

Jätepuristimen suunnittelu kotitalouksille

Hannu Jussila

Opinnäytetyö

Maaliskuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Jussila, Hannu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 96	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Jätepuristimen suunnittelu kotitalouksille		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Luosma, Petri		
Toimeksiantaja(t) KT-Plan Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä oli tavoitteena suunnitella yksinkertainen ja edullinen jätepuristin kotitalouksille. Jätepuristimella olisi tarkoitus puristaa kuivajätteet pienempään tilavuuteen ennen jätteiden keräysastiaan sijoittamista. Jätteitä puristamalla pyrittäisiin alentamaan kotitalouksien jätehuollon vuotuisia kustannuksia. Työ tehtiin insinööritoimisto KT-Plan Oy:n toimeksiantona.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimustyö toteutettiin tuotekehitystyönä tuotekehitysprosessin vaiheiden mukaisesti aloittaen luonnostelusta. Tutkimuksessa käytettiin luonnosteluvaiheessa apuna ideointimenetelmiä. Parhaimmat luonnokset arvosteltiin painoarvotaulukolla ja yksi luonnos valittiin kehiteltäväksi. Kehitetylle jätepuristimelle suoritettiin lopuksi lujuuslaskenta ANSYS-ohjelmistolla kestävyuden varmistamiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksina saatiin lujuuslaskujen lisäksi 3D-mallit ja työpiirustukset jätepuristimen osille. Jätepuristimen toimintaperiaate perustui ideaan, jossa vetokahvasta ylöspäin vetämällä siihen kiinnitetty vetotanko ja puristinlevy puristavat jätteet kannen ja puristinlevyn välissä pienempään tilavuuteen. Tuloksissa laskettiin myös valmistuskustannusten arvio ruiskuvalettaville osille.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatu jätepuristin täytti sille asetetut vaatimukset. Jätepuristimen valmistuskustannukset pysyivät myös kohtuullisina kalliista valmistusmateriaalista huolimatta. Tulosten perusteella jätepuristin olisi kilpailukykyinen ulkomaisiin tuotteisiin verrattuna. Valmistuksen aloittaminen tulevaisuudessa vaatisi yhteistyötä ruiskuvalutuotteiden valmistukseen erikoistuneen yrityksen kanssa sekä sopivaa markkinointia, koska jätepuristin olisi täysin uusi tuoteidea erityisesti Suomen markkinoilla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) jätepuristin, jätehuolto		
Muut tiedot		

Author(s) Jussila, Hannu	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 96	Permission for web publication: x
Title of publication Designing a trash compactor for households		
Degree programme Degree Programme in Paper Machine Technology		
Supervisor(s) Luosma, Petri		
Assigned by KT-Plan Oy		
Abstract <p>The objective of the Bachelor's thesis was to design a simple and an inexpensive trash compactor for households. The purpose of a trash compactor is to compress household waste into a smaller volume before taking the trash out. By compressing the household waste, households could lower the costs of their annual waste management expenses. The thesis's was assigned by an engineering company KT-Plan Oy.</p> <p>The research was conducted as a product development process by following every phase of the process. Creative methods were used to find concepts in the concept development phase. The best concepts were rated using a value table and the best concept was chosen for development. The strength of the developed trash compactor was calculated with ANSYS-software to ensure its durability.</p> <p>The results included strength calculations, 3D-models, and drawings for the parts of the compactor. The operational principle of the trash compactor was based on an idea in which pulling the handle up, a rod and the compactor plate that is attached to it, compacts the trash into a smaller volume between the compactor plate and the lid. The estimated manufacturing costs for the injection molding were also calculated.</p> <p>The trash compactor that was the result of the thesis filled the requirements set for it. The manufacturing costs of the trash compactor were also reasonable regardless of the expensive material. Based on results the trash compactor would be competitive in comparison to the foreign products. For the future, starting the manufacturing would require cooperation with a company that is specialized in injection molding and proper marketing, because the trash compactor would be a completely new product idea especially in the Finnish market.</p>		
Keywords/tags (subjects) trash compactor, waste management		
Miscellaneous		

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus.....	6
1.2 KT-Plan Oy.....	7
2 Tuotekehitys.....	8
2.1 Tuotekehitystoiminta.....	8
2.2 Tuotekehitysprosessin vaiheet	9
2.3 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen	10
2.4 Luonnosteluvaihe.....	13
2.4.1 Ideointimenetelmät.....	15
2.4.2 Aivoriihi.....	15
2.4.3 Gordonin aivoriihi.....	16
2.4.4 Kirjallinen aivoriihi 635.....	17
2.4.5 Muuntelumenetelmä	17
2.4.6 Synektiikka.....	18
2.5 Ratkaisuluonnos.....	19
2.5.1 Karkea arvostelu	20
2.5.2 Painoarvotaulukko.....	21
2.6 Kehittely	21
2.7 Viimeistely.....	22
3 Ergonomia ja käyttäjäkeskeinen suunnittelu	23
3.1 Ergonomia	23
3.2 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu	24
4 Yhdyskuntajätehuolto Suomessa	26
4.1 Jätteen keräys	26
4.2 Jätteenkuljetus	26
4.3 Jätteenkäsittely.....	27

	2
4.4 Jätehuollon kustannukset	28
4.6 Jyväskylän kaupungin jätetaksa	29
4.7 Jätehuollon vuosittaisten kustannusten laskeminen	31
5 Jätepuristimen suunnittelu	32
5.1 Työn aloitus.....	32
5.2 Markkina- ja patenttitutkimus.....	33
5.2 Ideointi ja luonnostelu	41
5.3 Jätepuristimen ratkaisuluonnosten arviointi.....	47
6 Ratkaisuluonnoksen kehittäminen	50
6.1 Materiaalivalinta	52
6.2 Valmistusmenetelmät.....	53
6.3 Ratkaisuluonnoksen jatkokehittäminen.....	56
7 Jätepuristimen lujustarkastelu ja viimeistely.....	62
7.1 Viimeistely.....	68
7.2 Jätepuristimen valmistuskustannukset	70
8 Kehitysehdotukset jatkotoimenpiteisiin	72
9 Tulosten pohdinta	73
Lähteet.....	75
Liitteet	80
Liite 1. Käsillä piirretyt luonnokset, osa 1	80
Liite 2. Käsillä piirretyt luonnokset, osa 2	81
Liite 3. Käsillä piirretyt luonnokset, osa 3	82
Liite 4. Käsillä piirretyt luonnokset, osa 4	83
Liite 5. Jätepuristimen vaatimuslista.....	84
Liite 6. Karkea arvostelu jätepuristimen luonnoksille.....	85
Liite 7. Jatkoarvostelu painoarvotaulukolla	86
Liite 8. Jätepuristimen kokoonpanon työpiirustus.....	87
Liite 9. Astian työpiirustus	88
Liite 10. Kannen työpiirustus.....	89
Liite 11. Kiinnityskorvakkeen työpiirustus	90

Liite 12. Vetokahvan työpiirustus.....	91
Liite 13. Vetotangon työpiirustus.....	92
Liite 14. Pikalukituksen työpiirustus.....	93
Liite 15. Vetokahvan pikalukituksen työpiirustus	94
Liite 16. Kannen ja vetokahvan pikalukituksen kokoonpanopiirustus.....	95
Liite 17. Astian ja kiinnityskorvakkeen liimauksen kokoonpanopiirustus	96

Kuviot

Kuvio 1. Tuotekehitysprosessi Jokisen (2009, 14) mukaan.....	9
Kuvio 2. Ulrichin ja Eppingerin (2012, 14) tuotekehitysprosessi	10
Kuvio 3. Käyttäjä- ja teknologia- lähtöiset suunnittelunäkökulmat (Väyrynen ym. 2004, 29).....	25
Kuvio 4. Vuotuiset jätehuoltokustannukset (Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen, 2016)	31
Kuvio 5. Jätepuristimen hyödyllisyysmalli, Kekki (Kekki, 2012)	34
Kuvio 6. Jätepuristimen hyödyllisyysmalli, Kaikkonen (Kaikkonen, 2015.).....	34
Kuvio 7. TK10-jätepuristin	35
Kuvio 8. Squash-it –jätepuristin (Squash-it Manual Trash Compactors, N.d.).....	36
Kuvio 9. Pressboy-jätepuristin (Pressboy Compactor, N.d.)	37
Kuvio 10. Jätepuristimen patentti, Ruddock (Ruddock, 2005)	38
Kuvio 11. Bin Trasher-jätepuristin (Bin Trasher, 2010).....	38
Kuvio 12. BinMasher-jätepuristin (BinMasher BM100, N.d.)	39
Kuvio 13. Jätepuristimen patentti, Hyytinen (Hyytinen, 2015).....	40
Kuvio 14. Jätepuristimen patentti, Martorella (Martorella, 1999)	40
Kuvio 15. Jätepuristimen patentti Goodwin, (Goodwin, 2009)	41
Kuvio 16. Vipuvarsimallien 1, 2 ja 3 luonnosteluversiot	43
Kuvio 17. Jalkaprässien 1, 2 ja 3 luonnosteluversiot.....	44
Kuvio 18. Telamallin luonnosteluversio	44
Kuvio 19. Kampi-, kierreastia- ja kierrerruuvimallien luonnosteluversiot	45
Kuvio 20. Laatikkomallin luonnosteluversio	46
Kuvio 21. Kokoonpuristuvan mallin luonnosteluversio	46
Kuvio 22. Vetopuristinmallin luonnosteluversio.....	47
Kuvio 23. Vetopuristinmallin kehittälyversion kokoonpano.....	50
Kuvio 24. Vetokahvan ja vetotangon pikalukitus.....	51
Kuvio 25. Kannen kiinnitin.....	52
Kuvio 26. Ruiskuvalun menetelmä (Ruiskuvalu, N.d.).....	54
Kuvio 27. Jätepuristimen astia	57
Kuvio 28. Jätepuristimen kansi.....	57

Kuvio 29. Jätepuristimen kiinnityskorvake.....	58
Kuvio 30. Jätepuristimen vetotanko	59
Kuvio 31. Jätepuristimen vetokahva	59
Kuvio 32. Vetokahvan kiinnityskomponentti	60
Kuvio 33. Ekstruusio eli suulakepuristus ja profiili (Ekstruusio eli suulakepuristus, N.d.).....	61
Kuvio 34. Kareline ABMS:n materiaalitiedot ANSYS-materiaalikirjastossa.....	63
Kuvio 35. Astian ja kannen suurimmat jännitykset.....	64
Kuvio 36. Kannen suurin siirtymä.....	64
Kuvio 37. Pikalukituksen varmuusluku.....	65
Kuvio 38. Pikalukituksen varmuusluku muutoksen jälkeen.....	66
Kuvio 39. Vetokahvan suurin jännitys.....	67
Kuvio 40. Pikalukituksen ja vetotangon suurimmat jännitykset.....	67
Kuvio 41. Vetokahvan suurin siirtymä.....	68
Kuvio 42. Jätepuristimen kokoonpanon 3D-malli päivitettyllä pikalukituksella	69

Taulukot

Taulukko 1. Karkean arvostelun taulukko (Jokinen 2001, 76-77).....	20
Taulukko 2. Painoarvotaulukko (Jokinen 2001, 80)	21
Taulukko 3. Jätepuristimen valmistuskustannukset vuodessa	71

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus

Suomessa kotitalouksien jätehuoltomaksuista suurin osa muodostuu jätteiden noutokertoista kerättävistä maksuista. Jos kotitalouksien keräysastiat ovat tilavuudeltaan pieniä, ovat jäteastioiden tyhjennysvälitkin lyhyitä. Jätepussien tilavuudesta iso osa on ilmaa ja jätteiden puristaminen tapahtuu jäteautoissa. Jos kotitalouksissa puristettaisiin jätteistä ylimääräinen ilma pois ennen keräysastiaan sijoittamista, voisivat kotitaloudet säästää ainakin tyhjennysten noutokertoja vähentämällä.

Opinnäytetyö tehtiin tuotekehitystyönä KT-Plan Oy:n toimitusjohtajan Kalervo Tikamäen toimeksiannosta. Tavoitteena oli suunnitella yksinkertainen, helppokäyttöinen, kompakti ja mahdollisimman halpa jätepuristin kotitalouksille yleisjätteen puristamiseksi pienempään tilavuuteen. Vastaavia tuotteita ei ole Suomen markkinoilla, mutta ulkomaisia tuotteita on markkinoilla muutamia. Patentteja, mallisuoja ja hyödyllisyyksille löytyy sen sijaan enemmänkin patenttirekistereistä.

Jätepuristin olisi tarpeellinen erityisesti omakotitalouksille, koska omakotitalouksien jätehuollosta aiheutuvat vuosittaiset kustannukset ovat suuremmat isompiin rivitalo- ja kerrostaloyhtiöihin verrattuna. Omakotitaloudet pystyvät myös vaikuttamaan helpommin jätehuollon kustannuksiin, koska isojen taloyhtiöiden jokaisen asukkaan tulisi käyttää jätepuristinta kustannusten pienentämiseksi asuntoa tai asukasta kohden. Jätteitä puristamalla kuivajätteen keräysastian tyhjennysväliä voitaisiin pidentää ja siitä aiheutuvia kuluja vähentää jopa 50 %.

Opinnäytetyön viitekehys koostuu tuotekehitysprosessista, ideointimenetelmistä, jätehuollon periaatteista ja ergonomiasta. Työ toteutettiin tuotekehitysprosessin mukaisesti käyttämällä ideointimenetelmiä ideoiden etsimiseen ja luonnostelun apuvälineenä. Patentti- ja markkinatutkimuksella selvitettiin jo keksittyjä ratkaisuja sekä

markkinoilla olevia jätepuristimia, joiden perusteella päästiin etsimään uudenlaisia tai patenteista ja markkinoilla olevista tuotteista sovellettuja ideoita. Käytettyjä ideointimenetelmiä olivat synektiikka, aivoriihi ja muuntelumenetelmä. Luonnostelu aloitettiin aina piirtämällä käsin paperille luonnos ideasta, jonka jälkeen luonnoksista luotiin 3D-mallit Solidworks-ohjelmistolla. 3D-mallien avulla luonnoksista voitiin tutkia mm. liikeratoja. Luonnokset arvosteltiin karkealla arvioinnilla, jonka avulla ideoista voitiin karsia aluksi toteutuskelvottomat ratkaisuluonnokset. Karkean arvostelun jälkeen jatkoarvosteluun valitut luonnokset arvosteltiin painoarvotaulukon avulla. Painoarvotaulukon avulla valittiin yksi luonnoksista kehiteltäväksi. Ensimmäisen kehittäilyversion jälkeen valittiin materiaalit ja valmistusmenetelmät. Materiaalivalinnan jälkeen täytyi luoda uusi kehitelty versio jätepuristimesta, koska ruiskuvalun valinta valmistusmenetelmäksi aiheutti rajoituksia kappaleiden rakenteisiin valmistettävyyden suhteen. Lopuksi uudelle versiolle suoritettiin lujuuslaskut ANSYS-ohjelmistolla ja viimeistelyssä hiottiin yksityiskohtia sekä luotiin työpiirustukset kappaleista. Lujuuslaskujen ja työpiirustusten lisäksi tuloksina saatiin 3D-mallit jätepuristimen osista. Työ suoritettiin KT-Plan Oy:n tiloissa Jyväskylän Seppälän kaupunginosassa.

1.2 KT-Plan Oy

KT-Plan Oy on jyvaskyläläinen koneenrakennusinsinööritoimisto, joka perustettiin vuonna 1988. Yrityksen toimitusjohtajana toimii opinnäytetyön toimeksiantaja Kaler-vo Tikkamäki. Yritys tarjoaa monipuolisia suunnittelupalveluita, kuten teräsrakenteiden suunnittelua, konesuunnittelua, työkalusuunnittelua, lujuuslaskentaa ja putkistosuunnittelua. KT-Plan Oy:n suunnitteluohjelmistoihin kuuluvat mm. CATIA, Auto-Cad, Inventor, Solidworks, ANSYS, Tekla Structures ja Jigi. (Yritysesittely.) KT-Plan Oy:llä oli vuonna 2015 kuusi työntekijää ja samaisena vuonna liikevaihto oli 377 000 euroa. (KT-Plan Oy.)

2 Tuotekehitys

2.1 Tuotekehitystoiminta

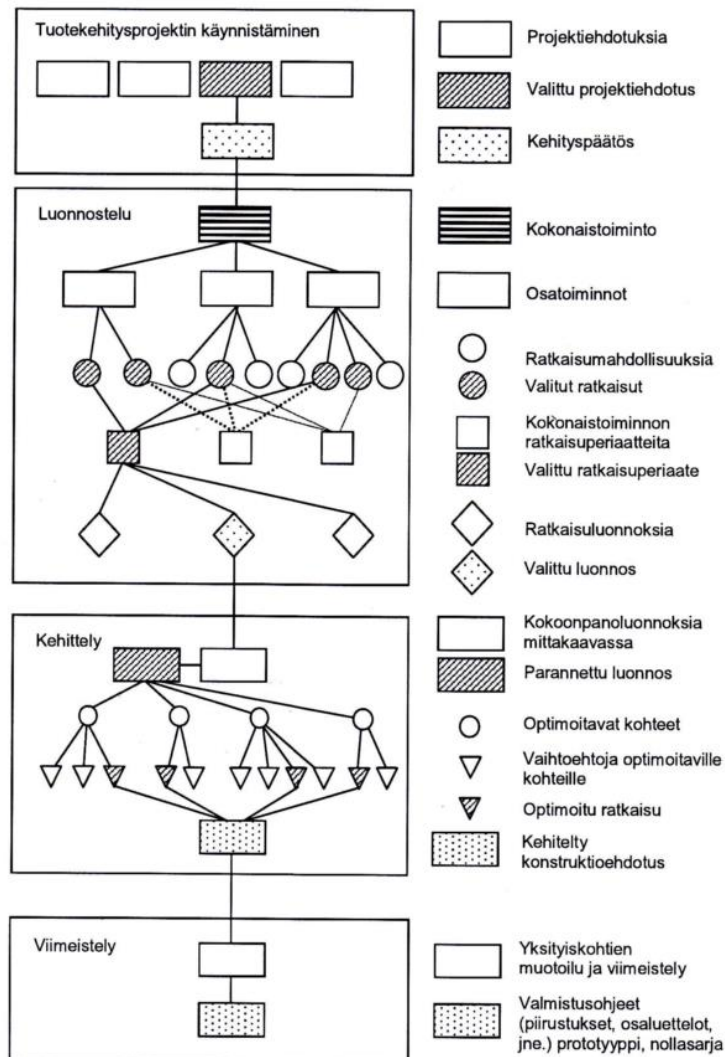
Tuotekehityksellä tarkoitetaan prosessia, jonka tarkoitus on kehittää kokonaan uusi tuote tai parantaa jo olemassa olevaa tuotetta. Se on yritysten menestymisen keskeisimpiä edellytyksiä, ja tuotekehityksestä huolehtimalla yritys takaa tuotteilleen pidemmän eliniän. Jos tuotekehitykseen ei panosteta, tuotteet vanhentuvat ja myynti vähenee ja voi loppua kokonaan. Toisaalta nykyään tuotteiden eliniät ovat lyhenevässä useilla aloilla. (Jokinen 2001, 9.)

Tuotekehitykselle asetetut tavoitteet pyritään täyttämään taloudellisesti ja teknisesti niin hyvin kuin mahdollista. Tuotteiden eliniän lyheneminen ja kilpailun kiristyminen on lisännyt tarvetta tuotekehityspanostukselle, jotta saataisiin tuotettua halvempia ja laadultaan parempia tuotteita. Tämän takia suunnitteluprosessissa tulee ottaa huomioon niin valmistukseen kuin markkinointiin liittyvät vaatimukset. Näin saadaan halvemmat kustannukset, lyhyemmät toimitusajat ja kilpailukykyisempiä tuotteita. (Jokinen 2001, 10–11.)

Tuotekehitysprosessilla tarkennetaan vaiheet ja tarkastuspisteet, jotka projektissa on tarkoitus saavuttaa tietyn ajan kuluessa. Kun nämä vaiheet valitaan viisaasti, tuotekehitysprosessin seuraaminen takaa laadukkaan lopputuotteen. Tuotekehitysprosessin osatoimintojen selvä määrittely auttaa ryhmän tehtävien jaossa. Suunnitelmaa seuraamalla jokainen ryhmän jäsen tietää, milloin hänen panostaan tarvitaan missäkin vaiheessa prosessia ja kenen kanssa tarvitsee jakaa tietoa ja tuloksia. Tehtävien aikataulutuksella voidaan määrittää koko tuotekehitysprosessin kesto. Kehitysprosessi on vertailukohta arvioitaessa suorituskykyä jatkuvaan kehitystyöhön. Kun verrataan tapahtumia tavanomaiseen prosessiin, tuotekehitysprojektin johtaja pystyy tunnistamaan mahdolliset ongelma-alueet. Huolellinen dokumentointi, jatkuva kehitysprosessin arviointi ja sen tulokset auttavat myös löytämään parannusmahdollisuuksia jatkossa. (Ulrich & Eppinger 2012, 12-13.)

2.2 Tuotekehitysprosessin vaiheet

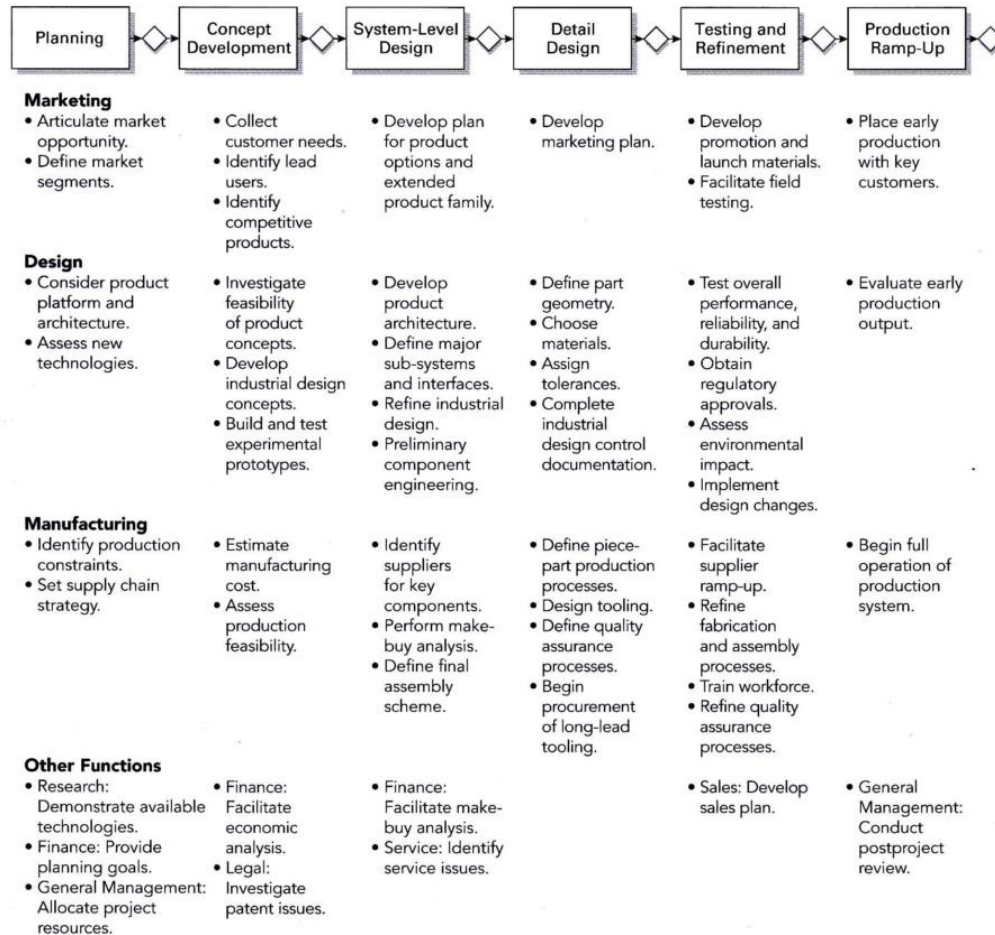
Jokisen (2009, 14) mukaan tuotekehitysprosessi voidaan mieltää nelivaiheiseksi. Toimintavaiheet ovat käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Kuviossa 1 on Jokisen esittämä tuotekehitysprosessin kaavio.



Kuvio 1. Tuotekehitysprosessi Jokisen (2009, 14) mukaan

Ulrich ja Eppinger (2012, 14) kuvaavat tuotekehitysprosessin kuusivaiheisena. Vaiheet ovat periaatteeltaan suhteellisen samanlaisia Jokisen tuotekehitysprosessin kanssa, mutta Ulrichin ja Eppingerin mallissa on kuvailtu markkinointi-, suunnittelu-

ja tuotantotoiminnot jokaiseen vaiheeseen. Vaiheiden tehtävät on myös jokaiselle erillisryhmälle määritelty tarkemmin, kuten kuviossa 2 näkyy.



Kuvio 2. Ulrichin ja Eppingerin (2012, 14) tuotekehitysprosessi

2.3 Tuotekehityksen käynnistäminen

Ulrich ja Eppinger kutsuvat tuotekehitysprosessin käynnistämistä nollavaiheeksi. (Ulrich & Eppinger, 13.) Tuotekehityshankkeen käynnistäminen ei tarkoita välttämättä, että tuotekehityshanke toteutettaisiin loppuun asti. Käynnistämisvaiheessa selvitetään taustatiedot markkinointinäkömystä ja kehittämiskustannuksista, mahdolliset tuotot sekä terveydelliset ja ympäristöön liittyvät kysymykset. Lisäksi tuotekehityksen käynnistäminen vaatii sekä tuotteen tarpeen että mielikuvan toteuttamis-

mahdollisuudesta. Nämä voivat syntyä sattumalta tai systemaattisen toiminnan tuloksena. (Jokinen 14-18.)

Sattumien kautta saattaa syntyä kannattaviakin tuoteideoita, mutta tuotekehitystä ei voida perustaa pelkästään niihin. Yritys tarvitsee uusien tuotteiden hakemiseen myös organisoitua ja systemaattista toimintaa ja tietoa sekä yrityksen ulkopuolelta että sisältä. Ulkoisia tiedonlähteitä ovat mm.

- asiakaskyselyt ja tarjouspyynnöt
- analyysit kilpailijoiden tuotteista
- markkina-analyysit
- tekniikan kehittyminen
- yritysmessujen ja -tapahtumien herättämät ajatukset.

Sisältä tarvitaan tietoa mm. näistä yrityksen asioista:

- henkilöstöresurssit (tutkimus-, markkinointi- ja suunnitteluhenkilökunta sekä mahdollisen valmistusosaston ammattihenkilökunta),
- henkilökunnan tietotaso ja kokemus
- mahdolliset patentit ja lisenssit
- tutkimustilat ja -laitteet
- valmistusmahdollisuudet (olemassa olevat tuotantovälineet, alihankinnan käyttö)
- yrityksen taloudelliset mahdollisuudet
- asiakassuhteet ja myyntiorganisaatio.

Yrityksen sisältä saadut tiedot muodostavat yrityksen yrityspotentialin. Näillä voimavaroilla yritys voi toimia, ja niitä on vahvistettava tai etsittävä yhteistyökumppani, mikäli ne eivät ole riittävät tuotekehityshankkeisiin. (Jokinen 2001, 19-20.)

Yrityksen ulkopuolelta kerätyillä tiedoilla sekä yrityspotentiaalin huolellisella analysoinnilla voidaan selvittää potentiaalisia ja kannattavimpia tuotealueita. Tuotealueen tunnusomaisia merkkejä voivat olla esim. se, että ne

- täyttävät tietyn toiminnon
- valmistetaan tietyistä raaka-aineista
- valmistetaan tietyllä valmistusmenetelmällä
- markkinoidaan tietyille asiakkaille
- toimivat jollain tietyllä toimintaperiaatteella.

Yrityksen toiminta-ajatus ja ulkoisen sekä sisäisen tilan kerätyt tiedot toimivat kriteereinä tuotealueiden arvostelussa. Näillä yritys löytää yhden tai useamman lupaavan tuotealueen, joilta voidaan lähteä etsimään tuoteideoita. (Jokinen 2001, 20.)

Tuoteideoiden etsimiseen on tarjolla erilaisia ideointimenetelmiä, joita esitellään luvuissa 2.4.1 - 2.4.6. Tunnetuimpia menetelmiä ovat mm.

- aivoriihi
 - Gordonin aivoriihi
 - kirjallinen aivoriihi 635
- muuntelumenetelmä
- synektiikka.

On olemassa myös japanilainen TT-menetelmä, mutta sen pääpaino on ongelman analysoinnissa. Kun löydetään tuoteidea, laaditaan sen pohjalta kehitysehdotus. Kehitysehdotuksessa kuvataan kehitettävä tuote ja sen tekniset ja taloudelliset vaatimukset, käytettävissä oleva kehityspanos ja aikataulu. Jos yrityksen johto tekee myönteisen kehityspäätöksen, alkaa seuraavaksi luonnosteluvaihe. (Jokinen 2001, 20-46.)

2.4 Luonnosteluvaihe

Luonnosteluvaiheessa haetaan ja luodaan avoimia ratkaisuluonnoksia kehitykseen valitulle tuotteelle. Tässä vaiheessa täytyy yhdistää tekniikka, käytännön tieto, tuotantomenetelmät ja kaupalliset näkökulmat ja tehdä tärkeimmät tuotekehitysprojektin päätökset. Luonnostelulla pyritään kuvaamaan ratkaisuperiaatteita selventävästi ja luonnokset ovat melko monesti käsin piirrettyjä. Luonnostelussa ei siis keskitytä yksityiskohtaisiin mittakaavoihin sen tarkemmin, vaan pyritään saamaan mahdollisimman monta ideaa. Ideoinnin apuvälineenä voidaan käyttää soveltuvia ideointimenetelmiä. (Cross 2008, 32; Jokinen 2001, 21.)

