

Janne Rantanen

Jätepuristimen tuotekehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

3.4.2014

Tekijä Otsikko	Janne Rantanen Jätepuristimen tuotekehitys
Sivumäärä Aika	23 sivua 3.4.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotesuunnittelu
Ohjaajat	Yliopettaja Jyrki Kullaa Suunnitteluvastaava Jussi Mielikäinen
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli tuotekehitystyö. Työ tehtiin Europress Group Oy:lle, joka on erikoistunut tarjoamaan erilaisia ratkaisuja jätehuoltoon ja kierrätykseen. Työn tavoitteena oli suunnitella yrityksen eräästä jätepuristimesta uusi versio. Tämä muutostyö tuli saada aikaan mahdollisimman pienillä muutoksilla nykyiseen malliin verrattuna, jotta muutokset tuotannossa olisivat mahdollisimman pieniä.</p> <p>Työ aloitettiin puristinosan eri variaatioiden ideoimisella ja niiden mallintamisella Autodesk Inventor -ohjelman avulla. Tämän jälkeen mietittiin, mikä ratkaisu olisi paras kaikkien kannalta, jonka seurauksena valittua vaihtoehtoa lähdettiin kehittämään edelleen yksityiskohteisella suunnittelulla. Puristinosan suunnittelun jälkeen jätekontista suunniteltiin uusi malli. Malleista pyydettiin tarjoukset ja arvioitiin kokonaiskustannuksia. Insinööriyöhön kuuluivat uuden jätepuristimen protomallin suunnittelu sekä kustannuslaskelma siihen liittyen.</p> <p>Tuloksena saatiin uudelle jätepuristimelle 3D-malli, työpiirustukset sekä kustannuslaskelma. Tässä insinööriyössä saatujen työpiirustusten avulla saadaan valmistettua uudenmallista jätepuristinta.</p>	
Avainsanat	Tuotekehitys, jätepuristin, suunnittelu

Author Title	Janne Rantanen Product Development of Waste Compactor
Number of Pages Date	23 pages 3 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Product Design
Instructors	Jyrki Kullaa, Principal Lecturer Jussi Mielikäinen, Design Team Leader
<p>The topic of this Bachelor's Thesis was product development. The thesis was commissioned by Europress Group Oy which is specialized in offering a variety of solutions to waste management and recycling. The objective of this Bachelor's Thesis was to design a new version of one of the company's waste compactors. This modification had to be achieved with minimal changes compared to the current model so that the changes in production would be as small as possible.</p> <p>The project work was started by brainstorming different variations for the compactor and modeling them with Autodesk Inventor program. After that the best solutions were examined. As a result, the detailed design for the selected option was started. After the compactor design the new model of the waste container was designed. When the models had been completed quotations were asked on the basis of the models and the costs were estimated on the basis of the quotations. My Bachelor's Thesis consisted of the design of a new waste compactor prototype model as well as the assessment of the related costs.</p> <p>As a result the 3D-model, technical drawings and cost calculation of the new waste compactor were conducted. Technical drawings made in this final year project will provide a chance to manufacture a new model of the waste compactor.</p>	
Keywords	Product development, waste compactor, design

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Europress Group Oy	1
1.1.1	Toiminta	1
1.1.2	Tuotteet	1
1.2	Jätepuristimen rakenne ja toiminta	5
1.2.1	CombiMax-jätepuristin	5
1.2.2	DuoMax-jätepuristin	6
1.3	Työn sisältö	8
2	Tuotekehityksen teoriaa	8
2.1	Tuotekehitys yleisesti	8
2.2	Tuotekehitysprojektin vaiheet	9
2.2.1	Käynnistäminen	10
2.2.2	Luonnostelu	10
2.2.3	Kehittäminen	11
2.2.4	Viimeistely	12
3	Tietokoneavusteinen suunnittelu	13
4	Jätepuristimen tuotekehitys	15
4.1	Työn tavoitteet	15
4.2	Lähtökohdat	15
4.3	Puristinosan ideointi	17
4.3.1	Vaihtoehtojen vertailu ja valinta	18
4.3.2	DuoMax-jätepuristin	19
4.3.3	Jigitarkastelu	20
4.4	Kontin suunnittelu	20
4.5	Lujuuslaskenta	20
4.6	Kustannuslaskelma	21
4.6.1	Materiaalit	21
4.6.2	Valmistus	21
4.7	Uusi jätepuristinmalli	21
5	Yhteenveto	22
	Lähteet	23

1 Johdanto

1.1 Europress Group Oy

1.1.1 Toiminta

Vuonna 1977 perustettu Europress Group on vahva markkinajohtaja pohjoismaisena jätteenkäsittelylaitteiden valmistajana. Europress Group Oy perustettiin, jotta yrityksille annettaisiin mahdollisuus kierrättää syntyvät jätteet mahdollisimman tehokkaasti ja ympäristöä säästäen. Europressin laitteet kehitettiin nimenomaan Pohjois-Euroopan vaativiin olosuhteisiin. [5.]

Markkinajohtajan aseman yritykselle luo oma suunnittelu sekä nykyaikainen tehdas Keravalla lähellä asiakaskuntaa. Moderni tuotantolaitos on suunniteltu toimimaan mahdollisimman ympäristöystävällisesti ja hitsauksessa apuna käytetään modernia robottiteknologiaa. Yrityksen asiakaskunta on laaja, jätteenkäsittelylaitteita tarvitsevat todella monet eri alojen yritykset, joista suurimpia ovat kauppakeskukset, kiinteistöyhtiöt, sairaalat sekä teollisuusalan yritykset. [5.]

Suomessa toimiva emoyhtiö Europress Group Oy vastaa konsernin hallinnosta sekä kehitys- ja kasvustrategioista. Lisäksi valmistus sekä Suomen myynti-, huolto ja kunnossapitotoimet kuuluvat emoyhtiölle. Valmistettujen tuotteiden toimituksesta niiden omille markkina-alueille vastaavat tytäryhtiöt Ruotsissa (Europress AB), Norjassa (Europress AS), Tanskassa (Europress ApS) ja Venäjällä (OOO Europress). Konserni työllistää yhteensä noin 140 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2013 oli noin 32 miljoonaa euroa. [5.]

1.1.2 Tuotteet

Europress Group Oy:n Keravan tehtaalla valmistetaan pääosin kolmea eri puristinmallia, Combi-, Duo- sekä Combio-puristimia. Näistä malleista on saatavilla puristinosaltaan kahta eri kokoa. Lisäksi tehtaalla valmistetaan irtokontteja Duo-mallin puristimille, sekä alihankintana ostettaville ruuvipuristimille. Myös asiakaskohtainen suunnittelu on yksi yrityksen vahvuuksista.

Kuvissa (1 - 6) on listattu Europress Group Oy:n jätehuollon eri ratkaisuvaihtoehtoja. Europress-laitteisiin on saatavilla myös erilaisia lisälaitteita, kuten astiankaatolaite, pohjanlämmitys, hajunpoisto ja jäähdytys.



Kuva 1. Combi-puristin on kohtuulliseen määrään jätettä, erityisesti energiajakeelle tarkoitettu helpokäyttöinen ja varmatoiminen ratkaisu. Tässä mallissa puristinosa on kiinni kontissa. [4.]



Kuva 2. Duo -puristin on tarkoitettu vaativiin kohteisiin suurille määrille jätettä, erityisesti sekajätteelle. Kuljetuskustannusten minimoinnin sekä puristimen keskeyttämättömän käytön mahdollistaa puristinosasta irtoava kontti, eli ainoastaan kontti lähtee tyhjennykseen. [4.]



