

Jouni Luntinen

PISARA HARMAAVESISUODATTIMEN MUOTOILUPROSESSI

Opinnäytetyö
Muotoilun koulutusohjelma


Toukokuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	Opinnäytetyön päivämäärä 22.5.2013		
Tekijä Jouni Luntinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Muotoilun koulutusohjelma Teollinen muotoilu		
Nimeke PISARA HARMAAVESISUODATTIMEN MUOTOILUPROSESSI			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyöni tehtäväksiantona oli suunnitella harmaavesisuodattimen kotelointi Propipe Oy:lle. Yrityksellä oli tuotantovalmis suodatinelementti, jonka kuoren muotoilun ja 3D-mallinnuksen toteutin syksyn 2011 ja kevään 2012 välisenä aikana. Opinnäytetyön tuloksena syntyi tuotantovalmis malli rotaatiovalettavasta muovituotteesta.</p> <p>Tässä työkuvauksessa käydään läpi muotoiluprosessin eri vaiheet. Tehtävän määrittelyn jälkeen selvitän mikä on tuotteen käyttötarkoitus, kartoitan markkinoilla olevat vastaavat tuotteet ja tutustun muovituotteiden tuotantomenetelmiin. Tutkimusvaiheen jälkeen käyn läpi suunnittelutyön etenemisen luonnoksista tuotantovalmiiksi 3D-malliksi. Lopuksi arvioin kuinka onnistuin alussa asetetuissa tavoitteissa.</p> <p>Työskentelin prosessin aikana itsenäisesti ja tilaajayrityksen edustaja, sekä työelämän ohjaajani, Alpo Vainionpää valvoi suunnittelutyön etenemistä prosessin aikana. Kävin myös yrityksen tuotantolaitoksella lissä tutustumassa rotaatiovalumenetelmään.</p> <p>Tavoitteeni muotoilijana oli tutustua muovisten valukappaleiden valmistukseen ja kokeilla osaamistani 3D-mallintamisen saralla. Koska kyseessä oli tuotantoon päätyvä tuote, sain myös arvokasta tietoa tuotekehityksen vaiheista yrityksen näkökulmasta.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Jätevesi, harmaavesisuodatin, 3D-mallinnus, rotaatiovalu, muovituote			
Sivumäärä 32	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Kieli Suomi</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">URN</td> </tr> </table>	Kieli Suomi	URN
Kieli Suomi	URN		
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Seppo Koponen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Propipe Oy		

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Date of the bachelor's thesis 22.5.2013	
Author Jouni Luntinen	Degree programme and option Degree programme in Design, Industrial Design	
Name of the bachelor's thesis PISARA GREYWATER FILTER DESIGN PROCESS		
Abstract <p>The aim of this bachelor's thesis was to design a casing for a greywater filter. It was commissioned by Propipe Oy. The company had a beforehand engineered filter element that needed an outer shell. My task was to design the casing and to produce a manufacturing ready 3D model of the part. The design process took place between fall 2011 and spring 2012.</p> <p>This thesis is a description of the design process. First I'll define the purpose of a greywater filter, map out similar products on the market and familiarise myself with different production methods of moulded plastic parts. After the research chapter I'll go through the model development process from a sketch to a manufacturing ready 3D model. Lastly I'll evaluate how well the design fulfills original requirements.</p> <p>I worked independently throughout the design process. Propipe Oy delegated and my working life tutor Alpo Vainionpää supervised the progress of the work. I also visited the Propipe Oy manufacturing facility located in Ii to get to know rotation moulding procedure.</p> <p>My main goal as a designer was to become acquainted with production procedures of moulded plastic parts and to put my 3D modelling skills to the test. I also learned a lot about product development from the business point of view because the end result of my design was an actual commercial product.</p>		
Subject headings, (keywords) Waste water, greywater filter, 3D-modelling, rotation moulding, plastic product		
Pages 32	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Seppo Koponen	Bachelor's thesis assigned by Propipe Oy	

SISÄLTÖ

1.JOHDANTO.....	1
Harmaa jätevesi	1
Propipe Oy	2
Harmaavesisuodattimista yleisesti	3
Markkinoilta löytyviä pienpuhdistamoja	3
Benchmarkingin yhteenveto	7
2.BRIEF JA PROSESSIN TAVOITTEET	7
Tilajayrityksen tavoitteet	7
Omat tavoitteeni	9
3.MUOVISEN VALUKAPPALEEN SUUNNITTELU.....	10
Rotaatiovalaminen tuotantomenetelmänä	11
Muottiin paisutus tuotantomenetelmänä	14
Tuotantomallin 3D-mallinnus	14
Pinta- ja solidimallinnuksen erot	15
4.MUOTOILUPROSESSI.....	16
Luonnosteluvaihe	17
Pisara-konsepti	20
5.POHDINTAA	30
6.LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyöni prosessikuvauksessa esittelen rotaatiovaletun muovituotteen muotoiluprosessin etenemisen luonnoksesta tuotantovalmiiksi 3D-malliksi. 3D-malli on mitoiltaan ja muodoltaan lopullista tuotetta vastaava, mutta vain virtuaalisessa muodossa. Tietokoneavusteisesti toteutetun virtuaalimallin pohjalta pystytään CNC-koneistamaan tuotantokappaleelle muotti, joka vastaa täsmällisesti suunnitelmaa.

Kyseessä on Propipe Oy:n toimeksiantama muotoiluprojekti harmaavesisuodattimen koteloinnin suunnittelusta. Suunnittelutyö toteutettiin syksyn 2011 ja kevään 2012 välisenä aikana. Työskentelin projektin aikana itsenäisesti, mutta työelämän ohjaajanani, sekä tilaajayrityksen edustajana toiminut Alpo Vainionpää valvoi suunnittelutyön etenemistä.

Ennen projektin aloittamista en ollut koskaan perehtynyt jätevesilainsäädäntöön, tai jäteveden käsittelyyn. Ensimmäiseksi oli tarpeen selvittää mitä harmaa jätevesi on, miksi sitä suodatetaan, minkä tyyppisiä suodattimia on jo markkinoilla ja millainen yritys on Propipe Oy. Kattava selvitysvaihe on myös olennainen osa muotoiluprosessin peruskaavaa.

1.1 Harmaa jätevesi

Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu (<http://www.ymparisto.fi/hajajatevesi>) tarjoaa kattavan tietopaketin jätevesistä ja niiden käsittelystä kunnallisen viemäriverkoston ulkopuolella.

Harmaalla jätevedellä tarkoitetaan pesuvesiä, jotka eivät sisällä virtsaa tai ulostetta, eli käytännössä kaikki muut kotitalouksien jätevedet ovat harmaata jätevettä, paitsi käymälöiden huuhteluvesi, jota nimitetään mustaksi jätevedeksi. Vaikeasti suodatettavat ravinteet, fosfori ja typpi, ovat suurimmaksi osaksi peräisin käymäläjätteestä ja rajoittuvat siten mustaan jäteveeseen. Harmaan jäteveden käsittely on huomattavasti yksinkertaisempi prosessi kuin mustan.

Jätevesien oikeaoppisella käsittelyllä voidaan merkittävästi vähentää ympäristön kuormitusta. Järvivesien rehevöitymisen ja hygieniahaittojen lisäksi puutteellisesti käsitellyt jätevedet pilaavat pohjavesiä. Jätevesilainsäädäntöä tiukennettiin vuonna 2003 ja nyt menossa oleva siirtymäaika lähenee loppuaan. Monet vanhat loma-ajanasunnot eivät vielä täytä uusia määräyksiä.

Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella sijaitsevat kiinteistöt on liitettävä laitoksen vesijohto- ja viemäriverkkoon, ellei erillistä vapautusta ole myönnetty. Haja-asutusalueilla kunnallista viemäriverkkoa ei kuitenkaan usein ole tarjolla, vaan talouden jätevesien käsittely täytyy hoitaa vaihtoehtoisella tavalla. Kunnallisen vesija viemäriverkoston ulkopuolella jätevesi on käsiteltävä paikan päällä, tai varastoitava umpiviemäriin, josta se kuljetetaan pumppuautolla käsittelylaitokseen.

Harmaan jäteveden erottelu ja käsittely pienpuhdistamolla on usein edullisin ratkaisu, sillä käsittelyn jälkeen vesi voidaan imeyttää maaperään. Tämä pienentää umpiviemäriin täyttymistiheyttä ja tyhjentämisen tarvetta, sillä sinne täytyy varastoida enää vain musta jätevesi. Vaihtoehtoisesti harmaavesisuodattimen rinnalla voidaan käyttää myös kuivakäymälää.

1.2 Propipe Oy

Pipelife Ympäristön kotisivuilta löytyvästä yrityskuvauksesta selviää Pipelifen konsernirakenne. Propipe Oy on Pipelife Finland Oy:n tytäryhtiö. Pipelife Finland Oy puolestaan on osa Pipelife International GmbH:ta, joka on globaali muovisten putki- ja vesijärjestelmien toimittaja. Pipelife toimii 30 Euroopan maan lisäksi Aasian ja Yhdysvaltain markkinoilla. Yhtiöllä on 29 tuotantolaitosta ympäri maailmaa.

Pipelifellä on Suomessa tuotantotehtaat Utajärvellä, Haaparannassa, Iissä ja Joensuussa. Myyntikonttorit sijaitsevat Vantaalla ja Tampereella. Yrityksen pääkonttori löytyy Oulusta. Suomessa Pipelife työllistää noin 120 henkilöä. Great Place to Work® Institute Finland listaa Pipelife Oy:n Suomen parhaat työpaikat 2013 -listan sijalle 4.

