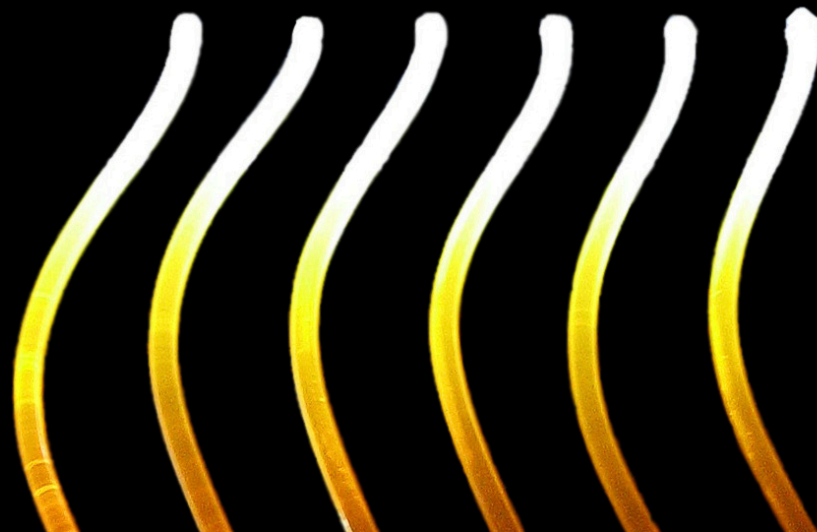


## Opinnäytetyö

Lahden Ammattikorkeakoulu  
Muotoilu- ja Taideinstituutti

Mikael Kuoppala

Taideteollinen muotoilu  
Kevät 2010





## TIIVISTELMÄ

### **Opinnäytetyö Mikael Kuoppala**

Taivuteltava työvalaisin  
Lahden Ammattikorkeakoulu  
Muotoilu- ja Taideinstituutti  
Taideteollinen Muotoilu  
Kevät 2010  
Sivumäärä: 57

Opinnäytetyössäni jatkokehitän aikaisemmin kurs-  
sityönä toteuttamani työvalaisimen vartta sekä sen  
taipuisuutta materiaalikokeilujen kautta. Pysin löytä-  
mään uudenlaisen lähestymistavan valon suuntaa-  
miseen ilman mekanismeja. Prosessin lopputulok-  
sena esittelen silikonista valmistetun taivuteltavan  
työvalaisimen jonka valonlähteenä toimivat ledit.

Avainsanat: muotoilu, työvalaisin, led, silikoni, mag-  
neetti

## ABSTRACT

### **Graduation project Mikael Kuoppala**

Bendable task light  
Lahti University of Applied Sciences  
Institute of Art and Design  
Faculty of Design, Department of Applied Art and  
Design  
Spring 2010  
Pages: 57

In my graduation project I will develop earlier  
produced task light and its arm through a mate-  
rial research. I try to find a new innovative way of  
aiming light without mechanisms. As an outcome of  
the process I will present a silicone made task light  
which is powered by leds.

Keywords: design, task light, led, silicone, magnet



# SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7	6	TAVOITTEET	23
			6.1	Toiminnalliset	23
2	LÄHTÖKOHTANA VALAISINKONSEPTI	8	6.2	Tekniset	23
2.1	Konseptin esittely	8	6.3	Visuaaliset	26
2.2	Konseptin analyysi	8	6.4	Taloudelliset	26
2.3	Konseptin jatkokehitystavoitteet	10	6.5	Rajaus	27
3	VALAISINTEKNIKKANA LED	11	7	SUUNNITTELUPROSESSI	30
3.1	Led- tekniikka	11	7.1	Materiaalit	44
3.2	Tekniikan antamat mahdollisuudet	13	7.2	Tekniset ratkaisut	45
3.3	Sovelluksia	15	7.3	Tyyli ja tunnelma	48
4	VALO JA VALAISTUS TOIMITILOISSA	17	8	LOPPUTULOS	49
4.1	Yleisiä valaisuratkaisuja	17	8.1	Esittely	51
			8.2	Tuote ympäristössään	51
5	MARKKINOIDEN TARJONTA	19	8.3	Jatkokehitys	53
5.1	Toimitiloihin tarkoitetut led- valaisimet	19	9	ARVIOINTI	54
5.2	Tuotekehitystarpeet	19	10	LÄHTEET	56



# 1 JOHDANTO

Idea kotiin ja toimitiloihin sijoitettavasta työvalaisimesta sai alkunsa keväällä 2009. Ilkka Salonen veti meille kokeellisen muotoilun työpajaa, jossa oli tarkoitus suunnitella ja toteuttaa kevytrakenne-esine.

Päätin toteuttaa kurssilla pöydälle asetettavan työvalaisimen. Aloitin suunnittelutyön miettimällä miten toteuttaisin valaisimen rungon. Kyse oli kokeellisesta muotoilusta, joten hain jotain erilaista ratkaisua. Päädyin ratkaisuun, jossa toteutin rungon ohuista alumiiniputkista. Putket valoin läpinäkyvän silikonin sisään. Ajatuksena oli se, että putket ikään kuin leijuisivat vapaina ja silikonin sitoisi ne yhteen. Elastisena materiaalina silikonin antaisi mahdollisuuden rungon taivuteltavuudelle ja valon suuntaamiselle ilman mekanismia.

Minua viehätti myös materiaalin tuntuma, sekä sen läpinäkyvyys. Rungon rakenteen paksuus oli 9mm. Läpinäkyvyys toi materiaalin ikään kuin lisäulottuvuuden ja näin ohuessa rakenteessa runkoon tuli

lisää syvyyttä. Lopulta rungosta ei tullut taivuteltavaa, koska runko on molemmista päistä ankkuroitu. Toisesta päästä valonlähteen pesään ja toisesta valaisimen jalustaan.

Opinnäytetyöni ohjaajana on toiminut muotoilija Pekka Kumpula Seokselta. Hänen lisäksi olen tavannut Håkan Långstedtin Saas Instrumentilta projektin alkuvaiheessa.

Ledeistä olen hankkinut tietoa muun muassa käymällä alan messuilla ja seminaareissa. Informaatiota on saatavilla myös alan yritysten nettisivustoilta sekä Suomen valoteknillisen seuran nettisivuilta.

## 2 LÄHTÖKOHTANA VALAISINKONSEPTI

### 2.1 Konseptin esittely

Opinnäytetyönä suunnittelen työvalaisimen tai vastaavan valonsuuntaajan kotiin ja toimitiloihin. Valaisin käyttää valonlähteenään Led- tekniikkaa.

Kyseessä on oma konsepti. Tavoitteena on jatkokehittää edellä esitellyn valaisimen vartta sekä sen taipuisuutta materiaalikokeilujen kautta. Tavoitteena on myös mahdollisesti kehittää jokin innovatiivinen tapa suunnata valoa. Mahdollisissa liitoksissa ja mekanismeissa tavoittelen orgaanisuutta. Tavoite on myös löytää toimiva ratkaisu valaisimen jalustaan, mahdollisesti jokin hienostuneempi tapa kuin lisäpaino. Tarkoitus on suunnitella tyylikäs ja laadukkaista materiaaleista koostuva valaisin.

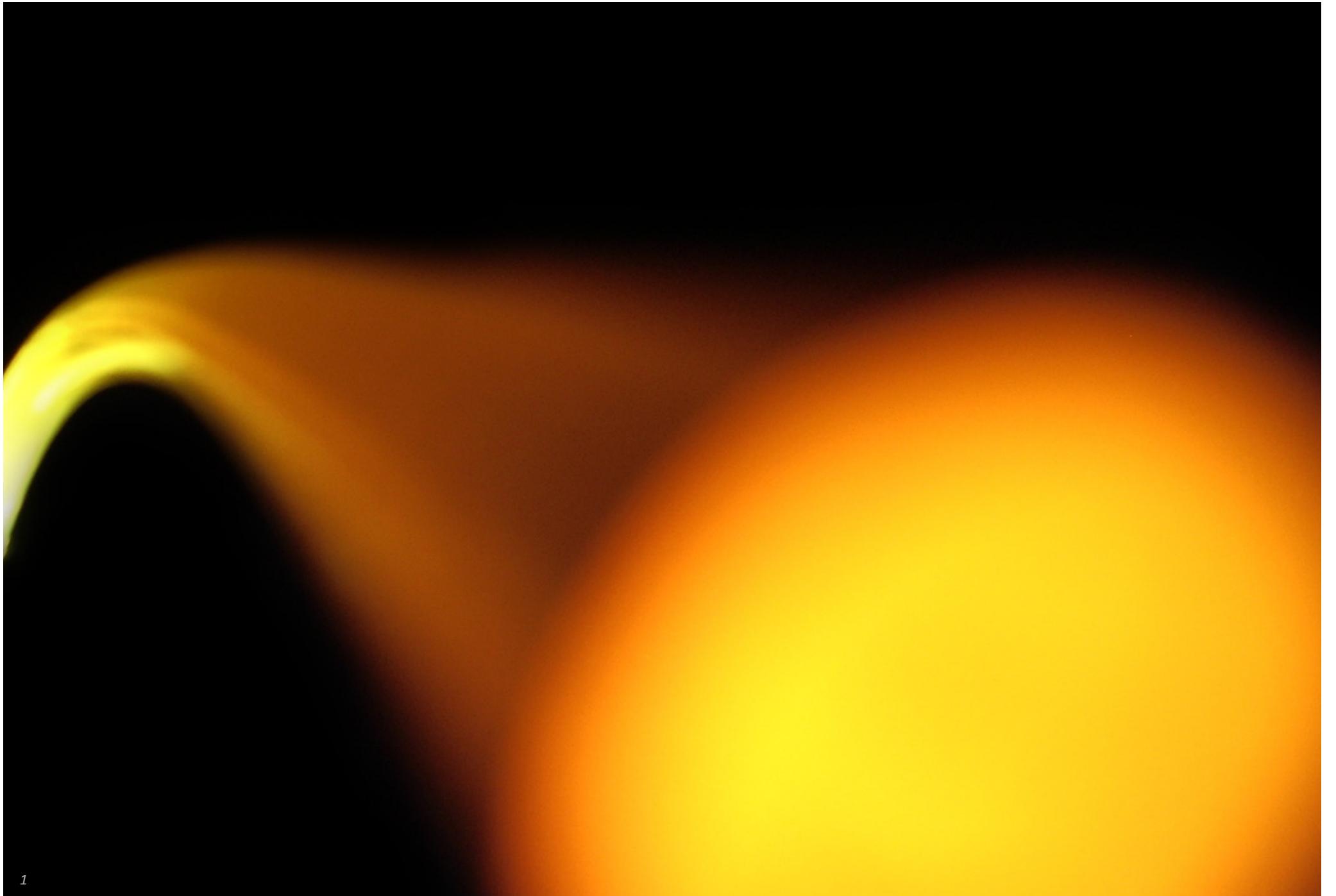
Valaisimen kohderyhmänä on ennakkoluulottomat kuluttajat, jotka arvostavat sitä, että tuote kestää aikaa, eivätkä välttämättä etsi kaikkein edullisinta vaihtoehtoa.

### 2.2 Konseptin analyysi

Led valonlähteenä antaa pienen kokonsa ja keveysä ansiosta mahdollisuuden keveisiin rakennet-kaisuihin. Jos kuvitellaan että valonlähde on rungon päässä, niin mahdollisille nivelille ja mekanismeille kertyvä rasitus ei välttämättä nouse kovin suureksi. Tämä mahdollistaa mielestäni uusia innovatiivisia tapoja taivuteltavuudelle ja mekanismeille.

Jos jalusta toimii lisäpainolla, niin ylimääräisen painon tarve vähenee rakenteen keveyden johdosta, tämä tarjoaa myös uusia mahdollisuuksia. Jos jäähdytys on hoidettu, voidaan ledit valaa materiaalin sisään. Näin valaisin on mahdollista saada valaise-maan koko materiaalin matkalta.

Ledit käyttävät matalajännitteistä tasavirtaa ja ne kuluttavat sitä vähän. Kotona ja toimitiloissa toimi-akseen ne tarvitsevat muuntajan.



### 2.3 Konseptin jatkokehitystavoitteet

Rungon taivuteltavuus kiinnostaa minua siinä määrin, että vakaa aikomukseni on jatkaa sen tutkimista myöhemminkin.

Minulle on herännyt erilaisia ajatuksia taivuteltavasta rakenteesta. Rakenne voisi olla esimerkiksi tuubimainen silikoniprofiili, joka on jakautunut erillisiin osioihin. Osiot erottaisi toisistaan ketsuppi- ja hunajapurkeista tutut sotkemattomat suuttimet. Joissakin näissä osioissa olisi vettä. Puristamalle tuubia, vettä voisi siirtää osioiden välillä ja näin siirtää massaa.

Rakenne voisi koostua silikonituubista, jonka sisällä olisi tietynlaisia geometrisiä partikkeleita, jotka tuubia taivuteltaessa lukkiutuisivat toisiinsa nähdessä ja näin ollen mahdollistaisivat jonkinlaista varren suunnattavuutta.

