

Opinnäytetyö (AMK / TurkuAMK)

Kone- ja tuotantotekniikka / Tuotekehitys

TUKES12

2016

Jarno Merkkiniemi

BOXFAN

– Purettava keittiöpuhallin

OPINNÄYTETYÖ (AMK / TurkuAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / Tuotekehitys

2016, 24 sivua

Jarno Merkkiniemi

BOXFAN

- Purettava keittiöpuhallin

Tämän opinnäytetyön tehtävä oli luoda Fläkt Woods OY:n tuotevalikoimasta jo olemassaolevan puhaltimen kaltainen savukaasupuhallin, joka kuitenkin on purettavissa pienempiin osiin asennuksen helpottamiseksi.

Savukaasupuhaltimen tehtävä on puhaltaa ilmaa ulos rakennuksesta, kuten esimerkiksi keittiöstä. Savukaasupuhaltimen tehtävä on toimia myös tulipalon sattuessa. Purettavan savukaasupuhaltimen tulee olla asennettavissa saneerauskohteeseen.

Tässä työssä perehdytään savukaasupuhaltimen tuotekehitysprojektin toteuttamiseen ja testaamiseen. Perehdytään myös projektissa käytettyyn projektinhallintatyökaluun ja projektin aikatauluihin ja niiden seurantaan.

Ennen opinnäytetyön aloitusta yrityksellä oli asiakas, joka oli ilmoittanut tarpeesta purettavalle mallille tämänhetkisestä tuotteesta, joten asiakastarvetta ei ollut tarvetta tutkia. Tuotteen spesifikaatio oli pääpiirteittäin sama kuin aiemmalla puhaltimella, mutta tuotteen tuli olla purettava.

Raportissa perehdytään uuden puhaltimen luomiseen ja ongelmakohtien ratkaisemiseen, käydään läpi uuden puhaltimen prototyypin ja sen muutoksia edeltävään malliin ja käydään läpi uuden puhaltimen polttotestauksen.

Tuoterakenteet ja tarvittavat ohjeet luodaan asiakkaille ja omalle tuotannolle ja tehdään katalogitiedot puhaltimesta.

Lopuksi tutkittiin asiakkaan tyytyväisyys uuteen tuotteeseen ja varmistuttiin, että projekti on valmis tuotteistettavaksi.

ASIASANAT:

Savukaasupuhallin, BoxFan, projektinhallinta, prototyyppi, saneeraus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering/ Production Development

2016, 24 pages

Jarno Merkkiniemi

BOXFAN

- Dismountable Kitchen Fan

The aim of this thesis was to design a smoke extraction fan similar to an existing product of Fläkt Woods OY but with a possibility to be dismantled into smaller parts in order to ease the installation.

Smoke extraction fans are used to blow out air from buildings, for example from kitchens. The function of a smoke extraction fan is also to work during fire. Dismountable smoke extraction fans should be installable into buildings under renovation.

In this thesis the focus is on the commission of designing and testing of a smoke extraction project. The tools used in project management and project schedules and follow-up were also studied in this project.

Before the starting of this thesis, Fläkt Woods OY already had a customer who had claimed the need for a dismountable model of the current product, so there was no need to research potential clients. The product specification was mainly the same as with the current version but it also had to be dismountable.

The creation of the new fan and how to solve the upcoming new problems were studied. The prototype of the new fan and the changes from the previous model are introduced. Process through the burn test for the fan are explained.

The structure of the product and needed manuals for the client and for the company's own production line were made. Also a catalog data of the fan was compiled.

In the end the customer research ensured the client satisfaction of the product and the readiness of the productization of the project.

KEYWORDS:

Smoke extraction fan, BoxFan, project management, prototype, renovation

SISÄLTÖ

LYHENTEET

1. Johdanto	6
1.1 Työn tausta	6
1.2 Tavoitteet ja työn rajaus	6
2. Projektinhallinta	7
2.1 Tollgate-malli / NPI	7
2.2 Aikataulu	8
2.3 Projektin seuranta	9
2.4 Toimitteet	10
3. Konseptin luominen	11
3.1 Spesifikaatio	11
3.2 Ideointi	12
3.3 Toteutus	14
3.4 Prototyypin esittely	14
3.5 Konseptin jäädytys	15
4. Suunnittelu	16
4.1 Tuoterakenteet	16
4.2 Asennus- ja huolto-ohje	16
5. Testaus	17
5.1 Oma testaus	17
5.2 Tulokset	17
5.3 Viralliset testit	20
6. Projektin yhteenveto	21

LIITTEET

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
NPI	New Product Introduction
ERP	Enterprise Resource Planning
TG	TollGate

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

BoxFan on poistopuhallin, jonka tehtävä on poistaa ilmaa rakennuksesta. BoxFania käytetään usein keittiöpuhaltimena, mutta sille on myös muita hyviä käyttökohteita. BoxFan kestää korkeita käyttölämpötiloja ja toimii myös tulipalon sattuessa. Puhallin voidaan asentaa sisälle rakennuksen välikattoon ja ulos katolle.

Fläkt Woods:lla on tuotteissaan jo olemassa BoxFan, mutta nykyinen suuri asiakas on pyytänyt saada purettavan mallin, joka olisi helpompi asentaa jälkiasennuksena saneerauskohteisiin. Tämä asettaa useita teknisiä haasteita suunnitteluun. BoxFan tulisi saada yhtä hyväksi suorituskvyyltään kuin aiempi BoxFan, kuitenkin siten, että hinta saadaan pidettyä kilpailukykyisenä.

