

# **HENGETÄR®-ILMANVAIHTOLAITTEEN TUOTEKEHITYSKIERROS**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, konetekniikka

2020

Jouni Hyvärinen

Konetekniikka  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Jouni Hyvärinen	<b>Vuosi</b> 2020
<b>Työn nimi</b>	<b>Hengetär®-ilmanvaihtolaitteen tuotekehityskierros</b>	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Jaakko Vasko	

---

## TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli tehdä tehokas tuotekehityskierros Hengetär®-ilmanvaihtolaitteelle. Uudistettua ilmanvaihdinmallia tullaan markkinoimaan mallinimikkeellä Elegance. Suomen Luxusilma Oy suunnittelee kokonaan uutta Hengetär-tuoteperhettä, mutta perinteisen Hengetär-mallin tuotekehityskierroksella on tarkoituksena jatkaa Classic-mallin elinkaarta kunnes uusi tuoteperhe on markkinoilla.

Opinnäytetyö keskittyi pääosin kolmeen pääkohtaan, joista osasta on tullut palautetta myös asiakkailta: (1) Hengettären ulkoasu on ollut lähes samanlainen koko historiansa ajan. Työssä ideoitiin laitteen muotoilu vastaamaan paremmin 2000 -luvun vaatimuksia. (2) Laitteeseen säännöllisesti vaihdettava suodatin on ollut työkaluja vaativa toimenpide. Työssä laitteen konstruktiota kehitettiin siten, että suodattimen vaihto onnistuu ilman työkaluja. (3) Hengettären lämmön talteenottokennon (LTO) konstruktiota kehitettiin siten, että tulo- ja poistoilmavirrat ovat paremmin hallinnassa.

Työn aikana oli haasteellista pysyä ainoastaan tavoitteen mukaisissa kehityskohteissa. Työn aikana olisi ollut helppoa laajentaa kehitysprosessia tavoitteenannon ulkopuolelle. Työn tuloksena saavutettiin uusi kehitysversio Hengetär-ilmanvaihtimesta tavoitteiden mukaisesti.

**Avainsanat** Ilmanvaihto, sisäilma, lämmön talteenotto

<b>Author</b>	Jouni Hyvärinen	<b>Vuosi</b> 2020
<b>Subject</b>	<b>R&amp;D process of Hengetär® air exchanger</b>	
<b>Supervisor</b>	Jaakko Vasko	

---

## ABSTRACT

The aim of the work was to carry out an effective product development round for the Hengetär® air exchanging device. The upgraded device will be marketed by the model name Elegance. Suomen Luxusilma Oy is planning to launch a completely new Hengetär product family, but the traditional Hengetär product development round aims to extend the life cycle of the Classic model until the new product family is ready to the market.

The thesis project focused on three main points, some of which have also received feedback from customers: 1) The Hengetär appearance has been almost the same throughout its history. The design of the device should be designed to better meet the requirements of the 21st century. 2) A filter that has to be replaced regularly has required use of tools, which has been bit challenging to some customers. The design of the updated device was developed in such a way that the filter can be changed without tools. 3) The design of the Heterothermic Heat Recovery Cell was improved so that the supply and exhaust air flows are better controlled.

It was challenging only stay within the target areas of the development. It would have been easy during the work to extend the development process beyond goal set. As a result of this work, an upgraded development version of the Hengetär air exchanging device was achieved according to the objectives.

**Keywords** Air exchange, indoor air quality, heat recovery

## Sisälllys

SANASTOA .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 SUOMEN LUXUSILMA OY.....	6
3 TUOTEKEHITYSTOIMINTA.....	7
4 HENGETÄR-ILMANVAIHDIN .....	8
4.1 Toimintaperiaate (pi-kaavio) .....	8
4.2 Classic-mallin muotoilu .....	10
4.3 Suodattimen vaihto Classic-mallissa .....	11
4.4 Ilmavirrat Classic-mallissa .....	12
5 IDEOINTI.....	11
5.1 Ulkonäkö .....	11
5.2 Etulevyn vaihtoehdot .....	12
5.3 Etulevyprofiilin valinta .....	13
5.4 Suodattimen vaihtoprosessi.....	14
5.4.1 Etulevyn kiinnityksen uudelleensuunnittelu .....	14
5.4.2 LTO-kennon kiinnityksen uudelleensuunnittelu .....	16
5.4.3 Suodattimen selkävyn kiinnityksen uudelleensuunnittelu .....	18
5.5 Sisäisten ilmavirtojen hallinnan parantaminen .....	20
5.6 Tuotekehityksen vaiheet.....	22
5.7 Lopputulos.....	24
LÄHTEET.....	27

## SANASTOA

### LEVYLÄMMÖNVAIHDIN

Lämmönvaihdin, jossa lämmönjohdinelementtinä toimii levy tai levymäinen pinta

### LTO

Lämmön talteenotto, yleensä myös lämmöntalteenottokenno

### MYÖTÄVIRTAUSKENNO

Lämmön talteenottokenno, jossa ilmavirrat virtaavat *samaan* suuntaan lämmönjohdinelementin vastakkaisilla puolilla

### PUTKILÄMMÖNVAIHDIN

Lämmönvaihdin, jossa lämmönjohdinelementtinä toimii putki tai putkimainen pinta

### RISTIVIRTAUSKENNO

Lämmön talteenottokenno, jossa ilmavirrat virtaavat toisiinsa nähden *risteävästi* lämmönjohdinelementin vastakkaisilla puolilla

### VASTAVIRTAUSKENNO

Lämmön talteenottokenno, jossa ilmavirrat virtaavat *vastakkaisesti* suuntiin lämmönjohdinelementin vastakkaisilla puolilla

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on päivittää Hengetär®-ilmanvaihtolaitteen ulkoinen muotoilu, konstruoida laitteen osien kiinnitykset uudelleen mahdollistaen tuloilmasuodattimen vaihtaminen ilman työkaluja sekä parantaa tulo- ja poistoilmavirtojen virtausten hallittavuutta. Tuotekehityskierroksen tuloksena tulee tuottaa päivitetty valmistuspiirustukset sekä muut tarvittavat dokumentit päivitetyn laitteen valmistuksen käyttöön.

Tuotekehityskierroksen tarkoituksena on parantaa Hengetär®-ilmanvaihtolaitteen markkinoitavuutta sekä käyttäjäystävällisyyttä saadun asiakaspalautteen pohjalta. Päivitetty Hengetär tulee olla myös asennettavissa aikaisemmin hankitun laitteen tilalle. Uuden konstruktion valmistuskustannukset eivät saa myöskään kohota merkittävästi.

Suunnittelutyössä käytetään Autodesk Inventor 3D -suunnitteluohjelmistoa.

## 2 SUOMEN LUXUSILMA OY

Suomen Luxusilma Oy on vuonna 1994 perustettu yritys, joka on perustettu kehittämään ja markkinoimaan Hengetär-tuotemerkillä kehittämäänsä huonekohtaista ilmanvaihtolaitetta ([tietopalvelu.ytj.fi](http://tietopalvelu.ytj.fi)). Hengetär-ilmanvaihtolaite on tyypillisesti tuuletusluukkuun tai -ikkunaan asennettava ilmanvaihtolaite, jota on myyty kotimaahan yli kuusi tuhatta kappaletta.

Laite on mahdollista asentaa myös seinälle, mutta tällöin asennus edellyttää tulo- ja poistoilma-aukkojen poraamisen seinän läpi. Tämä asennusmuoto on selvästi harvinaisempi, mutta mahdollinen.

Vuonna 2018 toteutuneen liiketoimintakaupan myötä yrityksen omistajapohja ja kotipaikka vaihtuivat ([tietopalvelu.ytj.fi](http://tietopalvelu.ytj.fi)). Samalla alkoi myös voimakas tuotekehitysprosessi, jonka osana tämä opinnäytetyö toimii.

Hengetär®-ilmanvaihtolaite on kehitetty huonekohtaiseksi ilmanvaihtolaitteeksi täydentämään koneellista ilmanvaihtoa ja tehostamaan painovoimaista ilmanvaihtoa. Laite asennetaan tyypillisesti tuuletusikkunan tai -luukun paikalle poistamalla ikkuna ja asentamalla laite ikkuna-aukkoon. Laitteen ominaisuuksiin kuuluu oleellisesti poisto- ja tuloilmavirran identtisyys, jolloin laite ei aiheuta häiriöitä koneellisen ilmanvaihdon toimintaan tai huoneen/huoneiston painetasoon. Laitteen tehokas lämmön talteenotto tekee laitteen käytöstä taloudellista ja energiatehokasta.

Tuloilman tehokas suodatus puhdistaa sisäilmaa ja helpottaa erilaisista allergioista ja hengitystieongelmista kärsivien elämää.

