



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jari Lindberg

Standardin EN 16282 vaikutus ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

4.5.2020

Tekijä Otsikko	Jari Lindberg Standardin EN 16282 vaikutus ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnittelussa
Sivumäärä Aika	32 sivua + 7 liitettä 4.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yliopettaja Aki Valkeapää DI Vikke Niskanen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä eurooppalaisen standardin EN 16282 vaikutuksiin ammattikeittiöiden ilmanvaihtosuunnittelussa. Työssä vertaillaan eroavaisuuksia suomalaisiin määräyksiin ja ohjeisiin ilmamäärä-, lämpöolo-, äänitaso sekä kosteusvaatimuksissa.</p> <p>Lisäksi työssä lasketaan mallikohteeseen tarvittava poistoilmamäärä Suomalaisien minimiilmavirtojen mukaan sekä EN-standardin kolmella eri laskentametodilla. Työssä perehdytään myös ammattikeittiön tulo- ja poistoilmaratkaisuihin sekä kohdepoistotyyppeihin. Työssä käydään lyhyesti läpi myös kohdepoistolaitteiden eri rasvanerotusmenetelmät.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selkeä laskentaopas ilmamäärien laskemista varten standardin EN 16282 eri laskentamenetelmillä. Laskentaopas helpottaa ilmanvaihtosuunnittelijan työtä ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnittelussa.</p>	
Avainsanat	ammattikeittiö, huuva, ilmamäärä

Author Title	Jari Lindberg Effect of Standard EN 16282 on Design of Ventilation for Commercial Kitchens
Number of Pages Date	32 pages + 7 appendices 4 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Aki Valkeapää, Principal Lecturer Vikke Niskanen, Design Manager
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to study the effects of the European standard 16282 on the design of ventilation design for commercial kitchens. The requirements for air volume, temperature, sound level and humidity in the Finnish regulations and in the European standard for ventilation systems were compared.</p> <p>In addition, this bachelor's thesis compared the methods of calculation in the standards. For an example, the airflow calculations for a commercial kitchen were done with the methods of both the Finnish regulations and the European standard. Furthermore, the thesis introduced supply and exhaust air solutions and source extractor types for commercial kitchens, and briefly reviewed the different grease separation methods of the source extractor types.</p> <p>The result of the thesis was a clear guide for the calculation of air flows according to the different calculation methods of the standard 16282. The calculation guide facilitates the tasks of ventilation designers in planning the ventilation for a commercial kitchen.</p>	
Keywords	commercial kitchen, extractor hood, air volume

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Teoriaosuus	2
2.1	Ammattikeittiöiden ilmanvaihto	2
2.2	Keittiötyypit	2
2.3	Standardin EN 16282 eroavaisuudet suomalaisiin määräyksiin ja ohjeisiin	3
2.3.1	Tulo- ja poistoilmanvaatimukset	4
2.3.2	Lämpöolovaatimukset	7
2.3.3	Äänitasovaatimukset	9
2.3.4	Kosteusvaatimukset	9
3	Tuloilmaratkaisut	10
3.1	Sekoittava ilmanvaihto	11
3.2	Syrjäyttävä ilmanvaihto	11
4	Poistoilmaratkaisut	12
4.1	Yleispoistot	12
4.2	Huuvat	13
4.2.1	Huuvatyypit ja rakenteet	13
4.2.2	Huuvan suunnittelu- ja asennusperiaatteet	14
4.3	Ilmastointikatot	16
4.3.1	Ilmastointikatto tyypit ja rakenteet	16
4.3.2	Ilmastointikaton suunnittelu- ja asennusperiaatteet	16
5	Laskentaopas	17
5.1	Vertailukohteen laskelmat FINVAC-oppaan minimi-ilmavirtojen mukaan	18
5.2	Vertailukohteen laskelmat EN-standardin 16282-1 mukaisesti	18
5.2.1	Yksinkertainen menetelmä	18
5.2.2	Sieppausilmaan perustuva menetelmä	19
5.2.3	Yksityiskohtainen menetelmä	21

6	Rasvanerotus	26
6.1	Mekaaniset rasvanerottimet	27
6.2	Keskipakoisvoimasuodatin	27
6.3	UV-järjestelmä	28
6.4	Otsonijärjestelmä	29
6.5	UV-valon ja titaanioksidin fotokatalyyysi rasvanpoistossa	29
7	Yhteenveto	30
	Lähteet	31

Liitteet

Liite 1. Laitetyyppien ominaislämpökuormat (EN 16282-1 standardi)

Liite 2. Mallikohteen keskuskeittiö, Metos Oy Ab

Liite 3. Mallikohteen valmistus- ja dieettikeittiö, Metos Oy Ab

Liite 4. Mallikohteen astianpesualue, Metos Oy Ab

Liite 5. Poistoilmamäärän laskeminen EN-standardin 16282-1 yksinkertaisella menetelmällä

Liite 6. Valmistuskeittiön ilmamäärän laskeminen EN-standardin 16282-1 sieppausilma-menetelmällä.

Liite 7. Keskuskeittiön poistoilmamäärän laskeminen EN-standardin 16282-1 yksityiskohtaisella menetelmällä.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua ja vertailla suomalaisia ammattikeittiön ilmanvaihtoon liittyviä ohjeita sekä määräyksiä eurooppalaiseen ammattikeittiöiden ilmanvaihdon EN-standardiin 16282. Opinnäytetyössä vertaillaan kyseisien ohjeiden, määräyksiä sekä standardin välisiä eroja ilmamäärä-, lämpöolo-, äänitaso- sekä kosteusvaatimuksissa. Työssä on myös käyty läpi standardin 16282-1 eri laskentatavat poistoilmamäärän laskentaa varten sekä vertailtu tuloksia suomalaisien ohjeiden poistoilmavirta suosituksiin.

Opinnäytetyössä tutustutaan myös eri yleistulo- ja poistoilmaratkaisuihin sekä laitekoh-
taiseen epäpuhtauksien poistoon kuten ilmakupuihin ja ilmastointikattoihin sekä näiden suunnittelu ja asennusperiaatteisiin. Lisäksi työssä tutustutaan lyhyesti ammattikeittiön likaisen poistoilman rasvanerotus menetelmiin.

Tämä opinnäytetyö on tehty insinööritoimisto Granlund Oy:n toimeksiannosta ja työn pohjalta tehdään yrityksen sisäiseen käyttöön selkeä ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnitteluohje standardin EN 16282 mukaan.

2 Teoriaosuus

2.1 Ammattikeittiöiden ilmanvaihto

Ammattikeittiön ilmanvaihdon tarve on erilainen kuin muualla rakennuksessa. Ammattikeittiön ilmanvaihtoon vaikuttaa enimmäkseen keittiöön sijoitettavien keittiölaitteiden käyttötarkoitus sekä laitteiden määrä. Keittiön ilmanvaihdon suunnittelun ongelmiksi muodostuu haastavat työskentelyolosuhteet. Keittiön sisäilmaston ongelmia ovat esimerkiksi korkea lämpötila, suuri kosteusmäärä, laitteiden lämpösäteily, melu, veto ja huono ilmanlaatu. [1; 2.]

Tutkimusten mukaan ruuanvalmistusprosessissa on todettu vapautuvan terveydelle haitallisia aineita sekä kaasu- että partikkelimuodossa. Ruuanvalmistuksessa syntyvien epäpuhtauksien määrä vaihtelee suuresti käytetyn ruuanvalmistus tavan sekä valmistettavan raaka-aineen mukaan. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa edellä mainittuihin ongelmatekijöihin sekä edistää hyvien ja terveellisten työskentelyolosuhteiden aikaansaamista. [2]

2.2 Keittiötyypit

Ammattikeittiöt voidaan jakaa eri tyypeihin niiden ruuan valmistustavan ja käyttötavan mukaisesti. Ammattikeittiöt luokitellaan keskus-, kuumennus-, jakelu-, valmistus- sekä komponenttikeittiöihin. Kaikkia näitä keittiötyyppejä yhdistää ruuanvalmistuksen ammattimaisuus.

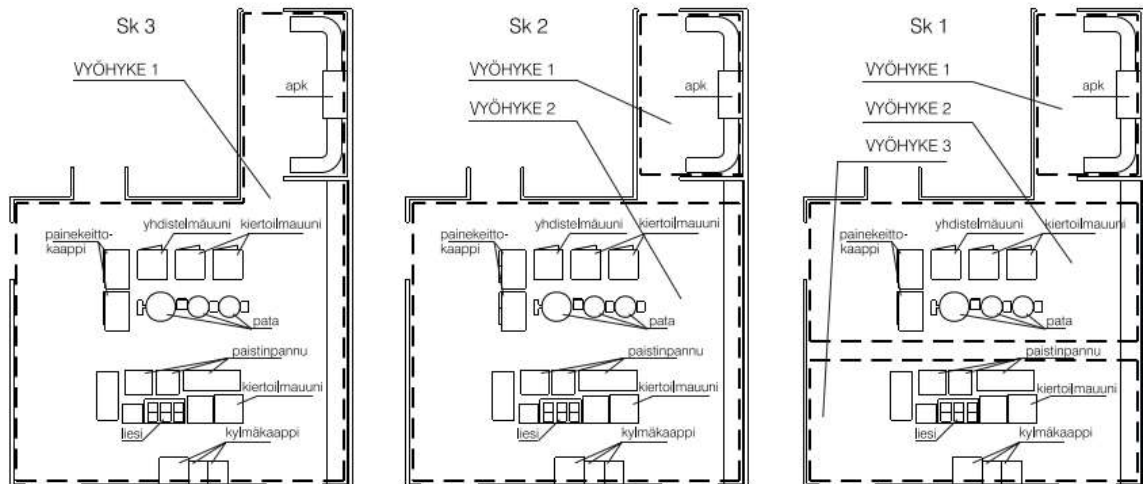
Keskuskeittiössä valmistettu ruoka toimitetaan muihin keittiöihin jaettavaksi. Keskuskeittiöstä ruoka voidaan toimittaa kuumina jakelukeittiöihin tai kylminä/pakastettuina kuumennuskeittiöille. Jakelukeittiöissä ruuan valmistusta ei tapahdu ollenkaan vaan ruoka tuodaan suoraan keskuskeittiöltä. Kuumennuskeittiössä voidaan kuumentaa valmiita eläinvalmisteita, pakasteita tai keskuskeittiöltä tulleita jäähdytettyjä/pakastettuja tuotteita. Kuumennuskeittiöissä salaatit, jälkiruuat sekä tapauskohtaisesti toinen ateriovaihtoehto tehdään itse.

Valmistuskeittiöt ovat ammattikeittiötyypeistä yleisin. Valmistuskeittiöissä kaikki ruoka valmistetaan pääsääntöisesti itse ja valmistettu ruoka tulee omaan käyttöön. Valmistuskeittiöissä ruokaa voidaan valmistaa esimerkiksi paistamalla, grillaamalla tai uunissa. Komponenttikeittiössä ruoka valmistetaan esivalmisteluista raaka-aineista. [1]

2.3 Standardin EN 16282 eroavaisuudet suomalaisiin määräyksiin ja ohjeisiin

Vuonna 2012 julkaistussa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 sekä tämän vuonna 2018 korvanneessa ympäristöministeriön asetuksessa ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” ja asetuksen tueksi vuonna 2017 julkaistussa FINVAC ry:n ”Opas ilmanvaihdon mitoitus muissa kuin asuinrakennuksissa” keittiöilmanvaihdon mitoitukseen liittyvät ohjeet ovat hyvin suppeat. Suomalaisten määräyksien sekä ohjeiden ja standardin EN-16282 välillä on eroavuuksia ilmamäärä-, lämpötila- sekä äänitasovaatimuksissa. Toisin kuin ympäristöministeriön asetuksessa ja FINVAC ry:n oppaassa EN-standardissa otetaan kantaa myös ammattikeittiön lämpötilaan ja ilmankosteuteen.

Ympäristöministeriön asetuksen 1009/2017 sekä FINVAC ry:n mitoitusoppaan ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvien puutteiden takia yleisemmin ammattikeittiöiden suunnittelussa käytetäänkin LVI-korttia 06-10304 tämän kattavampien suunnitteluohjeiden takia. LVI-kortissa 06-10304 ammattikeittiöiden sisäilmasto on jaettu kolmeen eri luokkaan (Sk1, Sk2 ja Sk3). Luokittelun tavoitteena on tuoda tilaajalle esille eri vaihtoehtoisia sisäilmaston tasovaatimuksia sekä auttaa suunnittelijaa valitsemaan tarvittavat järjestelmät, jotta haluttu sisäilmaluokka voidaan saavuttaa. [1] Kuvassa 1 on havainnollistettu eri sisäilmastoluokkien merkitystä käytännössä.



