



Mikael Jaakkola
Voimanlähteen muotoilu

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Muotoilu
Teollinen muotoilu
Opinnäytetyö
Päivämäärä 6.5.2015

Tekijä Otsikko	Mikael Jaakkola Voimanlähteen muotoilu
Sivumäärä Aika	87 sivua 6.5.2015
Tutkinto	Muotoilija
Koulutusohjelma	Muotoilu
Suuntautumisvaihtoehto	Teollinen muotoilu
Ohjaajat	tuntiopettaja Ville-Matti Vilkkä Lehtori Tuomo Äijälä
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Lamor Oy:lle koulun projektin jatkeena. Opinnäytetyö sisältää hydraulisen voimanlähteen muotoilua, ehdotuksia uusiutuvan voimanlähdemalliston muotoilun uudistamisesta ja käyttöliittymän suunnittelua.</p> <p>Aloitin lopputyöni käymällä lyhyesti läpi kouluprojektimme konseptia joka luo pohjan tämän työn etenemiselle. Seuraavaksi tutustun Lamoriin yrityksenä, käyn läpi tuotevalikoiman ja kilpailevat tuotteet.</p> <p>Tämän jälkeen luotiin Lamorin kanssa yhdessä design brief jossa määriteltiin uuden tuotteen speksit ja asetettiin projektin tavoitteet. Näitten lähtötietojen perusteella lähdin konseptoimaan uutta voimanlähdettä. Konseptoinnin aikana tuotin muutaman vaihtoehtoisen konseptin josta yksi valittiin jatkokehitykseen.</p> <p>Konseptin valinnan jälkeen valittua konseptia viimeisteltiin prototyypin rakentamista varten. Seuraavaksi suunnittelin käyttöliittymän grafiikat ja tein käyttöliittymän komponenttien asettelua. Tämän jälkeen viimeistelin voimanlähteen ulkoasun.</p> <p>Viimeiseksi tutkin käyttöliittymän ergonomiaa käyttämällä eri tutkimusmenetelmiä. Lopussa käyn läpi työn lopputuloksia ja esitän omia parannusehdotuksia ja ideoita uudesta mallistosta ja sen visuaalisesta ilmeestä.</p>	
Avainsanat	Teollinen muotoilu, käyttöliittymän suunnittelu, konseptointi, ergonomia, voimanlähde

Author Title	Mikael Jaakkola Powerpack design
Number of Pages Date	87 pages 6 May 2015
Degree	Designer
Degree Programme	Degree Programme in Design
Specialisation option	Industrial design
Instructors	Ville-Matti Vilkka, Instructor Tuomo Äijälä, Senior Lecturer
<p>This thesis work is made for Lamor Corp as an extension of a school project. The thesis includes hydraulic power design, proposals and ideas of the design and structure of a renewable product range and user interface design.</p> <p>I Begin by reviewing the school project concept which forms the basis of this thesis. Next I get familiar with Lamors range of products and competing products.</p> <p>After this a design brief was created in collaboration with Lamor, where product specs and goals of the project were determined. Based on these information I started concepting a new powerpack and brought a few alternative concepts of which one was chosen for further development.</p> <p>After the selection of the chosen concept, the design was finalized for construction of a prototype. Next, I designed the user interface graphics and I made the user interface components layout. After this, I perfected the look of the powerpack.</p> <p>Finally, I examined the ergonomics of the user interface by using different research methods.</p> <p>At the end I went through the final results of the work and gave suggestions for enhancements and ideas about the structure and its visual looks of the new powerpack range.</p>	
Keywords	Industrial design, user interface design, concept work, ergonomics, powerpack

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kouluprojektin konsepti	1
3	Muotoiluprosessi	10
4	Tiedonhaku	11
4.1	Projektisuunnitelman laatiminen	12
4.2	Yritystietoa	14
4.3	Tuotteet ja palvelut	15
4.3.1	Keräinjärjestelmät	15
4.3.2	Öljypuomijärjestelmät	17
4.3.3	Öljynsiirtopumput	17
4.3.4	Voimanlähteet	18
4.4	Kilpailijat	19
5	Konseptointi	21
5.1	Design brief	22
5.2	Vaihtoehtoiset konseptit	23
5.3	Konseptien esittely Lamorille ja projektiryhmälle	32
5.4	Käyttäjäskenaariot	36
6	Tuotemuotoilu	41
6.1	Muotoilun viimeistely	41
6.2	Käyttöliittymän suunnittelu	49
6.3	Yksityiskohtien muotoilu	61
7	Käyttöliittymän ergonomia	64
7.1	RULA-arviointimenetelmä	66
7.2	Komponenttiasettelu tarkastelu	69
8	Yhteenveto	75
8.1	Käyttöliittymä	77
8.2	Mallisto	81

Lähteet

86

Kuvalähteet

87

1 Johdanto

Lamor suunnittelee, valmistaa ja myy öljyntorjuntalaitteistoa ja palveluita. Monet öljyntorjuntalaitteet tarvitsevat erillisen voimanlähteen toimiakseen. Tämä opinnäytetyö sai alkunsa kouluprojektina Lamorille tehdystä voimanlähteen konseptointityöstä. Kouluprojektissa tehdyssä konseptissa tuotettiin nykyisiin myytäviin laitteisiin verrattuna modernimpi ja visuaalisesti erottuva muotoilu ja ideoitiin käytettävyyttä ja huollettavuutta parantavia ratkaisuja.

Lamorilla oli samanaikaisesti kouluprojektimme kanssa käynnissä pilottihanke uudistaa yksi kokoluokkansa voimanlähteistä, tämä opinnäytetyö ja sen tuottamat tulokset ovat osa tätä hanketta.

Nykypäivänä kilpailu tuotteiden välillä on kova ja teknisten ominaisuuksien lisäksi tuotteilta edellytetään myös visuaalista ilmettä. Monet yritykset ovat ymmärtäneet että muotoilulla voidaan erottua edukseen kilpailijoistaan, lisätä brändinsä näkyvyyttä ja seurata alansa trendejä. Lamor panostaa vahvasti tuotekehitykseen, ja käyttää tuotteissaan uusinta olemassa olevaa teknologiaa. Panostamalla tässä pilottihankeessa teolliseen muotoiluun luodaan voimanlähteelle uutta modernia ilmettä. Teollisella muotoilulla voidaan myös parantaa laitteen käytettävyyttä huomioimalla tuotteen käyttäjät suunnittelun yhteydessä.

Tässä opinnäytetyössä käsittelen voimanlähteen ulkoasun muotoilua, laitteen käyttöliittymän suunnittelua ja tutkin käyttöliittymän ergonomiaa. Muotoilemani voimanlähde on osa uudistuksen alla olevaa mallistoa ja annan ehdotuksia ja suuntaviivoja koko malliston muotokielen yhtenäistämiseksi malliston sisällä.

Projektin aikana valmistetaan voimanlähteestä toimiva prototyyppi ja tämän takia muotoilussa on huomioitava osien valmistettavuus ja käyttöympäristön asettamat vaatimukset.

2 Kouluprojektin konsepti

Idea tehdä opinnäytetyöni Lamorille lähti Lamorille tehdystä ryhmätyöstä jonka tehtävänä oli konseptoida uutta hydraulista voimanlähdettä. Projekti suoritettiin neljän hengen ryhmätyönä.

Haluan lyhyesti käydä läpi ryhmätyömme sillä työn aikana kehittyneet ideat toimivat tämän työn perustana. Projektin alussa saatiin Lamorilta lyhyt kuvaus voimanlähdekonseptissa huomiotavista asioista ja tavoitteista.

Operointi:

Käyttöliittymän käyttö olisi onnistuttava myös lukutaidottomilta, hätä-seis painikkeen paikka on tärkeä. Voimanlähteen ilmanvaihto on suunniteltava niin, että poistoilma ei ole käyttöliittymän kohdalla. Poisto- ja ottoilman suunnittelussa on otettava huomioon eri käyttöympäristöt.

Huolto:

Hyvä pääsy huoltokohteisiin kuten suodattimiin, öljyntäyttökohteisiin, akkuun sekä öljy- ja polttoainesäiliöön. Luukkujen avaus ahtaissa paikoissa on myös huomioitava.

Siirto:

Voimanlähteessä on oltava konttikulmat jolla sen voi kiinnittää, siinä on oltava trukki-kourut jotta voimanlähdettä on helppo liikutella trukilla. Nostopisteet on oltava, mutta voimanlähte ei tarvitse olla päälle pinottava.

Valmistusmateriaalit:

Nykyiset laitteet on valmistettu maalatusta tai ruostumattomasta teräksestä. Komposiittimateriaalit ovat kevyitä mutta lämmönkesto olisi tutkittava.

Muotoilu:

Pyöristetyt kulmat helpottavat operoimista. Konetta on pystyttävä käyttämään ilman työkaluja ja hallintalaitteita on pystyttävä käyttämään hanskat kädessä.

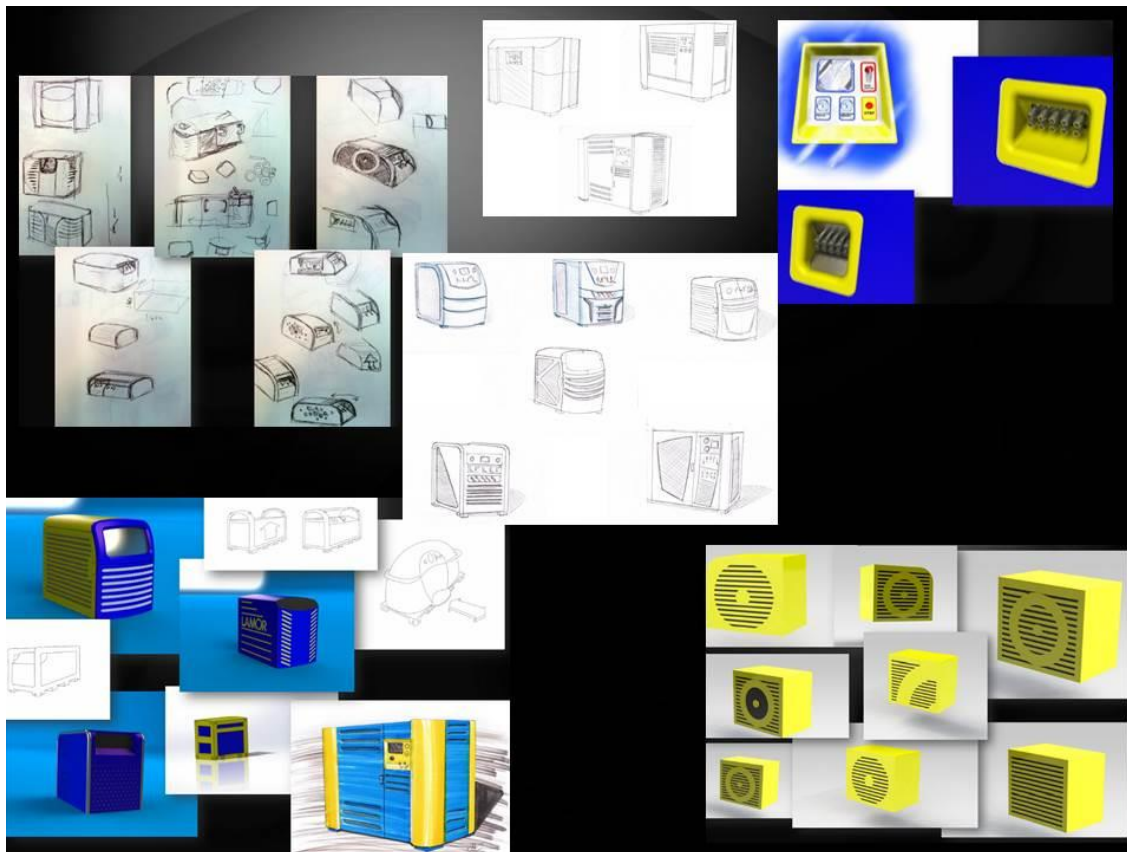
Alkumäärittelyn jälkeen lähdettiin tutkimaan miten perus suorakulmiota on lähdetty rikkomaan erilaisissa käyttöesineissä ja laitteissa. Koska laitteen ulkoiset mitat ovat tärkeät ja yksi vaatimuksista oli konttikulmien käyttö, päätettiin perusmuodon pysyvän lähellä suorakulmiota.

Jokainen ryhmän jäsen teki oman muotokielitaulunsa oman luonnostelunsa ja ideointinsa tueksi.



Kuva 1. Muotokielitaulu luonnostelun ja ideoinnin tueksi.

Muotokielitaulujen tekemisen jälkeen aloitettiin voimanlähteen ulkoasun ja käyttöliittymän luonnostelulla. Tässä vaiheessa oltiin saatu aika niukasti tietoa laitteesta, joten keskityttiin enimmäkseen koneen muodon tutkimiseen. Lamorin yksi toive oli, että laitetta voisi valmistaa tavanomaisilla konepajatekniikoilla.



Kuva 2. Luonnoksilla ja mallinnuksilla tutkittiin erilaisia vaihtoehtoja voimanlähteen ulkomuodosta.

Lamorille pidettiin projektin puolivälissä välikatselmus, jossa esittelimme työmme, sen hetkisiä ideoita ja konseptiajatuksemme. Konseptissamme perusmuotona oli suorakulmio, jossa pystyreunoihin oli lisätty isot pyöritykset. Käyttöliittymä oli sijoitettu pidemmän pystypinnan keskelle.

Hydrauliliittimien sijoitus oli käyttöliittymän vastakkaisella puolella.

Elävyyttä ulkopintoihin oli lisätty otto- ja poistoilmaaukkojen leikkauksilla ja käyttöliittymää molemmilla puolilla kehystävällä kaarevalla kylkipellin leikkauksella.

Värejä ei vielä lyöty lukkoon, mutta ajatuksena oli, että laite olisi kaksivärinen.



Kuva 3. Välikatselmuksen konsepti idean visualisointi.

Käyttöliittymässä otimme vapauden muotoilla komponenttien ympäröimää kehystä piittaamatta konepajamenetelmien rajoittuneista geometrisistä muodoista. Käyttöliittymän komponenteista emme saaneet Lamorilta tarkempaa tietoa, joten jouduimme tukeutumaan tietoihin, joita löysimme nykyisten laitteiden käyttöohjeista.



Kuva 4. Muutama visualisointi käyttöliittymästä.

Väliseminaarin jälkeen Lamorilla oli syntynyt uusia jatkokehitysideoita, joista yksi oli voimanlähteen alle asennettavat renkaat ja vetoaisa, jolloin voimanlähdettä voisi liikutella auton tai kuorma-auton perässä perävaunun tavoin.

Voimanlähteestä haluttiin myös toisesta päästä menevämmän mallinen, ja hydrauliliitäntä haluttiin sijoittaa syväälle koteloon, jotta ne eivät tiputtaisi öljyä koneen ulkopuolelle liittimen irrotuksen yhteydessä. Trukkikourut haluttiin myös lyhyemmälle sivulle, jotta laitetta voisi käsitellä trukilla kaikilta sivuilta. Kiinteän pyöräasennuksen sijasta ajateltiin, että voimanlähde voitaisiin kiinnittää erilliselle laitteelle suunnitellulle vaunulle. Kiinnityksessä voitaisiin käyttää kulmissa olevia konttikulmia.



Kuva 5. Photoshop visualisointi vaunuun kiinnitetystä voimanlähteestä.

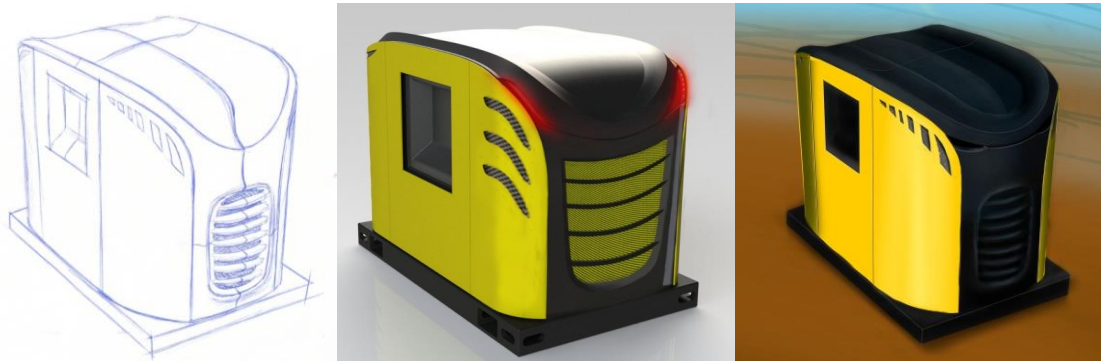
Maantiekäyttöön ei tämän enempää käytetty aikaa, vaan ruvettiin miettimään, miten laitteesta saisi menevämmän näköisen.

Ottoilma- ja poistoilman suunnittelussa syntyi ajatus että, komponentit järjestettäisiin niin, että ilma voisi virrata koneen läpi siten, että ottoilma tulisi sisään yhdestä päästä ja virtaisi ulos toisesta päästä.



Kuva 6. Välikatselmuksen jälkeen jatkettiin luonnostelua menevämmän ulkonäön saavuttamiseksi.

Luonnostellessa meille tuli ajatus käyttää otto- ja poistoilma aukkoja muotoiluelementteinä, kuten autoissa ja kuorma-autoissa. Tästä muodostui uusi ajatus ulkokuoren rakenteesta, jossa molemmissa päädyissä olisi ilma- ja poistoilmamaski, joiden päälle tulisi yksiosainen katto. Kyljet olisi edelleen tehty taivutetuista teräslevyistä kuten välikatselmuksen konseptissa.





Kuva 7. Muutama luonnos ja 3d-visualisointi uudesta rakenteesta.

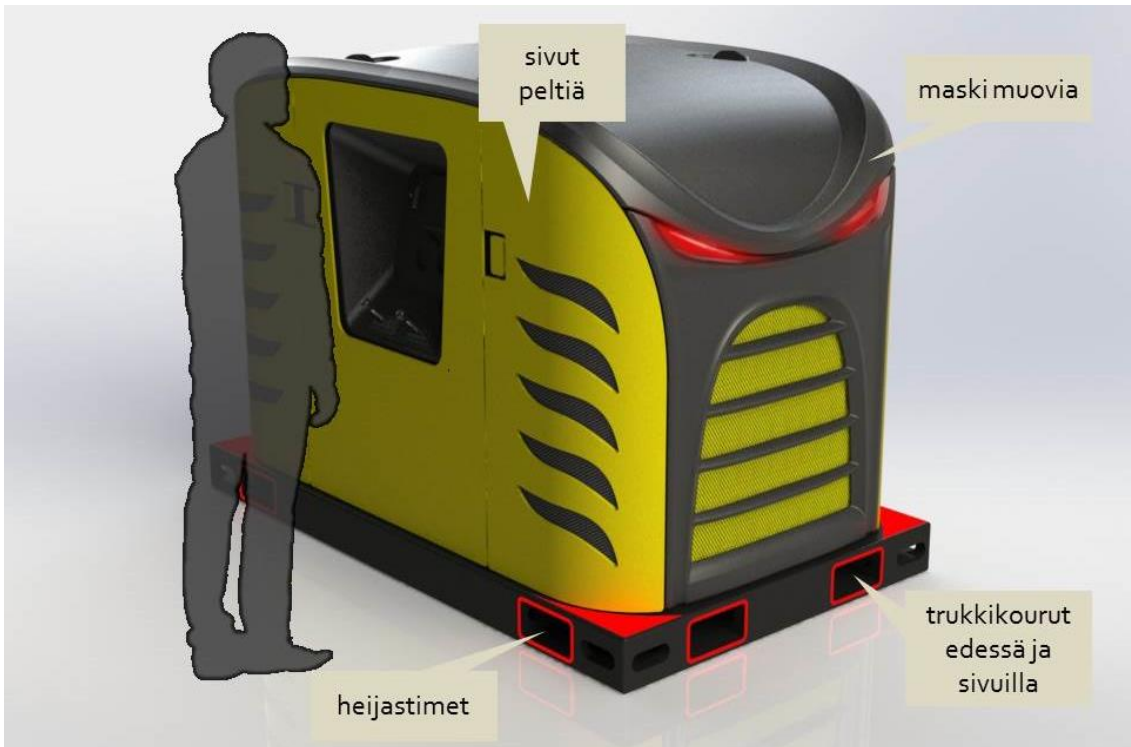
Lyhyelle sivulle lisättiin Lamorin toiveesta toiset trukikourut. Alareunat olivat meidän konseptissamme hieman uloimmat kuin kylkipellit, ja niihin voisi kompastua, joten lisättiin reunoihin heijastimet jotta nurkat erottuisivat paremmin. Trukikourujen ympäri laitettiin myös heijastimet paremman erottuvuuden takia.

Maskiin muotoiltiin silmämaiseta piirteet, joissa on punaiset huomiovalot, jotta koneen voi nähdä myös pimeässä.

Lamorin tuotteissa käytetyt värit ovat sininen, keltainen, musta ja harmaa. Konseptissamme päätettiin käyttää keltaista kylkipelleissä ja ilmanotto- ja poistoreikien suojaritilässä, muut näkyvät pinnat ovat mustia.

Kaikki kylkipellit on saranoitu ja avattavissa, jotta huoltokohteet olisivat hyvin ulottuvissa. Laitteen katossa on neljä nostopistettä, joista laitetta voi nostaa nosturilla.

Hydraulipikaliittimien alle suunniteltiin tippakaukalo, jonka kautta liittimien irrotuksen yhteydessä vuotava hydraulioöljy valuu tyhjennettävään säiliöön.