Tuotekehityskierroksen tavoitteena on parantaa laitteen myytävyyttä muotoilun keinoin, parantaa laitteen käytettävyyttä muuttamalla laitteen konstruktiota sekä parantaa ilmavirtojen hallittavuutta.

Laitteen ulkonäkö on säilynyt pieniä toiminnallisia muutoksia lukuun ottamatta samana koko tähänastisen elinkaarensa ajan. Vuonna 2018 toteutuneen omistajavaihdoksen myötä käynnistyi tuotekehitysprosessi, jonka yhtenä keskeisistä tavoitteista on asiakkaidenkin toivoma ulkonäköpäivitys.

Hengettären tehokkaan toiminnan ja ominaisuuksien ylläpitämiseksi, sen suodatin tulee vaihtaa määrävälein. Vaihtoväli riippuu olosuhteista ja toimintaympäristöstä, jossa laite toimii. Alkuperäisen Hengettär-ilmanvaihtolaitteen suodattimen vaihto vaatii useita eri työkaluja, jotka kuuluvat laitetoimitukseen. Tavoitella on kuitenkin, että suodattimen vaihtaminen olisi jatkossa mahdollista ilman työkaluja, joka osaltaan madaltaa kynnystä laitteen hankintaan.

Alkuperäisen Hengettär-ilmanvaihtolaitteen lämmön talteenottokeho (LTO) on avoin vastavirtauskeho. Poistoilman on ajateltu ohjautuvan kehon yläosasta alaspäin ja tuloilman vastaavasti alhaalta ylös. Avoimen kehorakenteen johdosta poistoilman imuvaikutus kohdistuu laitteen poistupuolelle yleisesti, jolloin poistoilman ohjautuminen suunnitellusti riippuu laitteen yleisestä tiiveydestä. Mahdollinen ilmapuoto esim. laitteen etukannen tiiveistä johtaa LTO-kehon tehon laskemiseen ja äänitason kohoamiseen.

### 3 TUOTEKEHITYSTOIMINTA

Onnistunut tuotekehitystoiminta on yrityksen menestymisen yksi keskeisimmistä edellytyksistä (Jokinen, 2010, s.9). Yrityksen on huolehdittava jatkuvasti tuotekehityksestä, muussa tapauksessa tulee ennen pitkää aika, jolloin tuotteet ovat vanhentuneita, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan.

Tuotteen elinikä eli se aika, jona tuotetta valmistetaan ja markkinoidaan, vaihtelee suuresti ollen yleensä muotitavaroilla lyhyt ja teollisuuden investointitavaroilla näitä huomattavasti pidempi. Yleisesti on nähtävissä, että tuotteiden elinikä on useilla aloilla lyhenemässä. (Jokinen, 2010, s.9)

Suomen Luxusilma Oy on markkinoinut ja valmistanut Hengettär®-ilmanvaihtinta perustamisestaan lähtien. Laitteen peruskonstruktiio on pysynyt samanlaisena nykypäiviin saakka. Vaikka laite on edelleen teknisesti toimiva ja tarkoitukseensa erittäin tehokas ja toimiva, markkinoilla on ollut havaittavissa sen vanheneminen, jolloin myynti on vähentynyt. Tämän tiedostaminen oli uusien omistajien myötä alkusysäys tuotteen tuotekehitysprosessin käynnistämiseen.

Tuotekehityksellä ymmärretään toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tai parannettu tuote. Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, käsittäen tuoteidean etsimisen, kehitysnäkymien, markkinoiden ym. tuotekehityshankkeen käynnistämiseen tarvittavien tietojen selvittämisen, varsinaisen tuotteen luonnostelun, yksityiskohtaisen suunnittelun, optimoinnin, työpiirustusten tekemisen, käyttöohjeiden laatimisen sekä tuotantomenetelmien kehittämisen. (Jokinen, 2010, s.10)

Hengetär-prosessissa oli tavoitteena kehittää Jokisenkin mainitsema parannettu tuote perinteisestä. Tuotekehityskierroksen käynnistäjänä oli asiakkailta saatu palaute tuotteen ulkonäköön ja käytettävyyteen liittyen, joten Jokisen mainitsemat prosessin ensimmäiset vaiheet voitiin ohittaa. Prosessini tavoitteenasettelu tuli vahvasti asiakaspalautteen kautta, jolloin prosessissa oli siirryttävissä varsin alkuvaiheessa tuotteen luonnosteluun ja yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Ideoinnin, suunnittelun ja työpiirustusten tekoa ohjasi osaltaan myös yhtiön sisäinen vaatimus uuden tuotteen asennettavuudesta vanhan mallin paikalle suoraan. Näin uudistetulla tuotteella voidaan korvata vanha malli asiakkaan niin halutessa.

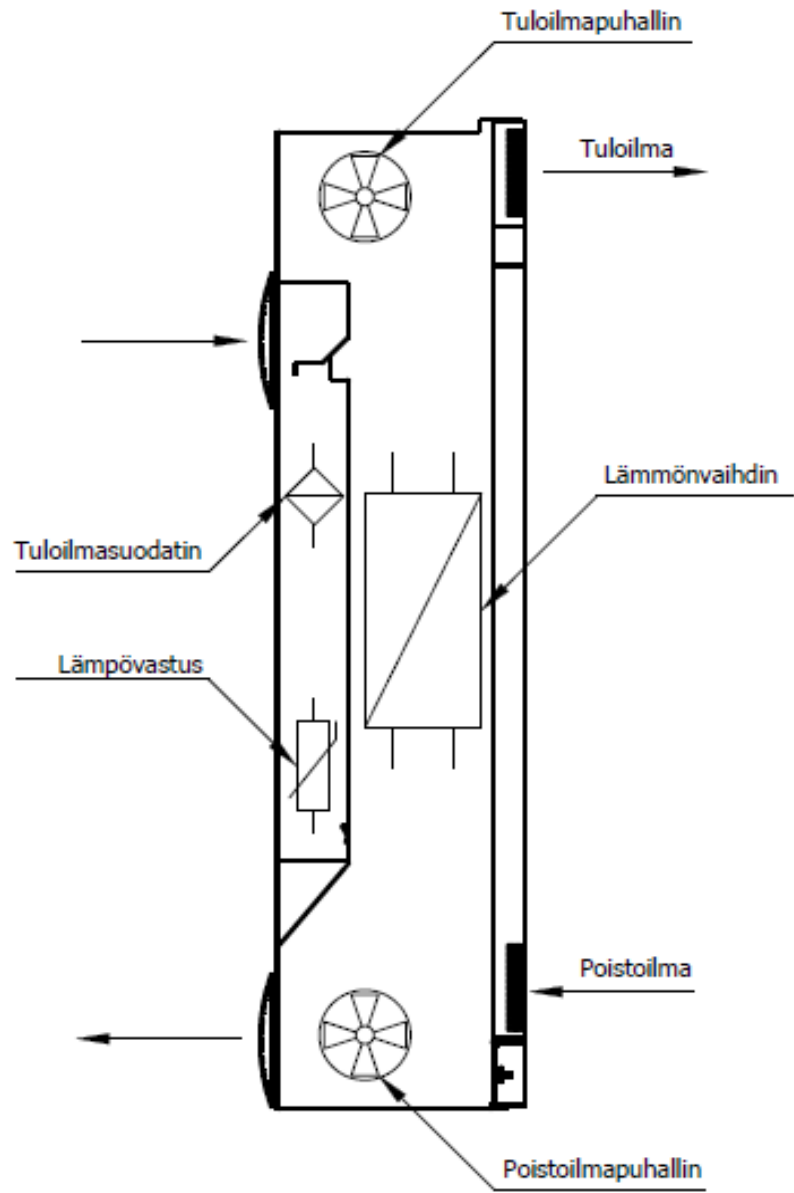
## 4 HENGETÄR-ILMANVAIHDIN

### 4.1 Toimintaperiaate (pi-kaavio)

Kuva 1 kuvaa Hengetär-ilmanvaihtolaitteen pääosat sekä ilmavirtojen virtaukset laitteen sisällä. Poistoilma virtaa poistoilmapuhaltimen tuottaman alipaineen johdosta laitteen etulevyn alareunasta virraten lämmönvaihtimen antopuolelle ja siitä edelleen poistopuhaltimen kautta ulkoilmaan.

Tuloilma virtaa tuloilmapuhaltimen tuottaman alipaineen johdosta laitteen yläreunasta F7 hiukkasuodattimen ja lisälämmittimen kautta lämmönvaihtimen ottopuolelle ja siitä edelleen tulopuhaltimen kautta sisätilaan laitteen etulevyn yläosasta.





