

aavistus



# aavistus

Muotoilututkielma valosta led-tekniikkaan ja  
akryyliin perustuen

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Muotoiluinstituutti  
Muotoilun koulutusohjelma  
Tutkintoon johtava aikuiskoulutus  
Sisustusarkkitehtuuri  
Opinnäytetyö  
Syksy 2008  
Hanna Airas



Lahden ammattikorkeakoulu  
Muotoiluinstituutti  
Muotoilun koulutusohjelma

AIRAS, HANNA: Aavistus, muotoilututkielma valosta  
led-tekniikkaan ja akryyliin perustuen  
Sisustusarkkitehtuurin opinnäytetyö, tutkintoon johtava  
aikuiskoulutus  
92 sivua, 6 liitesivua

Syksy 2008

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyönäni tein muotoilututkielman valosta, jonka toteutin led-tekniikkaa ja akryyliä käyttäen. Pyrkimyksenäni oli suunnitella sellainen valaisin tai valaiseva tuote, jota ei ole vielä markkinoilla. Led-tekniikka mahdollistaa valon tuomisen tuotteeseen aivan uudella tavalla, ja sitä halusin tutkia työssäni.

Käytin työmenetelmänä kokeellisuutta, koska omakohtaiset havainnot mahdollistivat uusien ideoiden syntymisen. Hankittuani tarvittavat materiaalit ja työvälineet toteutin led-valokokeilut erilaisten akryyllilevyjen kanssa. Samalla piirsin saamistani ideoista luonnoksia, joista yhtä lähdin lopulta jatkojalostamaan. Valokuvan eri työvaiheet pystyükseni näyttämään koko prosessini opinnäytetyössä.

Tein valaisimestani hahmomallin kapalevyä ja akryyliä käyttäen. Sen avulla pystyin tekemään tarvittavat valokokeet ja päättämään valaisimen lopulliset mitat. Piirrettyäni tarkat kuvat valaisimestani päätin teettää prototyypin Saas Instrumentti Oy:ssä, jonka kanssa tein yhteistyötä koko suunnitteluprosessini ajan. Työni ohjaajina toimivat Maarit Keto ja Elina Rantapuska Lahden ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutista.

Suunnitteluprosessi oli erittäin mielenkiintoinen, ja opin ymmärtämään minkälaisia asioita tulee ottaa huomioon led-valoja suunniteltaessa. Työlleni asettamani tavoitteet toteutuivat myös sen osalta, että suunnittelemani valaisin on täysin erilainen kuin muut markkinoilla olevat valaisimet.

Asiasanat           valo, led-tekniikka, akryyli, yllätyksellisyys,  
kokeellisuus



Lahti University of Applied Sciences  
Institute of Design  
Faculty of Design

AIRAS, HANNA: Aavistus, a design thesis of light based on  
LED-technology and acrylic  
Graduation Project of Interior Architecture,  
Degree Programme for Adults  
92 pages, 6 appendices  
Autumn 2008

## ABSTRACT

My graduation project of interior architecture is a design thesis of light, which I put into effect using LED-technology and acrylic material. My aim was to design a light or illuminating product that did not exist on the market yet.

LED-technology enables light to be brought into a product in a completely new way and this I wanted to examine in my project. Because of my personal observations the creation of new ideas were possible, thus the reason behind the choice of experimentation as my work method.

After purchasing all the needed materials and tools, I carried out experiments with LED-lights and acrylic sheets. At the same time I drew some sketches of the ideas I got. I finally chose one idea and began working with it in more depth.

I photographed the different work phases in order to show the complete process of my graduation project. I created a visual model of the lamp using cardboard and acrylic sheets. With this model I was able to make all the needed light experiments and decide on the final measurements.

After I had drawn specific pictures of the lamp, I decided to have it made by Saas Instrumentti Oy, the company which I have cooperated with during this design process. Maarit Keto and Elina Rantapuska were my tutors at the Institute of Design in Lahti.

The design process was very interesting and I learned to understand what kind of things need to be taken into consideration when planning LED-lights. The goals that I had set for the light I designed were realized; the light is completely different from the others on the market.

Key words         light, LED-technology, acrylic, surprising,  
                              experimentation





# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	13
2 LED-VALO	14
2.1 Led-valon historiasta	15
2.2 Ledien käyttö elektroniikassa	16
2.3 Led sarjavastuksella	16
2.4 Led-valon väri	17
2.5 Ledien edut	18
2.6 Ledien ongelmat	19
2.7 Uusin led-tekniikka	20
3 SAAS INSTRUMENTTI OY	21
4 AKRYYLI	22
4.1 Akryylin ominaisuudet	22
4.2 Akryyli ja valo	23
4.3 Akryylin työmenetelmät ja muokattavuus	23
4.4 Akryylin käyttökohteita	25
5 SUUNNITTELUTYÖN TAVOITTEET	27
5.1 Kokeellisuus suunnittelumenetelmänä	27
5.2 Visuaaliset tavoitteet	29
5.3 Toiminnalliset tavoitteet	29
5.3.1 Käytettävä tekniikka	29
5.3.2 Käyttötarkoitus	30
6 SUUNNITTELUPROSESSI	31
6.1 Led-valo elämyksenä ja suunnittelutyön lähtökohtana	31
6.2 Valon kulku akryylissä	33
6.3 Käyttötarkoitus	43
6.4 Toteutus	47
6.4.1 Mittasuhteiden tutkiminen	47
6.4.2 Hahmomallin tutkiminen	53
6.4.3 Valaisimen nimi	63
6.4.4 Valaisimen valonlähteet	63



7 LOPULLINEN KONSEPTI	73
7.1 Tuotteen toiminta	73
7.2 Tuotteen muokattavuus	77
7.3 Tuotteen käyttöympäristö	77
8 ARVIOINTI	79
8.1 Tuotteen arviointi	79
8.2 Prosessin arviointi	81
LÄHTEET	85
SANASTO	89
LIITTEET	89



## 1 JOHDANTO

Työssäni suunnittelijana koen valon ja sen merkityksen ympäristölle erittäin tärkeäksi ja mielenkiintoiseksi osa-alueeksi. Uusin tekniikka valaistuksessa eli led, kiinnostaa erityisesti, koska se mahdollistaa aivan uudenlaisen valaisinsuunnittelun. Akryyli taas materiaalina on suunnittelijan kannalta haasteellinen sen läpinäkyvyyden ja monikäyttöisyyden vuoksi.

Muovipajassa ensimmäisenä opiskeluvuoteni valmistin kaksi erilaista akryylivalaisinta. Materiaalin omakohtainen työstiminen johti siihen, että valaisinkurssilla suunnitellessani kolmatta akryylivalaisintani, tiesin jo paljon akryylin muokattavuudesta ja ominaisuuksista.

Näistä syistä johtuen päätin tehdä opinnäytetyönäni valaisimen tai valaistun tuotteen akryylistä, jossa on käytetty led-tekniikkaa. Pyrkimyksenäni oli löytää tuote, joka olisi täysin erilainen kuin nykyisin led-tekniikalla tehdyt. Onnistuneella tuotteella voisi olla myös markkina-arvoa.

Työni puolesta teen yhteistyötä led-tekniikkaan erikoistuneen Saas Instrumentti Oy:n kanssa, joka on lupautunut yhteistyöprojektiin tässä opinnäytetyössäni.

Työmenetelmäksi valitsin kokeellisuuden, koska uuden led-tekniikan tutkiminen ja yhteensovittaminen akryyliin kanssa, edellyttää omakohtaisia havaintoja, joista syntyisi ideat uutta tuotetta varten. Hankittuani tarvittavan määrän erilaisia akryylilevyjä ja led-valoja tein erilaisia kokeita valon kulusta akryylissä. Samanaikaisesti tein luonnoksia valokokeilujeni innoittamana erilaisista vaihtoehdoista valaisimeksi tai valaistuksi tuotteeksi. Löydettyäni mielenkiintoisen mallin lähdin tutkimaan sille sopivia mittasuhteita pahvista tehdyn mallin avulla kalustetussa ympäristössä. Näin pystyin vertailemaan huonekalujen ja valaisimen suhteita toisiinsa.

Tämän jälkeen valmistin pöytävalaisimestani hahmomallin kapalevyn ja akryylin avulla. Hahmomallin avulla pystyin suunnittelemaan valaisimelleni lopullisen muodon ja mitoituksen, sekä tekemään tarvittavat led-valokokeilut.

Valokuvaaminen kuului tärkeänä osana työhöni, koska sen avulla pystyin näyttämään koko prosessini kulun. Selvitettyäni kaikki tarvittavat tekniset yksityiskohdat piirsin kuvat valaisimestani mittakaavassa 1:5 sekä detaljikuvat mittakaavassa 1:1. Tämän jälkeen teetäin valaisimeni Saas Instrumentti Oy:ssä.

Koko suunnitteluprosessini on ollut erittäin mielenkiintoinen ja haastava. Haluan kiittää seuraavia henkilöitä auttamisesta opin- näytetyössäni; työni ohjauksesta Maarit Ketoa ja Elina Rantapus- kaa Lahden ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutista, yhteis- työstä ja avusta led-valokokeiluissa Håkan Långstedtiä ja Johan- nes Weckmania Saas Instrumentti Oy:stä, yhteistyöstä ja akryylin työstömenetelmien selvittämisestä Helena ja Markku Hakkolaa Muovilevy Oy:stä, vanerimuotin tekemisestä puuseppä Martti Hurmetta, työni taitosta ja painotyöstä Päivi Yrjälää ja Ilkka Mä- keä Finepress Oy:stä sekä tietenkin rakasta perhettäni Jukkaa, Krisseä ja Marinaa, jotka ovat kannustaneet minua opinnoissani kaikki nämä vuodet.

## 2 LED-VALO

LED (engl. Light-Emitting Diode) eli hohtodiodi eli ledi on puo- lijohdekomponentti. Puolijohdeet ovat kiderakenteisia aineita, joissa valo syntyy, kun elektroni siirtyy sen rakenteessa korkeam- malta energiatasolta alhaisemmalle. Energiatasojen välisen aukon suuruus taas määrittää säteilevän valon värin. (Alvesalo 2006 (verkkojulkaisu).

Lediä voidaan arkikielellä kutsua myös valodiodiksi, vaikka se toisaaltaan tarkoittaa diodia, joka on herkkä valolle. Materiaa- li, josta ledit valmistetaan, määrää komponenttien lähettämän valon aallonpituuden. Sitä voidaan muokata ledin pintaan lisä- tyillä pinnoitteilla ja kalvoilla. Ledien valon aallonpituus on yleensä vain hyvin pienellä alalla. Puolijohde- materiaali määrää led-valon värin. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia).

Alumiini-gallium-indium-fosfidi (AlGaInP tai AlInGaP) ja indium- gallium-nitridi (InGaN) ovat kaksi yleisintä led-tyyppiä. Punaista, oranssia ja keltaista valoa saadaan AlGaInP-ledeillä ja vihreää, sinistä ja valkoista InGaN-ledeillä. Valon väriin vaikuttavat pie- netkin muutokset metalliseoksen koostumuksessa. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia).

Led-tekniikka on kehittynyt väri kerrallaan; punainen, keltainen, vihreä ja sininen. Kaikkein vaikeimmaksi osoittautui valkoisen valon tuottaminen, mutta lopulta siinäkin onnistuttiin. Valkoisen valon tuottamiseen on kaksi eri tapaa. Sinisen led-valon pääl- le laitetaan fluoroisoiva kerros, jolloin se hohtaa valkoista valoa. Toinen tapa on ns. RGB-järjestelmä, missä yhdistetään punaista, vihreää ja sinistä valoa, jolloin ihmissilmä näkee valon valkoise- na. (Kortelainen 2003, 13)

Ensimmäiset markkinoille tulleet led-valot olivat erittäin pieniä valoteholtaan, alle 0,1 wattia, ja niiden virrat olivat alle 20 milli-

ampeeria. Niitä käytettiinkin alunperin erilaisissa merkkivaloissa, valokylteissä, valosensoreissa kaukosäätimissä ja pienissä valaisimissa. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia).

Kun led-valon tuomat hyödyt havaittiin, haluttiin kehittää yhä suurempia ja kirkkaampia valoja. Näitä uusia valoja kutsutaan suurteho- tai teho-ledeiksi, ja ne ovat kooltaan vähintään yksi wattisia. Valotehot ovat parantuneet, ja kilpailun lisääntyessä markkinoille tulee koko ajan yhä tehokkaampia led-valoja. Tällä hetkellä markkinoilla on jo 1 watin led-valo, jonka valoteho on 80 lm/W. Esimerkiksi tavallinen hehkulamppu tuottaa vain 15-20 lm/W. (Tuominen 2007 (verkkojulkaisu) Led 1)

Led-valoille on ominaista, että niiden hyötysuhde on suhteellisen alhainen, eli suuri osa tehosta muuttuu edellen lämmöksi. Ne eivät säteile lämpöään pois, kuten esimerkiksi hehkulamput tekevät, jolloin syntyvä lämpö on saatava poistumaan muuta kautta. Lämpö tulee viedä sellaista materiaalia pitkin, joka johtaa hyvin lämpöä. Sellaisia ovat olleet esimerkiksi ledeissä käytettävät sähköiset liitokset. Tehojen kasvaessa yhä suuremmiksi tällaiset liitokset eivät enää riitä, vaan ratkaisuksi on kehitetty erilaisia lämmönsiirtopintoja, joihin ledit kiinnitetään. Syy miksi lämmönsiirto lediltä pois on niin tärkeää johtuu siitä, että ledin käyttöikä on sitä pidempi ja tehokkuus sitä parempi, mitä viileämmässä se on. Tästä syystä led-valoja on käytetty paljon ulkotiloissa merkki- ja liikennevaloina. (Moisio 2004 ,16,17)

## 2.1 Led-valon historiasta

Jo 1920-luvun alkupuolella Henry Round havaitsi, että puolijohdeliitos voi tuottaa valoa. Venäläinen tutkija Oleg Losev sai kehitettyä ensimmäisen ledin 1920-luvun puolivälissä ilman, että keksintöä mitenkään erityisesti huomioitiin. Vuonna 1955 Rubin Braunstein RCA:lta teki huomion, että Gallium Arseeni-liitos säteili infrapunavaloa. IR-ledille saivat ensimmäisinä patentin Bob Biard ja Gary Pittman vuonna 1961 ja seuraavana vuonna Nick Holonyak teki ensimmäisen näkyvän valon alueella toimivan ledin. Tästä keksinnöstä kului yksitoista vuotta ennen kuin George Grafordin toimesta saatiin tuotettua kymmenen kertaa aikaisempaa punaista kirkkaampi ledi sekä keltainen ja oranssi led-valo. (Tuominen 2007 (verkkojulkaisu) Led 1)

Vuonna 1990 Richard Friend onnistui valmistamaan polymeeripohjaisen ledin eli oledin. Sinisen led-valon tuottaminen osoittautui todella vaikeaksi. Sitä yritettiin kehittää kahdesta materiaalista; sinkkiselenidistä (ZnSe) ja galliumnitriidistä (GaN). Lähes kaikki tutkijat keskittyivät sinkkiselenidiin, jonka uskottiin olevan parempi lähtöaineena.

Kuitenkin Japanissa vuonna 1989 tutkija Shuji Nakamura keskittyi galliumnitriidiin. Nakamura oli syntynyt vuonna 1954 Shikoku-nimisellä saarella Japanissa. Yliopiston loppututkinnon hän suoritti vuonna 1979 Tokushiman yliopistossa, jonka jälkeen hän työskenteli insinöörinä pienessä valodiodiyrityksessä nimeltään Nichia Chemical. Pienestä budjetista ja yrityksen johdon vähäisestä tuesta huolimatta Nakamura loi aivan uudenlaisen tuotantoprosessin. Parantamalla valmistuslaitteita hän pystyi tuottamaan entistä laadukkaampaa galliumnitriidiä. Valmistettaessa puolijohteita metallihöyryjä kerrostetaan alusta-aineen eli substratin päälle. Nakamura laittoi höyryt virtaamaan kahteen suuntaan. Tämän kaksivirtaustekniikan avulla hän onnistui poistamaan materiaalin laatuongelmat. Kolme vuotta tämän jälkeen hän teki myös mullistavan läpimurron III-V-nitriditutkimuksessa tuottamalla p-tyyppisen GaN-kiteen. Nakamura oli ensimmäinen, joka pystyi tuottamaan kyseisen kiteen lähes kolmenkymmentä vuotta kestäneen GaN-tutkimuksen aikana.

Vuonna 1993 Nakamura esitteli kirkkaan sinisen led-valon. GaN-pohjaisen vihreän led-valon, sinisen laseriodin ja valkoisen led-valon hän toi julkisuuteen kaksi vuotta myöhemmin. Professori Nakamura patentoi innovaationsa ja sai vuonna 2006 Millenium-teknologiapalkinnon. (Alvesalo 2006 (verkkójulkaisu)) (Rantanen 2006 verkkójulkaisu)

## 2.2 Ledien käyttö elektroniikassa

Ledejä voidaan käyttää joko tasajännitepulsseja antavalla ohjaimella tai suoraan tasajännitelähteestä etuvastuksen kanssa. Käytettäessä pelkästään etuvastusta ledistä ei saada parasta etua hyötysuhteessa eikä valotehossa. Se toimii vain oikein päin kytkettynä ja tasajännitteellä; eli anodille + (pidempi jalka) ja katodille – (lyhyempi jalka/lovi 5 mm ledissä/usein täplä pintaliitos ledissä). (Reinikainen 2006 (verkkójulkaisu) Wikipedia)

## 2.3 Led sarjavastuksella

Tavallisen 5 mm:n ledin kulutus on tyypillisesti 20 mA, ja sen väristä riippuen on kynnysjännite n. 1,7 V-3,7 V. Ledeissä, jotka on tarkoitettu valaistuskäyttöön, on usein monia led-siruja sarjaan ja rinnan kytkettynä. Eri värien kohdalla kynnysjännite vaihtelee puolijohteiden eroista johtuen. Kun sarjavastusta lasketaan, tarvitaan tietä mikä on tarvittava käyttöjännite. Ensin lasketaan se jännite, mikä on jäätävä vastuksen yli, kun vähennetään ledin kynnysjännite käyttöjännitteestä. Kaava on seuraavanlainen:  $R=U/I$ , jossa  $R$ =vastus (ohmeissa),  $U$ = edellä laskettu jännite (volteissa),  $I$  = virta (ampeereissa). Kun lediä käytetään koko teholla, on virta yleensä 20 mA. Lediä himmennetään kas-



vattamalla vastusta. Kun korkeita jännitteitä käytetään, täytyy muistaa myös vastuksen tehonkesto ja sähköturvallisuus. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia).

Suurteholedeillä himmennys tehdään moduloimalla, eli valoja sytytetään ja sammutetaan tiheällä frekvensillä. Tällä tavalla saadaan huomattavasti tasaisempi himmennystulos kuin jännitettä säätämällä. (Långstedt. H 2008. Haastattelu)

## 2.4 Led-valon väri

Led-tekniikalla pystytään tuottamaan helposti eri väristä valoa. Tästä syystä sitä on käytetty paljon mm. merkkivaloissa ja pyörien ja ajoneuvojen etu- ja takavalloissa. Perinteisissä merkkivaloissa valkoinen valo johdettiin värillisen muovi- tai lasilinssin läpi, jolloin osa valotehosta hävisi linssiin. Led-valon avulla tuotettu värillinen valo on valoteholtaan suhteessa parempi. (Kortelainen 2003, 12)

Valkoiseksi käsitetyn valon, kuten auringon ja lamppujen valojen, mitattava ominaisuus on värilämpötila. Sellaisen mustan kappaleen lämpötila, jonka säteilemä valo vastaa tarkasteltavaa valoa, on värilämpötila. Vastaavuus on yksiselitteinen, jos seurattavana on spektriltään jatkuvaa valoa lähettävä säteilijä kuten tähti tai hehkulamppu. Toisenlaisen valonlähteen, esimerkiksi loisteputken, värilämpötila määritetään vertailun avulla, jossa etsitään sitä parhaiten vastaava lämpötila. Värilämpötila puuttuu voimakkaan värilliseltä valolta.

Kelvin (K) on värilämpötilan yksikkö. Päivän aikana auringonvalon värilämpötila muuttuu koko ajan. Kun värilämpötila nousee, valon väri muuttuu punaisesta ( 2000 K) siniseksi (12 000-18 000). Tiloja sisustettaessa on keinovalojen värilämpötila otettava huomioon tietyn tunnelman aikaansaamiseksi. Halogeenivalon värilämpötila on n. 3000 kelviniä ja hehkulampan 2700 kelviniä. (Wikipedia 2008 (verkkojulkaisu))

Valkoisen valon värilämpötiloja voidaan kuvata myös muutamilla ohessa olevilla viitteellisillä luvuilla;

- lämmin valkoinen > 2700 K
- keskivalkoinen 2900 – 3000 K
- kylmä valkoinen 4000 K
- päivänvalo 5000 K

(Tuominen 2007 (verkkojulkaisu) Led 1)

Nykyisissä markkinoilla olevissa valkoisissa led-valoissa käytetään mm. seuraavanlaisia värilämpötiloja: 3200 K, 5000 K, 5500 K tai 6500 K.

## 2.5 Ledien edut

Valkoisen led-valon keksimisen jälkeen on led-tekniikan kehittämiseen investoitu paljon rahaa ja resursseja ympäri maailmaa. Syynä tähän on ollut led-tekniikasta saatavat moninaiset hyödyt.

Tavalliseen hehkulamppuun verrattuna ledit ovat kooltaan erittäin pieniä ja kestäviä. Niissä ei ole käytetty helposti rikkimenevää lasia kuten esim. hehkulampuissa, jolloin niitä on helppo valmistaa, kuljettaa ja asentaa. Ledeissä ei myöskään käytetä palavaa hehkulankaa, joka helposti katkeaa. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia)

Varsinkin ajoneuvoteollisuudessa led-valon pieni koko on mahdollistanut säästöjä valmistusprosessissa, sillä ajoneuvon koriin ei enää tarvitse tehdä kuoppaa, koska led-valaisimet ovat tarpeeksi litteitä. Myös hyvä tärinänkesto tekee led-valosta kiinnostavan ajoneuvoteollisuuden kannalta.

Led-valo ei myöskään kuumene samalla tavalla kuin esimerkiksi hehkulamppu, jolloin sitä voidaan käyttää monissa käyttökohteissa. Tämä ominaisuus mahdollistaa myös aivan uudenlaisen valaisinsuunnittelun, jossa voidaan käyttää myös sellaisia materiaaleja, jotka esimerkiksi halogeenivalaisimien suunnittelussa ovat liian paloherkkiä. Valaisinsuunnittelussa on kuitenkin aina huomioitava ledin tarvitsema lämmön poisto jonkin lämpöä hyvin johtavan materiaalin avulla.

