

Tuomas Kotajärvi

# Laivan demokeittiön ilmanvaihdon suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriytyö

12.5.2016

Tekijät Otsikko	Tuomas Kotajärvi Laivan demokeittiön ilmanvaihdon suunnittelu
Sivumäärä Aika	43 sivua + 9 liitettä 12.5.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tuotantopainotteinen LVI-tekniikka
Ohjaajat	R&D Manager Antti Laine, SeaKing Oy lehtori Seppo Innanen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä laivakeittiöiden ilmanvaihdon suunnitteluun ja tehdä sen perusteella ilmanvaihdon toteutussuunnitelma SeaKing Oy:n tuotekehitys- ja esittelykeittiöön ("demokeittiö"). Tavoitteena oli myös syventyä huuvien ilmamäärämitoitukseen ja vertailla erilaisia ilmamäärien laskentamenetelmiä.</p> <p>Insinööriyön aineistona käytettiin muun muassa laivanrakennuksen ja ammattikeittiöiden standardeja, ilmastointitekniikan oppikirjoja, huuvavalmistajien laskentaohjeita ja erilaisia suunnitteluoppaita. Teorian lisäksi SeaKingilta saatu käytännön kokemus laivojen keittiösuunnittelusta auttoi huuvien ilmamäärien laskentatulosten analysoinnissa. Keittiölaitteiden teknisten ominaisuuksien perusteella tehtiin vertaileva ilmamäärälaskenta, jonka avulla tehtiin kanavistosuunnitelma ja valittiin keittiötä palveleva tuloilmanvaihtokone sekä poistoilmapuhallin.</p> <p>Insinööriyön tärkein havainto on laivakeittiön huuvamitoituksen haasteellisuus. Standardeilla ja valmistajien mitoitusohjeilla saadaan erittäin hajanaisia tuloksia, riippuen käytetystä laskentamenetelmästä. Ilmamäärälaskennassa ilmeni, että suurin osa laskentatavoista ottaa huomioon vain keittiölaitteen liitäntätehon, joka ei kerro laitteen todellisesta lämpökuormasta ja epäpuhtauksien tuotosta.</p>	
Avainsanat	ilmanvaihto, laivakeittiö, ilmanvaihtosuunnitelma, ilmamäärät, huuva

Author Title	Tuomas Kotajärvi Ventilation design for an R&D galley
Number of Pages Date	43 pages + 9 appendices 12 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, production oriented
Instructors	Antti Laine, R&D Manager Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of the Bachelor's thesis was to study the principles of ship galley ventilation systems and, on the basis of these, design a ventilation system for an R&amp;D galley. The design of hood and canopy airflow was especially focused on, and various airflow calculation methods were compared.</p> <p>The thesis was based on shipbuilding and commercial kitchen standards, air conditioning handbooks, hood manufacturer calculation guidelines and various designing guide books. Besides the literary sources, experience found in the commissioning company in galley design enhanced the analysis of the airflow calculations of hoods and canopies. The technical properties of the galley equipment were used as a basis for comparative airflow calculations. The calculated airflow was used for ventilation design and air handling unit and extract air fan selection.</p> <p>The final year project showed the difficulty in the design of the airflow of the hoods and canopies. The calculation results differ considerably according to the standards and manufacturer's guideline used. Most calculation methods are based on equipment load solely which does not take into account the actual heat load and contaminant production of the equipment.</p>	
Keywords	ventilation, galley, designing, airflow, hood

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laivakeittiön ilmanvaihdon perusteet	1
2.1	Sisäilman tavoitearvot	2
2.2	Keittiössä syntyvät päästöt	4
2.2.1	Ilman epäpuhtaudet ja hajut	5
2.2.2	Lämpökuormat	5
2.2.3	Kosteuskuormat	7
2.3	Huuvat	8
2.3.1	Condensate Canopy	11
2.3.2	Dry UV Hood	12
2.3.3	UV-Wash Hood	12
2.3.4	Airboost UV-Wash Hood	13
2.4	Tuloilmapäätelaitteet	15
2.5	Ilmamäärien mitoitus	16
2.5.1	Poistoilmavirran laskeminen VDI 2052 -standardilla	17
2.5.2	Tuloilmavirran laskeminen ISO 9943 -standardilla	20
2.5.3	Konvektiopilven virtausteoria	22
2.5.4	Jeven Oy:n ja Climecon Oy:n laskentaohjelmat	25
2.5.5	SeaKing Oy:n huuvien ilmamäärälaskenta	26
2.6	Kanavisto	27
2.6.1	Ilmanjako	29
2.6.2	Paloturvallisuus	29
2.6.3	Kanaviston mitoitus ja tasapainotus	30
2.7	Ilmastointikone	31
2.8	Poistoilmapuhallin	32
2.9	Ilmanvaihdon äänitekniikka	34
3	Laivan demokeittiön ilmanvaihdon suunnittelu	35
3.1	Ilmamäärät	37
3.1.1	Demokeittiön poistoilmamäärät	37
3.1.2	Tuloilmamäärät	38
3.2	Kanaviston suunnittelu, mitoitus ja tasapainotus	39
3.3	Ilmanvaihtokoneen valinta	40

3.4 Poistoilmapuhaltimen valinta	41
4 Yhteenveto ja pohdinta	41
Lähteet	43
Liitteet	
Liite 1. Laitetyyppien ominaislämpökuormat (VDI 2052 -standardi)	
Liite 2. Keittölaitteiden yhdenaikaisuuskertoimet (VDI 2052 -standardi)	
Liite 3. Psykrometrinen taulukko	
Liite 4. Bain Marie -ilmamäärät	
Liite 5. Induction Wok -ilmamäärät	
Liite 6. Char Broiler -ilmamäärät	
Liite 7. Elro Grill -ilmamäärät	
Liite 8. Elro Grill Island -ilmamäärät	
Liite 9. Fläkt Woods ACON koneajo	

## Lyhenteet

A2-s1, d0 Rakennustarvike, jonka osallistuminen paloon on hyvin rajoitettua, savuntuotto on erittäin vähäistä ja josta ei palotilanteessa irtoa palavia pisaroita.

EI60 Rakennusosan palonkestoluokitus. EI tarkoittaa tiiviyttä ja eristävyyttä. Niiden jälkeinen lukuarvo kuvaa palonkestoa minuuteissa.

ilmanvaihtoluku

Kuvaa huoneilman vaihtumista tunnissa neliometriä kohden.

vena contracta

Virtauksen kohta, jossa virtaavan aineen halkaisija on pienimmillään ja nopeus suurimmillaan. Esimerkiksi suutin.

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön toimeksiantajana on SeaKing Oy, joka toteuttaa risteilijöihin keittiökokonaisuuksia. Keittiötoimituksiin kuuluu yksittäisten tuotteiden ja keittiön pohjapiirustusten suunnittelu, kalusteiden valmistus ja hankinta sekä usein myös asennus. Yrityksellä on oma tuotekehitysosasto, jossa tutkitaan ja kehitetään uusia sekä jo markkinoilla olevia laitteita.

SeaKingilla on koettu tämänhetkinen Tattarisuolla sijaitseva huuvi- ja ilmanjakolaitteiden tuotekehityslaboratorio riittämättömäksi. Uusi tutkimus- ja esittelyhuone ("demokeittiö") rakennetaan SeaKing Poland -tuotantoyksikön yhteyteen, jossa on myös jo olevassa olevia tutkimustiloja. Demokeittiö rakennetaan täysin remontoitavanaan hallin osaan, jonne tehdään tarvittavat väliseinät, katto ja uusi lattiapinta.

Insinööriyön tarkoituksena on suunnitella SeaKingin Puolan tehtaan yhteyteen toteutettavan demokeittiön tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Työssä käydään läpi ammattikeittiöiden ilmanvaihdon perusteet, suunnittelua ohjaavat standardit ja suunnittelumenetelmät, joten se toimii tulevaisuudessa myös oppaana laivakeittiöiden parissa työskenteleville suunnittelijoille ja projektipäälliköille. Suunnitelman perusteella toteutettavaa demokeittiötä käytetään sekä tuotekehitysosaston tutkimus- ja testauslaboratoriona että laivan mallikeittiönä asiakkaille. Huuvapoistoista saatavalla tutkimustiedolla on tulevaisuudessa tarkoitus kehittää SeaKingin omia ilmanvaihtotuotteita, yhtenäistää kohdepoistoistojen ilmamäärämitoitusta ja ennen kaikkea optimoida se riittävälle ja mahdollisimman energiatehokkaalle tasolle.

## 2 Laivakeittiön ilmanvaihdon perusteet

Keittiöiden ilmanvaihtotekniikka on erikoissovellutus perinteisestä LVI-tekniikasta. Sen suunnittelussa ja toteutuksessa pitää kiinnittää erityishuomiota ilmanjakoon, paloturvallisuuteen, tilan painesuhteisiin, lämpötilan hallintaan sekä ruuanlaitosta aiheutuviin epäpuhtauksiin [1, s. 313]. Muita ilmanvaihtosuunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat

- keittiön tyyppi
- annosten valmistusmäärä
- keittiön käyttöaika
- huoneen geometria
- rakennusmateriaalit
- valaistus
- keittiölaitteiden tyypit, mitat, asennustavat ja tehot
- laitteiden yhdenaikaisuuskerroin

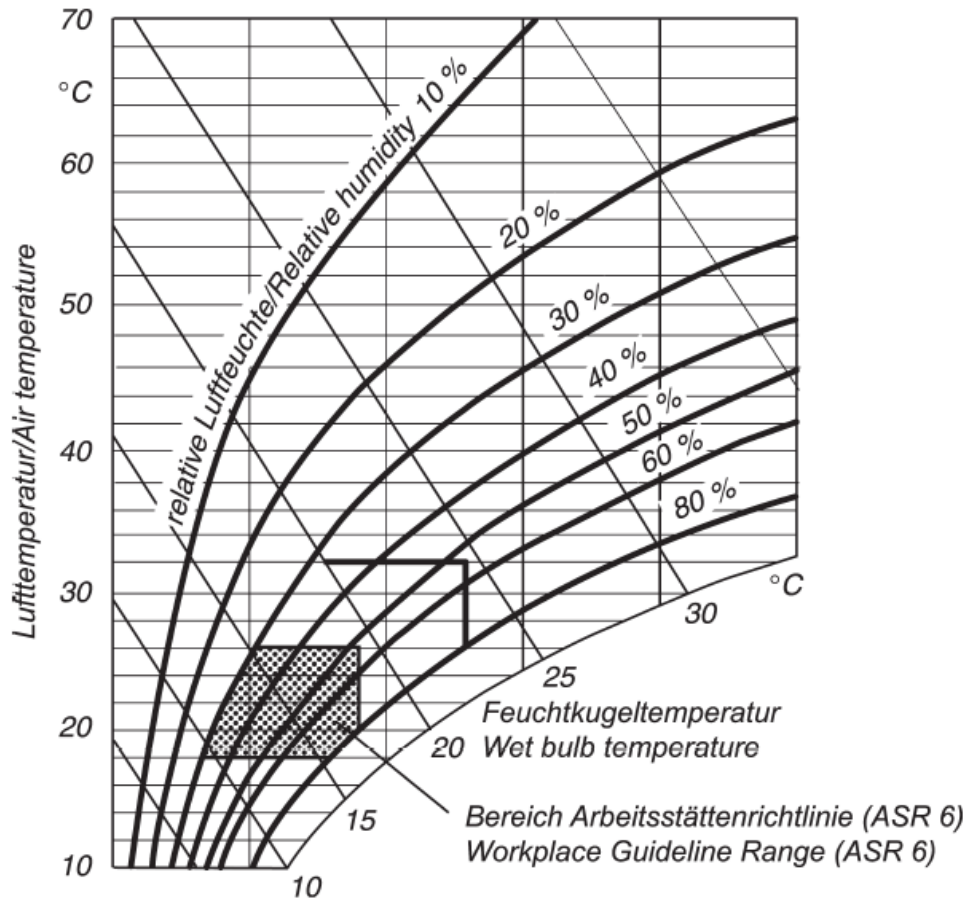
[2, s. 8]

Keittiöiden haastavat olosuhteet ja korkeat toiminnan laatuvaatimukset korostavat hyvän ilmanlaadun ja viihtyisän työskentely-ympäristön tärkeyttä. Hyvin suunniteltu ja toteutettu keittiöilmanvaihto pitää sisäilman laadukkaana, jolloin saavutetaan keittiöön hyvät sisäilmasto-olosuhteet kaikissa käyttötilanteissa. Laadukas sisäilma lisää työturvallisuutta, keittiöhenkilökunnan työtehoa ja tyytyväisyyttä, mikä näkyy parantuneena tuottavuutena ja henkilöstön pysyvyytenä. [3, s. 16.]

## 2.1 Sisäilman tavoitearvot

Keittiön huoneilman lämpötila pyritään pitämään 18 °C:n ja 26 °C:n välillä (kuva 1). Satunnaiset lämpötilan ylitykset ovat kuitenkin sallittuja, mutta niitä pyritään välttämään. Lämpötilan mittaus tapahtuu 75 senttimetrin korkeudelta lattiapinnasta säteilyenergialta suojatulla lämpömittarilla. [2, s. 10]





Kuva 1. Huoneilman lämpötilan raja-arvot [2, s. 10].

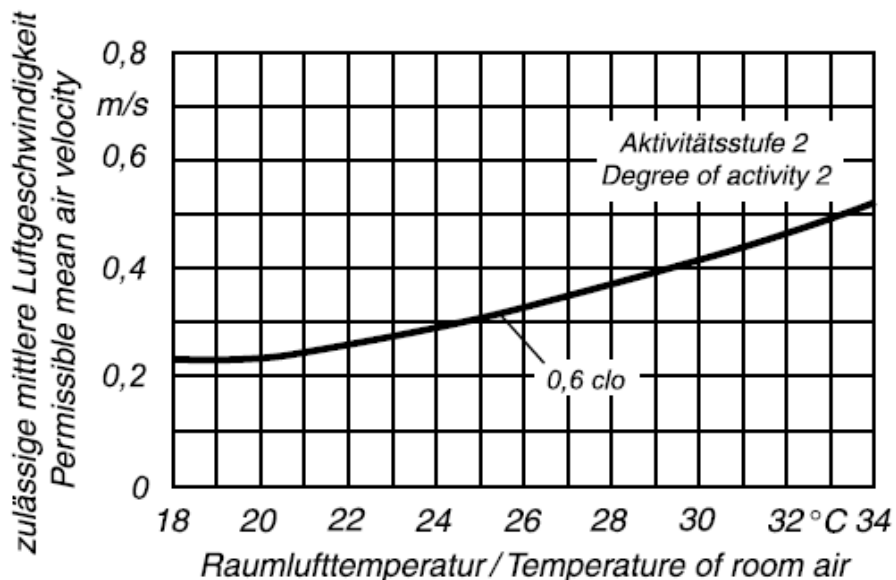
Huoneilman suurin sallittu suhteellinen kosteusarvo riippuu huoneilman lämpötilasta. Oleskeluvyöhykkeen suhteellinen kosteus ei saa ylittää taulukon 1 arvoja.

Taulukko 1. Ilman suhteellisen kosteuden enimmäisarvot [2, s. 11].

Room air temperature in °C	Room humidity in %
20	80
22	70
24	62
26	55

Ilman nopeuden sallittu arvo riippuu huoneilman lämpötilasta, ilmavirran turbulentsuudesta, työskentelyaktiivisuudesta ja vaatteiden lämmönvastustuskyvystä. Mittaukset suoritetaan 1,7 metrin korkeudelta lattiapinnasta. Laminaarisessa

ilmavirtauksessa ilmanopeus ei saa ylittää arvoa 0,2 m/s. Mittaus tehdään 10 senttimetriä lattiapinnan yläpuolelta, ja se pätee 20 °C lämpimään tuloilmaan 0,8 metrin etäisyydellä tuloilmapäätelaitteesta. Kuva 2 havainnollistaa ilmavirran enimmäisnopeutta ilmanvaihtoluvun 35 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*h) keittiölle. Laskennassa on käytetty aktiivisuustasoa 2 ja lämmönvastustuskykyä 0,6. [2, s. 12.]



Kuva 2. Huonelämpötilan vaikutus ilmavirran sallittuun enimmäisnopeuteen [2, s. 12].

Ilmanvaihdon aiheuttama äänen enimmäispainetaso on yleensä 50–60 dB (A). Se riippuu ympäristön vaatimuksista, esimerkiksi ruokaa ojennettavilla avotiskeillä sallitaan enimmillään 50 dB (A):n melu. [2, s. 12]

## 2.2 Keittiössä syntyvät päästöt

Ruuanvalmistus on prosessi, jossa ruokaan lisätään lämpöenergiaa ja lämpenevä ruoka alkaa tuottaa ilmaan päästöjä. Ruuasta vapautuu ilmaan lämpöä, vesihöyryä ja orgaanisia aineita. [4, s. 4.] Valmistusmenetelmästä riippuen syntyy myös haitallisia käryjä ja yhdisteitä. Laivakeittiön ilmanvaihdon ensisijainen tarkoitus on poistaa näitä eri valmistusprosesseissa syntyviä epämiellyttäviä ja terveydelle haitallisia päästöjä.

Ruuanvalmistuksessa ja astianpesussa syntyviä päästöjä ovat erilaiset epäpuhtaus-, kosteus- ja lämpökuormat. Poistoilmanvaihdon tarve riippuu voimakkaasti käytössä

olevien ruuanvalmistuslaitteiden ja -prosessien ominaisuuksista ja käytöstä, kuten lämmitystehosta ja kärymuodostuksesta. [5, s. 2.] Päästöjä muodostuu keittiössä epätasaisia määriä, riippuen ruuanvalmistusprosessista ja -alueesta. Jollain alueella saattaa olla myös hygienisiä erityisvaatimuksia, joihin pitää kiinnittää erityistä huomiota [2, s. 7-8].

### 2.2.1 Ilman epäpuhtaudet ja hajut

Keittiötyöntekijöillä on riski altistua melko suurille määrille ilman epäpuhtauksia. Siksi keittiön ilmanvaihtosuunnittelussa keskitytään epäpuhtauksien poistoon huoneilmasta ennen niiden leviämistä työntekijöiden hengitysvyöhykkeelle. Ruuanlaitossa muodostuvat epäpuhtaudet voivat olla erilaisia kaasuja, nesteitä tai kiinteitä, orgaanisia hiukkasia. Ne voivat olla vaarattomia, ihoa ja hengitysteitä ärsyttäviä, suoraan terveydelle vaarallisia tai jopa tulenarkoja. [1, s. 313.]

Monissa ruuanvalmistusprosesseissa syntyy terveydelle haitallisia yhdisteitä. Esimerkiksi grillauksessa ja paistamisessa vapautuvat polyaromaattisia hiilivedyt aiheuttavat pitkään altistettuna syöpää, mutaatioita ja sikiövaurioita. [6] Tutkimusten mukaan myös krooninen yskä, kasvanut hengitysteiden limantuotto ja hengästyminen voivat olla seurausta ruuanlaiton pienhiukkasista. [4, s. 7.]

