

Jani Tuononen

# ILMANVAIHDON MARKKINATUTKIMUS

Ilmanvaihdon päätelaitteet ja niiden valinta-  
sekä mitoitusyökalut

Opinnäytetyö  
Talotekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2013




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p><b>Opinnäytetyön päivämäärä</b> 30.04.2013</p>
<p><b>Tekijä(t)</b> Tuononen Jani</p>	<p><b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Talotekniikan koulutusohjelma / LVI</p>
<p><b>Nimeke</b></p> <p>Ilmanvaihdon markkinatutkimus, Ilmanvaihdon päätelaitteet ja niiden valinta- sekä mitoitusyökalut</p>	
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tukea Halton Oy:n tuotteiden tuotekehitystä ja parantaa valinta- ja mitoitusohjelman käytettävyyttä.</p> <p>Ensimmäiseksi tehtiin haastattelututkimus, jolla kerättiin haastateltavilta kokemusperäistä tietoa käytetyistä ilmanvaihdon päätelaitteista. Haastattelu tehtiin puhelinhaastatteluna, jota varten haastateltaville lähetettiin ennakkomateriaali sähköpostilla. Haastateltavat vastasivat kysymyksiin, jotka liittyivät kolmeen ilmanvaihtojärjestelmään ja seitsemään tilan käyttötarkoitukseen. Kysymyksillä selvitettiin, mitä ilmanvaihdon toimittajia ja tuotteita käytetään tulo- ja poistoilmalaitteina sekä tuotteiden ominaisuuksia verrattuna vastaaviin tuotteisiin.</p> <p>Toisena tavoitteena oli tehdä ilmanvaihdon päätelaitetoimittajien ohjelmien vertailu, joka perustui haastattelututkimuksen tuloksiin. Kyseiset ohjelmat ovat kehitetty auttamaan ilmanvaihdon suunnittelua ja sisäilman olosuhteiden tarkastelua. Ohjelmien keskeisimmät ominaisuudet ovat tuotevalinta ja päätelaitteiden toiminnan tarkastelu suunniteltavassa tilassa.</p> <p>Haastatteluiden ja vertailun tuloksien perusteella johtopäätelmiin kirjattiin kehitysehdotuksia Halton Oy:n tuotteille, verkkosivuille ja ohjelmille sekä mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita. Jatkotutkimuksia tarvitaan kilpailevien tuotteiden erojen selvittämiseen. Verkkosivujen ja ohjelman kehitysehdotukset parantavat tuotteiden valitsemista ja ohjelman monipuolisuutta.</p>	
<p><b>Asiasanat (avainsanat)</b> ilmanvaihto, ilmastointi, markkinatutkimus, mitoitus, suunnittelu, tietokoneavusteinen suunnittelu</p>	
<p><b>Sivumäärä</b> 60 + 2</p>	<p><b>Kieli</b> Suomi</p>
<p><b>URN</b></p>	
<p><b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b></p>	
<p><b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Kuusela Mika</p>	<p><b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Halton Oy</p>

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b> 30.04.2013
<b>Author(s)</b> Tuononen Jani	<b>Degree programme and option</b> Building Services Degree Programme, HVAC	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Ventilation marketing research, Air terminal devices and their product selection tools		
<b>Abstract</b>  <p>Main idea of thesis was to support product development and usability products of Halton Oy. Halton is significant manufacturer of ventilation products in Finland.</p> <p>First goal was to do 20 to 30 interviews. Interviews were used to discover air terminal devices and other ventilation manufacturers which designers used. Interviews were done by phone and questions were sent for interviewees before actual interview. Questions involved three ventilation systems and seven rooms of different purposes.</p> <p>Second goal was to compare software of air terminal device manufacturers based on mentioned products of interviews. These softwares are mainly used to select products and examine circumstances of a planned room.</p> <p>Based on interviews and software comparison suggestions were made to improve development and usability of Halton's products. There are also suggestions for additional researching.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b> air terminal devices, market research, qualitative, interview, design software, selection tools, product selection		
<b>Pages</b> 60 + 2	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Kuusela Mika	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Halton Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	MARKKINATUTKIMUS .....	2
2.1	Markkinointitutkimus ja sen käyttötarkoitus .....	2
2.2	Markkinatutkimuksen toteuttaminen .....	3
3	TUTKIMUSSUUNNITELMA .....	4
3.1	Tutkimuksen tavoitteen määrittely .....	4
3.2	Tutkimusmenetelmän valinta.....	4
3.3	Kvalitatiivinen markkinatutkimus .....	5
3.4	Otanta.....	6
3.4.1	Perusjoukko.....	6
3.4.2	Otoskoko .....	7
3.4.3	Otantamenetelmänä harkinnanvarainen otos .....	8
3.5	Tutkimusaineiston keruumenetelmä.....	8
3.5.1	Haastateltavien valinta .....	9
3.5.2	Teemahaastattelu.....	9
3.5.3	Haastattelurunko .....	10
3.5.4	Puhelinhaastattelu .....	10
3.6	Tutkimuksen arviointi.....	11
3.7	Haastatteluiden analyysi .....	12
4	HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET .....	14
4.1	Järjestelmissä käytettävät tuotteet.....	15
4.1.1	Muuttuvilmavirtainen järjestelmä .....	16
4.1.2	Vakioilmavirtainen järjestelmä.....	19
4.1.3	Syrjäyttävä ilmanvaihtojärjestelmä.....	20
4.2	Haastateltujen käyttämät tuotteet tilojen käyttötarkoituksissa .....	21
4.2.1	Toimistohuone .....	22
4.2.2	Neuvotteluhuone .....	24
4.2.3	Aulatila.....	25
4.2.4	Luokkahuone.....	26
4.2.5	Liiketila, huonekorkeus alle 3 metriä.....	28
4.2.6	Liiketila, huonekorkeus yli 3 metriä .....	29
4.2.7	Suuret ja korkeat tilat .....	30

4.3	Suunnitteluohjelmat ja tuotevalinta .....	32
4.3.1	Pääsuunnitteluohjelma .....	32
4.3.2	Muut ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvät ohjelmat.....	32
4.3.3	Ilmanvaihdon päätelaitevalmistajien ohjelmat .....	33
4.3.4	Tuotevalinnan muut välineet.....	34
5	PÄÄTELAITTEIDEN VALINTA- JA MITOITUSOHJELMIEN VERTAILU .	36
5.1	Ilmanvaihdon päätelaitteiden mitoitusohjelmien esittely ja yleistiedot.....	37
5.1.1	Climecon .....	37
5.1.2	Fläkt Woods .....	37
5.1.3	Halton.....	38
5.1.4	Lindab .....	38
5.1.5	Swegon.....	38
5.2	Ohjelmien tuoteluettelot ja tuotevalinta.....	39
5.3	Huoneen mallintaminen ja ilmanvaihtojärjestelmän tiedot .....	43
5.4	Äänitekniset laskelmat.....	44
5.5	Päätelaitteiden sijoittaminen mallinnettavaan huoneeseen.....	46
5.6	Jäähdytys- ja lämmitystehojen riittävyyden tarkastelu.....	48
5.7	Heittovirtauskuvio tarkastelu.....	50
5.8	Mallinnettavasti huonetilasta saatavat tulokset ja tulostus .....	55
5.9	Yhteenvedo ilmanjakovalmistajien mitoitusohjelmista.....	56
6	JOHTOPÄÄTELMÄT .....	59
	LÄHTEET .....	60

## LIITTEET

1 Valmistajien mitoitusohjelmat

2 Päätelaitteiden mitoitusohjelmien yleistiedot ja toiminnot

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja halusi tehdä tutkimuksen ilmanvaihdon suunnitteluun käytettävistä päätelaitteista ja niiden mitoitusohjelmista. Ensimmäiseksi tämän tutkimuksen raportissa selvitetään markkinatutkimuksen teoriaa, joka on tutkimuksen perusta. Teoriaosuuden jälkeen raporttiin on koottu markkinatutkimuksen tulokset, joiden pohjalta tehdään mitoitusohjelmien vertailu. Viimeiseksi raporttiin on tehty johtopäätökset vertailun ja markkinatutkimuksien tuloksista. Johtopäätöksien kehitysehdotuksien tavoitteena on tukea Halton Oy:n tuotteiden kehitystä ja käytettävyyttä.

Markkinatutkimuksen tavoitteena on selvittää suunnittelijoiden suosituimmat ilmanvaihdon päätelaitteiden valmistajat ja tuotteet. Selvittämiseen käytetään haastattelututkimusta, joka on kohdistettu suunnittelutoimistoissa ilmanvaihdon parissa työskenteleville henkilöille. Haastattelussa kysytään käytettäviä ilmanvaihdon valmistajia ja niiden tuotteita eri ilmanvaihtojärjestelmissä sekä tilojen käyttötarkoituksissa. Lisäksi haastattelussa kysytään tuotteiden ominaisuuksia ja käytännöllisyyttä suunnittelussa.

Vertailun tavoitteena on selvittää päätelaitevalmistajien valinta- ja mitoitusohjelmien nykytaso. Nykytaso selvitetään tekemällä vertailu, johon otetaan haastattelututkimuksen tuotevalmistajien mitoitusohjelmat. Ohjelmista tarkastellaan niistä saatavaa informaatiota ja suunnittelun käytännöllisyyttä.

Markkinatutkimuksesta saadaan tietoa tuotteiden valintaan liittyvistä tekijöistä ja ohjelmien vertailusta saadaan selvitettyä valmistajien valinta- ja mitoitusohjelmien nykytaso. Molempien vaiheiden tuloksien perusteella tehdään johtopäätökset Halton Oy:n tuotteiden ja ohjelmien kehittämiseen liittyen.

## 2 MARKKINATUTKIMUS

Markkinatutkimus kohdistuu tiettyyn kohderyhmään useissa määritelmissä. Se on alalaji markkinointitutkimukselle, joka tutkii markkinointia kokonaisuudessaan. ”Lyhyesti ilmaistuna nämä tutkimukset ovat asiakkaiden kuuntelemista” /1, s. 10/.

Tämän markkinatutkimuksen kohteena ovat ilmanvaihdon päätelaitteet ja niiden mitoitusohjelmat. Markkinatutkimuksen tulokset ovat perusta työn toisen työvaiheen tavoitteen saavuttamiseksi.

### 2.1 Markkinointitutkimus ja sen käyttötarkoitus

”Markkinointitutkimus on järjestelmällistä tietojen keruuta, muokkausta ja analysointia markkinoinnin ongelmien paikantamiseksi ja ratkaisemiseksi, omien vahvuuksien tunnistamiseksi ja uusien markkinointitapojen löytämiseksi. Markkinointitutkimus luo pohjan päätöksen teolle; tutkimukset auttavat suuntaamaan voimavaroja liiketoiminnan kannalta olennaisiin kohteisiin.” /2, s. 36./

”Markkinointitutkimus tutkii paljon muutakin kuin markkinointia eli nykyisiä ja mahdollisia asiakkaita. Tutkimuksissa selvitetään tosiasioita eli esimerkiksi tietyn tuotteen ostomääriä, asenteita eli esimerkiksi suhtautumista kilpaileviin tuotemerkkeihin ja motiiveja eli ostosyitä.” /2, s. 37./

”Markkinoita on tutkittava niin yritystä perustettaessa kuin jatkuvasti yrityksen toimintaa kehitettäessä, esimerkiksi kun aiotaan tuoda uutuuksia markkinoille. Markkinoijan on tunnettava nykyisten ja potentiaalisten ostajien tarpeet, arvostukset ja ostokäyttäytyminen: mitä, miten ja mistä asiakkaat ostavat, ja miksi heidän ostokäyttäytymisensä on sellaista. Kysynnän ennakointi on pohja tuotekehitykselle, markkinointiviestinnälle ja muille markkinointiratkaisuille.” /2, s. 24./

## 2.2 Markkinatutkimuksen toteuttaminen

Markkinointitutkimuksen tutkittava ongelma, kysymys tai kehitystehtävä on määriteltävä tarkasti, koska se on keskeisin vaihe tutkimuksen onnistumisen kannalta. Määrittely on lähtökohta tutkimusprosessille. Tutkimuksen toteuttajalle on eduksi se, että toimeksiantajalla on näkemys keskeisistä tutkimuksellisista tavoitteista ja tutkimuksella selvitettävistä asioista. ”Tällöin myös tutkimustehtävän rajaaminen on helppoa ja tuloksetkin helpommin tutkittavissa tehtyjen selkeiden tavoitteenasettelujen näkökulmasta.” /3, s. 14./

Erikokoisissa yrityksissä harkitaan tarkkaan taloudellisten resurssien käyttämistä. Mitä enemmän yrityksellä on käytössään resursseja, sitä useammin tutkimus voidaan antaa yrityksen ulkoiselle taholle toteutettavaksi. Usein yritys voi tehdä tutkimuksen myös itse, jos yrityksen henkilöstöllä on aikaa ja riittävää osaamista tutkimuksen toteuttamiseksi. Yksi kustannustehokas vaihtoehto on antaa tutkimus tehtäväksi opiskelijoille, jotka opiskelevat yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa. Opiskelijoille tutkimus on oppimisprojekti, jolla yritys saa tutkimustiedon kustannustehokkaasti. /3, s. 17./

Alan opiskelijalla tulisi olla hyvä kokonaiskuva tutkimusprosessista ja tutkimuksen aiheesta jo tutkimuksen alkuvaiheessa. Hyvä kokonaiskuva auttaa suunnittelemaan tutkimusta ja luomaan tutkimuksen kysymykset. Tutkimuskysymykset ovat lähtökohta tutkimusaineiston keräämiseen, minkä jälkeen tutkimusaineisto voidaan analysoida ja raportoida. Tutkimuksen raportoimisen jälkeen tutkimus tulisi hyödyntää, mihin toimeksiantajat eivät aina kiinnitä huomiota riittävästi. Jo tutkimuksen alkuvaiheessa toimeksiantajalla tulisi olla selvänä, mihin tutkimuksesta saatavia tuloksia käytetään. Näin tutkimustulokset saataisiin hyödynnetyksi parhaalla mahdollisella tavalla. /3, s. 14./



### **3 TUTKIMUSSUUNNITELMA**

Tässä luvussa selvitetään tarkemmin kvalitatiiviselle markkinatutkimukselle ominaisia asioita ja pyritään esittämään kansainvälisen markkinatutkimuslaatustandardissa ISO 20252 vaaditut asiat. Opinnäytetyön markkinatutkimus tehdään noudattamalla standardia, minkä tulisi parantaa tutkimuksen laatua ja luotettavuutta.

Kyseistä standardia käytetään suuremmissa markkinatutkimuksia tekevissä yrityksissä. Standardi antaa ohjeita tutkimusprojektin johtamiseen, toteutuksen hallintaan, tietojen keräämiseen ja käsittelyyn sekä raportointiin. Yleisesti standardi parantaa toimeksiantajan ja asiakkaiden asemaa sekä estää tutkimuksen käyttämisen markkinointikeinona.

#### **3.1 Tutkimuksen tavoitteen määrittely**

Opinnäytetyön ensimmäinen tavoite on saada selville LVI-suunnittelijoiden käyttämät tuotteet eri ilmanvaihtojärjestelmissä ja tilojen eri käyttötarkoituksissa. Tuotteet voidaan jakaa karkeasti ilmanvaihtokoneeseen, kanavistoon tuleviin järjestelmäkomponentteihin ja päätelaitteisiin. Suunnittelijoilta tullaan kysymään, minkä valmistajan tuotteita ja millaisia tuotteita he suunnittelussaan käyttävät.

Tutkittavat ilmanvaihtojärjestelmät ovat syrjäytysilmanvaihto-, muuttuvailmavirta- ja vakioilmavirtajärjestelmä. Tilojen käyttötarkoituksissa tutkitaan toimistoissa, aulatiiloissa, luokkahuoneissa, liiketiloissa ja suurissa ja korkeissa tiloissa käytettäviä tuotteita.

#### **3.2 Tutkimusmenetelmän valinta**

Tutkimusmenetelmäksi valittiin kvalitatiivinen tutkimus jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa. Valintaan vaikuttivat suuresti toimeksiantajan ohjeet ja käytettävissä olevat resurssit. Kvalitatiiviselle tutkimukselle ominaista on pienempi kohderyhmä, syventävät kysymykset ja vastaajien käyttäytymistä tutkiva analysointi, minkä takia tutkimus soveltuu opinnäytetyöksi yhdelle henkilölle.

Kvalitatiivisen tutkimuksen käyttökohteita luonnehditaan useasti rajattomiksi. Kvalitatiivista tutkimusta voidaan myös käyttää ennen sekä jälkeen kvantitatiivisen tutkimuksen tai itsenäisenä tutkimuksena. Tämän menetelmän tutkimus kerää enemmän laadullista kuin määrällistä tietoa, mikä auttaa ymmärtämään tutkittavaa kohderyhmää entistä paremmin. Tutkimuksella halutaan yksinkertaisesti tietää enemmän käyttäjätotumuksista.

### **3.3 Kvalitatiivinen markkinatutkimus**

Kvalitatiivinen tutkimus on kvantitatiiviseen tutkimukseen verrattuna joustavampi tiedonkeräysprosessi. Kysymykset eivät ole yhtä vahvasti strukturoituja ja vastaukset auttavat ymmärtämään tutkimuksen aihetta ja sen taustatekijöitä. Tutkimus kohdistetaan pienelle ryhmälle, joka koostuu aiheen edustajista ja asiantuntijoista. Tutkimusmenetelmää käytetään pääasiallisesti markkinoinnin tutkimustyöhön, uuden tuotteen kehittämiseen ja luovaan kehitystutkimukseen. /4, s. 105./

Markkinoinnin tutkimustyö on keskeinen tehtävä, kun yrityksen johto haluaa lisätä asiakastietoisuuttaan. Asiakastietoisuuteen kuuluu tieto kuinka asiakkaat näkevät tuotteen muihin tuotteisiin verrattuna, kuinka asiakkaita voidaan jaotella, miten tuotemerkit vaikuttavat, mikä vaikuttaa päätöksentekoon tai millaisia parannuksia asiakkaat haluaisivat tuotteisiin. Kyseinen tutkimus auttaa yrityksen johtoa päättämään jatko-toimenpiteistä, kuten tarvittavasta lisätutkimuksesta. /4, s. 106./

Yksilöhaastattelu auttaa luomaan paremman ymmärryksen haastateltavan asenteista ja syistä haastateltavalle olennaisen käyttäytymisen perustelemiseksi. Tämä ymmärrys saavutetaan esittämällä tarkentavia kysymyksiä vastaajan jo antamiin vastauksiin. Kyseinen tapa eroaa perinteisestä lomakekyselystä ja on monin tavoin joustavampi tutkimusmenetelmä. Haastattelun sisältö ja aiheet yleensä täsmentyvät entisestään yhä useamman tehdyn haastattelun jälkeen, koska aiheen ymmärtäminen paranee. /4, s. 107./

Verrattuna ryhmähaastatteluun yksilöhaastattelussa haastateltava on huomion keskipisteenä. Hän ei pysty piiloutumaan ryhmässä muiden vastauksien taakse ja pystyy keskustelemaan avoimesti ilman ryhmäpainetta. Myös haastateltavien värvääminen on

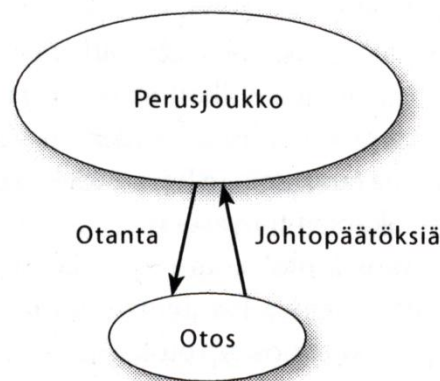
helpompaa ja haastattelusta sopiminen helpompaa, koska muuttuvina tekijöinä on vaan haastatteli ja haastateltava. /4, s. 129./

### 3.4 Otanta

”Otannan perusajatuksena on, että tutkimuksen ei tarvitsisi kattaa koko perusjoukkoa vaan riittävän edustava otos siitä. Otos otetaan otannalla perusjoukosta, ja se pyrkii kuvaamaan ja edustamaan perusjoukkoa, jolloin otoksen perusteella pystytään tekemään johtopäätöksiä myös koko perusjoukosta.” /3, s. 37./

”Markkinointitutkimuksissa etusijalla on tutkimuksen toimeksiantajan toiveet ja tavoitteet tutkimustulosten hyödyntämisen suhteen. On kuitenkin muistettava, kuinka pitkälle meneviä tulkintoja pienellä otoskoolalla voi tehdä. Otos ja sen luotettavuus on yksi onnistuneen tutkimuksen tärkeimmistä elementeistä.” /3, s. 38./

Kuva 1 on havainnollistava kuva perusjoukosta otannalla muodostettavan otoksen ja perusjoukon välillä. Tutkimuksessa otanta on enemmän laadullinen kuin määrällinen, koska tutkimukselle varattu aika ja resurssit ovat rajalliset. Tutkimuksen laajuus ja haastateltavien määrä ovat toimeksiantajan toiveiden mukaisia. Laadullisuuden voi perustella myös harkinnanvaraisella haastateltavien valinnalla.



**Kuva 1. Perusjoukon ja otoksen välinen suhde /3, s. 37/**

#### 3.4.1 Perusjoukko

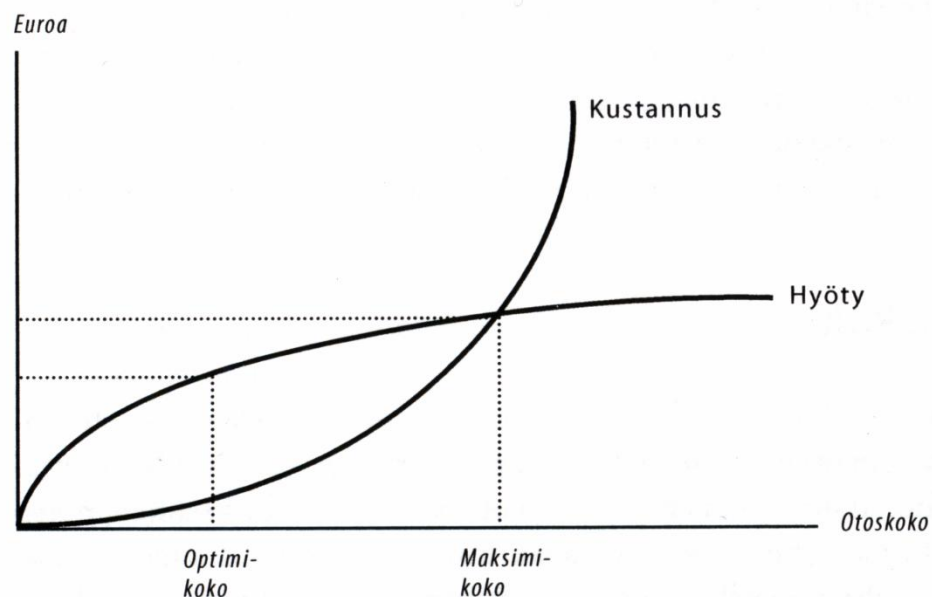
Haastateltavat edustavat LVI-alalla työskenteleviä henkilöitä. Tarkemmin määriteltynä he toimivat ilmastointisuunnittelun yhteydessä ja ovat tutkimuksen toimeksiantajan

asiakkaita. Haastateltavien asema yrityksissä vaihtelee suunnittelijasta toimitusjohtajaan, mutta haastateltavista suurin osa on suunnittelijoita.

