

Raija Käräjäoja

PIHA- JA PUISTOVALAISINSARJAN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Puutekniikka

Huhtikuu 2012



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Huhtikuu 2012	Tekijä/tekijät Raija Käräjäoja
Koulutusohjelma Puutekniikka		
Työn nimi Piha- ja puistovalaisinsarjan suunnittelu		
Työn ohjaaja Kaija Arhio ja Jari Halme		Sivumäärä 36 + Liitteet (5 sivua)
Työelämäohjaaja Kari Käräjäoja		
<p>Piha- ja puistovalaisinsarjan suunnitteluhankkeeni tilaajana toimi Ekobotnia Oulaisista. Sen toimen kuvaan kuuluvat pieniläpimittaisen puun työstö ja itävaltalaisen Neuhauserin puuntyöstökoneiden maahantuonti.</p> <p>Ekobotnian tavoitteena oli tällä konseptinomaisella valaisinsarjan suunnittelulla edistää pieniläpimittaisen puun hyötykäyttöä muunakin kuin yleisenä kuitupuuna. Yhdistämällä pyöröpuuhun trendikkään Ledtekniikan ja energiatehokkuuden, se voisi herättää uutta kiinnostusta ja arvontoa lähes arvottomana pidettyä, pieniläpimittaista, kuitupuuta kohtaan. Työn edistyessä selviäisi myös olisiko Ledistä vastetta jämerämpään valaistukseen puuhun yhdistettynä. Samalla paneuduttiin puumateriaalin vanhenemisesta johtuviin lujuus- ja värinmuutosongelmiin perinteisessä pyöröpuun käytössä, kuten aidantolpissa tai valaisinpylväissä. Löytyisikö niiden käsittelyyn ympäristöä säästävää, myrkytöntä vaihtoehtoa?</p> <p>Ehkä tärkein tavoite oli noudattaa Ekobotnian tavoin kestävän kehityksen periaatteita ja valita ympäristöystävälliset raaka-aineet muotoiluun. Valaisinsarjasta piti tulla perinteinen, laadukas, moduulinomainen valaisinsarja monenlaiseen piha- ja ulkokäyttöön. Työn menetelmiin kuului myös käyttää apuna eri asiantuntijain lausuntoja, heidän laatimiaan kirja- ja Internet-lähteitä ja hyödyntää tietokoneohjelmia taulukoiden ja mallin suunnittelussa.</p> <p>Piha- ja puistovalaisinsarjan suunnittelutyön lopputulos oli raaka-aineiden valinnoissa onnistunut ja noudatti ekodesignlinjaa. Tuotteen elinkaari oli pitkä, ja sen raaka-aineet jatkoivat kierrätettävyyttä uusiksi tuotteiksi tai energiaksi luontoa säästäen.</p> <p>Kokonaisuutena tavoitteet saavutettiin, vaikka tuotetta ei fyysisesti valmistettukaan. Konseptinomaisesta suunnittelun myötävaikutuksesta on vaikea ennustaa sataprosenttisesti, mitä parannuksia se toisi yritysimaagoon. Ainakin se linjaa Ekobotnian brändiä kestävään kehitykseen.</p>		
Asiasanat Led-valot, piha- ja puistovalaisinsarja, pieniläpimittainen pyöröpuu (kuitupu), ympäristömyönteinen tuotesuunnittelu		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date Huhtikuu 2012	Author Raija Käräjäoja
Degree programme Wood technology		
Name of thesis Designing a garden and park lighting series		
Instructor Kaija Arhio and Jari Halme	Pages 36+ 5 appendices	
Supervisor Kari Käräjäoja		
<p>The project of designing a garden and park lighting series was commissioned by Ekobotnia in Oulainen. The company's operations include small-diameter wood machining and importing Austrian Neuhauser woodworking machines.</p> <p>The aim of Ekobotnia was through this concept design to promote the utilization of small-diameter wood more than just as general pulpwood. Combining roundwood with trendy Led - technology and energy efficiency, it could awaken new interest in and respect for small diameter wood, which is currently considered as almost worthless. As the work progressed, it was also found out whether Leds could be used for more effective lighting with higher wattages when combined with wood. In addition, the problems related to using small-diameter wood for traditional purposes such as for fence poles and lamp posts were studied. These problems, resulting from the aging of the wood, were for example color changes and problems with strength. The aim was to find out if they could be treated environmentally-friendly using non-toxic alternatives.</p> <p>Perhaps the most important goal was to follow the principles of sustainable development, as Ekobotnia does, and to choose environmentally friendly raw materials for the design. The lighting series was supposed to be a traditional, high-quality, standard lamp module series for many kind of garden - and outdoor use. The work methods included also using the help of the expert statements as well as literary and internet sources, and utilizing the software tables in designing the model.</p> <p>The garden and park lighting set that was designed, was successful in terms of selecting the raw materials and it followed the ecodesign. It has a long product life cycle and its raw materials continued to be recycled into new products or energy, thus saving nature. Overall, the objectives were achieved, even if the product was not physically manufactured at all and on the basis of the contribution of concept planning, it is difficult to predict exactly, what improvements it would bring to the company's image. At least it defines Ekobotnia's brand further as a sustainable one.</p>		
Key words garden and park lighting sets, Led-lightings, small-diameter roundwood, sustainable design		

KÄSITTEET

brief = suunnitteluohje

hyötysuhde = valaisimen tuottaman valomäärän (lm) suhde kulutettuun sähkötehoon (w).
Jos lukema on suuri, on hyötysuhdekin hyvä ja päinvastoin.

kandela = valovirran yksikkö

kelvin = väriämpötilan yksikkö

luksi = valaisuvoimakkuuden yksikkö

lumen = valovirran yksikkö

puutavara = yleisnimi sahatulle, höylätylle tai pyöreälle sahatavaralle

Ra – indeksi = yleinen värintoistoindeksi

valaisimen hyötysuhde = valaisimesta saatavan valovirran ja lampun valovirran suhde

valotehokkuus = valolähteen tuottaman valovirran ja sen kuluttaman sähkötehon välinen suhde

watti = tehon yksikkö

LYHENTEET

cd	kandela
CCA	Kupari-kromi-arseeni
CDM	Clean Development Mechanism
CNC	Computer Numerically Controlled
EFSA	Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen
IP	international protection
K	kelvin
LED	light emitting diode
lm	lumen, valovirran yksikkö
lx	luksi
OLED	organic emitting diode
QFD	quality function deployment
STT	sosiaaliset, taloudelliset, tekniset – tekijät
TDI	tolerable daily intake
TUKES	Turvatekniikan keskus
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
W	watti