Hyvänä ominaisuutena voidaan myös pitää sitä, että led syttyy erittäin nopeasti, muutamassa nanosekunnissa, kun sitä verrataan hehkulamppuun, jonka syttymisaika on 20 millisekunnin luokkaa. Tämä mahdollistaa sen, että nopeasti syttyvät ajoneuvojen jarruvalot, antavat perässä ajavalle enemmän aikaa reagoida, mikä puolestaan parantaa liikenneturvallisuutta. Koska sytyttäminen ja sammuttaminen eivät kuluta lediä, voidaan sitä käyttää myös strobo-toiminnolla. (Kortelainen 2003, 14)

Yksi tärkeimmistä led-valon eduista on sen kestävyys, joka on parempi kuin millään muulla valaistustekniikalla saatu. Ne voivat kestää jopa 100 000 tuntia, joka vastaa 10 vuoden yhtämittaista paloaikaa. Ledin ominaisuuksiin kuitenkin kuuluu se, että vanhetessaan niiden valoteho alkaa hitaasti pienentyä. (Tuominen 2007 (verkkojulkaisu) Led 1)

Led-tekniikan avulla saavutetaan huomattava energiansäästö hehkulamppun tarvitsemaan energiamäärään verrattuna. Sähkön kulutus led-valoilla on 90 % pienempi kuin hehkulampuilla (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia).

Valaisin itse tuottaa saman valotehon pienemmällä virrankulutuksella kuin hehkulamppu, myös ilmaan siirtyvä lämmön määrä on huomattavasti pienempi kuin hehkulamppuja käytettäessä. Näin saadaan mm. toimistorakennuksissa ilmastointikustannukset pienemmiksi. Täten pitkällä aikavälillä voidaan myös ilmaansaasteita vähentää. Energiataloudellisuus on erittäin ajankohtainen asia ilmastomuutoksesta puhuttaessa.

Ledit ovat myös erittäin kirkkaita valonlähteenä ja niiden avulla saadaan aikaan puhdas valospektri ja suuntaavuus. Nämä ominaisuudet ovat erittäin tärkeitä valaistussuunnittelua ajatellen. Uusi tekniikka mahdollistaa sen, että esimerkiksi ravintoloiden ja myymälöiden tunnelmaa voidaan helposti muuttaa eri vuorokauden- tai vuodenaikoina.

Kasvihuoneissa on alettu myös hyödyntää led-tekniikkaa siten, että jokaiselle eri laatua olevalle kasville on voitu suunnata juurille sopiva valospektri. Led-valot voidaan viedä myös lähelle kasveja, koska ne eivät kuumenna niitä. Tällä tavoin valoteho saadaan hyödynnettyä tehokkaasti ja valosaaste saadaan pienemmäksi. (Moisio 2004 ,17)

Sinisen led-valon kehittäjä Shuji Nakamura pystyi innovaationsa avulla kehittämään myös sinisen laserin. Uuden keksinnön avulla pystyttiin korvaamaan aiemmin käytetyt infrapunalaserit, jolloin tiedontallennuskapasiteetti cd-levyissä kasvoi viisinkertaiseksi. Sinisiä lasereita käytetään myös dvd-levyjen tiedon tallennukseen ja lukemiseen. (Alvesalo 2006 (verkkojulkaisu))

## 2.6 Ledien ongelmat

Ledien ongelmana voidaan pitää sitä, että niiden luotettavuudessa ja eliniässä on toistaiseksi vielä suuria eroja. Valkoisen 5 mm ledin käyttöikä vaihtelee tyypillisesti välillä 1 000 – 10 000 tuntia ja teholedeillä välillä 10 000 – 50 000 tuntia. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia)

Epäselvyyttä kestoiän laskentaan aiheuttaa myös se, että eri yritykset ilmoittavat ns. himmenemisprosentit eri tavalla, joten valojen keston vertailu on vaikeaa. Esimerkiksi Luxeon ilmoittaa kestoiän siihen asti kunnes valotehoa on jäljellä enää 75 % alkuperäisestä tehosta, kun taas Osram vastaavasti laskee valotehon 50 %:n mukaan. (Långstedt.H 2008. Haastattelu)

Kuten aikaisemmin on todettu led-valot kestävät sitä paremmin mitä kylmemmässä ympäristössä ne ovat. Tästä syystä ne eivät sovellu esimerkiksi saunan valaisimiksi, koska lämpötila nousee helposti yli 80°C:een. Toisaalta ne ovat myös herkkiä kosteudelle

ja vaativat erityisasennusta kosteissa tiloissa, kuten pesu- ja suihkuhuoneissa. (Reinikainen 2006 (verkkojulkaisu) Wikipedia)

Toistaiseksi led-valot ovat vielä kalliimpia kuin muut valonlähteet. Valmistajat joutuvat käyttämään mahdollisimman kustannustehokasta valmistustapaa, koska kuluttajat eivät ole valmiita maksamaan led-valoista kovinkaan paljon enemmän kuin muista valonlähteistä, vaikka niiden käyttöikä on moninkertainen. Tämä johtaa helposti siihen, että yritykset eivät käytä parasta tekniikka valmistusprosessissaan. (Kortelainen 2003, 15)

## 2.7 Uusin led-tekniikka

Tällä hetkellä myynnissä olevat 1 watin teho-ledit antavat valoa n. 20 - 40 lumenin verran, riippuen siitä minkä värisestä valkoisesta valosta on kyse, sillä mitä keltaisempaa eli lämpimämpää valo on, sitä vähemmän on valotehoa. Tämä johtuu led-valon pinnassa olevasta fosforoivasta kalvosta.

Viimeaikoina markkinoille on tullut uusi 2 watin teho-led, joka antaa jo peräti 80 lumenin valotehon. Myös 3:n ja 5:n watin teho-ledejä on saatavilla, ja näiden elinikä on tyypillisesti yli 50 000 tuntia.

Eri valmistajat maailmalla kilpailevat siitä kuka pystyy tuottamaan yhä tehokkaampia, energiataloudellisimpia ja edullisempia led-valoja. Esimerkiksi Cree Inc. on tuonut markkinoille XLamp 7090 XR-E (valkoinen) teho-ledin, joka tuottaa peräti 71 lumenia/watti, jonka valoteho vastaa jo loisteputkivalon tehoa. Yrityksessä enustetaan, että valkoisen led-valon teho saadaan 150 lm/w vuoteen 2012 mennessä ja 200 lm/w vuoteen 2020 mennessä. Yrityksessä on uusien led-valojen myyntihinnat saatu vuotuisesti laskemaan 20 %:lla, joka on lisännyt myyntiä tuntuvasti. (Allan 2006 (verkkojulkaisu))

Tulevaisuudessa tullaan entistä enemmän hyödyntämään teho-ledejä mm. rakennusten julkisivujen ja siltojen valaistuksessa suurten energia-säästöjen sekä ledien hyvän kylmälämpötila- ja värinäkeston vuoksi.

Led-valot soveltuvat hyvin pienen kokonsa, keveytensä, ohjattavuutensa ja väriskaalansa johdosta erilaisiin elektroniisiin laitteisiin kuten kaukosäätimiin, ohjaimiin, taskulamppuihin ja mainostauluihin. Näissä käyttökohteissa tullaan tulevaisuudessakin hyödyntämään led-tekniikkaa entistä tehokkammin.

Tulevaisuudessa led-tekniikan mahdollistama uusien materiaalien käyttö tulee olemaan haaste monille suunnittelijoille. Koska led on kooltaan pieni, kestävä ja turvallinen, voidaan valonlähde

sijoittaa tulevaisuudessa helpommin kiinteisiin rakenteisiin, palo-arkoihin pintoihin ja kokonaan uusiin käyttökohteisiin. Suunnittelu vaatii kuitenkin ammattitaitoa ja led-tekniikan hyvää tuntemusta, sillä, jos valolähde suunnitellaan niin, ettei riittävästä lämmönpoistosta ole huolehdittu, on valon kestoikä lyhyt ja palovaara ympäristölle mahdollinen.

Led-tekniikasta on myös suurta hyötyä kehitysmaille, koska polkugeneraattorien, aurinkokennojen ja pienten vesivoimaloiden avulla voidaan tuottaa riittävä energia led-valoa varten syrjäisimmillekin seuduille. Toisaalta taas tuotekehityksen aikana huomattiin, että galliumnitridin avulla voidaan puhdistaa juomavettä, sillä tämä puolijohde lähettää mikrobeja tappavaa ultraviolettisäteilyä. (Rantanen 2006 verkkojulkaisu)

Mielenkiintoinen valonlähde on myös oledi, joka keksittiin Englannissa suunnilleen samaan aikaan, kun Nakamura kehitteli sinisen led-valon. Oledi on muovia eli polyfenyleevinyleeniä nimistä polymeeriä. Oledettä käytetään merkkivaloina kuten led-valoja. Taipuisan ominaisuutensa vuoksi siitä on kehitteillä erilaisia valaisevia kalvoja, joita voidaan käyttää esimerkiksi ikkunassa, jolloin päiväsaikaan pinta on läpinäkyvä ja pimeällä suuri valoelementti. Samaa polymeeriä voidaan sekoittaa myös maalin sekaan saaden valaisevia seinäpintoja. (Rantanen 2006 verkkojulkaisu)

### 3 SAAS INSTRUMENTTI OY

Saas Instrumentti Oy on vuonna 1978 perustettu perheyrittys, joka on vuodesta 1983 lähtien erikoistunut aikakautensa uusimman valotekniikan suunnitteluun ja toteuttamiseen asiakkailleen. Yrityksessä työskentelee 12 henkilöä, joista kahden työpaikka sijaitsee Tukholman toimipisteessä. Liikevaihto vuodelta 2007 oli n. 2 miljoonaa euroa.

Yrittäjä ja toimitusjohtaja Håkan Långstedt kertoi tehneensä henkilöstönsä kanssa noin neljä vuotta sitten analyysin siitä, mitä yritys edustaa ja mikä sen toimenkuva on. Vastauksena oli "Wow-Business", eli luodaan tilaan valaistuksella sellainen ennaltaodottamaton tunnelma, joka saa ihmiset yllättymään ja sanomaan "wow". Valoa eri tavoin käyttäen tehdään tilasta esimerkiksi kodikas, tunnelmallinen, pelottava - eli valaistusta suunniteltaessa ei voida ottaa huomioon pelkästään näkemistä vaan täytyy huomioida myös valon vaikutus ihmisen emotionaaliseen puoleen.

Saas Instrumentti Oy erikoistui alunperin kuituvalojen suunnitteluun ja toimittamiseen. Yrityksen liikeideana on aina ollut uusimman valaistus-tekniikan hyödyntäminen ja yksilöllinen suunnitte-

lu. Tästä syystä yrityksessä 2000-luvulla aloitettiin valaistussuunnittelu sekä erikoisvalaisimien valmistaminen led-tekniikalla.

Julkiset tilat, kuten ravintolat ja hotellit, ovat yrityksen suurin kohderyhmä. Yritys suunnittelee ja toimittaa valaistuksia myös yksityisille kuluttajille sekä sisä- että ulkotiloihin. Tärkeä osa-alue on myös valmiiden, yrityksen omissa tiloissa valmistettujen, valaisinpakettien myyminen jälleenmyyjille.

Viimeaikoina yritys on saanut paljon julkisuutta tehdessään yhteistyötä suomalaisten suunnittelijoiden kanssa, jotka ovat halunneet suunnitella kuituvalo- tai led-tekniikalla toimivia valaisimia. Kansainvälisestikin julkisuutta ovat saaneet mm. Timo Sallin työ Helsinki Lighthouse, Mikko Paakkasen liikkuva Medusa sekä Henrik Enbomin ja Yrjö Kukkapuron pöytävalaisin 34OY. Myös näissä töissä toteutuu Håkan Långstedtin yritysfilosofia taiteen ja liiketoiminnan yhdistämisestä. (Långstedt H. 2008. Haastattelu)

## 4 AKRYYLI

Polymetyylimetakrylaatti (PMMA) on synteettinen polymeeri, jota puhekielessä kutsutaan myös akryyliksi tai pleksiksi. Opinnäytetyössäni kutsun materiaalia myös akryyliksi, koska tämän nimisenä se on yleisesti tunnettu. Tuote on ollut markkinoilla jo 30-luvulta lähtien, jolloin tuotemerkit "Plexiglas" ja "Perspex" lanseerattiin saksalaisen Röhmin ja englantilaisen ICI:n toimesta. Akryyli on erittäin kirkas, orgaaninen materiaali, jota voidaan käyttää lasin sijasta. Se kuuluu amorfisiin kestumuoveihin ja sitä valmistetaan polymeroimalla metakrylaatti sekä metyyliesteri.

### 4.1 Akryylin ominaisuudet

Akryyli on erittäin kova ja jäykkä materiaali, mutta sen jäykkyys pienenee, kun sen lämpötila kohoaa. Sen jännitys nousee suureksi veto-kuormituksessa, jolloin suurin sallittu venymä sillä on vain 0,7 %. Työstämisen jälkeen on erittäin tärkeää tutkia, ettei akryyliin ole jäänyt sisäisiä jännitteitä, jotka voisivat aikaansaada siinä halkeamia.

Koska akryyli naarmuuntuu helposti, on työstettäessä tärkeää huomioida, että tuotteen pinta suojataan kalvolla tai tuote työstetään pehmeään kankaan, esim. huovan, päällä. Kaikkien liike- ja kosketuspintojen tulee olla myös puhtaita ja sileitä. Valmis akryylituote voidaan myös pinnoittaa naarmuuntumisen vähentämiseksi.

Akryylin iskunkestävyys on erittäin hyvä, jopa kahdeksan kertaa parempi kuin lasilla. Markkinoille on kehitetty myös tätäkin iskunkestävämpiä laatuja.

Akryyliä voidaan käyttää lämpötila-alueella - 40 - + 70 °C ja sen lasittumislämpötila on n. + 100 °C. Sähköneristyskyky on akryyllillä hyvä, mutta sitä ei käytetä sähkölaitteissa eristeenä sen muista ominaisuuksista johtuen.

Akryylin palamislämpötila on sama kuin puulla. Palaessa akryyllistä syntyy kuitenkin vähemmän savua kuin puusta. Materiaalin syttymispiste on 180 °C ja itsestään se syttyy 450 °C:ssa. Savun pistävä haju häviää, kun palamisliekki on sammunut. Kun akryyli on valmistettu valamalla, palaa se pisaroimatta, kun taas suulakepuristettu akryyli palaa helpommin ja pisaroiden.

Akryyli kestää heikkoja happoja, emäksiä, rasvoja ja alifaattisia hiilivetyjä, eikä vesi imeydy helposti siihen. Toisaalta se ei kestä bensiiniä, vahvoja happoja ja poolisia aineita. Valettu akryyli kestää myös alkoholia, kun taas suulakepuristettu laatu syöpyy siitä.

#### 4.2 Akryyli ja valo

Akryyllilla on erittäin hyvät optiset ominaisuudet; materiaalina se on kirkas ja se läpäisee näkyvästä valosta 92 %. Markkinoille on kehitetty laatuja, joilla on optisia erityisominaisuuksia. Esimerkiksi solariumissa käytetyssä laadussa materiaali suojaa muilta säteilystä, mutta läpäisee UV-säteet, tai ns.päivänvalookryyli, joka taittaa valoa enemmän kuin tavalliset akryylit ohjaten runsaammin valoa huoneeseen. Normaaliolosuhteissa akryyli kestää hyvin UV-säteitä, jonka takia se soveltuu hyvin myös ulkokäyttöön.

#### 4.3 Akryylin työstömenetelmät ja muokattavuus

Akryyliä työstettäessä on tärkeää välttää kahta asiaa; toisaalta akryylin ylikuumentamista, jolloin se "kuplii", ja toisaalta liiallista sisäisen jännitteen aikaansaamista. Akryyliä voidaan leikata erilaisilla koneilla ja työkaluilla kuten pisto-, lehti-, ja kaarisahoilla sekä pöytä- ja käsisirkkeleillä. Näitä työstömenetelmiä käytettäessä täytyy reunat aina erikseen hioa kiiltäviksi. Paras leikkausjälki saadaan, kun käytetään laserleikkuria, jolloin erillistä kiillottamista ei tarvita.

Leikkaamisen lisäksi lämpömuovaaminen on tärkeä akryylin työstömenetelmä. Koska akryyli on tyypillinen amorfinen materiaali, on sen lämpömuovaaminen helppoa. Lämmön avulla akryyliä voidaan taivuttaa, puhaltaa ja tyhjiömuovata. Valetun laadun käsittely on hieman vaikeampaa kuin suulakepuristetun. Akryyliä taivutettaessa käytetään lämmittämiseen infrapunalaitetta/säteilijää. Muovauslämpötila valetulla akryyllilla on 150 - 180 °C ja suulakepuristetulla 140 - 150 °C.



Kuva 1



Kuva 2



Kuva 3



Akryylin lämpölaajeemiskerroin on kuusi kertaa suurempi kuin metallin. Tämä on tärkeää ottaa huomioon suunniteltaessa tuotteita, joissa akryyliä ja metallia liitetään toisiinsa.

Akryyli soveltuu myös hyvin liimattavaksi. Metyleenikloridia voidaan käyttää liimana liitettäessä kahta akryyliä toisiinsa silloin, kun tuote ei altistu UV-säteille. Vedenalaiset kohteet ja akvaariot vaativat kuitenkin erikoisliimaa. Sellaisiin saumoihin, joihin kohdistuu voimakas UV-säteily tai mekaaninen rasitus, tulee käyttää omia akryylille kehitettyjä liimoja, kuten Acrifix tai Tensol Crement. Liitettäessä akryyliä johonkin toisen materiaaliin voidaan käyttää kontaktiliimoja.

Akryyli soveltuu myös ultraääni- ja kuumahitsaukseen. Kuumahitsauksen lisäaineena käytetään akryyli- tai PVC-lankaa. Hitsauslämpötila PVC-langan kanssa on 170 – 200 °C ja akryylilangan kanssa 170 – 180 °C.

Yksi yleisimmin käytetyistä akryylin painomenetelmistä on seripainaminen, joka takaa erittäin hyvän ja siistin painojäljen. Parhaan lopputuloksen saa akryylipohjaisilla väreillä ja maaleilla.

#### 4.4 Akryylin käyttökohteita

Akryyli soveltuu erinomaisesti hyvien mekaanisten ja optisten ominaisuuksiensa vuoksi korvaamaan lasia. Kirkkaana materiaalina sitä käytetään erilaisina ikkunoina mm. kattorakenteissa (kuva 1), asuntovaunuissa (kuva 2), veneissä, helikoptereissa (kuva 3) ja kasvihuoneissa sekä työpisteiden väliseininä. Lentokoneiden ikkunoissa (kuva 4) akryyliä on käytetty jo ennen toista maailmansotaa. Se soveltuu myös hyvin mainoskylttien ja erilaisten vitriinien materiaaliksi (kuva 5).

Rakentamisessa käytetään akryyliä erilaisissa rakenteissa kuten portaiden kaiteissa, väliseinissä, tilanjakajissa, akvaarioissa jne. Se soveltuu myös hyvin huonekalujen (kuva 6), valaisimien (kuva 7) ja pienesineiden materiaaliksi kiiltävän pintansa ja monivärisyytensä takia. (Vink, PMMA tekniset tiedot,2).

Akryyliä käytetään myös erilaisissa saniteettikalusteissa kuten kylpyammeissa ja suihkualtaissa, koska sillä saadaan erittäin kiiltävä ja sileä pinta. Toisaalta akryyli mahdollistaa sen, että suurikin amme on keveytensä vuoksi helppo kuljettaa ja asentaa. Akryylin pinta on myös miellyttävän lämmin ihoa vasten.



Kuva 4



Kuva 5



Kuva 6



Kuva 7

## 5 SUUNNITTELUTYÖN TAVOITTEET

Valitsin opinnäytetyökseni kokeellisen materiaalityön monista erisistä. Omassa työssäni suunnittelen asiakkailleni erilaisia sisustuksia sekä teetän mittatilauskalusteita puusepällä. Valaistuksen olen suunnitellut aina markkinoilla olevista valaisimista. Opintojeni aikana sain tutustua muovipaja- ja valaisinkurssilla siihen miten valaisimia voidaan suunnitella, ja miten itse tehdään prototyyppinä. Koska kiinnostuin erityisesti valaisinsuunnittelusta, ajattelin voivani syventyä opinnäytetyössäni aiheeseen paljon laajemmin kuin aikaisemmin.

Toisaalta itse valaisinsuunnitteluprosessi kiinnosti, ja halusin selvittää, miten luonnoksista syntyy valmis tuote. Koen uudet projektit aina haasteellisiksi, koska voin oppia niistä monia asioita ja kehittää omaa ammattitaitoani.

Led on valaistuksessa suhteellisen uusi ja voimakkaasti kehittyvä tekniikka, jonka takia valitsin sen opinnäytetyössäni käytettäväksi. Selvittäessäni uuden tekniikan mahdollisuuksia suunnittelussa, voin hyödyntää asiantuntemustani omassa työssäni.

Akryyli on ollut aina materiaali, joka on kiehtonut itseäni erityisesti sen läpinäkyvyydestä ja kirkkaudesta johtuen. Tämän takia valitsin sen led-tekniikan kanssa käytettäväksi materiaaliksi. Näin voin tutkia akryylin ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia laajemmin.

Tavoitteenani on suunnitella valaisin tai valaiseva tuote, jota ei ole aikaisemmin tehty, ja jossa uutta led-tekniikkaa on käytetty niin, että millään muulla valaisintekniikalla ei kyseistä tuotetta voitaisi toteuttaa.

### 5.1 Kokeellisuus suunnittelumenetelmänä

Kokeellinen suunnittelumenetelmä soveltuu erittäin hyvin sellaisten tuotteiden suunnitteluun, jossa halutaan luoda jotain uutta, joko materiaalin tai tekniikan osalta. Kokeellinen suunnittelutyö omassa prosessissani mahdollistaa valon tutkimisen käytännön tasolla. Se on erittäin tärkeää, koska valoon vaikuttaa oleellisesti sen kanssa käytettävä materiaali. Koska haluan tutkia valon vaikutusta erilaisiin akryylipintoihin, pelkkä teoreettisten valotehojen ja materiaalien selvittäminen ei antaisi haluttua lopputulosta.

Kokeellisuus suunnittelumenetelmänä mahdollistaa myös uusien ideoiden syntymisen prosessin aikana. Yhdestä ideasta syntyy toinen, ja näin voidaan suunnitteluun saada kokonaan uusi ajatusmalli.