Tässä vaiheessa mielenkiintoisin visio olisi semmoinen missä silikonimaton sisään valettaisiin supermagneetteja. Magneettien avulla mattoa eli tässä tapauksessa valaisimen vartta voisi taivutella haluttuun muotoon. Sen voisi myös kietoa jonkin asian ympärille tai kiinnittää erilaisiin metallirakenteisiin.

## 3 VALAISINTEKNIKKANA LED

### 3.1 Led- tekniikka

Light Emitting Diode eli LED. Suomenkielinen vastine LEDille on loistediodi, joskin yleensä käytetään lyhennettä led tai LED. Arkipäiväinen, mutta yleisty-mässä oleva termi on ledi.

Ledi ei säteile tuottamaansa lämpöä pois kuten perinteiset valonlähteet, vaan lämpö on johdettava esimerkiksi valaisimen runkoon ja siitä edelleen ympäristöön. Näin ollen ledejä käytettäessä onkin kiinnitettävä erityistä huomiota jäähdytykseen, joka vaikuttaa myös ledin elinikään ja valontuottoon. Tällä hetkellä lämmöntuoton/ valontuoton hyötysuhde on lähes sama kuin purkauslamppuissa, eli noin 70% lämmöksi ja 30% valoksi.

Yksittäisen ledin valotehokkus on tällä hetkellä parhaimmillaan loistelampun luokkaa. Valotehokkuudessa ledit päihittävät jo hehku- ja halogeenilamput. Pienoisloistelamppujen kanssa ledit ovat valotehok

kuudessa samalla tasolla. Sen sijaan suurpainenatrium- ja monimetallilamppujen valotehokkuus on toistaiseksi ledejä parempi. Ledin valotehokkuus valaisimessa saattaa kuitenkin poiketa laboratoriossa mitatusta. Paljaan ledin valoteho ei ole sama kuin valmiin valaisimen valoteho. Kehityksen myötä hyötysuhde paranee 10-20 prosenttia vuodessa.

Ledi valaisee kauan, mutta ei ikuisesti. Ledin määrätellään saavuttaneen elinikänsä lopun, kun sen valovirrasta on 70% jäljellä. Laadukas, valkoista valoa tuottava ledi kestää yleensä yli 50 000 tuntia. Ledin käyttäminen suositeltua korkeammassa lämpötilassa lyhentää sen elinikää huomattavasti.

Ledejä on erilaatuisia. Lediä kestävyydessä, valontuotossa, valon laadussa ja värintoistossa on hyvin paljon eroja eri valmistajien välillä. Lisäksi tuotteista saatavat tiedot voivat olla puutteellisia tai jopa

harhaanjohtavia. Yleensä hinta ja laatu kulkevat käsi kädessä.

Laadukasta valkoista valoa tuottavia ledejä on saatavilla. Ledien yhtenä ongelmana on pidetty niiden tuottamaa hehkulampun valoa kylmempää valoa. Nykyään on saatavilla ledejä, jotka tuottavat lämmintä valkoista valoa. Paras valotehokkuus saavutetaan kuitenkin kylmällä valkoisella valolla. Tehokkain tapa tuottaa valkoista valoa on etäfosforitekniikka, tällöin myös valopinnasta saadaan tasaisen kirkas, eikä yksittäisiä ledejä voi erottaa toisistaan.

Ledivalaistuksen suunnittelu vaatii asiantuntemusta. Ledejä käyttämällä valaistus voidaan toteuttaa hyvin eri tavalla kuin käyttämällä perinteisiä valonlähteitä. Valo voidaan tuottaa lähellä valaistavaa kohdetta. Ledivalaisimen suunnittelussa paras tapa on rakentaa valaisin komponenttien ympärille, ei olemassa

olevan valaisimen ympärille. Suunnittelussa on syytä ottaa huomioon sovelluskohde, ledi ei sovellu kaikkiin kohteisiin. Esimerkiksi saunaan ledit sopivat huonosti, jäähtytys vaikuttaa suoraan ledien elinikään ja valontuottoon.

Ledi on pieni ja niitä tarvitaan monta. Yksittäisen ledin halkaisija on noin 5 mm. Tavallisen loistelampun valovirran saavuttamiseen tarvitaan kuitenkin useita kymmeniä teholedejä. Ledit voidaan toisaalta haluttaessa sijoittaa hajautetusti.

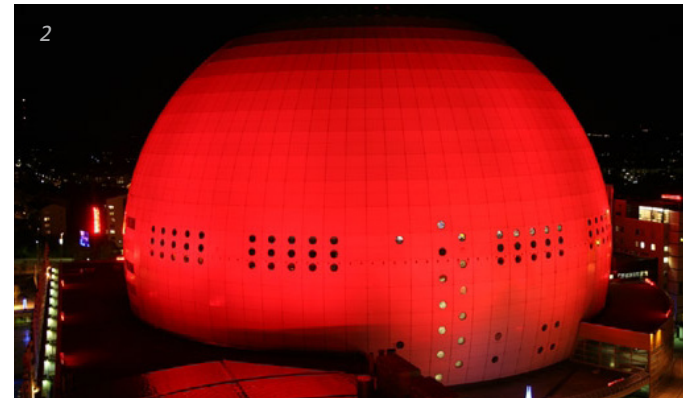
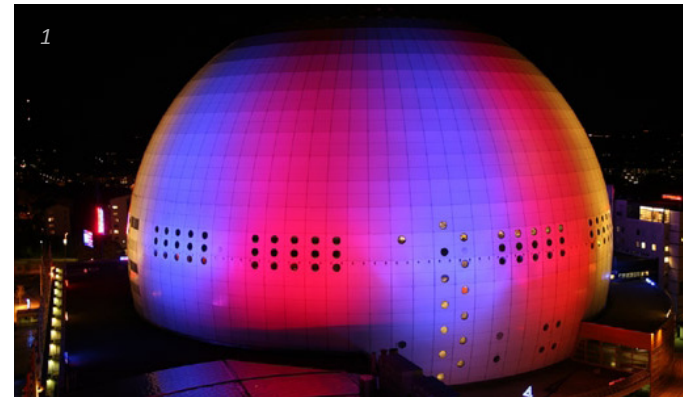
*(Tuomas Lamminmäki, Daniel Jenkins 2010)*

### 3.2 Tekniikan antamat mahdollisuudet

Ledit ovat erityisen hyviä kun tarvitaan värillistä valoa. Ledin valontuotto perustuu prosessiin, joka tuottaa lähes monokromaattista valoa. Näin ollen värillisen valon tuottaminen ledeillä on tehokasta, koska erillisiä suodattimia ei tarvita. Käyttämällä erivärisiä ledejä voidaan valaisimen valon väriä vaihdella.

Led- moduuli on kokonaisuus, jossa yksittäiset komponenttiledit on juotettu piirilevyille. Tällöin piirilevyyn tarvitsee vain syöttää oikea jännite tai virta. Toistaiseksi Led-moduuleja ei ole standardoitu millään lailla, joten ne ovat aina valmistajakohtaisia. Tämä voi vaikuttaa niiden saatavuuteen tulevaisuudessa.

Led-moduulin tyyppistä riippuen se tarvitsee toimiakseen joko tasavirtaa tai –jännitettä. Tätä varten on kehitetty omat liitälaitteensa, joissa on lisäksi tar





vittavat suojaukset mm. oikosulkua, ylikuormitusta ja yllämpenemistä vastaan. Laitteita on runsaasti eri kokoisia ja muotoisia ja eri tehoalueille suunniteltuja. Nämä laitteet voidaan yleensä sijoittaa jopa 10 metrin päähän varsinaisesta led- moduulista.

Ledien himmennys ei ole aivan yksinkertaista. Se ei onnistu suoraan jännitettä tai virtaa alentamalla, vaan tarvitaan ns. pulssinleveysmodulaatiota. Tämä tarkoittaa lisää elektronisia liitännälaitteita, mutta toisaalta niiden avulla säätö onnistuu erittäin hyvin.

*(Tuomas Lamminmäki, Daniel Jenkins 2010)*

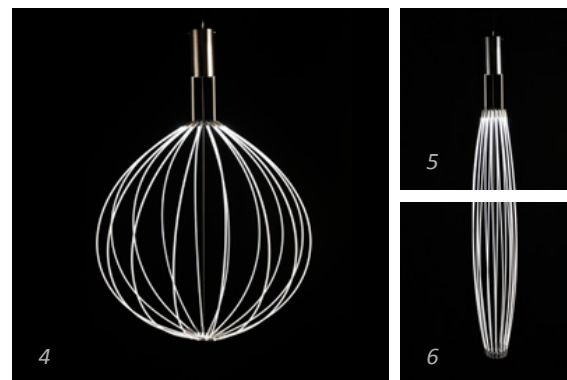
### 3.3 Sovelluksia

Projektin alussa kävin esittelemässä ideaani Saas instrumentin Håkan Långstedtille. Paikan päällä Helsingin Hernesaassa pääsin tutustumaan aulassa heidän valaisimiinsa.

Mielenkiintoni herätti Mikko Paakkasen suunnittelema liikkuva Medusa valaisin. Valaisin on saanut inspiraationsa ylös-alas liikkuvasta meduusasta.

Materiaalina valaisimessa on pinnoitettu valokuitu yhdistettynä suurteholedeihin. Mikroprosessorilla ohjattu moottori liikuttaa valaisinta ja muuttaa sen muotoa hypnoottisella tavalla. Valaisimen liike voidaan halutessa pysäyttää missä kohtaa tahansa, mikä antaa mahdollisuuden valita valaisimelle päivän muodon.

*(www.saas.fi 2010)*



Medusan kanssa hieman samoissa tunnelmissa leijailee Pentagon Designin suunnittelema 22-77°-valaisin. Valaisin voitti Luminord 2009 valaisinsuunnittelukilpailun pääpalkinnon. Osallistuin itse ensimmäisellä prototyypillä kilpailuun. Kilpailussa tehtävänä oli suunnitella kiinteistön ulko- tai sisäkäyttöön soveltuva led-valaisin.

Valaisimessa on minusta mielenkiintoisesti käytetty hyödyksi suurteholedien tuottama lämpö, joka ehkä yleensä käsitetään haitaksi.

Valaisimen runko-osaan kiinnittyy neljä ristin muotoista kaksikerrosmetalliosaa, jotka muodostavat 16 säikeen kokonaisuuden. Säikeet oikenevat lämmetessään ja palaavat kaareviksi jäähtyessään huoneenlämpötilaan. Jokaisessa säikeessä on viisi 1 watin led-polttimoa, valaisimessa niitä on yhteensä 80 kappaletta. Kaksikerrosmetallisäikeet toimivat samalla led-polttimoiden virtajohtimina ja jäähdytuselementteinä. Jokaisella säikeellä on oma lämpöanturinsa, jonka ansiosta ne toimivat toisistaan riippumatta muodostaen symmetrisen ja tasaisen rytmin.

*(www.pentagondesign.fi 2010)*



## 4 VALO JA VALAISTUS TOIMITILOISSA

### 4.1 Yleisiä valaisuratkaisuja

Työvalaistus luodaan usein vipuvartisilla lattia- tai pöytävalaisimilla. Valokeila on näin helppo suunnata tarvitulle alueelle, esimerkiksi piirtämiseen tai lukemiseen. Normaalisti työvalaisimen valon intensiteetti on noin viisi kertaa suurempi kuin huoneen tarvitseman valon intensiteetti.

Leikkaussalit on maalattu valkoisiksi hyvästä syystä. Ensinnäkin hygienian takia, mutta valkoinen myös heijastaa ja optimoi kirkkaan tasaisen valon koko tilaan. Leikkaussaleista on tuttu myös monipäinen spottivaloterttu, joka on ripustettu meneillään olevan työn ylle. Valaisimissa on useita valonlähteitä varjojen välttämiseksi. Leikkaussalien työvalaisimet luovat äärimmäisen kirkkaan valokeilan tarvitulle alueelle. Mitä kirkkaampi valo, sitä pienemmät pupillit. Eli sitä paremmin ja kirkkaammin kirurgi näkee. Hyvän työvalaistuksen merkitystä usein ylenkatsotaan, erityisesti kotona.

Rentoutuneena ideaalisilmän on tarkoitus keskittyä keskimatkalle. Objekteja tutkiessaan läheltä ja kaukaa, silmän on jatkuvasti työskenneltävä mukauttaakseen tarkennuksen tarkkaa näköä varten. Mitä lähemmäksi katsotaan, sitä kovemmin mykiön lihasten täytyy toimia. Sanomalehteä luettaessa, tarkennus voi jatkuvasti vaihdella 30:stä 60 cm:iin. Tämä voi olla varsin rasittavaa silmälle, erityisesti huonossa valossa. Mitä kirkkaampi valon intensiteetti on paperilla, sitä pienemmäksi iiris voi supistua, päästääkseen oikean määrän valoa stimuloimaan verkkokalvoa. Tämä vähentää lihastoiminnan määrää tarkkaan näköön. Yksinkertaistettuna – mitä enemmän valoa, sitä vähemmän väsymistä: siinä työvalaistuksen merkitys.



