

Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelun ohjeistus

Joakim Järvinen

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma: Distribuerade energisystem	
Tunnistenumero:	5394
Tekijä:	Joakim Järvinen
Työn nimi:	Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelun ohjeistus
Työn ohjaaja (Arcada):	Kaj Karumaa
Toimeksiantaja:	Optiplan Oy
Työn ohjaaja (Optiplan Oy): Evgeny Nikolski	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota ammattimaisesti käytetyn keittiön ilmanvaihtosuunnittelua koskevat määräykset ja ohjeita yhteen tiiviiseen ohjeeseen. Työssä haluttiin luoda suunnittelijalle mahdollisimman laaja kuva ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelussa huomioitavista asioista. Työ painottui paljon luonnosvaiheen suunnitteluun, josta haluttiin ohjeistusta. Tässä opinnäytetyössä on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita, Rakennustiedon ohjeita, laitevalmistajien ohjeita, sekä käytännön kokemuksia ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnitteluun liittyen. Lisäksi tarkoituksena oli selventää suunnitteluprosessia ja kuvata sen eri vaiheita.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin uudiskohteiden ammattikeittiöiden ja ravintolasalien suunnitteluun. Saneerauskohteita ei käsitelty, vaikka osa työssä esitetyistä tiedoista onkin sovellettavissa näissä kohteissa.</p> <p>Työn alussa perehdyttiin yleisesti ammattikeittiön ilmanvaihtoon ja sisäilmastoon. Työssä tutustuttiin myös eri ilmanjakoratkaisuihin, ilmanvaihdon suunnittelua helpottaviin laskelmiin, määräyksiin, ja ohjeisiin. Myös energiatehokkuuden huomioiminen selvennettiin. Lopuksi perehdyttiin ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnitteluprosessiin ja vaiheistukseen. Työn lähteinä käytettiin pääsääntöisesti määräyksiä ja ohjeita, muita kirjallisia tietoja, laitevalmistajien edustajilta saatuja suullisia ja kirjallisia tietoja sekä Optiplan Oy:n suunnittelijoilta saatuja suullisia tietoja.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin kompakti ohjeistus ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnitteluun joka sisältää tärkeimmät määräykset, ohjeet ja laskelmat, sekä ohjeistuksen suunnittelun vaiheistuksesta. Ohjeistuksella helpotetaan tulevien kohteiden suunnittelua. Työn pohjalta tehdään lyhyt tiivistelmä ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnitteluprosessista ja vaiheistuksesta Optiplan Oy:n käyttöön.</p>	
Avainsanat:	Ammattikeittiö, ilmanvaihtosuunnittelu, Optiplan Oy, suunnitteluprosessi
Sivumäärä:	60+2
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	12.12.2015

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	5394
Författare:	Joakim Järvinen
Arbetets namn:	Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelun ohjeistus
Handledare (Arcada):	Kaj Karumaa
Uppdragsgivare:	Optiplan Oy
Handledare (Optiplan Oy):	Evgeny Nikolski
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med examensarbetet var att sammanfatta en kompakt manual som innehåller föreskrifter och anvisningar gällande ventilationsplanering av yrkeskök. I arbetet ville man åstadkomma en bred inblick i saker som skall uppmärksammas vid ventilationsplanering av yrkeskök. I arbetet betonades särskilt utkastplaneringen, eftersom uppdragsgivaren ville ha anvisningar för detta planeringsskede. I detta examensarbete presenteras Finlands byggnadsbestämmelsesamplings föreskrifter och anvisningar, anvisningar av Rakennustieto, anvisningar av produkttillverkare samt praktiska erfarenheter gällande ventilationsplanering av professionellt använda kök. Dessutom var syftet att förtydliga planeringsprocessen och beskriva dess olika skeden.</p> <p>Examensarbetet begränsades till planering av nya, professionellt använda kök samt matsal. Saneringsobjekt presenterades inte, även om en del av den presenterade informationen delvis kan användas vid kök som genomgår sanering.</p> <p>I början av examensarbetet introducerades generellt ventilation av yrkeskök samt inomhusklimat. I arbetet presenterades också olika luftdistributionslösningar, beräkningsmodeller som underlättar planeringen, föreskrifter och anvisningar. Dessutom förtydligades vikten av energieffektivitet, vilket är speciellt viktigt att beakta vid yrkeskök med stora värmelaster. Slutligen presenterades planeringsprocessen av ventilation i yrkeskök.</p> <p>Huvudsakliga källor för arbetet var föreskrifter och anvisningar, andra skriftliga källor, muntlig och skriftlig information från representanter av olika produkttillverkare samt muntlig information av VVS-planerare från Optiplan Oy.</p> <p>Ventilationsplaneringen av yrkeskök sker i olika skeden. Det är viktigt att planeraren är med tillräckligt tidigt i planeringsprocessen. Detta, eftersom till exempel designen av köket kunde göras med tanke på anordningar till ventilationen. I utkastplaneringen är informationen av den blivande köksutrustningen ofta otillräcklig för att göra exakta beräkningar av luftflöden. Därför skall beräkningarna göras i dessa fall så att resultaten är realistiska, men i överkant. Luftflöden uppskattas i överkant, eftersom utrymmesplanering av kanaler och schakt görs redan i utkastplaneringen. Det är lättare att minska utrymmesbehoven i fortsatta planeringen än att göra utrymmen större.</p>	

Det är också mycket viktigt att i tillräckligt tidigt skede komma överens om den tänkta klassen av inomhusklimat med beställaren, samt dess ekonomiska påföljder och satsningar. Inomhusklimaten klassificeras i tre klasser: S1, S2 och S3 enligt Sisäilmastolukitus 2008. Klassen S1 har det bästa inomhusklimatet med den bästa individuella samt automatiska styrningen av ventilationen medan S3 står närmast för minimikrav.

Då köksapparaturen är given, skall luftmängderna alltid beräknas enligt de riktiga, konvektiva värmelasterna av apparaterna. Värmen av apparaturen sprids också genom strålning. Det enda sättet att motverka värmestrålningen är kylning. Konduktiva värme-spridningen sköts med punktutsug.

I yrkeskök bildas stora värmelaster som måste föras bort med hjälp av ventilationen för att ett bra inomhusklimat kunde nås. Då luften som förs bort har en hög temperatur är det viktigt att ha värmeåtervinning. Med hjälp av en fungerande värmeåtervinning kan stora energibesparingar nås. Vid matlagning, särskilt vid stekning sprids mycket fett speciellt till kanalen av kökskåpan. Därför är det mycket viktigt att observera brandsäkerheten vid professionellt använda kök. Höga temperaturer åstadkommer ofta behov av kylning och stora luftmängder. Tilluften skall trots det föras in dragfritt och utan att störa punktutsugens funktion.

Speciellt viktigt är det att observera tryckförhållandena mellan kök och restaurang. Vid fel tryckförhållanden kan lukter och rök transporteras från köket till restaurangen. Därför skall köket alltid vara i undertryck i förhållande till matsalen.

Med hjälp av automation och behovsstyrning av ventilationen kan stora energibesparingar nås. Att köket är behovsstyrt, betyder att ventilationen fungerar enligt verklig användning av köksapparatur.

Resultatet av examensarbetet var en kompakt manual för planering av ventilationen till yrkeskök innehållande de viktigaste reglerna, anvisningarna, formlerna för beräkningar samt en modell av planeringsprocessen. På basen av detta arbete görs en kort sammanfattning av planeringsprocessen samt dess olika skeden till Optiplan Oy.

Nyckelord:	Yrkeskök, ventilationsplanering, Optiplan Oy, planeringsprocess
Sidantal:	60+2
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	12.12.2015

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distribuerade energisystem
Identification number:	5394
Author:	Joakim Järvinen
Title:	Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelun ohjeistus
Supervisor (Arcada):	Kaj Karumaa
Commissioned by:	Optiplan Oy
Supervisor (Optiplan Oy):	Evgeny Nikolski
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of this Bachelor's thesis was to collect rules and instructions for ventilation design of commercial kitchens to one compact guide. The work was to create a wide picture of the kitchen ventilation design. The thesis focused a lot on the draft stage of the designing process of which guidance was needed. Rules and instructions from the National Building Code of Finland, the reference cards of Rakennustieto, instructions of device manufacturers, as well as practical experience related to professional kitchen ventilation design was presented. In addition, the aim was to clarify the design process and to describe the different stages of it.</p> <p>The thesis was restricted to ventilation design of new commercial kitchens and dining areas. Even though some of the information presented in the thesis could be also used in ventilation design of renovated kitchens.</p> <p>At the beginning of the thesis we were generally familiarized in kitchen ventilation designing and indoor climate. We were also introduced to different air distribution solutions, calculations to make the designing easier, regulations and guidelines. Taking to account the energy efficiency was clarified. Finally, the phasing and the design process of kitchen ventilation were introduced. Sources used to this thesis were mainly rules and instructions, additional written information, oral and written information obtained from representatives of different device manufacturers, as well as oral information retrieved from HVAC-designers of Optiplan Oy.</p> <p>As a result of the thesis, a compact guide for designing ventilation to commercial kitchens including the main rules, guidelines and calculations as well as instructions of the different stages of the designing process was made. With this guide the designing of commercial kitchen ventilation is made easier in the future. Based on this thesis a short summary of the commercial kitchen ventilation design process and phasing will be made for Optiplan Oy.</p>	
Keywords:	Commercial kitchen, ventilation design, Optiplan Oy, designing process
Number of pages:	60+2
Language:	Finnish
Date of acceptance:	12.12.2015

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	10
2	AMMATTIKEITTIÖN ILMANVAIHTOSUUNNITTELUN PERUSTAT	11
2.1	Keittiötyypit	11
2.2	Keittiössä syntyvät päästöt	12
2.2.1	<i>Lämpökuormat</i>	13
2.2.2	<i>Kosteuskuormat</i>	15
2.2.3	<i>Ilman epäpuhtaudet ja hajut</i>	15
2.3	Terminen viihtyvyys ja lämpötilojen tavoite-arvot.....	16
2.4	Sisäilmastoluokittelu	16
2.4.1	<i>Sisäilmastoluokittelu ammattikeittiöissä</i>	18
2.4.2	<i>Lämpötilan hallinta eri sisäilmaluokissa</i>	19
3	AMMATTIKEITTIÖN ILMANVAIHTOSUUNNITTELU	21
3.1	Poistoilmalaitteet	22
3.1.1	<i>Kohdepoistolaitteet</i>	23
3.1.2	<i>Ilmanvaihtokatot</i>	25
3.2	Ilmanjakotekniikka	25
3.2.1	<i>Sekoittava ilmanvaihto</i>	26
3.2.2	<i>Syrjäyttävä ilmanvaihto</i>	26
3.3	Rasvanerotus	27
3.4	Ilmavirtojen mitoitus ja painesuhteet.....	29
3.4.1	<i>Poistoilmavirran mitoitus</i>	31
3.4.2	<i>Tuloilmavirran mitoitus</i>	38
3.4.3	<i>Jäte- raitis- ja siirtoilma</i>	39
3.5	Kanavisto.....	41
3.6	Paloturvallisuus	41
3.7	Lämmöntalteenotto	44
3.8	Ravintolasali	45
4	ENERGIATEHOKKUUS, TARPEENMUKAISTAMINEN JA AUTOMAATIO	46
4.1	Energiatehokkuus.....	46
4.2	Direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanosta ilmanvaihtokoneiden ekologisen suunnittelun vaatimusten osalta	49
4.3	Automaatio	50
4.3.1	<i>Halton M.A.R.V.E.L. – järjestelmä</i>	51

5	SUUNNITTELUPROSESSI JA SUUNNITTELUN VAIHEISTUS	53
6	YHTEENVETO	56
	LÄHTEET	57

LIITTEET

Liite 1 Keittiön normaali laitteisto keittiön luonteen perusteella

Kuvat

<i>Kuva 1. Lämmön siirtyminen konvektion, konduktion ja säteilyn seurauksena.</i>	<i>14</i>
<i>Kuva 2. Lämpötilojen tavoitearvot Sisäilmasto 2008:ssa.</i>	<i>18</i>
<i>Kuva 3. Luonnosvaiheen mitoitus ja tilavaraussuunnittelu perustuu usein tunnettuun keittiö- tyyppiin.</i>	<i>22</i>
<i>Kuva 4. Tyyppin 1 huuuvan toimintaperiaate.</i>	<i>23</i>
<i>Kuva 5. Linjatyyppisen, tyyppi 2 kohdepoiston koko.....</i>	<i>24</i>
<i>Kuva 6. Huuvatyypin, tyyppi 2 kohdepoiston koko</i>	<i>24</i>
<i>Kuva 7. Sekoittava ilmanvaihtojärjestelmä</i>	<i>26</i>
<i>Kuva 8. Yläjakoinen syrjäyttävä ilmanvaihtojärjestelmä.....</i>	<i>27</i>
<i>Kuva 9. Huonon rasvanerotuksen vaikutus vesikaton paloturvallisuuteen.</i>	<i>28</i>
<i>Kuva 10. Esimerkki ilmavirtojen tasapainosta ja painesuhteista.</i>	<i>30</i>
<i>Kuva 11. Ilmavirtojen määrittäminen keittiön pinta-alan perusteella</i>	<i>33</i>
<i>Kuva 12. Ilmavirran laskeminen keittiölaitteen mittojen, huuuvan etäisyyden ja keittiölaitteesta syntyvän konvektiivisen lämpökuorman perusteella</i>	<i>36</i>
<i>Kuva 13. CFD-mallit joissa vasemmalla ei sieppaussuihkua käytössä ja oikealla Halton Oy:n Capture Jet sieppaussuihku käytössä</i>	<i>39</i>
<i>Kuva 14. Jäte- ja ulkoilmalaitteiden väliset etäisyydet</i>	<i>40</i>
<i>Kuva 15. Ammattikeittiön kohdepoistokanavan palonkestävyys</i>	<i>43</i>
<i>Kuva 16. Energiankäyttö Suomen ammattikeittiöissä</i>	<i>47</i>
<i>Kuva 17. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus puhaltimien sähköenergian kulutukseen</i>	<i>48</i>
<i>Kuva 18. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus tarvittavaan mitoitusilmavirtaan</i>	<i>48</i>
<i>Kuva 19. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutukseen.</i>	<i>49</i>
<i>Kuva 20. Halton M.A.R.V.E.L.-järjestelmän toiminta laitteiden ollessa päällä</i>	<i>52</i>
<i>Kuva 21. Suunnittelun vaiheistus ja tiedonsiirto</i>	<i>52</i>
<i>Kuva 22. Ilmanvaihtosuunnittelijan keskeiset tehtävät ja riskit suunnittelun eri vaiheissa</i>	<i>53</i>

Taulukot

<i>Taulukko 1. Sähkö-, höyry- ja kaasukäyttöisten keittiölaitteiden keittiötilaan aiheuttamat lämpö- ja kosteuskuormat normaalikäytössä.....</i>	<i>13</i>
<i>Taulukko 2. Ruoanvalmistus- ja astianpesuosaston sisäilmaston ohjearvot eri tasoluokissa</i>	<i>20</i>
<i>Taulukko 3. Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitasojen ohjearvoja. Ruoanvalmistus- ja säilytystilat</i>	<i>32</i>
<i>Taulukko 4. Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitasojen ohjearvoja. Ravintolat ja hotellit</i>	<i>32</i>
<i>Taulukko 5. Eri keittiötyyppien samanaikaisuuskertoimet</i>	<i>34</i>
<i>Taulukko 6. Mitoitusilmavirrat eri keittiölaitteille</i>	<i>34</i>
<i>Taulukko 7. Yleisilmanvaihdon vaikutuskertoimet poiston tehokkuuteen</i>	<i>37</i>
<i>Taulukko 8. Jäteilmalaitteen sijoitus</i>	<i>40</i>
<i>Taulukko 9. Pyöreän teräslevykanavan koko ja normaali seinämäpaksuus</i>	<i>42</i>
<i>Taulukko 10. Suorakaidekanavan koko ja normaali seinämäpaksuus</i>	<i>42</i>

1 JOHDANTO

Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelu vaatii useiden määräysten ja ohjeiden seuraamista hyvän sisäilmaston saavuttamiseksi. Suunnittelun vaiheistuksen ymmärtäminen on tärkeää; kun asiat suunnitellaan oikeaan aikaan prosessia, saadaan suunnittelua tehostettua ja virheiden määrä suunnittelussa minimoidaan. Kommunikointi muiden suunnittelualojen sekä tilaajan välillä on erityisen tärkeää jotta yhteisymmärrys saavutettaisiin ja välttyttäisiin ristiriidoilta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelun vaiheistus, tuoda esille tärkeät määräykset ja ohjeet, sekä kertoa yleisesti huomioitavista asioista ilmanvaihdon suunnittelussa. Työssä painotetaan paljon luonnosvaiheen ilmanvaihtosuunnittelua, jonka haasteellisuuden vuoksi on koottu ohjeita ja kaavoja joilla luonnossuunnittelua helpotetaan. Tämä ohjeistus helpottaa suunnittelijan työtä tulevaisuuden suunnittelukohteissa.

Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Optiplan Oy:n Helsingin LVIAE ryhmälle. Optiplan Oy on rakennussuunnittelun kokonaissuunnittelutoimisto. Kokonaissuunnittelulla tarkoitetaan, että pystytään tarjoamaan kaikki rakennussuunnittelupalvelut itse. Rakennussuunnittelupalveluihin kuuluu talotekniikka-, elementti-, rakenne- ja arkkitehtisuunnittelu sekä ympäristö- ja energiapalvelut. Kokonaissuunnittelukonseptin mukaisia palveluita tarjotaan asunto-, toimitila- ja korjausrakentamiseen. Optiplan Oy on osa kansainvälistä NCC-konsernia. Optiplan Oy työllistää yli 220 ihmistä neljässä toimipisteessä. Pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja muut konttorit Turussa, Tampereella ja Oulussa. Helsingin LVIAE ryhmä suunnittelee uusia rivitaloja ja asuinkerrostaloja pääkaupunkiseudulla ja sen läheisyydessä. [1.]

Opinnäytetyö on rajattu uusiin ammattimaisesti käytettyihin keittiöihin ja ravintolasaleihin. Saneerauskohteita ei käsitellä, vaikka osa työssä esitetyistä tiedoista onkin sovellettavissa näissä kohteissa.