Kuva 1. Esimerkki eri sisäilmastoluokkien säätövyöhykkeistä [1].

Sk1 on sisäilmastoluokista paras ja tämän tason vaatimuksena on, että jokaisella erityyppisellä työpisteellä on oma säätövyöhykkeensä, jotta sisäilmasto-olosuhteet saadaan hallittua myös työpistekohtaisesti. Säätövyöhykkeiden määrä vaihtelee keittiön koon ja keittiölaitteiden sijoittelusta. Sk2-luokan sisäilmastossa vaatimukset ovat hieman väljemmät kuin Sk1-luokassa. Sk2-luokassa keittiö varustetaan omalla ilmanvaihtojärjestelmällä. Astianpesu- ja ruoanvalmistusosasto erotetaan erillisiksi vyöhykkeiksi. Tässä luokassa työpisteen käyttäjän ilmanvaihdon säätömahdollisuudet ovat huonommat kuin Sk1-luokassa. Sk3-luokassa sovelletaan lähinnä minimimääräyksiä ja ohjeita riittävän sisäilmaston saavuttamiseksi. Tässä luokassa koko keittiö on samaa vyöhykettä, eikä työpisteinen ilmanvaihdon säätäminen ole mahdollista. [1]

2.3.1 Tulo- ja poistoilmanvaatimukset

FINVAC ry:n mitoitusohjeissa ammattikeittiöiden ilmanvaihtoon liittyvät ohjeet ovat hyvin suppeat, sillä määräyksistä ja ohjeista löytyy vain suuntaa antava taulukko ammattikeittiöiden ilmanvaihdon minimiarvoista. Ympäristöministeriön asetuksen sekä FINVAC ry:n ohjeiden sijasta Suomessa sovelletaan LVI-kortin 06-10304 ohjeita, jonka avulla keittiön poistoilmamäärän mitoitus voidaan tehdä kalustekohtaisesti laitteen lämpö-, kosteus- ja epäpuhtauskuorman mukaisesti.

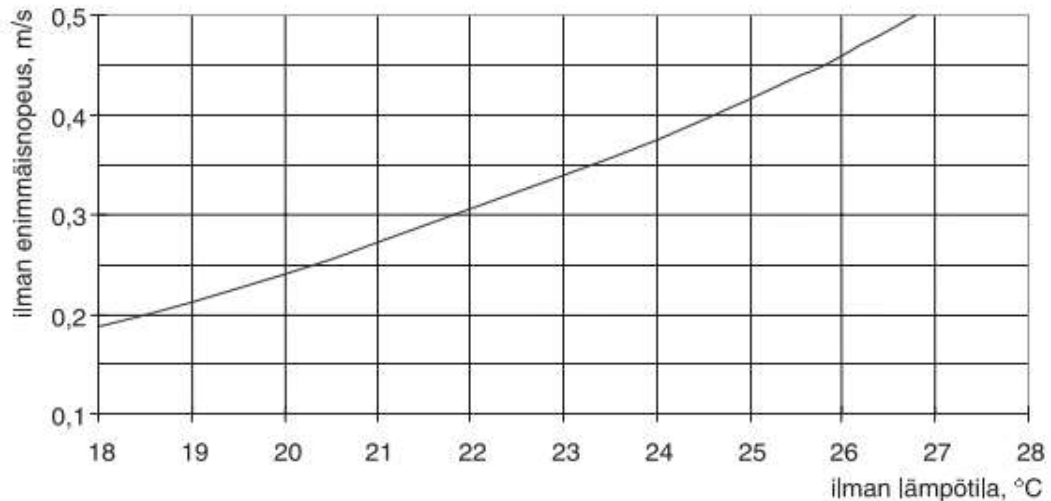
EN 16282-1 -standardin etuna on, että ammattikeittiön poistoilmamäärän laskentaan voidaan käyttää kolmea eri laskentamenetelmää suunnittelun eri vaiheissa: ilmanvaihtuvuus tunnissa neliötä kohden, sieppausilmaan perustuva menetelmä sekä yksityiskohmainen laskentamenetelmä sisältäen laskentakaavan, jonka avulla voidaan laskea kalustekohtaiset ilmamäärät epäpuhtauskuormien mukaan. Standardin laskentaohje ottaa huomioon myös tuloilmajakotavan. Standardi sisältää myös erillisen taulukon keittiön oheistilojen ilmamäärien mitoitus varten.

EN 16282 -standardissa sekä FINVAC ry:n oppaassa on annettu tuntiperusteiset ilmamäärät, joita voidaan käyttää suunnittelun alkuvaiheessa, mikäli suunnittelijalla ei ole tarkempaa tietoa keittiön tulevista keittiölaitteista. FINVAC ry:n ohjeissa on annettu RakMK D2:n päivitettyt minimi-ilmavirrat (taulukko 1) valmistuskeittiöille, kuumennuskeittiöille sekä jakelukeittiöille. FINVACin mitoitusohjeeseen on myös lisätty ilmavirrat komponenttikeittiöille ja sairaalan osastokeittiöille. FINVAC ry:n mitoitusohjeen minimi-ilmavirtoja ei tulisi kuitenkaan käyttää suunnittelussa sillä vaadittavat ilmavirrat ovat todellisuudessa paljon suuremmat. Minimii-ilmavirtojen käyttäminen suunnittelussa voi johtaa esimerkiksi liian pienen kanavakoon käyttöön, joka johtaa ääniongelmiiin sekä liian pieniin tilavarauksiin. [4]

Taulukko 1. Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksessa on esitetty mini-ilmavirtausvaatimukset eri keittiötyypeille [3].

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Keittiöt				LVI 06-10304 ¹⁾
Keskuskeittiö			15	Keskuskeittiöissä ruoka valmistetaan muualle kuljetettavaksi LVI 06-10304 ¹⁾
Valmistuskeittiö			15 dm ³ /s,m ² , koko keittiöalue 25 dm ³ /s,m ² , kuuma keittiö	Ruoka valmistetaan yleensä esikäsitellyistä raaka- aineista LVI 06-10304 ¹⁾ Mitoitus laitteiden ja niiden sijoittelun mukaisesti, ahtaissa keittiöissä suurempi arvo väljissä pienempi, lopullinen mitoitus aina laitteiden mukaan ks. myös CEN standardi ²⁾
Komponenttikeittiö			10	Ruoka valmistetaan esivalmistetuista raaka- aineista LVI 06-10304 ¹⁾
Kuumennuskeittiö			10	Ruoka kuumennetaan einesvalmisteista, pakasteista tai keskuskeittiön tuotteista LVI 06-10304 ¹⁾
Jakelukeittiö esim. sairaalan osastokeittiö			5	Jakaa muualta tulleen lämpimän tai kylmän ruoan LVI 06-10304 ¹⁾
Kahviokeittiö			3	Kuitenkin vähintään 30 dm ³ /s,keittiö
Astianpesutila			10	
Ruoka-aineiden esikäsitely		2-4	2-4	Ruoka-aineesta riippuen
Kuivavarasto			0,5	
Kylmävarastot >4 m ²			0,35	
Jätehuone			5	
Jäähdytetty jätehuone			2	

Keittiöön puhallettavan ilmannonopeutta on myös tärkeää kiinnittää huomiota. Keittiössä liian suuri ilman nopeus tai alhainen lämpötila saattaa aiheuttaa vedon tunnetta. Kuvassa 2 on esitetty LVI-kortin 06-10304 antamat ilman enimmäisnopeudet eri lämpötiloille. Mitä alhaisempi on keittiön ilmanlämpötila sitä pienempi ilman nopeuden tulee olla, jotta vedon tunnetta ei ilmene. Standardin EN 16282 ilmavirtausvaatimukset ovat lähes samat kuvan 2 esitettyjen arvojen kanssa. [1]



Kuva 2. Ilmavirtojen enimmäisnopeudet eri ilman lämpötiloilla [1].

EN-standardin ohjeiden mukaan ilmavirtojen enimmäisnopeus tulee mitata työpisteiden kohdalta 1,7 metrin korkeudelta. Ilmamääriä suunniteltaessa tuloilmavirtauksen maksimi määränä tulisi käyttää $25 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$, jotta vedon tunnetta ei ilmenisi keittiössä. [7]

2.3.2 Lämpöolovaatimukset

Keittiön lämpöolot muodostuvat ilman lämpötilasta, lämpösäteilystä, lämpötilojen vaihtelusta ja lämpötilaeroista. On tärkeää, että keittiön lämpöolot saadaan pidettyä hallinnassa sillä se vaikuttaa oleellisesti työntekijöiden työtehoon. Mikäli keittiössä tai ruoanvalmistus pisteellä on liian kylmä tai kuuma, tämä lisää tapaturmien riskiä. Liian kuuma lämpötila aiheuttaa mm. unettomuutta ja väsymystä koska kuumempi ilma tuntuu tunkkaiselta ja kuivemmalta kuin viileä ilma. Lämpötila ei saa myöskään olla liian alhainen, sillä tämä aiheuttaa työntekijöille vedon tunnetta sekä huonontaa sorminäppäryyttä ja käsivoimaa. [1; 5.]

Keittiön lämpötilaan vaikuttavat suurimmaksi osaksi keittiölaitteet. Keittiölaitteista lämpö voi siirtyä keittiön huoneilmaan kahdella eri tavalla: konvektiolla suoraan huoneilmaan sekä säteilemällä eri huonepinoille. Kohdepoistojen avulla huoneilmasta voidaan poistaa ainoastaan konvektio-osuus. Mikäli säteilyn aiheuttava lämpökuorma halutaan poistaa, tulee käyttää tuloilman jäähdytystä. [2]

Ammattikeittiön sisälämpötila pyritään pitämään 19–22 °C, jotta työtahokkuus sekä työntekijöiden viihtyvyys saataisiin pidettyä mahdollisimman hyvänä. Sisälämpötila mitataan työpisteen kohdalta 1,1 metrin korkeudelta. Keittiön sisälämpötila saa kuitenkin hetkellisesti poiketa $\pm 2\text{--}3$ °C tiettyjen ruoanvalmistus prosessien aikana. Sisälämpötilan hetkellisellä poikkeamalla tarkoitetaan sisälämpötilan suurinta sallittua alle 15 minuutin pituista poikkeamaa asetusravosta. Suunnitelmissa tulee aina laskennallisesti osoittaa, että kuvan 3 ohjeelliset lämpötilat eivät ylitä kesäajan mitoituskriteereillä. Kesäajan mitoituskriteereinä käytetään ulkolämpötilaa 25 °C ja ulkoilman entalpiaa 55 kJ/kg (suhteellinen kosteus 60 %) [1; 6.]

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

Kuva 3. Ruoanvalmistus- ja astianpesuosaston sisäilmaston ohjearvot eri tasoluokissa [1].

EN standardissa annetut lämpötilavaatimukset poikkeavat hieman LVI-kortin 06-10304 annetuista arvoista. LVI-kortissa SK1-luokan sisälämpötilaksi talvella on määritetty 19–21 °C sekä kesällä 19–23 °C. EN standardissa lämpötilavaatimukset ovat hieman väljemmät ja ilmanlämpötilan tulisi olla 18–26 °C, väissä, mutta näistä arvoista voidaan kuitenkin poiketa tiettyjen ruoanvalmistusprosessien aikana. [1; 7.]

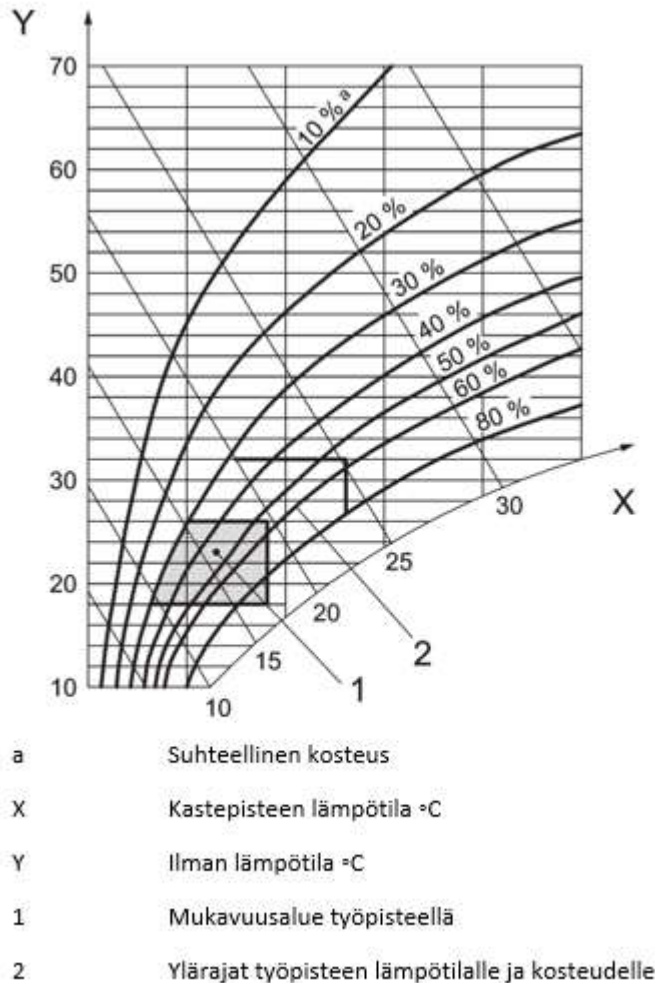
2.3.3 Äänitasovaatimukset

Keittiön äänitason voimakkuuteen vaikuttaa merkittävimmin ilmanvaihto- ja lämmitys/jäähdytysjärjestelmät. Keittiön äänitaso on tärkeää pitää määrättyjen rajojen sisällä, jotta keittiössä työolosuhteet säilyisivät mahdollisimman hyvinä.