Kuva 1. Hengetär-ilmanvaihtolaitteen toimintaperiaate

## 4.2 Classic-mallin muotoilu

Hengetär Classic -mallin muotoilu on esitetty kuvassa 2. Kuvassa ilmanvaihdin on asennettu asennuslevyllä tuuletusikkunaan.



Kuva 2. Hengetär Classic -mallin muotoilu

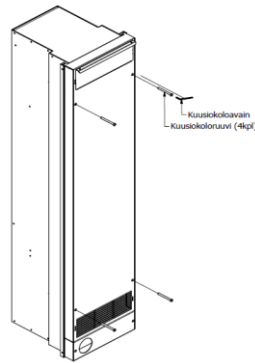
Classic- mallin ulkomuodosta oli saatu muun muassa seuraavia asiakas-kommentteja:

- toimiva, mutta kolho ulkomuoto
- muotoilu suoraan 70-luvulta
- ei sovi moderniin kotiin

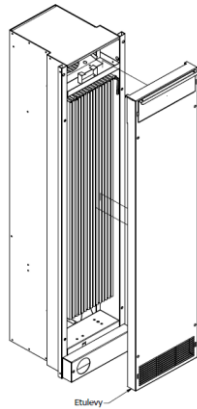
Suomen Luxusilma Oy:n omistajien ja johdon yksimielinen johtopäätös asiakaspalautteenkin pohjalta on ollut tarve käynnistää tuotekehityskierros perinteisen Hengettären ulkonäön modernisoimiseksi vastaamaan 2000-luvun vaatimuksia. Vanhentunut ulkomuoto on vaikeuttanut laitteen markkinointia erityisesti yksityistalouksiin.

### 4.3 Suodattimen vaihto Classic-mallissa

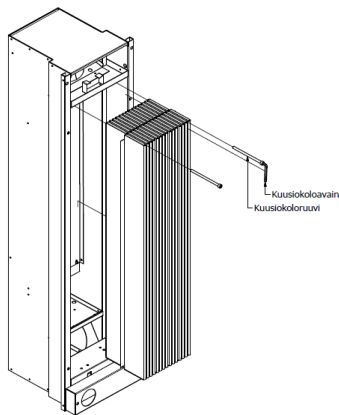
Suodattimen vaihto esitetään alla olevassa kuvasarjassa (kuva 3).



Irrota etulevyn kiinnitysruuvit (4kpl) laitteen mukana toimitetulla kuusiokoloavaimella.

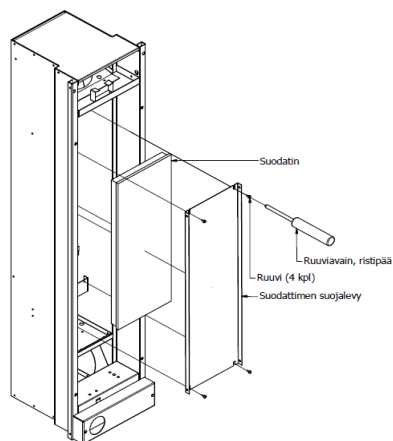


Irrota etulevy nostamalla sitä hieman ylöspäin ja vetämällä ulospäin.



Irrota lämmönvaihtimen kiinnitysruuvit (2kpl) laitteen mukana toimitetulla kuusiokoloavaimella.

Ota lämmönvaihdin ulos laitteesta nostamalla sitä hieman ylöspäin ja vetämällä se ulos laitteesta.



Irrota suodattimen suojalevyn kiinnitysruuvit (4 kpl) ruuviavaimella (ristipää)

Poista suodattimen suojalevy. Poista käytetty suodatin

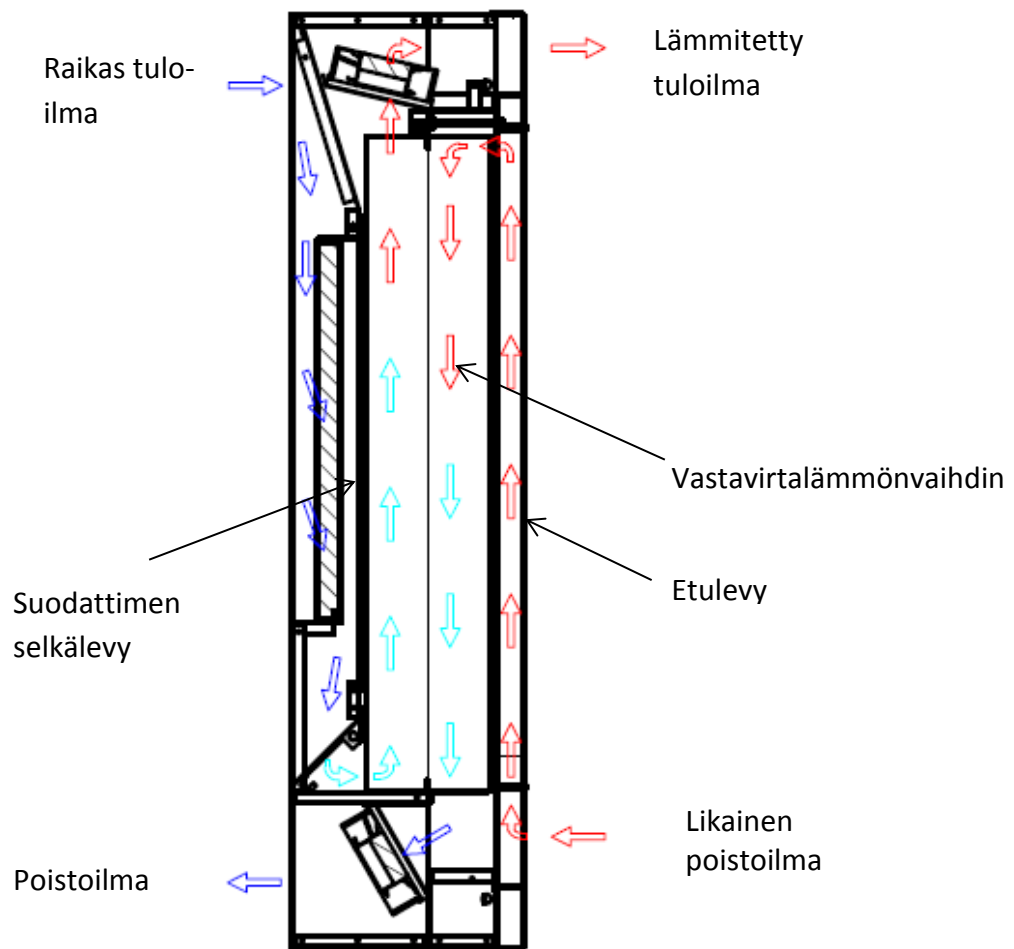
Puhdista (imuroi) irtopöly laitteen sisältä. Puhdista myös lämmönvaihdin ennen sen asennusta takaisin

Asenna uusi suodatin paikalleen.

Kuva 3. Hengetär Classic -mallin suodattimen vaihto

#### 4.4 Ilmavirrat Classic-mallissa

Hengetär Classic-mallin ilmavirrat on kuvattu kuvassa 4.



Kuva 4. Classic-mallin ilmavirrat

Huonetilasta poistettava likainen (hiilidioksidipitoinen) sisäilma johtuu etulevyn sisällä lämmönvaihtimen yläpuolelle, josta sen on tarkoitus virrata lämmönvaihtimen antopuolen lävitse luovuttaen lämpöenergiansa LTO-kennostoon. Etulevyn ja LTO-kennon välissä on kuitenkin muutaman millimetrin väli, josta aiheutuu lämmön talteenotto prosessin hyötysuhdetta alentavaa vuotovirtausta.

Puhdas ulkoilma johdetaan hiukkassuodattimen ja lisälämmittimen kautta LTO-kennon alaosaan, josta sen on tarkoitus virrata ottopuolen lävitse ylös ja tulopuhaltimen kautta huonetilaan. Suodattimen selkälewyn ja LTO-kennon välissä on myös pieni väli, josta aiheutuu myös ohivirtausta ja lämmön talteenotto prosessin heikennystä.