1.2 Tavoitteet ja työn rajaus

Projekti suoritetaan Fläkt Woodsille räätälöidyn NPI-toimintamallipohjan mukaan. Toimintamalli kattaa myös markkinoinnin ja tuotannon toimintaa, mutta tässä päättötyössä keskitytään tarkemmin tuotekehityksen osioon.

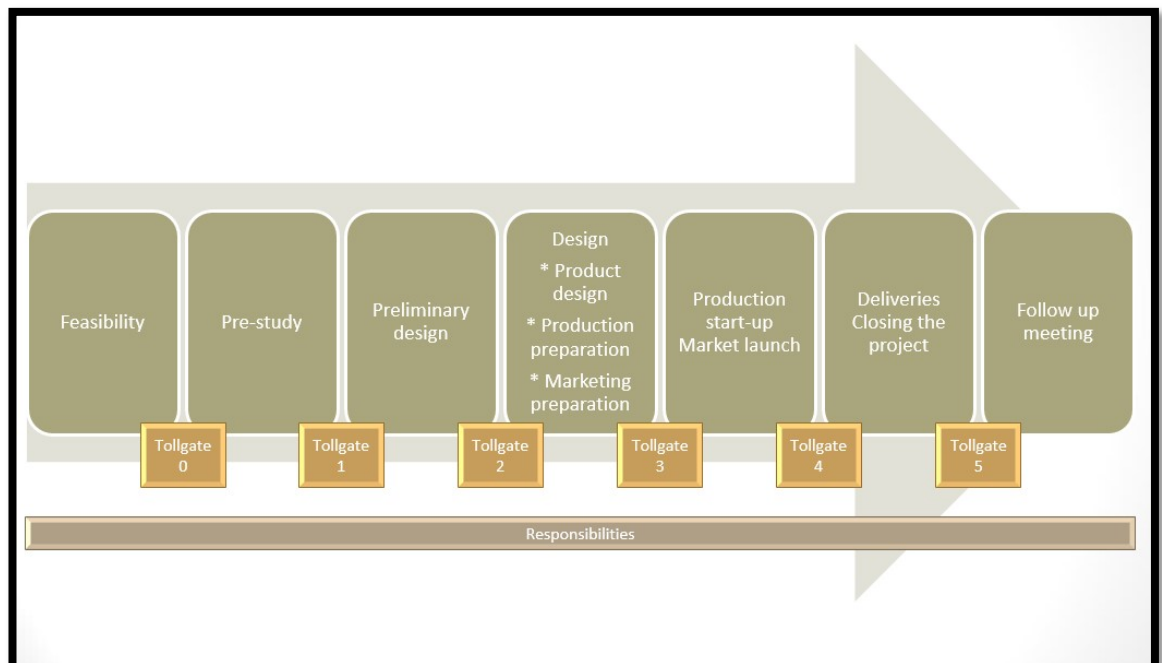
Projektin tavoitteena oli tehdä 4 eri kokoa BoxFanista, jotka ovat toiminnaltaan yhtä hyviä kuin edelliset mallit, mutta purettavissa osiin ja koottavissa uudelleen kolmannen osapuolen toimesta. Puhaltimen hinnan pitää pysyä kilpailukykyisenä edelliseen nähden, jotta vanha puhallin voidaan korvata kokonaan mallistosta.

2 PROJEKTIHALLINTA

2.1 Tollgate-malli / NPI

Tollgate-malli on projektinhallintatyökalu, jonka tehtävä on helpottaa useiden työryhmien yhteistyötä keskenään. Tollgate-mallin avulla työryhmille asetetaan tavoitteet ja aikataulut, joita tarkastellaan tietyin ajoin. Näissä palavereissa tarkistetaan ennalta asetettujen kriteerien täyttymistä ja mahdollisesti muokataan tulevaa aikataulua. Täten voidaan myös jälkikäteen seurata projektin etenemistä mahdollisten virheiden sattuessa.

Tollgate-mallia kuvataan askeleilla TG#0, TG#1, jne. Jokainen askel kattaa tietyn määrän toimitteita, jotka tulee olla tehtynä. Alussa sovittuun aikatauluihin mukaan pidetään TollGate-palaveri, jossa tarkastellaan näitä toimitteita ja niiden täyttymistä. Kun kaikki toimitteet on täyttyneet, voidaan siirtyä seuraavaan TollGate-vaiheeseen. Näiden askeleiden sisältö räätälöidään projektikohtaisesti projektin alkaessa. (Kuva 1.)



Kuva 1. Tollgate-mallin eteneminen

2.2 Aikataulu


Aikataulu suunniteltiin aluksi summittaisesti, koska konseptin luominen on aikaa vievää eikä mahdollisten ratkaisujen löytymisestä ole tarkkaa tietoa. Aikataulua tarkastettiin konseptin jäädyttämisen jälkeen, koska tämän jälkeen tuleva työ on selkeämmin ennakoitavissa.

BOX Fan NPI project schedule										
Task	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May		
Spesification Prototypes										
Protoypes										
Engineering (drawings etc)										
Measurements										
Fire tests										
Accessories										
Production development										
Structures (QAD)										
VTT										
SP										
Brochures/Catalogue										
Product configurator (DLL)										

Kuva 2. Alkuperäinen aikataulu

2.3 Projektin seuranta

Projektin seurannassa käytettiin Tollgate-mallin pohjalle rakennettua kaaviota. Projektiryhmän kesken sovittiin sopiva tapaamisväli, jolloin käytiin läpi onko vaaditut kriteerit toteutuneet ja voidaanko edetä kohti seuraavaa TG:a. Alkuvaiheilla tapaamisille ei ollut tarvetta, koska ideointi on aikaa vievää työtä. Idea voi syntyä päivässä tai viedä aikaa viikkoja, tai kuukausia. Konseptin jäädytyksen jälkeen aikataulun tarkennuttua tapaamisväliä pienennettiin kuukaudeksi ja lopulta käydään 1-2 viikon välein tutkimassa, onko työ edennyt oletetusti.