Kuva 3. Combio-puristin on suunniteltu erityisesti biojätteen käsittelyä varten, mutta vesitiiveyden ansiosta se soveltuu myös kostean sekä märän sekajätteen keräämiseen. [4.]



Kuva 4. EPC-puristimet ovat esipuristuslevyllä varustettuja puristimia erittäin suurten jätemäärien käsittelyyn. Esipuristettu jäte on jo konttiin laitettaessa tiiviissä muodossa, jolloin siihen ei jää ilmataskuja. Tämän avulla kontin kapasiteetti saadaan hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. [4.]



Kuva 5. Europress Group Oy edustaa saksalaisen H&G:n valmistamia ruuvipuristimia. Ruuvipuristin on pääosin tarkoitettu käsittelemään suuria ja paksuja pahveja. Toisin kuin muissa puristinmalleissa, tässä laitteessa on suuri ja voimakas ruuvi, joka murskaa pahvit ja työntää konttiin. Ruuvipuristimessa kontti ja puristin irtoavat toisistaan kuten Duo-puristimessa. [4.]



Kuva 6. Europress Group Oy:n paalain on tarkoitettu laajaan valikoimaan jätettä, mm. muoviin, paperiin ja pahviin. Paalain tekee jopa 300 kg:n painoisia jätapaaleja. [3.]

1.2 Jätepuristimen rakenne ja toiminta

Tässä kappaleessa tarkastellaan insinööriyöhön liittyvien laitteiden rakennetta ja toimintaa hieman tarkemmin.

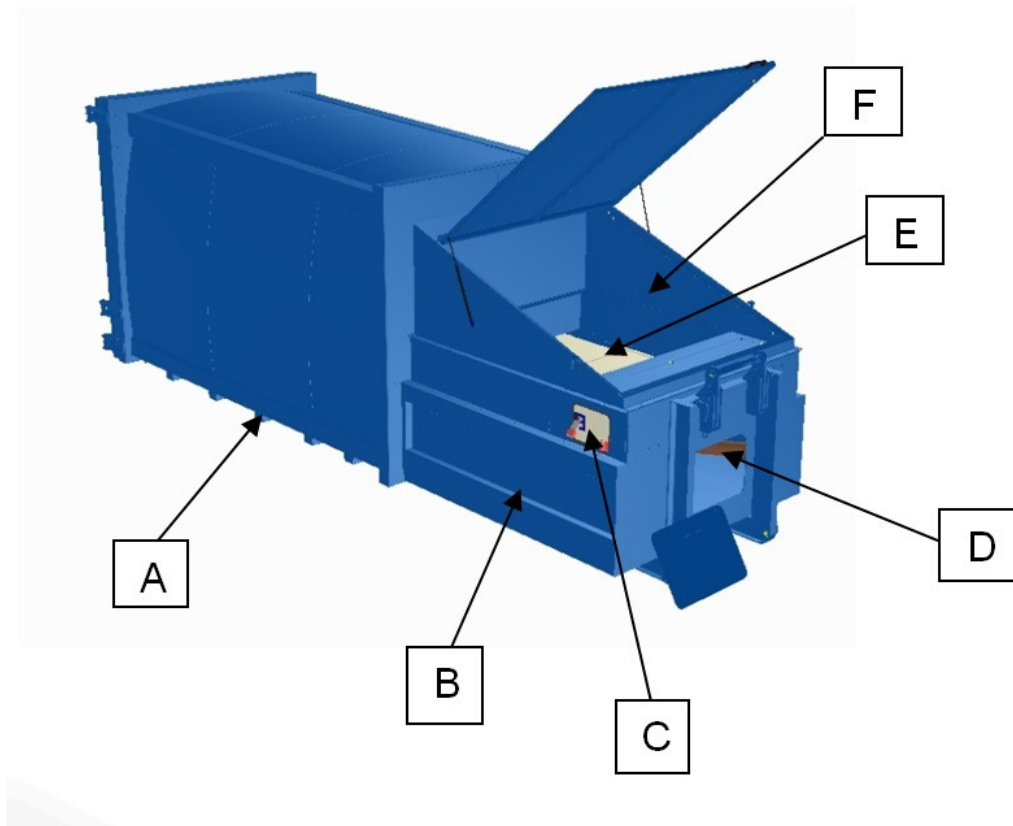
1.2.1 CombiMax-jätepuristin

Europressin CombiMax-jätepuristin on tarkoitettu pääasiassa energijakeen keräämiseen. Syöttösuppilon valinta riippuu siitä, minkälainen kohde on kyseessä. Jätteen syöttö voi tapahtua joko maasta, lastauslaiturilta tai seinän läpi. Laitteen ohjainyksikkö sisältää alan uusinta älytekniikkaa, jonka avulla mm. kaukovalvonta voidaan toteuttaa edullisesti. Jätteen syötön helpottamiseksi laite voidaan varustaa astiankaatolaitteella, joka kippaa jätteen puristimeen. [6.]

Laite on suunniteltu yhdistelmärakenteiseksi. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteen kokonaisuus koostuu kahdesta pääosasta, kontista ja puristinosasta, jotka on liitetty toisiinsa hitsaamalla.

Laitteen runko koostuu rakenteellisesti lujasta teräsprofiili/-levy-yhdistelmärungosta. Pintakäsittelyä varten laite teräsraepuhalletaan, minkä jälkeen maalataan. Laitteen Puristinosana on ns. täyspuristava, joka tarkoittaa sitä että kontin tilavuus hyödynnetään parhaalla mahdollisella tavalla. Kontin tilavuus vaihtelee 10 - 20 m³ välillä, mutta myös asiakaskohtaiset erikoismitoitukset ovat mahdollisia. [1.]

Jätteen syöttö laitteeseen tapahtuu siten, että syöttöaukon kansi avataan, mikäli laite on sellaisella varustettu. Tässä vaiheessa mäntä on takana. Tämän jälkeen jäte syötetään laitteeseen ja painetaan käynnistysnappia, jolloin mäntä liikkuu eteenpäin ja jätteen puristaminen konttiin tapahtuu. Lopuksi mäntä palaa takaisin alkuasentoonsa ja laite on jälleen käyttövalmis. Jätteen puristaminen tapahtuu hydraulikkatoimisen männän (E) avulla, jota kaksi hydraulikkasyylinteriä (D) liikuttaa akselien varassa. Laitteen puristintekniikka, hydrauliiikan koneikko ja ohjauskeskus (C) ovat hyvin suojassa kolhuilta ja lialta (kuva 7). [1.]



Kuva 7. Laitteen osat: A) kontti, B) puristososa, C) ohjauskeskus ja koneikko, D) hydraulikkasyylinterit, E) välikansi ja mäntä, F) syöttösuppilo.