KUVIOT

KUVIO 1. Vapaalla kädellä hahmoteltuja ideoita

KUVIO 2. Muistilapulle hahmottelua

KUVIO 3. Lyhtymäinen, pellemäinen valaisintolppa

KUVIO 4. Tarkempia mittoja ruutupaperilla

KUVIO 5. Valittu alkumalli

KUVIO 6. Valaisimen karkeaa ositusta

KUVIO 7. Paint – ohjelmalla kokoerojen vertailua

KUVIO 8. Esimerkkejä värilämpötiloista

KUVIO 9. Tolppien värivalikoimaa. Liite 4/1.(mukaillen Ekopine Oy 2004–2011.)

KUVIO 10. Tolppien värivalikoimaa Liite 4/2.(mukaillen Ekopine Oy 2004–2011.)

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Energiätehokkuusvaatimukset Ekodesign – direktiivin 244/2009 ympäri säteileville kotitalouslampuille (mukaillen Tetri, Raunio & Halonen 2011)

TAULUKKO 2. Värintoisto arvoja (mukaillen Engstrand 2006, 22–23;Pekanheimo 2009.)

TAULUKKO 3. Kotelointiluokkien kirjain/numeroselitykset (mukaillen Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 117.)

TAULUKKO 4. Dimensiot

TAULUKKO 5. Valovirran vertailuja (mukaillen Aikio & Pentikäinen 2011.)

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET JA LYHENTEET

KUVIOT JA TAULUKOT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 PIHA- JA PUISTOVALAISINSARJAN SUUNNITTELUPROSESSI	3
2.1 Puistot	3
2.2 Pihat	4
2.3 Museot ja muut erityisalueet	5
3 VALAISINTEN IDEOIMINEN JA TUOTESUUNNITTELU	6
4 TUOTTEIDEN IDEOIMINEN	8
4.1 Tuotekehitysprosessin alkuvaiheet luonnostellen	8
4.2 Mallin valinta	10
5 MATERIAALIEN VALINNAT	13
5.1 Puu	13
5.1.1 Lämmönjohtumiskyky	14
5.1.2 Luonnon rakennusmateriaali	15
5.1.3 Ekonominen ja energiataloudellinen	16
5.1.4 Työstettävyys, käsiteltävyys ja kunnossapito	16
5.2 Muut materiaalit	17
5.2.1 Alumiini	17
5.2.2 Betoni	18
5.2.3 Polykarbonaatti	18
5.3 Light emitting diode (LED)	19
5.3.1 Ledin energiatehokkuus	20
5.3.2 Ledin kestävyys, ekologisuus ja huollon helppous	21
6 VALAISTUS	23
6.1 Valon väri	23
6.2 Kohdevalon värinvalinta	24
6.3 Valaisimen lampunvalinta ongelmia	25
6.4 Valaisimen turvallisuus	26
7 TULOKSET	28
7.1 Markkinaselvityksestä Led-valintaan	28
7.2 Ympäristömyönteisyys ja kestävä kehitys	28

7.3 Uusia toimintatapoja	29
7.4 Muita tavoitteita ja pohdintoja	29
7.5 Tuotteet ja dimensiot	31
8 LOPPUTOTEAMUS	33
LÄHTEET	34
LIITELUETTELO	36
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytteeni, Piha- ja puistovalaisinsarjan suunnittelu, sai alkunsa ideasta yhdistää kuitupuuta ja uutta led-teknologia. Voitaisiinko ne yhdistää samaan tuotekonseptiin? Perinteistä pyöröpuuta käytettäisiin uudesta raaka-ainenäkökulmasta ja siihen yhdistettäisiin uusi energiatehokas led-teknologia. Se olisi eräänlainen konseptisuunnittelun omainen tuotekehityskokeilu.

Muutamia vuosia sitten energiatalous koki mullistuksia ja etsittiin vaihtoehtoisia energian lähteitä kalliille ja uusiutumattomille, fossiilipohjaisille energia muodoille. Tuolloin Light emitting diode (Led) teki vasta tuloaan maailman markkinoille, ja bioenergia eri muodoissaan etsi paikkaansa. Tuolloin myös pieni perheyritys, Ekobotnia, etsi erilaisia tuotteita, joita se voisi valmistaa raaka-aineenaan käyttämästä pieniläpimittaisesta, edullisesta harvennushakkuu/kuitupuusta ja siihen sopivasta energiatehokkaasta Ledistä. Ongelmana oli käytännöntiedon puuttuminen Ledin sopivuudesta jämerämpään valaistukseen kuin elektronisten laitteiden pimeätunniste- eli kohde- ja näyttövaloihin. Tässä oli tilaisuus sosiaaliselle, taloudelliselle ja tekniselle tiedon kiinteytymiselle (STT-tekijöille) ja kuinka niiden avulla uudistettaisiin pihavalosarja.

Nyt tuoteidea on entistä arvokkaampi Ekobotnialle energiatalouden edetessä ja suosissa edullisia bioenergianlähteitä. Myös energiatehokas led-teknologia on laajentunut lähes jokapäiväiseksi keskusteluksi ihmisten puheissa, ja se on apuna arjen käytännöissä, esimerkiksi keittiön valolistoina.

Valitessani piha- ja puistovalaisinsarjan suunnittelumateriaaleja pyrin valinnoissani huomioimaan erityisesti niiden kierrätettävyyttä, ympäristöystävällisyyttä, energiatehokkuutta ja tuotteen kestävyyttä eli pitkää elinkaarta. Yksi kriteeri oli myös uusien, yleistyvien teknikoiden tai toimintatapojen käyttö, jota trendikäs led-teknologia edustaa, sekä tuotteen helppo huollettavuus. Nämä yhdistettynä muotoiluun, laatuun ja turvallisuuteen rakentavat tuotteesta luonnollisen ja toimivan ratkaisun pihan ja puiston valaisuratkaisuihin.