Phase 2, Plan

Project name	Project owner	Project manager	Updated	STC Present at tg
Box-Fan	Heikki Stenberg	Heikki Stenberg	3.3.2016	

g = Done
 y = Ongoing
 r = Blocker
 w = Not started
 b = Not applicable

TG date:
 Passed
 Passed with remarks
 Rejected

Stat.	#	Header	Open issues/comments/actions	Responsible	Target date	Actual date	STC	Project manager	Product manager	Operational marketing	R&D	Selection part	Sourcing	TSS	Quality	Logistics	Production	Process excellence
g		Concept validation virtual																
g		Test Prototype drawing																
y		Test prototype evaluation																
g		List of drawings																
b		Third party electrical review																
y		Selection tools concept																
	2.4	CONCEPT REVIEW																
y		Technical concept review																
	2.5	PRODUCT COST CALCULATION																
	2.6	OPERATION REPORT																
g		Manufacturing flow plan/layout																
y		Estimated labor cost																
y		Equipment budget																
y		Material plan																
	2.7	MARKET LAUNCH PLAN																
b		Competence matrix TSS																
b		Training plan TSS and Sales																
b		Plan product introduction.																
b		NPI operational marketing																
g		Validation VOC																
	2.8	SOURCING																
b		Suppliers assesment/audit																
y		Purchased components (all not only new)																
b		NDA signed by involved parties																
w		Make or buy analysis																
	2.9	PRODUCT SPECIFICATION																
b		Product rules																
y		Define product codes																
g		Product requirement specification																
w		Selection tool specification.																
b		Launch objectives including marketing																
	2.10	VERIFICATION AND VALIDATION PLAN																
g		Requirement verification sheet																
w		Preparing quality assurance plan for serial production																
y		Selection tool test plan																
b		Plan for beta prototypes for phase 3																
	2.12	PROJECT ORGANIZATION																
g		Project team phase 3-5																
	2.13	PROJECT PLAN PHASE 3-5																
g		Gantt chart phase 3-5																
g		Project milestones phase 3-5																
	2.14	RISK ANALYSIS - current projects risks																
	2.15	BUSINESS CASE REVIEW																
	2.16	TG PRE CHECK																

Kuva 3. Tollgate-vaiheiden tarkastelupöytäkirja

2.4 Toimitteet

Toimitteet ovat asiat, jotka työn onnistumiselta vaaditaan. Kun toimitteet ovat toimitettuina, voidaan työn olettaa olevan valmis. Tämän opinnäytetyön osalta toimitteet olivat:

-Konseptit

-Prototyyppi

-3D-malli

-2D-työkuvat

-Tekniset tiedot (mittakuvat)

-Raportti

-Työohje tuotannolle

-Asennus- ja huolto-ohje asiakkaalle

Näiden toimitteiden täytyttyä, voidaan projektia (päättötyön osalta) sanoa valmiiksi.

3 KONSEPTIN LUOMINEN

3.1 Spesifikaatio

Puhaltimen tulee olla purettava malli. Yksittäisten osien dimensiot ja paino tulisi saada laskettua niin, että ne ovat nostettavissa välikattoon mahdollisesta miesluukusta, kun käytävissä ei välttämättä ole nostinta.

Sisääntulon ja ulostulon tulee olla samanlaiset kuin vanhassa mallissa. Puhaltimen tulee olla palonkestävä. Sisäänpuhallus 300 °C yhden tunnin ajan, mutta tavoitteena kuitenkin suoriutuminen standardin EN 12101-3 mukainen F400-testistä.

Neljä kokoa: 025, 031, 040 ja 050. Numero tulee pyörän keskihalkaisijasta (cm). Runko tulee olla eristetty, äänenvaimennustarkoitukseen.

Puhaltimen tulee olla puhdistettava sisältä. Moottoriksi vaihdetaan PM-moottori, vanhassa käytettiin AC-moottoria. Liitoksissa tulee olla joustava liitin.