Kohdepoistoilla saadaan käryjen ja myrkyllisten yhdisteiden lisäksi estettyä rasvan leviäminen huoneilman kautta keittiön pinnoille. Pintojen puhtaus on erittäin tärkeää ruuanlaittoprosessin hygieenisyyden varmistamiseksi. Rasva koostuu sekä kiinteistä että nestemäisistä rasvahiukkasista, jotka tarttuvat materiaaleihin. Rasvan, hajujen ja epäpuhtauksien leviämisen estämiseksi on ensiarvoisen tärkeää sijoittaa kohdepoisto suoraan keittiölaitteen yläpuolelle. [4, s. 10, s. 14.]

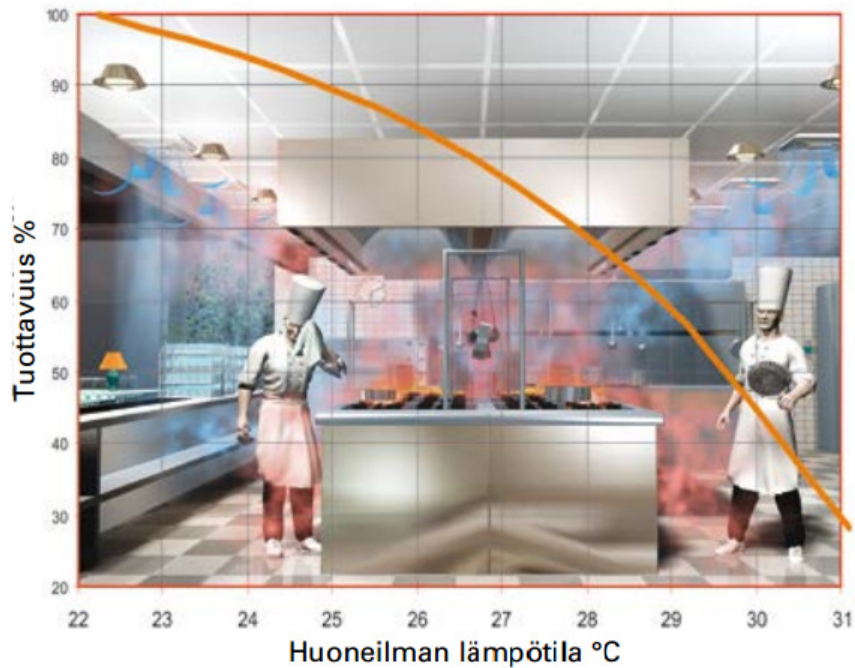
### 2.2.2 Lämpökuormat

Laivakeittiössä lämpökuormia muodostuu ruuanvalmistuslaitteista, laiva- ja keittiörakenteista siirtyvästä lämpöenergiasta sekä valaisimien ja ihmisten tuottamasta lämmöstä. Suurin osa ammattikeittiöiden lämpökuormista aiheutuu ruuanvalmistuksesta. Kuumasta paistopinnasta, ruuasta ja laitteesta itsestään syntyy

kuumia ilmavirtoja, jotka pitää saada poistettua tilasta. Lämpökuormat riippuvat voimakkaasti keittiön käyttötarkoituksesta ja varustelusta. [4, s. 4.]

Ruuanvalmistuksessa muodostuva kuuma konvektiovirtaus, konvektioilvi, tulee saada siepattua huuvalla ennen kostean ja lämpimän ilman leviämistä koko keittiöön. Konvektioilvi kasvaa noustessaan leveyssuunnassa, jonka takia kohdepoisto pitää suunnitella keittiökalustetta leveämmäksi ja lähelle konvektioilven muodostumispintaa. Huuvapoiston tärkein mitoittava tekijä on konvektioilven ominaisuudet. [7, s. 512-513.] Vaikka huuvalla saadaan poistettua koko konvektioilvi, keittiökaluste aiheuttaa lämpökuormia säteilemällä lämpöenergiaa huuvaan ja keittiön pinnoille. [4, s. 12] Myös konvektioilven muotoa häiritsevät poikittaisvirtaukset on eliminoitava ja yleisilmanvaihto pitää olla hyvin suunniteltu ja tasapainossa..

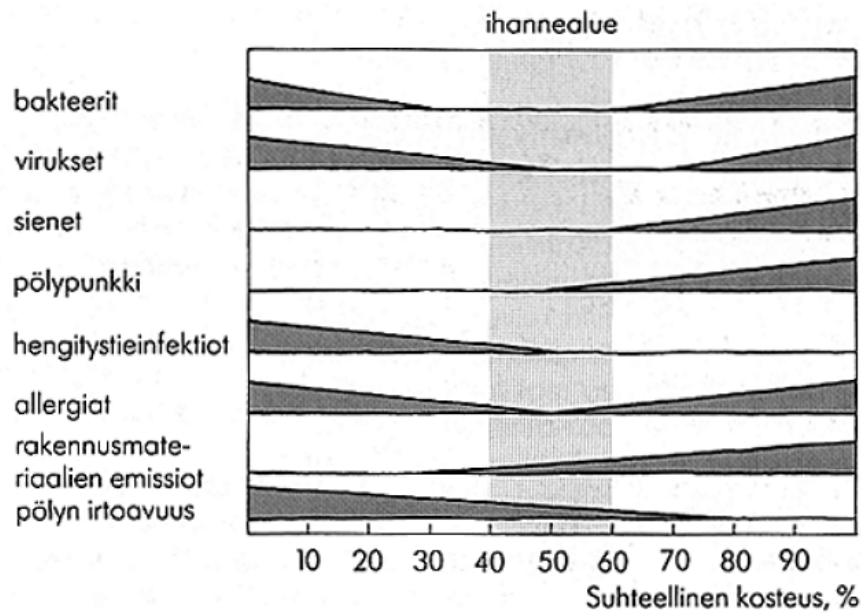
Keittiön lämpötilalla on huomattava vaikutus työntekijöiden työtehoon (kuva 3). Epämiellyttävät olosuhteet lisäävät työtapaturmien määrää sekä heikentävät työn tuottavuutta ja yleistä viihtyvyyttä. [4, s. 7.] Lämmin ilma tuntuu tunkkaisemmalta ja kuivemmalta kuin viileä ilma. Korkea lämpötila aiheuttaa väsymystä ja unettomuutta. Liian viileä lämpötila aiheuttaa puolestaan vedon tunnetta ja heikentää sorminäppäryyttä ja käsivoimaa. [5, s. 2.] Työtehoon vaikuttavia tekijöitä ovat virheiden määrä, työsuoritukseen käytetty aika, taukoihin käytetty aika ja sairauksien aiheuttama poissaolo. [8, s. 21]



Kuva 3. Huoneilman lämpötilän vaikutus työn tuottavuuteen [4, s. 7].

### 2.2.3 Kosteuskuormat

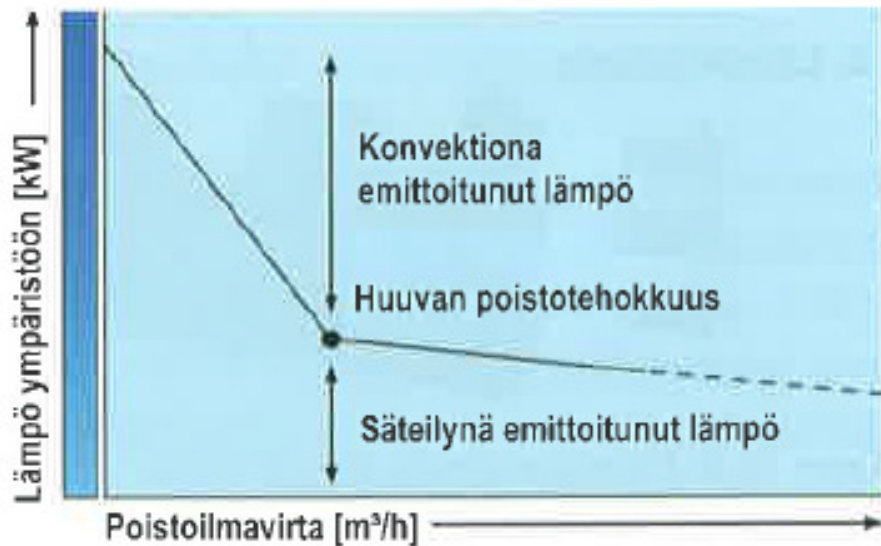
Keittiössä syntyy kosteuskuormia ruuanlaitosta, astianpesusta ja ihmisistä. Huuvilla poistetaan ilmaan muodostuva kostea ilmavirta ulos keittiöstä ennen sen sekoittumista muuhun huoneilmaan. Ilman suhteellisen kosteus ei saisi ylittää 70 prosenttia. [4, s. 6.] Yli 70 %:n suhteellinen kosteus altistaa materiaalit erilaisten mikrobien, kuten homesienien ja bakteerien kasvualustaksi (kuva 4).



Kuva 4. Ilmankosteuden vaikutus terveyteen. [9, s. 5]

### 2.3 Huuvut

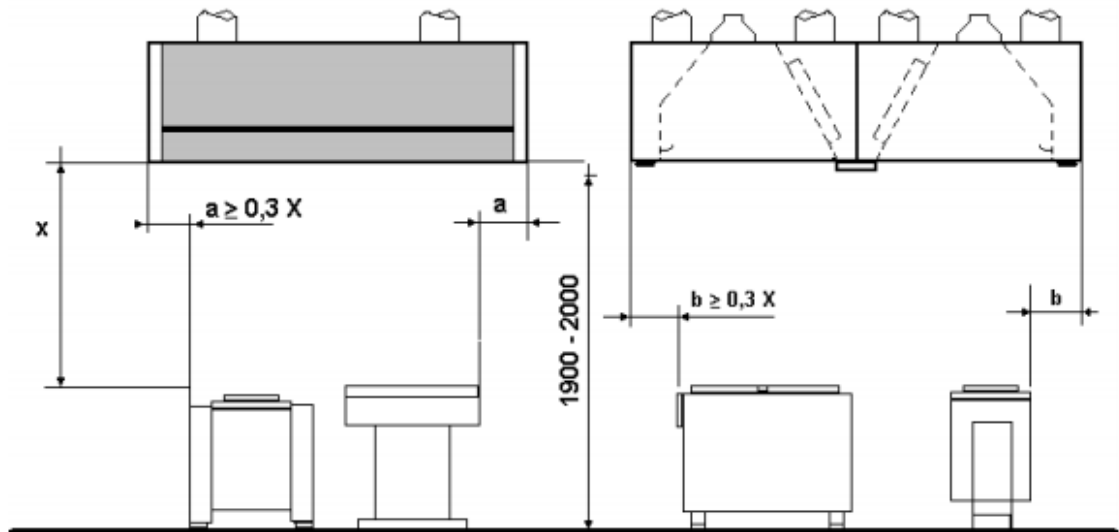
Poistoilmahuuvien tehtävä on poistaa tilasta ruuanlaiton yhteydessä syntyvä epätoivottu lämpö, käryt, vesihöyry ja muut epäpuhtaudet. Huuvien epäpuhtauksien poistokykyä arvioitaessa käytetään termiä sieppausteho. Sillä tarkoitetaan huuvan ominaisuutta siepata- ja sitoa epäpuhtauksia pienimmällä mahdollisella poistoilmavirralla (kuva 5). Tehoton tai huonosti suunniteltu huuva ei pysty imemään nousevaa konvektiovirtausta riittävän tehokkaasti, jolloin keittiön lämpötila ja ilmankosteus alkavat nousta. Oikein suunniteltu ja mitoitettu huuva puolestaan imee kaikki kalusteelta nousevat päästöt aiheuttamatta keittiön työntekijöille häiritsevää vedon tunnetta. Ylimitoitettu poistoilmavirta poistaa lämmön ja epäpuhtaudet tehokkaasti, mutta liian suuri ilman nopeus aiheuttaa haitallista vedon tunnetta. Liian suuri poistoilmavirta aiheuttaa myös äänitekniisiä ongelmia eikä se ole energiatehokas. [4, s. 10, 12.]



Kuva 5. Lämpökuorman ja poistoilmavirran vaikutus huuvan sieppaustehoon (poistotehokkuus). Huuva ei poista riittävästi käryä liian pienellä ilmavirralla, mutta ilmavirran kasvattaminen yli optimipisteen ei paranna juurikaan kohdepoiston tehokkuutta. [7, s. 514.]

Huuva sijoitetaan nousevan konvektiovirtauksen yläpuolelle mahdollisimman hyvän sieppaustehon aikaansaamiseksi. Jos se ei ole mahdollista esimerkiksi ruuanvalmistuslaitteiden sijainnista johtuen, pitää huuvan poistoilmavirtaa kasvattaa konvektiovirtauksen taivuttamiseksi. [1, s. 313.] Keittiölaite tulisi sijoittaa parhaan mahdollisen sieppaustehon saavuttamiseksi seinän viereen. Tällöin seinäpinta vähentää vapaata poikkipinta-alaa, johon lämmin ilmavirta pääsee nousemaan. Keskelle lattiaa sijoitetun laitteen tarvitsema poistoilmavirta on 1,6-kertainen seinän viereen asennettuun laitteeseen verrattuna. [7, s. 514.]

Huuvan mitoituksessa pitää ottaa huomioon ilmamäärämitoituksen lisäksi huuvan fyysinen koko. Kohoavaan konvektiopilveen sekoittuu ympärillä olevaa ilmaa, jolloin se levenee, hidastuu ja kaasun lämpötila laskee. Epäpuhtauksien tehokkaan poiston kannalta on tärkeää, että etenkin korkealle sijoitetut huuvat ovat riittävän leveitä. [1, s. 313.] Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että huuvan tulee olla ainakin 30 cm alla olevaa laiteryhmiä leveämpi. (kuva 6) [7, s. 512]

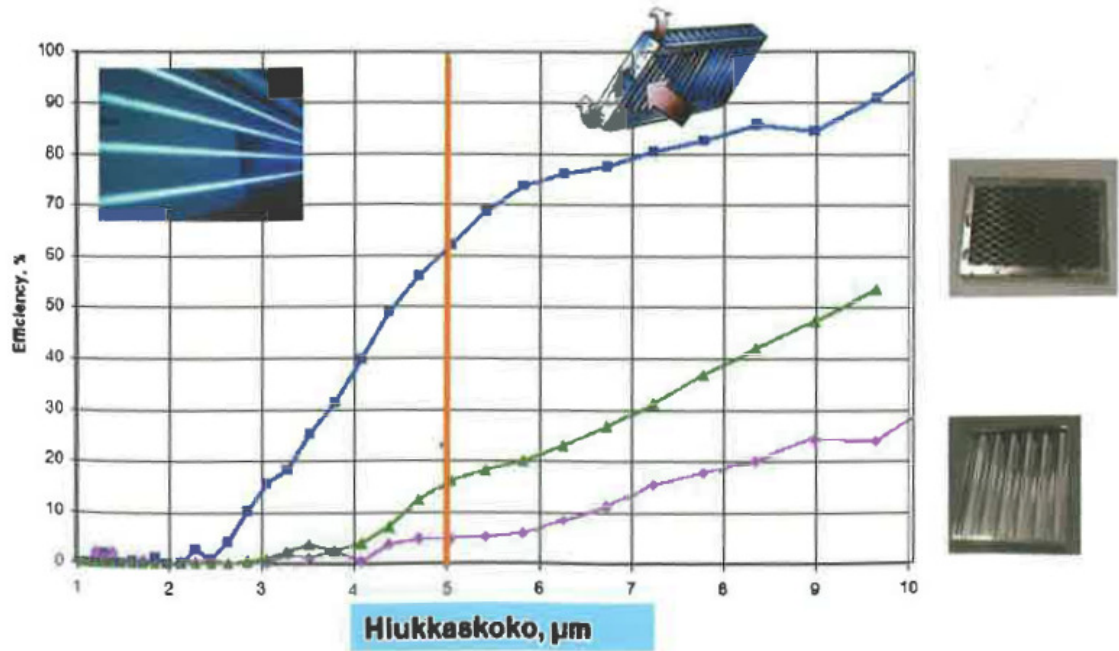


Kuva 6. Poistoilmahuuvan sijoittelukorkeuden vaikutus huuvan leveyteen [7, s. 512].

Ruuan kypsennyksessä vapautuva ilma sisältää rasvaa, joka pitää saada eroteltua poistoilmasta mahdollisimman tehokkaasti. Erottelematon rasva kertyy ajan myötä poistoilmakanavan pinnalle luoden rasvaisesta kanavaosuudesta paloturvallisuusriskin.

Rasvan erotus tehdään joko mekaanisella suodattimella tai modernilla ultraviolettisäteilyyn perustuvalla menetelmällä. Mekaanisia rasvanerottimia käytetään yli 5  $\mu\text{m}$  partikkelien poistamiseen ja UV-valoa tätä pienempiin partikkeleihin (kuva 7) [7, s. 511]. Mekaanisten suodattimien toimintaperiaate perustuu muuta yhdisteitä painavampien rasvamolekyylien törmäämiseen suodatinpintaan. Suodattimeen virtaavat rasvamolekyylit tarttuvat suodattimen pintaan, josta ne on saadaan puhdistettua pois. Ultraviolettilvalo toimii rasvan erotuksessa kahdella tavalla: 254 nanometrin aallonpituus pilkkoo molekyyliä pieniin osiin samalla puhdistaa niitä ja 185 nanometrin aallonpituudessa muodostuva otsoni reagoi kemiallisesti rasvaan hajottaen rasvamolekyylit vedeksi, hiilidioksidiksi ja puuterimaiseksi rasvaksi. [10, s. 5.]





Kuva 7. Hiukkaskoon vaikutus mekaanisten suodattimien suodatuskykyyn. UV-valolla voidaan hajottaa alle 5 µm partikkeleita. [7, s. 511]

Huuvat jaetaan rasvanpoistokyvyn perusteella tyyppin I ja tyyppin II kohdepoistoihin (taulukko 2). Tyyppin I huuvissa on rasvansuodatin tai –erotin sekä palopelti. Niillä poistetaan ilmasta rasvaa ja savua. Tyyppin II huuvien tehtävä on poistaa liiallinen höyry, yllilämpö ja käryt laitteilta, jotka eivät muodosta rasvaa. Tyyppin II huuvissa ei välttämättä ole rasvanerotinta eikä palopeltiä. [1, s. 314.]

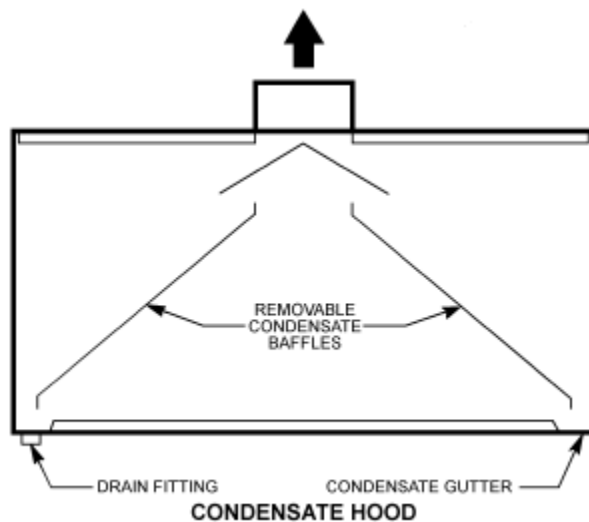
Taulukko 2. Huuvatyypit ja niiden esimerkkikäyttökohteita [1 s. 314].

