

Jussi Korhonen

T057SNA

AMMATTIKEITTIÖN
ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN
ELINKAARIKUSTANNUKSET

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>18.4.2011.</p>	
<p>Tekijä(t)</p> <p>Jussi Korhonen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Talotekniikka</p>	
<p>Nimeke</p> <p>Ammattikeittiön ilmanvaihtojärjestelmien elinkaarikustannukset</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä tutkitaan ammattikeittiön ilmanvaihtojärjestelmien elinkaarikustannuksia. Työssä tutkittava kohde on Kuopion yliopistolliseen sairaalaan tulevan valmistuskeittiön osa.</p> <p>Opinnäytetyössä pyydettiin kohteeseen kahdelta laitevalmistajalta suunnitelmat, jotka olisivat mahdollisimman nykyaikaiset sekä toiset suunnitelmat, jotka olisivat ns. "perusratkaisut". Halton Oy:lta saatiin yksi suunnitelma, jossa käytettiin ilmanvaihtokattoa, automaattista erottimien pesuria sekä heidän uutta M.A.R.V.E.L.- ohjausjärjestelmää. Jeven Oy:lta saatiin neljä erilaista suunnitelmaa, joista kahdessa oli käytetty ilmanvaihtokattoja sekä kahdessa huuvia. Toisessa Jevenin ilmanvaihtokatto- ja huuvaratkaisussa oli käytetty uutta Jevenin Turboswing-erotinta ja toisissa oli käytetty vanhempia erottimia.</p> <p>Suunnitelmista laskettiin urakointi-, huolto- ja energia- kustannukset sekä tehtiin olosuhde- simuloinnit. Energiankulutuksen laskemiseen ja olosuhteiden simuloimiseen käytettiin Riuska- ohjelmaa. Huolto- ja urakointikustannusten laskemiseen käytettiin laitevalmistajien tietoja ja arvioita.</p> <p>Elinkaarikustannuksiltaan halvimmaksi tuli Jevenin huuvaratkaisut, joista voittajaksi tuli ratkaisu, jossa käytettiin vanhempia JCE- erottimia. Ilmanvaihtokattoratkaisuista edullisimmaksi elinkaarikustannuksiltaan tuli Jevenin ratkaisu Turboswing- erottimilla, toiseksi Jevenin ratkaisu JCD-erottimilla ja viimeiseksi Haltonin järjestelmä.</p> <p>Huuvaratkaisut tulivat edullisimmaksi halpojen investointikustannusten vuoksi, Haltonin järjestelmä kulutti vähiten energiaa, mutta ero ei ollut kovin suuri muihin järjestelmiin. Jevenin turboswing- erottimilla ja Haltonin automaattisella pesurilla säästettiin paljon huoltokustannuksissa. Haltonin järjestelmä jäi viimeiseksi sen suurien urakointikustannusten vuoksi. Kaikilla järjestelmillä päästiin tavoiteltuun sisäilmastoluokkaan kahteen.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Ammattikeittiöt, ilmanvaihto, elinkaarikustannus</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>41+24</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Martti Veuro</p>		<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p> <p>Insinööritoimisto Granlund Kuopio Oy</p>

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 18.4.2011.
Author(s) Jussi Korhonen	Degree programme and option Building services Engineering	
Name of the bachelor's thesis Ventilations life-cycle costs in institutional kitchen		
Abstract <p>In this bachelor's thesis is explored ventilations life-cycle costs in institutional kitchen. Exploration is made to part of a kitchen witch is planned to the Kuopios academical hospital.</p> <p>Two kitchen ventilation sstem manufacturers made different plans witch i compared. Halton Ltd. made one plan where is used Haltons Ventilation ceilig, automatic grease filter washer and M.A.R.V.E.L.-airflow control system. Jeven Ltd. made four different plans. In two plans they used ventilation ceilings and in second two they used hoods.</p> <p>From each plan i calculated contraction-, maintenance- and energy consumption costs. Manufacturers knowledge was use to calculate contraction- and maintenance costs. Riuska- program was used to calculate energy consumption and to simulate internal temperature.</p> <p>Life cycle costs were cheapest in Jevens hood system. Haltons system were most expensive.</p> <p>Jevens hood system wer echeapest because of their low contraction costs. Halton had lowest energy consumption costs. Jevens turboswing- filter and Haltons automatic filter washer saved lot of from maintenance costs.</p>		
Subject headings, (keywords) Ventilation, life-cycle costs, institutional kitchen		
Pages 41+24	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Martti Veuro	Bachelor's thesis assigned by Granlund Kuopio Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	1
2	ILMANVAIHTO AMMATTIKIEITTIÖSSÄ	2
2.1	Ilmavirtojen mitoitus	2
2.2	Ilmanjako ja ilmanjakolaitteiden sijoitus	4
2.3	Huuvat.....	5
2.4	Ilmanvaihtokatto	7
2.5	Paloturvallisuus.....	8
2.6	Sisäilmastoluokat	9
2.7	Lämmöntalteenotto	10
2.8	Ilmastointijärjestelmän huolto	10
3	KOHTEEN TIEDOT.....	11
3.1	Keittiölaitteet	13
3.2	Sisäilmastotavoitteet	13
4	KÄYTETYT MENETELMÄT	13
4.1	Ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelu.....	13
4.2	Energia- ja olosuhdesimulointi.....	14
5	SUUNNITELMAT.....	14
5.1	Haltonin järjestelmät.....	15
5.1.1	Ilmavirtojen ohjaus	15
5.1.2	Ilmanvaihtokatto	16
5.1.3	Rasvanerotin.....	17
5.1.4	Automaattinen pesu.....	18
5.1.5	Tuloilma laitteet	18
5.2	Jevenin järjestelmät	19
5.2.1	Ilmavirtojen ohjaus	19
5.2.2	Ilmanvaihtokatto	19
5.2.3	Rasvanerottimet	19
5.2.4	Huuva.....	23
5.2.5	Tuloilma laitteet	24
5.3	Järjestelmien vertailu	25
6	ELINKAARIKUSTANNUKSET	26

6.1	Urakointikustannukset	27
6.1.1	Investointikustannukset.....	27
6.1.2	Asennuskustannukset	28
6.1.3	Urakointikustannukset yhteensä	29
6.2	Huoltokustannukset	29
6.3	Energian kulutus	33
6.3.1	IV-koneen energiankulutus	34
6.3.2	Jevenin turboswing- erottimen sähkön kulutus.....	34
6.3.3	Haltonin sieppausilma- puhaltimen energiankulutus.	35
6.3.4	Olosuhdesimulointi	35
7	TULOSTEN YHTEENVETO JA POHDINTA.....	37
8	SUOSITUKSET	39
	LÄHTEET	40

LIITTEET

- 1 Ilmavirtojen mitoitus
- 2 Jevenin 1. suunnitelma
- 3 Jevenin 2. suunnitelma
- 4 Jevenin 3. suunnitelma
- 5 Jevenin 4. suunnitelma
- 6 Haltonin suunnitelma
- 7 JSI-R huuvan sieppausaste
- 8 Jevenin järjestelmien asennuskustannukset
- 9 Olosuhdesimulointi, laskennallinen
- 10 Olosuhdesimulointi, Halton
- 11 Olosuhdesimulointi, Jeven kattoratkaisu
- 12 Olosuhdesimulointi, Jeven huuvaratkaisu
- 13 Keittölaitteiden käyttöaikataulut
- 14 Energiasimulointi, laskennallinen
- 15 Energiasimulointi, Halton
- 16 Energiasimulointi, Jeven ilmanvaihtokatto
- 17 Energiasimulointi, Jeven huuva

1 JOHDANTO

Ammattikeittiön suunnittelussa ja hankinnoissa tehtävillä valinnoilla on merkittävä vaikutus useiden tuotteiden ja palvelujen elinaikanaan käyttämän energian määrään ja hiilidioksidipäästöihin ja siten myös energiakustannuksiin. Energiatehokkuutta parantavat työtilojen oikea suunnittelu ja alhaiset elinkaarikustannukset. Oikeilla ratkaisuilta ilmanvaihdon energiankulutusta voidaan vähentää huomattavasti. Esimerkiksi perinteisen ei-optimoidun ilmanvaihtojärjestelmän lämmitysenergiankulutus voi olla moninkertainen energiatehokkaaseen ratkaisuun verrattuna.

Sisäilmastolla on keskeinen merkitys ihmisten terveyteen, suorituskykyyn ja viihtyisyyteen. Ammattikeittiössä työskentelyolosuhteet ovat erittäin haastavat, jolloin näiden asioiden merkitys korostuu. Ammattikeittiöiden sisäilmasto-ongelmina ovat korkean lämpötilan lisäksi veto, ilmankosteus, laitteiden lämpösäteily ja melu. Hyvällä ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa kaikkiin edellä mainittuihin ongelmiin. Sairaaloiden keittiöt ovat toiminnassa jokaisena päivänä läpi vuoden ja niissä valmistetaan kaikki päivän ateriat, jolloin oikealla ilmanvaihdolla on suuri merkitys tuottavuuteen.

Opinnäytetyössä tutkitaan ilmanvaihdon laitevalintojen vaikutusta ammattikeittiön ilmanvaihdon elinkaarikustannuksiin. Työn tavoitteena on selvittää, miten ratkaisut eroavat toisistaan toiminnaltaan ja elinkaarikustannuksiltaan. Työssä tutkitaan kohteita kahden laitevalmistajan ratkaisuilla. Molemmilta laitevalmistajilta pyydettiin ratkaisut, jotka ovat mahdollisimman nykyaikaiset ja energiatehokkaat sekä pyydettiin myös ns. perusratkaisut. Työssä tutkittava kohde on Kuopion yliopistolliseen sairaalaan suunnitteilla olevan ammattikeittiön osa ja työn tilaaja on Insinööritoimisto Granlund Kuopio Oy.

2 ILMANVAIHTO AMMATTIKEITTIÖSSÄ

Ilmanvaihtoon ammattikeittiössä vaikuttavat erilaiset asiat kuin muualla kiinteistössä. Näitä ovat lähinnä keittiölaitteet ja niiden käyttö. Ruoanvalmistuksessa ja astianpesussa syntyy lämpöä ja kosteutta ja nämä ovat ammattikeittiöiden merkittävimmät lämpötekijät. Ruoanvalmistuslaitteiden aiheuttamaa lämpökuormitusta on erittäin vaikeaa arvioida erilaisten säätömahdollisuuksien ja käytön vaihteluiden vuoksi.

Ilmanvaihdon tärkeimmät tehtävät ammattikeittiössä ovat poistaa ruoanvalmistuksessa ja astianpesussa syntyneet lämpö-, kosteus-, ja epäpuhtauskuormat sekä toteuttaa työntekijöille hyvät sisäilmasto-olosuhteet. /1, s.2./

Hyvin suunnitellulla ilmanvaihtojärjestelmällä pystytään poistamaan tehokkaasti ruoan valmistuksessa syntyneet ylimääräinen lämpö, käry ja hajut. Keskeisiä elementtejä hyvin toimivassa ilmanvaihtojärjestelmässä ovat riittävä poistoilmavirta sekä oikein sijoitetut kohdepoisto- ja tuloilmalaitteet. Lisäksi vastaanottovaiheessa tulo- ja poistoilmavirrat tulee mitata ja säätää tarpeen mukaisiksi. /2, s.24; 3, s.16./

Ammattikeittiöiden suuret lämpö- ja kosteuskuormat ovat perinteisesti vaatineet suuret ilmavirrat. Tämä taas lisää vedon tunteen riskiä silloin, kun keittiön toiminta on vähäistä ja sisäiset lämpökuormat ovat pieniä. Suurten tuloilmavirtojen tarpeeton lämmittäminen on myös energiataloudellisesti epäedullista. Toisaalta liian pienet ilmavirrat johtavat korkeisiin sisälämpötiloihin. Oikeanlaisella säädöllä saadaan aikaan ilmanvaihtojärjestelmä, joka saavuttaa hyvät sisäilmasto-olosuhteet kaikissa käyttötilanteissa. /1, s.2./

2.1 Ilmavirtojen mitoitus

Tulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan perustuen keittiölaitteiden aiheuttamiin lämpö-, kosteus- ja epäpuhtauskuormiin /1, s.8/. Poistoilmavirralla voidaan poistaa vain konvektiivinen osuus lämpökuormasta. Säteilykuormaan keittiön kohdepoistoilla ei ole vaikutusta. Keittiöt tulisi olla jäähdytetty, jotta myös kesäaikana saavutettaisiin hyvät termiset sisäolosuhteet. Mikäli epäpuhtauskuormien poistotehokkuus on huono, jää myös

osa konvektiotehosta huonetilaan. Suomen rakentamismääräyskokoelman antama vähimmäisilmamäärä on harvoin riittävä ammattikeittiön sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseen. /2, s.24./

Tarvittava poistoilmavirta voidaan laskea keittiölaitteen tunnetun konvektiivisen lämpötehon ja käyttöajan avulla. Laskettaessa on huomattava, että ilmavirran kasvattaminen yli konvektiotehoa vastaavan optimaalisen ilmavirran ei paranna tehokkuutta vaan huonontaa energia-taloutta ja lisää vetoriskiä. Keittiölaitteen konvektioteho arvioidaan laitetyypin ja liitântätehon perusteella. /2, s.25./

Keittiön poistoilmavirta mitoitetaan noin 10 – 20 % tuloilmavirtaa suuremmaksi, jotta epäpuhtaudet eivät leviä muualle rakennukseen. Siirtoilma johdetaan ympäröivistä tiloista, joissa ilma on keittiötä puhtaampaa. Keittiössä tulisi olla myös yleispoisto, jolla poistetaan katon rajassa niiden laitteiden ylälämpö, jotka eivät ole suoraan kohdepoistojen alla. Yleispoiston suuruus on noin 10 % tilan kohdepoistojen suuruudesta. /1, s.8; 2, s.25./

Keittiölaitteiden sijoitus vaikuttaa ilmavirtaan huomattavasti. Laitteet tulisi sijoittaa mahdollisuuksien mukaan seinän viereen. Keskelle lattiaa sijoitetun laiteryhmän tarvitsema poistoilmavirta on 1,6-kertainen seinän viereen sijoitettuun verrattuna. Tämä johtuu siitä, että keskelle lattiaa sijoitetulla laiteryhmillä on suurempi vapaa poikkipinta-ala, josta lämmin ilma pääsee nousemaan ylös. /2, s.27./

Suunnitteluvaiheessa tehdyillä ratkaisuilla, joilla ilmavirtoja voidaan pienentää, on vaikutusta investointi- ja käyttökustannuksiin. Oikea ilmavirtojen mitoitus pienentää tuloilmakoneiden, puhaltimien ja kanavistojen sekä edelleen näiden edellyttämiä lämmitys- ja jäähdytyslaitteiden investointikustannuksia. Pienet ilmavirrat taas vähentävät sähkö- ja lämmitysenergiankulutusta. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla, jossa ilmavirtoja säädetään laitteen todellisen käyttörytmin perusteella, on mahdollista päästä huomattaviin lämmitysenergiankulutuksen säästöihin.

2.2 Ilmanjako ja ilmanjakolaitteiden sijoitus

Ammattikeittiöiden vaatimien suurten tuloilmavirtojen tuominen hallitusti ja vedottomasti tarvitsee kehittyneen ilmanjakotavan. Tuloilma on yleensä alilämpöistä, joka lisää vedon tunteen riskiä. Ilman nopeuden pitämiseksi matalana ammattikeittiöissä käytetään yleensä piennopeuslaitteita tai ilman syrjäyttämiseen perustuvaa ilmanjakoa. Ilman sekoittumiseen perustuva ilmanjako soveltuu huonosti ammattikeittiöihin, koska keittölaitteiden aiheuttamat epäpuhtaudet sekoittuvat työskentelyvyöhykkeelle ja voimakkaat pyörteet poistohuuvan läheisyydessä heikentävät epäpuhtauksien poistotehokkuutta /1, s.6/. Sekoittava ilmanjako vaatii myös 15-20 prosenttia suuremman poistoilmavirran verrattuna syrjäytysilmanvaihtoon pyrittäessä samaan poistotehokkuuteen. /4/

Ammattikeittiöissä käytetään joko ylä- tai alajakoista järjestelmää ja useasti myös näiden yhdistelmiä. Yläjakoisessa järjestelmässä ilma jaetaan katossa tai huuviissa sijaitsevilla tuloilmalaitteilla. Järjestelmä perustuu siihen, että sisälämpötilaa viileämpi tuloilma valuu alas lattialle, josta se keittölaitteiden aiheuttamien konvektiovirtausten johdosta nousee. /1, s.6./

Alajakoisessa järjestelmässä tuloilma tuodaan suoraan työskentelyvyöhykkeelle tilan alaosaan sijoitettujen piennopeuselimien ja alilämpöisen tuloilman avulla. Alilämpöinen ilma kerrostuu tiheyserojen vaikutuksesta työskentelyvyöhykkeelle ja lämmennyt ja epäpuhtauksia sisältävä huoneilma nousee ns. keräilyvyöhykkeelle, josta se poistetaan. Alajakoinen järjestelmä soveltuu hyvin tiloihin, joissa on suuret epäpuhtaus-, lämpö- tai kosteuskuormat sekä normaalia huonetilaa korkeampiin tiloihin. Yläjakoisen järjestelmän etuna taas on, että ilman lämpötila on pystysuunnassa tasaisempi kuin alajakoisessa järjestelmässä. /1, s.6./

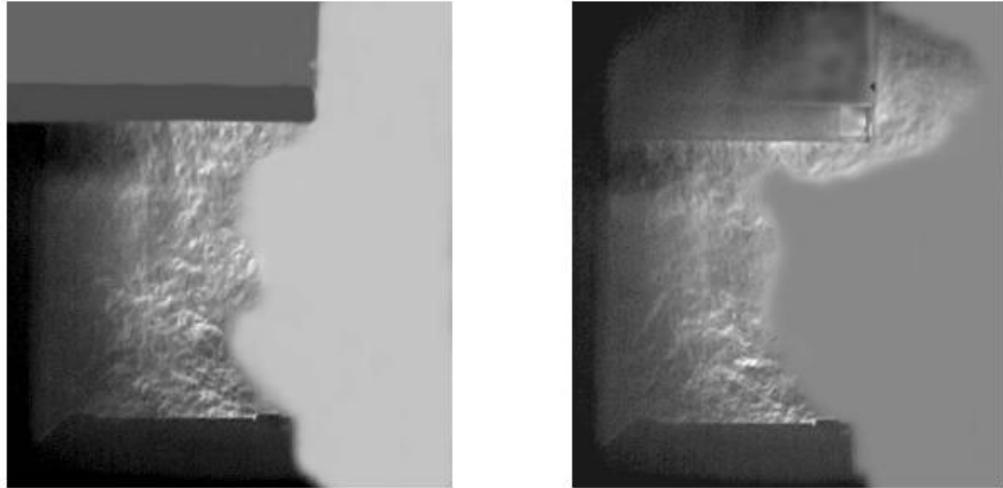
Tuloilmalaitteet sijoitetaan riittävän etäälle työpisteistä. Tuloilmalaitteiden lähialue on yleensä esitetty valmistajien esitteissä ja se täytyy ottaa huomioon laitteita sijoitettaessa ja mitoittaessa. Kattoon sijoitettu tuloilmalaitte asennetaan vähintään 0.5-1.0 metrin etäisyydelle keittölaitteista riippuen keittiön korkeudesta ja ilmanvaihtojärjestelmän rakenteesta. Huuvaan integroidut tuloilmalaitteet ovat yleisiä ammattikeittiöissä, ja

niistä voidaan tuoda koko huonetilan tuloilmavirta. Niiden etuna on myös työpiste-kohtainen säädettävyys.