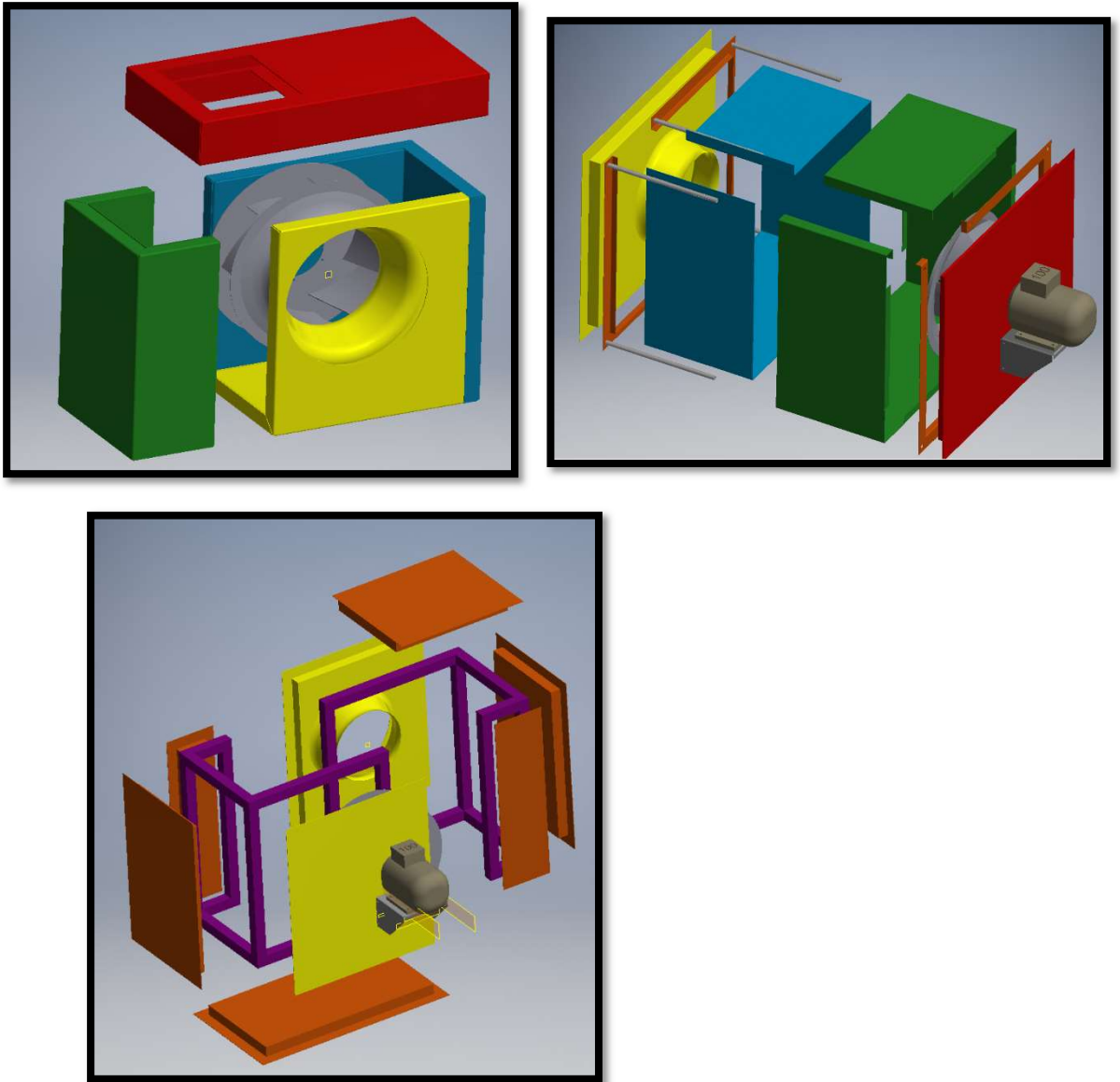
3.2 Ideointi

Ideointi aloitettiin etsimällä kilpailijoilta vastaavia ratkaisuja. Samaan tarkoitukseen olevia puhaltimia ei kilpailijoilta löytynyt, mutta mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja silti oli hyvä hakea. Iloxairilta (osa Fläkt Woodsia) löytyi alumiiniprofiilirunkoinen puhallin, joka herätti kiinnostusta, mutta hylättiin kokonaisuutena alumiinin suuren lämmönjohtavuuden sekä hinnan takia.



Kuva 4. Kilpailijoiden nykyisiä BoxFaneja (Fläkt Woods OY:n verkkolevyn kuvatalenteet).

Esiasteen prototyyppiä varten tehtiin useita 3D-malleja. Konseptin luomisessa kokeiltiin erilaisia putkirunkoja, palkkirakenteella tuettua runkoa sekä ohutlevystä rakennettua. Putkirunkoinen konsepti sai kiinnostusta enemmänkin, mutta kaatui hintavaan rakenteeseen.



Kuva 5. Konseptien sketsausta

3.3 Toteutus

Lopulta päädyttiin vanhan puhaltimen muokkaamiseen purettavaksi. Syinä tähän oli helppo myytävyyksi asiakkaalle, koska edellinen puhallin on ollut yleisesti hyvin toimiva. Muutoksesta johtuvia haasteita ratkaistaessa päädyttiin muuttamaan valtaosa vanhoista osista, lähes kaikki työkuvat muutettiin. Edeltäneen puhaltimen tiivistys tapahtui tiivistemassalla, mutta tätä ei voitu enää käyttää vaan tilalle otettiin lasikuitunauha. Puhaltimen rakenteelle tärkeän imukartion ja puhallinpyörän paikannuksen toleranssiin kiinnitettiin erityistä huomiota, koska välyksen ja limityksen (Liite 1.) tulee olla toleranssissa, myös kolmannen osapuolen tekemän asennuksen jälkeen. Välys ja limitys vaikuttavat olennaisesti puhaltimen suoritusarvoihin. Tuotteen uudelleenluomisessa kiinnitettiin huomiota erityisesti tuotantomenetelmiin ja niiden kautta luotiin ulkonäöllisiä parannuksia tuotteeseen. Tuotekehitysprojektin aikana muutettiin tuotekehityksessä käytettävän CAD-ohjelman asetuksia siten, että ne vastaisivat tuotannon koneita mahdollisimman tarkasti. Tämä mahdollisti osien tarkemman tuottamisen. Vanhassa BoxFanissa kulmat olivat hieman avoimet (Liite 2.), mikä antoi viimeistelemättömän kuvan tuotteesta. CAD-ohjelman ja tuotannon koneiden optimoimisen jälkeen osien toleransseja voitiin pienentää ja tuotteesta tuli huomattavasti siistimmän näköinen (Liite 3.)

