alempana, eli hiilidioksidirajan ylittäminen ohittaa lämpötilaohjauksen, vaikka huoneen lämpötila olisikin sille määritetyn raja-arvon alle. Lämpötilaohjaus ei myöskään ohita aikaohjelman SEIS-tilaa, eli se ei käynnistä sammuttua ilmastointikonetta. (9.)

3.3.4 Aikaohjelmaohjaus

Jos ilmastointikoneeseen tai sen yksittäiseen TH:ään ei liity CO₂- tai lämpötilaohjausta tai kyseiset arvot ovat alle sallittujen raja-arvojen, ohjataan ilmavirtoja ja paineita pelkän aikaohjelman perusteella. Taulukossa 1 on esitetty eri käyntilat ja niiden toimintalogiikka.

TAULUKKO 1. Tulo- ja poistoilmakoneiden aikaohjelmien käyntitilat

Käyntitila	Toimintalogiikka
TÄYSTEHO	q_v / p säädetään maksimiarvoonsa
OSATEHO	q_v / p säädetään minimiarvoonsa
YÖTUULE- TUS	q_v / p säädetään minimiarvoonsa -> Tämä tullaan korvaamaan OSATEHO:lla
SEIS	Kone sammutetaan

3.3.5 Huippuimurien käyntitilat

Huippuimureita ohjataan joko manuaalisesti tai sille asetetun aikaohjelman mukaan. Huippuimureille ei ole asetettu ilmavirta- tai painerajoja. Huippuimurien aikaohjelmaikkunan rakenne on samanlainen kuin tulo- ja poistoilmakoneiden, mutta asetettavat käyntitilat eivät ole samoja. Taulukossa 2 on esitetty huippuimurien eri käyntitilat ja niiden toimintalogiikka.

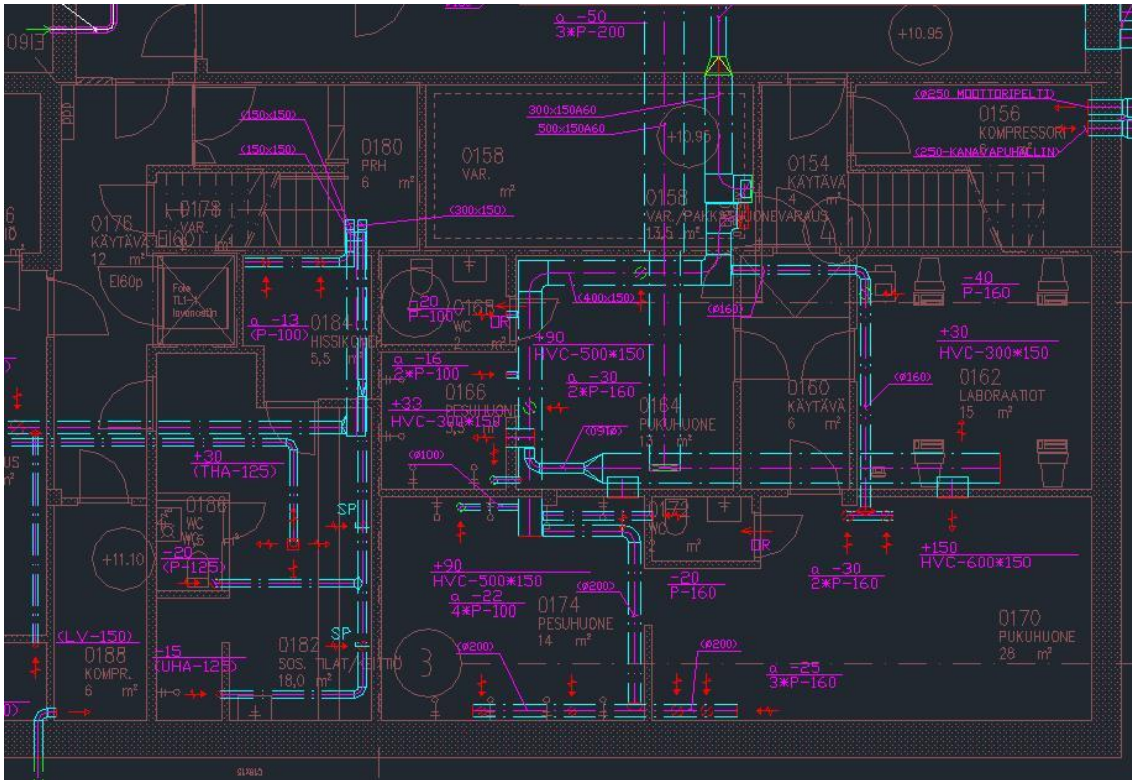
TAULUKKO 2. Huippuimureiden aikaohjelmien käyntitilat

Käyntitila	Toimintalogiikka
NOPEA	2-nopeushuippuimurin nopeus 2/2
HIDAS	2-nopeushuippuimurin nopeus 1/2
KÄY	huippuimurin nopeus 1/1
SEIS	huippuimuri seis

3.4 Ilmastointikoneiden tilavuusilmavirrat

Kotkantien kampuksen ilmastointikoneiden tilavuusilmavirtoja jouduttiin selvittämään useasta eri lähteestä. IMS-ilmastointikoneiden ilmavirrat selvitettiin automaatiojärjestelmän käyttöliittymän huonesäätöikkunoista, joissa ilmavirroille on asetettu minimi- ja maksimirajat, joiden rajoissa niiden säätö tapahtuu kunkin ilmastointikoneen ohjaustavan mukaan.

Kuten aikaisemmin mainittiin, muille kuin IMS-ilmastointikoneille ei ilmavirtojen raja-arvoja ole voitu määrittää, vaan niiden ohjaus perustuu tulo- ja poistoilmakanavien paineiden mittaukseen ja säätöön. Näiden koneiden ilmavirtoja ei siis voitu selvittää automaatiojärjestelmän kautta, vaan niiden selvittämisessä jouduttiin käymään läpi rakennuksen IV-piirroksia (kuva 9). Näistä Autocad MagiCad -piirroksista etsittiin kaikkien ilmastointipääte-elimien mitoitusilmavirrat kerroksittain. Mitoitusilmavirrat laskettiin yhteen konekohtaisesti ottaen tarvittaessa huomioon piirroksiin merkityt sulkupellit ja niiden säätöarvot. Ilmavirtatiedot löytyvät taulukkoon koottuna yhdessä käyttöaikatietojen kanssa (liite 5).



KUVA 9. Esimerkki Kotkantien kampuksen IV-piirroksesta

3.5 Paine-eromittaukset

Kotkantien kampuksen palo-osastojen välisten paine-erojen selvittäminen aloitettiin kartoittamalla palo-osastojen rajat kerroskohtaisesti. Mittausten ajankohdaksi valittiin aikaväli 14.00 – 16.00, koska tähän aikaan suurinta osaa koneista käytetään täysteholla, mutta laitoksessa paikalla olevien oppilaitten määrä on hieman pienempi kuin aamupäivällä ja näin ollen mahdollisesti vilkkaimpien tilojen välisten paine-erojen mittaamisen.

Mittausvälineenä käytettiin VelociCalc TSI 9555 -monitoimimittaria. Käytetyn mittarin ilmoitettu mittaustarkkuus paine-eroa mitattaessa on Tarkkuus: $\pm 1\%$ lukemasta ± 0.005 in. H₂O (± 1 Pa, ± 0.01 mm Hg). (11.) Mittausajaksi asetettiin 20 sekuntia mittarin asetuksista. Kuvassa 10 on mittauksissa käytetty VelociCalc TSI 9555.



KUVA 10. Mittauksissa käytetty VelociCalc TSI (11)

Kaikki suoritettavat mittaukset toteutettiin seuraavan käytännön mukaan.

1. Mittariin liitetty ohut metalliputki asetettiin palo-oven ja karmin väliin.
2. Varmistettiin että palo-osaston mahdolliset muut palo-ovet olivat suljettuna.
3. Odotettiin että mittarilla näkyvä paine-erovaihtelu tasaantui, minkä jälkeen käynnistettiin varsinainen mittaus. Tämä vaihe jouduttiin toistamaan joissakin tiloissa, kuten käytävillä, useamman kerran tilojen käyttäjistä johtuen.

Suurin ongelma tämän kokoluokan laitoksen palo-osastojen välisten paine-erojen selvityksessä on laitoksen useiden ilmastointikoneiden vaihtelevat käyttäjät ja prioriteetit – ilmastointikoneet käyvät eri tehoilla eri aikoina, ja osassa

tiloissa tätä ohjataan hiilidioksidikuorman perusteella. Tämän lisäksi kampuksen käyttöaikaan tehtäviä mittauksia hankaloittaa laitoksen korkea käyttöaste, jonka vuoksi tilojen paineistumiselle ei kaikissa tapauksissa löydy aikaa. Tämän vuoksi näitä tuloksia voidaan pitää korkeintaan suuntaa antavina, ja mahdollisten todellisten paine-eroista johtuvien ongelmakohtien löytäminen vaatisi laajemman tutkimuksen aiheesta.

Mittauksissa ei paljastunut jatkoselvityksiä vaativia paine-eroja. Ongelmiin viitaisi kuitenkin esimerkiksi F-siiven palo-osaston rajan repeämä. Tämä vaatisi lisätutkimuksia, koska tässä tutkimuksessa käytetyllä laitteistolla ei pystytä luotettavasti varmentamaan painetasoja repeämän ylä- ja alapuolisten kerrosten välillä. Paine-eromittausten tarkemmat tulokset löytyvät rakennuksen pohjakuviin liitettynä (liite 6).

4 YHTEENVETO

Ilmastointi on suuri kustannuserä isoissa laitoksissa. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa merkittävästi oikeilla säädöillä. Kotkantien ilmastointijärjestelmän energiankulutuksesta ei ollut saatavilla pitkän aikavälin mittauksia, joten tarkempaa analyysiä koneitten aikaohjelmien optimoinnista ei voitu tehdä tämän työn puitteissa.

Ilmastointikoneiden vaikutusalueet ovat tärkeää tietoa ilmastointikoneita säädetäessä. Lähtötilanteessa Kotkantien kampuksen ilmastointikoneiden vaikutusalueita ei ollut kootusti nähtävillä missään yhdessä järjestelmässä tai dokumentissa, vaan ne piti selvittää automaatiojärjestelmästä, LVI-piirrustuksista ja haastatteluiden perusteella. Tämä hankaloitti ilmastoinnista vastaavien henkilöiden toimintaa ilmastointia koskevissa säätö- ja ongelmatapauksissa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ilmastointikoneiden vaikutusalueet sekä mitata palo-osastojen väliset paine-erot ja muodostaa näiden perusteella pohjapiirrosten päälle selkeät kartat, joissa nämä tiedot löytyvät visuaalisesti jäseneltynä. Opinnäytetyön lopputuloksena saadut kartat auttavat jatkossa henkilökuntaa siinä, että tieto on helposti ja selkeästi nähtävillä yhdessä dokumentissa. Ilmastointikoneiden vaikutusaluekarttoja voidaan käyttää hyväksi ilmastointikoneiden säädöissä ja käytön optimoinnissa. Paine-erokartoista nähdään, että mitään suurempia ongelmia ei tällä hetkellä ole.