2 AMMATTIKEITTIÖN ILMANVAIHTOSUUNNITTELUN PERUSTAT

Ammattikeittiön sisäilmasto poikkeaa paljon muista tiloista, siksi suunnittelu onkin tehtävä erityisen huolellisesti. Ruoanvalmistusprosessissa syntyy suuria lämpökuormia, jotka on saatava ilmanvaihdolla tasoitettua, jotta päästäisiin määräysten mukaisiin sisäilmasto-olosuhteisiin. Suuret lämpötilat aiheuttavat sen, että energiatehokkuuteen ja erityisesti lämmön talteenottoon on tärkeää panostaa. Ilmanvaihdon automatisoinnilla ja tarpeenmukaistamisella parannetaan myös energiatehokkuutta. Paistamisessa syntyvät hiukkaset ovat terveydelle haitallisia ja siksi riittävä kohdepoisto on todella tärkeää. Kolmas ilmanvaihdolla poistettava komponentti on kosteus, jota syntyy sekä ruoanvalmistuksessa, että astianpesussa. Suunnittelussa tärkeitä huomioon otettavia asioita on poisto- tulo- ja siirtoilman määrä, painesuhteet, sekä jäähdytyksen ja lämmityksen tarpeen huomioiminen. Ruoanvalmistuksessa syntyvän rasvan leviäminen pinnoille yrittään estää ja rasvan takia suunnittelussa on myös tärkeää huomioida paloturvallisuus sekä siihen liittyvät määräykset ja ohjeet. Keittiössä rasva saattaa kerrostua erityisesti poistoilmakanavistoihin sekä suodattimiin, mikä aiheuttaa erityisen paloriskin. Painesuhteet tulee huomioida jotta hajuhaittoja ei synny erityisesti ravintolasaliin ja muihin keittiötä ympäröiviin tiloihin. Keittiön tulee siksi aina olla alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden. [2, s. 2.]

2.1 Keittiötyypit

Ammattikeittiöt on jaettu eri keittiötyyppeihin riippuen ruoan valmistustavasta ja keittiön funktiosta. Yhteistä näille on ruoanvalmistuksen ammattimaisuus. Keittiöt jaetaan valmistus-, kuumennus-, keskus-, komponentti- sekä jakelukeittiöihin. Nämä voidaan taas jakaa pienempiin alaryhmiin, esimerkiksi: sairaalakeittiöihin, opiskelija- henkilöstö- koulu- lounas- ja liikenneravintoloihin, pikaruokaloihin jne.

Valmistuskeittiöt ovat yleisin keittiömuoto Suomessa. Valmistuskeittiössä valmistetaan ruoka pääsääntöisesti itse ja omaan käyttöön. Ruoka valmistetaan esimerkiksi paistamalla, pariloimalla tai uunissa. Valmistuskeittiöiksi voidaan määrittää muun muassa henkilöstöravintolat, pizzeriat ja monet kahvilat. **Kuumennuskeittiöissä** valmistetaan

ruokaa esivalmistetuista raaka-aineista, tai jo valmiista aterioista esimerkiksi kuumentamalla tai keittämällä. Kylmät ruoat tehdään usein itse. Kouluravintolat ovat usein kuumennuskeittiöitä. **Keskuskeittiö**issä tuotetaan usein suuria määriä aterioita jotka voidaan jäähdyttää tai pakastaa kuumennuskeittiöille lämmitettäväksi tai viedä suoraan jakelukeittiöille. **Komponenttikeittiö**issä ruoka valmistetaan esikypsennetyistä raaka-aineista. **Jakelukeittiö**issä ei tapahdu ollenkaan ruoanvalmistusprosessia vaan ruoat tuodaan esimerkiksi suoraan keskuskeittiöistä. [2, s. 1.]

2.2 Keittiössä syntyvät päästöt

Keittiön ruoanvalmistuksessa ja siihen liittyvissä prosesseissa syntyy lämpöä, kosteutta, hajuja ja terveydelle haitallisia hiukkasia jotka tulee saada poistettua ilmanvaihdolla viihtyisän ja terveellisen työympäristön takaamiseksi. Lisäksi on huomioitava rasvan leviäminen ruoanlaiton seurauksena. Liian lämmin tai kylmä ilma heikentää työtehoa ja lisää riskiä tapaturmiin ja sairastumisiin. Siksi on erityisen tärkeää panostaa hyvään ilmanvaihtoon lämpötilan, ilman raikkauden ja kosteuden optimoimiseksi. [2, s. 2.]

Taulukossa 1 on esitetty erilaisten keittiölaitteiden aiheuttamat lämpö- ja kosteuskuormat normaalitilanteessa. Näitä arvoja voidaan käyttää ilmamäärien mitoituksessa ennen tarkempia yksityiskohtia laitteiden teknisistä tiedoista.

Taulukko 1. Sähkö-, höyry- ja kaasukäyttöisten keittiölaitteiden keittiötilaan aiheuttamat lämpö- ja kosteuskuormat normaalikäytössä. [2, s. 3.]

Laitte	Sähkö- ja höyrykäyttöiset laitteet				Kaasukäyttöiset laitteet			
	Lämpö- kuorma yhteensä W/kW	Kuiva lämpö- kuorma W/kW	Kostea lämpö- kuorma W/kW	Kosteus- kuorma g/h/kW	Lämpö- kuorma yhteensä W/kW	Kuiva lämpö- kuorma W/kW	Kostea lämpö- kuorma W/kW	Kosteus- kuorma g/h/kW
<i>Keittolaitteet</i>								
keittopata	235	35	200	294	400	100	300	441
painekeittopata	50	40	10	15	–	–	–	–
painekeittokaappi	225	25	200	294	–	–	–	–
höyrykeittokaappi	300	120	180	265	330	150	180	265
<i>Paistolaitteet</i>								
paistinpannu	850	450	400	588	900	450	450	630
tasoparila	730	330	400	588	750	350	400	588
salamanteri	875	700	175	257	920	720	200	294
paistin- ja leivinuuni	510	350	160	235	550	350	200	294
kiertoilmauni	220	70	150	220	250	100	150	220
paisto- ja grillilaitte (pienlaitte)	480	250	230	338	–	–	–	–
kastikeautomaatti	310	150	160	235	–	–	–	–
rasvakeitin	790	90	700	1030	790	90	700	1030
automaattinen rasvakeitin	600	50	550	808	–	–	–	–
automaattinen rasvakeitin (integroitu poistoilma)	150	50	100	147	–	–	–	–
<i>Muut laitteet</i>								
liesi (valurauta/avoin)	280	200	80	118	350	250	100	147
liesi (keraaminen/keraaminen)	280	200	80	118	280	160	80	118
liesi (induktio/hehku)	100	70	30	41	420	300	120	178
mikroaaltouuni	60	50	10	15	–	–	–	–
vesihaude	325	125	200	294	415	195	220	323
lämpöviitriini ja -kaappi	350	350	–	–	350	350	–	–
kylmäkaluste (ilman keskus- kylmälaitteistoa)	700	700	–	–	–	–	–	–
esikäsitteilylaitte	175	175	–	–	–	–	–	–
kuljetusvaunu	1000	1000	–	–	–	–	–	–
<i>Jakelulaitteet</i>								
lämmitetty jakelulaitte	325	125	200	–	–	–	–	–
jäähdytetty jakelulaitte	700	700	–	–	–	–	–	–
lautasjakelin	300	300	–	–	–	–	–	–
juomanjakeluasema	300	100	200	–	–	–	–	–
<i>Astianpesukoneet</i>								
yksitankkikone	440	290	150	220	–	–	–	–
kaksitankkikone	460	310	150	220	–	–	–	–
tunnelikone (LTO)	420	330	90	130	–	–	–	–

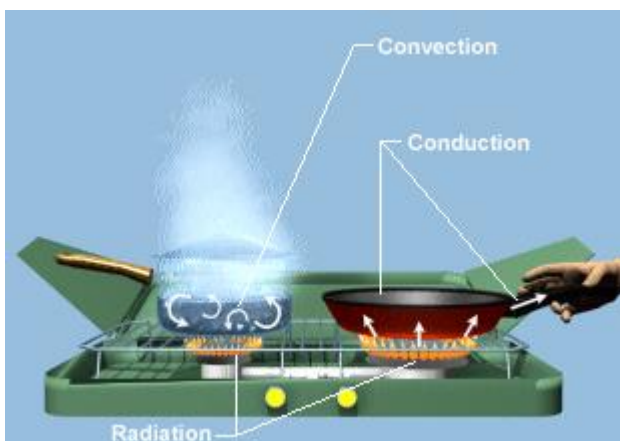
2.2.1 Lämpökuormat

Ravintolakeittiössä syntyy paljon lämpöä, siksi peruslämmityksen tarve on usein hyvin vähäinen. Suurin osa lämmöstä syntyy keittiölaitteista, etenkin uuneista ja helloista mutta myös astianpesukoneista, kylmäkalusteista ja valaistuksesta. Lämpö siirtyy kolmella tavalla: konduktiolla, konvektiolla ja säteilyllä. Ilmanvaihtosuunnittelussa on huomioitava konvektion ja säteilyn osuus. [3, s. 513.]

Konvektiossa, eli kuljettumisessa energia siirtyy kiinteään aineen ja siihen yhteydessä olevan kaasun tai nesteen välillä lämmön aiheuttamista virtauksista. Lämpötilaerot ai-

heuttavat muutoksia tiheyksissä josta syntyy konvektio. Tällöin kuuma ja harva aine siirtyy ylöspäin painovoimakentässä kun taas viilentynyt ja siksi tiheämpi aine siirtyy alaspäin. Voima joka saa tämän aikaiseksi on siis noste. Esimerkki konvektiosta on kattilassa veden kiehattaminen jolloin konvektion huomaa ennen kiehumista veden väreilyä. [4, s. 92-94.] Konvektio syntyy siis keittölaitteista ja ruoanvalmistuksesta josta nousee konvektiovirtauksesta konvektiopilvi joka tulee saada riittäväällä kohdepoistolla siepattua. Konvektiopilvi kasvaa noustessaan leveysuunnassa, jonka takia huuvin tulisi olla noin 30 cm leveämpi kuin sitä palveleva laiteryhmä on. Tämä tarkoittaa sitä, että poiston suurin mitoittava tekijä on juuri konvektion määrä. Jos konvektiovirtausta ei siepata nousee sekä lämpötila että ilmankosteus keittiössä. Tätä varten on kehitetty huuvin sieppausilmasuihkuja joilla estetään konvektion ja epäpuhtauksien leviäminen huuvin ulkopuolelle. [3, s. 512-513.]

Säteily on lämmönsiirtymistä sähkömagneettisten aaltojen seurauksena jotka syntyvät atomien ja molekyylien sähköisten kokoonpanojen muutoksista. Säteily ei edellytä väliainetta niin kuin johtuminen ja kuljettuminen. Hyvä esimerkki säteilystä on maapallon lämpeneminen auringon säteilystä. [4, s. 92-94] Keittiön lämpösäteily aiheutuu suurimaksi osaksi laitteista, mutta lämpö siirtyy säteilyllä myös valaistuksesta ja ihmisistä. Säteilyyntä ei poistolla pystytä vaikuttamaan, vaan lämpösäteilyn vaikutusta viihtyvyyteen voidaan säädellä ainoastaan jäähdytyksellä. Ilman jäähdytystä lämpötilat nousevat usein, varsinkin kesäisin liian korkeiksi. Säteilykuorman pienentämiseksi voidaan esimerkiksi kaasuliesien sijaan käyttää induktioon perustuvia liesiä. [3, s. 513.] Kuvassa 1 on havainnollistettu konvektion, säteilyn ja konduktion vaikutus liedellä.



Kuva 1. Lämmön siirtyminen konvektion, konduktion ja säteilyn seurauksena. [5.]

2.2.2 Kosteuskuormat

Keittiössä syntyy kosteutta paistamisen ja astianpesun yhteydessä. Myös ihmisestä vapautuu kosteutta. Ilmankosteus vaikuttaa suoraan termiseen viihtyvyyteen. Liika kosteus on poistettava ilmanvaihdolla. Korkea kosteuspitoisuus lisää myös homeiden muodostumisen riskiä. Halton Oy suosittelee suunnittelukriteeriksi alle 70 % suhteellista ilmakeuhkustetta. [6, s. 4-6.]

2.2.3 Ilman epäpuhtaudet ja hajut

Paistamisessa syntyy käryjä jotka sisältävät terveydelle haitallisia hiukkasia ja yhdisteitä. Paistamisessa syntyy myös hajuja. Huuvalla saadaan suurin osa haitoista poistettua mutta puhalluslaitteita suositellaan käytettäväksi jotta kaikki haitat saataisiin poistettua. [7, s. 17.]

Eräs tutkimus osoittaa, että porsaan- ja naudanlihan paistamisessa syntyy mutageenisia epäpuhtauksia ja paistorasvasta syntyvät yhdisteet ovat karsinogeenisia. Nämä yhdisteet ovat osoitettu lisäävän riskiä sairastua keuhkosyöpään. Niillä on myös tilastollinen yhteys muihin terveysvaikutuksiin, kuten krooniseen yskään ja hengästymiseen.

[6, s. 7.]

Erityisen tärkeää on huomioida hajujen leviämisen riski oheistiloihin ravintoloissa joissa keittiö on suoraan yhteydessä asiakastilaan. Tällöin riittävä kohdepoisto ja keittiön alipaineisuus oheistiloihin nähden on todella tärkeää. Alipaineisuuden toteuttamisen nyrkkisääntönä voidaan pitää keittiön poistoilman osuuden pitämisen noin 10 % suurempana kuin tuloilmavirran. [3, s. 512-513.]

2.3 Terminen viihtyvyys ja lämpötilojen tavoite-arvot

Suunnittelun tavoite-arvot on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.

“Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.” [8, määräys 2.2.1.]

Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan tilan osaa jossa vyöhykkeen alapinta rajoittuu lattiaan, sivupinnat ovat 0,6m etäisyydellä seinistä tai muista vastaavista kiinteistä rakennusosista ja yläpinta 1,8m korkeudella lattiasta. [9, s. 10.]

Termisellä viihtyvyydellä tarkoitetaan ihmisen subjektiivista kokemusta lämpötilasta ja sen tyydyttävyydestä. Termiseen viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila, säteily, kosteus sekä ilman liikehdintä. Ammattikeittiössä lämpöä syntyy ruoanvalmistuksessa, keittiölaitteiden sekä valaistuksen käytön seurauksena. Myös ihminen on lämpökuorma itsessään (noin 130W/henkilö). [6, s. 5.]

Keittiön lämpötila pyritään pitämään oleskeluvyöhykkeellä 19...25 °C mutta lämpötila saa hetkellisesti poiketa $\pm 2...3$ °C. Tähän vaikuttavat tavoitteellinen sisäilmastoluokka, kesä/talviaika ja työpisteen tyyppi. Hyvänä lämmityksen mitoituslämpötilana pidetään yleensä 20 °C ja lämmitys toteutetaan hygieniasyistä useimmiten lattia- tai ilmalämmityksellä. [7, s. 16–17.]

2.4 Sisäilmastoluokittelu

Rakennus jaetaan sisäilmaluokkiin S1, S2 ja S3 kuvastaakseen tavoitteellista sisäilmaston laatutasoa. Sisäilmaluokat ovat tehty siksi, että päästäisiin yhteisymmärryksen kaikkien rakennushankkeessa toimivien välillä sisäilmaston tavoitetasosta ja siihen tarvittavista ratkaisuista. S2 kuvastaa sisäilmaston hyvää perustasoa. Siinä on käytetty ratkaisuja, joilla saadaan hyvät lämpöolot, ilmanlaatu ja ääniolosuhteet. Luokassa S1 on henkilökohtainen lämpötilojen ja valaistuksen säätömahdollisuus parempi, kuin luokas-

sa S2. Lisäksi tässä luokassa ilman epäpuhtaudet ovat pienemmät kuin luokassa S2. Ominaista luokalle S1 on myös olosuhteiden pysyminen tasapainoisina, lähellä tavoitearvoja ilman suuria vaihteluita. Luokka S3 kuvastaa lähinnä määräysten mukaisesti toteutettua rakennusta. Tavoitteellinen sisäilmastoluokka huomioidaan kaikissa rakentamisen ja suunnittelun vaiheissa. [10.] Seuraavassa *Sisäilmastoluokitus 2008* annettuja luokitusperusteita:

Luokka S1:

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

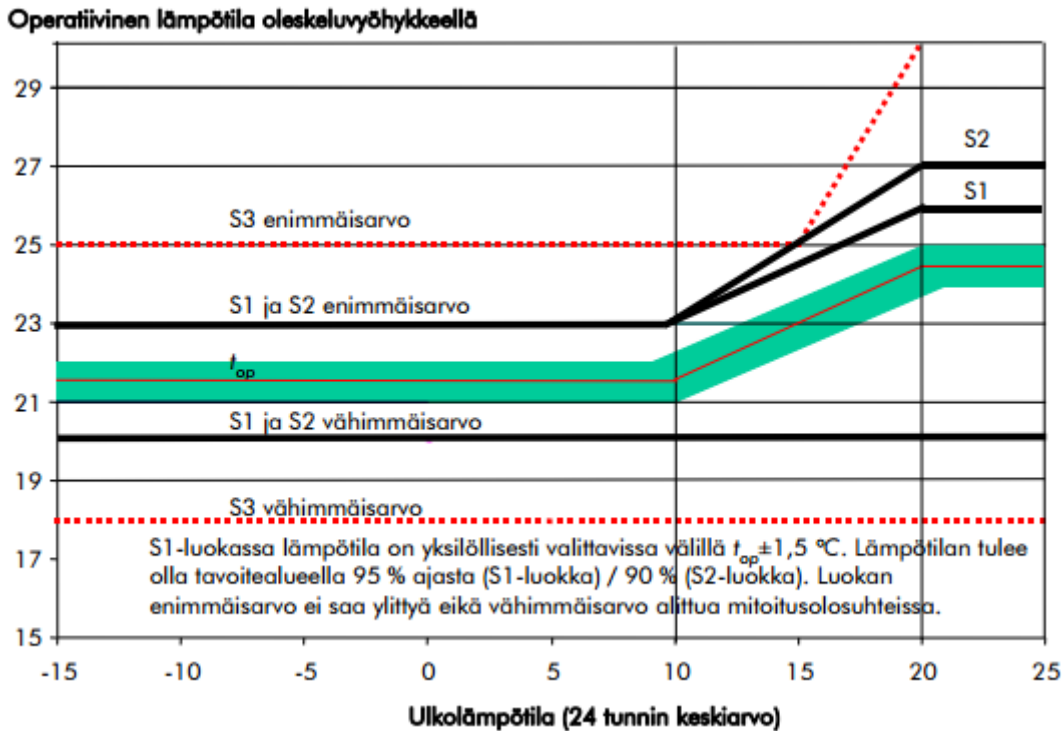
Luokka S2:

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

Luokka S3:

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

Suunnittelussa voidaan siis vaikuttaa: huonelämpötilaan, ilmannopeuteen, mitoitusilmavirtaan, LVI-laitteistojen äänitasoihin, radon- ja hiilidioksidipitoisuuksiin, valaistusvoimakkuuteen, rakennuksen ulkopuolelta aiheutuvaan äänitasoon sisällä sekä ilma- ja askeläänieristykseen. [10.] Kuvassa 2 on esitetty Sisäilmaluokitus 2008 tavoitelämpötilat eri sisäilmaluokissa.



Kuva 2. Lämpötilojen tavoitearvot Sisäilmasto 2008:ssa. Turkoosilla värillä esitetty alue kuvaa luokan S1 tavoitteellista lämpötilaa. T_{op} on lämpötilan asetusarvo. [10.]