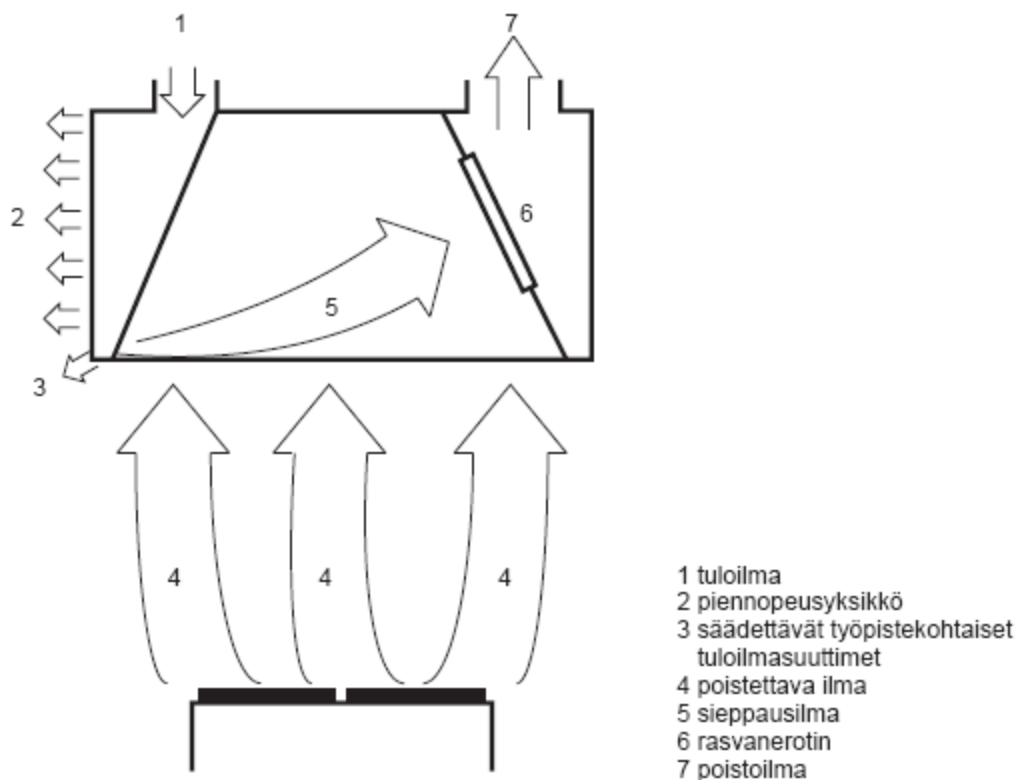
2.3 Huuvat

Ammattikeittiöissä käytetään poistoilmaratkaisuna kohdepoistoja tai ilmastointikattoja, joissakin tapauksissa myös näiden yhdistelmiä. Suurten kuormien poistossa käytetään aina huuvia. Kohdepoistojen lisäksi tarvitaan yleispoistoja tasaisen ilmanlaadun saamiseksi koko tilassa. /1, s.7./

Kohdepoistojen tarkoitus on poistaa epäpuhtaus-, lämpö- ja kosteuskuormat ennen kuin ne pääsevät työskentelyvyöhykkeelle. Yleisin kohdepoistotapa on höyrykupu eli huuva. Tehokkailla kohdepoistoilla voidaan pienentää ilmavirtoja ja näin säästää energiaa. Käytettäessä samaa ilmavirtaa korkean ja matalan sieppausasteen huuvilla, korkean sieppausasteen huuva pystyy sieppaamaan konvektiovirtauksen paremmin kuin matalan sieppausasteen huuva kuten kuvassa 1 näkyy. Jotta matalamman sieppausasteen huuvalla päästäisiin samaan tehokkuuteen kuin korkeamman sieppausasteen huuvalla, pitäisi sen poistoilmavirtaa kasvattaa, mikä lisää energiankulutusta. Kohdepoistojen tehokkuutta arvioidaan sieppausasteen avulla. Sieppausastetta voidaan parantaa sieppaussuihkulla eli käyttämällä ilmasuihkua ohjaamaan poistoilmaa kohti huuvan poistoaukkoa. Kuvassa 2 on sieppaussuihkulla ja tuloilmalla varustetun huuvan toimintaperiaate. /2, s.28./



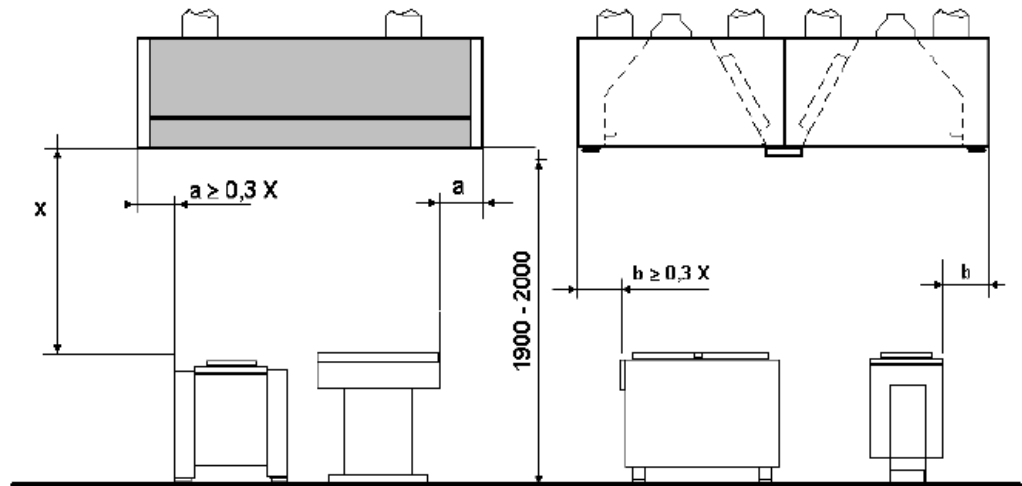
KUVA 1. Vasemmalla korkean sieppausasteen huuva ja oikealla matalamman sieppausasteen huuva /2, s.28/.



KUVA 2. Huuvan toimintaperiaate /1, s.7/.

Huuvan mitoitus on tärkeää, jotta se toimisi suunnitellusti. Kuvassa 3 on esitetty huu-
 van mitat ja etäisyydet. Yleensä huuven tulee ulottua 0,2-0,3 metriä keittölaitteen yli
 riippuen keittölaitteen yläpinnan ja huuven alapinnan välisestä etäisyydestä. Edestä

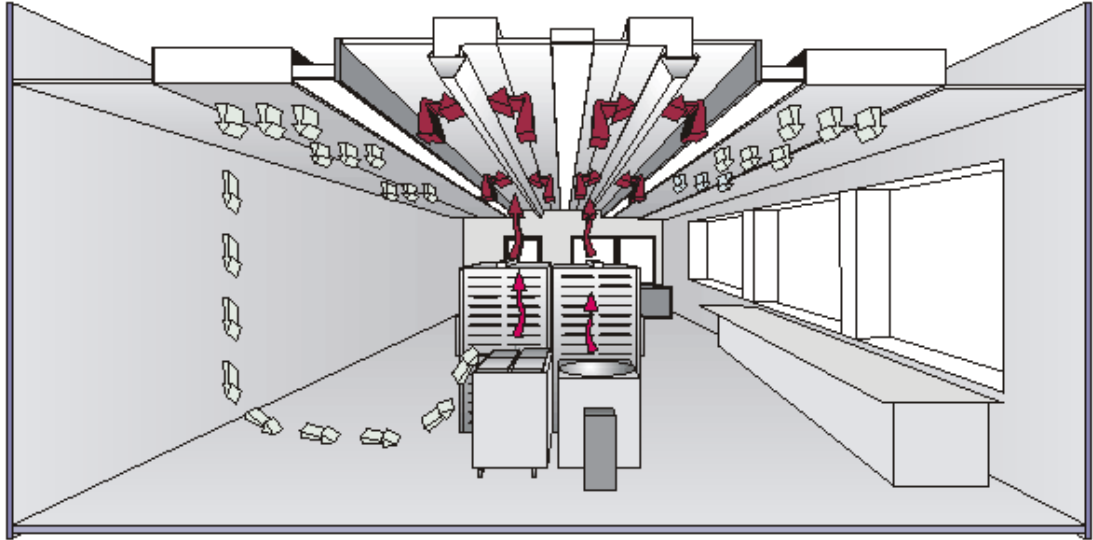
täytettävän keittiölaitteen etupuolella suositellaan 0,5 metrin ylitystä ja sivulle päin aukaistavien laitteiden yläpuolelle suositellaan käytettäviksi minimissään 0,4 metrin ylitystä. Astianpesukoneen kohdalla huuvan pitää ulottua myös astioiden purkamistilan ylitse. Astianpesukoneen tai padan kannen avaamiset aiheuttavat äkillisiä kosteuskuormia, minkä vuoksi huuvasa pitää olla riittävästi ilmatilaa.



KUVA 3. Huuvan mitat /5/.

2.4 Ilmanvaihtokatto

Ilmastointikaton periaate on, että lämmin ja epäpuhdas ilma nousee konvektiovirtauksen avulla vapaasti lähelle kattoa, josta se poistetaan. Ilmastointikatossa voidaan käyttää myös sieppausilmasuihkua vähentämään riskiä likaisen ilman sekoittumisesta tuuloilmaan. Ilmastointikatto soveltuu tiloihin, joissa lämpö ja epäpuhtauskuormat ovat kohtalaisen pieniä. Kuvassa 4 on ilmastointikaton toimintaperiaate. Ilmastointikatossa reunaylityksen pitää olla vähintään 500 mm ja etäisyys lattiasta suurempi kuin 2.5 m /5/.



KUVA 4. Ilmanvaihtokatto /5/.

2.5 Paloturvallisuus

Keittiöiden poistoilma kuuluu poistoilmaluokkaan 4, joten sitä ei saa käyttää palautus- tai siirtoilmana. Tämän luokan poistoilma pitää myös johtaa ulos erillisillä poistoilmakanavilla. /6, s.12-14./

Ammattikeittiöiden kohdepoistot varustetaan rasvanerottimilla, jotta rasvan kulkeminen kanavistoon vähenisi. Tämä pitää kanavoston puhtaampana ja siten parantaa paloturvallisuutta.

Poistoilmakanavisto suunnitellaan mahdollisimman lyhyeksi ja turhia kulmia vältellen. Kanaviston tulee olla alipaineinen rakennuksen sisällä lukuun ottamatta konehuonetta ja poistoilmakanavisto pitää lämpöeristää, ettei poistoilman sisältämä kosteus kondensoidu kanavistoon. /1, s.8./

Ammattikeittiön poistoilmahormit tehdään teräslevystä, jonka paksuus on vähintään 1,25 mm. Poistoilmahormin pitää olla sisäpuolista paloa vastaan luokkaa EI 120 sen kulkiessa toisen paloteknisen osaston alueella ja sisäisen hormin tulee olla paloa vastaan luokkaa EI 60. /7, s.4-5./

Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativien kohteiden vaakakanavistojen puhdistusluukut sijoitetaan yleensä 3-5 metrin välein /6, s.20/.

2.6 Sisäilmastoluokat

Ammattikeittiöiden sisäilmasto jaetaan kolmeen eri luokkaan (Sk1,Sk2 ja Sk3). Tämän luokittelun tavoitteena on osoittaa tilaajalle vaihtoehtoisia sisäilmaston tavoite-tasuja ja suunnittelijalle järjestelmäratkaisuja, joilla valitut tavoitteet saavutetaan. Ruoanvalmistus- ja astianpesuosaston sisäilmaston ohjearvoja on taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Sisäilmaluokitus /1, s.4/

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

2.7 Lämmöntalteenotto

Regeneratiivisiä lämmöntalteenottolaitteita voidaan käyttää vain, jos poistoilmassa on korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa, eikä lainkaan luokan 4 poistoilmaa. Jos ilmanvaihtokone palvelee vain yhtä tilaa, voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen tyyppi valita vapaasti, vaikka poistoilma olisi luokkaa 3 tai 4. Tällöin on kuitenkin varmistettava, että tuloilma on riittävän puhdasta takaamaan sisäilman puhtaudelle asetetut vaatimukset. Otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tulo- ja poistoilma eivät sekoitu /6, s.17/.

Ammattikeittiöissä käytetään yleensä nestekiertoista lämmöntalteenottojärjestelmää, koska poistoilmakoneen lämmöntalteenottopatterin lämmönsiirripinnat pitää pestä säännöllisesti rasvaisen poistoilman vuoksi. Epäsuoralla järjestelmällä vältetään myös poistoilman sisältämien epäpuhtauksien ja hajujen siirtyminen tuloilmaan. /1, s.9./

Jotta lämmöntalteenotto toimisi häiriöttömästi pitää poistoilman likaisuus ottaa huomioon. Mekaaniset rasvanerottimet riittävät kevyissä valmistusprosesseissa, mutta tarvittaessa pitää käyttää tehokkaampia rasvanerottimia, kuten UV-suodatusta.

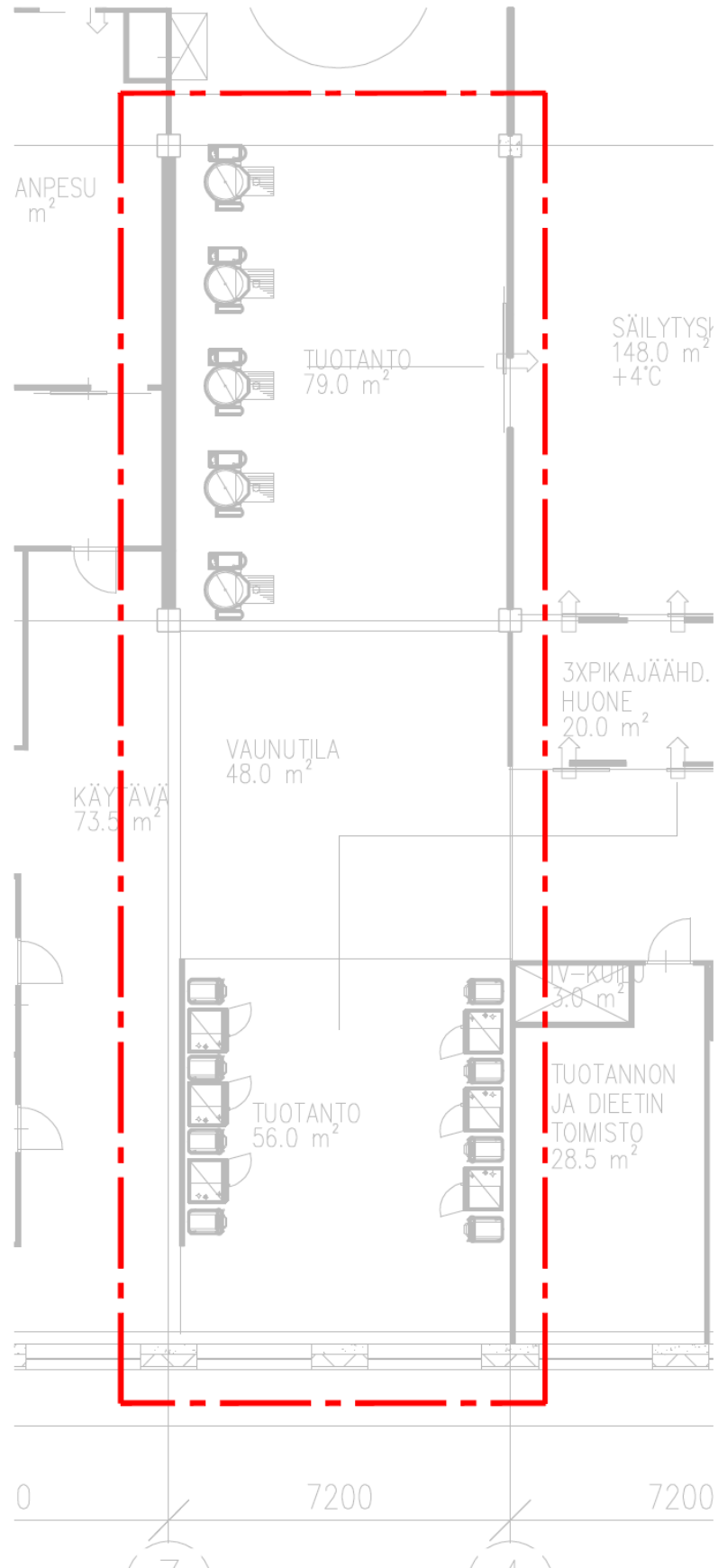
2.8 Ilmastointijärjestelmän huolto

Paloturvallisuuden vuoksi ilmanvaihtolaitokset on ammattikeittiössä tarkastettava kerran vuodessa ja puhdistettava tarpeelliseksi todetuin osin Sisäasiainministeriön asetuksen N:o 802 laitteistojen puhdistamisesta mukaan. Rasvanerottimien puhdistus riippuu ruuanvalmistusprosesseista ja niissä olisi noudatettava valmistajan ohjeita. Paljon rasvaa käytettävissä keittiöissä jopa päivittäinen rasvanerottimien pesu voi olla tarpeellista, mutta pääsääntöisesti niiden kunto pitäisi tarkistaa kerran viikossa ja pestä tarvittaessa.

3 KOHTEEN TIEDOT

Kohde on osa Kuopion yliopistolliseen sairaalaan suunnitella olevaa suurkeittiötä. Suurkeittiö on osa TUKKE- projektia, jossa Kuopion kaupunki yhdessä Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kanssa perustavat tukipalveluiden yhteisorganisaation. Suurkeittiö palvelee Kuopion yliopistollisen sairaalan ravintohuollon tarpeita sekä Kuopion kaupungin ruokahuoltoa. Keittiössä valmistuu noin 7000 annosta päivässä. /8/

Työssä tarkasteltava keittiön osa on esitetty kuvassa viisi. Tilan pinta-ala on 179,4 m² ja siellä on kuusi monitoimiuniunia sekä viisi keittopataa. Ulkoseinää on etelä- päädyssä, jossa on myös kaksi ikkunaa. Muuten tarkasteltavan tilan ympärillä on lämpimiä tiloja.



KUVA 5. Tarkasteltava kohde

3.1 Keittiölaitteet

Taulukossa 2 on kohteen keittiölaitteiden luettelo, jossa näkee myös laitteiden sähkötehon ja mallin, mitä tarvitaan ilmavirtojen mitoituksessa.

TAULUKKO 2. Tekninen laiteluettelo

Laite	kpl	Sähkö
Keittopata, sekoittava	5	SÄ 35kW, 400V, 3N,PK+1kW,1N,230V,P
Monitoimiuuni	6	SÄ 37kW, 400V,3N,PK

3.2 Sisäilmastotavoitteet

Sisäilmastotavoitteiksi on määritetty:

- Sisälämpötila kesällä 26 °C.
- Sisälämpötila talvella 21 °C.
- Ilman nopeus kesällä 0,50 m/s.
- Ilman nopeus talvella 0,25 m/s.
- Äänitaso 38 dB(A)
- Puhtausluokka P1.

Nämä arvot vastaavat luokkaa Sk2.

4 KÄYTETYT MENETELMÄT

4.1 Ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelu

Keittiön ilmanvaihtolaitteiden ja ilmavirtojen mitoituksen ovat tehneet laitevalmistajat laitteiden tyyppin, tehon ja käyntiaikojen perusteella. Jevenin Ilmavirtojen mitoitus on liitteessä 1 ja suunnitelmat liitteissä 2-5. Haltonin suunnitelma ja ilmavirtojen mitoitus on liitteessä 6.

4.2 Energia- ja olosuhdesimulointi

Työssä käytetään Granlundin RIUSKA ohjelmaa olosuhde- ja energiasimulointiin. Se laskee rakennuksen tietomallin avulla rakennuksen ja sen tilojen lämpötekni- sen käyttämisen erilaisissa kuormitus- ja sääolosuhteissa. RIUSKA perustuu DOE 2.1E – simulointiohjelmaan ja se on kehitetty yhteistyössä DOE – ohjelman yhdysvaltalaisen kehittäjän, Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) kanssa. Riuska pystyy hyödyntämään tietomalleja IFC – muodossa, joka on kansainvälisesti yleisesti käytössä oleva tiedostotyyppi. /9/

5 SUUNNITELMAT

Laitevalinnat tilaan ovat tehneet Jeven Oy:n ja Halton Oy:n ammattilaiset. Tavoitteeksi on annettu saada mahdollisimman energiatehokas ja nykyaikainen ratkaisu sekä molemmissa pitää olla käytön mukainen ohjaus. Molemmilta laitevalmistajilta pyydettiin myös uuden ratkaisun lisäksi ”perusratkaisu” vertailukohteeksi.

Jeveniltä saatiin neljä eri suunnitelmaa vertailtavaksi. Ratkaisuissa on käytetty ilmanvaihtokattoa sekä huuvia. Erottimina on käytetty JCE-, JCD- ja turboswing rasvanerottimia. Tuloilmalaitteina on käytetty Deco.L-T tuloilmalaitteita sekä huuvaratkaisuissa lisäksi huuvissa olevia piennopeus- tuloilmalaitteita.