Markkinaselvitykseen tässä työssä ei paneuduta, mutta selvitetään esimerkein, millaisiin kohteisiin valaisinsarja luontevasti sopisi, eli aluekohtaista asiakastarpeiden selvitystä.

Luonnollisesti vai mielikuvitus on rajana tuotteiden sijoittelussa, samoin paikka ja ympäristön omat kaavoitus- ja maisemointivaatimukset.

Tietopohjaa olen pyrkinyt valikoimaan lähteen tunnettavuuden ja asiantuntemuksen mukaan, kuten VTT:n raportteja ja alan asiantuntijoiden tekemiä tai kustantamia kirjoja, oppaita, tiedelehtiä tai www-tiedostoja. Tällaisia ovat mm. Metsäkustannus oy:n Puunrakenne ja ominaisuudet tai Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknisen Seura ry:n julkaisu Lamput ja valaisimet sekä designpuolelta tunnetun muotoilijan Kaarle Holmbergin Kalustemuotoiludesign. Lisäksi puu- ja sähköfirmoista on ollut hyötyä käytännöntietoihin. Työssä olen pyrkinyt käyttämään piirustus- ja kuvankäsittelyohjelmia sekä Vertex G4- suunnitteluohjelmaa.

2 PIHA- JA PUISTOVALAISINSARJAN SUUNNITTELUPROSESSI

Valaisinsarjan suunnitteluprosessin alussa tuli pohdittavaksi valaisinten paikat. Missä niitä tarvittaisiin eli minkälaisiin pihoihin ja alueisiin valaisimet tulisivat käyttöön? Se vastaisi ja toimisi tuoteidean ja asiakastarpeen kartoituksena, koska kehitettävän tuotteen on tukeuduttava asiakkaan tai käyttäjän tarpeisiin. Asiakastarpeena määriteltäisiin, millaisilla alueilla ihmiset tarvitsisivat valaistusta nähdäkseen liikkua ja löytää etsimänsä sekä tunteakseen olonsa turvalliseksi. Valaisinten sijoittelupaikat toimisivat ikään kuin tuotesuunnittelun runkona, mistä suunnittelu alkaa (Ulrich & Eppinger 2000, 61). Asiakastarpeen kartoitus vastaisi kysymyksiin:

- Millaisiin paikkoihin puupylväs – malliset valaisimet sopisivat parhaiten?
- Millaisissa paikoissa Led-valoa olisi pienessä mittakaavassa helppo ja turvallinen testata ja valvoa sen toimintaa?
- Ja mikä olisi turvallinen valon väri kohteisiin?
- Ja olisiko ihmisillä tai yhteisöillä kiinnostusta taloudelliseen, energiatehokkaaseen ja ympäristöystävälliseen, uuttaa valaisinsuuntaa edustavaan Led- valaistukseen piha-alueilleen?

Edellisistä pohdinnoistani en tee markkinatutkimusta, mutta kysymykset toimivat quality function deployment – tyyppisinä (QFD) tuotteen pohjustuksena ja oppaana ”asiakastarpeiden” kartoituksen suunnittelussa (Holmberg 2000, 115).

2.1 Puistot

Sosiaaliselta taustaltaan puistot sopivat hyvin tuotekehittelyn piiriin, sillä sosiaalinen tausta on yksi kolmesta tuotteen kehitykseen vaikuttavasta elementistä. Siellä ihmiset kohtaavat eri valaistuksessa toisiaan ja oleskelevat mielellään stressittömästi työn tai vapaa-ajan lomassa. Siellä puupylväät sulautuvat maastoonsa luonnon materiaaleina ja ovat lähes huomaamattomia. Kun tuote on huomaamaton, se toisaalta täyttää tehtävänsä puiston valaisimena korostamatta liikaa fyysistä olemustaan, mutta viihtyisyyden kannalta, se voi olla esteettinenkin. Puistot ovat myös kooltaan rajattuja ja sikäli sopivankokoisia alueita, joissa uuden tekniikan energiatehokkaita ja käytössä pitemmälle edullisia Led-valoja on

helppo valvoa ja testata. Ne sopivat myös suuremman teholuokan valaistukseen ja tarpeeseen.

Tässä täyttyy myös toinen ja kolmas suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä: ekologisuus ja uuden Led-tekniikan käyttömahdollisuus. Näitä sosiaalisen, taloudellisen, teknisen alueen lohkoja nimitetään STT-tekijöiksi ja ne ovat oleellinen osa tuotteen suunnittelua. (Cagan & Vogel 2003, 41–43.). Ennen valon teho ilmoitettiin lamppuissa wattimäärällä (W). Led-tekniikan tulon myötä valon määrä eli teho ilmaistaan nykyisin lumeneina (lm) ja se on vaikeuttanut arvioitaessa valon hyötysuhdetta entisiin, tavallisiin lamppujen tehoon. Ledin hyötysuhde on moninkertainen verrattaessa esim. loistelamppuihin. Hyötysuhteen voi laskea kaavalla:

$$V = \frac{lm}{W}$$

V = Hyötysuhde

lm = valaisimesta lähtevä valonmäärä

W = valonlähteen kuluttama energia (Limic Oy 2011.)

Puupintainen pylväsvalaisin sopii hyvin puistoympäristöönsä ja muuntamalla sitä esim. moduloivasti valaisukohteen mukaan pylvästä pollarin omaiseksi tolpaiksi tai matalaksi kohdevalaisimeksi, se korostaa tarkoituksen mukaisesti erikorkuisia istutuksia ja kohteita: puita, pensaita, patsaita, monumentteja, viihtyisiä levähdyspaikkoja puistonpenkkeineen, rentouttavia kävelypolkuja ja pyöräilyreittejä.