## 5 IDEOINTI

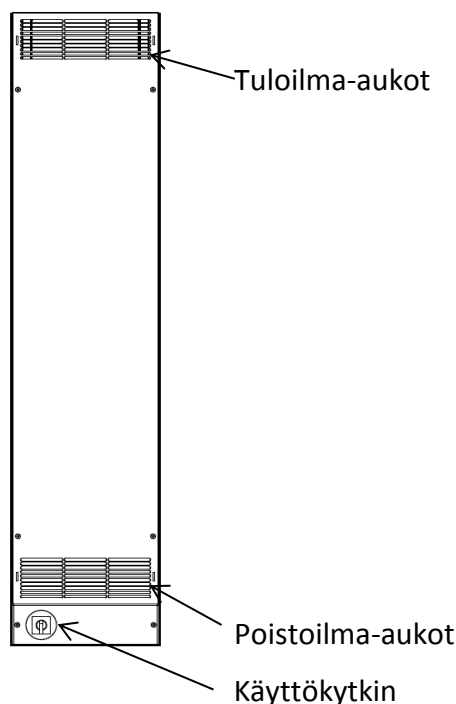
### 5.1 Ulkonäkö

Ulkonäkö Hengetär-ilmanvaihtolaitteessa tarkoittaa käytännössä sen etulevyn muotoilua ja ilma-aukokuksia, koska etulevy on laitteen ainoa näkyviin jäävä osa normaaliasennuksessa.

Lähtökohtana muotoilussa oli kohentaa laitteen markkinoitavuutta ulkoisen muotoilun keinoin perinteisen Hengettären toiminnallisten etujen kärsimättä ja ottaen huomioon myös teknis-kaupalliset näkökohdat. Uusi etulevykonstruktio ei saanut olla oleellisesti vaikeampi ja/tai kalliimpi valmistaa eikä laitteen toimivuus yhdessä esim. rullaverhojen kanssa saanut vaikeutua.

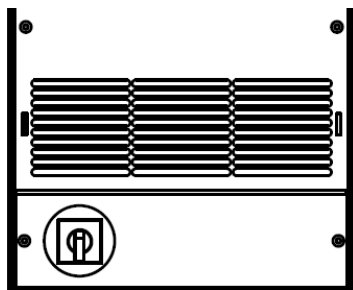
Toinen etulevyn ulkonäköön vaikuttava tekijä oli laitteen säädinten ja käyttökytkimen sijoittelu. Perinteisen Hengetär Classicin käyttökytkin on sijoitettu etulevyn alareunaan, jossa se on aina näkyvässä. Laitteen parametrien säätötarve tai tarve kytkeä laite kokonaan pois päältä on siinä määrin harvinaista, ettei niiden tarvitse olla jatkuvasti näkyvässä.

Kuvassa 5 on Hengetär Classic -mallin etulevy, jossa on tulo- ja poistoilma-aukot etulevyn ylä- ja alaosassa. Etulevyn alapuolella on erillinen kotelo, johon on sijoitettuna laitteen käyttökytkin.

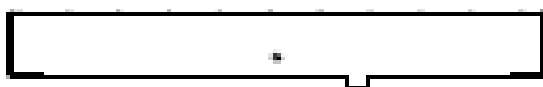


Kuva 5. Classic-mallin etulevy

Kuvassa 6 on etulevyn ilma-aukkojen muotoilu ja kuvassa 7 etulevyn suora-kaiteen muotoinen poikkileikkaus.



Kuva 6. Etulevyn ilma-aukkojen muotoilu



Kuva 7. Etulevyn poikkileikkaus

Kiistattomia etuja pelkistetyllä konstruktiolla on sen edulliset valmistuskustannukset (särmäys) sekä sen matala rakenne, jolloin se ei estä tai vaikeuta rullaverhojen tai perinteisten verhojen käyttöä yhdessä Hengettären kanssa.

## 5.2 Etulevyn vaihtoehdot

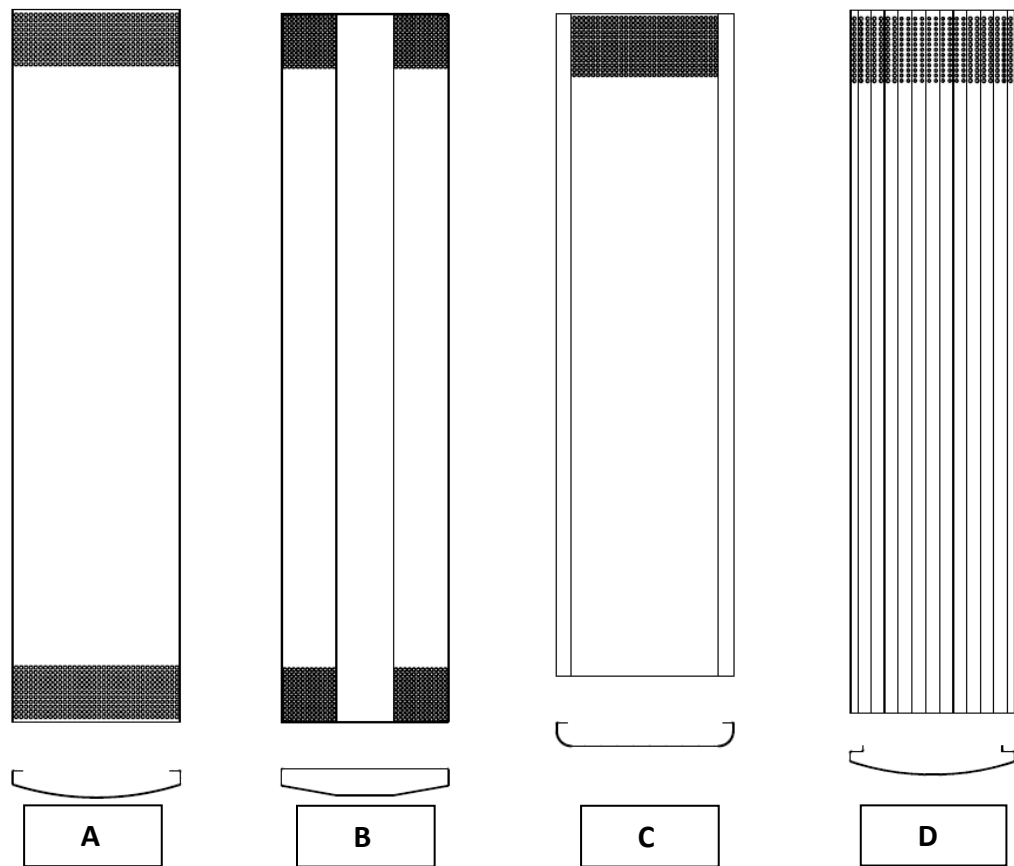
Etulevyn ideointivaiheessa esiin nousi kuvassa 8 esitetyt etulevyprofiilivaihtoehdot A-D. Kaikkiin vaihtoehtomalleihin liittyi laitteen käyttökytkimen sijoittaminen avattavan luukun alle, joka sijoittuu varsinaisen etulevyn alapuolelle. Kaikissa vaihtoehdoissa oli pyöreät tulo- ja poistoaukot etulevyn ylä- ja alareunoissa, vaikka kaikissa esimerkkikuvissa ne eivät olekaan näkyvissä.

A:n etulevyprofiili on etupinnaltaan pyöristetty ja ilman tulo- ja poistoaukot ovat pyöreitä, samansuuruisia reikiä. Ilma-aukot on sijoitettu vertikaalisesti symmetrisesti.

B:n etulevyprofiilissa on suora keskiosa ja keskenään symmetriset, suorat taivutukset sivuilla.

C:n etulevyprofiili on perinteistä Hengettär-profiilia mukaileva, poikkeuksena huomattavan suurella pyöristyssäteellä taivutetut sivut.

D:n etulevyprofiili on useiden pienten taivutusten avulla aikaansaatu pyöristetty profiili. Ilma-aukot ovat keskiosassa halkaisijaltaan pienemmät kuin sivuilla.



Kuva 8. Etuprofiilivaihtoehdot

### 5.3 Etulevyprofiilin valinta

Vaihtoehtojen arvioinnissa sekä valinnan tekemisessä olivat mukana lisäksi Suomen Luxusilma Oy:n hallituksen jäsenet Olli Nolvi sekä Matti Näsi. Tiedostimme valintaa tehdessämme, että edellisten vaihtoehtojen lisäksi, kyseeseen voi tulla myös edellä esitettyjen vaihtoehtojen kombinaatio.

Valintaprosessin aikana kaikilla oli myös tiedossa, että profiilin sisäpuolen muodot eivät vaikuta valintaan, koska erilaisista profiilivaihtoehdoista huolimatta, sisäpuolen profiili saattoi olla samanlainen.

Kaikki arviointiin osallistuneet saivat antaa pisteet esillä olleille vaihtoehdoille tai ehdottaa esitettyjen vaihtoehtojen yhdistelmiä.

Pisteitä annettiin ulkonäölle, joka on subjektiivinen arviointikriteeri, mutta tuotteen myynnin ja markkinoinnin kannalta esillä olleista arviointikriteereistä oleellisin.