Kuva 8. Visualisointeja, jotka esiteltiin Lamorille loppukatselmuksessa.

3 Muotoiluprosessi

Ilkka Kettusen mukaan (Kettunen 2000 s.56) tuotteen muotoiluprosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen 1) tuotehaku, 2) konseptimuotoilu ja 3) tuotemuotoilu.

Ilkka Kettusen kuvailema muotoiluprosessi on mielestäni enemmän suunnattu isoimpiin projekteihin ja organisaatioihin, eikä niin raskaita prosesseja tässä projektissa voitu noudattaa. Perusajatus oli kuitenkin hyvin sovellettavissa tähän projektiin, eli jakamalla työ kolmeen eri vaiheeseen:

1) Tiedonhaku: jonka aikana kerätään tarpeellinen tieto tuotteesta, käyttäjistä, yrityksestä, kilpailijoista ja käyttöympäristöstä.

2) Konseptointi: kerätyn aineiston pohjalta aloitetaan konseptityön tekeminen, jonka aikana tuotetaan muutama vaihtoehtoinen konsepti, joista yksi valittaisiin jatkokehitykseen.

3) Tuotemuotoilu: tässä vaiheessa valittu konsepti jatkojalostetaan, ja tuotettujen dokumenttien pohjalta valmistetaan prototyyppi.



Kuva 9. Kuvassa yksinkertaistettu kaavio lopputyön prosessista.

4 Tiedonhaku

Ensimmäisenä tehtävänä oli laatia itselleni projektisuunnitelma. *”Projektisuunnitelma esittää, miten muotoiluprosessi etenee, kuka tekee mitäkin ja mitkä ovat toiminnan tavoitteet sekä resurssit”* (Kettunen 2000 s.56)

Tiedonhakuvaiheessa tutustuin syvällisemmin Lamoriin yrityksenä, sen tuotteisiin ja siihen miten Lamor yrittää erottautua edukseen kilpailijoihin nähden.

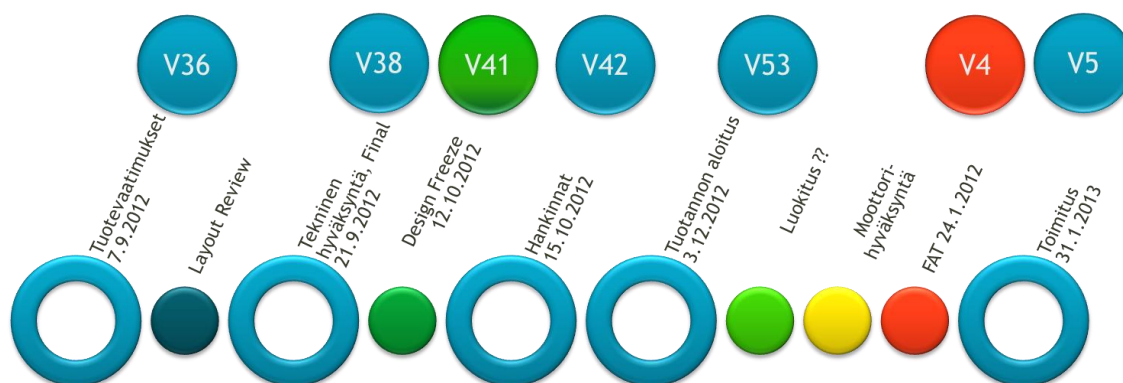
Tuotteista keskityin erityisesti nykyisten voimanlähteiden malliston kartoitukseen.



Kuva 10. Kuva osoittaa lyhyesti tiedonhakuvaiheen sisältämät tehtävät ja tavoitteet.

4.1 Projektisuunnitelman laatiminen

Projekti oli jo käynnissä minun liittyessäni projektiin, ja projektista oli jo laadittu aikataulu. Tämän takia minun oli soviteltava opinnäytetyö jo olemassa olevaan aikatauluun.



Kuva 11. Polarteknikin laatima projektisuunnitelma.

Aloitin lopputyön tekemisen viikolla 40 2012 ja alkuperäisen suunnitelman mukaan suunnittelun olisi pitänyt olla jäädytetty viikolla 41 ja hankintoja aloitettava viikolla 42. Suunnittelu oli kuitenkin oman arvioni mukaan vähintään 4 viikkoa myöhässä, sillä Larmor halusi sisällyttää projektiin tuotemuotoilua, ja aikataulua jouduttiin hieman korjaamaan.

Koska painopiste muotoilussa keskittyi voimanlähteen ulkokuoreen ja osiin, jotka voidaan asentaa koneeseen viimeisenä, osien hankinta voitiin aloittaa niin, että osien saapumisesta kokoonpanopaikalle jäisi 1-3 viikkoa aikaa ennen koneen toimitusta.

Vaikka suunnittelu oli myöhässä, projektaikataulusta pyrittiin vielä tässä vaiheessa pitämään kiinni. Ensimmäisen prototyypin toimitusajan oli tarkoitus olla viikolla 5, 2013. Aikatauluttaakseni omaa tekemistäni lähdin siitä oletuksesta, että suunnittelemani kappaleiden on oltava valmiita viikolla 4.

Seuraavaksi otin yhteyttä muutamiin entuudestaan tuttuihin toimittajiin ja kysyin heiltä, paljonko heiltä menisi aikaa tilauksesta: muotin valmistukseen ja ensimmäisten kappaleiden toimitukseen. Saamieni tietojen mukaan lämpömuovattavien osien mallikappaleiden toimitukseen oli varattava 6 viikkoa tilauksesta. Lujitemuovi- ja uretaanituotteiden ensimmäisten kappaleiden toimitukseen olisi varattava vähintään 10 viikkoa.

Alumiinihiekkavaluosien valmistukseen oli toimittajan mukaan varattava 5-6 viikkoa.

Jotta alkuperäinen toimitusaika ensimmäiselle prototyypille olisi mahdollinen, muotoilemani osien pitäisi olla tilausvalmiita viikolla 49, jos osat olisivat muovilevystä lämpömuovaamalla valmistettuja tai alumiinivalettuja kappaleita. Mikäli osat valmistettaisiin lasikuidusta tai uretaanista, osat olisi tilattava jo viikolla 45-46.

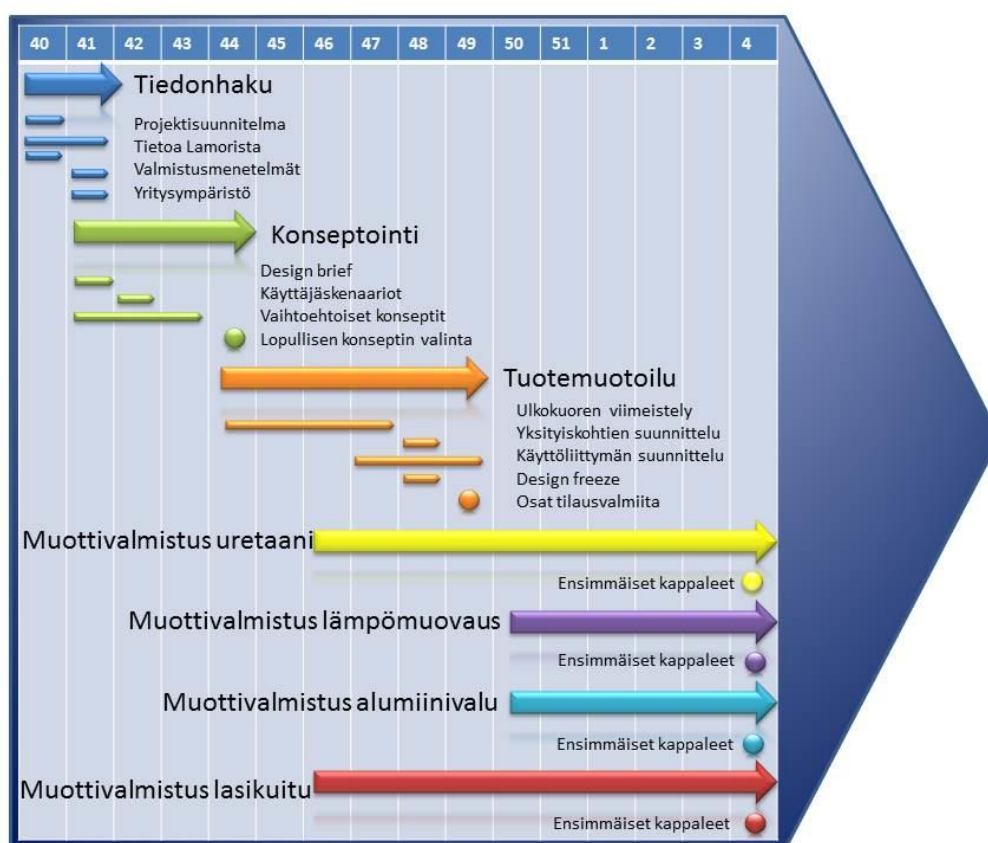
Yllä olevien lähtötietojen perusteella viikolla 44 olisi muotoilun osalta tehtävä päätös, mitä konseptia lähdetään toteuttamaan, jotta pysyttäisiin aikataulussa. Jos valitussa konseptissa on uretaanista tai lasikuidusta valmistettuja osia, konseptin valinnasta osien tilaukseen jäisi ainoastaan 1-2 viikkoa aikaa. Konseptin valinnan yhteydessä pitäisi tarkastella, onko osien suunnittelun loppuun saattaminen 1-2 viikossa realistista, pystyykö toimitusaikataulua siirtämään muutamalla viikolla tai valmistaa ensimmäiset protokappaleet muilla tuotantomenetelmillä?

Lämpömuovattavia tai alumiinivalettavia osia käyttämällä, konseptin valinnasta tilausvalmiiden dokumenttien luomiseen jäisi 4-5 viikkoa aikaa, mikä mielestäni vaikutti täysin realistiselta. Itse konseptointityön tekemiseen olin arvioinut menevän 4 viikkoa, joten konseptointi pitäisi aloittaa viikolla 41.

Tiedon hakuvaiheelle ei näin ollen jäisi kuin viikko aikaa, ja aikataulun optimoimiseksi päätin, että osan konseptoinnista ja tiedonhausta voisi tehdä samanaikaisesti viikolla 41.

Osan tiedonhausta pystyy täydentämään myös projektin etenemisen yhteydessä. Lähtötietojen perustella tein itselleni projektisuunnitelman ajankäytöstäni seuraavasti:

- Viikko 40-41 tiedonhaku
- Viikko 41-44 Konseptointi, jonka päätteeksi valitaan yksi konsepti jatkokehitystä varten
- Viikko 44-49 Tuotemuotoilu, jonka aikana valittu konsepti jatkojalostetaan, ja työn tuloksena ovat kaikki ensimmäiseen prototyypin valmistukseen tarvittavat materiaalit



Kuva 12. Projektisuunnitelma

4.2 Yritystietoa

Lamor on öljyntorjuntaan ja ympäristönsuojeluun erikoistunut yritys, jonka tuotteet käytetään yli 50 kymmenessä maassa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Porvossa, ja yhtiöllä on omat myyntikonttorit Kiinassa, Englannissa, Intiassa, Yhdysvalloissa ja Venäjällä. *”Lamorin edustaja- ja jakeluverkko kattaa yli 90 maata” (Lamor 2013).*

Yhtiön pääomistaja on Larsenin perhe josta, yhtiön alku koostuukin (**Larsen Maritime Oil Recovery**)(Wikipedia 2013).



Kuva 13. Kartalla merkattu Lamorin on edustukset

Lamor edustaa myös oman brändin lisäksi muita globaaleja brändejä kuten: Slickbar, Lori, GT ja Tarwell.(Lamor 2013)

4.3 Tuotteet ja palvelut

Lamor on maailmanlaajuisesti tunnettu öljyntorjuntalaitteiden tuottajana, mutta se on enenevässä määrin myös keskittynyt tuottamaan öljyntorjunnan ratkaisuja ja palveluita. Seuraavissa luvuissa käsitellään lyhyesti Lamorin öljyntorjuntalaitteita ja palveluita (Product reel 2013).

4.3.1 Keräinjärjestelmät

Keräinjärjestelmät ovat laitteita, joilla öljy saadaan kerättyä ja eroteltua vedestä. Lammorilla on karkealla jaottelulla käytössä kaksi eri menetelmää öljyn erottelulle vedestä Harjarullajärjestelmä ja ylivuotokeräinjärjestelmä (Product reel 2013).



Kuva 14. Ylivuotokeräinjärjestelmä

Harjarullajärjestelmiä on eri käyttötilanteisiin aina pienistä käsin liikuteltavista ja käsin operoitavista järjestelmistä isoimpiin suurella kapasiteetillä oleviin järjestelmiin (Product reel 2013).





yleensä radio-ohjauksella (sekä EX että ei-EX).

Kuva 15. Esimerkkejä harjarullajärjestelmistä.

4.3.2 Öljypuomijärjestelmät

Öljypuomijärjestelmillä pystytään eristämään ja ehkäisemään öljyvuotojen leviämistä. Lamorilla on erikokoisia, eri materiaaleista ja erilaisiin tilanteisiin ja kohteisiin valmistettuja öljypuomeja. Öljypuomit toimitetaan keloissa tai telineissä, ja ne voivat olla vaahdotäytteisiä tai ilmatäytteisiä käyttötarkoituksen mukaan. (Product reel 2013)

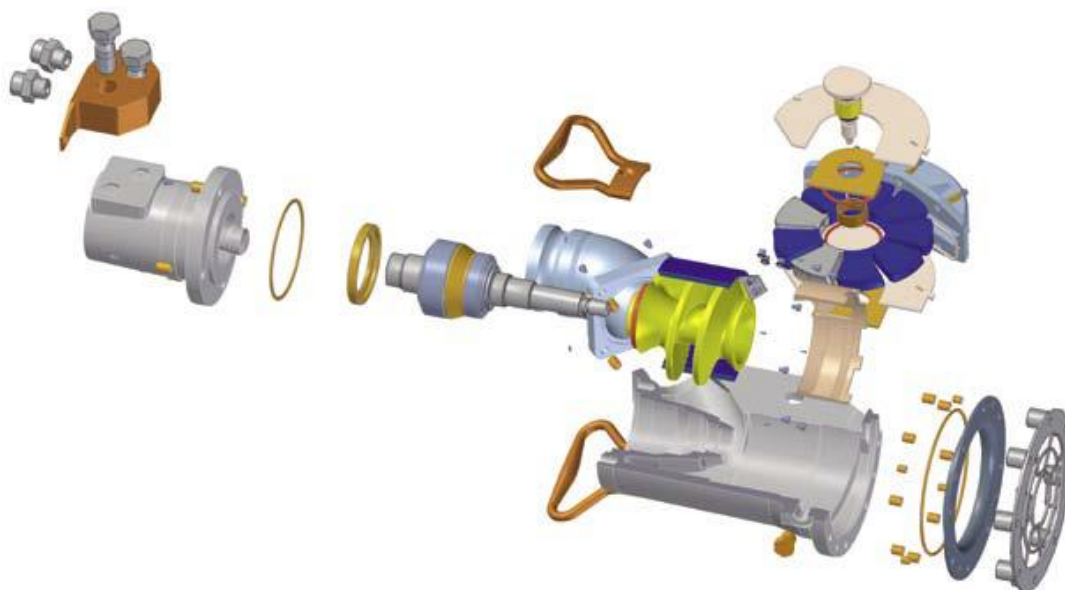


Kuva 16. Lamorilla on eri käyttökohteisiin soveltuvia öljypuomijärjestelmiä.

4.3.3 Öljynsiirtopumput

Kuin öljy on saatu kerättyä vedestä, kalliokivistä tai rantakivistä, on yleensä tarve siirtää öljy johonkin. Öljyn siirtämiseen Lamor on kehittänyt omat öljynsiirtopumput. Öl-

jynsiiron lisäksi pumppuja voidaan käyttää myös erilaisten nesteiden tai esimerkiksi raskaan raakaöljyn tai bitumin pumppaamiseen. (Product reel 2013)



Kuva 17. Lamorin kehittämä öljynsiirtopumppu.

4.3.4 Voimanlähteet

Öljyntorjuntalaitteet kuten keräimet, öljynsiirtopumput, öljyvuomi- ja letkukelat tarvitsevat voimanlähteen toimiakseen. Lamorilla on laaja valikoima erilaisia voimanlähteitä, jotka voidaan tarvittaessa räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaan.

Pienimmät voimanlähteet ovat kannettavia tai pyörillä liikutettavia ja suuremmat on varustettu nostosilmukoin ja haarukataskuilla. (Product reel)



Kuva 18. Pienimmät voimanlähteet ovat ihmisvoimin liikuteltavia, isoimmat voimanlähteet liikutellaan nosturilla tai trukilla.

Voimanlähteissä käytetään yleensä ilmajäähdytteisiä tai turboahdettuja vesijäähdytteisiä dieselmootoreita, ja tehoa on 3-200kW. Dieselmootorin tuottama teho muutetaan tehonlähteen tyypistä riippuen sähköiseksi tai hydrauliseksi (Product reel 2013).

Suuritehoisimmat voimanlähteet on yleensä varustettu useammalla hydraulipiirillä ja ohjauspaneelilla, jolla on mahdollista käyttää useampaa laitetta samanaikaisesti. Osa Lamorin voimanlähteistä on myös mahdollista ohjata radiokaukoohjauksella. (Product reel 2013)

4.4 Kilpailijat

Lamorilta en saanut suoraa vastausta, ketkä ovat kilpailijoita ja mitkä ovat kilpailevat tuotteet, ja lähdin siksi internetistä etsimään samankaltaisia tuotteita, joita voitaisiin mahdollisesti käyttää samankaltaiseen tehtävään, kuin suunnitteilla olevaa voimanlähdettä.

Löydöksieni perusteella vastaavanlaisia laitetta on tarjolla monenlaisia. Enemmistössä löytämistäni laitteista ulkonäköön ja ulkoisen olemuksen miettimiseen ei ole juurikaan käytetty aikaa, vaan suunnittelussa on keskitytty koneen teknisiin ominaisuuksiin. Osaan laitteista moottoria ei ole edes verhoiltu, vaan moottori ja teknologiakomponentit ovat täysin paljaana.

Havaintojeni perusteella voidaan muotoilun avulla erottautua kilpailijoista parantamalla laitteen visuaalista laatua ja parantamalla viimeistelyä.



Kuva 19. Kuvia vastaavanlaisista markkinoilla olevista tuotteista.

Törmäsin etsintöjeni aikana Atlas Copcon ilmakompressoreihin, jotka käyttötarkoitukseltaan muistuttavat suunnitteilla olevaa laitetta. Atlas Copcon ilmakompressoreissa on varsinkin uusimmissa ja pienemmissä malleissa selkeästi satsattu laitteen ulkonäköön, käytettävyyteen ja tuotemerkin tunnistettavuuteen.



Kuva 20. Atlas Copcon ilmakompressorit.

5 Konseptointi

Ennen itse konseptointityön aloittamista on tärkeää asettaa työlle selkeät tavoitteet ja kerätä tarvittavat lähtötiedot muotoiltavasta tuotteesta. Tämän takia aloitin konseptointityön kirjoittamalla design briefin yhdessä Lamorin edustajien kanssa. Briefin jälkeen tein muutaman vaihtoehdoisen muotoilukonseptin, jotka sisältävät vaihtoehtoisia ratkaisuja ja valmistusmenetelmiä voimanlähteen ulkokuoren toteuttamiseen.

Vaihtoehtoisista konsepteista yksi konsepti valittiin yhdessä projektiryhmän kanssa jatkokehitystä varten. Konseptin valinnan yhteydessä valmistusmenetelmät ja käytettävät materiaalit lyötiin lukkoon. Konseptin valinnan jälkeen havainnollistan tuotteen käyttöä muutamalla kuvallisella käyttäjäskenaariolla.



Kuva 21. Konseptoinnin tehtävät

5.1 Design brief

Kouluprojektia tehdessämme saimme aika rajalliset tiedot tuotteesta, käyttöympäristöstä ja sen käyttäjistä. Tehtävänanto ja projektin tavoitteet eivät myöskään olleet kovin selkeitä. Siksi aloitin tuotteen konseptoinnin laatimalla yhdessä Lamorin edustajien kanssa design briefin, josta käyvät ilmi tuotteeseen liittyvät lähtötiedot ja jossa asetetaan samalla lopputyöni tavoitteet.

Tuotteen kuvaus:

Lamor LPP 55-82 kW on dieselkäyttöinen voimanlähde, jonka tehtävä on tuottaa hydraulikka virtausta ja painetta Lamorin eri tuotteille kuten esimerkiksi siirtopumpuille ja skimmereille. Yksi vahvoista ajureista uudistaa voimanlähdemallistoa on maailmanlaajuisesti kiristyvät päästömääräykset jonka seurauksena Lamor on uudistettava mallistoaan (LPP new generation 2012).

Voimanlähde tulee toimia eri ympäristöoloissa, lämpötila voi vaihdella -40/+60 asteen välillä. Laitetta käytetään joko maasta käsin tai laivan kannella.

Mitä muotoilutyö sisältää:

Yhdenmukaistaa Lamorin voimanlähdemallistoa sekä modernisoida laitteen ulkonäköä, painopisteenä laitteen ulkonäkö huomioiden ympäristön asettamat vaatimukset.

Muotoilun tavoitteet:

Parantaa tuotteen ulkonäköä sekä käytettävyyttä kuten äänentason madaltamista.

Kohderyhmät:

Öljyntorjuntaorganisaatiot, esim. öljy-yhtiöt ja viranomaisorganisaatiot.