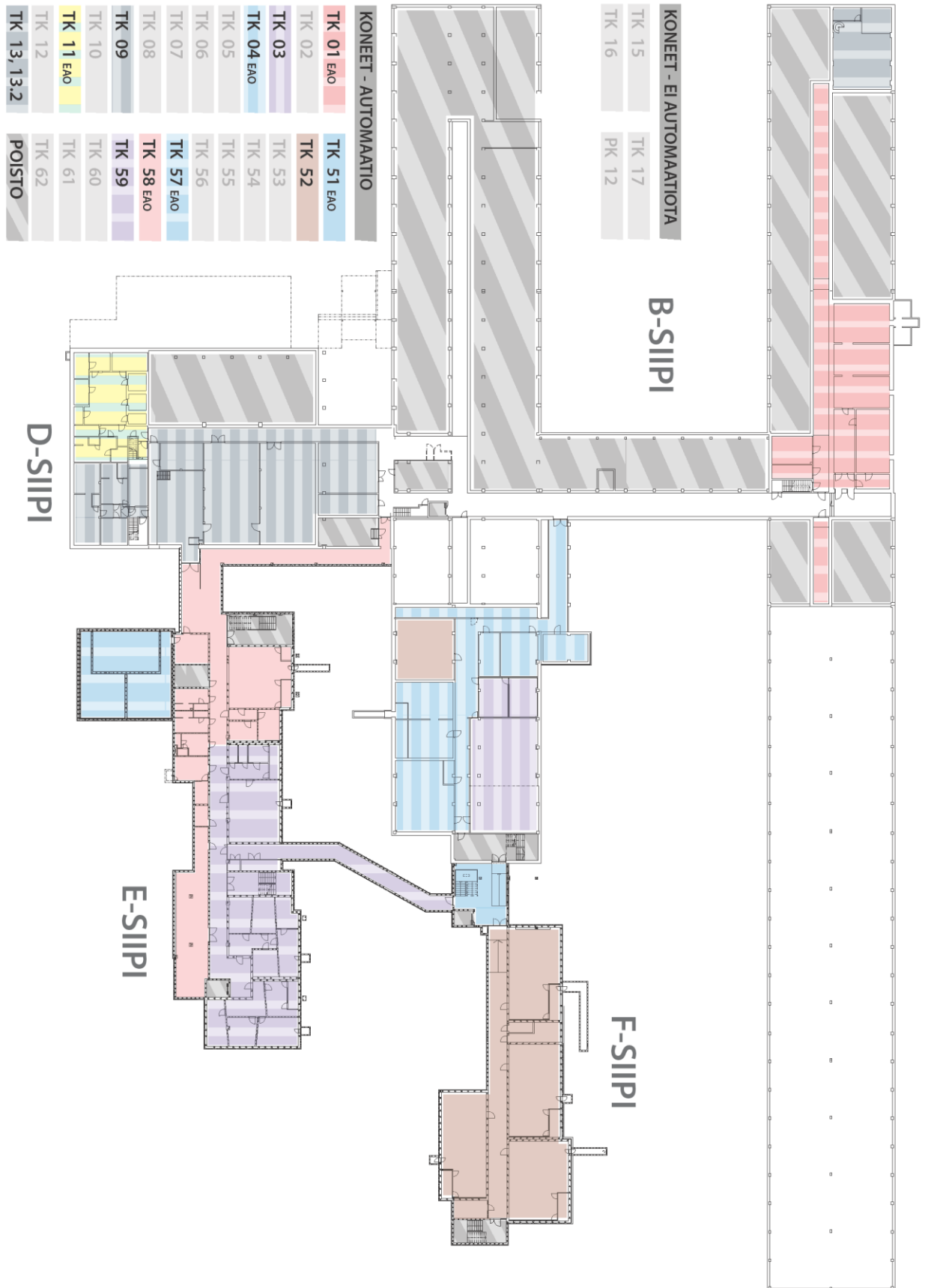
Aiheeseen liittyvänä jatkotutkimuksena voitaisiin kerätä dataa ilmastointijärjestelmän koneiden energiankulutuksesta pitkällä aikavälillä sillä tavoin että eri käyntilojen keskimääräiset energiankulutukset selviäisivät. Tämän tiedon perusteella voitaisiin aikaohjelmat optimoida niin, että koko ilmastointijärjestelmän energiankulutus olisi mahdollisimman pieni sisäilmatasosta tinkimättä.

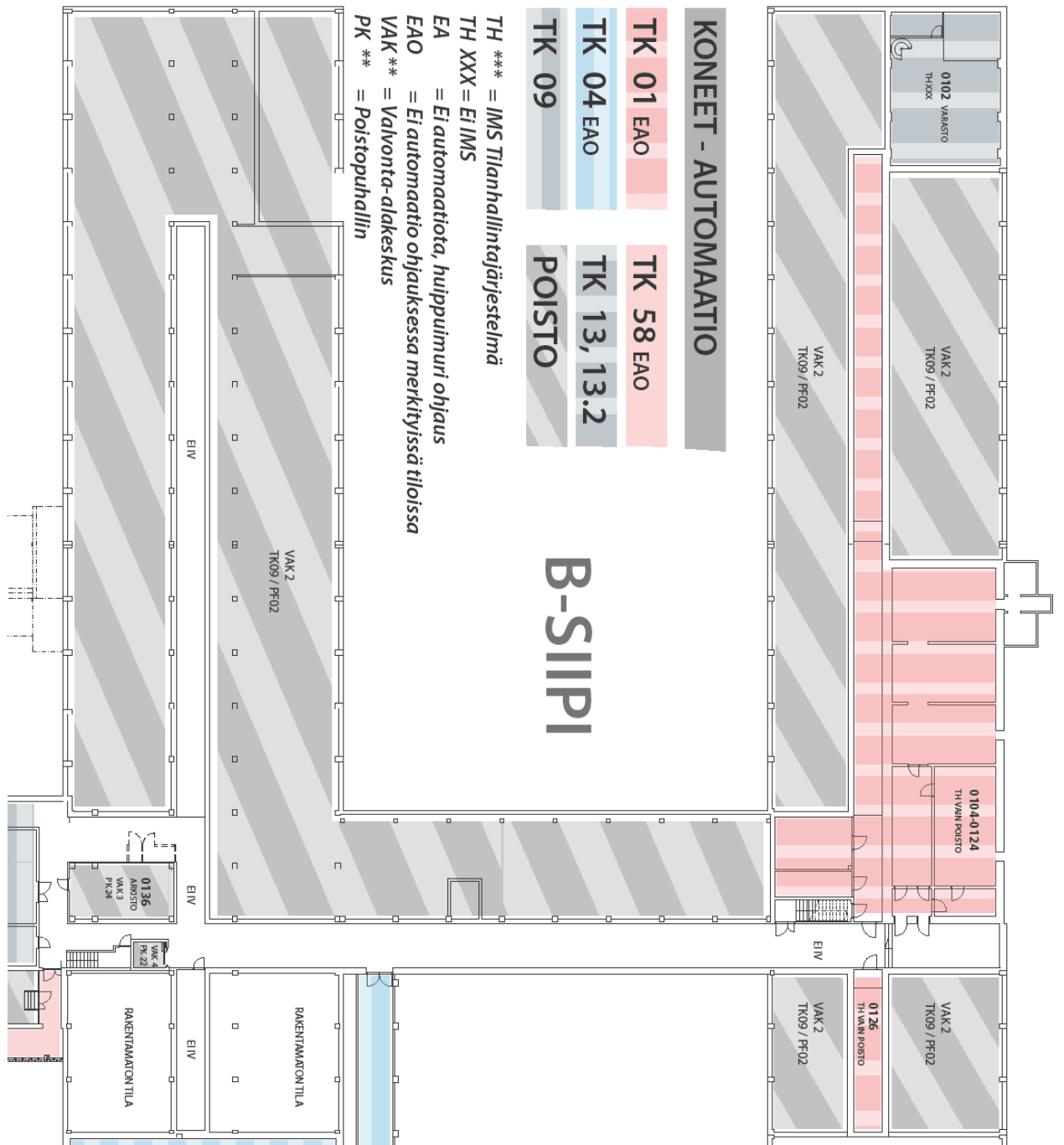
Myös paine-eroihin liittyen jatkotutkimus olisi paikallaan. Tässä työssä tehdyillä mittauksilla ei pystytty varmentamaan, että tilojen tai kerrosten väliset paine-erot eivät aiheuttaisi mikrobien päätymistä rakenteista sisäilmaan. Tämä olisi käytännössä hieman hankalaa, koska se vaatisi tilojen tyhjentämisen käyttäjistä ja kerrosten eristämisen toisistaan.