2.2 Pihat

Omakotitalojen pihat ovat hyvin valaistuja nykyään ja pienimuotoisina alueina lukeutuvat hyvin piha- ja puistovalaisinsarjan käyttökohteeksi, joihin sopii hyvin pollari, kohde tai varsinainen korkeampi pihavalaisinkin (Kytölä 2010, 29–31.). Piholla ovat lähes samat kohteet kuin puistoissakin: erikorkuiset istutukset ja koriste-esineet, patsaat, levähdyspaikat istuimineen, pihapolut milloin minnekin kulkureiteille ja harrastuksiin. Yhä useammilla on myös vapaa-ajalle varattu kesämökki, jonka pihapiiriin pyöröpuupintainen valaisinsarja sopisi hyvin. Valaisinsarjan runkoväri- ja valikoimasta voisi valita mieleisensä vaihtoehdon, joka sopisi asunnon ympäristöön. On huomioitava, että pihasuunnittelu on yksi tärkeä osa rakentamista ja siihen kuuluu oleellisena osana myös pihavalistus, jolla

halutaan korostaa ja valaista kulkuväyliä, oleskelupaikkoja ja dekoratiivisia erityiskohteita. Myös laajoille piha-alueille ja parkkipaikoille pihavalosarjan valaisimet tuovat ryhtiä ja näkyvää turvallisuutta.

2.3 Museot ja muut erityisalueet

Museoiden piha- ja ulkoilma-alueet sekä vanhat puukaupunkiosat tarvitsevat myös luontevaa valaisua ympäristölleen. Mikä olisi luontevampaa valaisinmateriaali vanhaan, perinteikkääseen ympäristöön kuin luonnon oma puupylväs, luonnonvalkoisella kauniilla valolla? Esimerkiksi ulkoilmamuseon infopisteiden ja opasteviittojen läheisyyteen valaisinpylväät sopivat ja sulautuvat tarkoitukseensa. Pollarit ja matalat kohdevalaisimet puolestaan auttavat ojamaan etsijää historiallisille paikoille ja nähtävyyksikohteille. Muita arvokkaita kohteita, joille pyöröpuupintaiset pihavalaisimet sopisivat, olisivat varsinkin vanhojen kirkkojen pihapiirit, jalankulkureitit ja hautausmaan ympäristöt levähdyspenkkeineen.

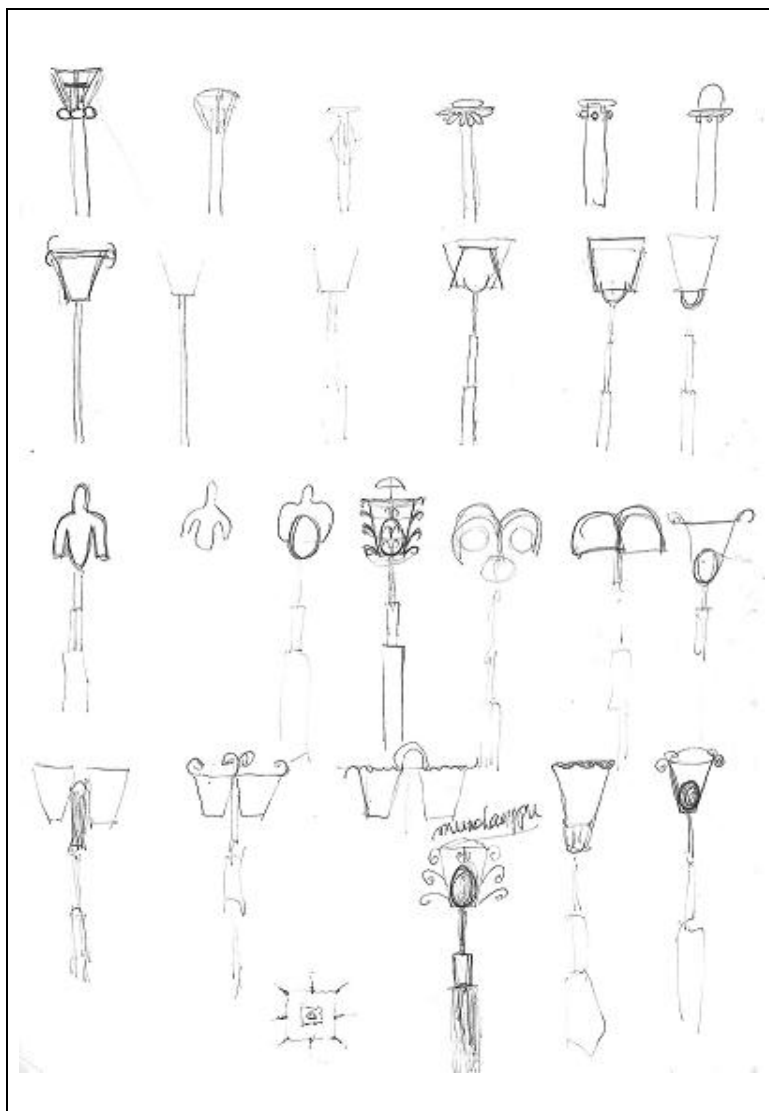
3 VALAISINTEN IDEOIMINEN JA TUOTESUUNNITTELU

Suunnittelun alkuvaiheessa luonnostelin erilaisia pylväsvalaisimia ja pyrin saamaan vaikutelmaa niiden sopivuudesta puistoihin tai pihoihin. Se oli hankalaa, koska valaisimien yksityiskohdat ja tyylit estivät suurpiirteisen luonnostelun. Tässä vaiheessa palasin rajattuun esisuunnitteluun, jossa oli annettu lähtökohdiksi vanhaa teknologiaa edustava pyöröpuu ja uudempaa tekniikkaa edustava Led. Mitä ne pitivät sisällään? Millaisen suunnitteluohjeen (brief) tästä saisin (Holmberg 2000, 111)? Tavoitteet tuotteen valmistamiselle olisivatkin seuraavat.

- Tulevatko jotkin osat kenties liitettäväksi yhteen ja millä tavoin?
- Näkyykö liitos ja tuleeko siihen kenties korostetumpi reunus?
- Miten sen esitän?
- Pitääkö kulmia pyöristää ja mikä on riittävä astemäärä?
- Tuleeko eri tasanteille kauluksia kosteudenpoistajiksi tai pitäisikö pylvään maanalainen tukikin piirtää heti kuviin?
- Löytyisikö kaupoista valmiita jalkoja?
- Onko valaisinosa suunnattu alas, ylös, sivuille vai roikkuva?