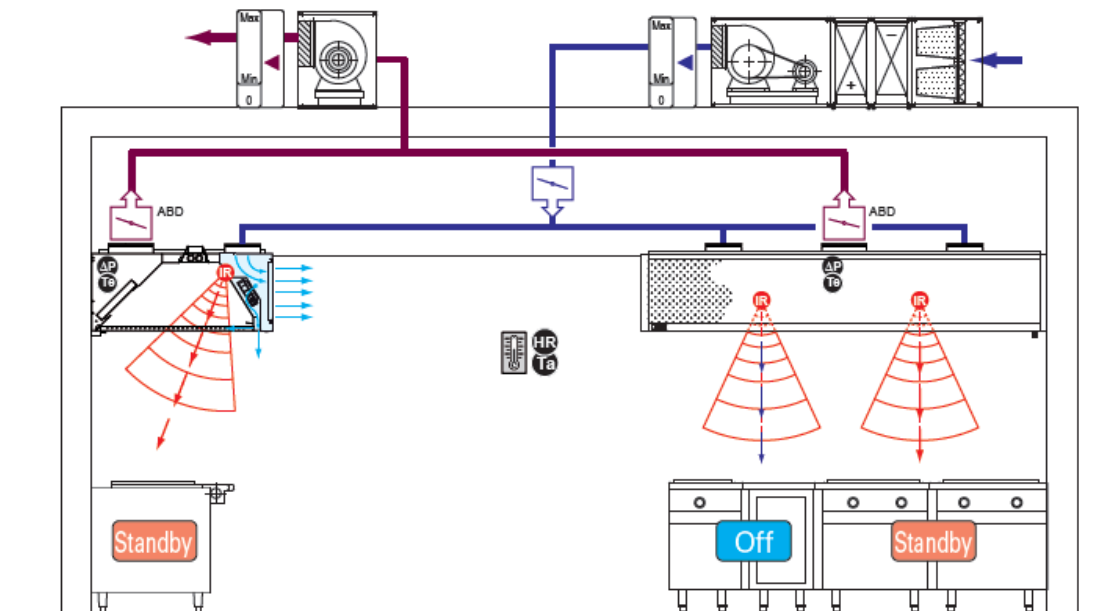
- 1.Jeven: JTA-ilmanvaihtokatto. Turboswing-erottimet. Deco.L-T tuloilmalaitteet.
- 2.Jeven: JTA-ilmanvaihtokatto. JCD-erottimet. Deco.L- T tuloilmalaitteet.
- 3.Jeven: JSI-R huuvat. Turboswing-erottimet. Deco.L-T ja huuvien tuloilmalaitteet.
- 4.Jeven: JSI-R huuvat. JCE-erottimet. Deco.L-T ja huuvien tuloilmalaitteet.

Haltonilta saatiin yksi suunnitelma, jossa on käytetty ilmanvaihtokattoa, M.A.R.V.E.L.-ohjausjärjestelmää, KSA- rasvanerottimia, joille on automaattinen pesu- järjestelmä sekä Capture Jet – sieppausilmamoduuleja.

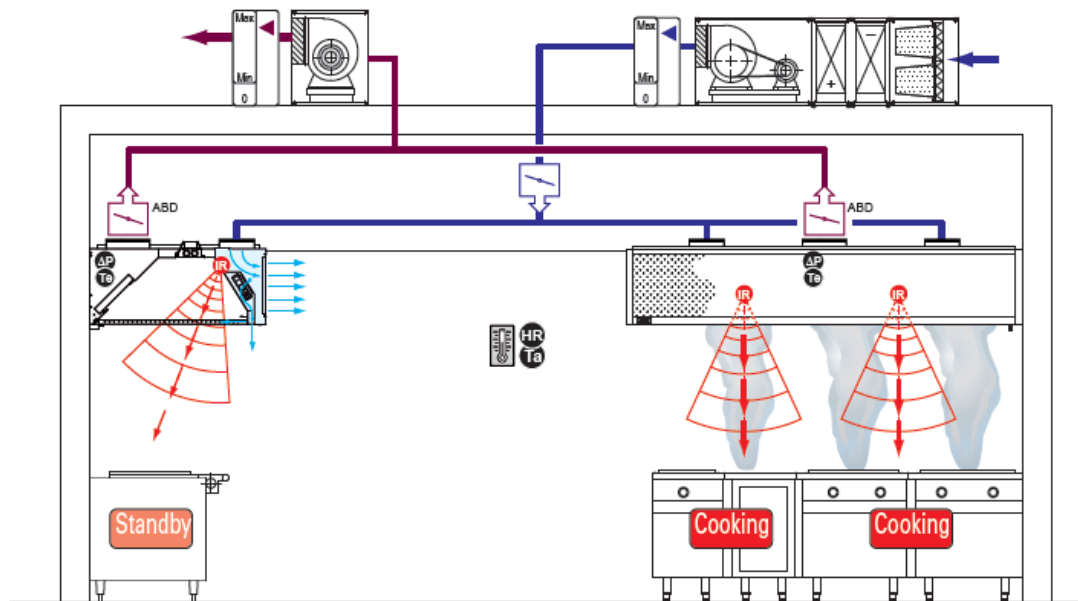
5.1 Haltonin järjestelmät

5.1.1 Ilmavirtojen ohjaus

Haltonin järjestelmässä käytetään ilmavirtojen ohjaukseen uutta M.A.R.V.E.L. - järjestelmää. Järjestelmässä mitataan IRIS (Infradet Radiation Index Sensor) sensorilla keittiölaitteen lämpötilaa (käyttötilaa) ja järjestelmässä on jokaiselle keittiölaitteelle sensori. Kun keittiölaite toimii täydellä teholla M.A.R.V.E.L. ohjaa kyseessä olevan keittiölaitteen kohdalla poistoilmavirran täysille ja kun keittiölaite toimii pienemmällä teholla M.A.R.V.E.L. pienentää ilmavirtaa. Keittiölaitteen ollessa pois päältä M.A.R.V.E.L. säättää ilmavirran minimiin. Järjestelmässä on myös huone mittari, jolla mitataan huoneen lämpötilaa ja kosteutta sekä kanavalämpömittarit poistokanavissa. Näiden kolmen mittauksen perusteella M.A.R.V.E.L. säättää ilmavirrat tietyn algoritmin mukaan. Kuvassa kuusi on esitetty tilanne, kun keittiölaitteista osa on päällä ja kuvassa seitsemän tilanne, kun osaa keittiölaitteista käytetään. M.A.R.V.E.L. havaitsee muutoksen ja lisää poistoilmavirtaa kuvan oikeanpuoleisille laitteille pitäen vasemman puolen ilmavirran vakiona. /4/



KUVA 6. Keittiölaitteista osa on päällä /4/.



KUVA 7. Osa keittiölaitteista käytetään /4/.

M.A.R.V.E.L. – järjestelmä säätelee tulo- ja poistoilmavirtaa, jotta keittiön painesuhteet pysyisivät oikeina. Järjestelmä säätelee myös puhaltimien pyörimisnopeutta keittiön ilmanvaihtotarpeen mukaan. Näin puhaltimen pyörimisnopeus voidaan pitää mahdollisimman alhaisena. /4/

M.A.R.V.E.L:ssa on kahdenlaisia säätimiä. Huuva- säädin on jokaisessa huuvassa ja se operoi IRIS sensoria ja kyseisen huuvan poistoilman säätöpeltiä. Se hoitaa siihen liittyvää keittiölaitetta, määrittää ilmavirrat kyseiseen tarpeeseen, mittaa poistoilman määrää ja ohjaa säätöpeltiä sen mukaisesti. Tietojenkäsittelysäädin kerää tiedon kaikilta huuvien säätimiltä ja ohjaa tulo- ja poistoilmapuhaltimia sen perusteella sekä ohjaa tuloilman IMS-peltejä. /4/

Poistoilmakanavissa käytetään ABD (automatic balancing damper) – peltejä. Niissä on kaksi vinoa peltiä, jotka vähentävät lian ja rasvan kertymistä. /4/

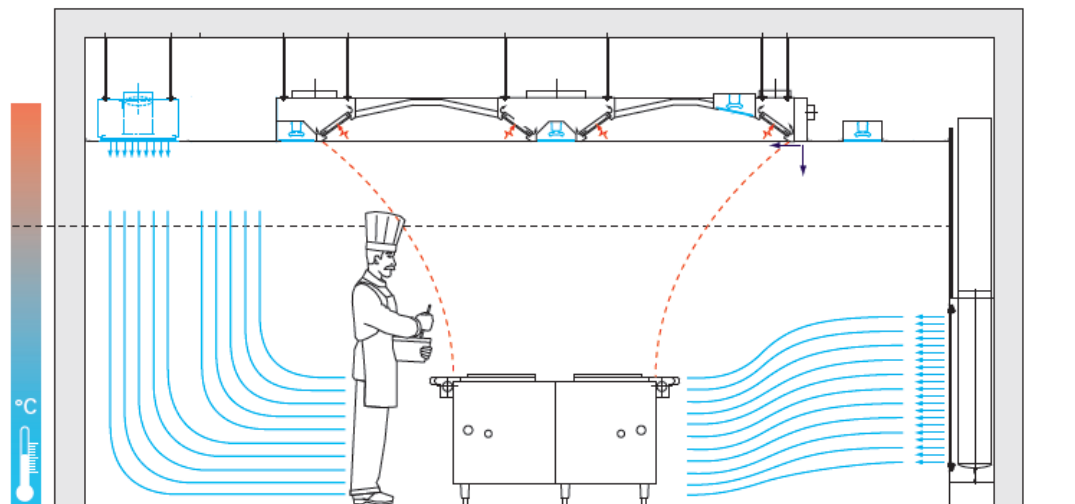
5.1.2 Ilmanvaihtokatto

Haltonin ilmanvaihtokattona on malli KCJ ja siinä käytetään Haltonin KSA spiraalipyörresuodattimia sekä Capture Jet tekniikkaa eli sieppausilmaa. Sieppausilmaa puhalletaan kahteen suuntaan: Sivuttaissuuntainen työntää höyryt takaisin kohti poistoa ja

alaspäin suuntautuva vähentää höyryjen pääsemistä pois alueelta. Sieppausilmaksi otetaan ilmaa keittiön puhtaasta tilasta ja puhalletaan omalla konehuoneeseen sijoitettulla puhaltimella. Sieppausilma määränä käytetään 10 l/s Capture Jet- moduuli metrillä.

Ilmanvaihtokatto on muodoltaan kaarimainen, jotta hetkelliset suuret epäpuhtaus purkaukset saataisiin varastoitua. Katon osia saadaan 1000-3500 mm:n pituisina ja yleensä katon pituus tasataan haluttuun muuttamalla viimeisien osien pituutta.

Kuvassa kahdeksan on esitetty ilmanvaihtokaton toimintaa. Kuvassa vasemmalla ylhäällä on katossa oleva piennopeustuloilmalaite ja oikealla alhaalla syrjäytysilmalaite. Katossa on valot sekä oikealla puolella Capture Jet - moduuli.



KUVA 8. Halton ilmanvaihtokaton toimintaperiaate.

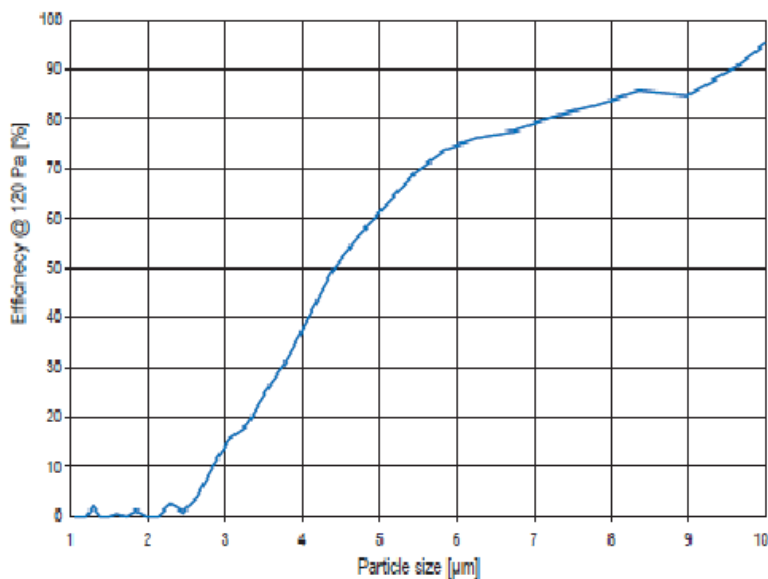
5.1.3 Rasvanerotin

Haltonin ilmanvaihtokatossa käytetään haltonin mekaanisia KSA spiraalipyör-suodattimia. KSA suodatin on sisältä hunajakennomainen ja sen muoto saa ilman pyörteilemään sen sisällä ja näin saa rasvan tarttumaan keskipakovoiman avulla. Suodattimessa ilma tulee sisään suodattimen otsapinnassa olevasta raosta, sen jälkeen se kiertää suodattimen läpi, jolloin rasva jää suodattimen seinämiin. Lopuksi suodatettu ilma poistuu suodattimen ylä- ja alaosan kautta. /4/ Kuvassa yhdeksän on KSA suoda-

tin ja kuvassa kymmenen suodattimen rasvanerotusaste sen maksimi painehäviöllä 120 Pa. Kun ilmapvirtaa pienentää, niin myös rasvanerotusaste pienenee.



KUVA 9. KSA suodatin.



KUVA 10. KSA suodattimen rasvanerotusaste painehäviöllä 120 Pa.

5.1.4 Automaattinen pesu

Suodattimet varustetaan automaattisella pesurilla, joka pesee KSA erottimet ja kammiot suihkuttamalla kuumaa vettä automaattisesti ohjelmoidun ohjelman mukaan. Järjestelmässä on oma yksikkönsä, jossa on lähdöt suodattimien luona oleville pesuuttimille. /4/

5.1.5 Tuloilma laitteet

Haltonin suunnitelmassa tuloilmalaitteina käytetään Haltonin kattoon sijoitettavia LF/A-piennopeus tuloilmalaitteita.

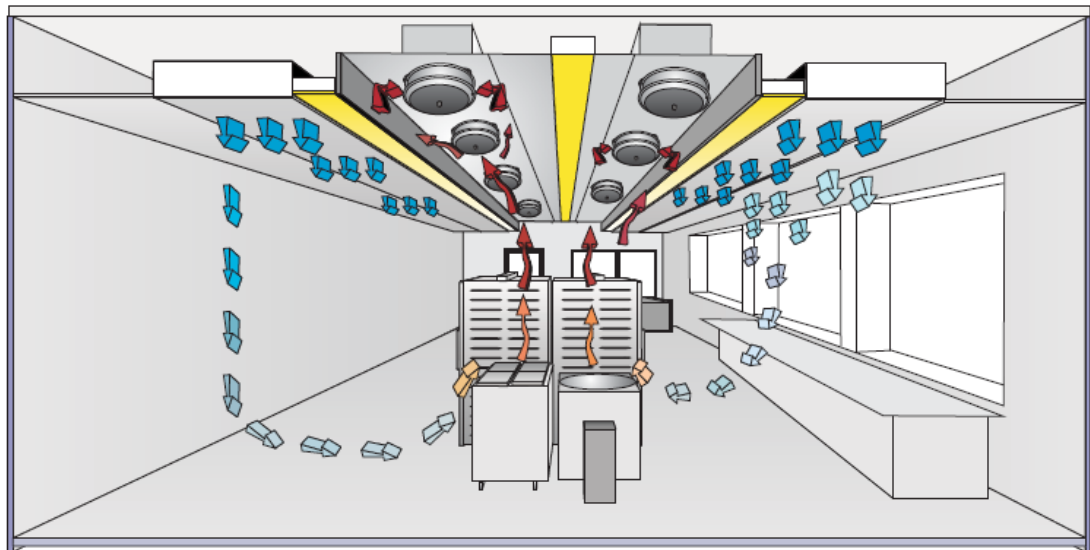
5.2 Jevenin järjestelmät

5.2.1 Ilmavirtojen ohjaus

Jevenin järjestelmässä tilassa on huonelämpötilan mittari, jonka mittaaman lämpötilan mukaan säädetään tulo- ja poistoilmavirtaa vyöhykekohtaisesti säätöpeltien avulla. Tarvittavien ilmavirtojen perusteella säädetään puhaltimien pyörimisnopeutta. Tarkasteltavassa tilassa on kaksi vyöhykettä.

5.2.2 Ilmanvaihtokatto

Jevenin ilmanvaihtokatto- JTA koostuu turboswing- tai JCD- suodatusratkaisusta ja rst- kattokaseteista. Siihen on saatavilla myös valaisimia ja piennopeustuloilmanlaitteita. Katossa on upotettu poistoalue, joka toimii varastointitilana hetkellisille suurille purkauksille ja estää epäpuhtauksien sekoittumisen tuloilmaan. /5/ Kuvassa 11 on Jevenin ilmanvaihtokaton toimintaperiaate.

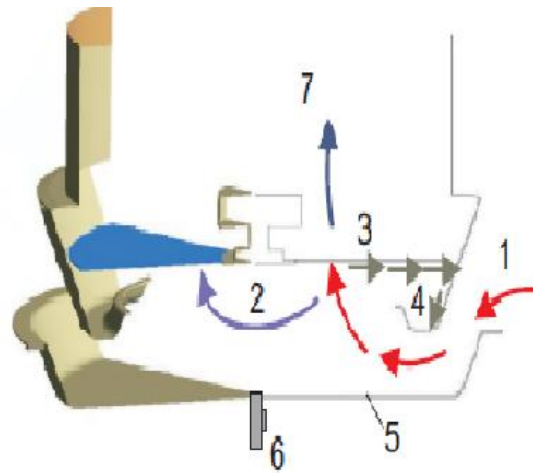


KUVA 11. Jevenin ilmanvaihtokaton toimintaperiaate.

5.2.3 Rasvanerotimet

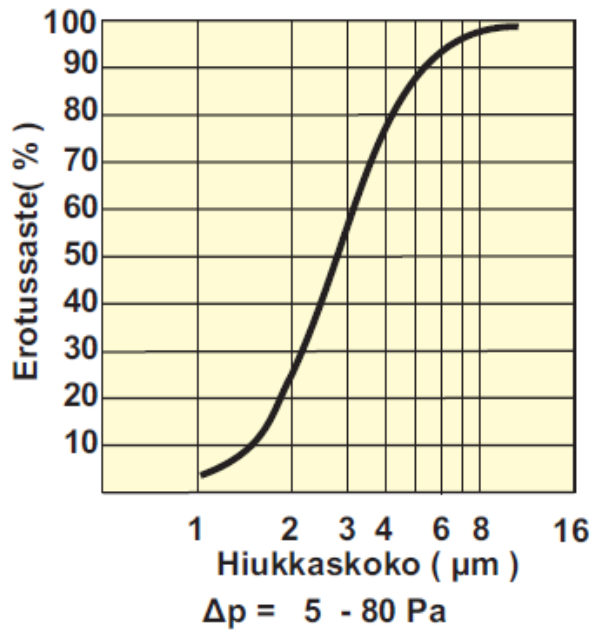
Jevenin järjestelmissä käytetään kolmea erilaista rasvanerotinta. Turboswingiä huuvassa sekä ilmanvaihtokatossa, JCD- erottimia ilmanvaihtokatossa sekä JCE- erottimia huuvissa.

Turboswing – suodattimen toiminta perustuu nopeasti pyörivään nanopinnoitettuun erotuslevyyn. Erotuslevyssä epäpuhtaushiukkaset törmäävät levyn reikien pintoihin ja erottuvat ilmavirrasta tarttuen hetkeksi erotuslevyn pintaan. Erotuslevystä hiukkaset kulkeutuvat keskipakovoiman avulla erotuskammioon. Keräysallas voidaan tyhjentää tyhjennyshanasta. Toimintaperiaate on esitetty kuvassa 12. Siinä likainen ilma (1) saapuu turboswingiin. Erotuslevyn pyöriessä (2) rasva ja epäpuhtaudet erottuvat (3) ja siirtyvät (4) kammion reunoille, josta valuvat keräysaltaaseen (5). Nestemäinen rasva poistetaan avaamalla tyhjennyshana (6). Puhdistunut ilma poistuu (7) kanavistoon. /5/



KUVA 12. Turboswing – toimintaperiaate.