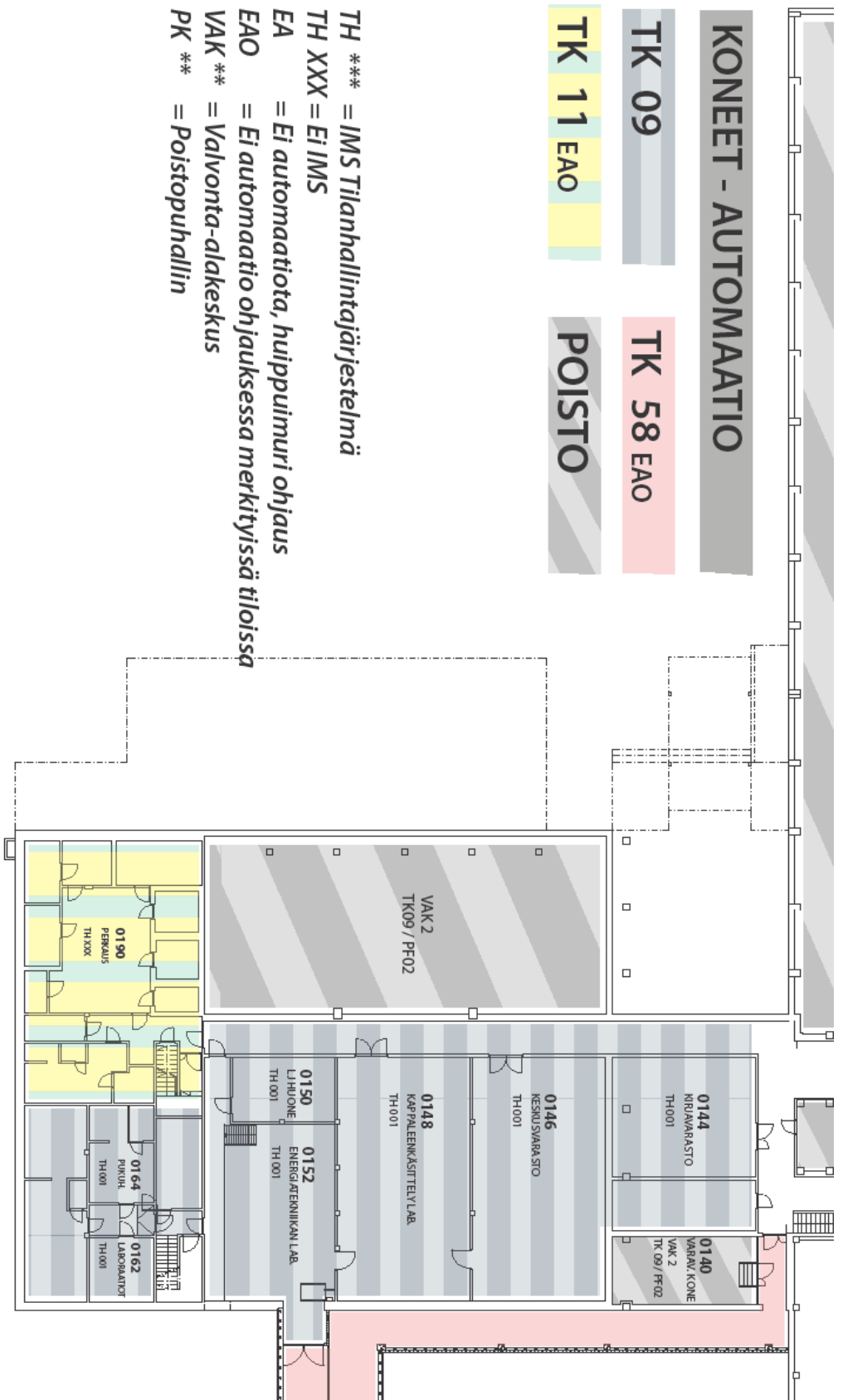
LÄHTEET

1. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. Saatavissa: http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf. Hakupäivä 13.3.2016.
2. Kimari, Pirjo 2013. T670104 Ilmastointitekniikka 1, 4 op. Opintojakson luennot keväällä 2013. Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
3. D2 (2012). 2011. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 15.3.2016.
4. Katainen, Ville – Vähämaa, Kai 2015. Paine-erojen pitkäaikainen seuranta ja painesuhteiden vaihtelu rakennuksissa. Opinnäytetyö. Kuopio: Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate, Itä-Suomen yliopisto. Saatavissa: https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/VahamaaKatainen_virallinen2015.pdf/3a3baf31-412e-4716-9552-f86d075fb276.
5. Kääriäinen, Hannu. 2015. T523315 Korjausrakentamisen kuntotutkimukset 1, 5 op. Opintojakson luennot syksyllä 2015. Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Saatavissa: <https://oiva.oamk.fi/utills/opendoc.php?aWRfZG9rdW1lbnR0aT0xNDMwNzg2OTYy>
6. Mikrobikasvun edellytykset. 2008. Sisäilmayhdistys Ry. Saatavilla: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>
7. Arola, Johanna. 2013. Ilmastoinnin säätöstrategian vaikutus opetustilojen sisäilmasto-olosuhteisiin ja opetusrakennuksen energiankulutukseen. Opinnäytetyö. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/65107>

8. Mysen, Mads. 2005. Ventilation systems and their impact on indoor climate and energy use in schools. Studies of air filters and ventilation control. Norwegian university of science and technology.
Saatavilla: <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/233337>
9. Kujanpää, Tapio 2015. Osekk Kiinteistöpalvelut, Toimitilahuoltaja . Haastattelut 15.12.2015 ja 2.2.2016.
10. Ilmanvaihtolaitteiden ajantasapiirustukset. 2015. Insinööritoimisto Ylitalo Oy.
11. VelociCalc ilman virtausnopeuden mittari sarja 9555, käyttö ja huolto-opas. 2007. TSI Inc. Saatavissa:
http://www.tsi.com/uploadedFiles/_Site_Root/Products/Literature/Manuals/9555-VelociCalc_Finnish-6001069B.pdf
12. Vinha, Juha. 2015. Tampereen teknillinen yliopisto, LVI-päivät 5.11.2015.
Saatavissa: <http://www.slideshare.net/LVI-TU/juha-vinha-tampereen-teknillinen-yliopisto-lvipvt-5112015>. Hakupäivä 13.3.2016.
13. Sisäilmaopas. Allergia- ja Astmaliitto ry ja Hengityслиitto ry. Saatavissa:
<http://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailmaopas.pdf>. Hakupäivä 13.3.2016.