Kuviossa 1 on joitakin skannaamiani luonnoksia vapaalla kädellä tehtynä. Niin kuin kysymyksistä huomaa, muototavoitteet hahmottuivat piirtäen karkeasti paperille. Pihavalaisin voidaan jakaa kolmeen perusosaan: jalka, runko, valaisin. Ensimmäiseksi mallisuunnittelun detaljiksi (Holmberg 2000, 8-9.) selkiintyi valaisimen perinteikäs, hieman lyhtymäinen muoto, joka loisi arvokasta, turvallista tunnelmaa luonnolliseen ympäristöönsä.

Valaisinosa suunnittelun aloittaminen ensiksi oli siksi luontevaa, koska se poikkesi muusta yksinkertaisemmasta rakenteesta ja materialista. Runkoa olisi helpompi työstää ja siihen voisi tehdä muutoksia helpommin kuin valaisimelle. Ensin täytyi hahmottaa valaisinosalle oikeat mittasuhteet ja muodot. Samalla piti huomioida valaisimen materiaalivaihtoehtoja. Kuinka hyvin materiaalit taipuisivat tai voisiko niitä helposti työstää haluttuun muotoon ilman jäykempiä tukirakenteita?



KUVIO 1. Vapaalla kädellä hahmoteltuja ideoita

Toisessa vaiheessa valaisimen pidike eli oleellinen pylväsrunko joutui muotokouluun ja hahmottui yksiosaisesta kolmiosaiseksi kappaleeksi. Pylväsosa olisi myös moduloitavissa sen koon ja käyttötarkoituksen mukaan puistovalaisimesta piha- ja matalampiin tolppa eli pollari ja kohdevalaisimiin. Taulukosta neljä, Dimensiot, selviävät nämä yhtenäiset mitoitusmitat ja se, mitkä rungonosat olisivat pienin muutoksin moduloitavissa.

Kolmas mallin detaljiosa olisi valaisimen ”maalainenjalka”. Sen tehtävä on pitää valaisinpylväs tukevasti pystyssä ja se hankittaisiin valmiina saatavilla olevan materiaalin mukaan joko kivistä tai raudasta. Näihin kolmeen mallidetaljiin; jalka-, pylväs- ja valaisinosaan lisättyä hienosäätöä, kuten liitos-, suojaus- ja dekoraatiotekniikka, saadaan kokonainen ehjä tuote. (Holmberg 2000, 8.). Tavoitteena olisi valaisimen muuntelu moduloivasti neljän erikokoisen tuotteen valaisinperheeksi.

4 TUOTTEIDEN IDEOIMINEN

Tuotesuunnittelussa yleensä kehitetään aina uusia ja entistä parempia ja toimivampia ratkaisuja. Piha- ja puistovalaisinsarjan suunnittelun alkua hieman helpotti tieto valaisimeen kuuluvista perusosista. Näitä ovat jalka, runko ja valaisin, joita ideoimalla muuntelu uudeksi malleiksi tapahtuisi.

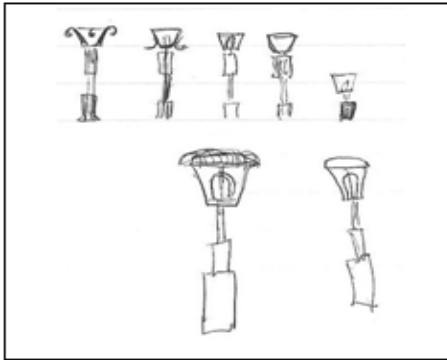
4.1 Tuotekehitysprosessin alkuvaiheet luonnostellen

Aluksi piha- ja puistovalaisinten suunnittelu alkoi mielikuvilla, joita tarkoituksellisesti etsin tilanteissa, joissa istuin, odotin tai tein jotain tuttua mekaanisesti, kuten siivosin. Täytin tyhjiöajan hyödyllisesti, muutoin olisi pitänyt aika etisiä pakottamalla ja silloin eivät kyllä ajatukset ole luovimmillaan. Se oli jonkinlaista esitutkintaa tuotekehitysprosessissa, jossa etsittiin tuotteen ominaisuuksia, rakennepohjia ja pohdittiin, olisiko tuote riittävän haluttu kaupallisille markkinoille (Holmberg. 2000,115). Patenttitutkimus näillä näkemillä jätettiin toistaiseksi tarpeettomana sivuun.

Seuraavana vaiheena alkoi hahmottaminen, milloin minkinlaiselle paperille, mikä sattui olemaan lähinnä. Tuli hahmoteltua postista tullessiin kirjoittamattomiin mainoslehtisten takasivuille (KUVIO 1.), monenlaisten lehtien reunoihin, pienille muistilapuille (Kuvio 2.) ja lähistöltä löytyneisiin ruutuvihkoihinkin (KUVIO 4.). En siis valinnut suunnitelmallisesti aikaa piirtämiselle, vaan luonnostelin, kun siltä tuntui. Pysin hahmottelemaan erilaisempia ulkovalaisimia, mitä muistikuvissa oli, mutta kuitenkin ne olivat tyyliltään perinteisiä.

Ensimmäiset piirrokset olivat hapuilevia, kokeilunomaisia ja yksinkertaisia. Pylväosat olivat lähes yhdestä kappaleesta muodostuvia, mutta valaisinosat kiinnostivat enemmän ja niistä oli helpompi luoda vaihtelevampia muotoja ja malleja, kuten kuviosta 1 voi päätellä.

Tuo tarkoitushakuinen piirtely tuntui aluksi typerältä, mutta valaisimen osia muuntelemalla, alkoi kuva hahmottua ja selkiytyä pihavalaisimeksi.(Kuvio 4.) Se haastoi kokeilemaan kuvanmuokkausta tietokoneen yksinkertaisella Paint-ohjelmalla, millaisen valotolpan saisin koottua. Parempaakaan ohjelmaa ei juuri silloin ollut saatavilla.