Tietokoneiden lisääntyessä työvalaisimille on tullut lisätarve tuottaa varjotonta hajavaloa näppäimistöille. Valon tulisi toimia jotenkin yhteistyössä näytön tuottaman valon kanssa, joka voi yksinään olla silmille rasittavaa.

*(Conran, Bond 1999)*

## 5 MARKKINOIDEN TARJONTA

### 5.1 Toimitiloihin tarkoitetut led- valaisimet

Tehdessäni markkinoioiden kartoitusta keskityin led-valaisimiin yleensä, en pelkästään työvalaisimiin. Työvalaisimissa tein kuitenkin huomion, että niiden mekanismit ovat usein huonosti toteutettuja. Ei ole tullut yhtään valaisinta vastaan jonka mekanismit olisivat toimineet kuin mersun ovet. Tämä on yksi syy miksi mekanismit eivät juurikaan kiehdo minua tässä projektissa, mekanismeilla on taipumus kulua ja väsyä jossakin vaiheessa tuotteen elinkaarta. Toisaalta mielenkiintoinen kysymys on miksi mekanismeiltaan sävyttävää valaisinta ei ole tullut vastaan.

Vastaavasti mielenkiintoisia oivalluksia ja sovelluksia löytyi sisustusvalaisimista, kuten edellämmainituissa Mikko Paakkasen Medusassa ja Pentagon Designin 22-77°- valaisimessa. Jokin oivallus tuotteessa on kiehtovaa, se tekee tuotteesta mielenkiintoisen sekä antaa sille oikeuden olla olemassa.

### 5.2 Tuotekehitystarpeet

Kyseenalaistan markkinoilla olevien mekaanisesti suunnattavien valaisimien mekanismien toimivuu- den. Mekanismeilla on taipumus kulua ja väsyä jossakin vaiheessa tuotteen elinkaarta.

Uskon markkinoilla olevan tilaa minun tarjoamalle organisemmalle valon suunnattavuudelle. Ei mekaanisia, suunnattavia valaisimia on markkinoilla runsaasti. Uskon kuitenkin, että siellä on vielä paljon tilaa uusille luoville sovelluksille.

1



2



Kuva 1 ►

*Ingo Maurerin Zufall, on lähimpänä sitä alkuperäistä visiota mikä minulla oli pöytävalaisimen suhteen. Se on pöytävalaisin taivuteltavalla silikonivarrella, jossa valonlähteenä on teholedi.*



3



4



## 6 TAVOITTEET

### 6.1 Toiminnalliset tavoitteet

Olen asettanut itselleni runsaasti tavoitteita. Toiminnallinen tavoite on, että valaisin toimii ympäristössään kotona tai toimitiloissa työpöydällä. Se valaisee sopivasti tietokoneella työskenneltäessä, mutta sen valaisutehon tulisi myös olla riittävä piirtämiseen ja lukemiseen.

Mitoitukseltaan valaisimen tulee olla sellainen, että sen valonlähteen tulee olla korkeudella joka ei häikäise työskenneltäessä. Valaisin saa olla runsaan kokoinen. Varren tulee kantaa tarpeeksi pitkälle, jotta käsien liikkuttamiselle sekä työtavaroille jää tilaa.

Toiminnalliseksi tavoitteeksi olen asettanut myös valon suunnattavuuden.

### 6.2 Tekniset tavoitteet

Haluaisin, että valaisin olisi mahdollista purkaa osiin mahdollisimman helposti. En tiedä olisiko purettavuus perusteltua, mutta minua kiehtoo mahdollisuus osien korvattavuudesta. Jos jokin osa menisi rikki, se olisi mahdollista vaihtaa. Ei tarvitsisi uusia koko valaisinta, mikä on toisaalta ekologisesti perusteltua.

Ruuvit ja mutterit ovat olleet periaatteeltaan enemmän tai vähemmän samanlaisia satoja vuosia. Haluaisinkin löytää jonkin erilaisen tavan mahdollisiin liitoksiin valaisimessani.

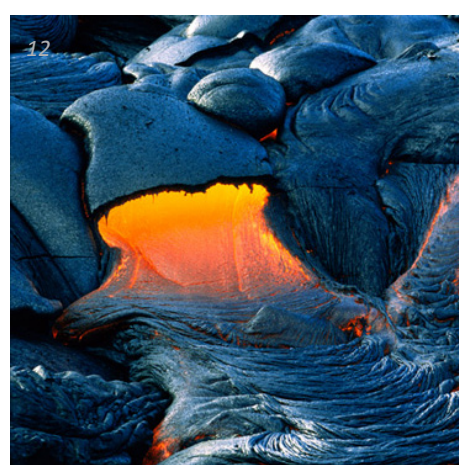
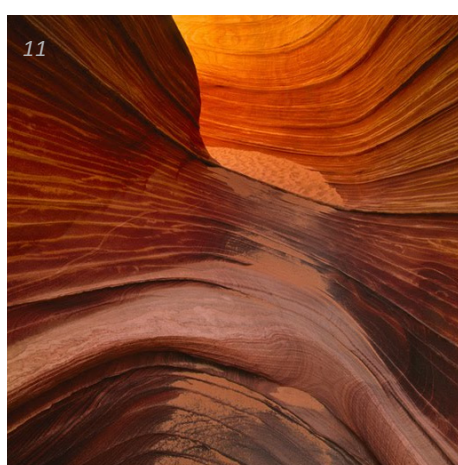
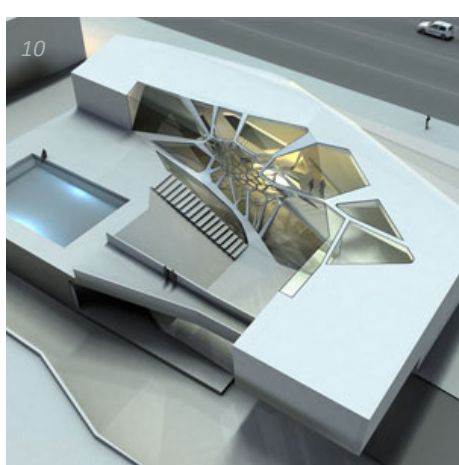
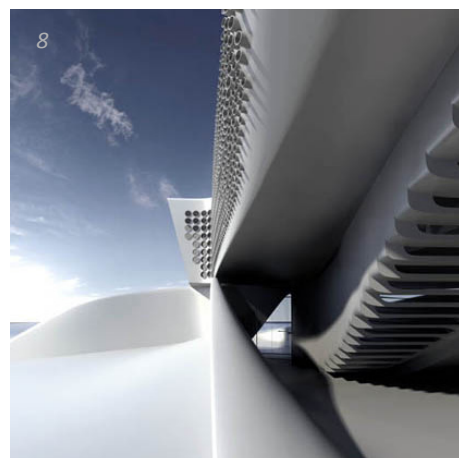
Valaisimen johtimet haluaisin saada kuljetettua lopullisessa prototyypissäni järkevästi. Nykyisessä versiossa (Condence) johtimet kulkevat alumiiniputkien sisällä, jotka puolestaan on valettu silikonin sisään. Tässä yhtälössä on jotakin liikaa. Itseäni kiehtovalle silikonille tulisi löytää jokin oikea funktio. Jos siliko-

nin saisi toimimaan johtimien eristävänä materiaalina sekä rakenteen osana, niin silloin materiaalilla olisi tarkoitus. Toinen vaihtoehto on jättää silikonin kokonaan rakenteesta pois.

Huomasin nykyisessä mallissa, että yksi teholedi ei oikein riitä valaisuteholtaan. Voisin harkita jonkun ledimoduulin käyttöä valonlähteenä, missä ledejä olisi enemmän piirilevyllä. Valonlähteen pesä tulee koneistetusta alumiinista, joten siihen voisi koneistaa mahdollisuuden ledimoduulille. Moduuli voisi olla pikaliittimellä yhdistettävä varresta tuleviin johtimiin ja näin ollen helposti vaihdettavissa.

Jos rakenne kuitenkin vaatii putket silikonin sisälle, minun tulee keksiä helpompi tapa valaamaan putket silikonin sisälle. Nykyiseen malliin tein muotin ja taivutin putket ennen valua haluttuun muotoon. Sen jälkeen asetin putket muottiin. Ongelmaksi tässä muotoutuu se, että putken päät voidaan kontrolloida muotin päistä, mutta keskellä missä on lähes

90 asteen kulma, putkia ei valun aikana voi kontrolloida. Yhden kappaleen pystyy valmistamaan tekeillä erottimet esimerkiksi läpinäkyvästä akryylistä, mutta nekin näkyvät valun sisällä. Valmistettavuuden kannalta tämä ei ole hyvä ratkaisu. On olemassa mahdollisuus valaamaan täysin suoraa profiilia, jossa suorat putket valetaan silikonin sisään ja taivutetaan koko rakenne haluttuun muotoon vasta jälkeenpäin. Minun täytyy kokeilla onnistuisiko rungon rakentaminen tällä tavalla, silikonin kesto taivutuksessa voi tosin koitua ongelmaksi.



### 6.3 Visuaaliset tavoitteet

Haluan valaisimen olevan pelkistetty, laadukas ja uskottavuutta henkivä esine. Valaisin tulee selkeästi olemaan tulevaisuuteen katsova, futuristinen. Se voi olla hieman provosoiva, mutta kuitenkin tasapainoinen.

Olen tutkinut ympäristöä mihin valaisimen suunnittelen. Aluksi keräsin kuvia toimistotiloista ja työpöydistä. Kunnes totesin, että toimistotkin sijoittuvat johonkin ympäristöön. Tutustuin koulun kirjastossa modernia digitaalista arkkitehtuuria käsitteleviin kirjoihin. Heräsi ajatus, että taideteollisena muotoilijana olen jossain määrin alisteinen tilan arkkitehtuurille ja sitä myöten arkkitehtuurille yleensä. Jos kouluttaisin itseni koulun jälkeen arkkitehdiksi niin voisin itse määrittää muotoilun suuntaa, toteuttaa syvemmin omaa visiota sekä katsoa vielä pidemmälle tulevaisuuteen.

### 6.4 Taloudelliset tavoitteet

Tavoite on kehittää materiaalikokeilujen kautta jokin innovatiivinen tapa suunnata valoa, mahdollisesti ilman mekanismeja. Projektin lyhyestä ajasta johtuen keskitynkin vain tähän. Taloudelliset ja tuotannolliset seikat tulen ottamaan huomioon tarkemmin, jos projektin lopputulos rohkaisee kehittämään ideaa edelleen.

On selvää, että valaisimen tulisi olla riittävän yksinkertainen edullisen valmistettavuuden kannalta. Tässä vaiheessa päämateriaali minulla on ollut silikoni, mikä on suhteellisen arvokasta. Paikalliselta toimittajalta olen saanut niitä noin 70 euron kilohintaan. Todennäköisesti materiaalin kilohinnat putoavat kun puhutaan suuremmista eristä.

## 6.5 Materiaalitavoitteet

Materiaaleilla on olennainen merkitys projektissani. Projekti on lähtenyt liikkeelle materiaalikokeilusta. Olen hahmotellut mielessäni erilaisia materiaaleja joita valaisimessani tulisin käyttämään. Ajatuksia on ollut puusta ja puuhartsista muoveihin.

Ledien jäähtyksen vuoksi osa valaisimesta on kuitenkin valmistettava alumiinista. Nykyaikaiset suurteholedit lämpenevät runsaasti, ja ne tarvitsevat paljon jäähtytyspinta-alaa. Tällä hetkellä ajatuksissa on käyttää alumiinia valaisimen jalustassa sekä valonlähteen pesässä, joka tulee olemaan myös valaisimen suurin jäähtytinosa.

Tässä vaiheessa olen ajatellut valaisimen toiseksi materiaaliksi, lähinnä valaisimen varteen silikonia, kumia tai jotain polyuretaania. Haluaisin kyseisen materiaalin olevan läpinäkyvä tai läpikuultava, koska varsi tulee olemaan ohut. Läpikuultavuudella saan varteen kolmiulotteisuutta ja syvyyttä.