Luonnostelun alkuun kehitystehtävä analysoidaan, eli käydään aluksi läpi kehityspäätös. Kehityspäätöksen ei tulisi asettaa niin ahtaita rajoja kehitettävälle tuotteelle, että se estäisi optimiratkaisun löytymistä. Analysoinnissa reuna- ja alkuehdot kirjoitetaan muistiin sen perusteella, mitä ominaisuuksia ratkaisulla saa ja ei saa olla sekä minkä tarkoituksen ratkaisun tulisi täyttää. Samalla on hyvä selvittää asiakkaiden toivomukset, vastaavien tuotteiden heikot kohdat, standardit ja turvallisuusmääräykset. Näiden pohjalta voidaan luoda vaatimuslista. (Jokinen 2001, 23.)

Toimintokuvaksen määrittäminen parilla sanalla helpottaa kokemusten perusteella ratkaisumahdollisuuksien löytymistä. Ratkaisuvaihtoehtoja etsimään lähdetessä annettu tehtävä on hyvä yksinkertaistaa ja selkeyttää, jotta se voidaan jakaa kokonaistoimintoon ja osatoimintoihin, jos toiminto on monimutkainen. Kokonaistoiminnon hajottaminen kannattaa aloittaa esittämällä kokonaistoiminto esim. laatikkona, johon syötetään energiaa, materiaalia jne. ja kokonaistoiminto muuntaa tuottaa lopputuloksen. Tämän jälkeen kokonaistoiminto hajotetaan osatoimintoihin, jotka kuvaavat tarkemmin, mitä kyseinen osatoiminto tekisi toteuttaakseen halutun kokonaistoiminnon. Tuotteen kokonaistoiminnon hajottamiseen ei kuitenkaan ole olemassa yhtä ainoaa ja oikeaa tapaa. Muutamia käytännöllisiä tekniikoita tosin löytyy:

- luodaan toimintakaavio olemassa olevasta tuotteesta

- luodaan toimintakaavio perustuen mielivaltaiseen tuotekonseptiin, jonka ryhmä on jo luonut tai joka perustuu tunnettuun osatoiminnan menetelmään
- seurataan yhtä osatoimintoa (esim. materiaali) ja määritetään, mitä toimintoja vaaditaan ja toistetaan sama muille.

Toimintojen hajottaminen on käytännöllinen ja soveltuva teknisille tuotteille, mutta sitä voidaan käyttää myös yksinkertaisille tuotteille. Toimintojen hajottamiselle on myös kaksi lähestymistapaa, hajottaminen sekvensseihin käyttäjän toimintojen perusteella sekä hajottaminen avainasiakkaiden tarpeiden mukaan. Käyttäjän toimintojen perusteella tehty hajottamista voidaan soveltaa tuotteisiin, jotka ovat yksinkertaisia ja vaativat paljon käyttäjän vuorovaikutusta. Avainasiakkaiden tarpeisiin perustuva hajottaminen voidaan toteuttaa tuotteisiin, joissa käyttömukavuus ja -varmuus ovat tärkeitä. Kun toiminnot on saatu jaettua osiin, on helpompaa keskittyä tuotteen kannalta kriittisempiin osatoimintoihin. Yleensä kriittiset osatoiminnot saadaan määriteltäviä muutaman minuutin keskustelulla kehitysryhmän kesken. (Jokinen 2001, 30-31; Ulrich & Eppinger 2012, 120-124.)

Osatoimintoihin ja alaongelmiin erikoistuneet asiantuntijat voivat tarjota valmiita ratkaisuja tai ohjata etsinnän antoisammille alueille. Asiantuntijoiden joukkoon kuuluu yritysten ammattilaiset vastaavien tuotteiden valmistuksessa, ammattikonsultit, yliopiston henkilökunta ja tavarantoimittajien tekniset edustajat. Vaikka oikeiden asiantuntijoiden etsimiseen ja löytämiseen kuluisikin aikaa, vie se yleensä paljon vähemmän aikaa kuin olemassa olevan tiedon uudelleenluominen. Suurin osa asiantuntijoista suostuu keskustelemaan ilman erillistä korvausta, pois lukien konsultit, jotka saattavat veloittaa tarjoamastaan konsultoinnista. Tavarantoimittajat tarjoavat yleensä enemmänkin aikaansa veloituksetta, jos he kokevat, että yhteydenottaja voisi käyttää heidän komponenttejaan omissa suunnitteluissa. (Ulrich & Eppinger 2012, 125.)

Patentit ovat hyvä tiedonlähde, koska ne ovat valmiiksi saatavilla ja niistä saa selville, kuinka monet tuotteet toimivat. Huonoin puoli patenttien hakemisessa on, että ne

ovat suojattuja 20 vuotta hakemuksen jättämisestä, eli jos haluaa käyttää jotain patenttia, voi joutua maksamaan rojalteja eli tekijän osuuksia tuloista. Hyvänä puolena voidaan pitää myös sitä, että löydetään etukäteen ratkaisuja, joita välttää tai lisensoida se patentin omistajalta omaan käyttöön. Vanhojen ja ulkomaisten patenttien, joilla ei ole maanlaajuista suojaa, voidaan käyttää rojalteja maksamatta. Patenteja voi hakea tietokannoista kätevästi hakusanoilla, jotka ovat oleellisia tietyille tuotteelle. (Ulrich & Eppinger 2012, 125.)

2.4.1 Ideointimenetelmät

Ideointimenetelmät on suunniteltu ideoiden tuottamista ja kehittämistä varten. Osa niistä on suunniteltu ryhmien käyttöön, mutta osaa niistä voidaan soveltaa myös yksilömuotona. (Jokinen 2001, 39.)

Menetelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään, intuitioon perustuvat menetelmät ja diskursiiviset menetelmät. Intuitiivisille menetelmille on tunnusomaista, että ratkaisuidea tulee mieleen tavalla, jota ei pysty tarkasti jälkikäteen selittämään. Diskursiivisissa eli systemaattisissa menetelmissä analysoidaan ja yhdistetään tietoisesti erilaisia ideoita. (Jokinen 2001, 39.)

2.4.2 Aivoriihi

Aivoriihi kehitettiin 1950-luvulla Alex P. Osbornin toimesta ja se on tunnetuin ideointimenetelmistä. Sitä käytetään yleisesti ryhmätyömuotona, vaikka siitä voidaan soveltaa myös yksilötyömuoto. Istuntoon pyritään valitsemaan henkilöt erilaisilla kokemuspohjilla ja luomaan hyvä ilmapiiri jättämällä arvostelu pois keskustelusta. (Jokinen 2001, 40.)

Ryhmän sopiva koko on 5-10 henkilöä. Alle viiden henkilön ryhmissä kokemuspohjat ja näkökulmat henkilöiden välillä saattavat erota liian vähän toisistaan, jolloin ongelmaa tarkastellaan liian kapeasta näkökulmasta. Liian suurella ryhmällä tilanne ajautuu helposti siihen, että jäsenet eivät saa tarpeeksi puheenvuoroja ja osa passivoituu. Ryhmän tulee koostua yrityksen eri osaston jäsenistä, jotta kokemuspohjasta saadaan laaja. (Jokinen 2001, 40-41.)

Sopiva pituus kokoukselle on 1-2 tuntia. Liian lyhyt kokous ei tuo tarpeeksi erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ja ideoiden tyrehtyessä puheenjohtajan avustuksella voidaan saada jatkettaessa kokousta vielä hyviäkin ideoita. Aivoriihi sopii helposti lähestyttäviiin ongelmiin, koska sillä saadaan paljon ja epätavallisiakin ratkaisuvaihtoehtoja. Monipuolisuus on aivoriihen suurin etu ja hyvin hoidettuna se on virkistävä ja hauska. Huonoin puoli aivoriihessä on, että monimutkaisempiin ongelmiin ei ehditä syventyä tarpeeksi lyhyessä kokouksessa. (Jokinen 2001, 41-42.)

2.4.3 Gordonin aivoriihi

Gordonin aivoriihi on periaatteeltaan samantyylinen kuin Osbornin kehittämä aivoriihi. Suurin ero on, että kokousta ei aloiteta varsinaisella ongelmalla tai aiheella, vaan puheenjohtaja avaa keskustelun laajemmalla kysymyksellä. Vain puheenjohtaja tietää varsinaisen aiheen. Yksi peruste muun ryhmän pimennossa pitämiselle varsinaiselta ongelmalta on se, että vältetään liian aikaisin saavutettuja ratkaisuja. Jossain määrin Osbornin menetelmällä käsitellään ongelmaa pinnallisesti eikä saavuteta varsinaisia innovaatioita. Alkukeskustelun jälkeen Gordonin aivoriihen ideointi jatkuu samaan tapaan kuin tavallinen aivoriihi. Gordonin aivoriihellä voidaan käsitellä monimutkaisempiakin ongelmia, koska lähestymiskulma on laajempi ja kokoussarjalle varataan enemmän aikaa. (Al-Hammad, N.d; Jokinen 2001, 42-43.)

2.4.4 Kirjallinen aivoriihi 635

Kirjallista aivoriieheä kutsutaan yleensä englanniksi termillä *brainwriting* eli hiljainen aivoriihi. Menetelmän on kehittänyt Bernd Rohrbach vuonna 1968. Luku 635 viittaa työskentelytapaan, jossa kuusi ihmistä kirjoittaa lapulle kolme ideaa viidessä minuutissa. Kun aika kulunut, annetaan laput viereiselle ryhmän jäsenelle. Seuraava henkilö voi joko jatkossa kehittää kolme aiempaa ideaa tai kirjoittaa kolme uutta ideaa lapulle. Sama toistuu, kunnes jokainen lappu on käynyt kuudella ryhmän jäsenellä. Kirjallinen aivoriihi on erittäin tehokas ja nopea ideointimenetelmä, sillä puolessa tunnissa saadaan jopa 108 ideaa. Koska kyseessä on kirjallinen aivoriiehen menetelmä, ryhmän jäsenet voivat havainnollistaa ideoitaan kuvien avulla seuraavaa jäsentä varten. Kritiikin mahdollisuus ideointivaiheessa on pieni, mutta se voi aiheuttaa itsekritiikkiä, koska jäsenet tietävät, että hetken kuluttua seuraava pääsee lukemaan, mitä ideoita on kirjoitettu. (6-3-5 Method N.d; Jokinen 2001, 43.)

2.4.5 Muuntelumenetelmä

Muuntelumenetelmää sovelletaan yleensä olemassa olevan tuotteen tai idean parantamiseen. Ideoita haetaan esim. miettimällä, saataisiinko haluttu tulos laittamalla toiminnat eri järjestykseen, voidaanko niitä yhdistää tai jakaa edelleen osatoiminnoiksi jne. Ideoita haettaessa voidaan miettiä vastauksia esim. seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä muu on samantapaista?
- Minkälainen ratkaisu olisi, jos
 - tehtäisiin päinvastoin
 - järjestetään toiminnat tai osat uuteen järjestykseen
 - muutetaan liike, väri tai ääni
 - lisätään, vähennetään tai yhdistetään toimintoja
 - jätetään jokin osa pois?

Kysymyslistan kohdat riippuvat tilanteesta ja ne voidaan laatia vapaasti sopivaan tarkoitukseen. Muuntelumenetelmä voidaan toteuttaa yksilöllisesti tai ryhmätyönä. Se on yksinkertainen ja halpa työmuoto verrattuna aivoriihiin, mutta ei välttämättä niin perusteellinen muihin menetelmiin verrattuna (Jokinen 2001, 44-45.)

2.4.6 Synektiikka

Sana synektiikka tulee kreikasta ja se tarkoittaa erilaisten ja olettamuksellisesti toisiinsa kuulumattomien asioiden yhdistämistä. Synektiikka kehitettiin Yhdysvalloissa 1970-luvulla Georg M. Princen ja William J. Gordonin toimesta. (Jokinen 2001, 46.)

Synektiikalle on tyypillistä analogioiden systemaattinen käyttö. Analogioita etsimällä voidaan vapauttaa ajattelu varsinaisesta ongelmasta analyttisen ajattelutavan mukaisesti. Näin alitajunta työskentelee silti ongelman kimpussa ja odottamattomien ratkaisujen löytämisen todennäköisyys kasvaa. Synektiikka soveltuu sekä ryhmätyöhön että yksilötyömuotoon. (Jokinen 2001, 47.)

Synektiikkamenetelmässä aloitetaan ongelman ilmaisemisella. Asiantuntija määrittelee yhdellä tai kahdella lauseella ongelman ja selostaa sen taustatekijöitä. Ongelma voi olla jokin asia, joka koskee asiantuntijaa henkilökohtaisesti ja hän voi esitellä omasta mielestään parhaan ratkaisun kyseiseen ongelmaan. Asiantuntija esittelee mahdolliset aikaisemmin löydettyt ja tavanomaiset ratkaisut sekä selittää, miksi ne eivät ole toimineet. (Jokinen 2001, 47.)

Kun analyysi on suoritettu, voidaan lähteä ryhmän toimesta etsimään helposti ja välittömästi mieleen tulevia ideoita esim. aivoriihen avulla. Yksinkertaiset ongelmat saattavat ratketa tässä vaiheessa ja myöhemmät vaiheet voidaan ohittaa. (Jokinen 2001, 47.)

Seuraavassa vaiheessa ryhmän jäsenet esittävät erilaisia toivomusluonteisia tavoitteita, jotka ilmaisevat uusia ongelman näkökohtia. Tavoitteiden olisi hyvä olla ainakin osittain mielikuvituksellisia, jotta ajatusten kulkua ei rajoitettaisi liikaa. Toivomustavoitteista asiantuntija valitsee yhden, mielellään tavanomaisesta poikkeavan esityksen, jolle ryhmä lähtee etsimään ideoita sen saavuttamiseksi. (Jokinen 2001, 48.)

Ryhmän päädyttyä yhteen ratkaisuvaihtoehtoon on asiantuntijan vuoro selostaa, miten hän ymmärtää ratkaisun. Tämän avulla tarkistetaan, että ryhmä ja asiantuntija ymmärtävät ratkaisuehdotuksen samalla tavalla. Asiantuntija hakee ideasta kolme hyvää asiaa ja pyrkii esittämään havaitsemien puutteiden parannusehdotuksia kerrallaan niin, että kaikki puutteet saadaan eliminoitua. Näin saadaan lopulta aikaan mahdollinen ratkaisu. (Jokinen 2001, 48.)

Löydetty mahdollinen ratkaisu kirjoitetaan muistiin puheenjohtajan toimesta asiantuntijan sanoin. Ratkaisuehdotus tarkistetaan käymällä ongelma läpi vielä kerran. Jos se todetaan riittävän hyväksi ja tarpeeksi pitkälle kehitetyksi, voidaan sen jatko tehdä muualla. Vaihtoehtoisia ratkaisuja voidaan tämän jälkeen saada valitsemalla muita ideoinnissa löydettyjä ehdotuksia parantelemiseen tai ottaa lähtökohdaksi jokin muu toivomustavoite. (Jokinen 2001, 48.)

2.5 Ratkaisuluonnos

Ratkaisuperiaatteiden kehittelyssä ratkaisuluonnoksiksi suunnittelutyöhön tulee mukaan enemmän laskentaa ja kokeiden suorittamista. Nämä suoritetaan suuntaantavina laskuina ja yksinkertaistavia olettamuksia ajatellen. Myös tässä vaiheessa on vielä hyvä suorittaa patentti- ja kirjatutkimusta. Karkean mittakaavan luonnoksilla saadaan määriteltyä likimääräinen koko, paino, muodot jne. Tässä vaiheessa erityisesti CAD-ohjelmistot auttavat huomattavasti nykypäivänä, koska niillä saadaan mallinnettua ratkaisuperiaatteet nopeasti ja tutkittua niiden kokoa, muotoa ja liikeratoja. Myös karkeita prototyyppisiä voidaan rakentaa yksinkertaisilla välineillä, kuten teippi, jäätelötikut ja legopalat. Ratkaisuperiaatteet viedään konkreettisesti niin pit-

källe, että voidaan laskea ja määritellä niiden hyvät ja huonot puolet riittävän luotettavasti. (Jokinen 2001, 75; Häggman 2014.)

2.5.1 Karkea arvostelu

Ratkaisuvaihtoehtojen ensimmäinen karsinta suoritetaan karkealla arvostelulla käyttäen ns. maalaisjärkeä. Tällä saadaan karsittua pois käyttökeltottomat ratkaisut. Apuna voi hyödyntää valintataulukkoa, jossa on arvosteluperusteina tavanomaiset kriteerit (ks. taulukko 1). (Jokinen 2001, 76-77.)

Taulukko 1. Karkean arvostelun taulukko (Jokinen 2001, 76-77)

Ratkaisuvaihtoehdot	Arvosteluperusteet							Huomautuksia (ohjeita, perusteluja)	Päätös
	A Vastaa tehtävän asetusta	B Täyttää vaatimuslistan	C Toteuttamiskelpoisuus hyvä	D Kustannukset kohtuulliset	E Täyttää välittömät turvallisuus vaatimukset	F Soveltuu omaan alaan	G Muuta		
1	+	+	+	?	+	+		D: Lukuisat anturit nostavat hintaa	?
2	+	-						B: Hyötysuhde liian pieni	-
3	+	+	+	+	+	+			+
4	-	-							-
5	+	!	+	+	+	+		B: Vaatimuslista tasapainoton ?	!
6	+	+	+	-					-
7	-	-							-
8	+	+	-						-
9	+	+	+	+	+	?		F: Tekninen tieto riittämätön ?	?
10	-	-							-
11	+	+	+	+	+				+
12	+	+	+	-					-

2.5.2 Painoarvotaulukko

Luonnostelun loppuvaiheessa ratkaisuluonnosten tiputtua karkeassa arvostelussa muutamaan, suoritetaan painoarvotaulukkoa hyväksikäyttäen karsinta, joista esim. yksi tai kaksi valitaan kehitettäväksi. Arvostelu tapahtuu käyttämällä arvosteluasteikkoa ja painokertoimia kriteerien tärkeysjärjestyksen mukaan (ks. taulukko 2). Painokertoimilla varmistetaan, että yksi tai kaksi huonoa ominaisuutta eivät aiheuta vaihtoehdon hylkäämistä, vaikka kokonaisuus saattaisi olla parempi kuin enemmän arvosteluasteikolla pisteitä kerännyt. Yli 80 % maksimipistesummasta keräävää ideaa pidetään erittäin hyvänä. (Jokinen 2001, 79-80.)

Taulukko 2. Painoarvotaulukko (Jokinen 2001, 80)

Taulukko 2.7 Ratkaisujen arvostelu painoarvotaulukolla. Heikot kohdat on kehystetty (□).

Arvostelukriteerio	Painoarvo	Ratkaisu 1			Ratkaisu 2			Ratkaisu 3		
		Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet
Ylikuormitettavuus	0,15	1,5	3	0,45	1,2	□2	0,30	2,0	4	0,60
Hyötysuhde	0,05	0,80	□2	0,10	0,90	3	0,15	0,95	4	0,20
Paino (kg / kW)	0,15	1,7	3	0,45	2,7	□2	0,30	1,5	4	0,60
Osien lukumäärä	0,05	suuri	□1	0,05	pieni	3	0,15	keskinkert.	□2	0,10
Ergonomia	0,05	hyvä	3	0,15	hyvä	3	0,15	hyvä	3	0,15
Turvallisuus	0,05	hyvä	3	0,15	hyvä	3	0,15	eritt. hyvä	4	0,20
Valmistus	0,05	helppo	3	0,15	helppo	3	0,15	vaikea	□1	0,05
Asennus	0,10	vaikea	□1	0,10	helppo	3	0,30	vaikea	□1	0,10
Elinikä (vuosia)	0,05	7	□1	0,05	15	3	0,15	20	4	0,20
Huollon määrä	0,10	kohtalainen	□2	0,20	pieni	3	0,30	pieni	3	0,30
Valmistushinta	0,10	20.000	3	0,30	15.000	4	0,40	25.000	□1	0,10
Kehityskustannukset	0,05	pienet	3	0,15	pienet	3	0,15	kohtalaiset	□2	0,10
Toimitusaikariski	0,05	ei	4	0,20	ei	4	0,20	on	□2	0,10
Yhteensä	1,0		32	2,50		39	2,85		35	2,80

2.6 Kehittely

Kun luonnostelun lopuksi löydetään lupaavin luonnos, aletaan sitä kehitellä ja suunnitella yksityiskohtaisesti lopulliseksi tuotteeksi. Suunnittelu aloitetaan käymällä läpi tuotteelle alussa asetetut vaatimukset ja tavoitteet, jonka pohjalta aletaan tehdä konstruktioita mittakaavaan. Heikot kohdat poistetaan suunnittelemalla uudelleen

kyseiset kohdat käyttämällä arvoanalyysia, teorian läpikäyntiä syvällisemmin tai lisätiedon hankintaa tutkimushankkeilla. Joskus tuloksen ollessa tyydyttämätön voidaan heikkoja kohtia joutua parantamaan useaan kertaan tai ratkeamattomassa tilanteessa jopa hylätä valittu ratkaisuluonnos ja valita joku toinen kehitettäväksi. Lopulta päädytään paranneltuun konstruktion ja jatketaan kehitystä yksityiskohtien suunnittelulla. Kun yksityiskohtien suunnittelu saadaan valmiiksi, päätetään kehittäelyvaihe vahvistamalla kehitetty konstruktion ja siirtymällä viimeistelyvaiheeseen. (Jokinen 2001, 90-91.)

2.7 Viimeistely

Vahvistetun kehitetyn konstruktion jälkeen aloitetaan viimeistelyvaihe, jossa tuotteesta laaditaan työpiirustukset, kokoonpano- ja käyttöohjeet ym., joita tarvitaan valmistusprosessia ja käyttämistä varten. Valmistusta varten valitaan käytettävät raaka-aineet tai materiaali, valmistustavat, toleranssit osille, pintakäsittelyt jne. ja suunnitellaan prototyyppin ja nollasarjan valmistus. Kalliimmista tuotteista on mahdollonta valmistaa prototyyppijä, mutta näistä voidaan tehdä pienoismalleja ja kriittisistä osista koekappaleita täydessä mittakaavassa. (Jokinen 2001, 97.)

Prototyyppien valmistuksessa kaikkia työvaiheita ei tehdä välttämättä täydellisesti, koska halvemmilla tuotteilla prototyyppin testauksen perusteella voidaan niitä täydentää ja parantaa. Prototyyppijä voidaan myös valmistaa tuotekehitysprosessin luonnosteluvaiheessakin. Prototyyppillä saadaan selville tekniset ja taloudelliset ominaisuudet. Nollasarjan suunnittelulla ja valmistuksella tutkitaan ja testataan sarjatuotannossa käytettäviä valmistusmenetelmiä sekä niiden kustannuksia. Kun tuote siirtyy lopulta sarjatuotantoon, ei tuotekehitysprosessi kuitenkaan täysin lopu. Tuotteen kilpailukykyä ylläpidettäessä joudutaan sitä jatkuvasti kehittämään esim. käyttöhäiriöiden ja asiakkaiden valitusten perustella, joista on hyvä pitää tilastoa. Näillä kokemustiedoilla tulevatkin tuotekehitysprojektit on helpompaa toteuttaa. (Jokinen 2001, 98.)

3 Ergonomia ja käyttäjäkeskeinen suunnittelu

3.1 Ergonomia

Ergonomia voidaan määritellä useammallakin eri tavalla. IEA, eli *International Ergonomic Association* määrittelee ergonomian tieteenalana, jonka kohteena on ymmärtää ihmisen ja toimintajärjestelmän osien vuorovaikutuksia. Toinen hyvä ja ehkä helpommin ymmärrettävä määritelmä ergonomialle on, että sillä pyritään poistamaan kitkaa työn ja työntekijän väliltä soveltamalla teoriaa, periaatteita, tietoja ja menetelmiä suunnitteluun. Näin saadaan optimoitua ihmisen eli käyttäjän hyvinvointi sekä järjestelmän kokonaissuorituskyky. (Väyrynen, Nevala & Päivinen 2004, 310; Ergonomian ja käytettävyyden standardit, 2013.)

Ergonomia voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat fyysinen, kognitiivinen sekä organisatorinen ergonomia. Fyysisessä ergonomiassa toimintoja sopeutetaan ihmisen anatomisten, fysiologisten ja biomekaanisten ominaisuuksien mukaan fyysiseen toimintaan. Se käsittää mm. työskentelyasennot, toistuvat liikkeet ja työperäiset tuki- ja liikuntaelinsairaudet. Kognitiivisessa ergonomiassa käsitellään ihmisen ja toimintajärjestelmien vuorovaikutusta tiedonkäsittelyn näkökulmasta. Tähän vaikuttavat ihmisen havainnointikyky, stressi, muisti ja muut tarkkaavaisuuteen liittyvät asiat. Organisatorisella ergonomialla tarkoitetaan sosiaalisen ja teknisen järjestelmän yhteensovittamista. Näiden yhteensovittamiseen vaikuttavat organisaation rakenne, käytännöt ja prosessit sekä esim. kommunikointi, yhteistyötaidot ihmisten ja teknisten järjestelmien välillä jne. (Definition and Domains of Ergonomics N.d; Ergonomia 2015.)

Ergonomian periaatteet on otettava nykyisin huomioon suunniteltaessa ja valmistettaessa tuotteita, koska konedirektiiveissä ja standardeissa ergonomia mainitaan turvallisuus- ja terveysvaatimuksissa. Tätä voidaan kutsua myös turvallisuuskorosteiseksi ergonomiaksi, kun puhutaan ihminen-kone -rajapinnan suunnittelusta. Konetta tai

tuotetta jo suunniteltaessa tulee ottaa huomioon käyttäjään kohdistuvat fyysiset ja henkiset rasitteet, jotta ei-toivottujen tulosten, kuormittavuuden ja vahinkoriskien määrää saadaan pienennettyä. Toinen tapa nähdä ergonomia on käytettävyysskorostainen ergonomia, jossa korostetaan tuotteen käyttäjäystävällisyyttä ja hyödyllisyyttä sekä niiden kautta saatavia toivottuja tuloksia. (Väyrynen ym. 2004, 15-19.)

3.2 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu

Ergonomia liittyy suunnitteluprosessiin käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa. Se aloitetaan heti tuotekehitysprosessin alussa ja siinä perehdytään käyttäjiin sekä tehtäviin. Ergonomiatietoa voidaan soveltaa ja hyödyntää myös myöhemmissä suunnitteluprosessin vaiheissa. Käyttäjäkeskeistä suunnittelua hyväksikäyttäen voidaan saavuttaa paras mahdollinen suhde käyttäjien, tuotteen ja tehtävien välillä. Monipuolisella käyttäjäkeskeisellä suunnittelulla voidaan myös lyhentää kokonaissuunnittelu-aikaa, koska sillä voidaan karsia loppuvaiheen suuria ja työläitä muutoksia. Ergonomisesti parempi tuote on myös kuluttajien mieleen, sillä on tutkittu, että kuluttajat ovat valmiita maksamaan jopa 10-15 % korkeamman hinnan ergonomisesti paremmasta tuotteesta. (Väyrynen ym. 2004, 28.)

Käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa voidaan käyttää eri arviointiperusteita. Käytettävyyttä voidaan arvioida esim. käytettävyysskokeilla, simuloinnilla ja erilaisilla mittauksilla, kunnes saavutetaan asetettu vaatimustaso. Suunnitteluryhmään voidaan myös valita käyttäjäedustajia. Suunnittelun alkuvaiheessa on hyvä valita näkökulma, eli lähestytäänkö suunniteltavaa kohdetta käyttäjä- vai teknologia- lähtöisesti. (Väyrynen ym. 2004, 28-29.)