Äänitasorajoitukset LVI-kortin ohjeissa ovat huomattavasti tiukemmat kuin EN-standardissa. LVI-kortissa äänen enimmäispainetaso on kaikille sisäilmastoluokille 40 dB (A). EN-standardin 16282 mukaan keittiön työskentely alueella riittää, että ilmanvaihtojärjestelmän äänenpainetaso rajoittaa arvoon 60 dB (A). Mikäli keittiöstä jaetaan annoksia avoimelta tiskiltä, voidaan äänenpainetaso rajoittaa arvoon 50 dB (A). Tämä rajoituksen sallitaan ylittyvän 5 dB(A):n verran tiloissa, joissa pestään astioita tai muita keittiölaitteita. [7]

2.3.4 Kosteusvaatimukset

Ammattikeittiössä kosteuden hallinta tapahtuu riittävän hyvän ilmanvaihdon avulla. Keittiölaitteet tuottavat suuria kosteuskuormia, jotka on poistettava tilasta, jotta työolosuhteet saataisiin pidettyä kurissa. SK-luokitusten mukaan ammattikeittiöiden suhteellisen kosteuden tulisi olla alle 70 %. EN 16282-1 -standardissa keittiön ilmakehän kosteuden raja-arvot on esitetty kuvassa 4. [1; 7.]



Kuva 4. Ammattikeittiön kosteuden ja lämpötilan raja-arvot [7].

3 Tuloilmaratkaisut

Tuloilma pyritään tuomaan keittiöön niin, että se aiheuttaisi mahdollisimman vähän vedon tunnetta eikä heikentäisi poistotehokkuutta. Tuloilman toteuttaminen voi osoittautua haasteelliseksi suurien ilmamäärien vuoksi sillä tarvittava tuloilman määrä on noin 80–90 % tarvittavasta kokonaispoistoilmavirrasta. Tuloilmalaitteiden sijoittelussa on huomioitava, että tuloilmavirta ei aiheuta voimakkaita ilmavirtauksia kohdepoistojen läheisyydessä. [1; 8.]

Ilmanvaihdonsuunnittelussa on tärkeää käsitellä tilaa kokonaisuutena ottaen huomioon sekä tulo- että poistoilmajärjestelmät niin että ne toimivat yhdessä tehokkaasti. Mikäli suunnittelussa keskitytään pelkästään poistoilmalaitteiden suunnitteluun voi tämä johtaa huonosti toimivaan kokonaisjärjestelmään sekä vaikuttaa negatiivisesti työolosuhteisiin. [2]

3.1 Sekoittava ilmanvaihto

Sekoittavassa ilmanvaihdossa tavoitteena on pyrkiä sekoittamaan tuloilma tehokkaasti huoneilmaan. Sekoittavassa järjestelmässä tilan tulo- ja poistoilmalaitteet sijaitsevat kattotasossa. Sekoittavalla ilmanvaihdolla pyritään saavuttamaan huonelämpötilan asetusarvot sekä pitämään huonelämpötila mahdollisimman tasaisena. Tämä voi kuitenkin osoittautua haasteelliseksi, sillä lämpöä syntyy ammattikeittiöissä paljon ja ilma kerrosuu luonnollisesti. Tämän takia tuloilma menettää osan jäähdystestehostaan sekoittuessaan lämpimään ilmaan katossa. Sekoittava ilmanvaihto voi häiritä myös ruuanvalmistuksessa syntyvää poistoilmavirtaa suurempien ilmannopeuksien vuoksi. Tämän takia sekoittavaa ilmanvaihtoa olisi parempi hyödyntää esimerkiksi ruokailusalin ilmanvaihtoratkaisuna eikä keittiön ilmanvaihdossa. [5]

3.2 Syrjäyttävä ilmanvaihto

Pieninopeusilmanjakojärjestelmän eli syrjäyttävän ilmanvaihdon toiminta perustuu lämmönlähteen kuten ihmisen tai keittiölaitteen aiheuttamaan pystysuoraan konvektiovirtaukseen. Syrjäyttävässä ilmanvaihdossa ilma tuodaan tilaan piennopeustuloilmalaitteilla, jonka jälkeen ilma lämpenee keittiötilassa ja nousee konvektion avulla tilan kattotasoon, josta se voidaan poistaa. Syrjäyttävässä ilmanvaihdossa pienen tuloilmavirta nopeuden takia ilmavirta ei myöskään häiritse huuvien poistoilmavirtausta. Tämän ansiosta syrjäyttävällä ilmanvaihdolla voidaan saavuttaa erinomaiset työskentelyolosuhteet. [5; 9.]

Suosittelavaa on, että keittiön ilmanvaihto toteutettaisiin käyttämällä syrjäyttävää ilmanvaihtoa tai piennopeusilmanjakoa, koska tarvittavan poistoilman tarve syrjäyttävällä

ilmanvaihto järjestelmällä on noin 1,2 kertaa pienempi kuin sekoittavalla ilmanvaihtojärjestelmällä kun pyritään samaan poistotehokkuuteen. [2]

4 Poistoilmaratkaisut

Keittiön hyvän ilmanvaihdon takaamiseksi tarvitaan tuloilmalaitteiston lisäksi kohdepoistoja sekä yleispoisto. Päätelaitteiden kokoon ja rakenteeseen vaikuttaa sen palveleman keittiölaitteen käyttötarkoitus, keittiölaitteiden layout sekä tavoiteltava sisäilmastoluokka. Ammattikeittiön poistoilmalaitteina käytetään joko höyrykupua eli huuvaa tai ilmastointikattoa. Keittiöön mitoitettavan poistoilmamäärän tulisi olla noin 10–20 % suurempi kuin tuloilmamäärän, jotta tila saadaan pidettyä alipaineisena, eikä ilman epäpuhtaudet pääse leviämään muualle rakennukseen. [8] Talotekniikkainfossa poistoilmasta on ohjeistettu seuraavasti:

”Paikallispoistoa käytetään aina, kun huonetilassa syntyy keskitetysti pölyä, kaasuja tai höyryjä. Epäpuhtauksien poiston tehokkuutta voidaan lisätä epäpuhtauslähteen koteloinnilla. Esimerkiksi keittiöt varustetaan liesikuvulla tai vastaavalla kohdepoistolla.” [10]

4.1 Yleispoistot

Ammattikeittiössä suurin osa poistoilmasta poistuu kohdepoistojen kautta, mutta tasaisen ilmanlaadun takaamiseksi keittiöön vaaditaan myös yleispoisto. Yleispoiston tarkoituksena on palvella niitä tiloja, joita kohdepoistot eivät palvele kuten esimerkiksi käytäviä, varastotiloja ja niiden laitteiden lähetyvillä, jotka eivät tarvitse kohdepoistoa. Myös kylmävarastot, joiden pinta-ala ylittää 4 m², tulee varustaa poistoilmalaitteella, koska säilytettävät elintarvikkeet kuten vihannekset tuottavat kaasuja kypsyessään. Muodostuvat kaasut täytyy poistaa tilasta tuotteiden hyvänä säilymisen vuoksi. Tarvittava ilmamäärä yleispoistolle on noin 10 % kokonaispoistoilmamäärästä. Yleispoistoilmalaitteet tulee sijoittaa keittiöön niin, että keittiöön syntyy mahdollisimman vähän vaakasuuntaisia konvektiovirtauksia. [8; 11.]

4.2 Huuvat

Höyrykupujen eli huuvien tarkoituksena on poistaa ruoan valmistuksessa syntyvä liiallinen lämpö, savu ja höyry. Mikäli epäpuhtauksia ei poisteta suoraan keittiölaitteen yläpuolelta, ruoan valmistuksessa vapautuvat epäpuhtaudet sekoittuvat laitteista syntyvään kuumaan poistoilmavirtaan ja leviävät kaikkialle keittiöön alentaen työolosuhteita merkittävästi. Lisäksi keittiön ilmaan levinneet epäpuhtaudet muodostavat rasvakerroksen keittiön pinnoille ja poistoilmakanavistoon, josta voi aiheutua tulipalon riski. [5]

Huuvien hyötysuhdetta voidaan parantaa käyttämällä sieppaussuihkua. Sieppaussuihkulla saadaan aikaan eräänlainen ilmaverho, joka estää lämpimän ja epäpuhtaan ilman sekoittumisen huonetilan ilmaan. Sieppaussuihkujärjestelmällä voidaan vaikuttaa merkittävästi tarvittavaan poistoilmavirtaan. Huuva, joka ei ole varustettu sieppausilmasuihku järjestelmällä vaatii 36 % enemmän poistoilmavirtaa, jotta samaan hyötysuhteeseen päästään. [2]

4.2.1 Huuvatyypit ja rakenteet

Huuvat voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin huuvan rasvanerotuskyvyn mukaan. Tyypin 1 huuvat on tarkoitettu keräämään ja poistamaan ruoan valmistuksessa syntyvä rasva sekä ilman epäpuhtaudet. Tyypin 1 huuvia käytetään esimerkiksi pariloiden, liesin ja uunien kohdepoistona. Tyypin 1 sisältää rasvanpoistolaitteiston sekä palonestolaitteiston. Tyypin 2 huuvat jaettu kahteen pääryhmään: huuviin, jotka sisältävät höyrynpoistolaitteiston ja huuviin, jotka on tarkoitettu ainoastaan lämmön ja hajujen poistoon eivätkä ne välttämättä sisällä rasvanpoistolaitteistoa tai palonestolaitteistoa. Tyypin 2 huuvaa voidaan käyttää esimerkiksi astianpesukoneiden kohdepoistona tai muun sellaisen laitteen, jota käyttäessä ei synny isoja määriä epäpuhtauksia ja rasvaa kuten esimerkiksi kevyet ruuan lämmityslaitteet. [12; 13.]

Huuvan kokoon ja rakenteeseen vaikuttaa sen palveleman keittiölaitteen käyttötarkoitus sekä keittiölaitteen sijainti. Esimerkiksi jos keittiölaitteet on sijoitettu saarekemaisesti, valitaan huuvatyypin, joka on tarkoitettu asennettavaksi irti seinästä. [14]

Huuvan materiaalina tulee käyttää taulukon 2 mukaisia materiaaleja ja huuvassa käytettävien materiaalien paksuus tulisi olla vähintään 1,00 mm sekä huuvaan yhdistettyjen kanavien materiaalipaksuutena 1,25 mm. Käytettävien materiaalien tulee olla itsestään sammuvia, eivätkä ne saa edistää mahdollisen tulipalon kulkua. [14; 16]

Taulukko 2. Huuvan materiaalivaatimukset [7].