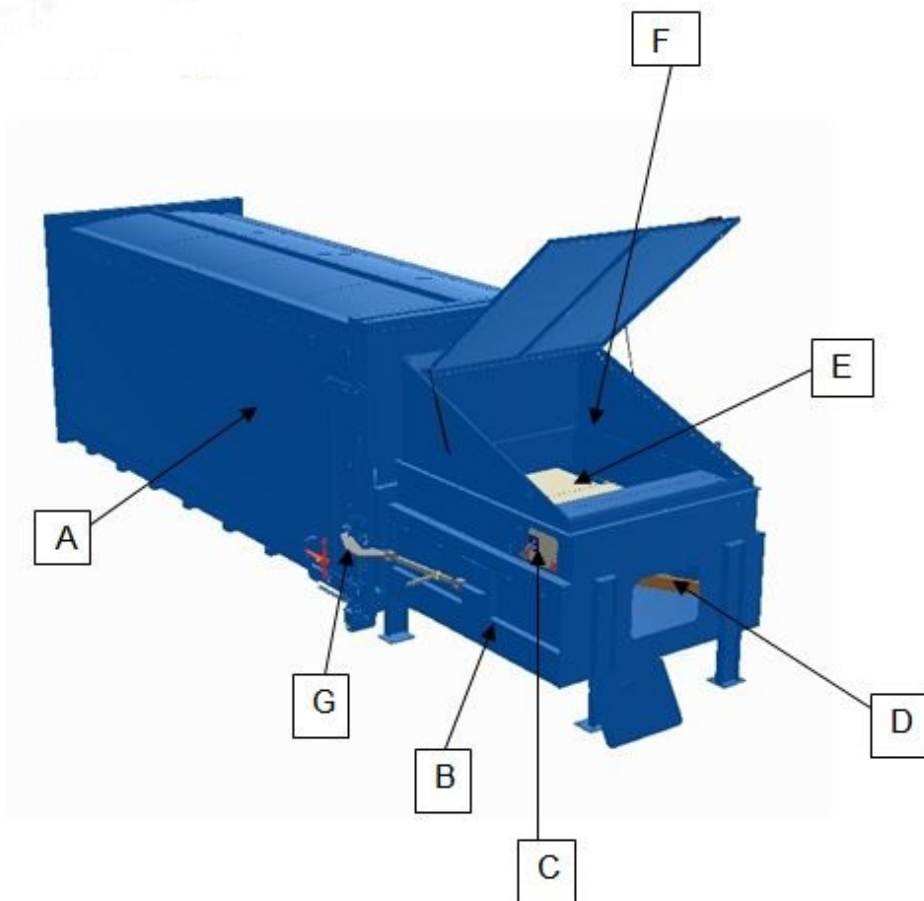
1.2.2 DuoMax-jätepuristin

Europressin DuoMax-jätepuristin on suunniteltu suurille määrille jätettä, kuten kauppoihin, varastoihin sekä jakelukeskuksiin. CombiMaxin tavoin jätteensyöttö voi tapahtua joko maasta, lastauslaiturilta tai seinän läpi. Laitteen ohjainyksikkö sisältää alan uusinta älytekniikkaa, jonka avulla mm. kaukovalvonta voidaan toteuttaa edullisesti. Jätteensyötön helpottamiseksi laite voidaan varustaa astiankaatolaitteella, joka kippaa jätteen puristimeen. [7.]

Laite on suunniteltu siten, että kontti irrotetaan puristosasta tyhjennystä varten. Kontin ja puristososan runko koostuu CombiMaxin tavoin rakenteellisesti lujasta teräsprofiili/-levy-yhdistelmäruungosta. Pintakäsittely suoritetaan teräsraepuhaltamalla maalin tarttumisen parantamiseksi ja lopuksi laite maalataan. Puristososa on ns. täyspuristava

eli laitteen kontin tilavuus hyödynnetään parhaalla mahdollisella tavalla. Kontin tilavuus vaihtelee yleisimmin 17 - 30 m³ välillä, mutta asiakas voi myös itse vaikuttaa kontin tilavuuteen. [2.]

Jätteen syöttö laitteeseen tapahtuu siten, että syöttöaukon kansi avataan, mikäli laite on sellaisella varustettu. Tässä vaiheessa mäntä on takana. Tämän jälkeen jäte syötetään laitteeseen ja painetaan käynnistysnappia, jolloin mäntä liikkuu eteenpäin ja jätteen puristaminen konttiin tapahtuu. Lopuksi mäntä palaa takaisin alkuasentoon ja laite on jälleen käyttövalmis. Jätteen puristaminen tapahtuu hydraulikkatoimisen männän (E) avulla, jota kaksi hydraulikkasyylinteriä (D) liikuttaa akselien varassa. Laitteen puristintekniikka, hydraulikan koneikko ja ohjauskeskus (C), ovat hyvin suojassa kolhuilta ja lialta. Puristinosan kiinnitys konttiin suoritetaan molemmilla sivuilla olevien vanttiruuvien avulla (G) (Kuva 8). [2.]



Kuva 8. Laitteen osat: A) kontti, B) puristinosa, C) ohjauskeskus ja koneikko, D) hydraulikkasyylinterit, E) välikansi ja mäntä, F) syöttösuppilo, G) kontin kiinnityksen vanttiruuvi.

1.3 Työn sisältö

Tämän insinööriyön tavoitteena on suunnitella yrityksen CombiMax-jätepuristimesta uusi versio. Tämä insinööriyö rajoittuu jätepuristimen suunnittelutyöhön sekä siihen liittyvien kustannusten laskemiseen. Protomalli valmistetaan todennäköisesti lähitulevaisuudessa tämän insinööriyön pohjalta.

Tässä työssä tarkastellaan eri ratkaisuvaihtoehtoja uudelle jätepuristinmallille. Niistä valitaan paras ratkaisu, joka suunnitellaan yksityiskohtaisesti ja josta tehdään työpiirustukset. Piirustusten perusteella pyydetään osista tarjoukset ja arvioidaan syntyviä työ-
kustannuksia ja tehdään niistä laskelma. Insinööriyöhön liittyvät työpiirustukset ovat luottamuksellisia ja luovutetaan ainoastaan työn tilaajalle

2 Tuotekehityksen teoriaa

2.1 Tuotekehitys yleisesti

Tuotekehityksellä tarkoitetaan yrityksessä toimintaa tai prosessia, jonka tavoitteena on kehittää uusi tuote tai tehdä parannuksia nykyisiin tuotteisiin sekä karsia pois tuotteita, joiden kilpailukyky on heikentynyt. Onnistunut tuotekehitys on yritykselle yksi keskeisimmistä menestymisen ehdoista, sillä myynti heikkenee tuotteen vanhetessa ja viimein loppuu kokonaan. [10, s. 9.]