	Ihmiset	Laitteet
Teknologia­lähtöinen suunnittelunäkökulma	Epämääräinen Epäjärjestelmällinen Tunteenomainen Epälooginen	Tarkka Järjestäytynyt Rationaalinen Looginen
Käyttäjälähtöinen suunnittelunäkökulma	Luova Joustava Altis muuttumaan Kekseliäs, neuvokas	Epäluova Jäykkä Pysyvä Mielikuvitukseton

Kuvio 3. Käyttäjä- ja teknologia­lähtöiset suunnittelunäkökulmat (Väyrynen ym. 2004, 29)

4 Yhdyskuntajätehuolto Suomessa

Yhdyskuntajätteen jätteenhuollon järjestäminen on Suomessa kuntien vastuulla. Vastuualue käsittää kotitaloudet, julkisen palvelutoiminnan sekä sosiaali- ja terveystaloudet, mutta kunnilla on myös toissijainen vastuu elinkeinoelämän toiminnoista syntyvistä jätteistä. Jätteen käsittely hoidetaan alueellisilla jätelaitoksilla, jotka voivat olla kuntayhtymiä, liikelaitosmuotoisia tai osakeyhtiöitä. Pääosan palveluista, kuten jätteenkuljetukset, jätelaitokset kilpailuttavat ja ostavat yksityisiltä yrityksiltä. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

4.1 Jätteen keräys

Yhdyskuntajätteen käsittelyn ja kierrättämisen helpottamiseksi jätteet tulee lajitella niiden syntypaikassa. Kierrätettäviä materiaaleja ovat esim. paperi, kartonki, metalli ja lasi. Kierrätyksellä halutaan myös poistaa käsiteltävästä jätteestä ympäristölle ja terveydelle vaaralliset ongelmajätteet. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

Kiinteistökohtaiset jätelajien keräykset voivat perustua jätteenhuoltoviranomaisen sääntämiin kuntakohtaisiin jätteenhuoltomääräyksiin tai kiinteistön vapaaehtoisuuteen. Suurimmilla kiinteistöillä, esim. taloyhtiöt, on velvollisuus järjestää jätteenhuoltomääräysten mukaisesti sekajätteen keräyksen lisäksi kierrätettävien jätteen erilliskeräys biojätteelle, pakkausjätteelle jne. Kuntien jätelaitoksilla on koko maan laajuinen kierrätyspisteiden verkosto hyötyjätteen ja vaarallisten jätelajien vastaanotolle. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

4.2 Jätteenkuljetus

Jätteenkuljetuksesta huolehtiminen määräytyy kunnan jätteenhuoltoviranomaisen päätöksen mukaan. Kunnan jätelaitos kilpailuttaa kuljetuspalvelun tai kiinteistönhaltija jär-

jestää sen itse. Jos jätteenkuljetus järjestetään kunnan kilpailuttamana, ovat kuljetushinnat edullisempia kuntalaisille. Kilpailutus vähentää myös raskaan liikenteen määrää ja samalla jätteenkuljetuksen päästöjä. Kunnan järjestämän kuljetuksen myötä jäte myös päätyy lailliseen sijoituspaikkaan ja jätehuollon valvonta on helpompaa. Kiinteistönhaltijan järjestämä jätteenkuljetus on jäämässä pois käytöstä, koska se ei mahdollista vaatimuksia täyttävää ja pitkäjänteisen toiminnan jätehuoltojärjestelmää. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

4.3 Jätteenkäsittely

Alueellisilla jätekeskuksilla jätelajit muunnetaan joko haitattomaan tai hyödyntämistä varten käyttökelpoiseen muotoon. Käsittelyssä käytetään biologisia, mekaanisia ja termisiä prosesseja. Prosessien käsittelyjäännöksiä varten laitoskeskuksissa on myös loppusijoituspaikka, eli kaatopaikka. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

Biologisilla käsittelylaitoksilla eloperäiset jätteet, kuten biojäte, hajotetaan haitattomaan ja turvalliseen muotoon kompostoimalla tai mädättämällä. Kompostoimalla prosessin tuotteena syntyy maanparannusainetta eli multaa ja mädätysprosessissa metaania. Metaania voidaan käyttää sähköntuotannossa ja ajoneuvojen polttoaineena. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

Mekaanisella käsittelyllä erotetaan jätteestä hyödynnettävät osat tai muokataan sitä jatkokäsittelyä varten sopivampaan olomuotoon. Käsittely voidaan tehdä esim. murskaamalla ja seulomalla, jolla yhdyskuntajätteestä erotetaan jätepolttoaineeksi (SRF) kelpaavat ja loppusijoitettavat käsittelyjäännökset. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

Käsittelyprosessissa syntyvät hyödyntämiskelvottomat jäännökset sijoitetaan kaatopaikalle. Kaatopaikalle ei saa vuoden 2016 jälkeen sijoittaa enää biohajoavia ja palavia jätteitä, jonka ansiosta kierrätyskelvoton sekajäte täytyy hyödyntää energiana

tulevaisuudessa. Kaatopaikat luokitellaan jätteen laadun mukaan pysyvän jätteen, tavanomaisen jätteen tai vaarallisen jätteen kaatopaikoiksi. Vaikka kaatopaikan loppusijoitustoiminta lopetettaisiin, täytyy kaatopaikka-aluetta valvoa ja hoitaa kymmenien vuosien ajan. Jälkihoito on merkittävä kustannus jätehuollossa teknisesti korkeatasoisten kaatopaikkojen ohella. (Suomen yhdyskuntajätehuolto, 2006.)

4.4 Jätehuollon kustannukset

Jätehuollon kustannukset katetaan jätemaksuilla. Yleiset perusteet jätemaksun määrittämiselle ovat jätteen laji, laatu, määrä ja noutokerrat. Myös erilaiset kuljetus- ja keräysoloja haittaavat tekijät, esim. pitkät keräilyvälineen siirtomatkat ja normaalista noutorytmistä poikkeavat kuljetukset, voidaan ottaa huomioon perusteina. (Jätetaksa ja jätemaksu, 2012.)

Jätelajien käsittelymaksut on määrätty yleensä joko paino- ja/tai tilavuusperusteisina. Yhdyskuntajäte voidaan luokitella neljään eri luokkaan seuraavan mukaisesti:

- Y1 yhdyskuntajäte, joka kuljetetaan puristinlaittein varustetussa jäteautossa tai jäteastiassa
- Y2 yhdyskuntajäte, joka kuljetetaan siirtolavasäiliössä
- Y3 yhdyskuntajäte, joka kuljetetaan muulla tavoin kuin kohdissa Y1 tai Y2 mainituilla tavoilla
- Y4 yhdyskuntajätteenä katsottava maa-, metsätalous- ja teollisuusjäte sekä rakennusjäte muun jätteen seassa, joka kuljetetaan muulla kuin kohdissa Y1 ja Y2 mainituilla tavoilla. (Jätetaksa ja jätemaksu, 2012.)

Taksoissa on määritelty yleisesti myös erikseen maksut erilaisille jätelajeille:

- biojäte
- erityisjäte joka vaatii erillistoimenpiteitä kaatopaikalla
- sako- ja umpikaivoliete
- ylijäämämaa, rakennusjäte, puhdas puu
- yksittäisille esineille, esim. kodinkoneet
- risuille ja lentotuhkalle

- hyötykäyttökelpoisille jätteille (mm. keräyspaperi, -pahvi, -lasi, alumiini ja metalliromu). (Jätetaksa ja jätemaksu, 2012.)

Jätetaksoissa on huomioitu maksujen määrät keräysvälinekohtaisina, kuten erikokoiset jäteastiat, pikakontit ja syväkeräyssäiliöt sekä niiden tyhjennystiheydet, oletetut täyttöasteet ja omistussuhteet. Taksoissa mainitaan yleensä erikseen myös esim. astioiden pesu- ja desinfiointimaksut, siirtokuljetusmaksut, tunnisteavainmaksut, punnitusmaksut, muistutusmaksut ja lajittelumaksut. Jätekuorman sisältäessä useita jätelajeja määrätään käsittelymaksu yleensä hinnaltaan korkeimman jätelajin perusteella, joka kuormataan. (Jätetaksa ja jätemaksu, 2012.)

Viime aikoina on tullut tarpeeseen ottaa käyttöön myös kiinteistö- tai talouskohtaisesti ns. eko- tai palvelumaksut. Niitä peritään yleensä kaikilta, joiden käytettävissä on ollut erityispalveluja, kuten hyödynnettävien ja ongelmajätteiden keräys. Niitä voidaan periä myös kiinteistöiltä tai talouksilta, jotka eivät ole liittyneet järjestettyyn jätteenkuljetukseen. Vuonna 2014 jätemaksukyselyyn vastanneista kunnista 61 % ilmoitti keräävänsä ekomaksua. (Jätetaksa ja jätemaksu, 2012; Jättemaksut, 2014.)

4.6 Jyväskylän kaupungin jätetaksa

Jyväskylän kaupungin kaupunkirakennelautakunta hyväksyi 15.12.2015 vuoden 2016 jätetaksan, joka tulee voimaan 1.1.2016. Jätetaksan maksut pysyvät ennallaan vuoden 2015 jätetaksasta lukuun ottamatta syväkeräyssäiliöiden pesujen maksua, pikakonteista kerättävien hyötyjätteiden maksua ja kotitalouksien suurten jätteiden noutopalveluun liittyvää jätteenkäsittelymaksua. Kuluttajapakkausten eli kartongin, metallin ja lasin keräysvälineiden maksuja on sen sijaan alennettu vähintään 10 %, pois lukien etulastaus- ja upposäiliöistä kerättävä kartonki. Myös syväkeräyssäiliöistä kerättävien bio- ja kuivajätteiden maksut alenevat 5 %. Vuoden 2016 taksa sisältää kaksi uutta maksua: 5 €:n hyötyjätteiden pikakontille ja 7 €:ään maksut tyhjille keräysvälineille. (Jätetaksa, 2015.)

Jyväskylän kaupungin jätetaksan 2016 mukaiset biojäteastian tyhjennysmaksut vaihtelevat pinta-astioilla 4,35 euron ja 13,12 euron välillä jätteastian tilavuudesta riippuen. Syväkeräyssäiliöillä biojätteen tyhjennysmaksut ovat 25,95 euron ja 61,24 euron välillä. Sisäsäkin hinta paikalleen laitettuna on pinta-astioille 2,03 euroa kappaleelta ja syväkeräyssäiliöille 16,09 euroa. Kuivajätteiden tyhjennysmaksut vaihtelevat pinta-astioilla 5,01 - 9,21 euron välillä ja syväkeräyssäiliöillä 27,78 – 85,92 euron välillä. Lisäksi kuivajätteelle on määrätty keräysmaksut etulastaussäiliöille, upposäiliöille ja pikakonteille. Näiden tyhjennysmaksut vaihtelevat 39,41 euron ja 75,57 euron välillä tilavuuden mukaan. Kiinteistön keräysastioiden ollessa tyhjiä noudettaessa, laskutetaan käynti ns. hukkanoutona. Hinta määräytyy keräysastian tyyppin mukaisesti 2,73 euron ja 24,80 euron välillä. Keräysastian tilavuus ei vaikuta hukkanoudon maksun suuruuteen. (Jyväskylän kaupungin jätetaksa 2016, 2015.)

Keräysvälineiden puhdistus ja kunnossapito kuuluu niiden haltijalle ja niiden käytöstä ei saa aiheutua haittaa terveydelle tai ympäristölle. Kuiva- ja biojätteiden 120 - 660 litran pintakeräysastiat on pestävä vähintään kahdesti vuodessa ja hyötyjäteastiat kerran vuodessa. Syväkeräysastioista biojättesäiliöille on määrätty vähintään kaksi pesukertaa vuodessa ja kuiva- sekä hyötyjättesäiliöt täytyy pestä vähintään kerran vuodessa. Yli viiden huoneiston kunnan järjestämään jätteenkuljetukseen kuuluvilla kiinteistöillä bio- ja kuivajäteastiat pestään automaattisesti kaksi kertaa vuodessa keväällä ja syksyllä sekä hyötyjäteastiat kerran vuodessa. Alle viiden huoneiston kiinteistöt huolehtivat jätteastioiden pesuista itse. (Jyväskylän kaupungin jätetaksa 2016, 2015; Jyväskylän kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset, 2013.)

Näiden lisäksi kyseisiin maksuihin voidaan lisätä muita maksuja irtojätteestä, avainmaksusta, siirtomaksuista ja erillisistä tilausnoudoista. Irtojätteen erillismaksu on verollisena joko 28,95 euroa/m³ tai 7,24 euroa/säkki. Se voidaan kuormata keräysvälineen vierestä normaalin tyhjennyksen yhteydessä. Siirtomaksulla tarkoitetaan jätteastian tai -säkin siirtämistä jäteauton luokse ja siitä veloitetaan 2,95 euroa alkaen 10 metrin matkalta. Avainmaksua veloitetaan 372 euroa verollisena vuodessa,

mikäli kiinteistön jättiloihin ei päästä jätteenkuljetuksen yleisavaimella. Jätteiden noutamisesta välittömästi asiakkaan pyynnöstä laskutetaan kiinteistöä tuntiveloituksena 93e/tunti. (Jyväskylän kaupungin jätetaksa 2016, 2015.)

4.7 Jätehuollon vuosittaisten kustannusten laskeminen

Jyväskylän kaupungin sivuilta löytyy laskuri, jolla voidaan laskea jäteastian tilavuuksi- en, jätelajien ja niiden tyhjennysvälin mukaan vuosittaiset jätehuollon kustannukset kotitalouden tyyppin mukaisesti. Alle viiden huoneiston kiinteistö tulee olla myös keräysastia biojätteelle, jos sitä ei kiinteistöllä kompostoida. Kuviossa 4 on laskettu esimerkkinä omakotitalon vuosittaiset jätehuoltokustannukset, jossa tyhjennysväli on bio- ja kuivajätteelle kaksi viikkoa ja molempien keräysastioiden tilavuus on 140 litraa. (Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen, 2016.)

Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen

Jätelaji	Astiakoko	Astioiden lkm	Tyhjennysväli	Vuosi- kustannus
Biojäte	140 l	1	2 viikkoa	91,26
Kuivajäte	140 l	1	2 viikkoa	105,04
Kartonki	140 - 600 l	0	1 viikko	0,00
Lasi	140 - 660 l	0	1 viikko	0,00
Metalli	140 - 660 l	0	1 viikko	0,00
Laske				Yhteensä alv 0% 196,30
				Yhteensä alv 24 % 243,41

Kuvio 4. Vuotuiset jätehuoltokustannukset (Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen, 2016)

Jos laskuriin vaihdetaan kuivajäteastian tyhjennysväliksi pisin mahdollinen, eli neljä viikkoa, kuivajätteen tyhjennysmaksut puolittuvat 52,52 euroon vuodessa. (Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen, 2016.) Helsingin Sanomien artikkelin mukaan 40 asunnon ja 75 asukkaan kerrostaloissa HSY:n alueella 32e/asukas ja samantyyppisessä talossa muualla Suomessa keskimäärin 63e/asukas. (Mannila 2013.)

5 Jätepuristimen suunnittelu

5.1 Työn aloitus

Opinnäytetyön idea kotitalouksille tarkoitetusta jätepuristimesta tuli suunnittelutoimisto KT-Plan Oy:n toimitusjohtajalta Kalervo Tikkamäeltä. Jos jätettä syntyy kotitalouksissa paljon, voi keräysastia täytyä nopeasti ennen tyhjennyskertaa. Tämä voi johtaa siihen, että täyden keräysastian viereen joudutaan jättämään ylimääräiset jätepussit, joiden hajut voivat houkuttaa eläimiä. Toinen vaihtoehto olisi puristaa jätepussit esim. polkemalla jalalla ennen keräysastiaan laittamista, mikä ei ole hygienian kannalta suositeltavaa. Jätepussit voivat myös tuolloin hajota.

Tämän opinnäytetyön tuloksena saadulla jätepuristimella olisi tarkoitus puristaa ainoastaan yleisjätettä, koska sen tyhjennysväliä pidentämällä voidaan vaikuttaa jätekustannuksiin eniten, jos kotitaloudella tyhjennysväli olisi yksi tai kaksi viikkoa. Biojättestaatioilla pisin tyhjennysväli on ainoastaan kaksi viikkoa, joten biojätteitä puristamalla ei saavuteta merkittäviä säästöjä. Lisäksi jätepuristin täytyisi puhdistaa useammin, jos sitä käytettäisiin biojätteeseen. Jätehuoltokustannusten perusteella jätepuristimesta olisi eniten taloudellista hyötyä omakotitaloissa asuville, koska he pystyisivät vaikuttamaan helpommin omiin jätteenkeräyksen kustannuksiin. Jos jätteiden noutoväliä pystyttäisiin pidentämään, saataisiin sillä pienennettyä keräyksestä aiheutuvia kustannuksia jopa 50 %. Vuositasolla säästöt olisivat useita kymmeniä euroja, jos omakotitalon keräysastioiden tyhjennysväli on tiheämpi kuin neljä viikkoa. Kerrostalo- ja rivitaloyhtiöissä jätteenkeräyksen kustannuksiin voitaisiin vaikuttaa ainoastaan, mikäli jokainen taloyhtiön asukas käyttäisi jätepuristinta. Lisäksi isoissa taloyhtiöissä jätehuollosta aiheutuvat kulut ovat asukasta kohti vuositasolla omakotitalojen talouksia huomattavasti pienemmät.

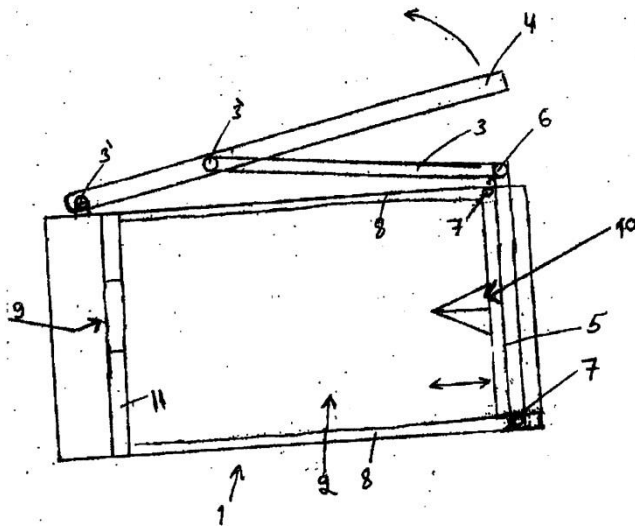
Valitsin tähän tuotekehitystyöhön Jokisen tuotekehitysprosessin mallin, koska tässä työssä oli tarkoitus suunnitella yksinkertainen tuote ja arvioida ainoastaan valmistuksen kustannuksia. Tuotekehityksen teoriaosuudessa on käytetty lähteenä myös UI-

richin ja Eppingerin teosta, mutta tuotekehitysprosessin teorian vaiheet noudattavat enemmän Jokisen mallia. Valintaan vaikutti myös se, että Ulrichin ja Eppingerin mallissa keskitytään tarkemmin myös mm. markkinointikustannusten selvittämiseen, joka rajattiin pois opinnäytetyöstäni alkuvaiheessa. Jokisen teoksessa esitetyistä ideointimenetelmistä tässä työssä on sovellettu synektiikkaa, aivoriihää ja muuntelumenetelmää. Suunnitteluun käytettiin Solidworksia ja kappaleen lujuustarkastelu tehtiin ANSYS-ohjelmalla. Lopuksi laadittiin työpiirustukset kappaleista ja arvioitiin jätepuristimen valmistuksen kustannukset laskemalla.

5.2 Markkina- ja patenttitutkimus

Työn alussa tein markkina- ja patenttitutkimuksen vastaavista tuotteista. Suomen Patenti- ja rekisterihallituksen PatInfon tietokannasta löytyy vain kaksi voimassa olevaa hyödyllisyysmallia kotitalousjätteen puristamista varten. Muut tietokannassa olevat hyödyllisyysmalli- tai patenttihakemukset ovat rauenneet, lakanneet tai jääneet sillensä tai hakemus on peruttu. Suomen markkinoilla ei ole saatavilla jätepuristimia ollenkaan. Sen sijaan ulkomailta löytyi muutama myynnissäkin oleva jätepuristin kotitalouksien käyttöön sekä useampia patenteja. Ulkomaisista patenteista on esitetty vain muutama, koska niitä löytyy paljon ja osissa patenteista toimintatavat olivat melko samankaltaisia.

Riku Kekki on kehittänyt jätepuristimen maito- ja mehutölkkien puristamista varten. Kuviossa 5 on kuva keksinnöstä ja sen toimintaperiaatteesta. Tölkit syötetään rungossa 8 olevasta syöttöaukosta tilaan 2 ja käännetään vivusta 4 nuolen suunnan mukaisesti, jolloin nivelöity vipukappale 3 ja 4 nostaa pohjaa 5 kohti yläpohjaa 11 vasten (Kekki, 2012). Vaikka tämä hyödyllisyysmalli on rekisteröity tölkkien puristamista ajatellen, voisi se ehkä toimia sekajätteidenkin puristukseen. Sen toiminta on myös yksinkertainen eikä liikkuvia osia ei ole paljon. Tätä keksintöä ei ole kuitenkaan markkinoilla myytävänä, joten sen toimintaa on vaikea arvioida pelkän hyödyllisyysmallin piirustusten perusteella.



Kuvio 5. Jätepuristimen hyödyllisyysmalli, Kekki (Kekki, 2012)

Matti Kaikkosen hyödyllisyysmallissa (ks. kuvio 6) puristaminen tapahtuu myös liikkuvalla seinällä 3, mutta puristamiseen käytetään toimilaitetta 5, esim. hydraulisynterillä. Jätepusseja syötetään puristintilaan 1 yläpuolelta ja se sisältää saranoidun ja lukittavan kannen 2. Lisäksi kyseinen hyödyllisyysmalli on liikuteltava pyörien 6c ansiosta. (Kaikkonen, 2015.) Kaikkosen hyödyllisyysmalli vaikuttaa puristusteholtaan hyvältä toimilaitteen ansiosta, mutta se ei ehkä soveltuisi sisällä käytettäväksi hydraulisynterin kanssa.

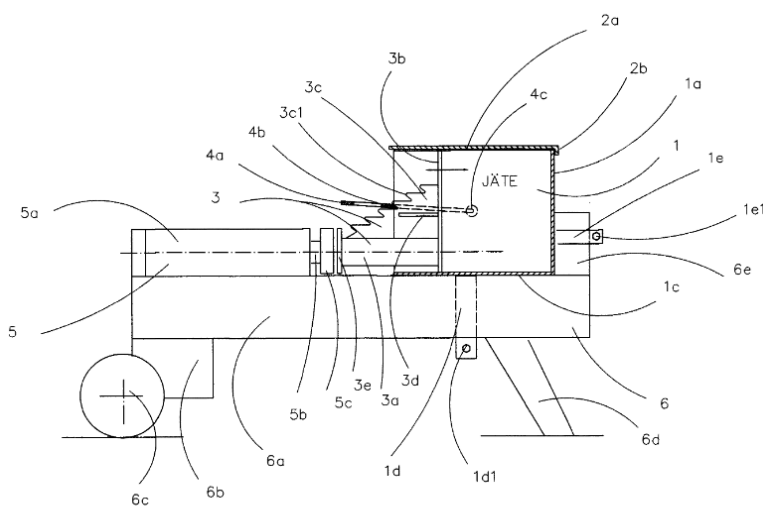


Fig.1

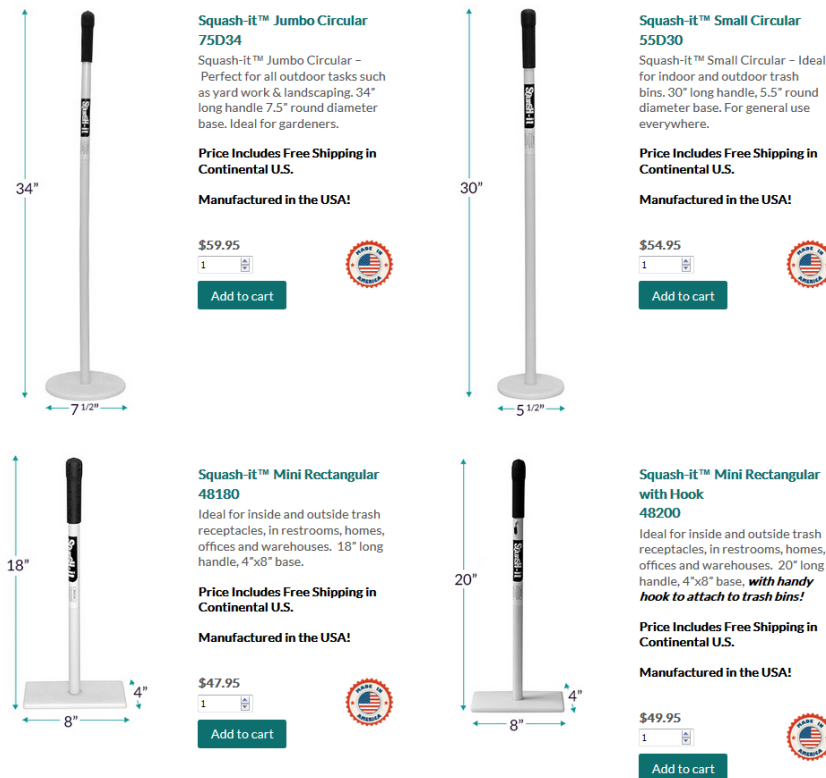
Kuvio 6. Jätepuristimen hyödyllisyysmalli, Kaikkonen (Kaikkonen, 2015.)

Ulkomailla myynnissä olevia jätepuristimia löytyi useampia. TK Products Inc. on kehittänyt manuaalisesti käytettävän jätepuristimen, TK10:n, joka on esitetty kuviossa 7. Se on valmistettu kiiltävästä ruostumattomasta teräksestä ja siinä on poljinmekanismi kannen avaamiseen sekä mekanismi jätetussin kiinnittämiseen sisäpuolella. Sen sisätilavuus on 40 litraa ja korkeus 65 cm. Jätteiden puristaminen tapahtuu painamalla kädellä alaspäin kannesta irtoavalla puristinlevyllä, joka pysyy kiinni kanssa pienien magneettien ansiosta (Trash Krusher, N.d). Se on ulkonäöltään ja yksinkertaisella toiminnallaan ehkä paras markkinoilta löytyvä kotikäyttöön suunniteltu jätepuristin. Sen huonoina puolina ovat korkea hinta 140 dollaria, sekä ergonomisesti arvioiduna huonohko työskentelyasento selälle. Se on suhteellisen korkea astia ja sitä käyttäessä joutuu kurottamaan lähes lattiarajaan asti.



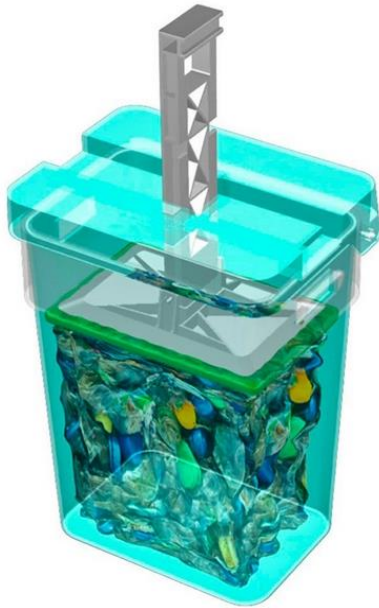
Kuvio 7. TK10-jätepuristin (Trash Krusher, N.d)

Squash-it -jätepuristimia löytyy neljä eri mallia varren pituuden mukaan. Ne ovat yksinkertaisia rakenteeltaan, sillä niissä on vain varsi kumisella kädensijalla ja puristinlevy sekä yhdessä mallissa kiinnityskoukku, jolla sen saa ripustettua esim. jätetastian reunalle. Ne ovat muovista valmistettuja ja pesunkestäviä. Puristinlevyjä on kahden muotoisia, joko pyöreä tai suorakulmainen. Hinta vaihtelee n. 48 - 60 dollarin välillä varren pituudesta riippuen. Kuvioista 8 näkyvät mallit hintoineen ja mittoineen tuumissa. (Squash-it Manual Trash Compactors, N.d.)



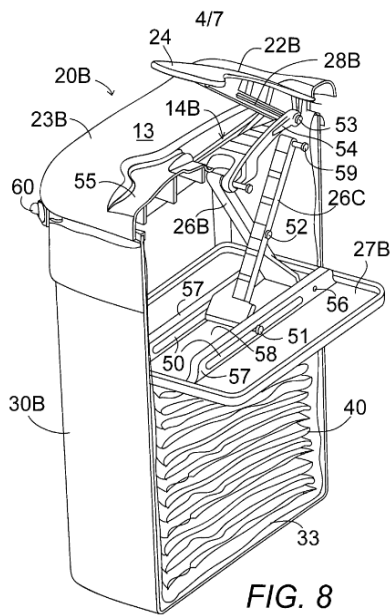
Kuvio 8. Squash-it –jätepuristin (Squash-it Manual Trash Compactors, N.d.)

Pressboy on Sveitsissä suunniteltu ja TK10:en tapaan jäteastianakin toimiva jätepuristin (ks. kuvio 9). Se koostuu jäteastiasta ja irrotettavasta kannesta, jossa on puristin-toiminto. Puristin toimii niin, että varsi vedetään sivulle, kunnes sen pää on keskellä ja painetaan varren avulla puristinlevyllä jätteet kasaan alaspäin. Se on tilavuudeltaan 27 litraa ja sen mitat ovat senttimetreinä 32 x 24 x 49. Valmistusmateriaali on muovi, jonka tarkempaa laatua ei ole mainittu. Sen hinta on 59,90 euroa, joten se on huomattavasti edullisempi, kuin TK10. Sitä ei kuitenkaan voi tilata Suomeen yksittäisinä kappaleina edes Amazon.co.uk:sta. (Pressboy 2013; Pressboy Compactor, N.d.)



Kuvio 9. Pressboy-jätepuristin (Pressboy Compactor, N.d.)

Donovan Ruddock on kehittänyt ja patentoinut manuaalisesti käytettävän jätepuristimen, joka toimii saksimekanismilla (ks. kuvio 10). (Ruddock, 2005) Kannessa olevasta vivusta vedettäessä mekanismi painaa puristinlevyä alaspäin jopa 14-kertaisella voimalla. Valmistuksessa on käytetty materiaalina ABS-muovia. (The Bettermaid Compactor.) Sen hinnasta ei löytynyt tarkkaa tietoa, koska se on ilmeisesti poistunut markkinoilta. Se on kuitenkin esim. TK10-jätepuristinta parempi ergonomisesti sekä puristusteholtaan sen mekanismin ansiosta.



Kuvio 10. Jätepuristimen patentti, Ruddock (Ruddock, 2005)

Irlannissa valmistettava Bin Trasher on suunniteltu käytettäväksi pienempien keräysastioiden jätteiden puristamiseen (ks. kuvio 11). Se kiinnitetään sen päällä olevien koukkujen avulla keräysastian saranaan ja jätteet puristetaan vipuvarrella tiiviimmäksi. Sen hinta on n. 50 euroa ja se soveltuisi hyvin omakotitaloissa asuville. (Bin Trasher, 2010.)