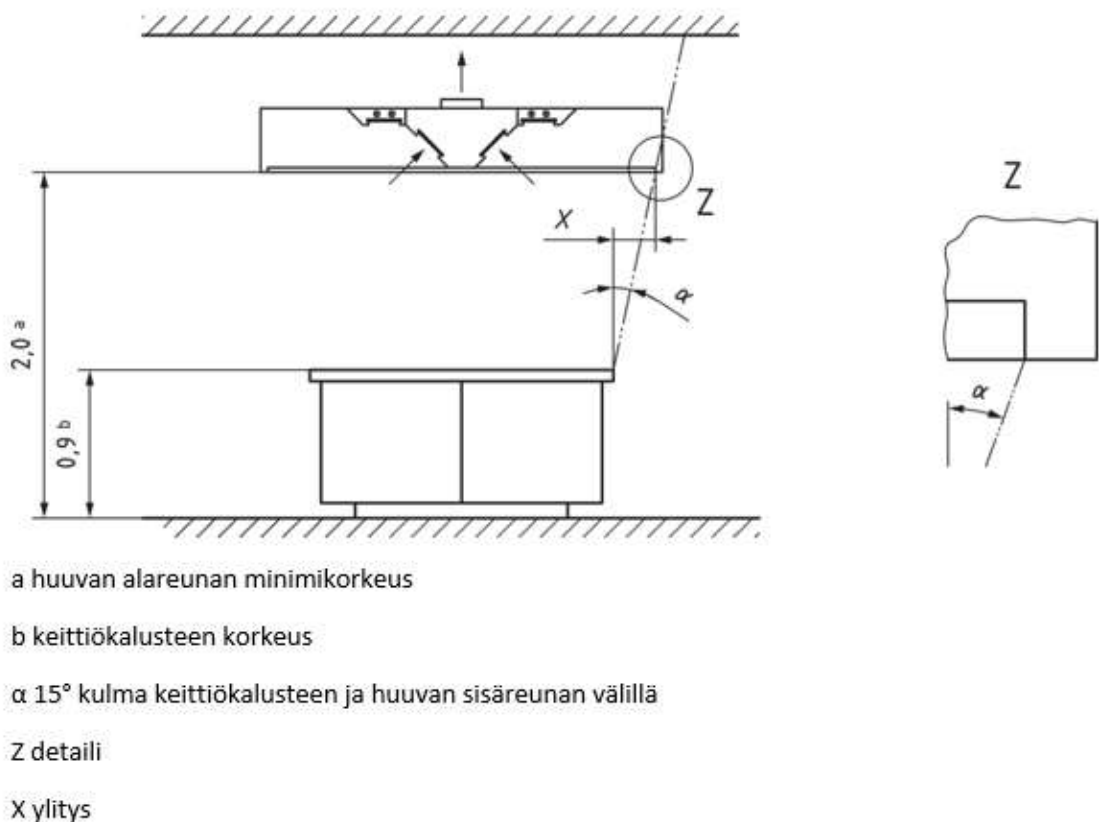
Komponentti/osa	Materiaali	Pinta
Kiinnikkeet	Ruostumaton teräs Teräs	Sinkitty
Huuvan rakenne	Ruostumaton teräs	
Valaisimen suoja	Suojalasi Polykarbonaatti	
Otsapinnan osat	Ruostumaton teräs Alumiini Kupari	Pintakäsitelty Pintakäsitelty
Integroidut kanavat	Ruostumaton teräs Alumiini	

Huuvan täytyy olla helposti puhdistettavissa ja käytettävien materiaalien tulee olla siileäpintaisia puhdistuksen helpottamiseksi. Mikäli huuva sisältää valaistuksen tulee valaisimien olla upotettuna huuvaan niin että, huuvan pinta pysyy tasaisena, ettei valaisin häiritse ilmavirtaa tai kerää epäpuhtauksia. Valaisimen tiiviysluokan tulee olla vähintään IP 65. [14]

4.2.2 Huuvan suunnittelu- ja asennusperiaatteet

Huuvan alareunan korkeus on yleensä noin 2100 mm:n korkeudella lattiapinnasta mitattuna, jolloin tavanomaisen huuvan yläreuna on noin 2660 mm:n lattiapinnasta. Tämä korkeus saattaa kuitenkin vaihdella huuvatyypin ja keittiölaitteen käyttötarkoituksen mukaan. Kuten esimerkiksi grillihuuvat asennetaan lähemmäs keittiölaitetta kuin normaaliin käyttötarkoitukseen tarkoitetut huuvat. Huuvien yläpuolelle tulisi jättää tarpeeksi tilaa tarvittavalle ilmanvaihtokanavistolle sekä kanaviston paloneristykselle ja muille taloteknisille järjestelmille. Tyypillisesti huuvien yläpuolelle tulisi jättää 800–1500 mm:n tyhjää tilaa. Kanaviston mitoituksessa käytetään normaaleja mitoitusperiaatteita, jolloin kanaviston virtausnopeuden suositus on noin 5–7 m/s. [6]

Suunnitteluvaiheessa huuvin mitoituksessa on otettava huomioon, että huuvin sisäreuna on noin 15 asteen kulmassa keittiökaluksen ulkoreunaan nähden (kuva 5). Näin saadaan varmistettua, että huuvin ulkoreuna ylittää keittiökaluksen reunan vähintään 300 mm:llä. Tällä periaatteella saadaan ruoan valmistuksessa syntyvät epäpuhtaudet varmasti poistettua keittiöstä. Keittiölaitteilla, joilla on avattava ovi, kuten uuni tai höyrystimet tulee huuvin ulkoreunan olla vähintään 600 mm keittiölaitteen reunasta. Näihin laitteisiin pätee myös nyrkkisääntönä, että huuvin ulkoreuna peittää avattavan oven kokonaan. Huivassa tulee olla myös riittävästi ilmatilaa, jotta se pystyy poistamaan myös äkilliset kosteus sekä lämpökuormat esimerkiksi uunin ovea avattaessa. [8; 14.]



Kuva 5. Huuvin asennusperiaatteet [14].

Astianpesukoneiden huuvien suunnittelussa tulee ottaa huomioon koneellisen esipesun ja astioiden purussa syntyvä suuri kosteuskuorma. Astianpesukoneen huuvin suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että huuvin ulkoreunat ylittävät myös esipesun ja astioiden purkupisteen yläpuolelle. [8]

4.3 Ilmastointikatot

Ilmastointikatto on joustava ratkaisu ammattikeittiön ilmanvaihdon toteuttamiseksi, jos keittiössä lämpökuormat ovat suhteelliset alhaiset tai estetiikka on tärkeää. Ilmastointikatton toiminta perustuu konvektioon, jossa lämmin ja epäpuhtas ilma nousee ilmastointikatton lähelle, josta se poistetaan. Ilmastointikatto on hyvä keittiön ilmanvaihtoratkaisu suurille keittiöille kuten esimerkiksi koulujen ja sairaaloiden keittiöille. [2; 17]

4.3.1 Ilmastointikatto tyypit ja rakenteet

Ilmastointikatot voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin; avoimet ja suljetut katot. Avoin ilmastointikatto on alakatto, joka sisältää tulo- ja poistoalueet. Avoimen ilmastointikatton ja tilan katon väliin jää tyhjä alue, johon tulo- ja poistoilmakanavistot liittyvät sekä katon ja tyhjän tilan välistä aluetta voidaan käyttää ilmakammiona. Avoimen ilmastointikatton rakenne koostuu tulo- ja poistoilmakaseteista. Avoimen ilmastointikatton etuna on esteettisyys sekä keittiön layout muokkaus mahdollisuus tulo- ja poistoilmakasettien sijainnin vaihdettavuuden ansiosta. Avoimen ilmastointikatton käytön huonoja puolia on, että kattotyyppiä ei suositella käytettäväksi runsaiden epäpuhtauskuormien poistoon, alakatton yläpuolinen tila saattaa kerätä epäpuhtauksia ja suurien kosteuskuormien poistaminen saattaa aiheuttaa kondensoitumista. Lisäksi avoimen ilmastointikatton huoltaminen on kallista ja hankalaa sen rakenteen vuoksi. [17]

Suljettu ilmastointikatto on käytetyistä tyypeistä yleisempi. Suljetun ilmastointikatton selkeänä etuna on, että siinä voidaan hyödyntää sieppausilmaa, joka parantaa ilmastointikatton epäpuhtauskuormien poistoa merkittävästi. Suljetussa ilmastointikatossa ilmastointikanavat voidaan liittää suoraan katon tulo- ja poistoilmamoduuleihin. Tällöin ei ole riskiä, että epäpuhtaudet kerääntyisivät ilmastointikatton ja tilan katon väliseen tyhjään tilaan. [5; 15; 17.]

4.3.2 Ilmastointikatton suunnittelu- ja asennuseriaatteen

Ilmastointikatto koostuu tulo- sekä poistoilmalaitteista ja siinä voidaan käyttää hyväksi sieppaussuihkua, joka ohjaa epäpuhtaudet ilmastointikatton mukaisesti poiston suuntaan. Sieppausilman määräksi riittää noin 10 % tarvittavasta kokonais-tuloilmavirrasta.

Sieppaussuihkun avulla voidaan parantaa koko ilmanvaihtojärjestelmän tehokkuutta ja sillä voidaan poistaa epäpuhtauksia jopa 40 % paremmin kuin ilmastointikatossa, jossa ei käytetä sieppaussuihkua. Sieppausilmasuihkua käyttämällä keittiön sisäilman laatu sekä lämpömukavuus paranee ja lisäksi sieppausilmaa hyödyntäessä mahdollinen energiansäästö voi olla jopa 23 %. [1; 2; 17.]

Ilmastointikaton likaisen ilman poisto tapahtuu mahdollisimman korkealta tilan alakattoon nähden, joten alakaton korkeus tulisi olla +2500–3000 mm. Ilmastointikaton poistotehokkuutta voidaan myös parantaa nostamalla ilmastointikattoa esimerkiksi 200–400 mm keittiölaitteen kohdalla ylöspäin. [1]

5 Laskentaopas

Tämän laskentaoppaan vertailukohteena käytetään pääkaupunkiseudulle valmistuvaa rakennusta, jonka bruttoala on noin 11 000 m². Rakennukseen on suunniteltu keittiö, joka tulee toimimaan keskuskeittiönä. Keittiössä valmistetaan noin 3 000 aterialla päivässä ja ruokalassa syö päivittäin noin 1 100 ihmistä. Osa keittiössä valmistettavasta ruuasta viedään eri puolille kaupunkia kerran päivässä.

Keskuskeittiön kokonaispinta-ala on noin 300 m², ja keittiö sisältää astianpesutilan sekä ruuan valmistustilat, kylmätilat ja lisäksi myös henkilökunnan tilat. Ruuan valmistustilaksi voidaan arvioida noin 70 m², ja se voidaan jakaa kahteen osaan; dieettikeittiöön ja valmistuskeittiöön. Astianpesutilan koko tulee olemaan noin 40 m². Nämä tilat tarvitsevat epäpuhtaus- ja kosteuskuormien vuoksi joko huuvat tai ilmastointikaton.

Laskentaoppaassa ilmavirrat lasketaan neljällä eri tavalla: RakMK D2:n päivitettyjen arvojen eli FINVAC ry:n oppaan arvojen mukaan, EN-standardin 16282-1 yksinkertaisella menetelmällä, sieppausilmaan perustuvalla menetelmällä sekä yksityiskohtaisella menetelmällä.

5.1 Vertailukohteen laskelmat FINVAC-oppaan minimi-ilmavirtojen mukaan

FINVAC ry:n julkaisemassa annetut ilmamäärät ovat minimi-ilmavirtoja ja niitä tulisi käyttää vain esisuunnitteluvaiheessa. Keittiön ilmanvaihdon suunnittelussa olisi tämän takia hyvä käyttää joko LVI-korttia 06-10304 tai standardia EN 16282-1. FINVAC ry:n oppaassa annettu poistoilmamäärä keuhuskeittiölle on 15 dm³/s, m², ruuanvalmistusalueelle 25 dm³/s, m² sekä astianpesutilalle 10 dm³/s, m². Poistoilmamäärät FINVAC ry:n oppaan mukaan on laskettu taulukossa 3.

Taulukko 3. Laskennan tulokset FINVAC ry:n oppaassa annetuilla minimi-ilmamäärillä.

Tila	Tilan koko m ²	Tarvittava ilmamäärä l/s
Astianpesu	39	390
Ruuanvalmistus	70	1750
Yleiset tilat	100	1500

Minimi-ilmavirroilla laskettuna keittiön astianpesutilalle ilmavirraksi saatiin 390 l/s, keittiön yleistiloille 1 500 l/s sekä ruuanvalmistustilalle noin 1 750 l/s. Keittiön yhteisilmamääräksi saatiin noin 3 640 l/s.

5.2 Vertailukohteen laskelmat EN-standardin 16282-1 mukaisesti

5.2.1 Yksinkertainen menetelmä

Yksinkertaista laskentamenetelmää voidaan käyttää hankesuunnitteluvaiheessa, mikäli keittiöön tulevista laitteista ei ole vielä tarkempia tietoja ja tiedossa on vain keittiön arvioitu pinta-ala. EN-standardissa 16282-1 on annettu tuntiperusteiset ilmamäärät, joiden avulla voidaan arvioida keittiöön tarvittava ilmamäärä. Keittiön ruuanvalmistusalueelle ja astianpesutilaan ilmanvaihtuvuuden tulee olla 120 (m³/h)/m², sekä keittiön yleistiloille 90 (m³/h)/m². Keittiön alustavat ilmamäärät on laskettu tuntiperusteisella menetelmällä taulukossa 4. Saaduilla tuloksilla voidaan arvioida tulevaan keittiöön huuvien sekä tulo- ja poistoilmakanavien kokoa, mutta ilmamäärät tulee laskea yksityiskohtaisella menetelmällä, kun keittiölaitteiden sijoittelu, käyttötarkoitus sekä muut tarvittavat tiedot on käytävissä.