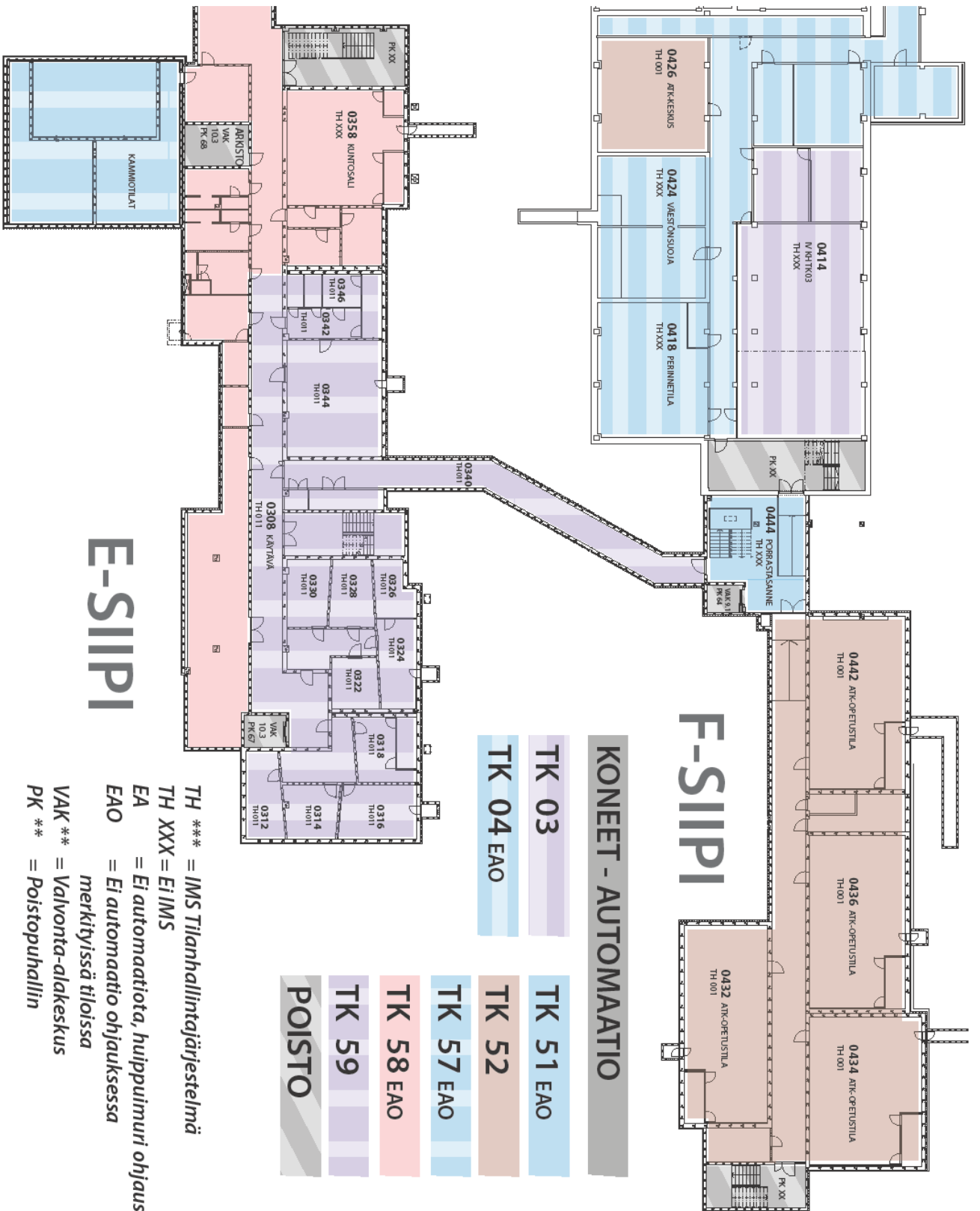






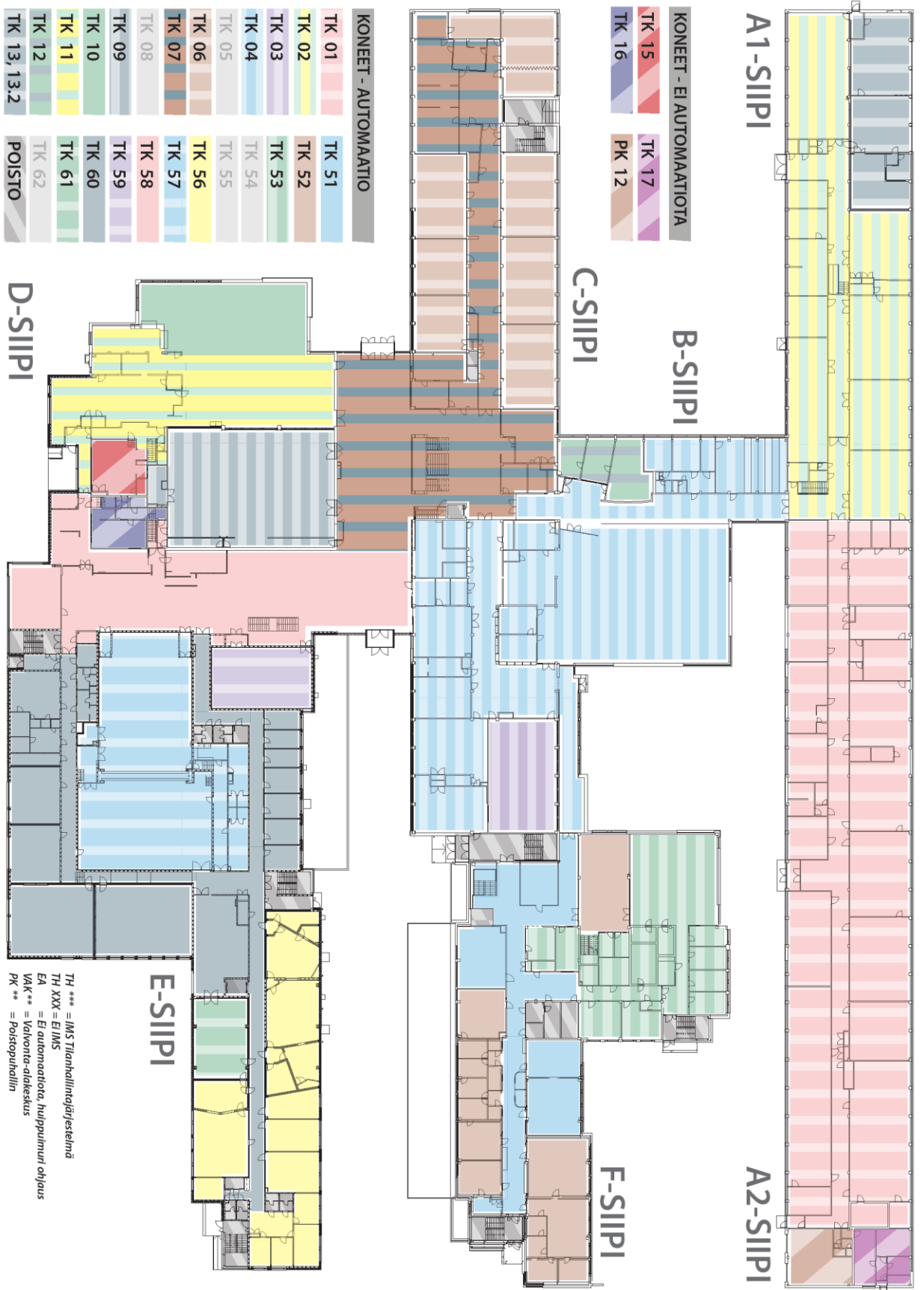
D-SIIP I

VAIKUTUSALUEKARTTA KOTKANTIE KAMPUS K. KRS / E-F-SIIVETLIITE 1/4

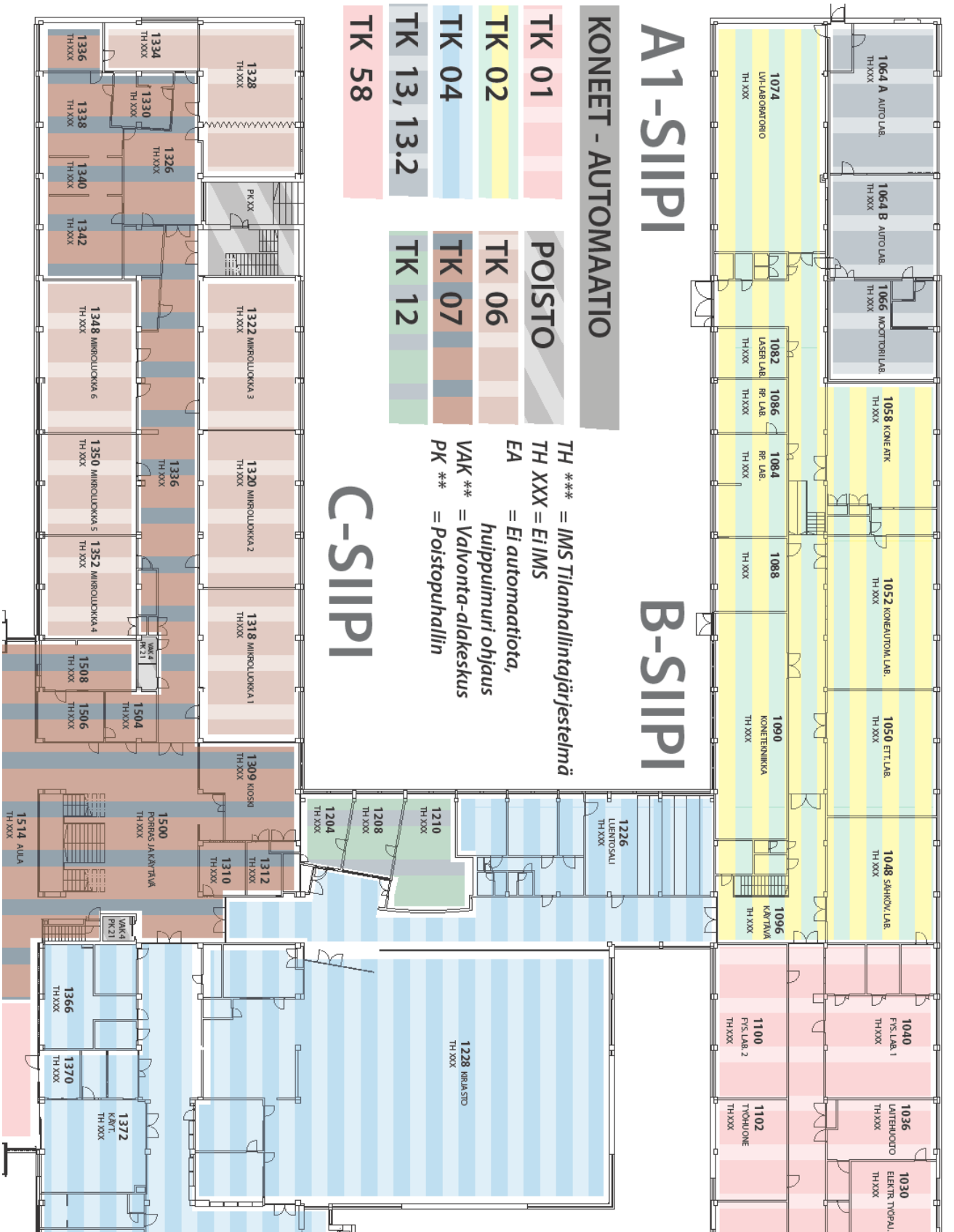


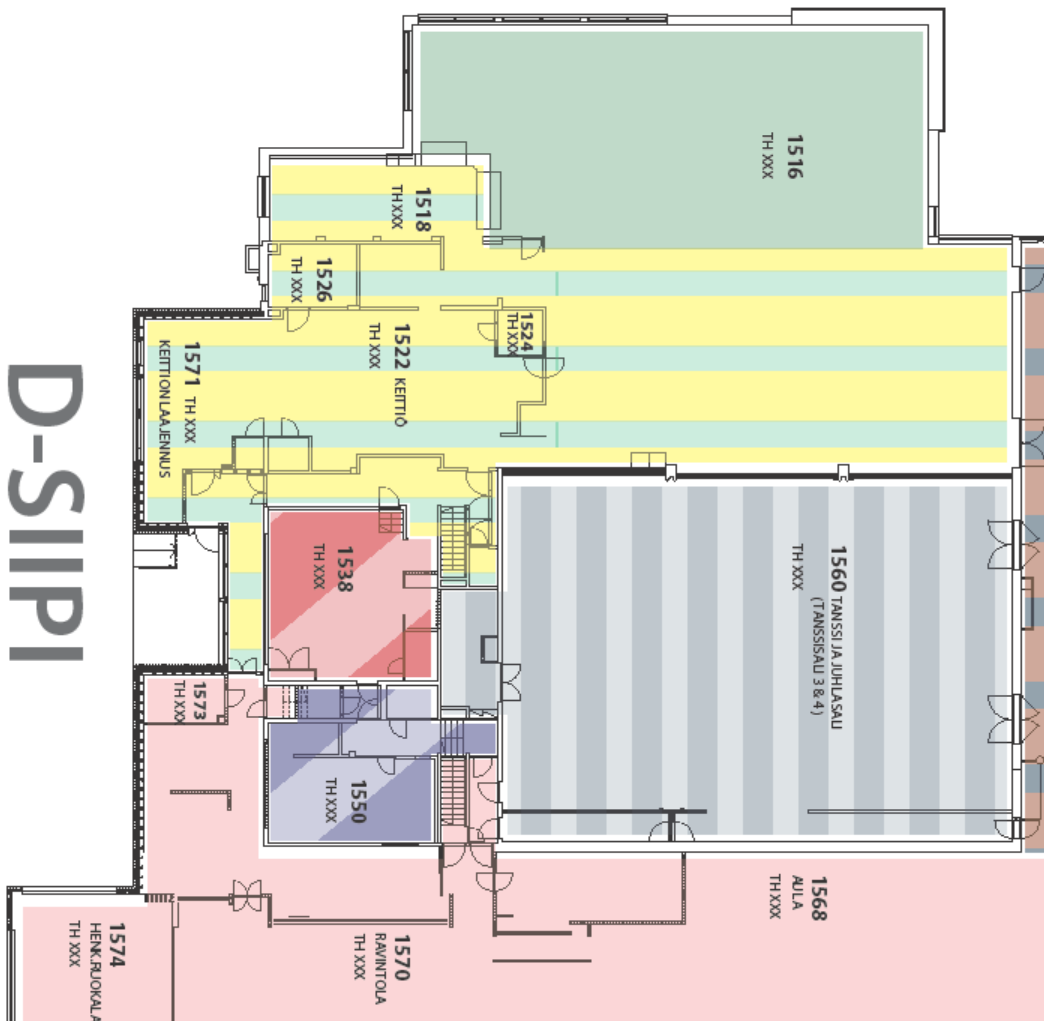
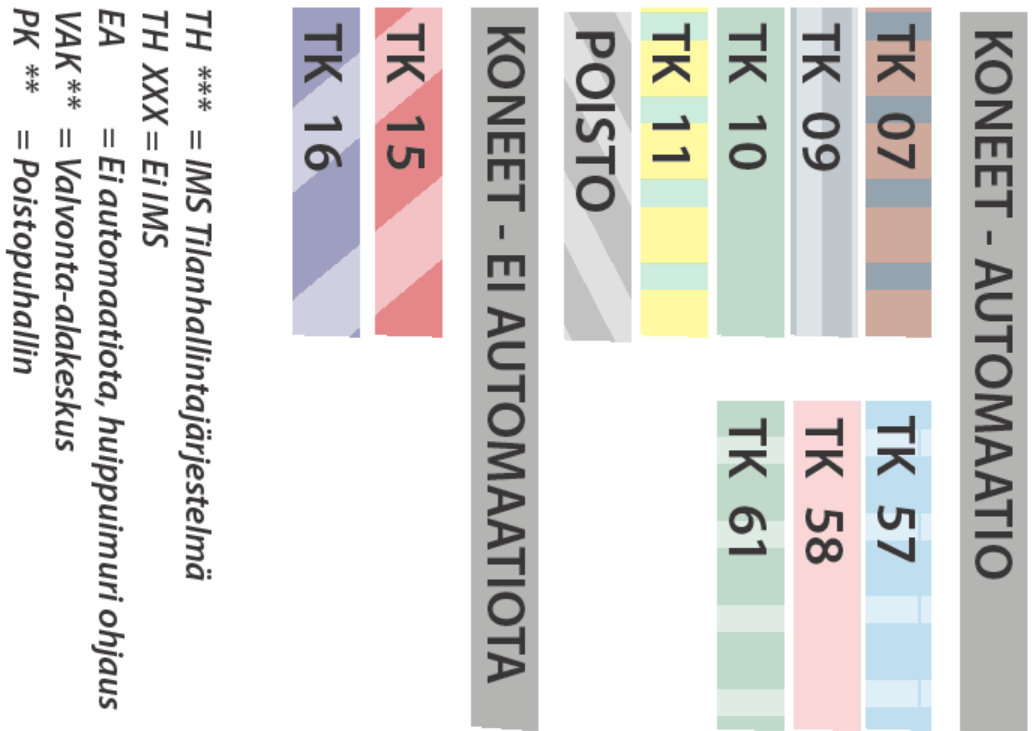
E-SIIPPI