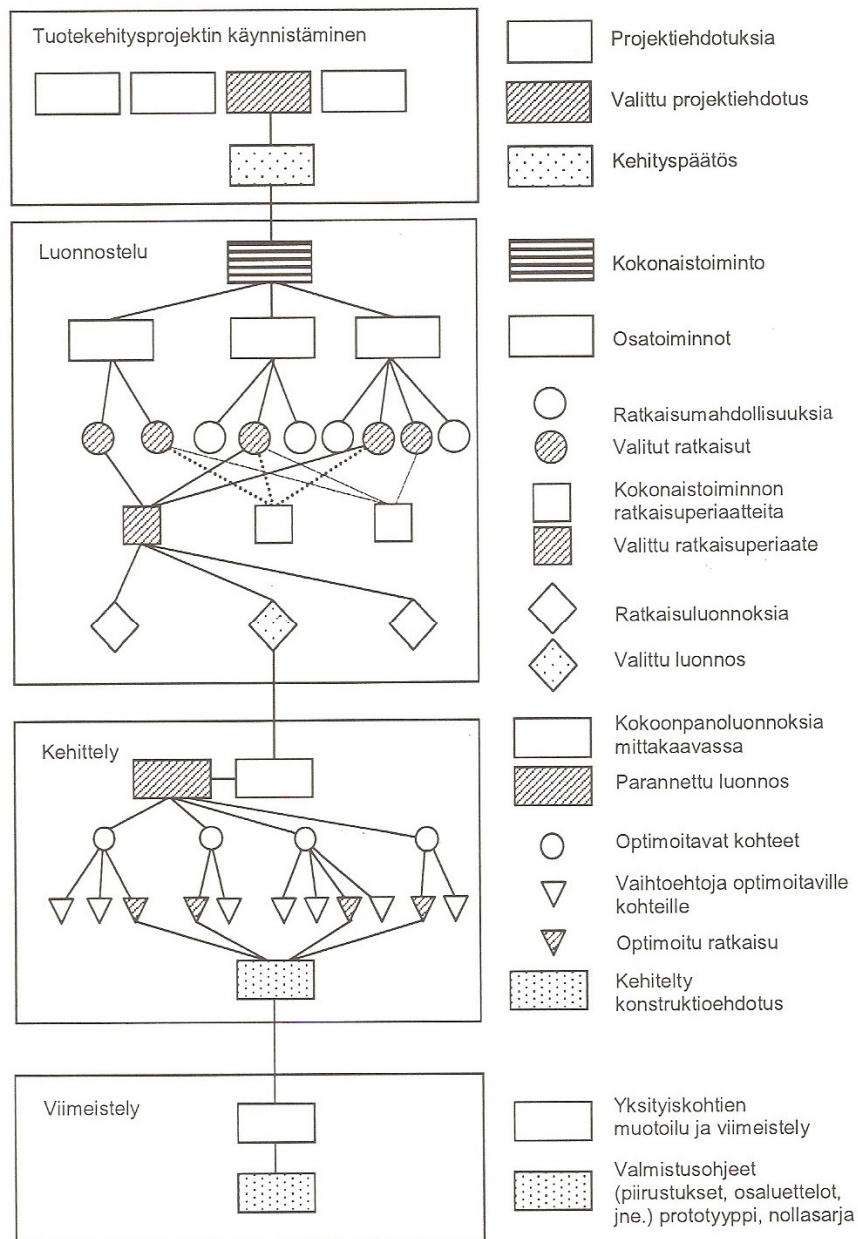
Tavallisesti ajatellaan, että tuotekehitys kohdistuu vain valmistettaviin esineisiin, mutta tuotekehitys voi kohdistua myös mm. ohjelmistoihin tai palveluihin. Tuotekehityksen päätavoitteena on tuottaa asiakkaiden tarpeisiin sopivia kilpailukykyisiä tuotteita.

Tuotekehityksessä asetetut tavoitteet pyritään täyttämään parhaalla mahdollisella tavalla niin teknisestä kuin taloudellisestakin näkökulmasta. Tuotekehitystoiminnassa joudutaan usein tekemisiin monien eri osa-alueiden kanssa, jotta saadaan eri näkökulmia työhön. Tuotekehityksen yksi tärkeimmistä osaamisalueista teknisen osaamisen lisäksi on projektinhallinta, sillä tuotekehitys tehdään pääsääntöisesti tuotekehitysprojektina. Menestyksekkään tuotekehityshankkeen muita edellytyksiä ovat mm. luovuus ja innovatiivisuus, järjestelmällisyys sekä monitaitoisuus. Tämä tarkoittaa sitä, että syntyy uusia ideoita ja menetelmiä kehitysprojektin toteuttamiseksi, pysytään aikataulussa

sekä otetaan mukaan eri alojen asiantuntijoita, joilla on paras mahdollinen tietotaito eri osakokonaisuuksista. [10, s. 9.]

2.2 Tuotekehitysprojektin vaiheet

Tuotekehitysprojekti voidaan jakaa neljään eri toimintavaiheeseen, jotka seuraavat toisiaan kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Tuotekehitysprojektin toimintavaiheet [10, s. 16].

2.2.1 Käynnistäminen

Perusedellytyksenä uudelle tuotekehitysprojektille on tarve ja mielikuva sen toteuttamismahdollisuudesta. Pelkkä tarve ei ole riittävä peruste käynnistää tuotekehitysprojektiä. Jos toteuttamismahdollisuutta ei ole, ei tuotekehitysprojektille ole edellytyksiä käynnistystä. [10, s. 17.]

Tuotekehitysprojektin alkuvaiheessa tehdään asiakastarpeen määrittäminen tutkimalla sen hetkisiä markkinoita. Mietitään mitä asiakas haluaa, entä mitä kilpailijat tarjoavat sekä mitä hyötyä uusi tuote voisi tuoda nykyiseen verrattuna. Tässä vaiheessa myös päätetään, käynnistetäänkö tuotekehitystyö vai ei. Tämä valinta tehdään käynnistämisen lopussa tehtävistä kannattavuuslaskelmista, tuotantosuunnitelman ym. laskujen ja analyysien perusteella. [10, s. 19 - 21.]

2.2.2 Luonnostelu

Esisuunnitteluvaiheen jälkeen päästään luonnosteluvaiheeseen, mikäli edellisessä vaiheessa päädytään myönteiseen päätökseen.

Tuotekehitysprosessin luonnosteluvaiheessa etsitään vaihtoehtoisia tapoja kehitettävälle tuotteelle. Tässä vaiheessa kuvat ovat ratkaisuperiaatteita selventäviä, enimmäkseen käsin piirrettyjä luonnoksia. Luonnosteluvaihe alkaa tehtävän analysoinnilla. Analysointivaiheessa on hyvä selvittää mm. asiakkaiden toiveet, kilpailijoiden vastaavien tuotteiden heikot kohdat sekä mahdolliset turvallisuusmääräyksiin liittyvät asiat. [10, s. 21 - 23.]

Analysoinnin jälkeen kehityksen kohteena oleva tuote jaetaan osa-toimintoihin, joihin mietitään erilaisia ratkaisumalleja sekä kartoitetaan niihin liittyviä mahdollisia ongelma-kohtia.

Luonnosteluvaiheessa käydään läpi myös tuotteen tavoitteet. Tavoitteet tulee asettaa korkealle, jotta päästään hyvään lopputulokseen. Tavoitteiden asettamisvaiheessa tulisi ottaa mukaan henkilöitä organisaation eri puolilta, sillä ihmisillä on erilainen tapa painottaa tavoitteita. Esimerkiksi suunnittelijoilla on taipumus painottaa teknisiä ominaisuuksia, kun taas myyntimiehillä tuotteen hintaa. [10, s. 27 - 29.]

Vaatimukset ja reunaehdot, joiden perusteella tehdään vaatimuslista, tulee asettaa myös tässä vaiheessa. Listatut toiminnot voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan:

1. Kiinteisiin vaatimuksiin, jotka ratkaisun tulee ehdottomasti täyttää, esim. toleranssit ja standardit.
2. Vähimmäisvaatimuksiin, joilla on raja-arvot, jotka on saavutettava. Esimerkiksi tuotteen alhaisempi melu voidaan luokitella vähimmäisvaatimuksiin.
3. Toivottuihin vaatimuksiin, jotka otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan, kuten vähäisempi huollon tarve. [10, s. 30]

Vaatimuslistan valmistuttua alkaa ideointi kehitysprojektin toteuttamiseksi. Ideointia varten on kehitelty monia erilaisia menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat mm. aivoriihi sekä synektiikka. Aivoriihi on tunnetuin ideointimenetelmä, jota käytetään pääsääntöisesti ryhmätyömuotona. Aivoriihessä pyritään siihen, että ideoita otetaan vastaan eri kokemuspohjan omaavilta henkilöiltä eikä niitä arvostella vielä tässä vaiheessa. Kaikki tulleet ideat kirjataan ylös ja ideoiden arvostelu sekä luokittelu hoidetaan myöhemmin. Synektiikan perusideana on harhauttaa aivoja eli pakottaa ajatus pois tutuilta raiteiltaan jolloin todennäköisyys löytää uusia odottamattomia ratkaisuja kasvaa.[10, s. 40 - 47.]