Kuva 8

Kokeellisuuden ainoana haittapuolena pitäisin sen hitautta. Jos suunnittelulla halutaan tuottaa nopeita ratkaisuja, ei kokeellisuus sovellu kovinkaan hyvin. Toisaalta suunnittelutyössä on myös sellaisia osa-alueita, joiden suunnitteluun on hyvä varata aikaa, jolloin kokeellisuudesta on paljon hyötyä. Tällaisia osa-alueita on mm. valaistussuunnittelu.

## 5.2 Visuaaliset tavoitteet

Valittuani opinnäytetyöni aiheen mietin, mitkä visuaaliset piirteet olisivat tärkeitä työssäni ja aloin kartoittaa niitä itselleni. Eri ihmisiä miellyttää erilaiset muodot; toiset pitävät plastisista muodoista, kun taas toiset näkevät vain kulmikkaat muodot kauniina. Ei voida sanoa yksiselitteisesti mihin kauneus tuotteessa perustuu; se on tietynlainen harmonia, joka syntyy, kun eri muodot ja mittasuhteet yhdistetään toisiinsa.

Hahmottaakseni selkeämmin visuaaliset tavoitteeni omassa työssäni tein "mood mapin" (kuva 8), johon keräsin erilaisia kuvia, jotka yhdessä luovat sen tunnelman, mitä haen omaan työhöni.

Visuaalisia tavoitteitani voin kuvata seuraavilla adjektiiveilla: kirkas, selkeä, suoralinjaisen graafinen, hehkuva, lennokka ja mielenkiintoinen.

Tavoitteenani on suunnitella sellainen valaisin tai valaiseva tuote, joka voidaan valmistaa, eli se ei saa olla liian epämääräinen tai vaikea rakenteeltaan. Tuotteen tulisi sopia myös nykyiseen sisustustyyliin ja kuvastaa tätä päivää. Tärkeää on myös se, että se toimisi esineenä ilman valoa, jolloin päivällä ja illalla siitä syntyisi ympäristöönsä erilaiset tunnelmat.

## 5.3 Toiminnalliset tavoitteet

### 5.3.1 Käytettävä tekniikka

Valitsin työni valaistustekniikaksi ledin, koska se mahdollistaa valolähteen sijoittamisen tuotteeseen aivan uudella tavalla. Ledit voidaan sijoittaa lähelle akryylipintaa, sillä 1 ja 2 watin teho-ledit kuumenevat vain n. 50 °C, ja akryyli kestää kuumuutta hyvin 70 °C saakka. Teho-ledejä voidaan käyttää joko yksinään tai ne voidaan asentaa alumiinitankoon halutun välimatkan päähän toisistaan. Pienet 0,1 watin ledit voidaan asentaa joustavaan metallinauhaan, mikä mahdollistaa niiden asentamisen mitä erilaisimpiin kaariin ja kulmiin.

Toisaalta taas led-valot tarvitsevat toimiakseen mahdollisimman pitkään riittävän jäähdytysjärjestelmän, mikä tulee myös ottaa huomioon suunnittelussa.

Led-tekniikalla saadaan myös helposti värillistä valoa, joko erillisenä värivalona tai rgb-tekniikan avulla. Ajattelin kokeilla tämän tekniikan käyttöä omassa työssäni.

Tällä hetkellä markkinoilla oleville led-valoille annetaan palamis-aikaa noin 10 vuodeksi. Tästä syystä johtuen on tärkeää, että huomioon suunnitelmassani sen, että valot täytyy pystyä vaihtamaan suhteellisen helposti.

Valaisimeni tai valaistun tuotteeni materiaaliksi valitsin akryylin. Ajattelin hyödyntää työssäni akryylin eri värejä ja pintoja, sillä sen avulla voin luoda tiettyä jännitettä työhöni. Valitsin mustan akryylin, koska se ei läpäise valoa ollenkaan. Huurrepintainen akryyli läpäisee valoa, mutta suodattaa kirkkaan häikäisyn pois ja läpinäkyvän akryylin valitsin sen kiiltävyyden ja läpinäkyvyyden vuoksi.

Akryyliä voidaan leikata, siihen voidaan tehdä aukotuksia, sitä voidaan lämpömuovata ja taivuttaa haluttuun muotoon. Akryyliä saa eri paksuisina levyinä, joka mahdollistaa suunnittelun moniulotteisuuden. Akryyllillä liitokset voidaan tehdä liimaamalla, jos halutaan mahdollisimman huomaamaton ja siisti lopputulos. Ruuviliitokset soveltuvat hyvin käytettäväksi silloin, kun halutaan irrotettava liitos. Näistä syistä johtuen akryyli soveltuu mielestäni hyvin valokokeiluni materiaaliksi.

### 5.3.2 Käyttötarkoitus

Suunnittelutyöni tavoitteena on kehittää sellainen valaisin tai valaiseva tuote, jota voidaan käyttää niin yksityisissä talouksissa kuin julkisissa tiloissakin.

Se olisi tarkoitettu enemmänkin tunnelman luojaksi, kuin yleisvaloksi. Työni alkuvaiheessa en ole halunnut rajata tarkkaan sitä, mihin valaisin tai valaiseva tuote suunnitellaan. Se voidaan sijoittaa seinälle, lattialle, pöydälle tai kattoon.

Työssäni olen halunnut antaa itselleni laajemman suunnitteluvapauden, jolloin vasta lopullinen muoto tulee rajaamaan sen, mihin tuote soveltuu parhaiten. Laajemmat suunnittelun raamit mahdollistavat sen, että voin vapaammin antaa ajatusteni ja ideoideni elää ja kasvaa, jolloin en liikaa rajaa muodon antoa tuotteelle.

## 6 SUUNNITTELUPROSESSI

### 6.1 Led-valo elämyksenä ja suunnittelutyön lähtökohtana

Valoa, ja sen vaikutusta ihmiseen ja luontoon, on tutkittu paljon. Aiheesta on kirjoitettu paljon erilaisia teoksia ja artikkeleita. Kuten tiedämme ilman valoa ei ole värejä. Valon vaikutus ympäristöön, siellä oleviin väreihin ja muotoihin, vaihtelee voimakkaasti vuoden- tai vuorokaudenajasta riippuen. Valo saa aina aikaan elämyksiä on kyseessä sitten auringonvalo tai keinovalo.

Katsellessani talvista luontoa aurinkoisessa päivänvalossa (kuva 9) tunnen itseni selvästi piristyneeksi ja iloiseksi. Ihailen maisemaa, jonka mahdollistaa kirkas hyvä sää. Illan tullessa aurinko laskee ja saman alueen valaisemiseksi tarvitaan keinovaloa (kuva 10). Tunnelma on aivan toisenlainen. Lumi värjäytyy punertavaksi, taivaanrannalla näkyy vain kajastus auringosta ja keinovaloista syntyy maisemaan "valomeri".

Niin voimakasta ja kirkasta valoa, mitä luonnonvalo päivällä on, ei pystytä saamaan suurelle alueelle pelkän keinovalon avulla. Luonnonvalo onkin tärkeää niin ihmisille, eläimille kuin kasveillekin. Aikaisemmin luultiin, että vain silmien välityksellä valo voi vaikuttaa meihin. Myöhemmin on havaittu, että ihminen tuntee valon säteet myös ihonsa kautta. (Rihlama 2000, 8.)

Valo, joka tulee silmien kautta, säätää hormonitoimintaa. Käpyrauhanen toimii säätelykeskuksena siten, että valon vähetessä tai kokonaan pimeässä, se alkaa tuottaa melatoniinihormonia, jota myös pimeähormoniksi kutsutaan. Hormonin liiallinen lisääntyminen saattaa aiheuttaa voimakasta masennusta. Hoidoksi auttaa kirkkaan valon sijoittaminen silmien eteen. (Rihlama 2000, 8.)

Eri aallonpituuksilla näkyvä valo on aina eri väristä. On tutkittu, että ihminen tarvitsee näkyvän valon kaikkia aallonpituuksia tyydyttääkseen erilaisia tarpeitaan. Tunnettua on, että väreillä on niin terapeuttisia, psykologisia kuin tilakokemusta muokkaavia vaikutuksia. Vihreä väri terapeuttisessa mielessä kuvaa tasapainoisuutta. Punainen väri auttaa ideoiden synnyttämistä, vaikkakaan ei niiden edelleen kehittämistä, sinivioletti auttaa itsensä tutkiskelussa ja totuuden etsinnässä. Sisustuksessa taas voimakas punainen väri saatetaan tuntea ahdistavaksi. Oranssi pienentää tilaa antaen lämpöä ympäristöönsä. Keltainen väri lämmittää, kun taas sininen väri avartaa ja viilentää tilaa. (Rihlama 2000, 56, 65.)



Kuva 9



Kuva 10



Oman työni valaisintekniikaksi olen valinnut led-tekniikan myös sen mahdollistaman elämyksellisyyden vuoksi. Led-tekniikalla voidaan helposti tuottaa eri väristä valkoista ja värillistä valoa. Energiataloudellisuutensa vuoksi se soveltuu hyvin myös terapeutiksi valonlähteeksi.

Rgb-tekniikka mahdollistaa tietokoneohjatun valaistuksen, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kasvihuoneissa. Kasveille voidaan antaa eri väristä valoa eri vuorokauden aikoina kasvun edistämiseksi. Kyseisellä tekniikalla voidaan myös erinomaisesti toteuttaa esiintymislavojen valaistut taustaseinät ja kulissit.

Omassa työssäni halusin kokeilla myös erilaisia led-värivaloja, ja nähdä miten ne toimisivat suunnittelemassani tuotteessa, ja minkälaisia tunnelmia niillä saadaan aikaan.

## 6.2 Valon kulku akryylissä

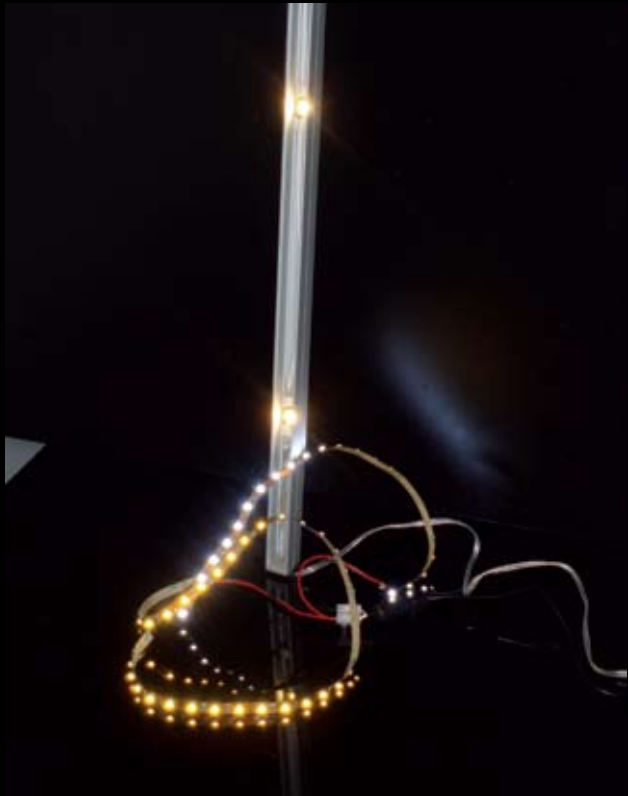
Työni kannalta oli erittäin tärkeää tutkia sitä, miten erikokoiset led-valot antavat valoa akryylin pintaan ja siitä pois. Tehdessäni rajauksia omalle työlleni päätin toteuttaa valokokeiluni kolmella erilaisella akryyllillä; läpinäkyvällä kirkaalla, huurrepintaaisella valkoisella sekä kiiltävällä mustalla. Näistä valitsin eri paksuisia paloja valokokeiluani varten (kuva 11). Tavoitteenani oli löytää jokaiselle erilaiselle akryylille juuri sille sopiva käyttömuoto. Toivoin saavani valokokeilun avulla uusia ideoita siitä, minkä mallinen ja kokoinen suunniteltava tuote voisi olla. Halusin myös kokeilla minkälainen vaikutelma tulee kylmästä ja lämpimästä led-valosta eri akryylipintoihin.

Valonlähteenä käytin 1200 mm pitkää led-tankoa, johon oli asennettu 1 watin ledejä 250 mm etäisyydellä toisistaan. Tangon leveys ja syvyys oli 20 mm. Tangossa oleva valo oli kylmää valkoista K 5000 valoa. Lisäksi käytössäni oli kaksi led-nauhaa, joihin oli asennettu 0,1 watin ledejä 16 mm välein. Toinen valonauha oli kylmää valkoista K 5000 valoa ja toinen lämmintä valkoista K 3200 valoa (kuva 12).

Markkinoilla on erilaisia akryyli -ja lasihyllyjä, joiden reunoja on valaistu takaapäin esimerkiksi kuitu- tai loisteputkivaloilla. Halusin kokeilla omassa työssäni miten led-valo toimii reunan valaisemisessa. Sijoitin led-tangon 10 mm paksun kirkaan akryylilevyn reunaan ja tein seuraavanlaisia havaintoja. Valo kulkee akryylipintaa pitkin niin, että kaikki reunat valaistuvat (kuva 13 ja 14). Mitä lähempänä toisiaan valopisteet ovat, sitä tasaisemmin valo jakaantuu.



Kuva 11



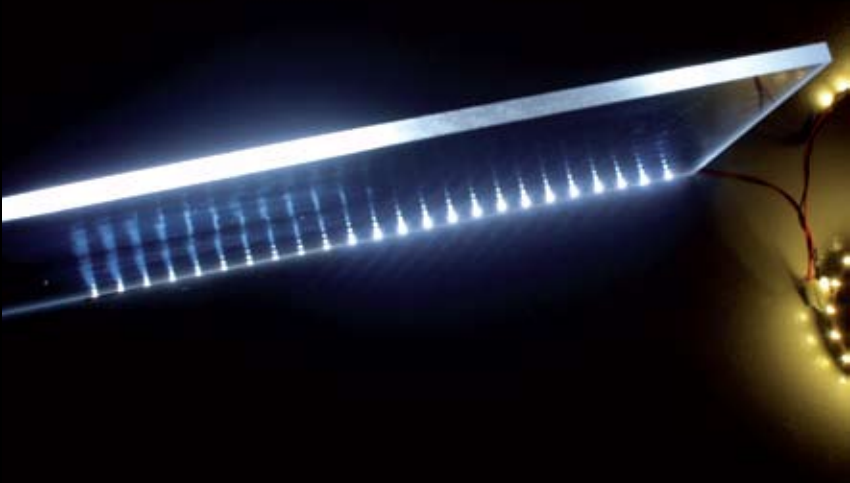
Kuva 12



Kuva 13



Kuva 14



Kuva 15



Kuva 16



Kuva 17



Kuva 18

Oleellista on myös se kuinka suurta pintaa täytyy valaista. Mitä paksumpi ja suurempi levy on sitä tiheämmässä polttimoiden täytyy olla. Tällöin pitää myös polttimoiden tehoa lisätä. Kokeessa käyttämäni yhden watin teho riittää silloin, jos pinta-ala on noin alle neliömetrin kokoinen. Valolähde heijastuu myös selvästi akryylin pintaan, mikä on tärkeää huomioida, kun suunnittelen polttimoiden sijoittamista tuotteeseen.

Seuraavaksi kokeilin sitä minkälainen tunnelma syntyy, kun valonlähde vaihdetaan. Asetin pieniä 0,1 watin ledejä sisältävän led-nauhan, akryylin reunaan (kuva 15). Reunat valaistuivat hyvin myös pienillä valonlähteillä, koska käyttämäni akryylipala oli suhteellisen pieni kooltaan vain 200 x 500 mm kokoinen. Oleellinen ero isompaan polttimoon nähden oli se, että valonlähde näkyi sirona nauhana, jolloin sitä voitaisiin käyttää itsessään tehosteena tuotteessa, kun taas suurempi valonlähde sopisi paremmin piilotettuna valaisemaan reunoja. Käyttämäni valonauha sisälsi kylmää valkoista K 5000 valoa, mikä teki reunat sinertäviksi. Tunnelma oli viileä ja raikas. Toinen valonauha sisälsi lämmintä valkoista K 3200 valoa (kuva 16). Reunat tulivat luun värisiksi, ja tunnelmaa voisi kuvata pehmeäksi ja lämpimäksi.

Tämän jälkeen laitoin led-nauhan huurreakryylilevyn reunaan, ja tutkin miten valo kulkee sen pinnassa (kuva 17). Huurreakryylin koko oli 700 x 100 x 5 mm. Lämmin valkoinen valo teki levystä hyvin kellertävän ja valo kulki vain noin viiden senttimetrin päähän. Vaihdoin valonauhan kylmään valkoiseen valonauhaan ja tein saman kokeen (kuva 18). Valo kulki samalla tavalla vain noin viisi senttimetriä, mutta huurrepinta tuli hyvin sinertäväksi. Kummasakaan kokeessa reunat eivät erityisesti valaistuneet.

Valoreuna kirkkaassa paksussa akryylilevyssä näyttää mielestäni jännittävältä, kun valolähde piilotetaan, koska ei voi nähdä mistä valo tulee, voi vain aavistaa, missä se on.

Halusin kokeilla myös sitä, miten valo kulkee, kun se sijoitetaan mustan valoa läpäisemättömän pinnan viereen, ja eteen laitetaan 50 mm päähän huurreakryylilevy (kuva 19). Valo tulee kiilamaisesti ulos ja pysähtyy huurreakryylin kohdalla valaisten sen pintaa. Huurreakryyli suodattaa hyvin häikäisyä. Valolähteen sijoitusta muuttamalla voidaan säätää valokiilan leveyttä.

Lopuksi tein kokeita siitä, miten paljon huurreakryylilevy läpäisee valoa ja millä tavalla se estää häikäisyä. Asetin led-tangon eteen, 50 mm päähän, huurreakryylilevyn ja tutkin miten valo näkyy. Valolähteet näkyivät selvästi ja olivat häikäiseviä (kuva 20). Siirsin huurreakryylilevyä 100 mm päähän tangosta, jolloin häikäisy pieneni ja huurreakryylin pinta alkoi näkyä selvemmin (kuva 21). Lopuksi siirsin akryylin 150 mm päähän tangosta, jolloin



Kuva 19





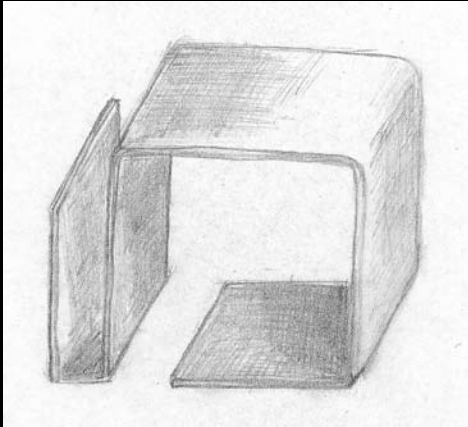
Kuva 20



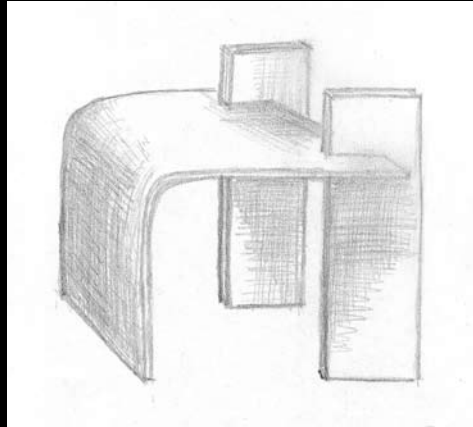
Kuva 21



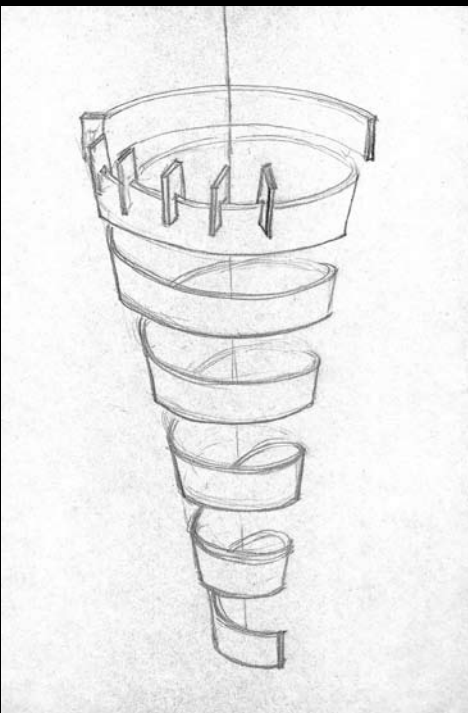
Kuva 22



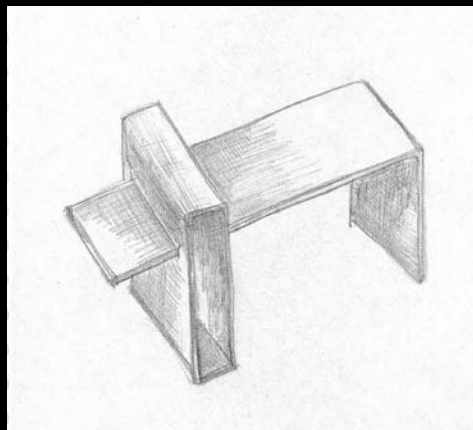
Luonnos 1



Luonnos 2



Luonnos 3



Luonnos 4

huurrepinta tuli selvästi näkyviin ja valo jakaantui tasaisemmin koko pinnalle. Tunnelma oli pehmeä ja hillitty (kuva 22).

Tämän kokeilun avulla huomasin, että mitä lähempänä polttimot sijaitsevat suodattavaa huurreakryylilevyä sitä paksumpaa levyn pitää olla, jos halutaan että valonlähteet eivät näy selvästi. Toisaalta voidaan myös valonlähteen tehoja pienentää tai suurentaa sen mukaan minkälainen vaikutelma halutaan.

### 6.3 Käyttötarkoitus

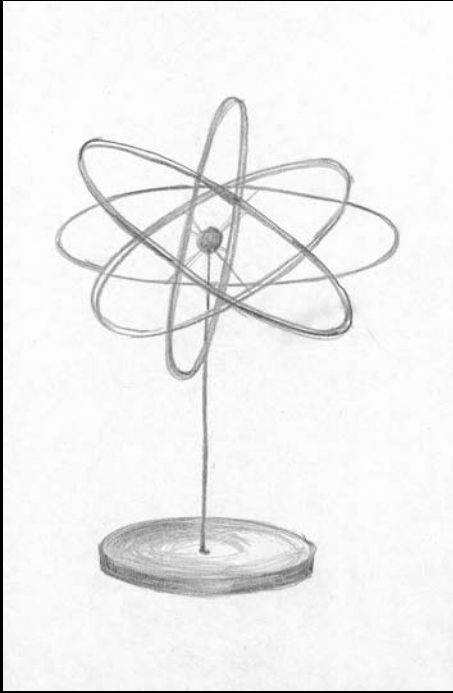
Valittuani opinnäytetyöni aiheeksi valaisimen tai valaisevan tuotteen aloitin suunnitteluprosessin miettimällä erilaisia muotoja, joita voisin käyttää tuotteessa. Tämän jälkeen pohdin sitä, miten kyseiseen muotoon voisi tuoda valon.

