

Samuli Räisänen

## **Valmistusmenetelmien tuntemisen tuoma hyöty suunnittelussa**

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tutkinto: Muotoilija

Koulutusohjelma: Muotoilun ko

Opinnäytetyö

Päivämäärä: 10.04.2013

Tekijä(t) Otsikko	Samuli Räisänen Valmistusmenetelmien tuntemisen tuoma hyöty suunnittelussa
Sivumäärä Aika	54 sivua + 7 liitettä 10 huhtikuu 2013
Tutkinto	Muotoilija
Koulutusohjelma	Muotoilun koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tekstiilisuunnittelu
Ohjaaja(t)	Lehtori Tuomas Tiitinen Lehtori Juha Ainoa
<p>Opinnäytetyö on kahden lähtökohtaisesti erilaisen suunnitteluprosessin jatkumo ja oppimisprosessi. Lähtökohtana toimii keväällä 2012 yhteistyössä Cariitti Oy-nimisen valaisinalan yrityksen kanssa tehty innovaatioprojekti. Innovaatioprojektin lähtökohtana oli suunnitella Cariitti Oy:lle uudenlaisia valaisinideoita aiheena valo ja materiaali. Innovoidessaan opiskelijoiden ei tullut huomioida valmistettavuuden näkökulmaa. Prototyypin valmistusvaiheessa sekä valaisinkonseptin tultua myydyksi Cariitille oli selkeää, että idea olisi hyvin vaikea tuotteistaa. Tämä ohjasi tutkimaan erilaisia vaihtoehtoisia valmistusmenetelmiä valaisinkonseptille sekä yksinkertaistamaan sitä, jotta konsepti olisi tuotteistettavissa.</p> <p>Opinnäytetyössä on tutkittu erilaisia valmistusmenetelmiä kvalitatiivisen tapaustutkimuksen keinoin helpottamaan suunnittelua tulevaisuudessa materiaalien sekä valmistusmenetelmien tuntemuksen ollessa tärkeä osa suunnittelua. Mahdollisuuksien tuntemus antaa suunnitteluprosessille suunnan sekä tehostaa ideointia samalla rajaten kannattamattomia ratkaisuja ideoinnin ulkopuolelle.</p> <p>Opinnäytetyön suunnitteluosuus koostuu uusien valaisinideoiden suunnittelusta Cariitti Oy:lle kerättyä tietoa apuna käyttäen. Tämä johtaa Cariitin kiinnostumiseen uudesta valaisinideasta, josta valmistetaan myös prototyyppi. Uusien valaisinideoiden esittelyvaiheessa Cariitti Oy:n toimitusjohtaja Peter Ruokoselle valaisinkonseptit olivat mahdollisimman pitkälle vietyjä. Valmistusmenetelmän lisäksi on mietitty esimerkiksi mahdollisuutta käyttää Cariitti Oy:n omia valaisinkomponentteja, pakattavuutta/koottavuutta sekä valmistuskustannuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on ilmentää lukijalle ensimmäisen ja toisen suunnitteluprosessin lähtökohtien ja sujuvuuden erot. Tarkoituksena on myös avata erilaisien valmistusmenetelmien käyttömahdollisuuksia lukijalle mahdollisimman yksiselitteisessä muodossa.</p>	
Avainsanat	Tuotekehitys, Valaisin, Cariitti Oy, Valmistusmenetelmät



Author(s) Title	Samuli Räisänen Benefit of manufacturing method knowledge in designing
Number of Pages Date	53 pages + 7 appendices 10 April 2013
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Design
Specialisation option	Textile Design
Instructor(s)	Lecturer Tuomas Tiitinen Lecturer Juha Ainoa
<p>Thesis is a continuum and a learning process based on two principally different kind of design processes. Innovation project from 2012 in co-operation with Cariitti Ltd works as a starting point for the thesis. Assignment for the innovation project was to design new kind of lighting ideas with a subject of light + material. Students were not supposed to think about the manufacturability of their designs as they were innovating. As the prototype was being manufactured and the concept of Web-lamp was sold to Cariitti it was very clear that the concept would be hard to productize. This lead to seek and to research for another ways to manufacture the concept. At the end the concept is simplified for productization.</p> <p>Different kind of manufacturing methods are researched from the the aspect of qualitative case study. The results of the research are meant to help designing in the future as the knowledge of the materials and manufacturing methods are important parts of designing. Knowledge of the possibilities gives designing process a direction and intensifies the designing by delimiting the unprofitable ideas.</p> <p>Designing part of the thesis consists designing new lighting ideas for Cariitti Ltd by using the results of the research. This lead to Cariitti's interest towards a concept called Spike - a prototype is made. Concepts presented to Cariitti Ltd were as far driven as possible. Points like; the possibility to use Cariitti's own lighting components, packaging and manufacturing costs were taken into consideration.</p> <p>The purpose of the thesis is to express the benefit of the manufacturing knowledge and to teach about a few of the most common industrial manufacturing methods in an unambiguous form.</p>	
Keywords	Product development, Lamp, Cariitti Ltd, Manufacturing methods.

## Sisältö

<b>1. Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2. Tehtävänanto</b>	<b>2-5</b>
2.1 Rajaus	
2.2 Tutkimuskysymys	
2.3 Viitekehys	
2.4 Käsitteet	
<b>3. Innovaatioprojekti suunnittelun taustana</b>	<b>6-15</b>
3.1 Cariitti Oy	
3.2 Minä	
3.3 Minä ja Cariitti Oy	
3.4 Syntyneitä konsepteja	
3.5 Web-valaisimen prototyyppi	
3.6 Web-valaisimen valinta	
<b>4. Web-valaisimen tuotekehitys</b>	<b>15-29</b>
4.1 Vaihtoehtoiset valmistusmenetelmät	
4.2 Vaihtoehtojen esitys Cariitti Oy:lle	
4.3 Web-valaisimen yksinkertaistus	
4.4 Laserleikkaavien yritysten kartoitus	
4.5 Prototyypin toisen version rakentaminen	
<b>5. Valaisimien suunnitteluprosessi II</b>	<b>29-50</b>
5.1 Suunnittelun pää pilarit	
5.2 Cariitti Oy:n alihankkijoiden valmistusmahdollisuudet	
5.3 Valmistusmenetelmät	
5.4 Syntyneet konseptit	
5.5 Palaute konsepteista	
5.6 Valaisinkonsepti Spike	
5.7 Spiken prototyyppi	
<b>6. Yhteenveto</b>	<b>50-51</b>
Lähdeluettelo	52-54
Liitteet:	55-62
1. Webin kokoonpanokappale	
2. Webin kokoonpano	
3. Kuu-valaisin	
4. Kuu-valaisimen data sheet	
5. Spike-valaisimen variointi 1	
6. Spike-valaisimen variointi 2	
7. Spike-valaisimen variointi 3	
8. Spike-valaisimen variointi 4	

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö on kahden lähtökohtaisesti erilaisen suunnitteluprosessin välinen jatkumo. Suunnittelu toteutetaan valaisinkonseptien muodossa Cariitti Oy -nimiselle yritykselle. Lähtökohtana on innovaatioprojekti, jonka yhteydessä ei ole mietitty valmistettavuutta. Innovaatioprojektin lopputuloksena myydyn valaisinkonseptin kohtaamat tuotteistukselliset ja valmistettavuudelliset ongelmat suuntaavat katseen valmistettavuuteen ja valmistusmenetelmiin.

Valmistusmenetelmien sekä valmistettavuuden tutkimuksen myötä on toteutettu toinen suunnitteluprosessi. Suunnittelun päämääränä on ideoida valaisin, joka sopii niin asiakkaan tyyliin kuin valmistusmahdollisuuksiin ja on mahdollisimman vähällä vaivalla tuotantoon vietävissä.

Opinnäytetyö toimii oppaana osaan yleisistä teollisista valmistusmenetelmistä esittäen visuaalisia variaatioita valmistusmenetelmien mahdollisuuksista. Lukijalle on tarkoitus selventää valmistusmenetelmien tuntemuksen tuoma hyöty ja tehokkuus suunnittelussa.

Tavoitteena on suunnitella ensimmäisen suunnitteluprosessin myötä syntyneen valaisinkonseptin rinnalle toinen valaisin, joka on suunniteltu painottaen valmistettavuuden näkökulmaa.

”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty!”

## 2 Tehtävänanto

### 2.1 Rajaus

Ensimmäinen suunnitteluprosessi toimii taustana sekä lähtökohtana itse työlle, jonka vuoksi ensimmäisessä suunnitteluprosessissa kerrotaan itsestäni sekä työn kohteesta; Cariitti Oy:stä. Ensimmäistä suunnitteluprosessia ja sen lopputuloksen tuotekehitystä on avattu laajalti, koska sen tarkoituksena on kertoa konseptin kohtaamista ongelmista.

Työ painottuu tuotekehitykseen, valmistusmenetelmiin sekä itse tuotesuunnitteluun. Teollisen tuotekehityksen ollessa pitkä prosessi työn ulkopuolelle rajautuu tuotekehityksen loppuvaihe.

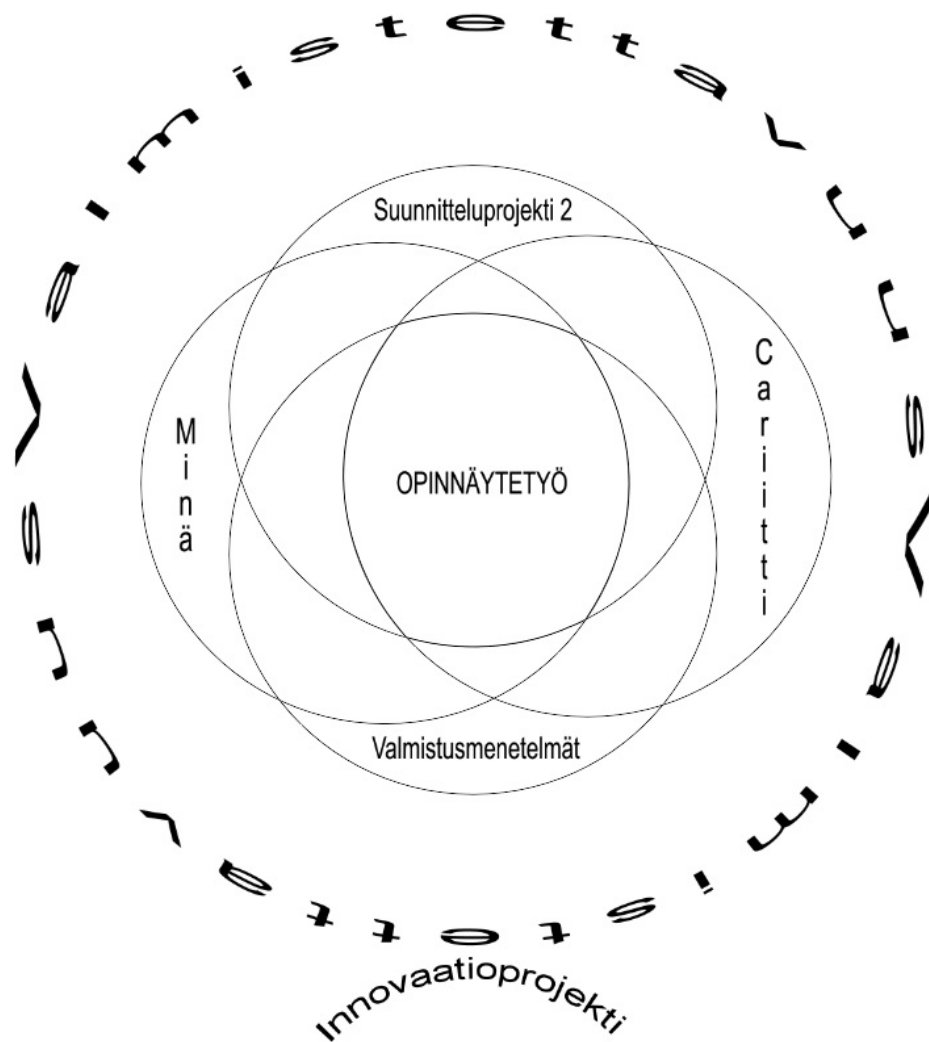
### 2.2 Tutkimuskysymys

Mitä hyötyä valmistusmenetelmien tuntemisesta on suunnitteluprosessissa?

Tutkimuskysymys pohjautuu valmistettavuuden huomioimiseen suunnitteluvaiheessa. Teen kokeellisen suunnitteluprosessin painottaen valmistettavuutta sekä valmistusmenetelmien tuntemusta. Tarkoitukseni on osoittaa valmistusmenetelmien tuntemisen hyöty suunnitteluprosessissa.

### 2.3 Viitekehys

Innovaatioprojekti toimii opinnäytetyön perustana sekä ohjaajana kohti valmistettavuutta, minkä sisällä opinnäytetyöprosessi tapahtuu. Lopputulokseen vaikuttavina tekijöinä toimivat minä, Cariitti Oy, valmistusmenetelmät sekä toinen suunnitteluprojekti.



Kuva 1. Viitekehys

## 2.4 Käsitteet

### **Akryyli (PMMA)**

Akryyli on muovimateriaali, joka tunnetaan yleisemmin nimellä pleksi. Akryyli on monikäyttöistä, sitä on mahdollista saada useissa eri muodossa sekä väreissä. Kirkas akryyli imitoi hyvin lasia, mutta naarmuuntuu helposti. (Vink, 2013a.)

### **Benchmarking**

Benchmarking on vertailevaa analysointia, jonka tarkoituksena on verrata omaa toimintaa muiden toimintaan tai tekemisiin. Analysointi voi koskea esimerkiksi laatua, tuottavuutta tai työprosessien tehokkuutta. Vertailun kohteeksi valitaan usein paras/toimivin mahdollinen. (Economic, 2013.)

### **Heat sink/Jäähdytys­siili/Jäähdytinripa**

Jäähdytys­siili on lämpöä hyvin johtavasta metallista tehty osa, jonka tarkoituksena on johtaa lämpöä pois sähköosista. Jäähdytys­siilin teho on suoraan verrannollinen osan pinta-alaan, koska pinta-alaan lisääntyessä jäähdytys tehostuu. (Wikipedia, 2013.)

Jäähdytys­siiliä käytetään led-komponenttien yhteydessä, koska ledit eivät säteile lämpöä, vaan lämpö on johdettava niistä pois, ettei ledin elinikä lyhenisi.

### **Konsepti**

Konseptilla tarkoitetaan hahmotelmaa tai luonnosta. Konsepti on usein ideatasolla, mutta siitä käy kuitenkin ilmi pääkohdat kuten materiaalit, muoto ja toiminta. (Kettunen 2001, 59.)

### **LED**

Sana led on lyhenne englanninkielien sanoista light, emitting ja diode. Led on valoa johtava puolijohdekomponentti. Tämä tarkoittaa sitä, että valo säteilee sähkövirran kulkiessa puolijohdekomponentin läpi. (LEDin, 2013.)

## **Lumen (lm)**

Lumenilla mitataan valonmäärää, joka kertoo valonlähteen valotehon. Valotehoa ei voida enää vertailla wattien perusteella, koska wattimäärä kertoo vain sähkönkulutuksesta. (Lampputieto, 2013a.)

## **Lux/luksi (lx)**

Luksi kuvaa valaistusvoimakkuutta valaistavalla pinnalla. Lukuun vaikuttaa esimerkiksi valonlähteen valovirta sekä etäisyys valaistavasta pinnasta. Luksi-yksikön mittauksessa käytetään lumeneita. Luksiarvo kertoo valaistusvoimakkuuden, jonka yksi lumeni antaa yhden neliömetrin alalle. (Lampputieto, 2013b.)

## **Polykarbonaatti (PC)**

Polykarbonaatti on monikäyttöinen muovimateriaali, jolla on erinomainen iskunkestävyys. Se soveltuu monenlaisiin käyttötarkoituksiin ja sitä on saatavissa monenlaisissa eri muodoissa. Kirkas polykarbonaatti imitoi hyvin lasia. (Vink, 2013b.)

## **Snap-liitos tai pika-/napsahdusliitos**

Napsahdusliitoksella tarkoitetaan liitosta, jossa kaksi kappaletta yhdistetään sisäkkäin kohdistuvien rakentein. Liitos vaatii materiaaliilta hetkellistä joustavuutta, jonka myötä materiaali palaa muotoonsa tai lähelle sitä asennuksen tapahduttua. (Kurri, Malén, Sandell, Virtanen 2002, 184.)

## **UPM Grada**

UPM Grada on muotoiltava vanerimateriaali, jonka perustana toimii liimakalvo, mikä mahdollistaa muovauksen vanerin valmistuksen jälkeen. Vanerimateriaalin muotoiluun käytetään muotopuristusta, jossa liimakalvorakenne lämmitetään ennen materiaalin muotoon puristusta. (UPM, 2013.)

### 3. Innovaatioprojekti suunnittelun taustana

Vuoden 2012 innovaatioprojektin opintokokonaisuus oli osa opintojamme. Projekti suoritettiin yhteistyössä Cariitti Oy:n kanssa. Opintokokonaisuuden pääasiallinen tavoite oli suunnitella erilaisia valaisinideoita Cariitti Oy:lle. Projektin alussa meille painotettiin, että meidän ei tulisi miettiä ideoidemme valmistusmenetelmiä/-mahdollisuuksia. Tarkoituksena oli siis innovoida mahdollisimman tehokkaasti ilman valmistuksen asettamia rajoitteita. Ennen yhteistyön alkua tutustuimme erilaisiin valaisumenetelmiin sekä materiaaleihin. Tämä antoi meille hyvin käsitystä alan tämänhetkisestä tilanteesta sekä mahdollisuuksista koskien niin materiaaleja kuin valonlähteitä.

Tavatessamme Cariitti Oy:n toimitusjohtaja Peter Ruokosen ensimmäistä kertaa saimme alustuksen projektille sekä hyvin tietoa niin Cariitti Oy:stä kuin heidän toiveistaan ja odotuksistaan projektilta. Tapaamisen yhteydessä pystyimme myös kysymään lisätietoja esimerkiksi Cariitin led-tekniikasta sekä valokuitujen käytöstä ja ominaisuuksista. Projektin suurimmaksi haasteeksi koin oman tyylini säilyttämisen täyttäen silti myös Cariitti Oy:n tyyllille ominaiset piirteet.

#### 3.1 Cariitti Oy

Cariitti Oy on kohta jo 40 vuotta valaisimien parissa toiminut yritys. Yritys aloitti nimellä Valaisinpaja, mutta muutti nimensä Cariitti Oy:ksi vuonna 1998. Yritys toimii nykyään Kirkkonummella. Cariitin tuotevalikoimaan kuuluvat esimerkiksi led-valaisimet sekä valokuiduilla toteutettavat valaisinratkaisut. Yritys keskittyy laadukkaisiin ja toimiviin tuote- ja palvelukonsepteihin. (Cariitti, 2013a.)

Cariitti Oy:ön tutustuttuani olin vaikuttunut heidän laajasta tarjonnastaan sekä innovatiivisesta lähestymistavasta valaistukseen. Cariitin tyyli on myös mielenkiintoinen, suurin osa heidän valaisimistaan on näyttäviä huomionkiinnittäjiä, jotka toimivat myös tehtävässään eli valaisemisessa. Valonlähde on harvoin nähtävillä, mikä tekee tuotteista yllätyksellisiä - valo on todellakin sijoitettu paikkaan johon sitä ennen led-tekniologiaa ei ollut mahdollista viedä. Cariitti Oy:llä on myös niin sanottuja hillitympiä valaisimia erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta mielestäni myös ne huokuvat omanlaista muiden tuotteiden kanssa linjassa olevaa tunnelmaa.



Yrityksen tuotevalikoima on laaja sekä eheä. Koen yrityksen kulkevan kohti pelkistelympää ilmettä, mikä on mielestäni nähtävissä yrityksen uusista valaisinmalleista. Led-tekniikan ekologisuus on myös positiivinen aspekti Cariitin toiminnassa – vaikka led-valaistus usein koetaankin kalliiksi, on se sähkönkulutuksen ja sen tuomien kulujen kannalta kannattavaa

”Valoa ei pelkästään näkemistä, mutta myös katsomista varten” (Ruokonen, 2012).