Lopuksi osa-toimintojen eri ratkaisuja vertaillaan ja arvioidaan, minkä jälkeen parhaiksi havaitut ratkaisumallit kootaan kokonaistoiminnoiksi. Ratkaisumallien perusteella tehdään ratkaisuluonnos, jota lähdetään kehittämään edelleen yksityiskohtaisella suunnittelulla. [10, s.73.]

2.2.3 Kehittäminen

Kehittämisvaihe aloitetaan laatimalla oikeassa mittakaavassa oleva konstruktio, luonnosteluvaiheesta saadun ratkaisuluonnoksen pohjalta. Tässä vaiheessa tuotteesta tehdään myös mahdollisimman tarkka teknis-taloudellinen arvio, joka saattaa usein muodostua ongelmaksi. Tuotteesta saattaa tulla liian kallis valmistettavaksi tai jotkin materiaalit eivät ole sopivia. Näihin ongelmiin pyritään löytämään ratkaisuja tuotteen toteuttamiseksi. Mikäli sopivaa ratkaisua ei löydy, kehitysvaihe aloitetaan alusta ja lähtökohdaksi otetaan toinen ratkaisuluonnos. [10, s. 90 - 91.]

Ratkaisun löydyttyä, suoritetaan kokoonpanoluonnoksesta tarvittava dokumentointi (tuotantosuunnitelma, markkinointisuunnitelma yms.) ja jatketaan viimeistelyvaiheeseen.

2.2.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa tehdään kaikki tuotteeseen liittyvä tuotedokumentaatio, esimerkiksi valmistukseen vaadittavat dokumentit, kuten työpiirustukset sekä asennus- ja käyttöohjeet. Tässä vaiheessa tehdään myös lopulliset päätökset mm. materiaalien, toleranssien sekä pintakäsittelyn suhteen. [10, s. 96.]

Kun osa- ja kokoonpanopiirustukset ovat valmiit, valmistetaan prototyyppi uudesta tuotteesta. Kuitenkaan aina ei näin tehdä. Mikäli kyseessä on hyvin suuri kokonaisuus, osa prototyypeistä pystytään korvaamaan 3D-malleilla ja pienoismalleilla. Prototyypin testausvaiheessa valmistuksessa ilmenneet virheet kirjataan ylös ja tehdään muutokset tuotteen piirustuksiin, jotta jatkossa kyseisiä virheitä ei enää esiinny. [10, s. 96.]

Testausvaiheen jälkeen käynnistetään tuotanto ja aloitetaan tuotteen markkinointi. Tuotekehitys ei kuitenkaan pääty tähän, sillä tuotetta pitää kehittää myös jatkossa, jotta se pysyy kilpailukykyisenä. Tässä mielessä on syytä pitää tilastoa kaikista ilmenneistä häiriöistä tai asiakkaiden valituksista, sillä nämä tiedot ovat erittäin arvokkaita myös muita tuotekehitysprojekteja toteutettaessa. [10, s. 99.]

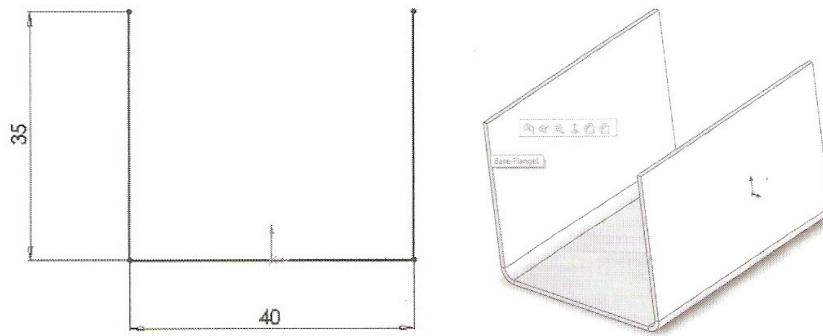
3 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Tietokoneella tapahtuva suunnittelu tuli yleiseen käyttöön 1980-luvulla, jolloin markkinoille tulivat ensimmäiset henkilökohtaiset PC-tietokoneet. Mekaniikkasuunnittelun apuna edelleen toimiva Autocad alkoi levitä 1990-luvun alkupuolella suunnittelijoiden keskuuteen. Ensimmäiset suunnitteluohjelmat pyrkivät matkimaan piirustuslaudun käyttöä. Piirtäminen tapahtui kaksiulotteisesti ja projektiot eivät olleet kytkettynä toisiinsa, vaan ne piirrettiin erillisinä. Myöskään pääkokoönpanot eivät olleet linkitettyjä toisiinsa, vaan muutokset piti päivittää kaikkiin piirustuksiin manuaalisesti. [9, s. 14.]

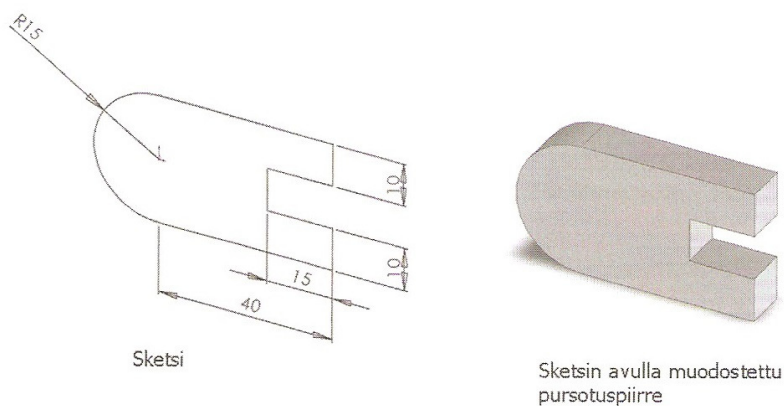
Ensimmäinen parametrinen piirremallinnusohjelma julkaistiin vuonna 1988, nimeltään Pro/ENGINEER. Parametrisuus mahdollisti sen, että valmiin mallin mittoja pystyi muuttamaan siten, että mallin geometria muuttui vastaavasti. Tämä nopeutti suunnittelua huomattavasti, sillä muutokset päivittyivät automaattisesti myös malliin liittyviin piirustuksiin ja kokoonpanoihin. [9, s. 15.]

3D-mallinnusohjelmien tehokkuus verrattuna 2D-ohjelmiin on vauhdittanut yritysten siirtymistä käyttämään 3D-mallintamista suunnittelutyössä. Muita selviä hyötyjä ovat kustannussäästöt uusia tuotteita suunniteltaessa ja prototyyppejä valmistettaessa. Myös rakenteen toimivuuden varmistaminen 3D-mallinnusohjelmaa hyväksi käyttäen vähentää virheiden määrää lopullisessa tuotteessa. [12, s. 13.]