2.4.1 Sisäilmastoluokittelu ammattikeittiöissä

Ammattikeittiöiden sisäilmasto voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan; Sk1, Sk2 ja Sk3, kuvastaakseen tilaajalle tavoitetasoja, niiden vaikutuksia esimerkiksi kustannuksiin sekä helpottaakseen suunnittelua. Luokassa Sk1 pyritään todella hyvään sisäilmastoon. Tällöin keittiöllä on oma ilmanvaihtojärjestelmä ja ilmanvaihdon säätö tapahtuu työpistekohtaisesti. Säätö jaetaan vyöhykkeisiin joiden lukumäärä ja koko vaihtelee riippuen ravintolan koosta, keittiölaitteista sekä niiden sijoittelusta. Luokassa Sk2 käytetään hyviä suunnitteluperiaatteita, mutta väljemmin kuin luokassa Sk1. Tässä luokassa myös työntekijän vaikutusmahdollisuus työpisteensä ilmanvaihtoon on huonompi kuin ensimmäisessä luokassa. Keittiölle järjestetään oma ilmanvaihtojärjestelmä ja säätövyöhykkeet erotellaan ruoanvalmistus- ja astianpesuosastoiksi. Luokassa Sk3 seurataan suunnittelussa lähinnä minimimääräyksiä ja ohjeita sisäilmaston riittävän hyvän laadun takaamiseksi. Tässä luokassa keittiöllä on ensisijaisesti oma ilmanvaihtojärjestelmänsä tai vaihtoehtoisesti oma säätövyöhykkeensä niin, ettei keittiön ilmanvaihto ole riippuvainen ympäröivistä tiloista ja niiden ilmanvaihtolaitteistoista. [2, s. 3-6.]

2.4.2 Lämpötilan hallinta eri sisäilmaluokissa

Sisälämpötilaa tulisi hallita siten, että lämpötila pysyy mahdollisimman lähellä suunniteltua tavoitelämpötilaa kaikissa olosuhteissa. Taulukossa 2 on annettu ohjeelliset kesä- ja talvi-ajan lämpötilat. Tässä taulukossa esitetyt lämpötilojen ylärajoja pidetään mitoituksen arvona tuloilman jäähtymisen mitoituksessa. Suunnitelmissa on aina laskelmallisesti osoitettava, että nämä lämpötilat eivät ylitä kesäajan mitoituskriteereillä (+25 °C, entalpia 55 kJ/kg, suhteellinen kosteus 60 %). Lämpötilan hallinnan ratkaisemiseksi käytetään eri ratkaisuja riippuen halutusta sisäilmaluokasta. [2, s. 8-9.]

Työsuojeluhallinnon mukaan työskentelylämpötilan ylittäessä 28 °C, tulee työntekijöiden altistusta kuumuudelle vähentää. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että taukoja pidetään enemmän. Työajat ovat kevyissä ja keskiraskaissa töissä (150–400W) lämpötiloilla 28–33 °C 50 minuuttia tunnissa ja yli 33 °C lämpötiloissa 45 minuuttia tuntia kohden. Työn tuottavuuden kannalta onkin siksi todella tärkeää panostaa hyvään lämpötilanhallintaan kaikissa tilanteissa. [11.]

Luokissa Sk1 ja Sk2 käytetään tuloilman jäähtytystä. Vain, jos laskennallisesti osoitetaan jäähtymisen tarpeettomuus, voidaan se jättää pois. Tämä on usein mahdollista ainostaan jos ravintola on kesäisin suljettu. Lämpötilan hallinnassa käytetään automaattista tuloilman lämpötilan- ja ilmavirtojen säätöä. Sisäilman lämpötilan säätö voidaan toteuttaa esimerkiksi pitämällä tuloilman lämpötila mahdollisimman alhaalla ja säätää sisäilman lämpötilaa ilmavirroilla. Vasta kun sisäilman lämpötila laskee alle asetusarvon (esimerkiksi 18 °C), nostetaan tuloilman lämpötilaa. Tällä tavalla vaikutetaan mahdollisimman tehokkaasti energiankulutukseen ja saavutetaan mahdollisimman tehokas vapaajäähdytys. [2, s. 8-9.]

Luokassa Sk1 pyritään työpistekohtaiseen sisälämpötilan säätöön. Sallitut poikkeamat on esitetty Taulukossa 2. Ilmavirtojen säätö voidaan toteuttaa portaattomasti tai moniportaisesti. Mikäli eri säätövyöhykkeitä palvelee sama tulo- ja poistoilmakone, tulee eri säätövyöhykkeet varustaa omilla säätöyksiköillä. Puhaltimen ohjaus tapahtuu tässä tapauksessa esimerkiksi kanavapaineen perusteella. [2, s. 8-9.]

Luokassa Sk2 säädetään ruoanvalmistus ja astianpesuosastoa erikseen. Vähintään kaksi mittauspistettä tarvitaan. Työntekijän tulee pystyä säätämään lämpötilaa Taulukon 2 osoittamalla tavalla. Lämpötilojen sallitut, alle 15 minuuttia kestävät lämpötilapoikkeamat on esitetty samassa taulukossa. Ilmavirtojen säätö tapahtuu samalla tavalla kuin luokassa Sk1. Säästövyöhykkeet varustetaan myös tässä luokassa omilla säästöyksiköillä ja puhaltimen ohjaus toteutetaan esimerkiksi kanavapaineen perusteella. [2, s. 8-9.]

Luokassa Sk3 riittää yksi mittauspiste lämpötilojen hallintaan. Säästövyöhykkeeksi katsotaan koko keittiö. Lämpötilanhallinta perustuu ilmavirtojen ja tuloilman lämpötilan säätöön. Ilmavirtojen säätö tulee olla vähintään kaksiportainen. Tässä luokassa voidaan käyttää myös ilmavirtojen tehostusta käsin tai käyntiaikakellolla. Sallitut poikkeamat on esitetty Taulukossa 2. [2, s. 8-9.]

Taulukko 2. Ruoanvalmistus- ja astianpesuosaston sisäilmaston ohjearvot eri tasoluokissa. [2, s. 3.]

	Yksikkö	Luokka Sk1	Sk2	Sk3
<i>Ruoanvalmistus</i>				
Sisälämpötila talvi	°C	19...21	19...21	19...22
Sisälämpötila kesä	°C	19...23	19...25	19...28
Sisälämpötilan säädettävyys	°C	± 2	± 2	–
Sisälämpötilan hetkellinen poikkeama asetusarvosta	°C	± 2	± 3	± 4
Vertikaalinen lämpötilaero	°C/m	<2	<3	<4
Säteilyepäsymmetria	°C	<10	<20	<30
Ilman suhteellinen kosteus	%	<70	<70	<70
Ilman enimmäisnopeus	m/s	kuvan 1 mukaan		
Lämmitys- ja ilmastointilaitteiden äänitaso	dB(A)	<40	<40	<40
<i>Astianpesu</i>				
Sisälämpötila talvi	°C	18...20	18...20	18...21
Sisälämpötila kesä	°C	18...22	18...24	18...28
Sisälämpötilan säädettävyys	°C	± 2	± 2	–
Sisälämpötilan hetkellinen poikkeama asetusarvosta	°C	± 2	± 3	± 4
Vertikaalinen lämpötilaero	°C/m	<2	<2	<3
Säteilyepäsymmetria	°C	<5	<10	<15
Ilman suhteellinen kosteus	%	<70	<70	<70
Ilman enimmäisnopeus	m/s	kuvan 1 mukaan		
Lämmitys- ja ilmastointilaitteiden äänitaso	dB(A)	<40	<40	<40

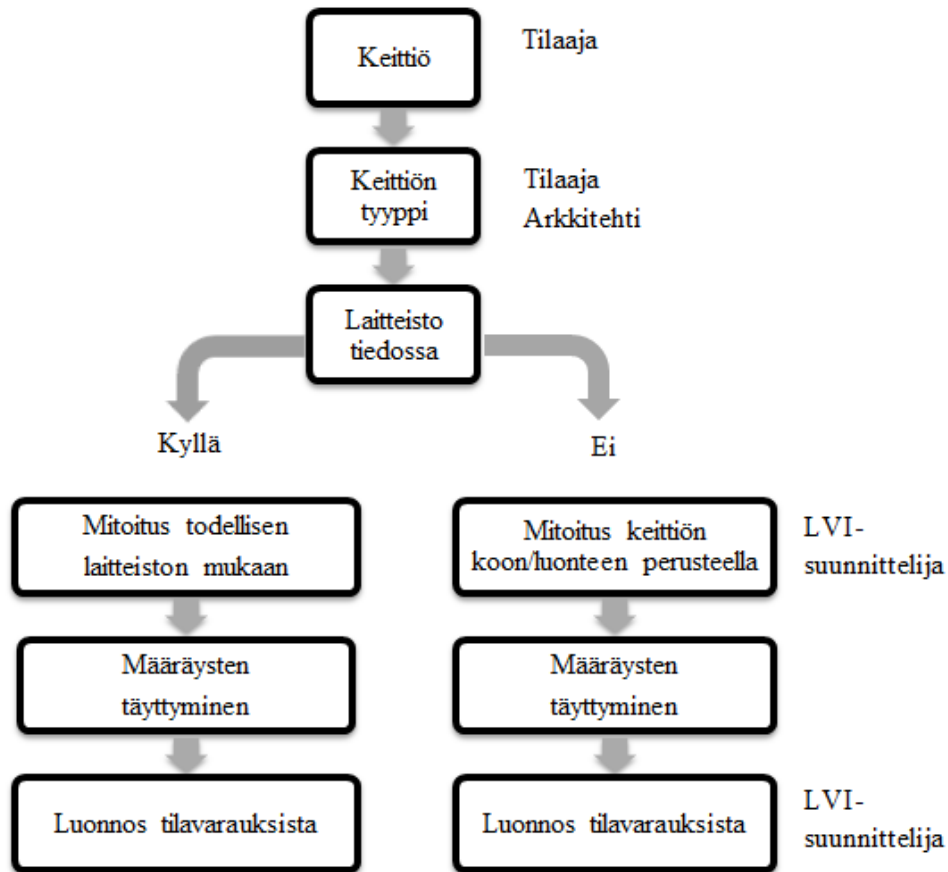
3 AMMATTIKEITTIÖN ILMANVAIHTOSUUNNITTELU

Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelua koskevat määräykset ja ohjeet löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmasta sekä Rakennustieto Oy:n julkaisemista tietokokoelmista. Työssä viitataan jatkossa Suomen rakentamismääräyskokoelmiin lyhenteellä RakMK ja Rakennustiedon julkaisemiin ohjekortteihin lyhenteillä RT- tai LVI-kortti. RakMK:n määräykset ovat velvoittavia mutta ohjeita voidaan soveltaa ja muita ratkaisuja käyttää mikäli määräykset täyttyvät. [12.]

”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto.” [8, määräys 2.1.1.]

Terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto saavutetaan kun otetaan huomioon sisäiset kuormat kuten: lämpö- kosteus- ja henkilökuormat, prosessit sekä rakennus ja sisustusmateriaalien päästöt. Ulkoisia huomioon otettavia kuormia ovat sää- ja ääniolosuhteet, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät sekä rakennuksen sijainti ja rakennuspaikka. [8, s. 5.]

Luonnosvaiheen ilmanvaihtosuunnittelu etenee usein kuvan 3 mukaan. Alussa tiedetään usein ainoastaan keittiön tyyppi ja alustava mitoitus tehdään sen perusteella. Tällöin tehdään ilmamäärien arviointi keittiön luonteen ja koon perusteella. Tässä tapauksessa voidaan myös tarkistaa keittiön tyyppin mukainen normaali laitteisto ja arvioida mitoitus sen perusteella. Arviointi on tehtävä hieman yläkanttiin, jotta varmistettaisiin riittävät tilavaraukset ilmanvaihtokoneelle, laitteistoille ja kanavistoille. Tilavarauksia on helppompaa pienentää kuin suurentaa suunnittelun edetessä. Jos keittiön laitteisto on tiedossa, tehdään mitoitus laskennallisesti todellisen laitteiston mukaan. Mikäli alustavan mitoituksen tulokset täyttävät RakMK:n asettamat vaatimukset, voidaan luonnokset tilavarauksista tehdä tämän mukaan. [13.]



Kuva 3. Luonnosvaiheen mitoitus ja tilavaraussuunnittelu perustuu usein tunnettuun keittiötyyppiin.

3.1 Poistoilmalaitteet

Keittiön toimivan ilmanvaihdon takaamiseksi tarvitaan erilaisia kohdepoistolaitteita eli huuvia, yleispoisto sekä tuloilmalaitteisto. Päätelaitteiden mitoitus ja tyyppi perustuu mitoitettuihin ilmavirtoihin, tavoitteelliseen sisäilmastoluokkaan sekä keittiön layoutiin. Päätelaitteiden mitoitus tehdään helposti laitevalmistajien ohjelmistoilla.

”Paikallispoistoa käytetään aina, kun huonetilassa syntyy keskitetysti pölyä, kaasuja tai höyryjä. Epäpuhtauksien poiston tehokkuutta voidaan lisätä epäpuhtauslähteen koteloinnilla. Esimerkiksi keittiöt varustetaan liesikuvulla tai vastaavalla kohdepoistolla.”

[8, s. 15.]

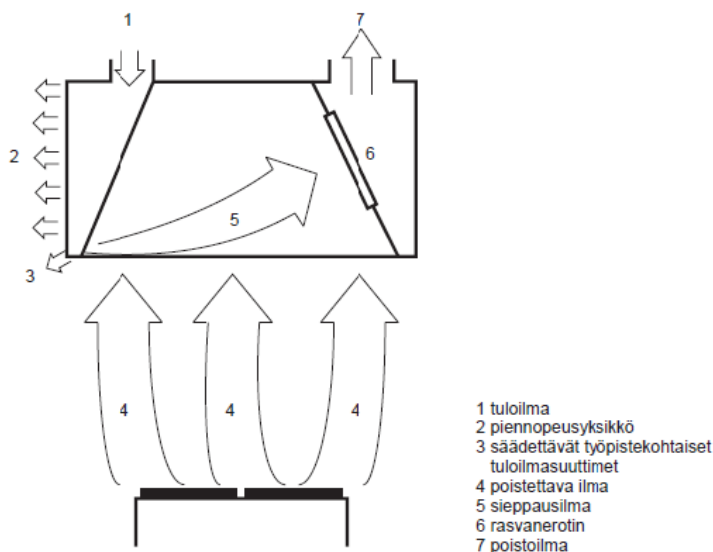
3.1.1 Kohdepoistolaitteet

RakMK:n osassa D2 on sanottu, että keittiöt varustetaan kohdepoistolla tai liesikuvulla siellä syntyvien epäpuhtauksien takia. Tämä on ohje jolla voidaan osittain täyttää määräys 3.6.1:

”Tuloilma on johdettava huonetiloihin siten, että ilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle vedottomasti ja poistaa tehokkaasti huonetilassa syntyvät epäpuhtaudet käyttöaikana. Likaantunut ilma ei saa palautua haitallisessa määrin takaisin oleskeluvyöhykkeelle.”

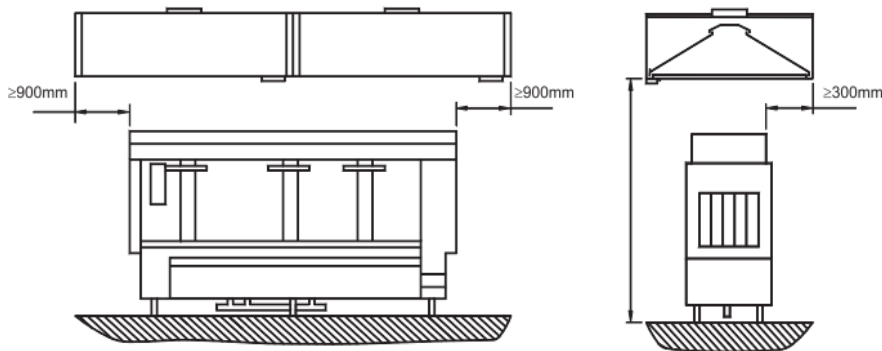
[8, s. 14.]

Kohdepoistot, eli huuvat jaetaan kahteen luokkaan. Luokitus perustuu siihen, onko huuvalla tarkoitus poistaa rasvaa vai ei. Huuvilla poistetaan kosteutta, rasvaa, epäpuhtauksia, lämpöä, höyryä ja muita yhdisteitä. Tyypin 1 huuvaa käytetään keräämään ja poistamaan rasvaa sekä savua. Tyypin 1 huuvan toimintaperiaate ilmenee kuvasta 4. Tyypillä 2 viitataan kaikkiin muihin tarkoituksiin käytettäviä huuvia. Tyypin 1 huuvassa on rasvanpoistolaitteisto ja palontorjuntaan liittyvää laitteistoa. Tyypin 1 huuvia käytetään muun muassa ravintoloiden rasvakeittimien, liesien, pariloiden ja uunien kohdalla. Tyypin 2 huuvaa käytetään keräämään ja poistamaan höyryä, hajuja, ja lämpöä. Siinä ei välttämättä ole rasvansuodatusta eikä se yleensä sisällä palontorjuntaa. Tätä tyyppiä käytetään lähinnä astianpesulaitteiston kohdepoistona. [14, kappale 33.10.]

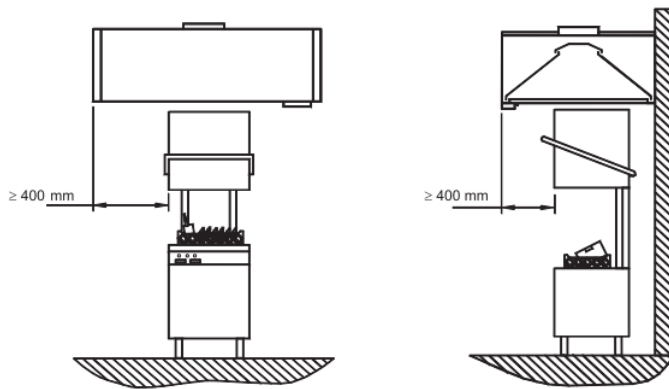


Kuva 4. Tyypin 1 huuvan toimintaperiaate. [2 s. 7.]

Huuvan tulee olla sitä palvelevaa keittiölaitetta leveämpi jotta konvektiovirtaus saadaan siepattua sen levetessä korkeussuunnassa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että Tyypin 1 huuva tulisi olla joka suuntaan 300 mm keittiölaitetta leveämpi. Suositeltava etäisyys Tyypin 1 huuvan alareunaan on 2000 mm lattiasta jotta poistotehokkuus olisi optimaalinen ja kokille jäisi myös hyvin työtilaa. Tyypin 2 astianpesualuetta palvelevan huuvan koon mitoitus ilmenee kuvista 5 ja 6. [6, s. 32.]



Kuva 5. Linjatyyppisen, tyyppi 2 kohdepoiston koko. [6, s. 33.]



Kuva 6. Huuvatyypin, tyyppi 2 kohdepoiston koko. [6, s. 33.]