Kuva 2. Cariitti Oy:n valikoimaa (Cariitti, 2013b)

### 3.2 Minä

Opiskelun myötä olen oppinut hyvin paljon omasta suunnittelustani. Olen myös samalla huomannut, että se on kehitettävissä toimivammaksi kokonaisuudeksi. Samoin kuin kirjoittaminen, suunnittelu on tekniikan alaista toimintaa ja kuin esimerkiksi maalaus, on se osittain myös ”välineurheilua”. Hyvät muistiinpanot mieleen juolahtaneesta ideasta takaavat, että idea on myös jatkokehitettävissä ilman, että idean punainen lanka vaipuu unholaan. Avattuani mieleni suunnittelulle olen myös huomannut, että ajattelutapani on muuttunut ongelmien sivuuttavasta kohti osittain pakonomaista ongelmanratkaisua. Nykyään ideointi ei katso aikaa, ei paikkaa eikä turhauttavaa ponnistelua tietynlaisen mielialan saavuttamiseksi. Käytännöllisyys on osa-alue, joka ilmenee ajattelussani päivittäin. Tarkkailen ympäristöäni kriittisesti ja kiinnitän huomiota arjen ongelmakohtiin. Ongelmia kohdatessani ne jäävät mieleeni ja kehittelen ideoita ja ratkaisuja mieleissäni usein pitkään.

Koen muotoilun tärkeimmiksi näkökulmiksi niin ensivaikutelman kuin käyttökokemuksen. Muoto liikuttaa – se laittaa tarkkailemaan ja luo mielikuvia. Ensivaikutelma voi johtaa kokemukseen tai työntää kokemuksen luota. Eheä kokonaisuus on aistein koettuna balanssissa. Pelkkä ulkokuori tai positiivinen käyttökokemus ei riitä. Pyrin siis tasapainoon niin materiaalin ja muodon kuin käyttökokemuksen ja ensivaikutelman välillä.

Muotoilustani on löydettävissä kiinnostukseni luontoa kohtaan. Usein paperilla tai käsissä muovautuva muoto kulkeutuu alitajuntaisesti kasvi-/eläinmaailmaa kohti, vaikka se ei itselleni olisikaan tarkoituksenmukaista. Luonto auttaa myös itseäni ymmärtämään muotoilua, koska koen kauneimpien muotojen olevan luonnon muovaamia. Onhan luonto maailmankaikkeuden taitavin muotoilija, kaiken kulkiessa evoluution myötä kohti parasta mahdollista käytännöllisyyttä ja tehokkuutta. Oma tyylini on moderni, pelkistetty sekä osittain herkkä. En pyri asettautumaan tietynlaiseen kategoriaan, vaan pyrin ilmaisemaan itseäni tyyllisesti mahdollisimman puhtaasti ilman ulkoisia rasitteita. Käytän värejä harkitusti ja kohtuudella. Kontrastit ovat myös tärkeä osa omaa suunnitteluani. Valon ja varjojen luomien kontrastien kiinnostavuus on loogisesti ohjannut minut valaisimien pariin - käytän valaisimien suunnitteluun suuren osan myös vapaa-ajastani.

### 3.3 Minä ja Cariitti Oy

Vaikka koenkin Cariitti Oy:n tyylin mielenkiintoisena ja inspiroivana, on se kaukana omastani. Tämän vuoksi lähestyin ongelmaa tutustumalla Cariittiin mahdollisimman hyvin luomalla itselleni kuvan siitä mitä yritys haluaa ja mitä se näkee sopivaksi omaan valikoimaansa. Kävin läpi Cariitin tuotevalikoimaa ja mietin, että miten rikkoa rajaa tuoden tarjolle omaa näkemystäni ja tapaa ilmaista itseäni, yhdistettynä kuvittelemaani Cariitin ajattelumaailmaan.

Peter Ruokonen toivoi meiltä innovaatioprojektin puitteissa uudenlaista lähestymistapaa tekstiilialan ollessa Cariitille uutta valaistuksessa. Tämä vaikutti siihen, että halusin pitää mielessäni tekstiilin valaisinideoita tehdessäni.

Cariittiin tutustuttuani ja päämääriäni pohdittuani päätin valita kolme pääpilaria suunnitteluuni; valon ja varjon luomat rajapinnat, tekstiilin ja tekstiilinomaisten materiaalien luoman vaikutelman sekä yllätyksellisen valaistuksen. Nämä auttoivat minua asennoitumaan ideointiin, koska uskoin niiden olevan toimiva risteys itseni ja Cariitti Oy:n välillä. En siis suunnitellessani keskittynyt itsessään Cariittiin vaan valitsemaani alaan pilarien sisällä.

### 3.4 Syntyneitä konsepteja

Koin valaisinmallien innovoinnin Cariitti Oy:lle hyvin motivoivana ja niinpä ideoin kaiken kaikkiaan noin kaksikymmentä erilaista valaisinideaa. Toteutin suurimman osan ideoistani 3d-malli-tasolle asti käyttäen Solidworks-ohjelmaa.

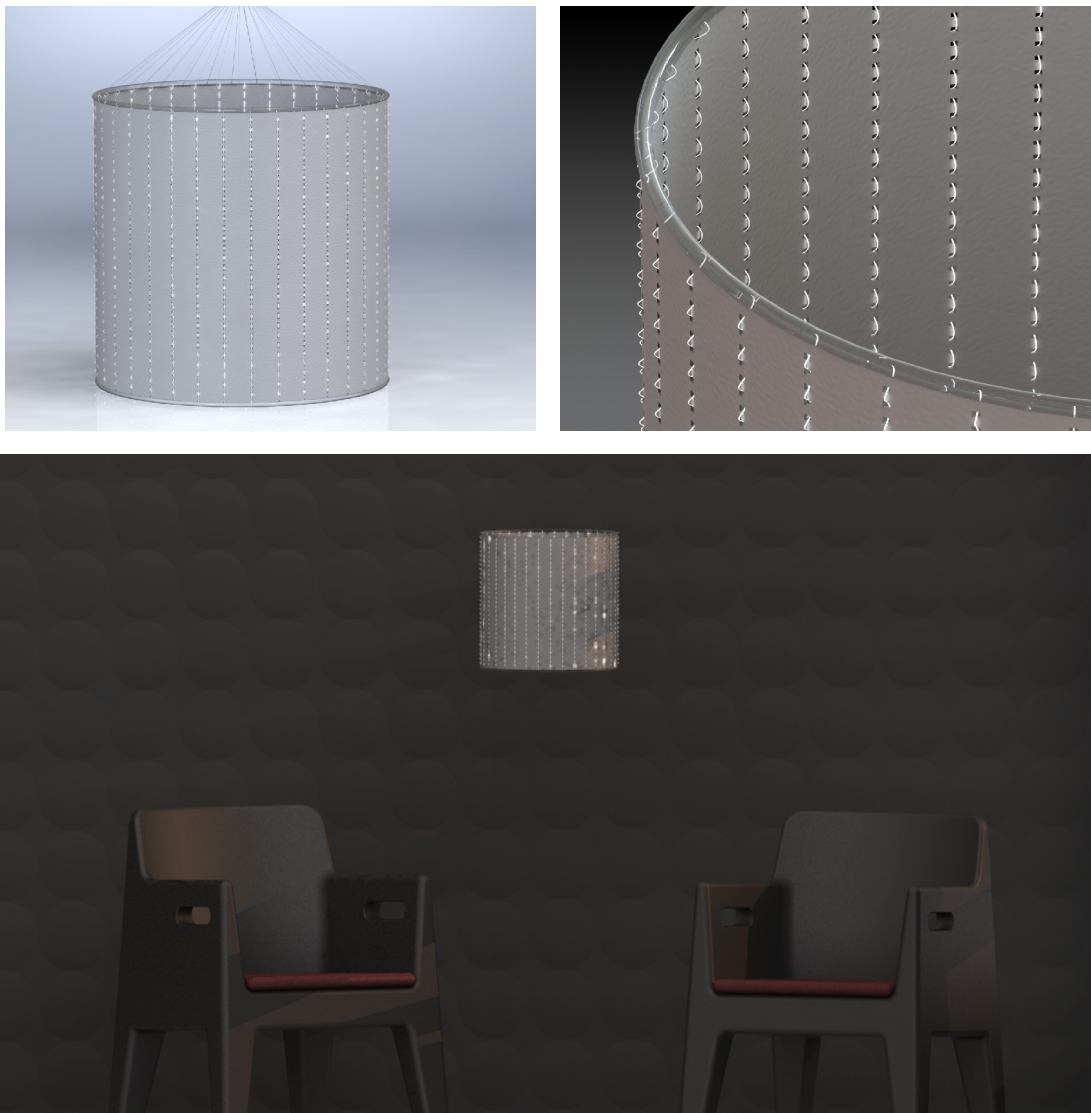
Saatuani innovointiprosessin valmiiksi karsin ideat kymmeneen, jotka päätin esitellä Cariitti Oy:lle, opettajilleni sekä kurssitovereilleni. Näistä kymmenestä ideasta esittelen kolme eniten huomiota saanutta, joita käytin myös suunnanantajina aloittaessani uutta suunnitteluprojektia.

## Halo

Halo on sisätilojen tunnelmavalaisin, jonka rakenne koostuu akryylikehikkoisesta puuvillavarjostimesta. Valokuitu välittää varjostimeen keveän ja yllätyksellisen valon.

Halo toimii niin pöytä- kuin kattovalaisimena.

Mitat: 500 mm (korkeus), 400 mm (halkaisija)



Kuva 3. Halo-valaisimen havainnekuvat.

## Dumbo

Dumbo on monikäyttöinen sisä- sekä ulkotilojen valaisin. Sen voi ripustaa katosta tai pitää pöydällä, se toimii myös ulkotiloissa esimerkiksi puutarhavalona. Dumbon valonlähteenä toimii tehokas led-nauha. Valaisimen kangasmateriaali on lämmönkestävää ja valittavissa käyttötarkoituksen mukaan.

Koko: 500 mm (pituus), 300 mm (korkeus), 300 mm (leveys)



Kuva 4. Dumbo-valaisimen havainnekuvat.



## Web

Web on akryylirakenteinen tunnelmavalo sisä- sekä ulkotiloihin. Valokuitu välittää valaisimeen tekstiilinomaisen valotekstuurin valon kulkiessa niin valokuituja kuin akryylirinkejä pitkin.

Koko:

Pieni: 300 mm (halkaisija), n. 125 mm (korkeus)

Iso: 900 mm (halkaisija), n. 375 mm (korkeus)



Kuva 5. Web-valaisimen havainnekuvat.

### 3.5 Web-valaisimen prototyyppi

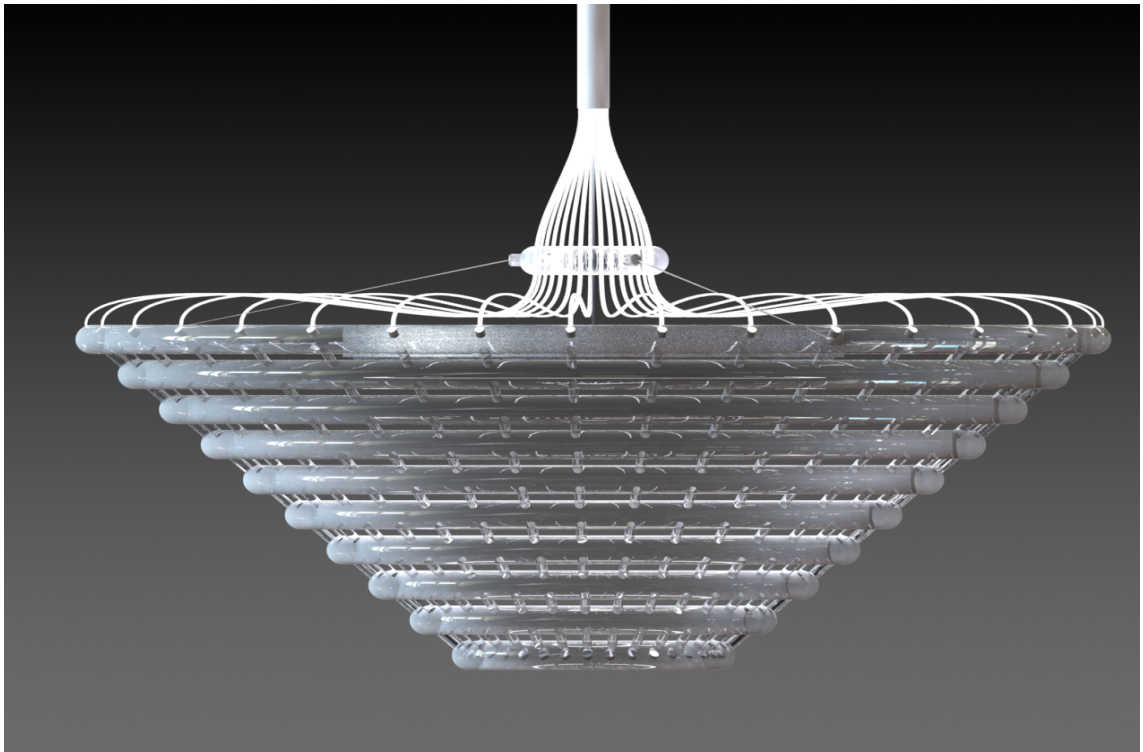
Esiteltyämme valaisinideamme Cariitti Oy:n toimitusjohtaja Peter Ruokoselle ja hänen käytyä materiaalit läpi saimme tietää, että Cariitti Oy haluaisi nähdä jokaiselta opiskelijalta yhden valaisinidean prototyypin muodossa. Omista ideoistani valikoitui edellä oleva idea nimeltä Web. Saatuani tietää Webin valinnasta tajusin, että kyseisen idean valmistus sekä tuotteistus tulee olemaan hyvin hankalaa sekä todennäköisesti myös hyvin kallista.

Aloin käydä valaisinta läpi osa osalta ja ideoimaan tarvittavia muutoksia, jotta se olisi mahdollista valmistaa. Pohdin samalla myös, että miten voisin valmistaa prototyypin niin, että se olisi mahdollisimman lähellä tuotantovalmistusta valaisinta.

Heti ensimmäisenä ongelmakohtana tuli vastaan valokuidun herkkyys. Valaisimessa on valokuitua, ja alkuperäisen idean mukaan valokuitu pitää valaisimen rakenteen kasassa. Tämä tarkoittaisi sitä, että valokuidun rakenteen rikkoutuminen olisi hyvin todennäköistä. Aloin siis pohtia, miten luoda niin sanottu vedonpoisto valokuitu-materiaalille. Toinen suuri ongelma oli akryyliringien valmistaminen niin, että ringeissä olisi 35 kappaletta 45 asteen kulmassa olevaa reikää. Prototyypin valmistusvaiheessa tämä onnistuisi käsityönä, mutta tuotantomallin valmistuksessa tämä vaatisi todennäköisesti viisiakselista cnc-jyrsintä tai laserleikkuria jossa on pyörivä pää.

Sain prototyypin valmistukseen ja kehitykseen paljon apua Metropolian Muotoilun koulutusohjelman studiomestarilta Oula-Heikki Rantaselta. Päätimme, että järkevin ratkaisu Webin valmistukseen on leikata akryyliringit laserleikkurilla, minkä jälkeen ringit pyöristetäisiin käyttäen käsijyrsintä sekä käsinhiontaa. Valokuitujen kestävyys taattaisiin tekemällä akryylirakenteesta yhtenäinen kappale käyttäen akryyliputkea. Ringien 45 asteen kulmassa olevat reiät tehtäisiin pystyporakoneella apuna käyttäen tätä varten rakennettua telinettä.

Prototyypin rakenteen löydyttyä päätin tehdä valaisimesta uuden 3d-mallin. Uutta 3d-mallia tehdessäni sain idean lisävalotehon tuomisesta valaisimeen erillisellä valonlähteellä - päätin esittää idean Peter Ruokoselle seuraavalla tapaamiskerrallamme. Tein valmiiksi erilaisia esityskuvia siitä missä valonlähde voisi sijaita ja mikä sen perusidea voisi olla. Ehdotukseni toisesta valonlähteestä oli himmennettävä led-komponentti, joka toisi valaisimeen tarpeeksi valotehoa esimerkiksi ruokapöydän päällä käytettäväksi. Himmennettävyyds-aspekti mahdollistaisi myös erilaisia käyttötarkoituksia, eikä sulkisi pois valaisimen tunnelmavalona käyttöä.



Kuva 6. Web-valaisimen kehityskuva.

Erilaisia lisävalo-vaihtoehtoja.

(Ehdotus Cariitti Oy:lle)

A:

Valonlähde ylhäällä ripustusputken päässä. Valokeila peittää koko valaisimen.

B:

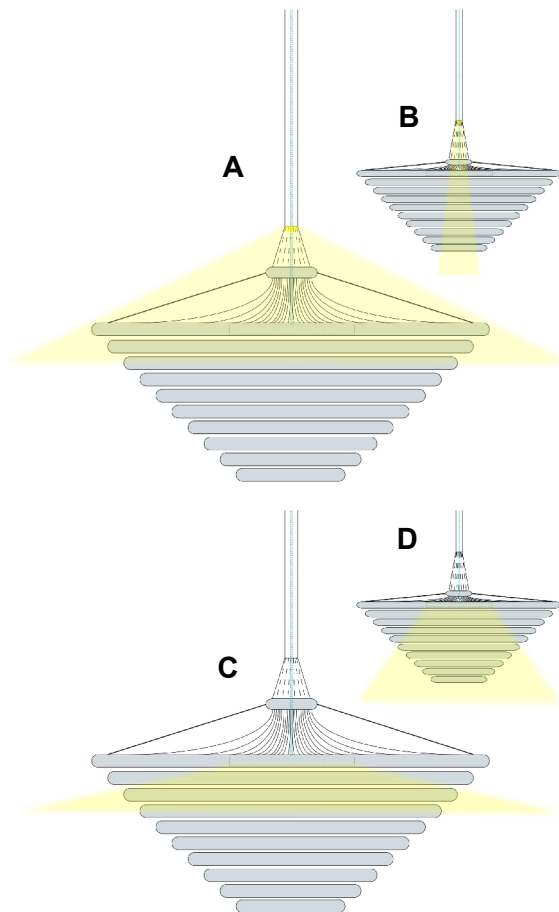
Valonlähde ylhäällä ripustusputken päässä. Valokeila on kapea ja toimii spotin kaltaisesti.

C:

Valonlähteenä toimii ylimpään akryyli-rinkiin kiinnitetty led-kiekkok. Valokeila levein mahdollinen.

D:

Valonlähteenä toimii ylimpään akryyli-rinkiin kiinnitetty led-kiekkok. Valokeila valaisee puolet akryyli-ringeistä.



Kuva 7. Valonlähde kokeiluja Web-valaisimelle.



Kävimme Peter Ruokosen kanssa ehdotukseni, ja kävi ilmi, että hän oli myös pohtinut kyseistä asiaa. Päädyimme vaihtoehtoon C (katso kuva 7.), joka mahdollistaisi Cariitti Oy:n valmiin Kuu-valaisimen käytön valonlähteenä. Kuu on 13,4 W led-kiekkoo, jolle tulisi oma radiolähtimellä toimiva katkaisija. Jätimme himmennettävyyden pois ja päädyimme lopputulokseen, jossa valaisimella olisi kaksi eri valaisuominaisuutta. Ensimmäisessä valokuituihin valon johtava led-projektori olisi päällä ja toisessa sekä led-projektori että led-kiekkoo olisivat päällä. Emme kokeneet himmennettävyyttä tarpeelliseksi, koska tällä ratkaisulla pääsisimme samaan lopputulokseen. Sovimme, että Cariitti Oy toimittaisi kaikki tarvitsemani sähköosat sekä kattokupin prototyyppiäni varten.

### 3.6 Web-valaisimen valinta

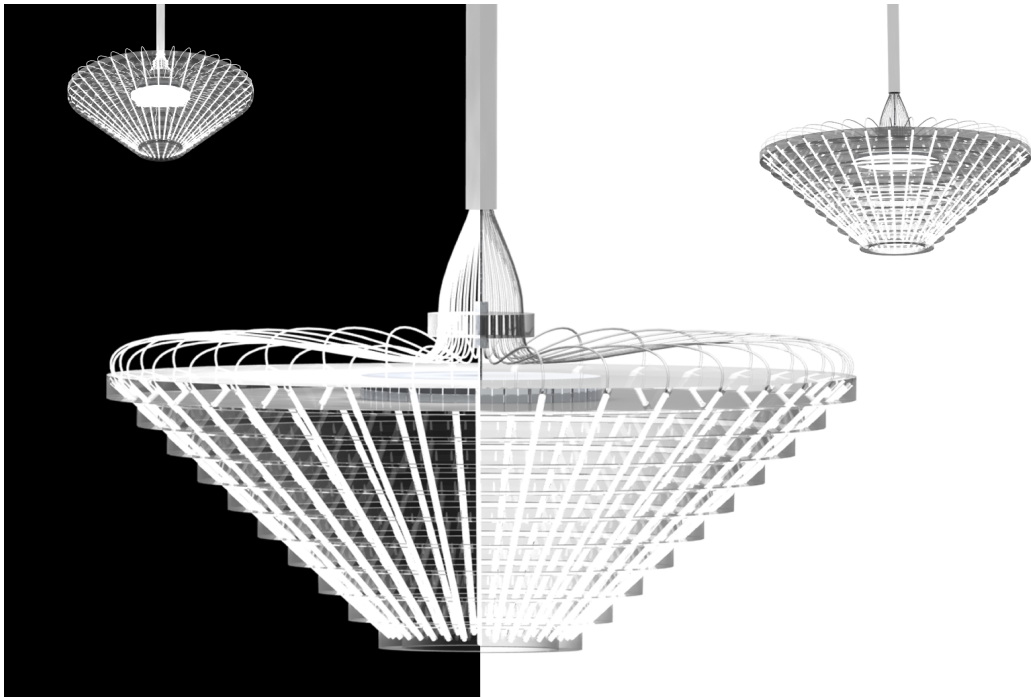
Esittelimme valaisinprotomme ja ideoidemme konseptoinnin Peter Ruokoselle 7.5.2012. Esitelmien päätyttyä Ruokonen kertoi Cariitti Oy:n valinnee neljä kaikista prototypoiduista valaisinkonsepteista – suunnittelemani Web oli yksi näistä. Tilaisuuden yhteydessä sovimme korvauksen tekemistämme prototyypeistä, jotka nyt menisivät Cariitti Oy:n jatkokehitettäväksi. Kirjoitin myöhemmin Cariitti Oy:n kanssa sopimuksen Web-valaisimesta, sopimuksen pohjana toimi Ornamon sopimus pohja.