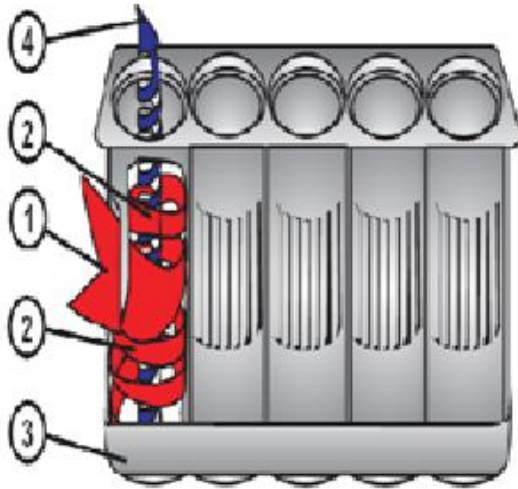
Erotusaste on kuvassa 13 painehäviöllä 5 – 80 Pa. Turboswing suodattimen erotusasteeseen ei vaikuta suodattimen painehäviö, joten ilmavirtojen pienentäminen ei lisää kanavien likaantumista.



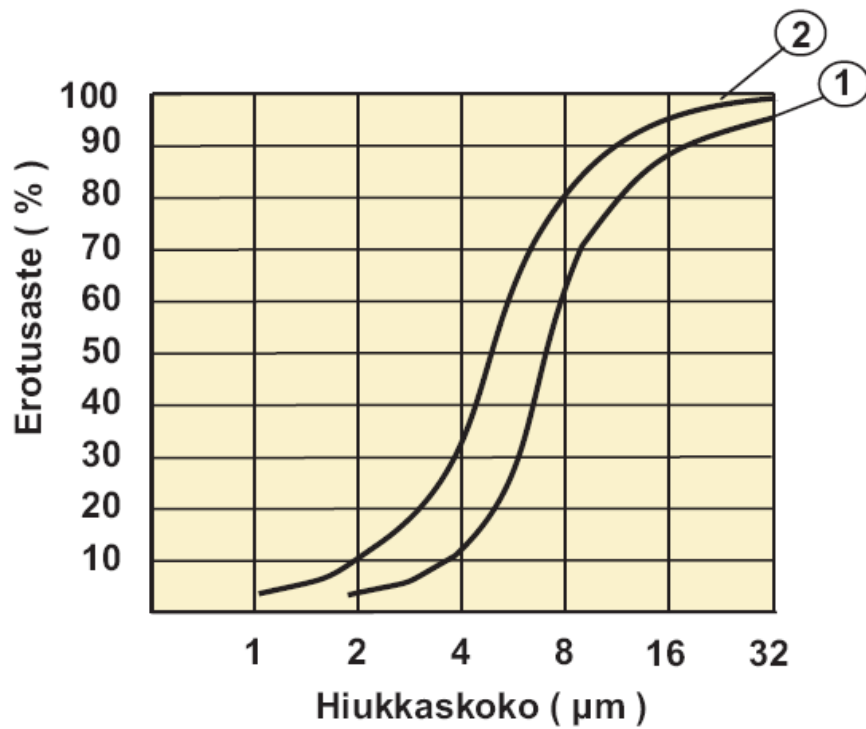
KUVA 13. Turboswing erotusaste.

Turboswing – suodatinta ei tarvitse huoltaa ja pestä kuin parhaimmillaan kerran vuodessa. Yhden suodattimen huoltoon kuluu aikaa n. 20 min. /5/

Jevenin JCE- rasvanerottimia käytetään huuuissa ja se toimii keskipako- ja törmäys periaatteella. Siinä on kupit mihin rasva valuu ja se on pestävissä pesukoneessa. Kuvassa 14 on esitetty sen toiminta ja kuvassa 15 rasvanerotusaste. Kuvan 14 kohdassa 1 rasvaa sisältävä ilma saapuu erottimeen. Kohdassa 2 ilmavirta pyörii erotinkennossa ja rasva erottuu seinille keskipakovoiman ansiosta. Kohdassa kolme rasva valuu seinämistä kuppiin ja kohdassa neljä puhdistunut ilma poistuu. /5/



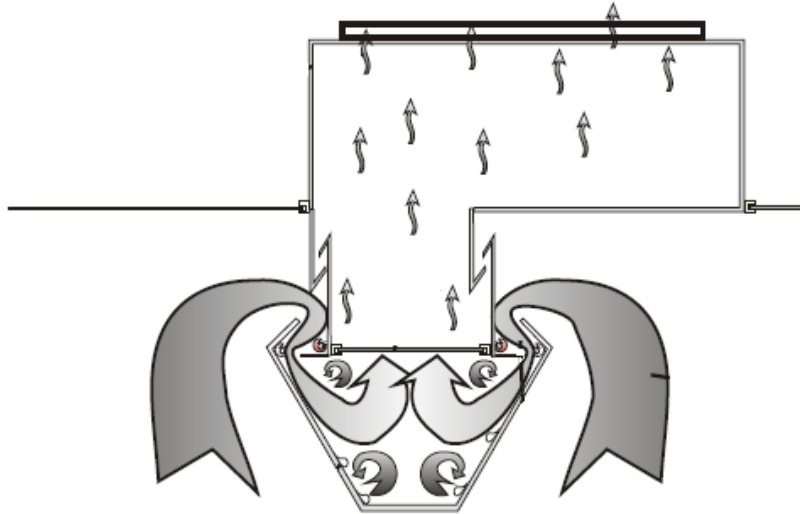
KUVA 14. JCE-erottimen toiminta



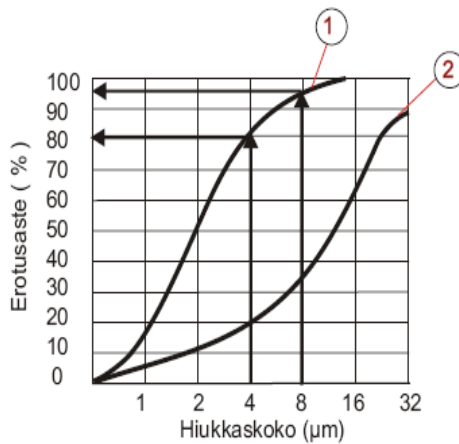
- ① Paine-ero erottimen yli = 50 Pa
- ② Paine-ero erottimen yli = 200 Pa

KUVA 15. JCE-erotusaste.

Kolmas Jevenin erotinmalli on JCD, jota käytetään ilmanvaihtokatoissa. Se toimii keskipakoerotus periaatteella ja sen toiminta on esitetty kuvassa 16. Kuvassa 17 on JCD- erottimen erotusaste.



KUVA 16. JCD- erottimen toiminta.



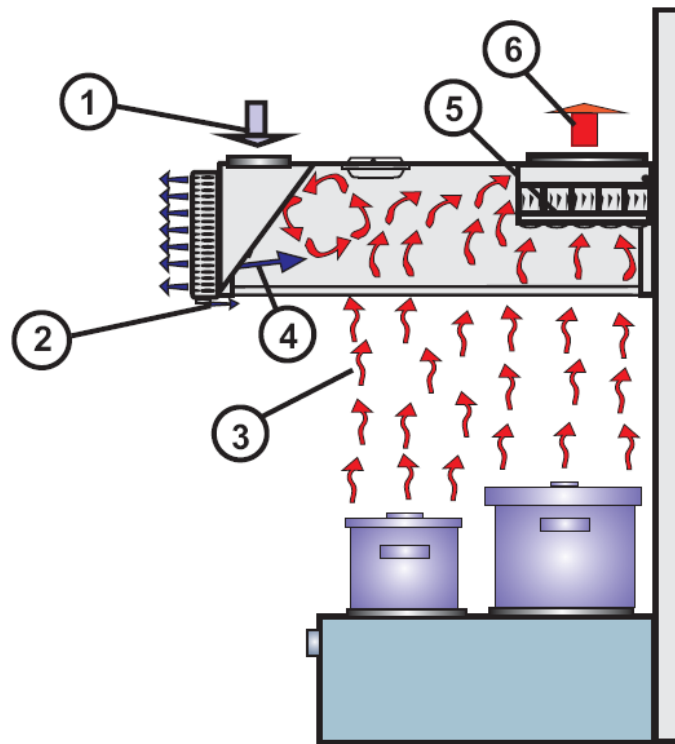
1. Puhdas JCD-erotin, painehäviö 5 - 80 Pa.
2. JCD-erotin, ilman hienosuodatinta, painehäviö 50 Pa.

KUVA 17. JCD- erottimen erotusaste.

5.2.4 Huuva

Huuvina Jevenin suunnitelmissa käytetään mallia JSI-R tuloilmahuuvia. Siinä voidaan käyttää joko turboswing- tai JCE-erottimia. Huuvan toiminta on esitetty kuvassa 18. Kohdasta yksi tuodaan tuloilma, kohdassa kaksi on säädettävät tuloilmasuuttimet, kohdassa kolme on lämpötilaeron johdosta nouseva likainen ilma, kohdassa neljä ohjausilma, kohdassa viisi on rasvanerotin ja kohdassa kuusi puhdistunut ilma poistuu

kanavistoon. JSI- huuvan sieppausaste ei pienene juurikaan ilmavirtaa pienentäessä. Sieppausaste on esitetty liitteessä 7.



KUVA 18. JSI-R tuloilmahuuva.

5.2.5 Tuloilma laitteet

Kaikissa Jevenin ratkaisussa käytetään kattoon sijoitettuja Deco.L- piennopeus tuloilmalaitteita ja huuvaratkaisussa lisäksi huuvinissa olevia tuloilmalaitteita.

5.3 Järjestelmien vertailu

TAULUKKO 3. Ilmavirtojen ohjausjärjestelmien vertailu

Halton	Jeven
+Mittaa jokaista keittiölaitetta erikseen ja säätää poistoilmavirrat sinne missä sitä tarvitaan.	+ Käyttökokemuksia suomesta.
+ Huuva kohtainen poistoilman säätö.	- Säätää ilmavirtoja vain sisälämpötilan mukaan.
.	- Ilmavirtojen säätö vain osastointien mukaan.

TAULUKKO 4. Huuvien ja ilmanvaihtokattojen vertailu.

Halton KCJ	Jeven JTA	Jeven JSI-R
+Sieppausilma estää epäpuhtauksien leviämisen		+Sieppausilma estää epäpuhtauksien leviämisen
+Automaattinen suodattimien pesu		+saadaan pienemmät poistoilmavirrat kuin ilmanvaihtokatoilla
-Suuremmat ilmavirrat kuin huuvaratkaisulla	-Suuremmat ilmavirrat kuin huuvaratkaisulla	

TAULUKKO 5. Rasvanerotimien vertailu

Halton KSA	Jeven Turboswing	Jeven Jcd	Jeven Jce
+Varma toiminen, yksinkertainen	+Vähäinen huollon ja pesun tarve.	+Varma toiminen, yksinkertainen	+Varma toiminen, yksinkertainen
+ Helppo ja nopea puhdistaa ja huoltaa sekä siinä on automaattiset pesurit.	+Korkein erotusaste, johon ei vaikuta ilmavirrat.	+ Helppo ja nopea puhdistaa huoltaa sekä	+ Helppo ja nopea puhdistaa huoltaa sekä
	+Ei vuotoilmavirtaa suodattimen ohi		
	+ Korkea erotusaste pitää kanavat ja säätöpellit puhtaampina, joten huollon tarve on vähäisempi		
-Erotusaste laskee ilmavirtojen pienentyessä	-Kuluttaa sähköä 90 W/kpl	-Erotusaste laskee ilmavirtojen pienentyessä	-Erotusaste laskee ilmavirtojen pienentyessä

6 ELINKAARIKUSTANNUKSET

Hankintahinnaltaan edullisimmat järjestelmät eivät ole läheskään aina parhaimpia eivätkä yleensä pitkällä tähtäimellä edullisimpia. Joskus kalliisiin järjestelmiin investoiminen ei maksa itseään koskaan takaisin. Tämän takia elinkaarikustannusten huomioiminen suunnitteluratkaisuja vertaillen ja järjestelmien valintaa tehdessä on hyvin tärkeää. Elinkaarilaskelmilla pyritään ennakoimaan tietyn järjestelmän elinkaaren aikana muodostuvia kustannuksia.

Elinkaarikustannuslaskelmia varten tarvitaan tietoa laitteista ja niiden hinnoista, käytöstä, käyttöajasta, energiankulutuksesta sekä hoito- ja kunnossapitokustannuksista.

Elinkaarilaskelmat riippuvat paljon ennustetuista kustannuksista ja osa näistä ennustuksista on vain asiantuntijoiden parhaita arvioita. /10/

Kohteen ilmanvaihtojärjestelmien elinkaarilaskelman aikana käytetään 15 vuotta. Sähkön hintana on käytetty Kuopion energian yleissähkön hintaa 10,20 snt/kWh, joka on voimassa 1.4.2011 lähtien. Se sisältää sähkön siirron ja sähkön energiamaksun, mutta ei perusmaksua. Kaukolämmön hintana käytetään Kuopion energian kaukolämpöenergian hintaa 46.90 €/MWh, joka on voimassa 1.1.2011 lähtien. Laskennassa ei huomioida perusmaksua./11/

6.1 Urakointikustannukset

Urakointikustannukset ovat jaettu investointikustannuksiin ja asennuskustannuksiin. Haltonin järjestelmä asennetaan Haltonin omien asentajien toimesta ja siitä ei ole erikseen investointi ja asennuskustannuksia. Hintaan kuuluu koko ilmastointikaton asennus sisältäen valot ja katon pesualueen sisäiset viemäröinnit. Haltonin järjestelmä tulee maksamaan ilman veroja asennettuna 225 000 € /13/.

Haltonin järjestelmässä M.A.R.V.E.L.- ohjausjärjestelmän tuoma lisäkustannus on 25 000 €. Ohjausjärjestelmään kuuluu seitsemän kappaletta poistoilmapeltejä sekä 11 infrapunasensoria. Automaattisen erottimien pesurin osuus Haltonin järjestelmän hinnasta on 30 000 €. Molemmat sisältyvät 225 000 €:n hintaan. /13/

6.1.1 Investointikustannukset

Investointikustannuksiin lasketaan laitevalmistajien suunnitelmien mukaiset laitteet. Niihin ei lasketa IV-koneita, eikä kanavistoja, koska ne ovat jokaisessa suunnitelmas- sa melko samat. Jevenin järjestelmissä ei ole investointikustannuksiin laskettu säätö- peltejä vaan ne on huomioitu asennuskustannuksissa.

TAULUKKO 6. Investointikustannukset

Järjestelmä	Hinta / €, alv. 0%
Jeven 1.	58 500
Jeven 2.	52 000
Jeven 3.	38 700
Jeven 4.	25 700

6.1.2 Asemuskustannukset

Asennuskustannuksia ei ole huomioida sitä, että Haltonin automaattinen pesuri tarvitsee lämminvesijohdot sekä viemäroinnit ilmanvaihtokaton reunasta, mutta sen kustannus ei ole merkittävän suuri.

Jevenin järjestelmissä ei ole alaslaskettua kattoa ja valoja yhtä suurelle alalle kuin Haltonin järjestelmässä, joten tämän tuomalle lisäkustannukselle on arvioitu hinta liitteessä kahdeksan. Haltonin järjestelmä kattaa n. 360 m² pinta-alan, kun taas Jevenin ilmanvaihtokattoratkaisut 102,30 m² ja huuvaratkaisut 37,72 m² pinta.alan. Valaisimia Haltonin järjestelmässä on passiivialueella 77, joten näille on myös laskettu hinta Jevenin järjestelmiin. Alaslasketun katon urakointikustannusten laskemiseen on käytetty sähkötoimialan- ja rakennusalan työehtosopimuksien urakkalaskentaan ilmoittamia hintoja.

Jevenin suunnitteleminen järjestelmien asennuskustannukset sekä niihin tarvittavan säätöjärjestelmän urakointikustannukset ovat laskettu liitteessä 8.

TAULUKKO 7. Asemuskustannukset

Järjestelmä	Hinta / €
Jeven 1.	21 843,50
Jeven 2.	21 843,50
Jeven 3.	5568,50
Jeven 4.	5568,50

TAULUKKO 8. Alaslasketun katon hinnat.

Järjestelmä	Hinta / €
Jeven 1.	8424,67
Jeven 2.	8424,67
Jeven 3.	9523,75
Jeven 4.	9523,75

6.1.3 Urakointikustannukset yhteensä**TAULUKKO 9. Urakointikustannukset**

Järjestelmä	Hinta / €
Halton	225 000,00
Jeven 1.	88 768,17
Jeven 2.	82 268,17
Jeven 3.	53 792,25
Jeven 4.	40 792,25

6.2 Huoltokustannukset

Huoltokustannukset muodostuvat lähinnä rasvanerotimien, kanavistojen ja säätöpel-tien puhdistuksesta ja huollosta. Eniten kustannuksia aiheuttavat rasvanerotimien puhdistus.

Jevenin Turboswing suodattimien pesutiheytenä käytetään yksi kerta vuodessa, pesuun kuluvana aikana 20 min/Turboswing ja yhteen pesuun kuluvana lämpimänä vedenä 3 litraa. Jevenin JCE- ja JCD- erottimien pesutiheytenä käytetään kaksi kertaa kuukaudessa ja lämpimän veden kulutuksena samaa kolmea litraa. Pesuun kuluvana aikana käytetään viittä minuuttia./12/

Haltonin ilmastointikatto on varustettu automaattisella pesuriyksiköllä, joka pesee KSA- erottimet ja kammion ohjelmoituin aikavälein. Sen käyttämänä lämpimänä ve-

tenä käytetään 400 litraa pesukieroa kohden ja pesutiheytenä kaksi kertaa kuukaudesta. /13/

Haltonin järjestelmästä on myös laskettu, paljonko huolto tulisi maksamaan ilman automaattista pesuria. Pesuun kuluvana aikana käytetään kuutta minuuttia /13/ ja veden kulutuksena samaa kolmea litraa erotinta kohden, kuin Jevenin erottimille.

TAULUKKO 10. Huollon työn kustannukset.

	Erottimien määrä	Puhdistusaika /erotin/tuntia	Puhdistusaika elinkaaren aikana/tuntia	Työn hinta/ €/h.	Hinta yhteensä/€
Halton Ratkaisu	48	0	0	50	0
Halton ilman aut. pesuria.	48	0,1	1728	50	86 400,00
Jeven 1. Ratkaisu	25	0,33	123,75	50	6187,50
Jeven 2. Ratkaisu	26	0,083	776,88	50	38 844,00
Jeven 3. Ratkaisu	24	0,33	118,80	50	5940,00
Jeven 4. Ratkaisu	16	0,083	478,08	50	23 904,00

Jevenin ja Haltonin erottimet voidaan pestä astianpesukoneessa. Yhteen pesuun astianpesukoneessa, jossa kuluu 3 litraa vettä ja pestään yksi erotin, kuluu energiaa n. 0,77 kWh /12/. Haltonin erottimien pesemiseen käytetään automaattisessa järjestelmässä lämmintä käyttövettä, joten energian hintana on laskennassa käytetty kaukolämmön hintaa.

Lämpimän veden lämmittämiseen käytetty energia on laskettu kaavalla:

$$Q=c*\rho*V*\Delta t$$

,jossa

Q = Lämpömäärä, kJ

c = Veden ominaislämpökapasiteetti, $4.2 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$

ρ = Veden tiheys, 1000 kg/m^3

V = Veden tilavuus, m^3

Δt = Lämpötilaero, $48 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$

Tästä saadaan yhden litran veden lämmittämiseen $58 \text{ }^{\circ}\text{C}$:een tarvittavaksi energiaksi $201,6 \text{ kJ} = 0,056 \text{ kWh}$.

TAULUKKO 11. Pesuun kuluvan energian hinta.

	Erottimien määrä	Pesukerrat / vuosi/erotin.	Veden kulutus vuodessa /litraa	Energian kulutus vuodessa /kWh.	Energian kulutus elinkaaren aikana/ kWh	Hinta yhteensä /€
Halton Ratkaisu	48	24	9600	537,6	8064,0	822,53
Halton ilman aut. pe- suria.	48	24	3456	2661,1	39 916,8	4071,51
Jeven 1. Ratkaisu	25	1	75	19,3	288,8	29,46
Jeven 2. Ratkaisu	26	24	1872	480,5	7207,2	735,13
Jeven 3. Ratkaisu	24	1	72	18,48	277,2	28,27
Jeven 4. Ratkaisu	16	24	1152	295,7	4435,2	452,37

Pesussa kuluu paljon vettä, joten sen hinta on myös laskettu. Kuopion vesi ilmoittaa veden verolliseksi käyttömaksuksi 1.1.2011 eteenpäin $1,42\text{€}/\text{m}^3$ ja jätevedelle $1,95\text{€}/\text{m}^3$ /14/. Laskennassa ei ole huomioitava vesimittarin koon mukaan määräytyvää vuotuista perusmaksua, koska se on kaikissa tapauksissa sama.