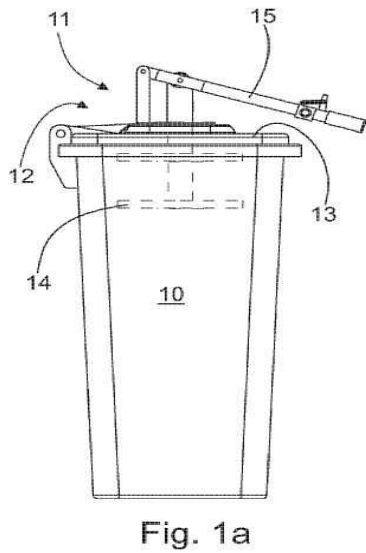
Kuvio 11. Bin Trasher-jätepuristin (Bin Trasher, 2010)

Keräysastioiden jätepuristimia löytyy samanlaisella toimintaperiaatteella myös muita hieman Bin Trasherista poikkeavia malleja. Kuviossa 12 on esimerkkinä Amazon.comissa myynnissä oleva BinMasher BM100. (BinMasher BM100, N.d.)



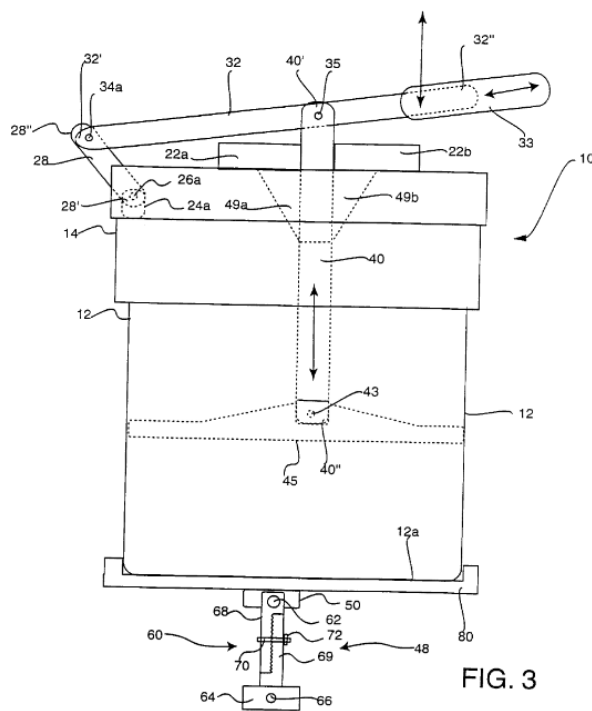
Kuvio 12. BinMasher-jätepuristin (BinMasher BM100, N.d.)

Pasi Hyytisen patentoimassa jätepuristimessa astian kannessa on vipuvarsimekanismi, jonka kiinnityspää on vipuvarren päässä ja astian kannessa lähellä sen keskikoh-
taa. Jätteet puristetaan astiassa pystysuuntaisella teleskooppivarrella varustetulla puristinlevyllä painamalla alaspäin vipuvarren toisesta päästä. Puristinlevyn tele-
skooppivarren kiinnityskohta on lähellä vipuvarren kiinnityspäätä ja astian keskikoh-
dassa. (Hyytinen, 2015.) Ratkaisu vaikuttaa toimivalta, koska teleskooppimaisen ra-
kenteen ansiosta varren pituutta voi säädellä jäteastian täytön mukaan. Kuviossa 13 on esitetty Hyytisen patentoima ratkaisu.



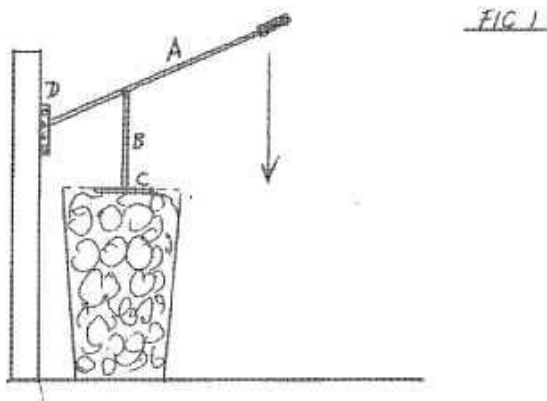
Kuvio 13. Jätepuristimen patenti, Hyytinen (Hyytinen, 2015)

Rudolf Martorellan patentissa on hyvin samanlainen periaate kuin Hyytisellä, mutta vipuvarren kiinnityspää on astian toisella reunalla (ks. kuvio 14). Lisäksi itse vipuvarressa on urajohteet puristinlevyn pystyvarren kiinnitykselle ja liikkuvuudelle, kun vipuvarren vapaasta päästä painetaan alas tai vedetään ylös. (Martorella, 1999.)



Kuvio 14. Jätepuristimen patenti, Martorella (Martorella, 1999)

Yksinkertaisin sisätiloihin suunniteltu jätepuristin on Geoffrey Goodwinin patentoima ratkaisu, joka on esitetty kuviossa 15. Siinä on vain kolme osaa; kiinnike, vipuvarsi ja puristinlevyllä varustettu varsi. Jätepuristin kiinnitetään kiinteästi seinään esim. keittiössä ja laitetaan jäteastia sen alle. Puristaminen tapahtuu kahden yllä olevan ja esim. Bin Trasherin tapaan painamalla vipuvarren päästä alaspäin. Kun jätepuristinta ei käytetä, se taittuu kokoon seinustalle. (Goodwin, 2009.)



Kuvio 15. Jätepuristimen patenti, Goodwin (Goodwin, 2009)

5.2 Ideointi ja luonnostelu

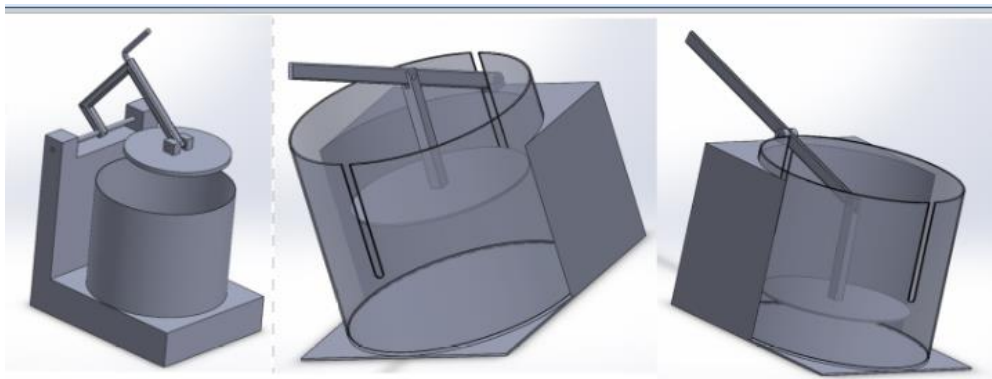
Opinnäytetyö alkoi synektiikan ideointimenetelmän tapaan aloituspalaverilla, jossa Tikkamäki esitteli lähestyttävän ongelman omien kokemusten perusteella ja esitteli jo aiemmin löytämiään ideoita mahdollisista ratkaisuista. Näiden ideoiden pohjalta lähdin myös itse etsimään ratkaisuideoita seuraavaa palaveria varten. Samalla määriteltiin suunniteltavan tuotteen eli jätepuristimen vaatimukset lyhyesti kolmella sanalla: yksinkertainen, halpa ja kompakti. Koska opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ns. hittituote, täytyi materiaalivalintoihin, työstötapoihin, kokoonpanoon, ergonomiaan ja hygieniaan kiinnittää huomiota suunnittelussa, jotta hinta pysyisi mahdollisimman alhaisena ja käytettävyys helppona.

Seuraavassa palaverissa pidimme Tikkamäen kanssa aivoriihen, jossa esittelimme toisillemme muutamia syntyneitä ideoita jätepuristimesta. Ideat esiteltiin käsin piirretyillä kuvilla ja selostamalla ajateltua toimintaperiaatetta. Mitään ideaa ei alettu hylkäämään ja arvostelemaan heti. Aivoriihiä pidettiin myös luonnostelun alettua ja sen aikana, koska uusia ideoita tuli aloittamisen jälkeen pikku hiljaa molemmilta. Aivoriiehen kesto ei kuitenkaan ollut normaalin aivoriihen tapaan yli tuntia, koska tämän opinnäytetyön tapauksessa ryhmän koko oli niin pieni.

Ideat löytyivät lähes aina intuitiivisesti, eli ne vain juolahtivat mieleen. Muutamassa ideassa käytin systemaattisia menetelmiä, eli hain tarkoituksenmukaisesti erilaisia ratkaisuja mm. muuntelumenetelmää apuna käyttäen. Muuntelumenetelmällä hain patenttien tai vastaavan tuotteen ratkaisuun uusia ratkaisuvaihtoehtojen esim. muuttamalla puristuksen liikkeen suuntaa. Löydetyistä ideoista kaikki olivat manuaalisesti lihasvoimalla käytettäviä ratkaisuja, koska sähkökäyttöinen jätepuristimen hinta olisi korkea. Ideoita löytyi kaiken kaikkiaan 13 kappaletta. Käsin luonnostellut ratkaisuideat jätepuristinmalleista löytyvät liitteistä. (Liitteet 1-4.)

Luonnostelun aloitin aina idean löydyttyä käsin piirretyillä ratkaisuilla. Tämän jälkeen aloin luonnostella käsin piirrettyjen ratkaisujen pohjalta 3D-malleja Solidworksilla. Luonnosteluvaiheessa en miettinyt mittoja, materiaaleja tai mitään muutakaan sen tarkemmin, koska siihen paneudutaan tuotekehitysprosessissa vasta kehittäelyvaiheessa. Pidin ainoastaan mielessä valmistettavuuden kannalta sen, että osien lukumäärä ei olisi kovin suuri. Tarkoituksena oli luonnostella 3D-malleja ideoista, jotta niiden toimintaa voisi paremmin arvioida esim. liikeratojen ja mekaniikan perusteella Solidworksin kokoonpanotoiminnolla. Ulkoisesti ensimmäiset 3D-luonnokset eivät olleet kovin erikoisia, koska olin käyttänyt Solidworksia aiemmin vain yhdellä opintojaksolla, joten alkuun jouduinkin opettelemaan sen käyttöä uudelleen. Nimesin luonnokset puristusmekanismin perusteella, jotta niiden tiedostojenkäsittely ja -lajittelu olisi helpompaa.

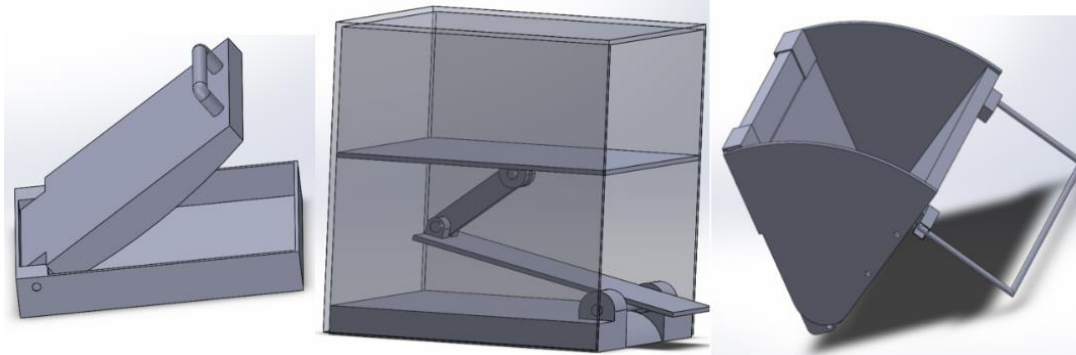
Jätepuristimen ratkaisuvaihtoehtoista kolme olivat vipuvarsimekanismilla käytettäviä. Ideat syntyivät Bin Trasherin ja Hyytisen patentoiman jätepuristimen pohjalta. Pyrin suunnittelemaan mekanismin kuitenkin niin, että se ei rikkoisi vastaavia patenteja. Vipuvarsimalli 1:n ja vipuvarsimalli 2:n puristusliike tapahtuu painamalla vipuvarren päästä alaspäin. Mutta koska vipuvarsimalli 1:n ja vipuvarsimalli 2:n mekanismi oli liian lähellä olemassa olevia ratkaisuja, sovelsin muuntelumenetelmää vipuvarsimalli 3:n ideaan muuttamalla liikkeen suuntaa. Siinä puristus tapahtuu vetämällä vipuvarren päästä ylöspäin. Vipuvarsimalli 3:n puristustapa on ehkä ergonomisesti parempi kuin vipuvarsimalli 2:ssa, koska käyttäjän ei tarvitse painaa vipuvarretta alas lähelle lattiarajaa. Puristusteholtaan vipuvarsimalli 3 ei tosin ehkä ole yhtä hyvä toisiin vipuvarsimalleihin verrattuna. Kuviossa 16 on 3D-mallien kuvat näistä luonnoksista.



Kuvio 16. Vipuvarsimallien 1, 2 ja 3 luonnosteluversiot

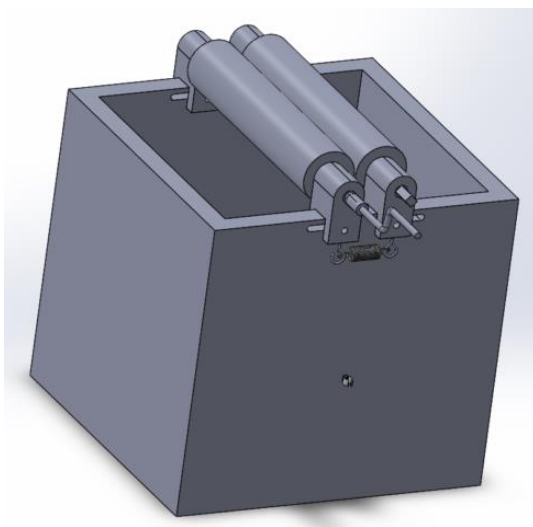
Kolmen idean puristus perustui jalkakäyttöön. Luonnosten nimiksi valitsin jalkaprässi 1, jalkaprässi 2 ja jalkaprässi 3. Kaksi ensimmäistä ideaa syntyivät Tikkamäen toimesta. Jalkaprässi 1:n idea oli puristaa täysi jätöpussi polkemalla se kasaan kahden levyn välissä. Idea oli ilmeisesti tullut aloituspalaverissa ongelman lähtökohdasta keskusteltaessa, koska hän on kuulemma joutunut välillä polkemaan jaloilla kasaan jätöpusseja keräysastian täytyttyä. Jalkaprässi 3 on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin jalkaprässi 1. Suunnittelin sen kuitenkin myös jätetastiana soveltuvaksi lisäämällä puristinlevyjen sivuille seinät sekä tukijalan. Jotta se pysyisi pystyssä, lisäsin myös pikalukot tukijalalle sekä toiselle seinälle. Puristaminen tapahtuu polkemalla toista seinistä. Jalkaprässi 2:ssa puristaminen tapahtuu painamalla jalalla polkimesta puristinle-

vyn noustessa kohti kansilevyä. Jälkimmäinen ratkaisu voisi toimia myös jäteastian ja jätteitä voitaisiin puristaa kasaan joka kerta niitä astiaan lisättäessä. Nämä kolme luonnosta on esitetty kuviossa 17.



Kuvio 17. Jalkaprässien 1, 2 ja 3 luonnosteluversiot

Telamallissa puristaminen perustuu kahden telan väliseen nippiin. Toinen tai molemmat telat liikkuvat vaakasuunnassa uria pitkin ja niiden välissä on vetojouset, joilla saataisiin puristamiseen tarvittava nippivoima. Telojen akselien päässä on neliön muotoon koneistettu pätkä, josta telaa voidaan pyörittää erillisellä kammella. Haasteena tässä ratkaisussa olisi toteuttaa telojen säätö jätteen koon mukaan, koska suurikokoisemman jätteen saaminen tiukan nipin läpi voi aiheuttaa ongelmia. Kuviossa 18 on esitetty luonnosteluversio telamallista.



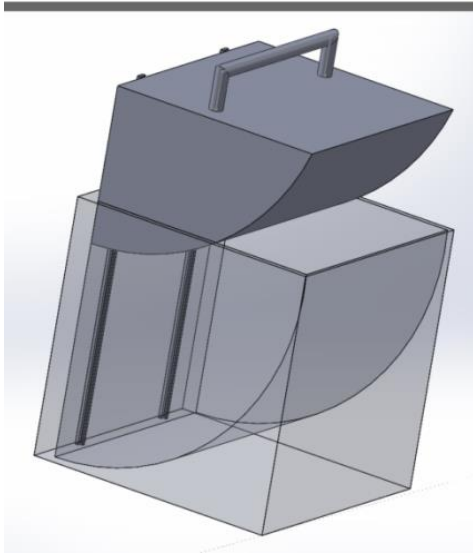
Kuvio 18. Telamallin luonnosteluversio

Kolmessa seuraavassa ideassa puristusliike on toteutettu kierreratksuilla (ks. kuvio 19). Kampimallissa on kierteellinen kampi ja ulkoseinän reiässä vastaava kierre. Kierrekamman päähän on kiinnitetty liikkuva seinä, joka liikkuu kampea pyörittämällä liukujohteilla puristaen jätepussia vastakkaista seinää vasten. Kierreruuvimallissa idea on täsmälleen sama, mutta siinä on jalkaprässi 1:n tapaan vain kaksi vastakkais- ta levyä ja toisessa levyssä on liuku-ura. Kierreastiamallissa jäteastiassa on sisäreu- nalla sekä kannessa ulkoreunalla kierteet ja kantta kierretään alaspäin. Kampimalli soveltuu jäteastianakin käytettäväksi, kun taas kahta jälkimmäistä mallia voisi käyttää ainoastaan täysien jätepussien puristamiseen.



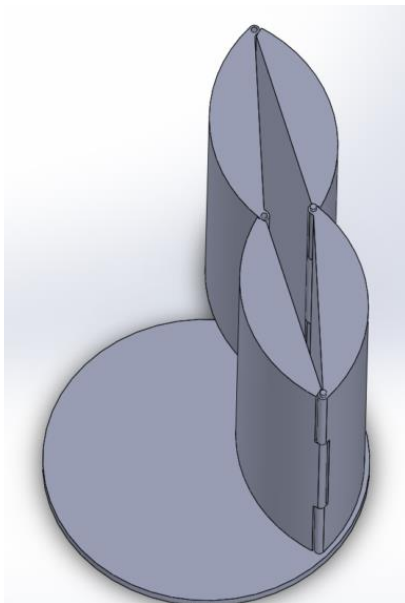
Kuvio 19. Kampi-, kierreastia- ja kierreruuvimallien luonnosteluversiot

Laatikkomallissa on astia, jossa on liukujohteet ja kansi liikkuu alaspäin niitä pitkin. Se soveltuu ainoastaan täyden jätepussin puristamiseen. Laatikkomalli on esitetty kuvi- ossa 20.



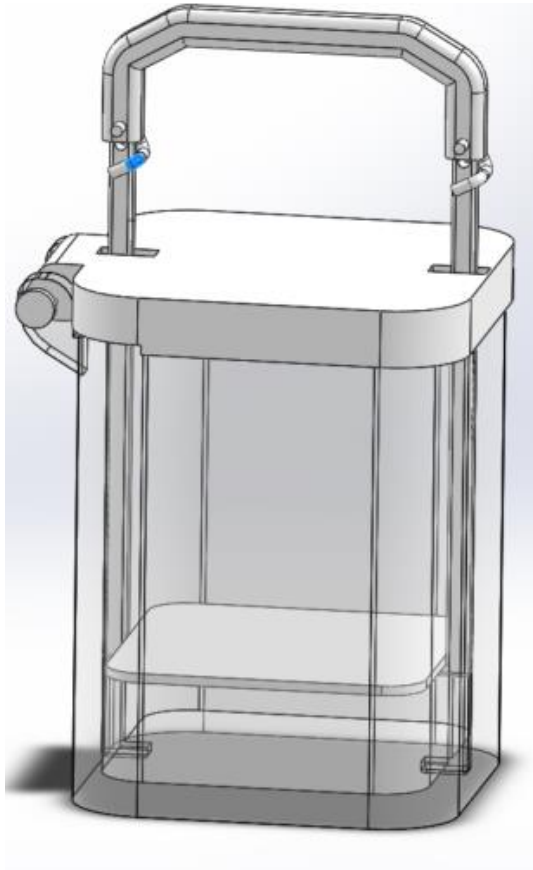
Kuvio 20. Laatikkomallin luonnosteluversio

Kokoonpuristuvan mallin idea syntyi ajatuksesta, jossa neljästä seinästä, pohjalevystä ja neljästä pyörötangosta koostuva jäteastia toimisi jätepuristimena. Pohjalevyyn hitsataan kiinni kaksi pyörötangon pätkää, jotta yksi seinä pysyisi paikallaan. Loput kolme seinää kootaan kahdella irrallisella pyörötangolla ja saranamekanismilla yhteen. Tällä tavoin saadaan puristettua jätteitä kasaan kahden seinän välissä (ks. kuvio 21).



Kuvio 21. Kokoonpuristuvan mallin luonnosteluversio

Vetopuristin oli viimeisin idea, jonka luonnostelin. Tämäkin idea syntyi muuntelumetelmällä, kun mietin Pressboy-jätepuristimen puristusliikkeen muuttamista ylöspäin vedettäväksi. Jätteet puristuvat kasaan pohjalevyn ja kannen välissä, kun kahvasta vedetään ylöspäin ja kannen liikkuminen estetään painamalla kädellä tai jalalla vetoa suoritettaessa. Pystytankojen liikkumista varten astian sivuilla on urat ja kannessa kaksi reikää vetoliikettä varten. Vetokahvan saa irrotettua ja kiinnitettyä pystytankoihin pikalukolla. Jätepussin laitetaan vetopuristinmalliin niin, että sen sangat menevät pystytankojen läpi. Vetopuristinmallin luonnosteluversio on esitetty kuviossa 22.



Kuvio 22. Vetopuristinmallin luonnosteluversio

5.3 Jätepuristimen ratkaisuluonnosten arviointi

Kun olin saanut kaikista ideoista ratkaisuluonnokset valmiiksi, laadin jätepuristimelle vaatimuslistan. Vaatimuslistalle kokosin vaatimukset jätepuristimen geometrialle,

materiaalille, hygienialle, voimille jne. Koska alkupalaverissa ei tarkempia vaatimuksia päätetty, jouduin arvioimaan itse käyttäjän näkökulmasta useimmat vaatimukset. Esimerkiksi, valitsin jätepuristimen geometrian kiinteinä vaatimuksina korkeudeksi maksimissaan 50 cm ja leveydeksi 40 cm. Leveyden perusteena oli se, että kolmessa ideassa puristuksen voimantuottoon käytetään vipuvartta, joka vie hieman enemmän tilaa leveyssuunnassa. Arvioin myös, että tuotteen tulisi kestää vähintään 50 kg:n eli n. 500 N:n kuorma. Alkuun ajattelin jopa 1000 N:n kuorman kestoja, mutta koska monessa ratkaisuluonnoksessa jätepuristinta operoitaisiin yhdellä kädellä, ei näin suuri kuorman mitoitus ole tarpeen. Lisäksi koneturvallisuusstandardi määrittelee nostosuosituksena yksittäiselle nostolle maksimirajaksi 25 kg. (Nostotyö, N.d.) Loput vaatimukset löytyvät raportin liitteenä 5 olevasta vaatimuslistasta. (Liite 5.)

Seuraavaksi tein karkean arvostelun ratkaisuluonnoksille. Vielä tässä vaiheessa en arvioinut pisteytyksillä ratkaisuluonnoksia, mutta käytin apuna aiemmin laadittua vaatimuslistaa. Arvioin myös jokaista ratkaisuluonnosta toteuttamiskelpoisuuden, kustannusten ja tehtävän asetusten vastaavuuden perusteella. Tarkoituksena oli karsia heikoimmilta tuntuvat ratkaisut, jotta painoarvotaulukolla karsiminen olisi sujuvampaa muutamalla jatkoarvosteluun viedyllä ratkaisulla.

Selvimmän karkeassa arvostelussa karsiutui kierrerruuvimalli. Sen mekaniikka vaikutti heti 3D-luonnoksen valmistuttua heikosti toimivalta eikä luonnoksesta tullut ulkoisestikaan hyvä. Muut ratkaisuluonnokset, jotka eivät täyttäneet vaatimuslistaa ja karsiutuivat karkeassa arvostelussa kierrerruuvimallin lisäksi, olivat telamalli ja jalkaprässi 3. Informaation puutteen vuoksi karsiutuivat kierreastiamalli, laatikkomalli ja vipuvarsimalli 1. Lopuksi vipuvarsimalli 2 tippui jatkoarvostelusta, koska sen idea oli liian samanlainen muihin patentteihin verrattuna.

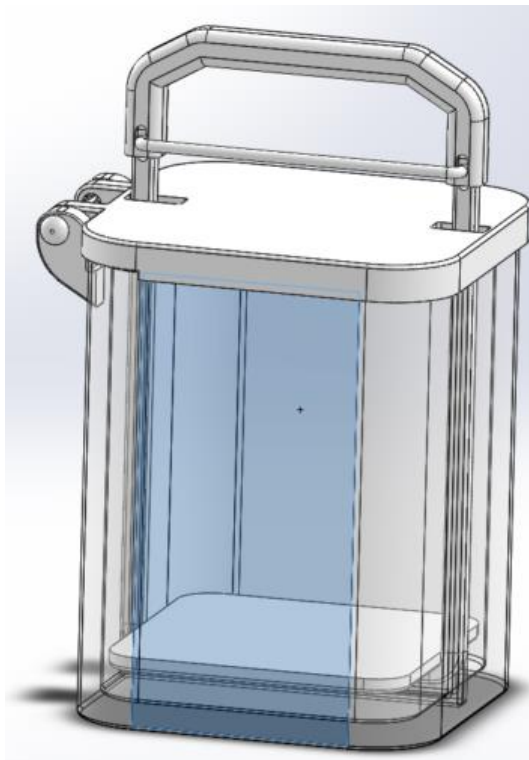
Vipuvarsimalli 3 oli luonnosteltu muuntelumenetelmän perusteella hieman erilaiseksi vipuvarsimalli 2:n pohjalta, joten se valikoitui jatkoarvosteluun. Muita jatkoarvosteluun valittuja ratkaisuluonnoksia olivat jalkaprässit 1 ja 2, kampimalli, kokoonpuristu-

va malli sekä vetopuristinmalli. Karkean arvostelun perusteet näkyvät liitteen 6 taulukosta. (Liite 6.)

Kuudelle jatkoarvosteluun valitulle ratkaisuluonnokselle suoritin arvioinnin painoarvotaulukolla. Arvostelukriteerit valitsin vaatimuslistan perusteella ja kriteerien painoarvot sen mukaisesti, kuinka tärkeänä kriteerejä pidin lopullisessa tuotteessa. Ominaisuudet ja pisteet määrittelin asettamalla itseni ajattelemaan ratkaisuluonnoksia käyttäjän näkökulmasta. Puristustehon painoarvoksi valitsin painokertoimen 0,2, koska pidin sitä tärkeimpänä ominaisuutena jätepuristimelle. Koko ja ulkonäkö saivat painokertoimeksi 0,05. En pitänyt näitä ominaisuuksia niin tärkeänä luonnoksia arvioidessa, koska niihin pystyisi vaikuttamaan myös kehittelyvaiheessa. Muille ominaisuuksille jätin 0,1 painokertoimen, sillä en kokenut, että olisi tarvetta korostaa muita ominaisuuksia enempää arvostelussa. Pyrin välttämään kuitenkin, että yksikään ominaisuus ei aiheuttaisi hylkäystä eli saisi jostain ominaisuudesta nolla pistettä. Näin ollen painotetut pisteet olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia arvostelun kannalta. Painoarvotaulukon perusteella kehittelyyn valikoitui Vetopuristinmalli sekä Vipuvarsimalli 3. Molemmat saivat painotettuja pisteitä 3,35. Muiden ratkaisuluonnosten pisteet voi nähdä painoarvotaulukosta, joka löytyy tämän raportin liitetiedostoista. (Liite 7.)

6 Ratkaisuluonnoksen kehittäminen

Koska ratkaisuluonnoksista vetopuristinmalli ja vipuvarsimalli 3 saivat saman pistemäärän, jouduin valitsemaan näistä kahdesta toisen kehiteltäväksi. Tällä tavoin resursseja säästyy, kun keskitytään yhteen kehitettävään ideaan. Päädyin valitsemaan kehiteltäväksi vetopuristinmallin. Vipuvarsimekanismilla toimivia jätepuristimia on olemassa useita ja vipuvarsimekanismin takia oma ratkaisuluonnokseni ei välttämättä täyttäisi vaatimuslistaa (ks. liite 5), koska se vie leveyssuunnassa paljon tilaa vipuvarren takia. Vetopuristinmallin puristustapa on sen sijaan uudenlainen ratkaisu jätteiden puristamiseen. En löytänyt sitä vastaavia patenteja tai valmiita tuotteita markkina- ja patenttitutkimuksessani. Kuviossa 23 on esitetty ensimmäinen kehitelty versio jätepuristimesta.



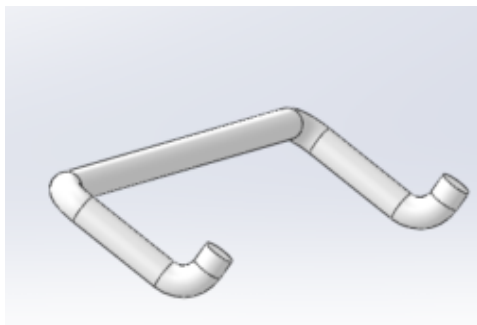
Kuvio 23. Vetopuristinmallin kehitelty version kokoonpano

Aloitin kehittelyn muokkaamalla alkuperäisen Vetopuristinmallin luonnoksen komponentteja. Astian muutoksia olivat ura pohjalla uutta vetotankoa varten sekä mitto-

jen valinta. Seinämäpaksuudeksi valitsin 12 mm ja vetotangon urien kohdalta 5 mm sivuilla sekä 6 mm pohjalla. Astian ulkomitoiksi valitsin 200 mm molempiin leveys-suuntiin ja korkeudeksi 250 mm.