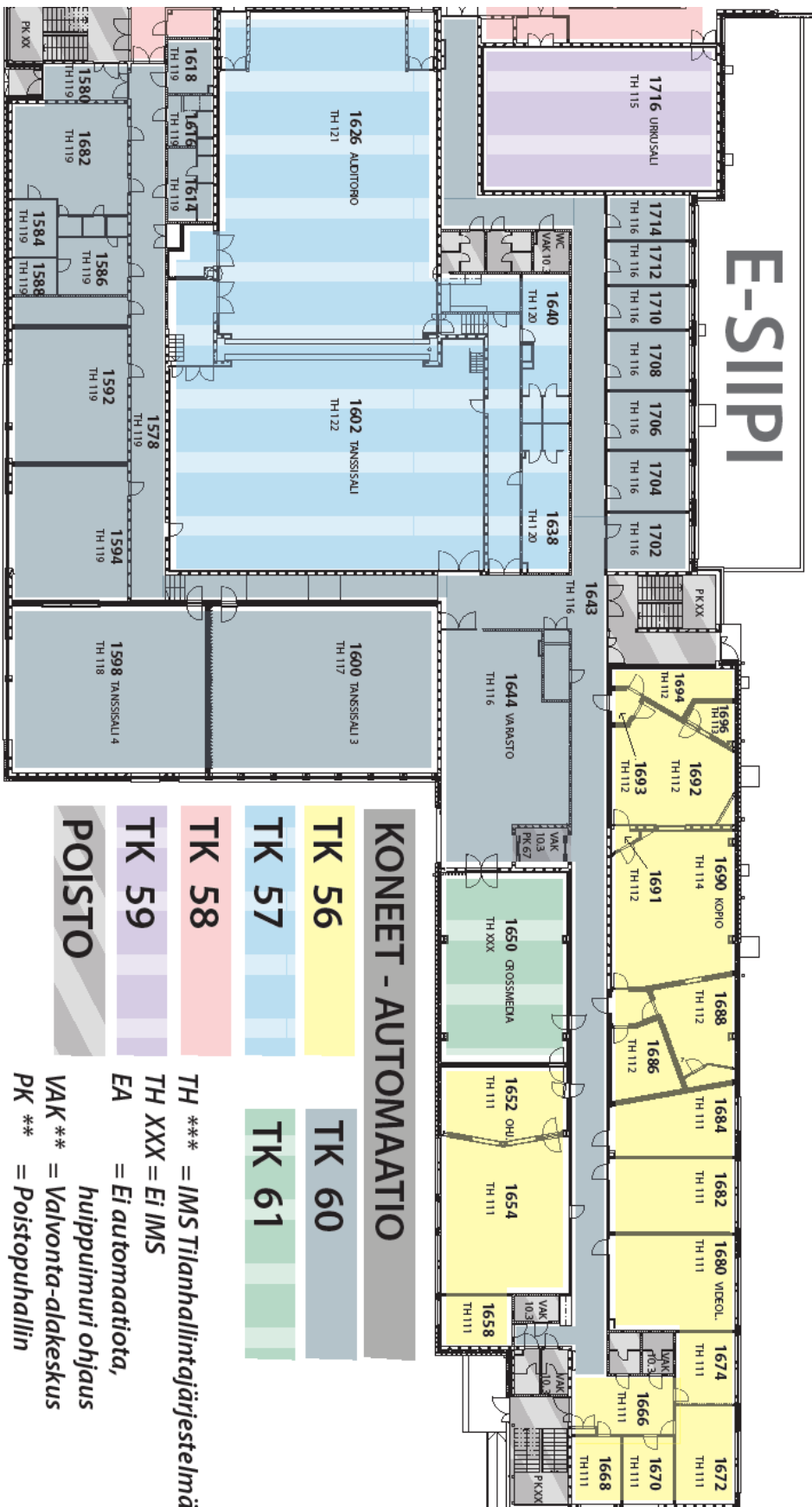
- TH *** = IMS Tilanhallintajärjestelmä
- TH XXX = Ei IMS
- EA = Ei automaatiota, huippuimuri ohjaus
- EAO = Ei automaatio ohjauksessa merkityissä tiloissa
- VAK ** = Valvonta-alakeskus
- PK ** = Poistopuhallin