Tyyppi	Huuvamalli	Esimerkkikäyttökohteet
I	Dry UV Hood UV-Wash Hood Airboost UV-Wash Hood	Uunit, liedet, rasvakeittimet, grillit
II	Condensate Canopy	Astianpesukoneet, höyrypöydät

### 2.3.1 Condensate Canopy

Kondenssihuuvaa ("Condensate Canopy") käytetään astianpesulaitteiden ja muiden paljon vesihöyryä tuottavien laitteiden yhteydessä. Sen tarkoitus on erotella

poistoilmasta ylimääräinen kosteus. Keittölaitteesta kohoava vesihöyry imetään huuvaan, jonka rakenteessa se jäähtyessään kondensoituu vesipisariksi. Vesipisarat valuvat huuvaan vedenkeruuastiaan, josta vesi viemäroidään hallitusti pois huuvaan. Höyryn ennenaikaiselta tiivistymiseltä huuvan pinnalle voidaan välttyä varustamalla se pintalämmityksellä. Näin ulkopinnalle tiivistyvä vesi ei tipu valmistettavan ruuan tai astioiden päälle. [11]



Kuva 8. Kondenssihuvun rakenne [1, s. 318].

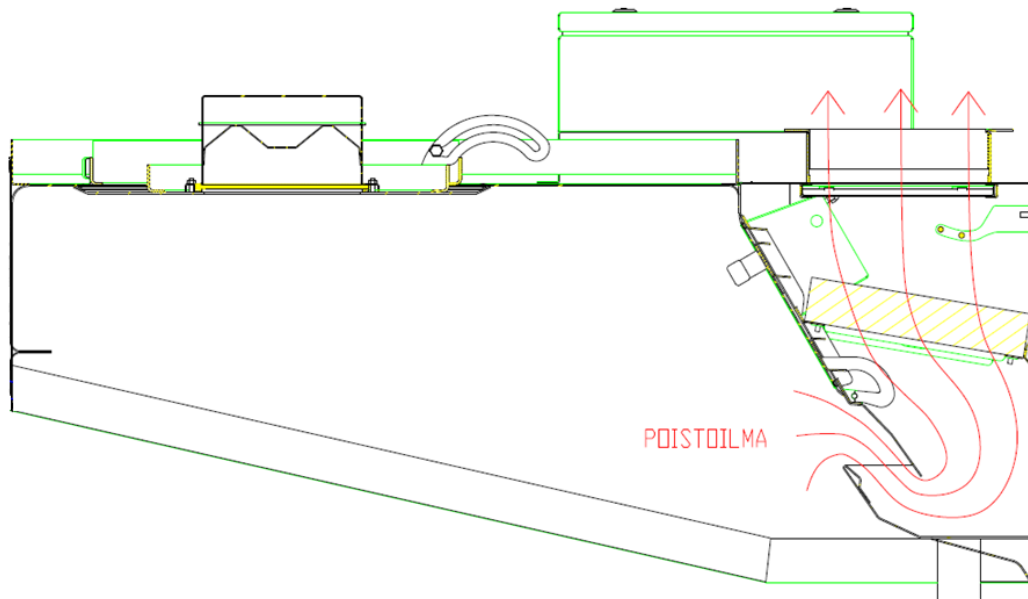
### 2.3.2 Dry UV Hood

Dry-UV-huuvaa ("Kuiva-UV-huuva") käytetään kohtuullisesti epäpuhtauksia tuottavien laitteiden, kuten tiettyjen uunien yhteydessä. Sen toimintaperiaate on ohjata imetty ilma mekaanisen suodattimen läpi, jossa erotellaan osa poistoilman epäpuhtauksista. Suodattimen läpi tuleva ilma kulkeutuu kammioon, joka on varustettu UV-valolla jäljelle jääneen rasvan erottelun vuoksi. UV-säteily irrottaa rasvan, jättäen sen helposti poistettavaksi kammiosta. [11]

### 2.3.3 UV-Wash Hood

UV-Wash-huuvan ("UV-pesu-huuva") keskeinen ero Dry-UV-laitteesta on huuvaan ominaisuus puhdistaa UV-valo ja suodatin rasvasta. UV-Wash-huuva on varustettu tarpeenmukaisella ohjausjärjestelmällä, jolloin pesuprosessi käynnistyy vain kun sille on tarvetta. Käytännössä pesu tapahtuu PLC-yksikköön määritettyjen UV-valon

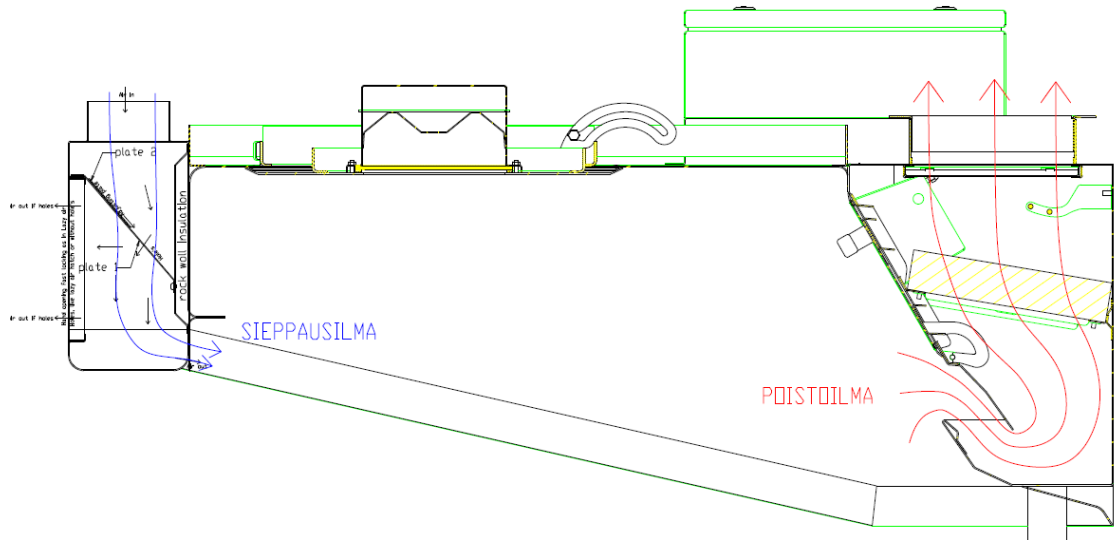
käyttötuntien ylittyessä tai huuvin pesusyklin umpeutuessa. Pesu tapahtuu huuvin sisälle sijoitetuilla suuttimilla, joista ruiskutetaan vettä ja pesuainetta likaisille pinnoille. Pesuohjelma sisältää neljä vaihetta: esipesu kuumalla vedellä, ensimmäinen pesu kuumalla vesi-pesuaineseoksella, toinen pesu pesuaineseoksella ja lopulta laitteen puhdistava huuhtelu. Likainen pesuvesi viemäröidään hallitusti pois huuvesta (kuva 9). [11]



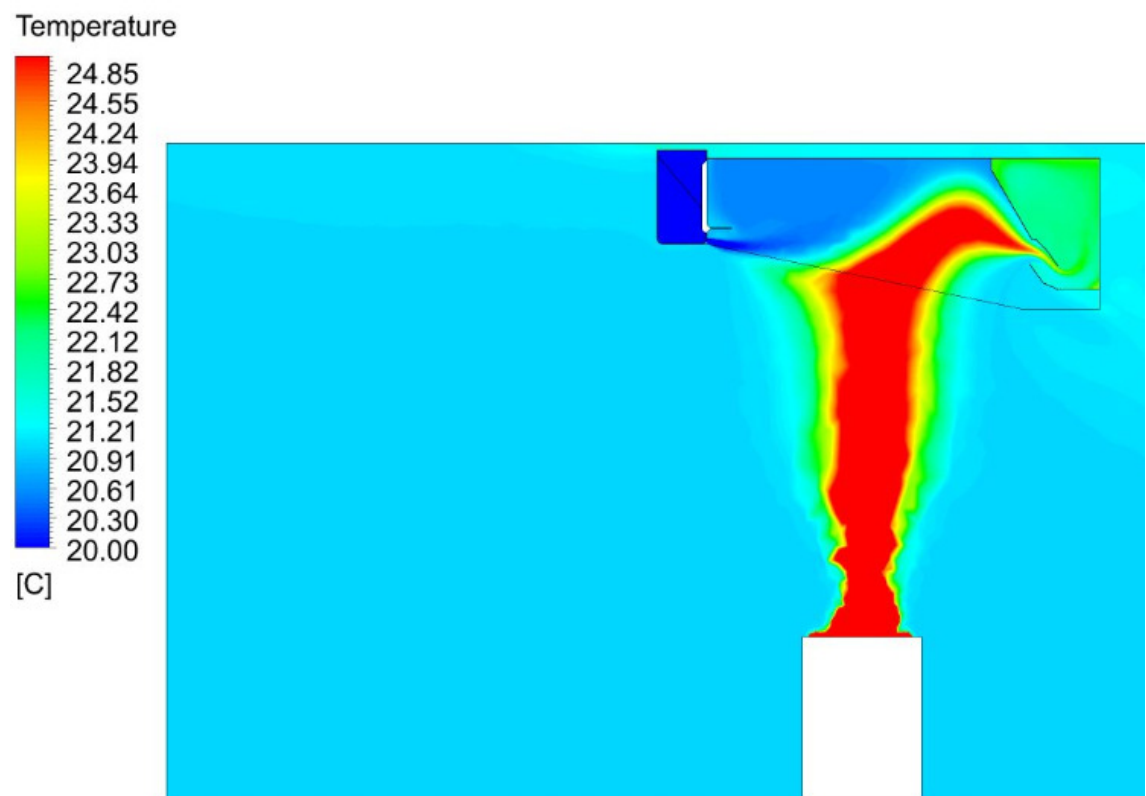
Kuva 9. UV-Wash-huuvin rakenne.

#### 2.3.4 Airboost UV-Wash Hood

Airboost UV-Wash -huuva ("ilmasuihku-UV-pesu-huuva") vastaa teknisesti UV-Wash-huuvaa, mutta se on varustettu lämmön ja epäpuhtauksien leviämisen estävällä sieppausilmatekniikalla. Puhdasta ilmaa suihkutetaan huuvin etureunasta sisäänpäin, jolloin epäpuhtaudet ohjautuvat ilmaverhon mukana takaisin huuvin toiminta-alueelle (kuvat 10 ja 11). [11]



Kuva 10. Airboost-huuvan rakenne.



Kuva 11. Jäähtyvän konvektiovirtauksen leviämisen pysäyttäminen sieppausilmatekniikalla.

## 2.4 Tuloilmapäätelaitteet

Tilasta poistettava likainen poistoilma pitää korvata raikkaalla tuloilmalla. Tuloilman päätelaitteiden sijoittelussa on kaksi tapaa: ne sijoitetaan mahdollisimman kauas poistoilmahuuvista tai välittömästi huuvan läheisyyteen puhallussuunta poispäin huuvan imuaukosta [1, s. 317]. Tuloilman päätelaitteiden sijainti ei saa myöskään häiritä keittiön työntekijöitä [12, s. 5].

Lazy Air -tuloilmapäätelaitteella tuodaan keittiöön tuloilma. Tuloilmakanava liitetään päätelaitteen yläosaan, jossa sijaitsee myös ilmamäärän säätölevy. Raitis tuloilma puhalletaan keittiöön etulevyn ritilän läpi (kuva 12).



Kuva 12. Lazy Air -tuloilmapäätelaite.

Tuloilma voidaan puhaltaa laivakeittiöön kattopinnasta tavallisilla tuloilmahajottimilla (kuva 13). Tasaisen puhalluksen ja säädettävyyden vuoksi tuloilmahajottimissa käytetään yleensä tasauslaatikoita.



Kuva 13. Fläkt Woods RHOB -tuloilmalaite. [13]

## 2.5 Ilmamäärien mitoitus

Ilmamäärien mitoitus voidaan suorittaa erilaisilla standardeilla tai muilla ohjeilla. Mitoitusmenetelmiä on useita ja ilmamäärien laskenta aloitetaan joko tulo- tai poistoilmavirrasta käytetystä menetelmästä riippuen.

Ilman epäpuhtauksien ja hajujen leviämisen estämiseksi keittiö suunnitellaan alipaineiseksi. Yleensä keittiöiden poistoilmavirta tulisi olla vähintään kymmenen prosenttia tuloilmavirtaa suurempi. Tällöin alipaineinen huoneilma imee puhtaampaa korvausilmaa viereisistä tiloista, jolloin keittiössä toteutuu ilmavirtatasapaino:

$$M_s + M_{tr} = M_{hood} \quad (1)$$

$M_s$  on keittiön tuloilmavirta, l/s

$M_{tr}$  on viereisistä tiloista keittiöön siirtyvä ilmavirta, l/s

$M_{hood}$  on huuviin kautta kulkeva poistoilmavirta, l/s

[4, s. 36]

Poistoilmavirran mitoitusmenetelmistä yksinkertaisimpia ovat niin sanottu peukalosääntö ja mitoitus halutulla otsapintanopeudella. Peukalosäännöllä mitoitusperusteena toimii vanhoista kohteista saadut kokemukset, kun taas otsapintanopeudella pyritään riittävään ilman nopeuteen. Kumpikaan näistä menetelmistä ei ota kuitenkaan huomioon valmistuslaitteen tyyppiä tai tehoa, jonka takia ilmavirrat usein ylimitoitetaan. Tarkka ilmamäärämitoitus tulisi perustua tunnettuun laiteeseen ja laiteominaisuuksiin. [7, s. 513.]

Tarkin poistoilmavirran mitoitus tapahtuu huomioimalla lämmönlähteestä nousevien ilmavirtojen ominaisuudet, kuten konvektiivinen lämpöteho. Konvektiotehoa suuremmat ilmamäärät eivät paranna poistoilman tehokkuutta, vaan pikemminkin heikentävät energiataloutta. Siksi ilmamäärien mitoituksessa halutaan saavuttaa lämmönlähteen konvektiovirtaus ja poistoilmavirta yhtä suuriksi. Keittölaitteiden konvektiovirtausten ominaisuuksiin vaikuttaa oleellisesti ruuanvalmistusprosessi ja siinä käytetty keittölaite. [7, s. 513.]

Ilmavirtojen laskenta etenee VDI- ja ISO-standardeissa eri suuntiin: tuloilmavirrasta poistoilmavirtaan ja päinvastoin. VDI-standardilla lasketaan poistoilmavirta, josta arvioidaan tuloilmavirraksi 3–5 % poistoilmaa pienempi ilmamäärä. ISO-standardilla lasketaan tuloilmavirta ja poistoilmavirta ei saa alittaa laskettua tuloilmavirtaa. [2, s. 17–20; 12, s. 3, 5]

Ilmanvaihtohuuvien valmistajilla on myös olemassa tuotteilleen laskentaohjelmia, jotka mitoittavat huuvalle tarvittavat ilmamäärät. Laskentaohjelmaan syötetään lähtötietoina keittölaitteen tyyppi, koko ja liitäntäteho. Huuvavalmistaja suosittelee poistoilmamäärää laskentaohjelmaan ohjelmoitavien laskentakaavojen perusteella. Ammattikeittiöiden ilmanvaihtoon erikoistuneilla Jeven Oy:llä ja Climecon Oy:llä on helppokäyttöiset ilmamäärien online-laskentaohjelmat, joiden ilmamäärälaskentaa tarkastellaan tässä insinööriyössä. [14, 15]

### 2.5.1 Poistoilmavirran laskeminen VDI 2052 -standardilla

Saksalainen VDI on tunnetuin lämpökuorman perustuva mitoitusstandardi. Siinä otetaan huomioon keittölaitteiden asennuspaikka ja tuloilmaratkaisu, jolloin esimerkiksi syrjäyttävällä ilmanvaihdolla tarvittava poistoilmavirta on merkittävästi alhaisempi kuin sekoittavaa ilmanvaihtoa käytettäessä. [6, s. 514]

Keittiölaitteesta nouseva konvektiivinen lämpökuorma  $Q_{S,K}$  lasketaan kaavalla 2:

$$Q_{S,K} = 0,5 * P * Q_S \quad (2)$$

$P$  on keittiölaitteen liitäntäteho [kW]

$Q_S$  on laitetyypin ominaislämpökuorma [W/kW] (liite 1)

Keittiölaitteen hydraulinen halkaisija  $d_{hydr}$  vaikuttaa laitteen tuottamaan lämpövirtauksen kokoon. Hydraulinen halkaisija  $d_{hydr}$  lasketaan kaavalla 3:

$$d_{hydr} = 2 * L * \frac{B}{L+B} \quad (3)$$

$L$  on keittiölaitteen leveys [m]

$B$  on keittiölaitteen syvyys [m]

Nouseva ilmavirtaus (terminen lämpövirtaus)  $V_{th}$  lasketaan kaavalla 4:

$$V_{th} = k * Q_{S,K}^{\frac{1}{3}} * (z + 1,7 * d_{hydr})^{\frac{5}{3}} * r * \varphi \quad (4)$$

$k$  on kokeellinen kerroin,  $k = 18 \text{ m}^{\frac{4}{3}} \text{ W}^{-\frac{1}{3}} \text{ h}^{-1}$

$z$  on huuvan etäisyys keittiölaitteesta [m]

$r$  on laitteen sijoituskerroin (vapaassa tilassa  $r = 1,00$ , seinän vieressä  $r = 0,63$ )

$\varphi$  on yhdenaikaisuuskerroin (liite 2)

Poistoilmavirran  $V_{Erf}$  laskemisessa pitää ottaa huomioon kohoavan ilmapatsaan yläosan leviäminen ja ilmanjakotapa. Nousevan ilmavirtauksen arvo korjataan leviämiskertoimella  $a$  (taulukko 3).



Taulukko 3. Leviämiskertoimen arvo eri ilmanjakotavoilla.

Type of flow	Degree of flushout <i>a</i> for kitchen extraction hoods and kitchen extraction ceilings	
	without integrated air supply	with integrated air supply
<b>Mixed flow</b>		
Tangential ATU	1,35	1,25
Ceiling ATU	1,30	1,20
<b>Laminar flow</b>		
Displacement ATU	1,20	1,15
Source ATU	1,15	1,10

$$V_{Erf} = V_{th} * a \quad (5)$$

Jos kohdepoistossa käytetään käryjen leviämisen estävää sieppausilmatekniikkaa, poistoilmavirtaan pitää lisätä sieppausilmavirta  $V_H$ .

$$V_{Erf} = V_{th} * a + V_H \quad (6)$$

Laskettu poistoilmavirta  $V_{Erf}$  on yksikössä m<sup>3</sup>/h.

Lämpimän ilman lisäksi huuvilla poistetaan ilmasta ruuanlaittoprosessissa vapautuvaa kosteutta. Riittävän kosteuden poistamisen varmistamiseksi pitää suorittaa vertailulaskenta kaavalla 7.

$$V_{ABL} = \frac{\sum m_d * \varphi}{(x_{ABL} - x_{ZUL}) * \rho} \quad (7)$$

$m_d$  on höyryn muodostus [g/h],  $m_d = D * P$  (liite 1)

$D$  on kosteuskuorma [g/(h\*kW)]

$P$  on keittiölaitteen liitäntäteho [kW]

$x_{ABL} - x_{ZUL}$  on poistoilman ja tuloilman absoluuttisen vesipitoisuuden ero, 6 g/kg

$\rho$  on ilman tiheys, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

Huuvan poistoilmavirraksi valitaan suurin laskettu ilmavirta. Keittiö suunnitellaan hieman alipaineiseksi siten, että tuloilmavirta on 3–5 % poistoilmavirtaa pienempi.