Pipelife Ympäristö on Pipelife Finland Oy:n jätevesijärjestelmilleen lanseeraama tuotemerkki. Pipelife Ympäristön jätevedenpuhdistusjärjestelmät valmistetaan Propipe Oy:n tehtaalla Iissä Pohjois-Pohjanmaalla. Yhtiö on valmistanut jätevedenpuhdistamoja vuodesta 1991 alkaen. Pipelife Finlandin kotisivulla yhtiön tärkeimmäksi arvoksi listataan lupauksen pitäminen. Mielestäni myös tuotteiden muotokielen pitäisi kuvastaa tätä ajattelua, eikä missään tapauksessa luoda harhaanjohtavia mielikuvia tai katteettomia lupauksia.

1.3 Harmaavesisuodattimista yleisesti

Harmaiden jätevesien suodatukseen tarkoitettut pienpuhdistamot toimivat pääsääntöisesti biologisen prosessin avulla. Suodatimen sisälle sijoitettu massa toimii kasvualustana mikrobeille, jotka käyttävät jäteveden sisältämät orgaaniset jäämät ravinnokseen, hajottaen ne vedeksi ja hiilidioksidiksi. Suodatettu jätevesi ohjataan putkea pitkin lähimpään sopivaan paikkaan ja imeytetään maaperään. Mikäli suodatin on mitoitettu oikein käsiteltävän veden määrään nähden, ei suodatetusta vedestä aiheudu vaaraa ympäristölle.

1.4 Markkinoilta löytyviä pienpuhdistamoja

Pienpuhdistamobisneksen tunnetuimmat nimet ovat varmastikkin Biolan ja Uponor, mutta myös useat pienemmät valmistajat ovat tuoneet omia puhdistamomallejaan markkinoille. Valikoin tarkasteltavaksi hakukoneiden ja jätevesiasioita käsittelevien sivustojen ensimmäisinä tarjoamia vaihtoehtoja. Puhdistamot on tarkoitettu loppukäyttäjän itse asennettaviksi ja ne ovat samaa kokoluokkaa Propipen uutuuden kanssa.



KUVA 1. Biolan 125 ja Biolan 70 (Kuvien yhdistäminen Luntinen 2013, alkuperäiset kuvatiedostot Biolan Oy 2013)

Kuvassa 1 on Biolanin valikoimasta löytyvät kaksi saman kokoluokan harmaavesisuodatinta. Molemmat kykenevät käsittelemään 500l jätevettä vuorokaudessa. Kumpikin on tarkoitettu asennettavaksi kokonaan maan päälle. Tällaiset puhdistamot halutaan yleensä piilottaa näkyviltä kiinteistön rakenteisiin, mikä selittää kaksi erilaisilla ulottuvuuksilla mitoitettua koteloratkaisua erityyppisten asennuskohteiden vaatimuksia vastaamaan. Koteloiden materiaalia ei täsmennetä valmistajan tuotekuvauksessa, mutta ne vaikuttavat polyeteenistä valmistetuilta rotaatiovalukappaleilta. (Biolan Oy 2013. Biolan jätevesijärjestelmät.)



KUVA 2. Uponor-harmaavesisuodatin (Uponor Suomi Oy 2013)

Kuvassa 2 Uponorin näkemys 500l/vrk-kokoluokan harmaavesisuodattimesta. Tämä kotelomalli on tarkoitettu asennettavaksi maan sisälle, joko osittain tai kokonaan, siten että kannen kautta tapahtuva suodatinturpeen vaihto on edelleen mahdollista. Myöskään Uponor ei listaa valmistusmateriaalia tuotekuvauksessa, mutta Biolanin tavoin kuori vaikuttaisi olevan polyeteeniä ja valmistustekniikkana on todennäköisesti käytetty rotaatiovalua. (Uponor Oy 2013. Uponor-harmaavesisuodatin Mökki).



KUVA 3. EKO-MATIC WILLA (Konva-Center Oy 2013)

Kuvassa 3 on Konva-Center Oy:n valmistama EKO-MATIC Willa-harmaavesisuodatin. Willa voidaan asentaa maan pinnalle tai sen alle. Konva-Center ei kerro tarkkaan, kuinka suuria vesimääriä Willa pystyy puhdistamana vuorokaudessa, mutta mainitsee esittelyvideolla sen riittävän 1–5 henkilön talouden käyttöön. Tämä sijoittaa Willan muiden valitsemieni suodattimien kanssa samaan kokoluokkaan.

Tuotteen muoto on hyvin pelkistetty ja teollisen oloinen sylinteri. Willa ei selkeästikkään ole muotoilun taidonnäyte, vaan kotelointi on tehty toiminnallisuuden ehdoilla. Ruostumaton teräs on valmistusmateriaalina mielenkiintoinen valinta. (Konva-Center Oy 2013. Willa-harmaavesisuodatin)



KUVA 4. Biopuhdistaja 3 (Jätevesiliike Vestelli Oy 2013)

Kuvassa 4 on jätevesiliike Vestelli Oy:n Biopuhdistaja 3. Se kykenee suodattamaan 600l jätevettä vuorokaudessa. Muista esittelemistäni suodattimista poiketen Biopuhdistaja 3 vaatii toimiakseen myös sähköä. Suodatuselementti on huoltovapaa, mutta säiliöön kertyvä liete on ajoittain tyhjennettävä. Biopuhdistaja 3 on pienpuhdistamojen raskassarjalainen 1200 kg painollaan.

Biopuhdistaja 3 on suunniteltu maahan upotettavaksi. Maan pinnan yläpuolelle jää vain vaalea muovinen kupukansi. Pelkistetyn sylinterikoteloinnin valmistusmateriaali on teräsbetoni. (Jätevesiliike Vestelli Oy 2013. Harmaavesipuhdistaja Biopuhdistaja).

1.4.1 Benchmarkingin yhteenveto

Biolanin ja Uponorin suodattimet erottuvat muotoilunsa osalta kilpailijoista. Pintojen kaarevat muodot ja poikittaiset linjat toimivat rakennetta jäykistävinä elementteinä ja luovat viimeistellymmän vaikutelman. Pienempien valmistajien tuotokset ovat huomattavasti yksinkertaisempia ja hieman hiomattoman oloisia.

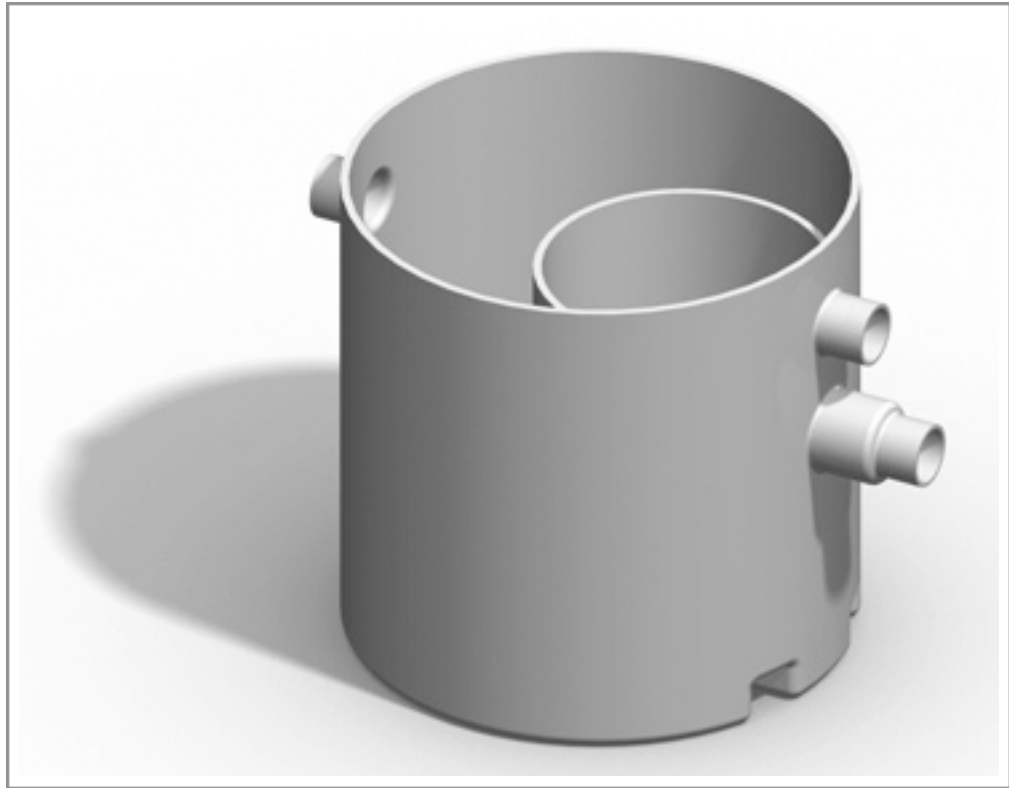
Yksikään valmistaja ei ole lähtenyt revittelemään tuotteen muotoilussa. Biolanin ja Uponorin puhdistamot tuovat itselleni mieleen ensimmäisenä jäteastian tai kompostorin. Tuotteiden muotokieli ei varmasti aiheuta suuria tunteita ja tämä lienee ollut tarkoituskin. Kääntöpuolena on kuitenkin se, ettei yksikään puhdistamo varsinaisesti erotu edukseen. Kahden suurimman valmistajan viimeistelyn taso nostaa ne kuitenkin joukon kärkipäähän.

2 BRIEF JA PROSESSIN TAVOITTEET

Muotoiluprosessi aloitettiin muutaman tunnin mittaisella palaverilla, jossa käytiin läpi sopimusasiat ja projektin lähtötilanne. Tilaajayrityksen edustajat esittelivät muotoilun lähtökohtana toimivan suodatinmodulin ja heittelimme ilmaan ideoita muotoilullisista tavoitteista. Selkeä viesti tilaajayrityksen puolelta oli se, että nyt haluttiin toteuttaa viimeistelty tuote, jota ei voisi erehtyä luulemaan kompostoriksi, vaan muodon pitäisi viestiä tuotteen käyttötarkoituksesta. Ensimmäisessä tapaamisessa ei vielä tehty mitään lopullisia päätöksiä, vaan päätettiin tutkia eri mahdollisuuksia avoimin mielin.