**Esimmäinen luonnos** oli paksusta (n. 20 mm) akryylistä taivutettu pöytä, jonka taivutettu sivu muodostaa lokeron. Koska muoto on saumaton, voidaan kalusteen kaikkiin reunoihin asentaa led-valokisko, jonka pohjalla kulkee alumiininauha jäähdytystä varten. Reunat voisi listoittaa esimerkiksi kiiltävällä ohuella U-kromilistalla, jolloin alumiininauha ja polttimot jäisivät piiloon. Virran ulosotto voitaisiin sijoittaa lokerikon alaosaan keskelle, josta tarvittava johto katkaisijalla ja driverilla olisi mahdollisimman näkymätön. Valonlähteenä käyttäisin 0,1 watin led-polttimoita, jotka olisivat nauhana peräkkäin noin 16 mm välein. Valo olisi tasainen koko pinnalle ja koska valonlähteen teho olisi pieni, tulisi kokonaisvaikutelmasta hillitty mutta hienostunut.

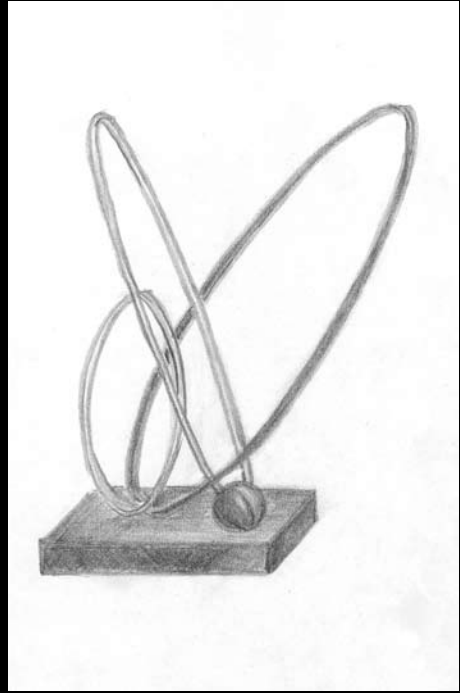
Jatkoin uusien luonnosten tekoa, sillä pöydän muoto tuntui kuitenkin liian samanlaiselta kuin jo aiemmin markkinoilla olevilla tuotteilla.

**Toinen luonnos** kuvaa myös pöytää, joka muodostuu yksinkertaisista muodoista. Valo voitaisiin tuoda pöydän reunaan kuten aikaisemmassa luonnoksessa. Listoituksen tekeminen niin, että voitaisiin käyttää vain yhtä driveriä olisi mahdollisesti hankalaa, sillä led-nauhan tulisi kulkea yhtäjaksoisesti katkeamatta.

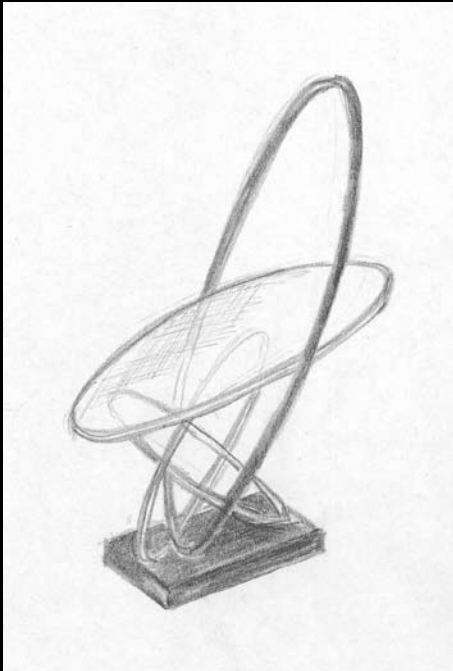
**Kolmas luonnos** on valaisimesta, joka koostuu leveästä noin 10 mm paksusta akryylinauhasta, joka muodostaa laskeutuessaan alas spiraalin. Nauhaan asennettaisiin ohuita akryylilevyjä, joiden sisällä led-valot olisivat ryhmässä piirikorttimaisesti. Valojen värit voisivat vaihtua aina sen mukaan miten alas levyt tulevat. Valojen väriä voisi vaihtaa myös ohjaimen avulla. Valaisimen tulisi olla noin 1500 mm korkea, jotta se olisi näyttävä. En jatkanut tuotteen kehittelyä pidemmälle, sillä valaisimet tarvitsevat niin monta johtoa, että niiden piilottaminen olisi vaikeaa.



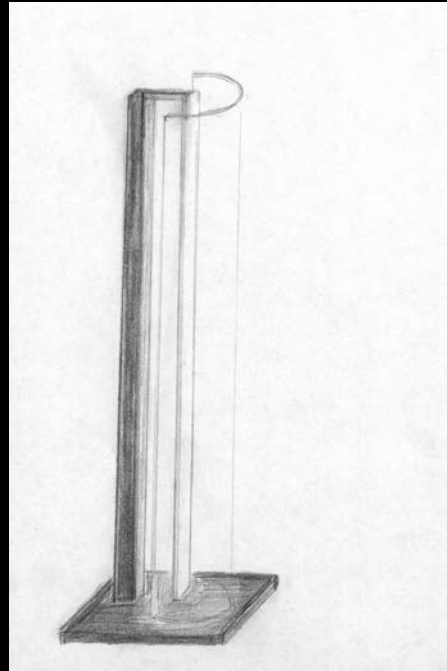
Luonnos 5



Luonnos 6



Luonnos 7



Luonnos 8

**Neljäs luonnos** on sohvapöytä, jossa itse pöytälevy olisi eri väristä akryyliä kuin O-mallinen jalka. Valo tuotaisiin akryyliin kuten ensimmäisessä luonnoksessa. Koska tuote on mielestäni parempi ilman valoa, en lähtenyt jalostamaan ideaa edelleen.

**Viides luonnos** kehittyi siitä, kun tarkastelin taipuisaa led-nauhaa. Se toi mieleeni valomeren ja avaruuden. Ajatuksesta syntyi oheinen luonnos. Kyseessä on koristepöytävalaisin, joka koostuu mustasta akryylijalustasta, mustasta akryylirenkaasta, sekä huurreakryylirenkaista. Näiden huurreakryylirenkaiden sisään olisi kiinnitetty led-valonauhat, jotka vaihtaisivat väriä punaisen, sinisen ja vihreän välillä. Värivaihtelu toisi liikkeen tunnun työhön.

**Kuudes luonnos** perustuu samaan led-nauhan käyttöön kuin edellisessä luonnoksessa. Tässä mallissa renkaat ovat muodoltaan ovaaleja ja kiinnittyvät suoraan jalustaansa. Jalusta, suurin ovaalirengas ja pallo ovat mustaa akryyliä. Muut renkaat ovat huurreakryyliä sisältäen led-valonauhan.

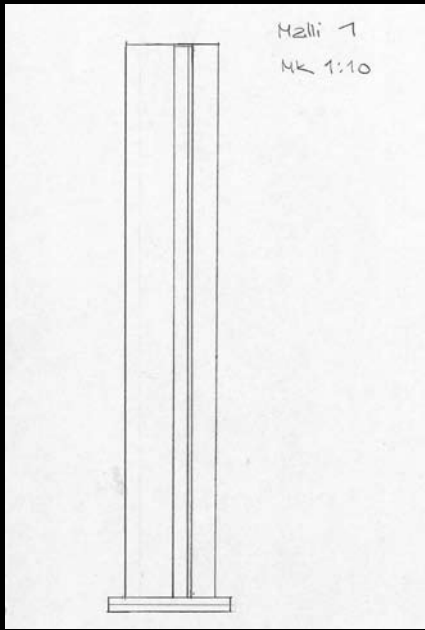
**Seitsemäs luonnos** on pöytä, jossa on käytetty samaa ideaa kuin aikaisemmissa töissä. Jalusta ja suurin ovaalirengas ovat mustaa akryyliä ja muut huurreakryylirenkaat sisältävät led-valonauhan.

Aluksi innostuin oheisesta luonnoksesta ja ajattelin lähteä kehittämään tätä mallia eteenpäin. Sain kuitenkin samanaikaisesti uuden idean, josta piirsin luonnoksen 8.

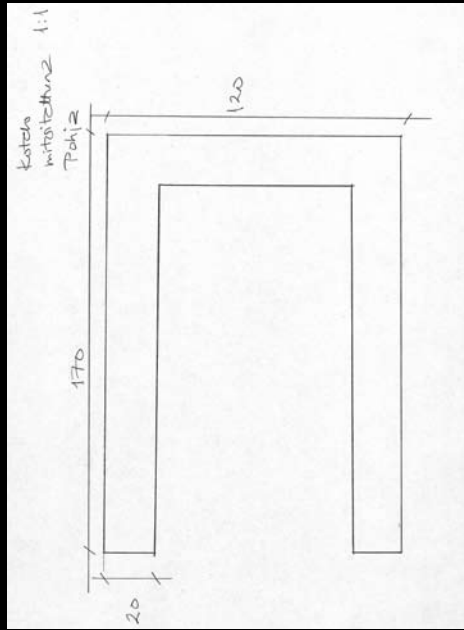
**Kahdeksas luonnos** kehittyi sen jälkeen, kun olin tutkinut alumiinitankoa, jonka sisällä oli 1 watin suuruisia led-valoja. Asetin tangon eteen erivärisiä akryylilevyjä ja tutkin miten valo läpäisee levyn. Koska musta akryylilevy ei läpäise ollenkaan valoa, soveltuu se hyvin suojaksi, jos valonlähdettä ei haluta nähdä. Huurreakryylin läpi valo kulkeutui pehmeänä ja valaisevana ilman häikäisyä.

Näiden havaintojen perusteella sain idean lattiavalaisimesta, joka koostuu mustasta jalustasta, mustasta U-tangosta, jonka sisällä on led-valokisko, tangon eteen tulevasta huurrepintaisesta levystä sekä paksusta läpinäkyvästä kaarevasta levystä.

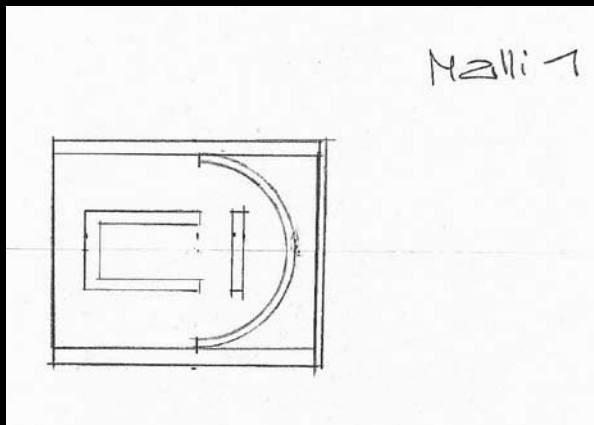
Koska kyseinen yksinkertainen muoto mielytti minua, päätin tutkia, voisiko tästä mallista saada hyvän valaisimen.



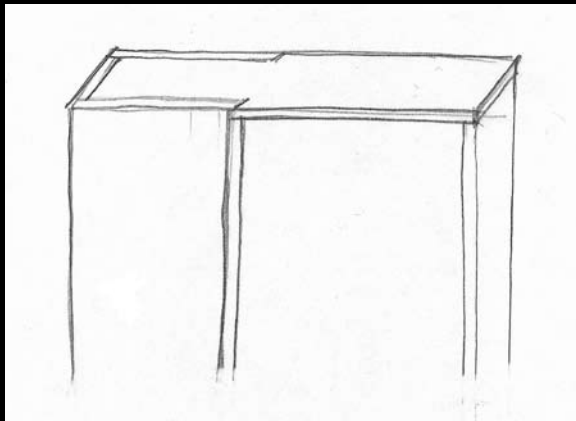
Luonnos 9



Luonnos 10



Luonnos 11



Luonnos 12

## 6.4 Toteutus

### 6.4.1 Mittasuhteiden tutkiminen

Aluksi piirsin paperille mallin mittakaavassa 1:10 lattiavalaisimesta, jonka korkeus oli 1980 mm ja valaisinkotelon koko oli 170 x 120 mm (luonnos 9) ja reunojen paksuus 20 mm (luonnos 10). Kotelon eteen tulevan huurreakryylin paksuus oli myös 20 mm ja sen sijoitin 50 mm päähän kotelosta. Jalustan koko oli 300 x 400 mm, mikä osoittautui heti liian pieneksi piirrettyäni akrylikaaren säteellä 150 mm. Suurensin jalustan kokoon 420 x 350 mm (luonnos 11).

Samalla tutkin sitä, miten voisin yhdistää kotelon ja huurreakryylin toisiinsa ja minkälaisella liitoksella. Piirsin siitä luonnoksen (luonnos 12).

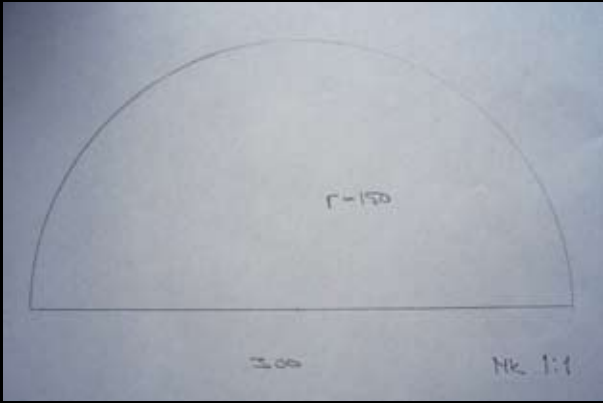
Luonnosten perusteella piirsin paperille mittakaavassa 1:1 kaaren (kuva 23), jonka päälle sijoitin pahvista leikatun palan, jonka taivutin teipin avulla kaareksi (kuva 24). Valkoisesta 5 mm paksuisesta kapalevystä rakensin kotelon, jonka asetin kaaren eteen tutkiakseni mittasuhteita luonnollisessa ympäristössä huonekalujen ja valaisimien vieressä (kuva 25). Työvälineinäni käytin mittaviivainta, erilaisia kyniä, teippiä, mattoveistä, laskinta, pahveja ja kapalevyä (kuva 26).

Valopesä näytti aivan liian suurelta suhteessa kaareen, joten pienensin sitä kokoon 140 x 100 mm. Leveys tuntui sopusuhtaiselta, mutta syvyyttä halusin vielä pienentää 10 mm, jolloin lopullinen mitta oli 140 x 90 mm (kuva 27).

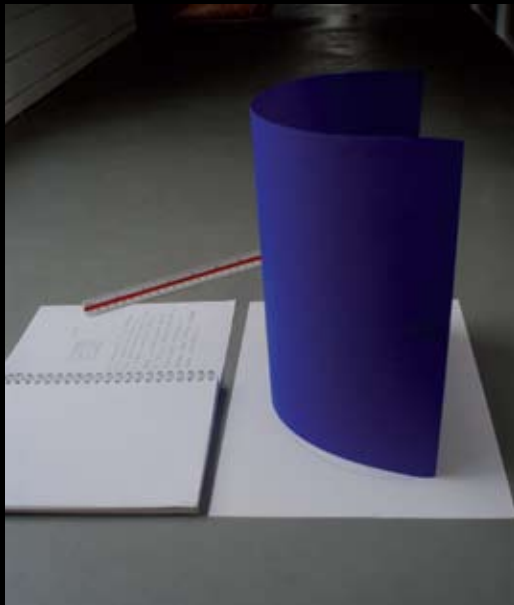
Valopesä näytti olevan myös liian kaukana kaaresta, jolloin osat eivät näyttäneet kuuluvan yhteen, vaan olivat irrallisina ilman mitään yhteyttä toisiinsa. Siirsin valopesän alkamaan siitä, mihin kaari päättyi, jolloin kiinteä yhteys osien välille syntyi (kuva 28). Nämä mittasuhteet tuntuivat sopivan yhteen ja vaikutelmasta tuli sopusuhtainen ja tiivis (kuva 29).

Tämän jälkeen tein uuden mitoituksen lattiavalaisimelleni ja piirsin siitä uudet luonnokset tarkastellakseni mittasuhdetta myös paperilla (luonnos 14). Kokonaiskorkeudeksi tuli 2050 mm, josta jalustan osuus oli 50 mm. Jalustasta tein neliön, jonka koko oli 440 x 440 mm (luonnos 13).

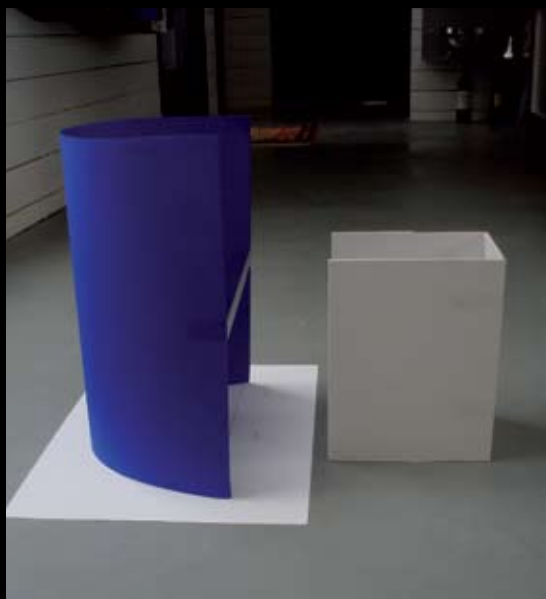
Tässä vaiheessa ajattelin, että valaisimia voisi olla kolmea eri kokoa. Kaksi suurinta toimisivat lattiavalaisimina ja pienin sopisi pöytävalaisimeksi. Suurimman korkeus olisi 2050 mm, josta jalustan korkeus olisi 50 mm ja kaaren paksuus 20 mm. Keskimmäisen korkeus olisi 20 % pienempi, jolloin sen korkeus olisi 1600 mm, josta jalustan korkeus olisi 40 mm ja kaaren paksuus 16 mm.



Kuva 23



Kuva 24



Kuva 25

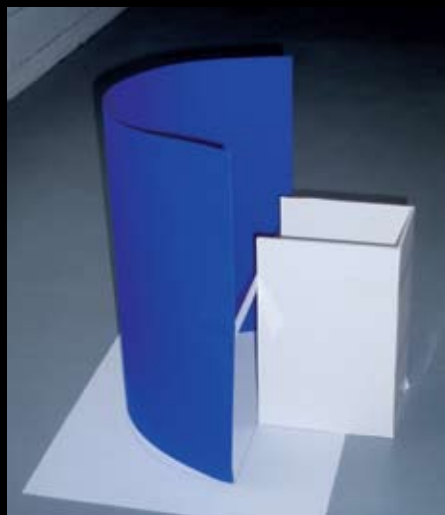




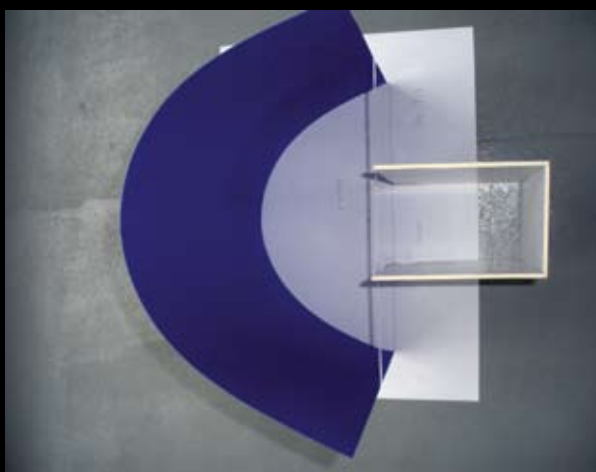
Kuva 26



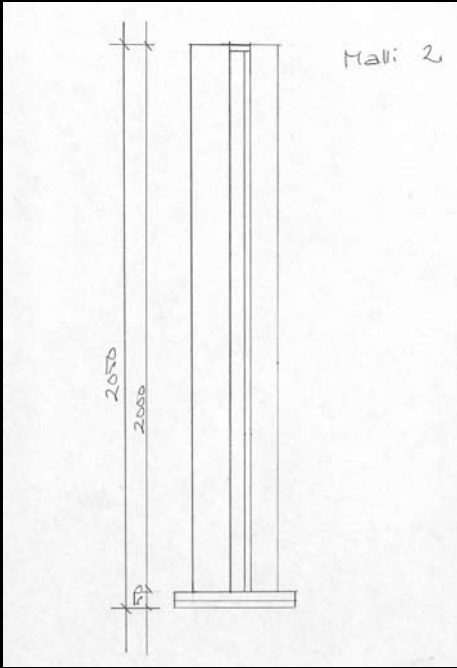
Kuva 27



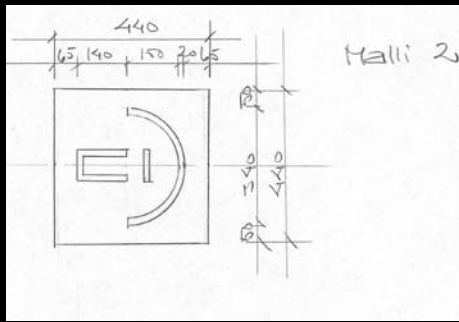
Kuva 28



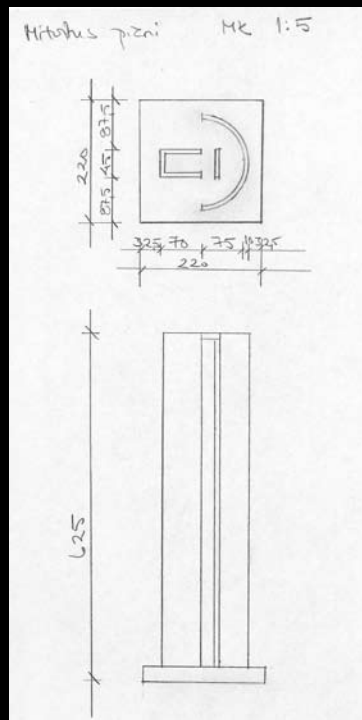
Kuva 29



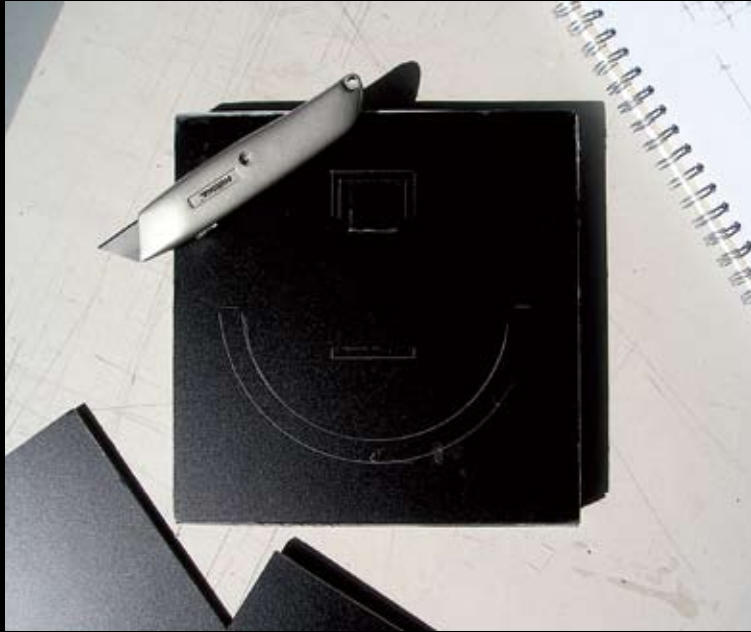
Luonnos 14



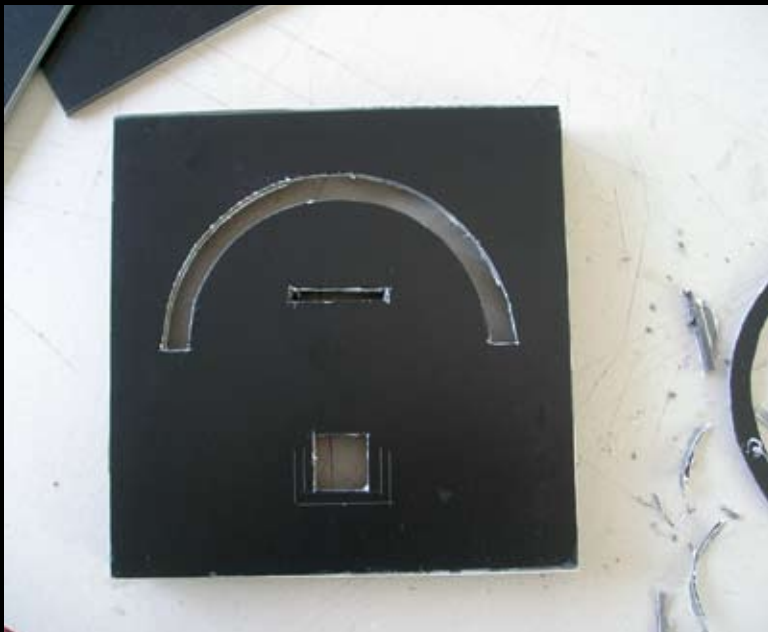
Luonnos 13



Luonnos 15



Kuva 30



Kuva 31



Kuva 32

Pöytävalaisin olisi 50 % pienempi kuin suurin malli, kuitenkin niin, että korkeus lyhenisi 70 %, jolloin siitä tulisi sopusuhtaisemman kokoinen. Näin ollen korkeus olisi 625 mm, josta jalustan korkeus olisi 25 mm ja kaaren paksuus 10 mm.