Kannen mitoista kehittäessä muuttui eniten sen paksuus, joka puolittui luonnoksen 30 mm:stä 20 mm:iin. Muutin myös kiinnityskorvaketta pienemmäksi, jotta kappaleen paino pienenisi ja työstettävyys helpottuisi. Kannessa on lisäksi alkuperäisesti suunnitellut urat vetotangon pystytangoille, jotta vetotanko pääsee liikkumaan astian sisällä uria myöten. Kannen leveyden mitoiksi tuli 208 mm molempiin leveys-suuntiin.

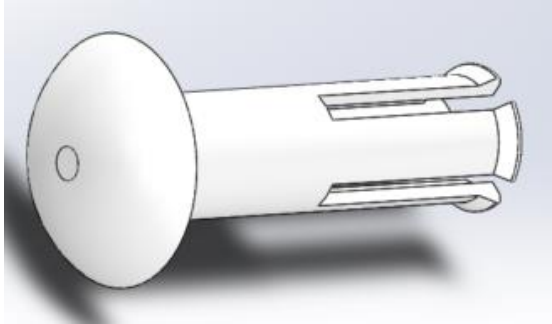
Vetokahvan ja -tangon pikalukituksen muutin alun perin suunnittelemani kahdesta erillisestä pikalukoksesta yhdeksi pikalukoksi (ks. kuvio 24), joka laitetaan vetokahvas- ja vetotankojen pystytangoissa olevien urien läpi puristusvetoliikettä varten. Pikalukitus on pyörötankoa ja sen halkaisija 6 mm. Tangon molemmat päät on taivutettu, jotta se ei pääsisi luistamaan pois urasta.



Kuvio 24. Vetokahvan ja vetotangon pikalukitus

Uuden pikalukituksen takia jouduin muuttamaan vetokahvasta 6 mm:n reiän uraksi. Samalla muutin vetotangon urien syvyyttä, jotta pikalukitustanko mahtuu läpi kummastakin urasta. Vetotanko on 12 mm:n neliötanko, jossa on 6 mm paksu puristinlevy.

Kannen kiinnitystä varten suunnittelin napsausliitoksella toimivat tapit. Kyseisellä kiinnitystavalla kansi voitaisiin irrottaa helposti ja nopeasti puhdistamista varten. Kuviossa 25 on esitetty suunnittelemani kiinnitin.



Kuvio 25. Kannen kiinnitin

Astiassa kannen kiinnitystä varten oleviin korvakkeisiin en tehnyt merkittäviä muutoksia luonnokseen verrattuna. Korvakkeita tulisi astiaan kaksi kappaletta ja ne liitetäisiin astiaan hitsaamalla, liimaamalla tai ruuviliitoksella.

6.1 Materiaalivalinta

Jätepuristimen materiaalivalinnassa täytyi miettiä riittävien lujuusominaisuuksien ja mahdollisimman edullisen hinnan lisäksi myös puhdistettavuutta. Valitun materiaalin tulisi kestää ainakin tavallisimmat pesuaineet sekä olla lämmönkestoltaan hyvä, jotta se kestäisi tarvittaessa konepesun. Myös materiaalin tiheys oli otettava huomioon lopullisen kappaleen painoa ajatellen, jos jätepuristimen käyttäjä säilyttää jätepuristinta esim. keittiön alakaapissa. Tällöin jätepuristimen siirtely on helpompaa.

Vaihtoehtoina materiaaliksi jätepuristimelle mielessäni oli joko teräs tai kestopuovi. Teräksen lujuusominaisuudet olisivat etukäteen arvioituna varmasti riittävät jätepuristimelle ja sen kuormituksille, mutta sen tiheyden takia lopullisen tuotteen paino olisi todennäköisesti suurempi, kuin kestopuovista valmistettuna. Myös mahdolliset korroosio-ongelmat huomioon ottaen päädyin etsimään materiaalia teknisistä muo-

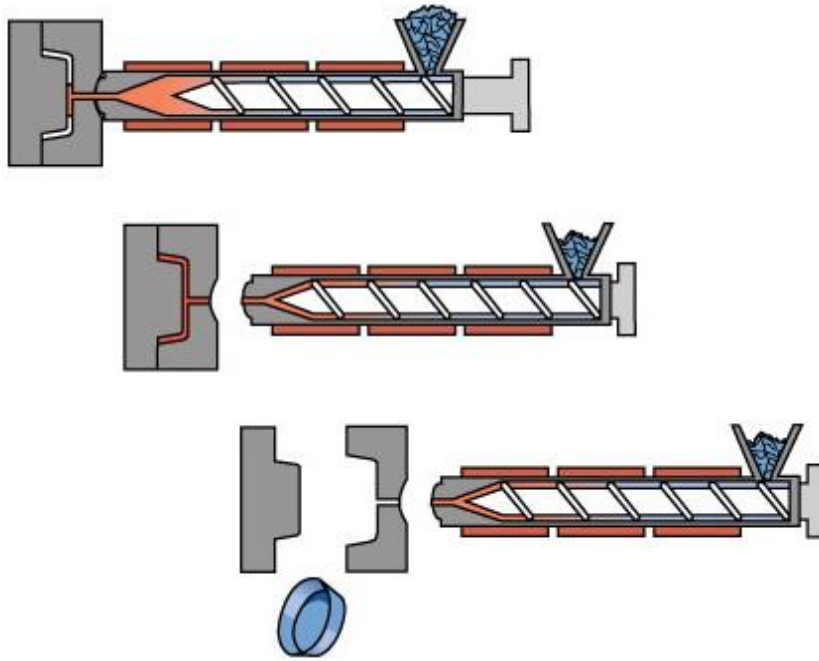
veista. Ruddockin patentoiman jätepuristimen materiaalina oli käytetty ABS-muovia, joten tarkastelin ensin sen ominaisuuksia.

Akryylinitriilibutadieenistyreeni eli ABS-muovi on kestävä, jäykkä ja hyvät työstöominaisuudet omaava kestumuovi. Sen hinta on kohtuullinen ja sen kemiallinen kestävyys on useita kestumuoveja parempi (Tekniset muovit, N.d). Sen keskihinta on Plasticsin sivujen mukaan 0,83 e/kg (Raw Materials & Prices, 2016). Myötöraja on laadusta riippuen tavallisesti yli 40 MPa ja kimmokerroin 2,2-2,9 GPa. (ABS Material Data Sheet, N.d.)

Valitsin alustavasti jätepuristimen komponenttien materiaaliksi ABS-muovin, mutta lopulta päädyin valitsemaan materiaaliksi suomalaisen Plasthill Oy:n valmistaman luonnonkuidulla lujitetun ABS-kestomuovin, Kareline ABMS:n. Perustelut vaihdon syille löytyvät seuraavasta kappaleesta valmistusmenetelmien valinnan jälkeen.

6.2 Valmistusmenetelmät

Jätepuristimen komponenttien valmistusmenetelmäksi valitsin ruiskuvalun (ks. kuvio 26), koska se on yksi yleisimmistä kestumuovien valmistusmenetelmistä. Ruiskuvalulla saadaan valmistettua isompia tuotantosarjoja ja mittatarkkoja osia. (Ruiskuvalu, N.d.) Tarkoituksena oli, että kaikki osat olisivat valmistettu ABS-muovista ja jätepuristin olisi helppo purkaa ja koota puhdistamista varten.



Kuvio 26. Ruiskuvalun menetelmä (Ruiskuvalu, N.d.)

Ruiskuvalumenetelmässä muovigranulaatit sulatetaan kitkan, paineen ja lämmön avulla, kun puristusruuvi vetäytyy taakse. Kun sula muovimassa on työntynyt eteen, ruuvi työntää sen muottiin. Kun kappale on jäähtynyt, muotti avataan ja kappale poistetaan muotista. Ruiskuvalumenetelmällä valmistamiseen liittyy rajoituksia kappaleiden rakenteen suhteen. Paksuja seinämärakenteita tulisi välttää ja käyttää lujittamiseen seinämäpaksuuden suurentamisen sijaan ripoja. Seinämäpaksuudet ovat yleensä kestumuvilaadusta riippuen kahdesta neljään millimetriä. Lisäksi tulee ottaa huomioon päästökulmat, jotta kappaleet irtoaisivat muoteista. (Ruiskuvalu, N.d; Injection Molding, N.d.)

Näiden rajoitusten takia jouduin pohtimaan ensimmäisen kehittälyversion uudelleen suunnittelua yllä mainittujen rajoitusten suhteen tai etsiä ruiskuvalua ajatellen paremmin sopiva materiaali jätepuristimen osille. Päätin ensin etsiä vaihtoehtoisia materiaalia, jotta selviäisin pienemmillä rakenteellisilla muutoksilla komponenteissa.

Löysin lopulta sopivan materiaalin Plasthill Oy:lta, joka valmistaa luonnonkuiduilla lujitettuja kestumuoveja Kareline-tuotenimellä. Lujitteena käytetään neitseellistä

havusellua. Karelinen luonnonkuitukomposiittien erot normaaleihin kestopuoveihin ovat paremmat tekniset ominaisuudet, joiden ansiosta mm. paksummat seinämära-kenteet ja suorien kappaleiden valmistus ovat mahdollisia. (Mahdollisuuksien mate-riaali, N.d.) Plasthill Oy:n yhteyshenkilöni Yrjö Kuivalaisen mukaan on mahdollista luopua lujitetuista ohuista riparakenteista, kun seinämäpaksuutta voi kasvattaa. Sei-nämäpaksuudet ovat olleet muutamassa tuotteessa yli 40mm. Päästökulmat on tosin otettava huomioon erityisesti syvissä kappaleissa, kuten jätepuristimen astiassa. (Kuivalainen, 2015.)

Karelinen luonnonkuitukomposiittien tuotevalikoimasta löytyi kuitulujitettu ABS-kestopuovi, jonka tekniset ominaisuudet ovat normaalia ABS-muovia paremmat. Lisäksi suorien ja paksujen osien valmistettavuus on helpompaa. Työstettävyys, hit-sattavuus ja liimattavuus eivät eroa normaaleista kestopuoveista. Kareline ABMS:n myötölujuus on 49,5 MPa ja kimmokerroin 2,5 GPa, eli se on jäykempi ja lujuusomi-naisuuksiltaan hieman parempi, kuin ABS. Sen hinta on 3,5 e/kg, eli huomattavasti korkeampi, kuin ABS-muovin. Toisaalta sen ominaisuudet ovat paremmat ja normaali-n muovimuotoilun rajoitusten puuttuminen vähentävät suunnitteluun käytettävää aikaa. Lisäksi sen pintaominaisuudet ovat paremmat ja se näyttää enemmän luon-nontuotteelta, kuin muovilta. Karelinen luonnonkuitukomposiitit on valmistettu EKOenergialla eli Vihreällä Sähköllä, joka sopii vetopuristinmallin ideaan ympäristöy-sävällisyyden ansiosta. Jätteitä yhteen jätöpussiin puristamalla vähennetään muovis-ten jätöpussien päätymistä kaatopaikoille. Karelinen luonnonkuitukomposiitit voi-daan kierrättää ja käyttää uudelleen ruiskuvalettuna tai hävittää polttamalla. (Luon-nonkuitukomposiitit, N.d; Mahdollisuuksien materiaali, N.d; Kuivalainen, 2016.)

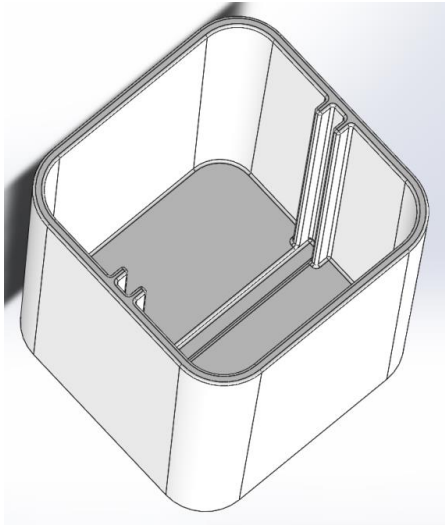
Muutamaan komponenttiin, kuten vetokahvaan, kiinnityskorvakkeisiin ja vetotan-koon, jouduttaisiin käyttämään työstömenetelmiä uria ja reikiä varten. Haluttujen yksityiskohtien poraaminen tai jyrshintä on yleensä edullisempaa kuin valmistaa kalliit muotit, joilla reiät ja urat toteutettaisiin suoraan kappaleisiin. (Ruiskuvalu, N.d.)

Ruiskuvalumuottien hinnat ovat melko suuria riippuen valmistettavasta kappaleesta. Kuivalaisen mukaan muottien hinnat vaihtelevat normaalisti 5000 – 100 000 euron välillä. Tästä syystä hain myös valmiita ja halvempia vaihtoehtoja ensimmäisen version komponenttien korvaamiseen uutta versiota ajatellen. (Kuivalainen, 2016.)

6.3 Ratkaisuluonnoksen jatkokehittely

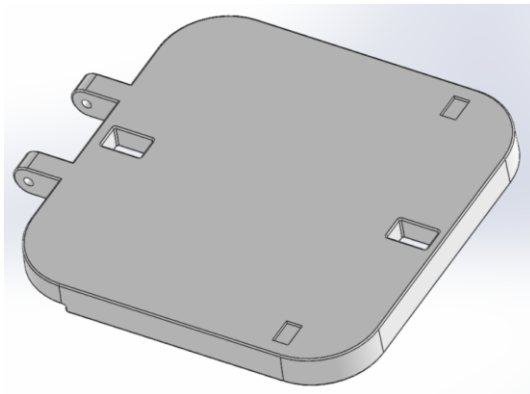
Koska vetopuristinmallin ensimmäisen kehittälyversiossa ilmeni materiaalin ja valmistusmenetelmien valinnan jälkeen edellisessä kappaleessa mainittuja ongelmia, kehittelemme uuden version valmistettavuuden ongelmien poistamiseksi. Tarkemmat mittojen ja rakenteiden muutokset näkyvät liitteenä olevissa työpiirustuksissa ja alla olevissa kuvioissa.

Astian rakenne muuttui huomattavasti, koska se on syvä kappale ja suunnittelin siihen yhden asteen päästökulman. ABS-muoville päästökulman suositus on suurempi, kuin 0,5 astetta. (Nykänen, 2007.) Suunnittelin vetotangolle urat uudelleen niin, että astian seinämänpaksuus on sama jokaisella seinämällä ja vetotangon urat ovat ripoina yhden asteen päästökulmassa, kuten astian ulko- ja sisäreunat. Muutin myös astian seinämänpaksuutta ohuemmaksi, jotta astian painoa ja täten materiaalikustannuksia saisi pienennettyä. Kuviossa 27 on esitetty jätepuristimen astian uusi 3D-malli.



Kuvio 27. Jätepuristimen astia

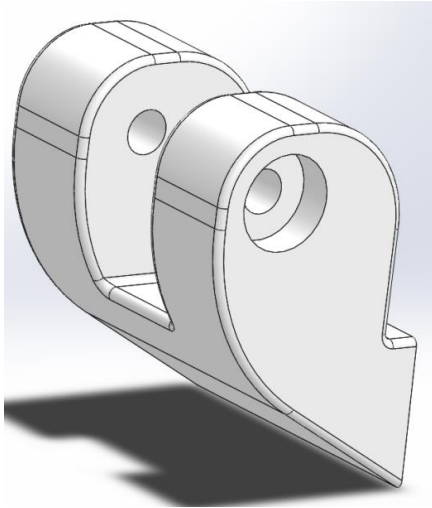
Jätepuristimen kannen muutokset ensimmäiseen versioon kohdistuivat lähinnä sivuille. Lisäsin päästökulmaksi kaksi astetta, pois lukien kiinnityskorvakkeet. Kiinnityskorvakkeiden kiinnitysreiän halkaisija muuttui 6mm:in. Kannen paksuutta en muuttanut, mutta vetotankoa varten olevia uria muokkasin astian muutoksista johtuen sopivammaksi (ks. kuvio 28).



Kuvio 28. Jätepuristimen kansi

Kiinnityskorvakkeet muuttuivat ensimmäisestä versiosta paljon, koska vaihdoin kiinnitystavan napsausliitoksesta M6-ruuviin ja mutteriin. Ruuvin kantaa ja mutteria varten jyrsitään 13mm reikä, jotta ne voidaan tarvittaessa piilottaa esim. muovi- tai kumitulpan avulla. Lisäksi astiaan liimausta varten liitospinta on astian ulkopinnan ta-

paan yhden asteen kulmassa, jotta kannen sisäpinta asettuu kohtisuoraan astian yläpinnan kanssa kokoonpanossa. Ruuviliitoksella jätepuristimen jätekustannuksia saadaan pienennettyä, kun valmistukseen tarvitaan yksi muotti vähemmän. Uusittu kiinnityskorvake on esitetty kuviossa 29.



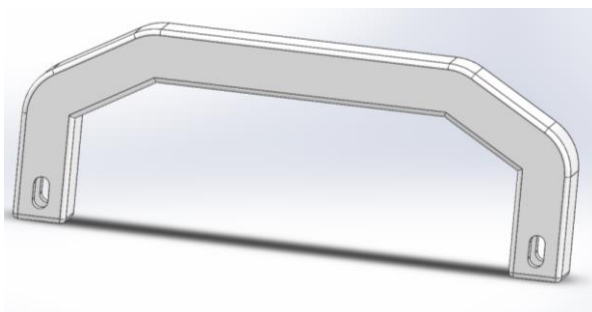
Kuvio 29. Jätepuristimen kiinnityskorvake

Jouduin muuttamaan vetotangonkin rakennetta astian päästökulman takia. Suunnitelin pystytangot 91 asteen kulmaan puristuslevyyn nähden, jolloin se sopii liikkumaan astiassa ripauraa myöten ilman suurempaa heilumista. Tämä helpottaa myös ruiskuvalua ja kappaleen pitäisi irrota helpommin muotista. Pystytankojen päät ovat tosin kohtisuorassa puristinlevyyn nähden, jotta vetokahva saadaan kiinnitettyä vetopuristusta varten vetotankoon. Puristinlevy on 6 mm paksu ja koko kappale on tarkoitus ruiskuvalaa ja välttää erillisten muottien valmistusta vetotangolle ja puristinlevylle valmistuskustannusten pienentämiseksi. Pikalukitusta varten suunnitellut urat työstetään jyrsimällä. Kuviossa 30 on esitetty uusi vetotanko.



Kuvio 30. Jätepuristimen vetotanko

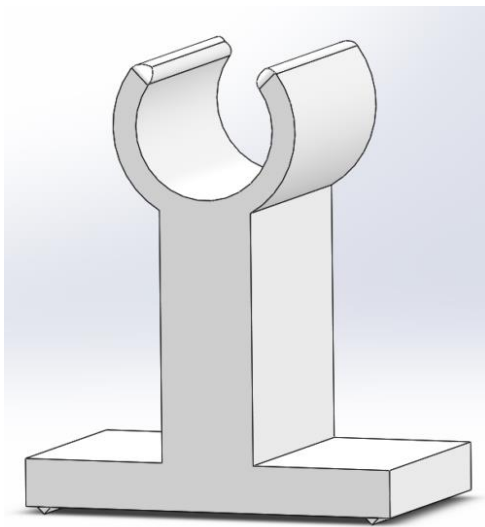
Olin suunnitellut ensimmäisen version vetokahvasta ontoksi, joka täytyi muuttaa uuteen versioon (ks. kuvio 31). Vetokahvan muotoinen ontto kappale on mahdotonta valmistaa ruiskuvalamalla, joten uudelleen suunnitellussa vetokahvassa pohjassa olevat urat on yhden asteen päästökulmassa muotista irtoamisen helpottamiseksi. Päästökulma helpottaa myös pikalukitusta varten vetokahvassa ja vetotangon päissä olevien urien kohdistamista, kun on tarkoitus puristaa jätteitä. Sivuilla olevat urat pikalukitusta varten työtetään vetotangon uran tapaan jyrsimällä.



Kuvio 31. Jätepuristimen vetokahva

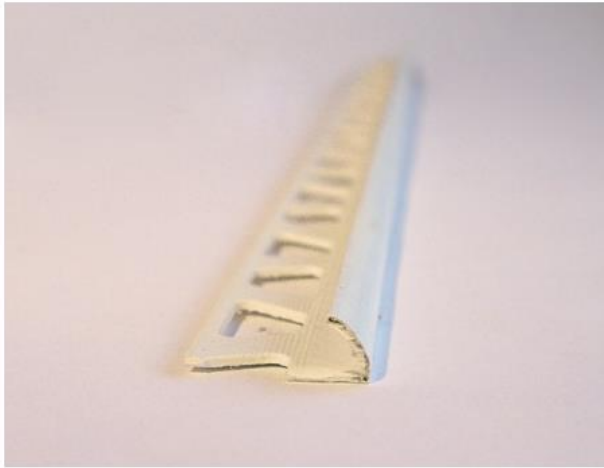
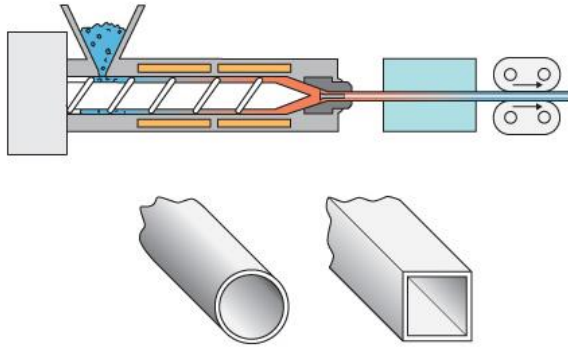
Pikalukituksen tankoon ei kohdistunut ensimmäisestä versiosta muutoksia. Sen sijaan koin tarpeelliseksi suunnitella vetokahvalle ja pikalukituksen tangolle jonkinlaisen

telineen (ks. kuvio 32), kun niitä ei käytetä jätteen puristamiseen. Tällaisen ratkaisun myötä kyseiset komponentit pysyisivät tallessa sen sijaan, että niitä säilytettäisiin jätepuristimen vieressä esim. lattialla tai kaapissa. Koska en kokenut tarpeelliseksi suunnitella poljinmekanismia kannen avaamiseen, tuli mieleeni suunnitella näille komponenteille ns. telakointiasema kannen yläpinnalle. Vetokahva ja pikalukituksen tanko voitaisiin liittää napsausliitokselle suunnitelluilla komponenteilla kanteen, jolloin vetokahvaa voidaan käyttää kannen avaamiseen, kun käyttäjä lisää astiaan jätettä.



Kuvio 32. Vetokahvan kiinnityskomponentti

Kannen pikalukituskomponentti voidaan valmistaa suulakepuristuksella. Suulakepuristuksella valmistetaan yleensä mm. putkia ja profiileita. Kyseisellä menetelmällä sula muovimassa puristetaan tietyn muotoisen suuttimen läpi, jonka jälkeen kappale jäähdytetään ja katkaistaan. (Ekstruusio eli suulakepuristus, N.d.)



Kuvio 33. Ekstruusio eli suulakepuristus ja profiili (Ekstruusio eli suulakepuristus, N.d.)

7 Jätepuristimen lujuustarkastelu ja viimeistely

Tuotekehitysprosessin viimeisenä vaiheena on viimeistely. Ennen tätä vaihetta suoritettiin lujuustarkastelun ANSYS-ohjelmistolla. Lujuustarkastelu oli järkevintä suorittaa ANSYS-ohjelmistolla, koska kappaleiden muotojen takia käsin laskemalla lujuuslaskut olisivat vaikeita suorittaa, ne veisivät huomattavasti enemmän aikaa ja laskennan tulokset voisivat olla vääristäviä mahdollisten laskuvirheiden takia. Koska en ollut käyttänyt kyseistä lujuuslaskentaohjelmaa aiemmin, luin Tero Oksasen opinnäytteen ANSYS-ohjelmiston käyttöönotosta, jonka hän oli tehnyt KT-Plan Oy:lle (Oksanen, 2009). Oksasen laatimilla ohjeilla suoritettiin lujuustarkastelun kriittisimmille osille. Lujuustarkastelua varten tein Solidworksilla erilliset osakokoonpanot astialle, kannelle ja kiinnityskorvakkeille sekä vetotangolle, pikalukituksella ja vetokahvalle. Tarkasteltavat ominaisuudet olivat jännitykset, varmuus myötörajaan nähden ja siirtymät.

Lujuuslaskentaa varten täytyi määrittää jätepuristimen osien valitun materiaalin, Kareline ABMS:n, tiedot ANSYS-ohjelman materiaalikirjastoon. Materiaalitiedot sain materiaalin valmistajalta Plasthill Oy:ltä (Kuivalainen, 2016). Tiedoista ei käynyt kuitenkaan ilmi Kareline ABMS:n Poissonin lukua, joten käytin arvona normaalin ABS-muovin Poissonin lukua, joka oli 0,35 (Mechanical Properties of Plastic Materials, 2008). Kuviossa 34 on esitetty ANSYS-ohjelmiston materiaalitietoihin syötetyt tiedot lujuuslaskuja varten.

The image shows two windows from the ANSYS software interface. The top window, titled 'Outline of Schematic A2: Engineering Data', displays a table with columns A, B, C, and D. Row 1 contains 'Contents of Engineering Data' in column A and 'Description' in column D. Row 2 is a header for 'Material'. Row 3 is selected and shows 'Kareline ABMS' in column A. Below this is a link to 'Click here to add a new material'.

The bottom window, titled 'Properties of Outline Row 3: Kareline ABMS', displays a table with columns A, B, C, D, and E. The table lists various material properties with their values and units.

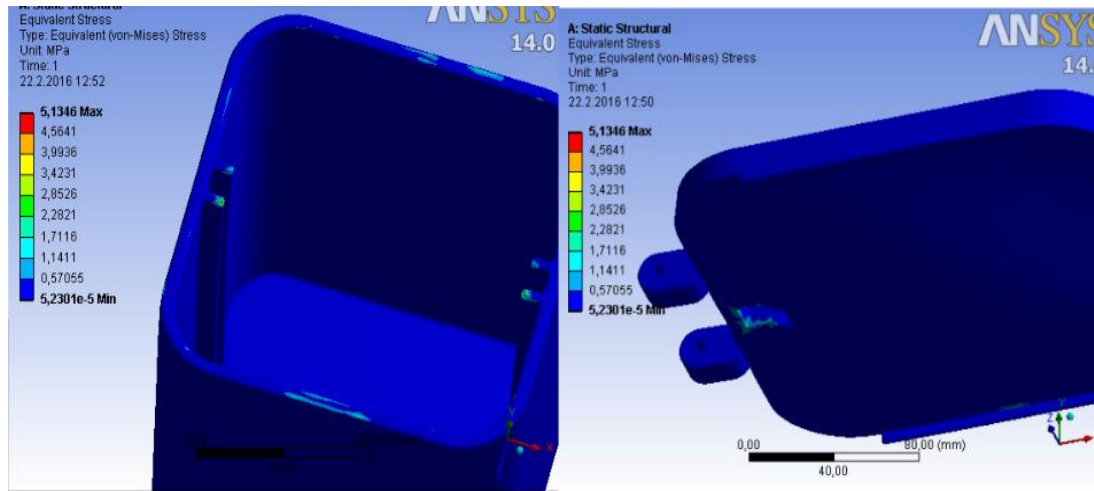
	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	1,18	g cm ⁻³		
3	Isotropic Elasticity				
4	Derive from	Young's Modulus and...			
5	Young's Modulus	2500	MPa		
6	Poisson's Ratio	0,35			
7	Bulk Modulus	2,7778E+09	Pa		
8	Shear Modulus	9,2593E+08	Pa		
9	Tensile Yield Strength	49,5	MPa		

Kuvio 34. Kareline ABMS:n materiaalitiedot ANSYS-materiaalikirjastossa

Ensimmäiset tarkasteltavat jätepuristimen kriittiset osat olivat kansi ja astia. Kiinnityskorvakkeisiin ja M6-ruuviin ei muodostu merkittäviä jännityksiä, koska puristustilanteessa kantta tuetaan toisella kädellä tai jalalla vetokahvasta vedettäessä. Ensimmäisen laskennan tuennaksi valitsin kannen yläpinnan ja voiman kuormituksen kannen alapinnasta ylöspäin. Lujuuslaskennan tulokset vaikuttivat kuitenkin epäuskottavilta todella alhaisten jännitysten takia, joten vaihdoin tuennan ja kuormituksen paikkoja. Toisessa laskennassa tuenta oli astian yläpinnassa ja 500 N:n voima kohdistuu kannen yläpinnasta alaspäin. Tämän laskennan tulokset olivat hyväksyttävät ja niiden perusteella kansi kestää mitoitettun kuorman eli 500 N. Maksimijännitykset olivat astian ripauran kohdalla 5,1 MPa ja kannen alapinnalla 2,3 MPa (ks. kuvio 35). Varmuusluvun suositus on yleensä vähintään 2, mutta joissakin tapauksissa voidaan hyväksyä myös vähintään 1,5 varmuus myötöön. Varmuusluku voidaan laskea jakamalla kriittinen jännitys sallitulla jännityksellä (Luosma, 2012), eli tässä tapauksessa myötöraja suurimmalla jännityksen arvolla. Varmuusluvuksi n saadaan näin ollen

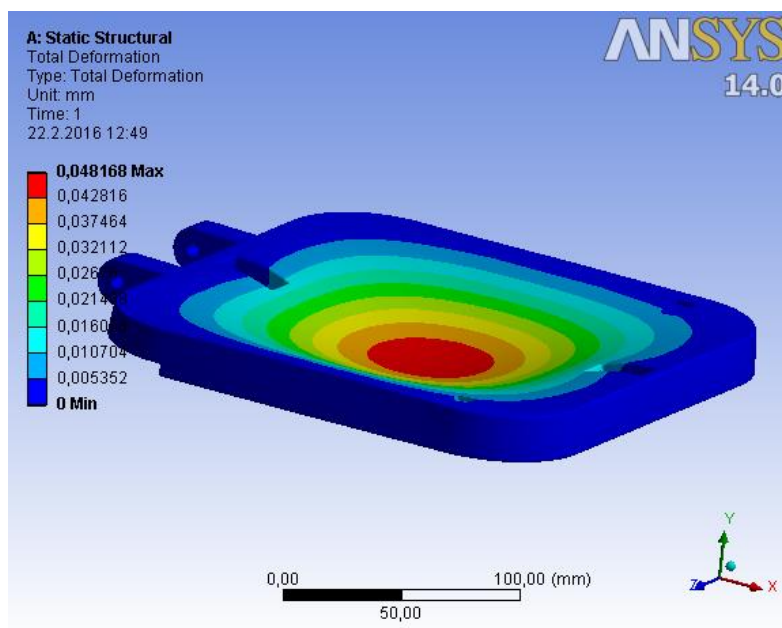
$$n = \frac{49,5 \text{ MPa}}{5,13 \text{ MPa}} \approx 9,65$$

eli varmuus on riittävä.