Markkinoinnin kohderyhmät:

Ostopäätös tehdään öljyntorjuntaorganisaatioiden puitteissa, yleensä käytetään avoimia tarjouspyyntöjä.

Tuotekehitysprojektin osakkaat:

Lamor vastaa lopputuotteesta, Polarteknik vastaa tuotteen suunnittelusta ja valmistuksesta.

Tuotteen kohtaavat ihmiset:

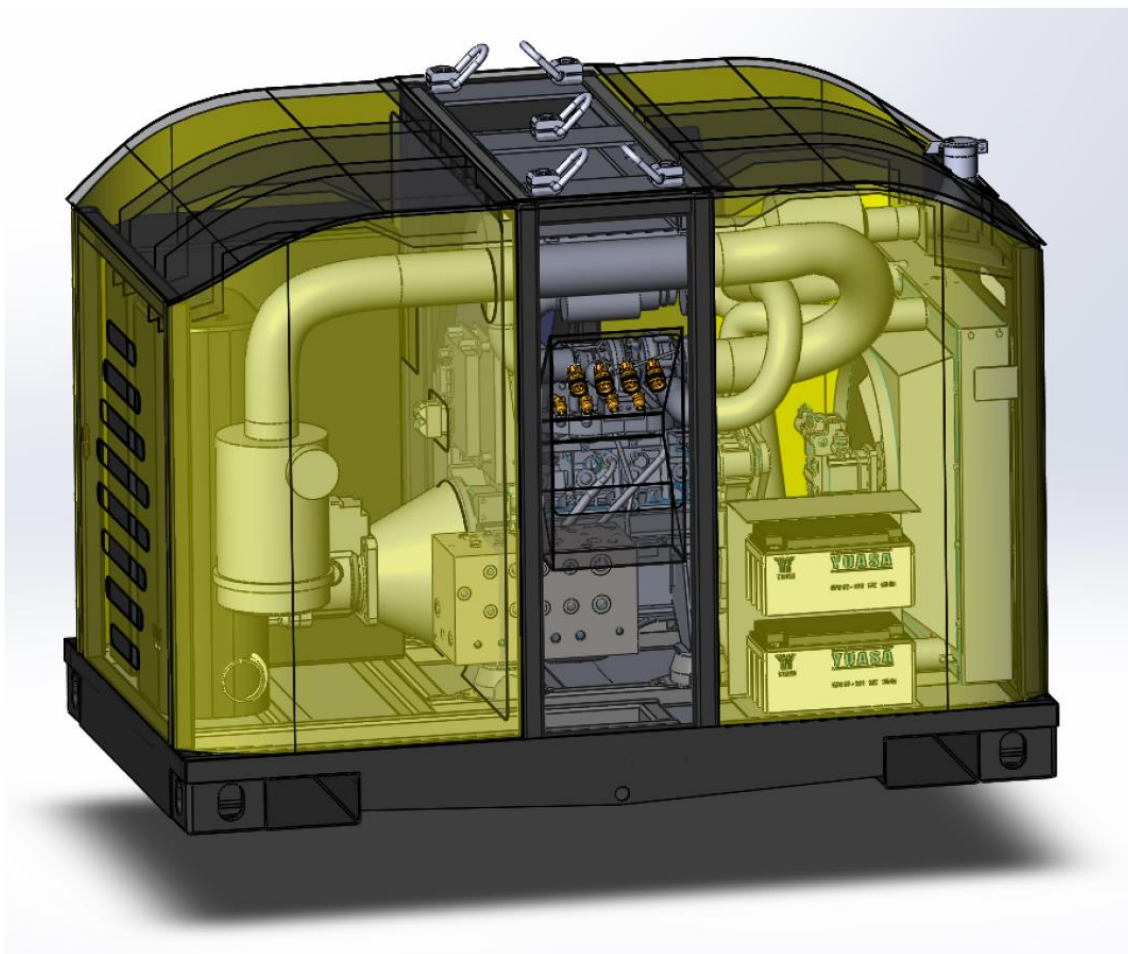
Alihankkijat, tuotannon henkilöt, markkinoijat, myyjät, asentajat huoltajat käyttäjät yms.

Kierrätysratkaisut:

Romutetaan normaaliin tapaan, suurin osa materiaaleista voidaan uusiokäyttää.

5.2 Vaihtoehtoiset konseptit

Nähdessäni ensimmäisiä kuvia senhetkisestä 3d-mallista (Ks kuva 9) huomasin että tekemästämme koulukonseptista oli otettu aika paljon vaikutteita. Rakenteessa olivat kaarevat kylkipellit, ja käyttöliittymä oli sijoitettu keskelle pidemmällä sivulla ja hydrauliliittimet olivat käyttöliittymän vastakkaisella puolella, kuten kouluprojektin konseptissa.



Kuva 22. Ruutukaappaus suunnitelmasta, jossa oli otettu paljon vaikutteita konseptitamme.

Projektin alussa tutustuin projektin eri osapuoliin ja keräsin projektista tarvitsemiä tiedot oman työni aloittamiseksi. Kävimme projektiryhmän eri osapuolten kanssa läpi aikaisemmin tehtyä koulukonseptiamme. Konseptimme ulkoasu herätti kiinnostusta mutta myös paljon skeptisyyttä, miten kyseisiä muotoja voitaisiin valmistaa. Koska konseptissa käytetystä muotokielestä pidettiin ja siitä oli jo otettu vaikutteita työn alla olevaan suunnitelmaan, päätin jatkaa ja jatkojalostaa aikaisempaa konseptiamme.

Yksi tärkeä asia selvitettävänä projektin alussa oli, miten laitteen ulkopintoja valmistettaisiin, millä valmistusmenetelmillä ja mistä materiaaleista. Aloitin konseptointityön tutkimalla, miten ulkokuoren muotoilua voitaisiin toteuttaa eri materiaaleilla ja valmistusmenetelmillä.

Koulukonseptimme ja suunnitteilla olevan laitteen ulkomitat olivat lähes identtiset, joten pystyin käyttämään konseptin 3d-malleja, kuin lähdin kyselemään työelämästäni tutuilta toimittajilta, miten kyseiset osat olisivat valmistettavissa ja mitä materiaaleja

voisi käyttää. Yhtenä vaihtoehtona oli valmistaa muotokappaleet lämpömuovaamalla muovista. Alkuperäinen ajatukseni oli, että katto voisi olla yhdestä osasta, mutta katon ison koon takia valmistaja ei pystyisi valmistamaan kattoa yhdestä osasta lämpömuovaamalla, vaan kattoa pitäisi pilkkoa kahteen osaan.

Materiaaleiksi toimittaja ehdotti HD-PE:tä ja ABS:ää. Toimittajan mukaan HD-PE:llä on hieman huonompi lämmönkestävyys kuin ABS:llä mutta parempi pakkaskestävyyttä, jonka takia HD-PE olisi parempi vaihtoehto (Varjonen 2012). Toimittajalla olevien muovilevyjen värivalikoima oli suppea, joten tässä vaihtoehdossa käyttäisin raaka-aineena mustaa levyä, koska musta on yksi Lamorin tuotteissaan käyttämä väri. Jos osan valmistuksessa käytettäisiin ABS levyä, osaa voisi myös maalata haluttuun väriin ABS:n helpon pinnoitettavuuden ansiosta (Vienamo & Nykänen 2014).



Kuva 23. Jos osat valmistettaisiin lämpömuovaamalla, toimittajan konekannalla katto olisi tehtävä kahdesta tai useammasta osasta.

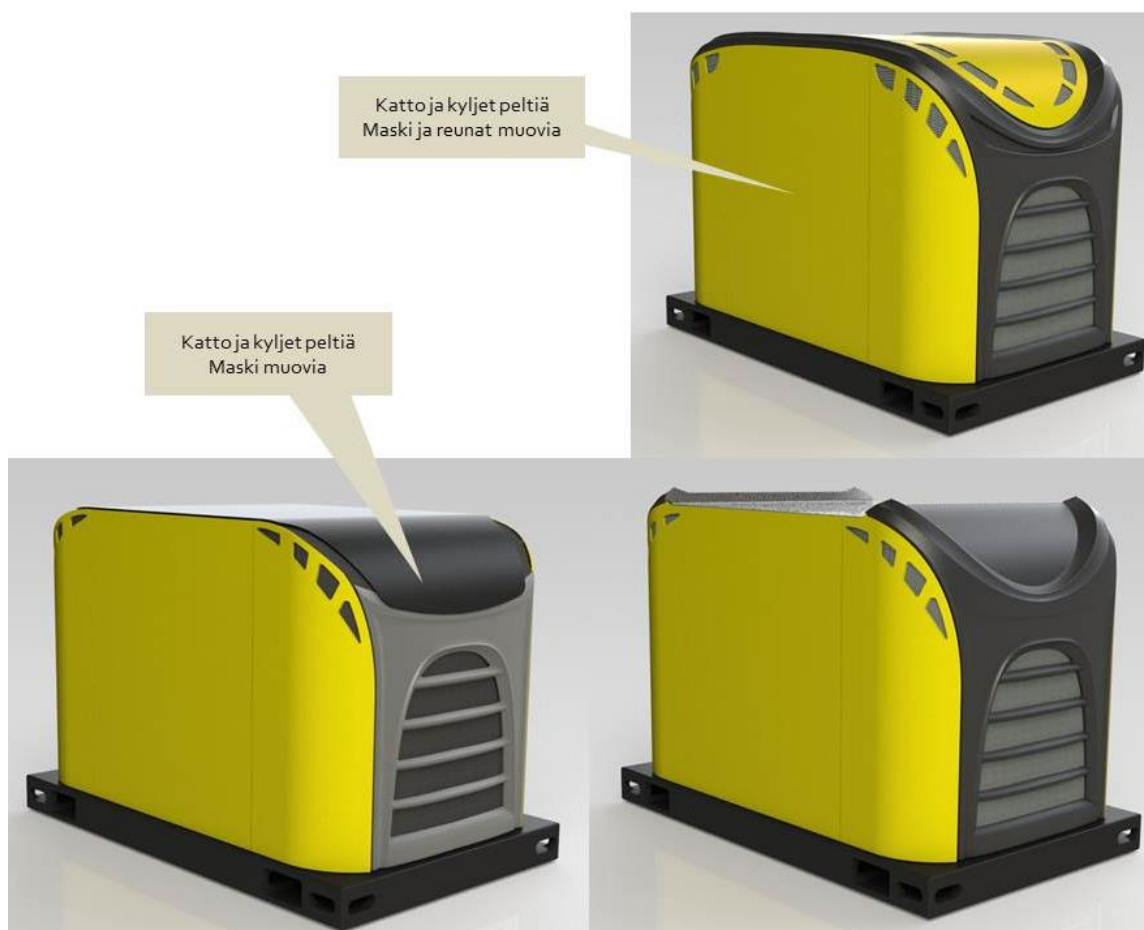
Seuraavaksi tiedustelin toiselta toimittajalta, joka valmistaa osia lujitemuovista ja uretaanista, voisiko kappaleet valmistaa näillä menetelmillä. Toimittajan mielestä molem-

mat menetelmät soveltuvat osien valmistukseen, mutta pienen valmistusmäärän takia lujitemuovi ja käsilaminointi ovat sopivin valmistusmenetelmä. Pintaan tulisi gelcoat-pinta, joka voidaan sävyttää haluttuun väriin, ja sideaineena käytettään polyesterihartsia ja lujitteena lasikuitua. Ainepaksuus olisi noin 4mm. Lujitemuovista tehtynä katto voidaan tehdä yhdestä osasta. (Virtanen 2012)



Kuva 24. Lujitemuovista tehtynä katon voi valmistaa yhdestä osasta.

Tein konseptista myös erilaisia versioita, jossa katto tai suuri osa kattoa on korvattu peltirakenteella. Tällä tavalla katon valmistamiseen tarvittava melko suurikokoinen muotti voitaisiin jättää kokonaan pois, tai jos katon reunat tehtäisiin muotilla, muottikoko olisi huomattavasti pienempi.



Kuva 25. Ylimmässä kuvassa katto on osittain pellistä, kahdessa alimmaisessa kuvassa versiot, jossa katto on kokonaan pellistä.

Seuraavaksi tutkin, miten tulevaisuuden voimanlähdemalliston muotoilua voisi yhtenäistää. Nykyisessä mallistossa on suuri kirjo erilaisia voimanlähteitä, jotka eroavat toisistaan niin kooltaan, teholuokaltaan ja ominaisuuksiltaan. Lamorin tuoteluottelossa oli seitsemän eri mallia, kaikissa oli eri tehot ja kuusi eri fyysistä kokoa (Product reel 2013).

Kävin katsomassa asiakkaille lähdössä olevia voimanlähteitä ja huomasin, että eri kokoluokan laitteet poikkesivat toisistaan niin väriltään kuin tyylyltään. Osa laitteiden rungoista oli sinisiä, toiset olivat keltaisia, ja osa laitteista oli mustakeltaisia.

Lamorin markkinointimateriaaleissa mainitaan yrityksen panostavan tuotekehitykseen ja käyttävän tuotteissaan uusinta olemassa olevaa teknologiaa. Tuotteiden muotoilu ei mielestäni kuitenkaan tukenut yllä olevaa väitettä. Mielestäni laitteen viimeistelyyn ei panostettu tarpeeksi ja laitteet näyttivät vanhanaikaisilta.



Kuva 26. Nykyisten voimanlähteiden mallistosta on vaikea löytää yhtenäisyyksiä: laitteet poikeavat toisistaan väreiltään, perusrakenteeltaan ja näyttävät vanhanaikaisilta.

Malliston eriäväisyys oli Lamorilla tiedossa, ja tarkoituksena oli yhtenäistää mallistoa uudistuksen myötä. Uuden malliston esityksessä mallisto oli jaettu kolmeen ryhmään (LPP new generation 2012).






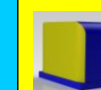

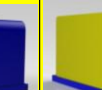
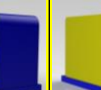
Kuva 27. Esityksessä esiteltiin malliston jakamista kolmeen ryhmään.




Esityksessä esiteltiin myös ajatuksia, miten koko malliston sisällä käytettyjä komponentteja voisi standardisoida ja käyttää samoja komponentteja useammassa malliston laitteissa (LPP new generation 2012).

Lamor halusi yhtenäistää uuden malliston värit. Nykyisessä mallistossa värit poikkesivat eri mallien välillä ja yhtenäinen linja tuntui puuttuvan kokonaan. Lamor halusi myös käyttää sinistä ja keltaista väriä pääväreinä uudessa mallistossa.

Nykyisessä mallistossa näyttäisi ulkomittojen perusteella olevan kuusi täysin toisistaan poikkeavaa mallia, joista ainoastaan LPP 150 ja LPP 200 malleissa voisi ulkomittojen perusteella olla jotain samaa (Product reel 2012).

Runkorakenteet, ovet, kattorakenteet ja muut ulkokuoren osat voisivat seurata samaa ajatusmallia kuin uuden malliston esityksessä eli supistaa nykyisestä kuudesta alustasta kolmeen alustaan.

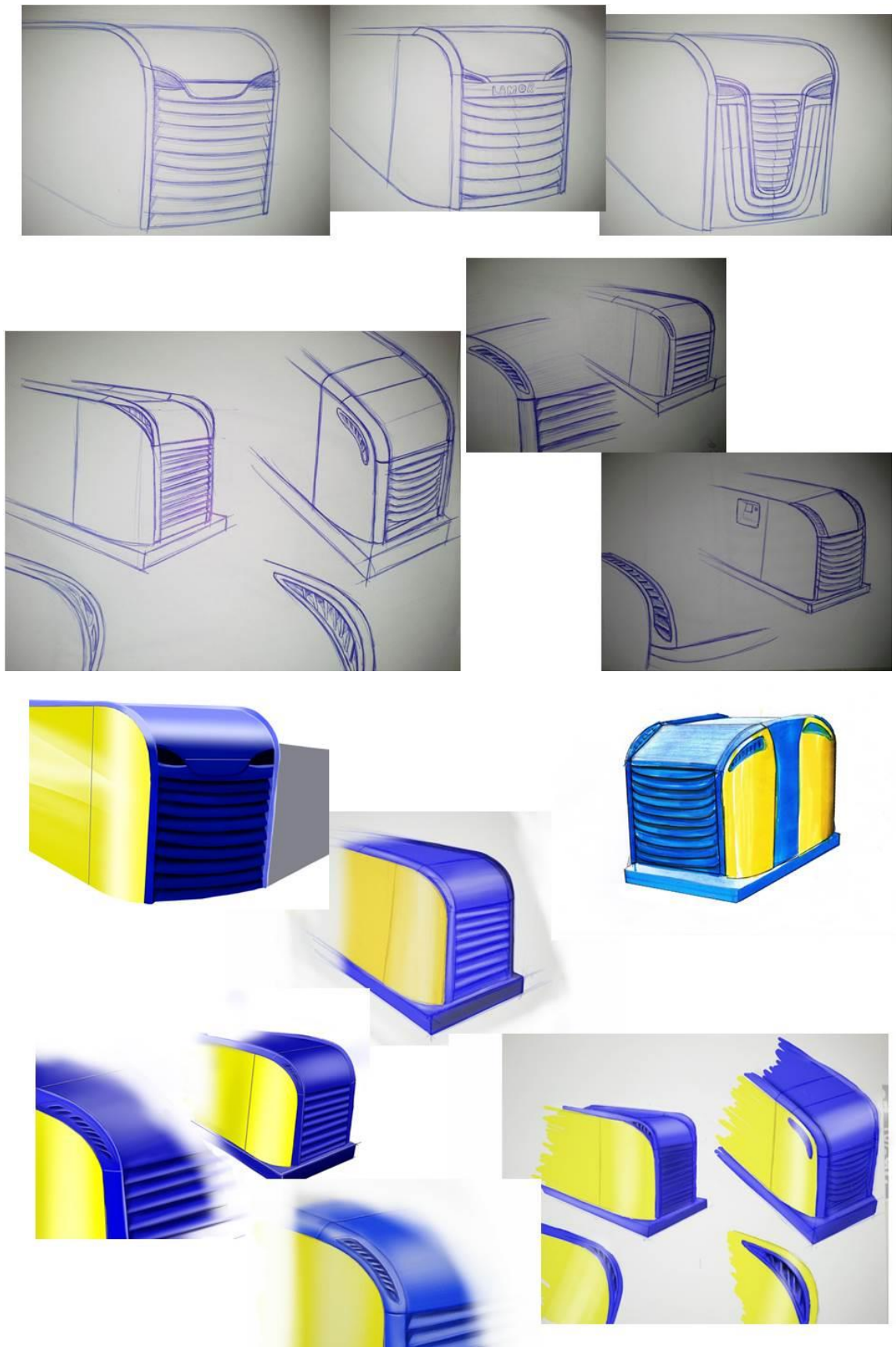
	Pienet				Isot		
							
Powerpack	LPP 23	LPP 35	LPP 58	LPP 77	LPP 119	LPP 150	LPP 200
Pituus, mm	1345	1330	1600	2000	2300	2650	2650
Leveys, mm	810	800	1050	1300	1400	1440	1440
Korkeus, mm	1100	1000	1340	1600	1800	1900	1900
Paino, kg	530	570	900	1480	2000	2300	2300
Tilavuusvirtaus, l/mm	73	110	160	230	320	315	420
Hydralipaine, bar	180	180	210	280	280	280	28
Teho, kW	23	35	58	77	120	150	200

Pieni	Keskikokoinen	Iso
		

Kuva 28. Uutta mallistoa suunnitellessa voisi tutkia, onko mahdollista pienentää alustojen määrää kuudesta kolmeen.

Samaa alustaa voisi käyttää useampi teholuokka, joissa esimerkiksi ainoastaan voimanlähteen moottoriteho ja tilausvirta eroaisivat toisistaan, mutta ne jakaisivat saman runkorakenteen ja kuorirakenteet.

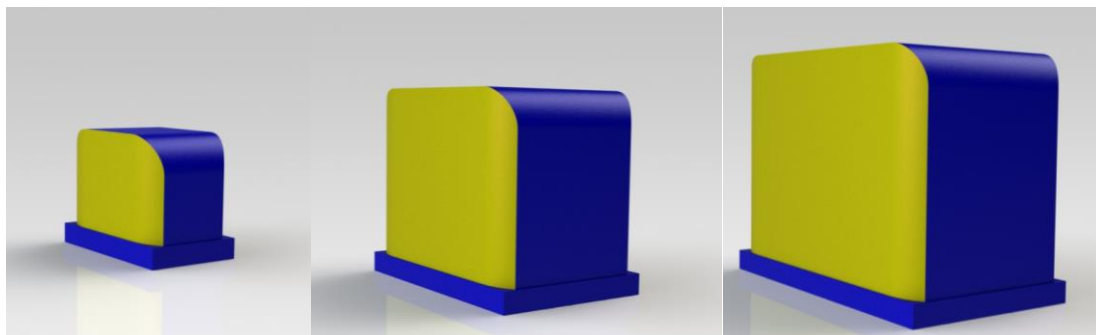
Yllä olevien ajatusten pohjalta lähdin ideoimaan ulkokuorta, jota olisi helpompi skaalata koko mallistoon sopivaksi ja muuttaa rakenne niin, että joitain osia voisi mahdollisesti käyttää useammassa alustassa.



Kuva 29. Luonnoksia uudesta skaalautuvasta rakenteesta.