#### 6.4.2 Hahmomallin tutkiminen

Löydettyäni mielestäni sopusuhtaisen mitoituksen päätin tehdä pöytävalaisimesta luonnollista kokoa olevan hahmomallin. Sen avulla voisin tarkastella jalustan suhdetta korkeuteen, sekä tehdä tarvittavat valokokeilut.

Aluksi piirsin tarkan mitoituksen paperille pystyäkseni leikkaamaan oikean kokoiset palat rakentamista varten (luonnos 15).

Valaisimen kokonaiskorkeus oli 625 mm. Jalustan korkeus oli 25 mm ja leveys 220 mm kuten syvyyskin. Valopesän koko oli 70 x 45 mm ja huurreakryylilevy paksuudeltaan 5 mm sijoittui 25 mm päähän valopesästä. Kaaren säde oli 75 mm sisäosasta laskettuna. Kaaren sisäosan pituuden laskemiseksi selvitin ensin kehän pituuden, jonka sain kaavasta  $2 \pi r = 2 \pi 75 \text{ mm} = 471,23 \text{ mm}$ . Jakamalla tämän luvun kahdella sain puolikaaren pituuden eli  $471,23 \text{ mm} / 2 = 235,615 \text{ mm} \approx 236 \text{ mm}$ . Kaaren ulko-osan pituuden sain, kun annoin  $r$  :lle arvon 85 mm. Kaaren ulko-osan pituudeksi tuli 267 mm.

Päätin hankkia jalustaa ja valopesää varten mustaa 5 mm paksua kapalevyä, jota minun oli itse suhteellisen helppo työstää (kuvat 30 ja 31). Kapalevy muistuttaisi ulkonäöltään mustaa 5 mm paksua akryyliä, josta osat tehtäisiin.

Huurreakryylilevyä ja kirkasta akryylikaarta en voinut korvata millään muulla materiaalilla, joten päätin teettää osat Levymuovi Oy:ssä, yrityksessä, joka valmistaa erilaisia akryylituotteita.

Huurreakryylipalan saaminen oli helppoa, sillä se piti vain leikata oikeaan mittaan, ja sen reunat piti kiillottaa. Kirkasta 10 mm paksua akryylikaarta varten teetin ensin puusepällä vanerimuottin (kuva 32).

Muottia ei saanut valmistaa muovista tai metallista, koska uunista otettu akryylipala on aina niin kuuma, että se muuttaisi metallin ja muovin pintaa, jolloin lopputulos ei olisi mitoiltaan tarkka ja pinnaltaan siisti. Vaneri ja massiivipuu soveltuvat taas hyvin muottien raaka-aineiksi.



Kuva 33



Kuva 34

Saatuani muotin, toimitin sen Levymuovi Oy:öön, jossa keskustelin Markku Hakkolan kanssa siitä, miten akryyli käyttäytyy kuumetessaan. Hän kertoi, että kaartaa varten ei voida etukäteen leikata sopivan kokoista palaa, joka lämmitetään ja asetetaan muotin päälle, koska akryyli kutistuu sitä lämmitettäessä. Koska tarkkaa kutistumismäärää ei voida laskea, täytyy kappale leikata oikeaan kokoon vasta lämpömuovauksen jälkeen. Kutistuma omassa työssäni oli noin 1-2 cm.

Hän kertoi myös laittavansa aina sileän huovan vanerimuotin päälle, jotta lopputulos olisi mahdollisimman sileä ja siisti. Kuuma akryyli toistaa aina kaikki pienemmätkin pinnan epätasaisuudet itseensä. Sovimme myös, että kaaren alareuna kiillotetaan, jotta valo pääsisi kulkemaan vapaasti. Hän suositteli, että jättäisin muut reunat kiillottamatta, jolloin valo näkyisi niistä paremmin. Sovimme myös, että voisin käydä myöhemmin kiillottamassa reunat, mikäli pitäisin sitä parempana vaihtoehtona.

Olin ajatellut, että valopesän ja jalustan liitokset tehtäisiin jiriliitoksina, eli reunat leikataan 45°:een kulmaan, jolloin lopputulos olisi mahdollisimman siisti. Markku Hakkolan mukaan liitokset voitaisiin toteuttaa haluamallani tavalla. Valopesän, kaaren ja huurreakryylilevyn liittäminen jalustaan onnistuisi hänen mukaansa parhaiten, jos ne upotettaisiin esimerkiksi 10 mm matkalta jalustan sisälle, jolloin liimauspinta ei näkyisi.

Keskustelimme myös pohjalevyn kiinnitystavasta. Selvitin hänelle, että valaisimeni pohjalevy täytyy pystyä irrottamaan, jotta led-valoja voitaisiin myöhemmin tarpeen mukaan vaihtaa. Ajatuksenani oli käyttää neljää ruuvia kulmissa, jotka pitäisivät pohjalevyn paikoillaan. Markku Hakkolan mukaan neljän millimetrin kokoisilla ruuveilla saadaan pohjalevy riittävän tukevaksi. (Hakkola. M 2008. Haastattelu)

Saatuani kaikki osat valmiiksi, kokosin hahmomallin ja asetin sen matalan pöydän päälle (kuva 33). Tarkastelin valaisinta eri puolilta ja tutkin, olivatko mittasuhteet mielestäni sopuiset. Tämän jälkeen asetin valaisimen hieman korkeammalle pöydälle, ja käänsin sitä taas eri asentoihin huomatakseni näyttääkö se sopuiselta myös korkeammalla alustalla (kuva 34). Tämän jälkeen tutkin valaisinta vielä niin, että se oli lattialla (kuva 35). Sijoitin eriväristä valoa olevat led-nauhat akryylikaaren alareunan alle, ja tutkin miten valo kulkee.



Kuva 35





Kuva 36



Kuva 37



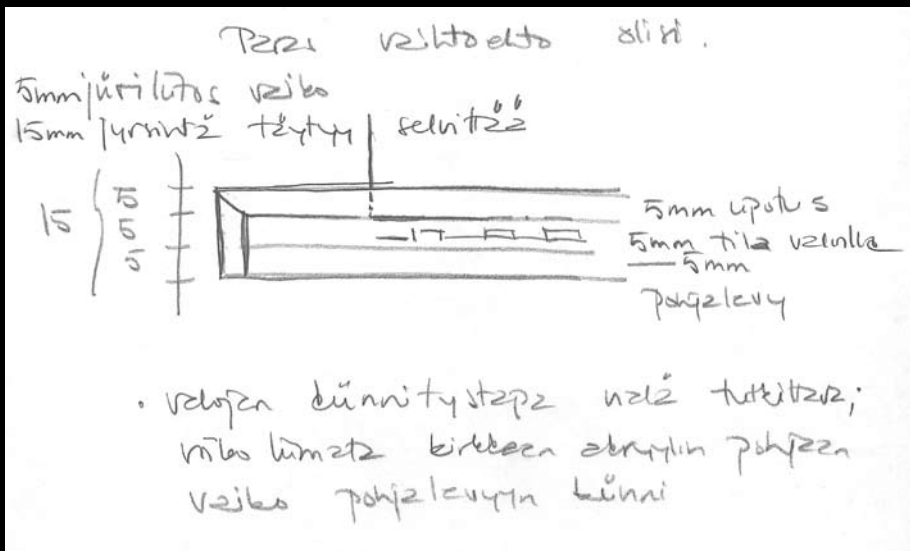
Kuva 38



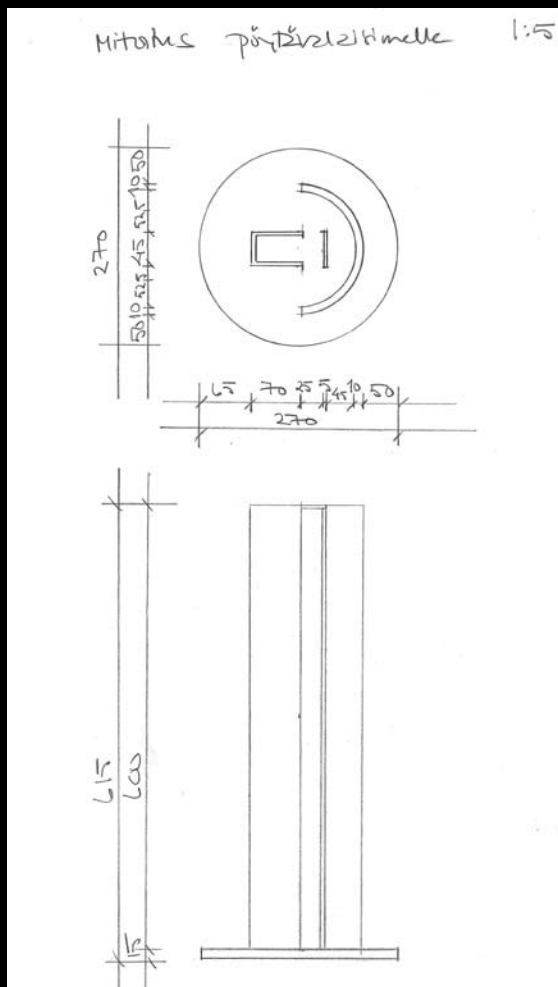
Kuva 39



Kuva 40



Luonnos 16



Luonnos 17

Tein seuraavanlaisia havaintoja. Kylmä valkoinen K 5000 valo näytti raikkaammalta ja kirkkaammalta kuin lämmin valkoinen K 3200 valo.

Samalla huomasin, että kiillotettu reuna näyttää selvästi viimeistellymmältä kuin matta reuna. Päätin käydä kiillotuttamassa akrylikaaren toisen sivun myöhemmin voidakseni tehdä lisäkoetta.

Valaisimen korkeus näytti sopusuhtaiselta, ja kaari, suhteessa valopesään, vaikutti riittävän suurelta. Mietin miten erilainen vaikutelma valaisimesta tulee päivällä ilman valoa ja illalla kun se antaa valoa ympäristöönsä. On tärkeää, että valaisinta olisi miellyttävä katsella myös ilman valoa vain pelkkänä esineenä. Olisi kuitenkin tärkeää, että se herättäisi jonkinlaisia tunteita katsojassaan.

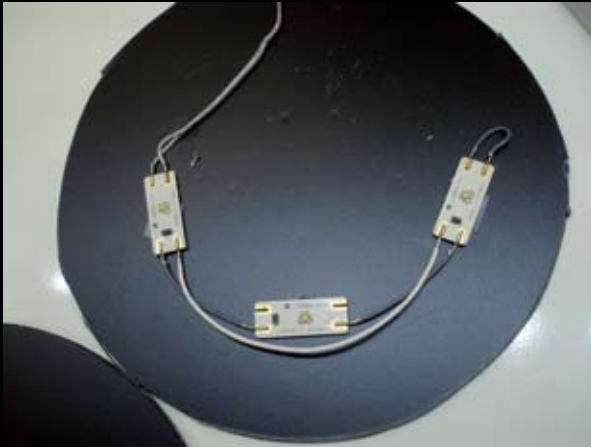
Jalustan neliömäinen muoto sopii mielestäni hyvin valaisimeen (kuva 36). Toisaalta valaisin tuntuu olevan vinossa, ellei se ole täysin suorassa kulmassa tai  $45^\circ$ :een kulmassa pöytätasoon nähden. Ajattelin tehdä uuden jalustan, joka olisi pyöreä, ja kokeilla sopiiko se valaisinmalliin (kuva 37).

Aluksi leikkasin jalustan, jonka halkaisija oli 300 mm (kuva 38). Asetin valaisimen ensin pöydälle ja sitten lattialle tarkastellakseni jalustaa eri kulmista (kuva 39). Se näytti kuitenkin hieman liian suurelta suhteessa kaareen. Pienensin sitä kolmella sentillä, jolloin se näytti sopivalta.

Saatuani kaaren koon sopivaksi tutkin jalustan korkeutta. Alunperin 25 mm korkea rakenne jalustassa näytti sopivan hyvin yhteen kaaren ja valopesän kanssa. Muutettuani jalustan pyöreäksi tuntui 25 mm korkeus liian raskaalta. Rakensin kolmesta 5 mm paksusta kapalevystä jalustan, jonka avulla pystyin tarkastelemaan miltä 15 mm korkeus jalustassa näytti (kuva 40). Piirsin paperille luonnoksen siitä, minkälainen jalustan rakenne voisi olla, ja mietin riittäisikö viiden millimetrin tila led-valoille. Samalla täytyisi selvittää voidaanko 1 watin ledit ja kaaren alapintaan tulevat 0,1 watin ledit yhdistää saman driverin taakse, ja riittääkö johdon ulostulolle viiden millimetrin tila. Toisaalta täytyisi tutkia myös se, riittääkö viisi millimetriä upotussyvyudeksi, eli saadaanko pystyosat liimattua siististi ja tuleeko rakenteesta tukeva. Jos jalusta olisi pyöreä, pohjalevyn kiinnittäminen kolmella ruuvilla riittäisi (luonnos 16).



Kuva 41



Kuva 42



Kuva 43

Tarkasteltuani jalustaa sekä neliömäisenä että pyöreänä huomasi pitäväni lopulta pyöreästä jalustasta enemmän. Pyöreä muoto korostaa kirkkaan kaaren linjaa ja tekee valaisimesta sulavalinjaisen. Pyöreä jalusta mahdollistaa myös sen, että valaisin voidaan sijoittaa haluttuun suuntaan. Piirsin uuden kuvan valaisimesta mitoitettuna (luonnos 17).

#### 6.4.3 Valaisimen nimi

Valittuani opinnäytetyökseni kokeellisen materiaalityön, joka myöhemmin prosessin edetessä muuttui muotoilututkielmaksi, halusin antaa uudelle suunnittelemani valaisimelle tai valaistulle tuotteelle nimen. Tätä nimeä tulisin käyttämään myös työni nimenä.

Mielestäni nimen tulee aina kuvata joko tuotteen muotoa, toimintaa, käyttötarkoitusta tai tunnelmaa, joka siitä välittyy. Nimi voi olla myös arvoituksellinen. Aloitettuani suunnittelutyön ja luonnosten tekemisen ajattelin, että nimi tulee itsestään mieleeni työn edetessä.

Katsoessani valmistamaani hahmomallia, matalan pöydän päällä, toi sen muoto mieleeni meren, majakan, tornin, loiston... Mietin olisiko nimi Loisto sille sopiva. Mielestäni se kuvasi kyllä työtäni, mutta huomattuani internetistä, että nimi Loisto oli jo useamman valaisimen nimenä, hylkäsin tämän vaihtoehdon.

Katsoessani valaisinta mietin minkälaisia ajatuksia ja tuntemuksia itse valosta, jonka olin asettanut kirkkaan kaaren sisälle, tulee mieleeni. Näin valoreunat, mutta en nähnyt valolähdettä. Koska en nähnyt sitä, pystyin vain aavistamaan, että se on siellä. Näin syntyi valaisimelleni nimi Aavistus. Kysyin vielä perheenjäseniltäni heidän mielipidettään nimestä. Koska heistäkin nimi oli hyvä, päätin antaa valaisimelleni ja koko työlleni nimeksi Aavistus.

#### 6.4.4 Valaisimen valonlähteet

Saatuani valaisimeni hahmomallin valmiiksi vein sen Saas Instrumentti Oy:öön tehdäkseen erilaisia valokokeiluja. Johannes Weckman, Saas Instrumentti Oy:stä, oli pyynnöstäni valmistanut kokeilua varten kolme erilaista led-tankoa (kuva 41), joita käytettäisiin valopesän sisällä sekä liittänyt toisiinsa kolme 2 watin kylmää valkoista led-valoa, jotka tulisivat valaisemaan kirkasta akryylikaaren alareunaa (kuva 42). Rgb-valoja varten tarvittiin myös erillinen ohjain, jolla säädettiin eri väristen valojen syttymistä ja sammumista (kuva 43).



Kuva 44





Kuva 45



Kuva 46



Kuva 47



Kuva 48



Kuva 49



Kuva 50



Kuva 51

Ensimmäiseksi laitoin valopesän sisälle led-tangon, jossa oli viisi 1 watin kylmää led-valoa. Tutkin valaisinta eri puolilta nähdäkseni, miten valo kulkee, ja kuinka paljon se valaisee ympäristöään. Sivulta katsottuna valo selvästi ohjautuu eteenpäin samalla kirkastaen huurreakryylin pintaa. Vaikutelma on rauhallinen, eikä valo ole häikäisevä (kuva 44). Takaapäin katsottuna valo selvästi heijastaa leveän varjon kirkkaasta akryylistä seinään ja valaisee kulman. Tästä voin päätellä, että se valaisee riittävästi jo tällä polttimomäärällä ja teholla (kuva 45). Tarkoitukseni oli suunnitella valaisin, joka kuitenkin valaisee ympäristöään, eikä ole pelkästään itseään valaiseva koriste-esine.

Edestäpäin katsottuna polttimot näyttävät "valopalloilta" (kuva 46). Jos haluaisin, että pinta olisi yhtenäinen ilman, että valolähteet selvästi erottuisivat, minun täytyisi, joko siirtää huurreakryylilevyä kauemmaksi valopesästä tai pienentää polttimoiden tehoa. Koska halusin, että valaisin loisi ympäristöönsä erilaisen tunnelman ilman valoa ja valon kanssa, pidin erityisesti tästä vaikutelmasta, kun sileän levyn sisään muodostui palloaiheet valon syttyttyä. Valomäärä ei ollut myöskään häikäisevä, vaikka sitä katsoi suoraan edestäpäin. Takasteltuani valopesää tietystä kulmasta valolähteet näkyivät mielestäni liikaa, joten päätin sirtää huurreakryylilevyä viisi millimetriä lähemmäs valopesää (kuva 47).

Seuraavaksi lisäsin valaisimen pohjalevyn sisään 2 watin led-valot. Tarkastelin valaisinta taas eri puolilta nähdäkseni, miten valon lisääminen vaikutti kokonaisuuteen. Ympäristöön tuleva valon määrä ei paljon lisääntynyt, mutta merkittävää oli se, että valaisin sai nyt itselleen aivan uuden muodon ja ulottuvuuden (kuva 48). Siitä tuli kokonainen – se sai ääriviivat valon muovatessa kirkasta akryyliä. Valon määrä kaaren alapuolella oli selvästi riittävä, eikä valolähdettä, eli led-poltimoita, näkynyt, mikä oli työssäni tärkeää. Valaistut reunat hehkuivat yhtä kirkkaina pintoina myös toisiinsa nähden, jolloin kaaren muoto tuli selvästi esiin (kuva 49).

Halusin myös kokeilla minkälainen tunnelma syntyy, kun valopesään asennetaan led-tanko, jossa on viisi punaista 1 watin led-valoa. Punainen valo selvästi värjää koko ympäristönsä ja muuttaa koko tunnelman luonnottomaksi (kuva 50 ja 51). Punaisella valollahan halutaan varoittaa ja kiinnittää huomiota. Itse valon väri sopii mielestäni valaisimeeni, mutta käyttökohde voisi olla mieluummin julkinen tila kuin yksityinen koti.