2.1 Tilaajayrityksen tavoitteet

Pipelife Ympäristöllä oli ennalta tuotevalikoimassaan suuria, ammattilaisasennuksen vaativia vedenpuhdistusjärjestelmiä, sekä pieni, lähinnä mökkisaunan pesuvesille tarkoitettu, harmaavesisuodatin Sauna-Seppo (kuva 5).



KUVA 5. Sauna-Seppo (Pipelife Ympäristö 2013)

Nyt yritys oli tuomassa markkinoille keskikokoista harmaavesisuodatinta, joka olisi edelleen loppukäyttäjän itse asennettavissa. Puhdistin kohdistettaisiin erityisesti vapaa-ajan asuntojen jätevesien käsittelyyn. Suodattimen koteloinnin ulkomuoto ja helppokäyttöisyys nousivat uutuustuotteen myötä entistä suurempaan rooliin.

Suodatin tulitaisiin upottamaan maaperään, joko osittain tai kokonaan siten, että vain kansi jäisi pinnan yläpuolelle. Suodatinmateriaalin vuosittainen vaihto tapahtuisi irroitettavan kannen kautta. Kerrosrakenteinen suodatuselementti olisi myös saatava vaivattomasti ulos kotelosta. Suodattimen nostamiseen tulisi kehittää käyttäjäystävällinen menetelmä.

Jätevesi johdettaisiin suodattimeen painovoimaisesti, eli ilman pumppuja. Kotelon tulisi mahdollistaa sisäisen vesilukon käyttö, jotta välttyttäisiin suodattimen hengittämiseltä rakennuksen viemäriin ja näin estettäisiin hajuhaittojen syntyminen.

Kotelon pääasiallinen tehtävä olisi kuitenkin eristää suodatin maa-aineksesta, sekä ohjata tuleva jätevesi suodatinelementin yläosaan ja kanavoida puhdistettu vesi suodattimen pohjasta poistoputkeen. Suodatusprosessi tarvitsee toimiakseen myös vapaata ilmatilaa, sekä sopivan lämpötilan. Kotelon ilmanvaihdon ja eristyskyvyn täytyisi olla riittäviä ja rakenteen tulisi mahdollistaa lämmityselementin asentamisen talvikaudeksi.

Tilajalla oli ennen muotoiluprosessin aloitusta suodatinpakasta tuotantovalmis 3D-malli. Suodattimen tukirakenteet valmistettaisiin EPS-muovista. Biologiseen prosessiin perustuva suodatusmenetelmä puolestaan on yrityssalaisuus. Suodatusprosessilla ei myöskään ollut merkitystä muotoiluprosessin kannalta, joten sitä ei tässä opinnäytetyössä käsitellä tämän tarkemmin. Tehtäväkseni jäi suodatuselementin mittoja mukailevan koteloratkaisun suunnittelu ja 3D-mallinnus.

Yrityksellä on rotaatiovalamiseen keskittyvä tuotantolaitos Pohjois-Pohjanmaalla, mutta koteloinnin tuotantomenetelmää ei haluttu vielä alussa lyödä lukkoon, sillä suodatinpakan valmistusmenetelmäksi oli varmistumassa muottiin paisutettu polystyreeni. Haluttiin tutkia mahdollisuutta valmistaa myös kotelointi samalla menetelmällä, polystyreenin hyvän lämmöneristyskyvyn vuoksi.

2.2 Omat tavoitteeni

Suunnittelutyöllä oli heti alusta saakka selkeät rajat ja tavoitteet. Tilajalla oli toimiva tuotekonsepti, sekä sen valmistukseen vaadittavat tuotantotilajat ja alihankkijat käytettävissään. Minun työnkuvani rajoittuisi tuotteen ulkoasun muotoiluun ja muotoilukonseptin 3D-mallintamiseen.

Pelkkä kaunis kuori ei kuitenkaan riittäisi, vaan tuotteen tulisi olla aidosti toimiva ja huomioida valmistustekniikan rajoitteet ja mahdollisuudet. Kuluttajia houkuttelevan ulkonäön lisäksi muotoilulla voidaan vaikuttaa tuotteen valmistuskustannuksiin.

Valettavien muovituotteiden suurimmat kulut syntyvät muotin valmistuksesta ja kappaleen muotitukseen kuluvastä työajasta. Mitä nopeammin valmis kappale saadaan ulos muotista ja päästään valamaan seuraavaa, sitä pienemmiksi yksittäisen kappaleen valmistuskustannukset putoavat. Sijoittamalla useampia kappaleita samaan muottiin, voidaan minimoida hukkapalojen syntyä. Esimerkiksi rotaatiovalussa kotelo-osan ja kannen samanaikainen valaminen on mahdollista sijoittamalla kappaleiden avoimet puolet vastakkain ja leikkaamalla ne erilleen vasta muotitusvaiheen jälkeen, mikäli vain kappaleiden muoto sen muutoin sallii.

Toimivaan muottisuunnitteluun oli siis kiinnitettävä huomiota alusta saakka, vaikka tarkat yksityiskohdat jäivät lopulta valumuottien valmistukseen erikoistuneen yrityksen päätettäväksi. Propipen Alpo Vainionpäällä on vuosien kokemus muotitettavien muovituotteiden valmistuksesta, joten asiantuntija-apua ei onneksi tarvinnut etsiä kaukaa.

Osasin ennakoida jo valmiiksi, että muotoiluprosessissa eniten aikaa vievä osuus tulisi olemaan kappaleen 3D-mallintaminen. Aiemmista muotoiluprojekteista viisastuneena tiesin, ettei ensimmäinen mitoitettu mallinnus olisi vielä lähelläkään tuotantovalmista, vaan vasta luonnos, josta on vain kynäpiirroksia helpompi nähdä jatkokehitystä vaativat asiat.

Muotoiluprosessin aikana käytössäni olleet mallinnusohjelmistot olivat Rhinoceros 3D ja SolidWorks. Olin työskennellyt molempien ohjelmien parissa jo useamman vuoden ja osasin hyödyntää niiden eroavaisuuksia erityyppisissä mallinnustilanteissa. Jokainen muotoiluprojekti on kuitenkin erilainen ja käytännössä aina prosessin aikana joutuu opettelemaan uusia tekniikoita, sekä soveltamaan aiemmin opittua.

3 MUOVISEN VALUKAPPALEEN SUUNNITTELU

Muovisten valukappaleiden suunnittelussa on muutamia erityispiirteitä, mitkä täytyy pitää suunniteluprosessin alusta lähtien mielessä. Erityisesti valittu valumenetelmä ja materiaali vaikuttavat siihen, millaisia muotoja on ylipäätään mahdollista saada ulos muotista. Todella monimutkaisiakin kappaleita voidaan kyllä valmistaa erityyppisillä valutekniikoilla, mutta monimutkaiset kappaleet vaativat monimutkaisia ja moniosaisia muotteja. Muotin hinta käytännössä korreloi sen monimutkaisuuden kanssa, sillä muotit valmistetaan hyvin pitkälti käsityönä ja lähes aina yksittäiskappaleina. Useasta osasta koostuva muotti lisää myös kappaleen tuotantoon kuluvaa aikaa ja siten nostaa sen tuotantokustannuksia.

3.1 Rotaatiovalaminen tuotantomenetelmänä

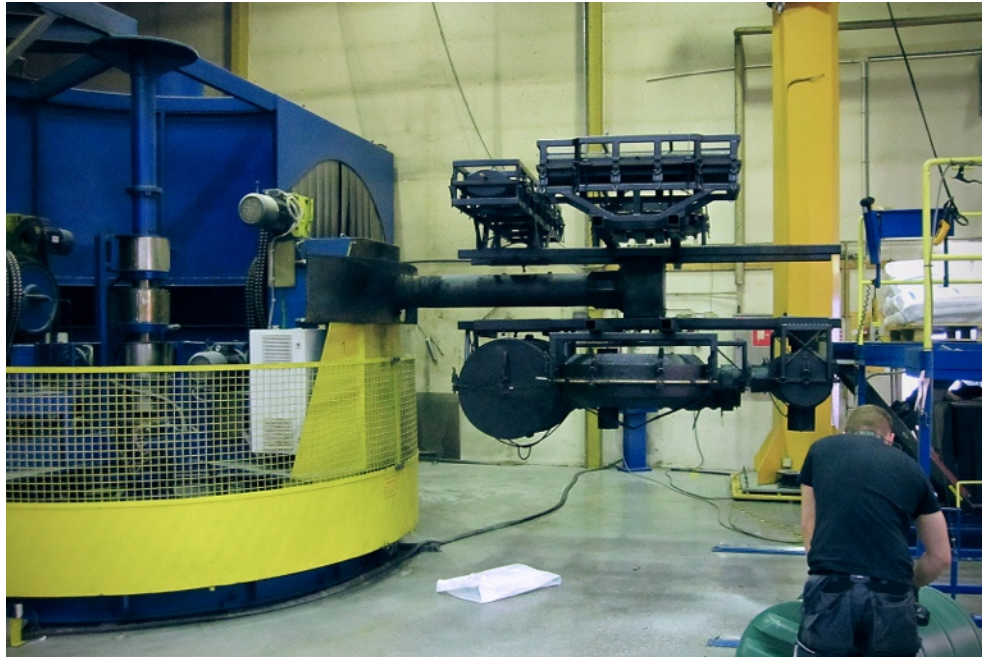
Kävin Propipe Oy:n tuotantolaitoksella Iissä tutustumassa rotaatiovaluprosessiin, sekä yrityksen tuotantotiloihin. Menetelmän vaiheet ymmärtää huomattavasti paljon paremmin, kun pääsee seuraamaan tuotteen valmistusta vierestä.