Huuvien poistotehokkuutta, eli hyötysuhdetta voidaan parantaa sieppaussuihkulla, jolla estetään konvektiovirtausten ja epäpuhtauksien karkaaminen huuvasta. Käytännössä järjestelmä on toteutettu niin, että ilmaa puhalletaan huuvan etuosassa sijaitsevasta suuttimesta. Mittauksien perusteella voidaan todeta, että perinteinen huuva ilman sieppaussuihkua tarvitsee noin 36 % suuremman poistoilmavirran saavuttaakseen saman poistotehokkuuden. [3, s. 515.]

3.1.2 Ilmanvaihtokatot

Ilmanvaihtokatot käytetään joko ainoana poistojärjestelmänä, tai yhdistelmänä huuvi-
en kanssa. Ilmanvaihtokattoa käytettäessä lämmennyt, epäpuhtauksia sisältävä ilma
nousee konvektiovirtausten seurauksena kohti kattoa josta se poistuu. Ilmanvaihtokatto
koostuu sekä tulo- että poistoilmalaitteista ja siinä voidaan hyödyntää sieppaussuihkua
jolla voidaan poistaa epäpuhtauksia jopa 40 % enemmän verrattuna ilmanvaihtokattoon
ilman sieppaussuihkua. Lisäksi sieppaussuihkua käyttämällä voi energiansäästö olla
noin 23 % verrattuna järjestelmään ilman sieppaussuihkua. Ilmanvaihtokatto on esteetti-
sesti miellyttävä ratkaisu joka soveltuu hyvin esimerkiksi keittiöihin joissa on pieni va-
paakorkeus. Niitä ei kuitenkaan tulisi käyttää keittiöissä joissa on suuret lämpö- ja epä-
puhtauskuormat. [15.]

3.2 Ilmanjakotekniikka

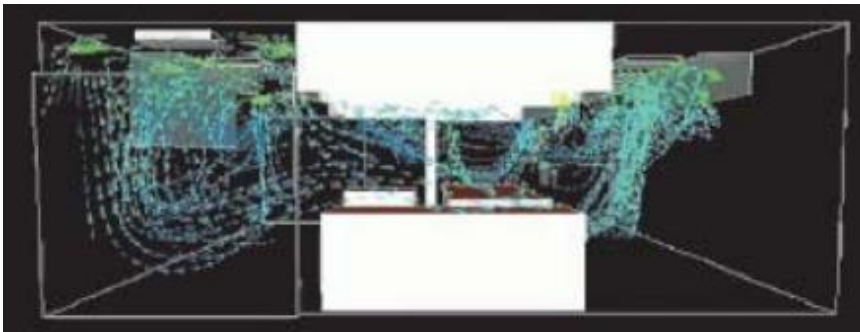
Keittiöön tuodaan usein alilämpöistä ilmaa johtuen tuloilman jäähtymisestä joka keittiö-
össä on suositeltava määräystenmukaisten lämpötilojen saavuttamiseksi. Lisäksi jäähdy-
tys on ainoa tapa vaikuttaa lämpösäteilyyn. Alhaisen lämpötilan vuoksi riski vedon tun-
teeseen kasvaa. Piennopeuslaitteita suositellaan tilan sen salliessa käytettäväksi keittiös-
sä, jotta ilman nopeus ei nousisi liian korkeaksi ja synnyttäisi vedon tunnetta. Lisäksi
suuret nopeudet kohdepoistojen läheisyydessä aiheuttavat virtauksia, jotka sekoittavat
osan epäpuhtauksista huoneilmaan ja täten heikentävät huuven poistotehokkuutta ja il-
manlaatua ruoanvalmistuslaitteiston yhteydessä. [2, s. 6.]

Ammattikeittiön ilmanjaoksi suositellaan tilan sen salliessa syrjäyttävää ilmanjakotek-
niikkaa. Myös ravintolasaliin suositellaan tilan salliessa syrjäytysilmanvaihtoa. Salin
ilmanjakotekniikkana voidaan käyttää myös sekoittavaa järjestelmää, tuolloin ilmamää-
rät mitoitetaan suuremmiksi, jotta varmistettaisiin riittävä raitisilman määrä. [2, s. 17.]

Saksalaisen VDI 2052-ohjeen mukaan syrjäytysilmanvaihto vähentää huuven poistoi-
lmanvirtaa 15 % verrattuna sekoittavaan ilmanvaihtojärjestelmään. Tämä vaikuttaa suo-
raan investointi- ja käyttökustannuksiin taloudellisesti edullisella tavalla. [6, s. 38.]

3.2.1 Sekoittava ilmanvaihto

Sekoittavassa ilmanvaihdossa ilma jaetaan tilaan katosta. Pyrkimys on nimensä mukaan sekoittaa tuloilma mahdollisimman tehokkaasti huoneilmaan. Sekä tulo- että poistoilmalaitteet sijaitsevat katossa. Tuolloin riski vedon tunteeseen pienenee ja mahdolliset epäpuhtaudet jakautuvat koko huonetilaan. Tuloilma sekoittuu huoneilmaan ja lämpötilan pitäisi teoriassa tällöin tulla tasaiseksi koko oleskeluvyöhykkeellä. Sekoittava ilmanvaihto sopii ravintolasaliin mutta huonommin keittiöön. Keittiössä sekoittava ilmanvaihto saattaa aiheuttaa esimerkiksi paistamisessa syntyvien epäpuhtauksien sekoittumisen koko oleskeluvyöhykkeelle. Tuloilma joudutaan tuomaan melko suurella lähtönopeudella (noin 2...10m/s). Tämä saattaa aiheuttaa kohdepoistojen poistotehokkuuden alenemista, mikäli ei laitesijoittelua ja tuloilman nopeutta ole huomioitu. Korkean nopeuden takia on myös huomioitava, ettei nopeus ylitä suurinta sallittua rajaa oleskeluvyöhykkeellä. Kuvassa 7 on havainnollistettu ilmavirtoja sekoittavassa järjestelmässä. [6, s. 38.] [16, s. 139.]

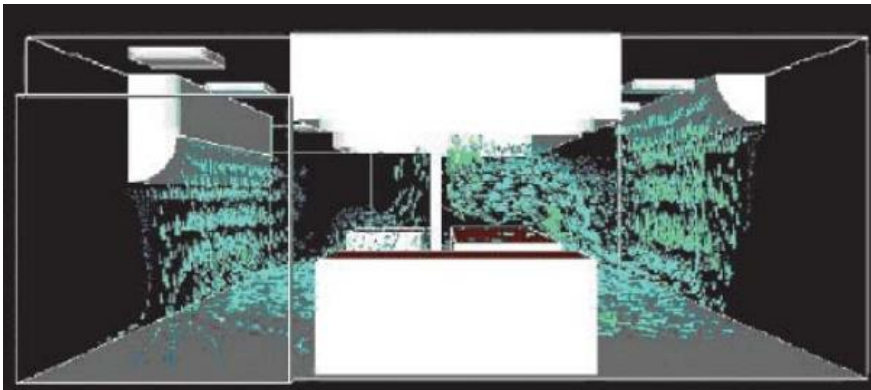


Kuva 7. Sekoittava ilmanvaihtojärjestelmä. [6, s. 37]

3.2.2 Syrjäyttävä ilmanvaihto

Syrjäyttävä ilmanvaihto perustuu ilman luonnolliseen ja fysikaaliseen taipumukseen kohoaa lämmitessään ylöspäin. Huoneilmaa viileämpi tuloilma tuodaan pienellä nopeudella tilan lattiatasoon josta se nousee lämmönlähteiden, kuten ihmisten ja laitteiden aiheuttamien pystysuorien konvektiovirtausten seurauksena luonnollisesti ylöspäin. Kun puhdas ilma nousee alhaalta ylös, kuljettaa se myös epäpuhtaudet tehokkaasti tilan yläosaan, josta se poistetaan. Syrjäyttävä ilmanvaihto voidaan toteuttaa ala- tai yläjakoisesti. Myös molempien käyttö samassa tilassa on mahdollista. Alajakoinen järjestelmä toi-

mii termisellä syrjäytymisellä. Alilämpöinen ilma tuodaan piennopeuselimillä lattian tasosta josta se lämmitessään nousee ylös poistoilmalaitteisiin samalla kuljettamalla epäpuhtaudet oleskeluvyöhykkeeltä. Alajakaisen järjestelmän tilavarasuunnittelu tehdään jo keittiön pohjaratkaisun suunnittelun yhteydessä. Alajakaisessa ilmanjaon vahvuus verrattuna yläjakoiseen on sen tehokas kyky poistaa epäpuhtauksia työskentelyvyöhykkeeltä. Yläjakoisessa ilmanjaossa tuloilmalaitteet sijaitsevat katossa tai keittiöhuuvissa. Alilämpöinen ilma tuodaan pienellä nopeudella jolloin se pyrkii valumaan lattiatasolle sekoittumatta muuhun ilmaan. Keittiön laitteiden aiheuttamat konvektiovirtaukset nostavat tuloilmaa kohti poistolaitteita. Yläjakoisessa järjestelmässä lämmön kerrostuminen pystysuunnassa on vähäisempi kuin alajakaisessa. Lämpötila on työskentelyvyöhykkeellä tällöin tasaisempi. Syrjäyttävän, yläjakoisen järjestelmän ilmavirrat on havainnollistettu kuvassa 8. [2, s. 6.] [16, s. 159]



Kuva 8. Yläjakoinen syrjäyttävä ilmanvaihtojärjestelmä. [6, s. 9]

3.3 Rasvanerotus

Keittiön ruoanvalmistusprosesseissa, etenkin paistamisessa leviää pinnoille ja poistokanavistoon usein rasvaa. Siksi on tärkeää panostaa hyvään kohdepoistoon ja käyttää asianmukaisia rasvanerotuslaitteistoja. Hyvällä rasvaerotuksella vähennetään rasvan pääsyä kanavistoon, poistoilmapuhaltimeen ja sen läheisyyteen ja täten parantaa paloturvallisuutta sekä vähentää kanaviston puhdistuksen tarvetta. Rasvansuodattimien tulisi olla helposti irrotettavissa ja puhdistettavissa. Mallin tulee olla tukkeutumaton. Jos puhdistuksesta ei huolehdi asianmukaisesti tai suodatin on helposti tukkeutuva aiheuttaa tämä tukos suodattimessa paineen laskemisen ja tuloilmavirran romahdusmaisen heik-

kenemisen. [6, s. 14.] Kuvassa 9 on esitetty huonon rasvanerotuksen vaikutus vesikaton paloturvallisuuteen.

Tehokkuudella rasvanerotimissa tarkoitetaan, kuinka paljon rasvapartikkeleita saadaan erotuksella estettyä pääsemästä kanavistoon. Erotuksen tehokkuus ilmoitetaan hiukkaskoon funktiona. Erilaiset erottimet erottavat tietyn kokoisia partikkeleita tietyllä hyötysuhteella. Suodatin saattaa esimerkiksi suodattaa 6 mikronin kokoisia hiukkasia 90 % hyötysuhteella kun taas 2 mikronin kokoisia 30 % hyötysuhteella. Siksi onkin tärkeää suodatinta valitessa tarkastella sen teknisiä ominaisuuksia keittiötyypin ja siinä syntyvien päästöjen mukaan. Mekaaniset rasvanerotimet poistavat suurempia, normaalisti yli 5 mikronin kokoisia partikkeleita kun taas pienempiä partikkeleita poistetaan UV-suodattimilla. Eri prosesseissa syntyy erikokoisia hiukkasia, siksi erottimen valinnassa tuleekin huomioida keittiön luonne. [3, s. 511.]



Kuva 9. Huonon rasvanerotuksen vaikutus vesikaton paloturvallisuuteen. [17]

Rasvanerotimet toimivat useimmiten törmäys- tai keskipakoperiaatteella. Ilman nopeus vaikuttaa molemmissa tapauksissa erottimen rasvanerotuskykyyn. Tarvitaan tietty vähimmäisnopeus jotta rasvapartikkelit erottuvat. Liian suuri ilmannoisuus saattaa aiheuttaa melua kanavistossa. [2, s. 9.]

Rasvanerotimia on esimerkiksi lamellityyppisiä ja ultravioletiteknikkaan perustuvia UV-suodattimia. Lisäksi Jeven Oy:llä on oma patentoitu TurboSwing erotin. Toiminta perustuu usein juuri keskipakovoimaan. Poistoilma siirtyy erottimen lamellien läpi jossa syntyy keskipakovoima joka poistaa rasvapartikkelit ilmasta. Poistettujen rasvapartikke-

leiden määrä ja koko vaihtelee erottimen tyyppin, ilman nopeuden ja lämpötilan, ruoanvalmistuksen luonteen ja muiden seikkojen vaikutuksesta. [14, kappale 33.7.]

Syklonierottimet ovat tukkeutumattomia lamellityyppisiä erottimia jotka toimivat sykloniperiaatteella. Nämä keskipakovoimalla toimivat erottimet koostuvat useista pyörresuodattimista jotka suodattavat rasvan suodattimen läpi kulkevasta pyörivästä ilmasta. Perinteiset lamellisuodattimet ovat harvoin hyvä ratkaisu ammattikeittiöön niiden helposti tukkeutuessa ja huonon rasvanerotuskyvyn vuoksi. [6, s. 16.]

Ultravioletteknikalla toimivat suodattimet alistavat ruoanvalmistusprosessissa syntyvät höyryt UV-valolle ja muodostavat otsonia. Yksinkertaistettuna prosessi muodostuu siitä, että valon ja otsonin altistamien rasvapartikkeleiden molekyylit jakautuvat hiilidioksidiksi ja vedeksi jotka kulkeutuvat ulos poistoilman mukana. UV-tekniikalla vähennetään myös huomattavasti hajujen määrää. Kemiallinen reaktio ei ole täydellinen, minä takia poistoilma tulee johtaa ulos. [6, s. 17–18]

3.4 Ilmavirtojen mitoitus ja painesuhteet

RakMK osassa D2 on kerrottu eri keittiö- ja ravintolatyypin ohjeelliset minimiilmavirrat. Näitä minimi-ilmavirtoja ei voida käyttää ilmanvaihdon mitoituksen ainoana kriteerinä, koska ne harvoin ovat riittävät hyvän sisäilmaston toteutukseen. Ilmavirrat mitoitetaan aina tapauskohtaisesti riippuen lämpökuormista, jäähdytyksestä, tuloilman jakotavasta ja laitteiden samanaikaisesta käytöstä. Mikäli suunnittelussa käytettäisiin ainoastaan minimi-ilmavirtoja, voisi siitä aiheutua muun muassa liian pienet tilavaraukset laitteille ja kanavistoille. Tilavarausten suurentaminen suunnittelun myöhemmissä vaiheissa on kallista ja vaikeaa. [7, s. 17]

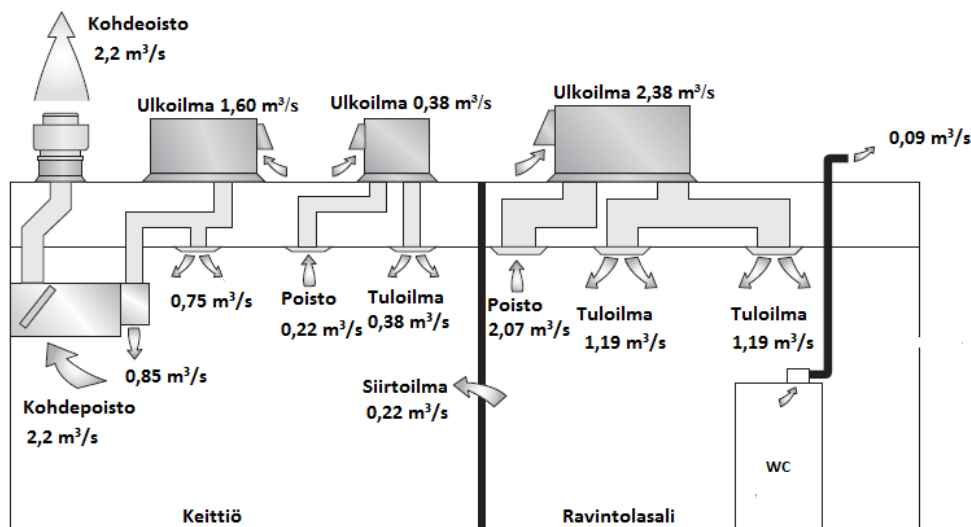
Ilmavirtojen mitoituksessa valitaan ensin tavoitteellinen sisäilmaluokitus jonka jälkeen sovitaan tavoitetasot, kuten lämpötila, kosteus ja ilman liikkeet kuitenkin niin, että määräykset aina täyttyvät. [6, s. 29.]

Keittiön poistoilmavirta tulee mitoittaa noin 10 % suuremmaksi kuin tuloilmavirta. Tällä tavalla saavutetaan tarvittava alipaine jotta keittiön hajut ja epäpuhtaudet eivät kul-

keutuisi muihin tiloihin keittiön yhteydessä. Paine-ero saisi maksimissaan olla 20 Pa keittiön ja muiden tilojen välillä. Korvausilmaa tuodaan keittiöön ympäröivistä tiloista joiden ilma on puhtaampaa. [2, s. 8.]

Keittiön layout vaikuttaa myös mitoitukseen. Keittiön layout tulisi olla tiedossa ennen ilmanvaihdon mitoitusta. Esimerkiksi keittiölaitteiden sijoitus saarekkeeseen tai seinää vasten on suuri vaikuttava tekijä. Tämä voi vaikuttaa laitekohtaiseen ilmamäärän tarpeeseen jopa 20–40 %. [18.]

Kuvassa 10 on esitetty esimerkki keittiön ilmavirtojen tasapainosta ja painesuhteista. Esimerkissä keittiöllä on kohdepoistolle oma poistoilmapuhallin ja tuloilmakone. Keittiölle on myös oma tulo- ja poistoilmakone. Ravintolasalilla on oma tulo- ja poistoilmakone ja WC:n poistoilmapuhallin. Keittiön tulee olla sekä sisäisesti alipaineinen, että alipaineinen ravintolasaliin nähden. Siksi saliin tuodaan enemmän (kuvassa 0,22 m³/s) tuloilmaa poistoilmaan nähden. Tästä seuraa se, että liika ”ylijäänyt” ilma viedään siirtoilmana keittiöön, jossa vastaavasti on noin 10 % enemmän poistoilmavirtaa kuin sisäistä tuloilmaa. Tällä tavalla hajut eivät kulkeudu keittiöstä ravintolasaliin. Siirtoilma on jo ”kertaalleen käytettyä” lämmennytta ilmaa, jonka vuoksi sen osuus keittiön kokonaistuloilmasta tulisi olla vain noin 10 %.