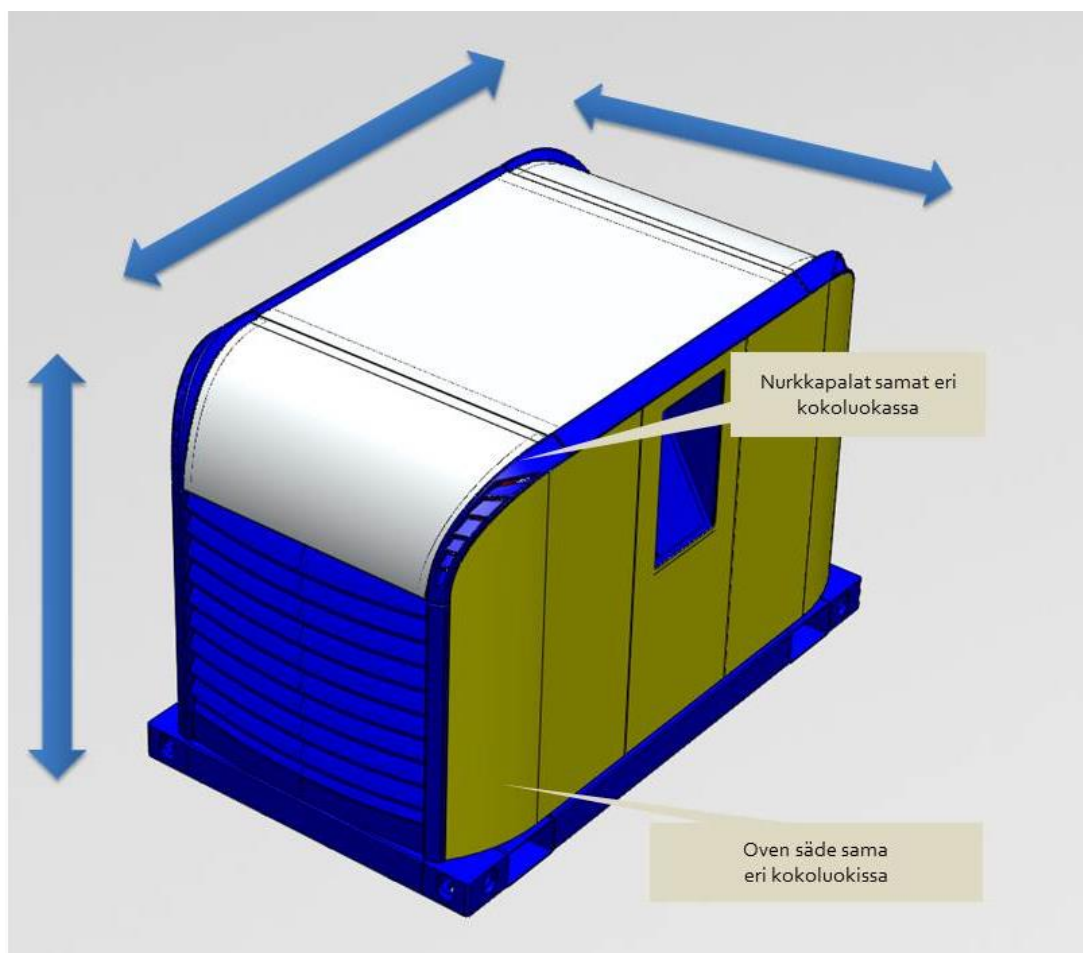
Ideoinnissa lähdin viemään eteenpäin ajatusta, jossa katto valmistettaisiin teräs- tai alumiinilevystä ja katon reunat ja nurkkapalat tehtäisiin muotilla. Katon keskiosan reunat voisi vaihtoehtoisesti tehdä särmäämällä.

Tein nykyisen malliston mittojen mukaan yksinkertaistetut 3d-mallit, joilla tutkin, voisiko koko mallistossa toistua sama nurkkien ja katon geometria.



Kuva 30. Yksinkertaistetun 3d-mallin avulla kokeilin, voisiko nurkissa ja katossa käyttää samaa geometriaa koko malliston läpi.

Jos katossa ja kulmissa olevat pyöristykset voisivat olla samat eri kokoluokkien alustoissa, kulmien nurkkapaloja voitaisiin käyttää koko mallistossa. Jos eri kokoluokkien alustojen skaalaus tehtäisiin niin, että alusta jakaisi 1 tai 2 ulkomittaa, esimerkiksi olisi yhtä korkea ja leveä kuin toisen kokoluokan alusta, nämä alustat voisivat käyttää useampia samoja ulkokuoren osia.



Kuva 31. Jos eri kokoluokkien alustojen ovien ja katon säde olisi sama koko mallistossa, voitaisiin mahdollisesti käyttää samoja nurkkapaloja.

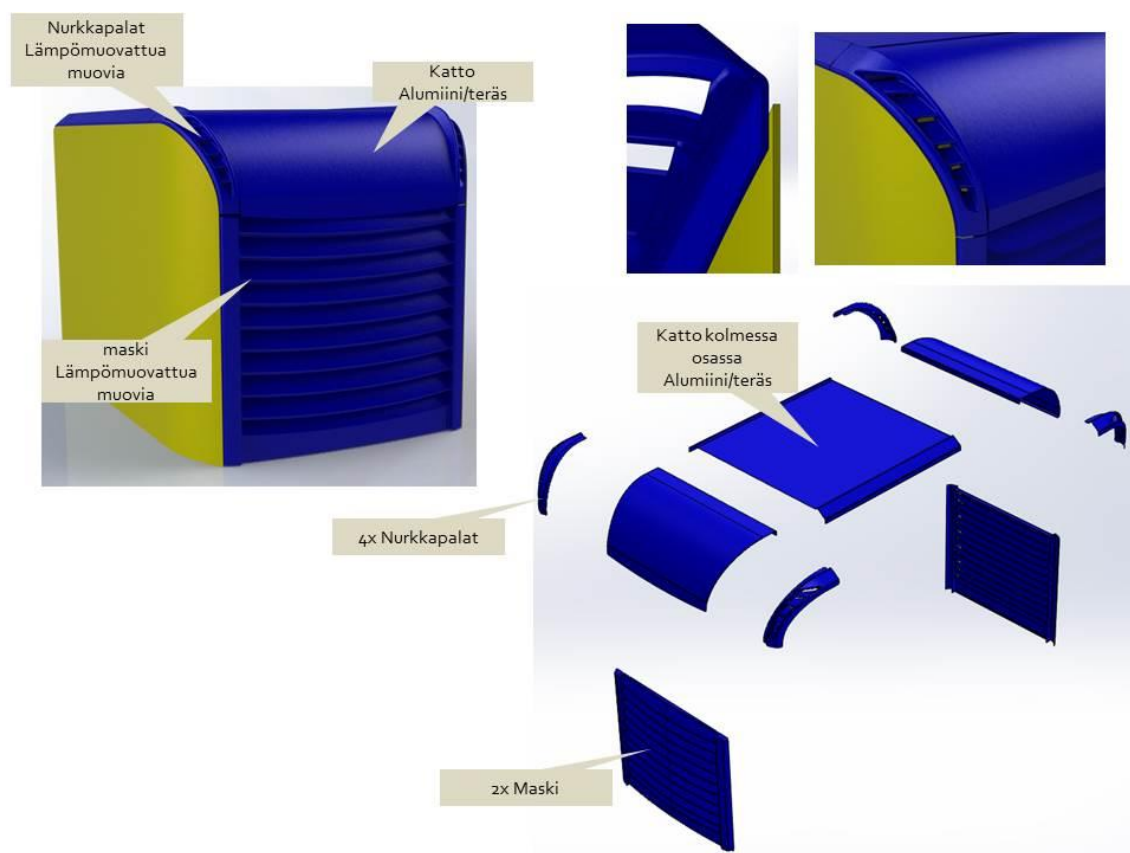
Päätin myös jakaa katon kolmeen osaan nyt suunnitteilla olevan kokoluokan katon isosta koosta johtuen (Laitteen ulkomitat: Pituus=2100mm, Leveys=1230mm, Korkeus=1450mm) yhdestä kappaleesta valmistettu metallinen katto olisi vaikea käsitellä.

5.3 Konseptien esittely Lamorille ja projektiryhmälle

Seuraava vaihe oli esitellä Lamorille ja projektiryhmälle ajatuksiani mallistosta ja kehitteillä olevan laitteen ulkokuoren toteutuksesta. Ensimmäisenä esitin koolla olevalle ryhmälle aikaisemmin esittämäni ratkaisut, jossa katto ja maski voitaisiin tehdä tyhjiömuovaamalla tai lujitemuovista.

Seuraavaksi esitin heille ajatukseni skaalautuvasta mallista. Ensimmäisessä versiossa katon keskiosa muodostuisi särmätystä teräs- tai alumiinilevystä. Katon kaarevat pää-

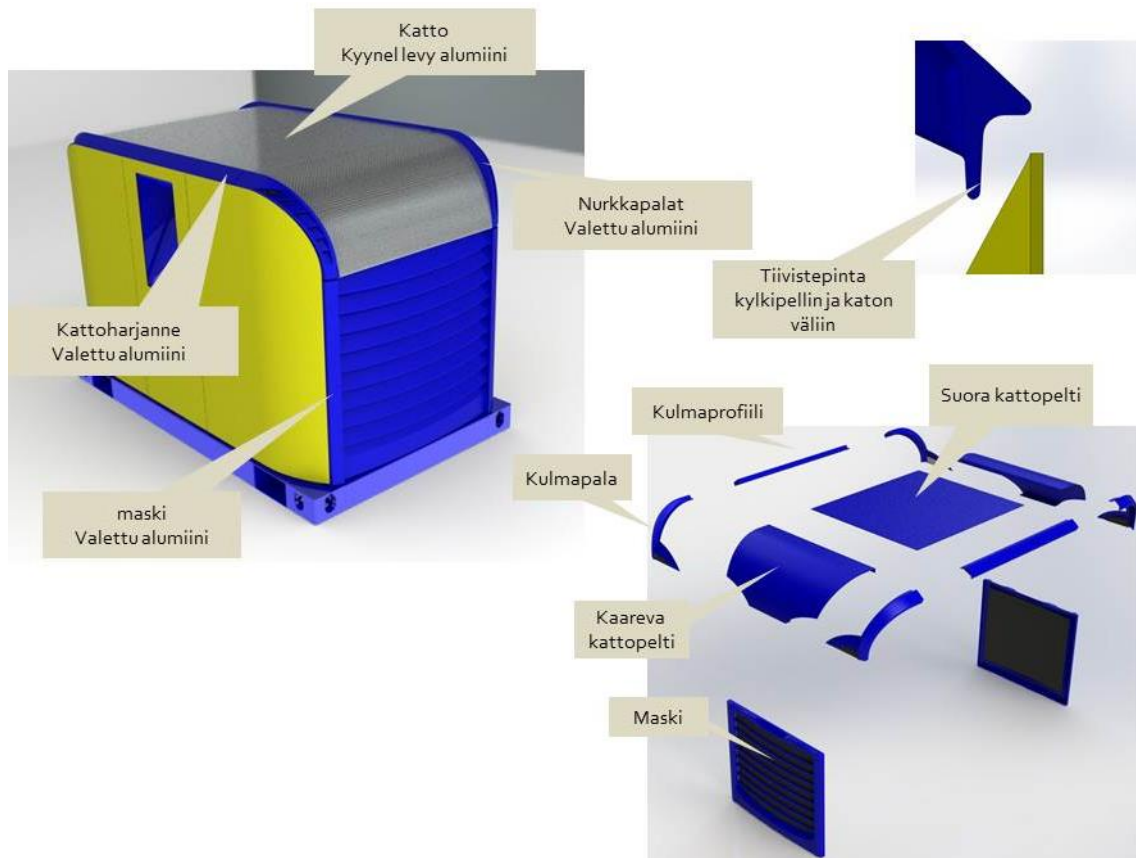
tylevyt olisivat särmättyä teräs- tai alumiinilevyä, ja levyn reunoihin kiinnitettäisiin lämpömuovattut kulmapalat. Molemmissa päädyissä olisi lämpömuovattu ilmanottomaski.



Kuva 32. Ensimmäisessä vaihtoehdossa nurkkapalat ja maskit tehtäisiin lämpömuovamalla, muut ulkokuoren osat tehtäisiin levyä särmäämällä.

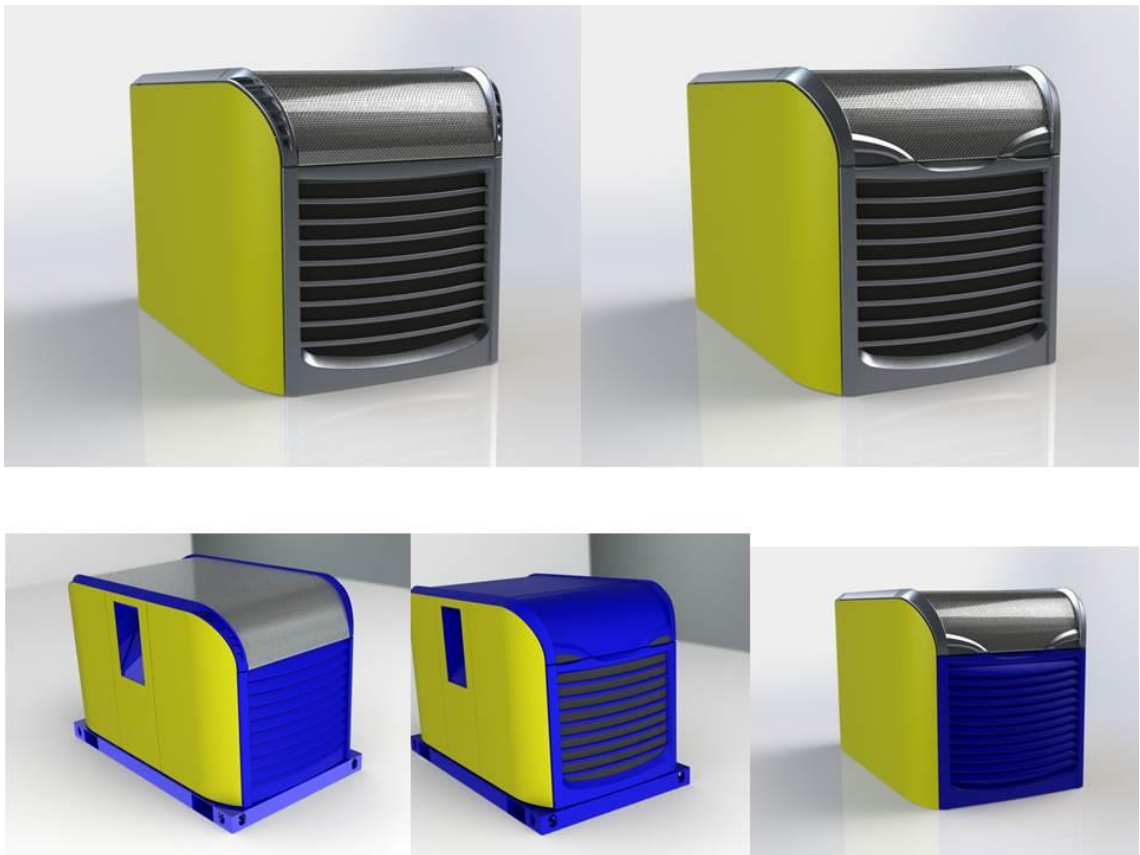
Toisessa versiossa toteutus oli samankaltainen kuin edellisessä, mutta nurkkapalat ja maski olisi valettu alumiinista muovin sijasta, ja lisäksi katon keskiosan reunoissa olisi valetut alumiiniprofiilit. Hiekkavalu antaisi tiettyjä lisävapauksia lämpömuovaukseen verrattuna. Valettujen kappaleiden ja kylkipeltien väliin voisi tehdä muodon joka toimisi tiivistepintana.

Yksi ajatus oli myös tehdä kattolevyt kyynellevystä kuten osassa nykyisissä laitteissa lisäämään robustimpaa ilmettä.



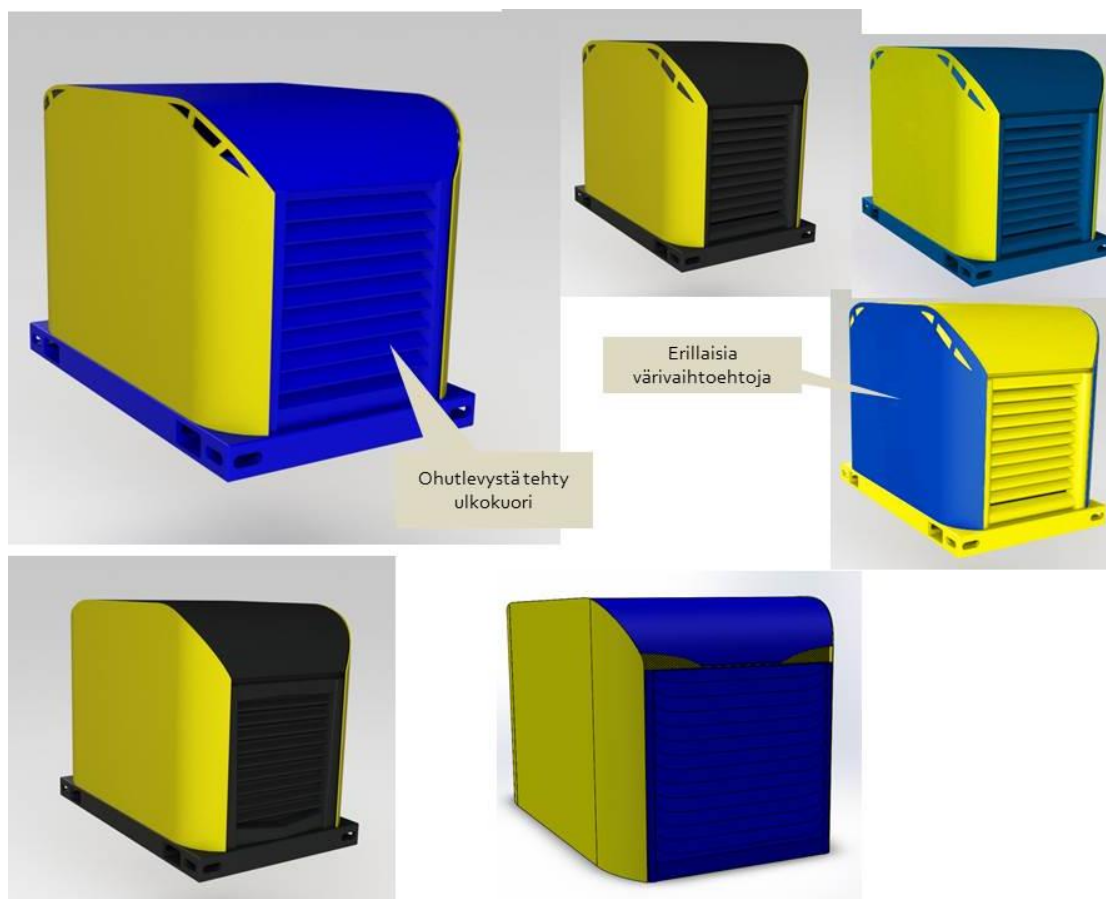
Kuva 33. Toisessa versiossa muoviosat korvattaisiin valetuilla alumiinikappaleilla, Kattopellit voisi vaihtoehtoisesti tehdä kyynellevystä, kuten osassa nykyisistä laitteista.

Tein tästä versiosta myös muotoilullisesti vaihtoehtoisia versioita ja kokeilin, miltä katto ja maski näyttäisivät hopeanvärisenä.



Kuva 34. Tein alumiinivaletusta versiosta myös muutaman ulkonäöltään ja väriltään poikkeavan version.

Esitin lopuksi muutaman esimerkin, miten muotoilua voisi toteuttaa ilman työkaluinvestointeja käyttämällä tavanomaisia konepajatekniikoita. Kokeilin erilaisia väri vaihtoehtoja, kuten keltaista ja mustaa, keltaista ja sinistä, ja yhdessä versiossa kokeilin, miten värit toimisivat, jos kylkilevyt olisivat siniset ja maski, katto ja runko olisivat keltaiset.



Kuva 35. Kolmannessa versiossa esitin, miten ulkokuoren rakenteiden muotoilu voitaisiin toteuttaa tavanomaisilla konepajatekniikoilla. Kokeilin myös erilaisia väri vaihtoehtoja.