13



14



15



16



17



## 7 SUUNNITTELUPROSESSI



## PROTOTYYPPI 1 CONDENCE

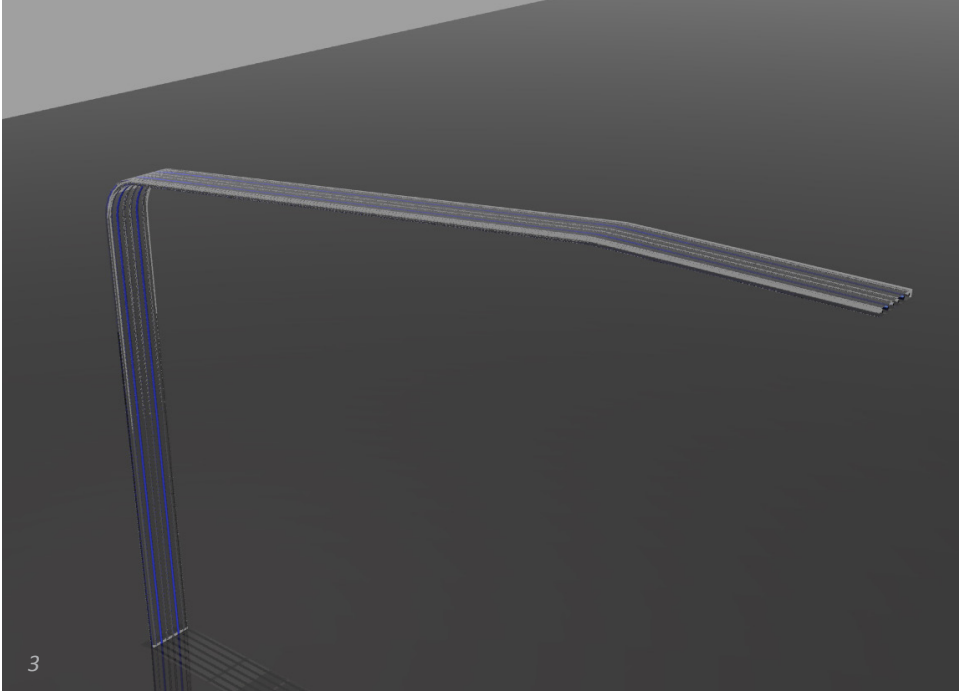
Lähtökohtana olevan ensimmäisen prototyypin kanssa aloitin suunnittelutyön valaisimen rungon ideoininista. Halusin keksiä jonkin erilaisen ja mielenkiintoisen tavan toteuttaa runko. Päädyin ratkaisuun, jossa toteutin rungon ohuista alumiini-putkista, jotka valoin läpinäkyvän silikonin sisään. Ajatuksena oli se, että putket ikään kuin leijuivat vapaina ja silikonin sitoisi ne yhteen. Elastisena materiaalina silikonin antaisi mahdollisuuden rungon taivuteltavuudelle.

Minua viehätti myös materiaalin tuntuma, sekä sen läpinäkyvyys. Rungon rakenteen paksuus oli 9mm. Läpinäkyvyys toi materiaalin ikään kuin lisäulottuvuuden ja näin ohuessa rakenteessa runkoon tuli lisää syvyyttä. Lopulta rungosta ei tullut taivuteltavaa, koska runko on molemmista päistä ankkuroitu. Toisesta päästä valonlähteen pesään ja toisesta valaisimen jalustaan. Kyse oli puhtaasti materiaalikoikeudesta, mielikuvan kokeilusta käytännössä.

Tämän prototyypin kehitys lopulliseksi versioksi oli pitkään suunnitelmassa, mutta luovuin siitä vaihtoehdosta. Koen, että tämän konseptin loppuun miettiminen olisi ollut liian turvallinen vaihtoehto. Minulla olisi ollut tässä muutamia kohtia mitä olisi pitänyt viilata. Esimerkiksi valonlähteen pesän kokoa olisi voinut pidentää sekä valonmäärää olisi voinut lisätä. Jalustan rakenteiden toteutuksessa olisi myös ollut varaa pelkistämiseksi.

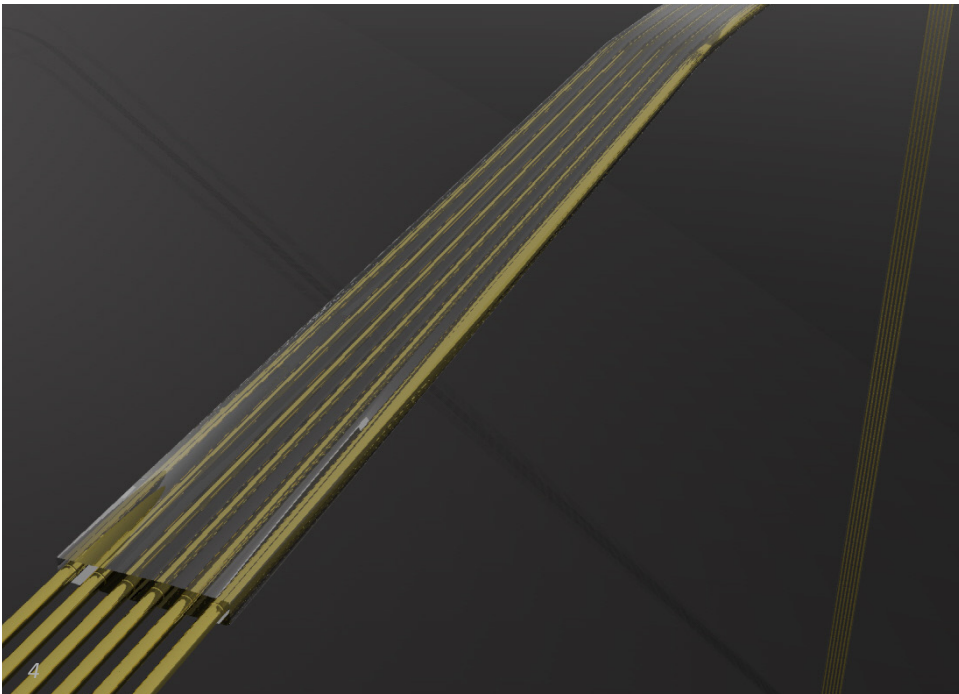
Tuotantoa ajatellen varren valu tulisi toteuttaa eritavalla. Olen toteuttanut sen niin, että olen taivuttanut putket muotoonsa ja tehnyt saman muotoisen muotin, mihin olen putket asettanut. Tämän jälkeen olen valanut silikonin muottiin. Olen joutunut käyttämään erotuspalikoita putkissa, koska taivutusten kohdalta putkia on mahdoton kontrolloida muotin sisällä valun aikana. Pitäisi ehkä valaa suorat putket suoraan muottiin ja tehdä taivutukset jälkeensä. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua silikonin kesto taivutuksessa.





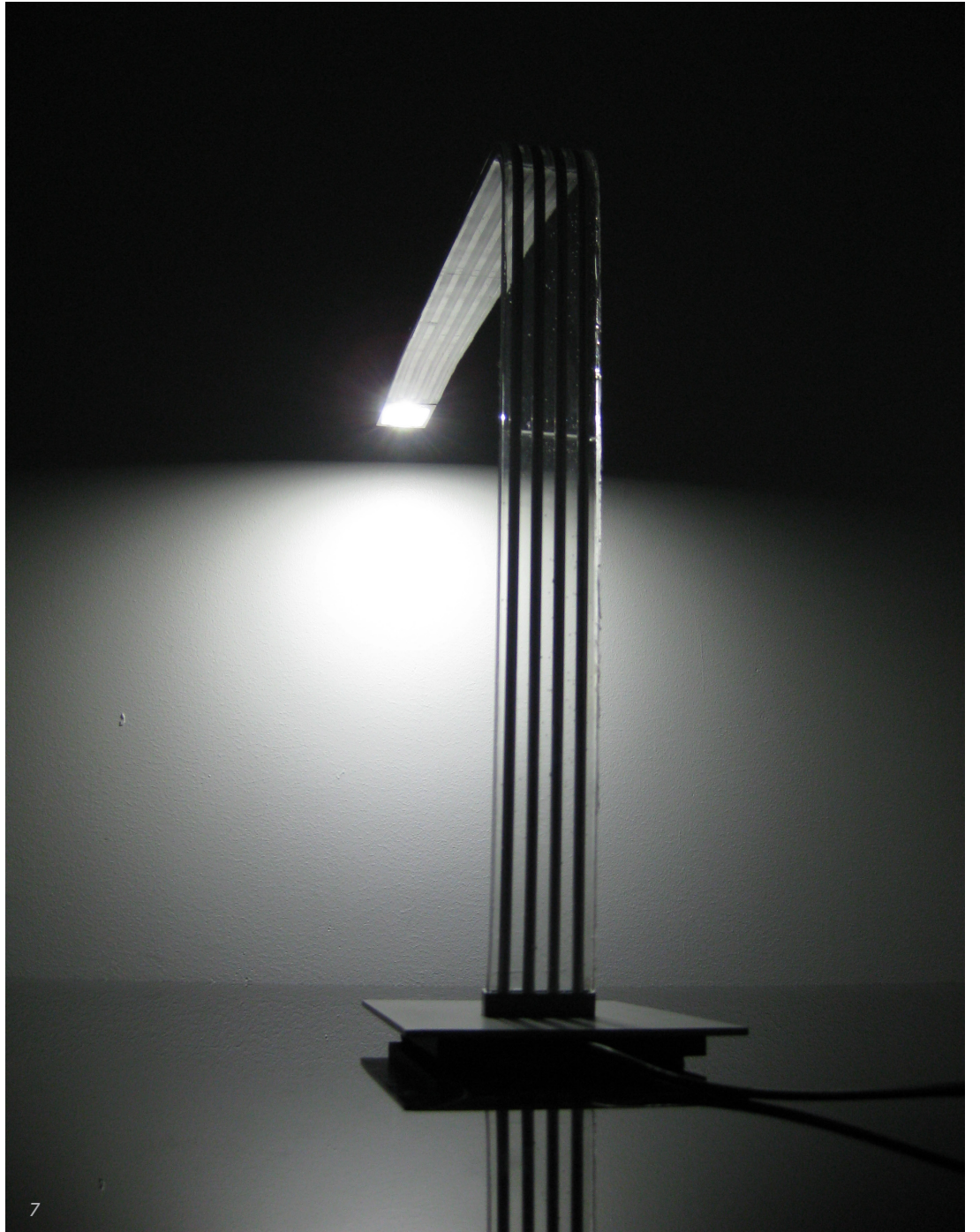
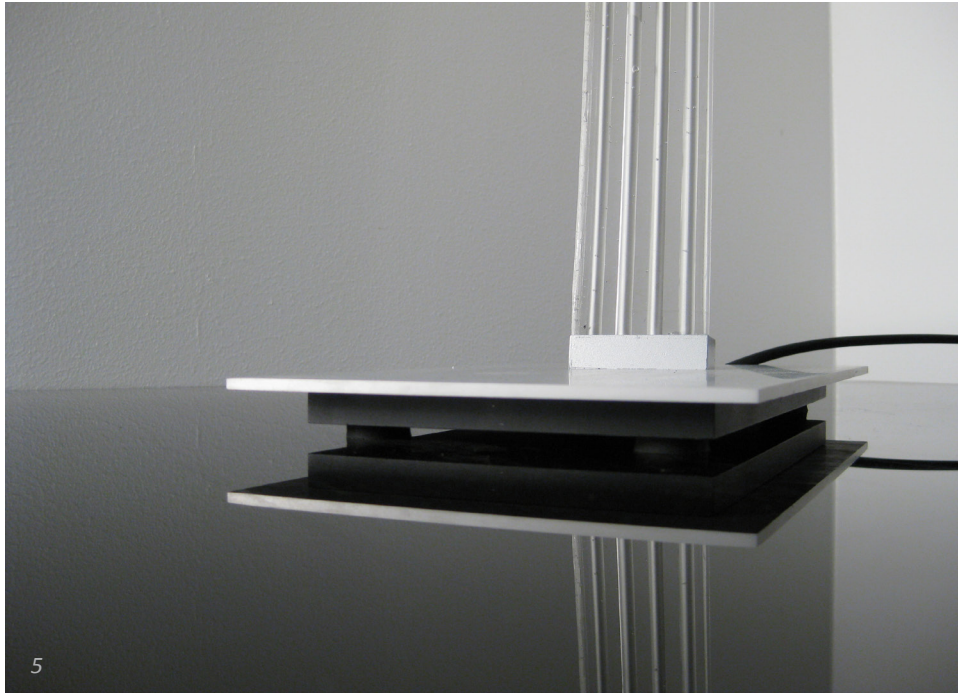
◀ *Kuva 1*

*Ensimmäinen visio valaisimen rungosta. Kuusi alumiiniputkea silikoniprofilin sisällä. Olen kokeillut tässä myös värien käyttöä putkissa.*



◀ *Kuva 2*

*Tässä luonnoksessa olen kokeillut valaa kuparijohtimet suoraan silikoniprofilin sisään. Pohdin että silikonin voisi toimia myös johtimien eristävänä materiaalina.*