3.4 Prototyypin esittely

Varsinaiset muutokset vanhaan malliin verrattuna olivat niittiliitosten muuttaminen niittimutterin ja pultin yhdistelmiksi, ja tiivistemassan muuttaminen lasikuitutiivisteeksi. Ongelmia aiheutti niittimuttereiden kantojen paksuus, ja tämän takia jouduttiin muuttamaan rakenteiden dimensioita, jotta puhallin pysyisi vanhemman mallin kanssa samoissa sisämitoissa. Näin voidaan olettaa, että puhaltimen virtausominaisuuksien tulisi pysyä ennallaan. Päätyövien tiivistenauhan asennus aiheutti hankaluuksia uusien pulttiliitosten vaatimien väistöjen takia, joten tiivistenauha jouduttiin asentamaan oven sijasta itse päätyyn.

3.5 Konseptin jäädytys

Prototyyppien valmistuttua prototyypit lähetettiin Toijalaan polttotestiä varten. Testauksen jälkeen voidaan olla varmistuneita tuotteen toimivuudesta ja spesifikaatioiden täyttymisestä. Tämän jälkeen konsepti voidaan jäädyttää ja aloittaa yksityiskohtaisempi suunnittelu. Lopuksi tuote lähetetään asiakkaalle mahdollisia toiveita tai palautteen antoa varten.

4 SUUNNITTELU

4.1 Tuoterakenteet

Tuotteelle luotiin uudet nimikkeet uusille osille. Nimikkeet nimettiin yrityksen tapojen mukaan, ja kappaleille tuotiin järjestelmästä uniikit piirustusnumerot. Fläkt Woodsillä uusiin kappaleisiin käytetään PDM-järjestelmästä tuotavia 2000XXXX-mallissa olevia piirustusnumeroita. Puhaltimesta luodaan tuoteperhe, ja perheen tuotteille luodaan tuoterakenteet, joista selviää kaikki tuotteen valmistamiseen tarvittavat osat, poislukien tuotannosta löytyvät yleisosat, joita ei erikseen tilata tuotekohtaisesti vaan näiden osalta varastoja täytetään tarvittaessa. Näihin yleisosiin kuuluvat esim. yleismallin pultit. Lisäksi tuotteille tehdään varaosalista ja lisätarvikelista, joista löytyy esim. imukartiot, taajuusmuuntajat, sadesuojat jne.

4.2 Asennus- ja huolto-ohje

Tuotteelle tehtiin asennusohje, jonka avulla tuote voidaan purkaa ja koota käyttäen yksityiskohtaisia kuvia ohjeistusteksteineen. Tämän ohjeen tuli olla käytännöllinen ohje asiakkaalle, mutta virallinen ohje tullaan tekemään myöhemmässä vaiheessa, kun tuote on hyväksytty markkinoille. Yrityksellä on oma pohja ohjeille, jonka pohjalle tämäkin ohje tehdään ylläpitääkseen visuaalinen samankaltaisuus muun dokumentaation kanssa. Lopullisen ohjeen ulkoasusta vastaa mainostoimisto.

5 TESTAUS

5.1 Oma testaus

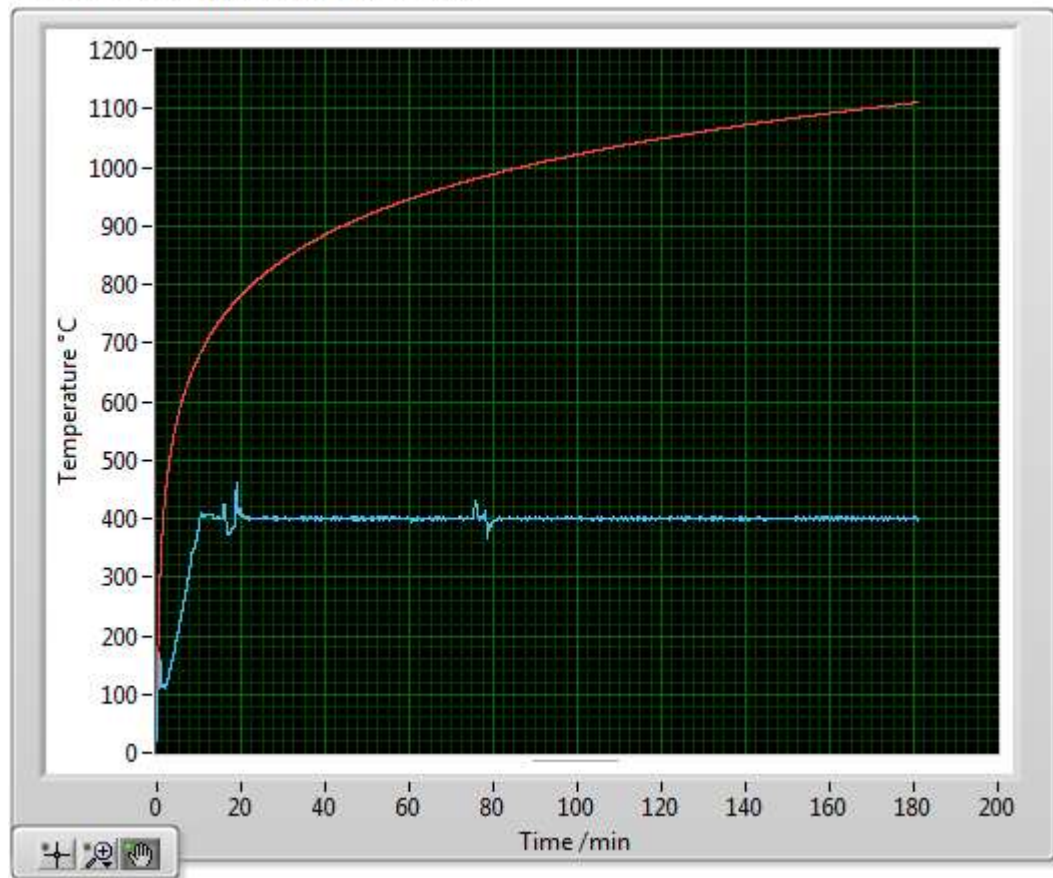
Testaus suoritettiin Fläkt Woodsin Toijalan tiloissa. Testaus tapahtui uunilla, josta puhallettiin kuumaa ilmaa ulos käyttäen testattavaa savukaasupuhallinta.