TAULUKKO 12. Käyttö- ja jäteveden kustannukset.

Järjestelmä	Veden kulutus elinkaaren aikana / m ³	Käyttö- ja jäteveden hinta / €
Halton ratkaisu	144,00	485,28
Halton ilman aut. pesuria.	51,84	174,70
Jeven 1. Ratkaisu	1,13	3,81
Jeven 2. Ratkaisu	28,08	94,63
Jeven 3. Ratkaisu	1,80	6,07
Jeven 4. Ratkaisu	17,28	58,23

Turboswing- erottimilla on arvioitu säästävän kerran vuodessa tehtävässä kanaviston puhdistuksessa noin kaksi tuntia /12/ eli elinkaaren aikana 30 tuntia. Työn hinnalla 50 € tästä tulee säästöä elinkaaren aikana 1500 € Jevenin 1. ja 3. ratkaisuun.

TAULUKKO 13. Huollon hinta yhteensä.

Järjestelmä	Hinta / €
Halton Ratkaisu	1307,81
Halton ilman aut. pesuria.	90 646,21
Jeven 1. Ratkaisu	4720,77
Jeven 2. Ratkaisu	39673,76
Jeven 3. Ratkaisu	4474,34
Jeven 4. Ratkaisu	24414,60

Haltonin automaattinen pesurijärjestelmä maksaa itsensä näiden laskujen perusteella takaisin noin viidessä vuodessa. Automaattisen pesurin etuna on myös se, että se hoitaa pesun varmasti halutuin väliajoin ja näin rasvanerottimet ja koko keittiön iv-järjestelmä pysyy paremmassa kunnossa. Sillä pystytään myös hoitamaan erottimien pesut silloin, kun keittiö ei ole toiminnassa kuten yöllä.

Jevenin Turboswing- erottimilla päästään huomattavasti alhaisempiin huoltokustannuksiin kuin muilla käsin pestävillä erottimilla.

6.3 Energian kulutus

Ammattikeittiön ilmanvaihtojärjestelmien elinkaarikustannuksista suuren osan muodostavat energiakustannukset keittiön suurien ilmavirtojen vuoksi. Energiankulutuksen ja olosuhteiden simuloinneissa on keittölaitteiden aiheuttamana kuormana käytetty LVI- ohjekortti 06-10304 antamia lämpökuormia laitteen liitäntätehoa kohti, jotka ovat keittopadalle 235 W/kW ja uunille 220W/kW /1,s.3/. Niiden käyttöaikoina on käytetty liitteessä 12 ilmoitettuja aikoja. Valaistuksen kuormana on käytetty 15 W/m². Henkilöiden lukumääränä tilassa on käytetty yhdeksää ja työn tehotasona on 1.6 Metä, mikä vastaa kuormaa 100W/hlö. Valaistuksen ja henkilöiden on simuloinnissa katsottu aiheuttavan lämpökuormaa aikavälillä 5-22. Lämmöntalteenottona on käytetty nestekiertoista lto:ta tuloilman lämpösuhteella 50 %.

Ulkoseinän ja ikkunoiden U-arvoina on käytetty Suomen rakennusmääräyskokoelman osa C3 antamia vertailuarvoja (ulkoseinä 0,17 W/m²,⁰C ja ikkuna 1,00 W/m²,⁰C), koska oikeita arvoja ei vielä ole saatavilla. Rakenteiden tehollisena massana on käytetty 434 kg/m².

Työssä on vertailun vuoksi simuloitu tilaa antamalla ohjelman mitoittaa maksimi ilmavirta, jolla sisäolosuhteet pysyisivät luokan Sk1 mukaisena, tällä saatiin maksimi ilmavirraksi 26,6 dm³/s,m². Kaikissa tapauksissa käytettiin yötuuletusta ja muuttuvaa ilmavirtaa. Taulukossa 13 on eri järjestelmien energiankulutukset. Jäähdytyssähkö on laskettu ohjelmalla COP arvolla 2.5.

6.3.1 IV-koneen energiankulutus

TAULUKKO 14. Energiankulutukset elinkaaren aikana.

	Puhaltimien sähkönkulutus /MWh	Jäähdytyssähkö /MWh	Sähkö yhteen- sä / MWh	Lämmitys /MWh.
SK 1	180	30	210	960
Halton	195	30	225	1125
Jeven 1. ja 2.	210	30	240	1410
Jeven 3. ja 4.	195	15	210	1290

TAULUKKO 15. Energian hinnat

	Sähkö / €	Kaukolämpö / €
SK 1	21420	45024
Halton	22950	52763
Jeven 1. ja 2.	24480	66129
Jeven 3. ja 4.	21420	60501

6.3.2 Jevenin turbos wing- erottimen sähkön kulutus

Turboswing- erottimia käytetään Jevenin suunnitelmissa 1 ja 3. Nämä erottimet kuluttavat sähköä 90W/kpl ja ovat päällä klo. 5-22.

TAULUKKO 16. Erottimien energian kulutus.

Järjestelmä	Eroittimia/kpl	Sähkön kulutus/elinkaari/kWh	Kustannus/€
Jeven 1.	25	209 419	21 361
Jeven 3.	24	201 042	20 506

6.3.3 Haltonin sieppausilma- puhaltimen energiankulutus.

Haltonin järjestelmässä sieppausilma puhalletaan neljällä pienellä puhaltimella ja sieppausilma otetaan puhtaasta tilasta. Sieppausilmaa tarvitaan yhteensä 426 dm³/s ja jokainen puhallin kuluttaa sähköä noin 55W. /13/ Puhaltimet ovat päällä klo. 5-22 eli 17 tuntia päivässä vuoden jokaisena päivänä. Tällöin energiankulutukseksi elinkaaren aikana tulee 20 477 kWh. Energian hinnaksi tulee 2089 €.

6.3.4 Energian kustannukset

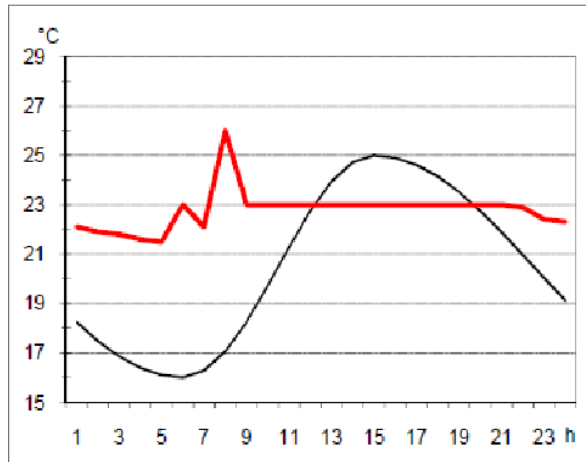
TAULUKKO 17. Energian kustannukset elinkaaren aikana.

Järjestelmä	Sähkö / €	Kaukolämpö / €	Erottimien sähkö / €	Sieppausilma puhallin / €	Yhteensä / €
Halton	22 950	52 763	0,00	2 089	77 802
Jeven 1.	24 480	66 129	21 361	0,00	111 970
Jeven 2.	24 480	66 129	0,00	0,00	90 609
Jeven 3.	21 420	60 501	20 506	0,00	102 427
Jeven 4.	21 420	60 501	0,00	0,00	81 921

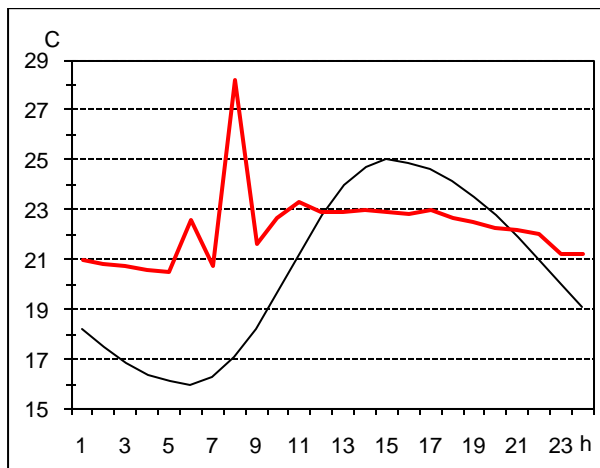
Haltonin järjestelmä kuluttaa vähiten energiaa elinkaaren aikana. Jevenin järjestelmät, joissa on turboswing- erotin taas eniten johtuen erottimien kuluttamasta sähköstä.

6.3.4 Olosuhdesimulointi

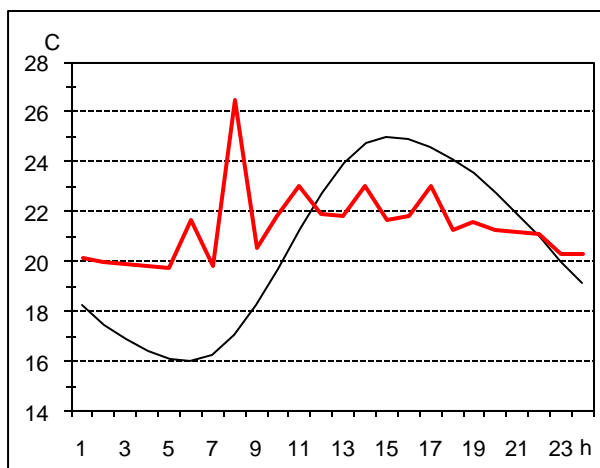
Olosuhdesimuloinnissa mitoituspäivänä käytetään keskiviikkoa 11. heinäkuuta. Ulkolämpötilan maksimi lämpötilana on 25 °C ja miniminä 16 °C. Keittölaitteiden kuorimituksena on käytetty keskiviikon toiminta-aikatauluja, koska se on hankalin simuloinnin kannalta. Kuvassa 19 on esitetty tilan keskimääräinen lämpötila sekä ulkolämpötila jäähtytyksen mitoituspäivänä ilmavirralla 26,6 dm³/s,m². Kuvassa 20 on simulointi Haltonin ilmavirroilla, kuvassa 21 Jevenin kattoratkaisun ilmavirroilla ja kuvassa 22 Jevenin huuvaratkaisun ilmavirroilla.



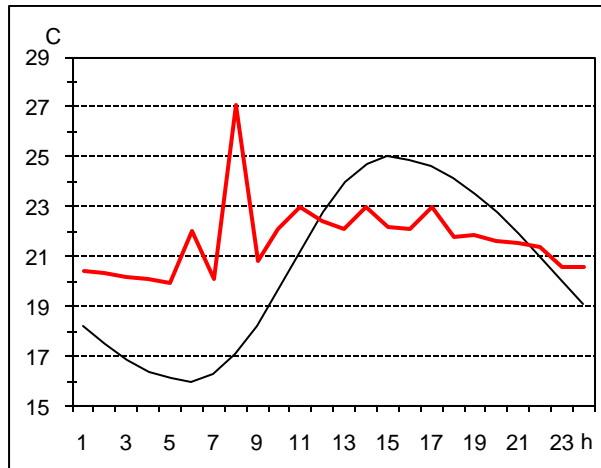
KUVA 19. Ilmavirta $26,6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$ (4778 l/s)



KUVA 20. Halton, ilmavirta $22,3 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$ (4000 l/s)



KUVA 21. Jeven kattoratkaisu, ilmavirta $28,1 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$ (5044 l/s)



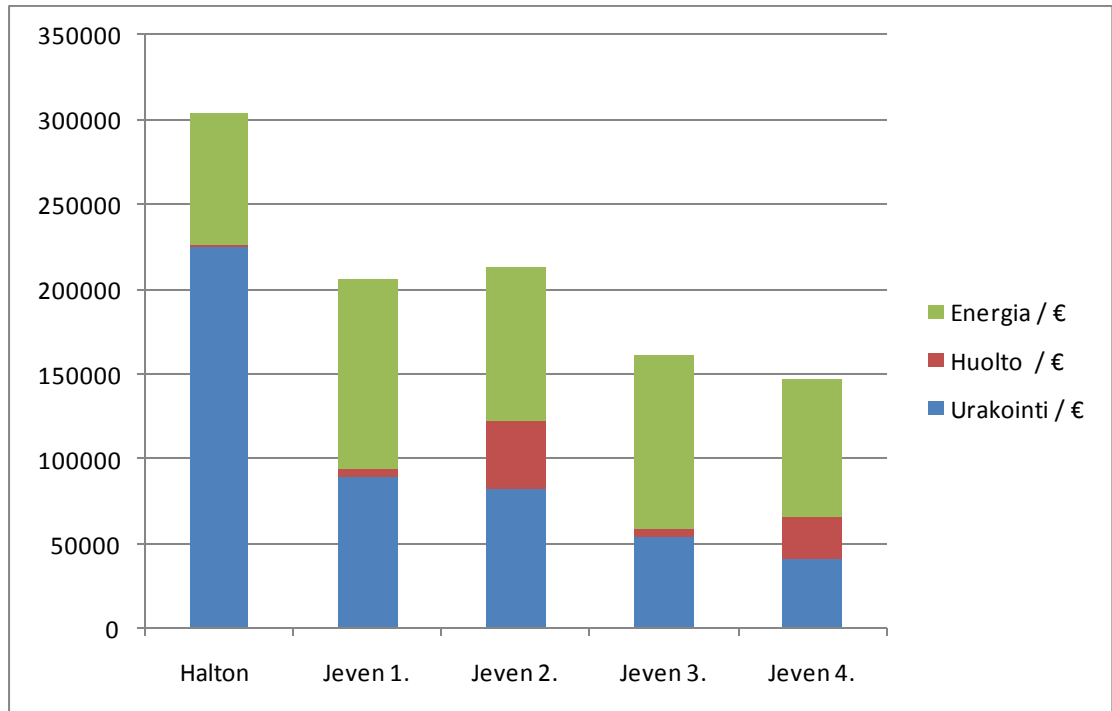
KUVA 22. Jeven huuvaratkaisu, ilmavirta 26,0 dm³/s,m² (4670 l/s)

Kaikissa simuloinneissa lämpötila pysyi hyvin tavoitellun sisäilmastoluokan kahden mukaisena. Kaikissa simuloinneissa nousee sisälämpötila kello kahdeksan aikaan hetkellisesti, mutta muuten lämpötila pysyy hyvin tasaisena.

7 TULOSTEN YHTEENVETO JA POHDINTA

TAULUKKO 18. Elinkaarikustannukset.

Järjestelmä	Urakointi / €	Huolto / €	Energia / €	Yhteensä / €
Halton	225000	1308	77802	304110
Jeven 1.	88768	4721	111970	205459
Jeven 2.	82268	39674	90609	212551
Jeven 3.	53792	4474	102 427	160693
Jeven 4.	40792	24415	81 921	147128



KUVA 23. Tulokset.

Elinkaarikustannuksiltaan halvimmaksi tuli Jevenin huuvaratkaisu varustettuna perinteisillä JCE-erottimilla. Tämä johtuu siitä, että Jevenin huuvaratkaisuissa on urakointikustannukset huomattavasti halvemmat kuin ilmanvaihtokatto ratkaisuisissa. Huuvaratkaisuissa erot muodostuivat ratkaisu neljän eduksi investointi- ja energiakustannuksissa, kun taas ratkaisu kolmessa oli huomattavasti pienemmät huoltokustannukset. Energiaa kuluttivat eniten Jevenin ratkaisut, joissa oli turboswing-erottimet, johtuen erottimien kuluttamasta sähköenergiasta. Opinnäytetyössä kaikki erottimet olivat päällä klo. 5-22. Näiden ohjauksella säästettäisiin energiaa. Haltonin järjestelmä oli edullisin huolto- ja energiakustannuksiltaan, mutta sen kalliit urakointikustannukset tekivät siitä kalleimman elinkaarikustannuksiltaan. Työssä käytettiin muiden erottimien, paitsi turboswing-erottimien, pesutiheytenä kaksi kertaa kuukaudessa, mutta käytännössä niitä ei varmasti niin useasti pestä.

Kaikki ilmanvaihtokattoratkaisut tulivat selvästi kalliimmiksi kuin huuvaratkaisut elinkaarikustannuksiltaan, johtuen kalliimmista urakointikustannuksista. Ilmanvaihtokattoratkaisuista tuli edullisimmaksi Jevenin ratkaisu varustettuna turboswing-erottimilla. Ero Jevenin JCD-erottimilla varustettuun ratkaisuun johtui paljon alhaisemmista huoltokustannuksista. Huuvaratkaisuissa taas turboswingillä ei saatu säästöä johtuen kalliimmista investointikustannuksista ja erottimien sähkön kulutuksesta. Säästöistä

voi tulla suuria kohteissa, joissa poistoilma on todella rasvaista. Ilmanvaihtokattojen etuna on se, että niillä saadaan tilaan avarampaa tuntua kuin huuvilla.

Haltonin järjestelmän selvästi suuremmat urakointikustannukset tekivät siitä kalleimman järjestelmän, vaikka se oli edullisin muilla osa-alueilla. Haltonin automaattinen pesuri säästi todella paljon huoltokustannuksissa, mutta sen mahdollisia korjaustöidenpeiteitä elinkaaren aikana ei ole otettu huomioon. Käytännössä Haltonin M.A.R.V.E.L.- ohjausjärjestelmällä voidaan säästää enemmän energiankulutuksessa kuin tässä työssä on simuloitu, koska ohjelma simuloi kaikkien järjestelmien energiankulutukset samalla periaatteella.

8 SUOSITUKSET

Vertailtavista järjestelmistä suosittelen Jevenin ratkaisuja, joissa on turboswing- erottimet, koska niillä säästetään huomattavasti huoltokustannuksissa. Kohteissa, joissa poistoilma on todella rasvaista, säästetään turboswing- erottimilla mahdollisesti vielä enemmän ilmanvaihtokanavistojen puhdistuksissa, koska turboswing- erottimessa on huomattavasti muita erottimia parempi erotusaste. Jos tilaan haluaa avaruuden tuntua, on ilmanvaihtokatto parempi ratkaisu kuin huuvat, muuten huuvaratkaisu on parempi sen edullisuuden vuoksi. Jos tilaan valitsee Haltonin ilmanvaihtokatto- ratkaisun, kannattaa siihen ottaa myös erottimien automaattinen pesuri, koska se maksaa itsensä nopeasti takaisin sekä erottimien pesu toimii varmasti halutuin väliajoin, eikä erottimien pesu jää keittiöyönteekijöiden tehtäväksi.

LÄHTEET

1. Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. 2000. LVI- ohjekortti LVI 06-10304.
2. Reisbacka, Anneli, Rytkönen, Arja, Salminen, Merja & Kosonen, Risto. 2009. Energiatehokas ammattikeittiö –opas. Nurmijärvi. TTS tutkimuksen loppuraportti.
3. Energiatehokas ammattikeittiö. 2010. Motiva. www-dokumentti:
http://www.motiva.fi/files/3056/Energiatehokas_ammattikeittio.pdf. Päivitetty 17.11.2010. Luettu 27.11.2010.
4. Halton Oy. 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.halton.fi>. Päivitetty 3.1.2011. Luettu 3.1.2011.
5. Jeven Oy. 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.jeven.fi>. Päivitetty 3.1.2011. Luettu 3.1.2011.
6. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Osa: D2. www -dokumentti, http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf, Päivitetty 22.12.2008. Luettu 3.1.2011.
7. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Osa: E7. www -dokumentti, <http://www.finlex.fi/data/normit/17076-E7s.pdf>. Päivitetty 18.6.2003. Luettu 3.1.2011.
8. Kuopion yliopistollinen sairaala. 2011. www-sivut. <http://www.psshp.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 22.2.2011.
9. Granlund Oy. 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.granlund.fi/> Päivitetty 11.1.2011. Luettu 11.1.2011.
10. Pulakka, Sakari, Heimonen, Ismo, Junnonen, Juha-Matti & Vuolle, Mika. 2007. Talotekniikan elinkaarikustannukset. Espoo. VTT tiedotteita.
11. Kuopion energia Oy. 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.kuopionenergia.fi>. Päivitetty 2.3.2011. Luettu 15.3.2011.
12. Vartiainen, Seppo 2011. Haastattelu. 10.2.2011. Toimitusjohtaja. Jeven Oy.
13. Rinne, Jukka 2011. Sähköpostikeskustelu. 8-29.3.2011. Avainasiakaspäällikkö. Halton Oy.
14. Kuopion vesi. 2011. www-sivut. <http://www.kuopio.fi/vesi/>. Päivitetty 18.3.2011. Luettu 18.3.2011.