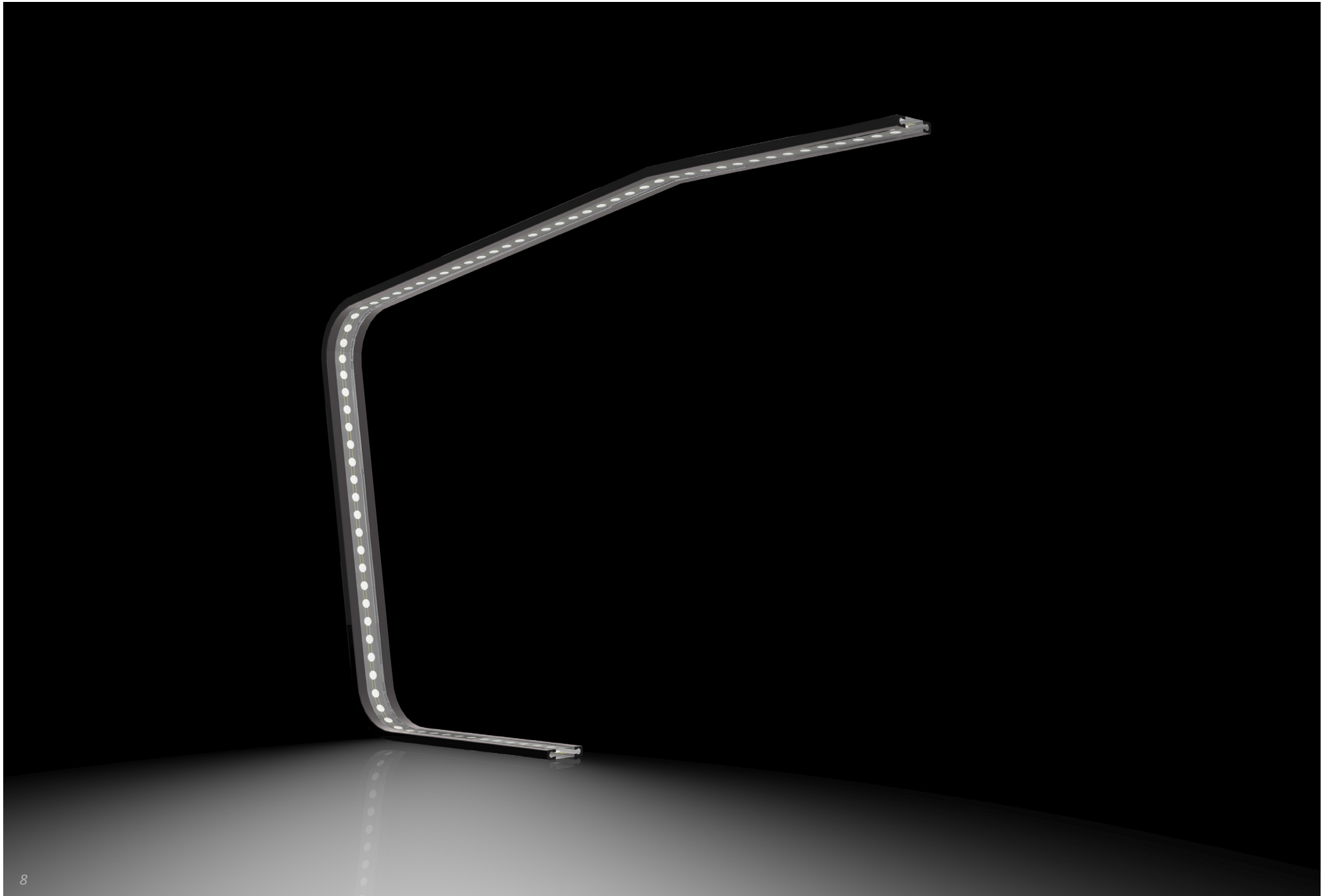


## PROTOTYYPPI 2 VARIOITAVA VALAISIN

Materiaalikoekilujen kautta löysin mielenkiintoisen materiaaliyhdistelmän, missä valoin kuorittua kaiutinkaapelia silikonin sisään. Edellisestä prototyypistä oppineena, pyrin käyttämään varren elementit järkevämmiin.

Periaatteessa tässä yhdistelmässä silikonin ja johtimien välistä on poistettu alumiiniputket. Johtimien halkaisijaa on kasvatettu rakenteen vahvistamiseksi sekä niitä korostamaan. Kun varren muodon antavat putket on poistettu rakenteesta, niin valaisimen kasassa pitämiseksi piti keksiä jokin toinen keino. Tästä lähti ajatus siitä, että materiaaliyhdistelmäni voisi tuottaa ikäänkuin kaapeliprofiilinina. Profiilin reunoille molemmiin puolin tulisi koko rungon matkalta jostakin vahvemmassa materiaalista muodon antavat palat. Näin valaisimen kokoa ja muotoa voisi reunapalikoita muuttamalla varioida. Itse kaapeliprofiili pysyisi samana.

Muoto ja mitoitus voisi pääpiirteiltään seurata ensimmäisen prototyypin jälkiä. Tuoteperhe, joka koostuisi pöytävalaisimesta ja lattialle asetettavasta jalkavalaisimesta voisi tulla kysymykseen tällä idealla toteutettuna





9

◀ Kuva 9

*Yksityiskohta ylläolevan valaisimen (Kuva 8) rakenteesta. keskellä kulkee taipuisa silikoniprofili, jonka sisään on valettu ledejä. Reunoilla olevat kovemasta materiaalista (esim. alumiini) toteutetut palat kantavat rakenteen ja antavat valaisimen muodon.*



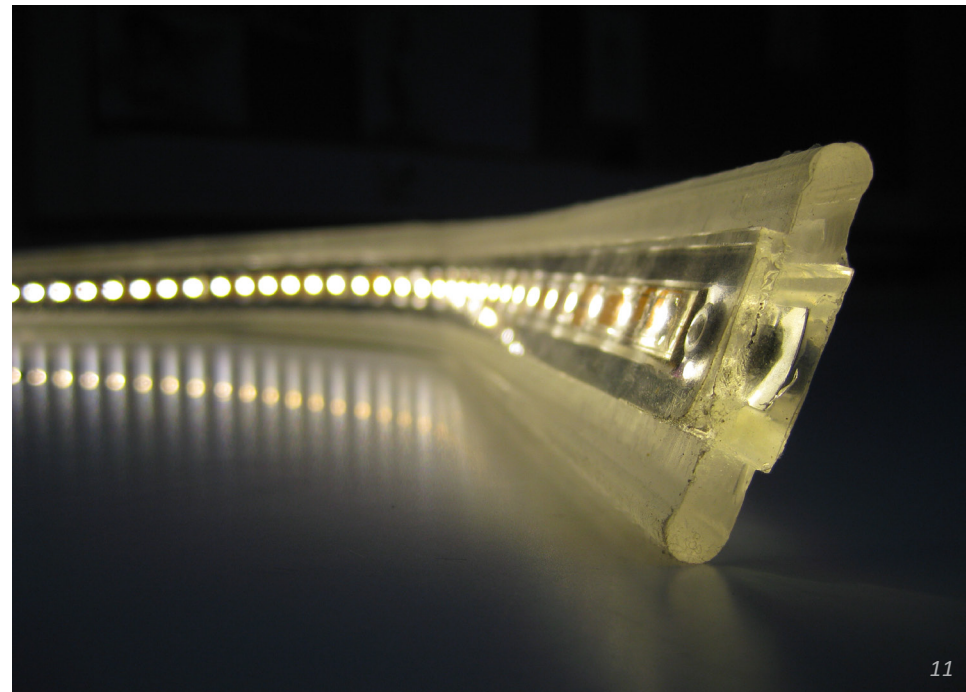
10

◀ Kuva 10

*Ledistripin valu silikoniprofiilin sisään.*

Kuva 11 ►

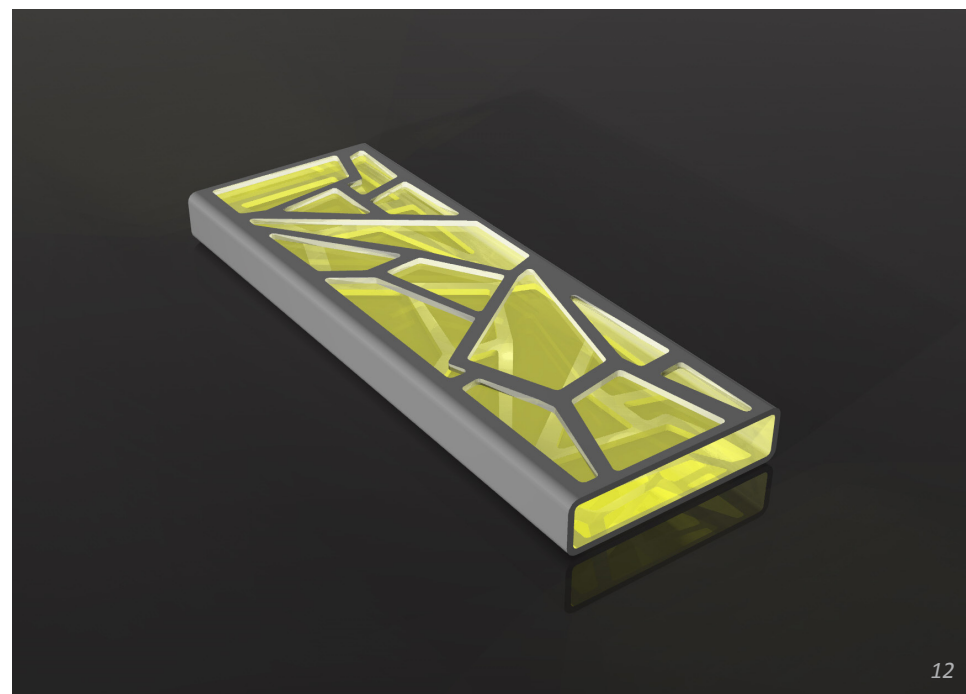
*Valoin ledistriippiä silikoniprofiilin sisään. Tästä tulee vähän mieleen jouluvalot, mitä en pyri kokeiluilla hakemaan.*



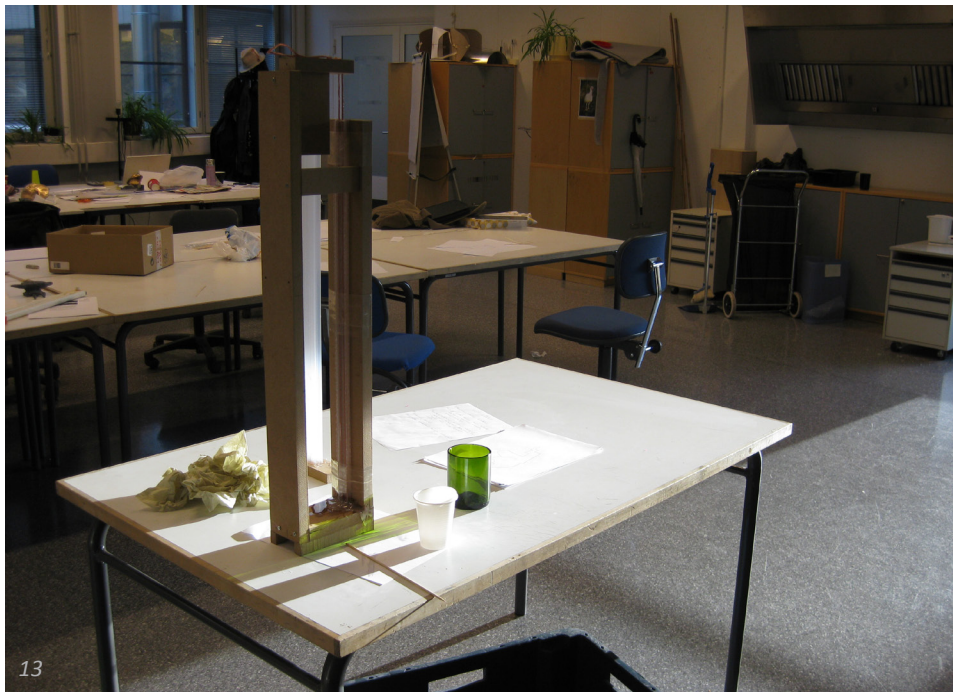
11

Kuva 12 ►

*Mallinnettu pätkä toisesta koko varren matkalta valaisevasta valaisimesta. Tämä on mielestäni mielenkiintoinen ja kiehtova kokeilu, jota voisin jossakin toisessa yhteydessä kehittää jatkossa.*