Testauksessa uuni lämmitettiin 300 °C:n lämpötilaan, jonka jälkeen puhallin puhalsi 15 min ajan ilmaa ulos, tämän jälkeen puhallin sammutettiin 1 min ajaksi, jonka jälkeen moottori käynnistettiin uudelleen. Tämän jälkeen puhallin toimi tunnin ajan, jonka jälkeen lämpö nostettiin 400 °C:seen, puhallin sammutettiin 15 min jälkeen, jälleen 1 min ajaksi. Tämän jälkeen puhallin käynnistettiin ja annettiin käydä 2 tuntia. Tämän testin aikana puhaltimen suoritusarvo eli ilmavirta ei saa laskea 10 % alkuperäisestä, eikä puhallin saa vuotaa eikä kipinöidä ulos.

5.2 Tulokset

Toijalan uusi polttolaitos osoittautui toimivaksi, ja luotettava tulos saatiin aikaiseksi. Uunin lämpötilaa ja puhaltimen sisään menevää ilmaa seurattiin, ja se pysyi tasaisesti halutussa lämpötilassa. Puhaltimen toiminta oli ennalta suunniteltua ja kaikki arvot pysyivät halutuissa rajoissa. Puhallin suoriutui testistä onnistuneesti ja oli valmis jatkotestaukseen.

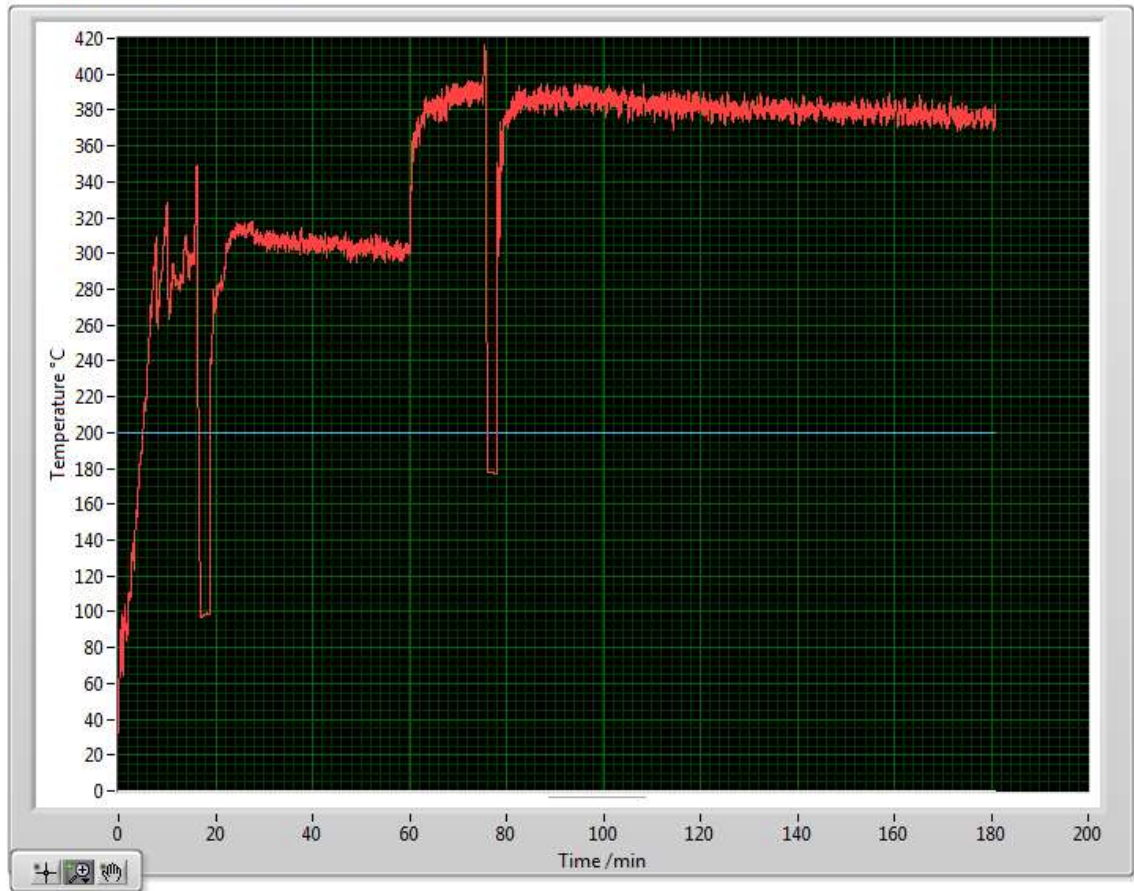
Furnace temperature increase



Kuva 6. Uunista tulevan ilman lämpötila

Furnace temperature increase on uunin lämpötilaa kuvaava käyrä. Punainen käyrä on referenssikäyrä, jota verrataan, kun uuni lämmitetään täydellä teholla ilman kuormaa optimaalisissa olosuhteissa. Tässä testissä tarkoituksena oli pitää uuni 400 asteessa, jotta voidaan simuloida rasvapalon olosuhteita.