Kuva 52



Kuva 53



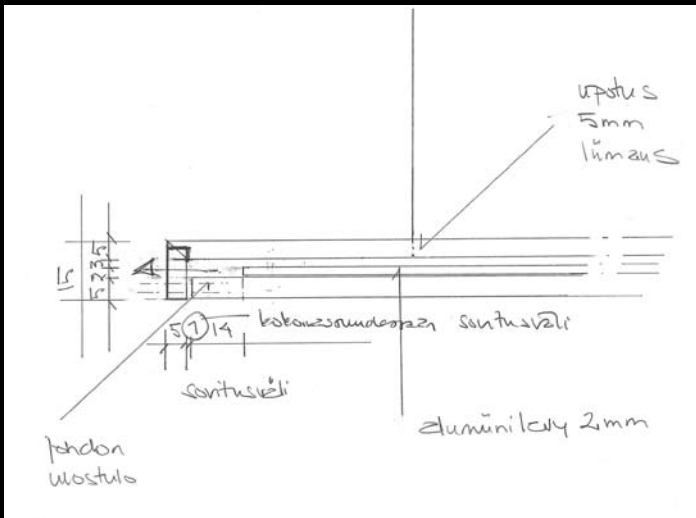
Kuva 54



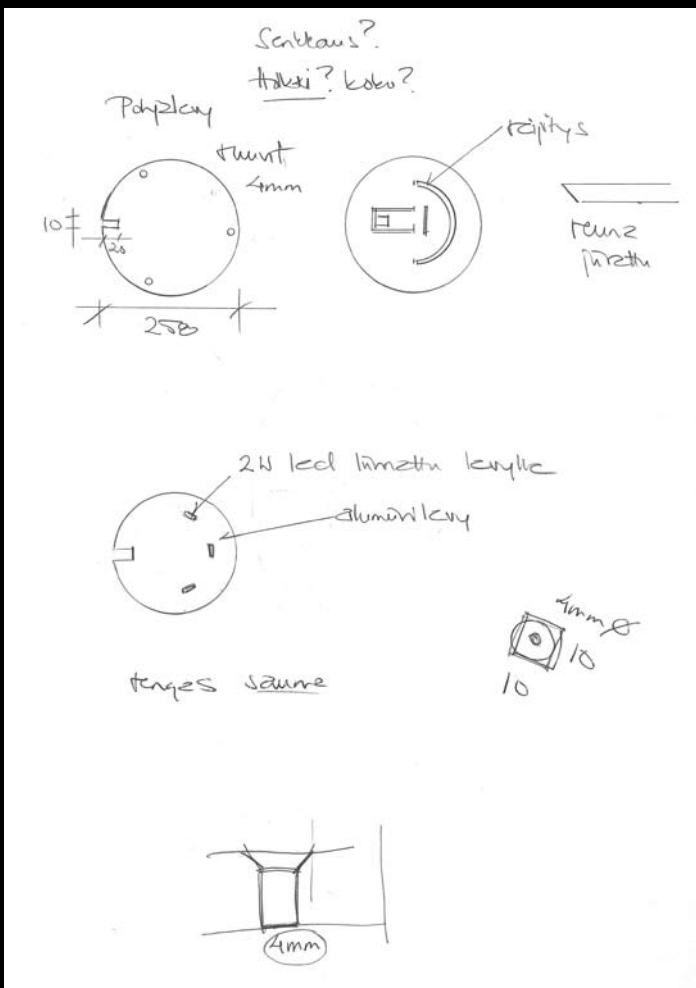
Kuva 55



Kuva 56



Luonnos 18



Luonnos 19



Lopuksi tein valokokeiluja valopesään asennetulla led-tangolla, johon oli asennettu rgb-led-nauha. Nauha sisältää sinisiä, punaisia ja vihreitä 0,1 watin led-valoja, joita säädetään ohjaimen avulla. Tällä tavalla voidaan tuottaa sinistä (kuva 52), vihreää (kuva 53), punaista, turkoosia (kuva 54), keltaista (kuva 55), violettia (kuva 56) ja kaikkea tältä väliltä olevaa valoa. Tunnelmasta tulee todella hauska, kun valot vaihtuvat. Värit eivät ole liian räikeitä tai intensiivisiä, sillä polttimot ovat vain 0,1 watin kokoisia.

Valo näkyy myös yhtenäisenä nauhana, ei "valopalloina", kuten ensimmäisessä valokokeilussani, mistä pidin erityisesti. Tämä valon nauhamaisuus sopii mielestäni hyvin juuri silloin, kun värejä halutaan vaihtaa, eli värienvaihto on tässä tapauksessa se erikoisuus, ei niinkään värillisen valon muoto.

Kuten kuvista voi huomata rgb-led-nauha ei ulottunut aivan valopesän päästä päähän, mikä ei mielestäni näyttänyt hyvältä. Päätin tutkia miten mitoitus pitäisi muuttua, jotta saisin sijoitettua nauhan valopesän koko alueelle.

Valokokeilun tekeminen oli todella tärkeä osa opinnäytetyötäni. Sen avulla pystyin selvittämään itselleni minkälaisena ja minkä kokoisena haluan lopulta valaisimeni valmistuttaa.

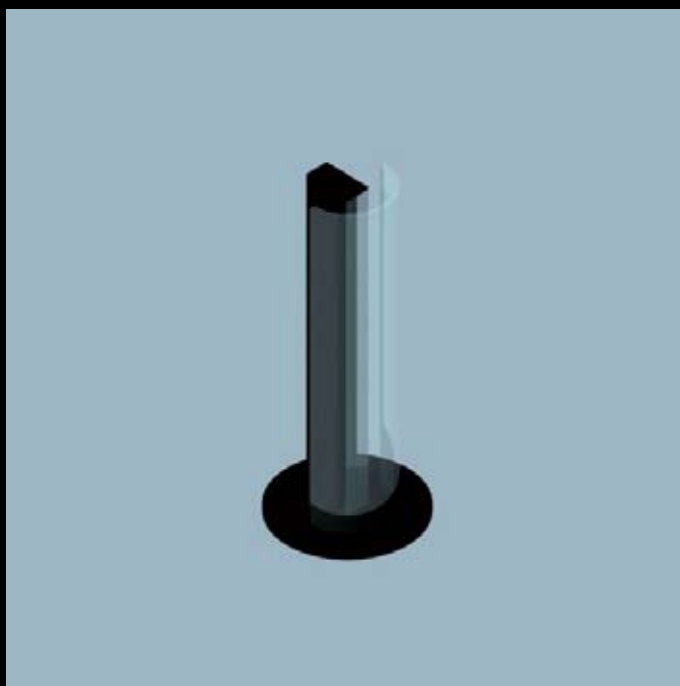
## 7 LOPULLINEN KONSEPTI

### 7.1 Tuotteen toiminta

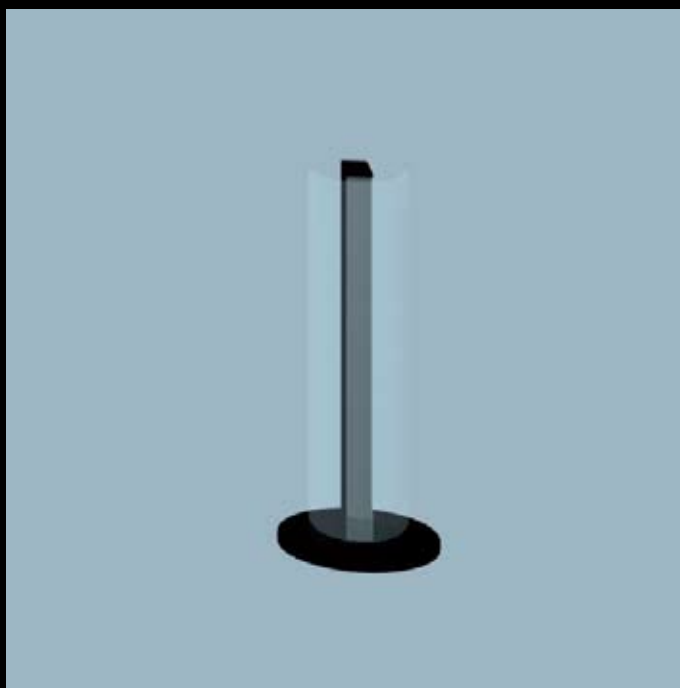
Päätin korottaa valopesäni korkeutta 15 mm, koska Johannes Weckman oli pyynnöstäni tutkinut sitä, minkä pituinen rgb-nauha antaisi valoa koko valopesän alueelle. Vaihtoehtona oli joko lyhentää valaisinta 20 mm tai korottaa sitä 15 mm. Mielestäni korottaminen oli parempi vaihtoehto, koska halusin valaisimeni antavan korkean ja kapean vaikutelman.

Valokokeilun jälkeen päätin piirtää vielä muutaman luonnoksen pöytävalaisimeni pohjalevyistä (luonnos 18 ja 19), jotta pystyisin selvittämään tarvittavat yksityiskohdat ennen kuin piirrän lopulliset kuvat Archicadilla.

Tapaamisellamme Markku Hakkolan kanssa kävi ilmi, että suunnittelemani matalampi jalusta on täysin toteuttamiskelpoinen, sillä viiden millimetrin upotus riittää pystyosille, ja ne saadaan liimatua siististi. Jalustan reunaa ei voida pyöreässä muodossa liittää



Kuva 57



Kuva 58

kansilevyyen 45° jiriliitoksen avulla, vaan reunapala työstetään lämpömuovaamalla. Taakse tehdään pystyyn liitossauma. Kansilevyn reuna voidaan työstää niin, että viiden millimetrin paksuisesta levystä jää näkyviin vain kaksi millia, jolloin liitos näyttää sirolta ja huomaamattomalta. Pohjalevyn sovitukseksi riittää yksi millimetri, ja sen kiinnittämiseen käytetään kolmea neljän millimetrin ruuvia, joiden kannat upotetaan akryyliin senkaamalla. (Hakkola. M 2008. Haastattelu)

Tämän jälkeen tapasin Saas Instrumentti Oy:ssä Håkan Långstedtin, jonka kanssa teimme vielä valokokeilun siitä, pitääkö kaaren reunan olla matta- vai kiiltäväpintainen. Käydessäni tapaamassa Markku Hakkolaa Muovilevy Oy:ssä kiillotutin toisen pystyreunan, jotta voisimme verrata reunoja toisiinsa. Kiilotettu reuna näytti mielestämme viimeistellymmältä, joten päätin suunnitella valaisimeni kiillotetuilla reunoilla. Kysyin Håkanin mielipidetä siitä kummalla valolähteellä suunnittelisin lopullisen valaisimeni, joko valkoisilla 1 watin ledeillä vai rgb-led-nauhalla. Hänen mielestään minun kannatti pysyä alkuperäisessä ideassa, eli suunnitella ja valmistuttaa valaisin kylmillä valkoisilla yhden watin led-valoilla.

Led-valokiskon kiinnittämistä varten valopesään täytyy liimata kaksi millin paksuista metallilevyä, jotta valokiskoon liimattuja millin paksuisia magneettilevyjä voitaisiin käyttää. Halusin suunnitella magneettikiinnityksen, jotta valokisko olisi mahdollista tarvittaessa vaihtaa. Håkan Långstedt pyysi minua vielä lisäämään suunnitelmaani vedonpoistajan johtoa varten. (Långstedt. H 2008. Haastattelu)

Näiden tapaamisten jälkeen piirsin lopulliset kuvat pöytävalaistamistani Archicadilla 2D:nä, jotta pystyin tekemään tarkat työkuvat mittakaavassa 1:5 (liitteet 1 – 4) sekä detailikuvat mittakaavassa 1:1 (liitteet 5 – 6). Mallinnusohjelmanä käytin Archicadin 3D ohjelmaa (kuva 57 ja 58). Valon tuominen työhöni ei valitettavasti onnistunut, koska valaisimeni oli ohjelmaan nähden kooltaan liian pieni.

Lopullisen prototyypin suunnitelmieni pohjalta valmisti Saas Instrumentti Oy. (kuva 59).



Kuva 59

## 7.2 Tuotteen muokattavuus

Tehdessäni ensimmäisiä luonnoksia opinnäytetyöhöni, halusin olla avoin kaikille muodoille ja käyttötarkoituksille ilman, että tekisin muotoon liittyviä rajauksia. Kun sopiva jatkokehittävää luonnos löytyi, hahmottui se ensin lattiavalaisimeksi. Tehdessäni mittasuhteet sisustetussa tilassa tulikin siihen johtopäätökseen, että kyseinen malli näyttäisi sopuiselta ja sisustettuun ympäristöön sopivalta, jos sen korkeus olisi noin 2000 mm tai 1600 mm. Luonnollisena seurauksena oli mitoittaa pöytävalaisin oheisesta mallista, josta lopulta tulikin opinnäytetyöni valaisin.

Kyseisistä kolmesta mallista saisi monia eri variaatioita vaihtamalla valon väriä ja tehoa kuten valokokeilussani tein. Tästä syystä päätin mitoittaa pöytävalaisimeni niin, että siinä voidaan käyttää erilaisia led-valoja valopesässä. Myös kirkkaan akryylikaaren alle voitaisiin sijoittaa esimerkiksi punaista valoa ja valopesään sinistä, jolloin värit sekoittuisivat ja tulisi taas uudenlainen tunnelma.

Halusin käyttää valaisimessani pelkästään mustaa, valkoista huurrettua ja kirkasta akryyliä sen takia, että tämä mustavalkoisuus tuo parhaiten värillisen valon esiin. Kyseisestä mallista voisi toki muokata seinä- ja kattovalaisimia, mutta koen sen tämän mallin kohdalla keinotekoiseksi yritykseksi. Mittasuhteet korostuvat varsinkin pelkistetyissä tuotteissa, kuten tässä valaisimessani, ja sen takia uskon, ettei mahdollisen katto- tai seinävalaisimen suunnittelu tuottaisi hyvää lopputulosta.

Tästä syystä tuotepereheeseen kuulu nämä kolme jäsentä, jotka ovat kaikki itsessään erilaisilla led-valoilla varustettuina erittäin muunneltavissa.

## 7.3 Tuotteen käyttöympäristö

Suunnittelemani valaisin sopii mielestäni hyvin yksityisiin kotitalouksiin sellaisille kuluttajille, jotka arvostavat yksinkertaisia ja pelkistettyjä muotoja, ja jotka ovat kiinnostuneita käyttämään uutta teknologiaa. Nykyinen sisustustyyli suosii matalia ja suuria kalusteita; sohvia, pöytiä, raheja ja kaapistoja. Koska pöytävalaisimeni on suhteellisen korkea soveltuu se hyvin käytettäväksi matalien tasojen ja kaapistojen päällä (kuva 60, 61, 62 ja 63).

Toinen käyttöympäristö pöytävalaisimelle voisi olla ravintolat ja yökerhot. Koska valaisimessa voisi käyttää joko tasaista tai vaihtuvaa värillistä valoa, toimisi se tunnelman luojana tuoden tietyn jännitteen tilaan. Toisaalta valaisimeen voidaan asentaa myös teholtaan erittäin pienet polttimot, jolla saadaan luotua hyvinkin hämyinen tunnelma.



Kuva 60



Kuva 61

Tuoteperheeseeni kuuluu myös kaksi jalkavalaisinta. Matalampaa, jonka korkeus on noin 1600 mm, voisi käyttää niin yksityisissä talouksissa kuin julkisissa tiloissakin. Se soveltuu valaisemaan käytäviä, auloja, neuvottelutiloja, ravintolasaleja, näyttelytiloja jne. Toisaalta valaisimella voidaan kohdistaa valo myös vain tietylle alueelle, jolloin sillä voisi valaista esimerkiksi koristemaalattun seinän tai patsaan.

Toisen jalkavalaisimen korkeus on noin 2000 mm ja sitä voisi mielestäni käyttää samoissa tiloissa kuin pienempääkin jalkavalaisinta. Luonnollisesti mittasuhteiden tutkiminen ja vertaaminen on tärkeää, kun jalkavalaisimia suunnitellaan tilaan. Suurempi valaisin soveltuu paremmin tiloihin, jotka ovat avaria ja korkeita. Kokonsa puolesta sitä voisi käyttää vaikka tilanjakajana tai kulureitin ohjaajana.

## 8 ARVIOINTI

### 8.1 Tuotteen arviointi

Aloittaessani opinnäytetyötäni mietin minkälaisia visuaalisia ja toiminnallisia tavoitteita asetan työlleni. Visuaalisista tavoitteista tein kuvakartan, mistä välittyy se tunnelma, jonka halusin työhöni. Kuvasin tavoitteitani adjektiiveilla kirkas, selkeä, suoralinjaisen graafinen, hehkuva, lennokka ja mielenkiintoinen. Suunnittelemani valaisinta voisin kuvata adjektiiveilla kirkas, selkeä, suoralinjainen ja graafinen. Hehkuvanakin sitä voisi pitää silloin, kun siinä käytetään jotain intensiivistä värivaloa. Se onko työni lennokka tai mielenkiintoinen onkin vaikeampi sanoa. Ehkä se on enemmänkin rauhallinen kuin lennokka. Lennokka se saattaisi olla silloin, jos siinä käytettäisiin vaihtuvaa värivaloa.

Tavoitteenani oli suunnitella sellainen tuote, joka ei olisi liian monimutkainen valmistaa. Työni edetessä olen huomannut, että olen onnistunut tässä tavoitteessani, koska olen voinut valmistuttaa valaisimeni ja todeta, että tekemäni suunnitelmat toimivat.

Halusin suunnittelemani tuotteen välittävän ympäristöönsä tietyn tunnelman, myös silloin, kun siinä ei ole valoa. Katselessani valaisinta päivällä, ilman valoa, näyttää se todella kiiltävältä, ja sen kaarevaan pintaan heijastuu kuvia ympäristöstä. Kaari toimii tietynlaisena kuperana peilinä, kuitenkin hyvin hennolla tavalla. Illalla valaistuna kaaren reunat korotuvat ja "valopallot" valopesän sisällä kiinnittävät koko huomion.



Kuva 62



Toiminallisena tavoitteenani oli hyödyntää uusinta led-tekniikkaa valaistuksessa ja akryylin eri työstö- ja kiinnitystapoja itse tuotteessa. Valokokeilujen avulla huomasin miten erilaiset valotehot ja värit vaikuttavat ympäristön tunnelmaan. Suunnittelemisani valaisimissa voidaan hyödyntää erilaisia led-valoja, joka oli tavoitteeni. Samalla pystyin toteuttamaan led-valojen avulla sellaisen valaistustavan kirkaaseen akryyliin ja pieneen tilaan, mitä millään muulla valaisintekniikalla ei olisi ollut mahdollista.

Käyttäessäni akryyliä suunnittelemassani valaisimessa halusin hyödyntää materiaalin eri väreissä olevia ominaisuuksia. Mustalla akryyllillä pystyin piilottamaan valonlähteen, valkoisella huurreakryyllillä sain poistettua valon häikäisyn ja kirkkaalla läpinäkyvällä akryyllillä sain luotua hehkuvat valoreunat. Akryylin eri työstötapoja hyödynsin myös työssäni, sillä valaisintani varten osia sahattiin, liimattiin, lämpömuovattiin ja liitettiin toisinsa ruuvien avulla. Koska led-valojen tekniset ominaisuudet eivät lupaa ikuis-ta valoa, pidin tärkeänä sitä, että valolähteitä voidaan suhteellisen helposti vaihtaa vuosien kuluessa. Tästä syystä suunnittelin valaisimeeni magneettikiinnityksen valotangolle, joka voidaan uusien irrotettavan pohjalevyn kautta, samoin kuin pohjalevyn sisällä olevat led-valot.

Ne suunniteltavaa tuotetta koskevat tavoitteet, jotka asetin itselleni, ovat mielestäni toteutuneet, ja olen siitä todella tyytyväinen.

## 8.2 Prosessin arviointi

Suunnitteluprosessini on ollut erittäin mielenkiintoinen ja antoisa. Aluksi minun piti selvittää itselleni mitä teen, miten teen ja miksi teen, jotta sain tekemiselleni rungon. Opinnäytetyöni disposition laatimisessa sain apua Elina Rantapuskalta, jonka jälkeen pystyin selvittämään itselleni, missä järjestyksessä työssäni on hyvä edetä.

Opinnäytetyöni on muotoilututkielma, jossa käytin kokeellisuutta työmenetelmänä. Ensin hankin tarvittavat materiaalit erilaisia valo- ja materiaalikoikeiluja varten sekä aloin etsiä asiantietoa led-valoista ja akryylistä. Etsin tietoa kirjastoista niin Lahdessa kuin Helsingissäkin. Koska kirjastoista ei löytynyt riittävästi näitä aloja koskevaa aineistoa, tutustuin internetissä oleviin artikkeleihin ja kirjoituksiin, jotka lopulta osoittautuivat erittäin mielenkiintoisiksi ja hyödyllisiksi. Työni ohjaajalta Maarit Kedolta sain materiaalia sekä hyviä neuvoja siitä, mistä tietoa voisi hakea lisää.

Aloin samanaikaisesti tehdä luonnoksia mahdollisesta valaisimesta tai valaisevasta tuotteesta, kun tein valokokeita akryylin ja led-valojen kanssa. Se osoittautui hyödylliseksi tavaksi, sillä valon ja akryylin yhdistäminen tietyllä tavalla tuotti aina jonkin idean. Joskus ideasta lähti muoto, jonka halusin piirtää, kun taas joskus idea ei tuntunut käyttökelpoiselta. Huomasin kuitenkin sen, että yksi idea johtaa heti toiseen, ja näin etenin kokeillessani eri kokoisia ja värisiä valoja akryyliin.

Löydettyäni itseäni miellyttävän muodon pidin tärkeänä sitä, että teen siitä luonnollista kokoa olevan hahmomallin. Kapalevyn, liiman ja mattoveitsen avulla pystyin valmistamaan osan valaisimesta kotonani.

Akryylikaaren saaminen olikin paljon haasteellisempaa kuin kuvittelin, koska en tiennyt, että muotin saaminen olisi niin hankalaa. Aluksi ajattelin, että voisin käyttää jotain valmista markkinoilla olevaa putkea muottina, mutta sellaista, jonka akryylin muovaaja olisi hyväksynyt, ei löytynyt. Niinpä jouduin teettämään muotin puusepällä. Koska kaaren säde oli suhteellisen pieni, oli muotin tekeminen vanerista myös puusepälle aikaa vievää. Sen pinnalla ei saanut myöskään olla mitään virheitä. Lopulta sain teetettyä kaaren ja huurreakryyilipalan, jolloin pystyin jatkamaan hahmomallin tekoa valmiiksi.

Suunnittelijana pidän tärkeänä sitä, että voin pitää materiaalia kädessäni ja työstää sitä myös itse, koska silloin jo pelkästä materiaalin koskettamisesta voi syntyä uusi idea. Hahmomallin tekeminen mahdollisti mittasuhteiden tarkastelun luonnollisessa ympäristössä. Oli tärkeää ja hyödyllistä katsella valaisinta eri kulumista ja eri vuorokauden aikoina, jolloin siitä välittyi aina erilainen tunnelma. Lopulta tein siihen joitain muutoksia, ja tuote selvästi jalostui mielestäni paremmaksi.