Tässä työssä eniten käytetyt mallinnusmenetelmät olivat ohutlevyapuolella luodut osat sekä 2D-sketsin kautta pursotustyökalulla mallinnetut osat. Näillä menetelmillä pystytään luomaan hyvin monenlaisia osia nopeasti ja helposti. Ohutlevyosia voidaan mallintaa useammalla eri tavalla. Voidaan luoda haluttu profiili, minkä jälkeen pursotus tapahtuu sketsin mukaisesti (kuva 10). Pursotusvaiheessa valitaan levyn paksuus, jonka perusteella myös levyn taivutussäde määräytyy. Toinen tapa on ensin luoda yksi sivu, minkä jälkeen taivutustyökalulla luodaan muut sivut taivuttamalla. Muut kuin ohutlevyosat luodaan tässä työssä pääsääntöisesti piirtämällä ensin 2D-sketsi, syöttämällä halutut mitat ja pursottamalla profiiliin mukaisesti haluttu paksuus (kuva 11).



Kuva 10. Ohutlevykappaleen luonti [9, s. 194].



Kuva 11. Sketsi ja sen avulla luotu piirre [9, s. 28].

Autodesk Inventor

Autodesk, Inc. on vuonna 1982 perustettu amerikkalainen ohjelmistoyhtiö, joka tekee ohjelmistoja arkkitehtuuri-, suunnittelu-, rakennus-, valmistus-, media- sekä viihdeteollisuuteen. Tässä työssä käytettiin mekaniikkasuunnitteluun soveltuvaa Autodesk Inventor -ohjelmaa.

Inventorin perustoimintoihin kuuluvat 3D-mallintaminen, malleista tuotettavat dokumentit sekä malleista koostettavat kokoonpanot. Parametrinen tuotemallintaminen mahdollistaa sen, että muutosten teko on helppoa ja nopeaa. Dokumenttien hallinnan helpottamiseksi voidaan muodostaa uusille dokumenteille revisiot, jolloin tuotedokumentaatio pysyy ajan tasalla. Dokumentit voidaan tuottaa suoraan DWG- tai DFX-formaatteihin ilman ulkoisia kääntäjiä, mikä mahdollistaa niiden viemisen suoraan muihin ohjelmiin, esim. laserleikkausvaiheessa. [8.]

4 Jätepuristimen tuotekehitys

4.1 Työn tavoitteet

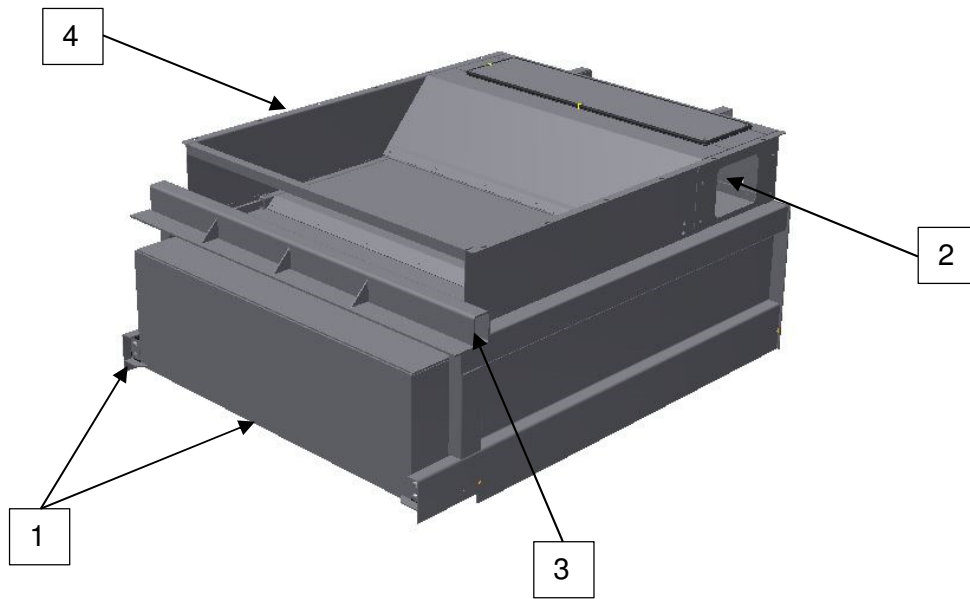
Tavoitteena oli suunnitella tilaajayrityksen CombiMax-jätepuristimesta uusi versio. Tämä muutostyö tuli saada aikaan mahdollisimman pienillä muutoksilla nykyiseen malliin verrattuna, jotta tuotannossa muutokset olisivat mahdollisimman pieniä. Lisäksi suunnittelussa täytyi ottaa huomioon mm. materiaalikustannusten vaikutus sekä huolto, kuten yleensäkin tuotekehitysprojekteissa. Myös vaikutus DuoMax-jätepuristimeen täytyi ottaa huomioon modulaarirakenteen vuoksi, molemmissa laitteissa käytetään hyvin paljon samoja osia.

4.2 Lähtökohdat

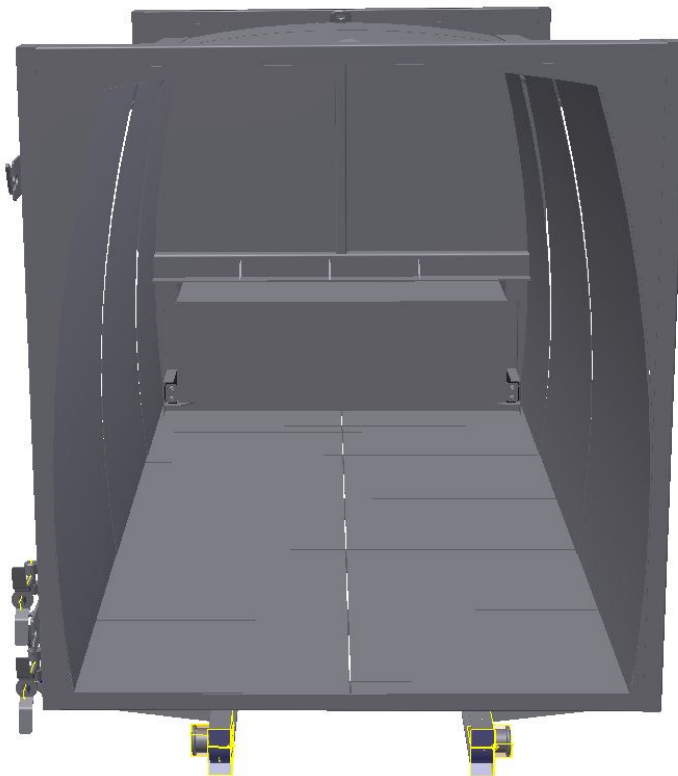
Tuotekehitystyö jaettiin kahteen eri osakokonaisuuteen, puristimeen ja siihen liitettävään konttiin. Työ aloitettiin puristinosan suunnittelusta, koska siinä tiedettiin olevan suurempi työ.

Tuotekehitystyö aloitettiin perehtymällä nykyiseen malliin ja miettimällä eri mahdollisuuksia muutoksen suhteen. Tuli ilmi, että muutostyö ei ole mahdollista suorittaa konttia leventämällä takaosasta, sillä sen leveys on tällä hetkellä suurin mitä saa tieliikenteessä kuljettaa. Tämä toi lisää haastetta, joten kontin muutos oli saatava aikaan puristinosan muutosten kautta.

Tämänhetkinen puristinosa on toteutettu siten, että männän liukupinnat on sijoitettu sivuille alas sekä männän pohjalevyyn (1, kuva 12). Hydraulikoneikko on sijoitettu puristimen etuosaan (2, kuva 12). Männän päällä etuosassa on puskupalkki, joka tukee rakennetta sekä yhdistää sivulevyt yhteen (3, kuva 12). Puristimen päälle kiinnitetään syöttösuppilo, jonka kautta jäte menee puristimen kautta aina konttiin asti (4, kuva 12). Tämänhetkisen jätepuristimen rakenne on esitetty takaapäin kuvassa 13.