Kvalitatiivisen tutkimuksen perusjoukon koosta on mainittu, että sen tulisi olla vähintään viisinkertainen otannan kokoon /1, s. 36/. Eli otannan ollessa 20–30 haastateltavaa tulisi perusjoukossa olla yhteensä 100–150 ihmistä. Suuremmat tutkijaorganisaatiot laajentaisivat otantaansa näin pienen perusjoukon tapauksessa, koska näin saataisiin analysoitua paremmin perusjoukkoa. Kun perusjoukko on huomattavasti suurempi, tulee otoksen olla koko perusjoukkoa mahdollisimman hyvin edustava otos.

### 3.4.2 Otoskoko

”Tutkimuksen tulosten tarkkuus ei tietyn rajan jälkeen kasva enää otoskoon kasvattamisen suhteessa. Kuvassa 2 on esimerkinomaisesti kuvattu, miten tutkimukselliset hyödyt kasvavat otoksen kasvaessa ja miten tästä saatava lisähyöty vähenee, kun otosta kasvatetaan riittävän paljon. Toisaalta myös otoksen keräämiseen liittyvät kustannukset voivat kasvaa otoksen kasvun myötä.” /3, s. 40./



**Kuva 2. Otannan laajuus suhteessa hyötyyn ja kustannuksiin /3, s.40/**

”Haastateltavien määrän ratkaisee se, kuinka nopeasti kerätty laadullinen aineisto alkaa kylläntyä eli saturoitua. Haastatteluiden määrää ei tarvitse periaatteessa enää lisätä silloin, kun uutta tietoa ei enää juuri tai ollenkaan voida olettaa saatavan, vaikka

haastateltavien määrää lisätään. Kokemus on osoittanut, että yleensä aineisto alkaa kyllääntyä noin 20 haastateltavan kohdalla. Toisaalta jokainen tapaus on erilainen, eikä tätä havaintoa voi yleistää koskemaan kaikkia tilanteita.” /3, s. 73./

Tässä tutkimuksessa voidaan olettaa tuotteiden valintaan liittyvää hajontaa. Eli yksi tuote ei ole kaikille sopiva käyttötarkoitukseen, mutta onnistuneesta tutkimuksesta saadaan selville näitä tuotteita yhdistävät tekijät. Otskokoon vaikuttavat toimeksiantajan ohjeet.

### **3.4.3 Otantamenetelmänä harkinnanvarainen otos**

”Kvalitatiivisella tutkimusotteella lähestyvä tutkija käyttää usein harkinnanvaraista otantaa” /3, s. 39/. ”Harkinnanvaraista otosta puoltaa esimerkiksi se, että vastaajia on lukumääräisesti vähän tai heidän saavutettavuutensa on haastavaa. Tämä voi tulla kysymykseen esimerkiksi lähestyttäessä markkinointitutkimuksen aineiston keruun yhteydessä yrityksen edustajia.” /3, s. 41./

”Joskus tutkimus keskittyy hyvin rajattuun tai erikoiseen kohderyhmään. Tutkimusongelma voi olla sellainen, että todennäköisyysotanta ei auttaisi sen ratkaisussa. Tällöin otos voidaan poimia harkinnanvaraisesti, jolloin puhutaan näytteestä. Näytteen harkinnanvaraisuus on syytä muistaa tulosten tarkasteluvaiheessa. Pitkälle meneviä yleistyksiä ei siis voida tehdä harkinnanvaraisen näytteen perusteella samassa määrin kuin edustavan otoksen ollessa kyseessä.” /3, s. 44–45./

## **3.5 Tutkimusaineiston keruumenetelmä**

Opinnäytetyöni aiheen tutkimiseen valittiin keruumenetelmäksi puhelinhaastattelu. Puhelinhaastattelu on helppo toteuttaa ja pieni kustannuksiltaan, koska tarvitaan vain yhteystiedot ja puhelimet. Keruumenetelmän valitsemiseen vaikuttivat toimeksiantajan ohjeet ja suositukset.

Haastattelun päätavoitteena ei ole selvittää yksinomaan, mitä tuotteita käytetään ja kuinka paljon. Haastattelun tavoitteeseen kuuluu myös selvittää perusteita asiakkaiden käyttäytymisen taustalla, minkä takia haastattelu on kyselylomaketta joustavampi menetelmä. Kuitenkin tutkimukseen kuuluu niin kvantitatiivisen kuin kvalitatiivisenkin

tutkimuksen ominaisuuksia, mutta kvantitatiivisia tuloksia ei voida tarkastella tilastollisella varmuudella.

### 3.5.1 Haastateltavien valinta

”Laadullisessa tutkimuksessa on periaatteessa tärkeää, että henkilöt, joilta tietoa kerätään, tietävät tutkittavasta ilmiöstä mieluusti mahdollisimman paljon tai että heillä on kokemusta asiasta. Tässä mielessä haastateltavien valinnan ei tule olla sattumanvaraista vaan harkittua ja tarkoitukseen sopivaa.” /3, s. 72./

”Haastattelun etuna on, että haastatteluun voidaan valita henkilöt, joilla on kokemusta tutkittavasta ilmiöstä tai tietoa aiheesta” /3, s. 76/. Haastateltaville on myös joitakin rajoitteita kvalitatiivisen tutkimuksen kannalta. ”On suositeltavaa, ettei haastateltava ole osallistunut kvalitatiiviseen tutkimukseen viimeisen puolen vuoden aikana eikä samaa aihetta koskevaan kvalitatiiviseen tutkimukseen” /1, s. 36/. Tällä tavoin halutaan varmistua, etteivät haastateltavan vastaukset noudata edellisen tutkimuksen vastauksia.

### 3.5.2 Teemahaastattelu

”Rakenteeltaan haastattelut voivat olla väljän avoimia tai tiukan rakenteellisesti määrittäjä eli strukturoituja. Mitä väljempi haastattelun runko on, sitä enemmän osaamista ja kokemusta haastattelijalta edellytetään. Strukturoidussa haastattelussa on mahdollista pidättäytyä tiettyihin tutkimuksellisiin teemoihin, ja näistä käytetäänkin usein nimitystä teemahaastattelut.” /3, s. 71./

”Haastattelun etu on ennen kaikkea joustavuus. Haastattelijalla on mahdollisuus toistaa kysymys, oikaista väärinkäsityksiä, selventää ilmausten sanamuotoja ja käydä keskustelua haastateltavan kanssa.” /3, s. 75./ Haastattelijan on oltava perehtynyt tutkimuksen aiheeseen huolellisesti. Tässä tutkimuksessa aihe on haastattelijan koulutukseen liittyvää, mikä osaltaan helpottaa perehtymistä.

Aiheeseen perehtynyt haastattelija ymmärtää haastateltavien vastauksia, mikä tekee haastateltavan vastaamisen helpommaksi. Jos perehtyminen on edennyt aiheen asiantuntijatasolle, haastateltava näkee haastattelijan asiantuntijana ja haastattelu muuttuu

nopeasti opetus- tai luentotilanteeksi. Tämä ei edesauta vastausten saamista ja haastattelu muuttuu tulosten johdatteluksi. Tästä syystä kerrotaan, että haastattelijan tulisi olla asiaan perehtynyt asiantuntijahaastattelija enemmän kuin haastatteleva asiantuntija. Lisäksi asiantuntijan ei tulisi tehdä tutkimusta, koska silloin haastateltava kertoo asian tarkemmin ja huolellisemmin sekä se oikeuttaa kysymään perustavaa laatua olevia kysymyksiä haastateltavalta. /1, s. 36 – 37./

### **3.5.3 Haastattelurunko**

”Laadullisissa tutkimuksissa ei yleensä käytetä lomaketta vaan erillistä väljempää haastattelurunkoa. Sen rakentamisen perustana tulee olla markkinointitutkimuksen tavoite, tutkimustehtävät sekä mahdollinen teoriaviitekehys. Haastattelurungon tarkkuuteen vaikuttaa se, onko aikomus toteuttaa teemahaastatteluja vai syvähaastatteluja. Teemahaastatteluissa runko on tärkeä.” /3, s. 73./

Teemahaastattelun rungon tulisi olla lyhyt ja selkeä. Näin asiat pysyvät järjestyksessä niin haastattelijalla kuin haastateltavalla. Selkeä runko auttaa myös palaamaan haastatteluissa aiempiin aiheisiin, koska haastattelu voi edetä muussakin kuin suunnitellussa järjestyksessä.

### **3.5.4 Puhelinhaastattelu**

Toisin kuin kasvokkain tehtävissä haastatteluissa, haastateltavan ja haastattelijan ei tarvitse olla samassa tilassa. Tämä mahdollistaa henkilöiden tavoittamisen, vaikka he olisivat työmatkoilla. Toinen etu puhelinhaastatteluissa on niiden nopeus, koska haastattelut voidaan käynnistää nopeasti aiheiden ja kysymysten valmistuttua. /4, s. 140./

Puhelinhaastattelulla tehtävällä tutkimuksella on myös huonoja puolia. Suurin huolenaihe on haastateltavien asenne puhelimella tehtäviin kyselyihin, koska viidentoista vuoden aikana puhelinmarkkinointi on merkittävästi lisääntynyt Euroopassa. Puhelinmarkkinointi yleensä vain kysyy yksittäisen kysymyksen aiheesta ja alkaa vastauksen jälkeen mainostaa sekä myymään tuotettansa. Näiden aggressiivisten puhelinmarkkinoijien tuloksena monet sekoittavat markkinointitutkimuksen ja telemarkkinoinnin, mikä vaikeuttaa tutkimuksien tekemistä. /4, s. 141./

Kohderyhmälle tehtävät haastattelut päätettiin tehdä puhelinta käyttäen jo opinnäytetyön aihetta suunnitellessa. Päätökseen vaikuttivat tutkimuksen ominaisuudet, kuten laajuus ja kohderyhmän sijoittuminen maantieteellisesti. Puhelimen käyttäminen ei vaadi haastateltavien ja haastateltavan liikkumista paikkakunnalta toiselle. Käytännössä tämä tarkoittaa matkakustannuksien ja matka-aikojen säästämistä. Lisäksi Suomessa lähes jokaisella on nykyään matkapuhelin työkäytössä, mikä helpottaa haastatteluiden tekemistä puhelimen välityksellä.

### 3.6 Tutkimuksen arviointi

Tutkimusaineiston laajuus määräytyy tutkimukselle asetettujen odotuksien ja toteutuneiden haastatteluiden perusteella. Tämän tutkimuksen tutkimusaineiston vastauksien määräksi odotetaan 20–30 haastattelua. ”Haastatteluissa vastaajakato on yleensä pieni, mikä osaltaan helpottaa haastatteluilla kerätyn tutkimusaineiston saamista kokoon valitulta kohderyhmältä” /3, s. 71/.

”Validiteetilla eli tutkimuksen pätevyydellä tarkoitetaan perinteisesti tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä sillä on tarkoitus mitata. Kun teoreettinen ja operatiivinen määritelmä ovat yhtäpitävät, on validiteetti hyvä.” /3, s. 34./

Yleistämisen arviointi on osa kvalitatiivisen tutkimuksen arviointia. ”Tieteellisen tutkimusperinteen mukaisesti laadukas tutkimus on toistettavissa, ja se on toteutettu objektiivisesti. Laadullisen tutkimuksen tapauksessa tutkittavien kohteiden lukumäärä on usein rajallinen, ja sen vuoksi on pohdittava, voidaanko näiden muutaman havainnon perusteella tehdä isompaa kohderyhmää koskevia yleistyksiä.” /3, s. 35./ Pienellä vastaajamäärällä kvalitatiivisella menetelmällä ei voi tehdä yleistyksiä perusjoukkoon tilastollisella varmuusasteella, kuten kvantitatiivisissa menetelmissä on tapana. /1, s. 66./

”Kustannustehokkuutta arvioitaessa huomio kiinnittyy keskeisesti siihen, olisiko jollain muulla keinoin saatu riittävän varmasti vastaavat tiedot käyttöön edullisemmin kuin toteutetulla tutkimuksella” /3, s. 35/. Usein kvalitatiivinen tutkimusprojekti tulee kokonaisuudessaan edullisemmaksi, mutta kustannukset haastateltavaa kohden ovat suuremmat verrattuna kvantitatiiviseen tutkimusprojektiin /1, s. 31/.



Tarpeeseen vastaavuus arvioi tutkimuksen antamien tuloksien käytettävyyttä käytännön päätöksenteon soveltamiseen. ”Avainohjeena tarpeeseen vastaavuuden varmistamisessa on selkeyttä, mitä halutaan saada aikaan sekä mihin ja miten tutkimustuloksia aiotaan tutkimuksen valmistuttua hyödyntää.” /3, s. 35–36./

### 3.7 Haastatteluiden analyysi

”Perusanalyysimenetelmä, jota voidaan käyttää kaikissa laadullisen tutkimuksen perinteissä, on sisällön analyysi.” Ensimmäisessä vaiheessa päätetään, mikä aineistossa kiinnostaa ja keskitytään siihen. Toisessa vaiheessa aineisto käydään läpi ja siitä kerätään tutkimuksen tavoitteisiin liittyvät asiat. Kolmannessa vaiheessa nämä asiat luokitellaan, teemoitetaan ja tyypitetään aineistoon. Viimeiseksi aineistosta kirjoitetaan yhteenveto. /3, s.76./ Tässä opinnäytetyössä käytetään haastattelun analysoimisen apuna haastatteluista tehtyjä nauhoituksia, joiden perusteella tuotetaan tutkimusongelmiin johtopäätöksiä.

Ensimmäisessä vaiheessa valitaan analysoitavat asiat, koska kaikkia asioita ei voida analysoida yhdessä tutkimuksessa. ”Näitä valintoja ohjaavat yleensä tutkimuksen tarkoitus, tutkimusongelmat tai tutkimustehtävät.” /3, s. 76 – 77./

”Toisesta vaiheesta käytetään yleisesti myös nimitystä aineiston litterointi tai koodaaminen. Litterointiin liittyy kysymys siitä, kuinka tarkasti esimerkiksi nauhoitetut haastattelut kirjoitetaan puhtaaksi eli puretaan. Teemahaastattelulla kerätystä aineistosta voidaan seuloa helpommin esille tekstikohtia, jotka kertovat aiemmista tutkimuksista kerätyistä teoreettisista näkemyksistä. Tällöin ei kaikkea haastattelun sisältöä välttämättä edes tarvitse purkaa ja kirjoittaa tekstimuotoon.” /3, s. 77./

”Kolmas vaihe eli kerätyn haastatteluaineiston luokittelu, teemoittelu tai tyypittely ymmärretään varsinaiseksi analyysiksi, mutta se ei ole mahdollista ilman kahden edeltävän vaiheen toteuttamista, eikä se ole myöskään mielekäs ilman yhteenvetoa. Luokittelua pidetään yksinkertaisimpana aineiston järjestämisen muotona. Itse asiassa sitä pidetään kvantitatiivisena analyysinä sisällön teemoin. Alkeellisimmillaan aineistosta määritellään luokkia ja lasketaan, montako kertaa jokainen luokka esiintyy aineistossa. Teemoittelu voi olla periaatteessa luokituksen kaltaista, mutta siinä painottuu, mitä kustakin teemasta on sanottu. Lukumäärillä on tai ei ole merkitystä. Tyypittelyssä aineisto ryhmitellään tietyiksi tyypeiksi.” /3, s. 77./

”Aineiston analyysissä korostuu monesti esimerkiksi opinnäytetöissä aineiston teorialähtöinen analyysi. Se nojaa tiettyyn teoriaan tai malliin. Tutkimuksessa kuvaillaan nämä teorit, ja ne nivoutuvat yhteen tutkimuksen viitekehyksessä. Aineiston analyysiä ohjaa valmis, aikaisemman tiedon perusteella luotu kehys, johon saatu aineisto suhteutetaan. Toisaalta tämä ei poista sitä, ettei aineiston sisältö voisi puhua omaa kieltään ja ettei analyysi voisi edetä aineiston ehdoilla, kuten aineistolähtöisessä analyysissä.” /3, s. 78./

”Sisällönanalyysin ensimmäinen vaihe on analyysirungon muodostaminen. Analyysirunko voi olla väljäkin, ja sen sisälle muodostetaan erilaisia luokituksia tai kategorioita aineistosta. Tällöin aineistosta voidaan poimia asiat, jotka kuuluvat analyysirunkoon, sekä asiat, jotka jäävät rungon ulkopuolelle. Analyysirungon ulkopuolelle jäävistä asioista muodostetaan uusia luokkia. Analyysirunkoa täydennetään analyysin edistyessä, ja se luo perustan myös aineiston koodaamiselle. Analyysirunkona voidaan yleensä pitkälti hyödyntää käytettyä teemahaastattelurunkoa.” /3, s. 78./

Opinnäytetyön vastausmateriaalin analysoimiseen käytetään samaa henkilöä, joka on suunnitellut haastattelurungon ja suorittanut haastattelut. Tämä nähdään eduksi analysoinnin kannalta, koska näin kyetään tekemään paras mahdollinen vastausmateriaalien analyysi. ”Analyysiin vaikuttaa myös haastattelussa ilmitulleet haastateltavan ominaisuudet, suhtautumiset ja reaktiot, minkä vain haastatteliija voi muistaa.” /1, s. 60./

#### 4 HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET

Haastatteluja suoritettiin yhteensä 24 kappaletta. Haastatteluista odotettiin saatavan enemmän tietoa kilpailijoiden tuotteiden välisistä ominaisuuksista, eroavaisuuksista ja vahvuuksista. Haastateltavat eivät kuitenkaan todenneet merkittäviä eroja eri päätelaitevalmistajien tuotteilla. Suurimman painoarvon tuotteiden ominaisuuksista he sanoivat olevan tuotteen suorituskyvyllä, ja siitäkin haastateltavat totesivat eri päätelaitevalmistajien vastaavien tuotteiden olevan yhtä suorituskykyisiä keskenään.

Muista tuotteiden ominaisuuksista haastateltavat totesivat seuraavaa. Ulkonäöllä ei ole niin suurta merkitystä LVI-suunnittelijalle, koska yleensä arkkitehdit päättävät lopullisesti käytettävän tuotteen ulkonäöstä. Ulkonäöllisesti tuotteen tuli olla siisti ja huomaamaton sekä ulkonäöltään arkkitehtiä miellyttävä. Eräässä haastattelussa tuli esille esimerkki, jossa sanottiin arkkitehdin jopa ehdottaneen tuotetta, minkä jälkeen LVI-suunnittelijan tuli tarkistaa tuotteen toimivuus tilassa.

Tuotteiden hinntakaan eivät olleet merkittäviä tavanomaisessa suunnittelussa, koska päätelaitevalmistajien tuotteiden hinnat todettiin erittäin kilpailukykyisiksi eri valmistajien vastaavilla tuotteilla. Haastateltavat luottivat yleensä valmistajien hintakilpailun pitävän tuotteiden hinnat edullisina. Vain hyvin erikoisten ja arvokkaampien sekä erilaisten organisaatioiden suunnitelmissa käytettävien tuotteiden hintoihin kohdistettiin enemmän huomiota, koska niillä todettiin olevan suurempi vaikutus kokonaishintaan. Tuotteiden hintojen kerrottiin kiinnostavan enemmänkin urakoitsijoita, koska urakoitsijat haluavat kilpailuttaa tuotteita ja käyttää edullisinta tavoitellakseen voittoa. Urakoitsijoilla arveltiin olevan myös urakoitsijakohtaisia alennuksia tukkuliikkeistä eri valmistajien tuotteille.

Tuotteiden kilpailuttaminenkin nähtiin yleensä myös esteeksi erilaisten kokonaisjärjestelmien käyttämiselle. Lisäksi kokonaisjärjestelmien säätö- ja ohjauspisteiden määrien kerrottiin olevan usein rajallisia, koska kokonaisjärjestelmiin ei voitu lisätä tarpeeksi säätölaitteita. Järjestelmän säätö haluttiin usein kytkeä rakennuksen omaan automaatiojärjestelmään, minkä takia kokonaisjärjestelmiä ei myöskään käytetty.

Koska tuotteiden välillä ei havaittu eroavaisuuksia ratkaisevasti, päädyttiin selvittämään syitä, jotka johtavat valitsemaan tietyn päätelaitevalmistajan tuotteita. Yleensä

vastattiin tuotteiden valitsemiseen käytettävän aikaisemmin toimiviksi todettuja tuotteita. Vielä enemmän vaikutti, minkä päätelaitevalmistajan tai rakennuttajan kanssa oltiin yhteistyössä suunnittelun aikana. Vain harvat haastateltavat kertoivat käyttävänsä yhden valmistajan tuotteita ja yhtä harvat kertoivat käyttävänsä kaikkien valmistajien tuotteita.

Haastatteluiden ongelmaksi huomattiin vastaajien huono valmistautuminen haastatteluun, koska haastattelusta ei ole haastateltavalle varsinaista hyötyä. Haastatteluiden aikana huomattiin myös joidenkin kysymysten olevan hyvin laajakäsitteisiä. Laajakäsitteisessä kysymyksessä haastateltavat epäröivät vastauksiaan. He eivät osanneet päättää käyttäisivätkö esimerkkinä viimeisintä vai yleisintä tapausta, minkä takia he ovat halunneet jättää mainitsematta erillisiä tuotenimiä. Tuotenimien sijaan haastateltavat ovat mieluummin kertoneet tuotetyypin ja maininnut viimeisimmät tai yleisimmät tuotteiden toimittajat kysymyksen tilan käyttötarkoitukseen. Haastateltavien mukaan aulatilat, liiketilojen sekä suurien ja korkeiden tilojen kysymykset olivat liian laajakäsitteisiä vastata.

Suunnitteluohjelmiin vastattiin huomattavasti paremmin kuin tuotteisiin liittyviin kysymyksiin. LVI-järjestelmämallinnusohjelma MagiCAD on käytössä jokaisella haastateltavalla, joista 19 käyttää sitä pääsuunnitteluohjelmanaan. Vain yksi käyttää CADS:ia pääsuunnitteluohjelmana, koska on käyttänyt sitä lähes kaksikymmentä vuotta.

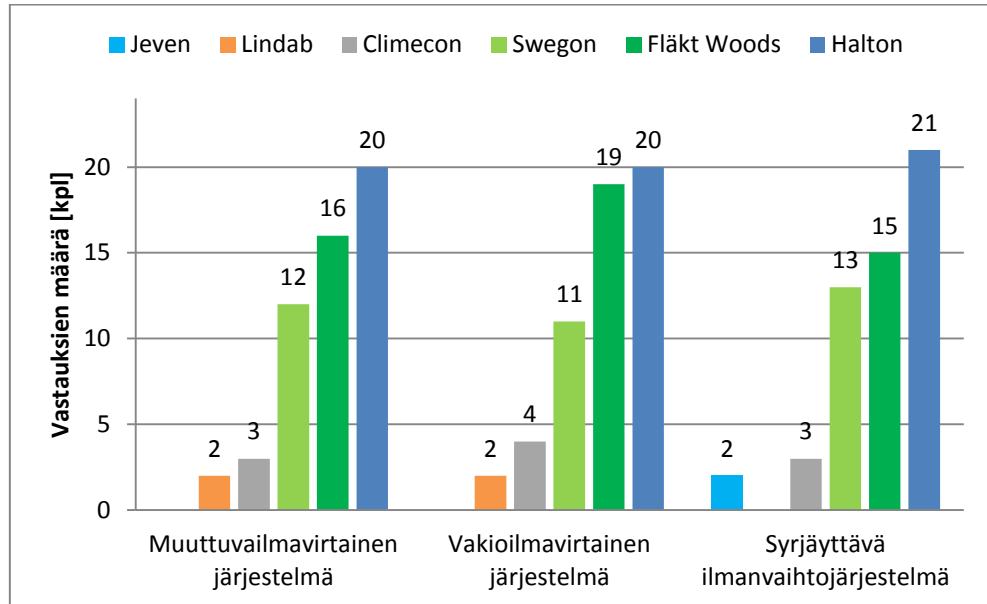
Haastatteluissa selvisi myös Internetin olevan yhä suosituimpi työkalu, koska Internetissä on päivitettyin tieto markkinoilla olevista päätelaitteista. Paperisten tuotekansioiden ja esitteiden päivittäminen on huomattu lähes loppuneen.