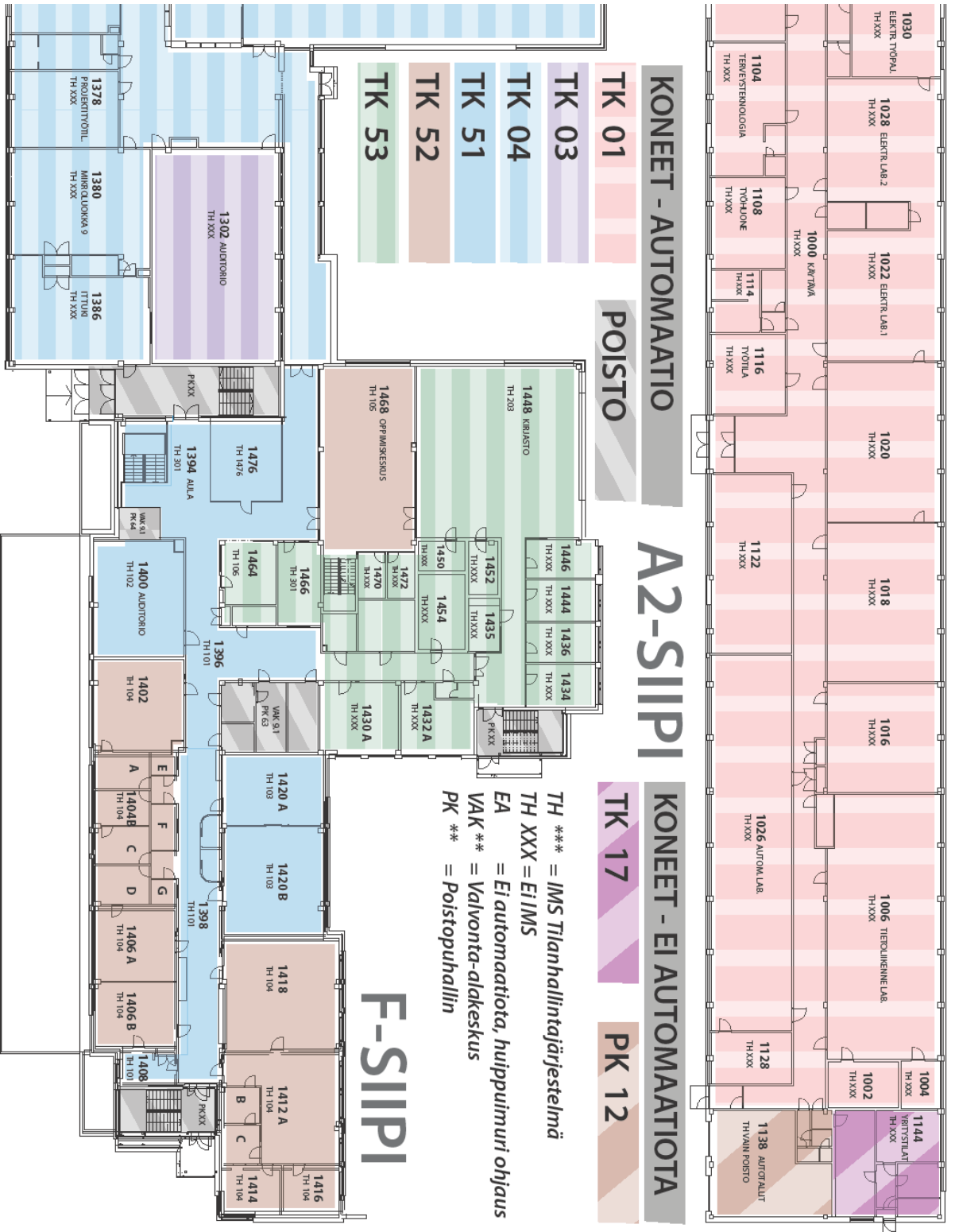


VAIKUTUSALUEKARTTA KOTKANTIE KAMPUS 1. KRS / A1, B, C -SIIVETLIITE 2/2

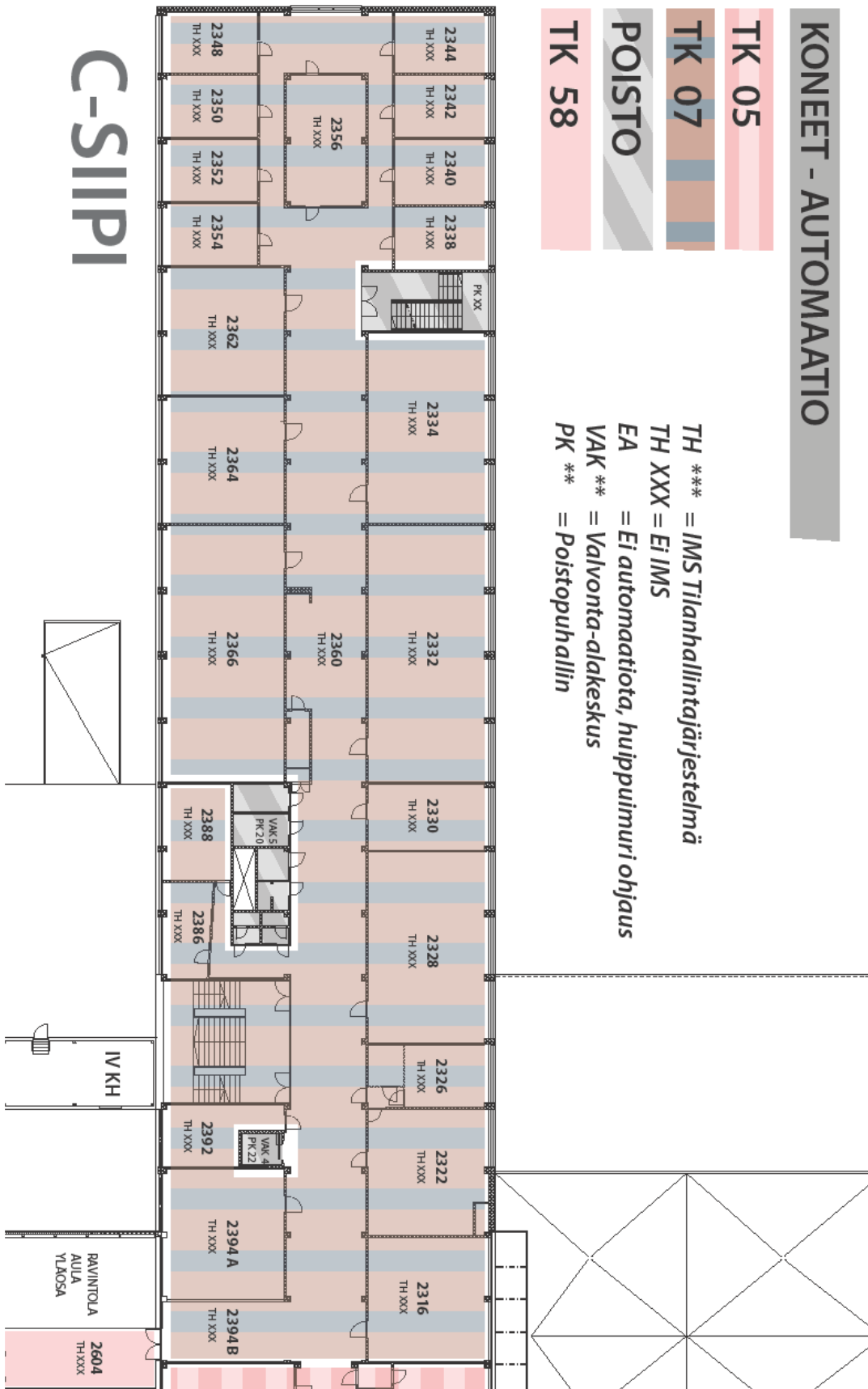


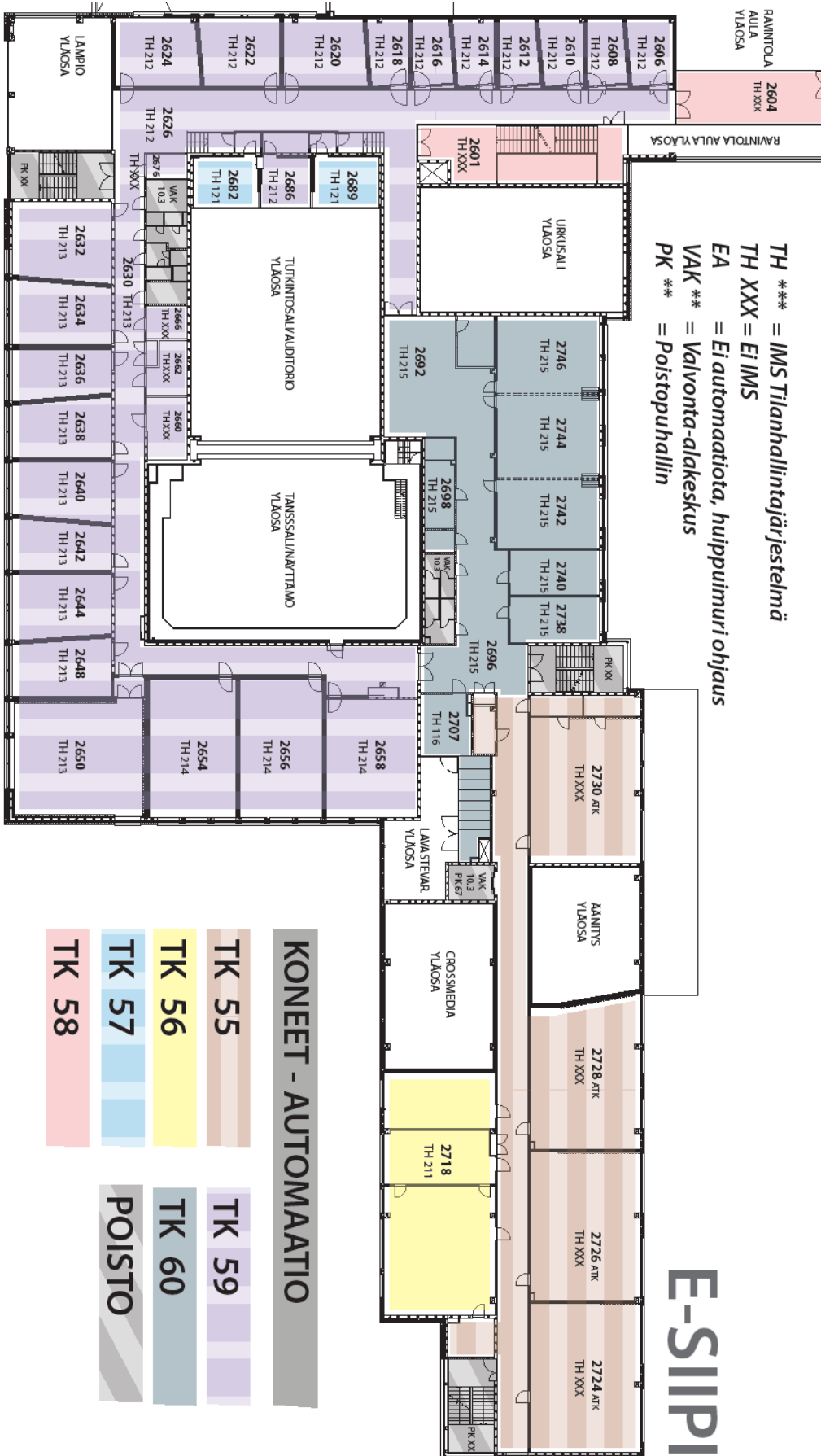


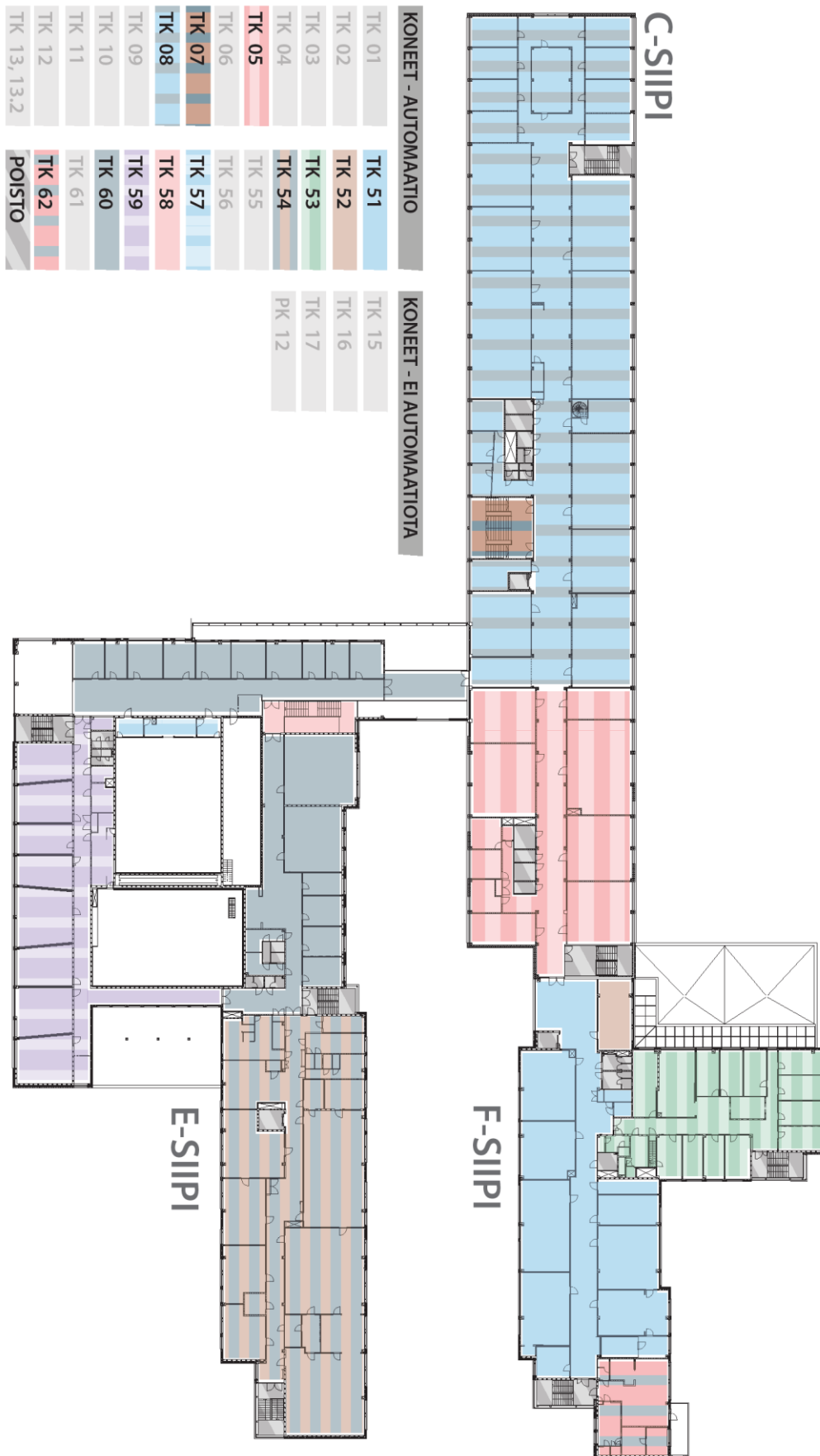


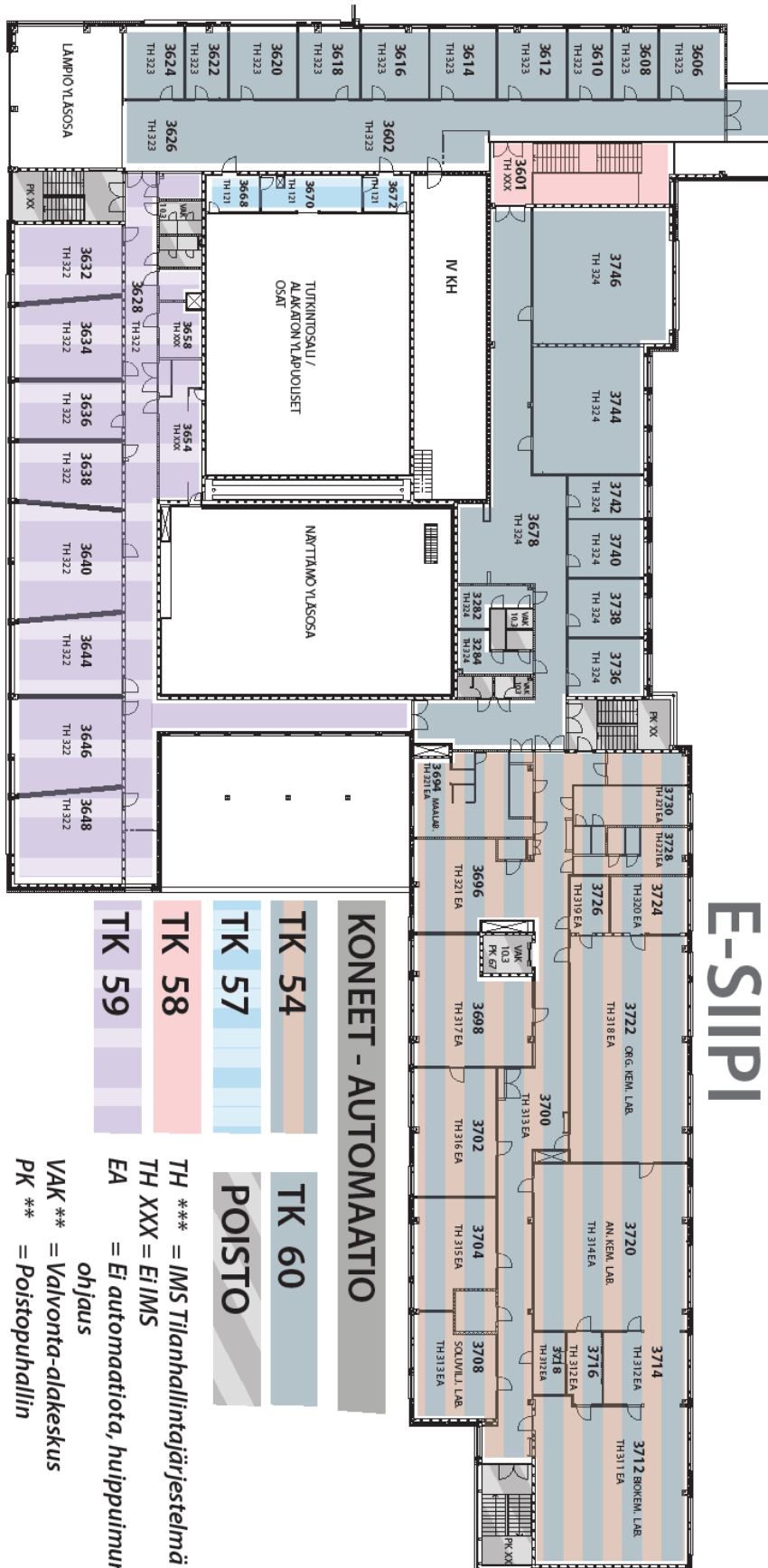


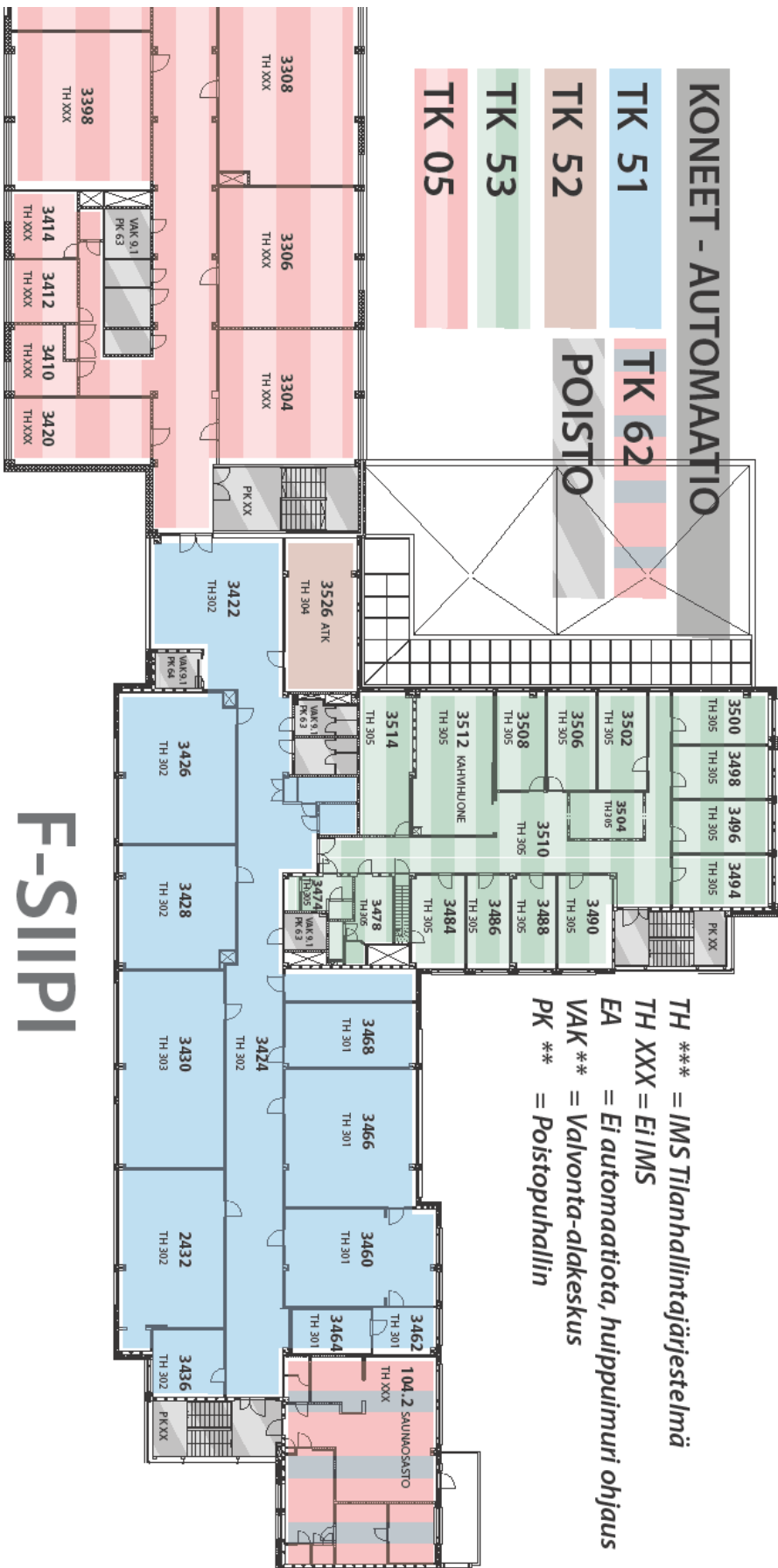












ILMASTOINTI KOTKANTIEN KAMPUKSELLA: VAK5

Kone ID			Kerros			Tila			VAK 5					
TK 06			TK 07			TK 08			PK20			PK23		
E/			E/			E/			E/			E/		
Nimelliset IV			Nimelliset IV			Nimelliset IV			Nimelliset IV			Nimelliset IV		
Tulo			Tulo			Tulo			Tulo			Tulo		
Poisto			Poisto			Poisto			Poisto			Poisto		
Ilmanmäärät [dm ³ /s]			Ilmanmäärät [dm ³ /s]			Ilmanmäärät [dm ³ /s]			Ilmanmäärät [dm ³ /s]			Ilmanmäärät [dm ³ /s]		
Atkkoehjelmat			Atkkoehjelmat			Atkkoehjelmat			Atkkoehjelmat			Atkkoehjelmat		
K. Krs			K. Krs			K. Krs			K. Krs			K. Krs		
1. Krs			1. Krs			1. Krs			1. Krs			1. Krs		
2. Krs			2. Krs			2. Krs			2. Krs			2. Krs		
3. Krs			3. Krs			3. Krs			3. Krs			3. Krs		
C : 1318, 1320, 1322, 1328, 1348, 1350, 1352, 1334			C : 1326, 1330, 1336-1342, 1309-1312, 1500-1508, 1514			C : 2316, 2328, 2332, 2334, 2362, 2364, 2366, 2394			C : 3316- 3389, 3392, 305			C1-Silven WC:t		
6000			6000			6000			6000			140		
6000			6000			6000			6000			160		
Yö tuuletus			Yö tuuletus			Yö tuuletus			Yö tuuletus			Yö tuuletus		
Osateho			Osateho			Osateho			Osateho			Osateho		
Täysteho			Täysteho			Täysteho			Täysteho			Täysteho		
MA - PE			MA - PE			MA - PE			MA - PE			MA - PE		
4:30 - 5:30			4:30 - 5:30			5:00 - 5:30			5:00 - 5:30			5:00 - 20:00		
5:30 - 21:00			5:30 - 21:00			5:20 - 21:00			5:20 - 21:00			20:00 - 6:00		
-			-			-			-			6:00 - 20:00		
-			-			-			-			20:00 - 6:00		
-			-			-			-			0:00 - 24:00		
h:min/v			h:min/v			h:min/v			h:min/v			h:min/v		
5:00			5:00			2:30			2:30			84:00		