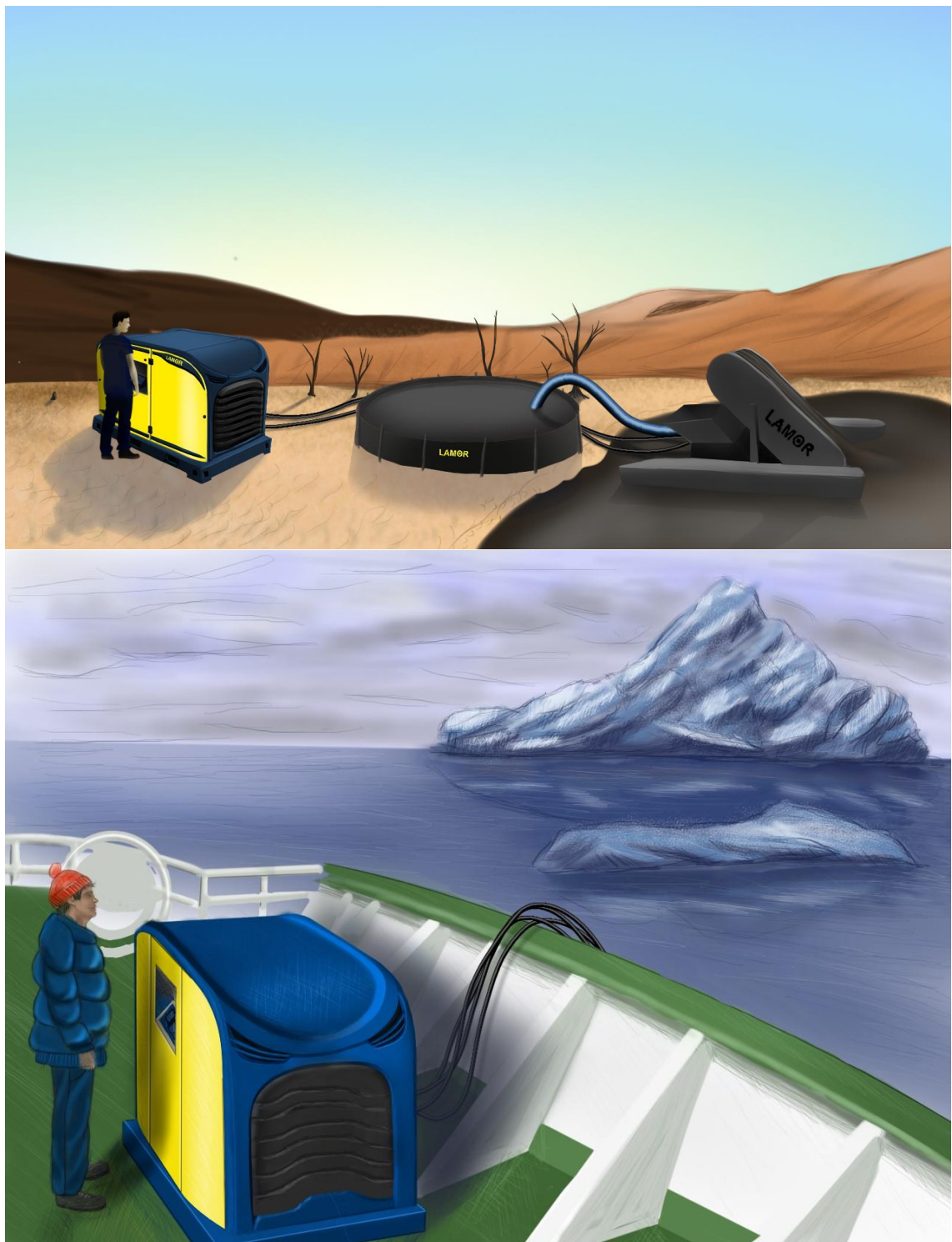
Esityksen jälkeen päätimme Lamorin ja projektiryhmän kanssa viedä kakkosversiota, missä muoto-osat oli tehty alumiinista eteenpäin. Päätöksen takana olivat alumiinin parempi kestävyys ja lämmönsietokyky muoviin verrattuna. Tämä versio miellytti myös ulkonäöllisesti enemmän kuin konepajatekniikoilla toteutettu versio.

5.4 Käyttäjäskenaariot

Tässä jaksossa kuvailen lyhyesti sanoin ja kuvin voimanlähteen käyttöä, käsittelyä ja käyttöympäristöjä. Voimanlähdettä voidaan käyttää hyvin toisistaan poikkeavissa käyttöympäristöissä. Laitetta voidaan käyttää öljyvuodon siivoustyössä aavikolla, missä lämpötila voi nousta erittäin korkealle. Tällaisissa käyttöolosuhteissa on otettava huomioon laitteen riittävä ilmanvaihto jotta laitetta voidaan käyttää pitkiä ajanjaksoja ylikuumentumatta.

Materiaalivalintoja tehdessä on otettava huomioon korkeat käyttölämpötilat. Laitetta voidaan myös käyttää arktisissa merioloissa laivan kannella. Kovan merenkäynnin aikana laitetta on pystyttävä kiinnittämään hyvin. Arktisissa oloissa lämpötila voi laskea alhaiseksi, ja tämä on huomioitava materiaalivalinnoissa.

Alhaisissa lämpötiloissa käyttäjän on pukeuduttava asianmukaisesti, ja laitetta on pystyttävä käyttämään paksut käsineet käsissä. Meriolosuhteissa on myös huomioitava suolaveden korroosiota lisäävä vaikutus.



Kuva 36. Voimanlähdettä voidaan käyttää hyvin vaihtelevissa olosuhteissa, aavikon kuumuudesta arktisen jäämeren laivan kannelle. Laitteen suunnittelussa on huomioitava käyttöympäristön asettamat vaatimukset.

Voimanlähde on stattiainen laite, eikä sitä voida liikutella itsenäisesti kuten autoa tai kuorma-autoa, vaan tarvitaan jokin apulaite kuten nosturi tai trukki laitteen

liikuttamiseen. Voimanlähteen suunnittelussa on otettava huomioon ja suunniteltava selkeät nostopisteet nosturille ja haarukataskut trukille. Laitteen ulkokuoren on oltava tarpeeksi kestävä kestääkseen käsittelyn yhteydessä tapahtuvia yhteentörmäyksiä, ja kuljetuksen aikana laite on pystyttävä kiinnittämään hyvin.



Kuva 37. Voimanlähteen on oltava helposti liikutettavissa, ja laitteeseen on suunniteltava asianomaiset nostopisteet sekä trukkipourut.

6 Tuotemuotoilu

Lamorin ja projektiryhmän kanssa tehdyn päätöksen jälkeen seuraava askel oli viimeistellä suunnittelu ja tuottaa tarpeellinen dokumentaatio ensimmäisen prototyypin valmistamiseksi. Tähän työvaiheeseen kuuluivat voimanlähteen ulkokuoren muotoilun loppuun saattaminen ja käyttöliittymän ulkoasun sekä komponenttiasettelun suunnittelu. Lisäksi tehtäviini kuului myös yksityiskohtien, kuten erilaisten tarrojen ja grafiikoiden suunnittelu.



Kuva 38. Tuotemuotoiluvaiheen tehtävät.

6.1 Muotoilun viimeistely

Aloittaessani ulkokuoren muotoilun viimeistelyyn en ollut tyytyväinen siihen, mihin suuntaan olin laitteen ulkoasua lähtenyt viemään. Olin enimmäkseen keskittynyt malliston modulaarisuuteen ja siihen, miten laitetta voitaisiin skaalata ja mitä valmistusmenetelmiä voitaisiin käyttää. Koska omasta mielestäni koulukonseptissamme käytetty muoto-kieli oli esteettisesti miellyttävämpi, lähdin soveltamaan samoja linjoja ottaen huomioon valitut valmistustekniikat ja ajatuksena tiettyjen osien mahdollinen käyttö useammassa alustassa.



Kuva 39. Muotokieli oli muuttunut liian tavanomaiseksi ja tylsäksi, ja päätin ennemmin soveltaa koulukonseptissamme käytettyjä linjoja huomioiden uudet ajatukset valmistustekniikoista ja modulaarisesta rakenteesta.

Muotoilubriefissä käsittelin myös laitteen äänitason alentamista yhtenä osa-alueena laitteen käyttömukavuutta parantavana tekijänä. Moottorivalmistajan sivuilta löytyi varsin kattava selostus, miten moottorin käyttöä voitaisiin pienentää.

Valmistajan ohjeessa mainitaan 7 erilaista keinoa äänitason alentamiseksi (Aaberg 2012):

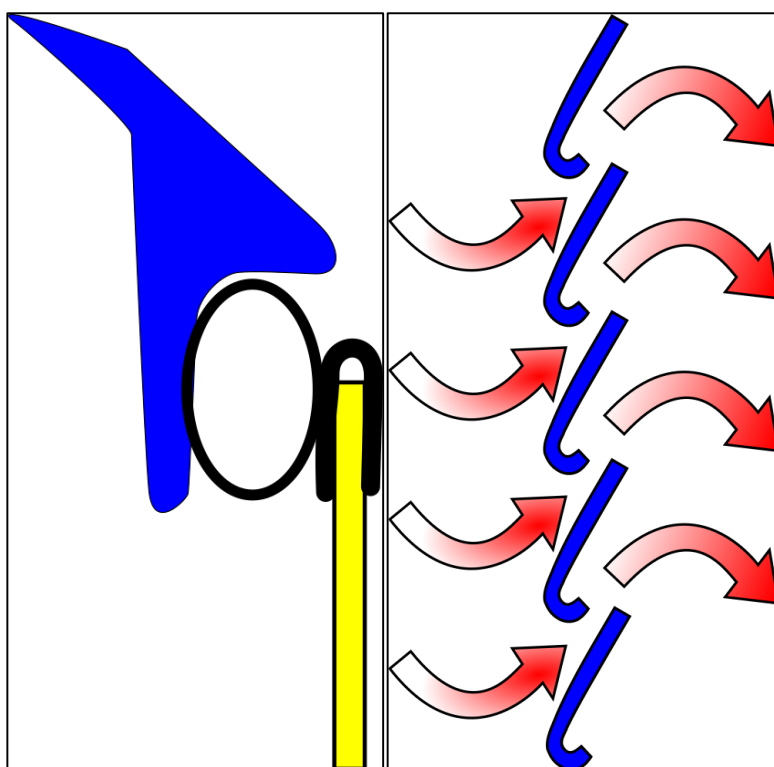
1. Pienentää äänenlähteen äänitasoa
2. Lisäämällä moottorin ympärille alumiini- tai teräskotelo äänitasoa voidaan vähentää 10dB
3. Äänieristemateriaalien käyttö
4. Tärinävaimentimien käyttö moottorikiinnityksessä
5. Jäähdytysilman ohjaaminen
6. Laitteen sijoitus mahdollisimman kauas ihmisistä
7. Pakoputken äänenvaimennin (eritasoisia äänenvaimentimia olemassa)

Äänenlähteeseen eli moottorinvalintaan en voinut vaikuttaa, sillä moottori oli valittu. Moottorin kiinnittämiseen oli käytetty asianomaiset värinän vaimennukset, joten moot-

torin tärinästä ei pitäisi syntyä ylimääräistä ääntä. Moottorin pakoputki on myös varustettu äänenvaimentimella.

Muotoilukonseptissani moottori on kokonaan koteloitu, ja puhuimme projektiryhmän kanssa, että prototyypissä voitaisiin kokeilla kattopeltien ja kylkipeltien sisäpintojen peittämistä äänieristemateriaalilla. Alumiinivaluihin tekisin myös valmistustekniikan sen salliessa valujen ja kylkipeltien väliin tiivistepinnat, ja kylkipeltien yläreunaan voisi asentaa tiivistenauhaa, joka estäisi ääntä kulkeutumasta kylkipellin ja valuosien raosta ja estäisi myös osien resonointia.

Myös jäähdytysilman virtauksesta johtuvaa ääntä voisi alentaa muotoilemalla ilmanottomaskin ilmanottoreikiä labyrinttimaiseksi.



Kuva 40. Valuosien ja kylkipeltien välissä tiivistepinta, ja kylkipellin reunaan asennettu tiivistenauha estää ääniaaltojen suoraa läpäisyä raoista ja estää peltien resonointia. Jäähdytysilman ilmanvirtauksesta syntyvän äänen madaltaminen ilmanottomaskin ilmareikien muotoilun avulla.

Ennen uuden ulkoasun ja ilmanottomaskin ilmanohjauksen muotoilun aloittamista hain inspiraatiota ja ideoita muotoilun toteuttamiseksi keräämällä itselleni muotokielitaulun autoista, kuorma-autoista ja urheiluvälineistä. Syy siihen, miksi valitsin juuri tämän kaltaisia tuotteita referensseiksi oli se, että autot edustavat mielestäni muotoilun kei-

häänkärkeä ja hyvin tämänhetkistä muotia. Autoissa, kuorma-autoissa ja jääkiekkokypärissä on käytetty ilmanottoaukkoja korostetusti muotoiluelementteinä.

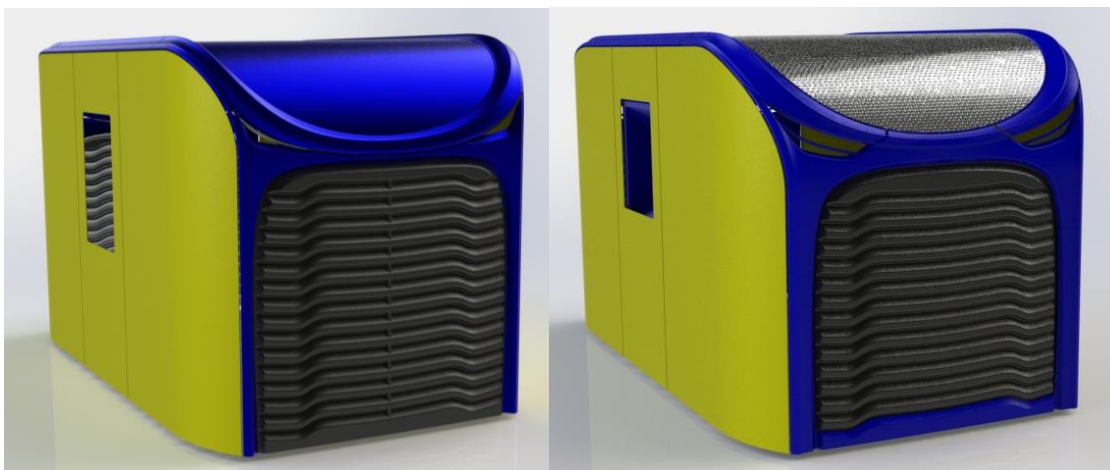


Kuva 41. Muotokielitaulu inspiraation lähteenä.

Muotokielen muuttaminen koulukonseptimme kaltaiseksi oli aika suoraviivaista, koska ajatus miltä laitteen tulisi näyttää, oli selkeä ja lähdin suoraan ilman luonnostelua mallintamaan osat 3d:nä. Mietin myös osien pintakäsittelyä, ja yksi idea oli anodisoida alumiiniset valuosat ja kattopellit sinisiksi.

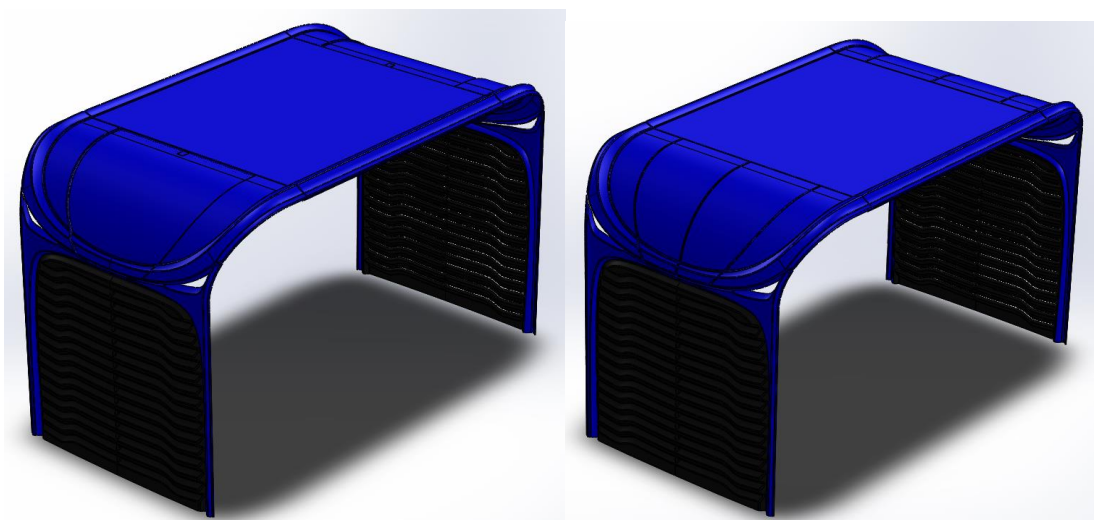
Sain myös ajatuksen jakaa ilmanottomaskin kahdeksi eri osaksi niin, että ilmanottoaukkoa kiertäisi alumiininen kehys ja itse ilmanottoaukko tehtäisiin muovista. Ajatuksena tässä oli, että kehyksen ja ilmanottoaukon väliin saadaan hieman enemmän kontrastia ja mielenkiintoa käyttämällä erilaisia materiaaleja ja värejä.

Ilmanottomaskissa päätin käyttää mustaa muovilevyä, jotta osaa ei erikseen tarvitsisi pintakäsittellä. Mustan muovilevyn saatuus on hyvä. Lisäksi musta on Lamorin yksi paljon käytetyistä väreistä. Kokeilin myös, miltä laite näyttäisi, jos kattopelti olisi tehty kyynellevystä.



Kuva 42. Päivitin mallin vastaamaan muotokieleltään enemmän koulukonseptimme laitetta. Kokeilin, miltä anodisoidut kappaleet näyttäisivät. Kokeilin myös, miten kyynellevy sopisi päivitettyyn ulkoasuun.

Seuraavaksi kokeilin uutta ideaa: voisiko kattoosat tehdä kokonaan valamalla niin, että mahdollinen skaalaus eri alustojen välillä tapahtuisi valumallineessa olevilla lisäpaloilla, joilla leveyttä voitaisiin varioida. Jos mallineessa olisi vaihtuvat lisäosat, osien liitoskohtaan tulisi valuihin todennäköisesti näkyvä viiva, ja ajattelin, että liitoskohtaan voisi tehdä urat, joilla häivyttää liitoskohtien jäljet.



Kuva 43. Kaksi vaihtoehtoista versiota kokonaan valetuista kattoosista: vaihtopalojen liitoskohdissa voisi tehdä urat häivyttääkseen liitoskohdan mahdollista epäjätkuyskohtaa.

Kävin valimolla esittämässä ideoitani ja heillä heräsi pieni epäily, voisiko kattoosat valaa yhtenäisinä, ja siksi päätin palata alkuperäiseen suunnitelmaan valmistaa katon reunat valamalla ja tehdä keskiosat pellistä. Alumiinisesta kehyksestä oli myös epäily,

täytyisikö muotti kokonaan. Siitä johtuen tein kehyksestä muutaman version, joissa se koostuu useammasta osasta.



Kuva 44. Kuvissa muutama erilainen toteutus kehyksestä, joka on pilkottu pienempiin kokonaisuuksiin.

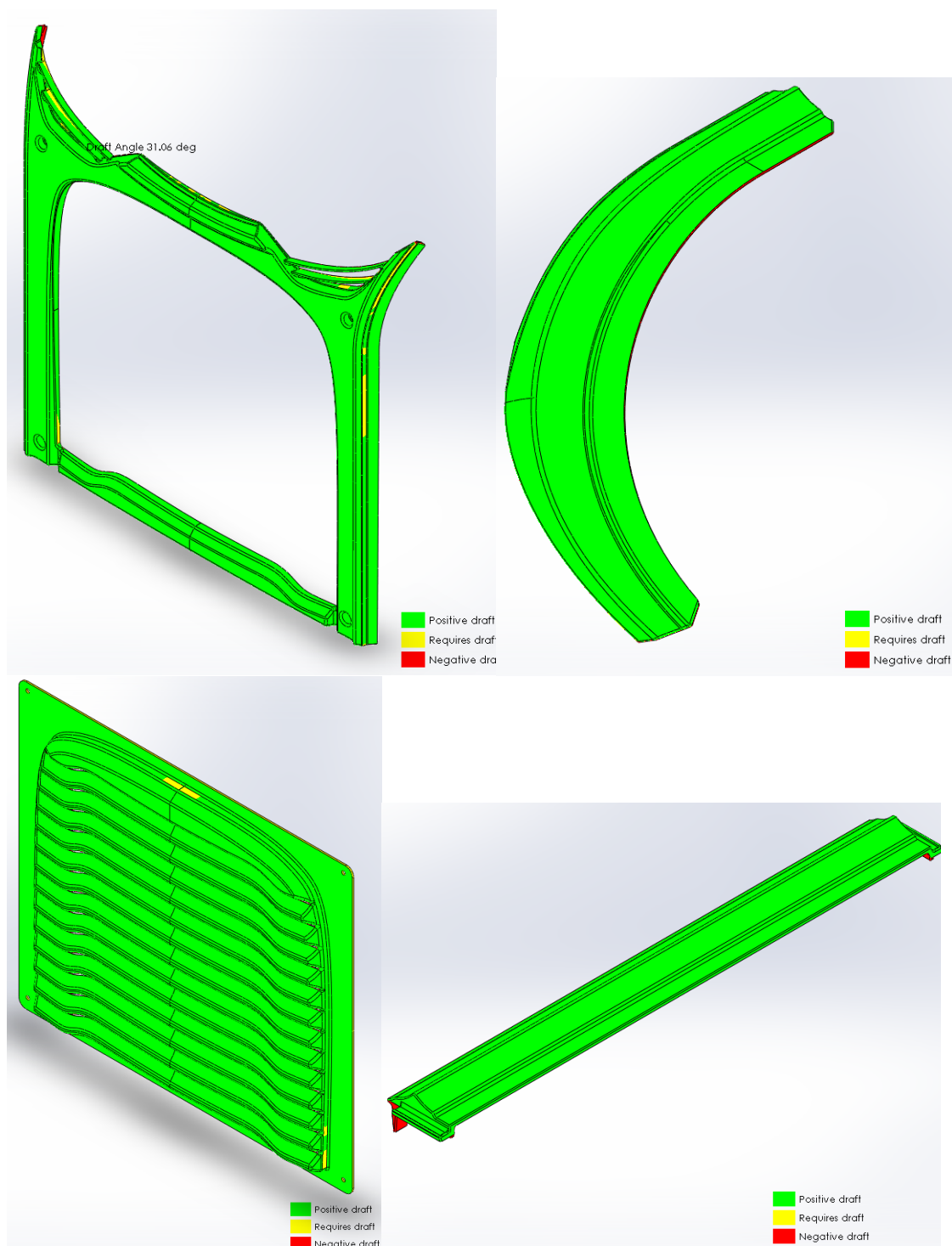
Esitin myös näitä uusimpia ajatuksiani valimolle, ja he tulivat lopulta siihen lopputulokseen että kehys voitaisiin valmistaa yhtenä kappaleena, joten palasin alkuperäiseen suunnitelmaan.