#### **4.1 Järjestelmissä käytettävät tuotteet**

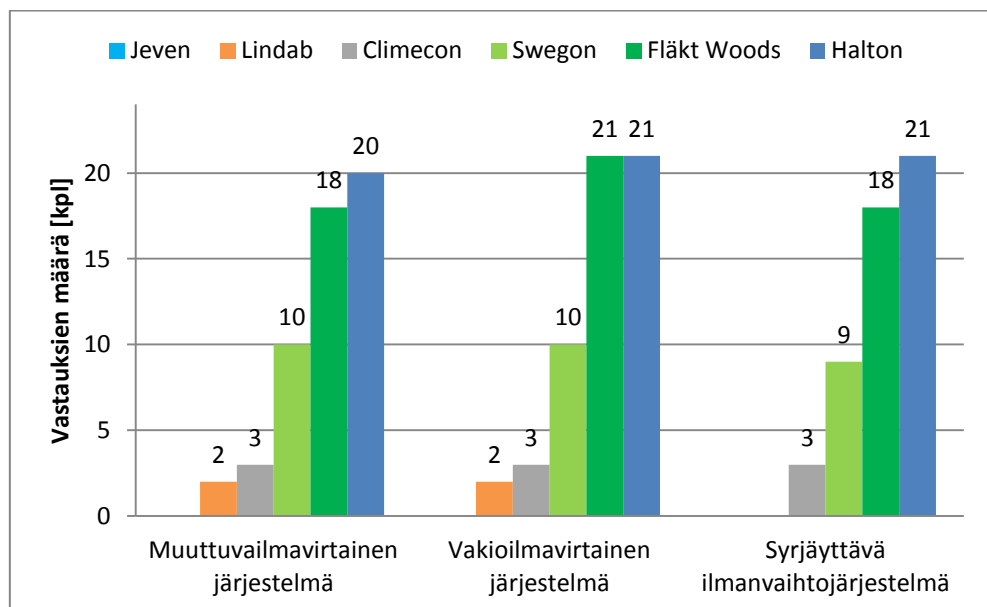
Järjestelmissä mainittiin käytettävän pääasiassa kolmea valmistajaa tulo- ja poistoilmalaitteissa. Eniten mainitut valmistajat olivat Halton, Fläkt Woods ja Swegon järjestyksessä suuremmasta pienimpään. Tuloilmalaitteissa valmistajia käytettiin määrällisesti tasaisemmin kuin poistoilmalaitteissa, joissa Halton ja Fläkt Woods olivat selvästi suurimmat valmistajat.

Taulukossa 1 nähdään järjestelmissä mainitut valmistajat tuloilmalaitteille ja taulukossa 2 vastaavasti poistoilmalaitteiden valmistajat. Tarkemmat tulokset ovat luettavissa järjestelmäkohtaisista luvuista.

**Taulukko 1. Valmistajat järjestelmittäin, tuloilmalaitteet**



**Taulukko 2. Valmistajat järjestelmittäin, poistoilmalaitteet**

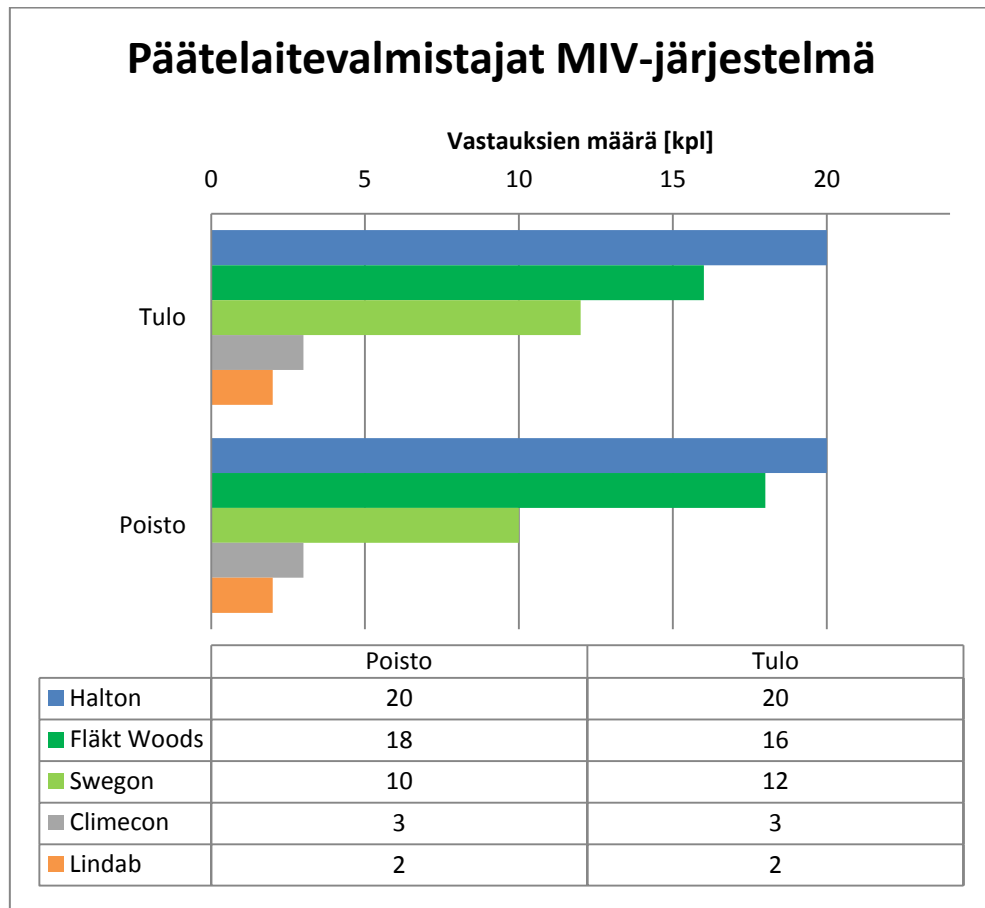


#### 4.1.1 Muuttuvilmavirtainen järjestelmä

Muuttuvilmavirtaiseen järjestelmään käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 3. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden

tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös järjestelmään käytettäviä päätelaitteiden tyyppejä sekä niiden valmistajaa. Haastattelussa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 4 ja säätölaitteet taulukossa 5.

**Taulukko 3. Päätelaitetoimittajat muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä**



**Taulukko 4. Päätelaitteet muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä**

Halton	THB, TCV, TLB, WDD, WTS, CSW, ULA, URH, EVA
Fläkt Woods	RHKB, KTS, KSO, SV-2, EHC
Swegon	EAGLE Ceiling, PARASOL, GRL

**Taulukko 5. Säätölaitteet muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä**

Halton	PRA, HFB, HFS
Fläkt Woods	IRIS, IRIS-M, EMSS

Eniten muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä mainittiin käytettäväksi pyörrehajottimia, rei'itettyjä hajottimia ja suunnattavia monisuutinhajottimia. Käytetyimmät tuotteet yleisesti toimivat vaihtelevilla ilmavirroilla ongelmitta. Harvat sanoivat käyttä-

vänsä järjestelmään sopivia ilmastointipalkkeja, joissa on tarpeenmukaista ilmanvaihtoa varten ilmavirran säätömahdollisuus. Erään haastateltavan mielestä Fläkt Woods oli Halton:ia, Swegon:ia ja Lindab:ia parempi ilmastointipalkeissa, koska Fläkt Woods oli voimakkaasti markkinoinut haastateltavalle tuotettaan. Yksi haastatelluista mainitsi jäädytykseen soveltuvien tuloilmalaitteiden olevan lisääntyvässä käytössä kuten Swegon:in PARASOL ja Halton:in CSW.

Kun haastateltavilta kysyttiin valmistajien kokonaisjärjestelmistä, useat mainitsivat Swegon WISE-järjestelmän, mutta vain harva sanoi käyttäneensä järjestelmää esimerkiksi asunnoissa ja päiväkodeissa. Vaikka WISE mainittiinkin useasti ja siitä sanottiin olevan paljon tietoa ja kokemusta, kerrottiin melkein yhtä usein, ettei järjestelmää käytetty kilpailutuksen takia. Yleisen mielipiteen mukaan kokonaisjärjestelmän käyttäminen pakottaisi käyttämään järjestelmän valmistajan muita tuotteita, mikä estäisi tuotteiden kilpailuttamista. Eräs haastatelluista mainitsi epäilevänsä kokonaisjärjestelmien kestävyyttä pitkällä aikavälillä. Yksi haastatelluista olisi halunnut, että kokonaisjärjestelmä käytettäisiin yleisemmin, koska valmistajat pystyisivät paremmin paikallistamaan ja korjaamaan ilmitulleita ongelmia sekä tuomaan suunnitteluun oman asiantuntemuksensa. Yhdeksi ratkaisuksi tähän hän mainitsi, että valmistajien tulisi tarjota myös tilaajille kokonaisjärjestelmäratkaisuja entistä useammin.

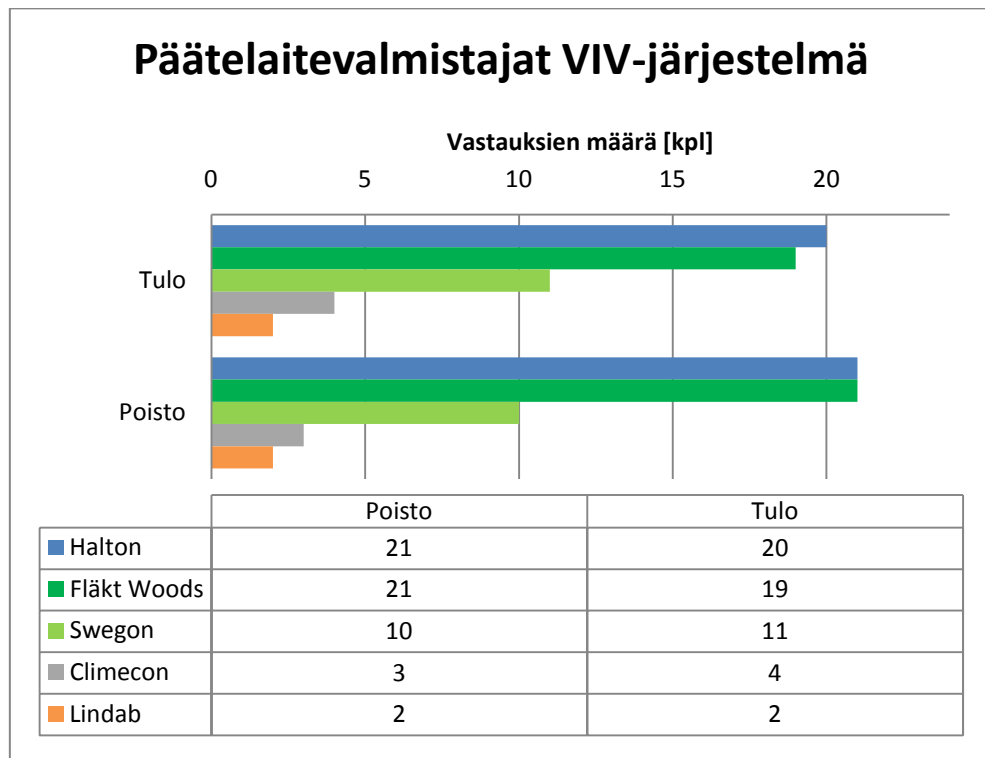
Suurin osa haastatelluista oli silti perinteisen komponenteista rakennettavan järjestelmän kannalla. Ilmamäärien säätämiseen ja mittaamiseen käytetyt kanavakomponentit sanottiin olevan lähes poikkeuksetta Fläkt Woods:ilta tai Halton:ilta. Vain muutama mainitsi TROX:in tuotteet ja kertoi niiden kestävän paremmin painetta kuin muiden valmistajien tuotteet. Fläkt Woods:in tuotteista mainittiin säädettävyyden olevan käytännöllisempi, koska laitteen sivussa on näyttö ilmavirran säätämiseen. Halton:in PRA kerrottiin olevan hyvä, koska sen läpimitta on yhtä suuri kuin kanavan, johon laite asennetaan.

Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit pienemmillä ilmavirroilla. Samat valmistajat mainittiin myös suuremmilla ilmavirroilla, koska näiden valmistajien säleiköt olivat ääniteknisesti hyviä.

#### 4.1.2 Vakioilmavirtainen järjestelmä

Vakioilmavirtaiseen järjestelmään käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 6. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös järjestelmään käytettäviä päätelaitteiden tyyppiä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 7.

**Taulukko 6. Päätelaitevalmistajat vakioilmavirtaisessa järjestelmässä**



**Taulukko 7. Päätelaitteet vakioilmavirtaisessa järjestelmässä**

Halton	THB, TCV, DTR, EVA, WTS, TLB, THL, TSR, DKS, WDD, FLE, ULA, ULC, URH, CCE, CBH
Fläkt Woods	RHKB, KTS, KSO, SVQ
Swegon	EAGLE, COLIBRI, ADRIATIC VF

Vakioilmavirtajärjestelmässä käytettiin eniten kattohajottimia tuloilmalaitteina ja venttiilejä poistoilmalaitteina. Kattohajottimista suosituimmat olivat rei'itetyt. Pyörrevirta-, monisuutin- ja kartiohajottimet olivat huomattavasti vähemmän käytettyjä kattohajottimia. Eniten mainittu yksittäinen tuotetyyppi oli Halton:in THB. Poistoil-



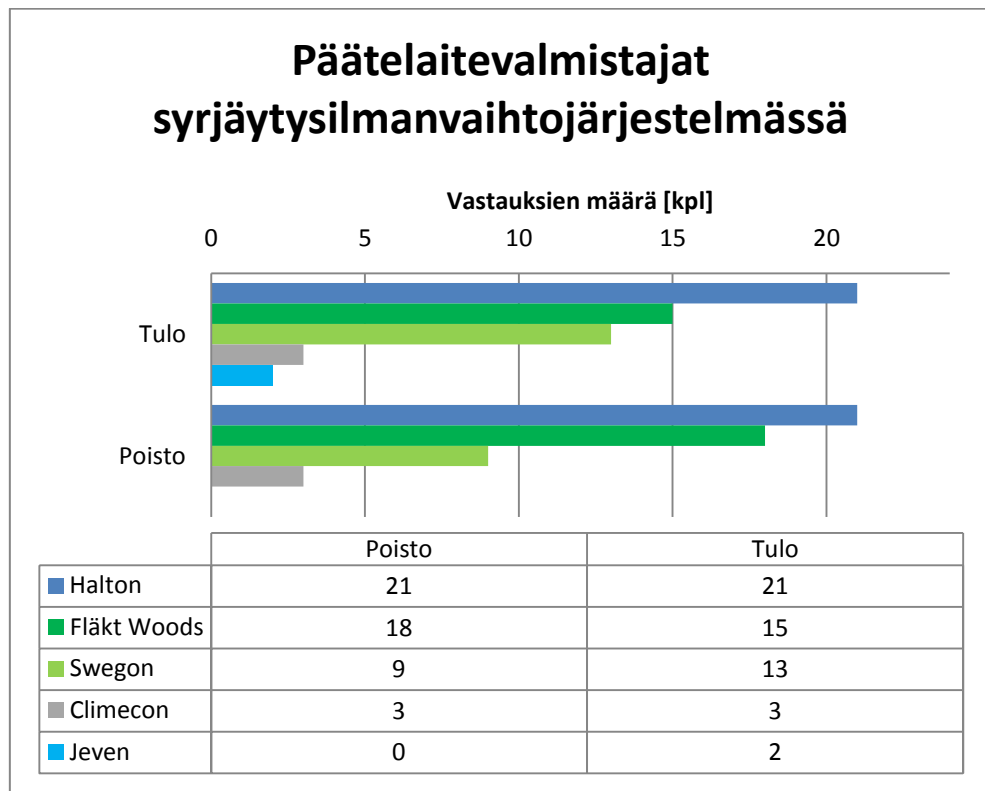
malaitteina eniten mainitut yksittäiset venttiilit olivat Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH.

Seuraavaksi käytetyin tuloilmalaite oli jäähdytyspalkit, jos tilaan tarvittiin jäähdytystehoa. Jäähdytykseen soveltuvia laitteita mainittiin käytettäväksi Halton:ilta ja Swegon:ilta. Ilman jäähdytystarvetta seuraavaksi eniten käytettiin seinähajottimia, jos kattohajottimia ei ollut mahdollista käyttää. Katto- ja seinähajottimia mainittiin eniten Fläkt Woods:ilta ja Halton:ilta. Poistoilmalaitteina käytettiin eniten venttiilejä ja säleikköjä suuremmilla ilmavirroilla. Venttiilejä ja säleikköjä käytettiin tuloilmalaitteina huomattavasti harvemmin.

#### 4.1.3 Syrjäyttävä ilmanvaihtojärjestelmä

Syrjäyttävään ilmanvaihtojärjestelmään käytettävien päätelaitteiden toimittajat nähdään taulukossa 8. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös järjestelmään käytettäviä päätelaitteiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 9.

**Taulukko 8. Päätelaitevalmistajat syrjäytysilmanvaihtojärjestelmässä**



### Taulukko 9. Päätelaitteet syrjäytysilmanvaihtojärjestelmässä

Halton	AFA, AFB, AFD, AFQ, URH, EVA
Fläkt Woods	PNA, KSO, EHI, USR
Swegon	DVCe, GRL
Jeven	DECO U, DECO S, DECO L

Kolme eniten mainittua valmistajaa syrjäyttävässä ilmanvaihtojärjestelmässä olivat Halton, Fläkt Woods ja Swegon. Lähes jokainen mainitsi käyttävänsä Halton:in tuotteita. Toiseksi eniten käytetyimmäksi mainittu Fläkt Woods ja kolmanneksi eniten mainittu Swegon mainittiin yhtä useasti käytettäväksi Halton:in rinnalla, kun taas Swegon ja Fläkt Woods mainittiin käytettäväksi toistensa rinnalla huomattavasti harvemmin. Näillä kolmella valmistajalla sanottiin olevan samanlaiset tuotteet ja valmistajan valintaan vaikuttivat suunnittelijan tottumukset tai minkä valmistajan tuotteiden kanssa oltiin tekemisissä kyseisessä kohteessa.

Ainoastaan Swegon:in ja Jeven:in tuotteista mainittiin muiden tuotteista poikkeavia ominaisuuksia. Swegon:in tuotteiden heittokuvioiden kerrottiin olevan paremmin säädettävissä. Jeven:in tuotteissa ulkonäkö oli muiden tuotteista erottava tekijä.

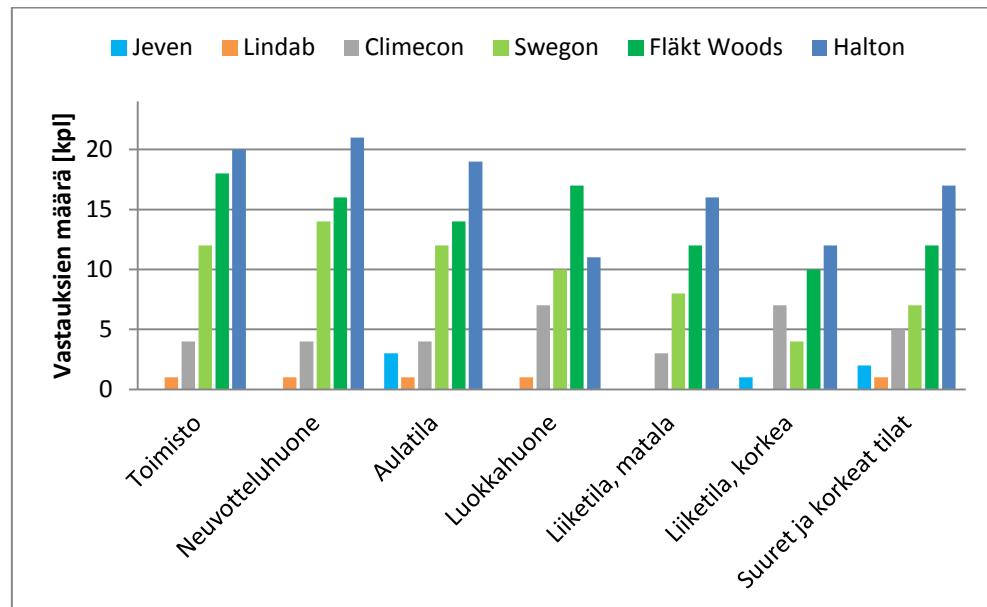
Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit pienemmillä ilmavirroilla. Samat valmistajat mainittiin myös suuremmilla ilmavirroilla, koska näiden valmistajien säleiköt olivat ääniteknisesti hyviä. Säleiköt olivat hieman yleisemmin käytettyjä kuin muissa järjestelmissä, koska syrjäyttävässä ilmanvaihtojärjestelmässä oletettiin olevan suuremmat ilmavirrat.

#### 4.2 Haastateltujen käyttämät tuotteet tilojen käyttötarkoituksissa

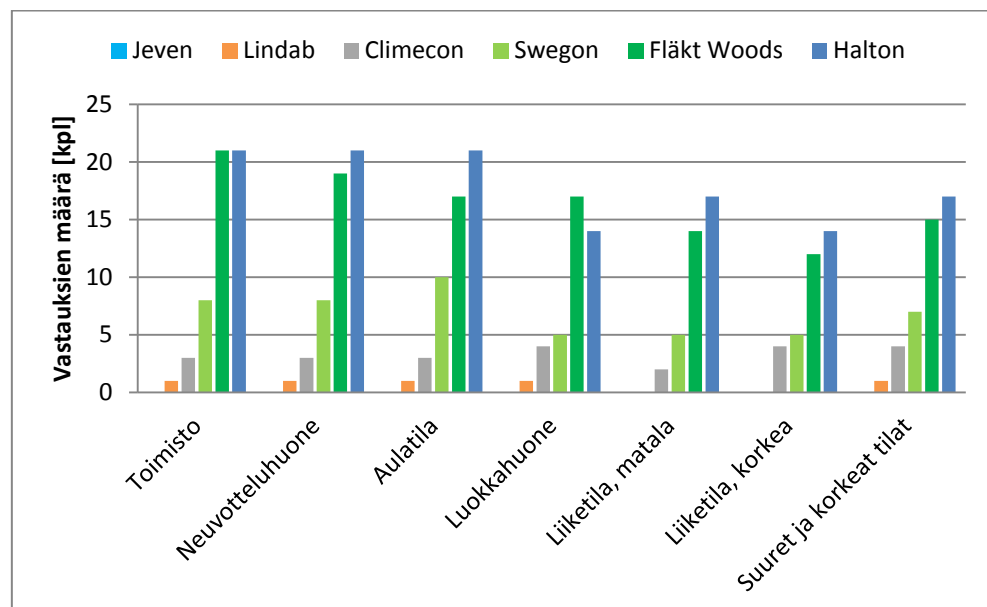
Tilojen käyttötarkoituksissa mainittiin samat kolme valmistajaa eniten käytetyiksi kuin järjestelmäkohtaisissa kysymyksissä. Fläkt Woods, Swegon ja Climecon olivat luokkahuoneiden tuloilmalaitteissa suosittuja suutinkanavien takia. Korkeissa liiketiloissa suosittiin Climecon:in tuotteita, minkä takia sitä käytettiin Swegon:ia enemmän. Koska tilojen käyttötarkoituksia ei määritelty tarkemmin, haastateltavilta saatiin vastauksia huomattavasti enemmän toimistohuoneisiin ja neuvotteluhuoneisiin.