77:30			77:30			78:20			78:20			84:00		
NOPEA			NOPEA			NOPEA			NOPEA			NOPEA		
HIDAS			HIDAS			HIDAS			HIDAS			HIDAS		
KÄY			KÄY			KÄY			KÄY			KÄY		
MA - PE			MA - PE			MA - PE			MA - PE			MA - PE		
5:00 - 20:00			5:00 - 20:00			5:00 - 20:00			5:00 - 20:00			5:00 - 20:00		
20:00 - 5:00			20:00 - 5:00			20:00 - 5:00			20:00 - 5:00			20:00 - 5:00		
LA			LA			LA			LA			LA		
6:00 - 20:00			6:00 - 20:00			6:00 - 20:00			6:00 - 20:00			6:00 - 20:00		
SU			SU			SU			SU			SU		
-			-			-			-			-		
0:00 - 24:00			0:00 - 24:00			0:00 - 24:00			0:00 - 24:00			0:00 - 24:00		
h:min/v			h:min/v			h:min/v			h:min/v			h:min/v		
89:00			89:00			78:00			78:00			78:00		

Kone ID		Kerros		Tila		Ilmamäärät [dm ³ /s]		Alkaohjelmat							
						Tulo									
								E/		Mitoitus IV		Mitoitus IV			
TK03		K. Krs		Auditorio 1302		1226		E/		1290					
		1. Krs										Yö tuuletus		MA - PE	
		2. Krs										Osateho		-	
		3. Krs										Täysteho		0:00 - 24:00	
TK12		K. Krs		1204, 1208, 1210		270		E/		270					
		1. Krs										Yö tuuletus		MA - PE	
		2. Krs										Osateho		-	
		3. Krs										Täysteho		8:00 - 18:00	

Kone ID		Kerros		Tila		Ilmamäärät [dm ³ /s]		Alkaohjelmat							
						Tulo									
								E/		Mitoitus IV		Mitoitus IV			
TK01		K. Krs		A : 1000-1040, 1100-1128		4808		E/		4993					
		1. Krs										Yö tuuletus		MA - PE	
		2. Krs										Osateho		-	
		3. Krs										Täysteho		6:00 - 21:00	
PK12		K. Krs		SIK A1056						Mitoitus IV					
		1. Krs										NOPEA		MA - PE	
		2. Krs										HIDAS		-	
		3. Krs										KÄY		0:00 - 24:00	
PK13		K. Krs		A1053 - A1055						Mitoitus IV					
		1. Krs										NOPEA		MA - PE	
		2. Krs										HIDAS		6:00 - 20:00	
		3. Krs										KÄY		20:00 - 6:00	
PK14		K. Krs		A1066 - A1067						Nimellis IV					
		1. Krs										NOPEA		MA - PE	
		2. Krs										HIDAS		20:00 - 6:00	
		3. Krs										KÄY		6:00 - 20:00	