Selvitettyäni erilaiset tekniset yksityiskohdat, jotka olivat oleellisia työni lopulliselle toteuttamiselle, piirsin kuvat tuotteesta mittakaavassa 1:5 ja detaljit mittakaavassa 1:1. Piirtäminen Archicadilla sujui hyvin. Mittakuvat tein 2D:nä, sillä neljän millin ruuveja ei onnistu 3D:nä piirtämään. Yritin mallintaa valaisinta myös valojen kanssa, mutta valitettavasti en saanut säädettyä valoja niin pienelle, että kuvasta olisi tullut hyvä, joten jätin valot 3D-mallista pois.

Valot ja sen tunnelman päätin tuoda työhöni valokuvien välityksellä. Projektini aikana valokuvasin paljon koko prosessin etenemistä. Koska pidän valokuvaamisesta, oli se luonteva osa työtäni.

Kokeellisessa prosessissani opin miten eri tehoiset led-valot tuottavat valoa ja miten valon väri vaikuttaa koko ympäristöön. Pelkkä teoreettinen tietäminen ei riitä valaisinsuunnittelussa. Omakohdattaiset valokokeilut ovat tärkeitä suunniteltaessa eri tiloja, koska tilan koko ja väritys vaikuttavat valoon.

Työni aikana huomasin miten monipuolinen materiaali akryyli on. Se kestää kylmyyttä ja kuumuutta, ja sen avulla voidaan suunnitella mitä erilaisempia muotoja. Toisaalta sen työstäminen virheettömästi on erittäin vaikeaa, sillä se naarmuuntuu helposti työstön aikana. Valaminen muotin avulla tuottaa parhaan lopputuloksen.

Positiivista kokeellisessa työssäni on ollut paljon; olen saanut työskennellä itsenäisesti, yhteistyökumppanini ovat olleet erittäin avuliaita ja jakaneet tietoa aina, kun olen sitä pyytänyt, olen pystynyt perehtymään led-tekniikkaan perusteellisesti, olen saanut työskennellä akryylin kanssa, joka on lempimateriaalini sekä tietenkkin se, että olen saanut suunniteltua tuotteen, joka vastaa alkuperäistä tavoitettani.



Kuva 63

## LÄHTEET

Kortelainen, K.2003. Led on suuri lupaus. Metallitekniikka 12/2003, 12,13,14.

Moisio, O.2004. Ledit valaistuksessa.Sähkö & Tele 8/2004,16,17.

Rihlana, S.2000 Valaistus ja värit sisustussuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto, 8, 56 65

Vink, Yritysjulkaisu: PMMA tekniset tiedot,2 saatavissa myös: [www.vink.fi](http://www.vink.fi)

Allan, R. 2006. (verkkojulkaisu). White Power LED Lights The Way With A 160-Lumen Output. Saatavissa: [www.electronicdesign.com](http://www.electronicdesign.com)

Alvesalo. 2006.(verkkojulkaisu).The Millenium Technology Prize. Saatavissa:[www.technologyawards.org/fi/index/.php?m=1&news=5&news\\_id=30](http://www.technologyawards.org/fi/index/.php?m=1&news=5&news_id=30)

Pöppönen, H.2006. (verkkojulkaisu). Led valaisee yhä useammin kotia. Saatavissa: [www.hs.fi/arkisto/tulosta/artikkeli/HS-20061208SI1AM02a68/](http://www.hs.fi/arkisto/tulosta/artikkeli/HS-20061208SI1AM02a68/)

Rantanen, K.2006 Tiede-lehti 6/2006 (verkkojulkaisu) Saatavissa: [www.tiede.fi/arkisto/artikkeli.php?id=677&vl=](http://www.tiede.fi/arkisto/artikkeli.php?id=677&vl=)

Reinikainen, P. 2006 (verkkojulkaisu). Led mullistaa valaistuksen. Energia virtaa, Vantaan Energia Oy:n asiakaslehti 4/2006. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/LED>

Tuominen, A.2007 (verkkojulkaisu).LED (Light Emitting Diode, valodiodi). Saatavissa: [www.led1.fi/index.php?page=7&lang=1](http://www.led1.fi/index.php?page=7&lang=1)

Vink, Yritysjulkaisu: PMMA tekniset tiedot, 2 saatavissa myös: [www.vink.fi](http://www.vink.fi)

Wikipedia.2008.(verkkojulkaisu).Väriämpötila. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Väriämpötila>

Hakkola, M. 2008. Levymuovi Oy. Haastattelu 5.5.2008 ja 2.9.2008

Långstedt, H. 2008. Toimitusjohtaja.Saas Instrumentti Oy. Haastattelu 14.1.2008, 1.6.2008 ja 22.9.2008



- Kuva 1 <http://vuodatus-static.web-effect.net/9/13793/440399.jpg>
- Kuva 2 [http://www.op.fi/portaalikuvat/FI/sivukansiot/images/OP-kanava/Autot/Artikkelikuvat/Automatkailu/TS\\_R\\_sisus\\_JamesCookClassic.jpg](http://www.op.fi/portaalikuvat/FI/sivukansiot/images/OP-kanava/Autot/Artikkelikuvat/Automatkailu/TS_R_sisus_JamesCookClassic.jpg)
- Kuva 3 <http://www.helijet.fi/kuvat/heko31.jpg>
- Kuva 4 <http://users.tkk.fi/ampuranen/pics/concorde.jpg>
- Kuva 5 <http://kotisivukone.fi/files/autoeka.palvelee.fi/volvo%252001.jpg>
- Kuva 6 <http://www.eero-aarnio.com/>
- Kuva 7 <http://www.flos.it>
- Kuvat 8-63 tekijän ottamia
- Luonnokset 1-19 tekijän omia





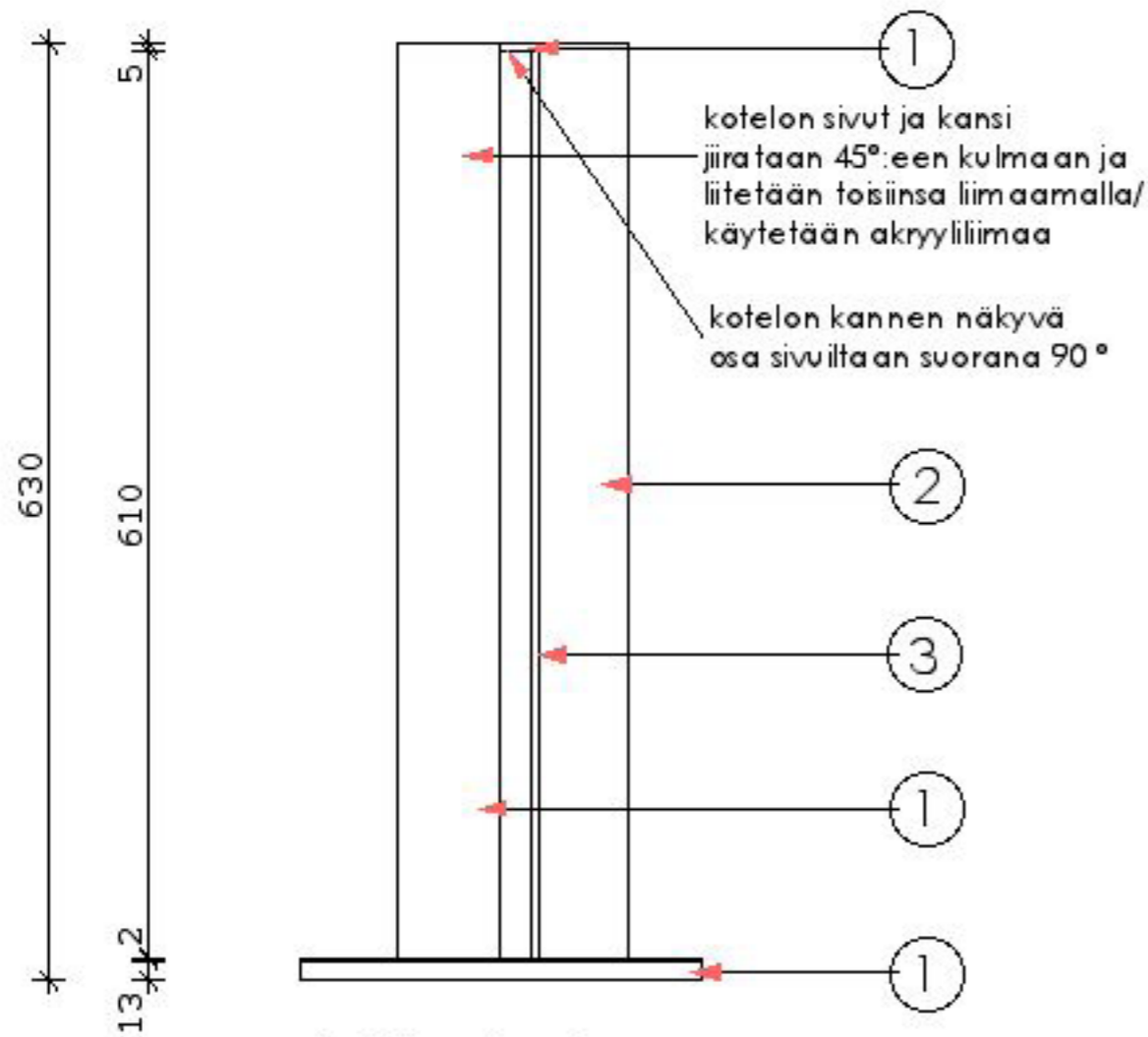
## SANASTO

AlGaInP=	Alumiini-gallium-indium-fosfidi
amorfinen aine=	kiinteä aine, jonka rakenneyksiköillä ei ole tarkkaa järjestystä
diodi=	puolijohdekomponentti
driveri=	virrantsaaja, virtalähde
GaN=	Galliumnitriidi
InGaN=	Indium-gallium-nitridi
45° jiriliitos=	reunat leikattaa 45° kulmaan
LED=	Light-Emitting-Diode = hohtodiodi=puolijohdekomponentti
mA=	milliampeeri=tuhannesosa ampeeria
OLED=	Organic light emitting diode= orgaaninen ledi
PMMA=	Polymetyylimetakrylaatti= akryyli=synteettinen polymeeri
polymeeri=	molekyyli, jossa useat pienet molekyylit ovat liittyneet toisiinsa kemiallisin sidoksin katalyyttien vaikutuksesta prosessissa, jota kutsutaan polymeroinniksi.
poolisuus=	elektronitiheyden jakautuminen molekyylissä niin, että siihen syntyy negatiivisesti ja positiivisesti varautuneet päät.
Rgb-järjestelmä=	Red-green-blue= punainen-sininen-vihreä-järjestelmä
senkkaus=	ruuvin kanta upotetaan materiaaliin
spektri=	kirjo, tarkoittaa yleisesti havaitun suureen jakautumista komponentteihin taajuuden tai energian suhteen
vedonpoistaja=	osa, jolla estetään johdon irtoaminen
ZnSe=	Sinkkiseleniidi

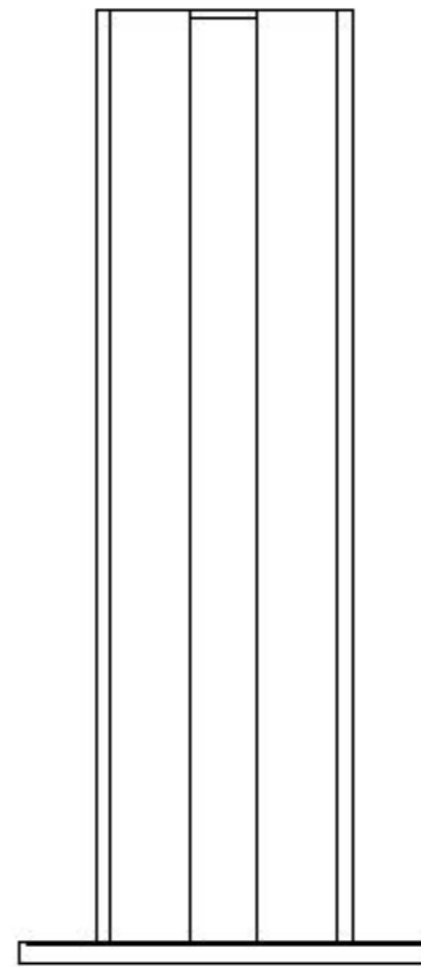
## LIITTEET

Liitteet 1 – 4	Piirustukset valaisimista MK 1:5
Liitteet 5 – 6	Detaljit MK 1:1



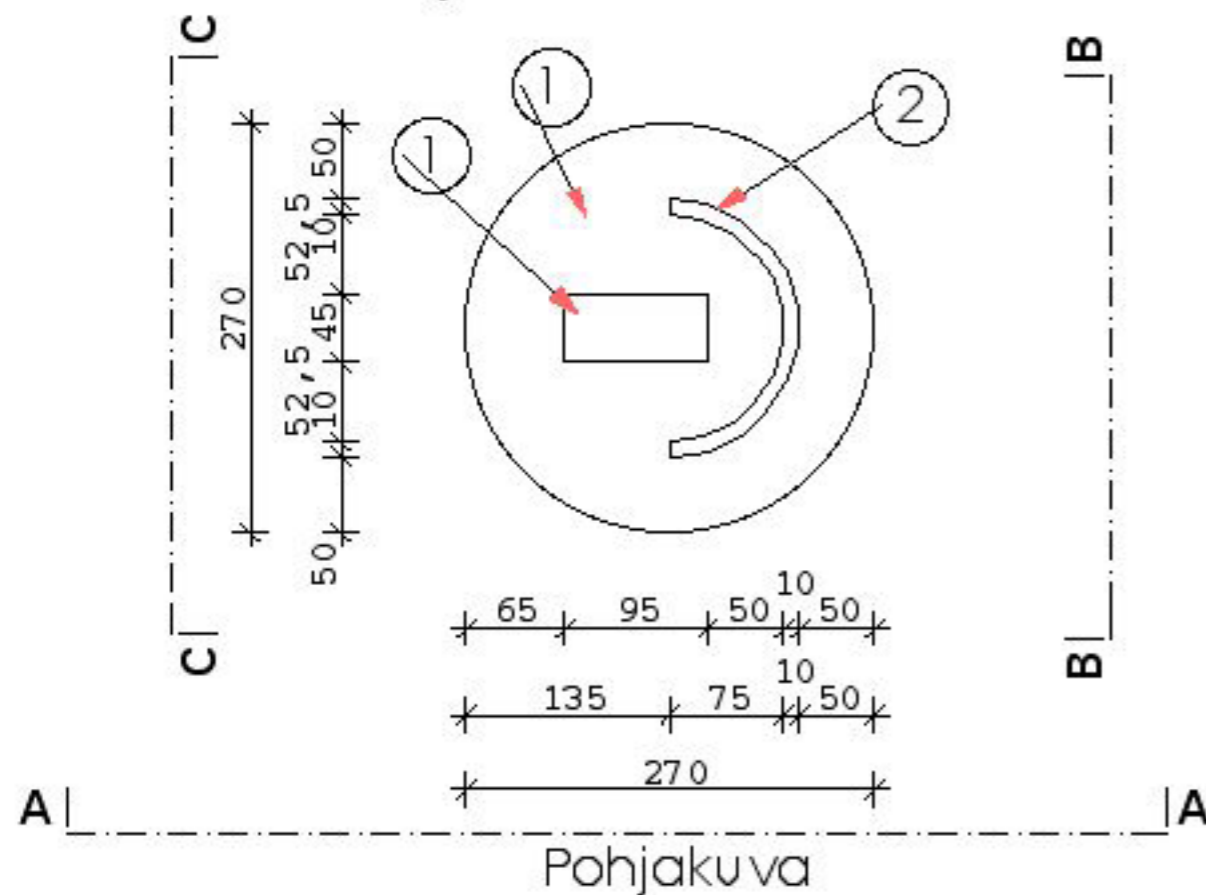


Projektio sivusta A - A



Projektio edestä B - B

HUOM! kaikki näkyvät  
reunat kiillotetaan  
sekä kirkkaan 10 mm  
kaaren alareuna



- ① Perspex lucite Black 962 5 mm
- ② Perspex lucite Clear 10 mm
- ③ Perspex frost Crystal Clear 000 5 mm

### Valaisin : aavistus

MK 1 : 5

Pohjakuva, projektio A-A, B-B, C-C

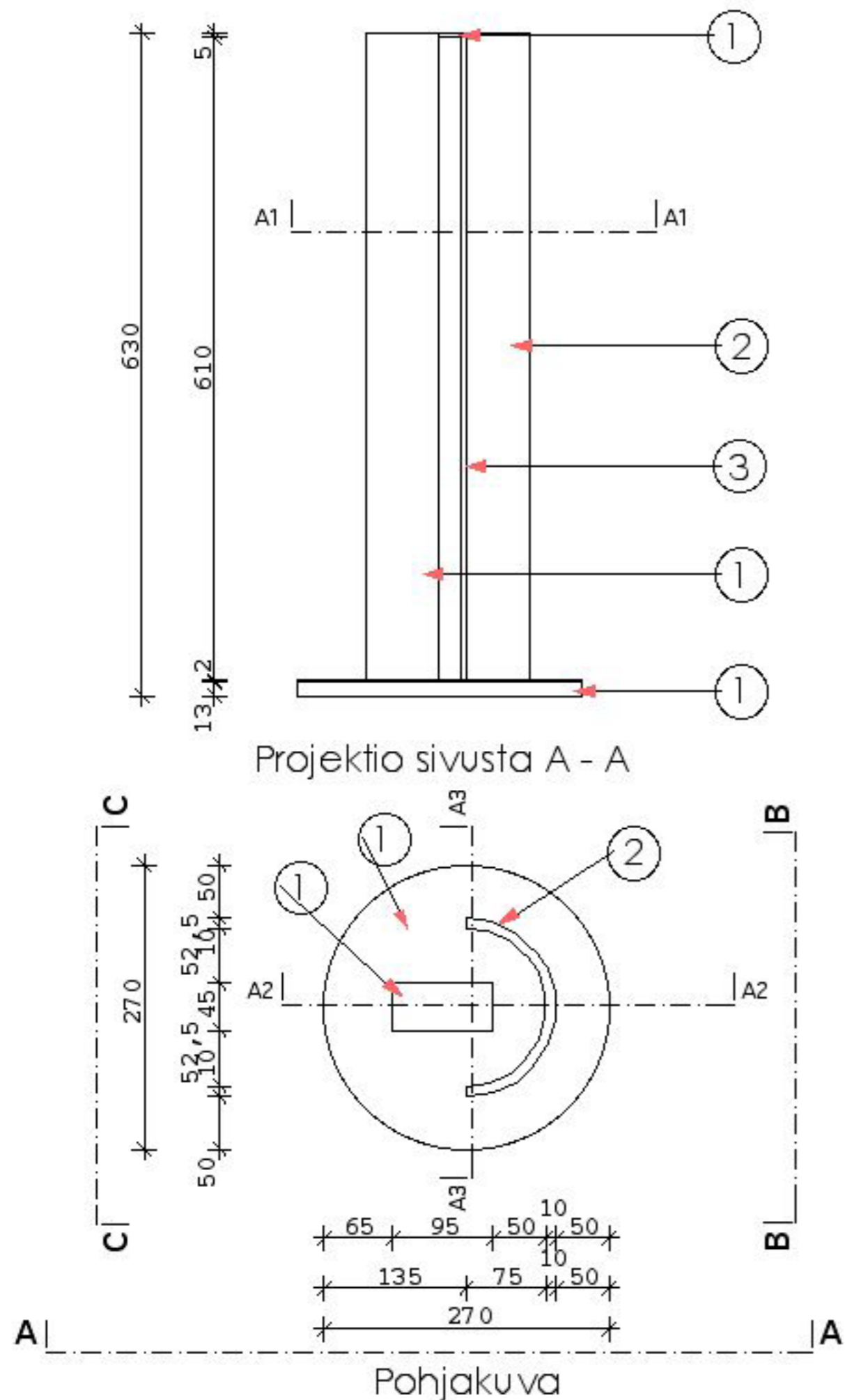
2.10.2008

Hanna Airas

Tunturikatu 16 A 3, 00100 Helsinki

hanna.airas@airasdesign.com

0400 - 22 11 07



Projektio edestä B - B

Projektio takaa C - C

- 1 Perspex lucite Black 962 5 mm
- 2 Perspex lucite Clear 10 mm
- 3 Perspex frost Crystal Clear 000 5 mm