[2, s. 17–20]

## 2.5.2 Tuloilmavirran laskeminen ISO 9943 -standardilla

Tuloilmavirta voidaan laskea ISO-standardilla, kunhan keittiölaitteiden tyypit ja liitäntätehot tunnetaan. Laitteista huoneilmaan vapautuva kokonaislämpökuorma  $\phi_{qt}$  lasketaan taulukon 4 arvoilla, jos ei muuta tietoa ole saatavilla. Lämpökuorman laskemisessa pitää ottaa huomioon, onko keittiölaite varustettu omalla kohdepoistohuuvalla.

Taulukko 4. Kokonaislämpökuorman taulukkoarvot [12, s. 8].

Appliance	Size	Recommended rate of heat emission <sup>a</sup>			
		Having no hood			Having hood
		Sensible heat emission kW/kW	Latent heat emission kW/kW	Total heat emission kW/kW	Sensible heat emission kW/kW
Dishwasher	100 dish/h	0,15	0,32	0,47	0,15
Deep fat fryer	—	0,093	0,715	0,808	—
Hot food distribution counter	—	0,562	—	0,562	—
Hot plate (single burner, high speed)	—	0,47	0,33	0,79	0,37
Hot water urn (small)	7,6 l	0,38	0,13	0,51	0,16
Kettle (cooking)	—	0,05	0,029	0,079	—
Microwave oven	20 l	1,00	—	1,00	0,00
Refrigerator (small)	0,17 to 0,71 m <sup>3</sup>	0,40	—	0,40	0,00
Slicer	0,06 to 0,09 m <sup>2</sup>	1,00	—	1,00	0,32
Soup cooker	7 to 11l	0,35	0,18	0,53	0,16
Toaster (small pop-up)	four slice	0,53	0,47	1,00	0,32
Steam cooker	30 to 60 l	0,08	0,05	0,13	0,04
Oven (roasting )	0,22 to 0,66m <sup>3</sup>	—	—	—	0,04
Range (hot/fry top)	0,36 to 0,74 m <sup>2</sup>	—	—	—	0,37

<sup>a</sup> Actual heat emission can be obtained by multiplying the value given by the energy input rate.

$$\phi_{qt} = (Q_s + Q_t) * P \quad (8)$$

$Q_s$  on tuntuva lämpökuorma [kW/kW]

$Q_t$  on latentti lämpökuorma [kW/kW]

Havaittavan ja latentin lämmön aiheuttaman kokonaislämpökuorman poistamiseen tarvittava ilmavirta  $V_{qt}$  lasketaan kaavalla 9:

$$V_{qt} = \frac{L * \sum \phi_{qt}}{\rho * \Delta_i} \quad (9)$$

$L$  on keittiölaitteiden yhdenaikaisuuskerroin

$\phi_{qt}$  on kokonaislämpökuorma, kW

$\rho$  on ilman tiheys, kg/m<sup>3</sup>

$\Delta_i$  on huoneilman ja tuloilman entalpian ero, kJ/kg

Yhdenaikaisuuskertoimella  $L$  tarkoitetaan laiteiden oletusarvoista samanaikaista käyttöä. Jos tarkempaa tietoa ei ole saatavilla, voidaan yhdenaikaisuuskertoimen arvona käyttää  $L = 1$  penttereille;  $L = 0,8$  keittiöille, joissa valmistetaan alle 250 annosta päivässä ja  $L = 0,7$  keittiöille, joissa valmistetaan yli 250 annosta päivässä.

Huoneeseen puhallettavan tuloilman ominaisuudet riippuvat havaittavasta lämpökertoimesta RSHF.

$$RSHF = \frac{Q_s}{\phi_{qt}}$$

Entalpiamuutos  $\Delta_i$  luetaan psykrometrisesta taulukosta (liite 3).

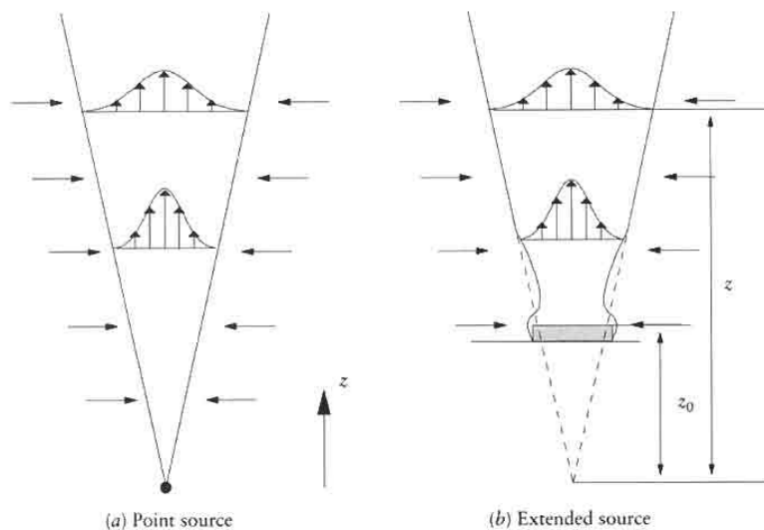
Lasketusta tuloilmavirrasta määritellään riittävä poistoilmavirta. Poistoilmavirran pitää olla tuloilmavirtaa suurempi, jotta keittiöön saadaan haluttu alipaine.

[12, s. 3–5]

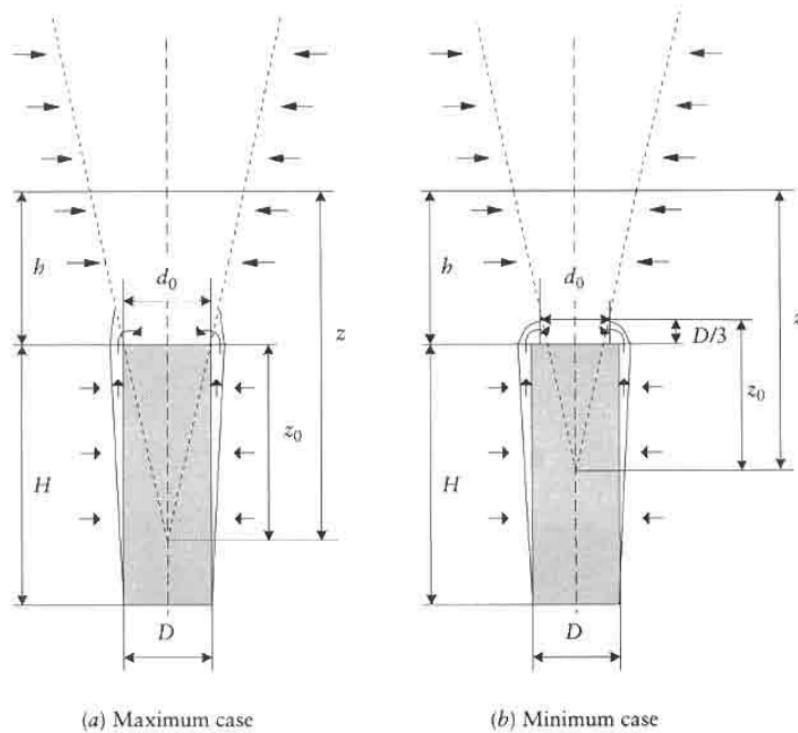
### 2.5.3 Konvektipilven virtausteoria

Keittiön ilmanvaihtosuunnittelua ohjaavien standardien lisäksi huoneessa tarvittavat ilmamäärät voidaan laskea teoreettisesti, ottamalla tarkasteluun kuuman keittiölaitteen tuottaman konvektipilven ominaisuudet. Kuuma ilmavirtaus levenee kohotessaan ylöspäin. Konvektipilven kokoon ja ilmavirtauksen nopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämmönlähteen pinta-ala ja lämpötilaero huoneilmaan verrattuna sekä konvektipilven korkeus ennen huuvaava.

Tasomaisen lämmönlähteen ilmavirtauksen laskemisessa käytetään kuvitteellista pistelähdettä (kuva 13), jonka etäisyys kuumasta pinnasta riippuu käytetystä laskentatavasta (kuva 14). Matalan lämpötilaeron laskemiseen käytetään maksimitapausta, jolla laskettaessa pistelähde asetetaan siten, että konvektipilven reuna ohittaa keittiölaitteen ruuanlaittopinnan yhtä suurella pinta-alalla. Minimitapausta käytetään puolestaan korkean lämpötilan virtauksissa, joissa konvektipilven vena contracta -halkaisija on noin 80 prosenttia pilven yläosan halkaisijasta ja se sijaitsee kolmasosan halkaisijan etäisyydestä pistelähteen yläpuolella (kuva 15).



Kuva 14. Pistemäisen lämmönlähteen (point source) aiheuttaman konvektipilven ominaisuudet sekä tasolämmönlähteen (extended source) laskennassa käytettävän kuvitteellisen pistelähteen periaate.



Kuva 15. Maksimitapauksen ja minimitapauksen laskennan ero.

Keittiölaitteen tuottama konvektiivinen lämpökuorma  $\phi$  poistetaan huuvalla ruuanvalmistusprosessista. Konvektiivinen lämpökuorma lasketaan kaavalla 10:

$$\phi = k * \phi_{tot} \quad (10)$$

$k$  on konvektiivinen lämpökerroin

$\phi_{tot}$  on laitteen liitäntäteho [W]

Maksimitapauksen pistelähteen etäisyys  $z_0$  lämmönlähteestä lasketaan kaavalla 11:

$$z_{0,max} = 2,25 * D \quad (11)$$

$D$  on keittiölaitteen lämmönlähteen leveys [m]

Pistelähteen ja poistoilmahuuvan välinen etäisyys  $z_{max}$  lasketaan kaavalla 12:

$$z_{max} = z_{floor} - (H_{max} - z_{0,max}) \quad (12)$$

$z_{floor}$  on huuvan etäisyys keittiön lattiapinnasta [m]

$H_{max}$  on lämmönlähteen etäisyys lattiapinnasta [m]

Tämän jälkeen saadaan laskettua maksimitapauksen ilmavirta  $q_{v,max}$  konvektioilven yläosassa.

$$q_{v,max} = 0,005 * \phi^{\frac{1}{3}} * z_{max}^{\frac{5}{3}} \quad (13)$$

Minimitapauksen pistelähteen etäisyys  $z_{0,min}$  lämmönlähteestä lasketaan kaavalla 14:

$$z_{0,min} = 1,804 * D \quad (14)$$

Pistelähteen ja poistoilmahuuvan välinen etäisyys  $z_{min}$  lasketaan kaavalla 15:

$$z_{min} = z_{floor} - (H_{min} - z_{0,min}) \quad (15)$$

$z_{floor}$  on huuvan etäisyys keittiön lattiapinnasta

$H_{min}$  on lämmönlähteen etäisyys lattiapinnasta

Tämän jälkeen lasketaan minimitapauksen ilmavirta  $q_{v,min}$  konvektioilven yläosassa.

$$q_{v,min} = 0,005 * \phi^{\frac{1}{3}} * z_{min}^{\frac{5}{3}} \quad (16)$$

Jos keittiölaite on sijoitettu seinän viereen, kohoava konvektiovirtaus pysähtyy seinäpintaan estäen sen leviämisen. Tällainen ilmavirta  $q_{v,wall}$  lasketaan kaavalla 17.

$$q_{v,wall} = \frac{1}{2} * 0,0052 * \phi^{\frac{1}{3}} * z^{\frac{5}{3}} \quad (17)$$

Useamman keittiölaitteen sijoittaminen lähekkäin saattaa aiheuttaa konvektiovirtausten yhdistymisen yhdeksi suureksi konvektioilveksi. Tässä tapauksessa lämmönteet käsitellään laskennassa yhtenä suurena lämmönlähteenä kaavan 18 mukaisesti.

$$q_v = 0,005 * (\sum \phi)^{\frac{1}{3}} * z^{\frac{5}{3}} \quad (18)$$

[14]

#### 2.5.4 Jeven Oy:n ja Climecon Oy:n laskentaohjelmat

Ilmanvaihtohuuvien valmistajilla on olemassa tuotteilleen laskentaohjelmia, jotka mitoittavat huuvalle tarvittavat ilmamäärät. Laskentaohjelmaan syötetään lähtötietoina keittiölaitteen tyyppi, koko ja liitäntäteho. Huuvavalmistaja suosittelee poistoilmamäärää laskentaohjelmaan ohjelmoitavien laskentakaavojen perusteella. Ammattikeittiöiden ilmanvaihtoon erikoistuneilla Jeven Oy:llä ja Climecon Oy:llä on helppokäyttöiset ilmamäärien online-laskentaohjelmat, joiden ilmamäärälaskentaa tarkastellaan tässä insinööriyössä. [15, 16]

Jevenin laskentaohjelman mitoittavina tekijöinä käytetään laitetyyppiä, liitäntätehoa ja samanaikaisuuskerrointa. Keittiölaitteen poistoilmavirta  $V_{p,jeven}$  lasketaan käyttäen taulukon 5 arvoja.

$$V_{p,jeven} = Ke * P * S \quad (19)$$

$Ke$  on keittiölaitteen laitekerroin [ $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{kW})$ ]

$P$  on laitteen liitäntäteho [kW]

$S$  on samanaikaisuuskerroin

Taulukko 5. Keittiölaitteiden laitekertoimet

Keittiölaite	Laitekerroin
Bain Marie	35
Induction Wok	60
Char Broiler	60
Elro Grill	60
Elro Grill island	60

[14]

Climeconin laskentaohjelman mitoitusperiaate on sama kuin Jevenillä. Laskennassa käytetään laitetyypin ominaisilmavirtaa, liitäntätehoa ja samanaikaisuuskerrointa. Keittiölaitteen poistoilmavirta  $V_{p,climecon}$  lasketaan käyttäen taulukon 6 arvoja.

$$V_{p,climecon} = V_c * P * S \quad (20)$$

$V_c$  on laitetyypin ominaisilmavirta [ $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{kW})$ ]

$P$  on laitteen liitäntäteho [kW]

$S$  on samanaikaisuuskerroin

Taulukko 6. Keittiölaitteiden ominaisilmavirrat. Climecon Oy.

Keittiölaite	Ominaisilmavirta l/s/kW
Bain Marie	0.1858
Induction Wok	0.2323
Char Broiler	0.6194
Elro Grill	0.3871
Elro Grill island	0.3871

[15]

### 2.5.5 SeaKing Oy:n huuvien ilmamäärälaskenta

SeaKingilla on huuvien ilmamäärille laskentamenetelmä, joka perustuu keittiölaitteen ominaisilmavirtaan, sijoitteluun, huuvan leveyteen ja keittiötyyppiin. Huuvan poistoilmavirta  $Q_E$  lasketaan kaavalla 21:

$$Q_E = L_E * Q_C * F_H * F_G \quad (21)$$

$L_E$  on imuaukon leveys [mm]

$Q_C$  on keittiölaitteen ominaisilmavirta [ $\text{dm}^3/\text{s}/\text{mm}$ ]

$F_H$  on tilan korkeuskerroin



$F_G$  on laitteiden yhdenaikaisuuskerroin

Keittiölaitteiden ominaisilmavirran arvo ottaa huomioon laitteen sijoittelun ja lämpökuorman muodostuksen, jonka takia se vaihtelee laitetyypistä riippuen (taulukko 7).

Taulukko 7. Keittiölaitteiden ominaisilmavirrat. SeaKing Oy.

<b>Keittiölaite</b>	<b>Ominaisilmavirta l/s/mm</b>
Bain Marie	0.1858
Induction Wok	0.2323
Char Broiler	0.6194
Elro Grill	0.3871
Elro Grill island	0.3871

[17]

## 2.6 Kanavisto

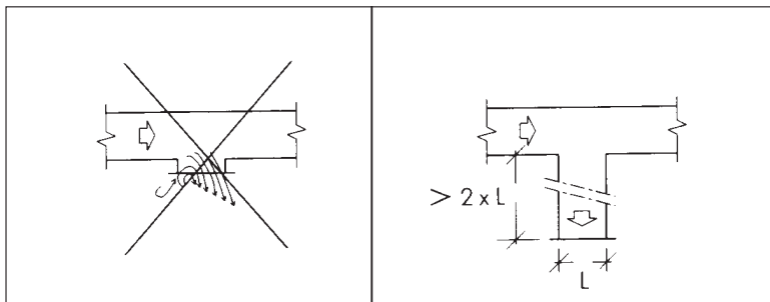
Ilmanvaihtojärjestelmän kanavistoa suunniteltaessa on otettava huomioon monia seikkoja. Kanaviston pitää olla

- energia- ja säätöteknisesti suorituskykyinen
- tiivis
- ääniteknisesti hallittu
- virtausteknisesti stabiili
- muuttuvilla ilmavirroilla toimiva
- helposti tasapainotettavissa
- paloturvallinen
- yksinkertainen suunnitella
- helposti ja turvallisesti huollettavissa
- esteettisesti miellyttävä

[7, s. 87.]

Ammattikeittiön kanavisto pyritään suunnittelemaan mahdollisimman lyhyeksi ja turhia käyriä välttäen. Sen tulee olla alipaineinen ja tarvittaessa lämpöeristetty kondensoitumisen estämiseksi. [5, s. 8.] Likainen poistoilmakanavisto pitää olla myös rasvatiivis, se ei saa sisältää palavia materiaaleja tai -hiukkasia ja se pitää olla mitoitettu riittävän alhaisella ilmannotpeudella. [1, s. 319] Kanavistolle pitää jo suunnitteluvaiheessa varata riittävästi tilaa eristyksille, kanavaristeilyille, kannakoinnille, asennus- ja eristystyölle, mittauksille ja säädöille sekä tarvittaville huolloille. [7, s. 87] Jos kanavisto on huonosti suunniteltu tai se joudutaan asentamaan eri tavalla kuin on alun perin suunniteltu, voi lopputulos olla suuren painehäviön omaava, äänekkäs ja energiatehoton järjestelmä.

Kanavisto pitää varustaa riittävällä määrällä säätöpeltejä, jotta sen tasapainotus on mahdollista. Venttiilien lukumäärä, paikka ja ilmavirta valitaan siten, että samassa haarakanavassa on mahdollisimman samanlaisia venttiilejä ja mahdollisimman symmetrisesti sijoitettuna. Venttiilin sijoituksessa pitää huomioida vähintään kaksinkertainen kanavahalkaisijan vähimmäisetäisyys runkokanavaan (kuva 16). [18, s. 1.]



Kuva 16. Venttiilin vähimmäisetäisyys runkokanavasta [18, s. 1].

Laivailmanvaihdossa käytettävä kanavisto eroaa materiaalien osalta merkittävästi perinteisestä rakennusilmanvaihdosta. Laivakeittiön tulo- ja poistoilmavaihdossa käytetään sekä paksu- että ohutlevykanavia. Käytettävien kanavien materiaalivahvuus on yleensä laivakohtainen. Esimerkiksi Turun telakalla rakenteilla olevassa Mein Schiff 5 -risteilijässä käytetään runkokanavina 4,0–5,0 mm teräskanavaa. Kyt kentäkanavina käytettävät ohutlevykanavat ovat Aisi 1,5–2,0 mm ruostumatonta terästä tai 0,75 mm sinkittyä teräskanavaa. [19]

### 2.6.1 Ilmanjako

Perinteisissä ilmanvaihtoratkaisuissa käytetään usein sekoittavaa ilmanvaihtoa, jossa tuloilma puhalletaan tilaan suurella nopeudella luoden sinne tasaiset lämpö- ja epäpuhtausolosuhteet. Tiloissa, joissa on merkittäviä pistemäisiä lämpö- ja epäpuhtauslähteitä, ei sekoittava ilmanjako tuo kuitenkaan parasta mahdollista lopputulosta. [20, s. 136, 139.] Keittiöilmanvaihdossa suurinopeuksinen tuloilmavirta aiheuttaa termisen viihtyvyyden laskua ja vetoa. Pyörteilevät ilmamassat saattavat myös heikentää huvien toimintaa. [4, s. 5–6.]