## 4 Web-valaimen tuotekehitys

Tuotekehitys on tuotesuunnittelua, joka tuo teollisessa ympäristössä niin kaupallisen- ja valmistuksellisen näkökulman kuin myös teollisen muotoilun ja teknisen tuotekehityksen kommunikaatioon keskenään. Tuotekehitys on tärkeä osa yrityksen liiketoimintaa, siksi onkin hyvin tärkeää kuinka tuotekehitys yrityksessä hoidetaan. (Kettunen 2001, 46.)

Aloitimme Web-valaisimen tuotekehitysprosessin innovaatioprojektin ulkopuoleisena kokonaisuutena päämääränämme Web-valaisimen tuotteistaminen tuotantovalmiiksi. Cariitti Oy:n Peter Ruokonen esitti minulle heti prototyypin esiteltyäni idean Web-valaisimen yksinkertaistuksesta. Suurimman ajan prototyypin valmistuksesta vei akryylirinkien pyöritys, mikä olisi myös hankala tehdä teollisesti ilman kalliita valmistusmenetelmiä. Ruokonen ehdotti ideaa, jossa valaisimen kehät olisivatkin kulmikkaat, joka tekisi valaisimesta valmistuskustannuksellisesti kannattavamman ja myös helpomman valmistaa. Lupasin tehdä valaisimesta uuden kulmikkaan version ja

pohtia kyseistä vaihtoehtoa. Sovimme tapaavamme Cariitti Oy:n Kirkkonummen pisteessä 28.5., jolloin kävisimme tarkemmin läpi idean uutta ulkomuotoa.



Kuva 8. Uusi kulmikas versio Web-valaisimesta.

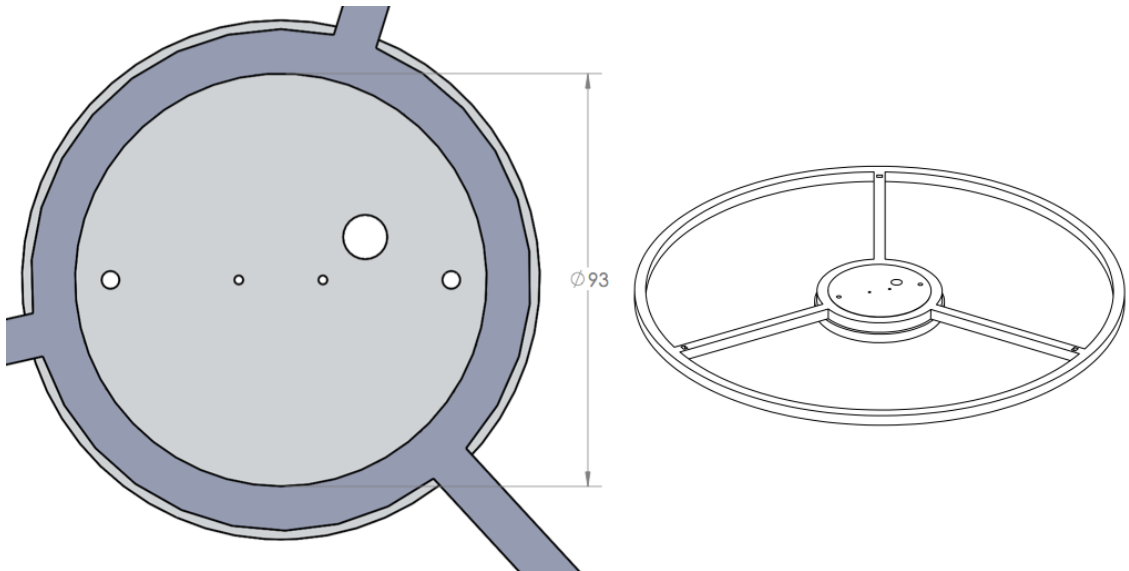
Kävimme prototyyppiä läpi Peter Ruokosen sekä Cariitti Oy:n Antti Braggen kanssa 28.5. ja ideoimme erilaisia vaihtoehtoja valaisimen valmistukseen. Yhtenä kehityskohdista toimi myös yhteinen mielipiteemme palloketjujen pois jättämisestä, joka edellyttäisi erilaista ripustusmenetelmää led-valonlähteelle sekä pienimmälle akryylikehälle. Uusi ripustus olisi toteutettavissa esimerkiksi vaijerimaisella ripustuksella, joka toimisi samalla myös led-kiekon virtapiuhana.

Valmistusmenetelmiä pohtiessamme totesimme, että toimivin valmistusmenetelmä olisi joko 5-akselinen cnc-jyrsintä tai laserleikkuun ja 5-akselisen cnc-jyrsinnän yhdistelmä. Muut valaisimen valmistuksessa toimivat valmistusmenetelmät, kuten ruiskupuristus, tulisivat todella kalliiksi. Tämä edellyttäisi suuria tuotantoeriä, joista ei ollut takeita. Cariitti Oy valmistuttaa osia käyttämällä cnc-jyrsintää sekä laserleikkuuta, joten Peter Ruokonen lupasi kysyä alihankkijoiltaan tarjousta leikattaville kappaleille.

Kävimme läpi Web-valaisimen uutta kulmikasta versiota, jonka koimme myös ulkomuodollisesti alkuperäistä toimivammaksi. Valokuidun sulava ja pehmeälinjainen liike loi mielenkiintoisen kontrastin kulmikkaan akryylin kanssa. Valaisimen pelkistetty ilme sopisi myös paremmin Cariitti Oy:n muiden tuotteiden rinnalle.

Otin puheeksi valaisimen koon, jonka olin alunperin miettinyt olevan ulkohalkaisijaltaan pienessä mallissa 310 mm ja isossa mallissa 900 mm. Peter Ruukonen oli halukas pienentämään isoa mallia, koska halkaisijaltaan noin metrin kokoisesta valaisimesta tulisi tällöin jo hyvin painava sekä valokuitujen määrä nousisi myös hyvin suureksi. Iso koko rajoittaisi myös valaisimen myyntiä niin korkean hinnan kuin sen vaikean tilaan sijoittamisen vuoksi. Päädyimme lopulta kolmeen kokoon, jotka olisivat ulkohalkaisijaltaan 310 mm, 442 mm sekä 664 mm. Valaisimet skaalautuisivat myös akryylikehien sekä valokuitujen määrässä, mutta akryylikehien läpileikkaus (10 mm x 10 mm) pysyisi samana.

Ruukosella oli idea Kuu-valonlähteen liitokseen valaisimessa. Ylin akryylirinki leikattaisiin omaksi kappaleenaan niin, että sen keskelle jäisi paikka, johon valonlähde olisi kiinnitettävissä (Katso kuva 9). Muut akryylikehät olisivat edelleen leikattavissa sisäkkäin, jolloin materiaalihävikki on vähäinen.



Kuva 9. Kuu-valaisimen kiinnitys Web-valaisimen ylimpään akryylirinkiin.

Tein tapaamisen jälkeen 3d-mallit kolmesta eri valaisinkoosta sekä mallien akryylikehien dwg-leikkuutiedostot, jotka välitin Peter Ruukoselle tarjouspyyntöjen lähetyksestä varten. Tarjouspyyntöjen pohjalta kävi ilmi, että kappaleiden valmistus tulisivat olemaan huomattavasti oletettua hankalampaa sekä kustannukset nousisivat huomattavasti korkeammiksi. Ongelmaksi muodostui 45 asteen kulmassa olevat reiät, joiden tekemiseen tiesimme tarvitsevamme moniakselista jyrsintää. Kappaleita ei olisi mahdollista valmistaa pelkällä jyrsinnällä, koska sisäkkäin olevat ringit pääsisivät liikkumaan irrottuaan levystä, eikä jyrsimen imu riittäisi pitämään niitä paikoillaan.

Tämän vuoksi levyyn tulisi ensin jyrsiä 45 asteen kulmassa olevat reiät, minkä jälkeen ringit laserleikattaisiin irti.

Saamamme vastauksen hinnat prototyypin osien valmistuksesta kertoivat meille, että tällä menetelmällä valmistettuna jo valaisimen pienimmän mallin myyntihinta nousisi kohtuuttoman korkeaksi. Halusin kuitenkin tutkia valaisimen valmistusmahdollisuuksia ja täten ehdotin Peter Ruokoselle, että tutkisin erilaisia valmistusmenetelmiä osana opinnäytetyötäni sekä haastattelisin asiantuntijoita tavoitteenani löytää uusi valmistusmenetelmä valaisimelle. Tämä sopi Ruokoselle ja sovimme, että palaan asiaan tutkimukseni edistyessä.

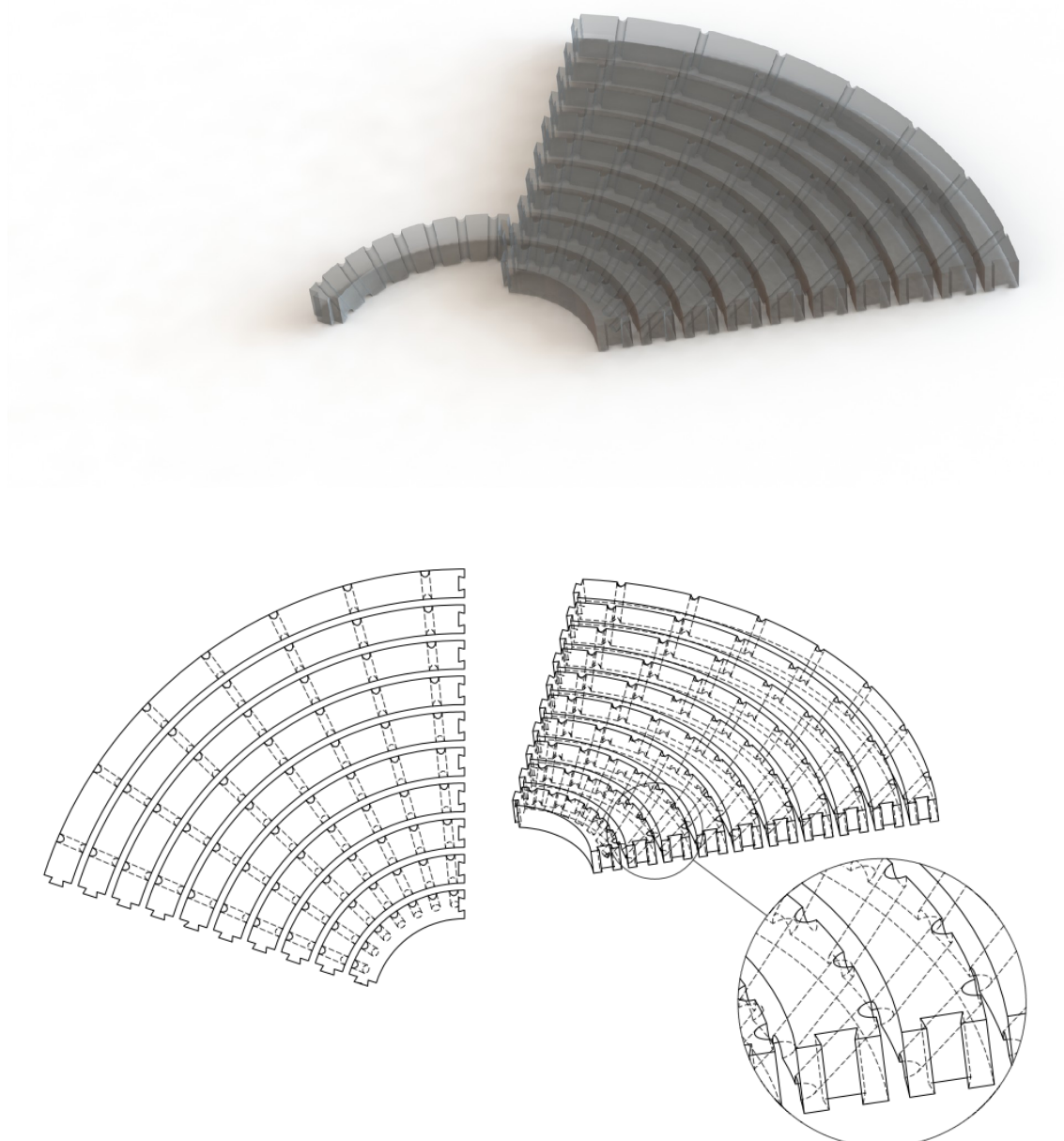
#### 4.1 Vaihtoehtoiset valmistusmenetelmät

Pyysin konsultointiapua valmistusmenetelmiin esimiehiltäni Risto sekä Petri Melajalta. He ovat muovialan ammattilaisia Melaja Oy:n toimittua rotaatiovalun parissa 1990-vuodesta lähtien. Kokoonnuimme 20.11. keskustelemaan asiasta.

Keskustelussa nousi esille neljä erilaista valmistusmenetelmä-vaihtoehtoa: akryylirinkien ruiskupuristus rinkien viidennesosina, laserleikkaus pyörivällä leikkuupäällä, kohtisuora laserleikkaus + snap-liitoksien laserleikkaus 45 asteen kulmassa sekä yksinkertaistus kaksi akselista laserleikkuria varten. Kävimme läpi myös useita muita ideoita, mutta koimme neljä edellä mainittua varteenotettavimmiksi vaihtoehtoiksi. Valmistusmenetelmiä selventääkseni esitän valmistusmenetelmät kuvin.

## Akryyliringien ruiskupuristus ringin 1/5 osina

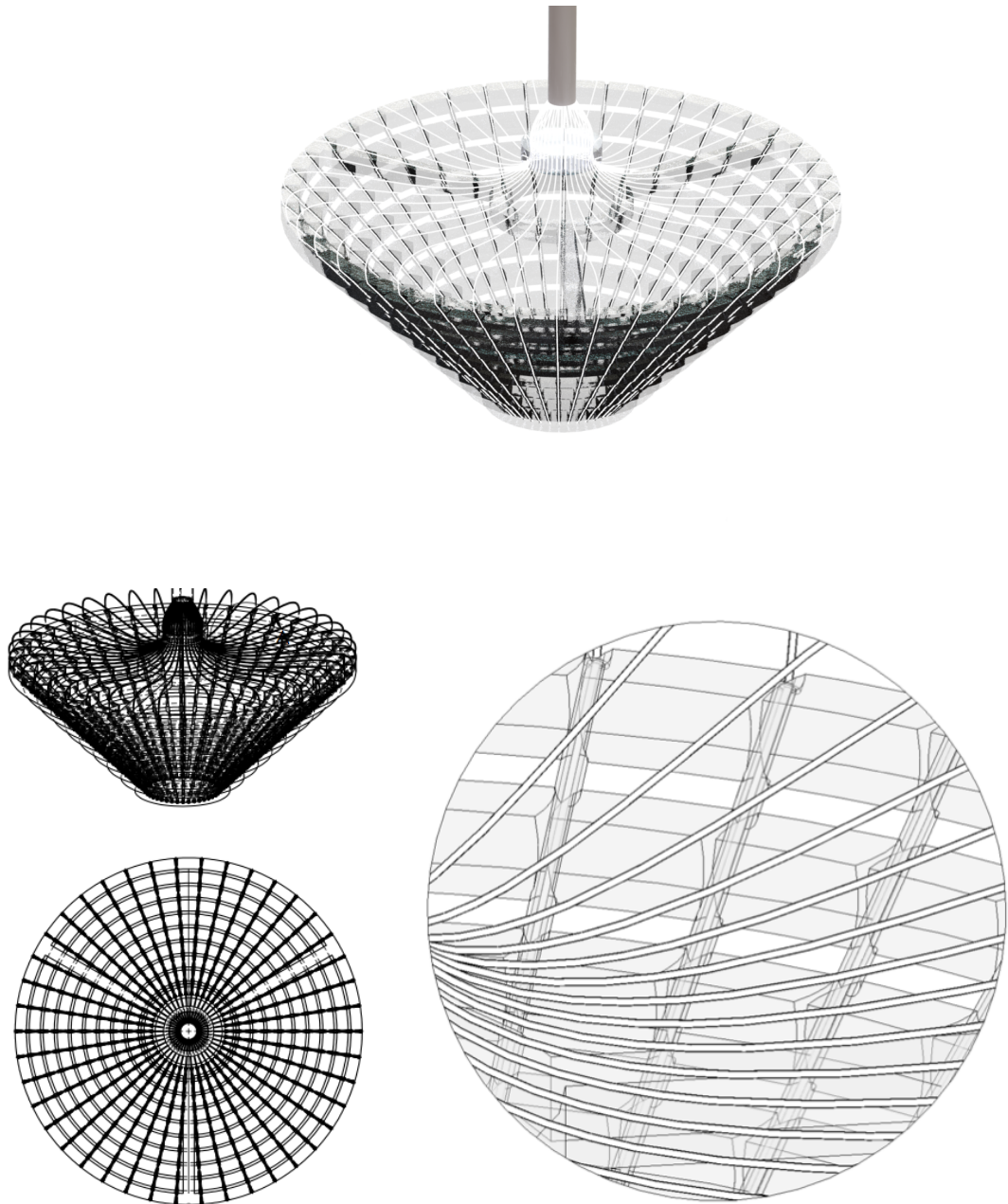
Valmistusmenetelmä mahdollistaa nopean tuotannon, mutta edellyttää suuret alkuinvestoinnit. Akryyliringit on jaettu viiteen osaan, jotta muottikustannukset pysyisivät mahdollisimman matalina. Tämän vuoksi akryyliringit on koottava kokonaisuksi ringeiksi viidestä kappaleesta. Ringit liittyvät kiinni toisiinsa palapelimäisin liitoksin.



Kuva 10. Akryyliringien ruiskupuristus ringin 1/5osina.