Rotaatiovalussa muodostuu muotin sisäpinnan mallinen umpinainen muovikappale. Kappaleen sisäpuoli ei ole koskaan aivan mittatarkka, vaikka ainevahvuus on kauttaaltaan suhteellisen tasainen. Muoviaines kerääntyy hieman paksummaksi kerrokseksi kuoppiin ja jyrkkiin kulmiin, sekä ohenee sisäänpäin kääntyvissä terävissä kulmissa, joita rotaatiovalettavan kappaleen suunnittelussa tulisikin välttää.

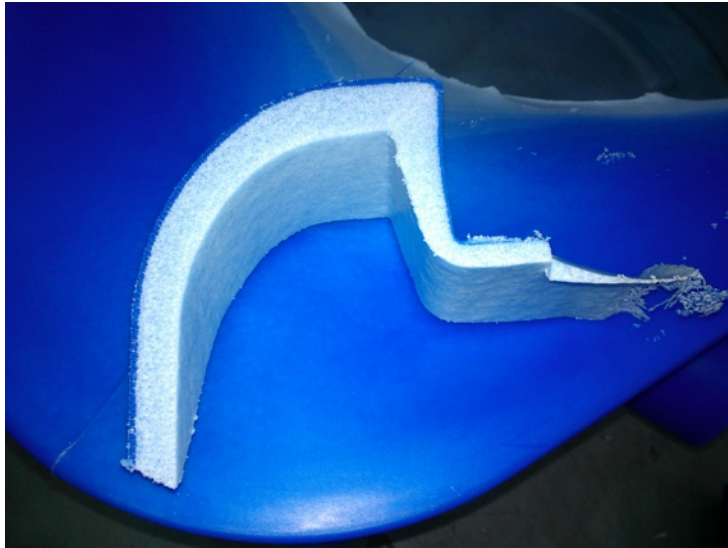


KUVA 6. Rotaatiovaluun käytettävää muovijauhetta (Luntinen 2011)

Rotaatiovalussa käytetään ohutseinäisiä metallimuotteja. Muottiin kaadetaan hienojakeista muovijauhetta (kuva 6), joka sulaa kiinni metallipintaan kun muotti lämmitetään uunissa. Muotit kiinnitetään kaksiakseliseen varteen (kuva 7), joka pitää muotin jatkuvassa liikkeessä. Tarkkaan suunnitellut liikeradat paistovaiheen aikana takaavat muovin tasaisen jakautumisen muotin sisällä.

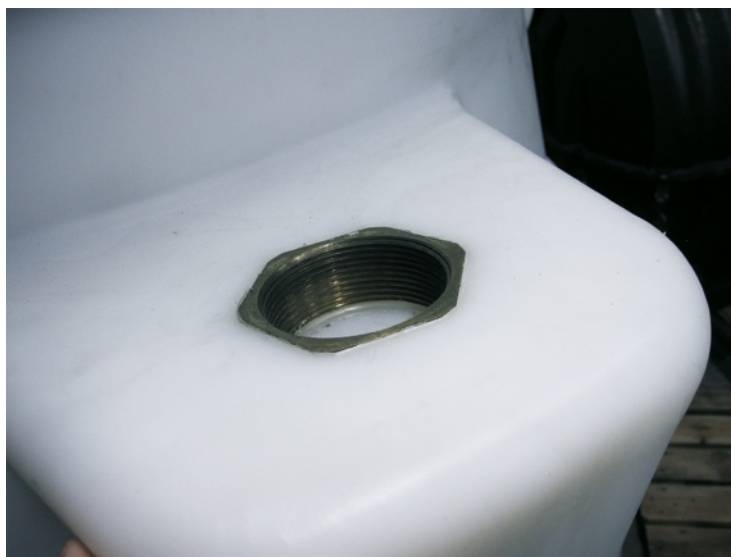
**KUVA 7 Rotaatiovalukone (Luntinen 2011)**

Rotaatiovalussa käytetään yleisimmin materiaalina polyeteeneitä tai polyvinyylidikloridia. Kappaleen sisäpintaan voidaan lisäaineilla muodostaa myös vaahtokerros (kuva 8), joka toimii esimerkiksi lämpöeristeenä.



KUVA 8. Rotaatiovalukappaleen vaahdotus (Vainionpää 2012)

Muottiin on myös mahdollista sijoittaa erityyppisiä inserttejä (kuva 9), jotka kiinnittyvät valuprosessissa kappaleeseen.



KUVA 9. Insertti rotaatiovalukappaleessa (Luntinen 2011)

Rotaatiovalulla on myös heikkoutensa. Suuret tasopinnat elävät hieman muotista poistamisen jälkeen ja lommahtavat herkästi. Pintoihin onkin käytännössä pakollista tehdä jäykistäviä muotoja viimeistellymmän ulkonäön saavuttamiseksi. Rotaatiovalun tuontantocykli on moneen muuhun valumenetelmään nähden huomattavan hidas, 5-15min. Kappaleisiin jää myös muotin halkaisupintojen kohdille purseita, jotka täytyy poistaa manuaalisesti. Mikäli kappaleeseen oli suunniteltu aukkoja, ne täytyy työstää jälkikäteen, sillä rotaatiovalettu kappale on aina umpinainen.

3.2 Muottiin paisutus tuotantomenetelmänä

Rotaatiovalusta poiketen, muottiin paisutettavan kappaleen sisä- ja ulkopinnat ovat mittatarkkoja ja vaativat omat muottipintansa. Kahden muottipinnan välinen tila siis paisutetaan umpeen ja kappaleen ainevahvuutta voidaan säädellä tarkasti. Materiaalina käytetään EPS:ää, eli solupolystyreeniä tai EPP:tä, eli solupolypropeenä, joka on EPS:ää sitkeämpää.

Esipaisutetut muovirakeet annostellaan muottiin, johon syötetään höyryä. Höyry turvottaa rakeet, jotka tarrautuvat toisiinsa täyttäen muotin. Kappale jäähdytetään vedellä ja poistetaan muotista. Höyry- ja vesisuuttimet jättävät kappaleeseen jäljet, joten syöttöaukkojen sijoittelu kannattaa miettiä tarkkaan suunnitteluvaiheessa.

EPS on hyvä lämmöneriste ja iskunvaimennin, mutta moneen käyttökohteeseen liian hauras materiaali. Siitä valmistetaan lähinnä suuria ja kevyitä kappaleita, kuten eristeitä, pakkausmateriaaleja ja esimerkiksi pyöräilykypärien iskuja vaimentavat osat. (Muovimuotoilu.fi 2007)

3.3 Tuotantomallin 3D-mallinnus

Muotoiluprosessin yhteydessä 3D-mallinnuksella tarkoitetaan tietokoneavusteista tuotekehitystä virtuaaliympäristössä. Kappaleesta muodostetaan mittatarkka kolmiulotteinen malli, jonka perusteella voidaan luoda esimerkiksi CNC-työstökoneen ohjausradat ja työstää virtuaalimallia vastaava konkreettinen kappale.

(Wordpress.com. 3D Modelling Explained)

Kappaleen rakennetta ja osien sopivuutta toisiinsa voidaan testata myös virtuaaliympäristössä, mikä säästää huomattavasti aikaa ja rahaa verrattuna fyysisten prototyyppien valmistamiseen. Mallista voidaan myös renderöidä kaksiulotteisia kuvia. Laadukkaalla renderöintiohjelmistolla tuotetuja mallikuvia on toisinaan lähes

mahdotonta erottaa konkreettisesta kappaleesta otetusta valokuvasta. Tuotteesta saadaan siis realistisia esityskuvia, ennen kuin sitä on valmistettu fyysiseen muotoon.

3.3.1 Pinta- ja solidimallinnuksen erot

Pinta- ja solidimallinnuksella on mahdollista tuottaa täsmälleen samanlaisia 3D-malleja, mutta mallin luomisen lähestymistavat eroavat toisistaan suuresti. Pintamallinnuksessa täytyy ensin luoda rautalankamalli tai ohjauskäyrät joiden päälle pingotetaan tai pyöräytetään, tasaisia tai kaarevia pintoja. Niin kauan kuin kappaleessa on yksikin avonainen osio, sen seinämävahvuus on käytännössä nolla - kappale muodostuu silloin pelkästä pinnasta, jolla itsessään ei ole paksuutta. Kun kappaleen kaikki reiät on tilkitty, muuttuu se kiinteäksi, eli ns. solidikappaleeksi.

Solidimallinnuksessa kappale on alusta lähtien kiinteä ja siitä muokataan poistamalla tai lisäämällä siihen materiaalia. Solidimallinnus muistuttaa hyvin pitkälti kuvanveistoa tai saven muovaamista. Kummassakin mallinnustekniikassa on omat hyvät ja huonot puolensa. Itse käytin opinnäytetyössäni molempia. Lopulliset mallinnustiedostot on kuitenkin tehty kokonaan Solidworksilla, solidimallinnuksina.

Solidworksin lisäksi käytössäni on Rhinoceros 3D, joka on NURBS-pintamallinnusohjelmisto. NURBS-pintamallinnuksessa kaarevat pinnat ovat aidosti kaarevia, eivätkä vain pienistä suorista osioista muodostettuja. Rhinoceros onkin loistava työkalu orgaanisten muotojen mallinnukseen. Solidworks puolestaan muuttuu kaksoiskaarevien pintojen työstössä hyvin kankeaksi käyttäjä.