Valmistettavuuteen oli mahdollista ottaa kantaa objektiivisesti, koska kaikilla arvioijilla on vahva teollisuustausta ja käsitys erilaisten ohutlevy tuotteiden valmistuskustannuksista. Päätimme ennen arviointia, että valittava etulevyprofiili tulee olla valmistettavissa ilman erikoistyykalujen hankintaa.

Tuloilman ohjautuvuus on laitteen käyttömukavuuden kannalta merkittävä.

Taulukossa 1 esitetään arviointikriteerit sekä vaihtoehtojen A-D saamat pistemäärät. Vaihtoehto D sai suurimman pistemäärän tuli valituksi etulevyprofiiliksi huolimatta sen hitaasta valmistettavuudesta.

Taulukko 1: Etulevyvaihtoehtojen arviointi ja vertailu

Kriteeri/vaihtoehto	Skaala	A	B	C	D
Ulkonäkö	1 - 8	16	5	10	15
Valmistettavuus	1 - 5	4	10	8	6
Tuloilman ohjaus	1 - 3	8	5	3	9
<b>Pisteet yhteensä</b>		<b>28</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>30</b>

## 5.4 Suodattimen vaihtoprosessi

Kuten kuvasarjasta kohdassa 4.3 käy ilmi, nykyisessä Hengetär Classic-mallissa suodattimen vaihtaminen edellyttää kolmen eri työkalun käyttämistä: Kuusiokoloavain 3 mm, kuusiokoloavain 4 mm sekä ristipää-ruuvitaltta. Kaksi edellistä avainta ovat kuuluneet laitetoimitukseen, jälkimmäisen on oletettu löytyvän kotitalouksista.

Suodattimen vaihto on kuitenkin toimenpide, joka suositellaan suoritettavaksi kuuden (6) kuukauden välein, ja vähintään kerran vuodessa. Em. työkalujen säilyvyys ja siten saatavuus varsinkin kotitalouksissa suodattimen vaihdon tullessa ajankohtaiseksi on koettu käyttäjien taholta hieman haasteelliseksi.

Työkaluja on tarvittu seuraaviin purku-/asennustoimenpiteisiin:

- Laitteen **etulevyn** irrotus-/kiinnitysruuvien (4 kpl) avaaminen/kiristäminen (kuusiokoloavain 3mm)
- **Lämmön talteenottokennon** irrotus-/kiinnitysruuvien (2 kpl) avaaminen/kiristäminen (kuusiokoloavain 4mm)
- Suodattimen **selkällevyn** irrotus-/kiinnitysruuvien (4 kpl) avaaminen/kiristäminen (ruuvitaltta)

### 5.4.1 Etulevyn kiinnityksen uudelleensuunnittelu

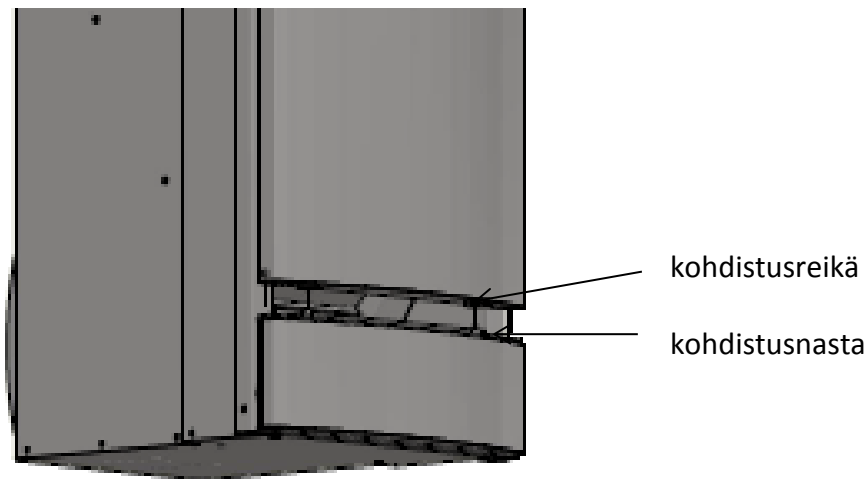
Etulevyn kiinnityksen muutos toteutettiin normaalina suunnitteluprosessina ilman laajempaa ideointitapahtumaa. Tavoitteena oli muuttaa etulevyn konstruktioita siten, että sen irrotus ja paikalleen asentaminen on mahdollis-



ta ilman työkaluja. Etulevyn asettuminen tiiviisti ja asianmukaisesti Hengettären runkoon on erittäin oleellista laitteen ohivuotojen ja tehohäviöiden minimoimiseksi.

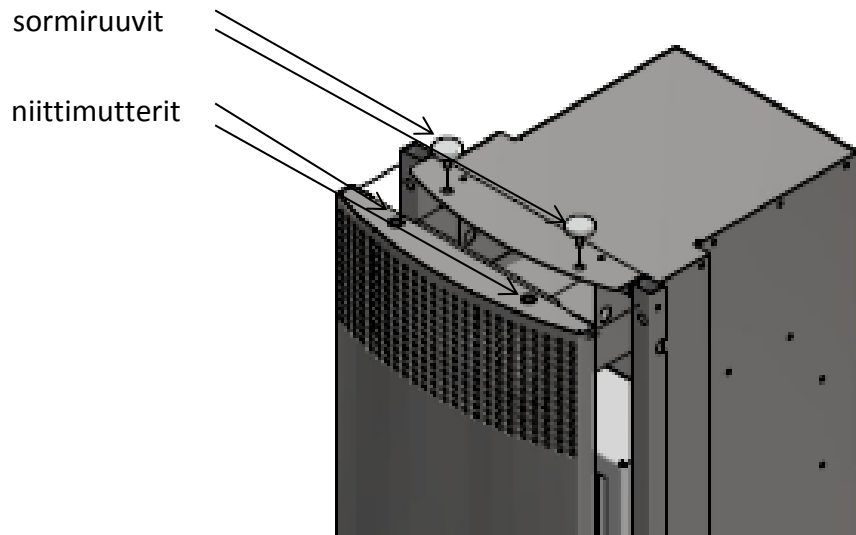
Classic-mallin etulevyn kiinnitys neljällä ruuvilla etulevyssä olevien vapaa-reikien läpi runko-osassa oleviin niittimuttereihin on paikoittanut etulevyn tarkasti ja aina samalla tavoin. Kiinnitysruuvien sijoittaminen on myös ollut suunniteltu siten, että sen kiristyminen tiivisteitä vasten on optimaalinen.

Edellä toteutettu ja päätökseen johtanut ideointiprosessi etulevyn ulkonäöstä ei mahdollistanut kiinnitysruuvien tai muiden kiinnityselementtien sijoittamista etulevyn näkyvään pintaan. Etulevyn kiinnitys tuli siksi konstruoida siten, että etulevy kiinnittyy runko-osaan ala- ja yläreunastaan. Päädyin ratkaisuun, jossa etulevyn alareunaan tuli kohdistusreiät (2 kpl) ja runko-osaan vastaavat kohdistusnastat (kuva 9).



Kuva 9. Etulevyn alaosan kiinnitysratkaisu

Kuvassa 10 on etulevyn yläosan kiinnitys runko-osaan. Etulevyyn asennettavat niittimutterit (M5) asettuvat rungon kattolevyssä olevien reikien kohdalle siten, että etulevyn alaosan ollessa kohdistusnastojensa määräämässä asemassa ja yläosan reiät kohdakkain, etulevy asemoituu tiiviisti runko-osan tiivistettä vasten. Etulevy lukitaan paikalleen kahdella sormiruuvilla, jolloin se on irrotettavissa ja asennettavissa paikalleen ilman työkaluja, mikä oli tavoitteena.



Kuva 10. Etulevyn yläosan kiinnitysratkaisu

#### 5.4.2 LTO-kennon kiinnityksen uudelleensuunnittelu

Lämmön talteenottokennon (LTO) kiinnityksen muutos toteutettiin normaalin suunnitteluprosessina ilman ideointitapahtumaa. Tavoitteena oli muuttaa LTO -kennon konstruktiota siten, että sen irrotus ja paikalleen asentaminen on mahdollista ilman työkaluja.

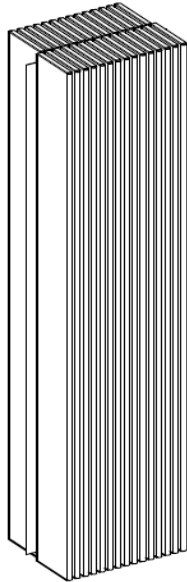
Kuten kohdassa 4.3 (suodattimen vaihto) on esitetty, Classic-mallin LTO-kenno on asemoitu paikalleen alareunan huuloksen avulla ja kiinnitetty paikalleen sen yläreunasta kahdella kuusiokoloruuvilla. Kuusiokoloruuveista johtuen, on käyttäjällä oltava sopiva kuusiokoloavain saatavilla hänen vaihtaessaan laitteeseen suodatinta.