Kone ID		Kerros		Tila		Ilmanäätät [dm ³ /s]				Aikaohjelmat								
						IMS / TH		Tulo		Poisto								
						EI	CO ₂ Ohjaus	Mittotus IV	Mittotus IV	Mittotus IV	Mittotus IV	Yö tuuletus		h:min / v				
							X	3015	1380			MA - PE	LA - SU					
												5:30 - 6:00	-	-	2:30			
												Osateho	-	-				
												Täysteho	6:00 - 21:00	-	75:00			
TK02	K. Krs	RP ja Hitsaus labrat A, 1048, 1050, 1052, 1058, 1074, 1096										MA - PE	LA	SU	h:min / v			
	1. Krs														6:00 - 20:00	6:00 - 18:00	-	82:00
	2. Krs														20:00 - 6:00	18:00 - 6:00	0:00 - 24:00	86:00
	3. Krs																	
PK16	K. Krs											MA - PE	LA	SU	h:min / v			
	1. Krs											6:00 - 20:00	6:00 - 18:00	-	82:00			
	2. Krs											20:00 - 6:00	18:00 - 6:00	0:00 - 24:00	86:00			
	3. Krs																	
PK18	K. Krs											MA - PE	LA	SU	h:min / v			
	1. Krs											6:00 - 20:00	6:00 - 18:00	-	82:00			
	2. Krs											20:00 - 6:00	18:00 - 6:00	0:00 - 24:00	86:00			
	3. Krs																	
PK41	K. Krs											MA - PE	LA - SU		h:min / v			
	1. Krs											0:00 - 24:00	0:00 - 24:00		168:00			
	2. Krs																	
	3. Krs																	
PK42	K. Krs											MA - PE	LA - SU		h:min / v			
	1. Krs											0:00 - 24:00	0:00 - 24:00		168:00			
	2. Krs																	
	3. Krs																	
PK43	K. Krs											MA - PE	LA - SU		h:min / v			
	1. Krs											0:00 - 24:00	0:00 - 24:00		168:00			
	2. Krs																	
	3. Krs																	
PK48	K. Krs											MA - PE	LA - SU		h:min / v			
	1. Krs											0:00 - 24:00	0:00 - 24:00		168:00			
	2. Krs																	
	3. Krs																	
	K. Krs											MA - PE	LA - SU		h:min / v			
	1. Krs											0:00 - 24:00	0:00 - 24:00		168:00			
	2. Krs																	
	3. Krs																	

ILMASTOINTI KOTKANTIEN KAMPUKSELLA: VAK8.1

VAK 8.1			Ilmamäärät [dm ³ /s]		Aikaohjelmat			
Kone ID	Kerros	Tila	IMS / TH	Tulo	Poisto	MA - PE	LA - SU	h:min / v
TK 13	K. Krs	Huone 0102 Autolabra		75	75	-	-	
	1. Krs			3945	2460	0:00 - 24:00	0:00 - 24:00	168:00
	2. Krs					-	-	
	3. Krs			4020	5535			
PF01					Mitoitus IV	MA - PE	LA - SU	h:min / v
	K. Krs							
	1. Krs				1500		Pakokaasupoisto	
	2. Krs							
	3. Krs							
PF02					Mitoitus IV	MA - PE	LA - SU	h:min / v
	K. Krs							
	1. Krs				750		Pakokaasupoisto	
	2. Krs							
	3. Krs							
PF03					Mitoitus IV	MA - PE	LA - SU	h:min / v
	K. Krs							
	1. Krs				750		Pakokaasupoisto	
	2. Krs							
	3. Krs							
PF04					Mitoitus IV	MA - PE	LA - SU	h:min / v
	K. Krs							
	1. Krs				-		Pakokaasupoisto	
	2. Krs							
	3. Krs							

ILMASTOINTI KOTKANTIEN KAMPUKSELLA: VAK9.2, 10.1

KoneID		Kerros	Tila	IMS / TH		Ilmämäärät [dm ³ /s]					Aikaohjelmat			
TK 53				ON	CO ₂ Ohjaus	Tulo		Poisto						
						MIN	MAX	MIN	MAX					
K. Krs				TH 106		550	1100	543	1085	Yö tuuletus Osateho Täysteho				
1.1		1464 - 1466, G-silpi		TH 204		280	560	228	455	MA - PE - 5:00 - 17:00				
2. Krs				TH 203		500	1000	530	1080	LA - SU - -				
2.1		2454 - 2480		TH 305		498	995	443	885	h.m:n / v				
2.2		Kirjasto 1448 + 2472, 2482, 2486 - 2488												
3. Krs														
3.1		3474 - 3514				1828	3655	1744	3505					
TK 62				EI	CO ₂ Ohjaus	Mitoitus IV		Mitoitus IV		Yö tuuletus Osateho Täysteho				
K. Krs										MA - PE - -				
1. Krs										LA - SU - -				
1.1										h.m:n / v				
1.2														
2. Krs														
3. Krs		Sauna osasto					308		310	MANUAALI KÄYTTÖ				

KoneID		Kerros	Tila	IMS / TH		Ilmämäärät [dm ³ /s]					Aikaohjelmat			
TK 55				EI	CO ₂ Ohjaus	Mitoitus IV		Mitoitus IV		Yö tuuletus Osateho Täysteho				
K. Krs				TH 120						MA - PE - -				
1. Krs				TH 121	X	636	3180	640	3200	LA - SU - -				
2. Krs		ATK Luokat		TH 120	X	28	140	38	110	h.m:n / v				
3. Krs				TH 122		614	1920	640	1920					
TK 57				ON	CO ₂ Ohjaus	MIN	MAX	MIN	MAX	Yö tuuletus Osateho Täysteho				
K. Krs		Kammioitila								MA - PE - -				
1. Krs										LA - SU - -				
1.1		Auditorio 1626, 1608, 1610, 1636, 1642, 2682, 2689, 3668-3672								h.m:n / v				
1.2		1638-1640												
1.4		Tanssisaali 1602												
2. Krs														
3. Krs						1278	5240	1318	5230					

ILMASTOINTI KOTKANTIEN KAMPUKSELLA: VAK10.2

Kone ID		Kerros	Tila	IMS / TH	CO ₂ Ohjaus	Ilmämäärät [dm ³ /s]				Aikaohjelmat				
				ON		Tulo		Poisto		MA - PE		LA - SU		h:min / v
						MIN	MAX	MIN	MAX					
TK 60	K. Krs			TH 116		152	760	114	570	MA - PE		LA - SU		h:min / v
	1. Krs		1643,1644, 1702-1714	TH 117	X	96	480	96	480	4:30 - 5:30		-		5:00
	1.2		Tanssisali 3 : 1600	TH 118	X	96	480	138	550	5:30 - 21:00		-		77:30
	1.3		Tanssisali 4 : 1598	TH 119	X	260	1300	220	1000					
	1.4		1614-1616, 1578-1594	TH 215		250	890	184	720					
	2. Krs		2698, 2692-2696, 2738-2746	TH 116	X	152	760	114	570					
	2.1		2707	TH 323		180	800	155	760					
	2.2			TH 324		720	1200	600	1100					
	3. Krs		3602-3624			1906	6670	1621	5750					
	3.2		3736-3746, 3678, 3682-3684											
3.1														
3.2														
TK 61				E/	CO ₂ Ohjaus	Mitotitus IV		Mitotitus IV		MA - PE		LA - SU		h:min / v
	K. Krs					1000	2000	1000	2000	5:00 - 5:30		-		2:30
	1. Krs		Crossmedlastudio, 1650							6:00 - 21:00		-		75:00
	2. Krs									-		-		
	3. Krs									-		-		

PK66	K. Krs	WC-tilat kulttuuri E,H 1628-1632				Mitoitus IV	100	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								4:00 - 23:00	-	95:00
	2. Krs								-	-	
PK67	3. Krs	Hissikulu kulttuuri				Mitoitus IV	30	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								-	-	50:00
	2. Krs								8:00 - 18:00	-	
PK68	3. Krs	Arkisto kulttuuri				Mitoitus IV	20	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								-	-	50:00
	2. Krs								8:00 - 18:00	-	
PK69	3. Krs	WC-tilat kulttuuri I, J				Mitoitus IV	100	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								4:00 - 23:00	-	95:00
	2. Krs								-	-	
PK70	3. Krs	WC-tilat kulttuuri Q, R-E-Silpi				Mitoitus IV	140	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								4:00 - 23:00	-	95:00
	2. Krs								-	-	
PK71	3. Krs	WC-tilat kulttuuri C, E 1588-1618 WC-tilat kulttuuri C, E 2668-2676 WC-tilat kulttuuri C, E 3660-3666				Mitoitus IV	270 130 110	NOPEA HIDAS KÄY	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								4:00 - 23:00	-	95:00
	2. Krs								-	-	
PK84	3. Krs	Varasto 3726				Mitoitus IV	40	Yö tuuletus Osateho Täystreho	MA - PE	LA - SU	h:min /v
	1. Krs								-	-	MANUAALI KÄYTTÖ
	2. Krs								-	-	

ILMASTOINTI KOTKANTIEN KAMPUKSELLA: EI AUTOMATISOIDUT IV-KONEET LIITE 5/13

Kone ID		Kerros	Tila	Ilmamäärät [dm ³ /s]				Aikaohjelmat		
				IMS / TH	Tulo		Poisto	MA - PE	LA - SU	h:min / v
				EI	CO ₂ Ohjaus	Nimelliss IV	Nimelliss IV			
TK 17		K. Krs 1. Krs	Yritystilat			100	73	MA - PE	LA - SU	h:min / v
								MANUAALI KÄYTTÖ		
TK 16 (85)		K. Krs 1. Krs	1538	EI	CO ₂ Ohjaus	Mitotius IV 210	Mitotius IV 220	MA - PE	LA - SU	h:min / v
								MANUAALI KÄYTTÖ		
TK 15 (86)		K. Krs 1. Krs	1548, 1550	EI	CO ₂ Ohjaus	Nimelliss IV 50	Nimelliss IV 20	MA - PE	LA - SU	h:min / v
								MANUAALI KÄYTTÖ		
PK 12		K. Krs 1. Krs	Autotallit	EI	CO ₂ Ohjaus	Nimelliss IV -	Nimelliss IV 126	MA - PE	LA - SU	h:min / v
								MANUAALI KÄYTTÖ		