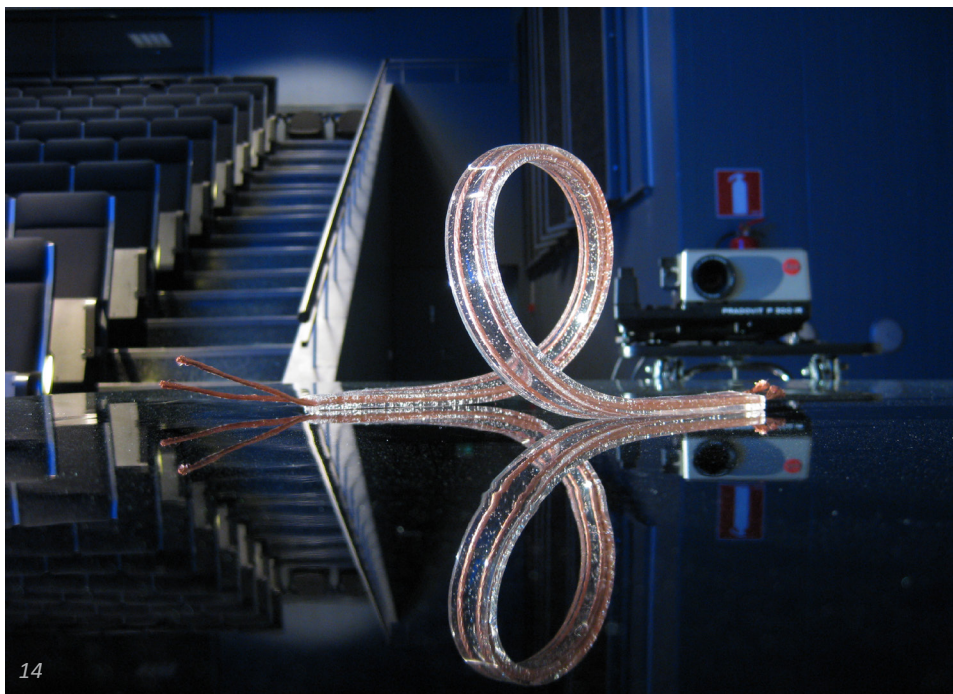


12



◀ Kuva 13

*Rakensin MDF:stä muottijärjestelmän, johon sain kuoritut kaiutinkaapelit pingotettua pystysuoraan kiireälle. Kaapeleiden ympärillä on erillinen muovinen säiliö/ profiili silikonin valua varten.*



◀ Kuva 14

*Tuloksena täysin taivuteltava haptisesti ja visuaalisesti mielenkiintoinen materiaalikoikeilu.*



## PROTOTYYPPI 3 TAIVUTELTAVA TYÖVALAISIN

Kolmas prototyyppi on konsepti josta kehitän lopullisen version opinnäytetyöhöni. Kokeilujen kautta sekä edellisistä prototyypeistä viisastuneena olen saanut idean pelkistettyä.

Tässä konseptissa ohuen silikoniprofiilin sisään on valettu magneetteja. Silikonin elastisuus ja magneetit mahdollistavat runsaan muunneltavuuden sekä taivuteltavuuden. Valaisin on mahdollista rakentaa erimuotoiseksi. Sen voi rullata, kääriä tai pakata lähes miten haluaa. Jos löytyy metallia niin sen voi asettaa seinälle tai ripustaa johonkin metalliseen pintaan.

Valonlähteenä käyttäisin mieluiten taipuisaa oled-mattoa. Näin erilliset kovat materiaalit eivät kömpelöittäisi valaisinta. Tekniikka kehittyy kovaa vauhtia ja muutaman vuoden kuluttua ideani olisi mahdollista toteuttaa.

Tässä konseptissa täyttyy oikeastaan lähes kaikki projektille antamani tavoitteet. Olen pohtinut valaisimen varren taipuisuutta materiaalikokeilujen kautta ja päätenyt mielestäni innovatiiviseen tapaan suunnata valoa. Olen pystynyt toteuttamaan varren ilman mekanismeja. Olen myös mielestäni kehittänyt samalla valaisimen jalustan toteutukselle erilaisen tavan.



## 7.1 Materiaalit

Koska valaisin on elastinen ja täysin taivuteltava niin luonnollinen valinta sen päämateriaaliksi oli silikoni. Silikonin valuominaisuudet ovat sopivilla muottimateriaaleilla erittäin hyvät.

Silikonin rasvaisuuden ansiosta se irtoaa esimerkiksi akryylimuotista helposti ilman erillisiä irroitusaineita. Huoneenlämmössä materiaali jähmettyy vuorokaudessa. Käyttämäni silikoni on kaksikomponentti yhdiste, joka on ennen jähmettymistään paksun öljymäistä. Viskositeettinsa takia materiaali haukkaa helposti ilmaa sekoitusvaiheessa. Tämän takia se olisi hyvä käyttää alipainekammiossa ennen valua ilmakuplien poistamiseksi. Käyttämäni silikoni on myös täysin myrkytöntä.

Valonlähteen pesälle olen valinnut materiaaliksi alumiinin. Ledit eivät säteile tuottamaansa lämpöä pois kuten perinteiset valonlähteet, vaan lämpö on

johdettava esimerkiksi valaisimen runkoon ja siitä edelleen ympäristöön. Alumiini on hyvä jäähdytysmateriaali, minkä takia olen valinnut sen valonlähteen pesän materiaaliksi.

Oled-tekniikan kehittyessä, tulevaisuudessa olisi mahdollista saada valaisimeen elastinen valonlähde. Välttyisin tällöin alumiinin kömpelöltä vaikutukselta. Prototyyppiin olen valinnut valonlähteeksi normaalit teholedit.

## 7.2 Tekniset ratkaisut

Minulla on mahdollisuus käyttää erivärisiä silikoneja valaisimessa, mutta katson että läpinäkyvä tai läpikuultava silikoni olisi järkevin vaihtoehto. Silloin käyttäjä näkee missä magneetit ovat, mikä helpottaa valaisimen taivuttelua ja rakentelua.

Muottiin poraan reiät halkaisijaltaan 2 mm terästangoille, tangot ovat kohollaan pystyssä muotin sisäpinnalla. Magneetit kiinnittyvät magneettisuutensa ansiosta tankojen päihin valun ajaksi. Valun jälkeen terästangot jäävät muottiin ja magneetit jäävät silikonin sisään. Itse silikoniprofiiliin jää tästä syystä halkaisijaltaan 2 mm reiät toiselle puolelle magneettien kohdalle.

Valonpesä on kaksiosainen koneistettu alumiinielementti, joka puristetaan silikoniprofiilia vasten molemmilta puolilta ruuvikiinnityksin. Tällä tavalla saan myös helposti toteutettua johtimien vedon

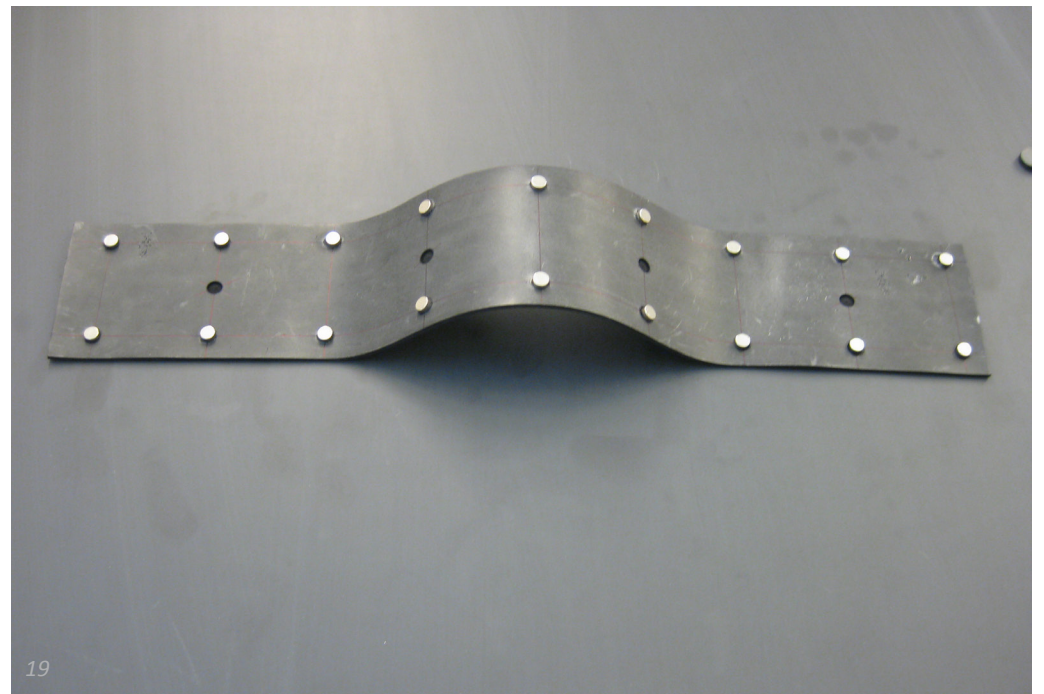
poiston, virtajohdon jäädessä alumiinikappaleiden väliin puristukseen.

Ylempään kappaleeseen kiinnitetään yksi teholedi tai neljän ledin moduuli. Alempaan kappaleeseen koneistetaan aukko läpinäkyvälle akryylilevyille, joka suojaa valonlähdettä, mutta päästää valon läpi.



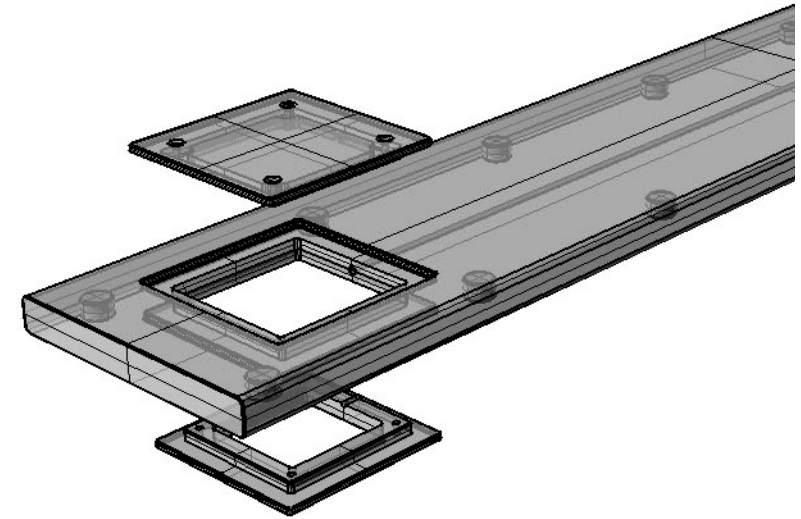
◀ Kuvat 17,18,19

*Tein kokeiluja magneeteilla ja kumimatolla. Huomasin, että matosta oli mielenkiintoista tehdä erilaisia konstruktioita. Mahdollisuuksia on runsaasti.*



Kuva 20 ▶

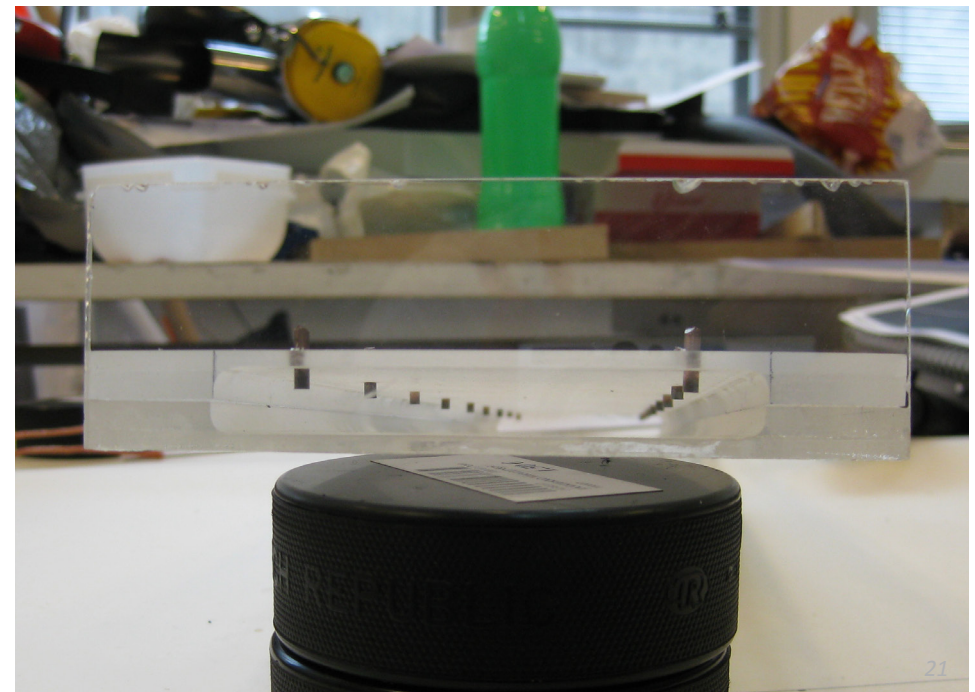
*Valonpesä on kaksiosainen koneistettu alumiini-  
elementti, joka puristetaan silikoniprofiilia vasten  
molemmilta puolilta ruuvikiinnityksin. Tällä tavalla  
saan myös helposti toteutettua johtimien vedonpois-  
ton, virtajohdon jäädessä alumiinikappaleiden väliin  
puristukseen.*



20

Kuva 21 ▶

*Kuva keskeneräisestä muotista. Sisäpinnalla näkyvät  
terästäpit, joihin magneetit kiinnittyvät valun ajaksi.  
Muotin purun jälkeen magneetit jäävät inserteiksi  
silikonin sisään.*