Kuva 10. Esimerkki ilmavirtojen tasapainosta ja painesuhteista (Mukailtu kuvasta: Greenheck Fan Corporation 2005 s. 20, Saatavilla: http://www.greenheck.com/media/pdf/otherinfo/KVSApplDesign_catalog.pdf Haettu: 11.5.2015)

3.4.1 Poistoilmavirran mitoitus

Poistoilmavirran riittävä määrä on todella tärkeää keittiössä. Poistoilmalaitteistolla poistetaan keittiöstä konvektiivinen lämpö, ruoanvalmistuksessa syntyvät epäpuhtaudet ja kaasut sekä kosteus. Poistoilma jaetaan keittiön yleispoistoon ja kohdepoistoihin. Poistoilma mitoitetaan eri tavoin. Usein mitoituksena on käytetty vastaavia jo valmiita kohteita ja niistä saatuja tietoja. Yleinen karkea tapa on myös otsapintanopeuden asettaminen halutuksi poiston alla riittävän epäpuhtauksien poistotehokkuuden varmistamiseksi sekä pinta-alaan tai annosmäärään perustuva mitoitus. Nämä menetelmät aiheuttavat kuitenkin 75 % tapauksista yli- tai alimitoituksen ja kummastakin on haittaa. Ylimitoitettu järjestelmä saattaa aiheuttaa vetoa, suurentaa tilavarauksia, aiheuttaa liian tehokkaan ja kalliin laitteiston hankkimisen sekä vaikuttaa käyttökustannuksiin epäsuotuisasti. Alimitoitettu poistojärjestelmässä ei määräysten mukaisia olosuhteita saavuteta. Alimitoitettujen tilavaraukset ovat suuri ongelma koska niitä on kohteen valmistuttua usein vaikeaa ja kallista suurentaa. Alimitoitettujen laitteiston suurentaminen on myös kallista ja usein vaikeaa tilan rajallisuuden vuoksi. [18.]

Kun keittiölaitteiden määrä, niiden tyyppi ja sijoittelu saadaan selville, tulee poistoilmavirta aina mitoittaa keittiölaitteesta syntyvän konvektiovirtauksen perusteella esimerkiksi saksalaisen VDI 2052 standardin mukaisesti. Tällä tavalla säästetään sekä investointi-että käyttökustannuksissa. Perusteellisen poistoilman mitoituksen seurauksena ilmavirrat ovat useimmiten huomattavasti pienempiä kuin karkeassa mitoituksessa. Tämä vaikuttaa suoraan kanaviston ja puhaltimien kokoon ja kustannuksiin. Pienemmät ilmavirrat vaikuttavat käytön aikana suotuisasti energiakustannuksiin. [3, s. 513-515.]

Suunnittelun luonnosvaiheessa ei usein laitetyppejä tai niiden lukumääriä ole tiedossa. Siksi tarkka, lämpökuormaan perustuva suunnittelu on tässä vaiheessa usein mahdotonta. Luonnosvaiheessa tiedetään usein ainoastaan tilojen pinta-alat, huonetilojen ryhmitely ja usein myös keittiötyyppi. Sisäilmastoluokasta ja ilmanvaihdon suunnittelukriteereistä sovitaan luonnosvaiheessa. [13.] Taulukossa 3 on esitetty RakMK:n osan D2 minimi-ilmavirtojen ohjearvot eri keittiötyypeille. Mitoitus näillä minimi-ilmavirroilla ilman lämpökuormaan perustuvaa mitoitusta aiheuttaa usein alimitoitettujen järjestelmän. Ravintolan minimi-ilmavirrat on esitetty taulukossa 4.

Luonnosvaiheessa on katsottava, että määrysten reunaehdot täyttyvät. RakMK:n osan D2 ilmavirtojen ohjearvot ovat esitetty Taulukossa 3. Ohjeen mukaan valmistuskeittiön minimi-poistoilmavirta tulisi olla 15 (dm³/s)/ m². Vastaavasti Ruotsin Työympäristövirasto (Arbetsmiljöverket) on antanut keittiölle karkeat yleis- ja kohdepoiston pinta-aloihin perustuvat mitoitusarvot kun ei keittiölaitteita tiedetä. Ohjeessa keittiön yleisilmanvaihdon karkeaksi mitoituspoistoilmavirraksi on annettu 15- 50 (dm³/s)/ m². [19.]

Taulukko 3. Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitasojen ohjearvoja. Ruoanvalmistus- ja säilytystilat. [8, s. 31.]

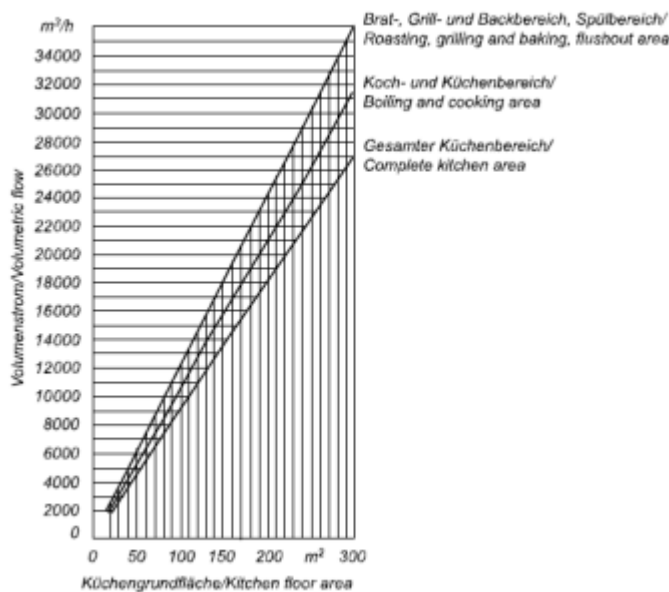
Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Äänitaso L _{A,eq,T} / L _{A,max} dB	Ilman nopeus talvi / kesä m/s	Huom!
Keittiötilat: – Valmistuskeittiö – Kuumennuskeittiö – Jakelukeittiö – Kahvikeittiö		15 10 5 3	15 10 5 30 l/s/keittiö	38 / 43 38 / 43 38 / 43 33 / 38	0,25 / 0,50 0,25 / 0,50 0,25 / 0,50 0,20 / 0,40	#E #E #E
Varastotilat: – Kuivavarasto – Kylmävarastot >4 m ² – Jätehuone – Jäähdytetty jätehuone			0,5 0,2 5 2			#S #S #1 #1
#1	Tilan on aina oltava alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden.					
#E	Minimi-ilmavirtoja. Ilmavirrat mitoitetaan tapauskohtaisesti lämpökuormien perusteella.					
#S	Siirtoilmavirta					

Taulukko 4. Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitasojen ohjearvoja. Ravintolat ja hotellit. [8, s. 27.]

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Äänitaso L _{A,eq,T} / L _{A,max} dB	Ilman nopeus talvi / kesä m/s	Huom!
Ravintolat	10	10		38 / 43	0,20	#2, #T
Henkilöstö- ja lounasravintolat	6	6		38 / 43	0,20	#2
Hotellihuone	10	1		28 / 33	0,20	
Käytävä		0,5		33 / 38	0,25	#2
Aula		2		33 / 38	0,20	#2
Kokoustila	8	4		33 / 38	0,20	
Ravintolan tupakointitila - ravintolan käyttöaikana - ravintolan käyttöajan ulkopuo- lella			30 10			#3 #4
#1	Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11. Hygieniatilat.					
#2	Kiinteiden työpisteiden ilmannoisuuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.					
#3	Ravintolan ja muun ravitsemisliikkeen tupakointitilasta ja sen ilmanvaihdesta säädetään toimenpiteistä tupakoinnin vähentämiseksi annetulla lailla (693/1976), sellaisena kuin se on laissa 700/2006, valtioneuvoston asetuksella toimenpiteistä tupakoinnin vähentämiseksi (225/1977), sellaisena kuin se on asetuksessa 963/2006, ja sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella ravintolan ja muun ravitsemisliikkeen tupakointitilasta (964/2006).					
#4	Kuitenkin vähintään 180 dm ³ /s oviaukon neliometriä kohden.					
#T	Ravintolan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.					

Nyrkkisääntönä poistoilmavirran mitoituksessa voidaan käyttää: 1 metri huuvaa on yhtä kuin 200 l/s poistoa. Kanavassa maksimi nopeus 5m/s. Tällä tavalla päästään arvoon joka on hieman yli tarpeellisen ilmamäärän, mutta on ainakin riittävä esimerkiksi tilava-
rauksien kannalta. [18.]

Pinta-alaan perustuvan ilmavirtojen mitoituksen kokemukseen perustuvat ilmamäärät ovat noin 20-30l/s /m². Tämä on vain karkea arvio, eikä sitä tule käyttää lopullisena mi-
toituskriteerinä. Ilmavirtoja voi arvioida kuvasta 11. [20.]



Kuva 11. Ilmavirtojen määrittäminen keittiön pinta-alaan perusteella. [20.]

Jos suunnittelun luonnosvaiheessa ei tiedetä keittiön laitteistoa ja siitä aiheutuvaa lämpökuormaa, voidaan myös alustava arvio poistoilman määrästä tehdä esimerkiksi keittiön luonteeseen perustuvan normaalin laitteiston mukaan (taulukko 1, taulukko 5, taulukko 6, liite 1). Liitteessä 1 on esitetty Ruotsalaisen keittiön ilmanvaihtolaitteistoja valmistavan Tovenco Ab:n tekemä listaus ammattikeittiöiden normaaleista laitteista keittiön luonteen perusteella. Liitteestä 1 valitaan ensin laitteisto keittiön tyyppin perusteella. Taulukosta 1 katsotaan kunkin laitteen aiheuttama normaali lämpökuorma. Taulukosta 6 valitaan laitekohtaiset mitoituspoistoilmavirrat. Taulukosta 5 valitaan keittiön luonteen mukaan samanaikaisuuskerroin jonka jälkeen saadut tiedot syötetään kaavaan:

Kaava [1]: Kohdepoiston tarvittava ilmavirta. [2, s. 13.]

$$q_{kp} = \varphi \times \sum P_i \times q_i$$

jossa

q_{kp} = tarvittava kohdepoiston ilmavirta

P_i = laitteen liitännätäteho, Kw

φ = keittiötyypin ohjeellinen samanaikaisuuskerroin

q_i = laitekohtainen poistoilmavirta

Taulukko 5. Eri keittiötyyppien samanaikaisuuskertoimet. [6, s. 37.]

Keittiötyyppi	Samanaikaisuuskerroin K_{sim}
Hotelli	0.6 – 0.8
Sairaala	0.7 – 0.5
Kahvila	0.7 – 0.5
Koulu	0.6 – 0.8
Ravintola	0.6 – 0.8
Teollisuus	0.6 – 0.8

Taulukko 6. Mitoitusilmavirrat eri keittiölaitteille. [2, s. 13.]

Keittiölaite	Mitoituspoistoilmavirta q_i	
	Sähkö ja höyry l/s/kW	Kaasu l/s/kW
keittopata (kansi kiinni)	10	15
keittopata (kansi auki)	25	25
painekeittokaappi	5	–
kiertoilmauuni	10	–
yhdistelmäuuni	10	–
pizzauuni	15	–
parila, salamanteri	30	35
paistinpannu	30	35
rasvakeitin	25	–
grilli	50	60
liesi (valurauta)	30	35
keraaminen liesi	25	–
induktioliesi	20	–
lämpöpöytä/haude	30	–
kahvinkeitin	5	–
mikroaaltouuni	5	–
kylmälaitteet	70	–
astianpesukoneet		
kupukone	20	–
tunneli ja tappimattokone	15	–
patapesukone	20	–

Keittiön kokonaispoistoilmavirta q_p saadaan kun lisätään yleispoiston q_{yp} osuus joka on noin 10 % kohdepoistoilmavirrasta q_{kp} .

Kaava [2]: Keittiön kokonaispoistoilmavirta. [2, s. 13]

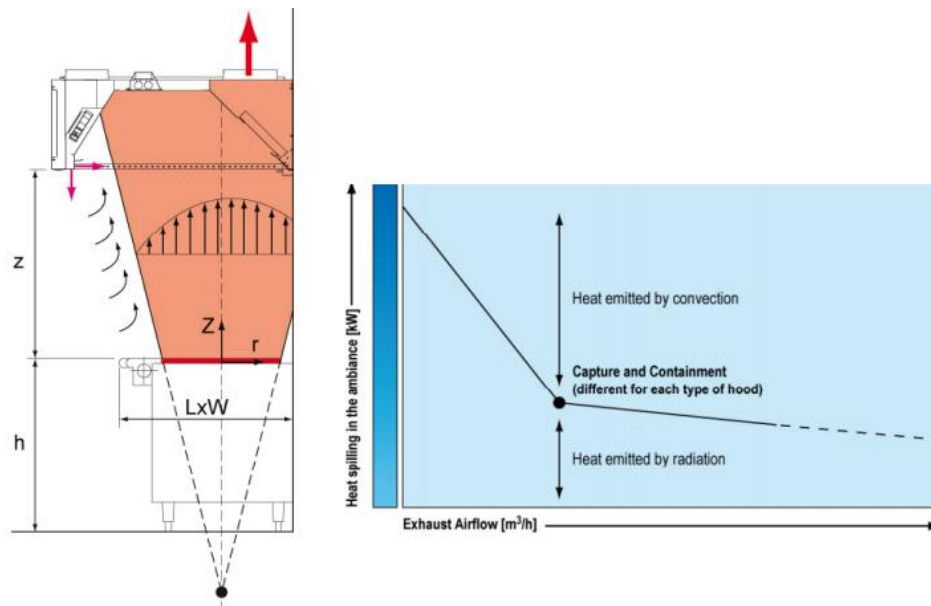
$$q_p = q_{kp} \times q_{yp}$$

Tämä laskenta voidaan suorittaa luonnosvaiheen ilmanvaihtosuunnittelussa. Tarkempi mitoitus perustuu todellisiin laitekuormiin ja lopullisiin sijoitteluihin. [2, s. 13.]

Kuvassa 12 on esitetty periaate ilmavirran laskemisesta keittiölaitteen mittojen, huuvan etäisyyden ja keittiölaitteesta syntyvän konvektiivisen lämpökuorman perusteella.

Kun luonnosvaiheesta siirrytään toteutussuunnitteluun, tarkentuvat laitetyypit ja niiden sijoittelu. Tässä vaiheessa tulisi ilmavirrat mitoittaa todellisten lämpökuormien ja keittiön layoutin perusteella. Laitevalmistajat tarjoavat huuviin mitoittamiseen omia ohjelmistojaan, jotka usein ovat helppokäyttöisiä ja antavat luotettavat mitoitus tiedot. Suunnittelijan on hyvä varmistaa ilmamäärien mitoitus laskennallisesti. [13.]

Lähtökohtaisesti tarvittava poistoilmavirta mitoitetaan laitteesta syntyvän konvektiovirtauksen perusteella. Ilmavirtaa ei ole kannattavaa kasvattaa yli lasketun konvektiivisen optimaalisen ilmavirran. Toimiva laskentamenetelmä lämpökuorman perustuvaan mitoittamiseen on saksalaisessa VDI 2006 standardissa esitetty tapa, jossa myös laitteiden asennuspaikka ja yleisilmanvaihdon tuloilmaratkaisu on huomioitu. [3, s. 513.]



Kuva 12. Ilmavirran laskeminen keittiölaitteen mittojen, huuvin etäisyyden ja keittiölaitteesta syntyvän konvektiivisen lämpökuorman perusteella. [3, s. 514.]

Keittiön laitekohtaisiin lämpökuormiin perustuva poistoilmavirran mitoitus voidaan laskea yhtälöllä:

Kaava [3]: Lämpökuormiin perustuva poistoilman mitoitus. [3, s. 514.]

$$q_{v,p} = k \times (z + 1.7D_h)^{5/3} \times (\phi_c \times \varphi)^{1/3} \times r$$

missä

$q_{v,p}$ = tarvittava poistoilmavirta [m^3/s]

k = kokeellinen kerroin, tavallisella huuvalle $k = 5$ [-]

z = poistolaitteen etäisyys keittiölaitteesta [m]

D_h = hydraulinen halkaisija [m]

ϕ_c = konvektiivinen lämpökuorma [W]

φ = keittiötyypin ohjeellinen samanaikaisuuskerroin

r = keittiölaiteryhmän asennuspaikan huomioiva kerroin [-] (vapaa asennus $r = 1$, lähellä seinää $r = 0.63$ ja kulma-asennus $r = 0.43$)

Hydraulinen halkaisija D_h voidaan laskea yhtälöllä:

Kaava [4]: Hydraulinen halkaisija. [3, s. 514.]

$$D_h = \frac{2L \times W}{L + W}$$

jossa L ja W on laitteen leveys ja pituus (m).

Keittiölaitteiden asennuspaikalla on selvä vaikutus tarvittavaan ilmavirtaan. Paras olisi sijoittaa laitteet suoraan seinän viereen. Seinän viereen asennettuna tarvittava poistoilmavirta on noin 1.6 kertaa pienempi kuin vapaassa asennuksessa. [3, s. 513.] Syy tähän on yksinkertainen; kun laite on sijoitettu keskelle lattiaa, on vapaa poikkipinta-ala suurempi josta lämpö pääsee nousemaan. Tämä johtuu myös osittain coanda- ilmiöstä jossa ylösnouseva ilmavirta pyrkii kääntymään kohti sitä lähellä olevaa seinäpintaa. [14, kappale 33.5.]

Myös keittiön yleisilmanvaihdossa käytettävä tuloilmaratkaisu vaikuttaa tarvittavaan poistoilmavirtaan. Kun tuloilmaratkaisu otetaan huomioon, saadaan keittiön poiston kokonaismäärä kaavalla:

Kaava [5]: Keittiön poiston kokonaismäärä keittiön tuloilmaratkaisu huomioiden.

[3, s. 514.]

$$Q_{v,exp} = q_{v,p} \times K_{ads}$$

missä K_{ads} = keittiön tuloilmaratkaisun tehokkuuden huomioon ottava kerroin.

Taulukko 7. Yleisilmanvaihdon vaikutuskertoimet poiston tehokkuuteen. [3, s. 514.]

Ilmanvaihtoratkaisu		K_{ads}
Sekoitus- ilmanvaihto	Suurnopeus horisontaalisesti	1.25
	Suurnopeus vertikaalisesti	1.2
Syrjäytys- ilmanvaihto	Piennopeuslaitteet yläjakoinen	1.1
	Piennopeuslaitteet alajakoinen	1.05

3.4.2 Tuloilmavirran mitoitus

Tuloilmavirta mitoitetaan noin 10 % pienemmäksi kuin kokonaispoistoilmavirta. Tämän avulla saavutetaan tarvittava alipaine keittiötä ympäröiviin tiloihin nähden. Tällä tavalla estetään hajujen siirtyminen keittiöstä oheistiloihin. [2, s. 13.]