Taulukossa 10 nähdään tilojen käyttötarkoituksissa mainitut valmistajat tuloilmalaitteille ja taulukossa 11 vastaavasti poistoilmalaitteiden valmistajat. Tarkemmat tulokset ovat luettavissa tilojen käyttötarkoituksien luvuista.

**Taulukko 10. Eri valmistajien tuloilmalaitteiden käytön yleisyys**



**Taulukko 11. Eri valmistajien poistoilmalaitteiden käytön yleisyys**

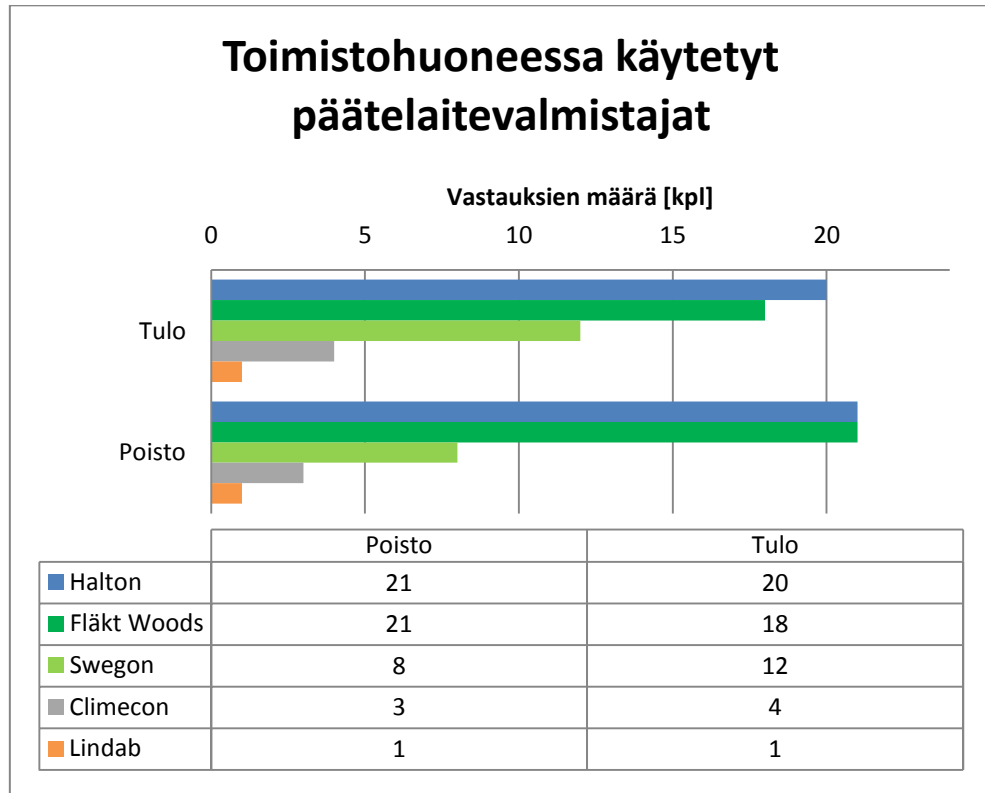


#### 4.2.1 Toimistohuone

Toimistohuoneessa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 12. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun

tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin päätelaitteiden tyyppiä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 13.

**Taulukko 12. Päätelaitevalmistajat toimistohuoneessa**



**Taulukko 13. Päätelaitteet toimistohuoneessa**

Halton	THB, TLB, ULA, ULE, URH, CCC, CCE
Fläkt Woods	RHKB, ACTIVENT, UNO, STI, KTS, KTI, KSO, DYKC, DYCC
Swegon	EAGLE Ceiling, COLIBRI Ceiling, PARASOL, ADRIATIC VF

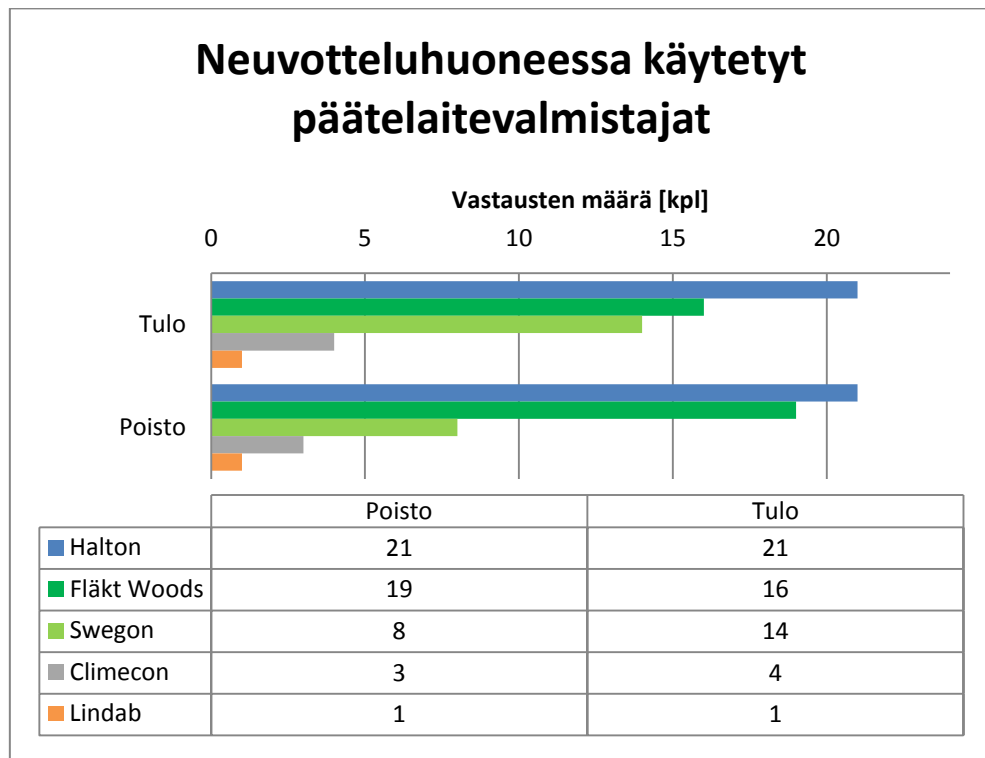
Toimistohuoneissa käytetään paljon jäähdytykseen soveltuvia ilmanjakolaitteita, koska toimistohuoneissa muodostuu lämpöä tilan käyttäjistä ja toimistoon kuuluvista laitteista. Seuraavaksi käytetyimmät tuotetyypit olivat kattohajottimia, koska niillä kerrottiin saavan parempi ilmanjako verrattuna seinähajottimiin tai tuloilmaventtiileihin.

Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit pienemmillä ilmavirroilla. Samat valmistajat mainittiin myös suuremmilla ilmavirroilla, kun käytettiin säleikköjä.

#### 4.2.2 Neuvotteluhuone

Neuvotteluhuoneessa käytettävien päätelaiteiden toimittajat on esitetty taulukossa 14. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaiteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaiteiden tyyppejä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 15.

**Taulukko 14. Päätelaitevalmistajat neuvotteluhuoneessa**



**Taulukko 15. Päätelaitteet neuvotteluhuoneessa**

Halton	THB, DTR, TLB, TLC, URH, EVA, CCC, CCE
Fläkt Woods	RHKB, KSO, DYKC, DYCC
Swegon	EAGLE Ceiling, COLIBRI, PARASOL, ADRIATIC VF

Neuvotteluhuoneet mainittiin usein suunniteltavan samalla tavalla kuin toimistohuoneetkin. Myös neuvotteluhuoneessa jäähdytystarve todettiin tärkeäksi kuin toimistohuoneessakin, sillä erotuksella, että ilmavirtojen säätämisen tulisi olla mahdollista käytön mukaan. Moni mainitsi käytettävän ilmastointipalkkeja, joissa on itsessään mahdollisuus ilmavirran lisäämiseen. Tämän rinnalla mainittiin jäähdytyspalkkeja käytettävän kattohajottimien yhteydessä, missä kattohajotin on erillisessä tuloilmajär-

jestelmässä kuin jäähdytyspalkki. Näin estetään jäähdytyspalkin säädön sekoittuminen.

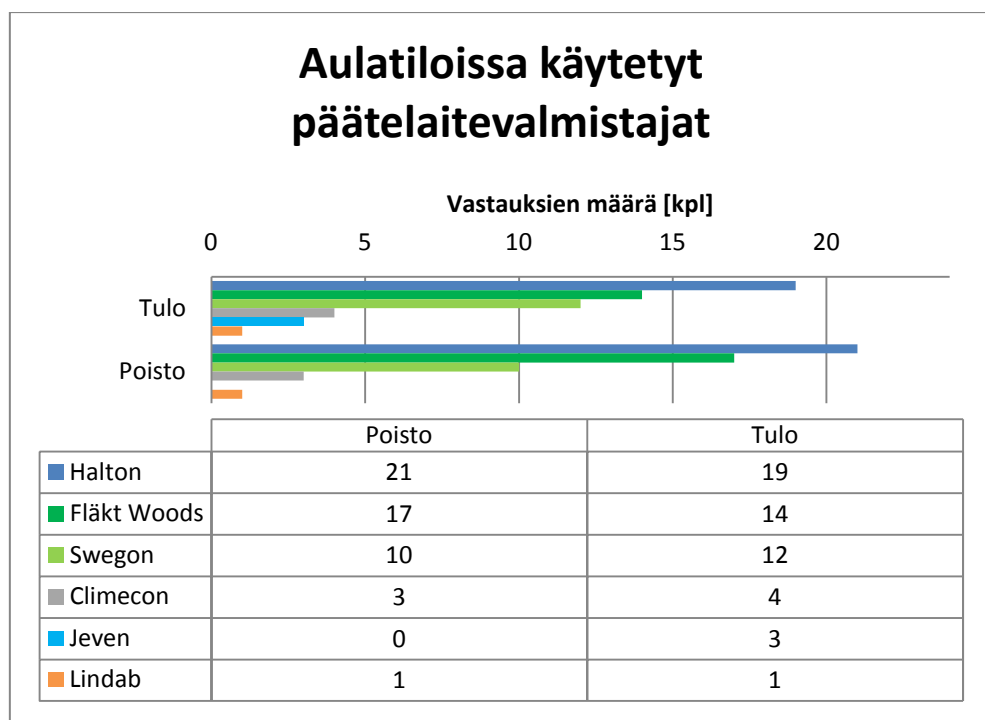
Ilman jäähdytyspalkkiratkaisua käytettiin usein kattohajottimia, joista puhallettiin alilämpöistä tuloilmaa. Kattohajottimet olivat suositumpia kuin seinähajottimet, koska niillä kerrottiin voivan tuoda suurempia ilmamääriä paremmalla ilmanjaolla kuin seinähajottimella. Jos alakattoa ei ollut, käytettiin seinäpuhallushajottimia.

Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit pienemmillä ilmavirroilla. Samat valmistajat mainittiin myös suuremmilla ilmavirroilla, kun käytettiin säleikköjä. Säleikköjä mainittiin käytettävän useammin kuin toimistohuoneissa, koska usein neuvotteluhuoneen poistoilmamäärät olivat suurempia.

### 4.2.3 Aulatila

Aulatilassa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 16. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaitteiden tyyppisiä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 17.

**Taulukko 16. Päätelaitevalmistat autatiloissa**



**Taulukko 17. Päätelaitteet aulatilassa**

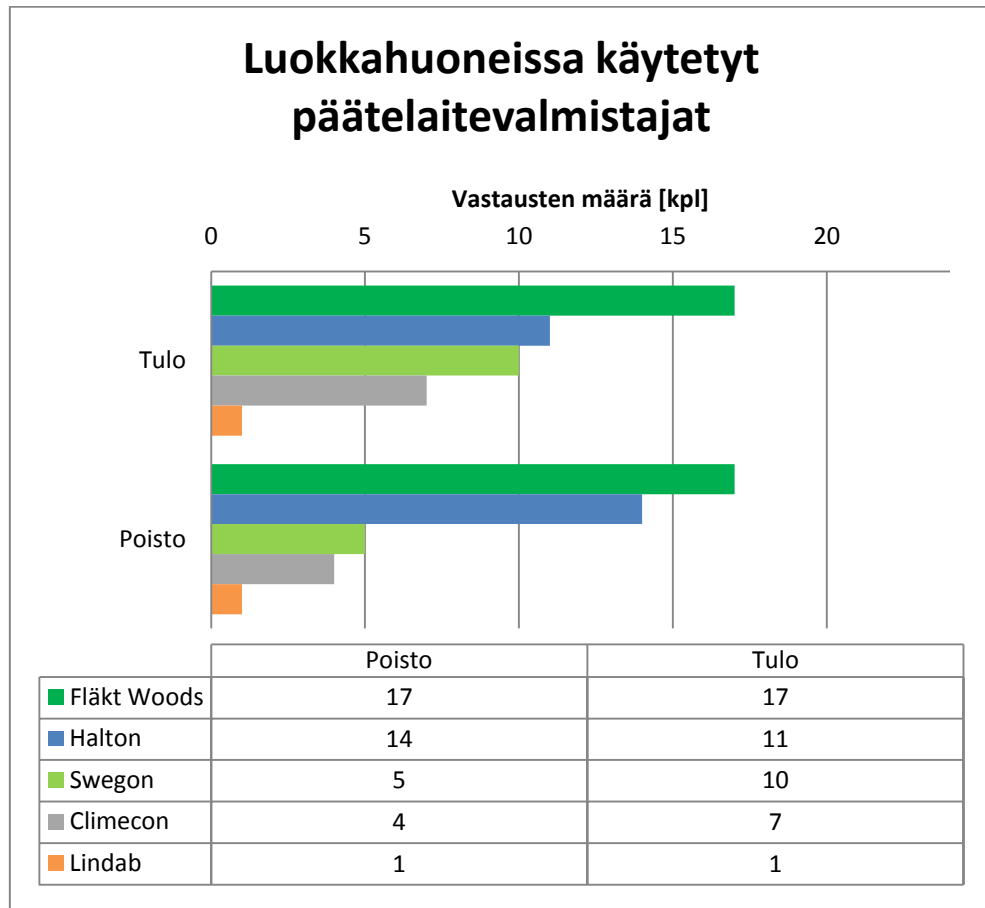
Halton	THB, TLB, TLC, TSB, APS, THL, URH, EVA, AGC
Fläkt Woods	RHKB, ACTIVENT, KSO
Climecon	ROL

Korkeissa aulatiloissa mainittiin käytettävän lähes aina syrjäytysilmanvaihdon tuotteita ja matalissa auloissa kattohajottimia. Matalissa auloissa käytettävät kattohajottimet olivat tyypiltään yleisimmin pyörrehajottimia. Moni mainitsi ilmanjaon olevan hyvin tapauskohtaista. Aulan korkeus, muoto ja käyttötarkoitus merkitsivät paljon. Joitakin mainintoja tuli auloista, joissa on lasinen seinä tai katto. Näihin tapauksiin kerrottiin käytettävän joko suutinkanavia tai puhallinkonvektoreja estämään vedon tunteen ja lasin huurtumista.

Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit pienemmillä ilmavirroilla. Samat valmistajat mainittiin myös suuremmilla ilmavirroilla, kun käytettiin säleikköjä.

#### **4.2.4 Luokkahuone**

Luokkahuoneessa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 18. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaitteiden tyyppisiä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 19.

**Taulukko 18. Päätelaittevalmistajat luokkahuoneessa****Taulukko 19. Päätelaitteet luokkahuoneessa**

Halton	ULA, URH, EVA
Fläkt Woods	ACTIVENT, UNO, KSO, DYFB, SVQ
Swegon	IBIS, EAGLE Free
Climecon	ROL

Luokkahuoneissa käytettiin eniten suutinkanavia, joiden valmistajiksi mainittiin Fläkt Woods, Swegon ja Climecon. Yksittäiset mainitut suutinkanavat olivat ACTIVENT, IBIS, UNO ja ROL. Näistä ACTIVENT oli käytetyin. Swegon:in IBIS oli käytössä usein, kun samaan kohteeseen käytettiin Swegon:in WISE-järjestelmää.

Muutama haastateltu mainitsi ACTIVENT-suutinkanavan huonoksi ominaisuudeksi ulospäin olevat suuttimet, koska he pitivät suutinkanavassa sileästä ulkopinnasta. Muutama haastateltava mainitsi ACTIVENT:in suuttimien aiheuttavan ääniongelmia, kun pienet suutinreiät likaantuvat.

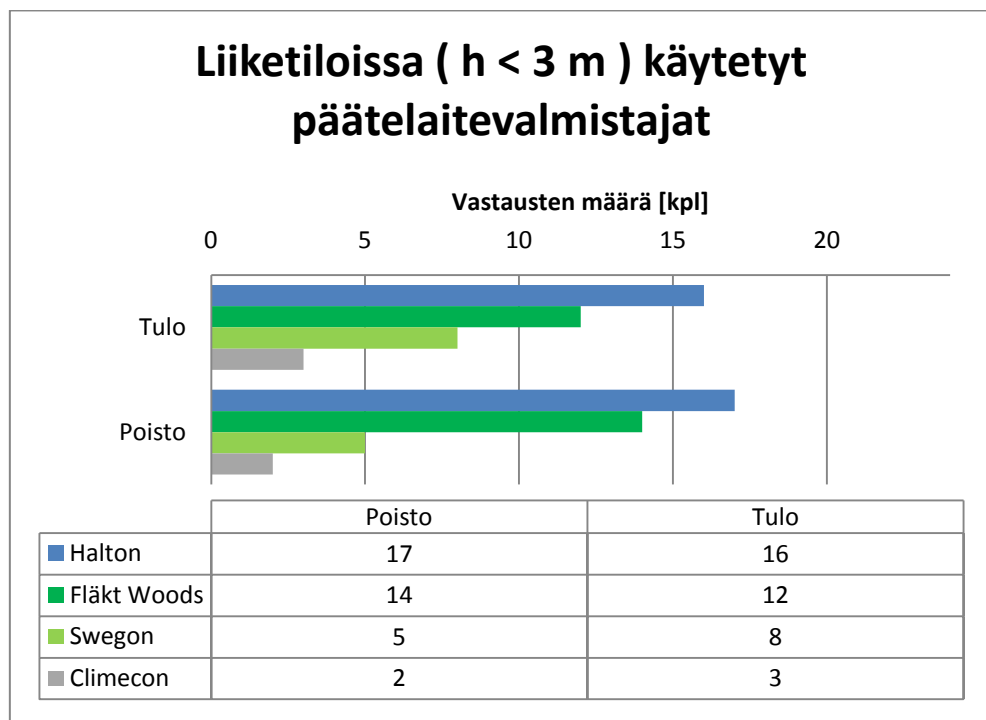


Seuraavaksi käytetyin ilmanjakotapa oli seinäpuhallus, joka ilmanjakotapana nähtiin väistyvän, koska suutinkanavien käyttö on yleistymässä. Myös kattohajottimia ja venttiilejä kerrottiin käytettävän tuloilmalaitteina. Venttiileitä käytettiin yleisimmin poistoilmalaitteina.

#### 4.2.5 Liiketila, huonekorkeus alle 3 metriä

Alle 3 metriä korkeissa liiketiloissa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 20. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaitteiden tyyppejä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 21.

**Taulukko 20. Päätelaitevalmistajat liiketiloissa, kun huonekorkeus on alle 3 m**



**Taulukko 21. Päätelaitteet liiketiloissa, kun huonekorkeus on alle 3 m**

Halton	THB, THL, TLC, ULA, ULC, URH, EVA, AGC
Fläkt Woods	RHKB, KSO
Swegon	PARASOL
Climecon	REL, RAL

Yleisin ilmanjakolaitteen tyyppi oli kattohajotin, joka mainittiin olevan yleisimmin pyörrevirtahajotin. Tällaisella hajottimella ilma saataisiin nopeasti levitettyä tilaan vedottomasti.

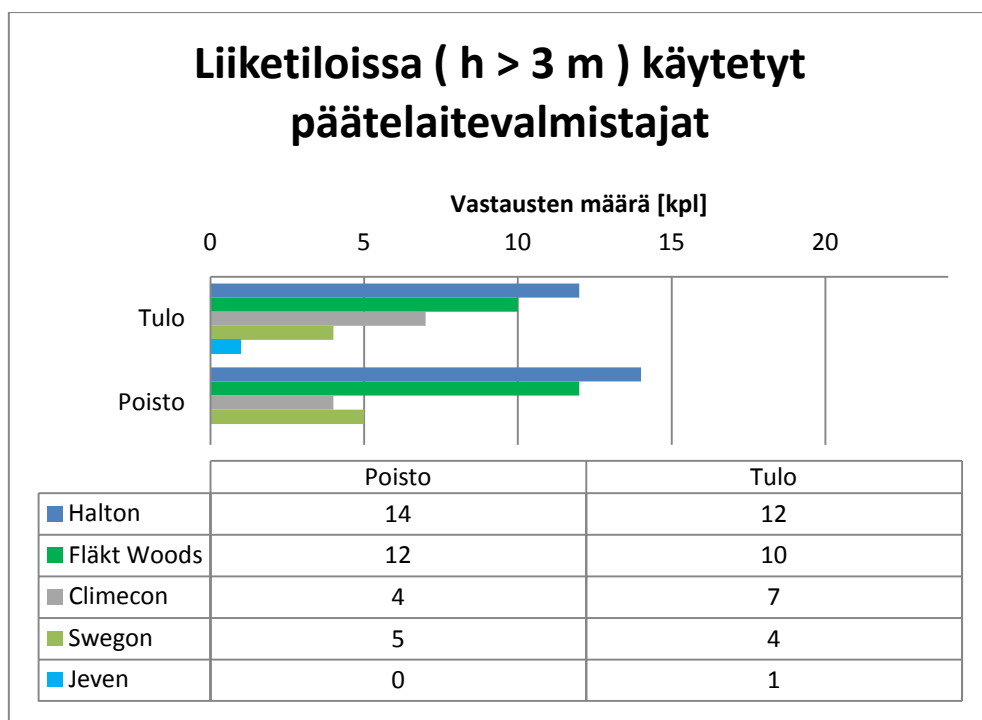
Kysymykseen vastaaminen todettiin vaikeaksi, koska liiketila käsitteenä on hyvin laaja. Joissakin liiketiloissa todettiin tarvittavan suuriakin ilmanvaihtokertoimia, mikä riippui liiketilan käyttötarkoituksesta. Myös tilaajan ja rakennuttajan kerrottiin vaikuttavan suunniteluun.

Vähemmistö vastaajista käytti tuloilmaventtiilejä tai suunnitteli liiketilan kuin se olisi toimistohuone. Poistoilmalaitteina mainittiin useimmin Fläkt Woods:in KSO ja Halton:in URH venttiilit. Venttiilejä suositettiin parempien ääniominaisuuksien johdosta.

#### 4.2.6 Liiketila, huonekorkeus yli 3 metriä

Yli 3 metriä korkeissa liiketiloissa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 22. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaitteiden tyyppisiä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 23.