15. Hämäläinen, Jyrki 2011. Sähköpostikeskustelu. 31.3.2011. Tuotepäällikkö. Jerven Oy.
16. Lvi-toimialan työehtosopimus 2010-2012. www-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 4.4.2011.
17. Fläktwoods Oy. Yrityksen www-sivut. <http://www.flaktwoods.fi> Päivitetty 1.7.2010. Luettu 4.4.2011.
18. Lipsanen, Antti 2010. Puijonsarven koulun LVI-tietomallinnus ja ilmastomääräsäädön vaikutus ilmastointijärjestelmän elinkaarikustannuksiin. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
19. Sähkötuote. 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.sahkotuote.fi> Ei päivitystietoja. Luettu 19.4.2011.
20. Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluneen 2008-2009. www-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.4.2011
21. Talotekniikka-alan sähköasennustoimialan työehtosopimus 2005-2007. www-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.4.2011

Ilmavirtojen mitoitus - Katto**Projekti:**

KYS Tuke-hanke, järjestelmä vertailut, 7000 annosta/pv, 16h/pv päällä.
 Ins.tsto Granlund Kuopio Oy, Marko Sutinen.
 Jeven Oy, JH. TurboSwing suodattimilla varustetut ivkatot. Vpk.H=4030 mm, alakatto H=3000 mm.D2:Tuotanto 79m²*151/s/m²=-1185 l/s ja tuotanto 56m²*151/s/m²=-840 l/s.

Lisää keittiölaitteen liitäntäteho ja valitse oikea samanaikaisuuskerroin.

Ilmavirrat mitoitetaan vapautuvien lämpökuormien mukaan, kuitenkin vähintään 15 l/s per m². Mitoitus voidaan tehdä käyttämällä apuna allaolevaa taulukkoa.

	Keittiölaitekerroin	Liitäntäteho	Samanaikaisuuskerroin(0,3-0,9)	Poistoilmavirta Mp=Ke*P*S
Keittiölaite	Ke	P/kW	S	Mp l/s
Keittopata	12	245	0.9	2646
Painekeittokaappi	7		0.7	0
Kiertoilmauuni	12		0.7	0
Yhdistelmäuuni	12	222	0.9	2398
Paistinuuni	12		0.7	0
Paahtouuni	40		0.7	0
Paistinpannu	36		0.7	0
Rasvakeitin	24		0.7	0
Liesi	36		0.7	0
Halogeniliesi	24		0.7	0
Lämpöpöytä	40		0.7	0
Astianpesukone	24		0.7	0
Tunnelipesukone	18		0.7	0
			Yhteensä l/s	5044

Keittiölaitteet luovuttavat lämpöä ja epäpuhtauksia erilaisia määriä. Poistoilmavirtojen mitoituksessa erilaisuus otetaan huomioon keittiölaitekertoimella Ke. Samanaikaisuuskerroin S, riippuu keittiölaitteiden käyttöajasta ja niiden lukumäärästä. Tavallisesti se on välillä 0,6 - 0,8. Mitoituspoistoilmavirta, Mp, saadaan kertomalla keittiölaitekerroin, Ke, keittiölaitteen liitäntäteholla, P/kW, ja samanaikaisuuskertoimella ,S.

Tulosta

Ilmavirtojen mitoitus - Huuva

Projekti:

KYS Tuke-hanke, järjestelmä vertailut, 7000 annosta/pv, 16h/pv päällä.
 Ins.tsto Granlund Kuopio Oy, Marko Sutinen.
 Jeven Oy, JH. TurboSwing suodattimilla varustetut huuvut. Vpk.H=4030
 mm, alakatto H=3000 mm.D2:Tuotanto 79m²*15l/s/m²=-1185 l/s ja tuotanto
 56m²*15l/s/m²=-840 l/s.

Poistoilmavirrat

Lisää keittiölaitteen liitäntäteho ja valitse oikea samanaikaisuuskerroin.

Keittiölaite	Keittiölaite- kerroin Ke	Liitäntäteho P/kW	Samanaikaisuus- kerroin(0.1-1.0) S	Poistoilmavirta Mp=Ke*P*S Mp l/s
Painekeittokaappi	5		0.7	0
Pastakeitin	10		0.7	0
Keittopata	10	245	1.0	2450
Kiertoilmauuni	10		0.7	0
Yhdistelmäuuni	10	222	1.0	2220
Pizzauuni	12		0.7	0
Paahtouuni	35		0.7	0
Tandooriuuni	35		0.7	0
Parila	35		0.7	0
Paistinpannu	30		0.7	0
Kypsennyskeskus	30		0.7	0
Rasvakeitin	20		0.7	0
Halogeniliesi	20		0.7	0
Liesi	30		0.7	0
Kaasujakkara	30		0.7	0
Kebab-Grilli	35		0.7	0
Grilli	60		0.7	0
Wokkipannu	60		0.7	0
Lämpöhaude/pöytä	35		0.7	0
Astianpesukone	20		0.7	0
Patapesukone	20		0.7	0
			Yhteensä l/s	4870

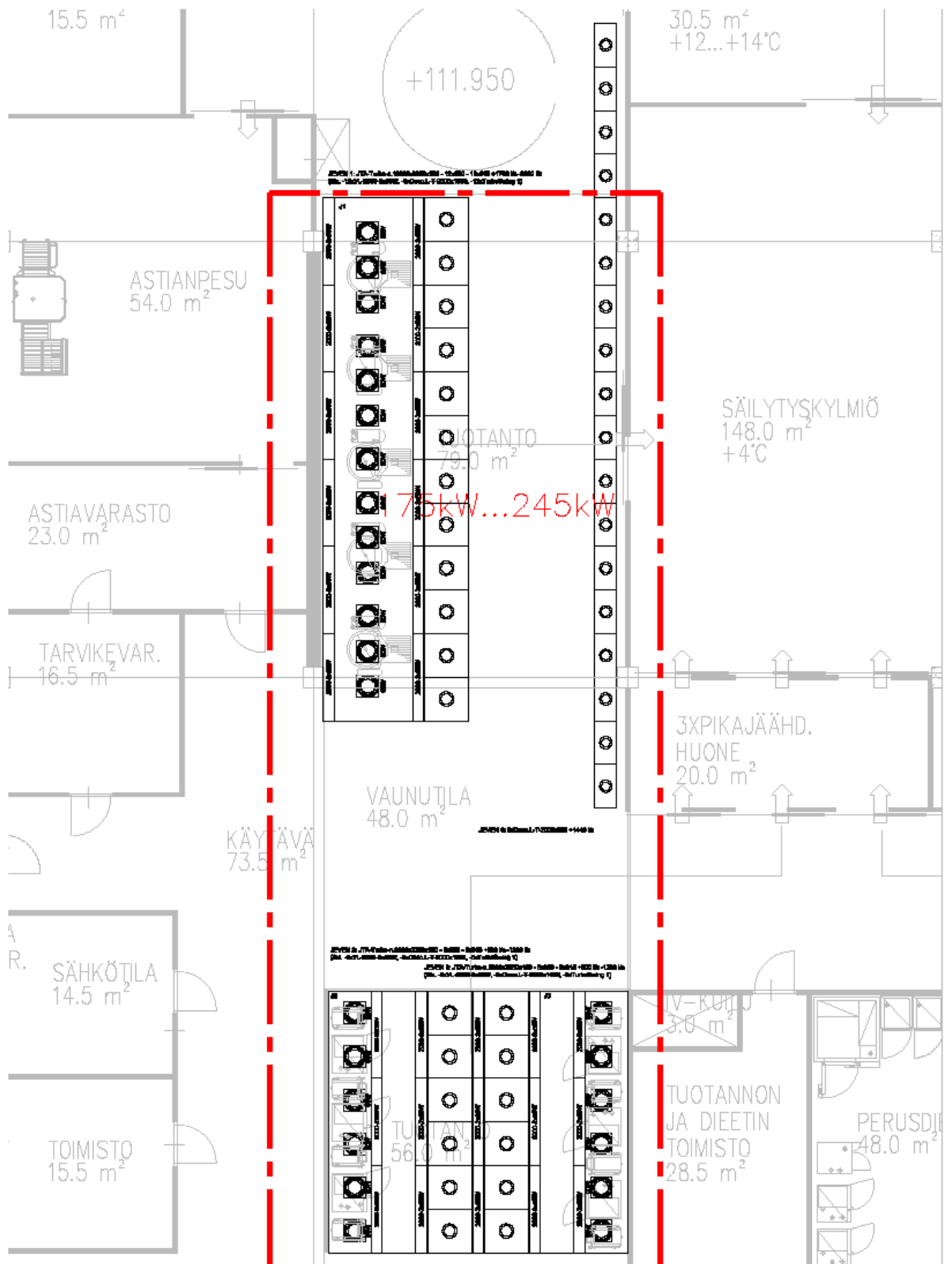
Keittiölaitteet luovuttavat lämpöä ja epäpuhtauksia erilaisia määriä. Poistoilmavirtojen mitoituksessa erilaisuus otetaan huomioon keittiölaitekertoimella Ke. Samanaikaisuuskerroin S, riippuu keittiölaitteiden käyttäjasta ja keittiö-laitetyypistä. Jos keittiölaite on päällä koko keittiön ruuanlaittoajan niin samanaikaisuuskerroin on yksi (1). Mitoituspoistoilmavirta, Mp, saadaan kertomalla keittiölaitekerroin, Ke, keittiölaitteen liitäntäteholla, P/kW, ja samanaikaisuuskertoimella , S.

Tuloilmavirrat

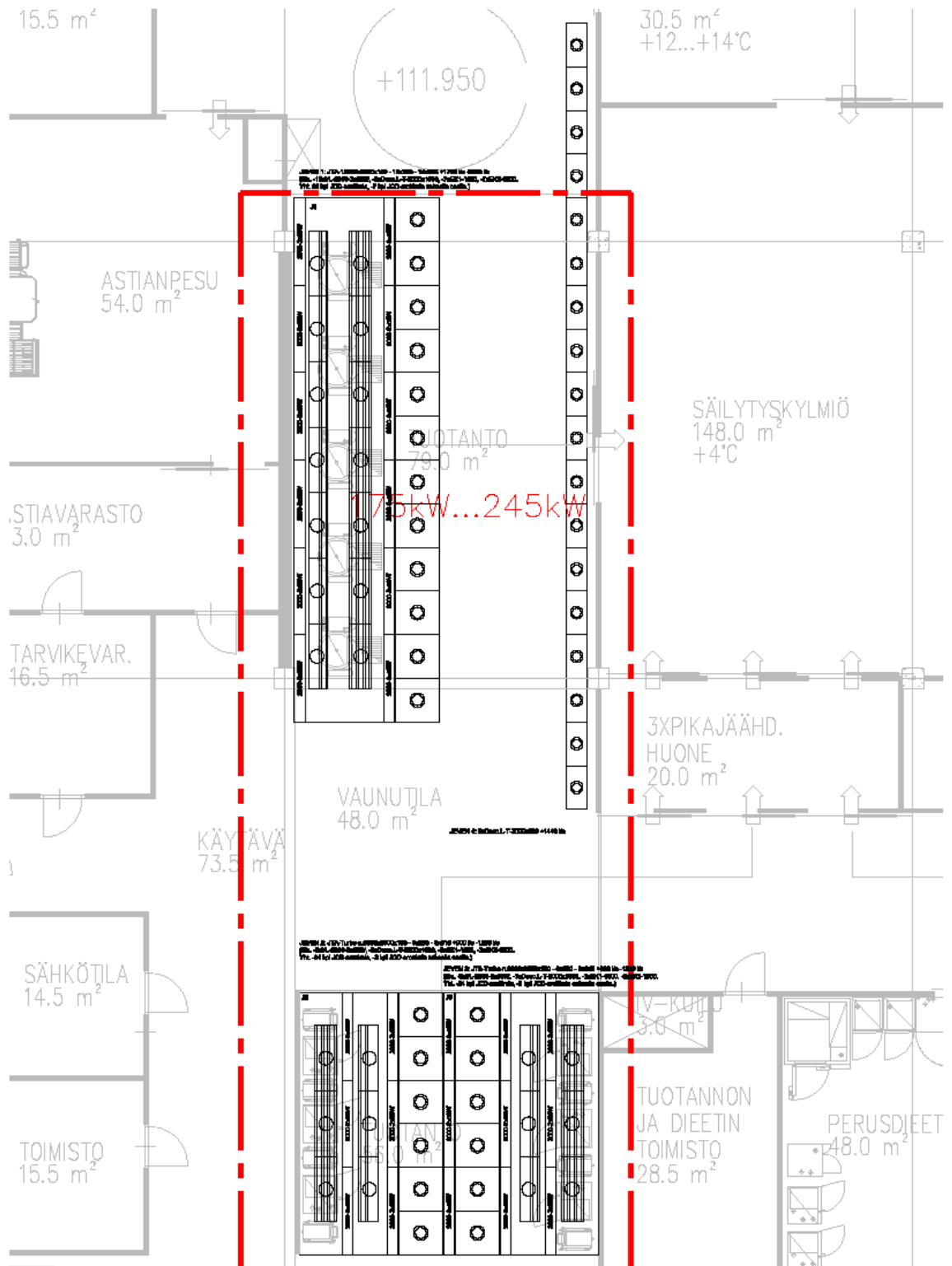
Tuloilmavirran suuruus on yleensä 80-90% kokonaispoistoilmavirrasta.

Tulosta

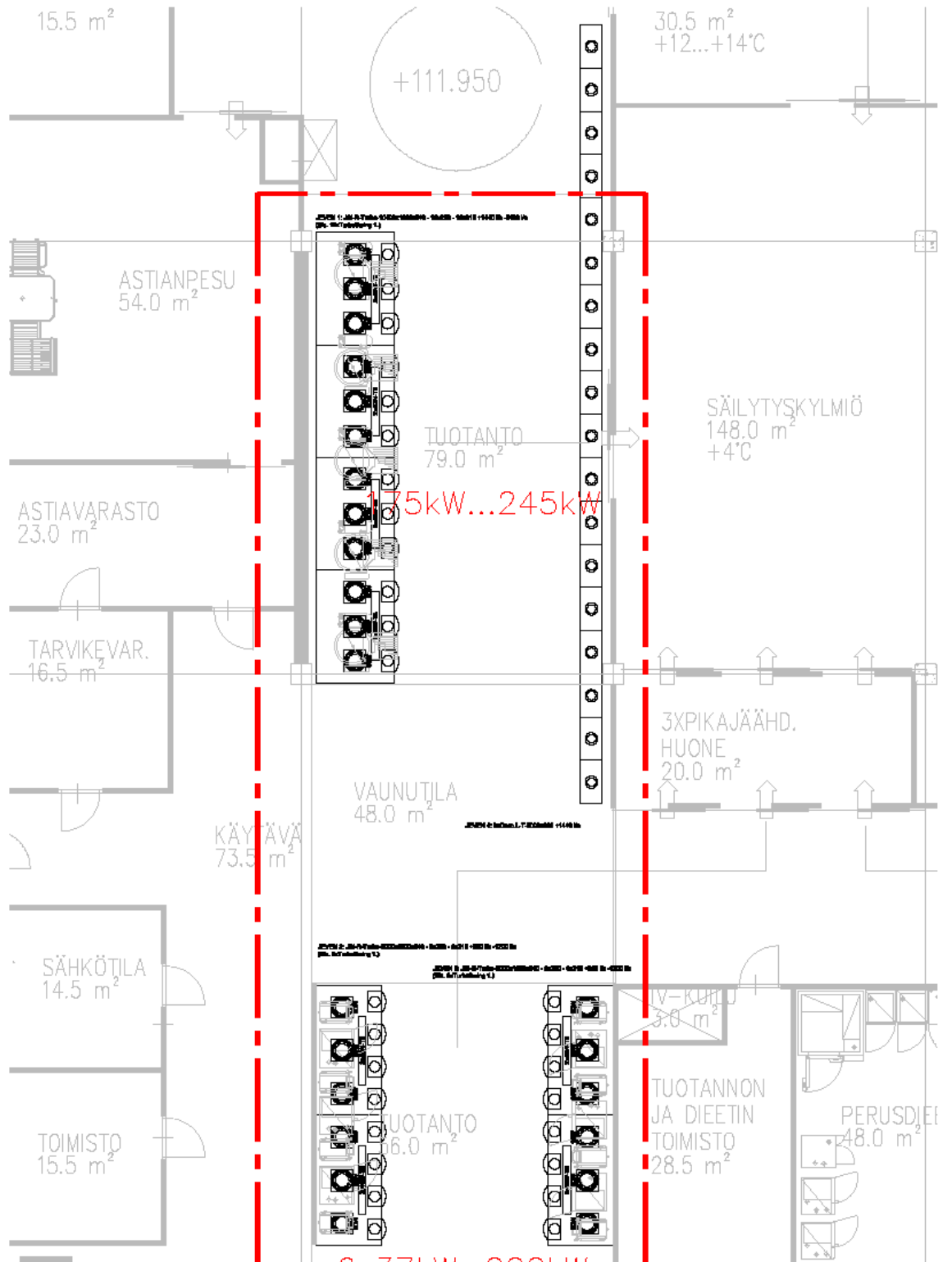
Jevenin 1. suunnitelma



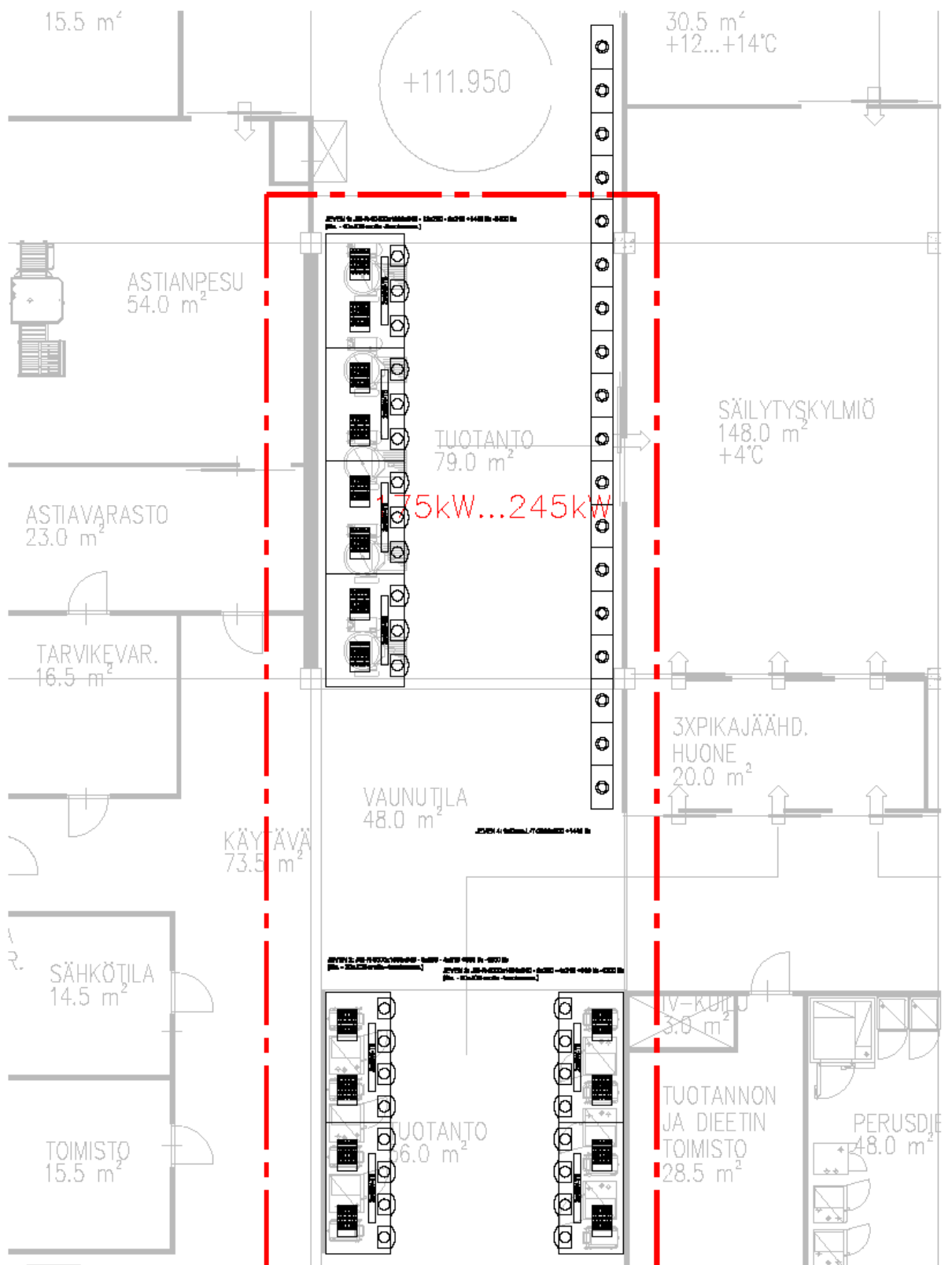
Jevenin 2. suunnitelma



Jevenin 3. suunnitelma



Jevenin 4. suunnitelma





JSI-Ilmakruunun sieppausastemittaustulokset

NORDTEST menetelmä NT/VVS 088

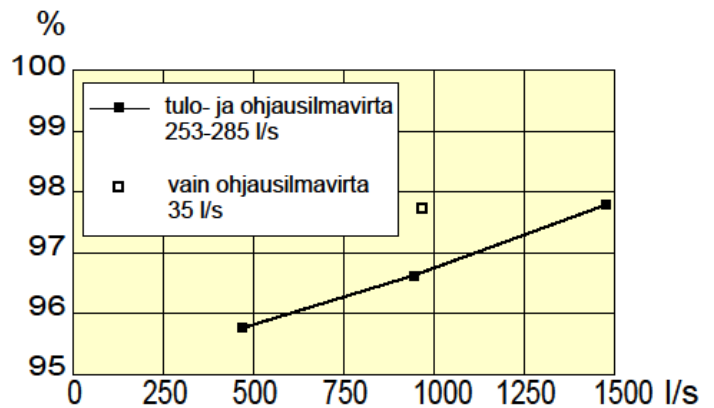
JSI 3000 x 1000 x 540 -6 -2
Seinämalli

Tulokset

η %	qF l/s	qS l/s
97,8	1475	285
96,6	949	280
95,7	474	253
97,6	967	*) 35

η = sieppausaste
qF = poistoilmavirta
qS = tuloilmavirta

*) vain ohjausilma



Jevenin järjestelmien asennuskustannukset

JEVENIN JÄRJESTELMIEN ASENNUSKUSTANNUKSET

Hinnat:

- Ilmanvaihtokaton asennusaika 2 h/m² kahdella asentajalla /15/.
- Yhden huuvamoduulin asennusaika 1.5 h kahdella asentajalla /15/.
- Piennopeus tuloilmalaite, koko 200 mm 1,05 h/kpl /16/.
- Fläktwoods BDEP-4-063-1 säätöpelti ja SM moottori 819 €/kpl /17/.
- Automaatio urakka 125 €/IMS-pelti /18, s.27/.
- Sähkötyöt 60 €/IMS-ohjattu tila /18, s.27/.
- Työtunnin hinta 50 €.