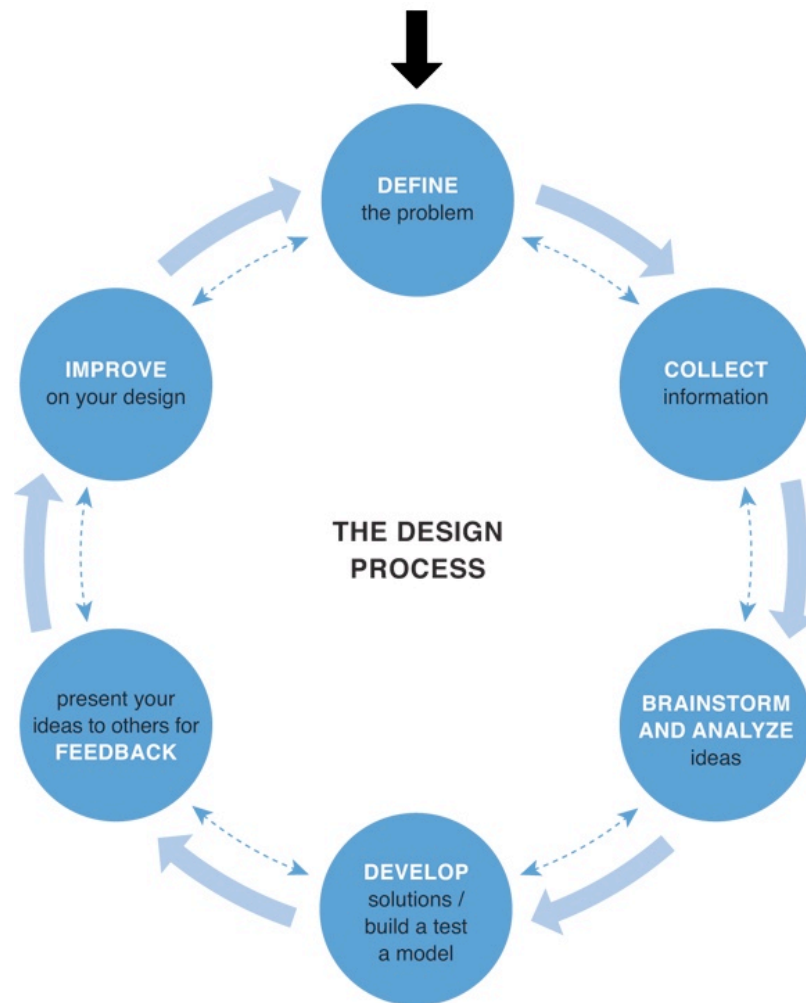
Solidworksin suurin etu omasta mielestäni on kappaleen ominaisuuksien säätäminen jälkikäteen. Jos huomaa tehneensä kappaleen kulmiin esimerkiksi liian suuret pyöritykset, voi niitä muuttaa vielä myöhemmin. Lähes kaikki kappaleen mitoitettavissa olevat yksityiskohdat ovat hienosäädettävissä lähes loputtomiin. Rhinoceros 3D:n kanssa sensijaan on parempi osua kerralla oikeaan, sillä epäonnistuneet kohdat täytyy rakentaa manuaalisesti uudelleen.

Saman tiedoston työstäminen kahdella ohjelmalla ja mallitiedostojen siirtäminen ohjelmasta toiseen on mahdollista, mutta toisinaan tiedostomuodon muutos aiheuttaa kappaleeseen vääristymiä ja reikiä, eikä se enää vastaa alkuperäistä. Joskus kappaleen vääristyminen on kiinni vain ohjelmien erilaisista toleranssiarvoista. Toisinaan pienet virheet mallissa eivät haittaa, etenkin jos kappaletta ei aiota koskaan työstää konkreettiseksi esineeksi.

Aina välillä monimutkaisissa mallinnusprojektissa tulee vastaan tilanne, jossa tietyn tyyppisen muodon luominen on yhdellä ohjelmalla lähes mahdotonta, mutta toisella se kävisi leikiten. Tällaisissa tilanteissa on joko hiottava mallitiedostoa niin pitkään, että ohjelmistojen välinen tiedostonvaihto onnistuu tai muutettava mallia sellaiseksi, että sen pystyy mallintamaan yhdellä ohjelmalla. Jos aikaa on käytössä vain rajallisesti, valitsen itse yleensä suunnitelman muuttamisen käytössä olevalla ohjelmistolla toteutettavaan muotoon. Näin oli toimittava muutamien otteeseen myös tämän opinnäytetyön muotoiluprosessin aikana

4 MUOTOILUPROSESSI

Kuvassa 10 esitetään muotoiluprosessin vaiheet. Ensin määritellään ongelma, sitten kerätään siitä tietoa, analysoidaan kerätty tieto, kehitetään ratkaisuja tämän pohjalta, esitellään ratkaisuehdotukset, saadaan ehdotuksista palautetta, minkä perusteella kehitetään ideoita pidemmälle. Prosessin läpi viemiseen riittää harvoin yksi kierros kaavion ympäri, toisinaan joudutaan myös palaamaan askel tai useampi taaksepäin.



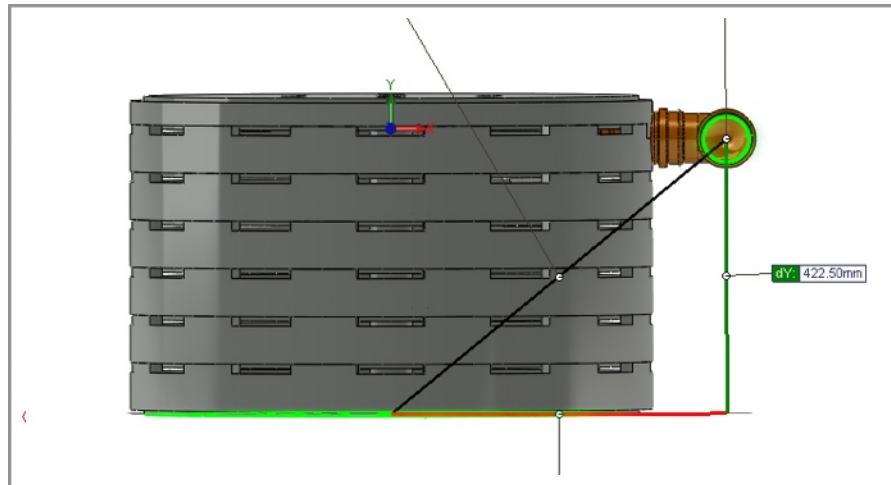
KUVA 10. The Design Process (Chicago Architecture Foundation 2013)

Tehtäväksiannonja briefin jälkeen ongelma oli jotakuinkin määritelty ja tein pikaisen benchmark-tutkimuksen kilpailevista pienpuhdistamoista. Muiden valmistajien suodatinkoteloinneista sai toki joitain ideoita omaan suunnitteluprosessiin, vaikka enemmän ne toimivat esimerkkeinä muotokielestä, josta haluttiin poiketa. Pipelife Ympäristön uuden pienpuhdistamon pitäisi erottua jo kaukaa kilpailijoista.

Yrityksen edustajat kertoivat omissa tutkimuksissaan todenneen, että Suomen mökkeilevän väestönosan pihatuotteiden hankinnoista vastaa viime kädessä 30-50-vuotias nainen. Tuotteen muotoilussa olisikin ehkä syytä suosia maskuliinisen toiminnallisuuden sijasta pehmeämpiä linjoja ja raikkaita värejä.

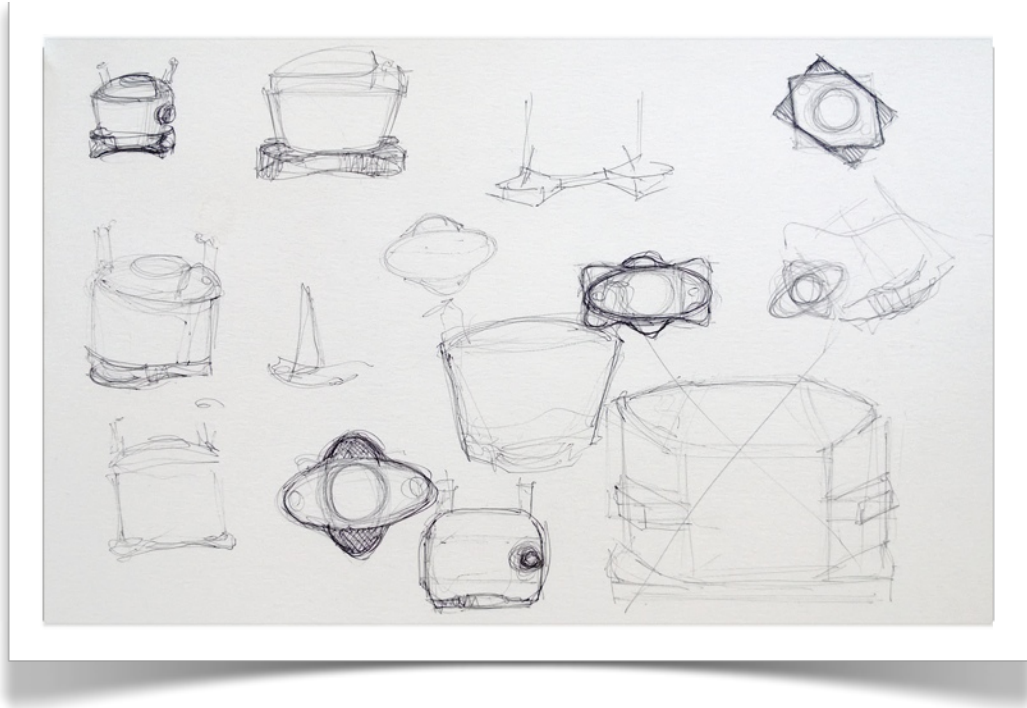
4.1 Luonnosteluvaihe

Projektin alkumetreillä tuotteen valmistusmenetelmä oli yhä täysin auki, joten oli hankalaa kehittää kovin pitkälle vietyjä tuotekonsepteja. Aluksi keskityin lähinnä suurten linjojen hakemiseen ja suodatinpakan (kuva 11) ehdoilla toimimiseen. Yksi suuri kysymys oli miten hauraasta polystyreenistä valmistettu suodatinpaketti saataisiin yli puolen metrin syvyydestä ylös suodatinmassan vuosittaista vaihtoa varten. Yritin kaikin keinoin löytää kotelolle muotoa, joka mahdollistaisi suodattimen helpon vuosihuollon.