Kuva 12. Nykyinen ratkaisu.



Kuva 13. Puristinosa ja kontti takaapäin kuvattuna.

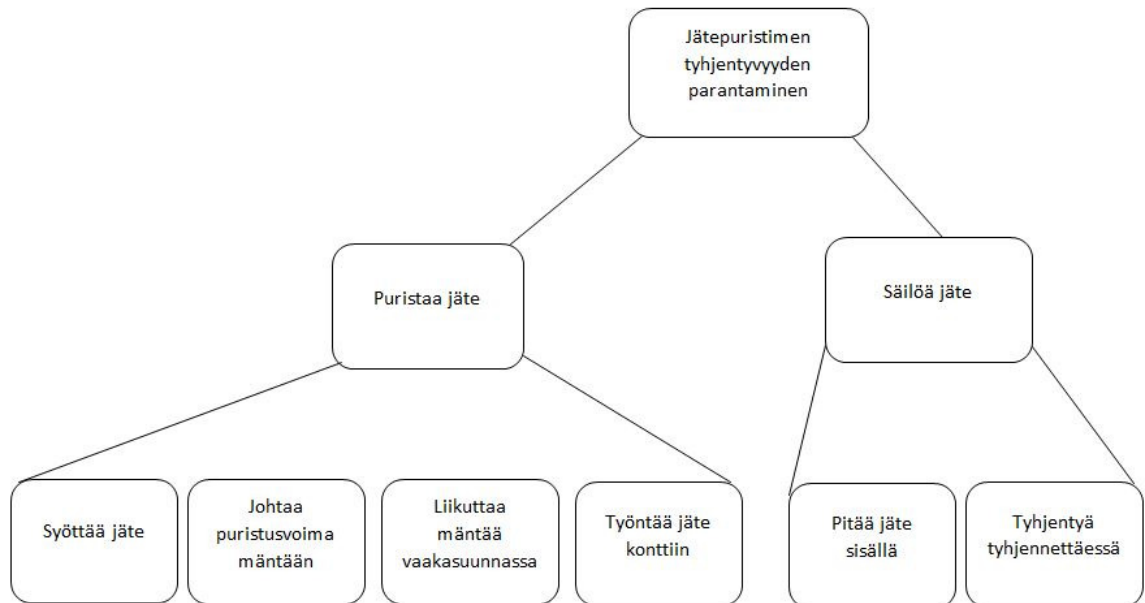
4.3 Puristinosan ideointi

Puristinosan ideoinnin alkuvaiheessa määriteltiin vaatimuslista, jonka pohjalta eri vaihtoehtoja alettiin miettiä (kuva 14).

Vaatimuslista			
Kiinteät vaatimukset			
Puristinosan yhteensopivuus DuoMaxin kanssa			
Puristimen yläosan muuttumattomuus			
Sylinterien muuttumattomuus			
Toimivuus			
Vähimmäisvaatimukset			
Turvallinen			
Tuotannon työmäärä			
Kustannukset			
Toiveet			
Huollon helppous			

Kuva 14. Vaatimuslista

Jätepuristimen kokonaistoiminto jaettiin osatoimintoihin, jotta suunnittelutyöstä tulisi yksiselitteisempää. Osatoimintojen tarkastelu on helpompaa kuin koko järjestelmän, ja tämän avulla niille on helpompi löytää ratkaisuvaihtoehtoja. Kuvassa 15 on esitetty jätepuristimen toimintorakenne, jossa kokonaistoiminto on jaettu kuuteen eri osatoimintoon. Eri osatoimintojen avulla tutkittiin ratkaisuvaihtoehtoja kullekin toiminnolle.



Kuva 15. Jätepuristimen toimintorakenne.

4.3.1 Vaihtoehtojen vertailu ja valinta

Ideoinnin tuloksena saatiin kolme eri vaihtoehtoa, jotka pisteytettiin, ja tutkittiin niiden heikkouksia ja vahvuuksia. Vaihtoehto 2 päätettiin hylätä heti suunnittelun alkuvaiheessa, sillä kontin muotoa ei haluta muuttaa mahdollisen tyhjentyvyyden huonontumisen takia. Jäljelle jääneiden vaihtoehtojen vertailuun käytettiin konseptinvalintatyökalua, jonka avulla saatiin pisteytettyä ensimmäinen sekä kolmas vaihtoehto. Vertailukohtina käytettiin mm. kustannuksia, tuotannon työmäärää sekä syntyvien muutosten määrää verrattuna nykyiseen rakenteeseen (taulukko 1). Pisteytys oli välillä 1 - 5, 1 täyttää vaatimuksen huonosti, kun taas 5 kertoo vaatimuksen täyttyneen erinomaisesti. Vaatimuksien vertailukohtana käytettiin pääosin nykyistä mallia. Eri vaatimuksille määriteltiin tärkeys kertoimet, jotka kuvaavat eri vaatimuksien tärkeyttä. Mitä tärkeämpi vaatimus, sitä enemmän se vaikuttaa lopulliseen tulokseen.

Taulukko 1. Konseptin valinta [8].

Vaatus	Tärkeys	Vaihtoehto 1		Vaihtoehto 3	
		Arvostelu	Pisteet	Arvostelu	Pisteet
Kustannukset	6	4	24	3	18
Tuotannon työmäärä	5	3	15	4	20
Valmistus	4	4	16	3	12
Muutosten määrä	3	4	12	3	9
Huolto	2	4	8	3	6
Kokoonpantavuus	1	3	3	4	4
			78		69
			1		0,88462
			1		2

Konsepteja vertailtaessa apuna käytettiin myös eri henkilöitä, jotta saatiin erilaisia näkökulmia ja mahdollisia ongelmakohtia vaihtoehtoihin liittyen. Haastateltiin henkilökuntaa eri alueilta, mm. huoltoa ja tuotantoa.

Tässä vaiheessa pyydettiin myös alustavat hinta-arviot jäljelle jääneiden vaihtoehtojen levyosista. Tuloksena saatiin taulukko 3. Tämä on vain alustava arvio, jotta saatiin varmuus siitä, että hinta ei ainakaan tulisi rajusti muuttumaan ja voidaan jatkaa kehitystyötä.

4.3.2 DuoMax-jätepuristin

DuoMax-jätepuristin tehdään CombiMax-puristimesta muokkaamalla, osista suurin osa on samoja. Myös tämä seikka täytyi ottaa huomioon suunnittelussa. DuoMax valmistetaan lisäämällä Combi-puristimeen jalat sekä takaosaan putket, joita vasten kontti kiinnitetään. Puristimen sivuille lisätään myös vanttiruuvien korvakkeet, joilla puristinosan kiinnittäminen konttiin suoritetaan.

4.3.3 Jigitarkastelu

Mallin valmistuttua pyydettiin jigivalmistajalta 3D-mallit nykyisistä jigeistä, jotta voitiin sovittaa uutta mallia kyseisiin jigeihin. Seuraavissa kuvissa on siis sovitettu uutta puristinmallia vanhoihin jigeihin. Laitetta suunniteltaessa pidettiin mielessä, että jigit säilyisivät mahdollisimman hyvin ennallaan. Kuitenkin vasta tarkastelun jälkeen nähtiin kohdat, joihin muutokset todella vaikuttavat ja mitkä kohdat jigeissä vaativat osien uusimista.