Keittiön ilmavirtatasapainoa voidaan kuvata kaavalla:

Kaava [6]: Keittiön ilmavirtatasapaino. [6, s. 36.]

$$M_{\text{hoode}} = M_{tr} + M_s$$

missä

M_{hoode} = huuvienv poistoilmavirta [l/s]

M_{tr} = keittiön ympäröivistä tiloista tuleva siirtoilma keittiöön [l/s]

M_s = keittiön tuloilmavirta [l/s]

Jotta keittiössä pystyttäisiin saavuttamaan määräysten mukaiset olosuhteet, tulee tuloilma yleensä jäähdyttää. Tuloilman lämpötila tulee arvioida sellaiseksi joka pystyy ylläpitämään määräysten mukaiset olosuhteet keittiössä. Mikäli lämpötilan hallinta perustuu tuloilman jäähdytykseen, voidaan tuloilman lämpötila arvioida energiatasapainoa kuvaavalla kaavalla:

Kaava [7]: Tuloilman lämpötilan arviointi energiatasapainolla. [6, s. 36.]

$$M_s \times c_p \times \rho_s (t_r - t_s) + M_{tr} \times c_p \times \rho_{tr} (t_r - t_{tr}) + Q_{sens} = 0$$

jossa

c_p = Ilman ominaislämpökapasiteetti [= 1 kJ/(kg.°C)]

ρ_s = Tuloilman tiheys [kg/m³]

ρ_{tr} = Siirtoilman tiheys [kg/m³]

t_r = Suunniteltu lämpötila keittiössä [°C]

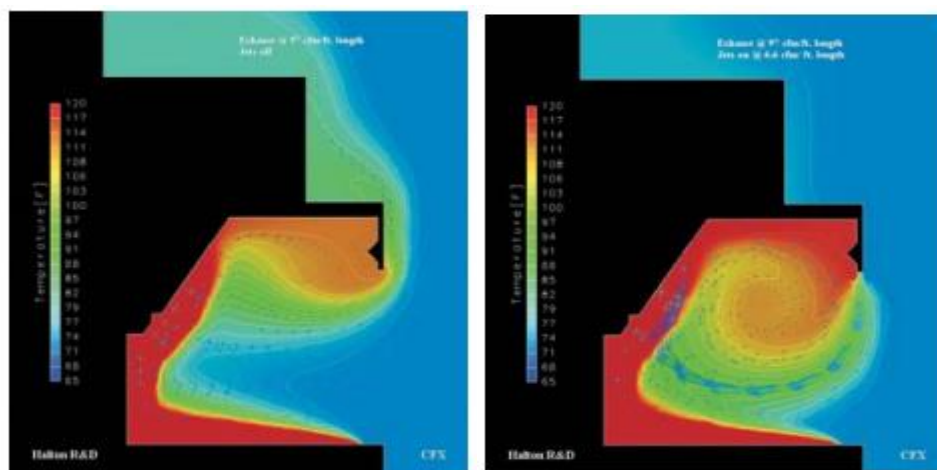
t_s = Tuloilman lämpötila [°C]

t_{tr} = Siirtoilman lämpötila [°C]

Q_{sens} = Keittiön jäähdytyskuorma [kW]

Mikäli kaavalla saatu tuloilman lämpötila on alle 14 °C, tulee tuloilmavirtaa M_s suurentaa. Tämän jälkeen suoritetaan laskutoimi uudestaan, jotta saataisiin uusi tuloilmavirta asettamalla tuloilman lämpötilaksi: $t_s = 14$ °C. Tällä tavalla pystytään optimoimaan lämpötila ja tuloilmavirran määrät oikeiksi. [6, s. 36–37]

Huuvaan asennetulla sieppaussuihkulla voidaan parantaa huuvan hyötysuhdetta merkittävästi. Sieppaussuihkulla tuodaan huuvan etuosaan ilmaa, joka aiheuttaa huuvan sisälle ilmaverhon, joka estää epäpuhtauksien leviämisen työntekijöiden hengitettäväksi. Tutkimusten mukaan perinteinen huuva ilman sieppaussuihkua tarvitsee 34 % suuremman poistoilmavirran verrattuna huuvaan jossa sieppaussuihkua käytetään. [3, s. 515.] Kuvassa 13 on esitetty sieppaussuihkun vaikutus huuvan poistotehokkuuteen CFD-mallinnuksella.



Kuva 13. CFD-mallit joissa vasemmalla ei sieppaussuihkua käytössä ja oikealla Halton Oy:n Capture Jet sieppaussuihku käytössä. [6, s. 22.]

3.4.3 Jäte- raitis- ja siirtoilma

“Jäteilma on johdettava ulos siten, ettei rakennukselle, sen käyttäjille tai ympäristölle aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa.” [8, määräys 3.4.3]

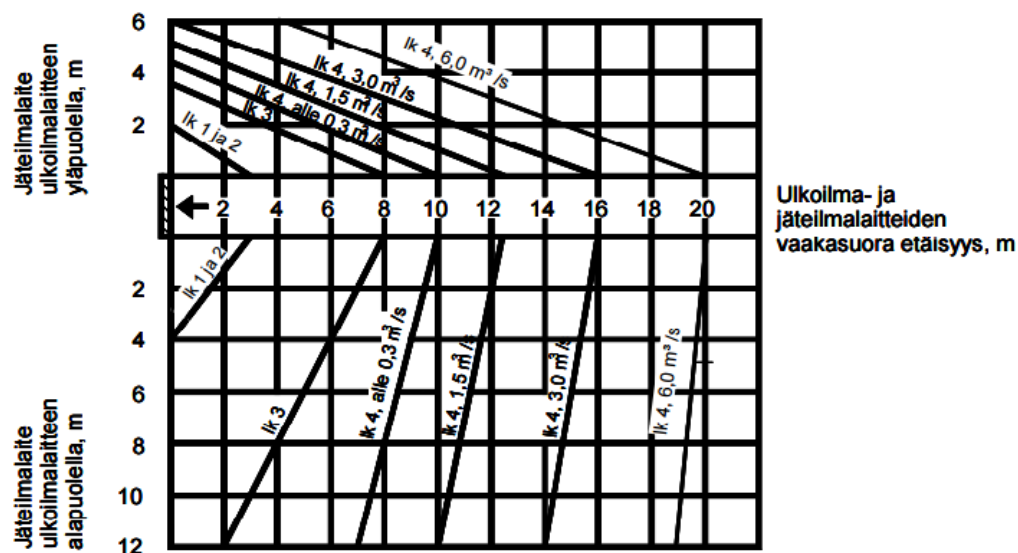
Ammattikeittiön jäteilma kuuluu luokkaan 4 joka tarkoittaa, että ilmaa ei voida käyttää palautus- tai siirtoilmana. Ravintolan ruokailusali kuuluu luokkaan 2, jota voidaan tuoda siirtoilmana keittiöön. Siirtoilman määrää tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Liian suuri määrä siirtoilmaa saattaa aiheuttaa vedon tunnetta sekä lämpötilan ja hiilidioksidipitoi-

suuksien nousua keittiössä. Palautusilmaa ei saa käyttää ravintolan tai keittiön tuloilmana. Jäteilmalaitteen sijoitus tulee huomioida jäteilmaluokan mukaan (ks. taulukko 8 ja kuva 14). [8, s. 12–14.]

Siirtoilman määrää mitoittaessa tulisi huomioida sen lämpötilan vaikutus keittiöön. Kun tuloilman teoreettinen lämpötila on laskennassa osoitettu toimivaksi ja täten pystytty todistamaan määräysten mukaisten olosuhteiden täyttyminen oleskeluvyöhykkeellä, tulee siirtoilman lämpötila ja määrä huomioida, jotta lämpötilat saataisiin suunniteltuihin arvoihin.

Taulukko 8. Jäteilmalaitteen sijoitus. [8, s. 13]

Jäteilmalaitteen etäisyys:	Etäisyys, m			
	Poistoilmaluokka			
	1	2	3	4
Ulkoilmalaitteista	kuva 2	kuva 2	kuva 2	kuva 2
Alapuolella olevista avattavista ikkunoista	2	2	4	6
Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista	3	3	6	10
Maanpinnasta tai pihatasosta	2	2	3	5
Kattopinnasta	0,9	0,9	0,9	0,9
Etäisyys voi olla pienempi, jos ilmanvaihtoa haittaavan lumipeitteen muodostuminen estetään jyrkän harjakaton avulla, lumisuojaus tai muulla luotettavalla tavalla.				
Naapuritontista (ei koske pientaloja)	2	2	5	8
Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta.	1	1	1	1
Painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon jäteilmalaitteiden välinen etäisyys	1	1	1	1



Kuva 14. Jäte- ja ulkoilmalaitteiden väliset etäisyydet. Viivojen väliarvot voidaan arvioida. [8, s. 13.]

Siirtoilma keittiön oheistiloista, joka tuodaan esimerkiksi ikkunoista, kulkuväylistä tai muuta kautta ei saisi ylittää nopeutta 0,381 m/s perustuen aukon vapaaseen pinta-alaan. Nämä aukot tulisi sijoittaa niin, että vedon syntyminen ja sen vaikutus työntekijöihin minimoitaisiin. Siirtoilman nopeus aukoista, joita käytetään aterioiden tuomiseen keittiöstä saliin, ei saisi kasvaa liian suureksi. [21, s. 16.]

Siirtoilman osuus keittiön kokonaiskorvausilmasta tulisi olla noin 10 %. Jos siirtoilmaa tuotaisiin suurempi määrä, voisi se johtaa esimerkiksi hiilidioksidipitoisuuksien- ja lämpötilan nousuun keittiössä. [18.]

3.5 Kanavisto

Poistoilmakanavisto tulee suunnitella mahdollisimman lyhyeksi. Turhia kulmia tulee välttää. Kanaviston tulee olla alipaineinen rakennuksen sisällä lukuun ottamatta konehuonetta. Jotta poistoilman sisältämän kosteuden kondensoitumiselta vältyttäisiin, tulee kanavisto lämpöeristää. [2, s. 8]

Liian suuret ilmannopeedet aiheuttavat korkeita äänitasoja. Kanaviston päähaaran ilmannopeeden ei suositella ylittävän 9 m/s ja muiden haarojen 7 m/s. [6, s. 48.]

3.6 Paloturvallisuus

Paloturvallisuuden huomiointi ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelussa on todella tärkeää johtuen keittiön prosesseista joissa lämpötilat kohoavat usein korkeiksi, rasvaa kerääntyy keittiön pinnoille ja kanavistoon ja kaasua käytetään ruoan valmistuksessa. Rasvan kerääntyminen kanavistoon edellyttää myös hyvää ja helppoa puhdistettavuutta. Keittiö on aina oma palo-osastonsa koska sen käyttötapa eroaa muista ympäröivistä tiloista. Tällä tavalla pyritään vaikuttamaan palon ja savukaasujen leviämiseen, omaisuusvahinkojen syntymiseen, poistumisen turvaamiseen ja sammutus- ja pelastustoimien helpottamiseen. Palo-osastoinnin tärkein tarkoitus on palon leviämisen rajoittaminen osastosta toiseen tietyn ajan. Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnitteluun paloturvallisuuden huomiointi kohdistuu lähinnä kanaviston ja muiden osien eristykseen, sen erityisvaatimuksiin ja asennustarvikkeiden palonkestävyyteen. Paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet löytyvät RakMK:n osista E7 ja E1. Osassa E1 on annettu palotur-

vallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet ja osassa E7 on kerrottu ratkaisuja, joilla määräykset voidaan toimivalla tavalla täyttää. Yleisenä ohjeena osassa E7 sanotaan, että ilmanvaihtolaitteisto suunnittelu ja toteutus on tehtävä siten, että sen toiminta on varmistettu kaikissa käyttöolosuhteissa. [22.]

Kohdepoistolaitteen kanavaan kertyy usein ruoan valmistuksessa syntyvää rasvaa. Siksi siinä tulisi käyttää erityistä kohdepoistokanavaa, niin sanottua rasvakanavaa. [7, s. 17.]

Ammattikeittiö luokitellaan paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativaksi kohteeksi. Ammattikeittiön vaativien palo-olosuhteiden vuoksi sen kanaviston sisäpuolista paloa vastaan on asetettu normaalia tiukempia määräyksiä. Siksi sen kohdepoistojen teräskenavien ja niiden osien seinämäpaksuus tulee olla normaalia paksumpi, vähintään 1,25 mm. [23, s. 4.]

Taulukon 9 ja 10 mukaan voidaan valita normaalin teräslevystä valmistetun kanavan seinämäpaksuudet. Palo-osaston sisäiset kanavat, keittiön kohdepoistokanavia lukuun ottamatta voivat olla vähäiseltä matkaltaan taulukoissa esitettäviä paksuuksia ohuempia. Tässä tapauksessa niiden tulee olla helposti puhdistettavissa ja vaihdettavissa. [23, s. 4.]

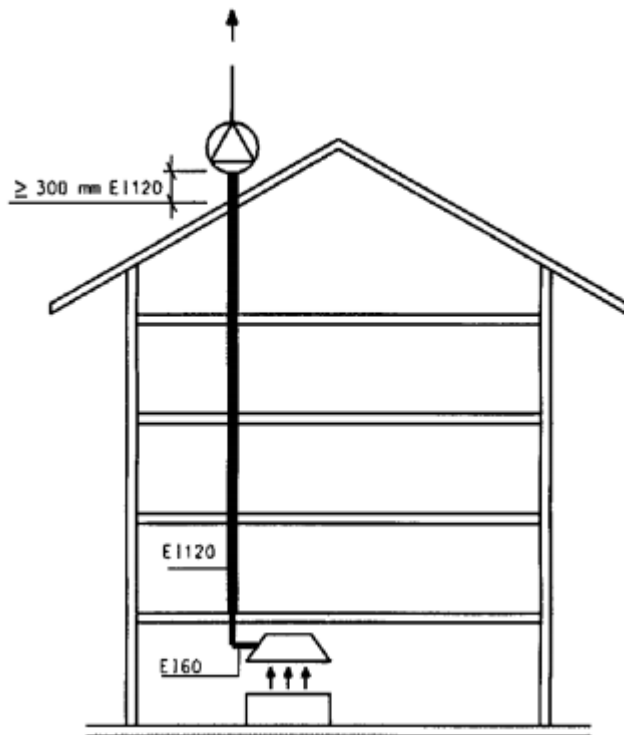
Taulukko 9. Pyöreän teräslevykanavan koko ja normaali seinämäpaksuus. [23, s. 4.]

Pyöreä kanava (mm)	Materiaalin paksuus (mm)
63–315	Minimi 0,5
400–800	Minimi 0,7
1000–1250	Minimi 0,9

Taulukko 10. Suorakaidekanavan koko ja normaali seinämäpaksuus. [23, s. 4.]

Suorakaidekanava (mm)	Materiaalin paksuus (mm)
Pitempi sivu ≤ 300	Minimi 0,5
Pitempi sivu 300–800	Minimi 0,7
Pitempi sivu > 800	Minimi 0,9

Ilmanvaihtolaitteistossa käytetään useimmiten A2-s1, d0-luokan tarvikkeita, poikkeukset löytyvät RakMK:n osista E1 ja E7. Poikkeuksia ovat esimerkiksi äänenvaimentimet, suodattimet ja liitokset, jotka voidaan tehdä palavasta materiaalista. Ammattikeittiön poistoilmakanaviston palonkestävyysvaatimus on palo-osaston sisällä EI 60 ja muissa tiloissa, joissa nämä kanavat kulkevat EI 120. Tämä tarkoittaa, että kanaviston tulee kestää sisäpuolista paloa eristyksen numeroinnin mukaisen ajan minuuteissa. EI 60 mukaisen eristyksen tulee siis kestää 60 minuuttia sisäpuolista paloa. Kiinnitykset ja kannakkeet on myös kestävä palotilanteessa tilaa vastaavaa palonkesto-aikaa. Kohdepoistokanavat viedään erillisinä kanavina, mahdollisimman suoraan vesikatolle. [23, s. 4-6.] Ammattikeittiön kohdepoistokanavan palonkestävyys on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Ammattikeittiön kohdepoistokanavan palonkestävyys. [23, s. 5.]

”Keittiön liedon kohdepoistokanavan palonkestävyys P2- ja P3- luokan rakennuksessa ullakon ja ullakon ontelon osalla on EI 30.” [23, s. 5.]

Hormin seinämän tulee kestää vähintään sen sisällä vietävien kanavien suurimman paloluokkavaatimuksen. Hormin seinämään asennetaan kanaviin palonrajoittimet. Tässä tapauksessa ei hormissa vietäviä kanavia tarvitse paloeristää. Poistoilmahormin asennus tehdään niin, että se pääsee lämpölaajenemaan. [23, s. 7.]

Lämmöntalteenottolaitetta valitessa tulisi huomioida ammattikeittiön paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta olevana vaativana tilana, ettei se missään olosuhteissa lisää palo- ja savukaasujen leviämistä. [23, s. 10.]

Mikäli yhtä palo-osastoa palveleva ilmanvaihtolaitteiston kone sijaitsee toisen palo-osaston alueella, tulee se paloeristää RakMK:n osan E7 kohdan 4.3 mukaan tai sijoittaa koteloon joka täyttää vastaavat palonkestovaatimukset tai osastoituun konehuoneeseen. [23, s. 8.]

3.7 Lämmöntalteenotto

Regeneratiivisiä lämmönsiirtimiä, joissa tulo- ja poistoilma virtaavat vuorotellen samassa virtausreitissä voidaan käyttää vain jos poistoilmassa on korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa, eikä lainkaan luokan 4 poistoilmaa. Ilmanvaihtokoneen palvellessa vain yhtä tilaa, voidaan lämmönsiirtimen tyyppi valita vapaasti, vaikka poistoilma olisi luokkaa 3 tai 4. On kuitenkin varmistettava, että tilaan johdetaan tuolloin riittävän puhdasta sisäilmaa, jotta puhtaudelle asetetut vaatimukset täyttyisivät. [8, s. 17.]

”Otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tulo- ja poistoilma eivät sekoitu.” [8, s. 17.]

Ammattikeittiöissä käytetään usein nestekiertoista lämmöntalteenottoa jossa kiertävänä nesteenä on vesi-etyleeniglykoliseos. Tuloilmakoneessa olevasta lamellipatterista siirretään talteenotettu lämpö tuloilmaan. Talteenottavana patterina käytetään joko neulaputki- tai lamellipatteria. Epäsuoralla lämmöntalteenotolla varmistetaan, että poistoilman hajut eivät pääse sekoittumaan tuloilmaan. Epäsuoran lämmöntalteenoton käyttö on myös perusteltua siksi, että poistoilmakoneen lämmöntalteenottopatterin lämmönsiirripinnat tulee pestä säännöllisesti johtuen poistoilman sisältämästä rasvasta. [2, s. 9.]

Poistoilmasta saatua lämpöä voidaan myös käyttää esimerkiksi lämpöpumpun kautta käyttöveden lämmittämiseen.

Jotta lämmöntalteenotto laite toimisi häiriöttä, tulisi järjestelmässä olla keittiön valmistusprosesseihin sopiva rasvanerotus. Mekaaninen rasvanerotin riittää kevyissä valmistusprosesseissa kun taas suurissa kuormissa tulisi käyttää tehokkaampaa suodatusta, kuten esimerkiksi UV-tekniikkaa. [3, s. 518.]

3.8 Ravintolasali

Ravintolasaliin suositellaan syrjäyttävää ilmanvaihtojärjestelmää jossa tuloilma pyritään tuomaan piennopeuslaitteilla salin ala-osasta, kun taas poisto viedään salin ylä-osasta. Tällä tavalla saadaan selkeä virtaussuunta. Syrjäyttävässä ilmanvaihdossa tulee sen aiheuttamat tilavaraukset huomioida. Tuloilmalaitteisto voidaan myös integroida kalusteisiin tai huone- ja lattiarakenteisiin. Jos ei syrjäyttävää ilmanvaihtojärjestelmää voida käyttää, on vaihtoehtona myös sekoittava järjestelmä jossa tulee huomioida riittävän raitisilman takaaminen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ilmamäärät mitoitetaan suuremmiksi kuin syrjäyttävässä järjestelmässä. [7, s. 16.]