Taulukko 4. Yksinkertaisen laskentatavan tulokset.

Tila	Tilan koko m ²	Tarvittava ilmamäärä m ³ /h, m ²	Tarvittava ilmamäärä dm ³ /s, m ²
Astianpesu	39	4680	1300
Ruuanvalmistus	70	8400	2333
Yleiset tilat	100	9000	2500

Tuntiperusteisen laskentatavan mukaan saatiin alustaviksi ilma määriksi ruuanvalmistustiloille 2 333 (dm³/s)/m², astianpesutilalle 1 300 (dm³/s)/m² sekä keittiön yleisille tiloille 2 500 (dm³/s)/m². Keittiön yhteisilmamääräksi saatiin noin 6 133 l/s.

5.2.2 Sieppausilmaan perustuva menetelmä

Sieppausilmaan perustuvaa menetelmää voidaan käyttää hyväksi, kun keittiöön tulevista kalusteista on käytettävissä lisätietoja, kuten tulevat keittiölaitetyypit, keittiölaitteiden korkeudet, huuvan alareunan korkeus lattiapinnasta mitattuna sekä huuvan esteetön ulkoreunan säde. Kun laityyppi on tiedossa, voidaan määrittää ilmannoisuus keittiölaitteen ja huuvan alareunan välillä. Ilmannoisuus määrittyy laitteen tuottamien epäpuhtauskuormien perusteella. Ilmannoisuudet on määritelty laityypeille seuraavasti: kevytpäästöisille laitypeille kuten uunit ja keittopadat 0,15 m/s, keskipäästöisille laitypeille kuten friteerauskeittimet ja bratt-pannut 0,225 m/s sekä raskaspäästöisille laitypeille kuten hiiligrillit 0,3 m/s.

Huuvan esteetön ulkokehä voidaan määrittää, kun keittiön layout on tiedossa ja keittiölaitteiden sijainnit tiedetään. Mikäli huuva sijaitsee esimerkiksi seinää vasten, lasketaan seinää vasten oleva reuna esteelliseksi reunaksi, eikä sitä ei oteta poistoilmavirran laskentaan mukaan, joten tarvittava ilmavirta tulee olemaan pienempi kuin esimerkiksi saarekkeessa sijaitsevalle keittiölaitteelle. Tarvittava poistoilmavirta keittiölaitteelle sieppausilmamenetelmällä lasketaan kaavan 1 mukaan.

$$q_{v-t,ext} = v \times 3600 \times U \times h_d \quad (1)$$

$q_{v-t,ext}$	on poistoilmavirta (m ³ /h)/m ²
v	on ilmavirran nopeus huuvan ja keittiölaitteen välillä
U	on huuvan esteetön ulkoreunan säde (m)
H_d	on keittiölaitteen yläpinnan ja huuvan alareunan välinen etäisyys

Sieppausilmamenetelmän esimerkkilaskennassa käytetään vertailukohteen valmistuskeittiö osiota. Valmistuskeittiö sisältää neljä yhdistelmäuunia sekä kolme keittopataa. Kaikki laitteet sijaitsevat seinää vasten, joten huuvan esteetön ulkokehä on tällöin pienempi. Laskennassa oletetaan, että huuvan alareuna on 2,1 metrin korkeudella lattiapinnasta. Valmistuskeittiön pohjakuva on esitetty liitteessä 2. Sieppausilmaan perustuvalla menetelmällä saadut poistoilmamäärät on esitetty taulukossa 5. Laskentavaiheet on esitetty liitteessä 5.

Taulukko 5. Valmistuskeittiön tarvittavat ilmamäärät sieppausilma menetelmällä laskettuna.

Valmistuskeittiö							
Laitekoodi	Laite	Laitteen korko (mm)	H _d (m)	v (m/s)	U (m)	Tarvittava ilmamäärä (m ³ /h)	Tarvittava ilmamäärä (dm ³ /s)
30	Yhdistelmäuuni	1800	0,3	0,15	4	648	180
30	Yhdistelmäuuni	1800	0,3	0,15	4	648	180
30a	Yhdistelmäuuni	1343	0,757	0,15	4	1635	454
30a	Yhdistelmäuuni	1343	0,757	0,15	4	1635	454
31	Keittopata	1535	0,565	0,15	3,5	1068	297
32	Keittopata	1535	0,565	0,15	3,5	1068	297
32	Keittopata	1535	0,565	0,15	3,5	1068	297

Sieppausilmamenetelmällä saatiin valmistuskeittiön ilmavirraksi noin 2 160 dm³/s. Lasketuilla ilmavirroilla voidaan arvioida keittiön ilmanvaihtojärjestelmän tulo- ja poistolaitteiden kokoa sekä tarvittavan ilmanvaihtokanaviston kokoa. Tarkemmat laskelmat tulee kuitenkin laskea yksityiskohtaisella menetelmällä, kun tulevien keittiölaitteiden tarkemmat tiedot ovat saatavilla.

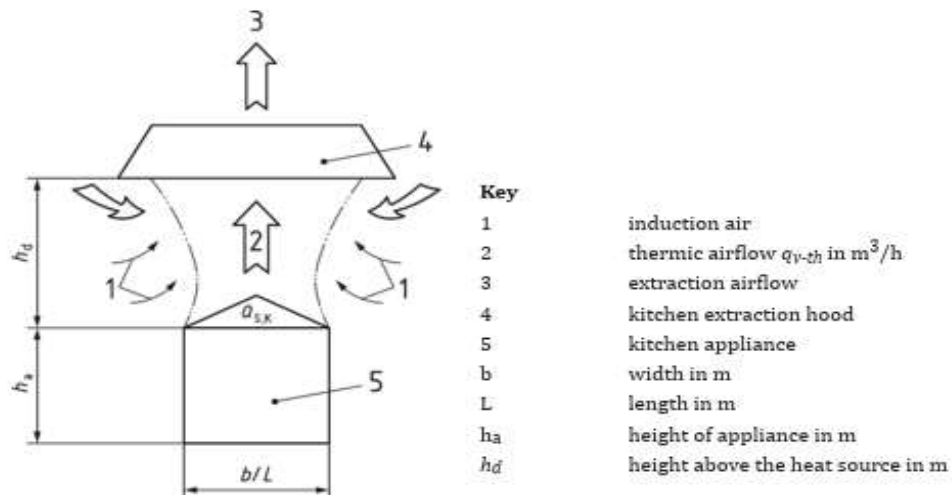
5.2.3 Yksityiskohtainen menetelmä

Standardin 16282-1 yksityiskohtaista laskenta menetelmää voidaan käyttää toteutus-suunnittelu vaiheessa, kun ilmanvaihtosuunnittelijan käytössä on keittiön lopullinen laiteluettelo sekä tulevan keittiön layout. Kun keittiölaitteiden käyttötarkoitus, kalusteluettelo sekä sijoittelu on tiedossa, voidaan määrittää tarvittavat arvot laskemista varten. Tässä laskentaesimerkissä käytetään mallikohteen laiteluetteloä sekä keittiön pohjakuvia, jotka on esitetty liitteissä 2–4. Taulukossa 6 on esitetty kohteen dieettikeittiön, valmistuskeittiön sekä astianpesutilojen kohdepoiston vaativien keittiölaitteiden lähtötiedot.

Taulukko 6. Laiteluettelo kohdepoiston vaativista keittiölaitteista.

Dieettikeittiö			
Laitekoodi	Laite	Koko mm (l*s*k)	Sähköteho kW
20	Keittopata	1155x720x900/1535	22
21	Yhdistelmäuuni	800x900x1800	37
22	Liesi	800x800x900	16
28	Yhdistelmäuuni	880x900x1100/1850	18
Valmistuskeittiö			
Laitekoodi	Laite	Koko mm (l*s*k)	Sähköteho kW
30 (2kpl)	Yhdistelmäuuni	1100x1100x1800	66
30a (2kpl)	Yhdistelmäuuni	1110x960x1343	66
31	Keittopata	1560x1100x900/1535	52
32 (2kpl)	Keittopata	1360x920x900/1535	38
Astianpesu			
Laitekoodi	Laite	Koko mm (l*s*k)	Sähköteho kW
85	Koripesukone	3455x700x1900	47
88	Raepatapesukone	1450x970x1890	20

Kun tulevien keittiölaitteiden lähtötiedot ovat selvillä voidaan selvittää muut tarvittavat tiedot laskentaa varten. Jotta tarvittava poistoilmamäärä saadaan laskettua, lasketaan ensin konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} . Tarvittavat tiedot konvektiovirtauksen ilmavirran laskentaa varten ovat lämmönlähteen konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$, keittiölaitteen ja huuvan välinen korkeus z , keittiölaitteen kokotiedot b ja L (leveys ja syvyys), vähennyskerroin r sekä samanaikaisuuskerroin ϕ . Kuvassa 6 on esitetty keittiölaitteesta muodostuvan konvektiovirtauksen muodostuminen.



Kuva 6. Lämmönlähteen muodostama konvektiovirtaus laitteen yläpuolella [7].

Lämmönlähteen konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ lasketaan kaavan 2 mukaan.

$$Q_{s,k} = P \times Q_s \times 0,5 \quad (2)$$

$Q_{s,k}$ on lämmönlähteen konvektiivinen lämpökuorma

P on keittiölaitteen liitäntäteho [kW]

Q_s on laitetyypin ominaislämpökuorma [W/kW] (ks. liite 1)

Kun lämmönlähteen konvektiivinen lämpökuorma on laskettu, lasketaan laitteen hydraulinen halkaisija laitteen kokotietojen avulla. Hydraulinen halkaisija vaikuttaa keittiölaitteen tuottamaan lämpövirtauksen kokoon. Hydraulinen halkaisija lasketaan kaavan 3 mukaan.

$$d_{hyd} = 2 \times L \times \frac{b}{L+b} \quad (3)$$

d_{hydr} on hydraulinen halkaisija

L on keittiölaitteen leveys [m]

B on keittiölaitteen syvyys [m]

Vähennyskerroin r määräytyy keittiölaitteen sijainnin mukaan. Mikäli laite on asennettu seinää vasten kertoimena, käytetään arvoa 0,63. Mikäli laite asennetaan muualle kuin seinää vasten kuten esimerkiksi saarekkeessa vähennyskerroin on tällöin 1. Liitteessä 3 nähdään, että valmistuskeittiössä sijaitsevat yhdistelmäunit ja keittopadat on sijoitettu seinän läheisyyteen, joten tällöin näiden laitteiden vähennyskerroin on 1. [7]

Samanaikaisuuskerroin määrittyy keittiölaitteen käyttöajasta ja käyttötarkoituksesta sekä keittiötyypistä. Samanaikaisuuskerroin on yleensä 0,5–1,0 välillä. Esimerkiksi ravintola keittiöissä kertoimena käytetään arvoja 0,8–1,0 ja laitoskeittiöissä samanaikaisuuskerroin on 0,5–0,9 välillä. Astianpesukoneille samanaikaisuuskertoimena käytetään aina arvoa 1,0. Arvoihin tarkennusta voidaan saada vielä, mikäli tiedetään, käytetäänkö keittiölaitetta koko ruuanvalmistus prosessin ajan. Taulukossa 7 on esitetty EN-standardin 16282-1 määrittämiä samanaikaisuuskertoimia erikokoisille keittiöille sekä ruuanvalmistusprosesseille. [8]

Taulukko 7. Standardin EN 16282-1 samanaikaisuuskertoimet [7].