**Taulukko 22. Päätelaitevalmistajat liiketiloissa, kun huonekorkeus on yli 3 m**



**Taulukko 23. Päätelaitteet liiketiloissa, kun huonekorkeus on yli 3 m**

Halton	TSA, TSB, TRB, THL, EVA, AGC
Climecon	RIL, RUX, RIF

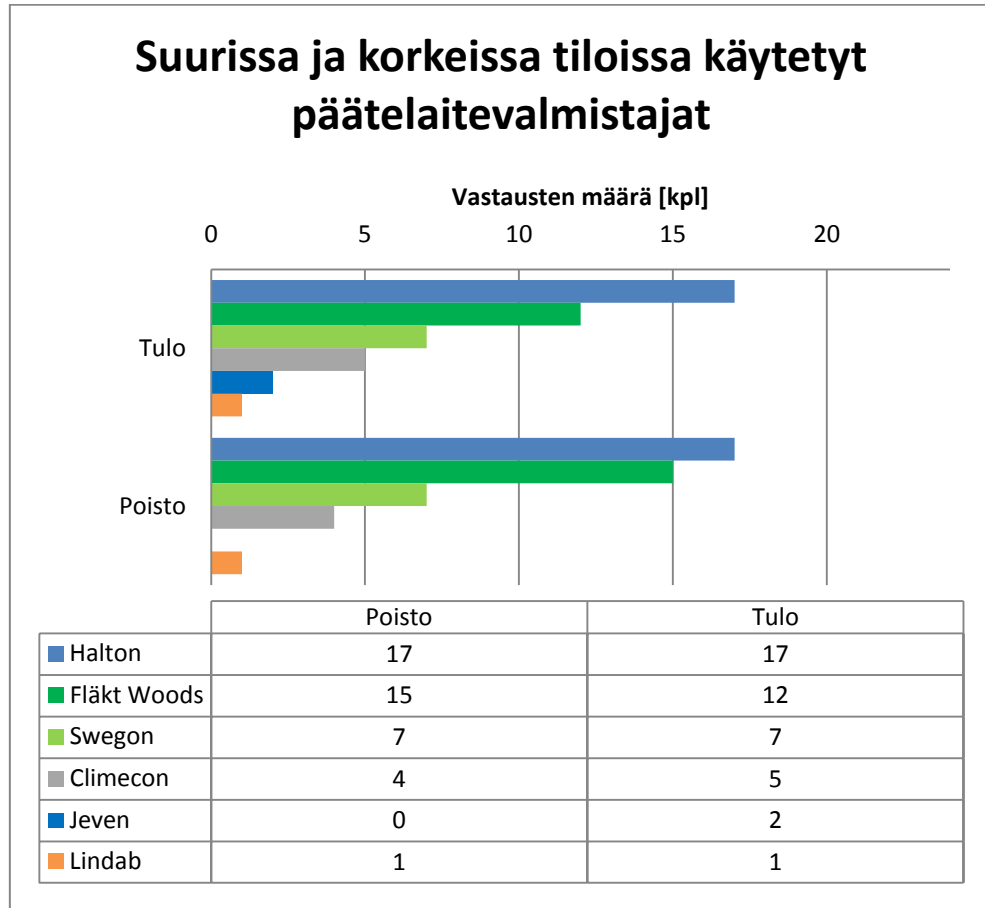
Korkeissa liiketiloissa käytettiin erilaisia kattohajottimia, koska liiketiloissa voidaan olettaa olevan paljon hyllyjä ja halutaan säästää mahdollisimman paljon lattiapinta-alaa. Eniten mainittu yksittäinen tuote oli Climecon:in RIL-tuloilmahajoittaja, minkä vahvuudeksi kerrottiin säädettävä heittokuvio ja osittain sivuille suuntautuva heittokuvio.

Yleisesti haastateltavat kertoivat, että tuloilma tulisi saada korkealta alas, oli tuloilman lämpötila mikä tahansa. Tuloilman lämpötila vaikutti myös osaltaan mitä tuotetta käytettiin, koska esimerkiksi RIL:n kerrottiin pystyvän pitkään heittokuvioon alaspäin yllilämpöiselläkin ilmalla.

Muita kattohajottimien tyyppejä olivat kartio-, suutin- ja pyörrehajottimet. Vähemmistö vastaajista kertoi myös syrjäyttävien tuotteiden käyttämisestä, koska syrjäyttävä on usein hyvä vaihtoehto korkeisiin tiloihin. Poistoilmalaitteiksi mainittiin venttiilit, säleiköt ja säleiköllä varustetut imukartiot.

#### **4.2.7 Suuret ja korkeat tilat**

Suurissa ja korkeissa tiloissa käytettävien päätelaitteiden toimittajat on esitetty taulukossa 24. Ensisijaisesti haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotteita. Kun tuotteita ei haluttu tai pystytty nimeämään, vastaajilta kysyttiin myös tilaan käytettäviä päätelaitteiden tyyppejä sekä niiden valmistajaa. Haastatteluissa mainitut päätelaitteet ovat taulukossa 25.

**Taulukko 24. Päätelaitevalmistajat suurissa ja korkeissa tiloissa****Taulukko 25. Päätelaitteet suurissa ja korkeissa tiloissa**

Halton	THB, TSA, SLL
Climecon	RJA

Kaikkein eniten suurissa ja korkeissa tiloissa kerrottiin käytettävän syrjäyttäviä tuotteita, missä laitteet mainittiin asennettavaksi joskus ovenkarmien yläpuolelle lattiapinta-alan säästämiseksi. Monet käyttivät esimerkeissään teollisuustiloja, joihin soveltuvat hyvin myös erilaiset suutinratkaisut. Suutinhajottimien etuina mainittiin suunnattavuus ja myös ylälämpöisen tuloilman puhaltaminen korkealta alas, millä voidaan kompensoida rakennuksen lämpöhäviöitä.

Seuraavaksi eniten mainittiin käytettäväksi pyörre-, kartio- ja rakohajottimia. Myös suutinkanavia ja puhallinkonvektoreja mainittiin käytettäväksi lasipintojen huurtumisen estämiseksi. Poistoilmalaitteiksi mainittiin käytettävän venttiilejä, säleikköjä ja säleiköllä varustettuja imukartioita.

### **4.3 Suunnitteluohjelmat ja tuotevalinta**

Haastattelussa selvitettiin myös käytettäviä ohjelmia ja tuotevalinnan työkaluja ilmanvaihdon suunnittelussa. Haastattelussa kysyttiin suunnittelijoiden käyttämiä ohjelmia järjestelmän suunnittelussa, suunnittelun avustamisessa ja ilmanjakolaitteiden mitoituksessa.

#### **4.3.1 Pääsuunnitteluohjelma**

Haastateltavilta kysyttiin pääsuunnitteluohjelmaa, jota käytetään pääsääntöisesti suunnittelussa ja ilmanvaihtojärjestelmämallinnukseen. Tulokseksi saatiin, että kaikilla haastateltavilla oli käytössään MagiCAD-järjestelmämallinnusohjelma, jota käytetään LVI-järjestelmien suunnitteluun ja piirtämiseen.

Vain yksi kertoi käyttävänsä suunnittelussa päätyökalunaan CADS Planner - suunnitteluohjelmaa, koska oli käyttänyt sitä melkein kaksikymmentä vuotta. Samassa toimistossa MagiCAD oli käytössä yleisesti. MagiCad-ohjelman lisäksi CADS Planner -ohjelmaa käytettiin ilmanvaihdon kaavioiden tai säätökaavioiden tekemiseen.

#### **4.3.2 Muut ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvät ohjelmat**

Kun haastateltavilta kysyttiin ilmanvaihdon tai ilmastoinnin suunnitteluun liittyvistä ohjelmista, haastatellut mainitsivat käytössään oleviksi ohjelmiksi IDA ICE ja RIUSKA. Kummatkin ohjelmat ovat käytössä simulointeja, jäähdytys-, lämmitys- ja ilmanvaihtotarpeiden määrittämistä varten. Kolmannes haastateltavista mainitsi IDA ICE:n ja neljännes RIUSKAn.

Yleensä jokaisessa yrityksessä vastattiin olevan henkilöt tai osastot, jotka tekivät simuloinnit ja laskennat jäähdytystarpeiden määrittämiseksi. Kun työnjako ja tehtävät oli jaettu näin, ilmanvaihdon suunnittelijan tarvitsi valita tuotteet ja varmistaa ilmanvaihdon toimivuus.

### 4.3.3 Ilmanvaihdon päätelaitevalmistajien ohjelmat

Jokainen haastateltava kertoi käyttävänsä päätelaitevalmistajien valinta- ja mitoitusohjelmia. Ohjelmia sanottiin käytettävän eniten vaativissa suunnittelukohteissa ja ilmanvaihdon toiminnan tarkastelemiseen. Haastateltavat välttelivät vertailemasta valmistajien ohjelmia toisiinsa, koska he käyttivät harvoin usean valmistajan ohjelmia samaan aikaan.

Eniten mainittiin Halton:in, Fläkt Woods:in ja Swegon:in ohjelmia. Halton mainittiin lähes jokaisessa vastauksessa, kun Fläkt Woods ja Swegon mainittiin kolmanneksessa haastatteluista. Myös Lindab ja Climecon mainittiin muutamassa tapauksessa.

Haastatellut olivat yhtä mieltä siitä, että valmistajien ohjelmien tulisi olla helppoja käyttää ja nopeita oppia, koska ei ole aikaa opiskella ohjelman käyttöä. Ohjelman yksinkertaisuus helpottaa sen käyttämistä, koska ohjelmaa ei haluta opetella käyttämään uudestaan, jos on jo ennättänyt unohtamaan, miten ohjelmaa käytetään. Seuraaviin kappaleisiin on kerätty haastatteluista kommentteja ohjelmista.

Fläkt Woods:in kerrottiin tehneen virheen ohjelman kehittämisessä, koska ohjelma muutettiin verkkopohjaiseksi, jossa tarvitaan jatkuvaa Internet-yhteyttä. ExSelAir-ohjelman edeltäjää sanottiin paremmaksi kuin nykyistä, koska siinä oli jäähdytystehon laskeminen.

Halton:in HIT-ohjelman kerrottiin olevan helppo käyttää. Se on yksinkertainen ja helppo käyttää, minkä takia sen oppii nopeasti, vaikka olisi unohtanut kuinka sitä käytetään. Ohjelmaa käytetään ilmapirtauksien tarkasteluun ja jäähdytyspalkkien valitsemiseen. HIT:in sanottiin olleen pitkään käytössä ja hyvin kehitetty. Yksi haastatelluista halusi verkkopohjaista versiota, koska silloin ohjelma päivittyisi hyvin ja siihen voitaisiin ilmoittaa uusista tuotteista. Toinen haluaisi mahdollisuuden lisätä esteitä kattopintaan. Kolmas mainitsi haluavansa ohjelmaan jäähdytystarvelaskennan.

Swegon:in ohjelmia käytettiin Parasol-tuotteiden ja jäähdytyspalkkien valitsemiseen. Ohjelmasta sanottiin myös saatavan paras tulostus helpoiten. Yhteen tulosteeseen saatiin heittokuviot ja laitetiedot, minkä jälkeen mitoituksen tuloksia voidaan näyttää asiakkaille.

Kahdesta vähiten mainitusta ohjelmasta TROX:in ohjelmaa sanottiin kaikkein heikoimmaksi, koska siinä ei ole muiden ohjelmien tapaan tilan tai heittokuvion tarkastelua. Lindab:in LindQST-ohjelmassa sanottiin olevan hyvä idea, missä voidaan valita laite ja lisätä MagiCADiin.

Yleisesti ohjelmista katsottiin käytettävän heittokuvion tarkasteluun, koska muut tiedot saadaan järjestelmämallinnusohjelmasta. Monen mielipide haastatteluissa oli, että pidempään käytetyt ohjelmat ovat nopeita käyttää ja ettei ohjelmilla ole suurtakaan eroa. Ohjelmissa yleensä kerrottiin olevan puutteellisuutta tiedoissa vanhojen tuotteiden osalta.

#### **4.3.4 Tuotevalinnan muut välineet**

Yleisesti haastateltavat totesivat uusien tuotteiden nykyään löytyvän valmistajien Internet-sivuilta, mikä selittää muilla tavoilla tapahtuvan tuotevalinnan vähenemistä. Verkkosivujen selkeä rakenne ja käytännöllisyys tuotteiden tietojen löytämiseen olivat merkittäviä verkkosivujen ominaisuuksia. Haastatteluissa kävi ilmi jonkinlainen jakoiän perusteella, koska nuoremmat käyttivät suunnittelussa hyödykseen enemmän tietokonetta kun vanhemmat käyttivät enemmän tuotekansioita ja asiakaspalvelua.

Vaikkeimmissa suunnittelutapauksissa haluttiin usein ottaa yhteyttä suoraan valmistajien yhteyshenkilöihin, jotka pystyivät auttamaan tuotteen valitsemisessa ja suunnittelussa. Asiakaspalvelu oli joillekin haastateltaville määräävä tekijä valmistajan valinnassa.

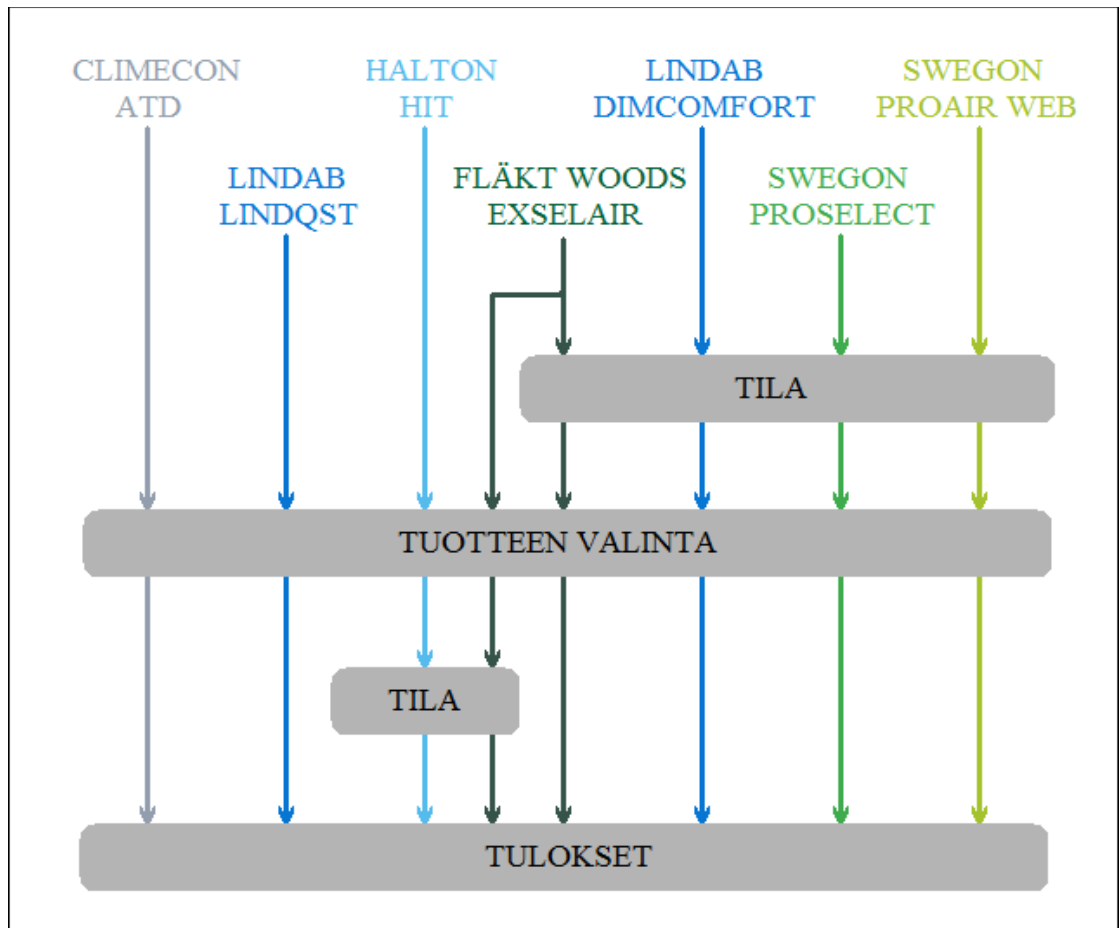
Valmistajien mitoitusohjelmia käytetään vähemmän tuotekirjastoina, koska tuotteet valitaan yleensä ensimmäisenä omasta muistista, joka perustuu kokemuksiin hyväksi todetuista tuotteista. Jos tuotetta ei muisteta ulkoa, suunnittelijat alkavat selata järjestelmämallinnusohjelmien tietokantoja, valmistajien verkkosivuja tai toimistolta löytyviä esitteitä tai kansioita. Yleinen mielipide haastatelluilla oli, että uudet tuotteet löytyvät valmistajien verkkosivuilta ja vanhat tuotteet tuotekansioista, koska verkkosivuilla on viimeisin tieto markkinoilla olevista tuotteista.

Paperilla olevien kansioden ja tuoteluetteloiden nähtiin vanhentuvan nopeasti, koska niiden ylläpitämiseen tarvitaan paljon työtä. Kansioden päivittämisessä nähtiin ongelmalliseksi myös se, etteivät valmistajat tuntuneet lähettävän tuotteista päivitettyjä tuoteluetteloita tai uusia esitteitä. Muutama haastatelluista mainitsi ohjelmista puuttuvan vanhoja tuotteita, minkä takia he tarvitsivat kirjallisia tuotedokumentteja saneerauskohteiden laitteista. Eräs haastateltavista käytti tuotteen käyrästä kirjallista versiota, koska silloin voidaan käyttää kynää ja viivoitinta mitoitukseen.



## 5 PÄÄTELAITTEIDEN VALINTA- JA MITOITUSOHJELMIEN VERTAILU

Valinta- ja mitoitusohjelmien vertailussa huomioidaan haastatteluissa nousseita mielenkiintoja valmistajien ohjelmista. Tärkeimmäksi toiminnoksi valinta- ja mitoitusohjelmista mainittiin ilmanjaon ilmavirtojen liikkeiden niin sanotun heittokuvion tarkastelu, koska järjestelmämallinnukseen käytettävistä suunnitteluohjelmista saadaan yleensä mitoitukseen liittyvistä tiedoista esimerkiksi ääni- ja painehäviötiedot. Heittokuvion tarkastelun lisäksi ohjelmissa on valmistajien tuotekirjastoja, projektisuunnittelua, jäähdytys- ja lämmitystarvelaskentaa. Kuvassa 3 nähdään ilmanjakolaitevalmistajien ohjelmien toiminnot yksinkertaistettuna. Kuvassa kohdat, joissa lukee tila, tarkoittavat ohjelmassa mallinnettavan huoneen määrittämistä. Seuraavaksi vertaillaan ohjelmien toimintojen eroavaisuuksia ja ohjelmista saatavia tuloksia.



**Kuva 3. Havainnekuva ohjelmien käytöstä**

Haastatteluissa kerrottiin valmistajien ohjelmien olevan käyttökelpoisia ja niiden olevan helppoja käyttää, kun niihin on perehtynyt. Ohjelmia käytetään, kun tarvitaan tar-

kempaa tietoa tilaan käytettävästä tuotteesta. Ohjelmat eivät siis ominaisuuksillaan merkittävästi vaikuta käytettäviin tuotteisiin vaan tuotteet käytettäviin ohjelmiin.

## **5.1 Ilmanvaihdon päätelaitteiden mitoitusohjelmien esittely ja yleistiedot**

Vertailun mitoitusohjelmat ovat haastatteluissa mainittujen valmistajien ohjelmia. Valmistajilla on useita mitoitusohjelmia, joiden käyttötarkoitukset nähdään liitteen 1 taulukossa. Vertailu rajataan päätelaitteiden valitsemiseen ja mitoittamiseen käytettäviin ohjelmiin. Tässä luvussa ohjelmista on lyhyet esittelyt valmistajakohtaisesti. Ohjelmien yleistiedot ja toiminnot ovat taulukoitu myös liitteeseen 2.

### **5.1.1 Climecon**

Climecon Air Terminal Devices 2012.10.1 on tuotevalintaohjelma tulo- ja poistoilmalaitteille, tasauslaatikoille sekä muille ilmanvaihtotuotteille. Ohjelma on liitosohjelma MagiCAD-suunnitteluohjelmaan, johon valitut tuotteet siirretään tuotemallina.

Tuote haetaan tuotevalikoimasta, minkä jälkeen tuotteelle määritetään toiminta-arvot. Ohjelmasta nähdään tuotokuva, mittakuva ja käyrästöt kokonaispainehäviölle, staattiselle painehäviölle sekä heittopituudelle. Valittu tuote saa tuotekoodin suunnitelmaan, johon voidaan mallintaa heittopituus.

### **5.1.2 Fläkt Woods**

Fläkt Woods:illa on useampi mitoitusohjelma ilmanvaihdon tuotteille, koska sen tuotevalikoima käsittää tuotteita koko ilmanvaihtojärjestelmän osa-alueilta. Mitoitusohjelmien vertailuun otetaan päätelaitteiden mitoitusohjelma ExSelAir.

ExSelAir on mitoitusohjelma Fläkt Woods:in ilmanvaihdon päätelaitteille, jäähdytyspalkeille, puhallinkonvektoreille ja äänenvaimentimille. Ohjelmassa on tuotteiden 3D-mallit, tuoteluettelotiedot, mitoitus huonetilassa ja heittokuvion mallinnus.

### **5.1.3 Halton**

Halton HIT Design 2012.12.c – ohjelmalla voidaan valita, mitoittaa ja simuloida tuotteita suunniteltavassa huonetilassa. Ohjelmassa on tuote- ja toimintakuvaus, asennus-, säätö- ja huolto-ohjeet. Tuotteen toimintakuvaukseen sisältyy jäähdytys- ja lämmitystehon, virtauskuvion sekä ilmannonopeuksien tarkastelu.

Ohjelma on sovellus Windows käyttöjärjestelmälle, mutta ohjelmalla voidaan tuoda 3D-objekteja ja tuotemalleja LVI-järjestelmämallinnusohjelmiin. Ohjelmassa ei ole liitosta MagiCAD-ohjelmaan.

### **5.1.4 Lindab**

Lindab DIMcomfort 5.1 sisältää Lindabin tuloilma- ja poistoilmalaitteet. Ohjelman avulla voidaan laskea huoneen äänitasoja, ilmanjakokuvioita ja katsoa niitä visualisesti 3D kuvassa. DIMcomfortia voidaan käyttää yhdessä MagiCad-ohjelman kanssa ja siirtää tietoa sekä tuotteita ohjelmien välillä. Ohjelma on Windows-käyttöjärjestelmään asennettava sovellus.

Lindab LindQST 1.3.4808.25497 on verkkopohjainen ohjelma. Se on Internet-sivu, jota käytetään pikavalintaan Lindab:in ilmanjakolaitteille ja vesikiertoisille ilmastointilaitteille. Verkkosivuilta saadaan tuotteista tuotetiedot, asennus- ja huolto-ohjeet.

### **5.1.5 Swegon**

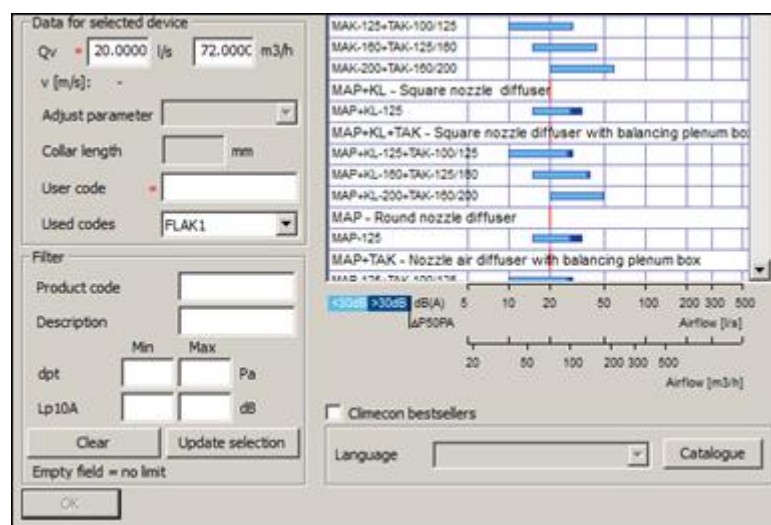
Swegon ProSelect 2013.03.21 on verkkopohjainen valintatyökalu pääasiassa Swegon:in ilmastointilaitteille sekä mitoitusohjelma ilmavirtaa, jäähdytys- ja lämmitystehoja varten. Ohjelmassa on myös Swegon:in tuloilmalaitteet, piennopeuslaitteet ja tarpeen mukaisen ilmanvaihdon tuotteet. Ohjelmassa ei ole heittokuvion mallintamista vaan ohjelmasta saadaan suositeltavat minimietäisyydet tuotteiden asennukseen, millä estetään vedon aiheutuminen oleskeluvyöhykkeelle. ProSelect toimii osana Swegon:in ProUnit-ohjelmaa, joka on MagiCAD-liitosohjelma. ProUnit:illa voidaan mitoittaa ilmapölykoneita ja tuoda tuotemalleja ProSelect-ohjelmasta.