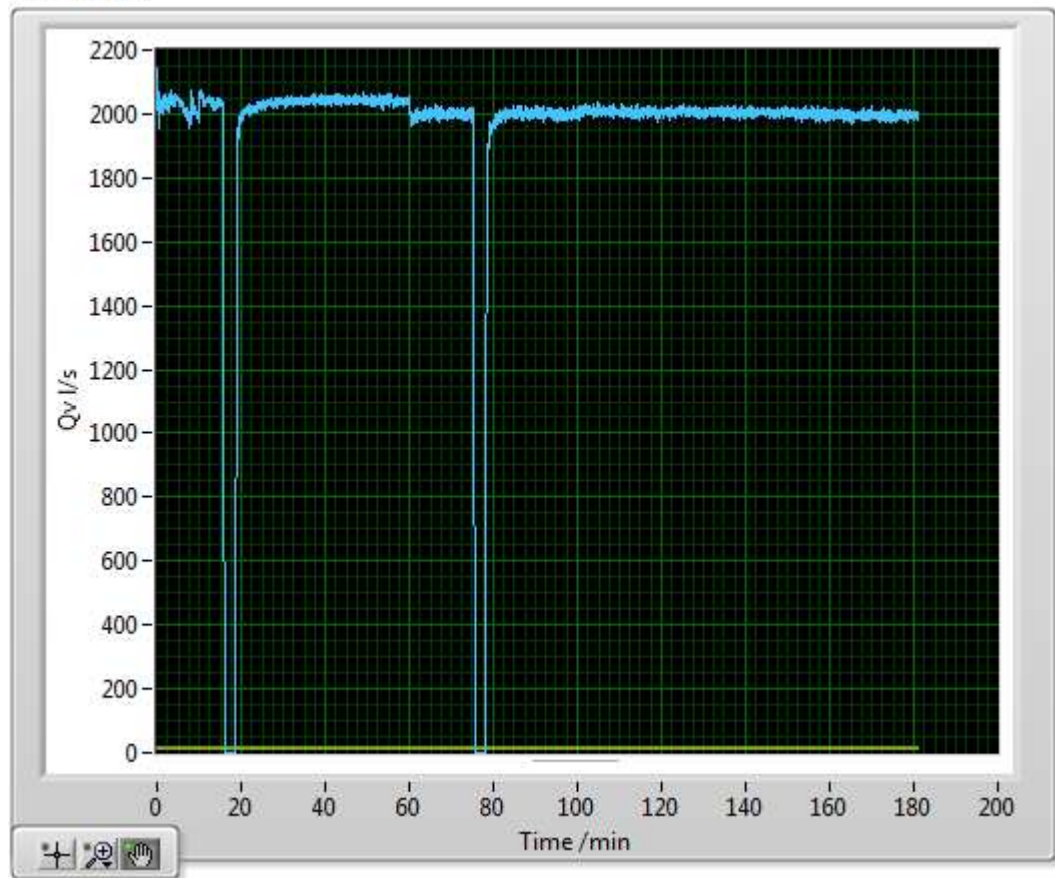
Temperature max/avg



Kuva 7. Puhaltimen ulospuhallusilman lämpötila

Temperature max/avg käyrä kuvastaa puhaltimen imuaukolla olevaa lämpötilaa. Lämpötilassa näkyvät piikit johtuvat puhaltimen pysäytyksistä. Tällöin ilma ei liiku uunista ulos, joten putkistossa oleva ilma jäähtyy. Käyrästä näkee selkeästi ensimmäisen ja toisen pysäytyksen ja lämmön noston 300 asteesta 400 asteeseen.

Leakage



Kuva 8. Puhaltimen puhaltama ilmamäärä

Leakage-käyrä on hieman virheellinen nimeltään, mutta kuvastaa ilmamäärää, jota puhallin siirtää ulos uunista. Käyrässä näkyy jälleen selkeästi pysäytykset ja lämpötilan nostokin näkyy pienenä ilmamäärän pienenemisenä. Käyrästä näkee, ettei ilmamäärä juurikaan laske alkuperäisestä. Ilmamäärän säilyminen alkuperäisen tasolla on ehdoton kriteeri palotestin läpäisemiseksi.