Type of kitchen		Kitchen designation								
		Small kitchen			Medium-sized kitchen			Large kitchen		
		Meals per day	Serving per cooking period	Simultaneity factor φ^a	Meals per day	Serving per cooking period	Simultaneity factor φ^a	Meals per day	Serving per cooking period	Simultaneity factor φ^a
Gastronomical establishments (snack bars, restaurants, hotel kitchens)		< 100	-	1,0	< 250	-	0,7	> 250	-	0,7
Kitchens in canteens, casinos, messes		-	150	0,8	-	< 500	0,6	-	> 500	0,6
Kitchens in hospitals	Main kitchens	-	250	0,8	-	< 650	0,6	-	> 650	0,6
	Distribution kitchens	-	40	1,0	-	-	-	-	-	-
Kitchens in institutions		-	100	0,9	-	< 250	0,6	-	> 250	0,6
Preparation kitchens, mixed kitchens		-	50	0,9	-	< 400	0,6	-	> 400	0,6
Industrial meal preparation (remote kitchens, cook-chill kitchens, flight catering kitchens, central kitchens)		-	-	-	< 3000	-	0,7	> 3000	-	0,7

Kun lämmönlähteen konvektiivinen lämpökuorma sekä hydraulinen halkaisija on laskettu, voidaan laskea keittiölaitteesta nouseva konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} (terminen ilmavirtaus). Konvektiovirtauksen ilmavirta lasketaan kaavalla 4.

$$q_{v-th} = k \times \left(\sum_{j=1}^m Q_{S,K} \times \varphi \right)^{\frac{1}{3}} \times (z + 1,7d_{hyrd})^{\frac{5}{3}} \times r \quad (4)$$

q_{v-th} on konvektiovirtauksen ilmavirta [m^3/h]

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

m on keittiölaitteiden määrä blokissa

φ on samanaikaisuuskerroin

z on huuvan alapinnan etäisyys keittiölaitteen pinnasta

r on vähennyskerroin

Tarvittavaan poistoilmamäärään vaikuttaa lisäksi tuloilmajaon tapa. Mikäli tuloilma tuodaan tilaan laminaarisesti, on poistoilmamäärän tarve pienempi kuin sekoittavalla ilmanvaihdolla tilaan tuotu tuloilma. Ilmanjakotavan kertoimet on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Eri ilmanjakotapojen kertoimet [7].

Type of flow	Degree of air diffusion "a" for kitchen extraction hoods and kitchen extraction ceilings
Mixed flow	1,25
Radial ATD (air terminal device)	1,20
Plane ATD	
Laminar flow	1,10
Displacement ATD ceiling	1,05
Displacement ATD wall	

Kun konvektiovirtauksen ilmavirta on laskettu sekä tuloilmanjakotapa on päätetty, voidaan laskea tarvittava poistoilmamäärä q_{v-cap} . Poistoilmavirta lasketaan kaavan 5 mukaan kertomalla konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} ilmanjakotavasta määräytyvällä kertoimella a .

$$q_{v-cap} = q_{v-th} \times a \quad (5)$$

q_{v-cap} on tarvittava poistoilman määrä [m^3/h]

q_{v-th} on konvektiovirtauksen ilmavirta [m^3/h]

a on tuloilman jakotavan kerroin

Astianpesukoneiden poistoilmamääränmäärämittoituksessa voidaan käyttää taulukossa 9 annettuja arvoja.

Taulukko 9. Ilmamäärät astianpesukoneille [7].

Ser. No.	Code	Designation	Washing performance ^a in standard plate/h	Recommended air-flow range in m^3/h	Total heat applied for
1	K	Hand loaded programmed automatic machines Single basket machine	250 to 1250	750 to 1500	Tank heaters, boiler heaters and pump motors For small washing performances, tank and boiler heaters can be interlocked.
2	D	Double basket machine	1000 to 2500	1500 to 3000	
3	KT	Basket transport machine	1600 to 5000	2000 to 5000	Tank heaters, boiler heaters, drier heaters and motor drives
4	BT	Conveyor transport machine			

^a The washing performance refers to a standard 260 mm diameter flat plate.
NOTE The figures quoted are for the machine only; the room in which they are located needs to be treated separately according to [Table 2](#).

Keskuskeittiöön tulevien keittiölaitteiden yhteisilmavirraksi saatiin yksityiskohtaisella menetelmällä 2 440 l/s. Astianpesukoneille ilmavirroiksi voidaan arvioida 3 000 m^3/h eli noin 835 l/s astianpesutilassa sijaitsevalle koneelle sekä raapatapesukoneelle 1 500 m^3/h eli noin 420 l/s. Astianpesualueen ilmavirta määritellään erikseen taulukon 10 mukaan. Keskuskeittiön kaikkien laitteiden poistoilmamääräksi saadaan yhteensä 3 690 l/s.

Keittiölaitteiden tarvittavan poistoilmamäärän sekä yleispoiston lisäksi määritellään ilmamäärät oheistiloille. Oheistiloihin kuuluu esimerkiksi lihan- ja kalanvalmistelualue, varastot sekä astianpesualue. Oheistilojen ilmamäärät on esitetty taulukossa 10. Oheistilojen yhteisilmavirraksi saatiin määritettyä noin 1 350 l/s.

Taulukko 10. Oheistiloille määritetyt ilmavirrat [7].

Area	Volumetric airflow in m ³ /(m ² h)
Meat preparation	25
Fish preparation	25
Poultry preparation	25
Vegetable preparation	25
Dry store	6
Bread store	6
Non-food store	6
Room occupied by personnel	10 ^a
Personnel changing room/WC/shower	^a
Empties store	6
Hot meal delivery point	60
Dishwashing area ^b	80
^a Please note the possible existence of national regulations for Workplaces.	
^b The figures quoted are for the dishwasher room only; the dishwasher needs to be treated separately according to Table A.3 .	

Keittiön oheistilojen sekä keittiölaitteiden poistoilmamäärä on yhteensä noin 5 040 l/s.

Lasketun keittiölaitteiden poistoilmamäärän lisäksi keittiöön tarvitaan yleispoisto, jotta keittiö saadaan pidettyä alipaineisena. Tarvittava yleispoiston määrä on noin 10 % lasketusta poistoilmamäärästä. Yleispoiston määrä keittiölle olisi tällöin 504 l/s. Keittiön tuloilmavirran suuruus on noin 80–90 % mitoitetusta poistoilmamäärästä. Tarvittava tuloilmavirta keskuskeittiölle olisi tällöin 4 536 l/s.

6 Rasvanerotus

Rasvanerottimien tarkoitus on estää ruuanvalmistuksessa syntyvän rasvan pääsyn sekä mahdollisen tulipalon etenemisen poistoilmakanavistoon. Rasvanerotusjärjestelmiä on erityyppisiä ja niiden toiminta perustuu yleensä joko törmäys- tai keskipakoperiaatteen sekä yleensä lisäksi myös kemialliseen rasvanerotusmenetelmään.

Mekaanisella rasvanerotuksella saadaan poistettua ilmavirrasta suurimmat epäpuhtaudet ja rasvapartikkelit. Mekaanisella rasvanerotuksella saadaan poistoilmasta erotettua halkaisijaltaan 5 µm suuremmat partikkelit. [2]

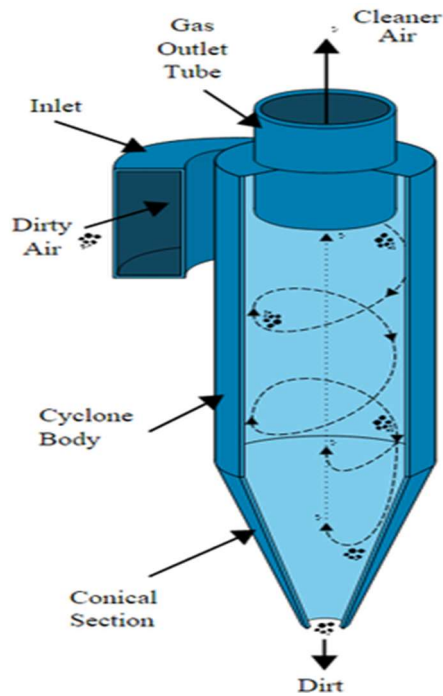
Mekaanisen rasvanerotuksen jälkeen jäljelle jäänyt kaasumainen rasva voidaan hajottaa kemiallisesti UV-valolla vedeksi ja hiilidioksidiksi tai otsonin avulla. Kemiallisen rasvanerotuksen jälkeen poistoilmakanavaan pääsevän rasvan määrän pitäisi olla huomattavasti pienempi, jolloin palon leviämisen riski ja puhdistuksen tarve saadaan mahdollisimman alhaiseksi. Likaisesta poistoilmasta rasvanerotimiin kerääntynyt rasva poistetaan erottimesta manuaalisesti.

6.1 Mekaaniset rasvanerottimet

Mekaanisilla rasvanerottimen tehtävä on edistää paloturvallisuutta estämällä tulen leviämisen poistoilmakanavistoon sekä poistaa likaisesta poistoilmasta suuret rasvahiukkaset, joita kemiallinen rasvanerotus ei pysty hajottamaan. Kun mekaaninen rasvanerotin toimii hyvin, kanaviston ja muun laitteiston puhdistustarve vähenee huomattavasti. Mekaanisia rasvanerotustapoja on erilaisia kuten esimerkiksi keskipakoisvoimaan perustuva suodatin ja verkkosuodatukseen. [2]

6.2 Keskipakoisvoimasuodatin

Keskipakoisvoimaan perustuvat erottimet tunnetaan myös syklonierottimina. Syklonierottimessa poistoilmavirran nopeus vaikuttaa huomattavasti erottimen suodatustehoon. Syklonierottimen toiminta perustuu syklonin sisällä muodostuvaan pyörteeseen, jossa rasvartikkelit ja muut epäpuhtaudet sinkoavat erottimen sisäseinämille ja tätä pitkin epäpuhtaudet valuvat keräysastiaan. Kuvassa 7 on esitetty syklonierottimen peruseriaate. Eri huuvavalmistajat ovat kehittäneet omia syklonierottimiaan, mutta toimintaperiaate on hyvin samanlainen. [1]



Kuva 7. Syklonierottimen toimintaperiaate [20].

6.3 UV-järjestelmä

Mekaanisen suodatuksen lisäksi ultraviolettisäteilyn avulla likaisesta ja rasvaisesta poistoilmasta voidaan poistaa tehokkaasti myös pienimmät hiukkaset sekä kaasut. UV-valo ja lampuista syntyvä otsoni reagoi rasvapartikkeleiden kanssa sekä kaasumaisten epäpuhtauksien kanssa muuttaen nämä hiilidioksidiksi ja vesihöyryksi. Kemiallinen prosessi ei ole kuitenkaan täydellinen, joten poistoilma täytyy silti johtaa suoraan ulos. [2] Kuvassa 8 on vertailtu huuviin poistoilmakanavistoa, joista oikeanpuolimmainen on varustettu UV-valo rasvanerotimella.



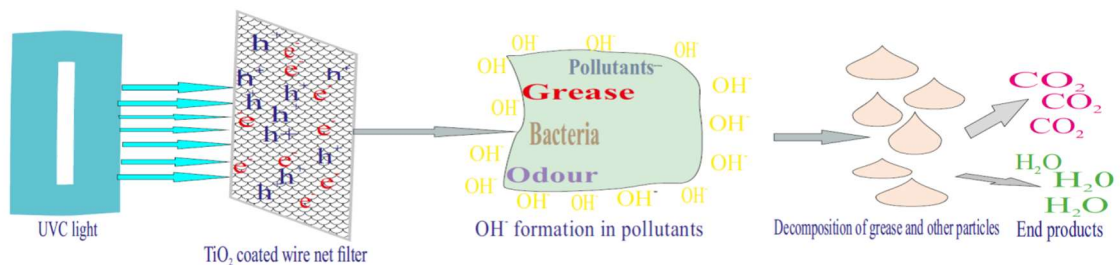
Kuva 8. Huuvan poistoilmakanavisto ilman UV-järjestelmää sekä UV-järjestelmän kanssa [21].

6.4 Otsonijärjestelmä

Otsonijärjestelmä hajottaa poistoilmasta tehokkaasti kaasumaiset rasvat sekä pienet rasvapartikkelit. Otsonigeneraattorissa tapahtuva reaktio hapettaa ruoanlaitossa syntyvän rasvan tehokkaasti vedeksi, hiilidioksidiksi ja pieneksi määräksi pölyä. Otsonigeneraattori vaatii lisäksi hyvin vähän ylläpitoa asentamisen jälkeen. [18]

6.5 UV-valon ja titaanioksidin fotokatalyysi rasvanpoistossa

Rasvanerotuksessa voidaan käyttää hyödyksi myös UV-valon ja titaanioksidin (TiO_2) yhdistelmää. Titaanioksidilla varustettu suodatin reagoi UV-valon vaikutuksesta tehostaen rasvanpoisto tehokkuutta. UV-valon avulla luodaan titaanioksidin fotokatalyysi, joka hajottaa rasvan ja muut orgaaniset aineet hiilidioksidiksi ja vedeksi. Kuvassa 9 on esitetty UV-valon ja titaanioksidin toimintaperiaate rasvanerotuksessa. [19]



Kuva 9. Titaanioksidin ja UV-valon toimintaperiaate rasvanerotuksessa [19].