Swegon ProAir Web 2010.12 on verkkopohjainen työkalu Swegon:in tulo- ja poistoilmalaitteille. Ohjelmassa on tuoteluettelo, ja sitä voidaan käyttää valinta- ja mitoitussohjelmana. Ohjelmaa voidaan käyttää liitosohjelmana MagiCAD:iin, jolloin ohjelmaa käytetään heittokuvion tarkastelemiseen ja tuoteluettelotietojen tulostamiseen.

## 5.2 Ohjelmien tuoteluettelot ja tuotevalinta

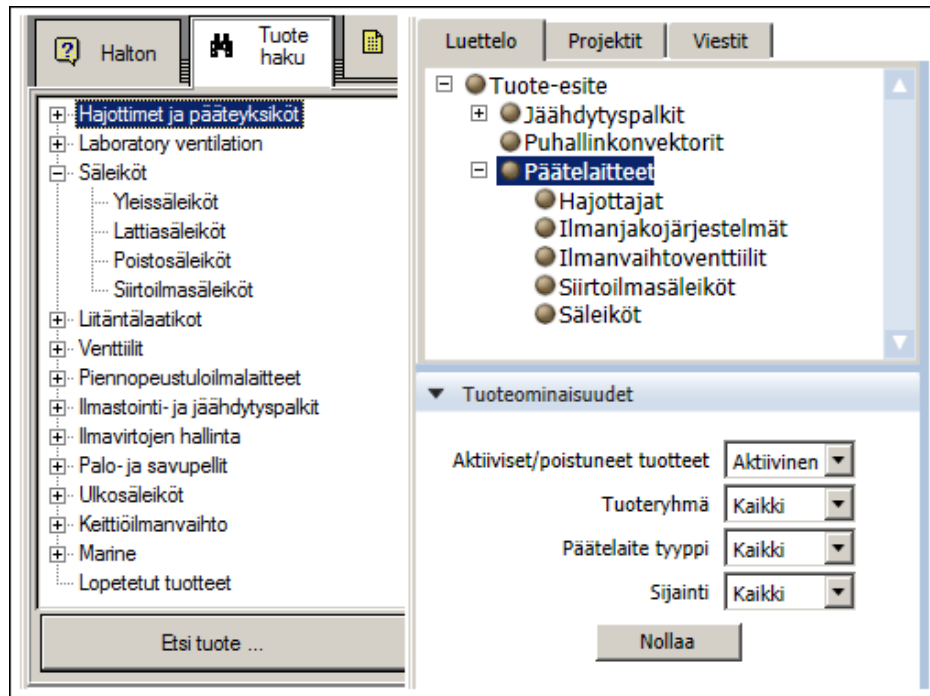
Haastateltavien mielestä tuotevalikoimien selaamisen tulisi olla helppoa ja yksinkertaista. Valmistajien tuotevalikoima jakaantuu yleensä tuoteryhmiin, tuotetyyppeihin ja tuotteisiin. Mielestäni tätä jakoa on hyvä käyttää ohjelmissa käytettävien luetteloihin, koska tuotteiden rajaaminen on usein työlästä toiminta-arvojen perusteella. Usein suunnittelijalla on jo tuntuma kohteeseen käytettävistä tuotteista, jolloin ohjelmalla halutaan vain varmistaa tuotteen suorituskyky tai tulostaa sekä tallentaa tuoteluettelotietoja suunnittelun perustaksi. Tämän takia ohjelmassa tulisi olla selkeä tuoteluettelo ja hakutoiminto tuotenimelle.

Climecon Air Terminal Devices -ohjelmassa nähdään tuotelistassa tuotteiden käyttöalue ilmavirroilla. Toiminnoilla pystytään rajaamaan sekä hakemaan tuotteita. Ohjelmasta nähdään nopeasti ilmavirralle sopivat päätelaitteet, joista voidaan tarkastella kuvia, mitoituskäyrästä ja tuoteluetteloa. Ohjelma onkin pelkistetty apuohjelma MagiCAD:in tuotetietokannan selaamiseen. Kuvassa 4 nähdään ohjelman vasen alakulma, jossa nähdään tuotehaun rajaamisen työkalut ja tuotelista.



Kuva 4. Climecon Air Terminal Devices, tuotelista ja -haku

Tuoteluettelotietojen selaamisessa ja tuotteen valinnassa ExSelAir ja HIT Design ovat hyvin samanlaisia. Niillä on hyvät luettelot ja hakutoiminnot, joilla löydetään tuote nopeasti. Tuotevalinta tapahtuu tuotteen nimen, kuvan tai toiminnon mukaan, minkä jälkeen tuote voidaan määrittellä tarkemmin. Kuvassa 5 ovat HIT- ja ExSelAir-ohjelmien tuoteluettelot ja tuotehaun toiminnot, missä vasemmalla on HIT ja oikealla ExSelAir.

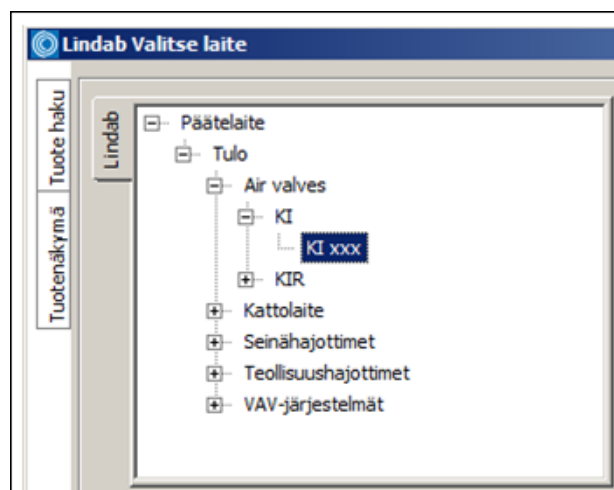


**Kuva 5. HIT:n ja ExSelAir:n tuotehaku**

Lindab:in LindQST:n verkkosivuilla on pikavalinta tuotedokumentteja varten ja valintasivu sekä päätelaitteille ja jäähdytyspalkeille. Valintasivulla haetaan tuotetyypillä tai tuoteryhmillä, jolloin seuraavaksi täytettävät kohdat päivittyvät. Päätelaitteiden etsimisessä ilmavirta on pakollinen ja jäähdytyspalkeilla jäähdytysteho laitetta kohti. Valittujen jäähdytyspalkkien jälkeen avataan tarkempi laskentasisi, missä täytetään mitoitus tiedot ja lasketaan tarkemmat arvot. Kuvassa 6 on LindQST-ohjelman tuotevalintasivu.

**Kuva 6. LindQST tuotevalintasivu**

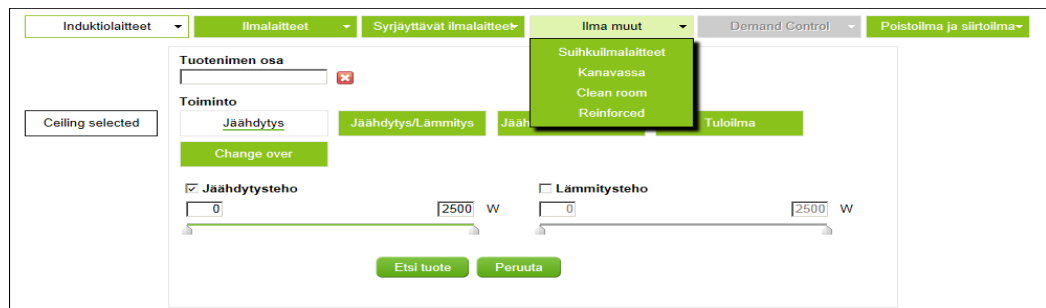
DIMcomfort-ohjelmassa tuotevalikoimaa rajataan jo tila- ja järjestelmätietojen määrittämisen aikana, minkä takia samaan tilaan ei voida mallintaa esimerkiksi jäähdytyspalkkien lisäksi tuloilmalaitteita. Tuotevalinnan ikkunassa on luettelo, hakutoiminto ja tuotenäkymä. Hakutoiminnossa rajataan tuotteiden käyttöominaisuuksia eikä tuotetta voida hakea sanahauulla. Tuotenäkymä on käytännöllinen, koska siinä listataan tuoteryhmät ja niistä on lyhyt kuvaus sekä kuva. Tuotenäkymän tuoteryhmän valitseminen avaa tuoteryhmään kuuluvien tuotteiden kuvat, joista tuote avataan luetteloon. Tuotteesta nähdään nopeasti ääni- ja painehäviötiedot, minkä jälkeen tuote mitoitetaan huoneeseen. Kuvassa 7 nähdään DIMcomfort-ohjelman tuotehaun rakenne.



**Kuva 7. DIMcomfort tuotehaku**

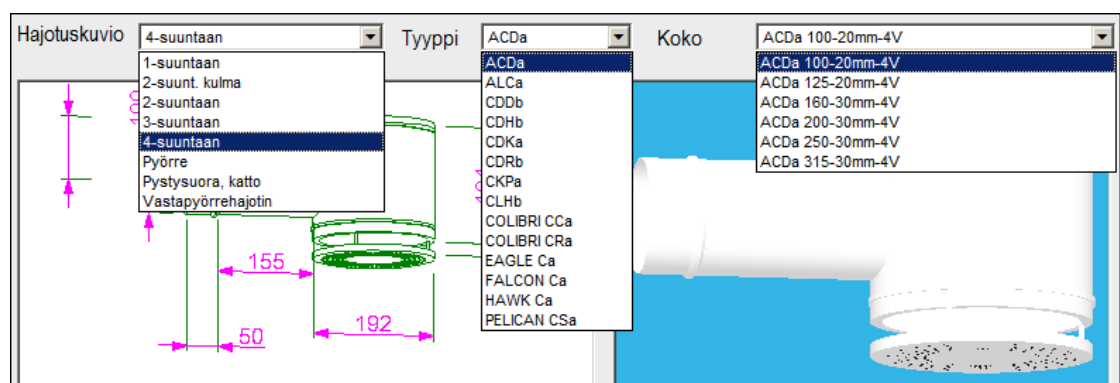
ProAir Web- ja Proselect -ohjelmissa ei ole luettelomaista tuotevalikoimaa, vaan niissä valitaan tuoteryhmät ja laitetyypit tuotteiden selaamiseksi. Tällainen rajausta johtuu

ProAir Web -ohjelmassa jo huonetilan mallintamisen aikaisista valinnoista. ProSelect:issä tuotteet ovat jaoteltu sekavammin kuin muissa ohjelmissa. Tuotehaussa on hyvää teknisillä ominaisuuksilla rajaaminen ja huonoa se, että tuotetta voi hakea sana-haulla vain valitusta tuoteryhmästä. Kuvassa 8 on ProSelect-ohjelman tuotehaku.



**Kuva 8. ProSelect, tuotehaku**

ProAir Web -ohjelmassa on erillinen tuoteluettelo, jos ohjelmaa käytetään tuoteluettelotietojen hankintaan. Tuoteluettelon selaaminen tapahtuu kuin tuotteen valinta. Tuotteen valinta tapahtuu rajaamalla hajotuskuvion tyyppiä, minkä jälkeen tuotteita selataan pelkän nimen perusteella. Ohjelmassa on myös tuloilmalaitteiden automaattinen valinta, jossa tehtävällä tuoterajauksella listataan huoneeseen sopivat tuotteet. Listasta nähdään toiminta-arvot ja määrät huoneeseen sijoitettavista tuotteista, minkä jälkeen ohjelma sijoittaa tuotteet huoneeseen tasaisesti. Kuvassa 9 nähdään ProAir Web -ohjelman tuotevalintaikkuna.



**Kuva 9. ProAir Web, tuotevalinta**

Tuoteluettelotietojen selaamiseksi ohjelmassa tulee olla selkeä luettelo ilman, että vaaditaan minkäänlaisia valintoja ja rajauksia. Tuotteiden etsimiseen tuotenimihaku ja tuotevalikoiman selaaminen ovat mielestäni käytännöllisempiä kuin tuotteiden tai tuoteryhmien rajaaminen.

### 5.3 Huoneen mallintaminen ja ilmanvaihtojärjestelmän tiedot

Jokaisessa ohjelmassa ovat perustoiminnot huoneen pituuden, leveyden ja korkeuden määrittämiseksi. Muutamassa ohjelmassa huoneet voidaan mallintaa myös MagiCAD:ista tai vapaasti käyttämällä ruudukkopiirtoa. Muita huoneen olosuhteiden mallintamisen olennaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi huoneen lämpötila, tuloilman lämpötila, äänivaatimukset ja lämpökuormat sekä -häviöt.

ProAirWeb ja DIMcomfort pystyvät tuomaan huoneen mitat rajaamalla huoneen sisäreunat MagiCAD-suunnitelmasta, kun liitosohjelma on asennettuna. DIMcomfort-liitosohjelma käyttää suunnitelman projektitiedostoa huonekorkeuden määrittämiseen.

Monissa ohjelmissa on valmiiksi valittavia huonetyyppejä, jotka vaikuttavat huoneelle tehtäviin olosuhdelaskelmiin. Laskelmien tuloksina saadaan tietoa huoneen ilmavirran liikkeistä ja ääniolosuhteista, joita haastateltavat sanoivat ohjelmilla tarkkailtavan.

ExSelAir:issa huonetilan asetuksiin täytetään huonetyyppi, huoneen äänenvaimennus, maksimiäänepainetaso sekä huoneen aktiviteetti. Huonetyyppi vaikuttaa maksimiäänepainetasoon oletusarvoon, jonka voi muuttaa jälkepäin. Huoneen aktiviteetti vaikuttaa vain syrjäyttävien tuotteiden suunnittelussa, missä tuotteen heittokuvion sijasta näytetään mukavuusvyöhyke. Tämän jälkeen huoneeseen voidaan lisätä tuotteita tai tehdä jäähdytystarvelaskenta.

HIT-ohjelmassa tila- ja järjestelmätietojen määrittäminen tehdään virtauskuvioasetuksissa, jotka täytetään tuotteen valitsemisen jälkeen. Huoneelle määritetään mitat, huonetyyppi, äänenvaimennus sekä olosuhteet jäähdytys- ja lämmitystilanteisiin. Järjestelmä- ja tilatietoja määriteltäessä nähdään toteutuvatko vaaditut tehot kyseisillä arvoilla tai tuotteella. Ohjelmassa huomautetaan sopimattomista tuotteiden mitoitusarvoista, minkä jälkeen niihin ehdotetaan korjauksia.

DIMcomfort:issa huoneelle määritetään äänilaskentaa varten myös jälkikaiunta-aika, joka on huonetyypin mukainen oletusarvo tai käyttäjän määrittelemä. Huoneen ilmanjakoperiaatteen valinta vaikuttaa käytettäviin mitoituskriteereihin, kuten huoneen ilmavirtojen, lämpötilojen ja jäähdytystehojen tarkastelemiseen sekä määrittämiseen. Tilan mitoituskriteereillä voidaan tarkkailla lämmitys- ja jäähdytystehojen tarvetta jo



huoneen määrittämisen aikana. Huoneen muodon määrittelemisen toiminnot ovat kehittyneimmät vertailtavista ohjelmista. Huone voidaan määrittää muista ohjelmista poiketen myös ruudukkoon metrin tai desimetrin tarkkuudella sekä suoraan MagiCAD-suunnitelmasta.

ProAir Web - ohjelmassakin kysytään huonetyypit, aktiviteettitasot ja huoneen äänenvaimennus. Huonetiedoissa valitaan myös ilmanjakoperiaate, joka rajaa tuotevalikoimaa ja vaikuttaa ilmanvaihtotietoihin. Erilaista ohjelman huonetiedoissa ovat määritettävät kriteerit automaattista tuotevalintaa varten. Automaattinen tuotevalinta tarkistaa huoneeseen valittavan tuotteen äänitason säätöpellin eri asennolla, ilmavirran nopeuden oleskeluvyöhykkeellä, heittopituuden ja sopivan maksimialilämpötilan.

ProSelect:issä huoneesta määritellään vain korkeus. Järjestelmätiedoista kysytään vesiverkoston, tuloilman ja huoneen lämpötilat. Myös tässä ohjelmassa käytetään valmiita huonetyyppejä, jotka määrittävät huoneelle aktiviteetin, huonevaimennuksen ja vetokriteereiden vakioarvoja. Ohjelman asetuksista voidaan valita huonevaimennukselle arvoksi nolla tai neljä desibeliä.

Tila- ja järjestelmätietojen määrittäminen vaatii enemmän työtä, jos tietojen määrittäminen tehdään ennen tuotteen valitsemista. Muutamassa ohjelmassa näiden tietojen määrittäminen rajaa tuotevalikoimaa ja joissakin se lisää tehtäviä valintoja. Toisessa tavassa tuotteen valitsemisen jälkeen tehdään vähemmän valintoja, kuten ilmanjakoperiaatteiden valitseminen, mikä nopeuttaa järjestelmä- ja tilatietojen määrittämistä. Ohjelmien valmiit huonetyypeistä saatavat oletusarvot auttavat perustapausten määrittämiseen, mutta arvojen määrittämisen tulisi aina olla mahdollista tapauskohtaisesti. Huonetyyppien määrän tulisi olla verrannollinen huonetyyppien monimuotoisuuteen, koska esimerkiksi DIMcomfort:in 26 huonetyyppeä eivät eroa toisistaan niin huomattavasti.

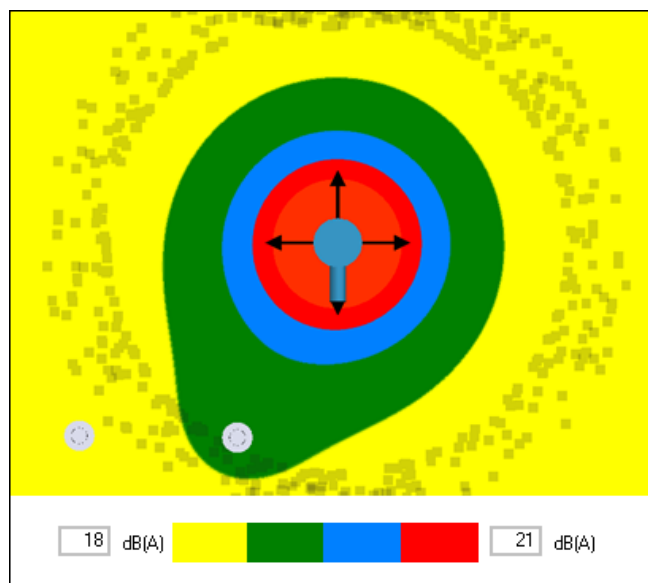
#### **5.4 Äänitekniset laskelmat**

Haastateltavat käyttivät valmistajien ohjelmia harvemmin äänitekniiseen mitoitukseen ja tarkasteluun, vaikka pitivät tuotteiden äänitekniisiä ominaisuuksia tärkeinä. Monesti MagiCAD-ohjelmasta saatavat äänitiedot riittivät suunnittelijalle.

ExSelAir:issa lasketaan suurimman äänilähteen aiheuttaman äänenpainetason keskellä huonetta. Äänenpainetasoon lisätään muiden äänilähteiden äänenpainetasot, minkä jälkeen summasta vähennetään huoneen äänenvaimennus.

HIT-ohjelmassa tilan kokonaisäänepainetaso lasketaan yhdelle tuotetyypille kerralla, mutta tuotteita voi olla useampia. Huonetilalle lasketaan äänilähteiden aiheuttama maksimiäänepainetaso oleskeluvyöhykkeen yläreunaan tilan keskelle.

DIMcomfort ottaa huomioon jokaisen päätelaitteen. Äänenpainetaso lasketaan oleskeluvyöhykkeen ylärajaan. Oleskeluvyöhykkeen ylärajan lasketusta äänenpainetasosta vähennetään huonevaimennus, jonka määrää huoneen tilavuus sekä määritelty jälkikaiunta-aika. Ohjelma laskee tulokset lukuisiin pisteisiin eri puolilla huonetta, mistä saadaan visuaalinen kuva äänenpainetasosta sekä huoneen maksimiäänepainetaso (kuva 10). Keskellä on tuloilmalaite ja vasemmassa huoneen alanurkassa on kaksi poistoilmaventtiiliä. Visuaalista äänitasojen tarkastelua voidaan käyttää vain 2D-huonenäkymässä.



**Kuva 10. Äänitasojen visuaalinen mallinnus DIMcomfort-ohjelmassa**

ProAir Web:issä voidaan tarkastella poisto- ja tuloilmalaitteen äänenpainetta huoneessa sekä erikseen että yhdessä. Ohjelma ilmoittaa valitulle laitteelle äänenpainetason, josta on vähennetty neljän desibelin huonevaimennus. Kun huoneen äänenpainetasoa lasketaan, poistoilmalaitteiden äänenpainetaso oletetaan samaksi kaikkialla huoneessa. Jos huoneesta halutaan tutkia äänenpainetasoa eri puolilta huonetta, eikä vain laite-

kohtaista äänenkehitystä tai huoneen maksimiäänepainetasoa, klikataan tutkittavasta kohdasta huonetta tuloilmalaitteen sijoittamisen ikkunassa, jolloin ohjelma näyttää äänenpainetaso 1,8 metrin korkeudella huoneen lattianrajasta. Tähän äänenpainetasoon ei lasketa mukaan huonevaimennusta.

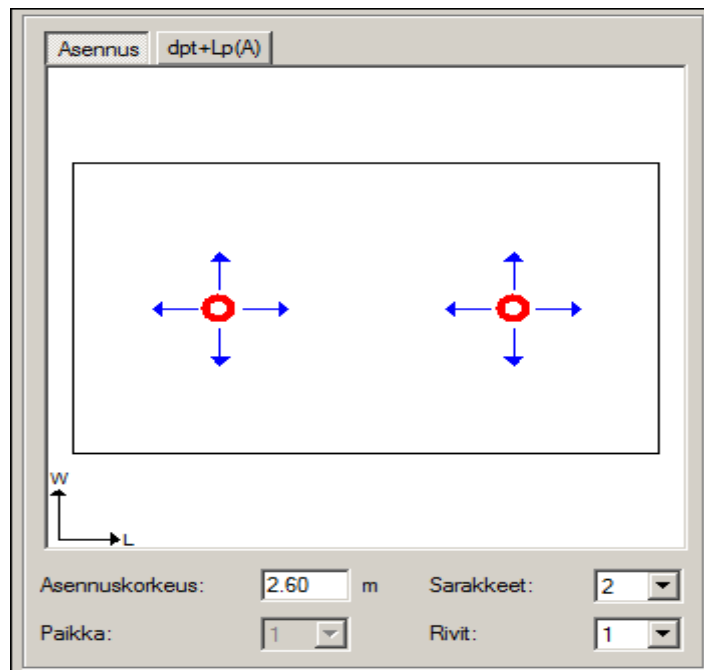
Jos huoneeseen suunnitellaan useita päätelaitteita, tärkein ohjelmista saatava äänitekniinen tieto on huoneen maksimiäänepainetaso oleskeluvyöhykkeellä tai sen rajalla. Kun tuotteita on vähemmän, ohjelmista riittävä tieto on päätelaitteen äänenkehitys huonetilan vaimennuksella. Huonevaimennukselle on hyödyllistä olla ennalta määrättyjä oletusarvoja sekä mahdollisuus huonekohtaisen vaimennuksen määrittämiseen.