### Kohtisuora laserleikkaus + 45 asteen snapit

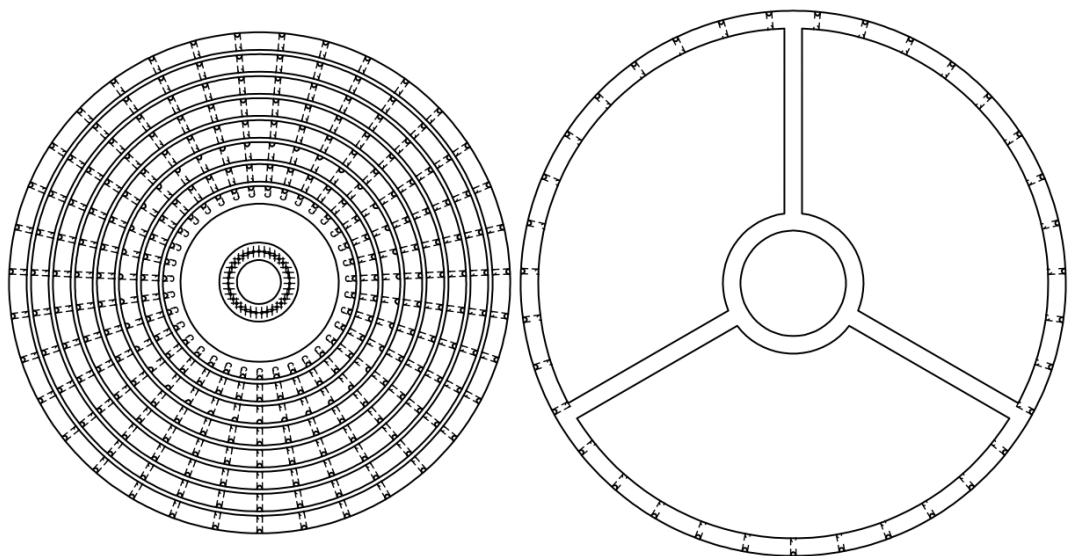
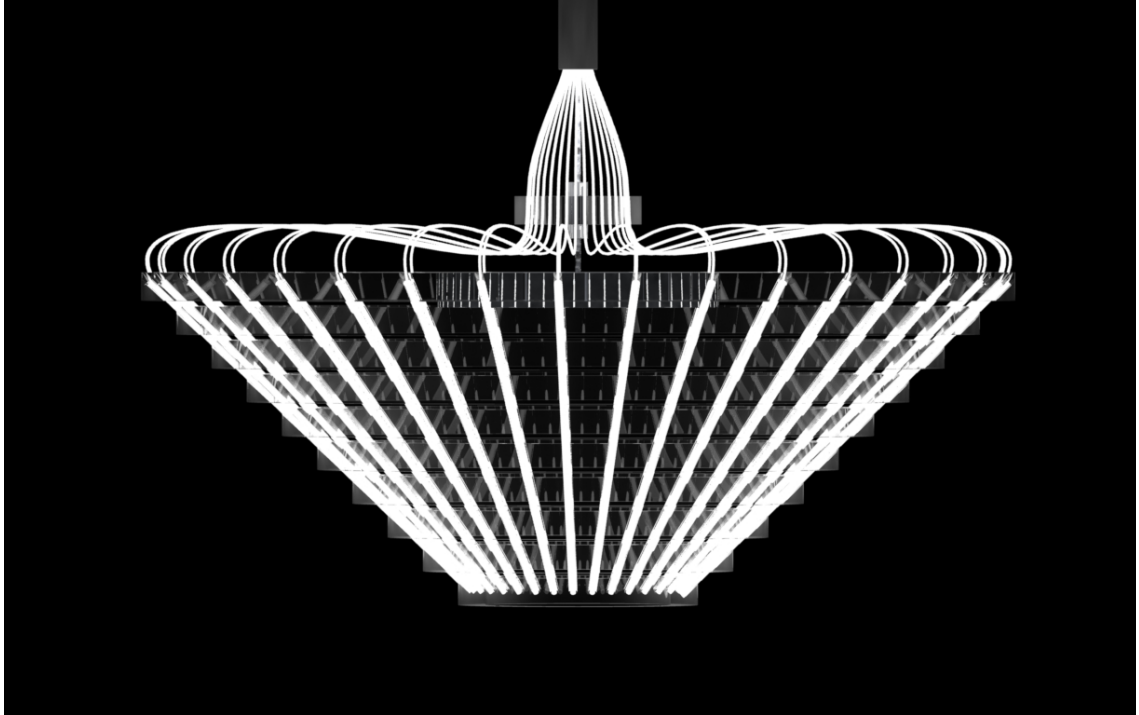
Valmistusmenetelmä vaatii pyöriväpäisen laserleikkurin. Tämä tarkoittaa, että laserleikkurin leikkuuosa pystyy leikkaamaan materiaalia erilaisissa kulmissa. Menetelmä mahdollistaa pika- eli snap-liitoksien teon. Snap-liitokset kyseisessä rakenteessa nopeuttaisivat rakenteen kokoamista huomattavasti ja samalla säästyttäisiin mahdollisesti erilaisilta liimaliitoksilta.



Kuva 11. Kohtisuora laserleikkaus + 45 asteen snapit.

## Laserleikkaus pyörivällä leikkuupäällä

Valmistusmenetelmä vastaa alkuperäistä valmistusmenetelmää, mutta cnc-jyrsinnän ja laserleikkuun kombinaation sijaan valmistus on toteutettu käyttämällä pelkästään laserleikkuuta. Lopputulos on vastaava kuin alkuperäinen suunnitelma.

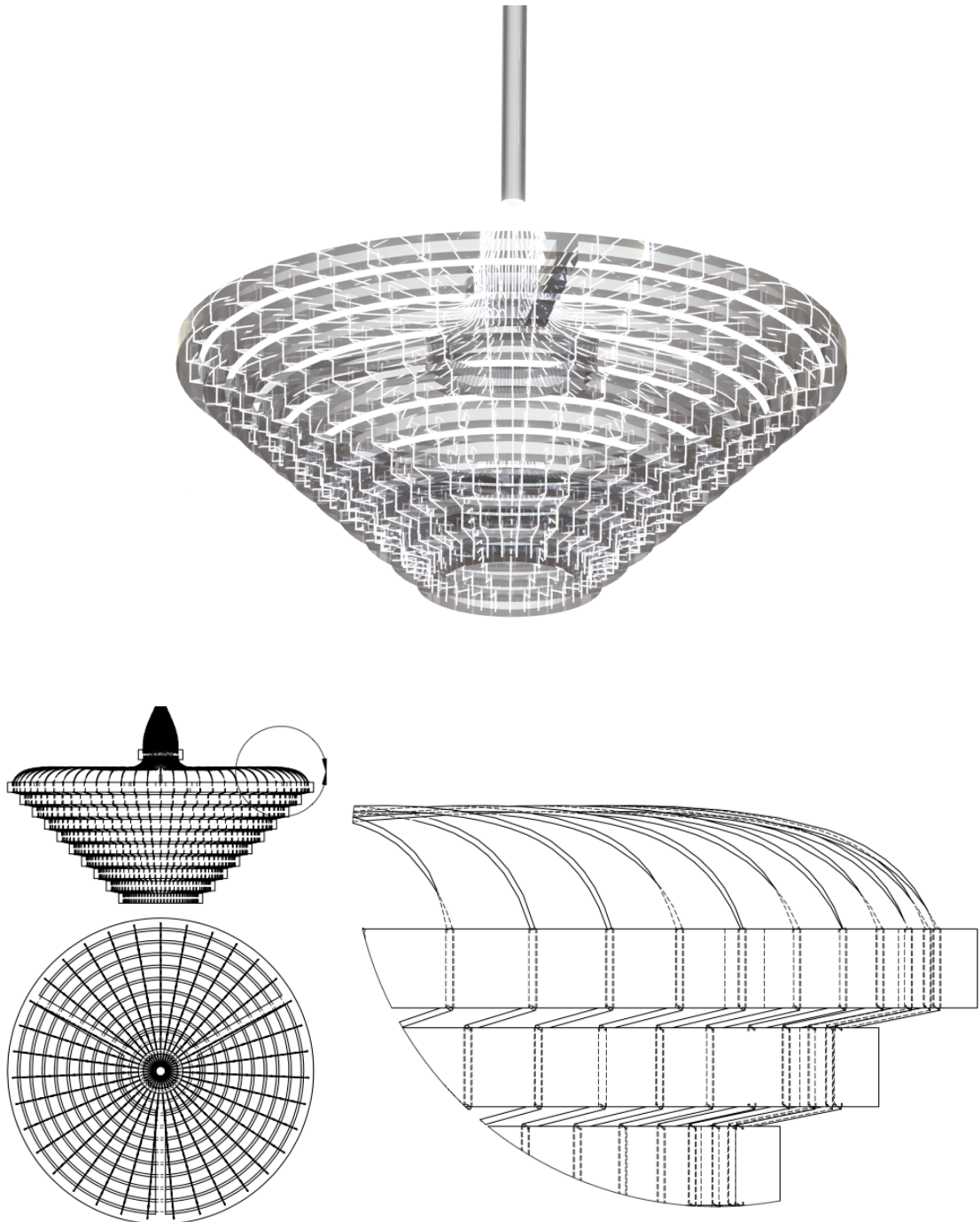


Kuva 12. Laserleikkaus pyörivällä leikkuupäällä.



### Yksinkertaistus laserleikkuria varten

Ideana on leikata reiät valokuitua varten kohtisuoraan akryylirinkien keskelle. Tämä tekisi valmistuksesta kustannustehokkaampaa eikä valmistus vaatisi erikoislaitteistoa. Valmistusmenetelmän heikkoutena ovat sen valokuidun muodostamat jyrkät mutkat, jotka voivat vahingoittaa valokuidun rakennetta.



Kuva 13. Yksinkertaistus laserleikkuria varten.



Taulukko 1. Vaihtoehtoiset valmistusmenetelmät.

<u>Valmistusmenetelmä</u>	<u>Vahvuudet</u>	<u>Heikkoudet</u>	<u>Kustannustehokkuus/kannattavuus (järjestysluku)</u>
Akryylirinkien ruiskupuristus 1/5 osina	-Halpa yksikköhinta (ilman muotti-investointia) -Nopea tuotantomenetelmä	-Korkea alkuinvestointi → vaatii suuria tuotantoeriä → riskit  -Liitoksien näkyvyys	<b>4.</b>
Kohtisuora laserleikkaus + snap-liitoksien laserleikkaus 45-asteen kulmassa	-Ei alkuinvestointeja -Helppous → helpottaa ja nopeuttaa kokoonpanoa  -Mahdollistaa pienet tuotantoerät	-Korkea yksikköhinta -Valmistajan löytäminen -Snap-liitoksien näkyvyys	<b>3.</b>
Laserleikkaus pyörivällä leikkuupäällä	-Ei alkuinvestointeja -Helppous → helpottaa kokoonpanoa  -Ideaan ilmentyminen -Mahdollistaa pienet tuotantoerät	-Korkea yksikköhinta -Valmistajan löytäminen	<b>2.</b>
Yksinkertaistus laserleikkuria varten	-Ei alkuinvestointeja -Hinta -Mahdollistaa pienet tuotantoerät -Alihankkija helppo löytää	-Riski valokuiturakenteen rikkoutumisesta  -Yksinkertaistamisen tuomat kompromissit ulkomuodossa	<b>1.</b>

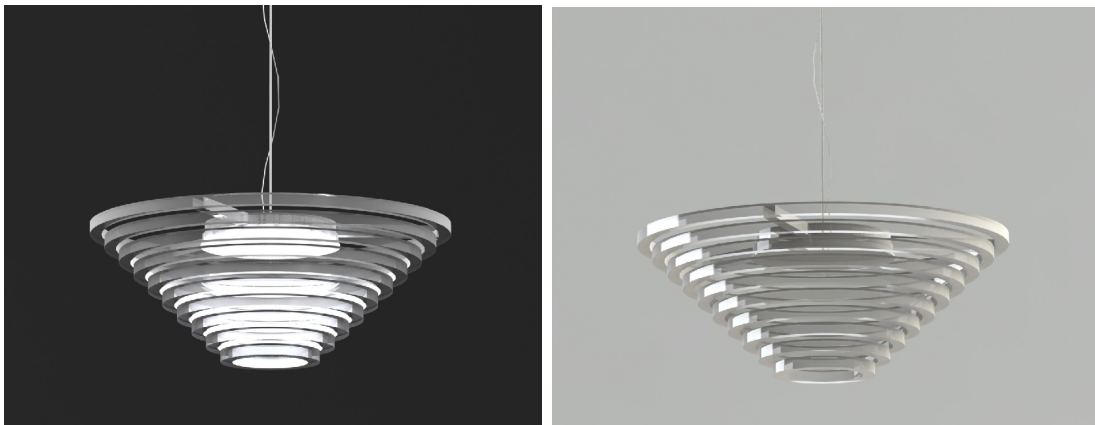
## 4.2 Vaihtoehtojen esitys Cariitti Oy:lle

Tapasimme Peter Ruokosen kanssa Kirkkonummella 14.01.2013. Tapaamisen tarkoituksena oli Web-valaisimen vaihtoehtoisten valmistusmenetelmien läpikäynti. Esitin ideani kannattavuusjärjestyksessä päättäen kustannustehokkaimpaan eli valaisinmallin yksinkertaistukseen. Valmistusmenetelmiä läpikäydessä kävi ilmi, että pelkäämäni ongelma valokuidun rakenteen kestävydestä kävi toteen. Valokuidun rakenne kestäisi 5 mm taivutussäteen ja suunnitelmani vaatisi valokuidulta 1,25 mm taivutussädettä.

Tulimme kuitenkin yhteisesti lopputulokseen, että valaisinta tulee yksinkertaistaa valaisimen tuotantoonviennin mahdollistamiseksi.

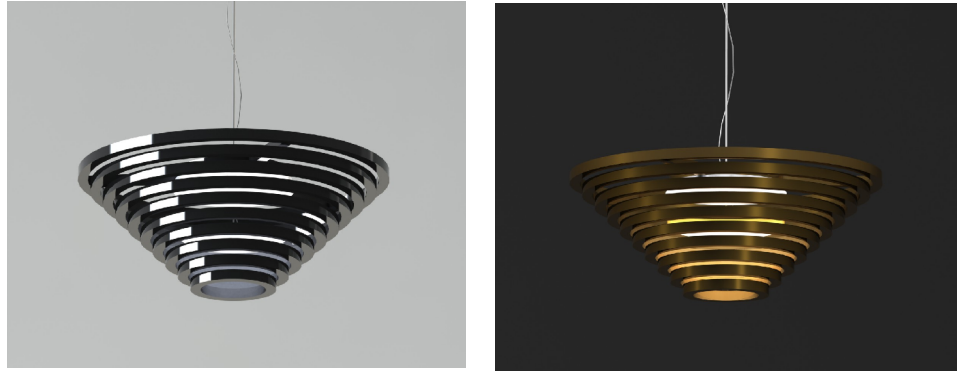
## 4.3 Web-valaisimen yksinkertaistus

Peter Ruokonen esitti idean valokuidun poisjättämisestä ensimmäisestä valaisinversiosta. Tämä muuttaisi valaisimen ulkomuotoa huomattavasti, mutta koska alkuperäisidean mukaisen valaisimen tuotteistus tuntui päätyvän umpikujaan, koin idean kokeilemisen arvoiseksi. Korkeiden valmistuskustannuksien myötä valokuituversion myyntihinta olisi noussut hyvin korkeaksi, ja tätä en olisi halunnut. En koe Web-valaisinta niin sanotuksi pienen ihmisjoukon ulottuvissa olevaksi ylellisyys-tuotteeksi, vaan visioin sen ennemminkin useisiin erilaisiin tilaratkaisuihin sopivaksi moderniksi huomionkiinnittäjäksi. Sovimme Ruokosen kanssa, että teen Web-valaisimen eri koista uudet 3d-mallit havaintokuvineen hänen etsiessä prototyypille laserleikkaajan. Laserleikkausta on käsitelty tarkemmin kappaleessa 5.3.



Kuva 14. Web-valaisin ilman valokuitua.

Tarkoituksena ei ollut kuitenkaan jättää valokuitua lopullisesti valaisimesta, vaan sopivan valmistusmenetelmän tai valmistajan löytyessä asia otettaisiin esille uudestaan. Puhuimme myös valaisimen varioinnista eri väreillä ja materiaaleilla, sekä totesimme, että valokuiduton versio mahdollistaa myös valaisimen kokoonpainumisen pakkaamisvaiheessa vaikuttaen näin positiivisesti logistiikka- sekä varastointikysymyksiin.



Kuva 15. Yksinkertaistetun Web-valaisimen väri variaatioita.

Leikkaus- ja havaintokuvat Peter Ruokoselle toimitettuani sain kuulla, että Cariitti Oy:n alihankkijalle ei ollut mahdollista tehdä laserleikkausta 10 mm akryylille. Sovimme täten, että kartoitan alalla toimivia yrityksiä kysyen tarjouspyyntöä.

#### 4.4 Laserleikkausta tekevien yritysten kartoitus

Yritysten kartoittamiseen käytin suomenyritykset.fi-sivustoa. Päätin myös lähettää tarjouspyynnön mahdollisimman moneen yritykseen saadakseni useita eri vastauksia sekä nähdäkseni hintojen hajautuman.

Pyysin tarjouspyyntöä seuraavista kahdeksasta yrityksestä: Lasec, Jetmasters, Veslatec, Prolaser, Suomen vesileikkaus, Tunkua Oy, Lasercenter ja Merocap. Sain vastauksen tarjouspyyntöön vain kolmesta yrityksestä. Kahdesta yrityksestä ilmoitettiin, että heidän koneistollansa leikkaus ei onnistu.

Taulukko 2. Web-valaisimen 310 mm-koon laserleikkaun vertailu.

<b>Yritys:</b>	<b>1 kpl</b>	<b>10 kpl erä (hinta per. kpl)</b>
Suomen vesileikkaus	286e + alv. (sisältää materiaalin)	264e + alv. (sisältää materiaalin)
Prolaser	72,93 e + alv. (ei sisällä materiaalia)	30,68 e + alv. (ei sisällä materiaalia)

Peter Ruokonen oli tilannut erän 10 mm paksua akryylilevyä, jonka alv. 0 neliöhinta oli noin 51 euroa. Prolaserille tulisi toimittaa 1000 mm x 400 mm kappale akryylilevyä leikkausta varten, jolloin materiaalin hinnaksi tulisi noin 20,4 euroa.

Alv. 0% yksikköhinnat materiaaleineen Prolaserilla olisivat siis noin 94,3 euroa ja 51,10 euroa.

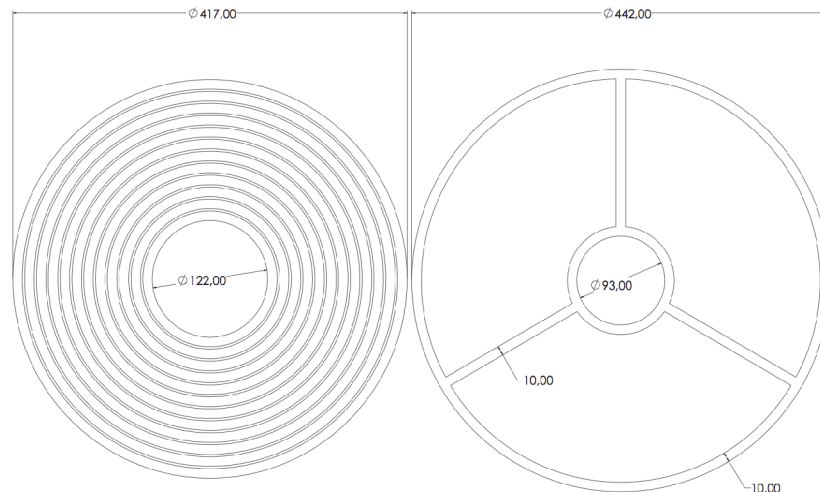
Taulukko 3. Web-valaisimen 442 mm-koon laserleikkuun vertailu.

<b>Yritys:</b>	<b>1 kpl</b>	<b>10 kpl erä (hinta per. kpl)</b>
Lasec	170 e + alv. (sisältää materiaalin)	n. 100 e + alv. (sisältää materiaalin)
Prolaser	95,49 e + alv. (ei sisällä materiaalia)	54,99 e + alv. (ei sisällä materiaalia)

Prolaserille pitäisi toimittaa 0,57 neliömetrin ala akryylilevyä per leikkuu, jolloin materiaalin hinnaksi tulisi noin 29 euroa alv. 0.

Alv. 0% yksikköhinnat materiaaleineen Prolaserilla olisivat siis noin 124,5 euroa ja 84 euroa.

Vaikka Prolaser oli vaihtoehtona hieman edullisempi, päätimme silti teettää prototyypin akryyliosat Lasecilla, koska heillä oli materiaalia valmiina ja heidän toimitusaikansa oli vain viikon. Tilasimme laserleikkuun Lasecilta 27.02.2013.

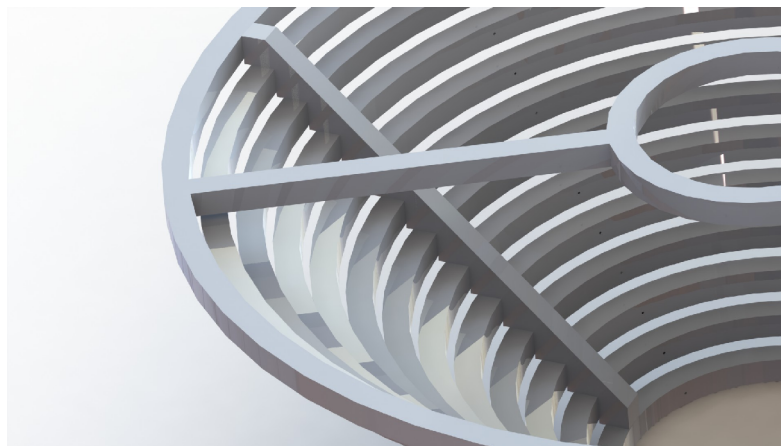


Kuva 16. Lasecille lähetetty laserleikkuukuva.