Suunnitteluprosessin aikana halusin yhdistää kaksi tavoitetta LTO-kennon osalta: yhtäältä työkaluista vapaan suodattimen vaihdon, eli kenno tulee voida poistaa ja asettaa takaisin ilman erillisiä työvälineitä ja toisaalta tavoitteena olevan ilmavirtojen paremman hallinnan.

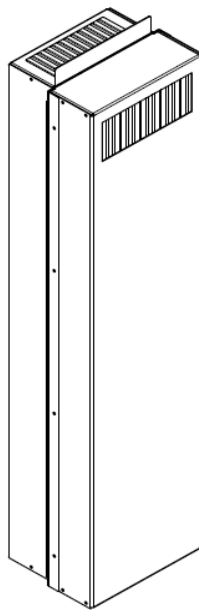
Em. tavoitteiden toteutumisen näkökulmasta päädyin koteloidmaan LTO-kennon.

Kuvassa 11 on esitetty perinteinen Classic-mallinen LTO-kenno, joka on alumiinista taivutettu avoin kennosto.

Kuvassa 12 on havainnekuva Elegance-mallin koteloidusta LTO-kennosta.



Kuva 11. Classic-mallin LTO-kenno



Kuva 12. Elegance-mallin LTO-kenno

Uuden (Elegance) mallin LTO-kenno pohjautuu perinteiseen kennorakenteseen, mutta sen ympärille konstruoitu alumiinikotelo asettuu kapeamman takaosan ja leveämmän etuosan välisen olakkeen avulla rungossa olevaa kavennusolaketta vasten. Kotelon syvyys on mitoitettu siten, että LTO-kennon ollessa syvyysuunnassaan em. olaketta vasten, etulevy asettuu sen etureunaan varmistuen LTO-kennon asettumisen oikeaan asemaansa. LTO-kenno kiinnitetään ainoastaan yläreunastaan runko-osaan tarranauhalla, jonka funktio on ainoastaan estää LTO-kennon hallitsematon kaatuminen ulos laitteesta etulevyn irrotuksen yhteydessä.

Edellä kuvatulla konstruktiolla pääsin haluttuun lopputulokseen, eli LTO-kennon poistaminen ja paikalleen asettaminen mahdollistuvat ilman erillisiä työkaluja.

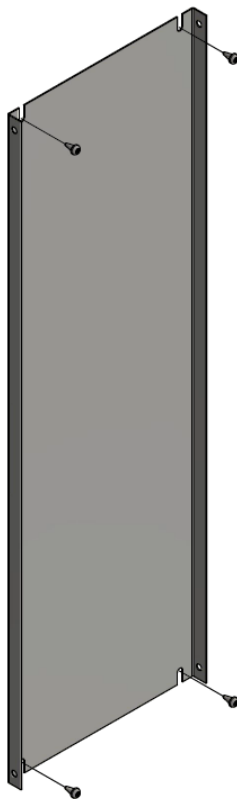
#### 5.4.3 Suodattimen selkävyn kiinnityksen uudelleensuunnittelu

Myös suodattimen selkävyn uudelleenkonstruointi toteutettiin normaali-  
na suunnitteluprosessina ilman kollektiivista ideointia. Tavoitteena oli muut-  
taa selkävyn konstruktiota siten, että sen irrotus ja paikalleen asentami-  
nen on mahdollista ilman työkaluja.

Kohdassa 4.3 (suodattimen vaihto) on esitetty Classic-mallin suodattimen  
selkävyn irrotus käyttäen ristipää ruuvitalttaa neljän kiinnitysruuvien irrot-  
tamiseen ja kiinnittämiseen. Ruuveista johtuen, on käyttäjällä oltava sopiva  
ruuvitaltta saatavilla hänen vaihtaessaan laitteeseen suodatinta.

Suodattimen selkävyn tehtävänä on osaltaan tiivistää tulokanava siten, et-  
tä tuloilma virtaa suodattimen kautta lämmönvaihtimen ottopuolelle ilman  
ohi- ja vuotovirtauksia.

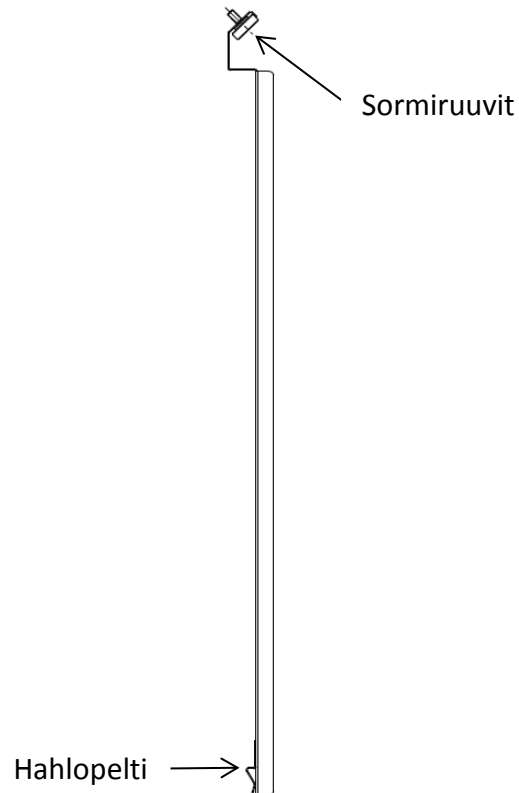
Kuva 13 esittää Classic-mallin suodattimen selkävyn konstruktiota. Kuvassa  
on havainnollistettu myös osan kiinnityksessä käytettävät neljä ruuvia,  
jotka on avattava ennen suodattimen vaihtamista.



Kuva 13. Classic-mallin suodattimen selkälevy

Tuotekehitystavoite suodattimen selkävyn osalta oli siis hyvin yksinkertainen: millainen konstruktio mahdollistaa oheisen osan kiinnittämisen Hengettären runkoon ilman työkaluja?

Kuvassa 14 on esitetty sivukuvanto uudesta suodattimen selkävystä. Levyn alareuna kiinnittyy suodatinkotelon alareunaan kuvassa näkyvän hahlopellin avulla, joka on kiinnitetty varsinaiseen selkävyyh pistehitsaamalla. Hahlopelti asemoi selkävyyh oikeaan asemaan sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti.



Kuva 14. Sivukuvanto uuden suodattimen selkävystä

Selkävyyh yläosa kiinnitetään tuloilmakanavan ilmanohjaimen kahdella sormiruuvilla. Sormiruuvi on sama komponentti, jolla uudistetun konstruktion etulevy kiinnitetään laitteen runkoon.

Sormiruuvit ovat kaupallisia M5-kierteisiä komponentteja, joiden saatavuus on varmistettu useiden eri toimittajien kautta.

Sormiruuveja varten tuloilmanohjaimen kiinnitetään etukäteen kaksi M5-niittimutteria.

Alkuperäisen suodattimen selkälävyn kiinnitysruuvien korvaaminen yksinkertaisesti sormiruuveilla ei ollut mahdollista tilanpuutteen vuoksi. Ahtaus selkälävyn ja lämmön talteenottokennon välissä ohjasi suunnittelua ja johti suurelta osin edellä esitetyn rakenteen muotoutumiseen.

Tuotekehitysprojektin yhtenä tavoitteena ollut uudistus, jonka myötä suodattimen vaihtaminen Hengetär-ilmanvaihtolaitteeseen mahdollistuisi ilman työkaluja, vaati kolmen eri komponentin uudelleensuunnittelua:

Etulevyn kiinnitys laitteen runkoon tuli konstruoida uudelleen siten, että kuusiokoloavaimen käyttöä ei enää tarvita etulevyn irrottamiseen ja paikalleen asentamiseen. Tavoitteen toteuttamiseen vaikutti oleellisesti toinen tuotekehitysprosessin tavoite laitteen ulkonäkövaatimuksesta, jonka seurauksena etulevyn rakenne muuttui. Näiden kahden tavoitteen yhdistämiseksi oli löydettävissä ratkaisut, jotka toteuttavat ne molemmat.

Lämmön talteenottokennon kiinnitys asemaansa tuli suunnitella uudelleen siten, ettei sen irrottamiseen ja paikalleen asentamiseen tarvita kuusiokoloavainta. Myös tämän tavoitteen yhteydessä tuotekehitysprosessin kolmas tavoite laitteen sisäisten ilmavirtojen paremmasta hallinnasta risteskiinnitystavoitteen kanssa. Myös tähän ongelmaan oli löydettävissä ratkaisut, joiden myötä molemmat tuotekehitystavoitteet olivat saavutettavissa. Ilmavirtojen hallinnan ratkaisusta on kerrottu myöhemmin tämän dokumentin sisällössä.