### Valaisin : aavistus

MK 1 : 5

Leikkausten sijainnit pohjakuva-  
kuvassa ja projektiossa A-A

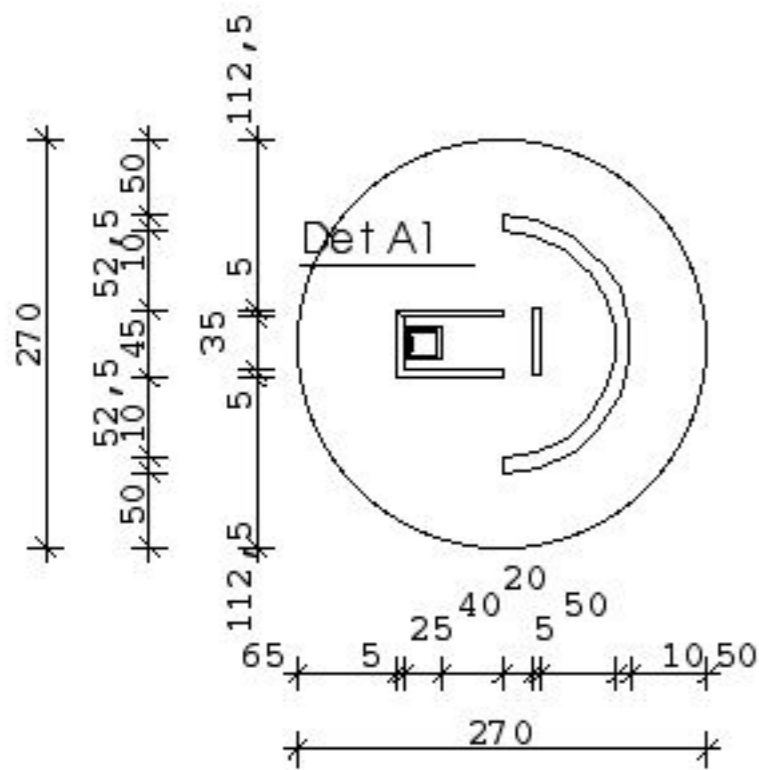
2.10.2008

Hanna Airas

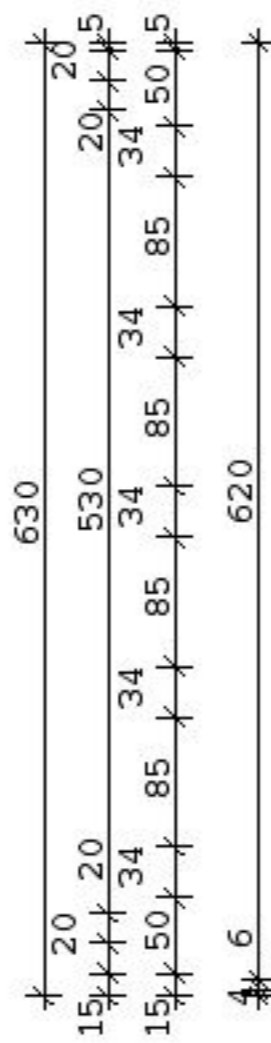
Tunturikatu 16 A 3, 00100 Helsinki

hanna.airas@airasdesign.com

0400 - 22 11 07



Leikkaus A/1



Det A2

Det A3

Det A4

5 0,5 259 0,5 5

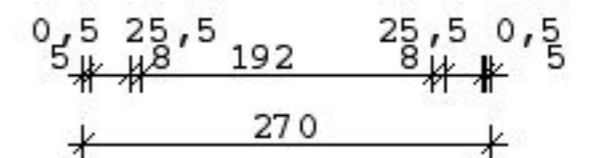
270

Leikkaus A/2

metallilevy 1 mm +  
magneetti 1 mm

led 1 W

upotus 5 mm  
kiinnitys akryyliliimalla



Leikkaus A/3

Det A5

## Valaisin : aavistus

MK 1 : 5

Leikkaus A/1, A/2, A/3

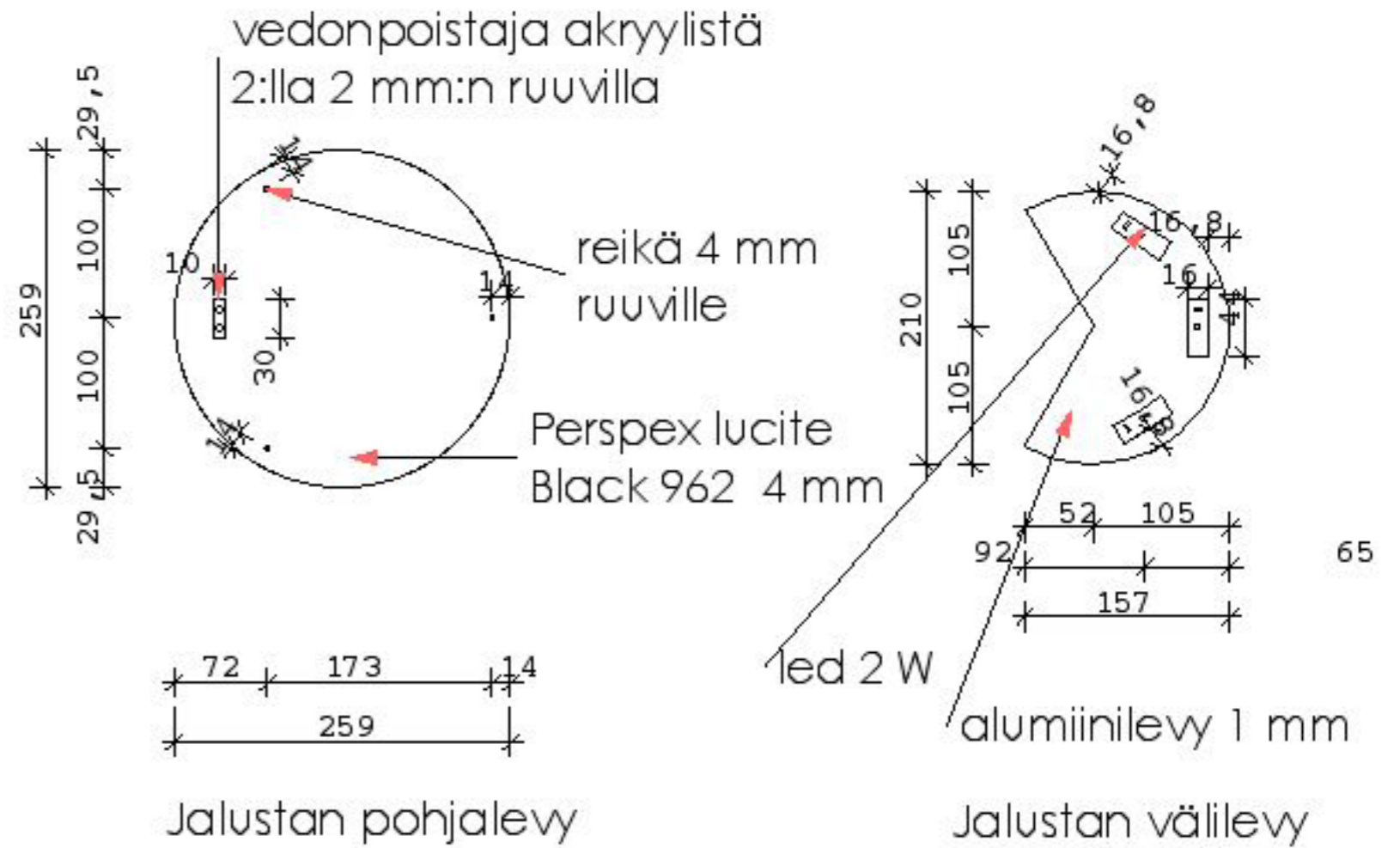
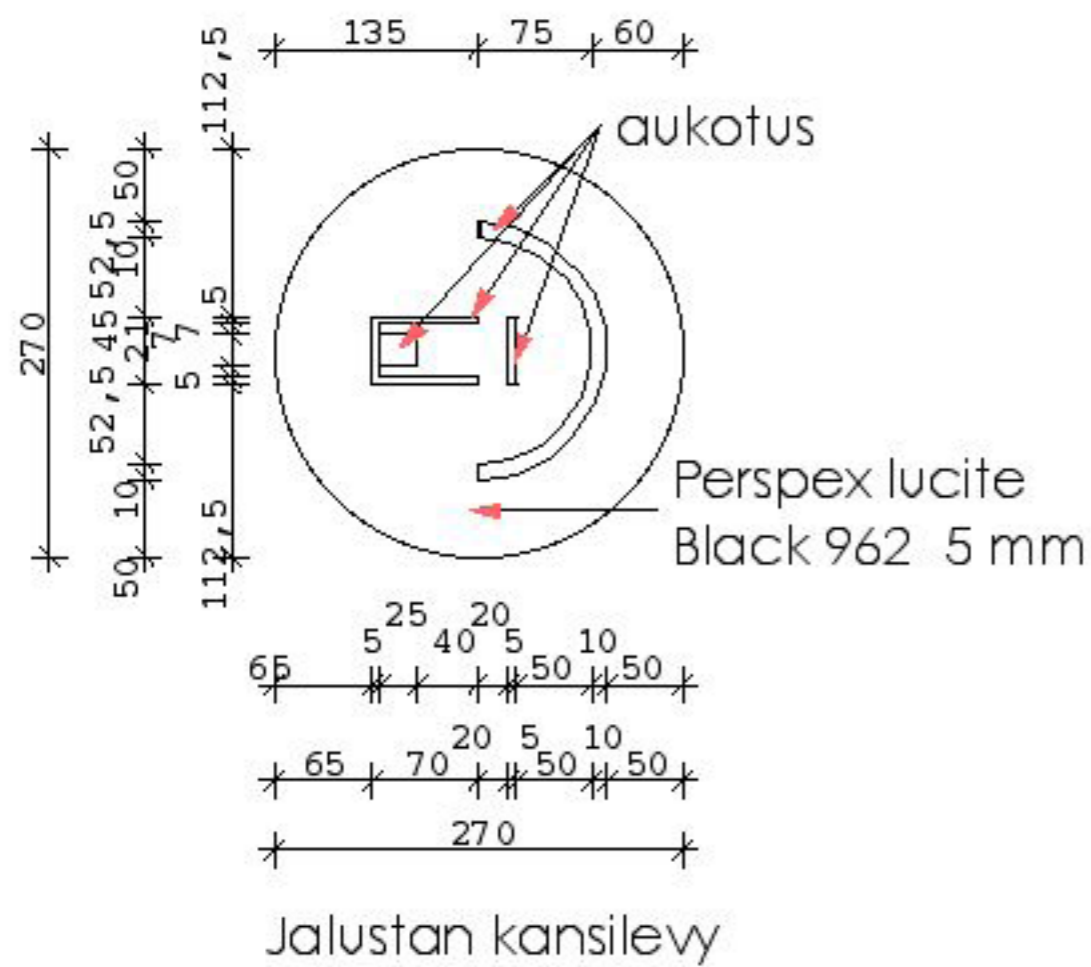
2.10.2008

Hanna Airas

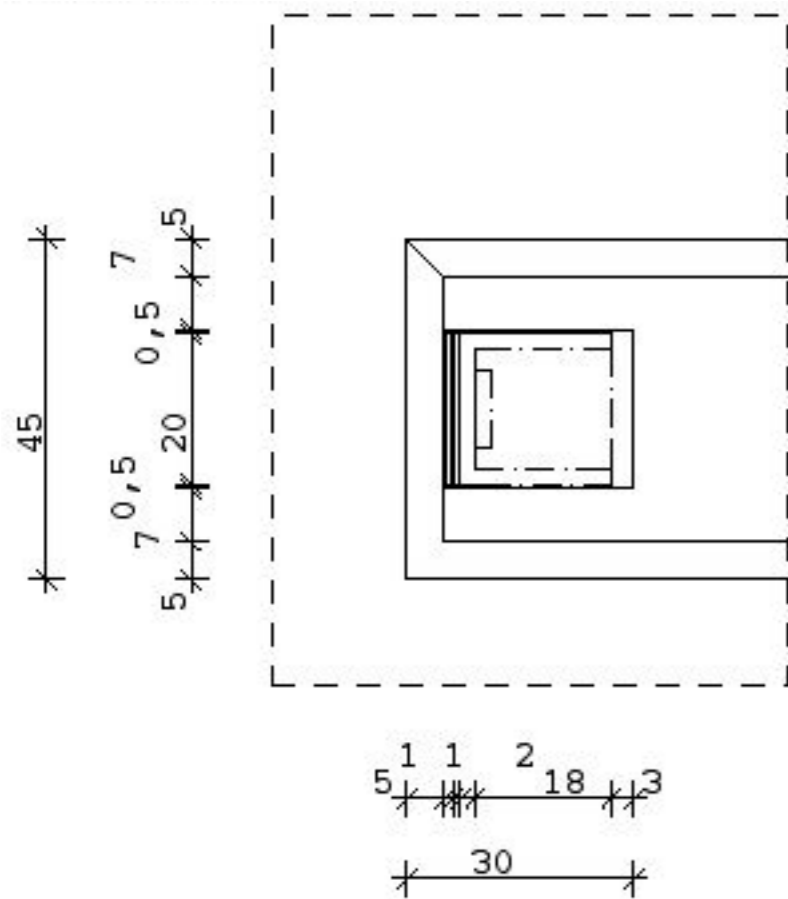
Tunturikatu 16 A 3, 00100 Helsinki

hanna.airas@airasdesign.com

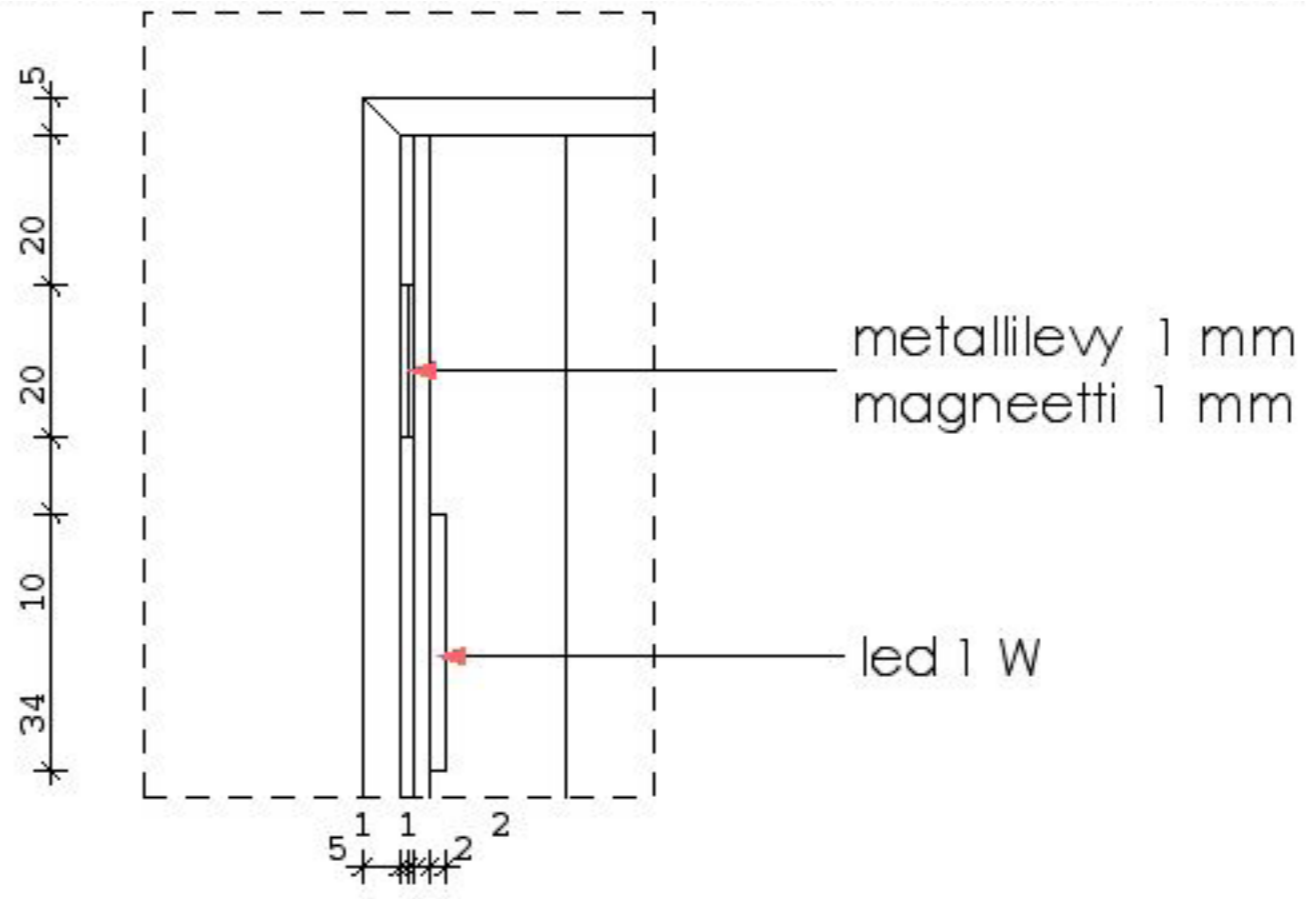
0400 - 22 11 07



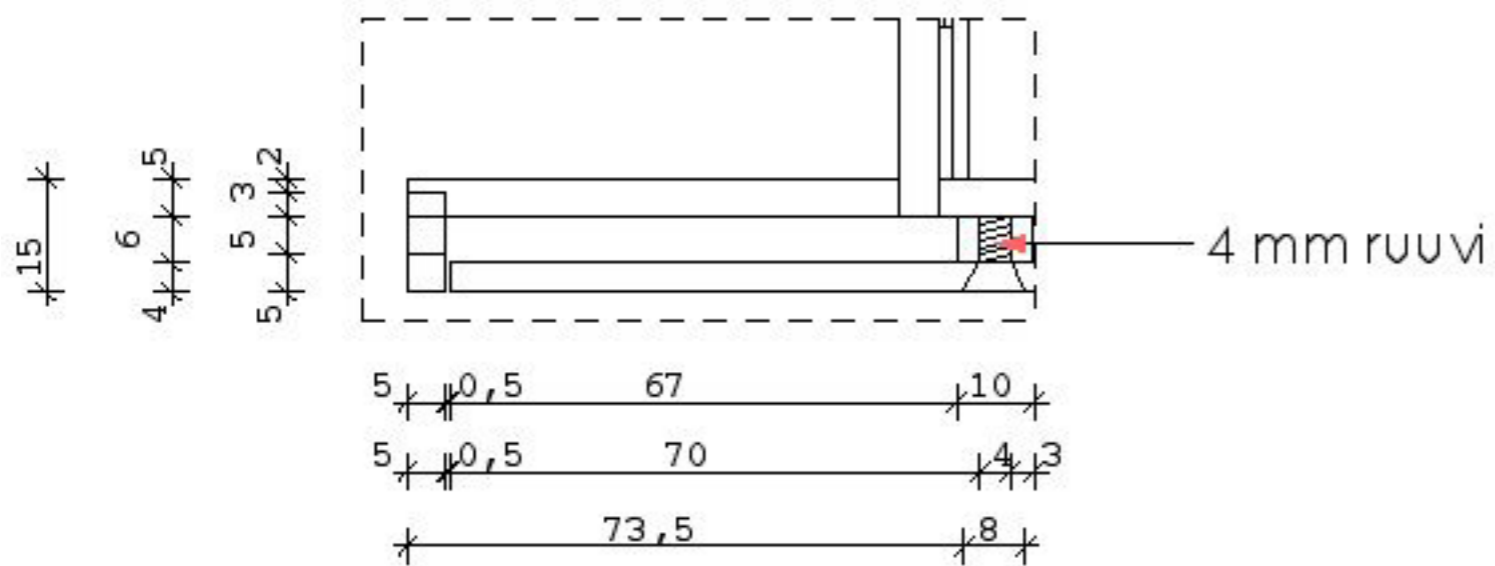
<b>Valaisin : aavistus</b>
MK 1 : 5
Jalustan rakenne: kansilevy, pohjalevy, välilevy
2.10.2008
Hanna Airas
Tunturikatu 16 A3, 00100 Helsinki
hanna.airas@airasdesign.com
0400 - 22 11 07



Det A1



Det A2



Det A3

Valaisin : aavistus

MK 1:1

Detaljit A1, A2, A3

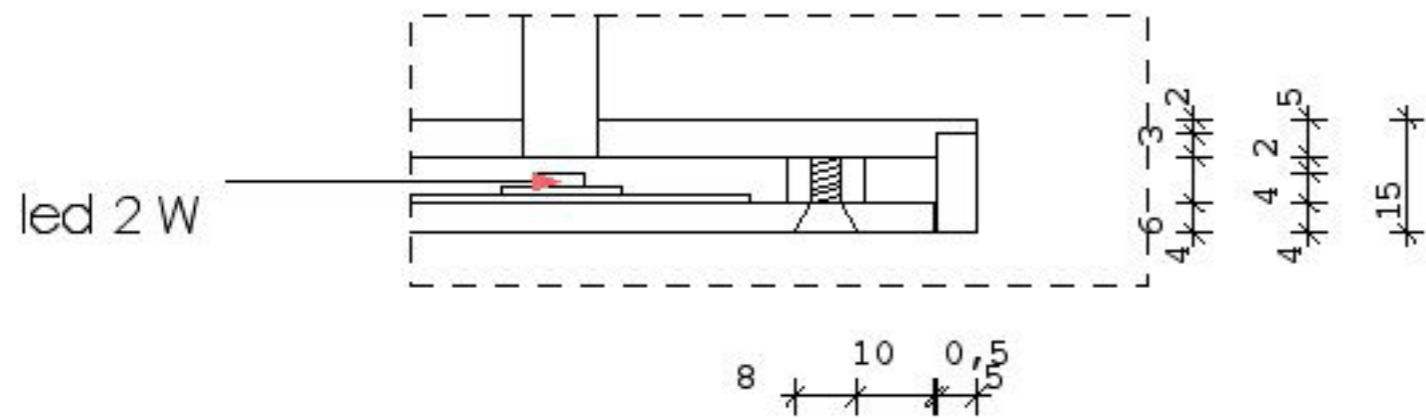
2.10.2008

Hanna Airas

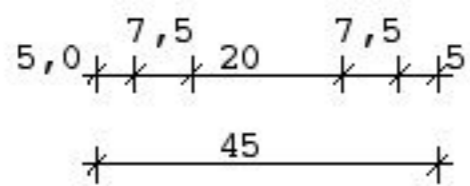
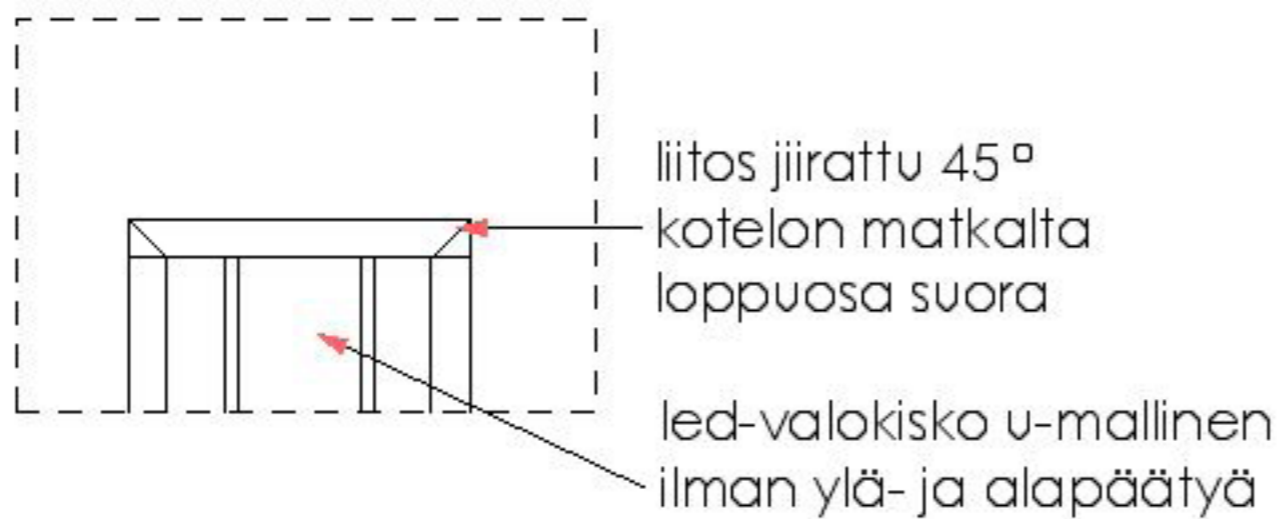
Tunturikatu 16 A3, 00100 Helsinki

hanna.airas@airasdesign.com

0400 - 22 11 07



Det A4



Det A5

## Valaisin : aavistus

MK 1 : 1

Detailit A4, A5

2.10.2008

Hanna Airas

Tunturikatu 16 A3, 00100 Helsinki

[hanna.airas@airasdesign.com](mailto:hanna.airas@airasdesign.com)

0400 - 22 11 07