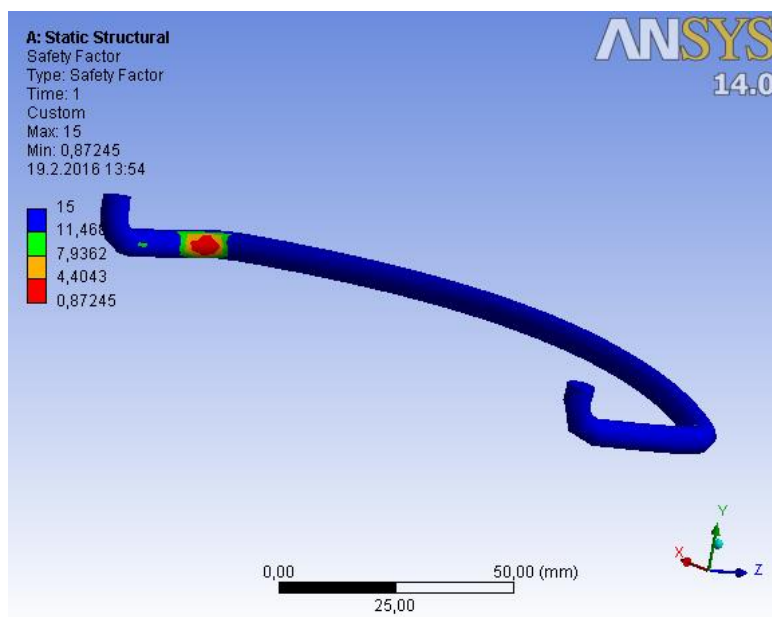
Kuvio 35. Astian ja kannen suurimmat jännitykset

Kuviossa 36 on esitetty kannen suurin siirtymä, joka oli 0,05 mm. Kansi kestää siis 500 N:n kuormituksen ja on tarpeeksi jäykkä.



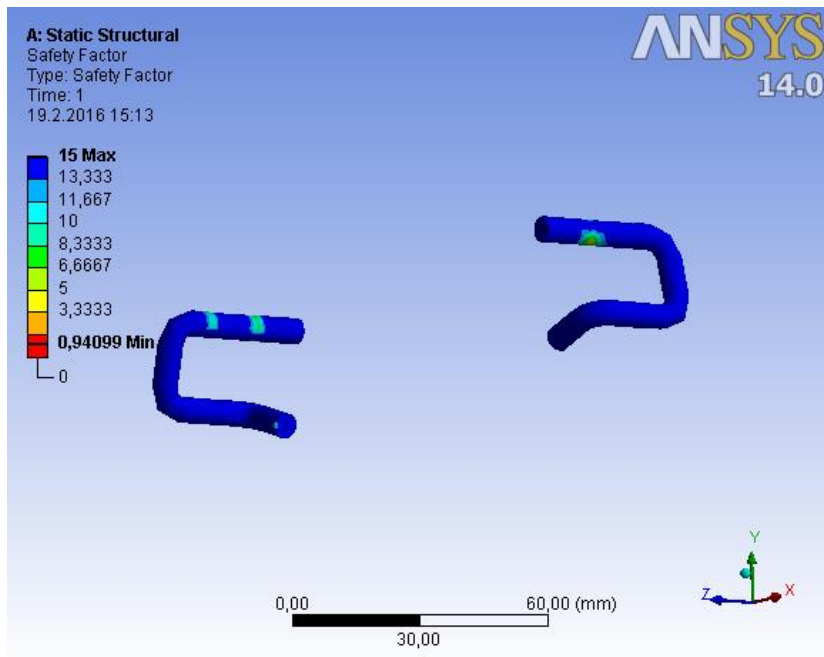
Kuvio 36. Kannen suurin siirtymä

Vetotangon, vetokahvan ja pikalukituksen osakokoonpanon lujoustarkastelussa täytyi tarkastella jokaisen osan kestävyyttä puristamisen kuormitustilanteessa. Valitsin tuennaksi vetotangon puristinlevyn yläpinnan ja 500 N:n voima kohdistuu ylöspäin vetokahvasta. Ensimmäisen lujuuslaskennan tuloksien perusteella pikalukitustanko ei kestä 500 N:n kuormaa. Vetotilanteessa rakenne taipuu ja molempien päiden taivutuskohtaan muodostuu puristusjännitystä. Varmuusluku on isolla alueella alle yksi, joten pikalukitusta täytyisi muuttaa (ks. kuvio 37). Muilla osilla varmuus oli riittävä.



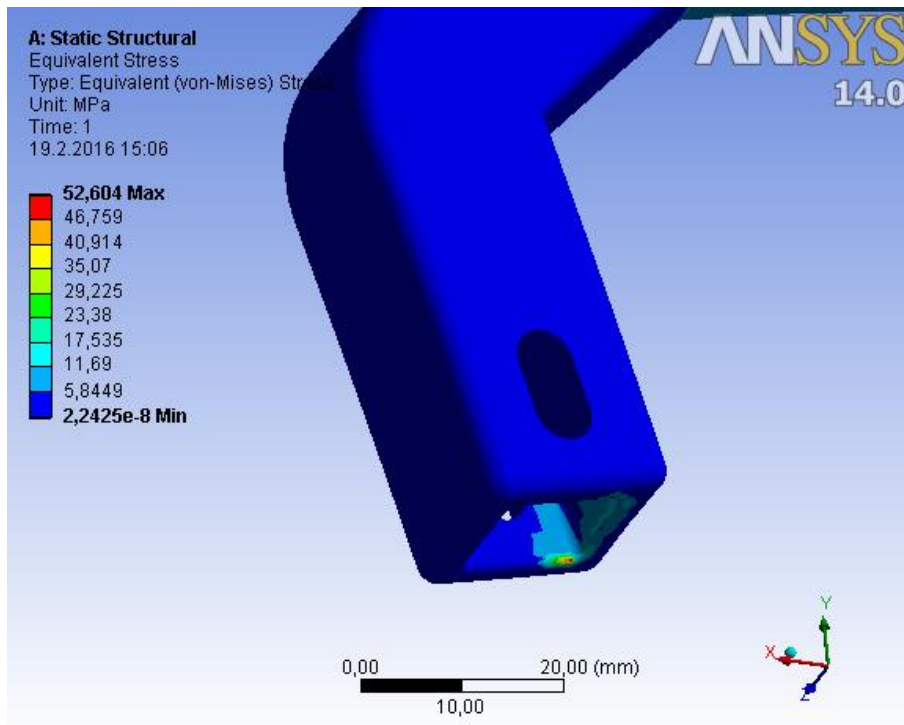
Kuvio 37. Pikalukituksen varmuusluku

Kokeilin ensimmäisenä vaihtaa pikalukitustangon ensimmäisen kehittälyversion pikalukitukseen. Näillä kahdella eri kappaleella varmuusluku ei ole enää liian pieni ja pikalukituksen sekä kokoonpanon osalta kestävyys on riittävä varmuusluvun osalta (ks. kuvio 38).



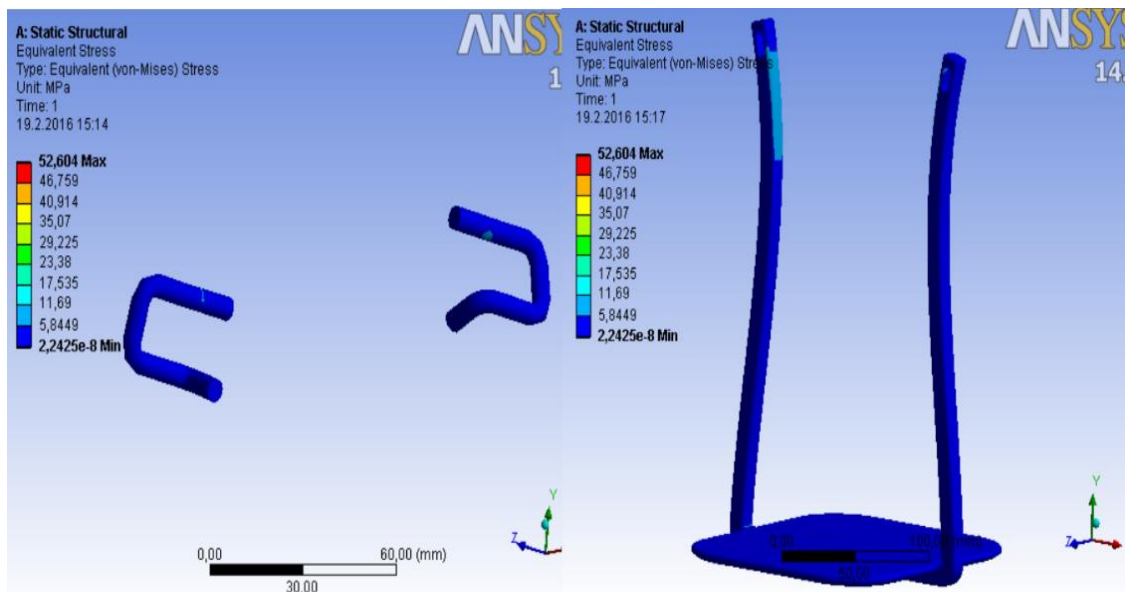
Kuvio 38. Pikalukituksen varmuusluku muutoksen jälkeen

Suurin paikallinen jännityspiikki kuormitustilanteessa on 52,6 MPa ja se kohdistuu vetokahvan alaosaan (ks. kuvio 39). Paikallisen jännityspiikin ala on kuitenkin niin pieni, että vetokahva kestää kuormituksen. Lisäksi jätepuristimen käyttäjä ei todennäköisesti tulisi käyttämään 500 N:n voimaa, koska se vastaisi n.50 kg:n nostamista yhdellä kädellä. Paikallinen jännityspiikki voi johtua esim. ANSYS-ohjelmistolla luodun elementtiverkon tiheydestä, koska en muokannut sen tiheyttä jälkikäteen automaattisen elementtiverkon luomisen jälkeen. Myös hieman isommat reunapyöristykset voisivat pienentää jännityspiikkiä.



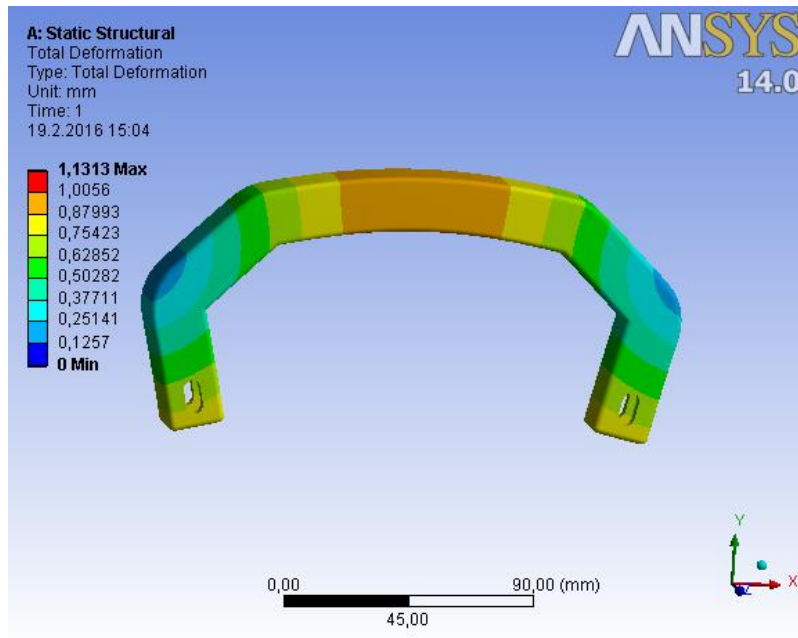
Kuvio 39. Vetokahvan suurin jännitys

Vetotangolla suurin jännitys on n. 11,7 MPa ja pikalukituksella n. 17,5 MPa. Jännitys-
jakaumat on esitetty kuviossa 40.



Kuvio 40. Pikalukituksen ja vetotangon suurimmat jännitykset

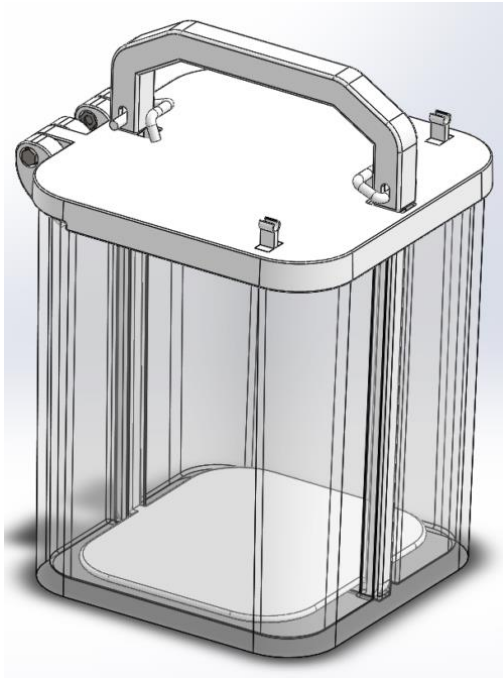
Viimeisenä tarkastelussa oli vetotangon ja vetokahvan taipumat, eli suurin siirtymä. Suurin siirtymä on 1,1 mm vetokahvalla (ks. kuvio 41). Rakenne on siis tarpeeksi jäykkä eikä pääse taipumaan liikaa.



Kuvio 41. Vetokahvan suurin siirtymä

7.1 Viimeistely

Lujuuslaskennan jälkeen oli vuorossa jätepuristimen viimeistely. Jätepuristimen koonpano muuttui lujuuslaskennan myötä ainoastaan pikalukituksen osalta, joten seuraavana oli vuorossa yksityiskohtien tarkastaminen, työpiirustusten laatiminen ja valmistuskustannusten laskeminen. Työpiirustukset löytyvät liitteistä (ks. liitteet 8-17). Toisaalta nykyään ruiskuvalumuottien suunnittelussa tarvitaan ainoastaan 3D-mallit valmistettavista osista, joten tämän opinnäytetyön työpiirustukset ovat tarpeelliset työstöä vaativille osille ja osakokoonpanoa varten. (Kuivalainen, 2016.)



Kuvio 42. Jätepuristimen kokoonpanon 3D-malli päivitettyllä pikalukituksella

Kaikki jätepuristimen osat valmistetaan ruiskuvalamalla Karelina ABMS-luonnonkuitukomposiitista lukuun ottamatta kannen pikalukitustelinettä, joka valmistetaan suulakepuristuksella. Ruuvien, mutterien ja aluslaattojen materiaaliksi valikoitui ruostumaton teräs. Ruiskuvalettavista osista vetokahvan ja vetotangon pikalukitusta varten suunnitellut urat työstetään jyrsimällä. Kiinnityskorvakkeen reiät porataan ja jyrsitään. Valitsin sopivat toleranssit vain työstettäville kohdille, koska ruiskuvalamalla saadaan valmistettua erittäin mittatarkkoja osia ja työstettäessä voi esiintyä pieniä poikkeamia valmiissa kappaleessa.

Liitettävistä osista kiinnityskorvake liimataan astiaan metyylietyyliketoni-pohjaisella liimalla. Vetokahvan pikalukitusteline liitetään kanteen ultraäänihitsauksella. Pikalukitustelineen pohjassa on energianjohdin, joka sulaa ja muodostaa pysyvän liitoksen kannen ja pikalukitustelineen välille. Kannen ja kiinnityskorvakkeen välisellä ruuviliitoksen valinnalla saadaan aikaan säästöjä valmistuskuluihin. Myös puhdistaminen on helpompaa, kun jätepuristimen käyttäjä saa irrotettua kannen nopeasti ja vaivattomasti yleisillä työkaluilla.

Koska kappaleet valmistetaan ruiskuvalulla ja yksi suulakepuristuksella ruuveja, muttereita ja aluslaattoja lukuun ottamatta, voidaan kappaleet valmistaa millä tahansa värivaihtoehdolla. Karelinen luonnonkuitukomposiittien pintastruktuurin ansiosta jätepuristin saadaan näyttämään enemmän luonnontuotteelta kuin muoviselta, joten esim. vihreä ja ruskea sopisivat hyvin värivaihtoehdoiksi.

7.2 Jätepuristimen valmistuskustannukset

Kun jätepuristimen suunnittelu ja viimeistely oli saatu valmiiksi, laskin jätepuristimen valmistuskustannukset Plasthill Oy:n Kuivalaisen antamien tuotantokustannusten, tuotantokapasiteetin ja muottien hinta-arvion perusteella ruiskuvalukappaleille. Tuotantokustannukset Plasthill Oy:llä ovat n. 80 e/h ja yhden ruiskuvalumuotin hinta vaihtelevat normaalisti 5000 – 100 000 euron välillä. Ruiskuvalumuotin hinta riippuu valmistettavan tuotteen geometriasta ja koosta. Plasthill Oy valmistaa Kuivalaisen mukaan tuotteitaan 10 000 – 100 000 kappaletta vuodessa. Plasthill Oy:llä on käytössä 13 erikokoista ruiskuvalukonetta. (Kuivalainen, 2016.)

Taulukon 3 valmistuskustannukset ruiskuvaluosille on laskettu seuraavilla oletuksilla;

- Työ on päivätyötä viisi päivää viikossa ja tuotannosta 10 % on jätepuristimen valmistusta.
- Jätepuristimia valmistetaan 30 000 kappaletta vuodessa seitsemän vuoden ajan (yhteensä 210 000 kpl).
- Ruiskuvalumuotteja tarvitaan kuusi kappaletta.
- Ruiskuvalumuottien keskihinta on 60 000e.

Taulukko 3. Jätepuristimen valmistuskustannukset vuodessa

Jätepuristimen kokonaispaino (kg)	Tuotantokustannukset e/h	Muotin hinta (euroa)
3,09	80	60000
Kareline ABMS e/kg	Tuotantoaika h/vuosi	Ruiskuvalumuottien lukumäärä
3,5	192	6
Tuotanto kpl/vuosi		
30000		
Tuotanto- ja työstökustannukset/vuosi	30720	
Ruiskuvalumuottien kustannukset/vuosi	51428,57143	
Materiaalikustannukset/vuosi	324450	
Valmistuskustannukset yht./vuosi	406598,5714	
Valmistuskustannukset euroa/kpl	13,55328571	

Arvioin ruiskuvalumuottien keskihinnaksi 60 000 euroa, koska suunnittelemassani jätepuristimessa on kolme isompaa osaa ja kolme pienempää osaa. Näin ollen keskihinta on yli Kuivalaisen antaman hintavälin keskiarvon.

Suurimmat kulut valmistuksessa aiheutuisivat materiaalikustannuksista, jotka ovat 324 450 euroa vuodessa. Toiseksi suurin oli muottikustannukset, jotka olisivat n. 51 430 euroa vuodessa. Tuotanto- ja työstökustannukset olisivat hieman alle 31 000 euroa vuodessa. Koska en saanut työstökustannuksista tarkempaa hintaa selville, arvioin niiden olevan saman verran, kuin ruiskuvalun tuotantokustannukset. Kustannukset on laskettu siis kertomalla tuotantokustannukset tuotantoajalla ja tämä vielä luvulla kaksi. Yhden jätepuristimen valmistamisen kustannuksiksi muodostuisi 30 000 kappaleen vuosituotannolla n. 13,6 e/kpl. 210 000 kappaleen valmistusmäärän arvio tuotteen elinkaaren aikana perustuu Suomen omakotitalojen lukumäärään, joka oli vuonna 2014 1,1 miljoonaa. Jos tästä määrästä noin joka viides omakotitalous ostaisi vähintään yhden jätepuristimen, voitaisiin jätepuristimia valmistaa kyseinen määrä tuotteen elinkaaren aikana. (YLE: Suomessa on 1,1 miljoonaa omakotitaloa.)

8 Kehitysehdotukset jatkotoimenpiteisiin

Työn valmistuttua ja tuloksia arvioimalla löytyi muutamia kehitysehdotuksia. Vetokahvan ja vetotangon pikalukitusta voisi kehittää, koska päädyin valitsemaan ensimmäisen kehittelyversion mallin projekti aikataulussa pysymisen takia. Uuden pikalukituksen suunnittelu olisi viivästyttänyt työn valmistusta. Astiaan voisi valmistaa jyrsimällä kiinnityskorvakkeiden liitoskohtaan syvennyksen liimaamisen helpottamiseksi tai pohtia vaikka ruuviliitoksen käyttämistä. Myös kannen ja korvakkeen ruuviliitoksen vaihtamista ruiskuvalettavaan osaan voisi harkita, jos se ei nostaisi valmistuskustannuksia merkittävästi. Vetokahvaan kohdistuva jännitys ylittää materiaalin myötörajan, mutta koska se kohdistuu pienelle alalle, ei sen pitäisi vaikuttaa kestävyyskykyyn. Kyseessä on pienelle alalle kohdistuva jännityspiikki. Toisaalta vetokahvan rakennetta voitaisiin muuttaa, jotta jännitys pieneneisi kyseisestä kohdasta. Esimerkiksi seinämäpaksuutta ja reunapyöristystä voisi suurentaa.

Koska ruiskuvalumuottien suunnittelu ja valmistus vaatii kokemusta ja tietoa, olisi seuraava vaihe aloittaa yhteistyö esim. Plasthill Oy:n kanssa. Heillä on paljon kokemusta alalta, joten he pystyisivät auttamaan muotoilussa sekä valmistuksen kannattavuuden arvioinnissa. Jos valmistuksen kustannukset nousevat liian korkeiksi, täytyisi pohtia kappaleiden muotoilua järkevämmäksi ja yrittää keventää niitä, jotta materiaalikustannuksia saataisiin pienemmäksi. Materiaalikustannusten takia voisi miettiä myös vaihtoa edullisempaan materiaaliin, kuten ABS-muoviin. Jos kyseiseen valintaan päädyttäisiin, jouduttaisiin koko jätepuristimen rakenne suunnittelemaan uudestaan.

9 Tulosten pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella yksinkertainen, halpa ja kompakti jätepuristin kotitalouksien yleisjätteelle tuotekehitysprosessin mukaisesti. Työssä luotiin 3D-mallit, työpiirustukset, lujuuslaskut sekä valmistuskustannusten arviointi kehitetylle jätepuristimelle ruiskuvalettavien kappaleiden osalta. Suunnittelussa käytettiin työkaluina Solidworks-ohjelmistoa mallintamiseen ja lujuuslaskenta suoritettiin ANSYS-ohjelmistolla.

Työn aihe oli itselleni mielenkiintoinen, koska pääsin suunnittelemaan tuotetta, jota ei ole Suomen markkinoilla tarjolla. Ideana kotitalouksille suunniteltu jätepuristin on hyvä ja erityisesti omakotitaloissa asuville se voi tuoda vuosittain kymmenien eurojen säästöt, jos sen avulla voidaan jätteenkeräyksen noutokerrat esim. puolittaa nykyisestä. Lisäksi harvemmat noutokerrat vähentäisivät raskaan kaluston liikennettä ja siitä aiheutuvia päästöjä, sillä omakotitaloja sijaitsee paljon haja-asutusalueilla. Ulkomaan markkinoilla, erityisesti Yhdysvalloissa, kotitalouksien yleisjätteelle suunniteltuja jätepuristimia on paremmin saatavilla ja ulkomaalaisia patentejakin on useita rekisteröitynä. Tästä huolimatta uudenlaisiakin ideoita syntyi useita luonnostelussa ja ideointivaiheessa. Ideoista suurin osa oli kuitenkin toiminnan ja toteutettavuuden kannalta huonoja ratkaisuja, joten ne karsiutuivat nopeasti karkeassa arvostelussa ja painoarvotaulukolla arvioituna. Kehiteltäväksi jätepuristimeksi valitsemani idea, vetopuristinmalli, on uudenlainen tapa puristaa kotitalousjätettä. Tämän ratkaisun mahdollinen patentointi olisi paljon helpompaa, kuin esim. vipuvarsimekanismeilla toimivien mallien, koska sen tyyppisiä patenteja on rekisteröitynä niin monta.

Valmistuskustannusten arviointi oli laskettu ruiskuvalun tuotantokustannusten ja Plasthill Oy:n tuotantokapasiteetin mukaan. 13,6 euron kappalehinta valmistuskustannuksissa 30 000 kappaleen vuosituotannolla on aika kohtuullinen. Kareline ABMS on kilohinnaltaan huomattavasti kalliimpi kuin ABS-muovi, mutta sen paremmat ominaisuudet ovat perusteluja lopulliseksi materiaalivalinnaksi. Toisaalta mm. mark-

kinointi- ja logistiikkakustannukset nostavat kustannuksia jonkin verran. Todennäköisesti kustannukset pysyisivät tarpeeksi alhaisena ja tämän työn jätepuristin tulisi todennäköisesti olemaan halvempi, kuin nykyisin Yhdysvalloissa markkinoilla olevat jätepuristimet, joita esiteltiin patentti- ja markkinatutkimuksessa.

Lopullinen versio suunnittelemani jätepuristimesta vaikuttaa toimivalta ratkaisulta. Osien lukumääräkin pysyi kohtuullisena. Vaikka valmistuskustannukset ovatkin kohtuulliset ruiskuvaluosilla, jätepuristimen valmistaminen saattaisi olla kannattamattomaa, jos sitä ei osata markkinoida oikein ja luoda kysyntää. Jätepuristimesta olisi hyötyä ainoastaan omakotitalouksille sekä pienemmille rivitaloyhtiön asukkaille, koska kerrostaloissa jätehuollon kustannuksiin on vaikeampi vaikuttaa. Kerrostaloyhtiöissä jätehuoltokustannukset asuntoa ja yhtä asukasta kohden ovat jo niin alhaiset ja suunnittelemani jätepuristin tulisi olla jokaisen taloyhtiön asukkaan käytössä, jos jätehuoltokustannuksiin haluttaisiin vaikuttaa.

Minulla ei ollut ennen tämän työn aloittamista tietoa muovituotteiden suunnittelusta ja valmistuksesta. Uusien valmistusmenetelmien ja niiden soveltaminen suunnittelussa oli mielenkiintoista ja antoi haastetta työn suorittamiseen. Toisaalta olisin voinut olla enemmän yhteydessä Plasthill Oy:n suuntaan, mutta valmiin jätepuristimen jälkeen olisi helpompi miettiä mahdollisia jatkotoimenpiteitä heidän kanssaan. Suunnitteluprosessin materiaali- ja valmistustapojen valinta alkoi jo kehittämissä viimeistelyvaiheen sijaan, mutta niiden huomiointi aikaisemmassa vaiheessa säästi mielestäni aikaa työn valmistumisen suhteen. Opinnäytetyön projekti aikataulu pysyi ajallaan raportin valmistumista lukuun ottamatta.

Lähteet

6-3-5 Method. N.d. Tecmark. Viitattu 10.12.2015.

<http://635.tecmark.co.uk/>

ABS Material Data Sheet. N.d. Test Standard Labs. Viitattu 18.1.2016.

http://teststandard.com/data_sheets/ABS_Data_sheet.pdf

Al-Hammad, A-M. 2016. Creative techniques. Oppimateriaali. College of Environmental Design. Viitattu 10.12.2015.

http://ocw.kfupm.edu.sa/ocw_courses/phase2/ARE513/Lecture%20Notes/Course_Presentations_Creative-techniques.pdf

BinMasher BM100. N.d. Tuote-esittely. Viitattu 3.2.2016

<http://www.amazon.com/BinMasher-BM100-Plastic-Mechanical-Compactor/dp/B0050OVFDW>

Bin Trasher. 2010. Tuote-esittely. Viitattu 3.2.2016.

<http://www.bintrasher.com/domestic.html>

Cross, N. 2011. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design. John Wiley & Sons Ltd.

Definition and Domains of Ergonomics. N.d. International Ergonomics Association. Viitattu 15.12.2015.

<http://www.iea.cc/whats/index.html>

Ekstruusio eli suulakepuristus. N.d. Muovimuotoilu. Viitattu 28.1.2016.

<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/50/83/>

Ergonomia. 2015. Työterveyslaitos. Viitattu 15.12.2015.

<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/Sivut/default.aspx>

Ergonomian ja käytettävyyden standardit. 2013. Verkkojulkaisu. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Viitattu 14.12.2015.

http://www.sfs.fi/files/61/Ergonomian_standardit_2013_LR.pdf

Goodwin, G. 2009. Domestic waste bin compactor. European Patent Office. Viitattu 26.1.2016.

<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=GB&NR=2456510A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20090722&DB=&locale=en> EP

Hyytinen, P. 2015. Trash compactor and trash bin equipped with a trash compactor. European Patent Office. Viitattu 25.1.2016.