KUVIO 2. Muistilapulle hahmottelua

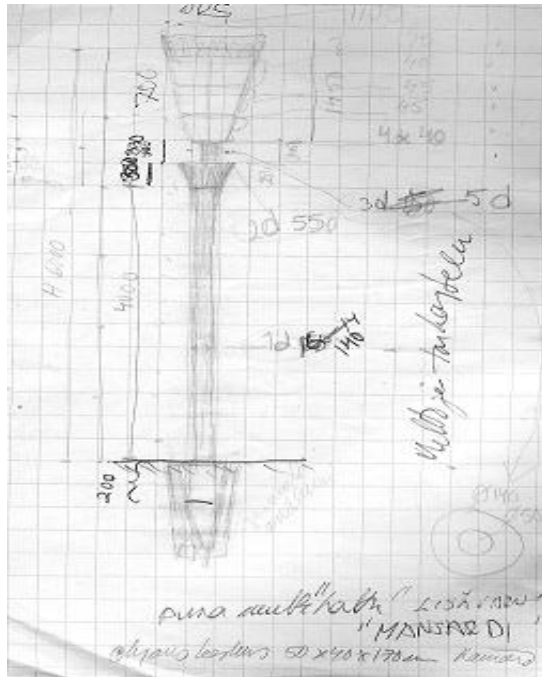
Olin nähnyt mainoslehtisessä kauniin kynttilälyhdyn ja se inspiroi näkemään lyhdyssä miellyttäviä, harmonisia muotoja suunnittelun avuksi. Kun lyhdyn käänsi ylösalaisin, siitä löytyi kiinnostava muoto, jota etsin valaisinosaan. Leikkasin kuvan ja skannasin sen ylösalaisin Paint- ohjelmaan liitettäväksi. Paint-ohjelman työkaluilla muokkasin protopohjaani poistaen ja liittäen kappaleita toisiinsa. Vasta vaihtaessani kuvan värit negatiivinomaiseksi mustavalkoiseksi, alkoi siitä erottua etsimäni oikea, perinteikkäämpi lyhtymäinen muoto. Ensituntumalta tämä lyhtymalli vaikutti lupaavimmalta ehdokkaalta valaisinmallin pohjakuvioksi. Se ei pitemmän päälle kuitenkaan ollut oikea ratkaisu, vaikka suunnittelun alkuaikoina yhtenä muototavoitteena olikin hieman erikoinen pellemäinen hauskuus.(KUVIO 3.)



KUVIO 3. Lyhtymäinen, pellemäinen valaisintolppa

Asia muuttui, koska asiakkaan omat projektit elivät omaa aikatauluaan ja lyhtyvalaisin piti muuttua kesymmäksi malliksi tavallisempaan käyttöön. Taas tein uuden sovellutuksen, mutta sekään ei tuntunut tarpeeksi yksinkertaiselta ja silmää miellyttävältä, vaikka siitä tein jopa tarkempiin mittoihin sovitellun selkeämmän ruutupaperiversion. (KUVIO 4.)

Työ oli turhauttavaa ja välillä innostavaa. Vaikka tarkempi versio ei tuottanut onnistunutta lopputulosta, se loi kuitenkin seuraaville malleille valmiita suunnittelupohjia, joista oli helppo jatkaa uusien hahmottelua. Luonnosteluvaihe tai voisi sanoa designtyö, on ehkä vaikein ja haastavin vaihe suunnittelussa: pitää tyhjästä tuottaa uutta, arvioida ja testilla avaruudellisesti tuotteen toimivuutta ja ominaisuuksia pelkän teorian kannalta ja vielä pohtia tuotantosuunnitelman kannattavuuttakin (Holmberg. 2000,114).



KUVIO 4. Tarkempia mittoja ruutupaperilla

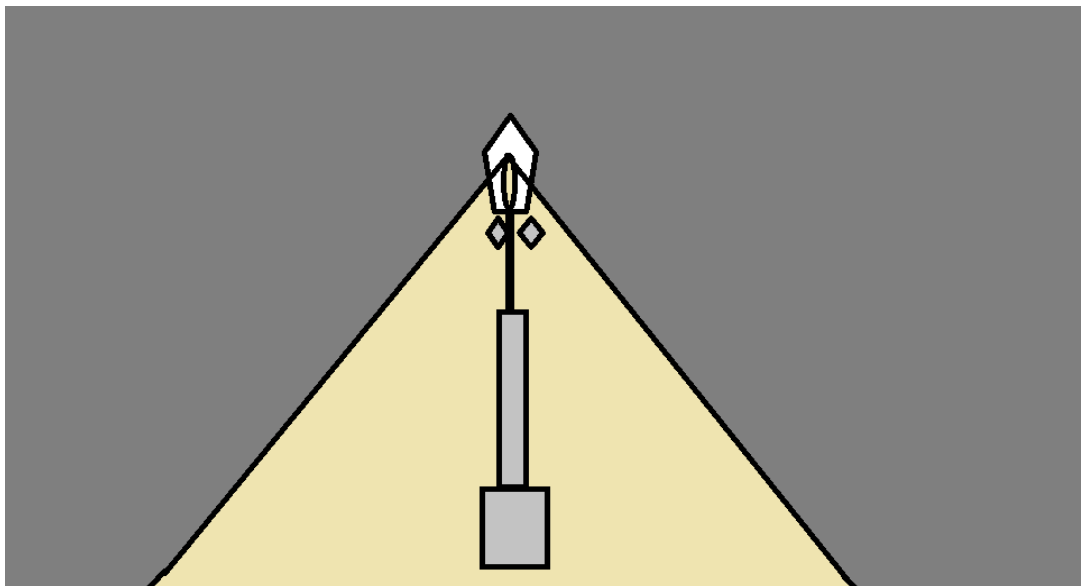
4.2 Mallin valinta

Mittoja oli vielä hankala arvailla oikein ja Paint – ohjelmalla ne olivat vain lähinnä suuntaa antavia suhdemittoja. Monenlaiset pohdinnat ja kysymykset pyörivät ajatuksissa ja sotkivat mallintamiskuvioitani, mitä kaikkea pitäisi huomioida valaisimeen sopivaksi:

- Mikä olisi oikea pylväänkorkeus puistoon?
- Olisiko se kahdeksan vai kuusi metriä?
- Monestako osasta runko koostuisi ja minkä vahvuinen olisi pylvään rungon halkaisija tai halkaisijat?
- Käyttäisinkö rungossa muutakin materiaalia kuin puuta, ja mitä puuta?
- Olisiko valaisimia pylvään päässä yksi vai useampi?