Kolmas komponentti työkaluvapauden saavuttamisen tiellä oli suodattimen selkälävyn kiinnitys neljällä ruuvilla, joiden irrotus ja kiinnitys vaativat ruuvitaltan käyttöä. Tässä suurin ongelma koneenrakennuksen näkökulmasta oli ahtaus. Selkälävyn alareunan kiinnitykseen suodatinkoteloon tuli löytää ratkaisu, jolle ei ollut käytännössä yhtään tilaa LTO-kennon suunnassa. Myös yläreunan kiinnitys vaati selkälävyn muotoilua siten, että käsin irrotettaville ja kiinnitettävälle sormipyörille järjestyi riittävä tila.

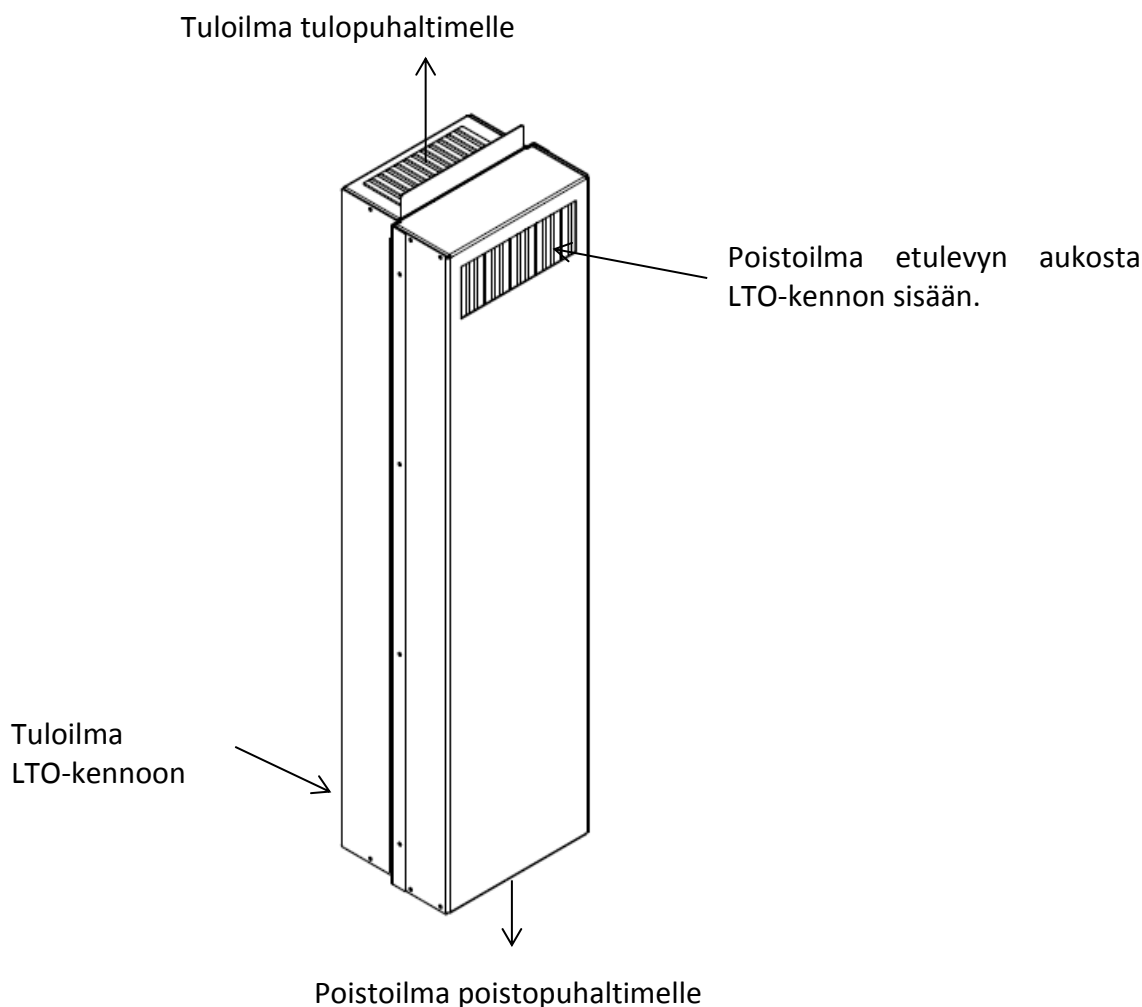
Projektin edellä selostettu tuotekehitysprosessi on itse asiassa varsin tyyppilinen tehtävänkulku yleisesti tuotekehityksessä. Eri tekniset ja toiminnalliset tavoitteet risteävät ja näyttävät usein olevan ristiriidassa keskenään. Mikäli alkuun ristiriidassa olevat tavoitteet saadaan ratkaistua yhdessä ja tukemaan toisiaan, prosessi on onnistunut.

## 5.5 Sisäisten ilmavirtojen hallinnan parantaminen

Kuten kuvasta 11 käy ilmi, perinteisen Hengetär Classic-mallin LTO-kennon on ollut avoin kennorakenne, jolloin sekä tulo- että poistoilmavirrat eivät ole olleet pakotettuja kennoston lamellien väliin. Tällöin lämpöenergiaa sitonut poistoilmavirtaus on saattanut virrata suurelta osin LTO-kennon ja laitteen etulevyn väliin jäävässä tilassa luovuttamatta lämpöenergiaansa LTO-kennoon. Vastaavasti tuloilmalla on ollut mahdollisuus virrata osin LTO-

kennon ja suodattimen selkävyn väliin jäävässä tilassa, jolloin hyötysuhde lämpöenergian siirtymiseksi tuloilmaan ei ole paras mahdollinen.

Kuvassa 15 on esitetty uuden LTO-kennon koteloitu rakenne, jossa poistoilma pakotetaan LTO-kennon antopuolelle ja tuloilma vastaavasti ottopuolelle.



Kuva 15. Uuden LTO-kennon koteloitu rakenne (Elegance)

Koteloimalla LTO-kenno alumiinisen kotelon sisään ja konstruoimalla kotelon sisään- ja ulosvirtauksille tiivistetyt aukot, voidaan varmistua virtausten kulku LTO-kennon kautta. Lisäksi kotelointi mahdollistaa työkaluja vaatineen LTO-kennon kiinnityksen muuttamisen työkaluttomaksi. Kotelointi mahdollistaa edelleen myös eristeen lisäämisen kotelon sisään tuloilmapuolelle. Tämä parantaa edelleen LTO-kennon energiatehokkuutta ja hyötysuhdetta.

LTO-kennon kotelointi nostaa Hengetär-ilmanvaihtolaitteen valmistuskustannuksia yhteensä noin 65 euroa. Tämä on kuitenkin perusteltua aikaisemmin kuvatuista teknisistä syistä.

## 5.6 Tuotekehityksen vaiheet

Jokisen mukaan tuotekehityshanke voidaan jakaa neljään toimintavaiheeseen: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Jokinen, 2010, s.14)

Oikeiden tuotekehityshankkeiden **käynnistäminen** on yrityksen menestyksen kannalta hyvin oleellista. Tästä syystä ennen lopullista tuotekehityshankkeen toteuttamispäätöstä on huolellisesti selvitettävä uuden tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäkömät, saatavat tuotot sekä myös työterveydelliset ja ympäristönsuojelulliset kysymykset.

Käynnistämisvaihe päättyy myönteisessä tapauksessa **kehityspäätökseen**. Vain osa kehityspäätöstä valmistelleista henkilöistä osallistuu varsinaiseen tuotekehitystyöhön. (Jokinen, 2010, s.14)

Suomen Luxusilma Oy:n liiketoimintasuunnitelmassa on maininta nykyisen Hengetar (Classic) -mallin ”facelift”-projektin käynnistämisestä ja tavoitteenasettelusta käynnistettävän projektin osalta. (Suomen Luxusilma Oy, Liiketoimintasuunnitelma, s.3)

**Luonnosteluvaihe** aloitetaan tehtävän analysoinnilla. Lähtien kehityspäätöksestä laaditaan uudelle tuotteelle asetettavat vaatimukset ja tavoitteet. Tässä yhteydessä saattaa tulla ilmi seikkoja, joita ei osattu kehityspäätöstä tehtäessä ottaa huomioon, jolloin ennen lopullisen vaatimuslistan tekemistä joudutaan keskustelemaan kehityspäätöksen tekijöiden kanssa. (Jokinen, 2010, s.14)

Opinnäytetyöni aiheena olevassa tuotekehityskierroksessa tehtävän analysointivaiheessa tavoitteenasettelu oli muunnettu konkreettisiksi tuotekehityskohteiksi, joita oli kolme: (1) tuotteen ulkonäön parantaminen paremmin markkinoiden vaatimuksia vastaavaksi, (2) käytettävyyden parantaminen työkaluvapaan suodatinvaihdon kautta sekä (3) laitteen sisäisten ilmavirtojen parempi hallittavuus lämmön talteenoton hyötysuhteen parantamiseksi.