Seuraava askel oli viimeistellä osat ja varmistaa osien valmistettavuus. Hiekkavalukappaleet valmistetaan sananmukaisesti kaatamalla sulanut metalli hiekkamuottiin, ja hiekkamuotti rikotaan jäähtyneen kappaleen ympäri. Muottipuoliskot valmistetaan käyttämällä mallineita, jotka muodostavat hiekkaan halutun negatiivisen muodon. Mallineen

muoto vastaa valukappaletta ja on oltava päästävä, jotta se voidaan poistaa hiekkamuotista vahingoittumattomana (Valuatlas 2012). Hiekkavalussa sisäpintojen päästöjen pitää olla vähintään 1° ja ulkopintojen päästöjen vähintään $1-1,5^\circ$ (Valuatlas 2012). Koska alumiiniseokset omaavat hyvät valuominaisuudet, voidaan käyttää pienempiä ainepaksuuksia verrattuna rauta- tai teräsvalukappaleisiin. Alumiinihiekkavalukappaleen seinämäpaksuus tulisi olla vähintään 4-5 mm (Valuatlas 2012).

Ilmanottoaukon maski valmistetaan lämpömuovaamalla. Lämpömuovauksessa ja tässä tapauksessa tyhjiömuovauksessa, muovataan muovilevy haluttuun muotoon lämmittämällä muovilevyä pehmeäksi ja imemällä tyhjiöllä muovilevyä muotin pintaa vasten. Kappale jäähdytetään ja irrotetaan muotista (Vienamo & Nykänen 2014). Jotta kappale irtoaisi muotista, kappaleen on oltava päästävä. Pyöristykset suurenevät ainepaksuuden verran, joten koska olin ajatellut käyttää 4mm muovilevyä, sisäpyöristykset on oltava minimissään 4 mm ja ulkopyöristysten 8 mm (Vienamo & Nykänen 2014).

Valukappaleissa ja lämpömuovatussa kappaleessa pyrin varmuuden vuoksi käyttämään 3° , tai isompaa päästökulmaa. Kappaleiden päästöt tarkistin CAD-ohjelmistossa olevan työkalun avulla, joka värittää pinnat erivärisiksi riippuen päästökulman suuruudesta ja suunnasta.



Kuva 45. Tarkistin osien päästökulmat CAD-ohjelmiston työkalun avulla.

Viimeistellyt 3d-mallit lähetettiin tämän jälkeen alihankkijoille ja muotit laitettiin valmistukseen, alempana kuvia ensimmäisistä alumiinivalukappaleista.



Kuva 46. Ensimmäiset valukappaleet.

6.2 Käyttöliittymän suunnittelu

Käyttöliittymän suunnittelu ei alun perin kuulunut projektissa työtehtäviini, mutta näin jälkikäteen ajateltuna käyttöliittymä on tärkeässä roolissa laitteen käytettävyyden kannalta. Käyttöliittymän välityksellä käyttäjä pystyy hyödyntämään koneen sisällä olevaa teknologiaa. Pahimmassa tapauksessa huonolla käyttöliittymän suunnittelulla koneessa käytettyä edistyneistä teknologiaa ei pystytä hyödyntämään koko potentiaalissaan tai jopa herätetään käyttäjässään negatiivisia käyttökokemuksia.

Käyttöliittymän suunnittelu lähti liikkeelle siitä, että minua pyydettiin tekemään käyttöliittymän grafiikat, mutta tehtävänanto laajeni myöhemmin myös komponenttien asetelun suunnitteluksi. Kävin tutustumassa Lamorin nykyisiin voimanlähteisiin, ja käyttöliittymät näkemissäni laitteissa näyttivät vanhanaikaisilta ja viimeistelyn taso oli melko

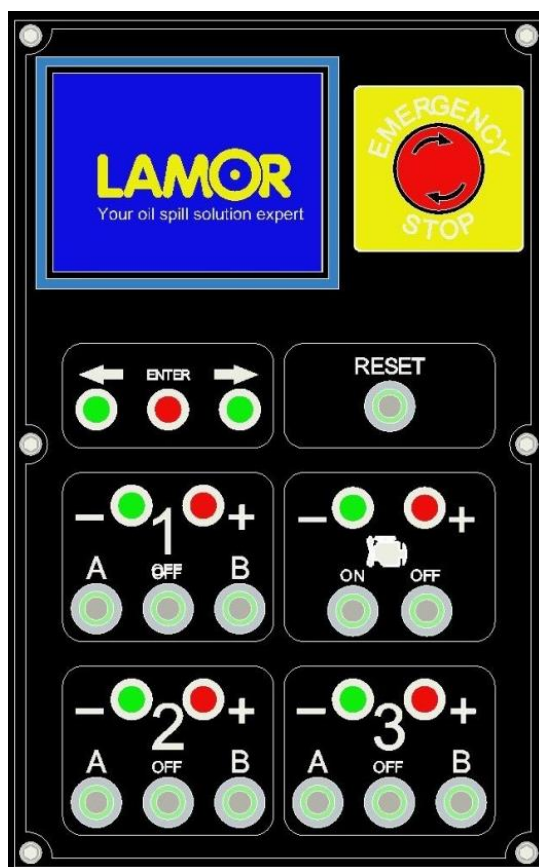
alhainen. Yhdistävä tekijä näkemieni laitteiden välillä, oli että kaikissa laitteissa käytettiin käyttöliittymässä ruostumatonta levyä, johon tekstit ja ohjeistukset oli merkattu laserilla. Lasermerkinnät olivat kaikissa näkemissäni laitteissa matalakonstrastisia, eikä merkintöjen ulkonäköön ja selkeyteen ollut panostettu riittävästi.

Käyttöliittymien teräslevyt olivat melkein poikkeuksetta erittäin terävät, joihin käyttäjä saattaa viiltää itsensä. Osassa laitteissa käyttöliittymän levyn kiinnittämiseen oli mielestäni käytetty tarpeettoman paljon ruuveja näkyvällä pinnalla, mikä heikentää laitteen viimeistelyä. Myös käyttölaitteiden vipujen läpivientireiät käyttöliittymän levyn läpi olivat melko suuret, joista pystyi helposti näkemään levyn takana olevia komponentteja.



Kuva 47. Kuvia nykyisten laitteiden käyttöliittymistä.

Polarteknik oli tehnyt hahmotelman käyttöliittymän ohjauspaneelistä ja komponentti-asettelusta, ja otin tämän lähtökohdaksi käyttöliittymän suunnittelussa.



Kuva 48. Polarteknikin hahmotelma uudesta käyttöliittymän paneelista.

Uuden voimanlähteen hydraulikka eroaa radikaalisti nykyisistä malleista siinä, että nykyisissä laitteissa hydraulikan virtausta ja suuntaa ohjataan manuaalivivulla, ja uudessa laitteessa virtausta ja suuntaa ohjataan sähköisesti. Polarteknikin esityksessä suunta ja virtauksen määrä ohjattaisiin painonapeilla.

Nykyisissä laitteissa hydraulipaine ja moottorin kierrosluku näytetään analogisella mittareilla jotka suunnitteilla olevassa laitteessa esitetään näytöllä. Näytöstä käyttäjä pystyy näkemään myös muita laitteen tietoja. Kolme hydraulista toimintoa ohjattaisiin paneelissa olevista painonapeista, ja laitteen kahta optionaalista lisätoimintoa ohjattaisiin näytöltä.

Näytön muistiin voi halutessa tallentaa laitteeseen liittyvää hyödyllistä tietoa, kuten huoltotoimenpiteiden ohjeistusta tai erilaisten toimilaitteiden käyttöparametreja. Laitteen varoitus- ja vikakoodit olisivat myös luettavissa näytöltä.

Aloittaessani käyttöliittymän suunnittelun näyttö ja painonapit oli valittu ja tilattu.

Osaa komponenteista kuten hätä-seis painiketta ei ollut tässä vaiheessa vielä valittu.



Kuva 49. Käyttöliittymän näyttö ja painonapit.

Aloitin suunnittelutyön luonnostelemalla erilaisia vaihtoehtoja Polarteknikin ehdotuksen komponenttiasettelu mukaisesti. Ensimmäisissä luonnoksissa minulla oli vielä ajatus tehdä käyttöliittymän kehys muotilla, mutta aikataulussa ei ollut aikaa muotintekoa varten.

Ajurina käyttöliittymän suunnittelussa oli tehdä käyttöliittymän grafiikasta selkeämpi, nostaa viimeistelytasoa korkeammalle ja olla muotoilultaan modernimpi. Aloitin luonnostelun tekemisen ensin käyttämällä Photoshopia. mutta siirryin myöhemmin käyttämään Inkscapea joka on ilmainen vektorigrafiikka ohjelma.



Kuva 50. Luonnoksia käyttöliittymästä.

Käyttöliittymän toteutuksen perusideana oli kiinnittää komponentit taivutettuun ruostumattomasta teräksestä tai anodisoidusta alumiinista laserleikatuun levyyn. Käyttöliittymän grafiikan voisi kaivertaa lasermerkkaamalla ruostumatonta levyä. Lasermerkkauksen tulisi tehdä merkkauaslaserilla hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Merkkauksen kontrastia voisi parantaa käyttämällä värilisäainetta, jota poltetaan laserilla levyn pintaan (Lasenco 2015).

Toinen vaihtoehto on esittää grafiikan tarroilla tai painamalla väri suoraan levyille. Vaihtoehtoisesti grafiikka voisi toteuttaa poistamalla laserilla anodisoidun ja värjätyyn pintakerroksen. Kaikilla vaihtoehdoilla olisi sama periaate, toiminnot erotellaan viivoilla tai värialueilla eri ryhmiin niin, että napit, joilla ohjataan näyttöä, moottorin ohjaukseen liittyvät painonapit ja hydraulitoimintoja ohjaavat napit on eroteltu omiin ryhmiin.



A

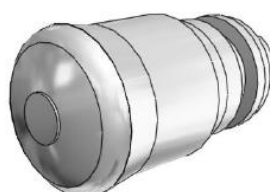
B

C



Kuva 51. Käyttöliittymän grafiikan voisi toteuttaa: A) lasermerkkaamalla tai yksiväripainatuksella, B) tarralla tai moniväripainatuksella, C) laserkaivertamalla anodisoidun alumiinilevyn

Sähkösuunnittelun edetessä käyttöliittymän osalta moottorin käynnistämiseen ja hehkuttamiseen päätettiin lisätä kääntökytkin. Käyttöliittymään lisättiin myös punainen led-valo, joka indikoisi onko laitteen virrat päällä. Lisättiin myös keltainen led-valo, joka syttyisi kuin moottorin hehkutus on päällä. Nyt valittiin myös hätä-seis painikkeen komponentti.



Kuva 52. Moottorin käynnistämiseen, hehkuttamiseen ja sammuttamiseen valittiin kolmeasentoinen kääntökytkin, hätä-seis painike valittiin ja lisättiin kaksi merkki-valoa.

Tarkastelin 3d-mallin käyttöliittymän ja hahmottelemalla sen mittoja reaali maailmaan huomasin, että näytön katselukulma oli liian pystyssä ja alimmat painonapit olivat liian matalalla, ja niihin olisi kurotettava, jotta niihin ylettyisi. Tästä havainnosta johtuen vaihdoin komponenttien asettelua aikaisemmasta vertikaalisesta horisontaaliseksi ja muutin käyttöpaneelin kulmaa. Lisäsin myös käyttöliittymän kääntökytkimille ja merkki-valoille symbolit osoittaakseen niiden käyttötarkoituksen.

Aikataulun niukkuuden takia päätin prototyypissä käyttää grafiikkoihin liimattavaa tarraa. Aikaisemmin esitetyt vaihtoehdot olisivat mielestäni tulevaisuudessa tutkimisen arvoisia vaihtoehtoja. Grafiikan väreiksi olin tässä vaiheessa ajatellut käyttää kahta eri harmaasävyä eri alueiden erottamiseen, jotta harmaasävyjen kontrastiero olisi tarpeeksi suuri ja eri värialueet erottaisi selkeästi toisistaan.

Lamorin logo, tekstit ja symbolit olisivat Lamorin käyttämää keltaista. Tässä vaiheessa Lamorin käyttämiä painovärikoodeja ei vielä ollut tiedossa. Grafiikan muotokielessä päätin myös käyttää ulkokuoressakin käytettyjä orgaanisia viivoja.



Kuva 53. Uusien komponenttien asettelu käyttöliittymään.

Käyttöliittymän suunnittelun edetessä päätettiin lisätä toisen hydraulisen toiminnon ohjaamiseksi ohjaussauvan. Nostolaitetta tai muuta vastaava laitetta on helpompi ohjata ohjaussauvalla, jolla voi reaaliajassa vaihtaa laitteen liikkeen suuntaa ja nopeutta.



Kuva 54. Toisen toiminnon ohjaamiseen lisättiin ohjaussauva.

Aikaisemmassa käyttöliittymäversiossa suunnanvaihtonappien symbolina olin käyttänyt vastakkaisiin suuntiin osoittavia nuolia. Tämä symboliikka ei mielestäni ohjaussauvan kanssa toiminut, joten vaihdoin nuolisymbolit A- ja B-kirjaimiksi. Kokeilin myös väri- vaihtoehtoa, jossa vaihdoin yhden harmaasävyistä siniseksi, joka on yksi Lamorin pää- väreistä.



Kuva 55. Käyttöliittymään lisättiin ohjaussauva ja virtauksen suunnan symbolit vaihtui- vat nuolista A- ja B-kirjaimiksi. Kokeilin myös väri- vaihtoehtoa, jossa yksi har- maasävyistä vaihtui siniseksi.

Suunnittelun aikaisemmassa vaiheessa näytön liittimen koko ja muoto ei vielä ollut tiedossa. Ohjaussauvaa vaihdettiin myös erilaiseksi.



Kuva 56. Näytön liittimen koko ja muoto selvisivät ja ohjaussauvaa muutettiin erilaiseksi.

Kun saatiin tieto näytön liittimen koosta ja muodosta, huomattiin, että näytön alla ei ollut tilaa painokytkimille. Tämän takia jouduin muuttamaan käyttöliittymän komponenttiasettelua niin, että näytön alla ei olisi painonappeja, vaan kaikki komponentit olisivat näytön oikealla puolella. Näytön ohjaukseen käytettyjä painonappeja sijoitin näytön oikealle puolelle, jotta käyttäjä ymmärtäisi niiden liittyvän näytön ohjaamiseen. Häätä-seis painikkeen sijoitin horisontaalisuunnassa käyttöliittymän keskelle, jotta se olisi hyvin nähtävissä ja ulottuvissa. Vertikaalisuunnassa sijoitin häätä-seis painikkeen käyttöliittymän keskilinjasta ylöspäin, jotta ohjaussauva ei olisi tiellä käyttäjän yrittäessä painaa häätä-seis painiketta.

Moottorin ohjauksen kääntökytkintä ja käyttönopeutta sääteleviä painonappeja sijoitin häätä-seis painikkeen oikealle puolelle. Toisen hydraulista toimintoa ohjaavan ohjaussauvan sijoitin moottorinohjauskomponenttien alle, jotta ohjaussauva olisi tarpeeksi kaukana oikealla puolella olevasta käyttöliittymän syvennyksen seinästä, niin että ohjaussauvan ympärillä on riittävästi tilaa.

Ohjaussauvan sijoitin värialueen yläkulmaan, koska jos komponentti olisi sijoitettu värialueen keskelle, joka esteettisesti olisi ollut parempi ratkaisu, ohjaussauva ei olisi kokonaan ollut syvennyksen sisällä ja olisi ollut alttiimpi tahattomalle käytölle.

Kokeilin tässä vaiheessa myös uusia väri vaihtoehtoja, joissa vaihdoin harmaasävyt siniseen ja mustaan. Kokeilin myös vaihtaa mustan ja sinisen värialueen keskenään.



Kuva 57. Käyttöliittymän uusi komponenttiasettelu ja siitä erilaiset värvaihtoehdot.

Värvaihtoehdoista päätin käyttää keltaista logoon, symboleihin ja teksteihin ja mustaa ja sinistä värialueisiin, koska nämä kolme väriä ovat enemmän käytettyjä Lamorin muissa tuotteissa kuin harmaa. Harmaasävyä käytetään ainoastaan Lamorin käyttämien brändättyjen konttien seinissä (Paintting instructions 2012).

Tässä vaiheessa sain tietää Lamorin painotuotteissa käytettyjen värien tarkat värikoodit ja huomasin, että kuvissani käyttämäni keltainen oli hieman liian lämminsävyinen ja sininen oli hieman liian vaalea.

	RAL1023	C	0
		M	0
		Y	100
		K	0
	RAL9005	C	0
		M	0
		Y	0
		K	100
	RAL5010	C	100
		M	50
		Y	0
		K	65

Kuva 58. Lamorin käytetyt värikoodit.

Korjattuani värit oikean sävyisiksi päädyin versioon, jossa pohjaväri on sininen ja mustalla värillä jaetaan sininen pohjaväri eri alueisiin. Symbolit, tekstit, logo ja kaikki pai-

nonapit reset-nappia ja hätä-seis painiketta lukuun ottamatta ovat keltaisia. Pienensin myös Lamor logoa, jotta logon ympärillä on tarpeeksi tilaa seuratakseni Lamorin ohjeistusta logon käytöstä.



Kuva 59. Sävykorjattu versio käyttöliittymästä.

Käyttöliittymään lisättiin lisäksi diagnostiikkaliitin ja punainen led merkkivalo. Käyttöliittymän pelti valmistetaan harjatusta, ruostumattomasta teräksestä sen hyvän korroosionkeston takia. Halusin, että levy olisi harjattu, jotta välttyttäisiin voimakkailla heijastuksilta.



Kuva 60. 3d-visualisointi käyttöliittymästä: käyttöliittymään lisättiin diagnostiikkaliitin ja punainen merkkivalo.

6.3 Yksityiskohtien muotoilu

Ulkokuorten osien ja käyttöliittymän suunnittelun valmistuttua oli aika viimeistellä voimanlähde. Laitteen kyljet ovat pinta-alaltaan varsin isoja, joissa ei ollut kovin paljon muotoja ja näyttivät sellaisinaan hieman tyhjiltä ja tylsiltä. Lamorin logoa ei myöskään näkynyt muualla kuin käyttöliittymän tarrassa, joten päätin lisätä laitteen isoihin kylkipelteihin grafiikat, joissa Lamorin logo olisi näkyvästi esillä. Laitteen teippauksen suunnittelun tein osittain samanaikaisesti käyttöliittymän grafiikan kanssa, joten teippauksien värimaailma seurasi osittain käyttöliittymän kehitystä.

Aloitin kylkitarrojen suunnittelun luonnostelemalla erilaisia ajatuksia laitteen kyljestä tehtyyn 3d-visualisointiin. Yksi idea oli tehdä grafiikka, joka oli pisaramainen niin kuin öljy. Toisessa ideassa käytin viuhkamaisia ja linnun siipiä muistuttavia muotoja.

Nämä ideat eivät mielestäni toimineet eivätkä sopineet yhteen laitteen tyylin kanssa. Käyttöliittymän grafiikan edetessä muutin kylkiteippaukset ulkonäöltään samantyyllisiksi käyttämällä samoja värejä ja samankaltaisia kaaria.

Ensimmäisissä versioissa Lamorin logo ei ollut tarpeeksi hyvin näkyvissä, ja suurensin tämän takia logon kokoa, jotta logon pystyisi erottamaan kauempaa.



Kuva 61. Ensimmäisissä versioissa kokeilin erilaisia ideoita, jossa grafiikan muoto oli pisaramainen tai viuhkamainen, mutta käyttöliittymän grafiikan kehittyessä kylkiteippauksen ulkoasu kehittyi samansuuntaiseksi.

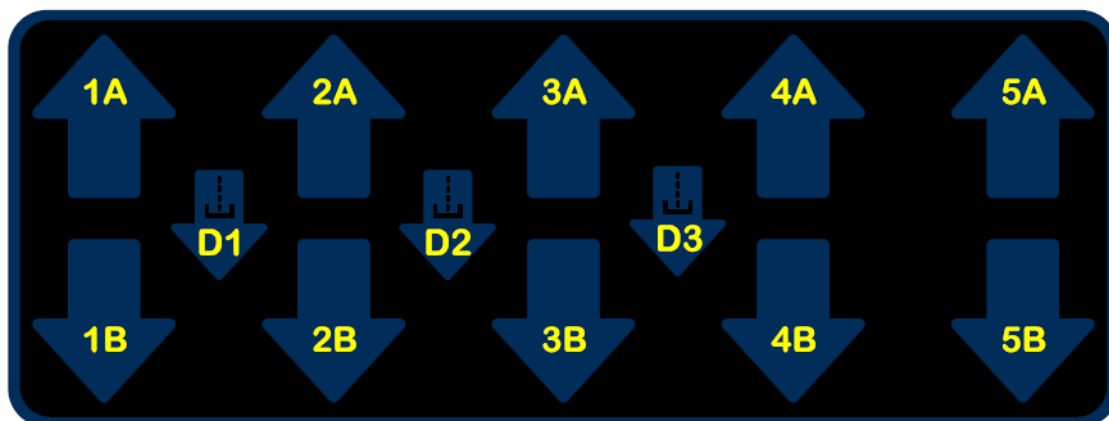
Lopullisissa kylkitarrojen teippauksissa käytin pohjaväriä sinistä ja Lamorin logon keltaista kuten käyttöliittymässä. Ylemmän teippauksen alareunassa ja alemman teippauksen yläreunassa käytin mustaa väriä lisäämään hieman kontrastia keltaisiin kylki-pelteihin.