### **5.5 Päätelaitteiden sijoittaminen mallinnettavaan huoneeseen**

Ohjelmien päätelaitteiden sijoittamisessa on huomattavia eroja. Suurin erottava tekijä on, voiko päätelaitteita sijoittaa vapaasti vai sijoittaako ohjelma tuotteet mallinnettavaan huoneeseen. Haastateltavat olivat tyytyväisiä ohjelmien laitteiden sijoittamiseen, mutta joitakin parannuksia ehdotettiin.

ExSelAir:issa huonetilaan voidaan sijoittaa tulo- ja poistoilmalaitteita. Ohjelmassa tuotteet voidaan sijoittaa vapaasti huonetilaan nähden, mikä mahdollistaa monipuolisen suunnittelun. Tuotteiden valitsemisen jälkeen ohjelma jakaa tuotteet huoneeseen tasavälein, mutta joskus tämä ominaisuus ei toimi useamman tuotetyypin samanaikaisessa mallinnuksessa. Tuotteiden sijoittaminen lisäämällä niiden etäisyydet huoneessa on työlästä, mutta tarkempaa kuin hiirellä liikutettuna. Hiirellä liikutetut tuotteet seuraavat kursoria ”myöhässä” ja pienten tuotteiden sijoittaminen on vaikeaa, koska huonetta ei voi liikuttaa sivusuunnassa zoomauksen jälkeen.

HIT:issä tuotteiden sijoittaminen tehdään ohjelman puolesta, kun valitaan tuotteiden määrät riveillä ja sarakkeilla sekä määritellään tuotteiden sijoitustapa ja korkeus. Tapa on yksinkertainen, mutta rajoitteellinen. Haastateltavat kaipasivat ohjelmaan tuotteiden sijoituksen vaihtoehtoihin tuotteiden limittein sijoittamista, minkä puuttumisen takia joudutaan tekemään kahdet eri heittokuviot samasta huoneesta. Kuvassa 11 nähdään esimerkki laitteen sijoittamisesta HIT-ohjelmassa.



**Kuva 11. HIT Design, laitteensijoitus**

DIMcomfort:issa laitteet voidaan sijoittaa koordinaatiston tai hiiren avulla. Hiirellä sijoittaminen toimii paremmin kuin ExSelAir:issa, koska tuote pysyy kursorin kohdassa lukitussa kuvakulmassa. Myös zoomaus ja huoneen liikuttaminen sivusuunnassa on helpompaa. Tuotteiden automaattinen sijoittaminen tasavälein rajoittuu neliöön, jonka sivu on 15 metriä. Ohjelmassa voidaan määrittää tuotteiden määrä kuin HIT:issä riveillä ja sarakkeilla. Lisäksi ohjelmassa on mahdollisuus tarkastella alakaton levyjen jaottumista, mutta päätelaitteiden sijoituksessa ohjelma ei huomioi levyjen jakoa. Alakaton levyjen kokoa ja sijoitusta voidaan muuttaa.

ProAir Web - ohjelmassa tuloilmalaitteiden sijoittaminen onnistuu automaattisesti tai manuaalisesti. Automaattisessa valinnassa huoneeseen valitut tuotteet sijoitetaan valintojen mukaan huoneeseen tasaisin välein. Manuaalinen sijoittaminen tehdään liikuttamalla tuotetta hiirellä haluttuun paikkaan tai sijoittamalla tuote mitoilla huoneen koordinaatistoon. Mallinnettavaan huoneeseen voidaan sijoittaa myös esteitä, joita voidaan sijoittaa kuin tuloilmalaitteitakin. Esteen lisääminen on ominaisuus, joka oli yksi haastateltujen kehitysideoista mitoitusohjelmiin.

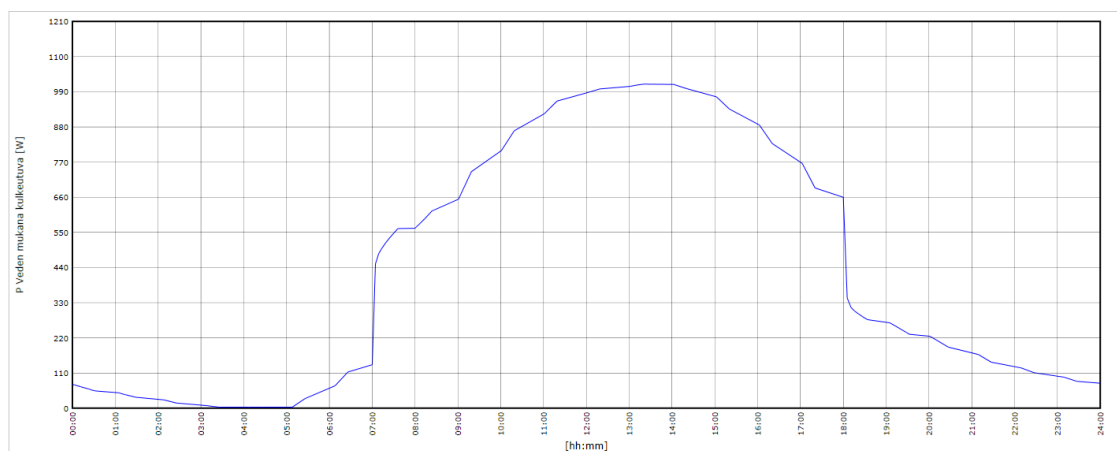
Päätelaitteiden vapaassa sijoittamisessa on etuna poikkeavien tai monipuolisempien suunnittelutapausten heittokuvion tarkastelun mahdollisuus. Tämän tavan huonot puolet huomataan, kun tuotteita on paljon suuressa tilassa. Hiirellä sijoitettavia tuotteita ei

saada helposti suoriin riviin ilman hidasta ja tarkkaa työtä. Myös koordinaatiston pisteiden kirjoittaminen tuotteiden sijainnille on työlästä, kun verrataan ohjelmissa oleviin automaattisiin sijoitustoimintoihin.

## 5.6 Jäähdytys- ja lämmitystehojen riittävyyden tarkastelu

Yksi ilmastoinnin tehtävistä on ylläpitää hyvää lämpötasapainoa huonetilassa. Huoneen lämpötasapainoon vaikuttavat huoneen sisäiset lämpökuormat tai – häviöt, jotka voidaan hoitaa ilmastoinnilla. Haastateltavat sanoivat näiden lämpökuormien laskemiseen olevan käytössä erillisiä ohjelmia, jotka ovat tarkoitettu kyseiseen tehtävään. Tämän lämpökuorman käsittelemiseksi ilmastoinnilla valmistajien ohjelmissa on toiminnot tehojen riittävyyden tarkasteluun.

ExSelAir-ohjelmassa on ohjelmista kehittynein toiminto jäähdytys- ja lämmitystehojen tarkasteluun. Mallinnettavan tilan luomisen jälkeen tilalle voidaan tehdä erillinen päiväkohtainen jäähdytystarvelaskenta kesätilanteessa. Jäähdytystarvelaskennassa käytetään hyväksi EQUA:n palvelimen laskentaa, minkä toimialana ovat rakennusten olosuhteiden ja energiankulutukseen liittyvät simuloinnit. Toiminnossa huoneelle määritellään rakenteiden U-arvot ja materiaalit sekä ilmanvaihdon ja lämpökuormia aiheuttavien tekijöiden käyttöajat. Tuloksena saadaan jäähdytyksen tarvittavat huippuarvot sekä kuvaajat huoneen lämpötilasta ja kokonaisjäähdytystehosta. Tuotteiden valitsemisen jälkeen nähdään tilan jäähdytystehot erikseen ilmalla ja vedellä sekä kokonaisjäähdytystehona. Jäähdytystarvelaskennan tulokset ovat kuvissa 12 ja 13.



**Kuva 12. ExSelAir, jäähdytystarvelaskennan kokonaistehonkäyrästä**

<b>Mallinnuksen tulokset</b>		Arvo	Ajankohta
<b>Ääriarvot</b>			
<b>Vyöhyke</b>			
Huonetilan lämpötila kuormituksessa [°C]	min.	22,8	7:00
	maks.	23,9	14:05
Maks. Jäähdytysteho [W]	Veden mukana kulkeutuva	1010	13:35
	Ilman mukana kulkeutuva	147	9:02
<b>Ilmankäsittelykone</b>			
Maks. Jäähdytysteho [W]		201	16:35

**Kuva 13. ExSelAir, jäähdytystarvelaskennan tulokset**

HIT:issä tuotteen virtauskuvioasetuksissa voidaan tutkia ilmanjakolaitteilla toteutuvaa jäähdytystehoa. Ohjelmaan määritetään suunnitteluolosuhteet, jonka jälkeen voidaan mitoittaa tilaan tarvittavaa kokonaisilmavirtaa, tuloilman ja verkoston lämpötiloja. Huono puoli ohjelmassa on vain yhden tuotetyypin mitoittaminen kerrallaan.

DIMcomfort:issa voidaan tarkastella tuloilman jäähdytys- ja lämmitystehoa, kun määritellään huone- ja järjestelmätietoja. Kun ilmanjakoperiaatteena on jäähdytyspalkki-järjestelmä, ohjelman tuotevalintaikkunassa nähdään vaadittu ja palkeilla toteutuva jäähdytysteho, kun valintaikkunaan määritetään järjestelmän ja palkin mitoitusarvot. Sekoittavassa ilmanjakoperiaatteen määrittämisessä voidaan laskea tilaan tarvittavaa tuloilman määrää tai lämpötilaa sekä niillä toteutuvaa jäähdytystehoa. Tuotteen valintaikkunassa ei enää näytetä jäähdytystehoa vaan tuloilman jäähdytysteho saadaan tilan tuloksista kuin syrjäyttävissäkin ilmanjakoperiaatteessa. Syrjäyttävän ilmanjakoperiaatteen tilan määrittämisessä voidaan selvittää tuloilman lämpötila, tuloilman määrä tai huoneen lämpötilagradientti. Jokaisella ilmanjakotavalla tilatiedoista saadaan tulokset, joissa ilmoitetaan tilaan tuotu jäähdytysteho ja tilaan alun perin suunniteltu jäähdytystarve.

Lindabin LindQst-ohjelmassa on vesikiertoisille tuotteille laskentasisivu, jossa tuotteen toiminta-arvot määritetään. Järjestelmän ja huoneen tietojen täyttämisen jälkeen ohjelma laskee tuotteen jäähdytystehon erikseen vedellä ja ilmalla tuotuna.

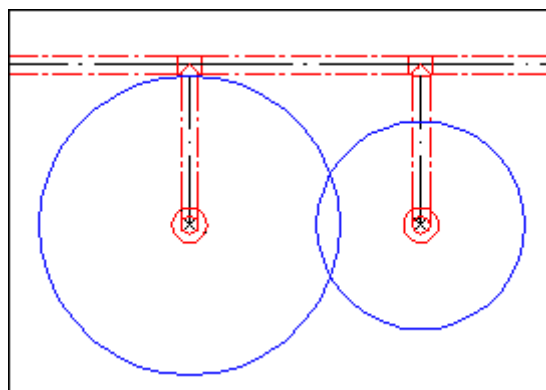
ProAir Web – ohjelmassa voidaan tarkastella tilaan toteutuvaa jäähdytys- ja lämmitys- tehoa sekä ilmanvaihdon riittävyyttä CO<sub>2</sub>-tasot huomioiden ilmanvaihtotietojen määrittämisen aikana. Ohjelma laskee tuloilman ja huoneen lämpötilojen, jäähdytystehon tarpeen, lämpötilagradientin ja ilmavirran perusteella huoneeseen ilmavirralla saatavaa jäähdytys- tai lämmitystehoa.

ProSelect:issä voidaan tarkastella tuotteen jäähdytystehoa. Huoneeseen tuotu jäähdytysteho ilmoitetaan vesikiertoisille tuotteille erikseen ilmalle ja vedelle. Ohjelmassa ei ole mahdollisuutta tarkastella huonetta jäähdytys- tai lämmitystehojen osalta.

### 5.7 Heittovirtauskuvio tarkastelu

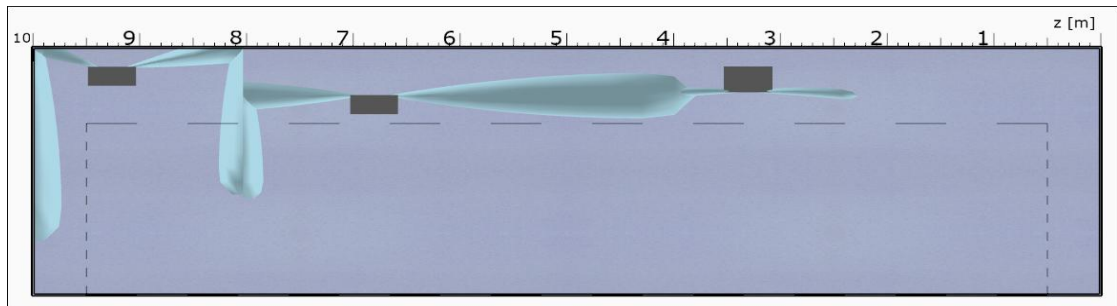
Haastatteluissa heittovirtauskuvion mallintaminen jäähdytetylle tuloilmalle nähtiin tärkeimmäksi valmistajien ohjelmien toiminnoista. Tällä toiminnolla pyritään teoreettisella tasolla simuloimaan ilmanjaon toimintaa huonetilassa. Valmistajat huomauttavatkin todellisten ilmavirtauksien poikkeavan teoreettisesta mallinnuksesta, minkä takia ohjelmien heittokuviot ovat ohjeellisia. Ohjelmien heittokuvion mallinnus on kuitenkin hyödyllinen ja halpa toiminto verrattuna täyden mittakaavan testeihin. Swegon:in ProSelect ohjelmassa ei ole heittokuviotarkastelua, mutta sillä lasketaan suositellut asennusetäisyydet valituille ilmanjakolaitteille.

Kuvassa 14 on esimerkki Climecon:in Air Terminal Device - liitosohjelman heittokuvion piirtämisestä. Heittokuva näytetään vain isotermiselle ilmavirtaukselle, kun suunnitelmaa tarkastellaan ylhäältä päin, ja heittokuva piirretään 0,2 m/s ilman rajanopeudelle.

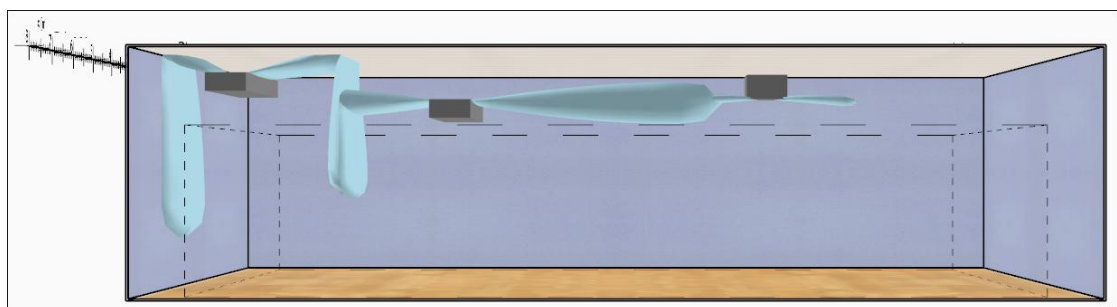


**Kuva 14. Climecon Air Terminal Devices, heittokuva MagiCAD-suunnitelmassa**

ExSelAir mallintaa tuloilmalaitteen ilmavirtauksen valittuun loppunopeuteen asti yhtenäiseksi heittokuvioksi, jonka sisällä ilman nopeus on loppunopeutta suurempi. Heittokuvion laskemiseen otetaan huomioon katon, huoneen ja ilmavirran lämpötilan sekä ilmavirran määrän, mutta huoneen ja tuloilman lämpötilojen oletetaan pysyvän muuttumattomina ilmavirtauksen mallintamisessa. Ohjelma antaa siis teoreettisen maksimiaron ilmavirran nopeudelle oleskeluvyöhykkeellä, koska lämmönlähteitä ei oteta huomioon. Heittokuviotarkastelussa on kaksi- ja kolmiulotteinen huonenäkymä, neljätoista valmista kuvakulmaa sekä ortografinen että perspektiivinen vaihtoehto. Kaksiulotteinen näkymä on käytössä vain yhden tuotteen heittokuviotarkastelussa. Kahden samanlaisen tuotteen heittokuvioiden törmätessä niitä jatketaan kohtisuoraan alaspäin kunnes heittopituus loppuu, kun taas erilaisten tuotteiden heittokuviot menevät päällekkäin. Esimerkit ExSelAir-ohjelman heittokuvioista nähdään kuvissa 15 – 17.

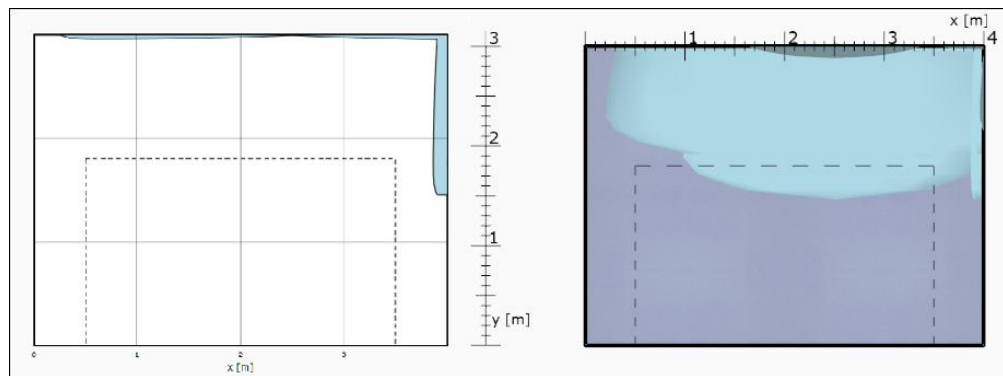


**Kuva 15. ExSelAir 3D heittokuvio, ortografinen kamera**



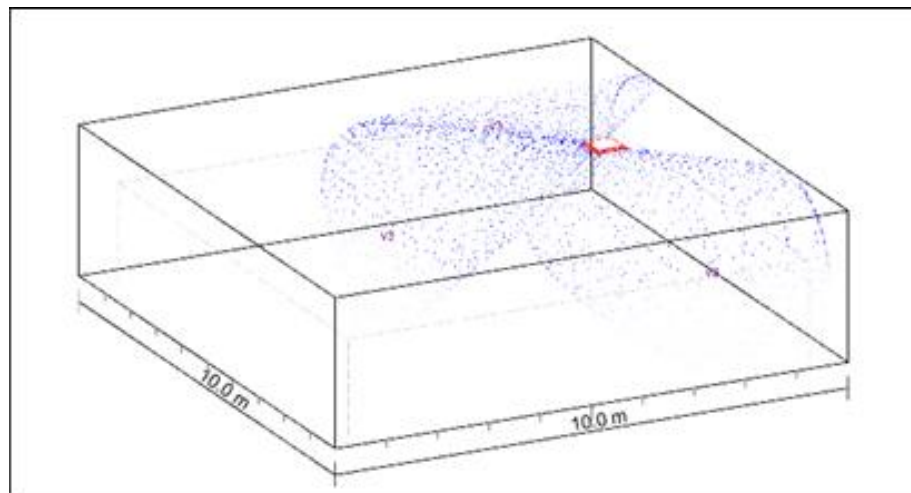
**Kuva 16. ExSelAir 3D heittokuvio, perspektiivikamera**



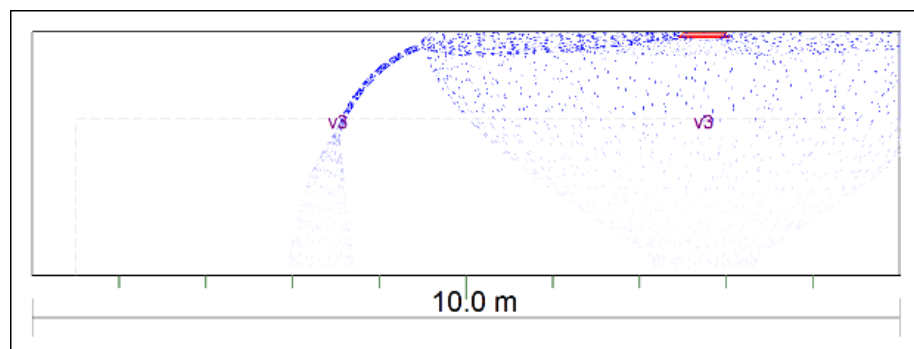


**Kuva 17. ExSelAir 2D ja 3D heittokuviot samasta tilanteesta**

HIT:in heittokuviotarkastelussa ohjelma mallintaa tuloilmasuihkun ilmavirtaukset hiukkasmaisesti. Ohjelma ottaa huomioon huoneen ja ilmavirran lämpötilan sekä virtaaman heittokuvion korjauskertoimen laskemisessa. Heittokuviota voidaan tarkastella kaksi- tai kolmiulotteisessa huonenäkymässä. Kaksiulotteinen kuvakulma on vain yhdeltä sivulta ja kolmiulotteinen kuvakulma on lukittu. Kuvat 18 ja 19 ovat samasta tilanteesta HIT-ohjelmassa.