4 ENERGIATEHOKKUUS, TARPEENMUKAISTAMINEN JA AUTOMAATIO

Ammattikeittiössä laitteiden todellinen käyttöaika on usein alle 50 %. Siksi ilmanvaihdon tarpeenmukaistamisella voidaan tehdä huomattavat lämmitys-, ja sähköenergian säästöt, tässä tapauksessa jopa puolittaa. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla tarkoitetaan todelliseen käyttöön perustuvaa ilmanvaihtoa jota ohjataan automaatiojärjestelmällä. Eri tunnistimet mittaavat ja lähettävät tietoa ohjausyksikölle joka säätää ilmavirtoja.

[3, s. 518.]

Käyttöajoissa voi esiintyä suuriakin vaihteluita ja käyttöpiikkejä riippuen keittiön tyyppistä. Siksi suunnittelussa tuleekin varmistaa milloin keittiötä on suunniteltu käytettävän ja kuinka suurella kuormalla. Esimerkiksi koulua palvelevassa kuumennuskeittiössä suurin käyttö sijoittuu arkipäivien aamuihin ja aamupäiviin. Nämä keittiöt palvelevat yleensä vain arkisin ja ovat kesällä suljettuina. Tässä tapauksessa tulisi myös huomioida ilmanvaihdon toiminta keittiön ollessa käyttämättömänä pitkiä aikoja. [13.]

4.1 Energiatehokkuus

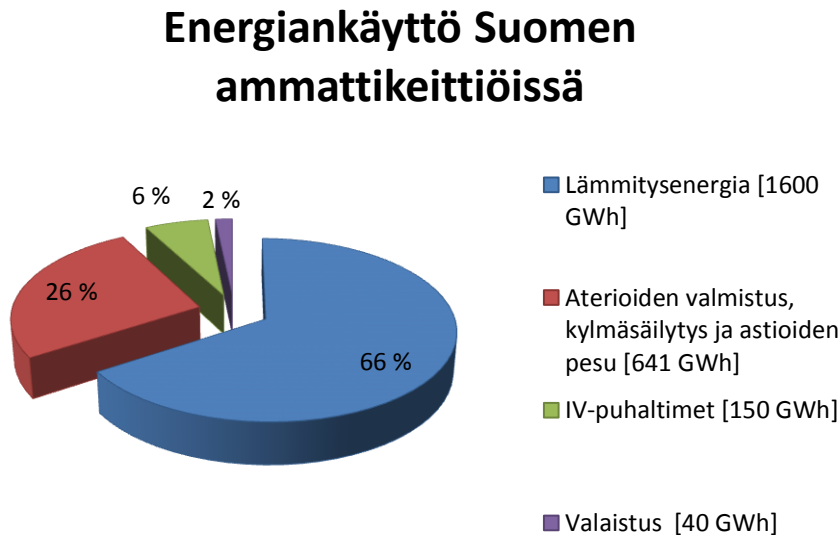
Suomen ammattikeittiöissä valmistetaan noin 810 miljoonaa annosta vuodessa. Keittiöitä on noin 22 000 joista noin joka viides on jakelukeittiö. Nämä ammattikeittiöt kuluttavat vuodessa noin 641 gigawattituntia sähköenergiaa vuodessa joka maksaa noin 65 miljoonaa euroa. Tässä on suuri potentiaali kustannuksien alentamiseen, kuin myös hiilijalanjäljen pienentämiseen. Energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa myös muilla kuin ilmanvaihtoon liittyvillä ratkaisulla, kuten laitevalinnoilla. Tässä työssä keskitytään ilmanvaihdon suunnitteluun liittyviin energiatehokkuutta parantaviin keinoihin.

[24, s. 4-5]

Kuvassa 16 on esitetty ammattikeittiöiden energiankäyttö Suomessa. Ammattikeittiöiden ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmapuhaltimien käyttämä vuotuinen sähköenergiankulutus on noin 150 gigawattituntia vuodessa joka on noin 6,3 % keittiöiden vuoden kokonaisenergiankulutuksesta. Tähän lukuun voidaan suoraan vaikuttaa ilmavaihdon suunnittelulla. Myös lämmitysenergian tarpeeseen on ilmanvaihdon suunnittelulla, var-

sinkin lämmöntalteenotolla ja tarpeenmukaistamisella suuri vaikutus. Kaiken perusta on ilmavirtojen todellisiin laitekuormiin perustuva mitoitus. Jos järjestelmä on ylimitoitettu, nousee investointi ja käyttökustannukset huomattavasti.

[24, s. 4-5.]



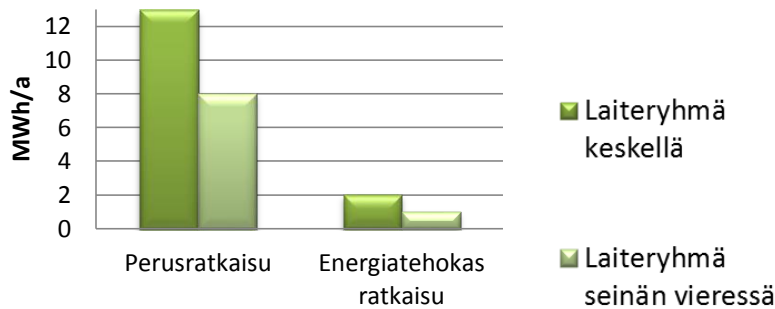
Kuva 16. Energiankäyttö Suomen ammattikeittiöissä. [24, s. 5.]

Energiankulutusta voidaan huomattavasti pienentää toimivalla lämmöntalteenotolla. Poistoilmasta voidaan siirtää lämpöä tuloilman lämmittämiseen. Poistoilmasta voidaan myös hyödyntää lämpöä lämpöpumpulla esimerkiksi käyttöveden lämmitykseen. Esimerkiksi 50 % hyötysuhteella toimivalla poistoilman lämmöntalteenotolla lämmitystarve puolittuu. Jos lämpöpumpua käytetään, on lämpöhyötysuhde noin 3. Tämä tarkoittaa, että järjestelmään syötetty yksi sähköyksikkö tuottaa vastaavasti kolme yksikköä lämpötehoa. [24, s. 17.]

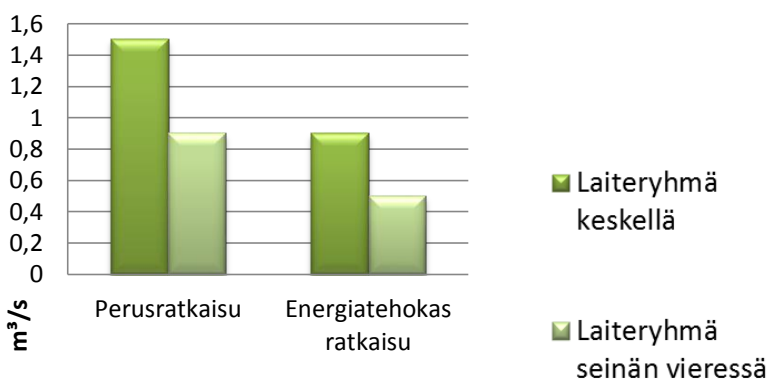
Ilmanvaihdon tarpeenmukaistamisella (todelliseen käyttöön mukautuvalla) voidaan tehdä suuria säästöjä lämmitys- ja sähköenergiassa. Jos laitteiden todellinen käyttöaika on esimerkiksi 50 %, voidaan tarpeenmukaisella järjestelmällä puolittaa ilmanvaihdon lämmitysenergiankulutus. [24, s. 17.]

Huuvaan asennetulla sieppaussuihkulla voidaan parantaa sen hyötysuhdetta ja täten energiankulutusta keittiössä. Perinteinen huuva tarvitsee 1,3-kertaisen poistoilmavirran verrattuna sieppaussuihkulla varustettuun huuvaan. [24, s. 17.]

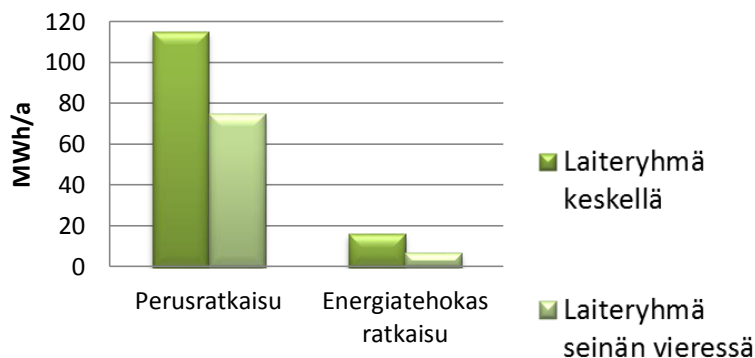
Keittiölaitteiden sijoituksella voidaan vaikuttaa ilmanvaihdon aiheuttamiin käyttö- ja investointikustannuksiin. Jos mahdollista, tulisivat keittiölaitteet sijoittaa seinän viereen. Keskelle tilaa asennetut laitteet tarvitsevat noin 1,6-kertaisen poistoilmavirran verrattuna seinän viereen asennettuihin. Kuvissa 17, 18 ja 19 on esitetty suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus sähkö- ja lämmitysenergian kulutukseen sekä tarvittavaan mitoitusilmavirtaan. [24, s. 17.]



Kuva 17. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus puhaltimien sähköenergian kulutukseen. [24, s.17]



Kuva 18. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus tarvittavaan mitoitusilmavirtaan. [24, s.17.]



Kuva 19. Suunnitelmissa käytettävien ratkaisujen vaikutus ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutukseen. [24, s.17.]

4.2 Direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanosta ilmanvaihtokoneiden ekologisen suunnittelun vaatimusten osalta

EU on antanut komission asetuksessa (EU) N:o 1253/2014 ohjeet Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanosta ilmanvaihtokoneiden ekologisen suunnittelun vaatimusten osalta. Vaatimukset koskevat sekä asuinrakennuksia, että muita rakennuksia palvelevia ilmanvaihtokoneita. Lisätietoa koneista joita asetus ei koske löytyy asetuksen ensimmäisestä artiklasta. Vaatimukset astuvat voimaan portaittain joista ensimmäiset 1 päivästä tammikuuta 2016 lähtien ja toiset 1 päivästä tammikuuta 2018 lähtien. Kun puhutaan ammattikeittiöistä asettaa ensimmäisen osan vaatimukset muun muassa:

- Moninopeusohjaus tai taajuusmuuttaja pakollinen.
- Ilmanvaihtokoneen ollessa kaksi-ilmavirtainen, on se varustettava lämmöntalteenotolla.
- Lämpötilahyötysuhde lämmöntalteenotossa tulee olla vähintään 67 % lukuun ottamatta kaksi-ilmavirtaisia ilmanvaihtokoneita joissa on nestekiertoinen lämmöntalteenotto.
- Kaksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa, joissa on nestekiertoinen lämmöntalteenotto, tulee lämpötilahyötysuhteen lämmöntalteenotossa olla vähintään 63 %.
- Yksi-ilmavirtaisten ilmanvaihtokoneiden vähimmäishyötysuhde on annettu.
- Ilmanvaihtokomponenttien sisäinen enimmäisominaissähköteho on annettu.

Toisen portaan asetuksissa tiukentuvat määräykset entisestään: lämpötilahyötysuhteet tulee olla 1. tammikuuta 2018 lähtien nestekiertoisissa lämmöntalteenottolaitteissa 68 % ja muissa 73 % (kaksi ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa). Myös muut vaatimukset tiukentuvat. Lisää vaatimuksista ja soveltamisalasta voi lukea komission asetuksesta. Uusi direktiivi tuo mukanaan uusia haasteita lähinnä laitevalmistajille, mutta on ilmanvaihtosuunnittelussa myös huomioitava esimerkiksi tilavarasuunnittelun osalta. Tiukemmat vaatimukset hyötysuhteista saattavat vaikuttaa oleellisesti koneiden kokoon. Siksi onkin tärkeää myös ilmanvaihtosuunnittelussa huomioida tämä lähinnä ilmanvaihtokoneen tilantarpeen osalta konehuoneessa. [25.]

4.3 Automaatio

Automaatio on todella tärkeä osa ammattikeittiön toimivuuden kannalta. Automaatiolla voidaan myös tehdä mittavia energiasäästöjä, kun automaatio ohjaa ilmavirtoja laitteiden todellisen käytön mukaan. Automaatio toteutetaan usein niin halvalla kuin mahdollista, jolloin investointikustannukset ovat pienemmät, mutta käyttökustannukset korkeammat. Siksi onkin tärkeää, että tilaajalle selvennetään hyvän järjestelmän käyttökustannusten säästöt, eikä ainoastaan järjestelmän investointikustannuksia.

Keittiön ja ravintolan suunnittelussa on aina huomioitava automaatio. Yksinkertaisimmillaan on sekä tulo- että poistoilma kytketty käymään rinnakkain. Kun poistoilman määrä nousee, nousee myös tuloilman määrä. Järjestelmää ohjataan aikaohjelmalla. Aikaohjelman lisäksi keittiössä tulisi olla käsikytkin jolla voidaan portaittain valita keittiön käyttötila. Käyttötiloja voi olla monia, mutta ainakin kolme vaihetta tulisi olla käytettävissä: poissaolo, normaali ja tehostus. Tehostuksessa voidaan käyttää tarpeen vaatiessa monta porrasta. Tehostuksen portaat toimivat käytännössä niin, että kanavahaaroihin on asennettu esimerkiksi sulkupellit, jotka aukeavat sen mukaan, mitä porrasta käytetään. Kun tehostus on säädetty täydelle teholle, on sulkupelti kokonaan auki. [26.]

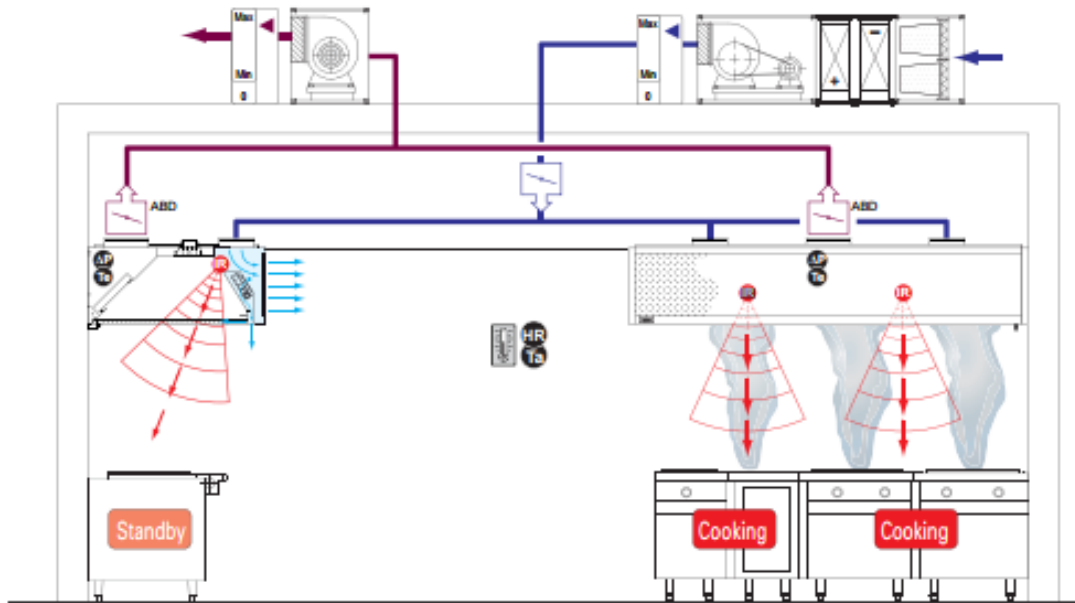
Keittiöön ja ravintolaan voidaan asentaa erilaisia antureita riippuen siitä kuinka tarkkaa ja hyvää mittausta ja automaatiota kohteeseen halutaan. Yksinkertaisimmillaan tehostus toimii pelkästään käsikytkimellä. Keittiössä olisi tosin parempi olla myös lämpötila-anturi joka asetetulla raja-arvolla säättää tehostusta raja-arvon ylittyessä. [26.]

Muita keittiössä automaatioissa huomioitavia asioita on esimerkiksi: aktiivisten rasvasuodattimien hälytykset ja käynti keittiön käytön mukaan, mahdollisen jäähdytyksen huomioiminen automaatioissa sekä rasvaisen poiston lämmöntalteenoton huomiointi automaatioissa (esimerkiksi glykolisiirtimen pumput ja magneettiventtiilit automaation ohjauksessa). Muuten ammattimaisen keittiön ja ravintolan ilmanvaihtoon liittyvä automaatio seuraa normaalin ilmanvaihdon automaation periaatteita. [26.]

Ravintolan automaatio tulisi toteuttaa niin, että sen ilmanvaihto seuraa aina keittiön ilmanvaihtoa. Ravintolaan tulisi myös asentaa CO₂-anturi sekä lämpötila-anturi. Asetettujen raja-arvojen ylittyessä ilmanvaihtoa tehostetaan tai pienennetään. [26.]

4.3.1 Halton M.A.R.V.E.L. – järjestelmä

Haltonin M.A.R.V.E.L. -järjestelmä (Model-based Automated Regulation of Ventilation Exhaust Levels) säätelee keittiön tulo- ja poistoilmavirtaa todellisen käytön mukaan. Järjestelmä on täysin automatisoitu. Järjestelmässä on mahdollista säätää käsin tavoitteellinen lämpötila, kosteus ja minimi-ilmavirrat. Laitekohtaiset infrapunasäteilytunnistimet mittaavat kunkin laitteen lämpötilaa (käyttötilaa) ja säätelevät poistoilmavirtaa käyttötilan perusteella. Automaatiikan aistimat käyttötilat ovat: kiinni, lämmitys kypsennyslämpötilaan ja kuuma (kypsennys käynnissä). Huonemittari mittaa huoneen lämpötilaa ja kosteutta. Poistoilmakanavissa olevat kanavamittarit mittaavat poistoilman lämpötilaa. Näiden sensoreiden mittauksista saadaan automaatiojärjestelmälle tieto joka säätelee tulo- ja poistoilmamäärät sekä keittiön painesuhteet oikeiksi. Myös puhaltimien nopeutta säädetään tarpeen mukaan ja täten voidaan pyörimisnopeudet pitää mahdollisimman alhaisina. Poistoimuri käynnistyy automaattisesti kun keittiölaite käynnistyy ja sammuu laitteen poistuttua käytöstä. [27.]