Keittiöihin suositellaan syrjäytysilmanvaihtoa (mäntävirtausmenetelmä) [4, s. 5], jossa tavoitteena on luoda tuloilmavirran avulla yksisuuntainen virtauskenttä koko ilmastoitavaan tilaan (kuva 15) [20, s. 136]. Syrjäyttävällä ilmanvaihdolla voidaan saavuttaa sekoittavaa ilmanvaihtoa tehokkaampi lopputulos tiloissa, joissa on lämpimiä epäpuhtauslähteitä. Syrjäyttävän ilmanjaon oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan puhtaampaa ja viileämpää ilmaa kuin saman tuloilmavirran sekoittavalla ilmanjaolla. [20, s. 159.] Syrjäyttävällä ilmanvaihdolla voidaan käyttää myös sekoittavaa ilmanvaihtoa pienempiä ilmamääriä.

### 2.6.2 Paloturvallisuus

Ammattikeittiön kanaviston pitää olla paloturvallinen. Keittiössä muodostuvat kuumat ilmavirrat tai mahdollinen tulipalo ei saa levitä muihin tiloihin, jonka takia kanaviston pitää täyttää vähintään A2-s1, d0 -luokan vaatimukset. Tällöin kanaviston ei osallistu paloon ja ei oleellisesti edistä palon leviämistä. Paloturvallisuuden kannalta on tärkeää, ettei kanavisto heikennä muiden tilojen paloturvallisuutta. [20, s. 128–129.] Kanavistossa ei saa olla rasvaloukkuja ja kanavien pitää olla asennettu tiiviisti rasvan ja kondenssiveden valumisriskin vuoksi [1, s. 319].

Keittiön huuvapoistot ovat paloturvallisuuden kannalta vaativia kohteita, jonka takia kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuuden pitää olla vähintään 1,25 millimetriä. Ammattikeittiön kohdepoistokanavan palonkestävyysvaatimus riippuu kanavan kulkemisesta palo-osastoilla. Yhdellä paloalueella kulkevalle kohdepoistolle riittää EI60-paloyeristys, kun taas useilla paloalueilla kulkevalta kanavalta vaaditaan EI120-palonkestoa. [21, s. 4-5.]

Paloturvallisuuden lisäämiseksi huuvat varustetaan usein lämpölaukeavilla palopelleillä [20, s. 128-129]. Perinteisen lämpölaukeavan palopellin hyödyllisyydestä kohdepoistossa on kuitenkin kaksi näkemystä. Palopelti estää kuumien palokaasujen etenemisen kanavistoon, jossa kanavan pinnassa oleva rasva saattaa syttyä palamaan hapen ja lämmön yhteisvaikutuksesta. Sulkeutunut palopelti estää syttyneen palon leviämisen kanaviston kautta muihin tiloihin. Toisaalta sulkeutunut palopelti estää myös myrkyllisten savukaasujen poistamisen keittiöstä, mikä aiheuttaa merkittävän turvallisuusriskin keittiössä oleville ihmisille. [22, s. 102.]

### 2.6.3 Kanaviston mitoitus ja tasapainotus

Kanavien mitoitus on tärkeä osa toimivaa ilmanvaihtojärjestelmää. Oikealla kanavamitoituksella luodaan virtaussäätimille ja päätelaitteille hyvät toimintaedellytykset. Yleisesti käytetyt mitoitustavat ovat mitoitus ilmavirran enimmäisnopeuden ja vakiopainehäviön perusteella. Ilman enimmäisnopeutena käytetään yleensä 6 m/s, koska tätä korkeammat arvot aiheuttavat ääniongelmia ja suuria painehäviöitä. Liian korkeista painehäviöistä seuraa hankalasti säädettävä ja enegiatehoton ilmanvaihtojärjestelmä. [20, s. 116-117.] Ilmanvaihtosuunnittelussa pitää myös huomioida, että liiallinen ilmamäärä kanavistossa heikentää suodattimien toimintaa ja nopeuttaa liian kertymistä kanavistoon [12, s. 6].

Kanaviston virtaustekninen tasapainotus etenee vaiheittain:

1. Määritellään kanavissa kulkeva ilmavirta. Kanavakoot valitaan siten, että kitkاپainehäviöt tai virtausnopeudet ovat haluttuja.
2. Lasketaan kunkin reitin painehäviöt ja päätelaitteiden tarvitsema painehäviö.
3. Säädetään kaikkien reittien painehäviöt yhtä suuriksi.

[23, s. 14]

Ilmavirtauksen kokonaispainehäviö  $\Delta p$  lasketaan kaavalla 22:

$$\Delta p = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\zeta} = \left( \frac{\lambda * l}{d} * \sum \zeta \right) * \frac{1}{2} * \rho * v^2 \quad (22)$$

$\Delta p_\lambda$	on kitkapainehäviö [Pa]
$\Delta p_\zeta$	on kertavastusten painehäviö [Pa]
$\lambda$	on kanavamateriaalin kitkakerroin
$\Sigma\zeta$	on kanaviston osien kertavastuslukujen summa

Painehäviö  $\Delta p$  voidaan myös esittää muodossa:

$$\Delta p = \Sigma\zeta * \frac{1}{2} * \rho * v^2 + l * R \quad (23)$$

$R$  on kanaviston pituusyksikköä vastaava painehäviö [Pa/m], joka saadaan kanavavalmistajan diagrammista

Oikein säädetyssä kanavistossa ei ole turhaa kuristusta ja ilmavirtaa säädetään kohdalleen ilmanvaihtokoneelta, ei säätöpelleillä. Kanaviston säätö tehdään siten, ettei kauimmaista säätöpeltiä tarvitse kuristaa enempää kuin 20–30 Pa irissäädintä tai säätöpeltiä käytettäessä. Kanaviston perussäätö aloitetaan käynnistämällä puhallin ja avaamalla kaikki säätöpellit. Vaikeimman haaran (suurin painehäviö) venttiilistä mitataan ilmavirta, jota verrataan suunnitteluarvoon. Kaikki loput säätöpellit säädetään samalle samalle ilmavirran suhdeluvulle. Lopuksi puhaltimen kierrosnopeus asetetaan niin, että suunniteltu ilmavirta saavutetaan. [18, s. 2.]

## 2.7 Ilmastointikone

Ilmastointikoneet voidaan jaotella esimerkiksi konerakenteisiin, varusteisiin ja käyttökohteisiin perustuvalla tavalla. Erilaisia konetyyppejä ovat pienet ilmanvaihtokoneet, koteloidut ilmankäsittelykoneet, toimintavalmiit ilmankäsittelykoneet ja erillispuhaltimet. Näihin konetyyppeihin voidaan suunnitella lisäksi toiminto-osia, kuten sulkupeltejä ja lämmönsiirtimiä, joilla parannetaan laitteen sopivuutta käyttökohteeseen. [24, s. 155.]

Pieniä ilmanvaihtokoneita käytetään pientaloissa, rivitaloissa ja hajautetun järjestelmän asuinkerrostaloissa. Niitä voidaan käyttää myös pienissä toimistotaloissa ja

myymälöissä. Pienet ilmanvaihtokoneet ovat täysin asennusvalmiita yksiköitä, joiden ilmavirta-alue on noin 50–500 l/s ja ne on varustettu valmistajakohtaisella sähkö- ja automaatiojärjestelmällä. Perinteinen ilmanvaihtokone sisältää tulo- ja poistoilmapuhaltimet, lämmönsiirtimen, erilliset äänenvaimentimet, suodattimet, esilämmityspatterin, ohituspellin, jälkilämmityspatterin ja mahdollisen jäähdytyspatterin. Pienien ilmanvaihtokoneiden huoltotoimenpiteitä ovat suodattimien vaihto vähintään kahdesti vuodessa, koneen sisäpintojen puhdistus, kondenssivesialtaan tarkistus suodattimien vaihdon yhteydessä, lämmönsiirtimien ja patterien puhdistus parin vuoden välein, puhaltimien puhdistus 1–2 vuoden välein, ohituspellin roottorin hihnan ja toiminnan tarkistus suodattimien vaihdon yhteydessä. [24, s. 156–162.]

Koteloituja ilmapuhaltimikoneita käytetään eniten keskusilmanvaihtokoneina. Ne asennetaan erillisiin ilmastointikonehuoneisiin tai suoraan palveltavaan tilaan, esimerkiksi teollisuushalleihin ja myymälöihin. Koneen asennuksessa pitää huomioida, että kone sijoitetaan palkkialustan päälle. Ilmapuhaltimikoneen kotelointi tarkoittaa, että sen komponentit on sijoitettu lämpöeristetyyn, tehdasvalmisteisen kotelon sisällä. Koneen sisäinen sähköistys on mahdollisesti tehty tehtaalla, mutta sähkö- ja automaatiojärjestelmän toteutus jää kohteessa tehtäväksi. Koteloituneet koneet ovat moduulitoimituksia, joissa haluttujen toimintojen aikaansaamiseksi ilmapuhaltimikomponentteja liitetään yhteen moduuleiksi. Koteloituneiden ilmapuhaltimikoneiden ilmavirta-alue on noin 0,5–25 m<sup>3</sup>/s ja suurin sallittu poikkipintanopeus 2 m/s. [24, s. 163–192.]

Toimintavalmiit ilmapuhaltimikoneet ovat tehtaalla kasattuja konepaketteja, jotka soveltuvat sekä sisä- että ulkoasennukseen. Niiden komponentit kasataan tehtaalla valmiiksi moduuleiksi. Toimintavalmiiden ilmapuhaltimikoneiden sähköistys ja pumppuryhmät on tehdasasenteisia. Ulkoasenteisissa toimintavalmiissa ilmapuhaltimikoneissa on huoltotila ulko-ovineen ja hyvin eristetty seinämärakenne. [24, s. 193–194.]

## 2.8 Poistoilmapuhallin

Erillispuhaltimet ovat itsenäisiä laitteita, joihin ei sulkupellin lisäksi liity muita toimintoja. Erillispuhaltimia käytetään tyypillisesti likaisissa poistoissa, joita ei voi yhdistää keskusilmanvaihtokoneeseen jäteilmän sisältämien epäpuhtauksien johdosta.

Erillispuhaltimia ovat huippumurit, aksiaalipuhaltimet, radiaalipuhaltimet ja kanavapuhaltimet. [24, s. 195.]

Puhaltimien voimansiirto voi olla suorakäyttöinen tai hihnakäyttöinen. Suorakäyttöisten puhaltimien siipipyörä on asennettu moottorin akselille, jolloin puhaltimen pyörimisnopeus on aina sama kuin moottorin pyörimisnopeus. Huippumurit ja aksiaalipuhaltimet ovat usein suorakäyttöisiä. Hihnakäyttöisessä puhaltimessa siipipyörä on kytketty moottoriin hihnan välityksellä. Hihnakäyttöisiä puhaltimia voidaan käyttää muun muassa radiaalipuhaltimissa. [24, s. 195.]

Huippumureita käytetään rakentamisessa yleisesti jäteilmapuhaltimina likaisissa poistoissa. Huippumurit ovat suorakäyttöisiä radiaalipuhaltimia, joissa akseli ja moottori ovat pystysuorassa siten, että ilman puhallussuunta on ylöspäin. Rakennuksen katolle sijoitetun huippumurin kanavisto on imupuolelta alipaineinen, jolloin ilmapuodot eivät tuo hajuja rakennuksen sisälle. Huippumurin huoltoa ja kanaviston puhdistamista varten se pitää varustaa huoltokytkimellä, ja puhallinrakenteen pitää olla irrotettavissa tai käännettävissä. [24, s. 195.]

Aksiaalipuhaltimia käytetään teknisten tilojen jäähdytykseen, erillispoistoihin, esikäsitteilypuhaltimiin ja koneelliseen savunpoistoon. Aksiaalipuhaltimessa on usein suorakäyttöinen puhallin, jonka pyörivä liike saa ilman virtaamaan kanavistossa aksiaalisesti. Se on myös ainoa puhallintyyppi, jolla ilmavirran puhallussuunta voidaan vaihtaa kääntämällä potkurin pyörimissuunta. Aksiaalipuhallin tuottaa suuren ilmamäärän kokoonsa nähden, mutta se ei sovellu matalan paineentuoton takia korkeaa paineentuottoa vaativiin käyttökohteisiin. [24, s. 197–198.]

Radiaalipuhaltimia eli keskipakoispuhaltimia käytetään ilmanvaihtokoneissa ja erillispuhaltimina etenkin teollisuuden prosesseissa, joissa vaaditaan korkeaa paineentuottoa. Radiaalipuhaltimessa ilma kulkee siipipyörän akselin suuntaisesti, mutta lähtee puhaltimesta akselia vastaan kohtisuoraan. Radiaalipuhaltimien rakenne voi olla hyvin erilainen riippuen asennustavasta, voimansiirrosta, säätötavasta tai käyttökohteista. [24, s. 201–203.]

Kanavapuhaltimet ovat pieniä, keskipakosiipipyörällä varustettuja aksiaalisesti puhaltavia puhaltimia. Kanavapuhaltimet voivat olla joko pyöreitä tai suorakaiteen muotoisia ja niiden ilmavirta-alue on yleensä 10–400 l/s. Kanavapuhaltimilla on hyvä

paineenkehitys pienillä ilmavirroilla ja niiden asennus on helppoa. Niiden huono puoli on kuitenkin alhainen hyötysuhde. [24, s. 203–204.]

Laivakeittiön ilmanvaihdon suunnittelua ohjaava ISO 9943 -standardi määrittelee, että ilmanvaihdon poistoilmapuhaltimien moottorit pitää sijoittaa kanavaosan ulkopuolelle rasvaloukkujen välttämiseksi. Puhaltimien yhteydessä pitää olla myös tarkistusluukut ja kondenssiviemärointi. [12, s. 6.]

## 2.9 Ilmanvaihdon äänitekniikka

Ilmastoinnin äänitekniikka on keskeinen ilmanvaihtosuunnittelun osa-alue. Ilmanvaihtoa koskevat valitukset aiheutuvat usein epämiellyttävästä lämpötilasta, vedon tunteesta tai häiritsevästä melusta. Liian korkea melutaso haittoja ovat muun muassa puheen ymmärtämisen ja työhön keskittymiseen vaikeutuminen, työtehon heikkeneminen sekä tarkkaavaisuuden laskemisen myötä aiheutuva tapaturmavaaran lisääntyminen.

Yleisin kuulovamman syy on kymmeniä vuosia jatkunut päivittäinen altistuminen 75-85 dB (A) ylittävälle melulle ilman riittävää kuulosuojausta [25, s. 1]. ISO 9943 -standardissa on määritelty laivakeittiön ilmanvaihtolaitteiston tuottamalle A-painotetulle äänenpainetasolle suurimmaksi sallituksi arvoksi 75 dB (A) [12, s. 6]. Kuulon pysyvän heikkenemisen lisäksi melu aiheuttaa kuuloaistin väsymistä. Se ilmenee kuulokyvyn tilapäisenä huonontumisena. Kuulokyvyn huonontumista voi tapahtua jo oloissa, joissa melutaso on 65–75 dB (A). Kuulon pysyvään heikkenemiseen vaikuttaa melun voimakkuus, laatu, altistuksen kesto ja yksilöllinen herkkyys. [25, s. 1.]

Ilman virtaus kanavistossa ja sen komponenteissa aiheuttaa ääntä ilman pyörteilyn vuoksi. Suuri ilmannopeus, merkittävä paineen pudotus tai turbulenssi aiheuttaa yleensä huomattavasti ääntä. Metallinen ilmanvaihtokanava toimii hyvänä äänen välittäjänä etenkin matalille äänille, jonka takia ääniteknisessä suunnittelussa pitää ottaa huomioon koko kanaviston komponentit. Meluntorjunnassa tärkeitä kohteita ovat puhaltimet, säätöpellit, päätelaitteet ja kanaviston liian suuret virtausnopeudet. [25, s. 1]

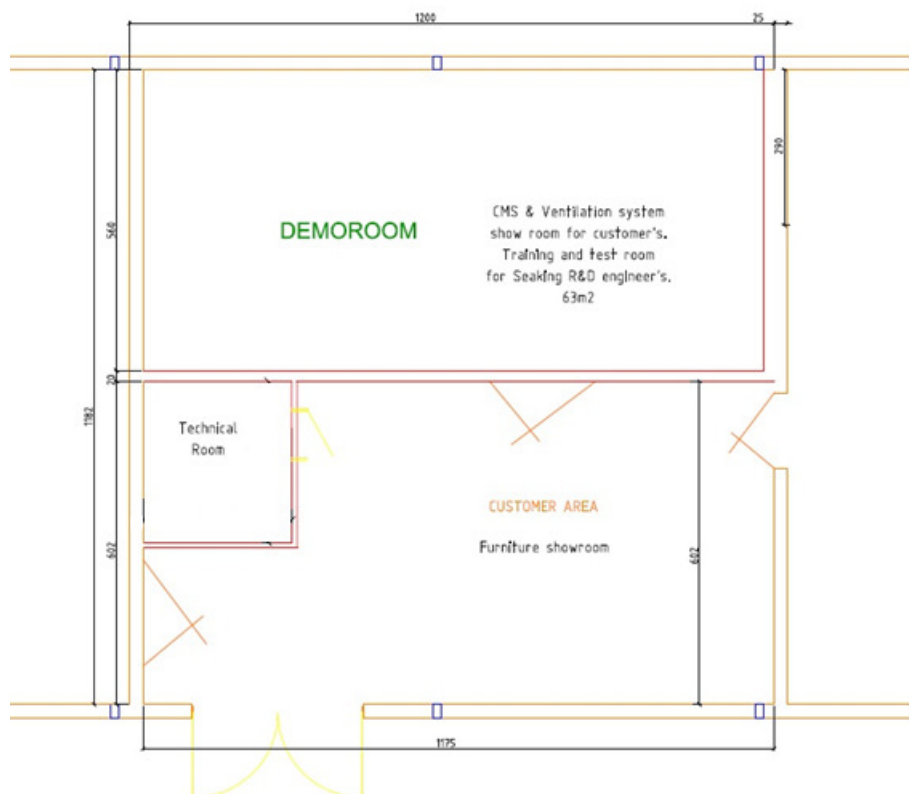
Tämän insinööriyön demohuoneen suunnittelussa otetaan huomioon tuloilmakoneen ja poistoilmapuhaltimen äänentuotto, huuvien ja tuloilmapäätelaitteiden äänitekniset



ominaisuudet sekä kanaviston riittävän väljä mitoitus. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 sallii ammattikeittiössä suurimmaksi sallituksi A-painotetuksi äänitasoksi  $L_{A,max} \leq 43 \text{ dB (A)}$  [26, s. 31].