7 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä käytiin läpi standardin EN 16282 eroavaisuuksia tarkasteltiin ilmamäärä-, lämpöolo-, äänitaso- sekä kosteusvaatimuksissa Suomalaisien määräyksien sekä ohjeiden välillä sekä laskettiin tarvittavat ilmamäärät mallikohteen keskuskeittiölle eri laskentamenetelmillä. Standardin EN 16282 etuna on, että yksityiskohtaisella menetelmällä saadaan laskettua keittiölaitteiden poistoilmavirta keittiölaitetyyppi kohtaisesti. Laskentametodissa otetaan myös huomioon keittiön tuloilmajako tapa. Ammattikeittiön työskentelyolosuhteet on tärkeää pitää vaatimuksien mukaisina, jotta työntekijöiden työtehokkuus ja viihtyvyys saataisiin pidettyä mahdollisimman hyvänä.

Laskentaosiossa kävi ilmi, että standardin EN 16282 laskentamenetelmillä lasketut ilmamäärät ovat huomattavasti suuremmat kuin suomalaisien määräyksien minimi-ilmavirroilla lasketut ilmamäärät. Ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnittelussa olisi hyvä käyttää standardin EN 16282 laskentamenetelmiä suomalaisien määräyksien minimi-ilmavirtojen sijasta, jotta voidaan varmistua, että tilavaraukset ilmanvaihtokanavistolle ja kohdepoistoille ovat tarpeeksi suuret.

Työssä käytiin läpi myös ammattikeittiön yleiset tulo- ja poistoilma ratkaisut yleisilmanvaihdolle sekä kohdepoistolaitteiden suunnitteluperusteet ja huomioon otettavat asiat huuvien ja ilmastointikaton mitoituksessa. Paloturvallisuuden ja laitteiston toimivuuden sekä puhtauden kannalta on tärkeää huolehtia myös riittävän tehokkaasta rasvanerotuksesta. Rasvanerotuksen tarve määräytyy keittiölaitteen käyttötarkoituksen mukaan.

Opinnäytetyön pohjalta tullaan laatimaan ammattikeittiön ilmanvaihdon suunnitteluohje Granlund Oy:n sisäiseen käyttöön. Suunnitteluohjeessa tullaan perehtymään tarkemmin laitevalintoihin ja suunnitteluprosessiin. Tavoitteena on luoda selkeä ohje ilmanvaihtosuunnittelijan käyttöön.

Lähteet

- 1 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. 2000. LVI 06-10304 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö ja LVI-keskusliitto.
- 2 Sandberg, Esa. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 3 Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. 2017. FINVAC ry, Suomen LVI-liitto SuLVI ry, VVS Föreningen i Finland ry, Sisäilmayhdistys ry, Lämpöinsinööriyhdistys ry.
- 4 Ravintolat ja kahvilat. 2014. RT 94- 10443 -ohjekortti. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.
- 5 Halton Kitchen Desing Guide. Verkkoaineisto Halton Oy. <https://www.halton.com/dh/BAAHbzfOu8Be4KVk_A0Jk38dOZIS11tgmonef5dGs8hg53lx4wofMI-qOoJR2z736wPDigKt-bxY9_Dv789i6rfmumsv2YR6jcY5jXnqBN-JNzg1vY7392od2A3qQy4OYuGM2J/Halton-FS-Kitchen-Design-Guide-fi1309.pdf>. Luettu 23.1.2020.
- 6 Ammattikeittiöt. 2017. RT 94- 11254 -ohjekortti. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.
- 7 SFS-EN 16282-1. Equipment for commercial kitchens. Components for ventilation in commercial kitchens. Part 1: General requirements including calculation method. 2017. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS ry.
- 8 Erikoistilojen LVI-tekniikan-kurssi. 2019. Metropolia. Esityskalvot.
- 9 Seppänen, Olli. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Helsinki. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 10 Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas: 17 ilman jako ja poisto. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/16-ss-ilman-jako-ja-poisto>>. Luettu 25.1.2020.
- 11 Riski, Satu. 2019. Ammattikeittiöiden poistoilmamääränmitoitus. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 12 American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 2011, HVAC Applications, Atlanta 2011.

- 13 Clark, J. 2012. Design Considerations for Commercial Kitchen Ventilation. ASHRAE Journal. < <http://www.espair.co.in/download/commercial-kitchen-ventilation/ASHRAE-article-ckv-design-consideration.pdf>>. Vol. 54:2. S. 54–62. ISSN 0001-2491. Luettu 2.2.2020.
- 14 SFS-EN 16282-2. Equipment for commercial kitchens. Components for ventilation in commercial kitchens. Part 2: Kitchen ventilation hoods; desing and safety requirements. 2016. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS ry.
- 15 SFS-EN 16282-3. Equipment for commercial kitchens. Components for ventilation in commercial kitchens. Part 2: Kitchen ventilation ceilings; desing and safety requirements. 2016. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS ry.
- 16 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas: 6.3 Ilmakanavan materiaalivaatimukset. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. < <https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/6-3>>. Luettu 5.2.2020.
- 17 Kosonen, Risto., Mustakallio, Panu. 2003, The influence of a capture jet on the efficiency of a ventilated ceiling in a commercial kitchen. The International Journal of Ventilation.
- 18 Poistoilman käsittely kaupallisissa keittiöissä. Verkkoaineisto. Ozonetech Oy. <<https://www.ozonetech.com/fi/keitti%C3%B6n-poistoilma/ilmank%C3%A4sittelyn-hy%C3%B6dyt>>. Luettu 26.2.2020
- 19 Dahal, Karna. 2014. The Combined treatment of UV Light and Titanium Dioxide (TiO₂) in Grease Filtration Technique. Diplomityö. Lappeenranta University of Technology.
- 20 Cyclone separator. Verkkoaineisto. Energy Education. < https://energyeducation.ca/encyclopedia/Cyclone_separator>. Luettu 5.2.2020
- 21 UV-light technology. Verkkoaineisto. Halton Oy. < https://www.halton.com/fi_FI/marine/science-innovations/galley-ventilation/galley-ventilation/uv-light-technology>. Luettu 28.2.2020

Ser. No.	Kitchen area	Description of thermal cooking kitchen appliance	Appliances heated by steam and electricity						Gas powered appliances					
			Operating mode ^a			Restricted ^b			Operating mode ^a			Restricted ^b		
			Sensible heat emission in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)
1.1	Boiling, steaming and cooking area	Boiling pans and automatic boiling pans	35	441	25	118	100	441	75	118				
1.2		Pressure cookers	40	15	-	-	-	-	-	-	-	-		
1.3		High pressure steamers Slide-in appliances	25	294	25	0	-	-	-	-	-	-		
1.4		High pressure steamers Push-through appliances (appliance with a front and back door)	25	294	25	0	-	-	-	-	-	-		
1.5		Combination ovens	120	265	70	147	150	265	85	147				
2.1	Roasting, grilling and baking area	Tilting frying pans	450	588	250	220	450	630	450	368				
2.2		Roasting, grilling and griddle plates	330	588	200	176	350	588	250	220				
2.3		Grilling and salamander appliances	800	257	700	257	720	294	720	294				
2.4		Roasting and baking ovens	350	235	250	235	350	294	250	294				
2.5		Hot air appliances/thawing appliances	70	220	40	88	100	220	50	147				
2.6		Automatic roasting and grilling appliances for quick fried food	250	338	250	338	-	-	-	-				
2.7		Automatic sauce appliances	150	235	110	235	-	-	-	-				
2.8		Deep fryers	90	1030	-	-	90	1030	-	-				
2.9		Automatic tunnel deep fryers ^c	50	147	-	-	-	-	-	-				
2.9		Automatic tunnel deep fryers ^d	50	808	-	-	-	-	-	-				
2.10		Induction hob	70	41	35	74	-	-	-	-				
2.11		Ceramic cooker	200	118	100	74	200	118	120	94				
2.12		Wok	70	41	-	-	450	630	-	-				
2.13	Sized hob	260	155	130	96	300	176	180	142					

NOTE 1 To calculate the thermic airflow for cabinet-type appliances an average appliance height will be used for the determination of h_d (see Figure 3).

NOTE 2 Equipment with higher energy consumption during starting can be calculated with the value for normal operation.

Ser. No.	Kitchen area	Description of thermal cooking kitchen appliance	Appliances heated by steam and electricity				Gas powered appliances				
			Operating mode ^a		Restricted ^b		Operating mode ^a		Restricted ^b		
			Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	Sensible heat emission \dot{Q}_s in W/kW	Moisture emission D in g/(h kW)	
3.1	Multifunctional appliances and Appliances for Cooking Thawing Keeping hot Cooling Processing Transporting	Cookers, cooking points ^e	200	118	100	74	250	147	150	118	
3.2		Stockpot cooker	200	220	150	147	250	265	200	176	
3.3		Microwave appliances	50	15	-	-	-	-	-	-	-
3.4		Waterbaths	125	194	-	-	195	323	-	-	-
3.5		Hot counter and hot cupboard	350	-	-	-	350	-	-	-	-
3.6		Refrigerators (without central cold supply)	700	-	-	-	-	-	-	-	-
3.7		Kitchen machines	175	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8		Conveyors ^f	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Meal distribution area	Hot service counter	125	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2		Cold service counter	700	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3		Crockery dispensers	300	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4		Beverage brewing system	100	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Normal operation: With simultaneous, correct operation of several roasting, boiling, frying, grilling, baking, searing appliances (normal layout)

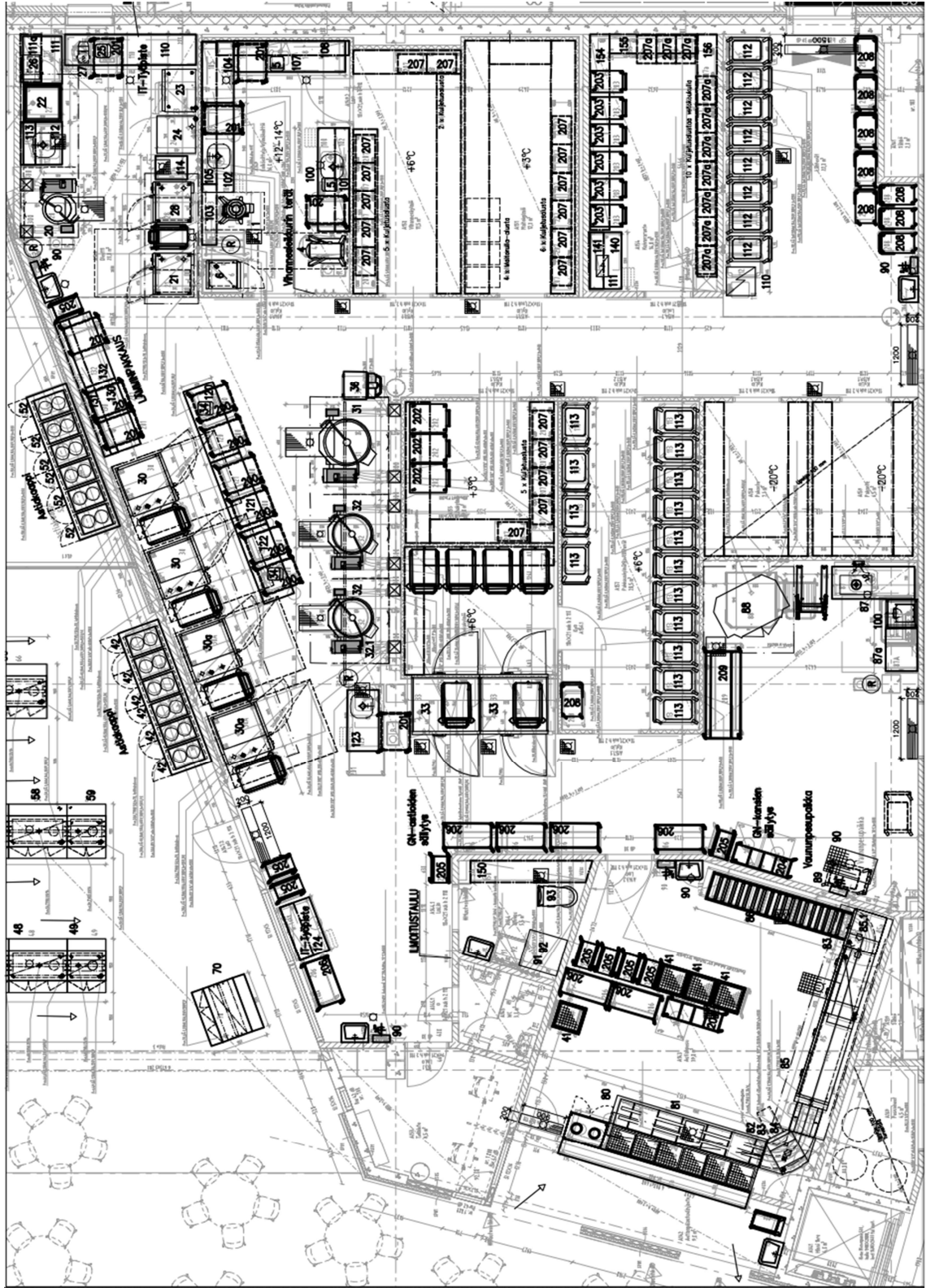
^b Restricted operation: In low activity periods with the partial operation of appliances for simmering, parboiling, steaming, thawing, reheating, keeping warm, low temperature cooking, etc.