5.3 Viralliset testit

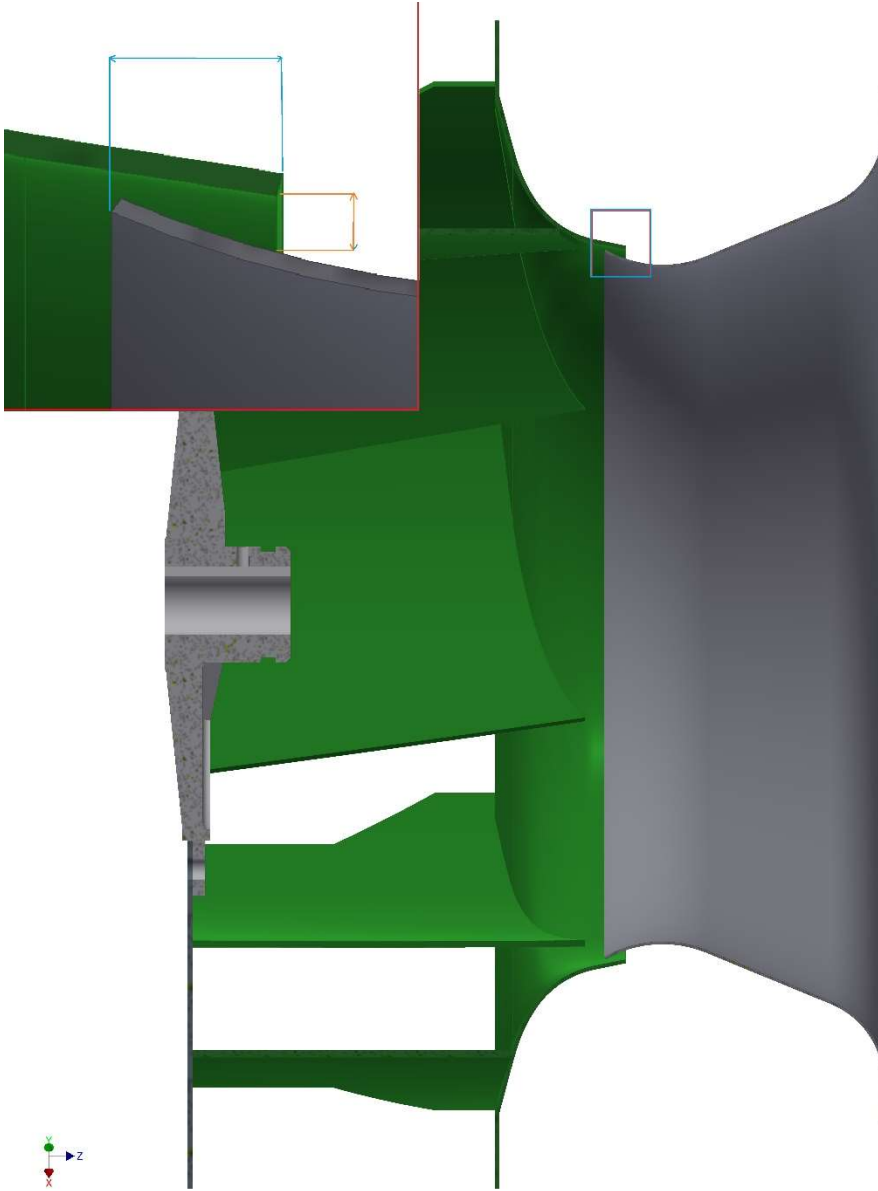
Virallisia testejä tullaan jatkamaan sekä polttotestin osalta Ruotsin SP:llä ja virtaus- ja äänitestejä Suomen VTT:llä. Nämä testit jätetään tuotantomallin valmistumisen loppuvaiheille suurien kustannusten takia, etteivät kustannukset lisäänty niin sanottujen turhien virheiden takia.

6 PROJEKTIN YHTEENVETO

Projektin käytännön osuus onnistui odotusten mukaan. Suurempia ongelmia ei löydetty, tai niihin löydettiin ratkaisut yrityksen vankan kokemuksen avulla. Asiakkaan toiveet kuunneltiin prototyypistä saadun palautteen perusteella, ja niiden mukaiset muutokset tehtiin lopulliseen tuotteeseen. Projektin viivästymiseen vaikutti tuotannon paineet ja osittain materiaalitoimitusten viivästyminen. Aikataulua räätälöitiin projektin edetessä ja suurilta osin viivästyksiltä vältyttiin. Tuote etenee kohti tuotantovalmiutta ja virallisia testejä. Kokonaisuudessa sekä yritys että asiakas olivat tyytyväisiä tuotteeseen.

LIITTEET

Liite 1.



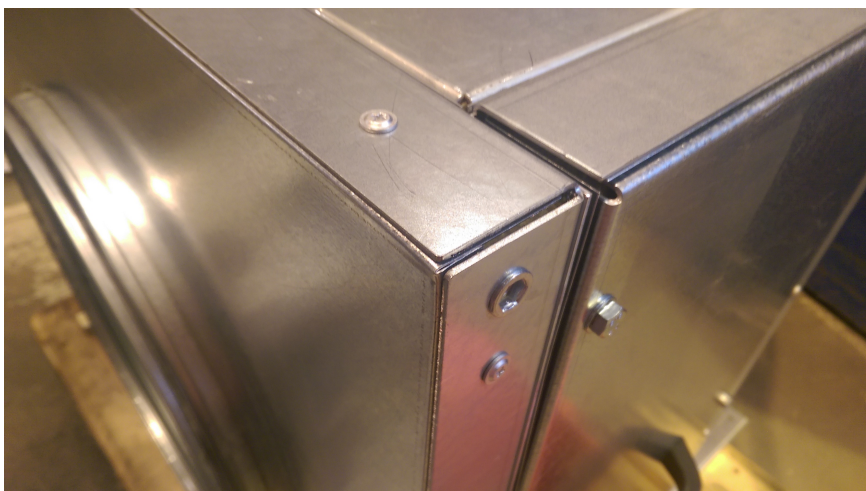
Kuva 9. Limitys ja välys

Kuvassa sinisellä merkattu väli on limitys

Kuvassa oranssilla merkattu väli on välys

LIITTEET

Liite 2.



Kuva 10. Alkuperäinen BoxFan

LIITTEET

Liite 3.



Kuva 11. Uusi BoxFan