KUVA 11. Suodatinpakka. (Kuvakaappaus Luntinen 2012, mallitiedosto Propipe Oy 2011)

Ensimmäiset koteloluonnokset olivat hyvin karkeita, eikä niiden taustalla ollut vielä mitään sen syvempää ideaa. Hain kuitenkin tietoisesti tuotteelle hieman leikkisää ja pehmeää muotoa, sillä se poikkeaisi totutusta ja kaksoiskaarevat pinnat tekisivät kotelon rakenteesta jäykän. Kuvassa 12 on nähtävillä ensimmäisiä lyijykynäluonnoksia ja kuvassa 13 värimaailman hakemista.



KUVA 12. Lyijykynäluonnoksia (Luntinen 2011)



KUVA 13. Luonnos värien käytöstä (Luntinen 2011)

Ensimmäisissä 3D-mallinnuksissa (kuva 14) pyörittelin ajatusta rotaatiovalun ja EPS:n yhdistämisestä kotelorakenteessa, tämä olisi tarjonnut tuotteelle polyeteenin kestävyuden ja polystyreenin lämmöneristysominaisuudet. Kävin Propipen

tuontolaitoksella lissä tutustumassa rotaatiovalamiseen ja esittelin mallinnusluonnokseni samalla yrityksen edustajille.

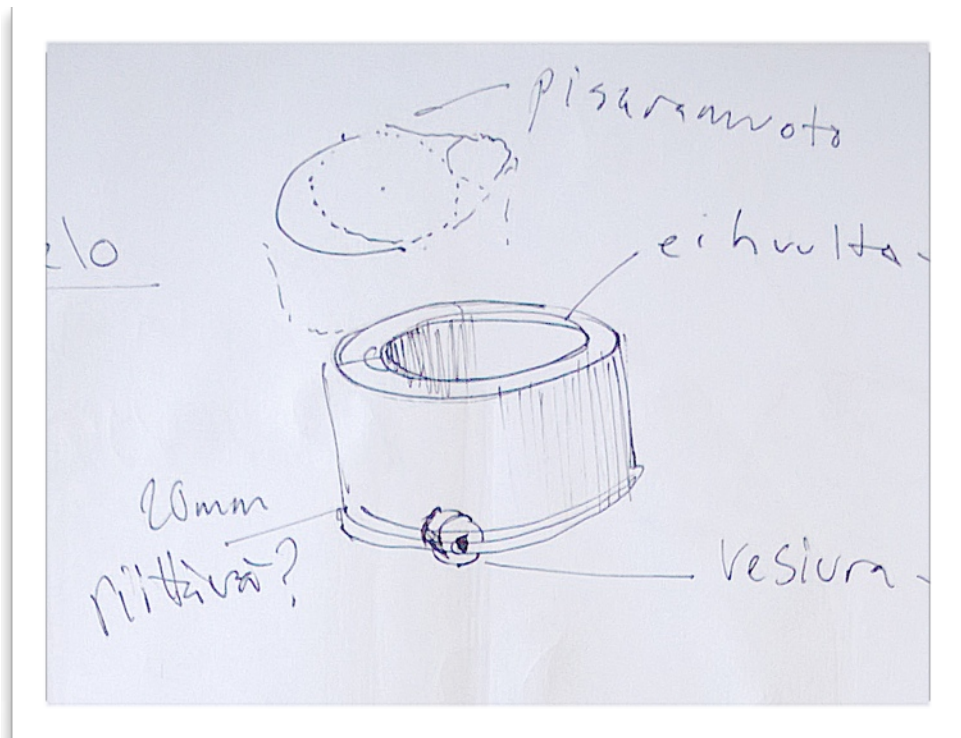


KUVA 14. Ensimmäiset 3D-mallinnukset (Luntinen 2011)

Kahden materiaalin yhdistäminen tyrmättiin suoraan liian kalliina ja epäkäytännöllisenä valmistusmenetelmänä. Palaverin aikana ymmärsin myös, että koko veden tuloputken kulmaosuus oli pakko koteloida, jotta se olisi suodatinmassan vaihdon yhteydessä mahdollista kääntää kotelon sisällä pystyyn ja siten pois suodatinpakan tieltä. Näillä eväin palasin Mikkeliin jatkamaan luonnostelua.

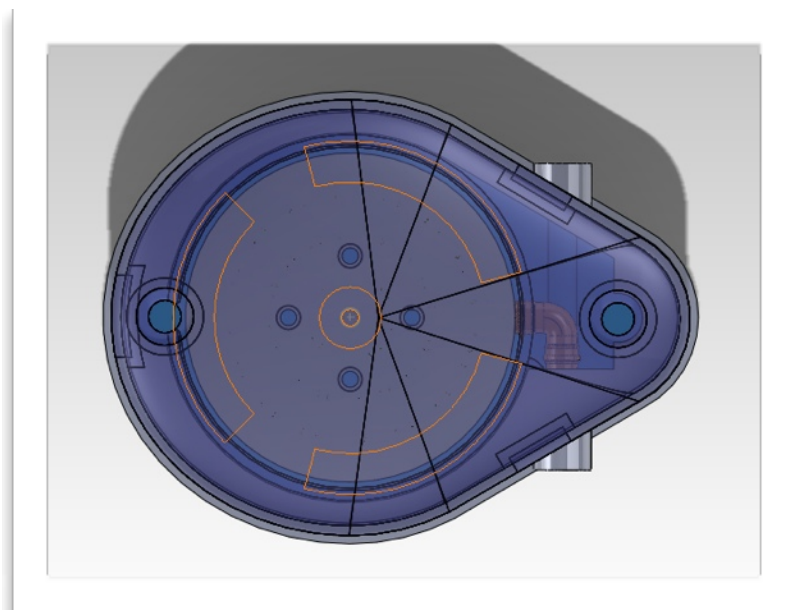
4.2 Pisara-konsepti

Parhaat luonnokset tuntuvat syntyvän aina jonkin epämääräisen pahvinpalan tai täyteen piirretyn luonnossivun kulmaan – siksi ne myös katuvat kovin helposti. Kuvassa 15 on varhaisin luonnos, minkä onnistuin Pisara-konseptista löytämään. Idea sai alkunsa, kun etsin yksinkertaisinta sulavalinjaista muotoa, jolla sekä suodatinpaketin, että suodatusveden tuloputken pystyisi kehystämään (kuva 16).



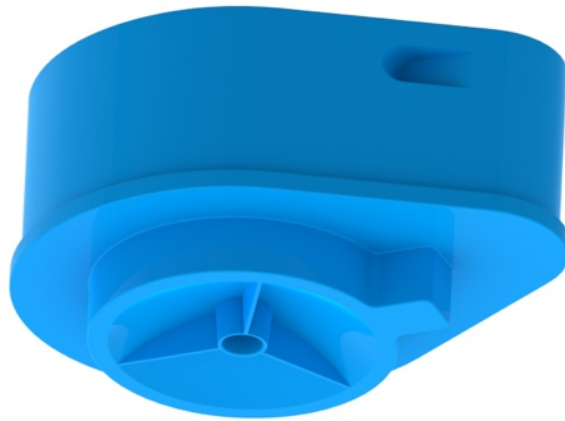
KUVA 15. Pisaraluonnos (Luntinen 2012)

Kotelon ja suodattimen väliin täytyi jättää riittävä ilmatila, jotta biologinen suodatusprosessi toimisi optimaalisesti. Kotelon kasvattaminen ulospäin, pisaran mittasuhteet säilyttäen, jätti kotelon kärkeen ylimääräistä tilaa, mikä mahdollisti samalla ilmanvaihtoputkien sijoittamisen riittävän vapaaseen tilaan (kuva 16).



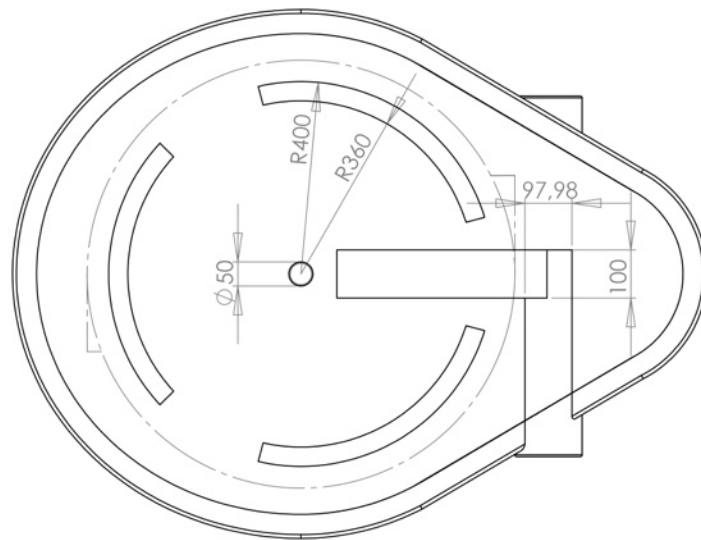
KUVA 16. Suodatin koteloituna (Luntinen 2012)

Suunnittelin kotelon pohjaan rakenteen, joka olisi mahdollistanut ulostuloputken sijoittamisen kolmeen vaihtoehtoiseen suuntaan (kuva 17). Pipelifen Alpo Vainionpään kanssa rakenteen toimivuudesta keskusteltuani, joudutimme toteamaan, ettei koteloa saada upotettua tarpeeksi tukevasti, ellei koko pohjapita ole samassa tasossa. Kotelon sijoituspaikkaa ei pystytä pohjustamaan riittävän hyvin, mikäli sen alle jää ilmataskuja. Alareunaa kiertävä kaulus jätettiin ennalleen, sillä sen tehtävänä on toimia ankkurina, jota vasten ympäröivä maamassa kiilautuu, estäen kevyen kotelon nousemisen pintaan lumien sulamisvesien vaikutuksesta.