^c With integrated extractor

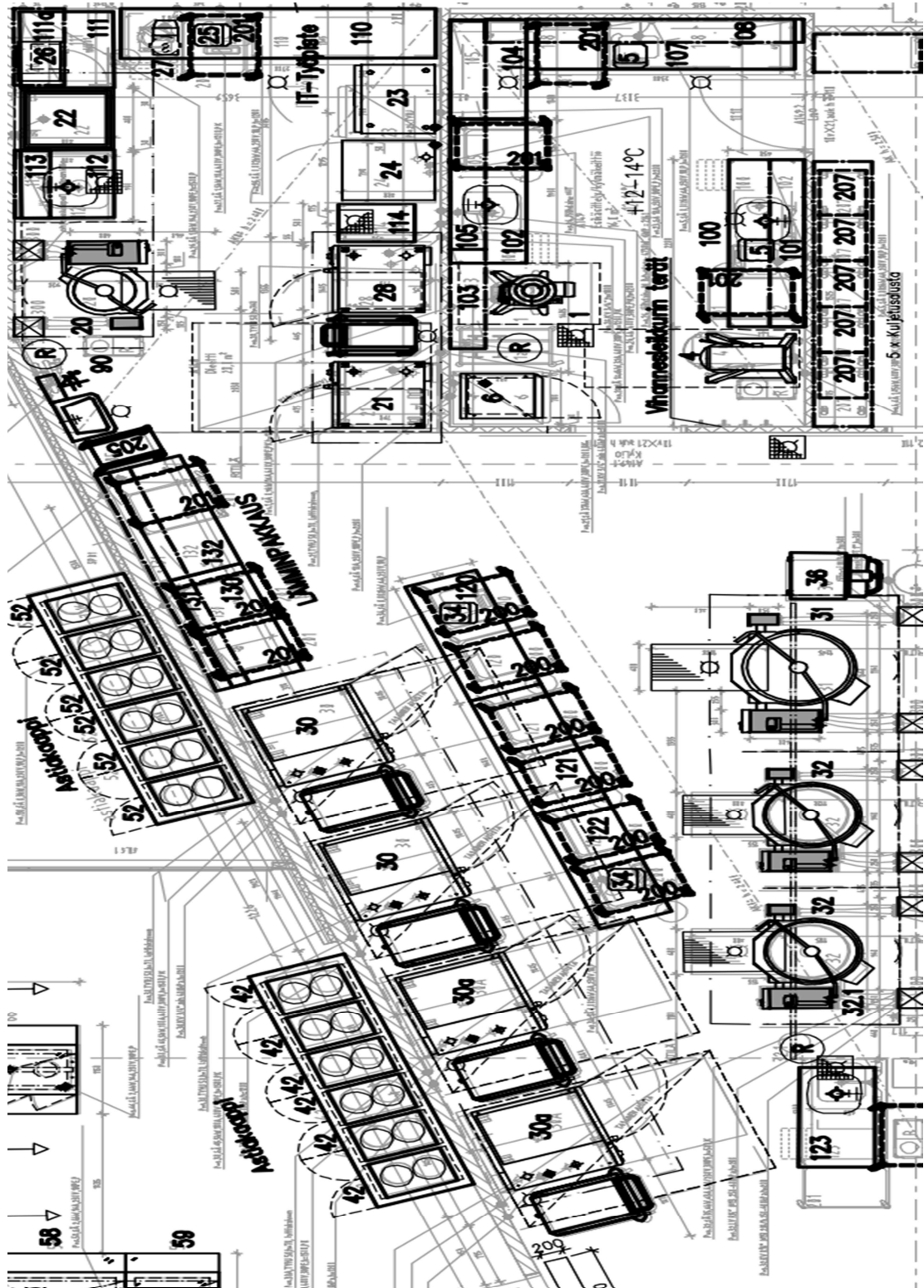
NOTE 1 To calculate the thermic airflow for cabinet-type appliances an average appliance height will be used for the determination of h_d (see Figure 3).

NOTE 2 Equipment with higher energy consumption during starting can be calculated with the value for normal operation.

Mallikohteen keskuskeittiö, Metos Oy Ab



Mallikohteen valmistus- ja dieetti-keittiö, Metos Oy Ab



Poistoilmamäärän laskeminen EN standardin 16282-1 yksinkertaisella menetelmällä:

Astianpesu:

$$q_{v-t.ext} = 39m^2 * 120 = 4680(m^3/h)/m^2 = 1300(dm^3/s)/m^2$$

Ruuanvalmistusalue:

$$q_{v-t.ext} = 70m^2 * 120 = 8400(m^3/h)/m^2 = 2333(dm^3/s)/m^2$$

Muut tilat:

$$q_{v-t.ext} = 191m^2 * 90 = 17190(m^3/h)/m^2 = 2500 (dm^3/s)/m^2$$

Yksinkertaisella laskutavalla laskettuna tarvittava ilmamäärä koko keittiölle on noin 6133l/s.

Valmistuskeittiön poistoilmamäärän laskeminen EN standardin 16282-1 sieppausilmamenetelmällä:

Ilmamäärät laitekohtaisesti kaavan 1 mukaan:

Yhdistelmäuuni 30 (2kpl):

$$q_{v-t,ext} = 0,15 \frac{m}{s} \times 3600 \times 4 m \times 0,3 m = 648 m^3/h$$

Yhdistelmäuuni 30a (2kpl):

$$q_{v-t,ext} = 0,15 \frac{m}{s} \times 3600 \times 4 m \times 0,757 m = 1635 m^3/h$$

Keittopata 31:

$$q_{v-t,ext} = 0,15 \frac{m}{s} \times 3600 \times 3,5 m \times 0,565 m = 1068 m^3/h$$

Keittopata 32 (2kpl):

$$q_{v-t,ext} = 0,15 \frac{m}{s} \times 3600 \times 3,5 m \times 0,565 m = 1068 m^3/h$$

Sieppausilmaan perustuvalla laskentatavalla laskettuna tarvittava poistoilmamäärä keittiölaitteille olisi yhteensä noin 7770 m³/h eli noin 2160 l/s.

Keskuskeittiön poistoilmamäärän laskeminen EN standardin 16282-1 yksityiskohtaisella laskentamenetelmällä:

Ilmamäärät laitekohtaisesti yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaan:

Valmistuskeittiön ilmamäärä laskelmat:

Laittepari 1 yhdistelmäunit nro. 30 (2kpl)

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{s,k} = 132 \text{ kW} \times 120 \frac{\text{W}}{\text{kW}} \times 0,5 = 7920 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{hydr} = 2 \times 2,2 \text{ m} \times \frac{1,1 \text{ m}}{2,2 \text{ m} + 1,1 \text{ m}} = 1,47 \text{ m}$$

Lasketaan keittiölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v-th} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^2 7920 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (0,3 \text{ m} + 1,7 \times 1,47 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 1405,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 1405,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1,10 = 1546 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 430 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaiteryhmälle on 430 dm³/s

Laittepari 2 yhdistelmäunit nro. 30a (2kpl):

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{S,K} = 132 \text{ kW} \times 120 \frac{\text{W}}{\text{kW}} \times 0,5 = 7920 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{hydr} = 2 \times 2,22 \text{ m} \times \frac{0,96 \text{ m}}{2,22 \text{ m} + 0,96 \text{ m}} = 1,34 \text{ m}$$

Lasketaan keittölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v-th} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^2 7920 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (0,757 \text{ m} + 1,7 \times 2 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 1608,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 1608,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1,10 = 1770 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 492 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Laskettu ilmamäärä laiteryhmälle on 492 dm³/s

Keittopata nro. 31:

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{S,K} = 52 \text{ kW} \times 35 \frac{\text{W}}{\text{kW}} \times 0,5 = 910 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{hydr} = 2 \times 1,56 \text{ m} \times \frac{1,1 \text{ m}}{1,56 \text{ m} + 1,1 \text{ m}} = 1,29 \text{ m}$$

Lasketaan keittölaitteesta nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v-th} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^1 910 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (1,2 \text{ m} + 1,7 \times 2 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 748 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 748 \frac{m^3}{h} \times 1,10 = 822 \frac{m^3}{h} = 288 \text{ dm}^3/s$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaitteelle on 288 dm³/s

Laittepari 3 keittopadat nro. 32 (2kpl):

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{s,k} = 76 \text{ kW} \times 35 \frac{W}{kW} \times 0,5 = 1330 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{hydr} = 2 \times 2,72 \text{ m} \times \frac{0,92 \text{ m}}{2,72 \text{ m} + 0,92 \text{ m}} = 1,375 \text{ m}$$

Lasketaan keittiölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v-th} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^2 1330 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (1,2 \text{ m} + 1,7 \times 1,375 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 1146 \text{ m}^3/h$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 1146 \frac{m^3}{h} \times 1,10 = 1260 \frac{m^3}{h} = 350 \text{ dm}^3/s$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaiteryhmälle 3 on 350 dm³/s

Yhteisilmavirta valmistuskeittiöosiolle on 1560 dm³/s.

Dieettikeittiön ilmamäärä laskelmat:

Laittepari 1 laitteet 21 ja 28.

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti.

$$Q_{S,K} = 55 \text{ kW} \times 120 \frac{\text{W}}{\text{kW}} \times 0,5 = 3300 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{\text{hydr}} = 2 \times 1,68 \text{ m} \times \frac{0,90 \text{ m}}{1,68 \text{ m} + 0,90 \text{ m}} = 1,17 \text{ m}$$

Lasketaan keittiölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta $q_{v\text{-th}}$ kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v\text{-th}} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^2 3300 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (1 \text{ m} + 1,7 \times 1,17 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 1171 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v\text{-cap}} = 1171 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1,10 = 1288,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 358 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaiteryhmälle on 358 dm³/s

Keittopata nro. 20

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{S,K} = 22 \text{ kW} \times 35 \frac{\text{W}}{\text{kW}} \times 0,5 = 385 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{\text{hydr}} = 2 \times 1,68 \text{ m} \times \frac{0,90 \text{ m}}{1,68 \text{ m} + 0,90 \text{ m}} = 1 \text{ m}$$

Lasketaan keittiölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta $q_{v\text{-th}}$ kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v\text{-th}} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^1 385 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (1,2 \text{ m} + 1,7 \times 1 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 432 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 432 \frac{m^3}{h} \times 1,10 = 475 \frac{m^3}{h} = 132 \text{ dm}^3/s$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaitteelle on 350 dm³/s

Liesi nro. 22

Lasketaan konvektiivinen lämpökuorma $Q_{s,k}$ kaavan 2 mukaisesti

$$Q_{s,k} = 16 \text{ kW} \times 200 \frac{W}{kW} \times 0,5 = 1600 \text{ W}$$

Lasketaan hydraulinen halkaisija d_{hydr} kaavan 3 mukaisesti

$$d_{hyd} = 2 \times 0,8 \text{ m} \times \frac{0,80 \text{ m}}{0,8 \text{ m} + 0,80 \text{ m}} = 0,8 \text{ m}$$

Lasketaan keittiölaiteryhmästä nousevan konvektiovirtauksen ilmavirta q_{v-th} kaavan 4 mukaisesti

$$q_{v-th} = 18 \times \left(\sum_{j=1}^1 1600 \text{ W} \times 0,7 \right)^{\frac{1}{3}} \times (1,2 \text{ m} + 1,7 \times 1,17 \text{ m})^{\frac{5}{3}} \times 0,63 = 564 \text{ m}^3/h$$

Lasketaan tarvittava poistoilmavirta kaavan 5 mukaisesti. Tuloilmakertoimena a käytetään arvoa 1,10

$$q_{v-cap} = 564 \frac{m^3}{h} \times 1,10 = 621 \frac{m^3}{h} = 172 \text{ dm}^3/s$$

Laskettu ilmamäärä keittiölaitteelle on 172 dm³/s

Tarvittava poistoilmamäärä dieetti- ja valmistuskeittiölle on yhteensä 2440 l/s.