### 3 Laivan demokeittiön ilmanvaihdon suunnittelu

Demokeittiö rakennetaan kokonaan uudistettavaan teollisuushallin osaan. Sitä ympäröi asiakastila, tekninen tila, viereiset hallin osat ja ulkoseinä (kuva 17). Demokeittiöön sijoitetaan kaikki keittiölaitteet, poistoilmahuuvut, säätöpellit ja tuloilmapäätelaitteet. Huuvien poistoilmapuhallin sijoitetaan rakennuksen ulkoseinälle, josta jäteilma puhalletaan ulkoilmaan. Tekniseen tilaan sijoitetaan tuloilmakone, josta tuloilma tuodaan huoneen päätelaitteille. Tuloilmakoneen raitisilma otetaan ulko-ovien läheisyydestä, jäteilmaa vastakkaiselta puolelta rakennusta.



Kuva 17. Demokuoneen pohjapiirustus.

Demokeittiöön asennetaan viisi erilaista keittiölaitetta (taulukko 8), joiden jokaisen yläpuolelle sijoitetaan poistoilmahuuva. Bain Marie on vesihaude, jota käytetään ruuan lämmittämiseen matalalla lämpötilalla. Demokeittiöön suunniteltavassa Bain Marie -laitteessa on kuusi astiapaikkaa ja sen liitäntäteho on 6 kW. Bain Marie tuottaa vesihöyryä, muttei merkittävää määrää haitallisia hiukkasia. Ilman vapautuvan vesihöyryn poistamiseksi laitteen päälle sijoitetaan Condensate Canopy.

Induction Wok -laite on pöydän päällä oleva, erillinen induktioliesi, jossa ruuanlaitto tapahtuu wokkipannulla. Demohuoneeseen suunnitellaan kolme vierekkäin sijoitettavaa Induction Wok -laitetta, joiden liitäntäteho on yhteensä 15 kW. Näiden kolmen Induction Wok -laitteen kohdepoistoon käytetään yhtä UV-Wash-huuvaa.

Char Broiler ja Elro Grill ovat korkeaa kypsennyslämpötilaa vaativien ruokien valmistuksessa käytettäviä grillejä. Demokeittiöön takaseinää vasten sijoitetaan yksi molempia grillityyppejä. Char Broiler -laitteen liitäntäteho on 9 kW ja sen yläpuolelle asennetaan UV-Wash-huuva. Elro Grill -laitteen liitäntäteho on 18 kW ja sen yläpuolelle asennetaan Airboost UV-Wash -huuva. Demokeittiön keskelle sijoitetaan lisäksi kaksi Elro Grill -laitetta, joiden yläpuolelle asennetaan vastakkain kaksi Airboost UV-Wash -huuvaa.

Taulukko 8. Keittiölaitteiden tekniset tiedot ja niiden poistoilmahuuvat.

	<b>Liitäntäteho</b>	<b>Leveys</b>	<b>Syvyys</b>	<b>Huuvatyyppi</b>
<b>Keittiölaite</b>	<b>[kW]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	
Bain Marie	6,0	2010	530	Condensate Canopy
Induction Wok	15,0	1440	480	Dry UV Hood
Char Broiler	9,0	1340	900	UV-Wash Hood
Elro Grill	18,0	1200	800	Airboost UV-Wash Hood
Elro Grill island	36,0	1200	1600	2 x Airboost UV-Wash Hood

### 3.1 Ilmamäärät

Ilmamäärien laskennassa käytetään viittä eri tapaa: VDI 2052 -standardilla, ISO 9943 -standardilla, konvektioilven virtausteorialla ja kahdella laskentaohjelmalla. Laitekohtainen ilmamäärälaskenta on esitetty liitteissä 6–10. Saatuja tuloksia vertaillaan ja niiden perusteella pohditaan ilmamäärämitoituksessa käytettävät ilmamäärät.

#### 3.1.1 Demokeittiön poistoilmamäärät

Ilmamäärälaskennassa saadut tulokset vaihtelevat huomattavasti, riippuen käytetystä laskentametodista (taulukko 9). VDI 2052 -standardilla tehdyillä ilmamäärälaskelmilla saadaan yleisesti alhaisimmat ilmamäärät. Konvektiovirtausteorialla ja Climeconin laskentaohjelmalla saadaan VDI-standardia alhaisempia ilmavirtoja tietyillä keittölaitteilla. Jevenin laskentaohjelmalla saadaan suurimmat poistoilmavirrat. ISO 9943 -standardin ilmamäärälaskenta tosin antaa Bain Marie -laitteelle Jevenin laskentaa suuremman ilmavirran.

Taulukko 9. Keittölaitteiden poistoilmamäärät eri laskentamenetelmillä.

Keittölaite	Poistoilmavirta l/s					
	VDI 2052	ISO 9943	Virtaus-teoria	Jeven	Climecon	SeaKing
Bain Marie	75	307	192	147	55	260
Induction Wok	72	506	176	630	189	244
Char Broiler	207	304	227	378	315	650
Elro Grill	253	607	203	756	630	447
Elro Grill island	479	1214	960	1512	1260	894
<b>yhteensä</b>	<b>1086</b>	<b>2938</b>	<b>1758</b>	<b>3423</b>	<b>2449</b>	<b>2496</b>

Demokeittiön ilmamäärämitoitukseen valitaan SeaKingin käyttämä laskentatapa, jossa ilmamäärälaskenta perustuu keittölaitteen ulkoisiin mittoihin. Tällä laskentatavalla saadaan muita menetelmiä totuudenmukaisempia ilmamääriä, koska laitteiden liitântäteho ei kerro juurikaan todellisesta tehonkäytöstä. Liitântätehon perusteella lasketut ilmamäärät ovat usein ylimitoitettuja.

### 3.1.2 Tuloilmamäärät

Tuloilmavirta määritellään 5% poistoilmavirtaa pienemmäksi arvoksi, jotta huone on alipaineinen (taulukko 10). Yhdellä Lazy Air -tuloilmalaitteella saadaan enimmillään 200 l/s ilman nopeudella 2,0 m/s (taulukko 11). Tätä suuremman ilmannonpeudet aiheuttavat epämiellyttävää vedon tunnetta. Demokeittiön ilmanjakona käytetään sekoitettavaa ilmanjakoa, koska päätelaitteiden puhalluspinta-ala on liian pieni syrjäyttävään ilmanvaihtoon.

Huoneeseen sijoitetaan kahdeksan Lazy Air -tuloilmalaitetta, jotka säädetään enimmäisilmavirralla. Lisäksi huoneen keskelle sijoitetaan neljä Fläkt Woods RHOB -tuloilmalaitetta, joiden jokaisen ilmavirraksi säädetään 165 l/s. RHOB-tuloilmalaitteen äänitasot esitetään taulukossa 12.

Taulukko 10. Demokeittiön ilmamäärät.

<b>Keittiölaite</b>	<b>Poistoilmavirta l/s</b>	<b>Tuloilmavirta l/s</b>
Bain Marie	260	247
Induction Wok	244	232
Char Broiler	650	618
Elro Grill	447	425
Elro Grill island	894	849
yhteensä	2496	2371

Taulukko 11. Lazy Airin ilmamäärä

<b>Lazy Air</b>					
pituus [m]	korkeus [m]	reikäala [%]	reikäala [m <sup>2</sup> ]	Ilman nopeus [m/s]	ilmavirta [l/s]
0.9	0.17	0.64	0.09792	2.0	200

Taulukko 12. RHOB tuloilmalaitteen ilmamäärä eri äänitasoilla. [13]

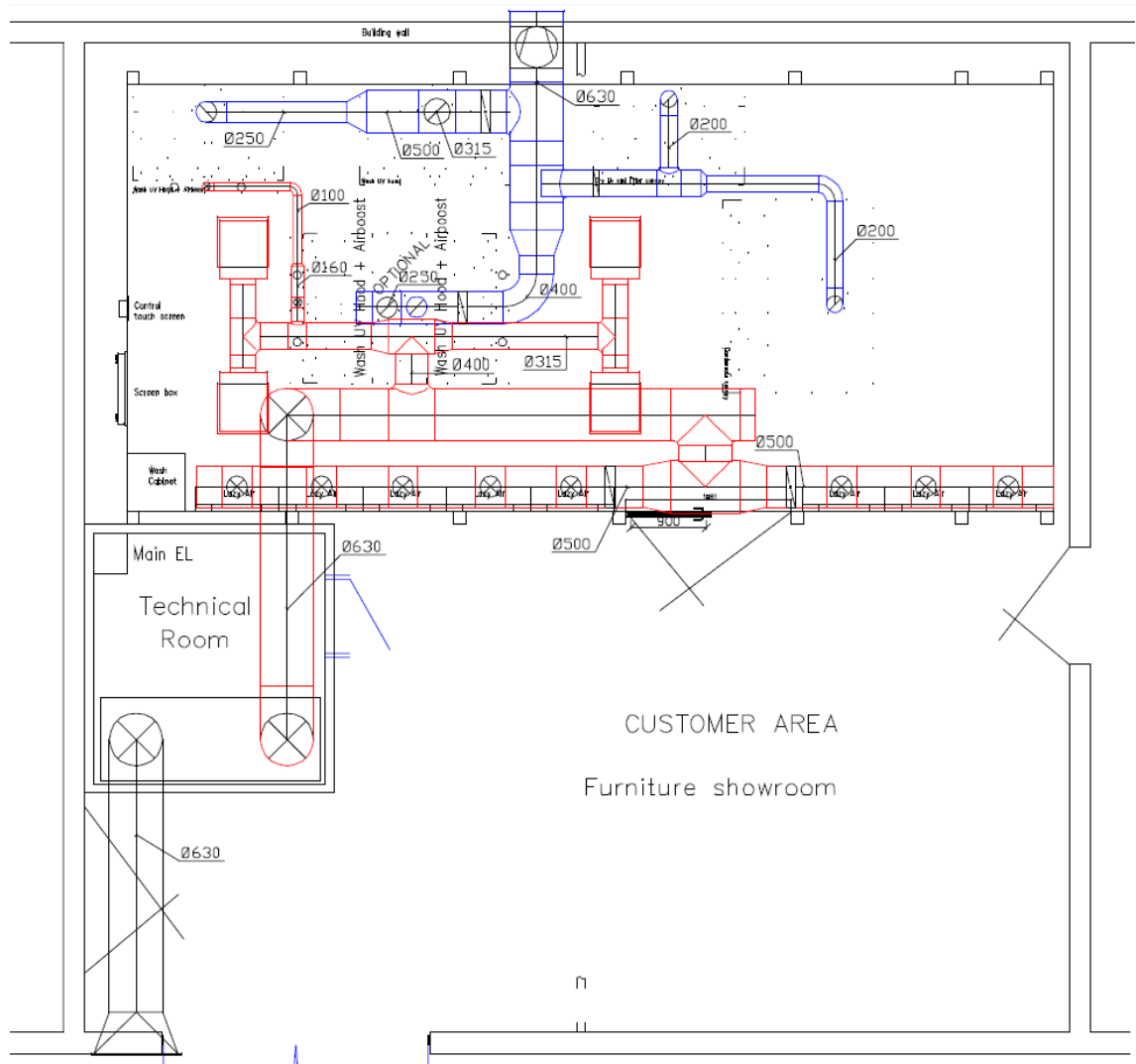
## RHKB, RHOB, 20 mm (tai 12 mm\*) raolla, 1:3 tasauslaatikko ATTC (50 Pa)

Tuloilmalaite	Hajotin	Liitäntä ATTC		Ilmavirta l/s (m <sup>3</sup> /h) äänitason ollessa		
		tulo mm	lähtö mm	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)
100-3-4	160-4	100	160	22 (79)	44 (158)	-
100-3-6*	160-6	100	160	25 (90)	45 (162)	-
125-3-4	200-4	125	200	39 (140)	64 (230)	-
125-3-6*	200-6	125	200	36 (130)	60 (216)	-
160-3-6	250-6	160	250	58 (209)	107 (385)	-
200-3-6	315-6	200	315	100 (360)	130 (468)	-
250-3-6	400-6	250	400	106 (382)	149 (536)	207 (745)

## 3.2 Kanaviston suunnittelu, mitoitus ja tasapainotus

Demokeittiön tekniikalle käytettävä tila ei ole yhtä ahdas kuin laivakeittiöissä yleensä. Sisäkaton yläpuolelle jäävään tilaan asennettava kanavisto voidaan suunnitella tästä syystä pyöreällä kierresaumakanavalla kustannusten säästämiseksi. Runkokanavien mitoituksessa käytetään ilman enimmäisnopeutena 8 m/s, jotta kanaviston painehäviö ei nouse liian suureksi. Ilmanvaihdon äänentuotto ei ole tässä kohteessa rajoittava tekijä, koska huone tulee ilmamäärien tutkimuskäyttöön eikä varsinaiseksi ammattikeittiöksi.

Induction Wok-, Char Broiler- ja Elro Grill -laitteet sijoitetaan rakennuksen ulkoseinää vasten. Bain Marie ja Elro Grill -saareke sijoitetaan keittiön keskiosaan. Keittölaitteiden yläpuolelle sijoitetaan laitekohtaiset poistoilmahuuvut. Tuloilmapäätelaitteet sijoitetaan ulkoseinää vastaiselle seinälle. Poistoilmapuhallin asennetaan rakennuksen ulkoseinälle ja tuloilmakone tekniseen tilaan (kuva 18). Jokaisen huuvan yhteyteen asennetaan palopelti ja Iris-säätöpellit kanaviston perussäätöä varten.



Kuva 18. Demokeittiön kanavisto.

### 3.3 Ilmanvaihtokoneen valinta

Demokeittiön tuloilmanvaihtoon valitaan tuloilmakone, jossa on lämmitys- ja jäähdytyspatterin lisäksi tuloilman kostutus. Koneen mitoittavana tekijänä toimii talven kuivan ulkoilman ominaisuudet ja haluttu ilmavirta. Koneen mitoituksessa huomioidaan myös ilmavirran tehostusvara. Ilmanvaihtokoneeksi valitaan Fläkt Woods Oy:n eQ-023-tuloilmakone (liite 9).

### 3.4 Poistoilmapuhaltimen valinta

Demokeittiön poistoilmanvaihtoon käytettäväksi puhaltimeksi valitaan Fläkt Woods Oy:n JM Aerofoil -aksiaalipuhallin. Sen moottori on koteloitu puhaltimen vaipan ulkopuolelle, jolloin moottori ei ole yhteydessä käsiteltävään ilmapirtaan. Puhaltimen rakenteen ansiosta sitä voidaan käyttää korkeissa lämpötiloissa, jonka takia se sopii erinomaisesti huuvapoistojen poistoilmapuhaltimeksi. Puhaltimen mitoitusilmavirralla  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  valitaan 63JM-puhallin.

Taulukko 13. JM Aerofoil -puhaltimen valintataulukko. [27]

#### Yksiportaisten puhaltimien valintataulukko

		STAATTINEN PAINE Pa						
m <sup>3</sup> /s		50	100	150	200	300	450	650
ILMAVIRTA ERI SIPIKULMILLA	0.30	40JM.Bif/16/4/5 1440 8°	40JM.Bif/16/4/5 1440 10°	50JM.Bif/16/4/5 1440 8°	---	---	---	---
	0.50	40JM.Bif/16/4/5 1440 12°	40JM.Bif/16/4/5 1440 18°	50JM.Bif/16/4/5 1440 8°	50JM.Bif/16/4/5 1440 14°	40JM.Bif/20/2/6 2910 8°	40JM.Bif/20/2/6 2910 10°	40JM.Bif/20/2/6 2910 14°
	0.75	40JM.Bif/16/4/5 1440 18°	40JM.Bif/16/4/5 1440 24°	50JM.Bif/16/4/5 1440 14°	40JM.Bif/20/2/6 2910 10°	40JM.Bif/20/2/6 2910 12°	40JM.Bif/20/2/6 2910 14°	40JM.Bif/20/2/6 2910 8°
	1.00	40JM.Bif/16/4/5 1440 28°	50JM.Bif/16/4/5 1440 12°	50JM.Bif/16/4/5 1440 16°	40JM.Bif/20/2/6 2910 14°	63JM.Bif/20/4/6 1440 10°	40JM.Bif/20/2/6 2910 18°	50JM.Bif/20/2/6 2910 8°
	1.50	50JM.Bif/16/4/5 1440 18°	50JM.Bif/16/4/5 1440 22°	50JM.Bif/16/4/5 1440 26°	63JM.Bif/20/4/6 1440 10°	63JM.Bif/20/4/6 1440 14°	40JM.Bif/20/2/6 2910 28°	50JM.Bif/20/2/6 2910 12°
	2.00	50JM.Bif/16/4/5 1440 28°	50JM.Bif/16/4/5 1440 32°	63JM.Bif/20/4/6 1440 12°	63JM.Bif/20/4/6 1440 14°	63JM.Bif/20/4/6 1440 18°	50JM.Bif/20/2/6 2910 12°	50JM.Bif/20/2/6 2910 16°
	2.50	63JM.Bif/20/4/6 1440 14°	63JM.Bif/20/4/6 1440 14°	63JM.Bif/20/4/6 1440 16°	63JM.Bif/20/4/6 1440 18°	63JM.Bif/20/4/6 1440 22°	50JM.Bif/20/2/6 2910 16°	50JM.Bif/20/2/6 2910 20°
	3.00	63JM.Bif/20/4/6 1440 18°	63JM.Bif/20/4/6 1440 18°	63JM.Bif/20/4/6 1440 20°	63JM.Bif/20/4/6 1440 22°	63JM.Bif/20/4/6 1440 28°	50JM.Bif/20/2/6 2910 20°	50JM.Bif/20/2/6 2910 24°
	4.00	63JM.Bif/20/4/6 1440 26°	63JM.Bif/20/4/6 1440 28°	63JM.Bif/20/4/6 1440 30°	63JM.Bif/20/4/6 1440 32°	80JM.Bif/20/4/6 1440 12°	---	---
	5.00	80JM.Bif/20/4/6 1440 10°	80JM.Bif/20/4/6 1440 12°	80JM.Bif/20/4/6 1440 12°	80JM.Bif/20/4/6 1440 14°	80JM.Bif/20/4/6 1440 16°	---	---
	6.00	80JM.Bif/20/4/6 1440 14°	80JM.Bif/20/4/6 1440 16°	80JM.Bif/20/4/6 1440 16°	80JM.Bif/20/4/6 1440 18°	80JM.Bif/20/4/6 1440 20°	---	---
	8.00	80JM.Bif/20/4/6 1440 21°	80JM.Bif/20/4/6 1440 22°					

## 4 Yhteenveto ja pohdinta

Tässä insinööriyössä käytiin läpi ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnittelun perusteet ja laivakeittiöiden suunnittelun haasteita. Laivakeittiön ilmanvaihtosuunnittelussa pitää huomioida erityisesti rajalliset tekniset tilat ja huuvamitoituksessa käytettävät mitoitusperusteet. Ilmamäärämitoituksen optimointia varten toteutettava empiirinen tutkimus ja tarpeenmukaisen ilmanvaihdon tutkiminen piti valitettavasti rajata tämän työn ulkopuolelle, johtuen aiheiden laajuudesta.