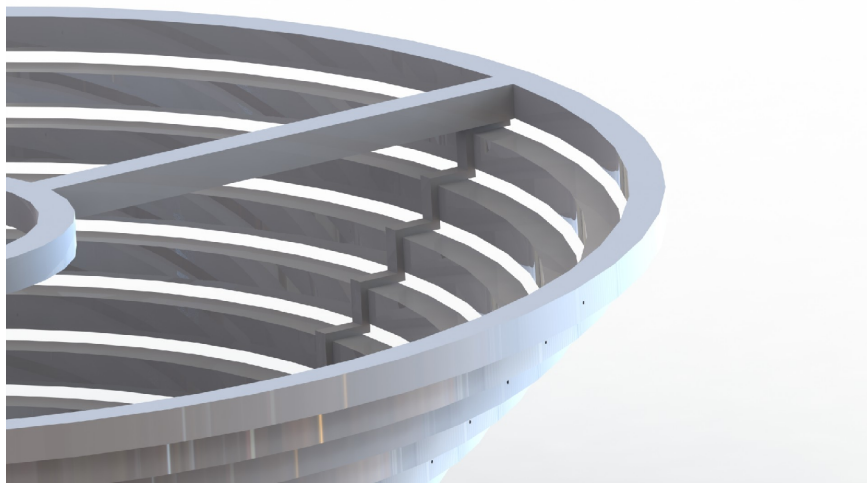
Laseilla valmistetut osat saapuivat Cariitille 05.03.2013. Aloimme Peter Ruokosen kanssa pohtia sähköpostitse erilaisia kokoonpanomenetelmiä valaisimen arkyyliosille.

#### 4.5 Prototyypin toisen version rakentaminen

Peter Ruukonen ehdotti, että jätämme kokoonpainuvuuden pois valaisimen varjostinrakenteesta ja tekisimme rakenteesta yhtenevän rinkiä väliin liimattavan porrasmaisen akryylikappaleen avulla. Kappaleita tulisi kolme per valaisin ja kappaleet helpottaisivat ja nopeuttaisivat varjostimen kokoonpanoa. Tein kappaleesta kaksi erilaista versiota, joista jälkimmäisen päätimme teettää Lasecilla prototyyppiä varten. (Katso kuva 18.)

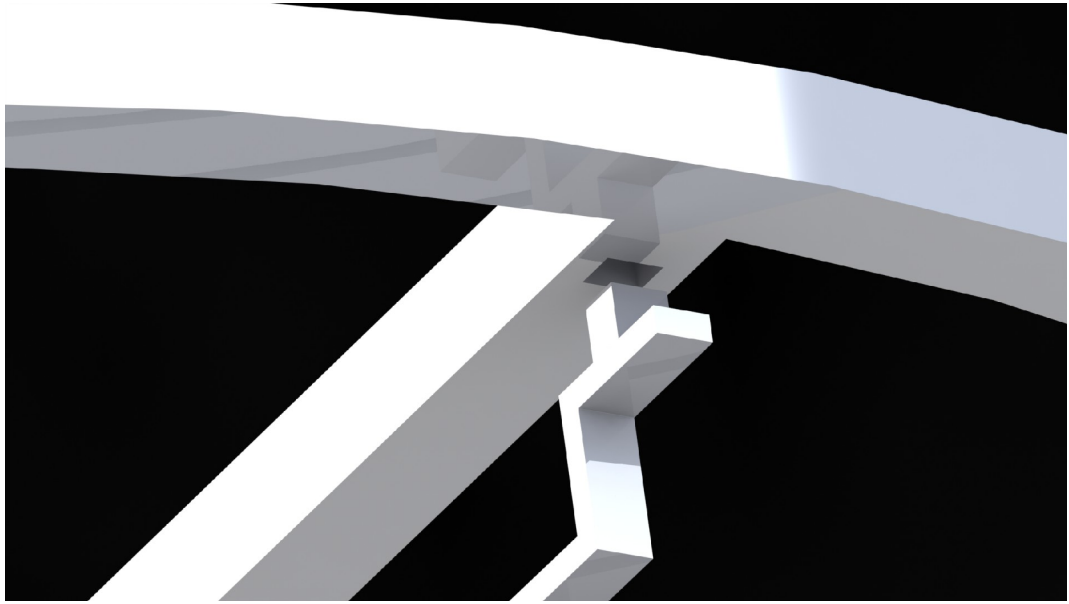


Kuva 17. Ensimmäinen versio Webin kokoonpanokappaleesta.

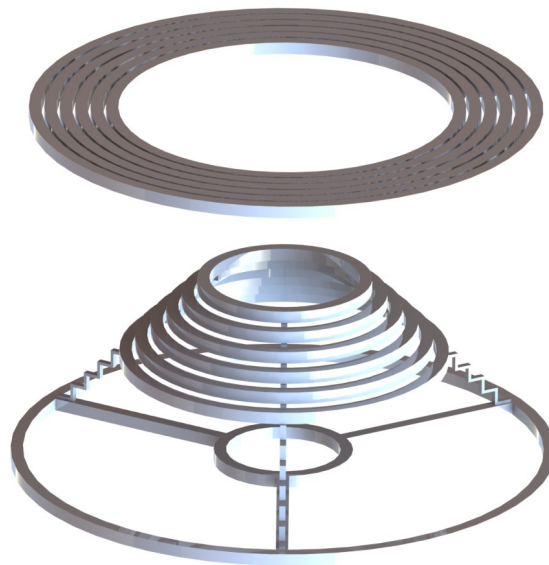


Kuva 18. Toinen ja valittu versio Webin kokoonpanokappaleesta. (Katso liite 1)

Kokoonpanoa miettiessäni sain idean akryylirinkien keskittämisestä porrasmaisiin rakenteisiin. Päätin tehdä myös uudesta ideastani mallinnoksen.



Kuva 19. Kokoamiskappaleen keskittäminen ylimpään akryylirinkiin.



Kuva 20. Webin kokoamisvaiheen havainnekuva. (Katso liite 2)

Web-valaisimen prototyyppi valmistui Cariitti Oy:llä 08.04.2013, milloin sain siitä myös ensimmäisen kuvan (Katso kuva 21). Valaisimen tuotekehitys jatkuu opinnäytetyöprosessin ulkopuolella.



Kuva 21. Web-valaisimen prototyyppi.

## 5 Valaisimien suunnitteluprosessi II

Lähtökohtanani oli valmistusmenetelmiin tutustuminen, jonka pohjalta suunnittelisin erilaisia valaisinkonsepteja Cariitti Oy:lle esitettäväksi. Päätin rajata valmistusmenetelmät sen mukaan, mitä valmistusmenetelmiä Cariitti Oy:n tuotteissa on käytetty. Tämä takaisi todennäköisesti myös mahdollisuuden valmistaa konseptit entuudestaan tutulla alihankkijalla.

Tavoitteenani oli suunnitella mahdollisimman valmiita ja helposti tuotteistettavia valaisinkonsepteja, joista vähintään yhdestä Cariitti Oy kiinnostuisi. Valaisinideasta tehtäisiin prototyyppi - tämän myötä ensimmäistä suunnitteluprosessia voisi verrata toiseen. Valaisimen/valaisimien valmiiksi tuotteistaminen on hyvin epätodennäköistä

ajan puitteissa, mutta tavoitteenani oli päästä mahdollisimman pitkälle molemmissa suunnitteluprosesseissa.

### 5.1 Suunnittelun pääpilariit

Cariitti Oy:n toiveet olivat tulleet ensimmäisen suunnitteluprosessin myötä tutuiksi, joten suunnitteluun oli huomattavasti helpompi lähteä toisella kerralla. Pidin suunnitellessani mielessäni aikaisemman suunnitteluprosessin kolme eniten Cariitissa mielenkiintoa herättäneet Dumbon, Halon ja Webin.

Koen Cariitin kulkevan kohti pelkistetympää tyyliä, jonka osoittaa mielestäni heidän uutuustuotteensa viime syksyltä. Pyrin suunnittelemaan Cariitin uuden materiaalin yhteyteen soveltuvia konsepteja, niin että ne toimisivat sujuvana jatkumona aikaisemmasta. Koen tämän tyylillisen suunnan olevan myös huomattavasti lähempänä omaa tyyliäni.

Valmistusmenetelmät sanelevat paljon suunnittelumahdollisuuksia, mutta pyrin myös valmistusmenetelmissä ja materiaaleissa pelkistettyihin sekä puhtaisiin ratkaisuihin, koska oletan tämän helpottavan tuotteistuksessa. Uskon myös pienin alkuinvestoinnein valmistettavissa olevien tuotteiden olevan helpompi myydä ideatasolla.

### 5.2 Cariitti Oy:n alihankkijoiden valmistusmahdollisuudet

Cariitti Oy:n valaisimissa käytetyistä valmistusmenetelmistä päätin perehtyä laserleikkaukseen, cnc-jyrsintään, tyhjiömuovaukseen, muotopuristukseen sekä puhallusmuovaukseen. En ottanut ruiskupuristusta mukaan, koska tiesin sen vaativan kalliita muotti-investointeja, vaikka kyseessä olisi yksinkertainen muotti. Olin myös tutustunut valmistusmenetelmään jo Web-valaisimen tuotekehityksen yhteydessä.



### 5.3 Valmistusmenetelmät

#### Laserleikkaus

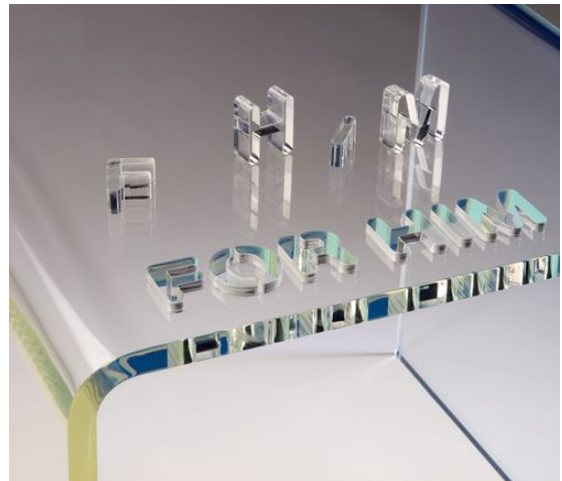
Laserleikkaus on tarkka leikkuumenetelmä, jossa materiaalia leikataan lasersäteen avulla. Leikattavat materiaalit riippuvat koneen tehosta, mutta teollisilla laserleikkureilla onnistuu myös paksun metallin leikkuu.

Normaalisti leikattavana on levymäinen materiaali, johon lasersäde kohdistetaan linssillä pieneksi polttopisteeksi. Lasersäde joko sulattaa, polttaa tai höyrystyttää materiaalin polttopisteen kohdalta. (Laserco, 2003.)

Laserleikkaus suoritetaan normaalisti kohtisuorana stabiiliin leikattavaan materiaaliin nähden, mutta on myös olemassa erilaisia muita menetelmiä kuten putkilaser, jossa putki pyörii samalla kun laser leikkaa.



Kuva 22. Laserleikkuri (Dwlaser, 2013)



Kuva 23. Laserleikattua muovia  
(Padstyle, 2013)

## Cnc-jyrsintä

Cnc-jyrsintä on koneistettu pääasiassa puu- ja metalliteollisuuden käyttämä työmenetelmä. Menetelmä soveltuu myös muiden materiaalien kuten muovin työstöön. Jyrsintä perustuu materiaalin poistoon jyrsittävästä kappaleesta. Cnc-jyrsimiä on 3- sekä 5-akselisia, akselit kertovat leikkuuterän liikkumissuunnat leikkuupöydällä. 3-akselisen leikkurin leikkuuterä on kohtisuorassa leikattavaan materiaaliin nähden, mutta 5-akselisessa jyrsimessä terän kulma on myös muuttuva. (Nykänen, Vienamo 2013a).

Tärkeintä jyrsinnässä on terän, syöttönopeuden ja syötön valinta materiaalin mukaan. Kappaleen tulee myös olla kiinnitettynä alustaan tukevasti. (Kurri, Malén, Sandell, Virtanen 2002, 131.)

Työmenetelmä soveltuu hyvin pieniin tuotantoeriin sekä prototyyppien valmistukseen, mutta on käytettävissä myös suurempien tuotantoerien valmistuksessa.



Kuva 24. 5-akselinen cnc-jyrsin toiminnassa. (Masterplast, 2013)

## Tyhjiömuovaus - Lämpömuovaus

Alipainemuovaus eli tyhjiömuovaus on lämpömuovauksen yleisin valmistusmenetelmä. Menetelmä soveltuu hyvin tuotantoeriin kymmenien ja tuhansien väliltä. Pienilläkin tuotantoerillä valmistuskustannukset pysyvät edullisina. Prototyypin tekoa varten muotti voidaan valmistaa esimerkiksi kipsistä tai polyuretaanista. (Kurri, Malén, Sandell, Virtanen 2002, 122-123.)

Menetelmässä koneen raameihin kiinnitetty oikeaan kokoon leikattu muovilevy lämmitetään sähkövastuksin, jolloin se pehmenee. Levy puhalletaan kuplaksi ja koneen työkalupöytä muottineen nostetaan sen sisälle. Ilma imetään kuplan sisältä alipainepumpulla ja venynyt levymateriaali mukautuu muotin muotoihin. Kappaleet jäädytetään ja muotti ja muovattu kappale irrotetaan toisistaan. Tämän jälkeen muovilevyn reunat leikataan sekä tehdään tarvittavat viimeistelyt kappaleelle.

Tyhjiömuovaus ei ole valmistusmenetelmänä yhtä tarkka kuin ruiskuvalu, mutta sillä pystyy valmistamaan ohuempia kappaleita kuin ruiskuvalulla. Käytettyjen levyjen paksuus on yleensä 1-8 mm väliltä. Kappaleen muottia suunnitellessa tulee ottaa huomioon menetelmän tiettyjä ominaisuuksia kuten; pyöristyksien suureneminen materiaalipaksuuden verran. (Nykänen, Vienamo, 2013b).

Menetelmän heikkouksia ovat; suurehko materiaalihukka, levyjen suuret kustannukset, vain kappaleen toisen puolen hyvä jälki sekä seinämäpaksuuksien vaihtelu (Kurri, Malén, Sandell, Virtanen 2002, 123).



Kuva 25. Tyhjiömuovaus käynnissä  
(Koulu Kontiolahti, 2013)



Kuva 26. Esimerkki tyhjiömuovauksesta  
(Innojok, 2013a)

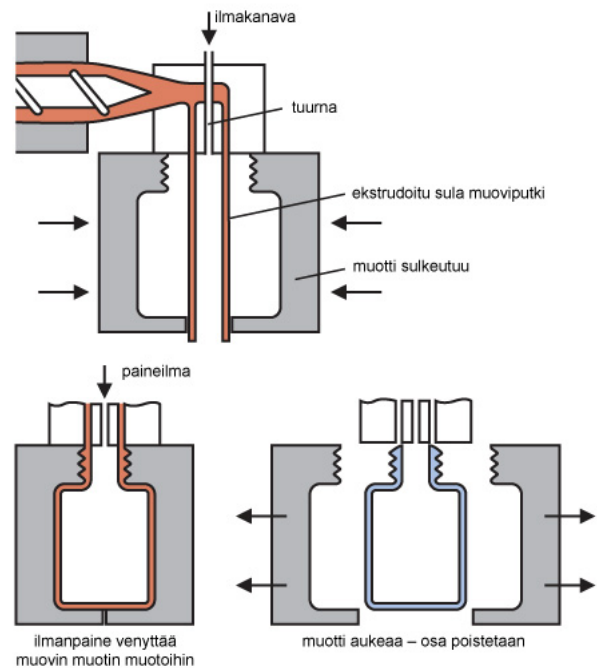
## Puhallusmuovaus

Puhallusmuovauksella valmistetaan onttoja kappaleita. Menetelmässä paineen ja lämmön avulla sulatettu muoviletku pursotetaan muottipuoliskoiden väliin, jonka jälkeen muotti sulkeutuu ja muoviletku katkeaa alapäästä. Onttoon muottiin puhalletaan paineilmaa ja muoviletku venyy muotin sisäseinien muotoihin. Kappale jäädytetään ja muotti avataan – kappale on valmis mahdollista viimeistelyä varten ja muotti on valmis seuraavan kappaleen muovausta varten.

Valmistusmenetelmä on nopea ja se soveltuu hyvin suuriin tuotantoteoriin, siksi sitä käytetäänkin esimerkiksi kierrätettävien juomapullojen valmistukseen. Menetelmällä voidaan tehdä myös pienempiä eriä, joissa on mahdollista käyttää edullisempia alumiinisia muotteja – kalliimpien ja kestävämpien muottien sijaan. (Nykänen, Vienamo, 2013c).



Kuva 27. Esimerkki puhallusmuovauksesta (Innojok, 2013b)



Kuva 28. Puhallusmuovaus menetelmänä (Muovitekniikka, 2013)

## Rotaatiovalu

Rotaatiovalamalla valmistetaan yleensä samankaltaisia onttoja kappaleita kuin puhallusmuovaamalla.

Valmistusmenetelmässä muovipulveri tai -neste kaadetaan muottiin ja muotti suljetaan. Tämän jälkeen muotti menee uuniin, jossa se pyöri muottivarressa kahden akselin ympäri. Materiaali kiinnittyy lämminneen ontton muotin seinämiin ja luo ontton ja seinämävahvuudeltaan tasaisen kappaleen. Uunista tultuaan muotti jäähdytetään, avataan ja kappale poistetaan.

Rotaatiovalu on menetelmänä kohtuullisen hidas ja vaatii paljon käsityötä kuten; muottien avaamisen ja sulkemisen, materiaalin syötön ja kappaleen jälkikäsittelyn. Menetelmä mahdollista lähes kaikenlaisien muotojen valmistuksen jo pienissä tuotantoerissä, koska muottikustannukset ovat suhteellisen alhaiset varsinkin yksinkertaisille muodoille. Rotaatiovalumuotti on yleensä jyrskitty alumiinista, mutta hyvin yksinkertaiset muodot ovat myös valmistettavissa hitsaamalla kappaleista.

Menetelmän heikkouksia ovat esimerkiksi suurien suorien pintojen eläminen sekä terävien kulmien valautumattomuus. Terävät kulmat vaativat pyöristyksen jo kappaletta mietittäessä.



Kuva 29. Rotaatiovalukone  
(Frogplastic, 2013)



Kuva 30. Esimerkki rotaatiovalusta  
(Architonic, 2013)

## Muotopuristus

Muotopuristus on pääasiassa puuteollisuuden käyttämä valmistusmenetelmä. Menetelmän puristavana elementtinä voidaan käyttää esimerkiksi kiskopuristimia tai erilaisia paineilmalla tai hydraulikalla toimivia puristimia.

Muotopuristukseen tarvitaan yksi- tai useampi osainen muotti, johon muovattava puumateriaali sijoitetaan. Materiaali koostuu normaalisti useista viilulevyistä, joiden väliin tulee liima. Materiaali puristetaan muotoonsa ja liimassa olevan veden annetaan haihtua jolloin kappale pitää muotonsa. Puristus poistetaan ja kappale on valmis viimeistelyä varten. (Edu, 2013.)

UPM:n kehittämä UPM Grada-materiaalin muotoiluun käytetään myös muotopuristusta, mutta materiaalin puristusta ennen kappale lämmitetään vastuksin (UPM, 2013).