- Roikkuisivatko ne vai olisivat uljaasti pystyssä?
- Olisiko lasi paras vaihtoehto kupuun vai polykarbonaatti?
- Tulisiko Led-valo nauhasta vai kierrettävästä lampusta ja miten valon saisi suunnattua mielellään 45° avautumiskulmaan.
- Miten ehkäistä häikäistyminen ja taata turvallisuus valaisimen käytettävyyteen ja käyttäjille?
- Onko valaisimia huollettava ja kuinka usein?
- Mitä pitää huoltaa ja miten?
- Kauanko valaisimet kestävät ja millaista jätettä niistä koostuu?
- Ovatko jätteet kierrätettäviä?

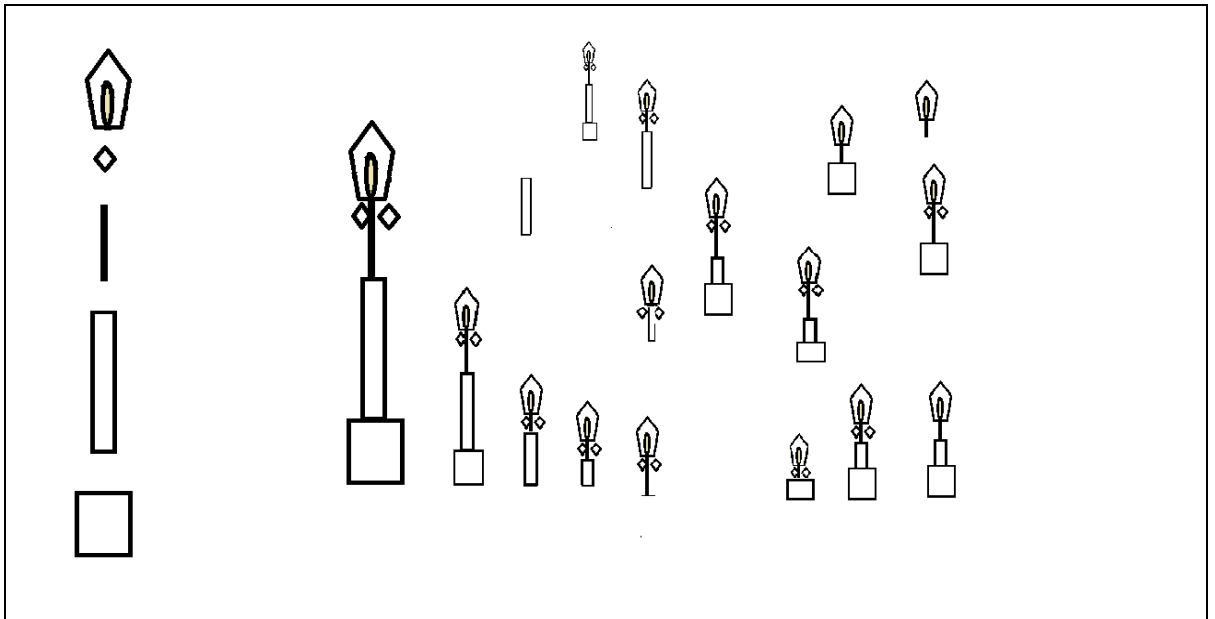
Tuo lukuisten kysymysten tulva helpotti ratkaisemaan piha- ja puistovalaisinsarjan mallinvalinnan. Se olisi mahdollisimman selkeälinjainen, sopusuhtainen, perinteikäs, moduloitava valaisinsarja, jossa kuitenkin olisi ripaus glamouria menneiltä ajoilta. Paint – ohjelman avulla suunnittelin alustavat linjat ensimmäisestä sarjan puistovalaisimesta karkeasti (Kuvio 5.).



KUVIO 5. Valittu alkumalli

Kun valaisimen perusmalliehdotelma oli vakiintunut, täytyi pohtia, miten siitä saisi neljä eri valaisinmallia: korkea puistomalli ja seuraavaksi pihamalli sekä matalammat tolppa-, kohde- tai täsmävalaisimet. Valaisin pitäisi jakaa pienempiin osiin, joita kuvio kuuden mukaan tulisi ainakin viisi. Valaisimen jakaminen eri osiin helpottaisi myös tuotteen modulointidesignia. Kuten kuvio kuudesta voi havaita, kuvassa perusmallin dimensioita on

alustavasti ensin pienennetty pihamalliksi, ja sen jälkeen pihavalaisimien ulkoasua on pyritty muokkaamaan poistamalla yksi osa. Toinen vaihtoehto olisi, että osien järjestystä olisi muutettu tai jätetty jokin osa kokonaan pois. Näin tuotteen osia poistamalla tai osien paikkaa vaihtamalla saataisiin yhtenäinen designilme ja saataisiin tuoteperhe. Lisäksi moduloiminen alentaisi tuotteen kustannuksia, ja sitä kautta sillä olisi tuotteen kuluttajahintaan edullisempi vaikutus. (KUVIO 6. Valaisimen karkea ositus).



KUVIO 6. Valaisimen karkea ositus

Valaisinta pilkkoessa pienempiin osiin (Kuvio 6.) havaitsin, että valaisimen todellinen koko ja kuvassa oletettu oikea koko, eivät välttämättä mitoiltaan kohdennu samannäköisiksi. Todellisissa dimensioissa joutuisin muuttamaan mitoituksia silmää miellyttävämmäksi ja huomioimaan mittasuhteita uudelleen erilaisten työn vaatimustenkin vuoksi. Jos esimerkiksi valaisin osa on liian suuri ja painava, voisivat ylhäällä noin kuuden metrin korkeudessa ankarat tuulenpuuskat ja myrskyt helposti riepotella valaisinta ja tarttua sen tuulikuormaan. Pienempi valaisin ei olisi niin herkkä luonnonvoimille, mutta riittäisikö sen valaisuvoima jakamaan valon kirkkaasti alas asti, kuuden metrin korkeudesta? Matalammilla valaisimilla ei olisi tätä ongelmaa. Niiden ongelmana olisivat vain ihmisten tavanomainen käyttäytyminen ja ehkä ilkeävalta.