<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=EP&NR=2902343A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20150805&DB=&locale=en> EP

Häggman, A. 2014. Tuotekehitysprosessien kehittäminen. Tekniikan edistämisseätiö. Viitattu 11.12.2015.

<http://www.tekniikanedistamissaatio.fi/tutkimusprosessin-kehittaminen/>

Injection Molding. N.d. Stratasys Direct Manufacturing. Viitattu 22.1.2016.

<https://www.stratasysdirect.com/resources/injection-molding/>

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6. korj p. Helsinki: Otatieto Oy.

Jyväskylän kaupungin jätetaksa 2016. 2015. Jyväskylän kaupunkirakennepalvelut. Viitattu 18.12.2015.

http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/79776_jatetaksa2016.pdf

Jyväskylän kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset. 2013. Jyväskylän kaupunkirakennepalvelut. Viitattu 18.12.2015.

http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/58030_2013_maaraykset.pdf

Jättemaksut 2014. 2014. Jätelaitosyhdistys. Viitattu 16.12.2015.

<http://www.jly.fi/jatemaksut2014.pdf>

Jätetaksa. 2015. Jyväskylän kaupunkirakennepalvelut. Viitattu 18.12.2015.

<http://www.jyvaskyla.fi/jate/maaraykset>

Jätetaksa ja jätemaksu. 2012. Suomen Kuntaliitto. Viitattu 16.12.2015.

<http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/tyt/jatehuolto/jatetaksa/Sivut/default.aspx#kustannukset>

Kaikkonen, M. 2015. Hyödyllisyysmallijulkaisu. Patentti- ja rekisterihallitus. Viitattu 2.3.2016.

<https://patent.prh.fi/pubserver/documentpdf.jsp?iDocId=50691&sDummyParam=.pdf>

Kekki, R. 2012. Hyödyllisyysmallijulkaisu. Patentti- ja rekisterihallitus. Viitattu 2.3.2016.

<https://patent.prh.fi/pubserver/documentpdf.jsp?iDocId=34376&sDummyParam=.pdf>

KT-Plan Oy. 2015. Taloussanomat. Viitattu 27.3.2016.

<http://yritys.taloussanomat.fi/y/kt-plan-oy/jyvaskyla/1539275-6/>

Kuivalainen, Y. 2016. Yhteydenotto Kareline. Sähköpostiviestit 12.1.2016 - 22.3.2016. Vastaanottaja H. Jussila. Kareline - luonnonkuitukomposiittien tuotevastaavan lähettämät tuote-esitykset ja tietoa Plashill Oy:n ruiskuvalutuotannosta.

Luonnonkuitukomposiitit. N.d. Plashill Oy. Viitattu 11.1.2016.

<http://plashill.fi/fi/kareline/luonnonkuitukomposiitit>

Luosma, P. 2012. Lujuusopin peruskaavat: normaali- ja leikkausjännitys. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Oppimateriaali. Viitattu 28.4.2016

<http://moniviestin.jamk.fi/ohjelmat/teknologia/konetekniikan-materiaalit/statiikka-ja-lujuusoppi/normaali-ja-leikkausjannitys>

Mahdollisuuksien materiaali. N.d. Plashill Oy. Viitattu 11.1.2016.

<http://plashill.fi/fi/kareline/mahdollisuuksien-materiaali>

Mannila, J. 2013. Jättemaksuihin tulossa 6 prosentin korotus pääkaupunkiseudulla. Helsingin Sanomat. Artikkelit. Viitattu 28.3.2016.

<http://www.hs.fi/kotimaa/a1383531965123>

Martorella, R. 1999. Manual trash compactor having an adjustable arm and stabilizing blocks. European Patent Office. Viitattu 25.1.2016.

<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=US&NR=6314874B1&KC=B1&FT=D&ND=3&date=20011113&DB=&locale=en EP>

Mechanical Properties of Plastic Materials. 2008. Professional Plastics. Viitattu 19.1.2016

<http://www.professionalplastics.com/professionalplastics/MechanicalPropertiesofPlastics.pdf>

Nostotyö. N.d. Työterveyslaitos. Viitattu 12.12.2015.

http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/nostotyvo/sivut/default.aspx

Nykänen, S. 2007. Injection Casting Design. Verkkomateriaali. Tampere University of Technology. Viitattu 26.2.2016

http://webhotel2.tut.fi/projects/caeds/tekstit/inj_cast_design/eng_castingdesign_dr_aftangles.pdf

Oksanen, T. 2009. ANSYS-ohjelmiston käyttöönotto. Opinnäytetyö. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Teknologia. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.

Pressboy. 2013. RRR EUROPE AG. Viitattu 27.11.2016.

<http://www.pressboy.eu/engl/product.html>

Pressboy Compactor. N.d. Viitattu 27.1.2016.

<http://www.amazon.co.uk/PRESSBOY-Compactor-Compressor-Recycle-Compress-capacity-Compressing/dp/B00LW7QK5Y>

Raw Materials and Prices. 2016. Plasticker. Viitattu 3.3.2016.

http://plasticker.de/preise/pms_en.php?show=ok&make=ok&aog=A&kat=Mahlgut

Recommended Wall Thickness by Resin Type. N.d. Proto Labs. Viitattu 18.1.2016

<https://www.protolabs.com/injection-molding/fundamentals-of-molding/wall-thickness-recommended>

Ruddock, D. 2005. Manually operated trash compactor. European Patent Office. Viitattu 26.1.2016.

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=WO&NR=2005102676A2&KC=A2&FT=D&ND=3&date=20051103&DB=&locale=en_EP

Ruiskuvalu. N.d. Muovimuotoilu. Viitattu 22.1.2016.

<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/150/214/>

Squash-it Manual Trash Compactors. N.d. Tuote-esittely. Viitattu 23.1.2016.

<http://bbiagency.com/squashit/products/>

Suomen yhdyskuntajätehuolto. 2006. Jätelaitosyhdistys. Viitattu 16.12.2015.

<http://www.jly.fi/jateh0.php?treeviewid=tree2&nodeid=0>

Tekniset muovit. N.d. Muovimuotoilu-sivusto. Viitattu 22.1.2016.

<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/33/62/>

The Bettermaid Compactor. N.d. Torgon Industries Inc. Tuote-esittely. Viitattu 26.1.2016.

<http://www.torgon.com/products.shtml>

Trash Krusher. N.d. Tuote-esittely. Household Essentials. Viitattu 23.1.2016.

http://www.householdessential.com/ecommerce/Trash-Krusher.cfm?item_id=6451&parent=760&navPanel=false

Ulrich, K. & Eppinger, S. 2012. Product Design and Development. 5. p. McGraw-Hill.

Vuotuisten jätehuoltokustannusten laskeminen. 2016. Jyväskylän kaupunkirakennepalvelut. Viitattu 16.3.2016.

<http://www3.jkl.fi/yhdyskuntatoimi/jate/laskuri.php>

Väyrynen, S., Nevala, N. & Päivinen, M. 2004. Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa. Teknologiainfo Teknova Oy.

YLE: Suomessa on 1,1 miljoonaa omakotitaloa. 2014. Tekniikka & Talous. Viitattu 2.4.2016.

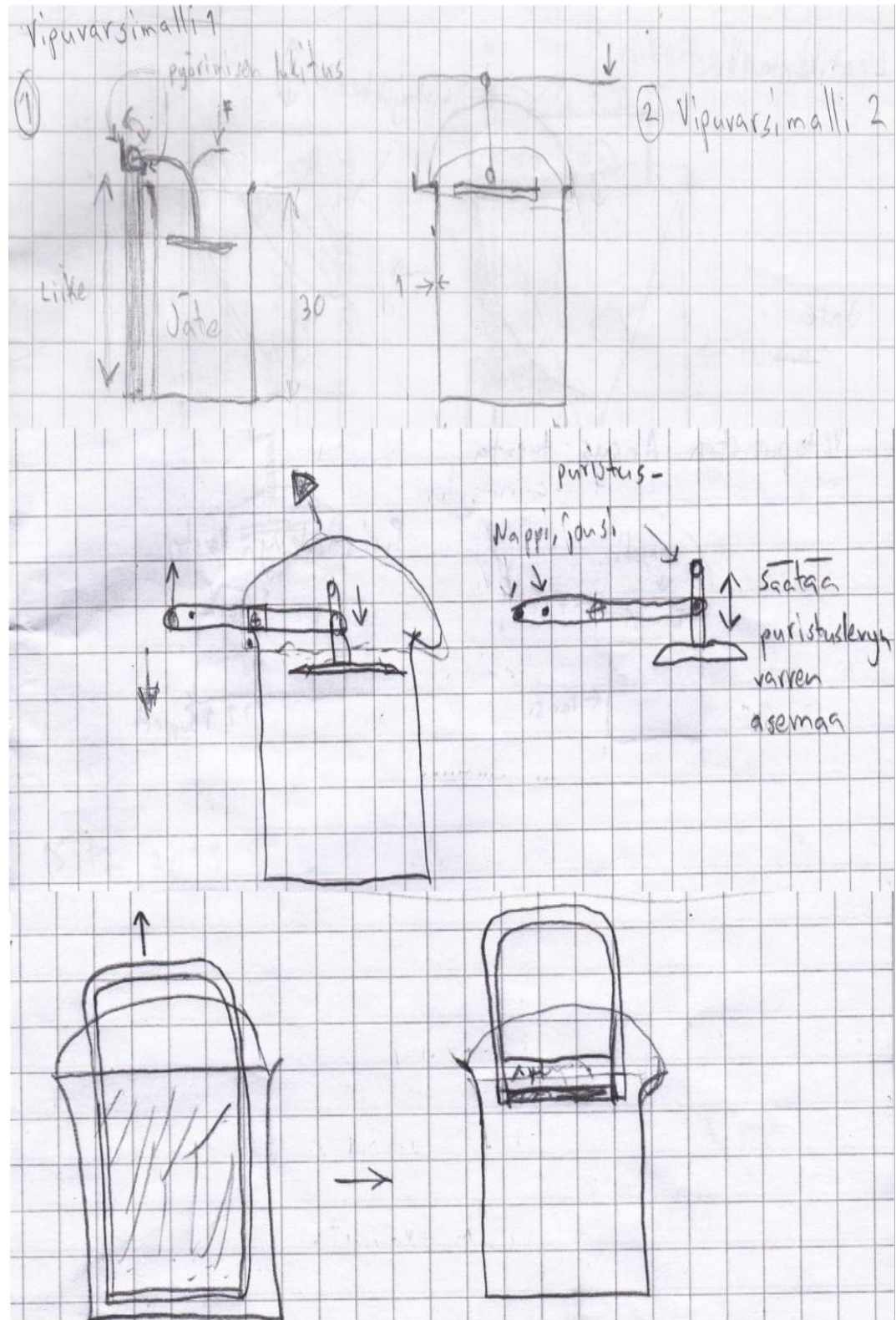
http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/2014-05-13/YLE-Suomessa-on-11-miljoonaa-omakotitaloa---iso-osa-niist%C3%A4-saattaa-osoittautua-arvottomiksi-3319562.html

Yritysesittely. 2016. KT-Plan Oy. Viitattu 8.3.2016.

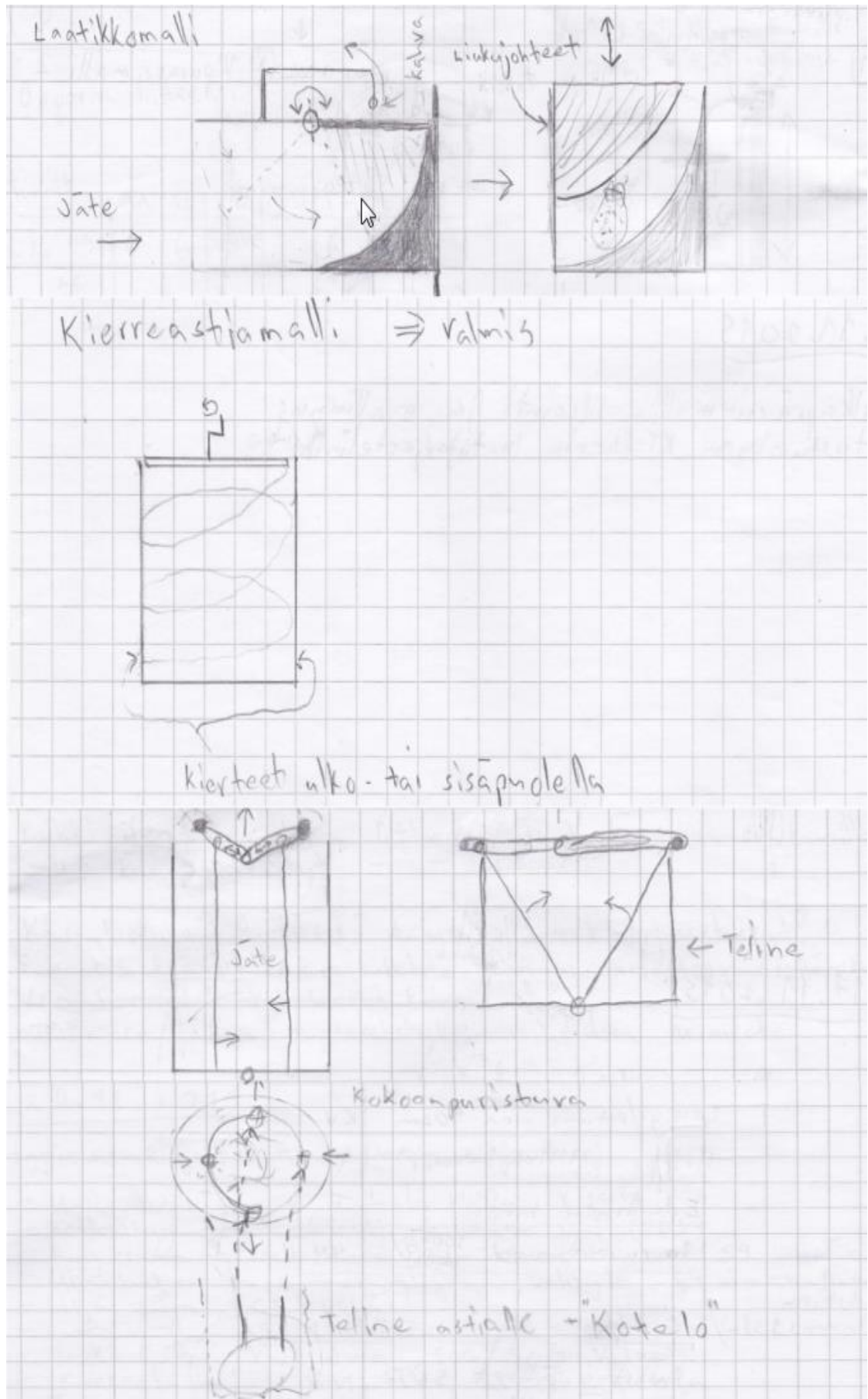
<http://www.ktplan.fi/esittely.php>

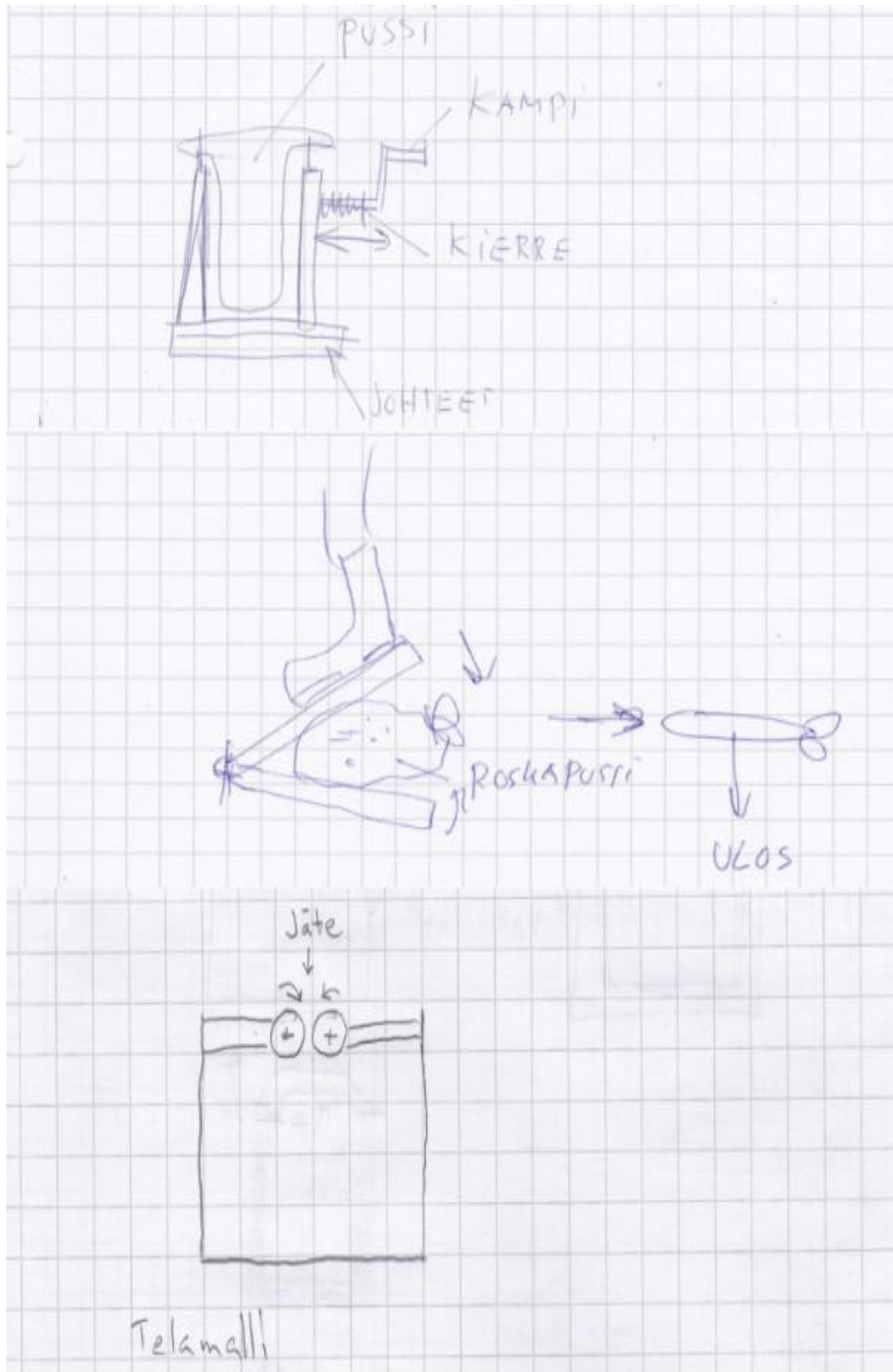
Liitteet

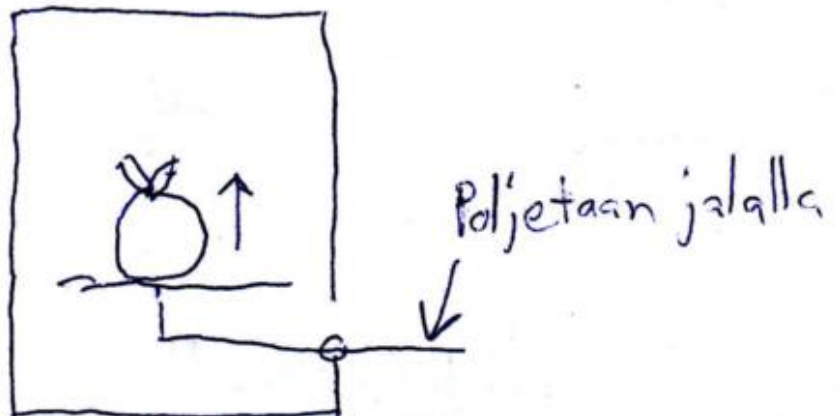
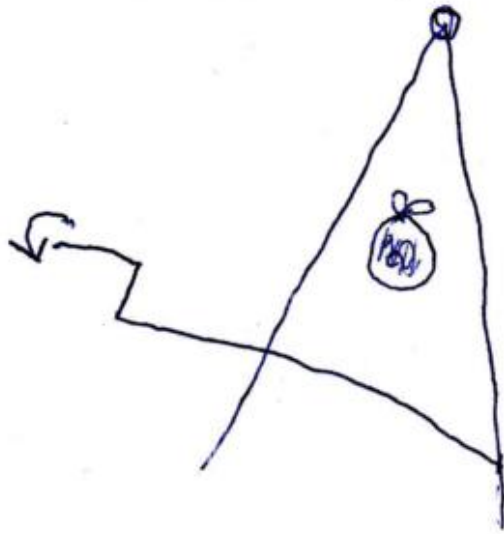
Liite 1. Käsin piirretyt luonnokset, osa 1



Liite 2. Käsin piirretyt luonnokset, osa 2



Liite 3. Käsien piirretyt luonnokset, osa 3

Liite 4. Käsien piirretyt luonnokset, osa 4

Liite 5. Jätepuristimen vaatimuslista

Vaatuslista jätepuristimelle	
Tyyppi	Vaatimukset
	1. Geometria
KV	Korkeus max. 50 cm
KV	Leveys ja pituus max. 40 cm
	2. Energia
KV	Lihavoimalla käytettävä
VV	Kestää 500 N:n kuorman
VV	Puristaa jätteet 50 % pienempään tilavuuteen
	3. Materiaali
KV	Pesunkestävä, helposti puhdistettava
T	Edullinen hinta
	4. Turvallisuus
KV	Ei teräviä reunoja
KV	Puristuksen komponentit eivät aiheuta loukkaantumisvaaraa
	5. Ergonomia
KV	Esteetön käyttö
KV	Ei hankalia asentoja käyttäjälle puristusta suoritettaessa
	6. Valmistus
KV	Hitsattavuus, koneistettavuus
	7. Asennus/kokoonpano
VV	Yksinkertainen kokoonpano
	8. Kunnossapito
KV	Helposti puhdistettavissa
	9. Kierrätys
T	Kierrätettävät materiaalit
	10. Kustannukset
T	Kilpailukykyinen hinta
T	Taloudellinen valmistaa

Liite 6. Karkea arvostelu jätepuristimen luonnoksille

	Arvosteluperusteet				Kustannukset kohtuulliset	Huomautukset	Päätös
	Vastaa tehtävän asetusta	Täyttää vaatimustilan	Toteuttamiskelpoisuus hyvä	Kustannukset kohtuulliset			
Ratkaisuvaihtoehdot	+						
Jalkaprässi 1	+	+	+	+			+
Jalkaprässi 2	+	+	?				?
Kampimalli	+	+	+	+			+
Kierreastiamalli	+	?	?				-
Kierreruuvimalli	-	-	-				-
Kokoonpuristuva ma	+	+	+				+
Laatikkomalli	+	+	+				-
Telamalli	+	-	-				-
Jalkaprässi 3	+	-	-				-
Vetupuristinmalli	+	+	+				+
Vipuvarsimalli 1	+	-	+				-
Vipuvarsimalli 2	+	+	+			Idea samanlainen kuin patenteissa → valitaan muuntelumenetelmällä	
Vipuvarsimalli 3	+	+	+			Vipuvarsimalli kehitettäväksi	

Liite 7. Jatkoarvostelu painoarvotaulukolla

Arvostelukriteerio	Jalkaprässi 1			Jalkaprässi 2			Kampimalli			
	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	
Puristusteho	0.2	3	0.6	Hyvä	3	0.6	Riittävä	2	0.4	
Osien lukumäärä	0.1	3	0.3	Pieni	3	0.3	Suuri	1	0.1	
Ergonomia	0.1	4	0.4	Erittäin hyvä	4	0.4	Hyvä	3	0.3	
Valmistus	0.1	3	0.3	Helppo	3	0.3	Vaikea	2	0.2	
Kokoonpano	0.1	4	0.4	Erittäin helppo	4	0.4	Vaikea	2	0.2	
Ulkonäkö	0.05	1	0.05	Kohtalainen	1	0.05	Keskinkertainen	2	0.1	
Koko	0.05	4	0.2	Erittäin pieni	4	0.2	Suuri	2	0.1	
Puhdistettavuus	0.1	2	0.2	Kohtalainen	2	0.2	Vaikea	1	0.1	
Käytettävyys	0.2	4	0.8	Erittäin helppo	4	0.8	Helppo	3	0.6	
Yhteensä	1	28	3.25		29	3.25		18	2.1	
Arvostelukriteerio	Painoarvo	Vetopuristinmalli			Kokoonpuristuva malli			Vipuvarsimalli 3		
		Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet
Puristusteho	0.2	Hyvä	3	0.6	Riittävä	2	0.4	Erittäin hyvä	4	0.8
Osien lukumäärä	0.1	Pieni	3	0.3	Suuri	1	0.1	Pieni	3	0.3
Ergonomia	0.1	Erittäin hyvä	4	0.4	Huono	2	0.2	Erittäin hyvä	4	0.4
Valmistus	0.1	Helppo	3	0.3	Vaikea	2	0.2	Helppo	3	0.3
Kokoonpano	0.1	Helppo	3	0.3	Helppo	3	0.3	Helppo	3	0.3
Ulkonäkö	0.05	Erittäin hyvä	4	0.2	Hyvä	3	0.15	Hyvä	3	0.15
Koko	0.05	Pieni	3	0.15	Pieni	3	0.15	Suuri	2	0.1
Puhdistettavuus	0.1	Hyvä	3	0.3	Helppo	3	0.3	Kohtalainen	2	0.2
Käytettävyys	0.2	Erittäin helppo	4	0.8	Hankala	2	0.4	Erittäin helppo	4	0.8
Yhteensä	1	30	3.35		21	2.2		28	3.35	
Arvosteluasteikko										
Merkitys	Pisteet									
Erittäin hyvä	4									
Hyvä	3									
Riittävä	2									
Juuri hyväksyttävä	1									
Hylättävä	0									

Liite 8. Jätepuristimen kokoonpanon työpiirustus

F

E

D

C

B

A

Technical drawing showing three views of a waste compactor assembly. The top view (left) shows a rectangular frame with dimensions 252.60 (height) and 223.33 (width). The side view (middle) shows a vertical assembly with dimensions 188 (height), 281.10 (width), and 207.27 (depth). The perspective view (right) shows a 3D rendering of the assembled unit. Callouts 1 through 10 point to specific components in the side view.