Jevenin suunnitelmat 1 ja 2:

Ilmanvaihtokaton pinta-ala 85,8 m².

Ilmanvaihtokaton asennushinta: 2 h/m²*2*85,8 m² *50 €/h= 17 160 €

Piennopeustuloilmalaitteita 15 kpl.

Piennopeustuloilmalaitteiden asennushinta: 15 kpl * 1,05 h/kpl * 50 €/h = 787,5 €.

IMS säätöpeltejä 4 kpl: 4 * 819 € = 3276 €.

Automaatio urakka: 4 * 125 € = 500 €.

Sähkötyöt: 60 € * 2 = 120 €.

Yhteensä: 21 843,50 €.

Jevenin suunnitelmat 3 ja 4:

Huuvia 8 kpl.

Huuvien asennushinta: 8 kpl * 1.5 h/kpl * 2 * 50 €/h = 1200 €

Piennopeustuloilmalaitteita 9 kpl.

Piennopeustuloilmalaitteiden asennushinta: 9 kpl * 1,05 h/kpl * 50 €/h = 472,50 €.

IMS säätöpeltejä 4 kpl: 4 * 819 € = 3276 €.

Automaatio urakka: 4 * 125 € = 500 €.

Sähkötyöt: 60 € * 2 = 120 €.

Yhteensä: 5568,50 €.

Jevenin järjestelmien asennuskustannukset

JEVENIN JÄRJESTELMIEN ALASLASKETTUIJEN KATTOJEN HINTALASKELMA

- Haltonin suunnitelman pinta-ala: 360 m².
- Jevenin suunnitelmien 1 ja 2 kattama pinta-ala: 102,30 m².
- Jevenin suunnitelmien 3 ja 4 kattama pinta-ala: 37,72 m².
- Jevenin suunnitelmiin 1 ja 2 tarvittava lisä: 257,70 m².
- Jevenin suunnitelmiin 3 ja 4 tarvittava lisä: 326,28 m².
- Loisteputkivalaisimia (2*58W, pituus 1500mm) tarvitaan 77 kpl lisää jokaiseen Jevenin suunnitelmaan. (Haltonin passiivialueen valaisimien määrä)

Hinnat:

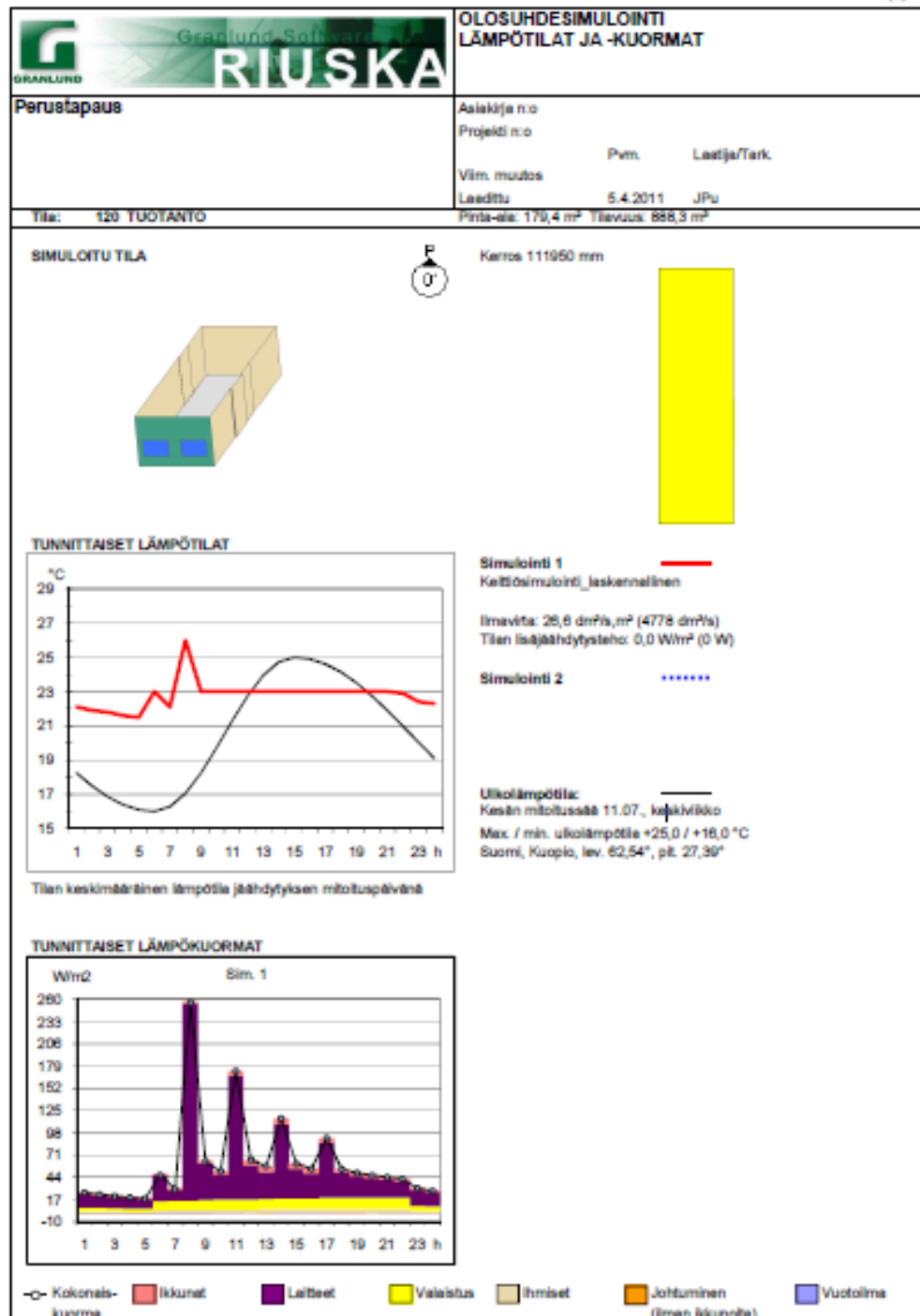
- Loisteputkivalaisin 52,25 € /19/.
- Alakattotyöt 0,25 tt/h/m². (työntekijätuntia), 3,57 €/m² /20, s.114/.
- Sähkötyöt 3,34 €/kpl /21/.
- Työn hinta 50 €/h.

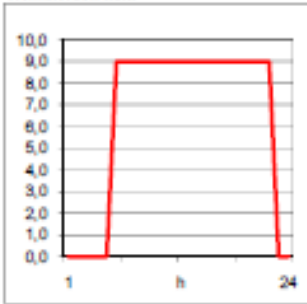
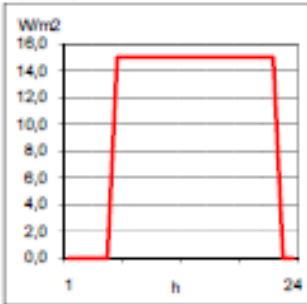
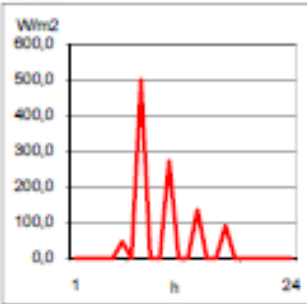
Jeven 1. ja 2:

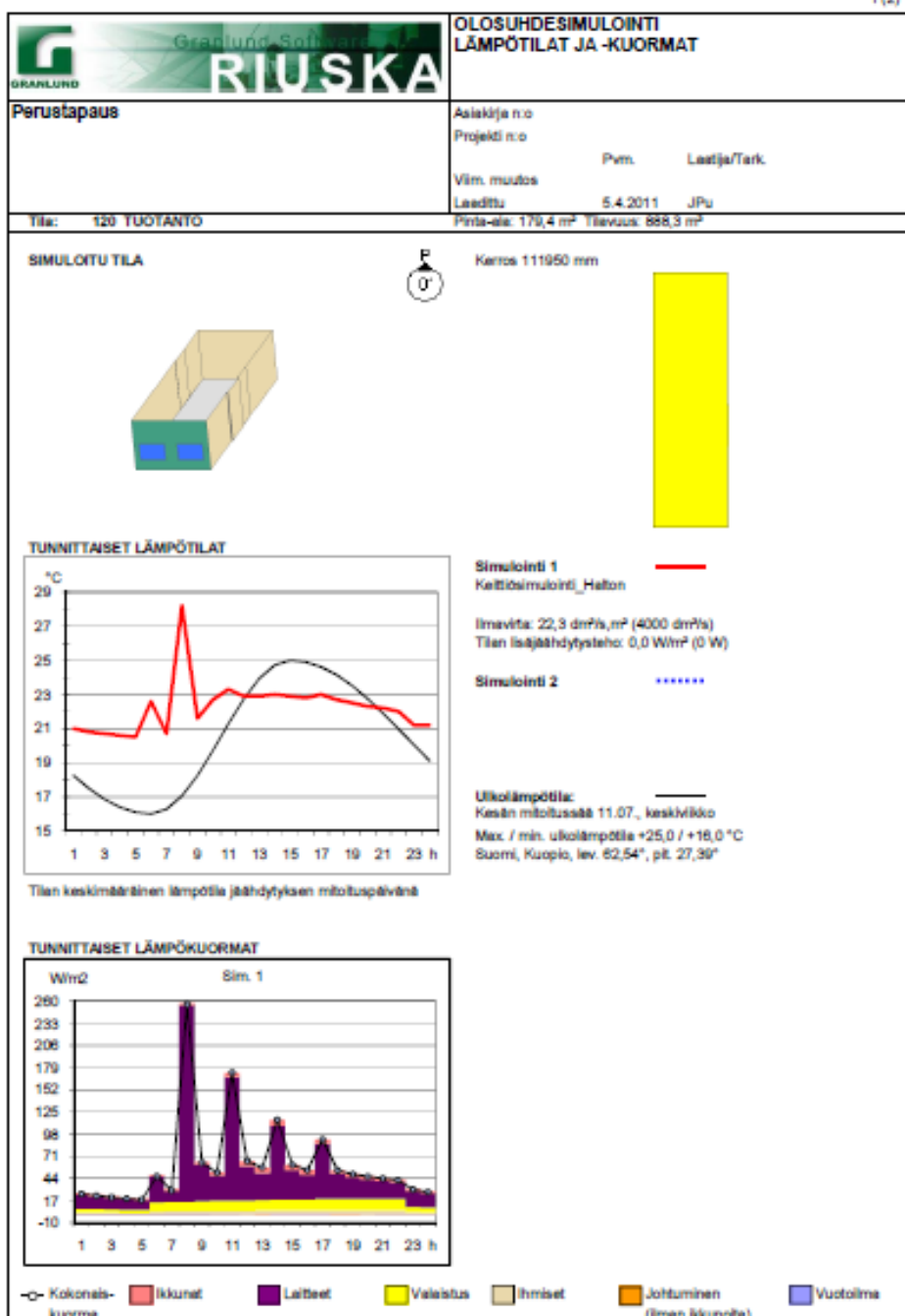
- Katon hinta: $(257,70 \text{ m}^2 * 3,57 \text{ €/m}^2) + (257,70 \text{ m}^2 * 0,25 \text{ h/m}^2 * 50\text{€/h}) = 4141,24 \text{ €}$
- Valaisimien hinta: $77 * 52,25 \text{ €} = 4023,25 \text{ €}$
- Sähköasennus: $77 * 3,34 \text{ €/kpl} = 257,18 \text{ €}$
- Yhteensä: 8424,67 €

Jeven 3. ja 4:

- Katon hinta: $(326,28 \text{ m}^2 * 3,57 \text{ €/m}^2) + (326,28 \text{ m}^2 * 0,25 \text{ h/m}^2 * 50\text{€/h}) = 5243,32 \text{ €}$
- Valaisimien hinta: $77 * 52,25 \text{ €} = 4023,25 \text{ €}$
- Sähköasennus: $77 * 3,34 \text{ €/kpl} = 257,18 \text{ €}$
- Yhteensä: 9523,75 €

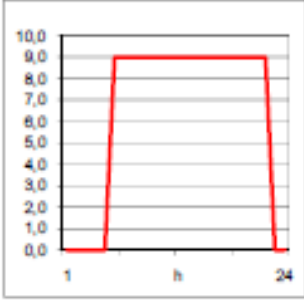
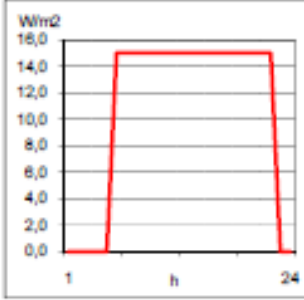
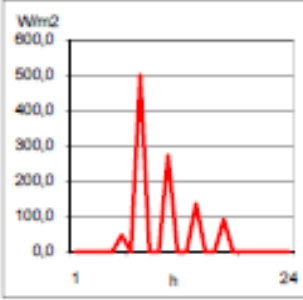


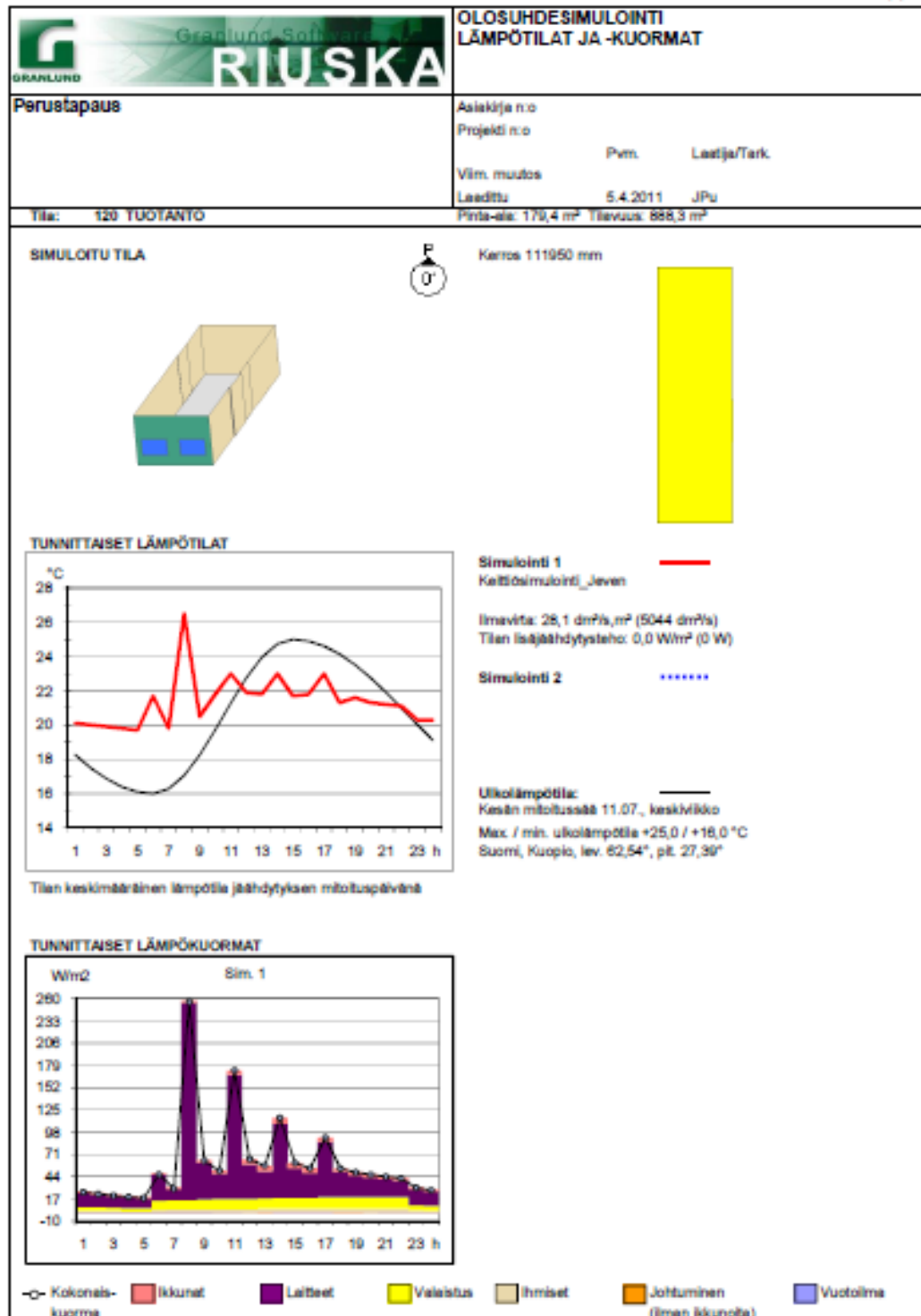
Tila: 120 TUOTANTO		Simulointi 1	Simulointi 2
LÄHTÖTIEDOT			
SISÄILMAN LAATUTASO			
Tilien lämpötilä, max. / asetusarvo	[°C]	28,0 / 23,0	
Tilien lämpötilä, min. / asetusarvo	[°C]	21,0 / 21,0	
ILMANVAHTO			
Järjestelmä		VAV	
Ilmavirta	[dm ³ /s,m ²]	28,8 / 5,0	
Lämpötila-asetus tahi / keski	[°C]	19 / 17	
Jäähdytyspatteri (on / ei)		on	
Aikataulu		0 - 24	
Yötuuletus (T) / Yöjäähdytys (J)			
Lämpötilakerrostuma	[°C/m]	0,00	
Vuorilimakeroin	[1/h]	0,150	
SISÄISET KUORMAT			
Ihmiset	lukumäärä, max	8,97	
	vaatetus	Normaali työasu	
	työn tehoteaso	[Met]	1,8
	kuorma (25 °C:ssa)	[W/m ²]	100,0
	aikataulu		5 - 22
Valaistus	kuorma, max	[W/m ²]	15,0
	aikataulu		5 - 22
Laitteet	kuorma, max	[W/m ²]	501,3
	aikataulu		5 - 11
RAKENTEET			
Ulkoseinä	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	US 01/0,17
Yläpohja	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	-
Alapohja	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	-
Rakenteiden tehollinen massa	[kg/m ² ia-m ²]		434
IKKUNAT ULKOSEINISSÄ JA KATOISSA			
Auringonsäteilyn kokonaistehoteaso	[%]		50,0
U-arvo (lasissa)	[W/m ² ,°C]		1,00
Lasikasan ala ja suuntaus	[m ²]		6,9 (ETE)
Rakenne			2xclear+low-e, (Argon+Argon) 6+6+6mm
Suojaus			-
HUONEYKSIKÖT			
Jäähdytysteho (ei sis. ilmarvaihtoa)	[W/m ²]		0,0
SISÄISTEN KUORMIEN AIKATAULUT			
Henkilöiden lkm.	Valaistus	Laitteet	
			