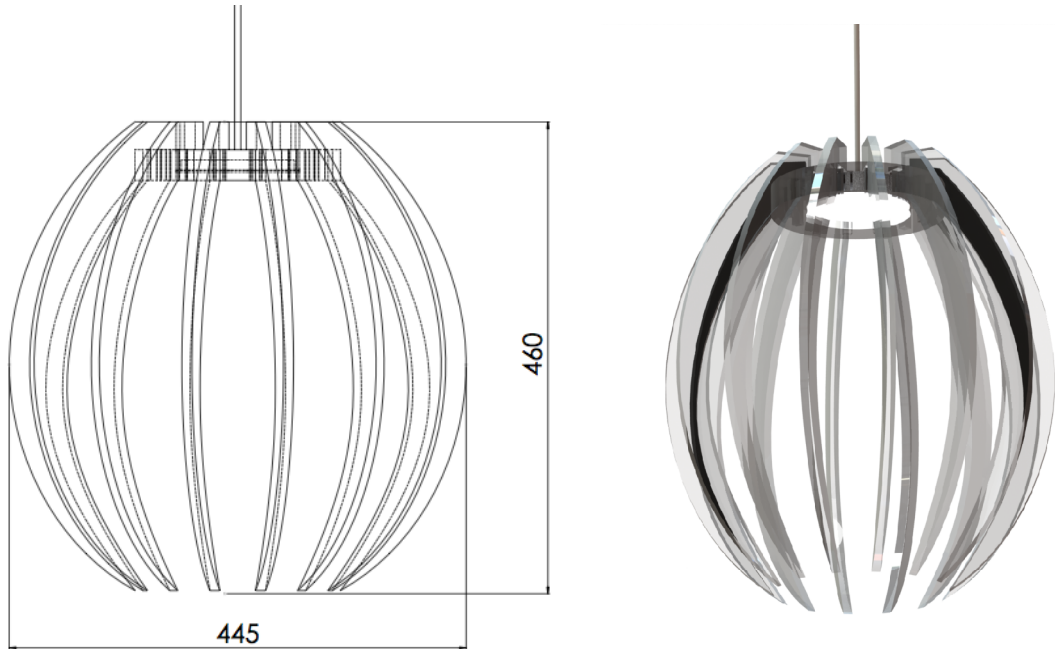
Kuva 31. Muotopuristus käynnissä  
(Edu, 2013)



Kuva 32. Esimerkki muotopuristuksesta  
(UPM Grada) (Isku-yhtymä, 2011)

## 5.4 Syntyneet ideat

### Spike



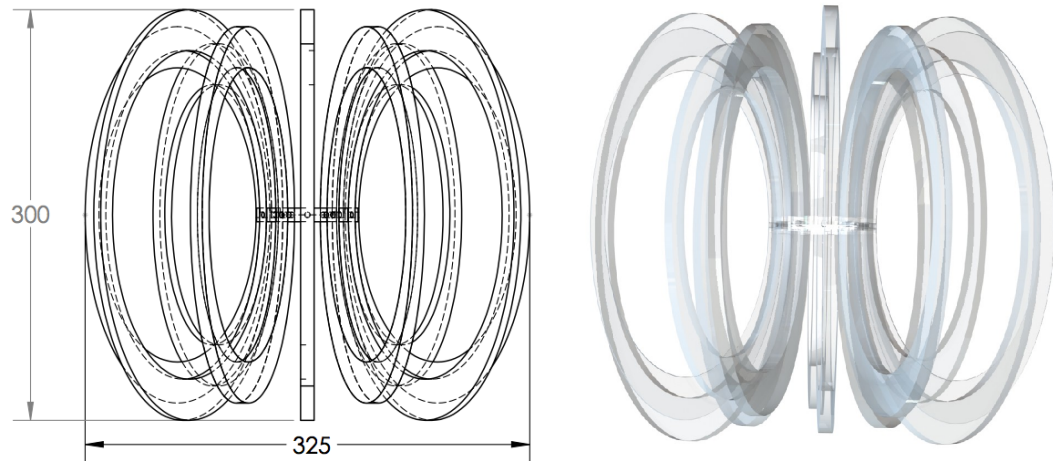
Kuva 33. Spike.

Valaisin kuvaa meduusan sykäysmäistä liikettä vedessä, mutta se luo pelkistetyn ulkomuotonsa vuoksi myös muita erilaisia mielikuvia.

Spiken materiaalina toimii kirkas akryyli ja valmistusmenetelmänä laserleikkaus tai cnc-jyrsintä. Valaisimen valonlähteeksi on suunniteltu Cariitti Oy:n Kuu-valaisinta, joka on otettu huomioon jo valaisimen suunnitteluvaiheessa. Valaisimen yläosa on mitoitettu valonlähteelle sopivaksi. Spike on koottava valaisin, jolla on positiivinen vaikutus myös logistisiin sekä pakkauksellisiin kustannuksiin. Koottavuutensa myötä Spike on asiakkaan varioitavissa – niin sanottujen piikkien määrää sekä sijaintia valaisimessa on mahdollista muuttaa. Valaisimen rakenne koostuu akryylikiekosta, johon valonlähde kiinnittyy sekä 14 piikistä, jotka asetetaan akryylikiekossa oleviin reikiin.



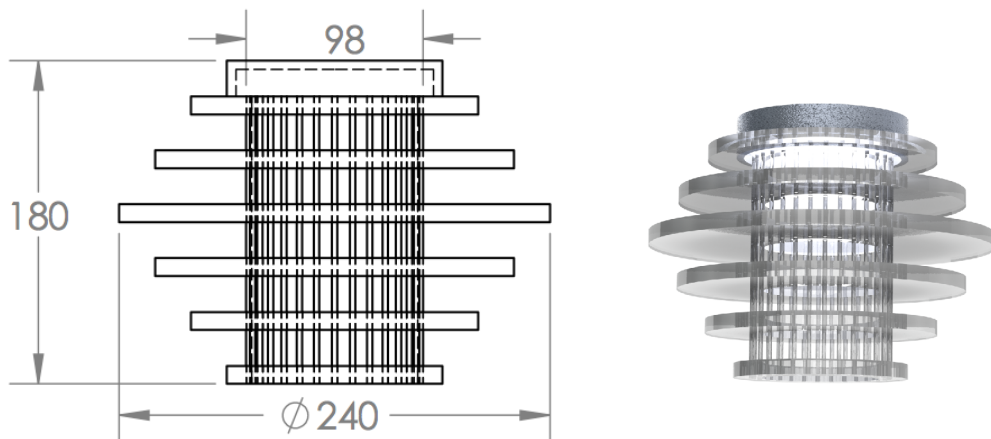
## Soikio



Kuva 34. Soikio.

Soikion perusidea on sama kuin Spikessä. Valaisin on koottava sekä soikioiden paikkoja ja määrää on mahdollista muuttaa. Valonlähde on myös sama. Valaisimen osat ovat valmistettavissa laserleikaten tai cnc-jyrsien.

## Nest

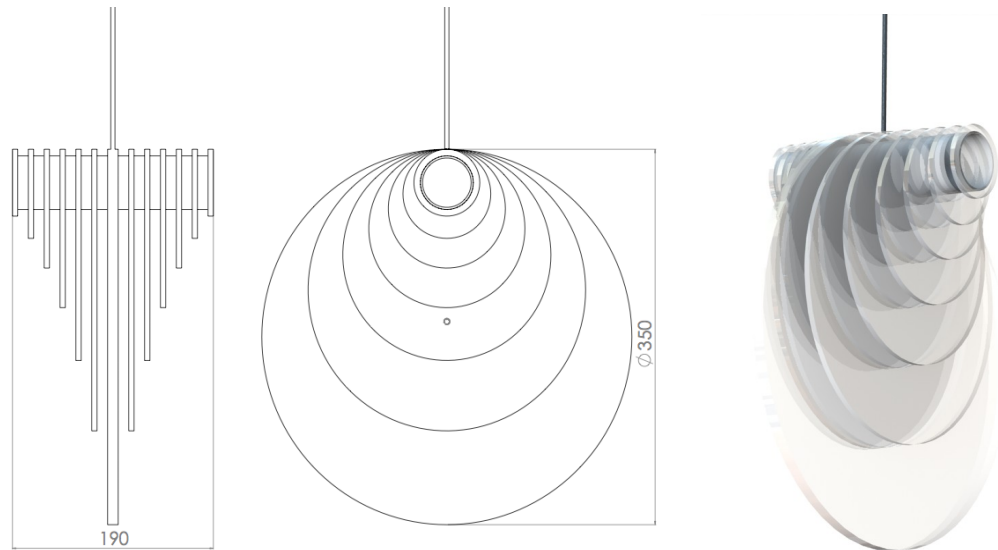


Kuva 35. Nest

Nest on variaatio Web-valaisimesta, joka on myös valmistettavissa laserleikkaamalla tai cnc-jyrsimällä. Materiaalina toimii akryyli tai polykarbonaatti sekä valonlähteenä Cariitti Oy:n Kuu-valaisin. Valaisin koostuu kiekkoista sekä mittaan sahatuista tangoista, jotka pitävät rakenteen kasassa.



## Clam

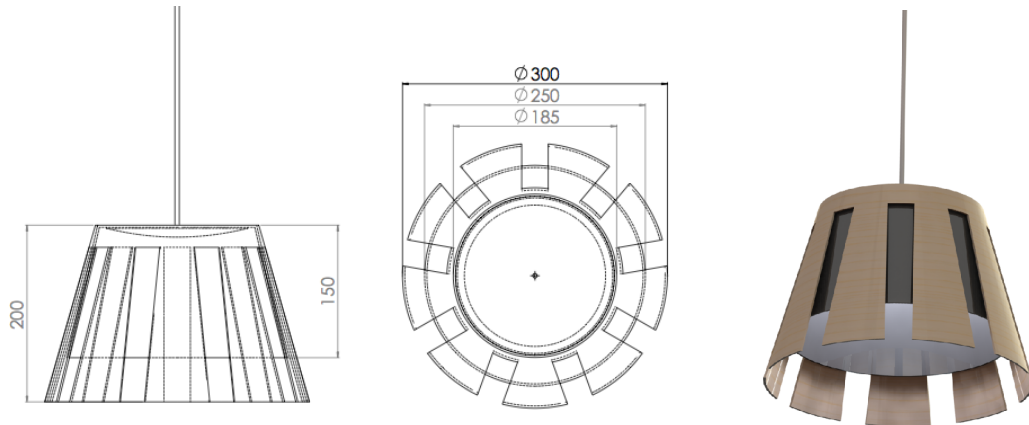


Kuva 36. Clam.

Clam kuvaa vuosirengasmaisia kerrostumia simpukan kuoressa.

Valaisin koostuu akryylisestä tai polykarbonaattisesta tarkkuussahatusta putkesta sekä laserleikatuista tai cnc-jyrsityistä kiekkoista. Valaisimen valonlähde on sijoitettu putken keskelle ja se on mahdollisimman pyöreä, jotta valaisimen muoto tulee mahdollisimman hyvin esille.

## Kajo

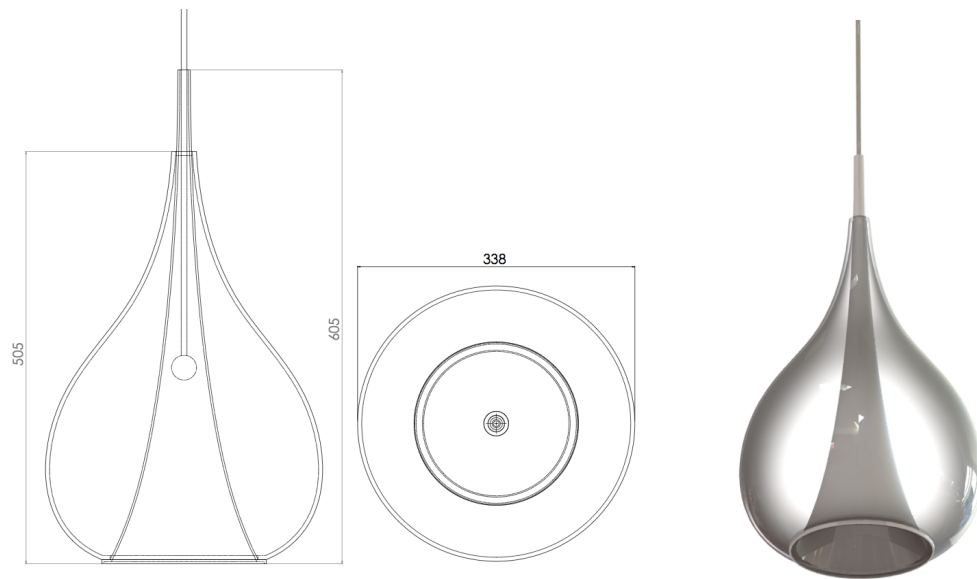


Kuva 37. Kajo.

Kajo kuvaa syksyistä ilta-aurinkoa. Horisontti rikkoo kajastavan auringonvalon säikeisiin värjäten taivaan eri värein.

Valaisin koostuu muotopuristetusta puuviilusta (UPM Grada) sekä tyhjiömuovatususta polykarbonaattikuvusta. Kappaleet keskittyvät sisäkkäin, joten erillistä liitosta ei tarvita. Valaisin toimii useissa eri väreissä. Valonlähteenä toimii Cariitti Oy:n Kuu-valaisin, joka on otettu huomioon valaisinta suunnitellessa.

## Drop

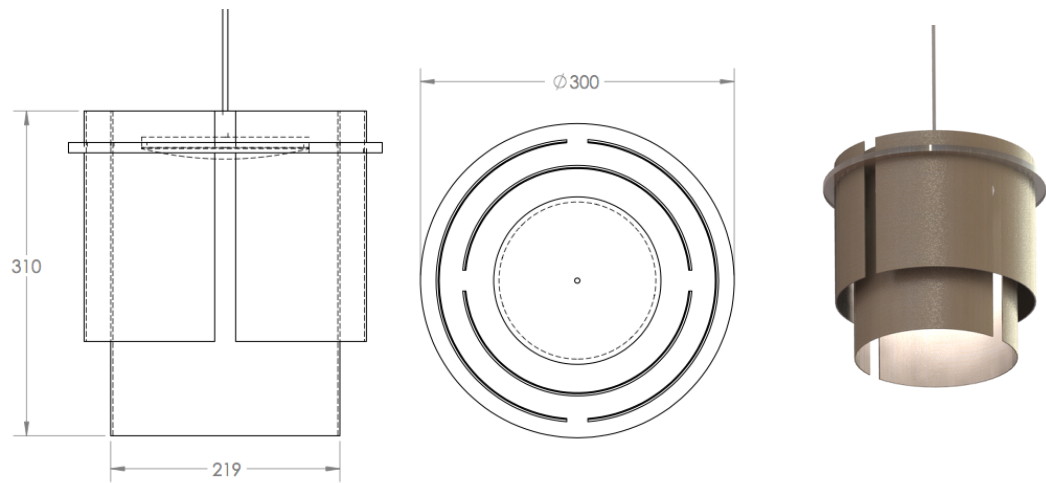


Kuva 38. Drop.

Valaisin kuvaa tippuvaa vesipisaraa, mutta se luo yksinkertaisen ulkomuotonsa vuoksi myös muita erilaisia mielikuvia.

Valaisin koostuu kahdesta puhallusmuovatusista kappaleesta. Kappaleet olisivat muovimateriaalia, koska lasivalmisteenä valaisimesta tulisi hyvin painava. Kappaleet keskittyvät sisäkkäin, joten erillisiä liitoksia ei tarvita. Valaisimeen ripustettaessa kohdistuva veto pitää kappaleet paikoillaan.

## Kota

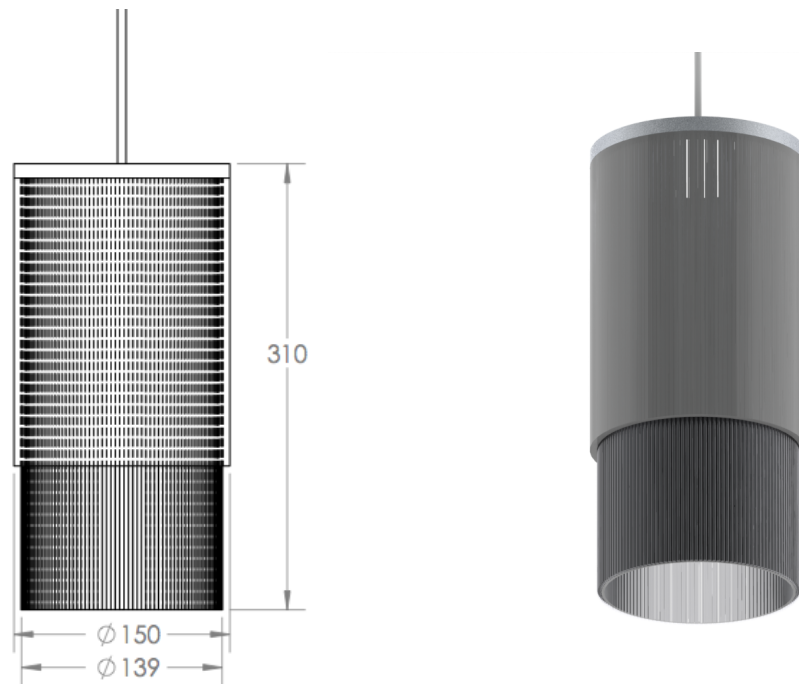


Kuva 39. Kota.

Valaisin kuvastaa nimensä mukaisesti kotaa. Valo karkaa kodan rakenteiden välistä luoden valon säikeitä ympäristöön.

Valaisin koostuu tarkkuussahatuista viilulevyistä sekä laserleikatusta tai cnc-jyrsitystä akryylikiekosta. Valaisimen valonlähteenä toimii Cariitti Oy:n Kuu-valaisin, joka kiinnittyy valaisimen akryylikiekkoon. Valaisin on koottava, millä on vaikutusta myös valaisimen logistiin, pakkauksellisiin sekä varastoinnillisiin kustannuksiin. Koottavuus mahdollistaa myös valaisimen varioinnin, koska viilulevyjen sijoitusta voi muuttaa korkeussuunnassa sekä levyjen määrää ja paikkoja voi vaihtaa. Levyt pysyvät paikoillaan taittamisesta aiheutuvan jännityksen johdosta.

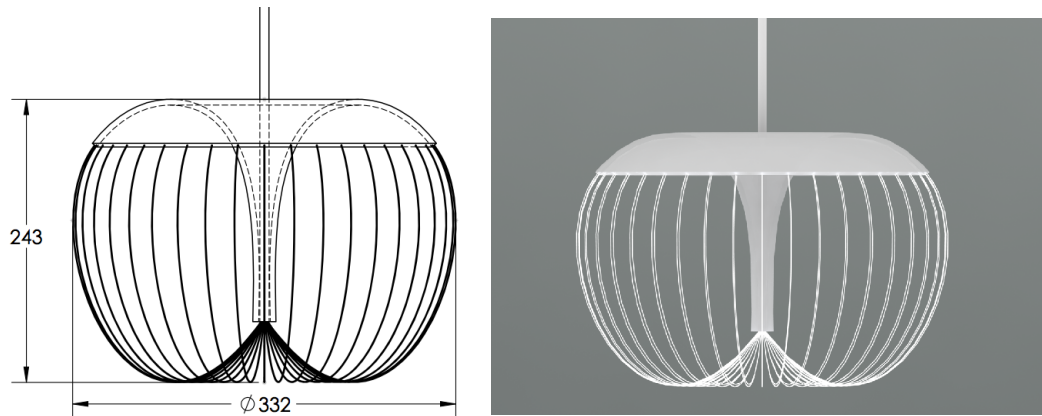
## Lieriö



Kuva 40. Lieriö.

Lieriön taustalla on yksinkertainen idea, joka vaatii käytännössä vain tarkkuussahausta. Valaisin koostuu kahdesta polykarbonaattiputkesta, joiden väliin on sijoitettu mittaan sahattuja akryylitankoja. Materiaalivalintojen on tarkoituksenaan helpottaa kokoonpanoa. Polykarbonaatti joustaa hieman, joten akryylitangot olisi tarkoitus sijoittaa putkien väliin ilman liimausta. Valonlähteenä toimii Cariitti Oy:n Kuu-valaisin.

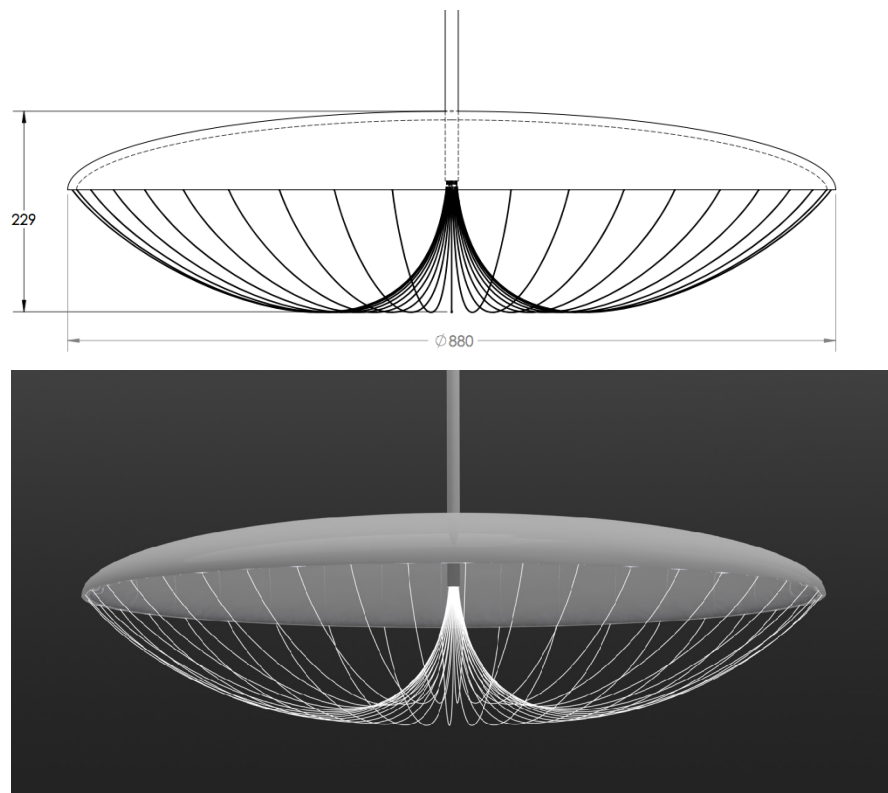
## Pumpkin



Kuva 41. Pumpkin.

Pumpkin on nimensä mukaisesti kurpitsamainen valaisin. Pumpkin on tunnelma-/koristevalaisin. Valaisin koostuu tyhjiömuovatusista akryylikappaleista sekä valokuidusta.