Demokeittiön suunnittelussa tehtiin ilmamäärien laskenta kuudella eri laskentatavalla. Ilmamäärälaskennassa havaittiin huomattavia eroja laskentatavasta riippuen. On hämmentävää, että ilmamäärissä saattaa olla moninkertaisia eroja laskentatavasta riippuen. Tämän insinööriyön toimeksiantajayrityksessä tullaan tulevaisuudessa tutkimaan vielä tarkemmin keittiölaitteilta vaadittavia ilmamääriä.

Lasketuista ilmamääristä valittiin ilmanvaihtosuunnittelussa käytettävät ilmavirrat, joita käytettiin kanaviston ja puhaltimien mitoitukseen. Yleisesti ammattikeittiöissä suositeltu syrjäyttävä ilmanjako ilmeni vaikeasti toteutettavaksi laivakeittiöissä. Ilmanjakoon saatetaan tulevaisuudessa miettiä erilaisia tuloilmapäätelaitteita, joissa puhalluspinta-ala on perinteisiä ratkaisuja huomattavasti suurempi. Demokeittiön ilmavirtoja tullaan myös tutkimaan vielä tarkemmin ilmavirta-analyyysien avulla.

Tässä insinööriyössä eteeni tuli monia asioita, joihin en ollut ennen perehtynyt. Työn edetessä sain paljon tietoutta ammattikeittiöiden laitteista, huuvista ja ilmanvaihtolaitteiston komponenttien mitoituksesta. Kävin myös SeaKing Oy:n Puolan tehtaalla tutustumassa huuvien ja kalusteiden tuotantoon sekä katsomassa demohuoneen tulevan sijainnin. Tämä vierailu lisäsi käytännön kosketuspintaa tekemääni suunnitteluun.



## Lähteet

- 1 1999 ASHRAE Handbook: HVAC Applications.  
<<ftp://mail.best-tech.com/Ebooks/HVAC/Ashrae%201999%20HVAC%20Applications%20Handbook%20WW.pdf>> Luettu 13.1.2016
- 2 VDI 2052 –standardi. 2006. Ventilation equipment for kitchens. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure.
- 3 Energiatohkeas ammattikeittiö. 2010. Verkkajulkaisu. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/files/3056/Energiatohkeas\\_ammattikeittio.pdf](http://www.motiva.fi/files/3056/Energiatohkeas_ammattikeittio.pdf)> Luettu 19.1.2016
- 4 Kitchen Design Guide. Verkkajulkaisu. Halton Oy.  
<[http://www.halton.com/dh/BAAHbzfOu8Be4KVk\\_A0Jk38dOZIS11tgmonef5dGs8hg53lx4wofMlqOoJR2z736wPDigKt-bxY9\\_Dv789i6rfmumsv2YR6jcY5jXnqBNJNzg1vY7392od2A3qQy4OYuGM2J/Halton-FS-Kitchen-Design-Guide-fi1309.pdf](http://www.halton.com/dh/BAAHbzfOu8Be4KVk_A0Jk38dOZIS11tgmonef5dGs8hg53lx4wofMlqOoJR2z736wPDigKt-bxY9_Dv789i6rfmumsv2YR6jcY5jXnqBNJNzg1vY7392od2A3qQy4OYuGM2J/Halton-FS-Kitchen-Design-Guide-fi1309.pdf)> Luettu 25.2.2016
- 5 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. 2000. LVI 06-10304 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö ja LVI-Keskusliitto.
- 6 Karhinen, Tuula. 2008. Tohtorilla on asiaa. Verkkodokumentti. Tohtori.fi  
<<http://www.tohtori.fi/?page=3830134&id=2444131>> Luettu 15.1.2016
- 7 Sandberg, Esa. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 8 Seppänen, Olli. 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Suomen LVI-yhdistys.
- 9 Rakennuksen sisäilmasto. 1995. RT 07-10564 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö.
- 10 SeaKing – Climecon Galley Hood & Canopy System. Esitysmateriaali. SeaKing Oy.
- 11 Jumppanen, Vesa. COO, SeaKing Oy. Keskustelu 14.1.2016
- 12 ISO 9943:2009(E) –standardi. 2009. Shipbuilding – Ventilation and air-treatment of galleys and pantries with cooking appliances. International Organization for Standardization.
- 13 Tuloilmalaite RHKB, RHOB. Tekninen esite. Fläkt Woods Oy.  
<<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=7a7d6a6d-f909-464d-9d97-ecf4ae16f11d>> Luettu 21.3.2016

- 14 Goodfellow, Howard D. Tähti, Esko. 2001. Industrial Ventilation Design Guide-book.
- 15 Ilmavirtojen mitoitus – Huuva. Jeven Oy.  
<<http://www.jeven.fi/suunnittelu/ilmavirtojen-mitoitus-huuva/>> Luettu 9.3.2016
- 16 Huuva.X-valintaohjelma. Climecon Oy.  
<<https://huuvax.dicode.fi/dyn/huuvax/mainPage>> Luettu 9.3.2016
- 17 Huuvan mitoitushjeet. Sisäinen. SeaKing Oy.
- 18 Ilmanvaihtokanaviston tasapainotussuunnittelu. 1988. LVI 32-10118 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö ja LVI-Keskusliitto.
- 19 TUI Cruises. Mein Schiff 5 työpiirustukset. 2015
- 20 Seppänen, Olli. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Suomen LVI-yhdistys.
- 21 Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7. 2004. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Ympäristöministeriö.
- 22 Gaylord Bluebook Binder. 2002. Gaylord Industries.
- 23 Säteri, Jorma. 2014, Lehtori, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Ilmastointitekniikka 1 –opintojakso, Ilmanvaihtokanaviston mitoitus -luentomateriaali.
- 24 Sandberg, Esa. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Ilmastointitekniikka osa 1. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 25 Halme, Alpo. Seppänen, Olli. 2002. Ilmastoinnin äänitekniikka. Suomen LVI-liitto.
- 26 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakennusmääräyskokoelma, osa D2. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 27 Koteloitumoottoriset JM Aerofoil -puhaltimet. Tekninen esite. Fläkt Woods Oy.  
<<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=336b2ec4-86b6-4373-8575-fb019289670e>> Luettu 21.3.2016

Ser. No.	Kitchen area	Description of thermal cooking kitchen appliance	Appliances heated by steam an electricity						Gas-heated appliances					
			Operating mode						Operating mode					
			Normal mode <sup>1)</sup>			Restricted <sup>2)</sup>			Normal mode <sup>1)</sup>			Restricted <sup>2)</sup>		
			Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission
$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)
1.1	Boiling, steaming and cooking area	Cauldrons and automatic cauldrons	35	200	294	25	80	118	100	300	441	75	80	118
1.2		Pressure cookers	40	10	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3		High pressure steamers Slide-in appliances	25	200	294	25	0	0	-	-	-	-	-	-
1.4		High pressure steamers Push-through appliances	25	200	294	25	0	0	-	-	-	-	-	-
1.5		Steam convection ovens	120	180	265	70	100	147	150	180	265	85	100	147
2.1	Roasting, grilling and baking area	Tilting frying pans	450	400	588	250	150	220	450	450	630	450	250	368
2.2		Roasting, grilling and griddle plates	330	400	588	200	120	176	350	400	588	250	150	220
2.3		Grilling and salamander appliances	800	175	257	700	175	257	720	200	294	720	200	294
2.4		Roasting and baking ovens	350	160	235	250	160	235	350	200	294	250	200	294
2.5		Hot air appliances/thawing appliances	70	150	220	40	60	88	100	150	220	50	100	147
2.6		Automatic roasting and grilling appliances for quick fried food	250	230	338	250	230	338	-	-	-	-	-	-
2.7		Automatic sauce appliances	150	160	235	110	160	235	-	-	-	-	-	-
2.8		Deep fryers	90	700	1030	-	-	-	90	700	1030	-	-	-
2.9		Automatic deep fryers <sup>*)</sup>	50	100	147	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Automatic deep fryers <sup>**)</sup>	50	550	808	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.10		Induction hob	70	28 <sup>+) </sup>	41 <sup>+) </sup>	35	50	74	-	-	-	-	-	-
2.11		Ceramic stove	200	80	118	100	50	74	200	80	118	120	64	94
2.12	Wok	70	28	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.12	Sized hob	260	105	155	130	65	96	300	120	176	180	96	142	

<sup>\*)</sup> With integrated extractor

<sup>1)</sup> Normal operation: With simultaneous, correct operation of several roasting, boiling, frying, grilling, baking, searing appliances (normal layout)

<sup>\*\*)</sup> Without extractor

<sup>2)</sup> Restricted operation: In low activity periods with the partial operation of appliances for simmering, parboiling, steaming, thawing, regenerating, keeping warm, low temperature cooking etc.

<sup>+)</sup>  from two manufacturer's

**Note:** To calculate the terminc airflow for cabinet-type appliances an average appliance height is to be used for the determination of  $z$  (see Figure 3).

Ser. No.	Kitchen area	Description of thermal cooking kitchen appliance	Appliances heated by steam an electricity						Gas-heated appliances					
			Operating mode						Operating mode					
			Normal mode <sup>1)</sup>			Restricted <sup>2)</sup>			Normal mode <sup>1)</sup>			Restricted <sup>2)</sup>		
			Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission	Direct heat emission	Latent heat emission	Moisture emission
$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)	$\dot{Q}_s$ in W/kW	$\dot{Q}_t$ in W/kW	$D$ in g/(h kW)
3.1	Multifunctional appliances and	Stoves, cooking points <sup>▲)</sup>	200	80	118	100	50	74	250	100	147	150	80	118
3.2	Appliances for	Stockpot stove	200	150	220	150	100	147	250	150	265	200	120	176
3.3	Cooking	Microwave appliances	50	10	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.4	Thawing	Waterbaths	125	200	294	–	–	–	195	220	323	–	–	–
3.5	Keeping hot	Hot counter and hot cupboard	350	–	–	–	–	–	350	–	–	–	–	–
3.6	Cooling	Refrigerators (without central cold supply)	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.7	Processing	Kitchen machines	175	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.8	Transporting	Conveyors <sup>▲▲)</sup>	1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Meal distribution area	Hot service counter	125	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.2		Cold service counter	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.3		Crockery dispensers	300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.4		Beverage brewing system	100	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

- ▲) Multiplied by the cooking plate factor  
 – Cooking plate factor for electric stoves  
 Solid cooking plate: 1  
 Ceramic cooking plate: 1  
 Induction cooking point: 0,35  
 Large-area steel plate: 1,3  
 – Cooking point factor for gas stoves  
 Open cooking point: 1  
 Glow plate: 1,2  
 Ceramic plate: 0,8  
 ▲▲) The total output is emitted in the room as heat.

#### Notes on special appliances

- K = hemispherical pot, assess as cooking point (example: Induction wok cooking point; rated consumption × value in table × cooking plate factor)
- Noodle cooker, assess as cauldron
- Pressure cooker (braiser), assess as pressure cauldron or where used continuously for quick frying, assess as tilting frying pan
- Chicken grill, assess as salamander or steam convection ovens
- Rotary grill, assess as tilting frying pan or frying plate
- Contact grill, assess as frying plate
- Roasting spit, open, assess as steam convection ovens or according to manufacturer's data

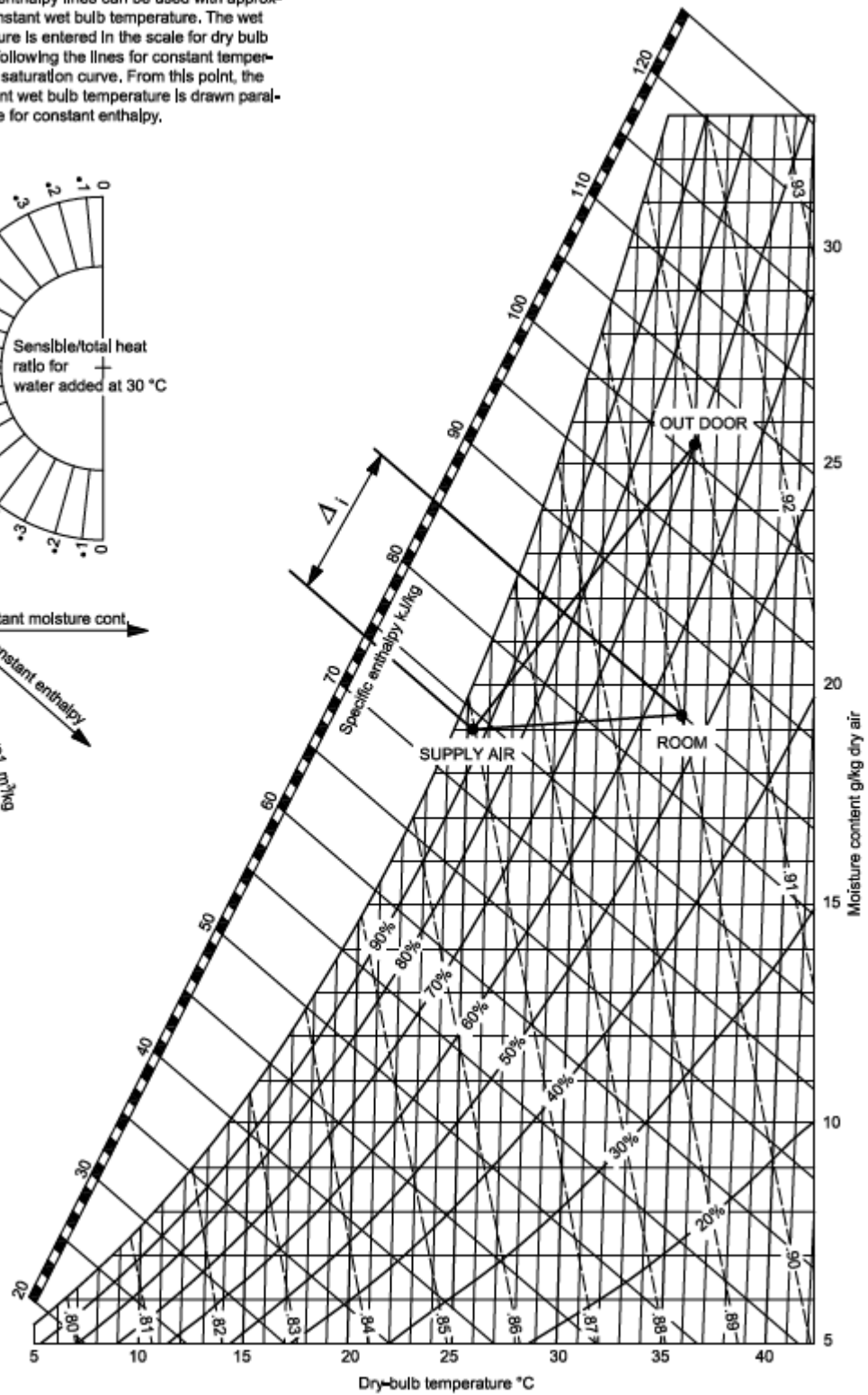
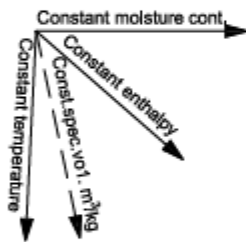
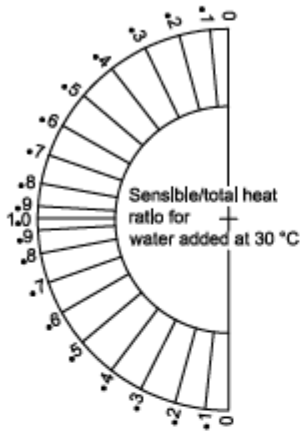
Ser. No.	Type of kitchen		Kitchen designation								
			Small kitchen			Medium-sized kitchen			Large kitchen		
			Proportions per day	Proportions per mealtime	Simultaneity factor $\varphi^{***}$	Proportions per day	Proportions per mealtime	Simultaneity factor $\varphi^{***}$	Proportions per day	Proportions per mealtime	Simultaneity factor $\varphi^{***}$
1	Gastronomical establishments (snack bars, restaurants, hotel kitchens)		< 100	–	1,0	< 250	–	0,7	> 250	–	0,7
2	Kitchens in canteens, casinos, messes		–	150	0,8	–	< 500	0,6	–	> 500	0,6
3	Kitchens in hospitals	Main kitchens	–	250	0,8	–	< 650	0,6	–	> 650	0,6
4		Distribution kitchens	–	40	1,0	–	–	–	–	–	–
5	Kitchens in institutions		–	100	0,9	–	< 250	0,6	–	> 250	0,6
6	Preparation kitchens, mixed kitchens		–	50	0,9	–	< 400	0,6	–	> 400	0,6
7	Industrial meal preparation (remote kitchens, cook-chill kitchens, flight catering kitchens, central kitchens)		–	–	–	< 3000	–	0,7	> 3000	–	0,7

\*) Refer to Section 1,5

\*\*) Deviations shall be agreed between the operator, kitchen designer, kitchen installer and ventilation and air conditioning designer. A simultaneity factor of 1,0 is recommended for appliances which are extracted individually.

\*\*\*) Simultaneity factor  $\varphi = \frac{\text{Actual power consumption of kitchen}}{\text{Total rated power of kitchen appliances}}$

The constant enthalpy lines can be used with approximation for constant wet bulb temperature. The wet bulb temperature is entered in the scale for dry bulb temperature, following the lines for constant temperature until the saturation curve. From this point, the line for constant wet bulb temperature is drawn parallel with the line for constant enthalpy.



**Bain Marie -ilmamäärät****Ilmamäärän laskeminen VDI 2052 -standardilla:**

$$Q_{S,K} = 0,5 * 6,0 \text{ kW} * 125 \frac{\text{W}}{\text{kW}} = 375 \text{ W}$$

$$d_{hydr} = 2 * 2,01 \text{ m} * \frac{0,530 \text{ m}}{2,01 \text{ m} + 0,530 \text{ m}} = 0,840 \text{ m}$$

$$V_{th} = 18 \text{ m}^3 \text{W}^{-\frac{1}{3}} \text{h}^{-1} * (375 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (0,9 + 1,7 * 0,840 \text{ m})^{\frac{5}{3}} * 0,63 * 0,7 = 233,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{Erf} = 233,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,15 = 268,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 75 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteen huuvan poistoilmavirta on 75 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen ISO 9943 -standardilla:**

$$\phi_{qt} = 0,562 \frac{\text{kW}}{\text{kW}} * 6,0 \text{ kW} = 3,372 \text{ kW}$$

$$\text{RSHF} = 1$$

$$V_{qt} = \frac{0,7 * 3,372 \text{ kW}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,4} = 0,307 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 307 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteen huuvan minimipoistoilmavirta on 307 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen konvektiopilven virtausteorialla:**

$$\phi = 0,4 * 6000 \text{ W} = 2400 \text{ W}$$

$$D = 2 * 2,01 \text{ m} * \frac{0,53 \text{ m}}{2,01 \text{ m} + 0,53 \text{ m}} = 0,84 \text{ m}$$

$$z_{0,max} = 2,25 * 0,84 \text{ m} = 1,89 \text{ m}$$

$$z_{max} = 2,1 \text{ m} - (1,2 \text{ m} - 1,89 \text{ m}) = 2,79 \text{ m}$$

$$q_{v,max,wall} = \frac{1}{2} * 0,0052 * (2400 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (2,79 \text{ m})^{\frac{5}{3}} = 0,192 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 192 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteen tuottaman konvektiopilven tilavuusvirta on 192 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Jevenin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,jeven} = 35 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 6,0 \text{ kW} * 0,7 = 147 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteelle tarvittava poistoilmavirta on 147 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Climeconin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,climecon} = 13 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 6,0 \text{ kW} * 0,7 = 55 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteelle tarvittava poistoilmavirta on 55 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen SeaKingin huuvamitoituksella:**

$$Q_E = 2000 \text{ mm} * 0,1858 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{mm}} * 1 * 0,7 = 260 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Bain Marie -kalusteelle tarvittava poistoilmavirta on 260 l/s.