Kuva 62. Suurensin Lamorin logoa merkittävästi aikaisempiin versioihin, jotta logon näkisi hieman kauempaa. Pyrkimykseni oli tehdä kylkiteippaukset samantyyllisiksi käyttöliittymän grafiikan kanssa.

Voimanlähteen hydrauliliitännöistä puuttuivat vielä merkinnät liitäntöjen tekemisen helpottamiseksi. Merkinnät toteutettiin liimaamalla liitäntöjen alle tarra, jossa on opastus liitännän funktiosta. Merkintätarran suunnittelussa käytin kylkiteippauksissa ja käyttöliittymässä käytettyjä värejä.

Merkintöjen koodauksessa käytin samaa periaatetta kuin käyttöliittymässä. A- ja B-kirjain osoittaa virtaussuuntaa, ja toiminto on merkitty numerolla. Viiden toiminnon lisäksi laitteessa on kolme tyhjennysliitäntää, jotka merkitsin D1, D2 ja D3:ksi.



Kuva 63. Hydraulisten liitosten alle lisättiin kuvan mukainen tarra liitântöjen merkitsemiseksi.

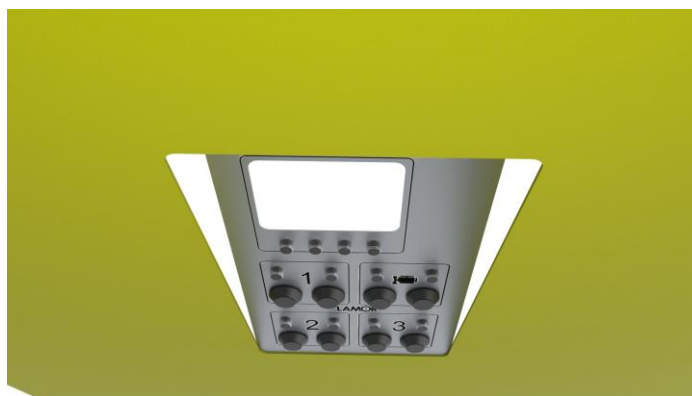
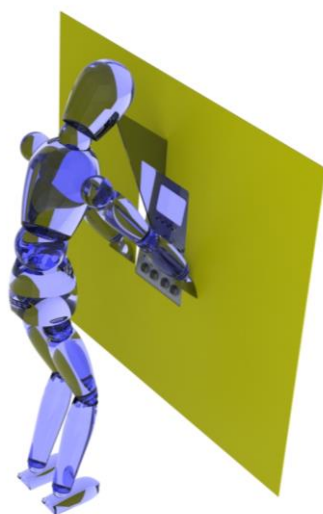
7 Käyttöliittymän ergonomia

Käyttöliittymän suunnitteluvaiheessa ei valitettavasti tullut tutkittua käytettävyyttä ja ergonomiaa. Suunnittelun aikana tein joitain tarkistuksia virtuaali- ja reaali maailman välissä mittaamalla 3d-mallissa olevien komponenttien, kuten näytön ja painonappien etäisyyttä lattiasta, ja mittanauhan kanssa, arvioin, millä korkeudella ne ovat oikeassa maailmassa. Tällä arviointimenetelmällä huomasin, että alkuperäisen näytön ja painonappien sijoittelu oli pielessä, ja napit ja näytön korkeutta ja asentoa lähdettiin havaintojeni perusteella korjaamaan.

Käyttöliittymän ergonomiaa lähdin jälkikäteen tutkimaan käyttämällä muutamaa työterveyslaitoksen kirjassa suositeltavaa menetelmää. 3d-mallin ja ihmismallia käyttäen voidaan hahmottaa suunniteltavan kohteen mittasuhteet ja arvioida työasennot ja ulottuvuudet Käytin tähän hyväkseni netistä löydettyä mallia, jonka skaalasin vastaamaan P50:tä eli keskimittaisen miehen kokoa (Launis & Lehtelä 2011 s.55).

3d-ihmismallin käyttö osoittautui kuten Launis & Lehtelä 2011 kirjassa Ergonomia toteavat, varsin hankalaksi ja hitaaksi, ja kokeiltuani työterveyslaitoksen kotisivulta (<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/metodit/ergoshape/Sivut/default.aspx>) ladattavia powerpointissa toimivia ergoshapemalleja totesin, että kyseiset mallit ovat nopeampi-käyttöisiä ja soveltuvat tämän takia huomattavasti paremmin kyseiseen tarkoitukseen. 3d-ihmismallia käyttäen pystyin kuitenkin jo huomaamaan tiettyjä ongelmakohtia suunnitelmassa, ja käytin mallia hyväksi kameran asemoimiseksi malliin, jolla yritin

hahmottaa miltä käyttöliittymä näyttää sitä katsoessa. 3d-ihmismallia käyttämällä huomasin, että alkuperäisellä komponenttiasettelulla käyttäjän oli kumarruttava eteenpäin nähdäkseen näytön ruudun ja ylettyäkseen painonappeihin.



Kuva 64. 3d-ihmismallin käyttö.

Hahmomallien käyttäminen ergonomian testaamiseen on yksi menetelmä, jota Työterveyslaitoksen kirjassa *Ergonomia* otetaan esille. Lähdin tekemään pahvista ja paperitu-loisteista, kaksi hahmomallia joita kiinnitin seinään oikealle korkeudelle lattian nähden. Tein vertailukohteen takia kaksi hahmomallia Ensimmäinen malli kuvasti lähtötilannetta, josta lähdin liikenteeseen ja toisen hahmomallin tein viimeisimmästä versiosta, jotta pystyisin arvioimaan työni lopputuloksen ja antamaan parannusehdotuksia uusia malleja silmälläpitäen. Hahmomalleilla tehtyjä tarkasteluja oli myös hyvä vertailla 3d-ihmismallilla ja 2d-ergoshapemalleihin tehtyihin tuloksiin.



Kuva 65. Pahvista tehtyjä hahmomalleja.

Hahmomallien ja 3d-/2d-mallien tarkastelulla sai jonkinlaisen käsityksen työasennosta. tarvitsin mielestäni kuitenkin paremman vertailupohjan, ja päätin käyttää RULA-menetelmää hyväksi.

7.1 RULA-arviointimenetelmä

Launis & Lehtelä 2011 kirjassa Ergonomia sivulla 365 löytyi maininta englantilaisesta työliikkeiden arviointimallista nimeltä RULA, jonka lyhenne tulee sanoista Rapid Upper Limb Assessment. Arviointimenetelmän ovat kehittäneet Tohtori Lynn McAtamney ja Professori E. Nigel Corlett Nottinghamin yliopistosta Englannista, ja menetelmällä voidaan arvioida huonosta työasennosta johtuvien yläraajojen loukkaantumisien riskitasoa (Cuervo 2014).

Täytin excel pohjaisen lomakkeen arviointimenetelmästä arviointieni tekemiseen. Excel-lomake koostuu kolmesta välilehdestä, joista ensimmäisellä täytetään tutkittavan kohteen tiedot: Tutkittava kohde, osio, tehtävä, tutkijan nimi ja päivämäärä. Ensimmäisellä välilehdellä löytyvät myös ohjeet lomakkeen täyttämiseen.

RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders
Applied Ergonomics, Volume 24, Issue 2, April 1993, Pages 91-99
 Lynn McAtamney and E. Nigel Corlett

Only fill in the BLACK boxes in the RULA Assessment worksheet
 Fill in the details in the white box below

Name: XXXXXX XXXXXXXX
 Section: XXXXXXXX
 Task: XXXXXXXX
 Assessor: XXXXXXXX XXXXXXXX
 Date: dd/mm/yyyy

Worksheet
 Please select the appropriate score on every BLACK highlighted cell in the RULA Assessment Worksheet

Force Loads
 0 If load is < 4.4lbs (intermittent);
 1 If load is 4.4lbs to 22lbs (intermittent);
 2 If load is 4.4lbs to 22lbs (static or repeated);
 3 If load is more than 22lbs or repeated or shocks:

Wrist / Legs
 Your only options are 1 or 2

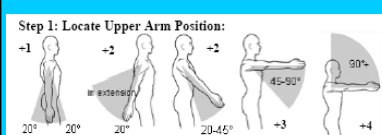
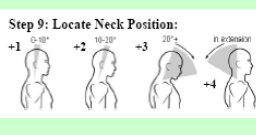
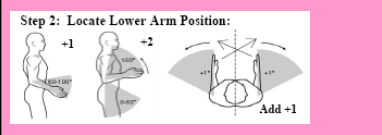
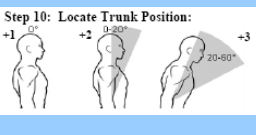
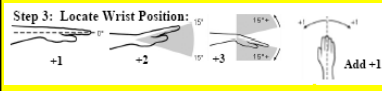
Muscle Use
 Your only options are 0 or 1

A: Arms & Wrist
Step 1: Locate upper arm position
 Step 1a: Adjust.....
 If shoulder is raised: -1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning +1
Step 2: Locate lower arm position
 Step 2a: Adjust.....
 If either arm is working across the midline or out of the body: +1
Step 3: Locate Wrist Position
 Step 3a: Adjust.....
 If wrist is bent from mid-line: +1
Step 4: Wrist Twist
 If Wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +1
Step 5: Look up posture score in Table A:
 Using values from steps 1 - 4 locate score in Table A
Step 6 Add Muscle Use Score
 minutes
 OR If action repeated occurs 4X per minute +1
Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22lbs (static or repeated): +2
 If more than 22lbs repeated or shocks: +3
Step 8 Find row in Table C:
 Add values from steps 5 - 7 to obtain Wrist & Arm score. Find row in Table C

NOTES
B: Neck, Trunk & Leg Analysis
Step 9: Locate Neck Position
 Step 9a: Adjust.....
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1
Step 10: Locate Trunk Position
 Step 10a: Adjust.....
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1
Step 11: Legs:
 If legs & feet are supported: -1
 If not: +2
Step 12: Look up posture score in Table B:
 Using values from steps 1 - 4 locate score in Table B
Step 13 Add Muscle Use Score
 If Posture is mainly static (i.e. held > 10 minutes OR if action repeated occurs 4X per minute +1
Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22lbs (static or repeated): +2
 If more than 22lbs repeated or shocks: +3
Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12 - 14 to obtain Neck, Trunk & Leg score. Find column in Table C

Kuva 66. Lomakkeen ensimmäinen välilehti.

Toisella välilehdellä on arviointilomake, johon syötetään oma arvio eri osa-alueista kuten, olkaparren, kyynärvarren, ranteen, niskan ja selän asentoja. Syötettyjen arvojen perusteella kaavake laskee työasennolle pistemäärän (Katso Taulukko 1).

Arm & Wrist Analysis		Neck, Trunk & Leg Analysis	
Step 1: Locate Upper Arm Position:  Upper Arm Adjustment 2	Step 9: Locate Neck Position:  Neck Adjustment 0		
Step 2: Locate Lower Arm Position:  Lower Arm Adjustment 0	Step 10: Locate Trunk Position:  Trunk Adjustment 0		
Step 3: Locate Wrist Position:  Wrist 1	Wrist Twist 2		
Arm Muscle Use 0	Force Load Score A 0	Legs 1	Upper Body Muscle Use 0
Force Load Score B 0		Force Load Score B 0	

Final Score **2**

2

Kuva 67. Lomakkeen toinen välilehti.

Kolmannella välilehdellä on raportti, joka sisältää aikaisemmin täytettyjä tietoja ja tutkimuksen tulokset. Lisäksi näytetään selvitys siitä, miten syötettyjen tietojen perusteella

on laskettu annettu pisteytys. Raportin alalaidassa kerrotaan myös saatujen pisteiden perusteella, miten tulosta pitäisi tulkita. Raportissa on supistettu selonteko. Kotisivuilla Cornell University Ergonomics Web (Cuergo 2014) on hieman kattavampi selostus, josta suomennettuna:

Taulukko 1. RULA-arviointimenetelmän pistemäärät ja tulkinta.

Toiminta-taso	Pisteet	Tulkinta
1	1-2	Työskentelyasento on hyvä ilman loukkaantumiseriskiä
2	3-4	Työskentelyasennossa ilmenee joitakin loukkaantumisen riskejä, ja tämä on todennäköisesti seurausta yhden kehon osan huonosta tai hankalasta asennosta, tämä olisi tutkittava ja korjattava.
3	5-6	Työskentelyasento on huono, kohtalainen loukkaantumiseriski, syyt on tutkittava ja muutettava lähitulevaisuudessa vahingon ehkäisemiseksi
4	7+	Työskentelyasento on pahin mahdollinen ja loukkaantumisen riski on välitön, syyt on tutkittava ja muutettava välittömästi vahinkojen ehkäisemiseksi

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1
Final Upper Arm Score = 1

Step 2: Locate Lower Arm Position

 If arm is working across midline of the body: +1
 If arm out to side of body: +1
Final Lower Arm Score = 2

Step 3: Locate Wrist Position

 If wrist is bent from the midline: +1
Final Wrist Score = 1

Step 4: Wrist Twist
 If wrist is twisted in mid-range = 1;
 If twist at or near end of range = 2
Wrist Twist Score = 2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A
 Use values from steps 1, 2, 3, & 4 to locate Posture Score in table A.
Posture Score A = 2

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or:
 If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1
Muscle Use Score = 0

Step 7: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
Force/load Score = 0

Step 8: Find Row in Table C
 The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C.
Final Wrist & Arm Score = 2

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

 If neck is side-bending: +1
 If neck is twisted: +1
Final Neck Score = 2

Step 10: Locate Trunk Position

 If trunk is side-bending: +1
 If trunk is twisted: +1
Final Trunk Score = 1

Step 11: Legs
 If legs & feet supported and balanced: +1
 If not: +2
Final Leg Score = 1

Step 12: Look-up Posture Score in Table B
 Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B.
Posture Score B = 2

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static or:
 If action 4/minute or more: +1
Muscle Use Score = 0

Step 14: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
Force/load Score = 0

Step 15: Find Column in Table C
 The completed scores from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.
Final Neck, Trunk & Leg Score = 2

SCORES

		Wrist							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1	3	3	3	3	3	3	3	4	4
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
2	2	3	3	3	3	3	4	4	4
2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
3	2	4	4	4	4	4	4	5	5
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	5	6	6	6
5	2	5	5	5	5	5	6	6	6
5	3	6	6	6	6	6	7	7	7
5	4	6	6	6	6	6	7	7	7
6	1	7	7	7	7	7	8	8	8
6	2	8	8	8	8	8	8	9	9
6	3	8	8	8	8	8	8	9	9
6	4	9	9	9	9	9	9	9	9

		Trunk Posture Score					
		1	2	3	4	5	6
Neck	Legs	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	4	5	6
1	2	3	2	3	4	5	6
1	3	3	3	4	5	6	7
1	4	5	5	6	6	7	7
1	5	7	7	7	7	8	8
1	6	8	8	8	8	9	9
2	1	2	3	4	5	6	7
2	2	3	3	4	5	6	7
2	3	3	3	4	5	6	7
2	4	4	4	5	6	6	7
2	5	6	6	6	6	7	7
2	6	8	8	8	8	9	9
3	1	2	3	4	5	6	7
3	2	3	3	4	5	6	7
3	3	3	3	4	5	6	7
3	4	4	4	5	6	6	7
3	5	6	6	6	6	7	7
3	6	8	8	8	8	9	9
4	1	2	3	4	5	6	7
4	2	3	3	4	5	6	7
4	3	3	3	4	5	6	7
4	4	4	4	5	6	6	7
4	5	6	6	6	6	7	7
4	6	8	8	8	8	9	9
5	1	2	3	4	5	6	7
5	2	3	3	4	5	6	7
5	3	3	3	4	5	6	7
5	4	4	4	5	6	6	7
5	5	6	6	6	6	7	7
5	6	8	8	8	8	9	9
6	1	2	3	4	5	6	7
6	2	3	3	4	5	6	7
6	3	3	3	4	5	6	7
6	4	4	4	5	6	6	7
6	5	6	6	6	6	7	7
6	6	8	8	8	8	9	9

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	4	5	6	7+
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	4	5	6	7
6	4	4	4	5	6	6	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Final Score 2

Name: Xxxxxx Xxxxxxxx Assessor: Xxxxxxxx Xxxxxxxx

Section: Xxxxxxxx Task: Xxxxxxxx Date: dd/mm/yyyy

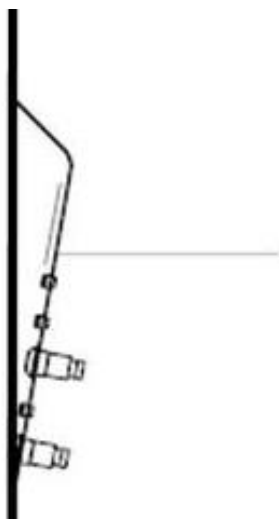
FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University, Nov. 2000

Kuva 68. Kolmas välilehti.

7.2 Komponenttiasettelun tarkastelu

Alussa käytin 3d-hahmomallia asennon ja kuvakulman tutkimiseen. Suurimmat poikkeavuudet Polarteknikin alkuperäisen komponenttiasettelman ja nykyisen asetelman välillä ovat, että alkuperäisessä kaikki painonapit olivat näytön alapuolella ja nykyisessä versiossa painonapit ovat näytön oikealla puolella ja paneelin kulma on jyrkempi.



Kuva 69. Alkuperäisessä komponenttiasetelmassa painonapit olivat kaikki näytön alla ja paneelin kulma oli loivempi.

3d-tarkastelua tehdessäni huomasin, että painonapit ja näyttö ovat nykyisessä ratkaisussa edelleen liian matalalla, ja olkavarren ja käsivarren asento on huono. Käyttäjä joutuu taivuttamaan selkää ja niskaa eteenpäin, ylettyäkseen painonappeihin ja nähdäkseen näytön. Parannusta alkuperäiseen suunnitelmaan on, että näyttö näkyy esteettömästi eikä käyttäjän tarvitse koukistaa jalkoja.



Kuva 70. 3d-hahmomallin tarkastelussa huomasin, että selkä ja niska ovat eteenpäin taivutettuina ja käsi- ja olkavarren asento on huono. Näkyvyys näyttöön ja painonappeihin on alkuperäistä suunnitelmaa verrattuna huomattavasti parempi.

Seuraavaksi tein pahvista hahmomallin, jonka päälle liimasin tulosteen paneelin tarrasta. Testihenkilöinä toimivat 177 cm pitkä mies ja 161 cm pitkä nainen. Hahmomallia testaessa, huomasin että 3d-hahmomallin kanssa tehdyt huomiot, pitivät aika hyvin paikkansa: näkyvyys painonappeihin ja näyttöön oli hyvä.



Kuva 71. Näkyvyys ja kuvakulma vastasivat hyvin 3d-mallia.

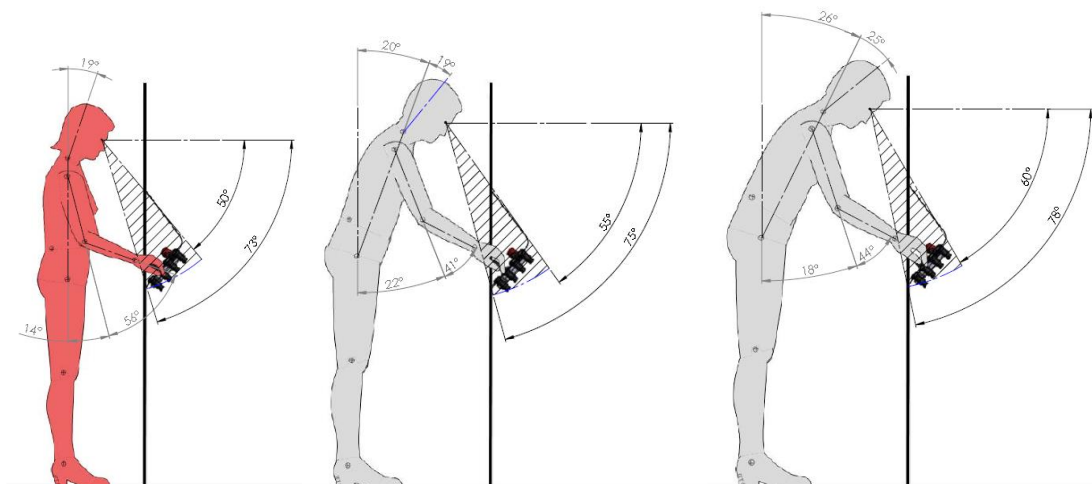
Työskentelyasento oli kohtalaisen hyvä: selän pystyi pitämään melko suorassa, mutta niskaa joutui kallistamaan eteenpäin jyrkän katselukulman takia. Naishenkilön olkavarren asento on rento ja neutraaliasennossa. Olkavarren suositeltavia asentoja ovat 15°

pystyakselistä taaksepäin ja 30° eteenpäin, käsivarren nivelkulma on hieman liian suuri suositeltava nivelkulma 90° - 120° (Launis&Lehtelä 2011, s.198). Naishenkilön niskan asento on kalistunut eteenpäin liian jyrkän katselukulman takia. Mieshenkilön olkavarsi oli hieman huonommassa asennossa kuin naishenkilöllä, ja hän joutui kallistamaan niskaa enemmän eteenpäin.