## Varjo



Kuva 42. Varjo.

Varjo on variaatio Pumpkinista. Valmistusmenetelmä sekä materiaalit ovat samoja.

## 5.5 Palaute Peter Ruokoselta

Esitin uudet valaisinideani Peter Ruokoselle 14.01.2013 käsiteltyämme samalla Web-valaisimen tuotteistusta. Esittelin valaisinideat vastaavanlaisin tulostetuin kuvin, sekä avaten suullisesti suunnittelemini valmistusmenetelmiä sekä ideoita itse konseptien taustalla. Koin tämän toimivaksi menetelmäksi, koska pystyimme käymään samalla vuoropuhelua jokaisen idean kohdalla erikseen.

Peter Ruokonen kiinnostui sekä Drop- että Spike-konsepteista, mikä johti valaisinideoihin palaamiseen ja ideoiden tarkempaan tarkasteluun. Drop-konsepti vaatisi puhallusmuovauksen myötä kaksi muuttia – kummallekin osalle omansa. Valaisin on myös muotona niin yksinkertainen, että ilman tarkempaa benchmarkingia voi olettaa vastaavanlaisia jo tehdyn. Spike-konsepti kiinnosti Peter Ruokosta, koska se oli käytännössä hyvin ongelmaton valmistusmenetelmällisesti, sekä sen valonlähteenä toimisi sama led-kiekkokuin Web-valaisimessa. Olisi myös loogisempi tehdä Spikestä prototyyppi Web-valaisimen prototyypin yhteydessä, koska valmistusmenetelmä on sama sekä valaisimen tuotekehitysprosessissa kohdattaisiin todennäköisesti samankaltaisia kysymyksiä. Kolmen valaisimallin tuotekehittäminen ja tuotteistaminen olisi myös liian työlästä – uskon kahdessa olevan riittävästi tekemistä.

Lopputuloksena päädyimme siihen, että valmistetaan Spiken prototyypin koulun laserleikkurilla.

## 5.6 Valaisinkonsepti Spike

### **Vahvuudet**

Spiken osien valmistusmenetelmänä toimiva laserleikkaus mahdollistaa myös pienet tuotantoerät. Laserleikkaus on nopeaa eikä se vaadi alihankintana suuria investointeja, tällöin myös riskit ovat pienemmät. Valmistusmenetelmän takia konseptin yksityiskohtia on myös helppo ja mahdollista muuttaa tuotekehityksen edetessä.

Valaisimen koottavuus takaa sen menemisen pieneen tilaan, tämä ominaisuus vaikuttaa suoraan pakkaus- sekä logistiikkakustannuksiin. Koottavuus säästää myös valaisimen valmistuksen kokoonpanoajassa. Rakenteen ollessa hyvin yksinkertainen valaisin on myös kestävä ja helposti koottavissa.

Spiken piikkien liitosmenetelmä mahdollistaa erilaisien varjostinmallien muodostamisen. Led-kiekkoon kiinnittyvän akryylikehän ympärille on helposti varioitavissa erilaisia muotoja, ilman että valaisimen muita osia tarvitsisi muuttaa. Asiakas pystyy vaikuttamaan valaisimensa ulkonäköön piikkien määrää muuttamalla - valaisin saa täten uuden olemuksen. Jatkossa erilaisia muotoja voisi olla mahdollista yhdistellä ja osia voisi olla esimerkiksi mahdollista ostaa erikseen.

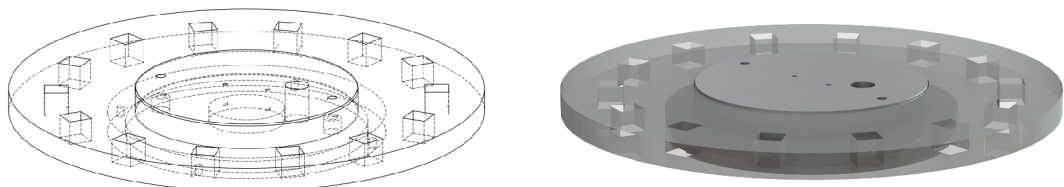
Valaisimen muoto on moderni ja pelkistetty ja täten sopii useisiin erilaisiin ympäristöihin. Materiaalin keveä olemus ei kiinnitä liikaa huomiota valaisimeen vaan se sulautuu ympäristöönsä – kunnes valo herättää muodon henkiin.

### **Valonlähde**

Spiken valonlähteenä toimisi sama valonlähde kuin Web-valaisimessa, eli Cariitti Oy:n oma tuote nimeltä Kuu. Kuu on 13,4 watin led-valaisin, jonka ympärille valaisimen alunperin suunnittelin. Akryylirinki kiinnittyy led-kiekkoon ja osista tulee yhtenevä kappale. (Katso kuva 43 ja liite 3)

Valonlähde on tarpeeksi tehokas esimerkiksi ruokapöydän päällä käytettäväksi. Yleinen suositus valaistusvoimakkuudelle ruokailutiloissa on 300-500 luksia (Lampputieto, 2013c). Spiken valonlähteen ollessa 800 mm korkeudella pöytäpinnasta mitattu valoteho on noin 450 luksia. (Katso liite 4)

Valo jakautuu valonlähteestä myös laajalti ympäristöön, jolloin valaisin toimii myös hyvin yleisvalo käytössä. Valonlähteen ollessa 800 mm korkeudella pöytäpinnasta valokeilan halkaisija on noin 2,35 metriä. (Katso liite 4)



Kuva 43. Valonlähde ja akryylikeikko sisäkkäin.



## Variointi

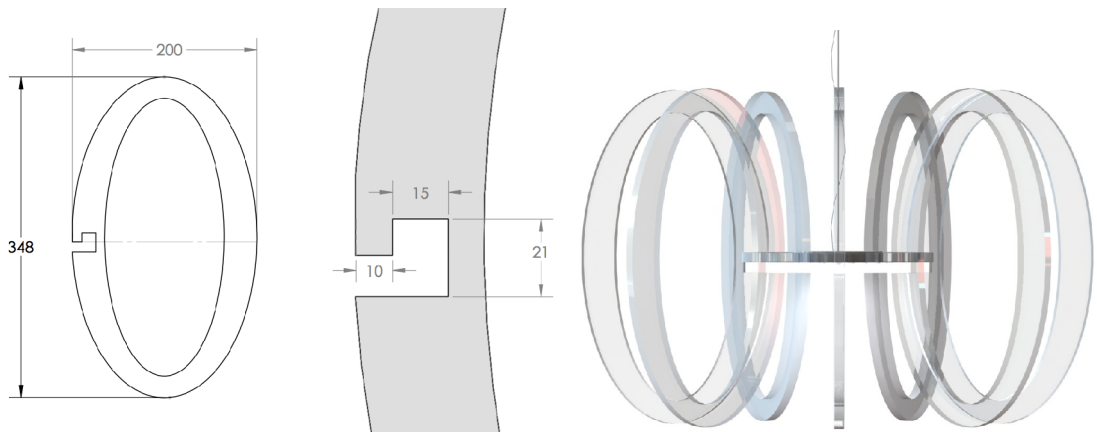
Valaisimen omistaja pystyy varioimaan valaisintaan muuttamalla piikkien määrää ja sijoittelua. Piikkien sijoituksessa tulee huomioida tasapainotus. Tässä muutamia esimerkkejä siitä, miten valaisimen ulkomuoto ja olemus muuttuvat kun piikkien määrää ja sijoitusta muutetaan. (Katso liite 5)



44. Spike-valaisimen variointi.

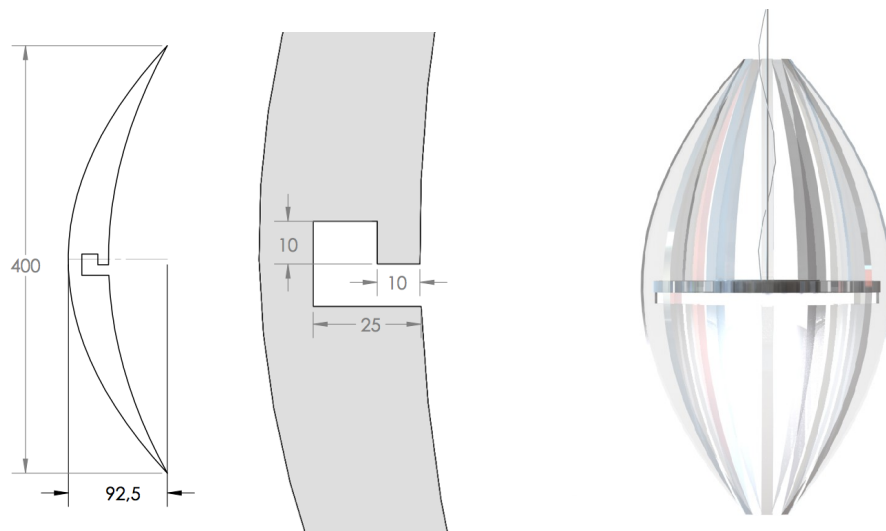
Valaisimen varjostinosien liitosmenetelmä mahdollistaa osien varioinnin ja perusidean pohjalta uusien valaisinmallien suunnittelun. Tein erilaisia variaatioita siitä, miltä valaisin voisi näyttää erilaisilla varjostimen muodoilla. Uusien osien määrää ja sijoittelua on myös mahdollista muuttaa.

### Idea 1



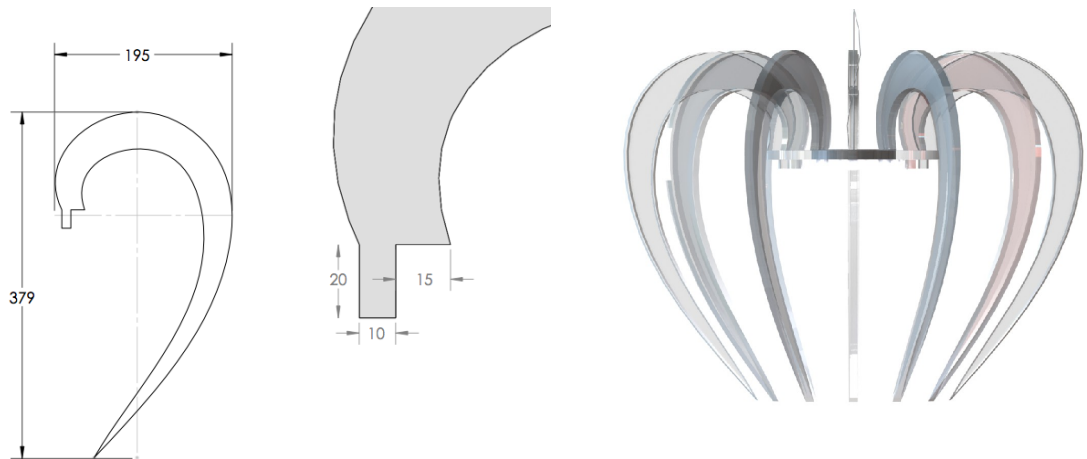
Kuva 45. Spike-valaisimen varjostinvariaatio 1. (katso liite 6)

### Idea 2



Kuva 46. Spike-valaisimen varjostinvariaatio 2. (katso liite 7)

### Idea 3



Kuva 47. Spike-valaisimen varjostinvariaatio 3. (katso liite 8)

### 5.7 Prototyyppi

Tarkoitukseni oli valmistaa prototyyppi 03.04.2013 käyttäen koulun laserleikkuria, mutta leikkuuongelmien vuoksi jouduin käyttämään leikkaukseen myös cnc-jyrsintä. Prototyyppi tuli vastaamaan suunnitelmaani mielestäni hyvin, vaikka en kerennyt viimeistelemään piikkejä ennen kuvausta (katso kuvat 48 ja 49). Valotehoa riittää huomattavasti, mutta valaisimen piikit toimivat varjostinmaisesti estäen kirkkaimpien säteiden häikäisyn.



Kuvat 48 ja 49. Spike-valaisimen keskeneräinen prototyyppi.

Esittelen prototyypin seuraavaksi Cariitti Oy:lle, mutta tämä osuus rajautuu valitettavasti aikataulun vuoksi työn ulkopuolelle.

## 6 Yhteenveto

Suunnittelun pohjalta syntyi kaksi valmista ja yksi keskeneräinen prototyyppi; innovaatioprojektin Web-valaisimen ensimmäinen prototyyppi, tuotekehitetty uusi prototyyppi Web-valaisimesta sekä toisen suunnitteluprojektin Spike-valaisimen keskeneräinen prototyyppi. Spiken ja Webin tuotekehitys jatkuu opinnäytetyökokonaisuuden ulkopuolella.

Suunnitteluprojektit erosivat toisistaan huomattavasti niin suunnittelun kuin ajankäytön osalta. Työläimmiksi osuuksiksi koin Web-valaisimen prototyypin teon sekä tuotekehityksen, koska valaisin oli lähtökohtana hyvin monimutkainen sekä ilman valmistusteknillistä tuntemusta itselleni täysin uudenlainen koettelemus. Ajankäytöllisesti Spiken prototyypin valmistus vei vain murto-osan Web-valaisimen ensimmäisen prototyypin valmistuksesta. Minulla oli jo kaikki tarvittava tieto ja materiaali Spiken osien leikkausta varten tehtyäni siitä 3d-mallin konsepteja suunnitellessani. Web-valaisimen tuotekehitys oli myös hyvin aikaa vievä prosessi, jonka yhteydessä kävimme läpi monenlaisia eri vaihtoehtoja päätyen yksinkertaistamaan mallia huomattavasti. Vaikka Spiken suunnitteluosuus ei ole sisältänyt tuotekehitystä vielä ollenkaan, koen Spiken olevan vähintään yhtä pitkällä kuin Webin. Koen saaneeni tuotekehitysvaiheesta paljon irti, mutta silti toisen suunnitteluprojektin taustatyö tulee tulevaisuuttani ajatellen hyödyttämään itseäni enemmän.

Suunnittelu valmistusmenetelmien sekä kohteen tuntemisen pohjalta tuntui hyvin luonnolliselta ja vaivattomalta tavalta toimia. Pystyin kontrolloimaan ja rajaamaan suunnittelua paljon tehokkaammin kuin ensimmäisessä projektissa, sekä sain myös mielestäni toimivampia ja käyttökelpoisempia ideoita aikaiseksi säilyttäen silti oman kädenjälkeni lopputuloksissa. Valmistusmenetelmien ja -mahdollisuuksien tunteminen tulee hyödyttämään itseäni jatkossa uusia ideoita suunnitellessani. Tästä johtuen tulen omatoimisesti laajentamaan tietämystäni koskemaan myös muita kuin pelkästään Cariitti Oy:n käyttämiä valmistusmenetelmiä.

Pyrin kertomaan valmistusmenetelmistä mahdollisimman yksiselitteisesti antaen visuaaliset esimerkit menetelmän valmistusmahdollisuuksista. Uskon tästä olevan

hyötyä valmistusmenetelmiin perehtymättömälle lukijalle. Pääasiallisena tavoitteenani oli ilmaista valmistusmenetelmien tuntemisen tuoma hyöty suunnittelussa.

Koen saavuttaneeni itselleni asettamat tavoitteet ja olen tyytyväinen lopputulokseen. Olen innolla jatkamassa valaisimien tuotekehitystä yhteistyössä Cariitin kanssa.

## Lähdeluettelo

Architonic 2013. Ghost floor lamp by Studio Eero Aarnio. [verkkodokumentti] <<http://www.architonic.com/pmsht/ghost-floor-lamp-studio-eero-aarnio/1174835>>

(Luettu 30.03.2013)

Cariitti 2013a. Yritys. [verkkodokumentti] <[http://cariitti.fi/sivut/yritys\\_1](http://cariitti.fi/sivut/yritys_1)> (luettu 19.03.2013)

Cariitti 2013b. Valaistus. [verkkodokumentti] <<http://www.cariitti.fi/sivut/valaistus>> (luettu 24.03.2013)

Dwlaser 2013. Dw laser cutting machine (DW 1290) [verkkodokumentti] <<http://www.dwlaser.en.made-in-china.com>> (Luettu 30.3.2013)

Economic 2013. Benchmarking. [verkkodokumentti] <<http://www.e-conomic.fi/kirjanpito-ohjelma/sanakirja/benchmarking>> (Luettu 10.03.2013)

Edu 2013. Puutuoteprosessit. [verkkodokumentti] <[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/kasityovaltainen\\_pienteollisuus/taiivutetut\\_muodot/puristaminen.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/kasityovaltainen_pienteollisuus/taiivutetut_muodot/puristaminen.htm)> (luettu 20.03.2013)

Frogplastic 2013. Rotaatiovalu. [verkkodokumentti] <<http://www.frogplastic.com/fi/plastic/esittely/esittely>> (Luettu 30.03.2013)

Innojok 2013a. Kuutamo. [verkkodokumentti] <<http://innojok.fi/moderni/valaisin.php?valaisin=416>> (Luettu 30.03.2013)

Innojok 2013b. Pinja. [verkkodokumentti] <<http://innojok.fi/moderni/valaisin.php?valaisin=422>> (Luettu 30.03.2013)

Kettunen, Ilkka 2001. Muodon palapeli. Porvoo: WSOY.

Kontiolahden koulu 2013. Muovitekniikka ja elektroniikka. [verkkodokumentti] <<http://www.koulu.kontiolahti.fi/valinnais/muovitekniikka.htm>> (Luettu 30.03.2013)

Kurri, Veijo & Mälén, Timo & Sandell, Risto & Virtanen, Matti 2002. Muovitekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Lampputieto 2013a. Lumen valon määrä. [verkkodokumentti]

<<http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/lumen-valon-maara/>>

(Luettu 19.03.2013)

Lampputieto 2013b. Luksi-valaistusvoimakkuus. [verkkodokumentti]

<<http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/luksi-valaistusvoimakkuus/>> (Luettu 19.03.2013)

Lampputieto 2013c. Valaistusvoimakkuus eri tiloissa. [verkkodokumentti]

<<http://www.lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/valaistusvoimakkuus/>> (Luettu 22.03.2013)

Laserco 2003. Laserleikkaus perusteet. [verkkodokumentti]

<[http://www.laserco.fi/lasertiedostot/Laserleikkaus\\_perusteet.pdf](http://www.laserco.fi/lasertiedostot/Laserleikkaus_perusteet.pdf)> (Luettu 20.03.2013)

LEDin 2013. Teknologia ja tietämys. [verkkodokumentti] <<http://ledin.fi/ylivoimainen-led/teknologia-ja-tietamys/>> (Luettu 19.03.2013)

Masterplast 2013. Cnc-jyrsintä. [verkkodokumentti]

<[http://www.masterplast.fi/cnc\\_jyrsinta/](http://www.masterplast.fi/cnc_jyrsinta/)> (Luettu 30.03.2013)

Nykänen, Sanna & Vienamo, Teppo 2013a. Koneistus. [verkkodokumentti]

<<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/53/86/>> (Luettu 19.03.2013)

Nykänen, Sanna & Vienamo, Teppo 2013b. Lämpömuovaus. [verkkodokumentti]

<<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/159/223/>> (Luettu 19.03.2013)

Nykänen, Sanna & Vienamo, Teppo 2013c. Puhallusmuovaus. [verkkodokumentti]

<<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/47/80/>> (Luettu 19.03.2013)

Padstyle 2011. Designer spotlight auge design. [verkkodokumentti]

<<http://www.padstyle.com/designer-spotlight-auge-design>> (Luettu 30.03.2013)

Ruokonen, Peter 2012. Toimitusjohtaja. Cariitti Oy. Ohjaus: tammikuu 2012.