1

2

3

4

5

6

7

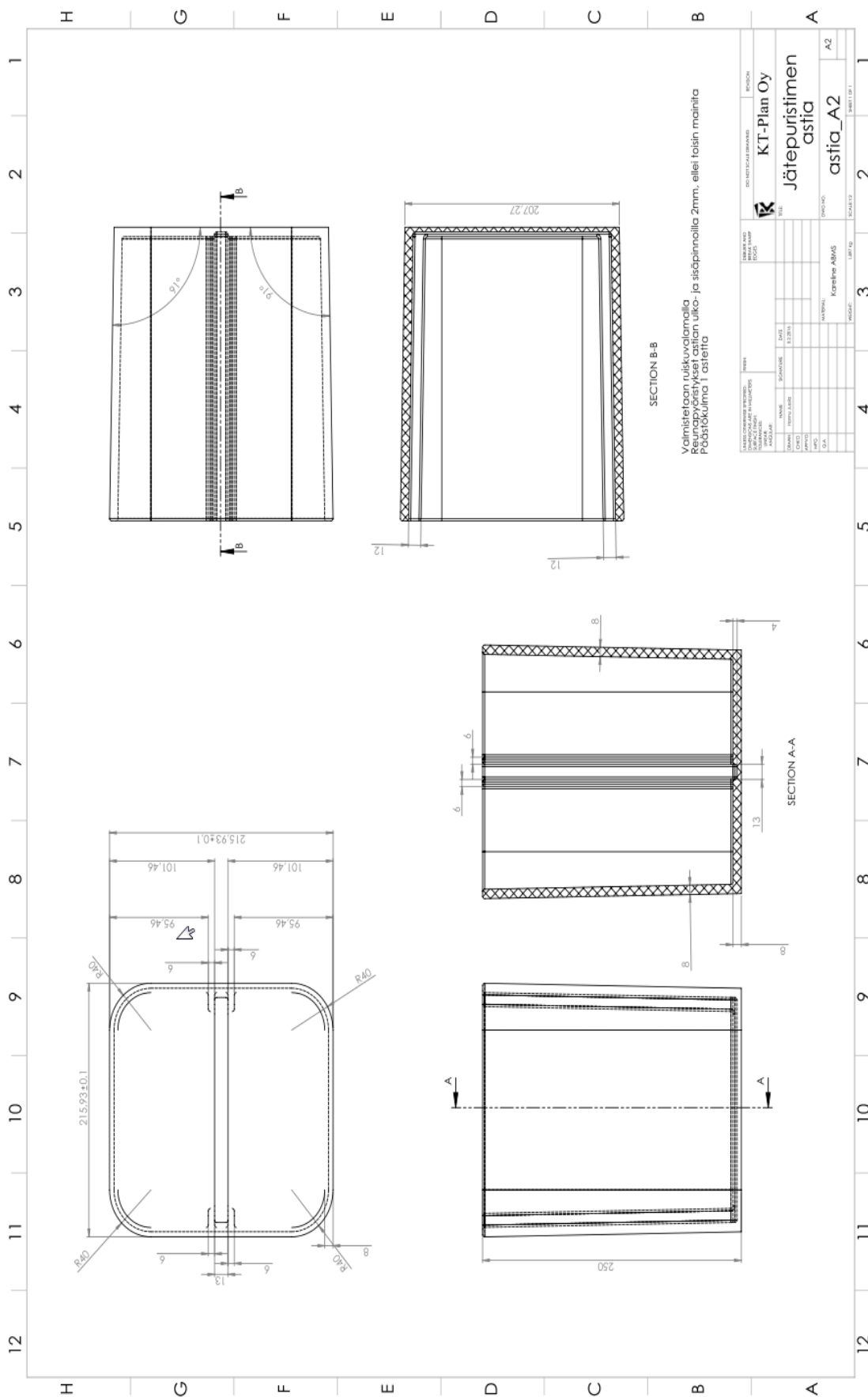
8

ITEM NO.	PART NAME	MATERIAL	DESCRIPTION	QTY.
10	M6_mutteri_DIN-EN_ISO_4036	Stainless Steel	DIN 601 M6x40	2
9	M6_kuusioruuvi_DIN-EN_ISO_4016	Stainless Steel	DIN-EN ISO 4036 M6	2
8	Aluslaatta_ISO_7089	Stainless Steel	DIN-EN ISO 7089	4
7	Vetokahvan_kinnike_kansi_drafit	Kareline ABMS		2
6	vetotanko_vp_k_DRAFT	Kareline ABMS		1
5	Vetokahvan pikalukitus	Kareline ABMS		2
4	Vetokahva_vp_k_uusi	Kareline ABMS		1
3	Kansi_vp_k_v2_drafit	Kareline ABMS		1
2	kansi_korvake_v2_UUSI	Kareline ABMS		2
1	astia_vp_k_DRAFT	Kareline ABMS		1

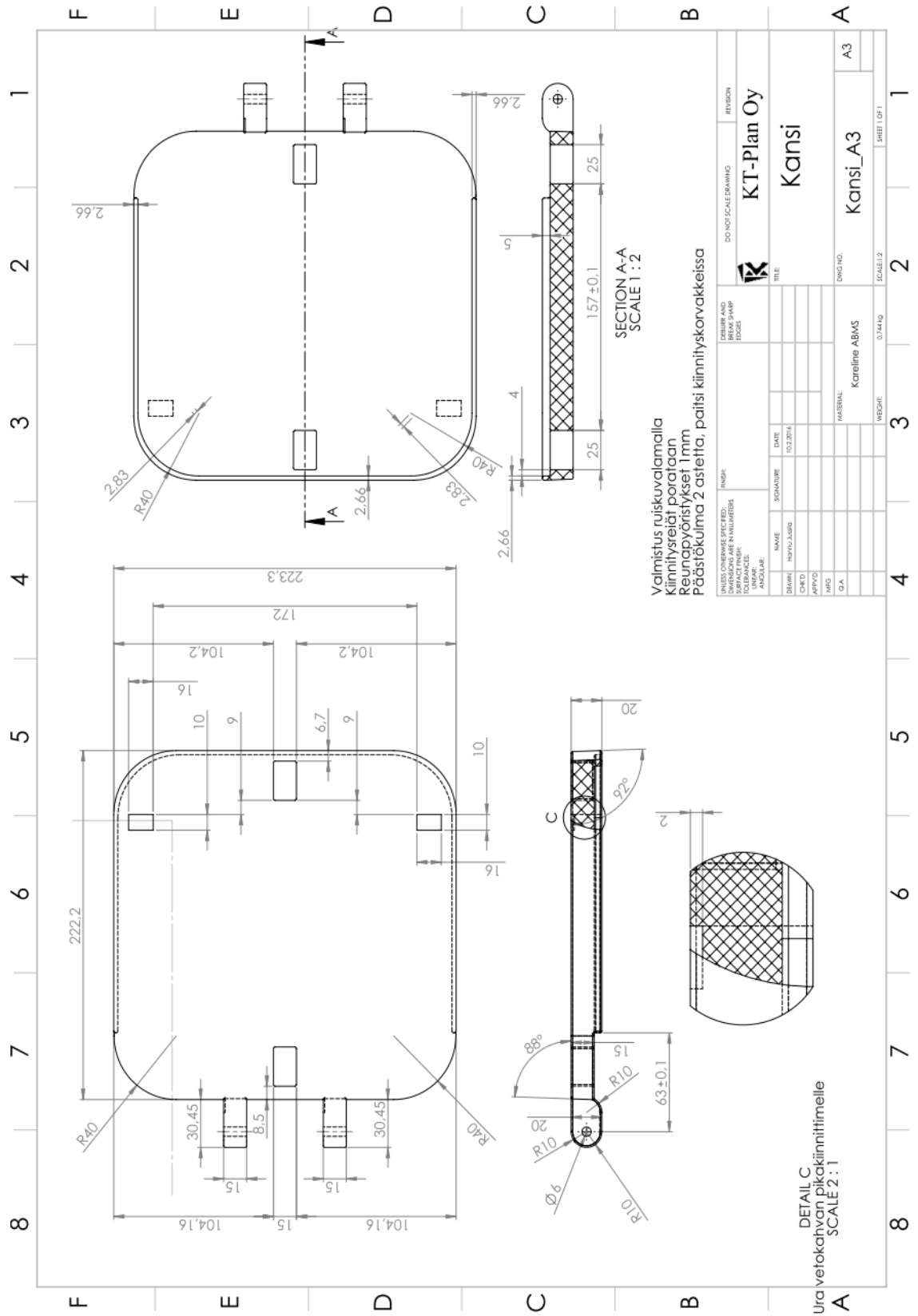
BOM Table

DRAWER AND BREAK SHARP EDGES		INDICATED DRAWING		REVISION	
<p style="text-align: center;">Jätepuristin kokoonpano</p>					
<p style="text-align: center;">kokoontapa_A3 A3</p>					
<p style="text-align: center;">SCALE: 1:1</p>					

Liite 9. Astian työpiirustus



Liite 10. Kannen työpiirustus



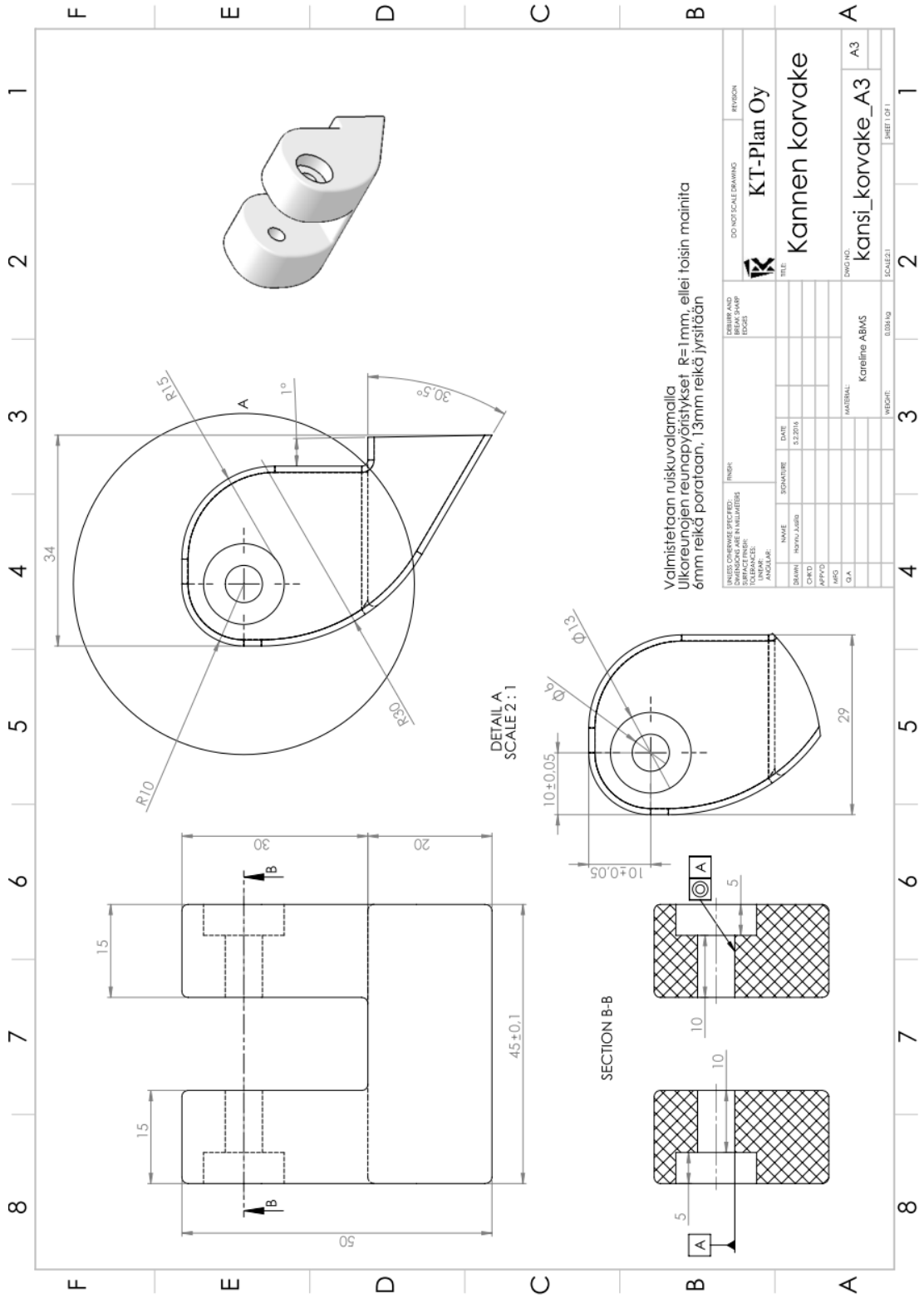
DETAIL C
Ura vetokahvan pikakiinnittimelle
SCALE 2:1

SECTION A-A
SCALE 1:2

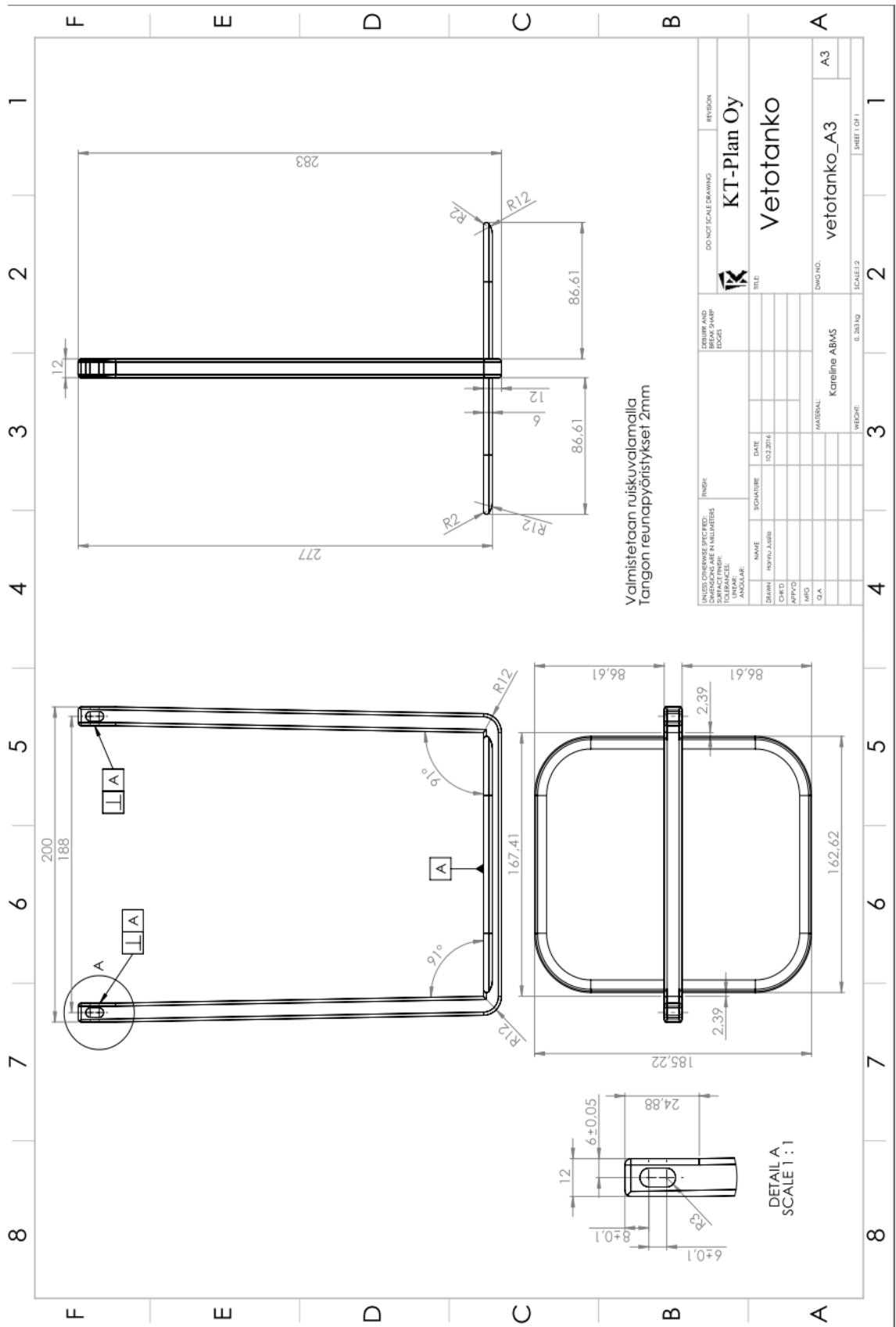
Vaivat
Kiinnitysreitit porataan
Reunapyöristykseksi 1mm
Päästökulma 2 astetta, paitsi kiinnityskorvakkeissa

DETAIL C
Ura vetokahvan pikakiinnittimelle
SCALE 2:1

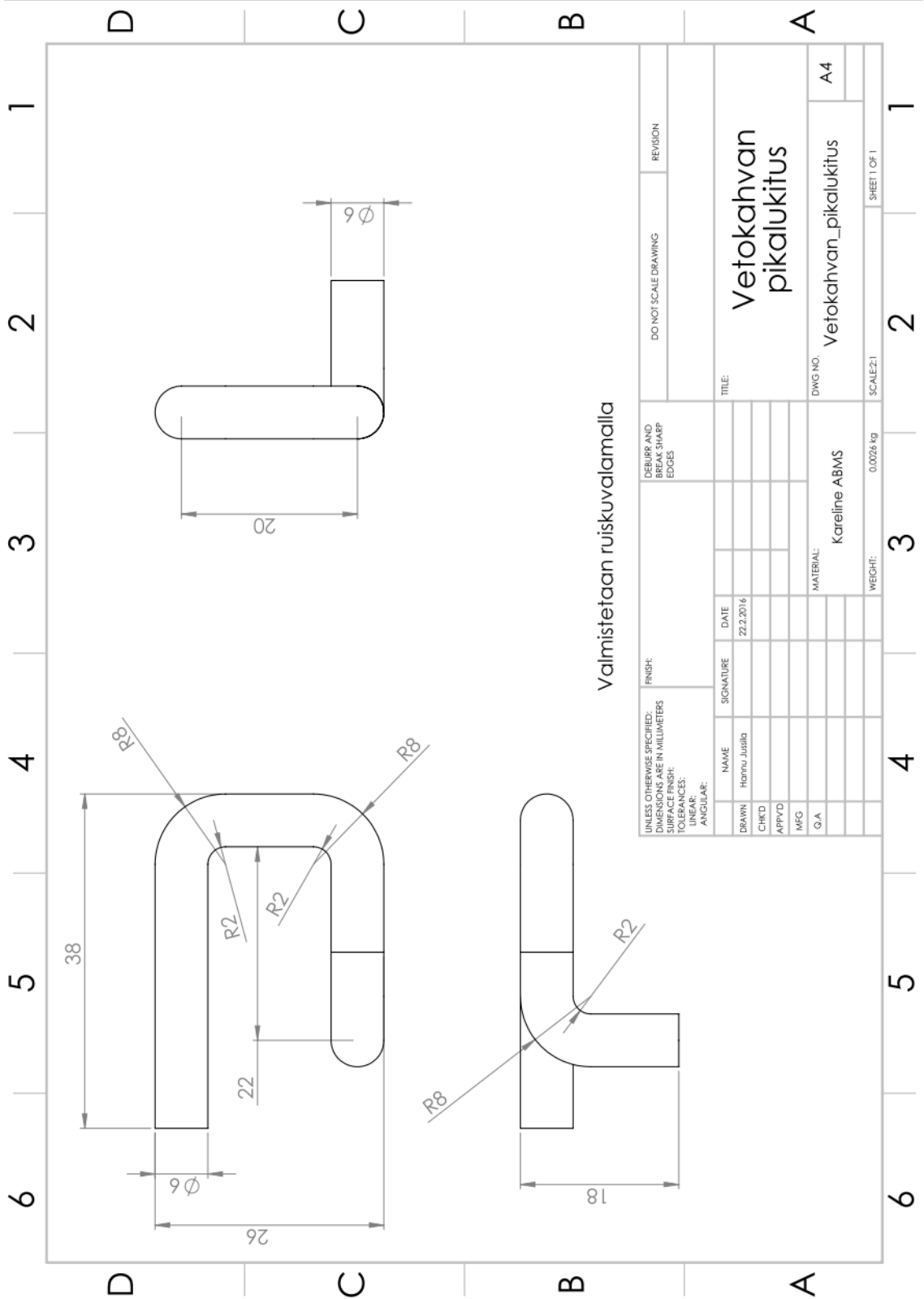
Liite 11. Kiinnityskorvakkeen työpiirustus



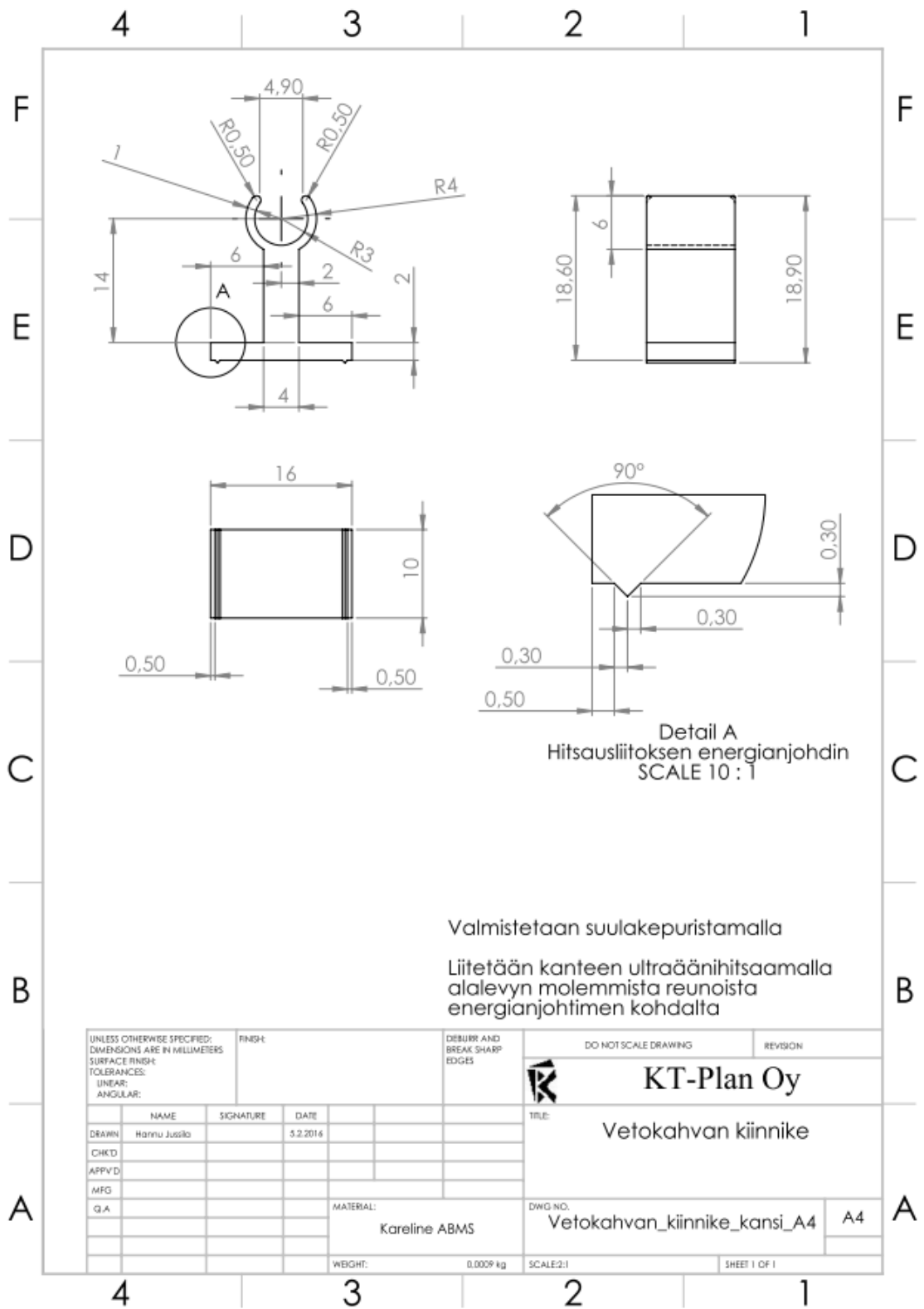
Liite 13. Vetotangon työpiirustus



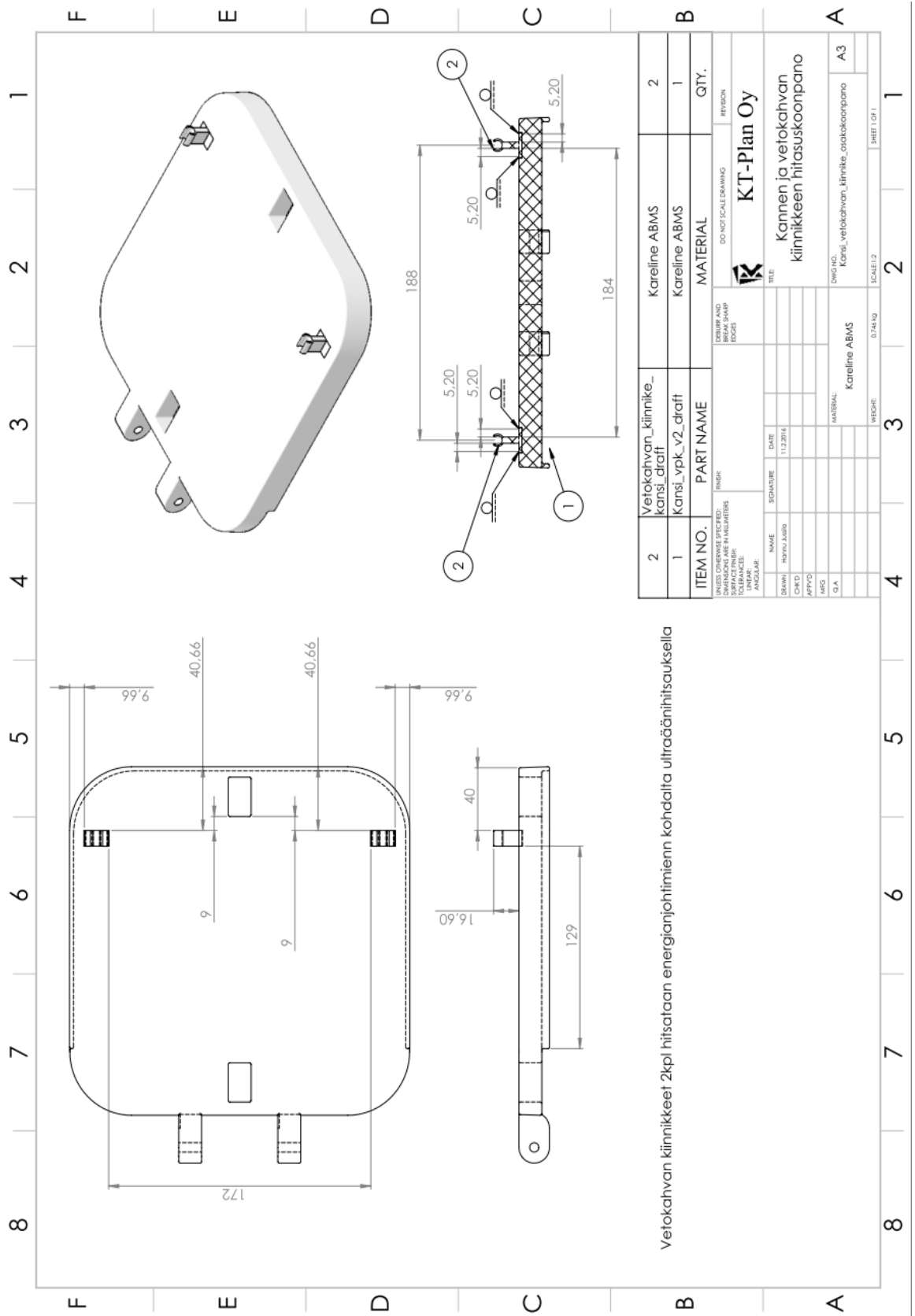
Liite 14. Pikalukituksen työpiirustus



Liite 15. Vetokahvan pikalukituksen työpiirustus

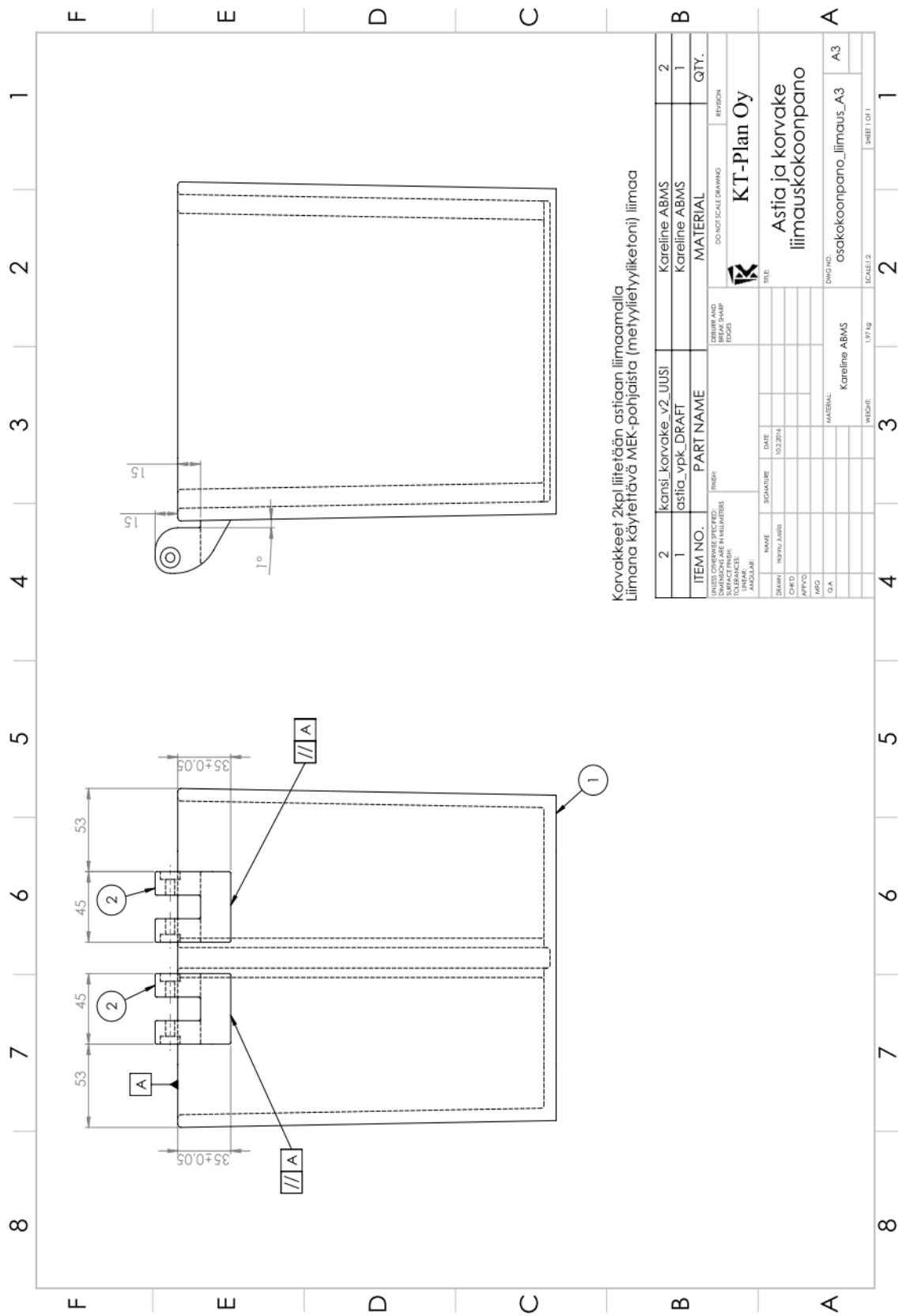


Liite 16. Kannen ja vetokahvan pikalukituksen koonpanopiirustus



Vetokahvan kiinnikkeet 2kpl hitsataan energianjohtimienn kohdalta ultraäänihitsauksella

Liite 17. Astian ja kiinnityskorvakkeen liimauksen kokoontanopiirustus



Korvakkeet 2kpl liitetään astiaan liimaamalla.
Liimana käytettävä MEK-pohjaisia (metyylietyylieketoni) liimaa

2	kansli_korvake_v2_UUSI	Kareline ABMS	2
1	astia_vpK_DRAFT	Kareline ABMS	1
ITEM NO.		MATERIAL	QTY.
UNITS SPECIFIED:		DO NOT SCALE DRAWING	
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		KT-Plan Oy	
TOLERANCES:		Astia ja korvake liimauksen osakokoontanopiirustus	
ANGLES:		osakokoontanopiirustus_A3	
DRAWN:		SCALE: 1:1	
CHECKED:		SHEET 1 OF 1	
APPROVED:		DATE: 10.2.2014	
C/A:		SIGNATURE:	
C/A:		DATE:	
C/A:		MATERIAL:	
C/A:		Kareline ABMS	
C/A:		DWG NO. osakokoontanopiirustus_A3	
C/A:		SCALE: 1:1	
C/A:		SHEET 1 OF 1	