KUVA 17. Epäkelpo pohjarakenne (Luntinen 2012)

Kuvassa 18 pohjaan tehdyt muutokset. Aiemmin ulos työntynyt vedenohjaussyvennys korvattiin kolmella sisäänpäin suuntautuvalla korokkeella, joiden päällä suodatinpakka lepää. Kolmitahoisen poistovesiputken asennusaarekkeen tilalle tuli tulovesiputken vastapuolelle poistoputken ulosvientiin tarkoitettu olake. Muodosta tuli päältä tarkasteltuna miellyttävän symmetrinen.



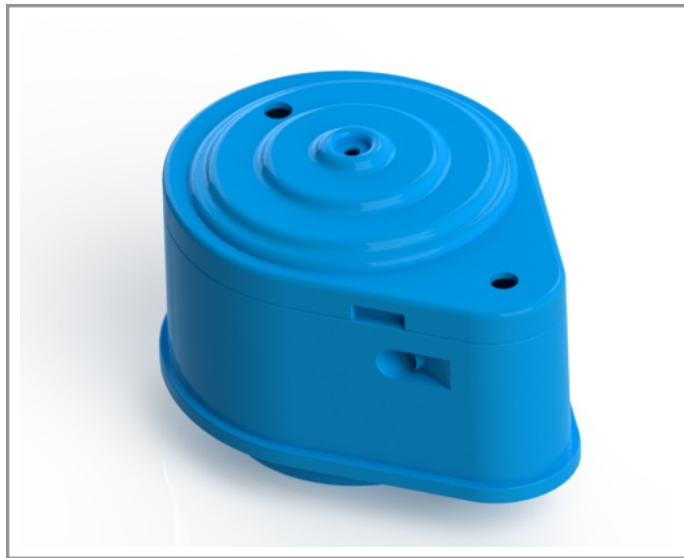
KUVA 18. Pohjan uusi rakenne (Luntinen 2012)

Prosessin aikana kävimme läpi myös lukuisia kansivaihtoehtoja. Alusta saakka oli selvää, että lopulta saatettaisiin muottikustannuksien kohoamisesta johtuen päätyä täysin sileään malliin, mutta monimutkaisemmat pintakuviot haluttiin pitää mallikehityksessä mukana. Kuvissa 19, 20 ja 21 muutama esimerkki erinäköisistä kansista, joita kehitelin. Pipelifen tuotemerkin käyttäminen kansikoristeena sopi mielestäni suodattimen ilmeeseen erinomaisen hyvin.

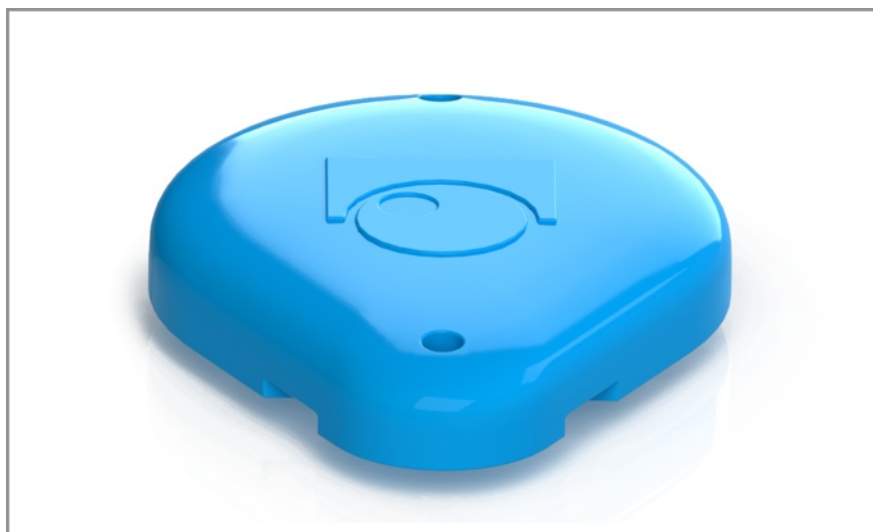
Kuvan 20 kannessa on vielä näkyvissä keskiputken reikä, jolla sekä suodatinpakka, että kansi oli tarkoitus ankkuroida koteloon. Kun kannen keskiputkilukituksesta luovuttiin, päätettiin putkea lyhentää hieman suodatinpakkaa korkeammaksi, jotta suodattimen ankkurointi sokkaa käyttäen olisi edelleen mahdollista. Lukitusominaisuuden lisäksi putki keskittäisi suodatinelementit sekä toistensa päälle, että pohjan korokkeiden kanssa oikeaan linjaan. Kannen kohdalla keskitykselle ei ollut tarvetta, sillä kannen alapinnan huuli asemoisi itsensä kotelon suuaukkoa vasten ja viimeistään päätyihin asettuvat ilmanvaihtoputket pakottaisivat kannen samaan linjaan kotelo-osan kanssa.



KUVA 19. Kansi nystyröillä (Luntinen 2012)



KUVA 20. Porrastettu väre-efekti (Luntinen 2012)

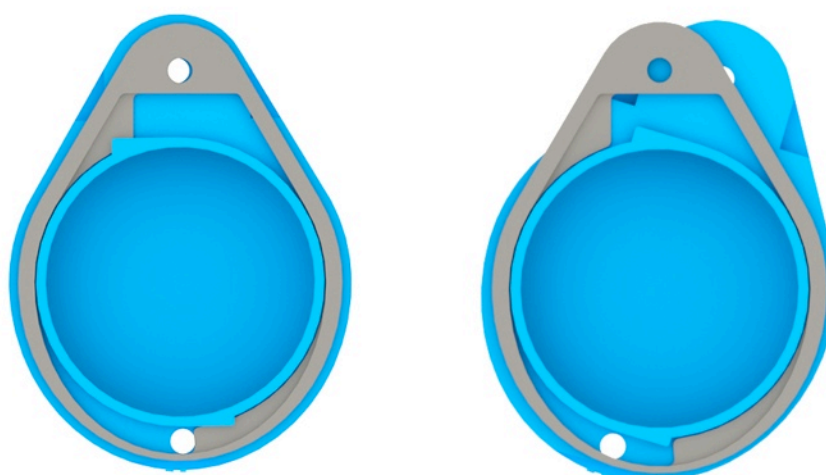


KUVA 21. Kansi Pipelifen tuotemerkillä (Luntinen 2012)

Kuvassa 21 kannen alapinnassa näkyvät myös kannen terävemmän pään kahvat. Kahvojen muoto sallii kannen keskilinjasta molempiin suuntiin aukeavan muotin toteuttamisen. Pisanan pyöreään päähän on tehty kolmas kahva, joka on nähtävissä kuvissa 23 ja 24.

Tässä vaiheessa projektia Pipelifen Alpo Vainionpää oli löytänyt suodatinpakan EPS-muoviset osat tuottavalta yritykseltä suodatinkasetteihin soveltuvan valmiin kahvaratkaisun. Kahvaongelman ratkeaminen vapautti minut keskittymään täysillä kotelon viimeistelyyn. Suodattimissa käytettävä kahva oli todella yksinkertainen, eikä sitä tarvinnut juurikaan huomioida kotelon mitoituksessa.

Suunnittelin kanteen myös lukitusmekanismin (kuvat 22, 23 ja 24), joka perustui kannen ja kotelon pohjaosan vastepintojen osittaiseen päällekkäisyyteen ja limittymiseen, kun kantta pyöritetään suodatinpakan keskiakselin mukaisesti. Kansi aukeaa kun sitä käännetään viitisentoista astetta vastapäivään ja lukittuu kun se on kotelon kanssa samassa linjassa. Kannen tahaton pyöriminen estetään kotelon päätyihin sijoitetuilla ilmanvaihtoputkilla, joten käyttövalmis kotelo ei voi kiertyä vahingossa auki ja siten aiheuttaa vaaraa esimerkiksi lapsille tai eläimille.



KUVA 22. Kannen lukitusmekanismi (Luntinen 2012)



KUVA 23. Kannen pyöreän päädyn lukitussymbolit, auki (Luntinen 2012)



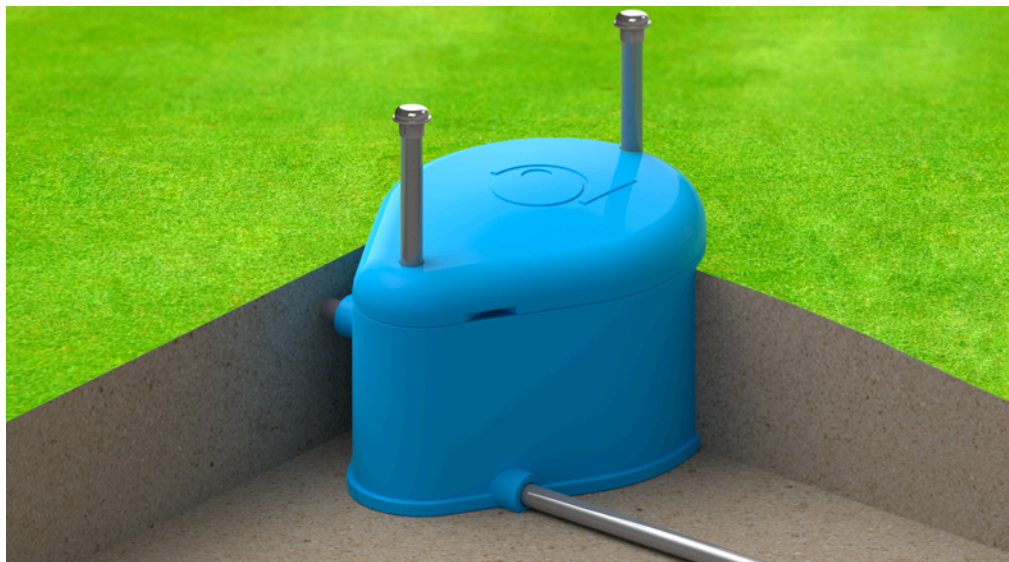
KUVA 24. Kannen pyöreän päädyn lukitussymbolit, kiinni (Luntinen 2012)

Suunnittelin koteloon myös tilaajan mittojen mukaisen korotuspalan, joka mahdollistaa suodattimen asentamisen syvemmälle, mikäli asennuskohde sitä vaatii. Korokepala kiinnittyy samalla mekanismilla kuin kansi. Koko paketti on edelleen mahdollista valmistaa yhdellä yhtenäisellä muotilla.