Lopuksi oli vielä syytä käydä läpi kiinnittimet, joilla kappaleet kiinnitetään hitsausrobottiin. Huomattiin, että puristimen kiinnittimen kiinnitysosia joudutaan pidentämään. Tämä johtuu siitä että uudessa mallissa alhaalla ei ole palkkia, jota vasten kappale kiristetään, joten kiristimiä joudutaan jatkamaan. Myös alaosan kiinnitintä joudutaan muokkaamaan siten, että sivulevy saadaan alaosan loveen tukevasti kiinni. Näiden muutosten jälkeen kiinnitys voidaan suorittaa yläpalkkia vasten. Männän kiinnittimeen ei tarvitse tehdä lainkaan muutoksia. Mäntä täytyy vain asentaa kiinnittimeen toisinpäin kuin ennen.

Tarkastelun jälkeen voimme todeta, että muutoksia jigeihin tulee jonkin verran. Niiden muutostyö ei kuitenkaan ole kovin suuri, joten niistä ei koidu kovin suuria ylimääräisiä kustannuksia. Suunnittelun lisäksi muutokset pystytään todennäköisesti tekemään osittain itse Europress Group Oy:n tehtaalla, mikä säästää kustannuksia entisestään.

4.4 Kontin suunnittelu

Puristinosan suunnittelun jälkeen siirryttiin uuden kontin mallintamiseen. Kontin osalta suunnittelussa ei ollut mitään isompia haasteita, oli tiedossa tarkalleen mitä tehdään ja vaihtoehtoja ei oikeastaan ollut. Tämän takia kontin suunnittelu vei ajallisesti huomattavasti vähemmän kuin puristinosa.

4.5 Lujuuslaskenta

Lujuuslaskentaa ei suoritettu tässä työssä, sillä työn tilaaja Europress Group Oy ei omista lisenssiä FEM-ohjelmaan. Kriittisimmät kohdat kuten sylinterin korvakkeet on jo tarkasteltu aikaisemmin, ja ne pysyivät ennallaan, joten ei katsottu tarpeelliseksi teettää

lujuuslaskelmia ulkoisesti tässä vaiheessa. Prototyypin valmistuksen ja koekäytön jälkeen nähdään, tarvitseeko jokin paikka vahvistusta, ja muutetaan jos tarvetta esiintyy.

4.6 Kustannuslaskelma

Kustannukset ovat merkittävässä roolissa tuotekehitystyössä, niinpä oli syytä tehdä vielä tarkat laskelmat niistä. Materiaalikustannusten lisäksi oli huomioitava työn hinta. Työn kustannuksissa tuli ottaa huomioon kaikki valmistukseen liittyvät työvaiheet. Tässä tapauksessa muutokset liittyivät ainoastaan valmistusvaiheeseen, loppukokoonpanon osuus ei muuttunut.

4.6.1 Materiaalit

Kustannuslaskelmassa otettiin huomioon kaikki osat, jotka muuttuivat nykyiseen malliin verrattuna. Kaikista osista tehtiin piirustukset ja lähetettiin osien valmistajalle ja kysyttiin niistä tarjous.

4.6.2 Valmistus

Tuotteen suunnitteluvaiheessa pyrittiin jo siihen, että valmistus on mahdollisimman nopeaa ja helppoa eikä poikkea paljoa nykyisestä. Havaittiin, että hitsaustyössä ei ole niin suuria muutoksia nykyiseen, että niillä olisi merkitystä. Hitsattavaa oli lähestulkoon sama määrä kuin aikaisemmin. Lisähintaa valmistuksen näkökulmasta toi jätepuristimen yläosaan tulevien putkien leikkauksista.

4.7 Uusi jätepuristinmalli

Kun oli saatu suunnitelmat valmiiksi puristimen ja kontin osalta, päästiin tekemään niistä kokoonpano. Näiden pohjalta kaikista osista sekä kokoonpanoista tehtiin työpiirustukset, joiden perusteella kyseinen jätepuristinmalli voidaan valmistaa. Lähitulevaisuudessa uudesta mallista valmistetaan prototyyppi, joka viedään testiin, ja katsotaan ilmeneekö jotain parannuskohtia tai ongelmia, joiden perusteella sitä kehitetään edelleen.

5 Yhteenveto

Insinööriyön aihe oli jätepuristimen tuotekehitys. Tarkoituksena oli suunnitella ja mallintaa uusi versio jätepuristimelle, mallinnusohjelmanä käytettiin Autodesk Inventor-ohjelmaa.

Työn teoriaosuudessa perehdyttiin tuotekehitykseen sekä tietokoneavusteiseen suunnitteluun. Käytiin läpi tuotekehityksen eri vaiheita sekä tietokoneavusteisen suunnittelun merkitystä suunnittelijan työssä. Käytännön osuus koostui eri osien ja komponenttien suunnittelusta, mallinnuksesta ja työkuvien piirtämisestä, joiden perusteella laite voidaan valmistaa. Myös kustannuslaskelma kuului tämän työn kokonaisuuteen.

Mielestäni työn tavoitteissa onnistuin hyvin, sillä työlle asetetut vaatimukset saatiin kaikki täytettyä. Prototyypin valmistuttua ja käytön jälkeen paljastunevat kohteet, joita täytyy vielä parantaa ja joihin tehdä muutoksia. Kokonaisuutena tämä työ oli insinööri-työksi sopivan haastava suunnittelutehtävä, ja opin tavan suunnitella tuotteita ideasta aina valmiiksi tuotteeksi asti. Itsenäinen työskentely antoi hyvän mahdollisuuden kehittää itseään mekaniikkasuunnittelijana.

Lähteet

- 1 Europress Group Oy. 2014. CombiMax-käyttöohje.
- 2 Europress Group Oy. 2014. DuoMax-käyttöohje.
- 3 Europress Group Oy. 2014. Paalaimet. Verkkodokumentti.
<<http://www.euopress.fi/tuoteperhe/paalaimet/>>. Luettu 12.3.2014.
- 4 Europress Group Oy. 2014. Puristimet ja ruuvit. Verkkodokumentti.
<<http://www.euopress.fi/tuoteperhe/puristimet-ja-ruuvit/>>. Luettu 12.3.2014.
- 5 Europress Group Oy. 2014. Yritys. Verkkodokumentti.
<<http://www.euopress.fi/yritys/>>. Luettu 10.3.2014.
- 6 Europress Group Oy. 2014. Combi 2013. Verkkodokumentti.
<<http://www.euopress.fi/wp-content/uploads/2013/03/Combi2013.pdf/>>. Luettu 14.3.2014.
- 7 Europress Group Oy. 2014. Duo 2013. Verkkodokumentti.
<http://www.euopress.fi/wp-content/uploads/2013/03/Duo_2013.pdf/>. Luettu 14.3.2014.
- 8 Future Group Oy. 2014. Verkkodokumentti.
<<http://www.futuregroup.fi/products/autodesk-inventor/>>. Luettu 11.3.2014.
- 9 Hietikko, Esa. 2012. Solidworks Tietokoneavusteinen Suunnittelu. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- 10 Jokinen, Tapani. 2001. Tuotekehitys. Helsinki: Otatieto Oy.
- 11 Paavilainen, Heikki. 2012. Konseptivalintatyökalu. Luentomateriaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 12 Tuhola, Esa & Viitanen, Kristiina. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere: Tammertekniikka.