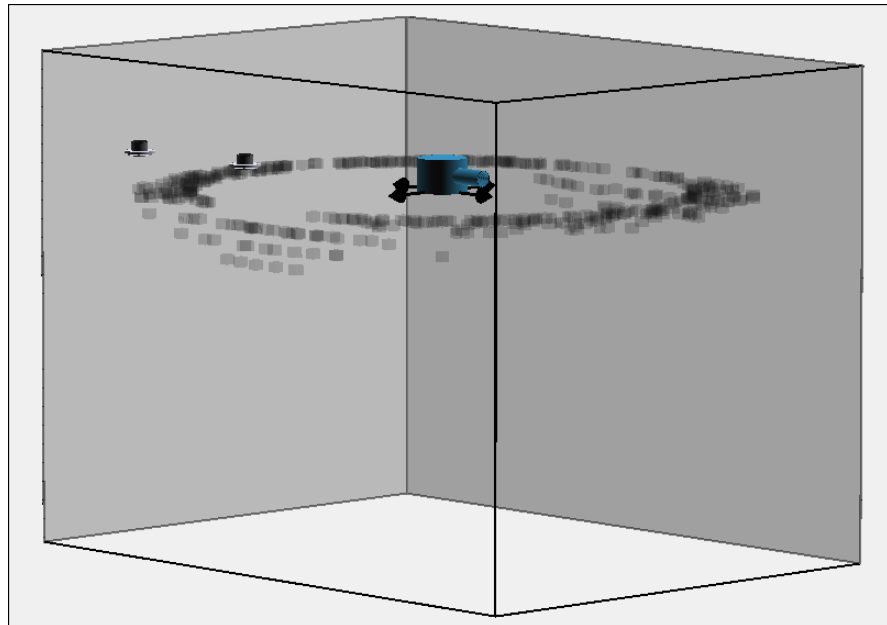


**Kuva 18. HIT Design 3D heittokuvio**



**Kuva 19. HIT Design heittokuvio sivulta**

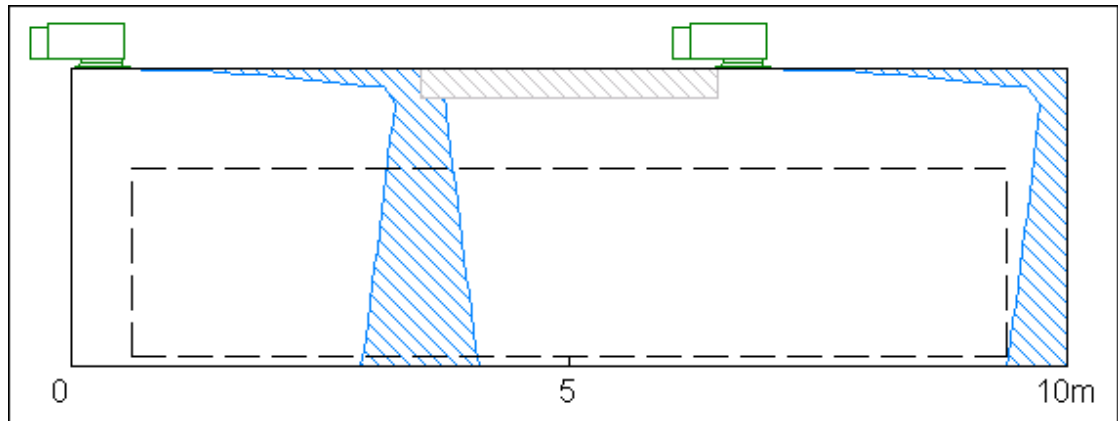
DIMcomfort:in heittokuviotarkastelussa ohjelma mallintaa tuloilmasuihkua ilman partikkeleina valittuun loppunopeuteen tai oleskeluvyöhykkeen rajaan asti. Sekoittavassa ilmanvaihtojärjestelmässä huoneen ja tuloilman lämpötila oletetaan pysyväksi. Heittokuviota voidaan tarkastella kaksi- tai kolmiulotteisessa huonenäkymässä. Kolmiulotteisessa näkymässä virtauksia voidaan tutkia myös liikkuvassa kuvassa. Valmiita kuvakulmia on kuusi kappaletta ja huoneeseen voidaan mallintaa myös huonekaluja, jotka ovat vain visuaalisia koristeita. Sekoittavassa ilmanjaossa kahden laitteen partikkelit laskeutuvat osuessaan toisiinsa ja syrjäyttävässä ilmanjaossa partikkelit muuttuvat vihreiksi ilmavirtauksen ollessa tarpeeksi alhainen. Kuvassa 20 on DIMcomfortin heittokuviotarkastelu.



**Kuva 20. DIMcomfort heittokuvio 3D**

ProAir Web – ohjelmassa heittokuvio mallinnetaan yhtenäiseksi kuvioksi, jonka sisällä ilmasuihkun nopeus on suurempi kuin valittu heittokuvion loppunopeus. Heittokuviotarkastelussa tuloilmalaitteelle ilmoitetaan korjattu heittopituus, säätöpaine ja oleskeluvyöhykkeen ilmavirran maksiminopeus. Heittokuvion mallintamisessa huomioidaan huoneen ja tuloilmavirran lämpötilat sekä ilmavirta, mutta heittokuvio oletetaan isotermiseksi eikä nostevoimien vaikutusta oteta huomioon. Heittokuvio mallinnetaan kaksiulotteisesti viiteen valmiiseen kuvakulmaan. Ohjelma ei ota huomioon laitteiden ilmavirtauksien kohtaamista, mutta ottaa huomioon kahden lähekkäisen ja samansuuntaisen seinäilmanjaon ilmasuihkun korjauksen. Huone voidaan jakaa alueiksi ilmanja-

kolaitetta kohti, jolloin ilmavirta kääntyy alaspäin osuessaan seinään tai alueen rajoihin. Esimerkki ProAir Web-ohjelman heittokuviotarkastelusta nähdään kuvassa 21.



**Kuva 21. ProAir Web heittokuvio sivulta**

Heittokuviotarkastelun ominaisuuksia ja siitä saatavia tuloksia on koottu taulukkoon 26, jossa  $L_{0,2}$  on heittopituus,  $L_3$  etäisyys ilmasuihkun irtoamiselle kattopinnasta,  $V_{max}$  oleskeluvyöhykkeen ilmavirtojen maksiminopeus,  $V_1$  oleskeluvyöhykkeelle tulevan ilmasuihkun nopeus,  $V_2$  ilmasuihkun nopeus lattianrajassa,  $V_3$  nopeus ilmasuihkujen kohtaamisessa ja  $\Delta T$  lämpötilaerot ilmasuihkulle ja huoneilmalle.

**Taulukko 26. Heittokuviotarkastelu**

	ExSelAir	HIT	DIMcomfort	ProAir Web
$L_{0,2}$	x			x
$L_3$	x	x		
$V_{max}$	x	x	x	x
$V_1$	x	x	x	
$V_2$	x	x	x	
$V_3$		x		
$\Delta T$		x		
2D kuvakulmia	6	1	6	5
3D kuvakulma	14 + Vapaa	Lukittu	6 + Vapaa	
In motion			x	
Kalusteet			x	

## 5.8 Mallinnettavasti huonetilasta saatavat tulokset ja tulostus

Ohjelmista saatavissa tuloksissa ei ole suuria eroja, koska mitoitusohjelmilla halutaan tarkastella yleensä ilmavirran nopeuden, äänitasojen ja jäähdytystehojen kokonaistuloksia. Nämä tulokset ovat oleskeluvyöhykkeen merkittäviä mukavuustekijöitä, minkä takia niitä tarkastellaan usein oleskeluvyöhykkeen rajoilla. Joitakin poikkeuksia ohjelmista on löydettävissä.

ExSelAir ilmoittaa ilmastoinnilla tapahtuvan jäähdytyksen kokonaistehona, mutta myös eriteltynä vedellä ja ilmalla tuotavaan jäähdytystehoon. Vain tässä ohjelmassa voidaan sijoittaa mallinnettavaan huoneeseen jäähdytyspalkkeja ja päätelaitteita, minkä takia jäähdytystehot voidaan eritellä sekä laskea huoneen kokonaisvaltaisempi maksimiäänepainetaso muita ohjelmia monipuolisemmin. Ohjelman jäähdytystarvelaskennan tuloksena saadaan huonetilasta myös operatiivisen lämpötilan minimi- ja maksimiarvoja sekä ilmanvaihtokoneen patterin mitoitus-tehon.

HIT-ohjelmasta saadaan tarkemmat tiedot ilmavirtauksista, kun ilmavirtaukset osuvat joko oleskeluvyöhykkeeseen tai toisiin ilmavirtauksiin. Ilmavirralla lasketaan myös etäisyys, jossa ilmavirta irtoaa kattopinnasta, ja lämpötilaero ilmavirran ja huoneilman välille ilmasuihkun tullessa oleskeluvyöhykkeelle. Tarkempi ilmavirtojen arvojen laskeminen on mahdollisesti seurausta tuotteiden sijoittamisen rajoituksista, jolloin useimmat ilmasuihkut on helpompi ottaa huomioon laskennallisesti.

DIMcomfort ja ProAir Web antavat huoneen kokonaisäänepainetason tulo- ja poistoilmalaitteille kuten ExSelAir, mutta ohjelmissa ei voida yhdistää jäähdytyspalkkeja ja tuloilmalaitteita samaan huonetilaan. ProAir Web sisältää vain tulo- ja poistoilmalaitteita. DIMcomfort rajoittaa huonetilan ja ilmanvaihdon määrittämissä tuotteet niin ettei jäähdytyspalkkeja ja tuloilman päätelaitteita saada samaan tilaan. ProAir Web ja DIMcomfort sisältävät muista ohjelmista poiketen hiilidioksidilaskennan.

Tuloksien tulostaminen tapahtuu ohjelmissa eri tavoilla vaikka niissä kaikissa on toiminnot projektin hallitsemiseen. ExSelAir-, ProAir Web- ja ProSelect-ohjelmissa on mahdollisuus tulostaa kokonainen projekti yhdestä toiminnosta. DIMcomfort-ohjelmassa tulostaminen tehdään huonekohtaisesti ja HIT:issä tulostetaan tuotekohtai-

nen tuote-esite, joka kootaan erikseen ennen tulostusta. Haastateltavat suosivat helpoia tulostusta projektista tai tuotteesta yhdellä toiminnolla.

## **5.9 Yhteenveto ilmanjakovalmistajien mitoitusohjelmista**

Nykyiset mitoitusohjelmat ovat perustoiminnoiltaan samalla tasolla. Suunnittelijat saavat mallinnetusta huonetilasta tärkeimmät oleskeluvyöhykkeen tulokset äänitasoista ja ilmavirtauksista.

Haastatteluissa yleisimmäksi mainituimmat mitoitusohjelmat olivat Halton:ilta ja Fläkt Woods:ilta. Valmistajat olivat haastattelututkimuksen käytetyimmät valmistajat ja nämä kaksi ohjelmaa ovat helpoimmat ohjelmat, joilla löydetään tuotteet mitoituksen tarkastelemiseen. Kummassakin on helppokäyttöinen tuoteluettelo tuotteiden kuvilla varustettuna ja kehittyneet toiminnot mallinnettavien huoneiden tarkastelemiseen. Muiden ohjelmissa on samankaltaiset toiminnot ja niistä saadaan saman verran tietoa, mutta niiden päätelaitteita käytetään vähemmän sekä niiden tuotehaku on monimutkaisempi. Myös tuotteen valitseminen ennen mitoitus-tietojen määrittämistä helpottaa ohjelman käyttöä, mikä on mahdollista ExSelAir- ja HIT-ohjelmassa.

Ohjelmissa mallinnettavan huoneen mitat ovat yleensä suorakulmaiselle huoneelle. Poikkeuksen tekee DIMcomfort, jossa huoneen muoto voidaan määrittää muuksikin muodoksi kuin suorakulmaksi. Lisäksi DIMcomfort ja ProAir Web voivat tuoda huoneen mitat suoraan MagiCAD-suunnitelmasta.

Laitteiden sijoittaminen on kehittyneintä ExSelAir-ohjelmassa, koska huonetilaan voidaan tuoda ja sijoittaa vapaasti kaikkia tuotevalikoiman tuotteita, minkä jälkeen voidaan tarkastella vielä huoneen olosuhteita. DIMcomfort on melkein yhtä kehittynyt, mutta tuloilmalaitteiksi voidaan valita vain yksi kolmesta ilmanjakoperiaatteesta kerrallaan. ProAir Web – ohjelmassa voidaan ottaa huomioon tulo- ja poistoilmalaitteet samassa tilassa, johon tuloilmalaitteet voidaan sijoittaa vapaasti tai automaattisesti. Vain HIT-ohjelmassa on valmiit vaihtoehdot laitteiden sijoittamiseen eikä tilassa voida tarkastella kuin yhtä laitetyyppiä, mikä voi olla yksi syistä ohjelman helppokäyttöisyyteen.

Huoneen äänitekninen tarkastelu onnistuu kaikissa mitoitusohjelmissa. Laskentatavat eroavat toisistaan, mutta jokainen ohjelma ilmoittaa oleskeluvyöhykkeen maksimiäänitason useammallakin päätelaitteella. Yleensä tämä maksimi lasketaan huoneen keskelle oleskeluvyöhykkeen rajaan, mutta DIMcomfort- ja ProAir Web-ohjelmista saadaan äänitietoa myös useammasta kohdasta huoneessa. Jos huoneessa on kuitenkin useampaa laitetyyppiä, on ExSelAir kehittynein äänitasolaskennaltaan ja DIMcomfort sekä ProAir Web seuraavina. HIT on huoneen ääniteknisessä mallinnuksessa heikompi, koska huoneeseen voidaan sijoittaa kerrallaan vain yhden laitetyypin laitteita.

Heittokuviotarkastelussa jokainen ohjelma ilmoittaa tavallansa oleskeluvyöhykkeen suurimman ilmavirran nopeuden. HIT-ohjelmasta saadaan tarkimmat ilmasuihkun arvot nopeudelle ja lämpötilalle oleskeluvyöhykkeen rajalla, ilmasuihkujen törmäyskohdassa sekä etäisyydelle, jossa ilmavirta irtoaa kattopinnasta. DIMcomfort:issa ilmavirtauksien törmäämistä voidaan tarkastella liikkuvassa animaatiossa, missä törmäävät ilmahiukkaset putoavat suoraan alaspäin. ExSelAir ja ProAir jatkavat heittokuviota suoraan alaspäin, kun ilmavirta osuu toiseen ilmavirtaan tai seinään. ProAir Web – ohjelmasta heikomman tekee huonetilaan tehtävä jako, joka erottaa tuloilma-alueiden alueet, muuten heittokuviot menevät päällekkäin.

Mallinnettavien huoneiden jäähdytystarpeentarkastelu on kehittyneintä ExSelAir-ohjelmassa. Ohjelmassa on tätä varten jäähdytystarpeenlaskenta, josta saadaan tarvittavat jäähdytystehot tarkoilla huoneen määrityksillä. Jäähdytystehon tarkastelua varten helpottavat tuotteiden mitoittamiseen ja valitsemiseen tarkoitettu laskentaikkuna, jolla voidaan tutkia tuotteen toimintaa eri mitoitusiedoilla. Lopuksi mallinnettavassa huoneesta saadaan tietoon ilmalla ja vedellä tuotettu jäähdytysteho. Muissa ohjelmissa jäähdytystarve ilmoitetaan vain lukuna, jota verrataan tuotteilla ja ilmanjakoperiaatteilla toteutuvaan jäähdytystehoon.

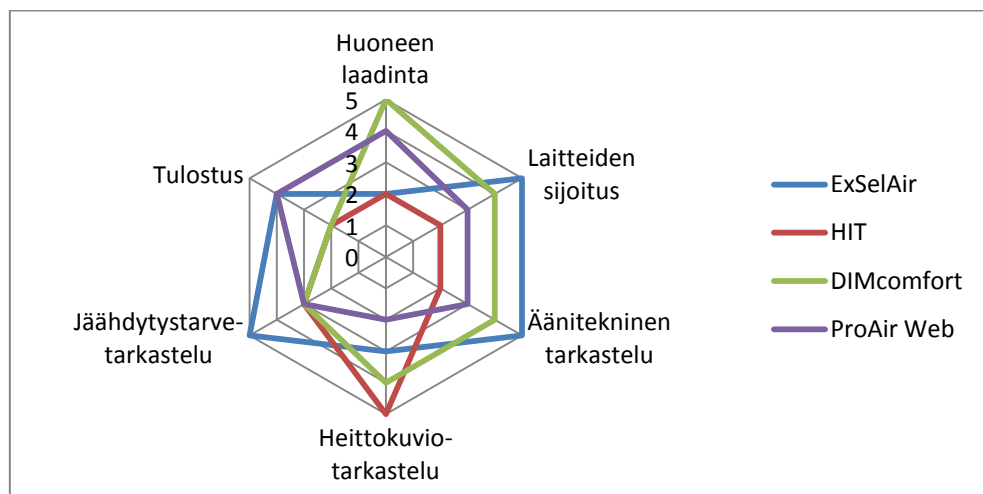
Koska mitoitusohjelmat ovat hyvin samankaltaisia ja niitä käytetään samojen huoneen ominaisuuksien tuloksien tarkasteluun, mitoitusohjelmista saatavat tulokset eivät huomattavasti poikkea toisistaan. Suurin ero mitoitusohjelmissa on ExSelAir:in jäähdytystehontarvelaskennan tulokset. Tuloksien tulostaminen jakautui ohjelmissa projektiokohtaisiin ja huonekohtaisiin tulostuksiin. Haastatteluissa projektiokohtaista tulostamista suosittiin sen helppouden takia. ExSelAir, ProAir Web ja ProSelect olivat pro-

jektikohtaisen tulostuksen ohjelmia ja HIT sekä DIMcomfort huonekohtaisia. Tauluk-  
koon 27 on koottu ohjelmien tuoteryhmät ja toiminnot.

**Taulukko 27. Ohjelmien tuoteryhmät ja toiminnot**

	ATD	ExSelAir	HIT	DIM comfort	lindQST	ProAir Web	Pro Select
Päätelaitteet	X	X	X	X	X	X	X
Piennopeusl.		X	X	X	X	X	
Jäähdytysp.		X	X	X	X		X
Äänitaso		X	X	X		X	
Ilmannonpeus huoneessa		X	X	X		X	
Heittokuvio- tarkastelu	X	X	X	X		X	
Jäähdytystarve- tarkastelu		X	X	X		X	
Jäähdytystarve- laskenta		X					

Kuvassa 22 on havainnollistettu neljän mitoitusohjelman toimintojen paremmuusjär-  
jestystä. Paremmuusjärjestyksen perusteet ovat luettavissa ilmanjakoalvaimistajien mi-  
toitusohjelmien yhteenvedosta. Taulukossa on 0-5 asteikko, jossa 5 tarkoittaa edis-  
tyneintä ohjelmaa ja 0 toiminnon puuttumista ohjelmassa. Fläkt Woods ExSelAir on  
edistynein ohjelma neljässä toiminnossa kuudesta. DIMcomfort on edistynein huo-  
neen mallintamisessa ja HIT heittokuviotarkastelussa.



**Kuva 22. Havainnekuva ohjelmien yhteenvedosta**

## 6 JOHTOPÄÄTELMÄT

Tutkimuksen tuloksien perusteella Halton:in tuotteet, verkkosivut ja ohjelma ovat kilpailukykyisiä ja niiden käyttäjät ovat tyytyväisiä niiden tarjoamiin toimintoihin, koska mitään tuotetta tai palvelua ei kritisoitu tai mainittu kilpailevaa tuotetta huonommaksi. Yleensä tuotteiden vertailu todettiin turhaksi, koska valmistajilla todettiin olevan lähes aina vastaavat tuotteet toistensa tuotevalikoimista. Koska tuotteita verrataan suunnittelussa harvoin, tuotteiden valintaan vaikuttavat muut tekijät kuin tuoteominaisuudet.

Haastatteluiden perusteella muita tuotevalintaan vaikuttavia tekijöitä on monia. Suunnittelijan lisäksi tuotteiden valintaan vaikuttavat myös kohteen tilaajat, urakoitsijat ja muun muassa arkkitehdit. Koska esimerkiksi myös tilaajat ja urakoitsijat ovat vaikuttavia tekijöitä tuotevalinnassa, suunnittelijat totesivat käyttävänsä vain harvoin yhden valmistajan tuotteita. Tuotteiden hintojen, käytännöllisyyden, joustavuuden ja ulkonäön selvittämiseksi tulisi tehdä jatkotutkimuksia, joissa selvitetään urakoitsijoiden, suurempien tilaajien ja arkkitehtien perusteet tuotteiden käyttämiselle rakennuskohteissa. Urakoitsijat tietävät hintatason paremmin ja tuotteet, joilla korvataan suunnitelmien tuotteet. Arkkitehdeiltä saataisiin kommentteja tuotteiden ulkonäöstä.

Halton:in verkkosivuihin ehdotettiin tarkempia tuotekuvauksia jäähdytyspalkkien tuotesivuille. Tämä oli ainut parannusehdotus verkkosivujen tuotevalinnan helpottamiseksi, koska muuten verkkosivujen kerrottiin olevan nopea keino löytää tuote ja tuoteluettelotiedot. Verkkosivujen parantamiseksi tuotteiden kuvauksista tulisi korvata haastatteluissa mainittu ”markkinointiteksti” tuotteen valitsemiseen liittyvillä tiedoilla, kuten tuotteiden tehojen käyttöalueet ja erikoisominaisuudet.

HIT:in kerrottiin olevan toimiva kokonaisuus. HIT:illä on helppo tutkia käytettävän tuotteen toimintaa, koska sillä löytää tuotteen helposti ja sitä on yksinkertaista käyttää. Hyvä mitoitusohjelma ei kuitenkaan lisää tuotteiden kilpailukykyä kuin harvoissa suunnittelukohteissa, koska yleensä valitaan ensin tuote, minkä jälkeen tutkitaan tuotteen toimintaa tarpeen mukaan. HIT-ohjelmassa eniten kehitettävää on tulostuksen yksinkertaistamisessa ja tuotteiden monipuolisemmassa tai vapaassa sijoittamisessa. Toissijaiset ehdotukset ohjelmaan ovat useampien kuvakulmien lisääminen heittokuviotarkastelussa, esteiden lisääminen ja huoneen luominen monipuolisemmin. Muita muutoksia ohjelmaan ei suositella, koska se on jo nyt suosittu ja hyvin lanseerattu.



**LÄHTEET**

1 Solatie, Jim. Tutki ja tiedä, kvalitatiivisen markkinointitutkimuksen käsikirja. Helsinki: Mainostajien liitto. 1997.

2 Bergström, Seija; Leppänen Arja. Yrityksen asiakasmarkkinointi. Helsinki: Edita Prima Oy. 2009.

3 Mäntyneva, Mikko; Heinonen, Jarmo; Wrangle, Kim. Markkinointitutkimus. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy. 2008.

4 Wilson, Alan. Marketin Research, an integrated approach. Gosport: Ashford Colour Press Ltd. 2006.

## Valmistajien mitoitusohjelmat

Taulukko 28 Haastattelussa mainittujen valmistajien mitoitusohjelmat

<b>Rakennuksen tai huoneen lämmitys- ja jäähdytystarvelaskenta</b>	Lindab TEKNOSim Swegon ProClim Web
<b>Ilmanvaihtokoneiden mitoitus</b>	Fläkt Woods Acon Swegon ProUnit
<b>Puhaltimien mitoitus</b>	Fläkt Woods Fan Selector Fläkt Woods Centriware
<b>Kanaviston ja huoneen äänilaskenta</b>	Lindab DIMsilencer Swegon ProAc
<b>Äänenvaimentimien mitoitus</b>	Fläkt Woods ExSelAir Fläkt Woods WinSound Lindab DIMsilencer Lindab Vaimenninmitoitus Swegon ProAc TROX Easy Product Finder 2
<b>Lämmönsiirtimien ja ilmanlämmittimien mitoitus</b>	Fläkt Woods Coils for Windows
<b>Järjestelmämitoitusohjelma</b>	Fläkt Woods Activent
<b>Päätelaitteiden valinta ja mitoitus</b>	Climecon Air Terminal Devices Fläkt Woods ExSelAir Halton HIT Lindab DIMcomfort Lindab lindQST Swegon ProSelect Swegon ProAir Web TROX Easy Product Finder 2
<b>Jäähdytys- ja lämmityspalkit</b>	Fläkt Woods ExSelAir Halton HIT Lindab TEKNOSim Lindab lindQST Swegon ProSelect TROX Easy Product Finder 2

**Taulukko 29 Päätelaitevalmistajien ohjelmien yleiset tiedot ja toiminnot**

	ATD	ExSelAir	HIT	DIMcom- fort	lindQST	ProAir Web	ProSelect
Verkkopohjainen		x			x	x	x
Windows sovellus	x		x	x			
MagiCAD-liitosohjelma	x	x		x		x	x
Tuoteluettelon selaaminen	x	x	x		x	x	
Tuotteen valitseminen	x	x	x	x	x	x	x
Tuotemallin luominen	x	x	x	x		x	x
Mallinnettavan huoneen luominen		x	x	x		x	
Huoneen jäähdytystarvelaskenta		x					
Äänitekninen tarkastelu huonetilassa		x	x	x		x	
Heittokuviotarkastelu	x	x	x	x		x	
Projektityökalut		x	x	x		x	x

Päätelaitteiden mitoitusohjelmien yleiset tiedot ja toiminnot

LITTE 2.