KUVA 25. Korotusreunus (Luntinen 2012)

Asennussyvyudessa Pisarasta jää näkyville vain kansi ja ilmanvaihtoputket, kuten kuvasta 26 voidaan todeta. Pisan päätyjen ilmanvaihtoputket on suojattu säätöventtiileillä, joilla voidaan kontrolloida ilman vaihtuvuutta kotelon sisällä ja taata suodatusprosessille optimaaliset olosuhteet. Poistovesiputki vedetään suodattimen alareunasta lähimpään imeytyksen mahdollistavaan paikkaan.



KUVA 26. Pisara asennettuna maahan, poikkileikkaus (Luntinen 2012)

Näkyville jäävä kansi kaipasi mielestäni jotakin graafista elementtiä ja poimin Pipelifen logosta pelkän tuotemerkin, jonka pursotin hieman koholle muuten tasaisen

kaarevasta pinnasta. Tämä ratkaisu ei mielestäni antaisi tuotteelle vielä mainostaulumaista ulkonäköä, mutta se olisi silti selkeästi tunnistettavissa Pipelifen tuotteeksi



KUVA 27. Pisara pihaympäristössä (Luntinen 2012)

Tein pisarasta myös muutamia hieman jännittävämpiä väriehdotuksia (kuva 28). Sininen on aika varma ja turvallinen valinta ensimmäiseksi väri vaihtoehdoksi, sillä se on riittävän hillitty ja moni varmasti yhdistää kirkkaan sinisen värin puhtaan siniseen järviveteen. Toivoisin kuitenkin, että Propipe Oy uskaltaisi kokeilla myös muita värejä Pisan valmistuksessa. Tuttavapiirini naiset ehdottivat pinkkiä jo ennenkuin olivat nähneet tekemiäni väriehdotuksia. Ainakin erottuminen kilpailijoista olisi taattu.



KUVA 28. Pisara väriehdotukset (Luntinen 2012)

Kotelo oli omalta osaltani tässä vaiheessa valmis tuotantoon. Seuraavan kerran kuulin Pisarasta vuoden 2012 loppupuolella, kun sen koevalut oli aloitettu Propipen tiloissa Iissä (kuvat 29 ja 30). Mallia on muottivalmistajan toimesta hieman pelkistetty, mutta pääpiirteiltään se on edelleen suunnitelmani mukainen. Nyt eletään toukokuuta 2013 ja Pisara on Pipelife Ympäristön verkkokaupassa myynnissä.



KUVA 29. Pisaran muotti (Vainionpää 2012)



KUVA 30. Pisara koevalu (Vainionpää 2012)

5 POHDINTAA

Jälkeenpäin tarkasteltuna olisin varmasti tehnyt monia asioita prosessin aikana toisin. Selkeämpi työnjako ja aikataulutus olisivat helpottaneet projektin hallintaa. Hetkittäin työmäärä tuntui ylimitoitetulta, kun olisi pitänyt ratkoa mallinnusongelmien ohessa myös suodatinpakan käytettävyysspulmia ja pitää useampaa konseptia kehityksessä mukana. Esimerkiksi suodatinpakan nostokahvojen toteutustapa nousi muotoiluprosessissa aivan liian suureen rooliin.

Osasyys muun muassa nostokahvaongelmaan oli myös se, että muotoilulliset tavoitteet otettiin osaksi projektia hieman liian myöhäisessä vaiheessa. Käytettävyysoongelmilta olisi voitu välttyä, mikäli suodatinpakkaa ei olisi toteutettu tuotantovalmiiksi 3D-malliksi saakka vailla tietoa koteloratkaisusta. Nyt suodatinpakan koko, muoto ja sijoitus tekivät suodatinmateriaalin vaihtamisesta hieman haasteellisen toimenpiteen. Materiaalivalinta puolestaan vaikeutti tarpeeksi vahvaa kahvojen kiinnitysmekanismien löytämistä. Valmiita kaupallisia ratkaisuja kahvaongelmaan ei myöskään etsitty riittävän ajoissa.

Muutamia, lähinnä osien kiinnitykseen liittyviä yksityiskohtia ei myöskään lyöty riittävän ajoissa lukkoon ja tämä hidasti mallinnustiedoston viimeistelyvaihetta huomattavasti. Lähes valmiiseen kappaleeseen tehtävät pienetkin muutokset vievät yllättävän paljon aikaa, sillä monimutkainen mallinnustiedosto hajoaa todella herkästi ja korjaustoimenpiteet vaativat usein paljon taka-askelia.

Huomasin myös selkeän tarpeen mallinnustiedostojen paremmalle hallinnalle. Kun mallivaihtoehtoja on useita ja jokaisesta kymmeniä tallennettuja välivaiheita, olisi välillä hyvä harventaa tiedostomäärä. Kuvaavien tiedostonimien keksiminen muuttuu jossakin vaiheessa mahdottomaksi ja pelkkä juokseva numerointi sekoittaa tilannetta entisestään.

Luonnosten kopioiminen digitaaliseen muotoon jo prosessin aikana voisi myös olla hyödyllistä. Esimerkiksi pilvipalvelussa ne olisivat aina muutaman klikkauksen

päässä, eikä mallinnusta tarvitsisi keskeyttää paperipinojen ja roskisten penkomisen vuoksi. Myös projektin myöhempi dokumentointi helpottuisi huomattavasti.

Säännölliset viikottaiset palaverit olisivat varmastikin pitäneet projektin paremmin eteenpäin rullaavana ja aikataulussa. Nyt ohjaavan opettajan aika tuntui olevan aina tarpeen tullen hieman tiukilla ja palavereissa saatiin harmillisen vähän aikaiseksi., kommunikaatio oli ajoittain katkonaista ja opettajan visiot erosivat tvälillä omista ideoistani huomattavasti. Liian harvoin pidetyissä palavereissa aikaa tuhraantui näkemyserojen tasaamiseen.

Lopulliseen suunnitelmaan olen kuitenkin tyytyväinen. Se on esteettisesti miellyttävä, täyttää asetetut vaatimukset, eikä muotoilua ole tehty vain muotoilun vuoksi. Pisara on yksinkertaisin muoto, jolla pyöreä suodatinpakka ja veden syöttöputki voidaan koteloida samaan pakettiin. Kuten jo suunnitteluvaiheessa ehdotin, tuotetta voisi jatkokehittää erilaisilla värikokeiluilla, jotka erottaisivat Pisan sinertävän harmaasta pienpuhdistamojen massasta.

6 LÄHTEET

Biolan Oy 2013. Biolan jätevesijärjestelmät. WWW-dokumentti.
<http://www.biolan.fi/suomi/jatevesijarjestelmat>. Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013

Chicago Architecture Foundation. The Design Process 2013. WWW-dokumentti.
<http://discoverdesign.org/design/process>. Luettu 17.5.2013

Great Place to Work® Institute Finland 2013. Parhaat työpaikat. WWW-dokumentti
<http://www.greatplacetowork.fi/best-companies/suomen-parhaat-tyoepaikat-listat>.
Päivitetty 15.2.2013. Luettu 17.5.2013

Jätevesiliike Vestelli Oy 2013. Harmaavesipuhdistaja Biopuhdistaja. WWW-
dokumentti. http://www.vestelli.fi/harmaavesi_puhdistaja_biopuhdistaja. Luettu
17.5.2013

Konva-Center Oy 2013. Willa-harmaavesisuodatin. WWW-julkaisu.
http://www.konva-center.com/index.php?page=aloitussivu_fi. Ei päivitystietoa. Luettu
17.5.2013

Luntinen, Jouni. Kuvamateriaalia. Renderöityjä tuotekuvia ja valokuvia
tuotantoprosessista. 2011-2013 Teollisen muotoilun opiskelija, Mikkelin
Ammattikorkeakoulu.

Muovimuotoilu.fi 2007. Muovituotteen muotoilun opetusverkoston monimuoto-
opetuksen kehittämisprojekti WWW-dokumentti.
<http://www.muovimuotoilu.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013

Pipelife Ympäristö. Pipelife Ympäristö, Yrityskuvaus. WWW-dokumentti. [http://
www.puhdastulevaisuus.fi/yritys.html](http://www.puhdastulevaisuus.fi/yritys.html) Ei päivitystietoa. Luettu 22.5.2013

Raita Environment - Haja-asutuksen jätevesijärjestelmät - BioBox XL
puhdistamoyksikkö. WWW-dokumentti. [http://www.raita.com/biobox%20biologinen
%20puhdistamo.htm](http://www.raita.com/biobox%20biologinen%20puhdistamo.htm). Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013

Uponor Oy 2013. Uponor-harmaavesisuodatin Mökki. WWW-dokumentti.
[http://www.uponor.fi/ratkaisut/talotekniikka/jateveden-kasittely/
harmaavesisuodattimet/harmaavesisuodatin.aspx](http://www.uponor.fi/ratkaisut/talotekniikka/jateveden-kasittely/harmaavesisuodattimet/harmaavesisuodatin.aspx). Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten
viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. WWW-dokumentti [http://www.finlex.fi/fi/
laki/alkup/2003/20030542#Pid1885272](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030542#Pid1885272). Päivitetty 11.6.2003. Luettu 17.5.2013

Wordpress.com. 3D Modelling Explained. WWW-dokumentti. [http://
3dmodel44.wordpress.com](http://3dmodel44.wordpress.com). Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013

Ymparisto.fi 2013. SYKE:n puhdistamosivu. WWW-dokumentti
www.ymparisto.fi/puhdistamosivusto. Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2013