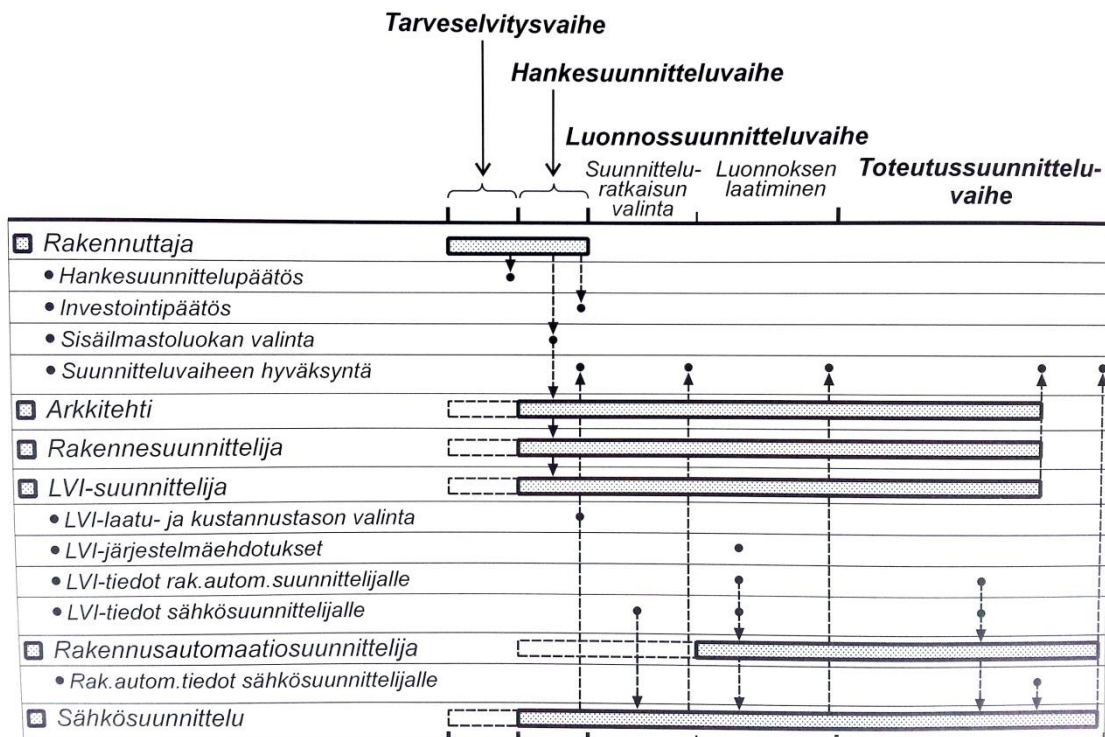


Kuva 20. Halton M.A.R.V.E.L.-järjestelmän toiminta laitteiden ollessa päällä. [27.]

Kuvassa 20 on esitetty järjestelmän toimintaperiaate kun keittolaitteita käytetään. Huuvassa oleva säädin on yhteydessä IR- sensoriin ja huuvan säätöpeltiin. Säädin säätelee ilmavirrat käyttötilanteen mukaan ohjaten säätöpeltiä. Tietojenkäsittelysäädin kerää tietoa kaikilta huuvien säätimiltä ja ohjaa sen perusteella tulo- ja poistoilmapuhaltimia ja tuloilman IMS-peltejä. Huuvissa on integroidut ABD-ilmavirtasäätimet. [27.]

5 SUUNNITTELUPROSESSI JA SUUNNITTELUN VAIHEISTUS

Ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnittelu voidaan vaiheistaa hanke- luonnos- ja toteutussuunnitteluun. Tärkeää on, että LVI-suunnittelija on mukana riittävän aikaisessa vaiheessa jotta pystyttäisiin vaikuttamaan ravintolan ja keittiön ilmanvaihtoon mahdollisesti myös muilla keinoilla kuin teknisillä ratkaisuilla. Todella tärkeää on myös saada riittävän ajoissa tieto keittiön tyyppistä, käyttöajoista, tulevien laitteiden määrästä sekä laitetyypeistä. Siksi suunnittelijan onkin oltava yhteydessä tilaajaan, sekä saada tilaaja ymmärtämään tiedon tärkeys aikaisessa vaiheessa. [2, s. 6.]



Kuva 21. Suunnittelun vaiheistus ja tiedonsiirto. [16, s. 303]

Kuvasta 21 ilmenee suunnittelun vaiheistus ja tiedonsiirto suunnittelun edetessä. Ilmanvaihdon suunnittelijan olisi hyvä tulla projektiin mukaan jo hankesuunnitteluvaiheessa. Kuvasta puuttuu energiasuunnittelija jonka kanssa yhteistyö on ilmanvaihdon suunnittelijan kannalta tärkeää jo hankesuunnitteluvaiheessa.

Tarveselvitysvaiheessa rakennuttaja arvioi hankkeen tarpeellisuuden ja sen edellytykset. Selvityksen pohjalta tehdään päätös hankesuunnitelmasta. Hankesuunnittelussa

hankkeen eri toteutusmahdollisuudet kartoitetaan. Tässä vaiheessa hankkeelle tehdään aikataulu, määritetään laatu- ja kustannustasot ja tehdään investointipäätös. Luonnos-suunnittelussa vertaillaan ratkaisuja ja valitaan perusratkaisut. Toteutussuunnittelussa tehdään lopulliset suunnitelmat valittujen ratkaisuiden pohjalta. Kuvassa 22 on esitetty IV-suunnittelijan keskeisiä tehtäviä ja riskejä suunnittelun eri vaiheissa.

Vaiheet	IV-suunnittelijan tehtävät	Riskit
Hanke-suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> Toteutettavuuden selvitys ja esille tuominen lähtötietojen perusteella. LVI-suunnittelun lähtöarvojen/kriteerien/laatusojen määrittäminen yhdessä tilaajan kanssa. Selvitykset tilankäytöstä. Keittiön luonne/tyyppi selvitetään. Laitteet ja laiteryhmittely selvitetään mahdollisuuksien mukaan. 	<ul style="list-style-type: none"> IV-suunnittelijan poissaolo tästä vaiheesta vaikeuttaa suunnittelua luonnosvaiheessa.
Luonnos	<ul style="list-style-type: none"> Laite/lämpökuormien kuormien laskenta. Käyttöaikojen selvitys. Päätelaitteiden määritys, huom. sieppausteho. Ilmanvaihtoratkaisujen vertailu ja valinta. Määritetään toteutettavat ratkaisut. Yhteyden muodostus päätelaittevalmistajaan. Alustava mitoitus. Teknisten ratkaisujen tilantarpeet määritetään. Kanavien/laitteiden pääreitit/sijainnit tarkastellaan. 	<ul style="list-style-type: none"> Keittiön laitteisto ei tiedossa. Arvioidut ilmamäärät liian pienet. Määräyksiä ja ohjeita ei huomioitu.
Toteutus	<ul style="list-style-type: none"> Viimeistään toteutussuunnittelussa tulisi tarkat laitetiedot olla saatavilla. Tehdään tarkat ilmamäärämitoitukset todellisten laitekuormien perusteella. Tilavarauksia mahdollisesti pienennetään. Lopulliset mitoitus ja suunnitelmat. Tilannekohtainen simulointi (mahdollisesti CFD-mallinnus). 	<ul style="list-style-type: none"> Jos suunnittelussa seurattu määräyksiä ja ohjeita, oltu tiivistä yhteydessä muiden suunnittelijoiden ja laitevalmistajan kanssa ja tehty vaiheet ajallaan ei tässä vaiheessa riskejä suunnittelun kannalta ole.

Kuva 22. Ilmanvaihtosuunnittelijan keskeiset tehtävät ja riskit suunnittelun eri vaiheissa.

Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelua ohjaavat määräykset ja ohjeita:

- RakMK D2 (2012) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet.
- RakMK E1 (2011) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet.
- RakMK E7 (2004) Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus, ohjeet.
- RT 94-11164. Ravintolat ja kahvilat.
- LVI 06-10304. Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu.
- TalotekniikkaRYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset.
- RT 07-10946. SISÄILMASTOLUOKITUS 2008 Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia ohje ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelusta. Ohjeeseen oli tarkoitus koota suunnittelua ohjaavat määräykset ja ohjeet, antaa tukea suunnitteluun antamalla monipuolisen kuvan suunnittelussa huomioitavista tärkeistä yksityiskohdista sekä ohjeistaa suunnittelun vaiheistuksessa, etenkin luonnos-suunnittelua painottaen.

Ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnittelu on vaativa tehtävä jossa suuret lämpökuormat ja siten myös ilmamäärät on mitoitettava hyvin tarkasti hyvän sisäilmaston varmistamiseksi. Keittiön prosesseissa leviävä rasva tekee etenkin paloturvallisuuden huomioimisesta tärkeän osan suunnittelua. Suomen rakentamismääräyskokoelmista löytyy määräykset ja ohjeet suunnitteluun. Tämän lisäksi rakentamismääräyskokoelmaan perustuvissa Rakennustiedon ohjekorteissa selvennetään määräyskokoelmaa ja ohjekorttien käyttäminen suunnittelussa onkin suotavaa.

Työn tuloksena onnistuttiin tekemään laaja ohjeistus uudiskohteiden ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnittelusta, jota voidaan käyttää helpottamaan ja selventämään suunnittelua. Työssä käsitellyillä kaavoilla voidaan ilmamäärät arvioida esiluonnosvaiheesta toteutus-suunnitteluun. Mahdolliset riskit käsiteltiin jotta niihin voitaisiin varautua ja mahdollisesti kokonaan eliminoida suunnittelun eri vaiheissa.

Opinnäytetyön pohjalta tullaan laatimaan syventävä, lyhyt ohjekortti ammattikeittiön ilmanvaihtosuunnitteluprosessista ja vaiheistuksesta Optiplan Oy:n sisäiseen käyttöön. Ohjekortissa syvennytään eri vaiheiden tehtäviin, riskeihin, yhteysverkostoon ja eri päätösten seurauksiin. Ohjekortti tulee sisältämään yrityksen sisäistä tietoa, joka ei ole julkista ja täten rajataan opinnäytetyön ulkopuolelle.

LÄHTEET

- 1 Optiplan Oy, 2015, Tietoa Optiplanista, [verkosta],
Saatavilla: http://www.optiplan.fi/tietoa_optiplanista/fi_FI/tietoa_optiplanista/
Haettu: 4.5.2015
- 2 Rakennustieto Oy, 2000, *Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu*,
LVI 06-10304, 16 s. [verkosta], Saatavilla:
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10304.html.stx>
Haettu: 26.4.2015
- 3 Sandberg, Esa (toim.) et al. 2014, *Ilmastointilaitoksen mitoitus*,
Ilmastointitekniikka osa 2, Talotekniikka-Julkaisut Oy, 647 s.
- 4 Çengel, Yunus A., Boles, Michael A, 2006, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5.painos, McGraw-Hill College Boston, MA, 988 s.
- 5 University Corporation for Atmospheric Research, *Introduction to the Atmosphere*, [verkosta], Saatavilla: https://www.ucar.edu/learn/1_1_1.htm
Haettu: 15.6. 2015
- 6 Halton Oy, 2007, *Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnitteluopas*, [verkosta],
Saatavilla:
http://www.halton.com/dh/BAAHbzfOu8Be4KVk_A0Jk38dOZIS11tgmonef5dGs8hg53Ix4wofMIqOoJR2z736wPDigKt-bxY9_Dv789i6rfmumsv2YR6jcY5jXnqBNJNzg1vY7392od2A3qQy4OYuGM2J/Halton-FS-Kitchen-Design-Guide-fi1309.pdf Haettu 21.4.2015
- 7 Rakennustieto Oy, 2014, *Ravintolat ja kahvilat*, RT 94-11164, 20 s. [verkosta],
Saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11164.html.stx>
Haettu 2.3.2015

- 8 Ympäristöministeriö, 2012, *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto*, D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, Saatavilla:
http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma Haettu: 27.4.2015
- 9 Sosiaali- ja terveysministeriö, 2003, *Asumisterveysohje*, [verkosta], Saatavilla:
http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf
Haettu 8.6.2015
- 10 Säteri Jorma, 2008, *Sisäilmaluokitus 2008. Sisäympäristön uudet tavoitearvot*. Sisäilmayhdistys ry.
- 11 Työsuojeluhallinto, 2013, *Lämpöolot*. [verkosta], Saatavilla:
<http://www.tyosuojelu.fi/fi/lampoolot> Haettu: 15.6.2015
- 12 Maankäyttö- ja rakennuslain 13 § 2. mom.
Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- 13 Nikolski Evgeny. Optiplan Oy, Helsinki, [keskustelu], 8.5.2015
- 14 American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 2011, *HVAC Applications*, Atlanta 2011.
- 15 Kosonen, Risto., Mustakallio, Panu. 2003, *The influence of a capture jet on the efficiency of a ventilated ceiling in a commercial kitchen*. The International Journal of Ventilation. Numero 3, Helmikuu 2003 sivut 189-200.
- 16 Seppänen, Olli. 2004. *Ilmastoinnin suunnittelu*, Talotekniikka-Julkaisut Oy, 427 s.
- 17 Grease Guard LLC dba Rooftop Solutions, *Blog Posts*, [verkosta], Saatavilla:
<http://www.rooftopsolutions.com/blog> Haettu: 26.10.2015

- 18 Liljeberg, Mikko. Halton Oy, [sähköpostikeskustelu], 9.6.2015
- 19 Arbetsmiljöverket, 2015, *Lokaler*, [verkosta],
Saatavilla: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/bygg/projektera-och-bygga-restaurang/lokaler/> Haettu: 17.5.2015
- 20 Huuskonen, Esa. Climecon Oy, [sähköpostikeskustelu], 18.6.2015
- 21 American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 2011, *Ventilation for Commercial Cooking Operations*, ASHRAE Standard 154-2011, Atlanta 2011
- 22 Ympäristöministeriö, 2011, *Rakennusten paloturvallisuus*, E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, Saatavilla:
http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma Haettu: 27.4.2015
- 23 Ympäristöministeriö, 2004, *Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus*, E7 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004, Saatavilla:
http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma Haettu: 27.4.2015
- 24 Motiva Oy. 2010, *Energiatehokas ammattikeittiö*, [verkosta], Saatavilla:
http://www.motiva.fi/julkaisut/kiinteisto-ja_palveluala/energiatehokas_ammattikeittio.1037.shtml Haettu: 8.5.2015
- 25 Komission asetus (EU) N:o 1253/2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanosta ilmanvaihtokoneiden ekologisen suunnittelun vaatimusten osalta. Euroopan unionin virallinen lehti 25.11.2014, [verkosta], Saatavilla:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1253&from=EN> Haettu: 12.8.2015

- 26 Jylkkä Henri, Optiplan Oy, Helsinki, [keskustelu], 3.9.2015
- 27 Halton Oy, *M.A.R.V.E.L. Intelligent Demand Controlled Ventilation System for Professional Galleys*, [verkosta], Saatavilla:
https://www.halton.com/dh/CgBLqK9_pR0HmytdZcRIjFVuyp3VLZBCqdFvtXZ991gWZJeXoJUjy6H2xqW0h_1ya1058EGgroLl-ZmJu5DYZDWkfIZsHVq7JZtniBLA7HN8sJmK1uFov7FfDsaduXuzzsIAQyQ/Marvel_demand_based_ventilation_for_galleys Haettu: 8.5.2015
- 28 Tovenco AB, 2005, *Projekteringsanvisningar*, [verkosta],
Saatavilla: <http://tovenco.se/storkoksventilation/dimensionering/>
Haettu 11.5.2015

LIITTEET

Keittiön normaali laitteisto keittiön luonteen perusteella. Taulukko mukailtu lähteestä [28.]

Päiväkoti 2-3 osastoa		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi pyöreät keittolevyt	60x60	8
Parila	40x60	5
Keitin	40x62	4
Kiertoilmauuni	40x60	6
Huuvallinen astianpesukone	65x70	10
Päiväkoti 4-6 osastoa		
Koulukeittiö ≤ 200 annosta päivässä		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Paistotaso	67x55	6
Keitin	80x62	9
Keittopata	50 litraa	15
Yhdistelmäuuni	85x80	17
Huuvallinen astianpesukone	65x70	10
Koulukeittiö 200-500 annosta päivässä		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Paistotaso	96x64	6
Paistotaso	170x70	14
Keitin	120x62	13
Keittopata	50 litraa	15
Keittopata	100 litraa	23
Yhdistelmäuuni lattiamalli	85x80	34
Tunneliastianpesukone	220x80	33
Koulukeittiö > 500 annosta päivässä		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Paistotaso	98x70	11
Paistotaso	170x70	14
Keitin	80x62	9
Keitin	120x62	13
Keittopata	100 litraa	23
Keittopata	200 litraa	38
Keittopata	300 litraa	50
Yhdistelmäuuni lattiamalli	85x80	34
Tunneliastianpesukone	262x80	35
Vanhaikoti		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Paistotaso	87x70	10
Keitin	80x62	9
Keittopata	50 litraa	15
Keittopata	100 litraa	23
Yhdistelmäuuni	85x80	17
Huuvallinen astianpesukone	65x70	10
Katukeittiö		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi pyöreät keittolevyt	40x60	5
Parila	60x60	6
Rasvakeitin	60x60	16
Lämpöhaude	40x62	1
Kiertoilmauuni	40x60	6
Kebab grilli	42x50	6
Kosketusparila	32x25	2
Luukullinen astianpesukone	60x60	7

Pizzeria		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Parila	60x60	6
Rasvakeitin	40x60	8
Lämpöhaude	40x62	1
Pizzauuni	120x100	15
Kebab grilli	42x50	6
Huuvallinen astianpesukone	65x70	10
Henkilöstöravintola		
Laite	Koko (cm)	kW
Rasvakeitin	40x60	8
Paistotaso	87x70	10
Keitin	120x62	13
Keittopata	80 litraa	12
Keittopata	100 litraa	23
Yhdistelmäuuni	85x80	17
Huuvallinen astianpesukone	65x70	10
Isompi ravintola		
Laite	Koko (cm)	kW
Yhtenäistasoliesi	100x90	16
Kaasuliesi 2 poltinta	35x70	7
Parila	80x60	9
Rasvakeitin	70x70	19
Grilliparila	70x70	12
Paistotaso	98x70	11
Keitin	80x62	9
Pastakeitin	70x70	12
Vesihaude	80x80	3
Yhdistelmäuuni	85x75	10
Yhdistelmäuuni lattiamalli	85x80	34
Tunnellastianpesukone	220x80	33
Pienempi ravintola		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Parila	60x60	6
Rasvakeitin	40x60	8
Paistotaso	67x55	6
Grilliparila	40x60	6
Keitin	80x62	9
Keittopata	50 litraa	15
Yhdistelmäuuni	85x75	10
Huuvallinen anpesukone	65x70	10
Sairaalakeittiö		
Laite	Koko (cm)	kW
Liesi keittolevyt neliö	80x80	12
Paistotaso (3kpl)	98x70	11
Keitin	120x62	13
Keittopata (2kpl)	50 litraa	15
Keittopata	100 litraa	23
Keittopata	200 litraa	38
Keittopata	300 litraa	50
Yhdistelmäuuni	85x80	17
Yhdistelmäuuni lattiamalli	85x80	34
Tunnellastianpesukone	352x80	47