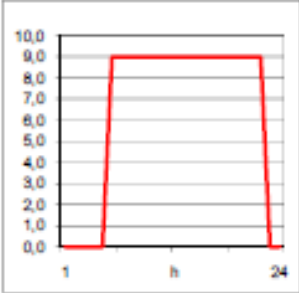
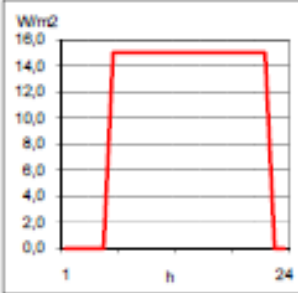
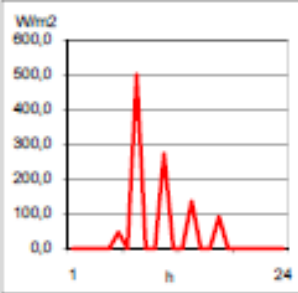


tse ja zoomaa

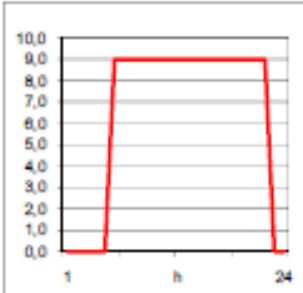
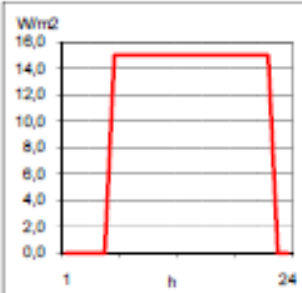
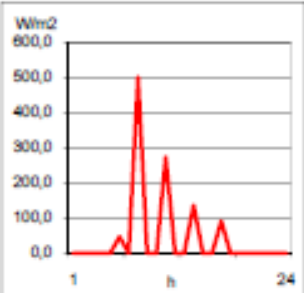
2 (2)

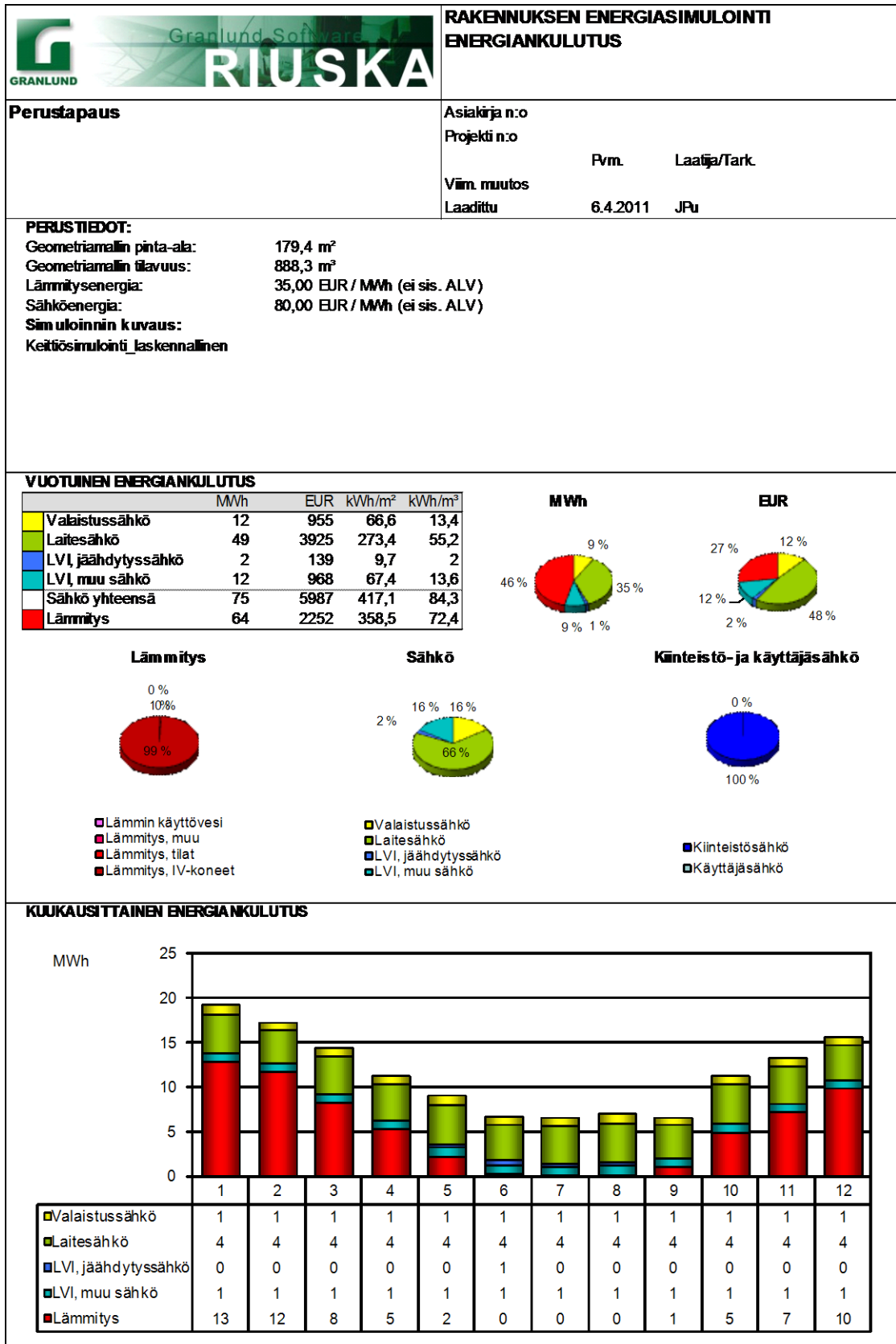
Tila: 120 TUOTANTO		Simulointi 1	Simulointi 2
LÄHTÖTIEDOT			
SISÄILMAN LAATUTASO			
Tilan lämpötila, max. / asetusarvo	[°C]	25,0 / 23,0	
Tilan lämpötila, min. / asetusarvo	[°C]	21,0 / 21,0	
ILMANVAIHTO			
Järjestelmä		VAV	
Ilmavirta	[dm³/s, m³]	22,3 / 7,4	
Lämpötila-asetus talvi / kesä	[°C]	19 / 17	
Jäähdytyspatteri (on / ei)		on	
Aikataulu		0 - 24	
Yötuuletus (T) / Yöjäähdytys (J)			
Lämpölämmönsäily	[°Cm]	0,00	
Vuotoilmakerroin	[1/h]	0,150	
SISÄISET KUORMAT			
Ihmiset	lukumäärä, max vaatekuorma	8,97 Normaali työasu	
	työn tehokas kuorma (25 °C:ssä)	[Met] [Wh/d]	1,8 100,0
	aikataulu		5 - 22
Valaistus	kuorma, max	[W/m²]	15,0
	aikataulu		5 - 22
Laitteet	kuorma, max	[W/m²]	501,3
	aikataulu		5 - 11
RAKENTEET			
Ulkoseinä	rakenne / U-arvo	[W/m², °C]	U8 01/0,17
Yläpohja	rakenne / U-arvo	[W/m², °C]	-
Alapohja	rakenne / U-arvo	[W/m², °C]	-
Rakenteiden tehollinen massa	[kg/latila-m²]		434
IKKUNAT ULKOISEISSA JA KATOISSA			
Auringonsäätelyn kokonaistehokkuus	[%]		50,0
U-arvo (lasiosa)	[W/m², °C]		1,00
Lasiosan ala ja suuntaus	[m²]		6,9 (ETE)
Rakenne			2xclear+low-e, (Argon+Argon) 6+6+6mm
Suojaus			-
HUONEYKSIKÖT			
Jäähdytysteho (ei sis. ilmavaihtoa)	[W/m²]		0,0
SISÄISTEN KUORMIEN AIKATAULUT			
Henkilöiden lkm.	Valaistus	Laitteet	
			

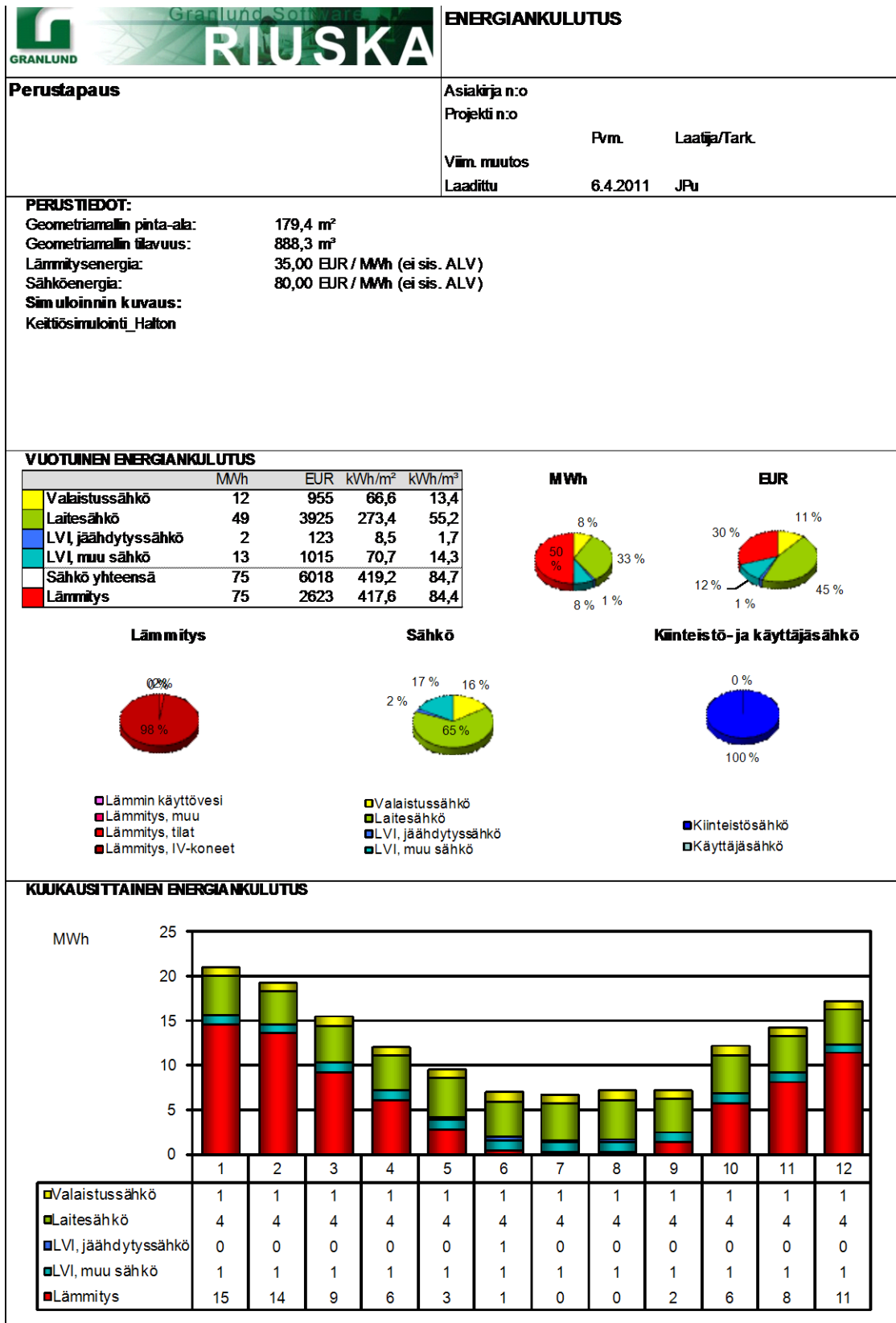


Tila: 120 TUOTANTO			
LÄHTÖTIEDOT			
SISÄILMAN LAATUTASO		Simulointi 1	Simulointi 2
Tilan lämpötilä, max. / asetusarvo	[°C]	25,0 / 23,0	
Tilan lämpötilä, min. / asetusarvo	[°C]	21,0 / 21,0	
ILMANVAIHTO			
Järjestelmä		VAV	
Ilmavirta	[dm³/s,m²]	25,1 / 9,4	
Lämpötilä-asetus talvi / kesä	[°C]	19 / 17	
Jäähdytyspatteri (on / ei)		on	
Aikataulu		0 - 24	
Yötuuletus (T) / Yöjäähdytys (J)			
Lämpötilakerrostuma	[°C/m]	0,00	
Vuotolimakeroin	[1/h]	0,150	
SISÄISET KUORMAT			
Ihmiset	lukumäärä, max	8,97	
	vaatetus	Normaali työasu	
	työn tehoteho	[Met]	1,8
	kuorma (25 °C:ssa)	[Wh/m²]	100,0
	aikataulu		5 - 22
Valaistus	kuorma, max	[W/m²]	15,0
	aikataulu		5 - 22
Laitteet	kuorma, max	[W/m²]	501,3
	aikataulu		5 - 11
RAKENTEET			
Ulkoseinä	rakenne / U-arvo	[W/m²,°C]	US 01/0,17
Yläpohja	rakenne / U-arvo	[W/m²,°C]	-
Alapohja	rakenne / U-arvo	[W/m²,°C]	-
Rakenteiden tehollinen massa	[kg/latfia-m²]		434
IKKUNAT ULKOSEINISSÄ JA KATOISSA			
Auringonsäteilyn kokonaistehopeisyys	[%]		50,0
U-arvo (lasiosa)	[W/m²,°C]		1,00
Lasiosan aks ja suuntaus	[m°]		6,9 (ETE)
Rakenne			2xclear+low-e, (Argon+Argon) 6+6+6mm
Suojaus			-
HUONEYKSIKÖT			
Jäähdytysteho (ei sis. ilmanvaihtoa)	[W/m²]		0,0
SISÄISTEN KUORMIEN AIKATAULUT			
Henkilöiden lkm.	Valaistus	Laitteet	
			

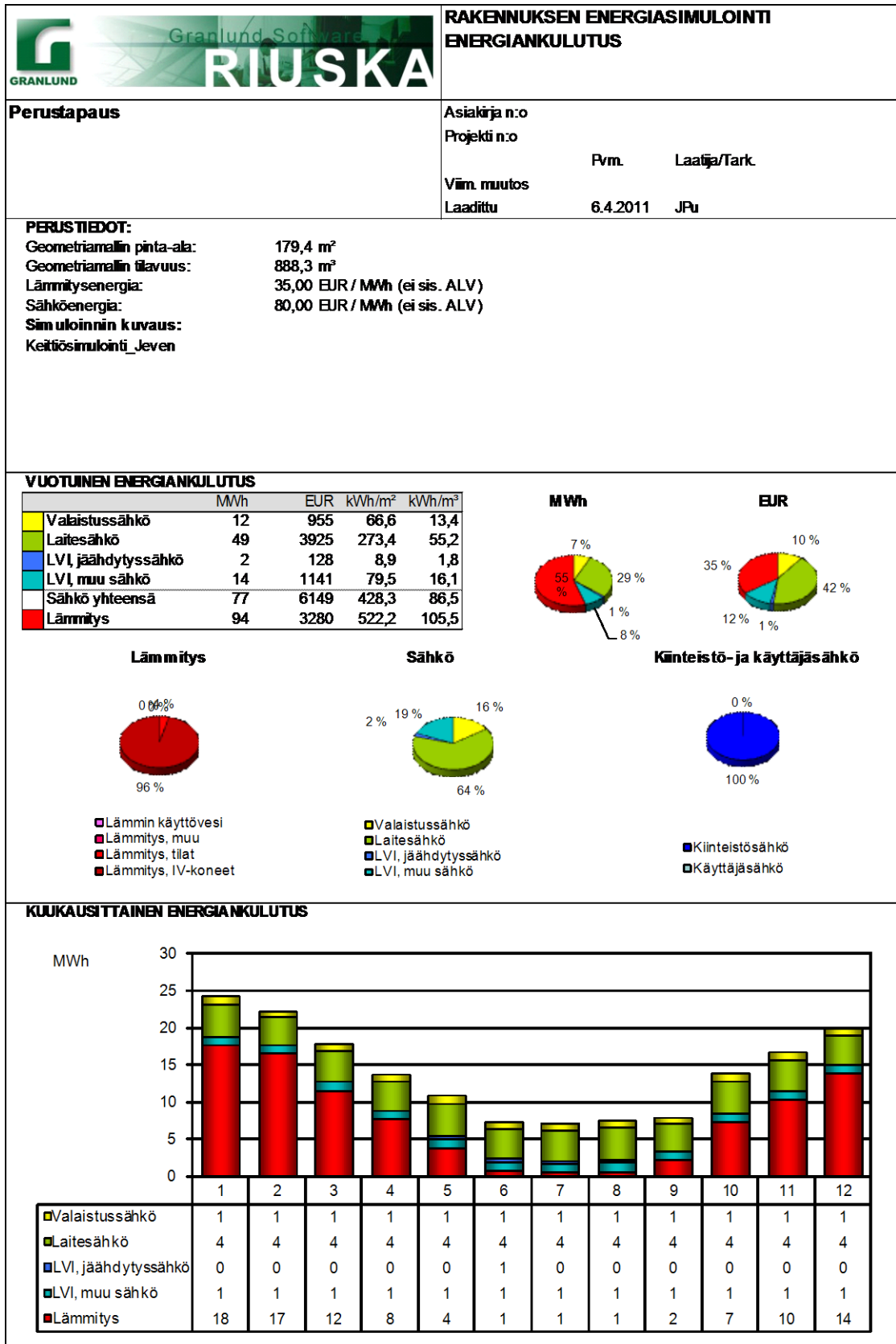
2(2)

Tila: 120 TUOTANTO			
LÄHTÖTIEDOT			
SISÄILMAN LAATUTASO			
Tilan lämpötilä, max. / asetusarvo	[°C]	26,0 / 23,0	
Tilan lämpötilä, min. / asetusarvo	[°C]	21,0 / 21,0	
ILMANVAIHTO			
Järjestelmä		VAV	
Ilmavirta	[dm ³ /s,m ²]	26,0 / 8,7	
Lämpötila-asetus talvi / kesä	[°C]	19 / 17	
Jäähdytyspatteri (on / ei)		on	
Aikataulu		0 - 24	
Yötusetus (T) / Yöjäähdytys (J)			
Lämpöläkerrostuma	[°C/m]	0,00	
Vuotolmikerroin	[1/h]	0,150	
SISÄISET KUORMAT			
Ihmiset	lukumäärä, max	8,97	
	vaatetus	Normaali työasu	
	työn tehoteho	[Met]	1,8
	kuorma (25 °C:ssä)	[W/m ²]	100,0
	aikataulu		5 - 22
Valaistus	kuorma, max	[W/m ²]	15,0
	aikataulu		5 - 22
Laitteet	kuorma, max	[W/m ²]	501,3
	aikataulu		5 - 11
RAKENTEET			
Ulkoseinä	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	US 010,17
Yläpohja	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	-
Alapohja	rakenne / U-arvo	[W/m ² ,°C]	-
Rakenteiden tehollinen massa	[kg/lattia-m ²]		434
IKKUNAT ULKOSEINISSÄ JA KATOISSA			
Auringonsäteilyn kokonaislämpöisyys	[%]		50,0
U-arvo (lasiosa)	[W/m ² ,°C]		1,00
Lasiosan ala ja suuntaus	[m ²]		6,9 (ETE)
Rakenne			2xclear+low-e, (Argon+Argon) 6+6+6mm
Suojaus			-
HUONEYKSIKÖT			
Jäähdytysteho (ei sis. ilmanvaihtoa)	[W/m ²]		0,0
SISÄISTEN KUORMIEN AIKATAULUT			
Henkilöiden lkm.	Valaistus	Laitteet	
			





Energiasimulointi, Jeven ilmanvaihtokatto



Jevenin järjestelmien alaslaskettujen kattojen hintalaskelma