**Induction Wok -ilmamäärät****Ilmamäärän laskeminen VDI 2052 -standardilla:**

$$Q_{S,K} = 0,5 * 15,0 \text{ kW} * 70 \frac{\text{W}}{\text{kW}} = 525 \text{ W}$$

$$d_{hydr} = 2 * 1,44 \text{ m} * \frac{0,48 \text{ m}}{1,44 \text{ m} + 0,48 \text{ m}} = 0,72 \text{ m}$$

$$V_{th} = 18 \text{ m}^3 \text{W}^{-\frac{1}{3}} \text{h}^{-1} * (525 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (0,9 + 1,7 * 0,72 \text{ m})^{\frac{5}{3}} * 0,63 * 0,7 = 224,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{Erf} = 227,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,15 = 258,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 72 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$V_{ABL} = \frac{(41 \frac{\text{g}}{\text{h} * \text{kW}} * 15,0 \text{ kW}) * 0,7}{6 \frac{\text{g}}{\text{kg}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 103 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Induction Wok -laitteiden huuvan poistoilmavirraksi valitaan 72 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen ISO 9943 -standardilla:**

$$\phi_{qt} = 0,37 \frac{\text{kW}}{\text{kW}} * 15,0 \text{ kW} = 5,55 \text{ kW}$$

$$\text{RSHF} = 1$$

$$V_{qt} = \frac{0,7 * 5,55 \text{ kW}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,506 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 506 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Induction Wok -laitteiden huuvan minimipoistoilmavirta on 506 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen konvektiopilven virtausteorialla:**

$$\phi = 0,4 * 15000 \text{ W} = 6000 \text{ W}$$

$$D = 2 * 1,44 \text{ m} * \frac{0,48 \text{ m}}{1,44 \text{ m} + 0,48 \text{ m}} = 0,72 \text{ m}$$

$$z_{0,min} = 1,804 * 0,72 \text{ m} = 1,30 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,1 \text{ m} - (1,2 \text{ m} - 1,30 \text{ m}) = 2,20 \text{ m}$$

$$q_{v,min,wall} = \frac{1}{2} * 0,0052 * (6000 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (2,20 \text{ m})^{\frac{5}{3}} = 0,176 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 176 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Induction wok -laitteiden tuottaman konvektiopilven tilavuusvirta on 176 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Jevenin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,jeven} = 60 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 15,0 \text{ kW} * 0,7 = 630 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Induction Wok -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 630 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Climeconin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,climecon} = 18 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 15,0 \text{ kW} * 0,7 = 189 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Induction Wok -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 189 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen SeaKingin huuvamitoituksella:**

$$Q_E = 1500 \text{ mm} * 0,2323 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{mm}} * 1 * 0,7 = 244 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Induction Wok -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 244 l/s.

**Char Broiler -ilmamäärät****Ilmamäärän laskeminen VDI 2052 -standardilla:**

$$Q_{S,K} = 0,5 * 9,0 \text{ kW} * 800 \frac{\text{W}}{\text{kW}} = 3600 \text{ W}$$

$$d_{hydr} = 2 * 1,34 \text{ m} * \frac{0,90 \text{ m}}{1,34 \text{ m} + 0,90 \text{ m}} = 1,08 \text{ m}$$

$$V_{th} = 18 \text{ m}^3 \text{W}^{-\frac{1}{3}} \text{h}^{-1} * (3600 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (0,9 + 1,7 * 1,08 \text{ m})^{\frac{5}{3}} * 0,63 * 0,7 = 649,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{Erf} = 649,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,15 = 746,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 207 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$V_{ABL} = \frac{(257 \frac{\text{g}}{\text{h} * \text{kW}} * 9,0 \text{ kW}) * 0,7}{6 \frac{\text{g}}{\text{kg}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 385,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Char Broiler UV-Wash-huuvan poistoilmavirraksi valitaan 207 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen ISO 9943 -standardilla:**

$$\phi_{qt} = 0,37 \frac{\text{kW}}{\text{kW}} * 9,0 \text{ kW} = 3,33 \text{ kW}$$

$$\text{RSHF} = 1$$

$$V_{qt} = \frac{0,7 * 3,33 \text{ kW}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,304 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 304 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Char Broiler UV-Wash-huuvan minimipoistoilmavirta on 304 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen konvektioilven virtausteorialla:**

$$\phi = 0,4 * 9000 \text{ W} = 3600 \text{ W}$$

$$D = 2 * 1,34 \text{ m} * \frac{0,90 \text{ m}}{1,34 \text{ m} + 0,90 \text{ m}} = 1,08 \text{ m}$$

$$z_{0,min} = 1,804 * 1,08 \text{ m} = 1,94 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,1 \text{ m} - (1,2 \text{ m} - 1,94 \text{ m}) = 2,84 \text{ m}$$

$$q_{v,min,wall} = \frac{1}{2} * 0,0052 * (3600 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (2,84 \text{ m})^{\frac{5}{3}} = 0,227 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 227 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Char Broiler -laitteen tuottaman konvektiopilven tilavuusvirta on 227 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Jevenin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,jeven} = 60 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 9,0 \text{ kW} * 0,7 = 378 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Char Broiler -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 378 l/s

#### **Ilmamäärän laskeminen Climeconin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,climecon} = 50 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 9,0 \text{ kW} * 0,7 = 315 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Char Broiler -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 315 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen SeaKingin huuvamitoituksella:**

$$Q_E = 1500 \text{ mm} * 0,6194 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{mm}} * 1 * 0,7 = 650 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Char Broiler -laitteille tarvittava poistoilmavirta on 650 l/s.

**Elro Grill -ilmamäärät****Ilmamäärän laskeminen VDI 2052 -standardilla:**

$$Q_{S,K} = 0,5 * 18,0 \text{ kW} * 800 \frac{\text{W}}{\text{kW}} = 7200 \text{ W}$$

$$d_{hydr} = 2 * 1,20 \text{ m} * \frac{0,80 \text{ m}}{1,20 \text{ m} + 0,80 \text{ m}} = 0,96 \text{ m}$$

$$V_{th} = 18 \text{ m}^3 \text{W}^{-\frac{1}{3}} \text{h}^{-1} * (7200 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (0,9 + 1,7 * 0,96 \text{ m})^{\frac{5}{3}} * 0,63 * 0,7 = 721,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{Erf} = 721,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,15 + 721,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,1 = 912,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 253 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$V_{ABL} = \frac{(257 \frac{\text{g}}{\text{h} * \text{kW}} * 18,0 \text{ kW}) * 0,7}{6 \frac{\text{g}}{\text{kg}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 771,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Elro Grill Airboost UV-Wash-huuvun poistoilmavirraksi valitaan 253 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen ISO 9943 -standardilla:**

$$\phi_{qt} = 0,37 \frac{\text{kW}}{\text{kW}} * 18,0 \text{ kW} = 6,66 \text{ kW}$$

$$\text{RSHF} = 1$$

$$V_{qt} = \frac{0,7 * 6,66 \text{ kW}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,607 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 607 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill Airboost UV-Wash-huuvun minimipoistoilmavirta on 607 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen konvektiopilven virtausteorialla:**

$$\phi = 0,4 * 18000 \text{ W} = 7200 \text{ W}$$

$$D = 2 * 1,20 \text{ m} * \frac{0,80 \text{ m}}{1,20 \text{ m} + 0,80 \text{ m}} = 0,96 \text{ m}$$

$$z_{0,min} = 1,804 * 0,96 \text{ m} = 1,73 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,1 \text{ m} - (1,2 \text{ m} - 1,73 \text{ m}) = 2,31 \text{ m}$$

$$q_{v,min,wall} = \frac{1}{2} * 0,0052 * (7200 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (2,31 \text{ m})^{\frac{5}{3}} = 0,203 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 203 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -laitteen tuottaman konvektiopilven tilavuusvirta on 203 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Jevenin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,jeven} = 60 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 18,0 \text{ kW} * 0,7 = 756 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -laitteelle tarvittava poistoilmavirta on 756 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Climeconin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,climecon} = 50 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 18,0 \text{ kW} * 0,7 = 630 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -laitteelle tarvittava poistoilmavirta on 630 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen SeaKingin huuvamitoituksella:**

$$Q_E = 1500 \text{ mm} * 0,3871 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{mm}} * 1 * 0,7 * 1,1 = 447 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -laitteelle tarvittava poistoilmavirta on 447 l/s.

**Elro Grill Island -ilmamäärät****Ilmamäärän laskeminen VDI 2052 -standardilla:**

$$Q_{S,K} = 0,5 * 36,0 \text{ kW} * 800 \frac{\text{W}}{\text{kW}} = 14400 \text{ W}$$

$$d_{hydr} = 2 * 1,20 \text{ m} * \frac{1,60 \text{ m}}{1,20 \text{ m} + 1,60 \text{ m}} = 1,37 \text{ m}$$

$$V_{th} = 18 \text{ m}^3 \text{W}^{-\frac{1}{3}} \text{h}^{-1} * (14400 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (0,9 + 1,7 * 1,37 \text{ m})^{\frac{5}{3}} * 0,63 * 0,7 = 1364,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{Erf} = 721,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,15 + 721,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,1 = 1725,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 479 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$V_{ABL} = \frac{(257 \frac{\text{g}}{\text{h} * \text{kW}} * 36,0 \text{ kW}) * 0,7}{6 \frac{\text{g}}{\text{kg}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1542,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Elro Grill Island -huuvien poistoilmavirraksi valitaan 479 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen ISO 9943 -standardilla:**

$$\phi_{qt} = 0,37 \frac{\text{kW}}{\text{kW}} * 36,0 \text{ kW} = 13,32 \text{ kW}$$

$$\text{RSHF} = 1$$

$$V_{qt} = \frac{0,7 * 13,32 \text{ kW}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1,214 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1214 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill Island -huuvien minimipoistoilmavirta on 1214 l/s.

**Ilmamäärän laskeminen konvektioilven virtausteorialla:**

$$\phi = 0,4 * 36000 \text{ W} = 14400 \text{ W}$$

$$D = 2 * 1,20 \text{ m} * \frac{1,60 \text{ m}}{1,20 \text{ m} + 1,60 \text{ m}} = 1,37 \text{ m}$$

$$z_{0,min} = 1,804 * 1,37 \text{ m} = 2,47 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,1 \text{ m} - (1,2 \text{ m} - 2,47 \text{ m}) = 3,37 \text{ m}$$

$$q_{v,min} = 0,0052 * (14400 \text{ W})^{\frac{1}{3}} * (3,37 \text{ m})^{\frac{5}{3}} = 0,960 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 960 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill Island -laitteen tuottaman konvektiopilven tilavuusvirta on 960 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Jevenin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,jeven} = 60 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 36,0 \text{ kW} * 0,7 = 1512 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -saarekkeelle tarvittava poistoilmavirta on 1512 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen Climeconin laskentaohjelmalla:**

$$V_{p,climecon} = 50 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{kW}} * 36,0 \text{ kW} * 0,7 = 1260 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

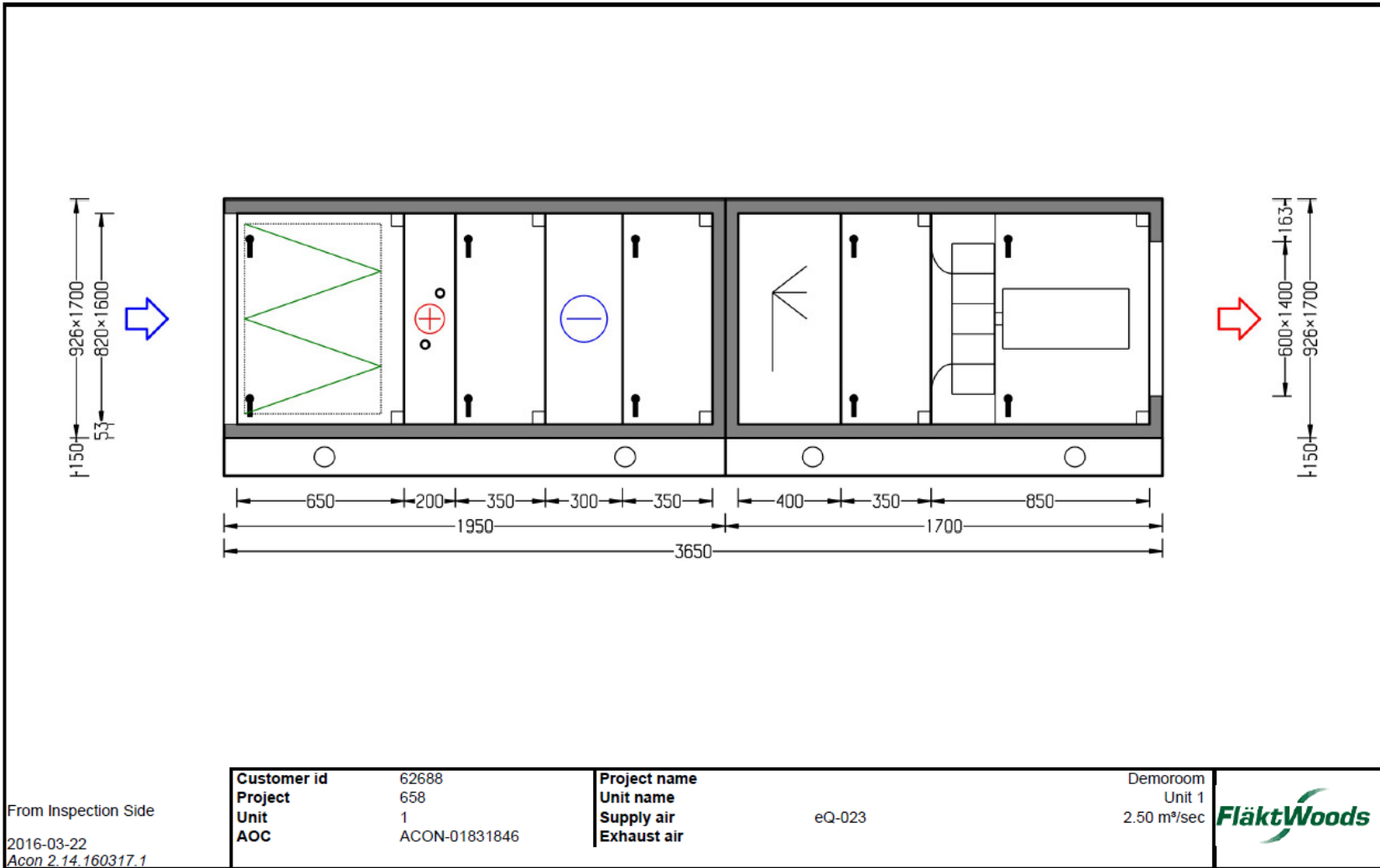
Elro Grill -saarekkeelle tarvittava poistoilmavirta on 1260 l/s.

#### **Ilmamäärän laskeminen SeaKingin huuvamitoituksella:**

$$Q_E = 3000 \text{ mm} * 0,3871 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} * \text{mm}} * 1 * 0,7 * 1,1 = 894 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Elro Grill -saarekkeelle tarvittava poistoilmavirta on 894 l/s.







## AIR HANDLING UNIT eQ

Project	658 ( ) / Demoroom	Acon 2.14.160317.1	
AOC	ACON-01831846		
Unit	1 ( ) / Unit 1	2016-03-22	
Size	023	Page 2/4	
Customer			
Customers ref.			
Our ref.			
Supply air flow	2.50 m <sup>3</sup> /sec	Exhaust air flow	0.00 m <sup>3</sup> /sec
Ext. static pressure	550 Pa	Ext. static pressure	0 Pa
Voltage	3 x 400V + N, 50 Hz	Weight	777 kg
Specific electric power demand	1.16 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Dimensioned for wet condition	
Ref. density	1.2 kg/m <sup>3</sup>	Ref. altitude above sea level	0 m

## SUMMARY TECHNICAL SPEC.

<b>Unit</b>			
Supply air flow	2.50 m <sup>3</sup> /sec	Installation	Indoor horizontal
Ext. static pressure	550 Pa	Material	AlZn sheet steel
		Thermal insulation	T3
		Condensation insulation	TB3
Dim. temp. summer	24 °C	Leakage class	L2
Dim. humidity summer	53.1 %	Casing strength	CEN D2
Dim. temp. winter	-20 °C	Filter grade supply	F7
Dim. humidity winter	90 %	Filter grade extract	
Temperature in, supply air, summer	20 °C	Temperature in, extract air, summer	25 °C
Air humidity in, supply air, summer	35 %	Air humidity in, extract air, summer	55 %
Temperature in, supply air, winter	20 °C	Temperature in, extract air, winter	25 °C
Air humidity in, supply air, winter	35 %	Air humidity in, extract air, winter	55 %
Heat recovery efficiency	0.0 %	Heat recovery capacity	0.00 kW
SFPv supply air	1.16 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Total dry weight	777 kg
SFPv total sum	1.16 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Heaviest block	412 kg

## Coils

	Capacity [kW]	Air In [°C/%]	Air Out [°C/%]	Water in/out [°C]	Antifreeze	Water [l/s]	Water [kPa]	Conn [mm]
Air heater	118	-20/90	19/4.2	60/30		0.95	8.5	32

## Motor data

Voltage	3 x 400V + N, 50 Hz
Power, supply flow	4.8 kW
Current, full load, supply flow	10.2 A

## SOUND POWER LEVELS

(standard: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Octave band (Hz)	Lw per octave band (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Fresh air connection	70	70	84	72	69	64	56	55	77
Supply air connection	72	72	88	86	85	79	75	73	89
To surroundings	63	59	71	54	51	50	43	35	63

## TOLERANCE

According to EN 13053 the LwA tolerance is 4dB. Octave band tolerances are presented in the tolerance table

Octave band (Hz)	Lw per octave band (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
TOLERANCE	8	6	6	6	6	4	4	7	4



#### AIR HANDLING UNIT eQ

Project	658 () / Demoroom	Acon 2.14.160317.1
AOC	ACON-01831848	
Unit	1 () / Unit 1	2018-03-22
Size	023	Page 3/4
Customer		
Customers ref.		
Our ref.		
Supply air flow	2.50 m <sup>3</sup> /sec	Exhaust air flow 0.00 m <sup>3</sup> /sec
Ext. static pressure	550 Pa	Ext. static pressure 0 Pa
Voltage	3 x 400V + N, 50 Hz	Weight 777 kg
Specific electric power demand	1.18 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Dimensioned for wet condition
Ref. density	1.2 kg/m <sup>3</sup>	Ref. altitude above sea level 0 m

Frequency converters and motors mounted external are not included in the sound power levels



AIR HANDLING UNIT eQ

Project  
AOC  
Unit  
Size

658 () / Demoroom  
ACON-01831848  
1 () / Unit 1  
023

Acon 2.14.160317.1

2018-03-22  
Page 4/4

Fan chart - Supply air - EQLK-023-2-2-1-1-6-1-1-1-1-2

EQLK-023-2/027-2