Kuva 72. Työasennon tarkastelu hahmomallilla.

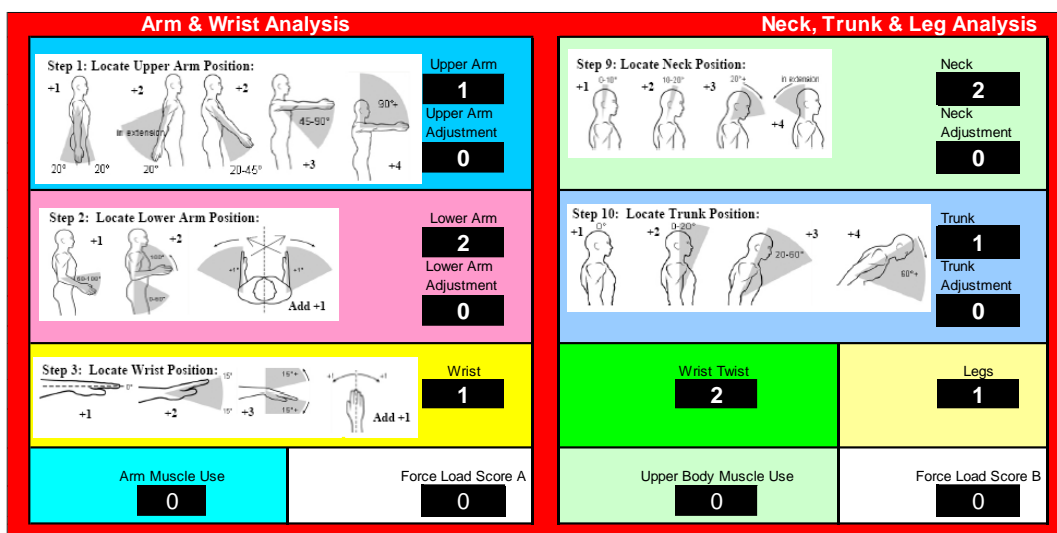
Seuraavaksi tein RULA-analyysin, jonka arvojen syöttämisen tueksi asettelin 2d-ergoshapemallit kuvitteelliseen työasentoon. Halusin myös testata käyttöliittymää erikokoisten ihmismallien kanssa, joten skalasin ergoshape mallit Powerpointissa mukana olevien ohjeiden mukaisesti. Testasin käyttöliittymää P50:tä miesmallilla, P95:si miesmallilla ja P5:si naismallilla. P5:si naismallilla tarkoitetaan lyhyttä naista, 5% naisista on lyhyempiä kuin hän ja vastaavasti P95,si ihmismalli on pidempi kuin 95% miehistä (Launis & Lehtelä 2011, s.198). Tällä vaihteluvälillä saadaan jo aika hyvä käsitys, miten käyttäjän pituus vaikuttaa käyttöliittymän työasentoon. Ergoshapetiedoston mallien pituutta lisää kengän korko, joka on P50:si miesmallissa 3 cm ja P50:si naismallissa 4 cm korkea (Ergoshape 2014).



Kuva 73. Tarkastelin käyttöliittymää P5:si naismallin, P50:tä ja P95:si miesmallien kanssa.

Lyhyen P5:si naismallin RULA-loppupisteluku oli 2 pistettä, joten Taulukko 1:n (s.68) tulkinnan mukaan työskentelyasento on hyvä. P50:tä ja P95:si miesmallilleilla pituutta on lyhyeen naismalliin verrattuna sen verran enemmän, että työskentelyasento on huonompi. Painonappien ja näytön liian matalan sijoittelun takia selkä ja niska ovat eteenpäin taivutettuna. Olkavarren ja käsivarren asento ei myöskään ole optimaalinen. P50 ihmismallin työasennon pisteluku on 3, ja P95:si ihmismallin pisteluku on 4. Taulukko 1:n mukaan näissä työasennoissa loukkaantumisen riski on olemassa. Työasentoa voi kuitenkin tarvittaessa muuttaa työskentelyn aikana, eikä kyseisessä työtehtävässä ole tarvetta pitkäaikaiseen paikallaoloon. Näin ollen RULA-arviointimenetelmässä mainitut loukkaantumiseriskit eivät koske ko. käyttöliittymän käyttäjiä. Mielestäni käyttöliittymän komponenttiasettelu olisi kuitenkin syytä tulevaisuudessa tutkia, miten työasentoa voisi parantaa.

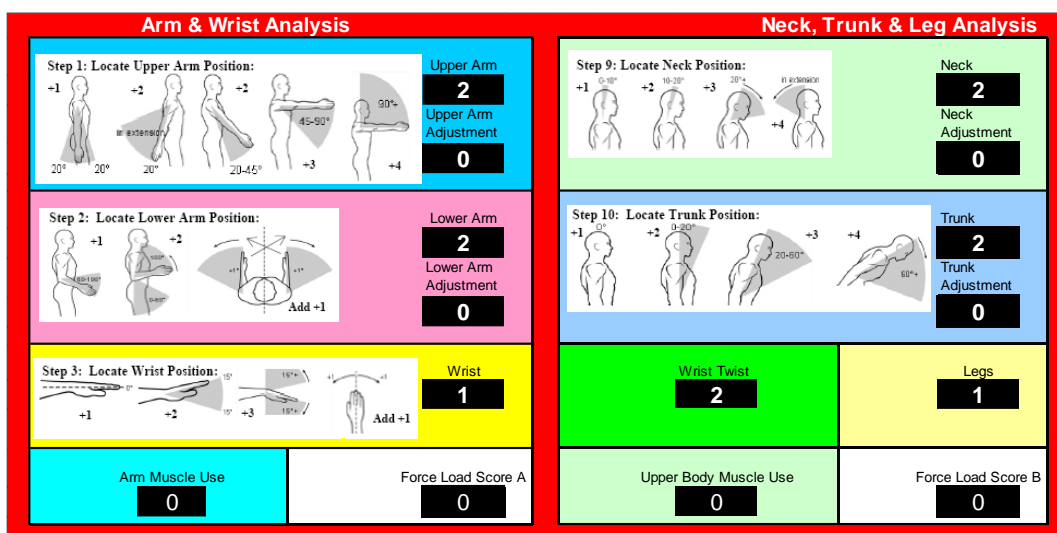
Alla olevissa kuvissa P5:si naismallin, P50:tä miesmallin ja P95:si miesmallin RULA-arviointimenetelmän tulokset.



Final Score **2**

2

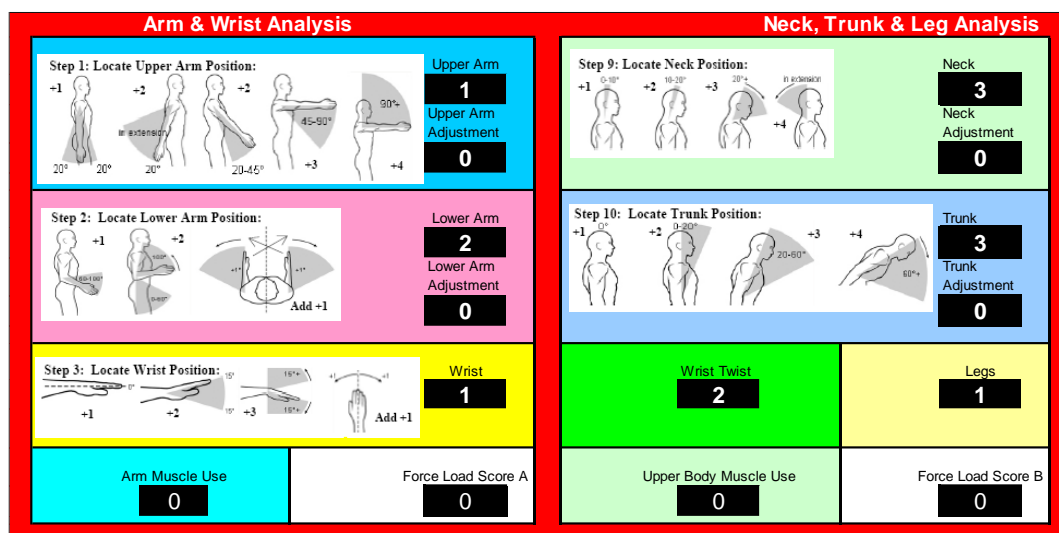
Kuva 74. P5:si naismallin työasennon syöttämät luvut ja pisteluku.



Final Score **3**

2

Kuva 75. P50:tä miesmallin työasennon luvut ja pisteluku.



Final Score **4**

4

Kuva 76. P95:si miesmallin työasennon luvut ja pisteluku.

8 Yhteenveto

Voimanlähteen pilottiprojekti toteutettiin tiukassa aikataulussa, ja vaikka projektin aikana syntyi hyviä ajatuksia ja tuote on täynnä uusia ominaisuuksia, mielestäni laitteessa on vielä monia parantamiskohteita. Tässä luvussa esittelen muutamia ideoita ja parannusehdotuksia, jotka ovat syntyneet työn edetessä. Opinnäytetyö oli itselleni hyvin mielenkiintoinen, ja olen kiitollinen siitä, että sain olla osallisena projektissa. Opinnäytetyön sisältö kasvoi työn edistyessä, ja materiaalin määrän ja oman työn osuus on ollut huomattavasti suurempi kuin opinnäytetyö olisi edellyttänyt.

Jos olisin määritellyt opinnäytetyön sisällön ja tavoitteet paremmin heti työn alkumetreillä, työn dokumentointi olisi ollut huomattavasti suoraviivaisempaa ja nopeampaa. Projektin tavoitteet eivät mielestäni olleet täysin selvät, sillä en koskaan esimerkiksi nähnyt tavoitteita laitteen yksikkökustannuksesta tai projektin kokonaisbudjettia.

Design briefin asettamat tavoitteet olivat parantaa laitteen ulkonäköä ja käytettävyyttä madaltamalla äänitasoa. Mielestäni laitteen ulkonäkö on selvästi parempi ja modernimpi kuin nykyisissä laitteissa ja laite erottuu selvästi kilpailijoistaan. Alla olevissa kuvissa on ensin esitetty 3d-visualisointi voimanlähteestä. Toisessa kuvassa uusi voimanlähde on esitetty yhdessä nykyisten voimanlähteiden ja kilpailevien tuotteiden kanssa.



Kuva 77. Valmiin laitteen 3d-visualisointi.



Kuva 78. Uusittu voimanlähde erottuu mielestäni edukseen nykyisten ja kilpailevien laitteiden rinnalla.

Se miten äänitason alentaminen onnistui ei ole tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä tiedossa. Käytön ja käyttöolosuhteiden huomioon ottaminen materiaalivalintoja tehdessä ei tietojeni mukaan mennyt täysin nappiin. Muovinen ilmanottomaski alkoi moottorin kuumentuessa pehmentyä ja vaihtaa muotoaan. Ilmanottomaski olisi pitänyt tehdä teräs- tai alumiiniverkosta tai ohutlevystä.

8.1 Käyttöliittymä

Käyttöliittymän suunnittelussa en huomioinut tarpeeksi hyvin käyttäjän työasentoa, joka olisi varsin helposti voitu testata samoilla menetelmillä, joita käytin myöhäisemmässä vaiheessa käyttöliittymän ergonomian testaukseen. Silloin ergonomian tarkastelussa tehdyt huomiot olisi voitu ottaa huomioon ja muutokset toteuttaa prototyypissä. Havaintojeni perusteella käyttöliittymä on liian matalalla, ja käyttäjän työasento olisi huomattavasti parempi, jos käyttöliittymää nostettaisiin 100-200 mm.

Käyttöliittymän ulkonäköön olin joksenkin tyytyväinen, mutta kuvassa punaisilla katkoviivoilla merkattu taivutettu, ruostumattomasta teräksestä valmistettu levy voisi olla osana siniseksi maalattua runkoa. Käyttöliittymäpaneeli voisi olla oma levynsä, joka kiinnitettäisiin sinisen rungon alapuolelta niin, että kuvassa vaaleilla katkoviivoilla merkattuja ruuveja ei jäisi näkyville. Jos käyttöliittymää standardisoitaisiin ja sama käyttöliittymä olisi käytössä läpi malliston, käyttöliittymän rungon voisi mahdollisesti valmistaa yhdestä osasta, lujitemuovista, alumiinivaluna tai uretaanivaluna viimeistelylaadun parantamiseksi ja tuotantokustannusten alentamiseksi.



Kuva 79. Punaisilla katkoviivoilla merkattu ruostumattomasta teräksestä valmistettu levy, ja vaaleansinisillä katkoviivoilla merkatut ruuvit.



Kuva 80. Ruostumaton teräslevy voisi olla osa sinistä runkoa, ja käyttöpaneeli voitaisiin kiinnittää rungon alapuolelta niin, että päälipuolella ei olisi näkyviä kiinnitysruuveja.

Käyttöliittymän grafiikat toteutettiin liimaamalla tulostettu tarra käyttöpaneelin levyyn, ja kuten aikaisemmin työssäni olen todennut, laitetta voidaan käyttää erittäin vaativissa käyttöolosuhteissa, joissa tarran kestävyys ei välttämättä ole tarpeeksi hyvä. Siksi muut vaihtoehdot, kuten grafiikan värin painaminen suoraan käyttöpaneelilevyyn, anodisoidun alumiinilevyn kaivertaminen laserilla tai lasermerkkauksen tekeminen ruostumattomaan käyttöliittymäpaneeliin kunnollisella merkklauslaserilla voisivat olla vartenotettavia vaihtoehtoja.

Käyttöliittymän kautta hydraulisten toimintojen virtausta ja suuntaa ohjataan kahdessa toiminnossa neljällä painonapilla ja yhdessä toiminnossa ohjaussauvan avulla. Kahta toimintoa ohjataan näytöltä. Tämä käytäntö on mielestäni huomattavasti monimutkaisempi, verrattuna nykyisiin laitteisiin, joihin tutustuin. Niissä virtausta ja suuntaa ohjataan manuaalivivulla. Virtausta ja suuntaa voisi neljän painonapin sijasta ohjata yhdellä keinukytkimellä tai vaihtoehtoisesti ohjaussauvalla. Silloin käyttäjä pystyisi kiertokytkimen tai ohjaussauvan asennosta näkemään virtausnopeuden ja suunnan.



Kuva 81. A) Nykyisissä laitteissa virtausta ja suuntaa ohjataan manuaalivivulla, B) Prototyypissä virtausnopeutta ja suuntaa ohjataan neljällä painonapilla, C) hydraulisia toimintoja voisi ohjata kiertokytkimellä tai C) ohjaussauvalla.

Vaihtoehtoisesti kaikki toiminnot voitaisiin ohjata näytöltä, mutta silloin näytön käyttämiseen ja navigoimiseen tarvittaisiin enemmän painikkeita. Prototyypin näyttöä käytetään kolmella napilla, kahtai käytetään navigoimiseen ja yhtä valinnan hyväksymiseen.



Kuva 82. Prototyypin näytön ohjaamiseen on kolme painiketta.

Painikkeiden lisäämisen sijasta voisi vaihtoehtoisesti valita näytön, joka on varustettu näytön käyttöön tarvittavilla painikkeilla.



Kuva 83. Kaikkien toimintojen ohjaaminen näytöltä vaatisi mielestäni näytön käyttämiseen tarkoitettujen painikkeiden lisäämistä, tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää näyttöä, joka on varustettu omilla painikkeilla.

8.2 Mallisto

Tässä luvussa kerron lyhyesti omia ajatuksiani, miltä tuleva mallisto voisi näyttää ja ideoita miten mahdollisimman paljon samoja ulkokuoren osia voitaisiin käyttää malliston läpi. Koska minulla ei ole tietoa tulevan malliston komponenteista, ehdotukset ja ideat ovat ainoastaan suuntaa antavia.

Kuten olin maininnut aikaisemmin, malliston voisi jakaa kolmeen kokoluokkaan. Pienimmässä kokoluokassa voisi käyttää samaa ilmanottomaskia, kehystä ja nurkkapaloja ja jättää keskikokoisen laitteen keskellä olevaa suoran katto-osuuden pois. Keskikokoisen mallin alimmat runkopalkit ovat melko massiivisia ja voisivat pienimmässä kokoluokassa olla matalampia, jolloin laitteen korkeus olisi noin 100 mm matalampi.

Tämän kaltaisella rakenteella laitteen ulkomitat olisivat: Pituus=1140 mm, leveys=1230 mm, Korkeus=1340 mm.

Nykyisen malliston LPP 23:n ulkomitat ovat: Pituus=1345 mm, leveys=810 mm, korkeus=1100 mm.

Kyseisellä rakenteella laite olisi hieman nykyisen malliston laitetta korkeampi.



Kuva 84. Pienemmän kokoluokan laitteessa voitaisiin käyttää samaa ilmanottomaskia, kehystä ja nurkkapaloja.

Malliston keskikoko on tämän projektin aikana suunniteltu laite, jonka ulkomitat ovat seuraavanlaisia: pituus=2100 mm, leveys=1230 mm, korkeus= 1450 mm.



Kuva 85. Projektin aikana suunniteltu voimanlähde on malliston keskikoko.

Jotta keskikokoisen ulkokuoren osia pystytään mahdollisimman hyvin hyödyntämään, laitteen korkeuden ja leveyden on oltava mahdollisimman lähellä keskikokoista mallia. Laitteen katon suoraa keskiosaa voisi pidentää keskikokoisen laitteen katossa käytetyn alumiinivaluprofiilin pituuden verran, jolloin samaa suoraa alumiinivaluprofiilia voitaisiin käyttää.

Jos laitteen korkeutta on tarvetta nostaa, korkeutta voisi nostaa lisäämällä kattoon korokepalan, johon voisi integroida kattoon paremman ilmanvaihdon.

Kuvassa esiteltävän voimanlähteen ulkomitat olisivat: pituus=3000 mm, leveys=1230 mm, korkeus= 1550 mm.

Nykyisen LPP 200 voimanlähteen mitat ovat: pituus=2650 mm, leveys=1440 mm, korkeus=1900 mm.



Kuva 86. Kuvassa laitteen leveys on sama kuin keskikokoisessa mallissa. Katon suora keskikohta on tuplasti pidempi ja kattoa on nostettu.

Käyttämällä mahdollisimman paljon samoja osia koko malliston lävitse, osien vuosimennekki kasvaa ja osien kustannusten pitäisi laskea. Mallisto olisi myös ulkonäöltään yhteneväisempi.



Kuva 87. Käyttämällä samoja osia malliston läpi saadaan yhtenevä mallisto.

Opinnäytetyössä olen pyrkinyt osoittamaan, miten muotoilun avulla voidaan rakentaa yhtenäinen ja eheä mallisto ja saada aikaan modulaarinen rakenne. Ottamalla käytävyyden, käyttöolosuhteet ja käyttäjän tarpeet huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa päästään nopeammin parempaan lopputulokseen.

Haluan lopuksi kiittää omaa perhettäni, että he ovat jaksaneet minua tämän projektin aikana.

Lähteet

Aaberg Dennis 2012: Generator set noise solutions: , [verkkodokumentti]
<<https://www.cumminspower.com/www/literature/technicalpapers/PT-7015-NoiseSolutions-en.pdf>> (ladattu 03.10.2012)

Cuergo 2014, [verkkodokumentti] <<http://ergo.human.cornell.edu/ahrula.html>> (luettu 13.11.2014)

Ergoshape 2014, [powerpoint tiedosto]
<<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/ergoshape/Documents/ergoshape.ppt>> (ladattu 14.11.2014)

Kettunen Ilkka 2001: Muodon palapeli, WS Bookwell Oy, Porvoo

Lamor 2013 [verkkodokumentti] <<http://www.lamor.com/fi/tietoa-meista/>> (Luettu 22.4.2013)

Laserco 2015, [verkkodokumentti]
<<http://www.laserco.fi/lasertiedostot/Lasermerkinta.pdf> pdf dokumentti> (ladattu 23.02.2015)

Launis Martti & Lehtelä Jouni 2011: Ergonomia, Tammerprint Oy, Tampere

LPP new generation 2012, [Powerpoint esitys]

Painting instructions 2012, Painting instructions 2012: [PDF dokumentti]

Product Reel 2013, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Valuatlas 2012, [verkkodokumentti]
<http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/vtp_mat_alumiinit.pdf> (ladattu 04.12.2012)

Varjonen Sami 2012, [Sähköposti], (lähetetty 02.10.2012)

Vienamo Teppo & Nykänen Sanna 2014, [verkkodokumentti]
<<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/159/223/Lämpömuovaus>> (Luettu 03.12.2014)

Virtanen Markku 2012, [Sähköposti], (lähetetty 02.10.2012)

Wikipedia 2013, [verkkodokumentti] <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Lamor>> (Luettu 22.4.2013)

Kuvalähteet

Kuva 13. Lamor Corporate Presentation [pdf dokumentti]

Kuva 14. Product Reel, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Kuva 15. Product Reel, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Kuva 16. Product Reel, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Kuva 17. Product Reel, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Kuva 18. Product Reel, Product reel in Finnish [PDF tiedosto]

Kuva 48. Polarteknik, käyttöliittymä ehdoitus

Kuva 54. Elobau,
<http://www.elobau.com/Operator_controls/Operate_&_control/Joysticks_and_multi-function_handles/Multi_axis_joysticks/largeimg/Produktbild_359_2_TAB1.jpg>