Vaatimuslistan jälkeen luonnostelu jatkuu ratkaisumahdollisuuksien etsimisellä. Jotta päästäisiin irti mahdollisista ennakkokäsityksistä, joita ongelman analysointivaihekin on saattanut synnyttää, on hyvä aloittaa työ tehtävän **yleistämisellä**. Tällöin pyritään irtautumaan varsinaisesta tehtävästä. Esimerkiksi jos tehtävänä on suunnitella pakkauskone, niin tässä vaiheessa etsitään ratkaisuja tavaran varastoinniseksi ja lähettämiseksi riittävän suojattuna perille. Yleistämisvaiheessa pyritään myös selvittämään tehtävän olennaiset ongelmat ja **kokonaistoiminto**. Seuraavassa vaiheessa kokonaistoiminto jaetaan **osatoimintoihin** ja näille etsitään **ratkaisumahdollisuuksia** käyttäen hyväksi ideointimenetelmiä.



Osatoimintojen ratkaisuihin valitaan teknis-taloudellisten näkökohtien perusteella parhaimmat ja niitä yhdistelemällä etsitään **kokonaistoiminnon ratkaisuperiaatteita**. Vaihtoehtoiset ratkaisut **arvostellaan** vaatimus- ja toivelistan kriteerien perusteella. Yksi tai mahdollisesti useampikin ratkaisuperiaate kehitetään edelleen konkreettiseksi luonnoksiksi niin, että niiden teknis-taloudellinen arvostelu on riittävän luotettavasti suoritettavissa. Tulokseksi saadaan yksi tai useampi **ratkaisuluonnos**. Ratkaisuluonnoksista voidaan käytännössä yleensä aika- ja kustannussyistä kehittää lopulliseksi tuotteeksi vain yksi. Tästä syystä ratkaisuluonnokset on huolella arvosteltava parhaimman löytämiseksi. (Jokinen, 2010, s.15)

Tuotekehityskierrokseni Hengetär-ilmanvaihtolaitteen parantelemiseksi noudatteli varsin hyvin Jokisen määrittelemää kehittämisvaihetta. Kävimme lävitse mahdollisia etulevykonstruktioita subjektiivisen ulkonäön sekä objektiivisten kustannus- teknisten parametrien näkökulmasta. Yksinkertaisemmaksi Jokisen ajatusmalliin nähden projektini teki luonnollisesti se, että kyseessä ei ollut täysin uuden tuotteen suunnitteluprojekti, vaan olemassa olevan parantaminen.

Suodattimen työkaluvapaan vaihtoprosessin kehittäminen ja laitteen sisäisten ilmavirtojen hallittavuuden parantaminen olivat osittain ratkaistavissa samalla kertaa koteloimalla LTO-kenno ja konstruoimalla kotelo sellaiseksi, että sen irrotus ja kiinnitys ilman työkaluja mahdollistuivat.

Kun näin saadaan kaikki asetetut vaatimukset täyttävä konstruktio suunnitelluksi, päättyy kehitysvaihe ja tuloksena on **kehitetty konstruktioehdotus**. Jos vaatimuksia ei pystytä riittävän hyvin toteuttamaan, on kehitetty aloitettava alusta ja valittava lähtökohdaksi uusi ratkaisuluonnos. (Jokinen, 2010, s.15)

Tuotekehitystapahtuman viimeisessä vaiheessa suoritetaan konstruktion **viimeistely**. Tällöin piirretään työpiirustukset, laaditaan osaluettelot, käyttö- ja huolto-ohjeet jne. Tässä vaiheessa konstruktion yksityiskohdat saavat lopullisen muotonsa. Sarjavalmistukseen tulevista tuotteista valmistetaan tavallisesti koekappale eli **prototyyppi**. Sen ominaisuudet tutkitaan ja tarkistetaan, että ne vastaavat asetettuja tavoitteita. Prototyypin jälkeen voidaan valmistaa vielä ns. **nollasarja**, jolla testataan suunniteltuja valmistusmenetelmiä ja josta saadaan lisää tietoa uuden tuotteen ominaisuuksista ja valmistushajonnasta. (Jokinen, 2010, s.17)

Hengettären tuotekehityskierros jatkui prototyypilaitteen valmistuksella, kokoonpanolla ja testauksella. Testaus tarkoitti tässä prosessissa etulevyn valmistettavuuden ja kiinnityksen toimivuuteen sekä uudelleen suunniteltujen LTO-kennon ja suodattimen selkälävyn kiinnityksen toimivuuteen. Etulevyn kiinnitys ja muotoilu vaativat valmistusteknisistä syistä pieniä muutoksia, mutta muuten kehitystyö oli onnistunut heti ensimmäisen prototyypin perusteella.

Kehitysprojektiin lähdetessä oli määrittelemättömänä toiveena myös laitteen äänitason madaltaminen. LTO-kennon kotelointi ja etulevykonstruktion muutos aikaansaivat myös tämän, positiivisen parannuksen laitteeseen.

Opinnäytetyöni aiheena ollut Hengetär-ilmanvaihtolaitteen tuotekehityskierros päättyi tarvittavien valmistus- ja kokoonpanopiirustusten laadintaan edellä kuvattujen konstruktioehdotusten pohjalta. Asetetut tuotekehitystavoitteet täyttyivät, joten tarvetta palata takaisin prosessissa ei ollut.

## 5.7 Lopputulos

Hengetär-ilmanvaihtolaitteen tuotekehityskierroksen tavoitteena oli mm. parantaa laitteen ulkonäköä markkinoinnin helpottamiseksi.

Kuvassa 16 on perinteinen Hengetär Classic asennettuna ikkunaan asennuslevyjen avulla.

Kuvassa 17 on tuotekehityskierroksen läpikäynyt Hengetär Elegance asennettuna vastaavaan ikkunaan asennuslevyjen avulla.



Kuva 16. Hengetär Classic asennettuna ikkunaan



Kuva 17. Hengetär Elegance asennettuna

Edellä kuvatun tuotekehitysprosessin myötä Suomen Luxusilma Oy sai hyödynnettäväkseen uudistetun tuotteen, jonka tekniikka perustuu vuosikymmenten aikana toimivaksi todettuun, mutta asiakaspalautteenkin perusteella parannetun version. Uusi Hengetär Elegance on asennettavissa vanhan Classic-mallin paikalle, joten se antaa mahdollisuuden tarjota asiakkaille laitteen päivitystä ilman merkittäviä asennuskustannuksia.

Uudistetun tuotteen valmistuskustannukset kohosivat yhteensä 168 Eurolla, mutta kustannusten nousu on kompensoitavissa myyntihinnan korotuksella, joten projekti oli varsin onnistunut paitsi teknisesti, myös taloudellisesti. Hengetär Elegancen myyntihinta oli arvioitu jo ennen tuotekehitysprosessin aloitusta noin 350 euroa korkeammaksi kuin perinteinen malli, jolloin hieman kohonneet valmistuskustannukset on saatavissa takaisin tuotteen korkeamman myyntihinnan muodossa.

Yksityistalouksissa, joihin Elegance-malli on ensisijaisesti tarkoitettu, ulkonäköseikoilla on oleellinen vaikutus hankintapäätökseen. Myös käytön helppous sekä työkaluista vapaa vuosittainen huoltotoimenpide auttavat tuotteen markkinoinnissa. Taloyhtiöissä sekä julkisissa tiloissa kuten kou-

lut, päiväkodit jne. ulkonäköseikoilla ei ole niin merkittävää roolia markkinoinnin näkökulmasta. Julkisissa tiloissa on myös lähes poikkeuksetta keskitetyt huoltotoiminnot, jolloin työkalujen käyttö ja olemassaolo eivät myöskään ole ongelma.

## LÄHTEET

Jokinen, T. (2010). *Tuotekehitys*. Opinnäytetyö. Aalto Yliopisto 2010, lib.tkk.fi

Kajanne, J. & Hiltunen M. (2018). *Käyttäjän hyödyntäminen tuotekehitysprosessissa*. Opinnäytetyö. LUT 2018, lut.fi

Suomen Luxusilma Oy (2018). *Liiketoimintasuunnitelma*.

YTJ-Yritys- ja yhteisötietojärjestelmä (2020). tietopalvelu.ytj.fi