21

### 7.3 Tyyli ja tunnelma

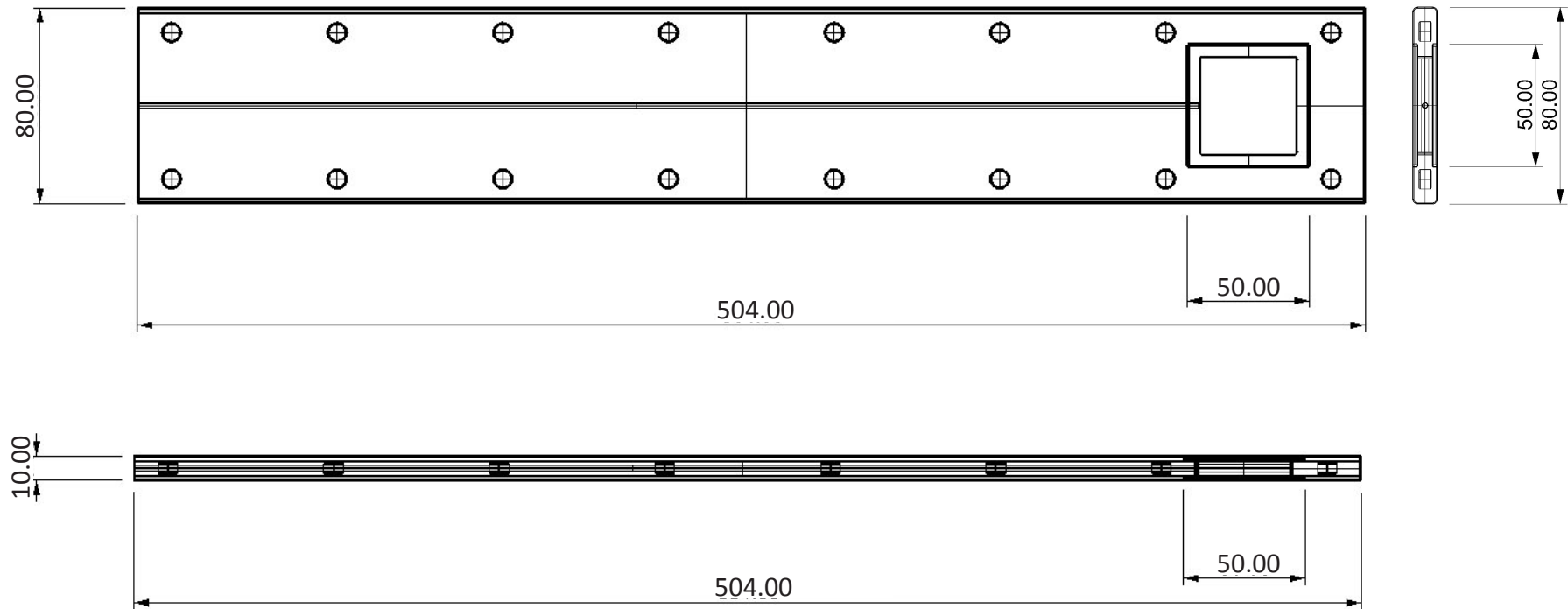
Käyttämäni kirkas valusilikoni on ollut kiven alla, enkä ole onnistunut saamaan sitä. Vaihtoehtona minulle tarjottiin ominaisuuksiltaan vastaavaa oranssia läpikuultavaa silikonia. Hankinkin sitä alkuun, että pääsisin kokeilemaan muottiratkaisuja. Voin toteuttaa valun myöhemmin kirkkaasta silikonista.

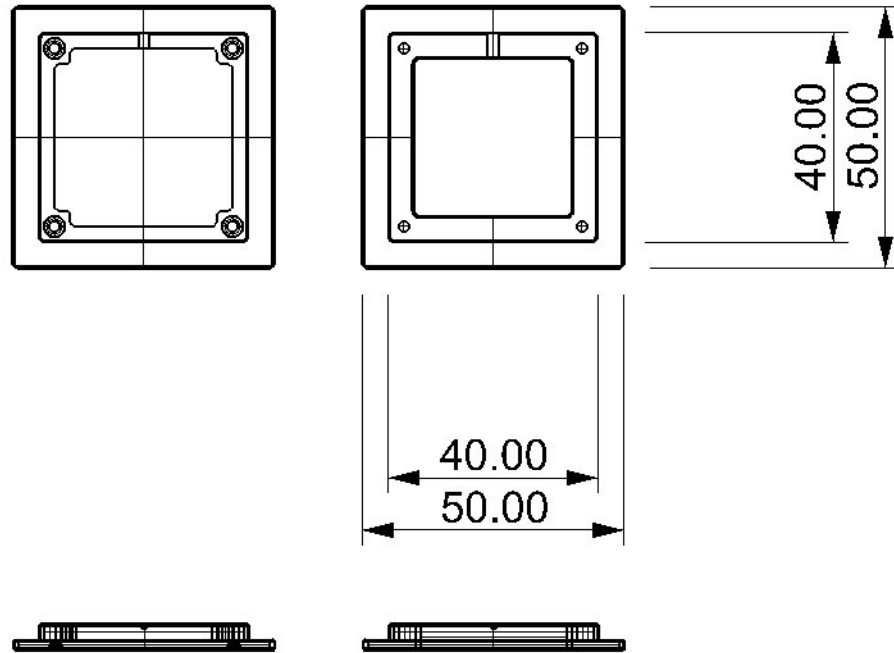
Vaikka oranssi väri aluksi kammostutti minua, niin oikeilla väriyhdistelmillä valaisimesta voi saada tyylikkään kokonaisuuden. Esimerkiksi silikonin ollessa oranssi voi valonlähteen pesä, johtimet sekä magneetit olla mustia. Tämä on mielestäni tyylikäs väriyhdistelmä.

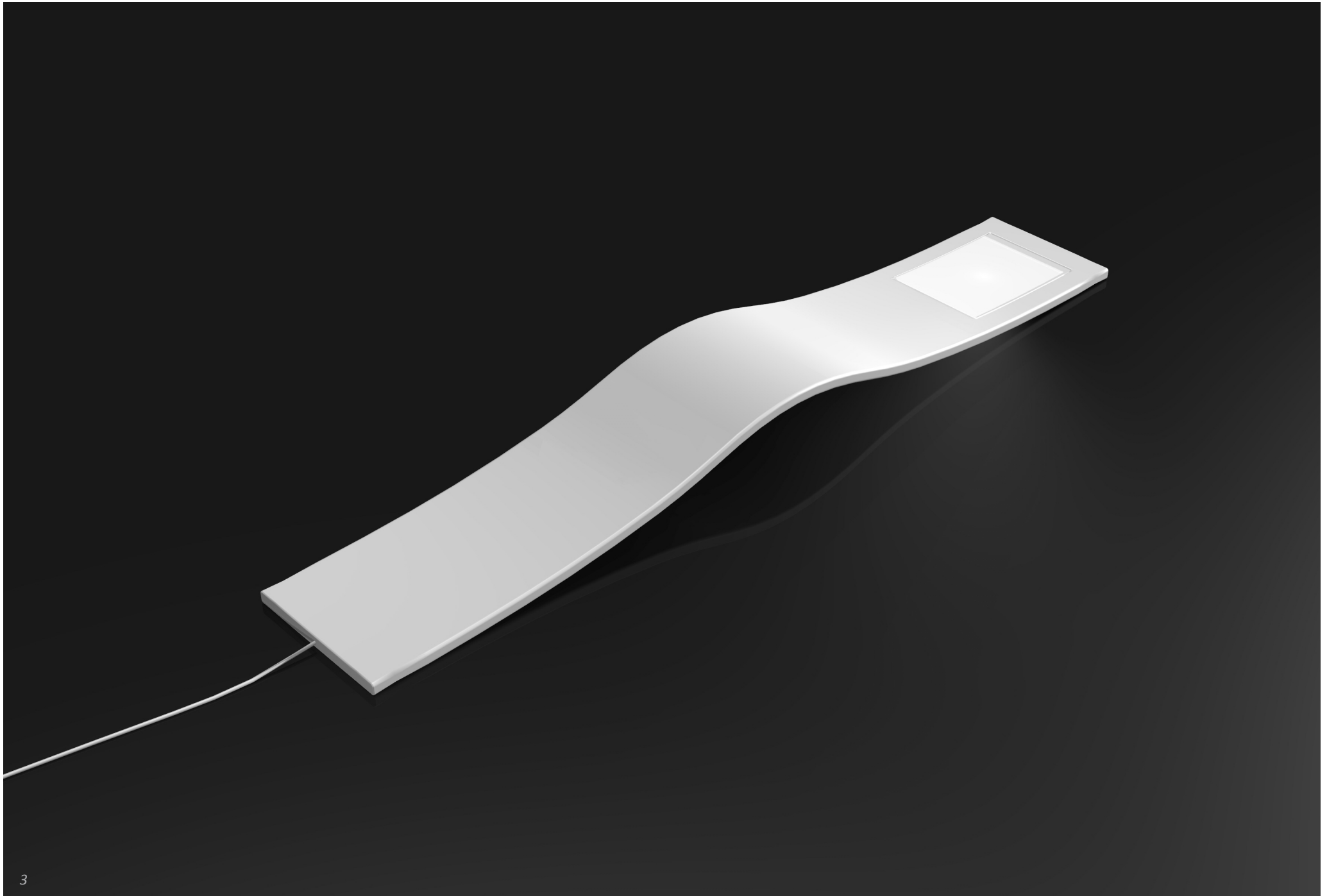
Toimitiloja hallitsevat laatikkomaiset muodot: pöydät, tuolit, näytöt ja tietokoneet ovat rakentuneet tämän yleismaailmallisen muodon ympärille. Valaisimen pelkistetty ja rauhallinen olemus sopii hyvin tähän muotokieleen, kuitenkin runsaan muunnelta

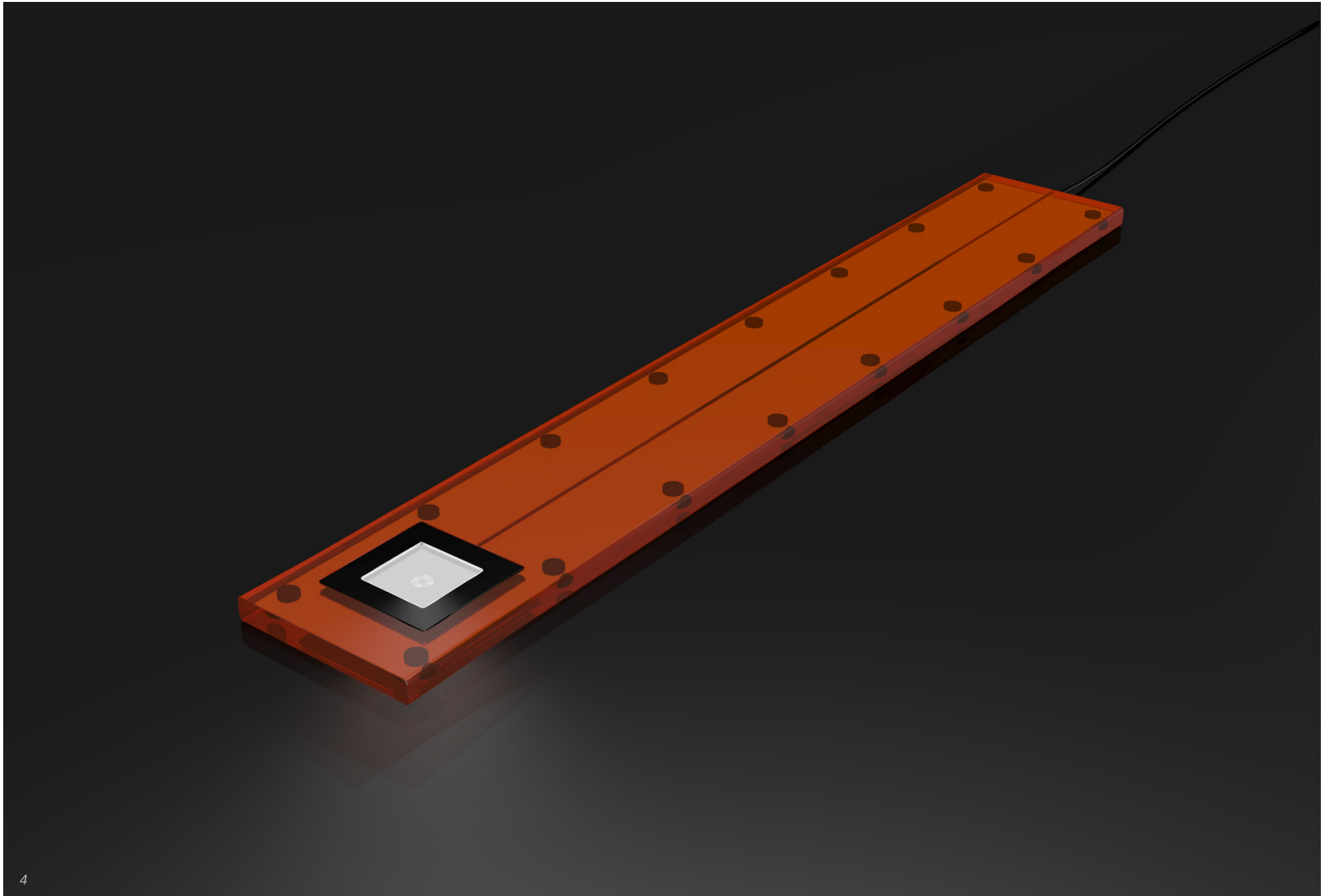
vuutensa ansiosta valaisin on mahdollista rakentaa rikkomaan tätä kokonaisuutta. Myös oranssi-musta väriyhdistelmä tuo sopivasti kontrastia.