Isku-yhtymät 2011. Huonekalumuotoilun uusi keksintö on käytössä Kaava-neuvottelutuolissa [verkkodokumentti] <<https://www.sttinfo.fi/release?0&releaseId=48893>> (Luettu 30.03.2013)

UPM 2013. UPM Grada. [verkkodokumentti] <<http://www.upm.com/FI/UPM/biofore-toiminnassa/upm-grada/Pages/default.aspx>> (Luettu 19.03.2013)

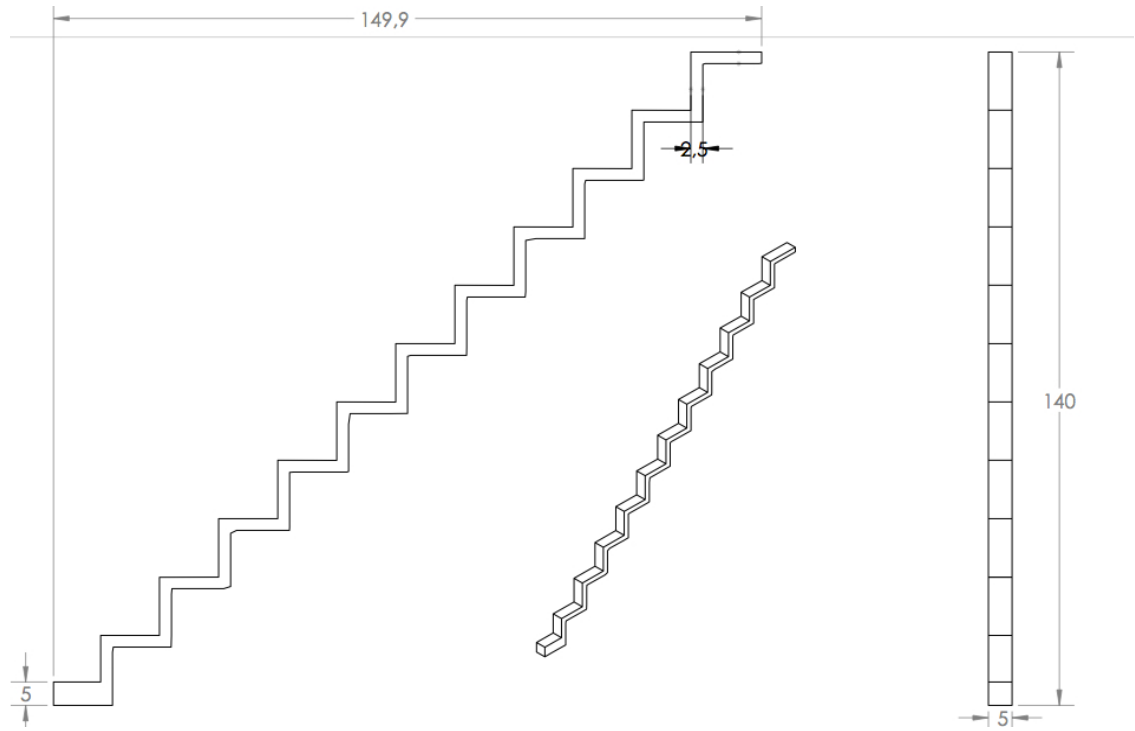
Vink 2013a. PMMA. [verkkodokumentti]  
<<http://www.tuotteet.vink.fi/tuotteet/pmma.html>>  
(Luettu 19.03.2013)

Vink 2013b. PC. [verkkodokumentti] <<http://www.tuotteet.vink.fi/tuotteet/pc-polykarbonaatti.html>> (Luettu 19.03.2013)

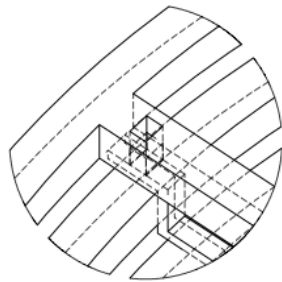
Wikipedia 2013 Jäähdytys siili. [verkkodokumentti]  
<[http://fi.wikipedia.org/wiki/Jäähdytys siili](http://fi.wikipedia.org/wiki/Jäähdytys_siili)> (Luettu 19.03.2013)



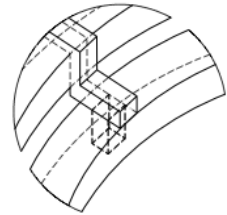
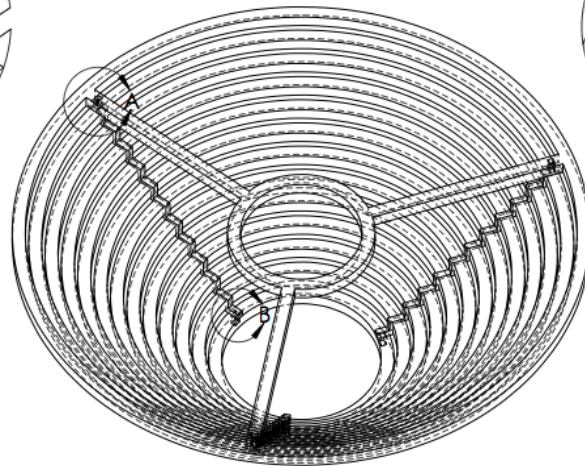
## Liite 1. Webin kokoonpanokappale.



Liite 2. Webin kokoonpano.

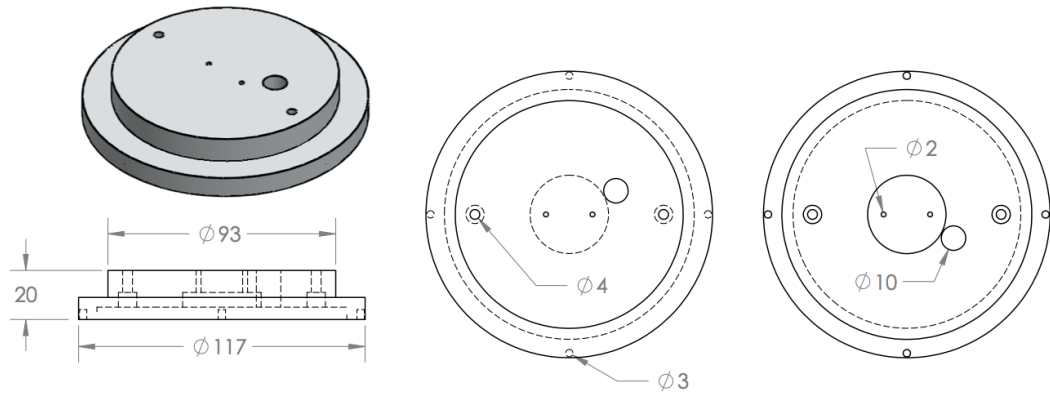
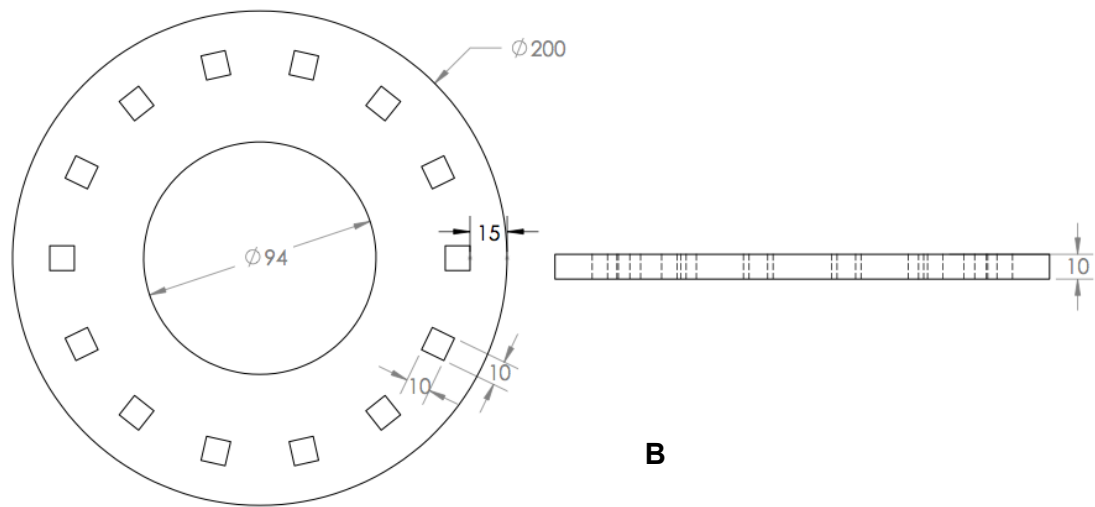
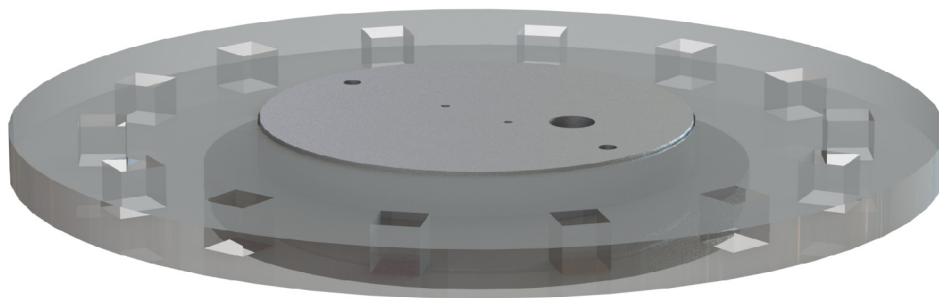
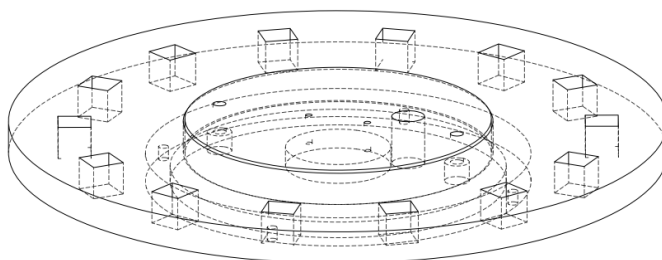


DETAIL A  
SCALE 1 : 1



DETAIL B  
SCALE 1 : 1

## Liite 3. Kuu-valaisin.

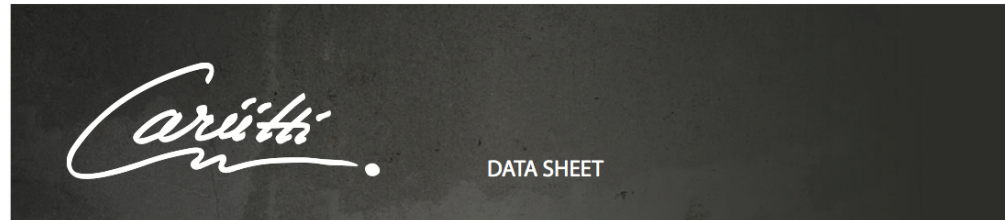
**A****B****C**

**A** = Kuu-valaisimen  
heat-sink

**B** = Akryylikiekkö

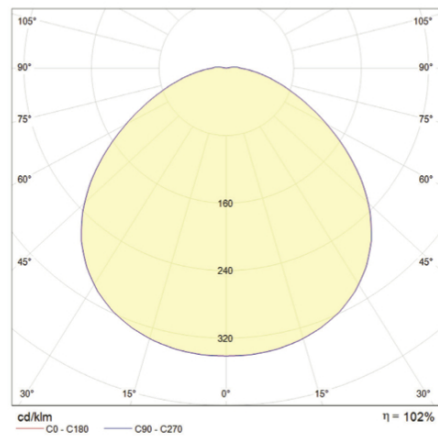
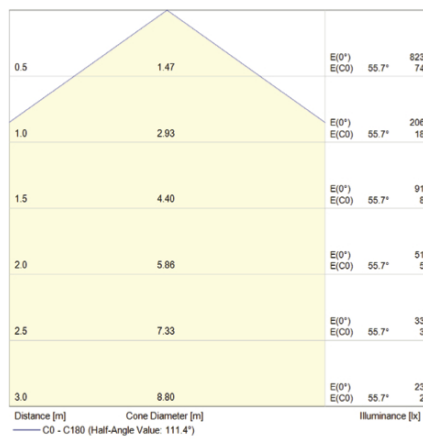
**C** = Osat A ja B  
sisäkkäin

## Liite 4. Kuu-valaisimen data sheet.



## KUU SATIIN

Colour	Product No.
Satin	1545091



Power	lm	lm / W	K	CRI	IP	Size
15 W / 350 mA	603	39	3000	> 90	44	Diameter 150 mm

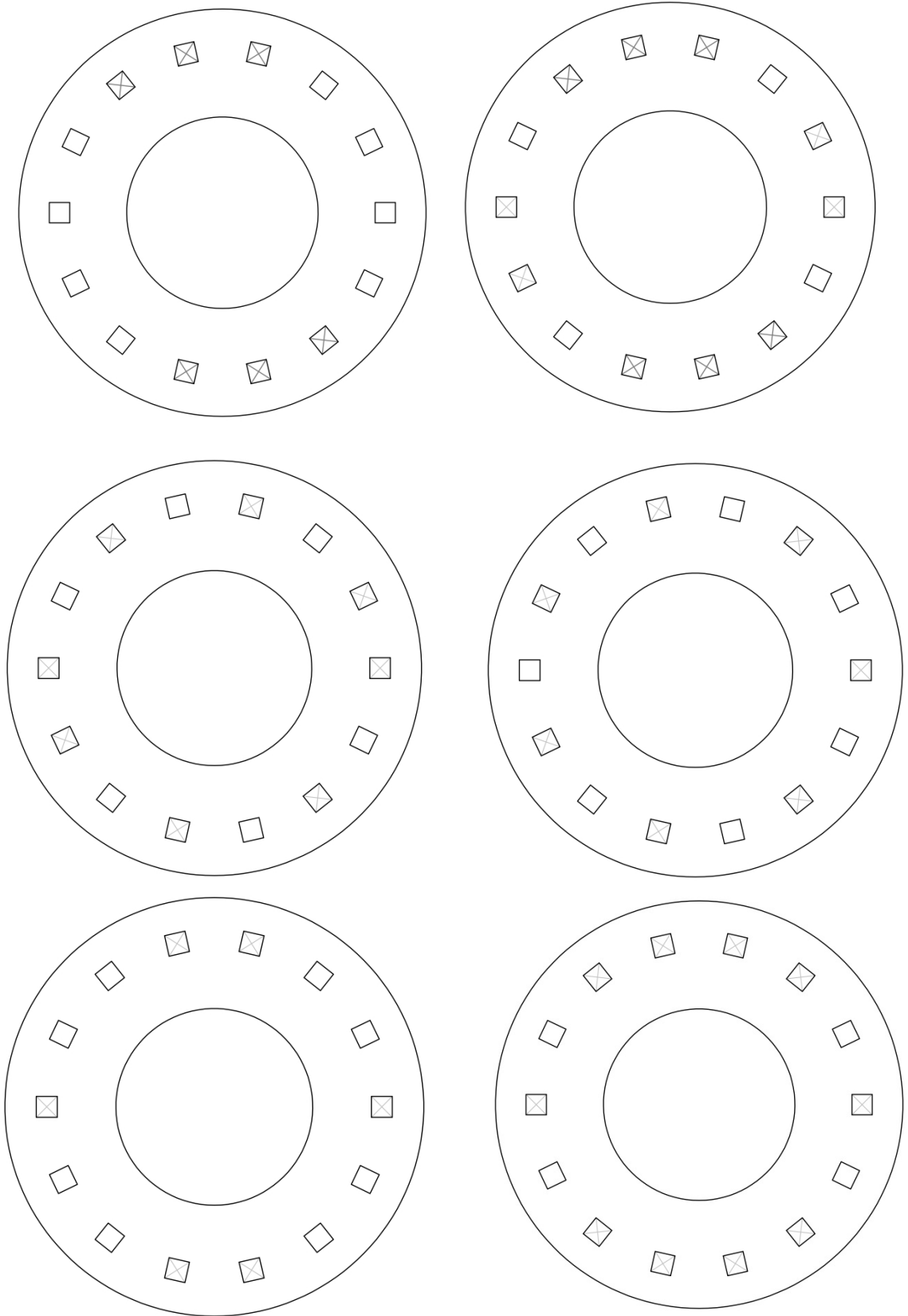
MAINS DIMMABLE

Cariitti Oy  
www.cariitti.com

Munkinmäentie 9  
02400 Kirkkonummi  
Finland

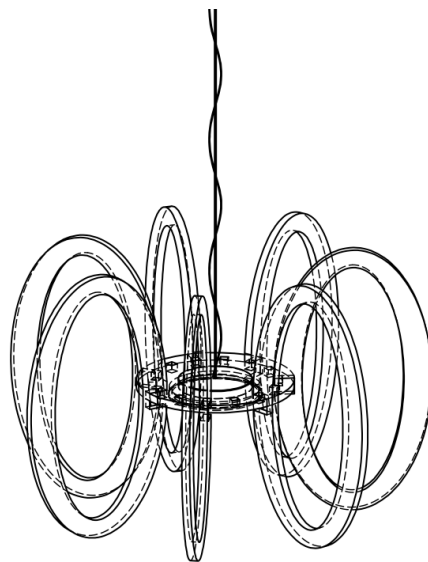
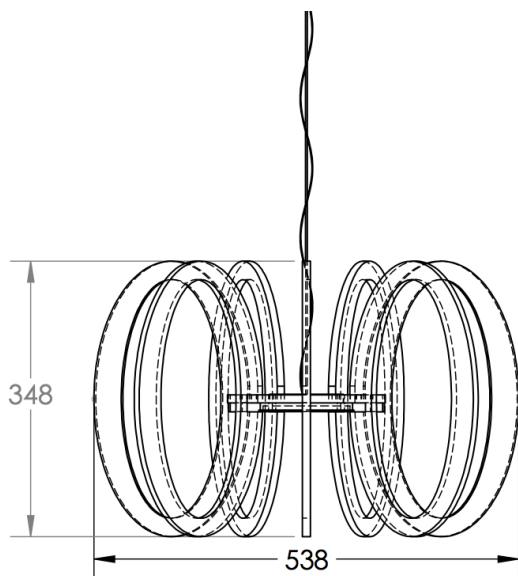
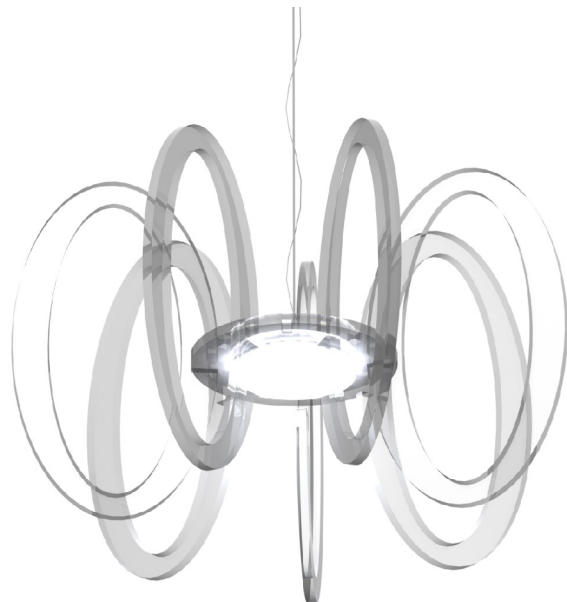


## Liite 5. Spike-valaisimen variointi 1.

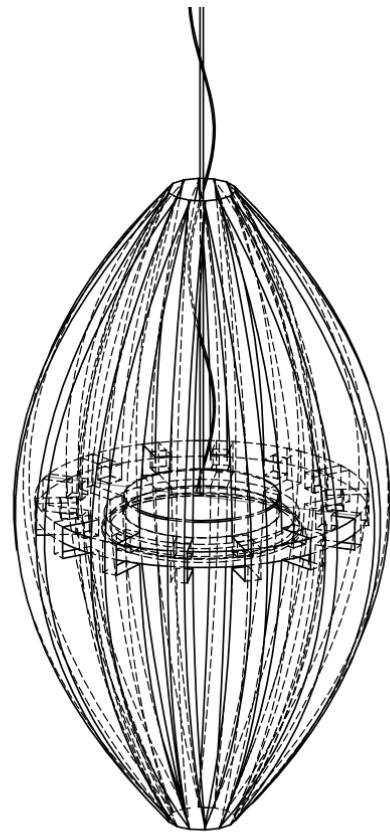
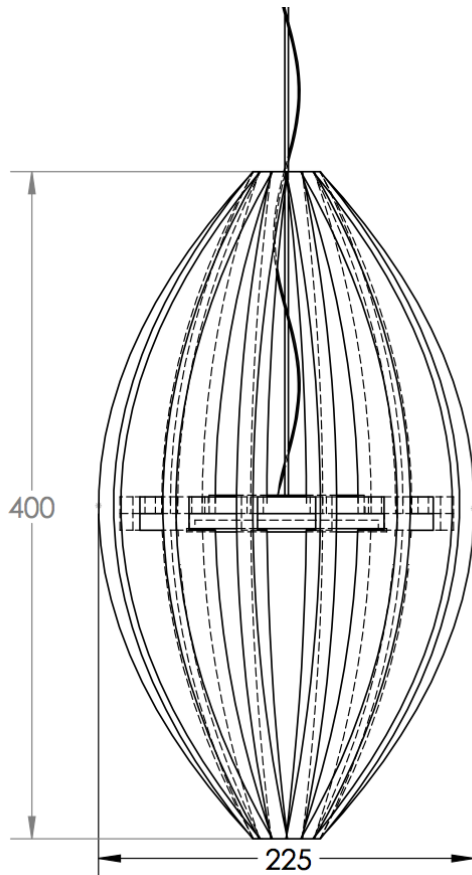


Variointivaihtoehtoja. (Piikit sijoitetaan X:ien kohdalle)

Liite 6. Spike-valaisimen variointi 2.



Liite 7. Spike-valaisimen variointi 3.



Liite 8. Spike-valaisimen variointi 4.