## 8 LOPPUTULOS









### 8.3 Jatkokehitys

Prototyypin jälkeen kehitettävää jää vielä paljon. Valaisimen mitoituksessa riittää vielä pohdittavaa. Käyttöympäristössä ajan kanssa testaamisen jälkeen päästään optimimitoihin.

Uskon magneettien sijoittelusta löytyvän vielä paljon uusia mahdollisuuksia. Magneettien muoto voisi myös parantaa valaisimen käytettävyyttä. Tällä hetkellä käyttämäni kiekkomagneetit ovat kiinteästi valun sisällä ja magneetin luonteesta johtuen ne vetävät toisiaan puoleensa tai hylkivät toisiaan riippuen siitä miten päin ne kohtaavat. Tämä aiheuttaa valaisimen muokattavuudessa pieniä ongelmia. Kuulamagneetit, jotka olisivat vapaasti jonkin palloelementin sisällä ja vasta sen jälkeen valun sisällä, voisivat toimia paremmin. Tällöin magneetti pääsisi vapaasti pyörimään elementin sisällä, ja hakisi itsensä aina oikean napaisuuden yhdistymistä varten. Tuotteistamista ajatellen tämä kuitenkin vain

monimutkaistaisi rakennetta ja suhteessa saatavaan hyötyyn, se ei välttämättä olisi perusteltua.

Kokonsa ja runsaan muunneltavuutensa ansiosta, valaisin voisi olla käytännöllinen ottaa mukaan esimerkiksi matkalle. Tämän takia mahdollisuus akulle voisi tulla kysymykseen.

Tuotteistamista ja sarjatuotantoa silmällä pitäen valaisimen valmistettavuudesta tulisi keskustella sopivan valmistajan kanssa, koska teknisissä ratkaisuissa ja toteutuksessa riittäisi varmasti hiottavaa.

## 9 ARVIOINTI

Olen kokenut monia haastavia hetkiä projektin aikana, niin yksityiselämässä kuin itse projektiin liittyen. Haastavinta opinnäytetyön kanssa on ollut mielestäni se, että se sijoittuu elämän aikajanalla muutoksen kynnykselle, jonkinlaiseen siirtymävaiheeseen. Olen kuitenkin ollut positiivisesti yllättynyt siitä, että en ole oikeastaan missään vaiheessa kokenut joutuneeni epätoivon valtaan. Sitä on oppinut luottamaan siihen, että tarvittavat ratkaisut löytyvät aina.

Kirjallista kirjoittaessa olen pitänyt siitä, että ajatukset selkeytyvät. Kirjoittaminen on hyvä ajatusten jäsentämiskeino. Kun projektiaan laittaa paperille ja dokumentoi sitä, niin uusille ajatuksille sekä ideoille tulee lisää tilaa. Näin asioiden yhdistelemiselle avautuu uusia mahdollisuuksia.

Olen onnistunut mielestäni saavuttamaan projektilleni asettamat tavoitteet. Olen päätenyt uudenlaiseen tapaan suunnata valoa. Pystyin mielestäni saavuttamaan varren liikuteltavuuden toimivasti ilman

mekanismeja. Saavutin myös tavoitteeni valaisimen jalustan suhteen. Pystyin toteuttamaan sen ilman lisäpainoa. Jalustaa ei tässä tapauksessa välttämättä ole, mutta toisaalta sen voi saada aikaan valaisinta taivutteleamalla.

Tiedostan, että projektin lopputulos ei ole vielä valmis tuote. Olen kuitenkin iloinen siitä, että sain ratkaisun tavoitteeseeni. Kävin ajatusteni kanssa monissa paikoissa, kaukana ja lähellä. Lopulta kuitenkin idea pelkistyi ja oikea ratkaisu löytyi. Lopputulos on keskeneräinen, mutta itse prosessiin olen erittäin tyytyväinen.

Prosessista painui mieleeni myös kaksi tapaamistani opinnäytetyöni ohjaajan Pekka Kumpulan kanssa. Pekka Kumpula toimii tällä hetkellä Seoksella muotoilujohtajana, hänellä on laaja kokemus kotimaiselta ja ulkomaiselta muotoilun kentältä. Minulla oli kaksi noin tunnin mittaista tapaamista Pekan kanssa ja tuntuu, että minä sain niistä paljon.

Tapasin Pekan ensimmäistä kertaa Helmikuun alussa. Tapaamisen jälkeen tuli olo, että olisi pitänyt järjestää se jo paljon aikaisemmin. Nyt olin koittanut pari kuukautta kerätä materiaalia ledeistä ja tutustunut valaistusaiheiseen kirjallisuuteen. Olin luonnostellut ja tehnyt materiaalikokeiluja. Jotta minulla olisi ikään kuin tarpeeksi materiaalia kun menen tapaamaan ohjaajaa. Jos olisin järjestänyt ensimmäisen tapaamisen aikaisemmin, olisimme voineet puuttua suuntaan ja sen ongelmakohtiin aikaisemmin. Olisimme täten päässeet suoraan ehkä fokukseen ja oikeasta paikasta rakentamaan projektia. Nyt koen, että olen tuhlannut hieman aikaa turhaan haahuiluun. Toisaalta taas, on tullut nämäkin asiat läpikäytyä.

# 10 LÄHTEET

## Kuvalähteet

### 1 Johdanto

### 2 Lähtökohtana valaisinkonsepti

### 3 Valaisintekniikkana LED

(Kuvat: 1,2,3) <http://www.lighting.philips.com>  
(Kuva 4) [http://www.saas.fi/image.php?blob\\_id=126](http://www.saas.fi/image.php?blob_id=126)  
(Kuva 5) [http://www.saas.fi/image.php?blob\\_id=122](http://www.saas.fi/image.php?blob_id=122)  
(Kuva 6) [http://www.saas.fi/image.php?blob\\_id=124](http://www.saas.fi/image.php?blob_id=124)  
(Kuva 7) [http://www.pentagondesign.fi/for\\_press/isot/22-77\\_taustalla.jpg](http://www.pentagondesign.fi/for_press/isot/22-77_taustalla.jpg)

### 4 Valo ja valaistus toimitiloissa

(Kuva 1) <http://www.dundee.ac.uk/museum/medical/Ninewellstheatre.jpg>

### 5 Markkinoiden tarjonta

(Kuva 1) [http://images.architonic.com/imgProSat/lightyearsat/Nosy\\_installation\\_environment2\\_h.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/lightyearsat/Nosy_installation_environment2_h.jpg)  
(Kuva 2) [http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Jetzt\\_blue\\_h.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Jetzt_blue_h.jpg)  
(Kuva 3) [http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/hot\\_hot\\_03\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/hot_hot_03_br.jpg)  
(Kuva 4) [http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Zufall\\_h.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Zufall_h.jpg)  
(Kuva 5) [http://images.architonic.com/imgProSat/darksat/LOOP-032\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/darksat/LOOP-032_br.jpg)

(Kuva 6) [http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Metall-T\\_Cooper\\_1\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/ingomaursat/Metall-T_Cooper_1_br.jpg)  
(Kuva 7) [http://images.architonic.com/imgProSat/nimbussat/LineZ\\_1\\_01\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/nimbussat/LineZ_1_01_br.jpg)  
(Kuva 8) [http://images.architonic.com/imgProSat/olucesat/Lutz-Design-Lutz-Pankow\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/olucesat/Lutz-Design-Lutz-Pankow_br.jpg)

### 6 Tavoitteet

(Kuva 1) <http://www.inhabitat.com/wp-content/uploads/111.jpg>  
(Kuva 2) [http://images.architonic.com/imgTre/11\\_09/monterosa\\_nacht.jpg](http://images.architonic.com/imgTre/11_09/monterosa_nacht.jpg)  
(Kuva 3) [http://luontokuva.org/vuodenluontokuva/media/2009/galleria/750/Maisemat\\_AriMatti\\_Nikula\\_uutta\\_maata.jpg](http://luontokuva.org/vuodenluontokuva/media/2009/galleria/750/Maisemat_AriMatti_Nikula_uutta_maata.jpg)  
(Kuva 4) <http://www.fotopolis.pl/galeria/2009-78.jpg>  
(Kuva 5) [http://1.bp.blogspot.com/\\_brlyg5OdFyg/SypFfLvMI6I/AAAAAAAAcZY/g-DRKfNh6vw/s400/patterns\\_in\\_nature\\_028.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_brlyg5OdFyg/SypFfLvMI6I/AAAAAAAAcZY/g-DRKfNh6vw/s400/patterns_in_nature_028.jpg)  
(Kuva 7) [http://images.architonic.com/imgTre/09\\_08/JMeierH\\_6.jpg](http://images.architonic.com/imgTre/09_08/JMeierH_6.jpg)  
(Kuva 8) [http://architettura.supereva.com/files/20050825/01\\_c.jpg](http://architettura.supereva.com/files/20050825/01_c.jpg)  
(Kuva 9) [http://luontokuva.org/vuodenluontokuva/media/2009/galleria/750/Muutelaimet\\_Kari\\_Leo\\_Medusat.jpg](http://luontokuva.org/vuodenluontokuva/media/2009/galleria/750/Muutelaimet_Kari_Leo_Medusat.jpg)  
(Kuva 10) [http://www.emergentarchitecture.com/project\\_images/project\\_9/large2.jpg](http://www.emergentarchitecture.com/project_images/project_9/large2.jpg)  
(Kuva 11) [http://1.bp.blogspot.com/\\_Fzq94YVbHHM/SylonjW78ri/AAAAAAAA-olM/JdpNzaFaA74/s400/patterns\\_in\\_nature\\_001.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_Fzq94YVbHHM/SylonjW78ri/AAAAAAAA-olM/JdpNzaFaA74/s400/patterns_in_nature_001.jpg)  
(Kuva 12) <http://www.nocaptionneeded.com/wp-content/uploads/2008/12/lava-by-marc-moritsch.png>  
(Kuva 14) <http://images.architonic.com/imgProSat/fantonisat/MultipliCeo02.jpg>

(Kuva 15) [http://images.architonic.com/imgProSat/assmannsat/07\\_1018\\_02\\_b.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/assmannsat/07_1018_02_b.jpg)  
(Kuva 16) [http://images.architonic.com/imgProSat/ivmsat/LOOP\\_56\\_h.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/ivmsat/LOOP_56_h.jpg)  
(Kuva 17) [http://images.architonic.com/imgProSat/benesat/P2\\_01\\_b.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/benesat/P2_01_b.jpg)  
(Kuva 18) [http://images.architonic.com/imgProSat/martexsat/Kyo\\_1\\_01\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/martexsat/Kyo_1_01_br.jpg)  
(Kuva 19) [http://images.architonic.com/imgProSat/martexsat/Han\\_1\\_03\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/martexsat/Han_1_03_br.jpg)  
(Kuva 20) [http://images.architonic.com/imgProSat/gallottisat/PresidentCassettiera\\_1\\_01\\_br.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/gallottisat/PresidentCassettiera_1_01_br.jpg)  
(Kuva 21) [http://images.architonic.com/imgProSat/fantonisat/COR\\_12\\_13.jpg](http://images.architonic.com/imgProSat/fantonisat/COR_12_13.jpg)

## 7 Suunnitteluprosessi

## 8 Lopputulos

## 9 Arviointi

### Internet lähteet

[www.saas.fi](http://www.saas.fi). 2010  
[www.pentagondesign.fi](http://www.pentagondesign.fi). 2010  
[www.valosto.fi](http://www.valosto.fi). 2010

### Painetut lähteet

Conran, S. Bond, M. 1999. Lighting. Great Britain: Conran Octopus Contemporary.

Kumpula, P. 2000. The Task Light Project, Opinnäytetyö. Lahti: LAMK.

Lyytikäinen, S. 2009. Kelluva tuli, Opinnäytetyö. Lahti: LAMK

### Suulliset lähteet

Kumpula, P. 2010. MA. SEOS. Haastattelut 2010

Lamminmäki, T. Jenkins, D. 2010. Philips & Future Lighting Solutions: Ajankohtaista tietoa ledeistä ja LED-valaistuksesta. Kokoushotelli Meripuisto 21.1.2010