5 MATERIAALIEN VALINNAT

Piha- ja puistovalaisinsarjan raaka-aineiden valintaan vaikuttivat valaisinsarjan syvällisemmät arvot. Suunnittelun alusta alkaen arvoina olivat tuotteen perinteikkyyys, energiatehokkuus, ekologisuus ja pitkä elinkaari. Luonnon mukaiset raaka-aineet ja käsittelymenetelmät takaisivat tuotteen ympäristöystävällisyyden ja lähes olemattoman hiilijalan jäljen. Materiaalien pitäisi olla helppoja työstää sekä huoltaa ja niiden raaka-aineiden hankintasaatavuus markkinoilta helposti saatavissa.

5.1 Puu

Valaisinten runko-osat oli suunniteltu tehtävän kotimaisesta männystä, tieteelliseltä nimeltään, *Pinus sylvestris* (Kärkkäinen 2007, 453). Toinen vaihtoehto olisi ollut kuusi jo kovuutensakin vuoksi, mutta se on yleensä oksaisuutensa vuoksi vaikeampi työstää ja koivu vastaavasti kalliimpaa ja vaikeammin saatavaa. Runko-osat valmistettaisiin vielä erikoisesti kuitupuu-/harvennushakkuutukeiksi päätyvistä pienistä pyöröpuista niiden edullisuuden ja hyödynnettävyyden vuoksi. Koska kuitupuuta on runsaasti tarjolla eikä sitä vielä osata hyödyntää energiaa kummemmaksi tuotteeksi, olisi tässä suunnitteluprojektissa mahdollisuus tuotteistaa kuitupuutukeista kaupallinen, fyysinen tuote, valaisimen runko-osiksi.

Kotimainen kuitupuu ja sen joukkoon kuuluva mänty, ovat edullista pientä pyöröpuuta ja monipuolisesti hyviä raaka-ainehankintoja, jota pitäisi hyödyntää laajemminkin kuten Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT:n) rakennustekniikkatutkimuksissa on todennettu (Ranta-Maunus 1998.). Suuri osa kuitupuusta on osaksi tervettä puuta, mutta tukkien mittatavan mukaan sitä on vaikea myydä alimittaisina pätkinä. Näistä alimittaisista, noin kahden kolmen metrinmittaisista hyvistä tukinosista tulee edullista raaka-ainetta valaisimen runkoon.

Luonnollisesti pyöröpuuaines on tarkistettava, jotta niissä ei ole haittaavia vikoja. Sellaisia vikoja olisivat runkopuun viat ja niistä lenkous tai erilaiset kasvuhäiriöt, jotka vaikuttavat haitallisesti materiaalin työstöön ja työn lopputulokseen. Samoin puun rakenteelliset viat, kuten yleinen liikaoksaus, erilaiset halkeamat, lahottajasienten tuhot tai reaktiopuu olisi

poissuljettava tuotteen laadukkuuden lisäämiseksi (Kärkkäinen 2007, 256–257.). Ehkäpä parhaiden puumateriaalin hidas valikoiminen on se suuri ongelma, miksi pienet pyöreät kuitupuutukit harvoin pääsevät rankaläjystä tuotteiksi asti. Vielä ei ole valmistettu tarpeeksi monipuolista ja edullista vikojen-etsintä-tunnisterobottia tekemään tätä yksitoikkoista fyysisesti raskasta työtä. Siinä olisi tulevaisuuden uusi haaste suunniteltavaksi.

Puun valitseminen päämateriaaliksi valaisimen runkoja suunnitellessani, sai pohtimaan miksi otan tämän materiaalin. Mitä etuja puuraaka- aineella on ja mikä saattaa tuottaa ongelmia työhön ja onko ongelmat ratkaistavissa? Listasin valintaan voimakkaimmin vaikuttavia tekijöitä, osa suppeassa, osa laajassa merkityksessä. Seuraavaksi esitän niistä muutamia tärkeimpiä.

5.1.1 Lämmönjohtumiskyky

Yksi puun hyvä ominaisuus on, että kuivana se johtaa huonosti sähköä. Jos Led-lamppu joutuu kuitenkin puuaineen kanssa kosketuksiin, on puun huono lämmönjohtumiskyky pienoinen ongelma. Diodissa syntyvä lämpö täytyy saada ohjattua pois laitteen liiallisen lämpenemisen vuoksi, koska liiallinen lämpö heikentää valaisimen käyttöikä (Johansson & Lindell 1998, 67–68).

Esimerkiksi jos Led-lamppu koskettaa puuta tai on lähes kosketustuntumassa, valaisimen teho ja käytettävyys heikkenee nopeammin lämmön vaikutuksesta kuin on suunniteltu. Vaikka Led ei kuumenekaan polttavaksi, lämpeneminen herkistää laitteet helpommin rikkoontumiselle. Jos lämpöä ei voida johtaa Ledistä pois päin, tuotteesta tulee lyhytikäinen, kallis ja vaikeasti myytävä. Näin ei saisi tapahtua, ja tämä ongelma pitää ratkaista. Puisia lampun kantoja tuskin kukaan on tehnyt, ja sen vuoksi lämmön johtuminen puuaineen kautta ei tässä tapauksessa ole ongelma. Lämmön johtumisongelma voidaan ratkaista alumiinirakenteisen lampunkannan valinnalla.

Alumiinin tiedetään johtavan hyvin lämpöä. Valitaan paras vaihtoehto markkinoilla olevista alumiinikantaisista lampuista, jossa on riittävästi lampusta pois päin lämpöä johtavia, tuotteeseen sopivia, mahdollisimman laajapintaisia tuuletusrilöitä tai ulokkeita. Voitaisiin myös valmistaa valoa tuottava osa kokonaan laajapintaisesta valonauhoin tai pistein pinnoitetusta taittuvasta muovikalvosta tai pelkästään ledipinnoitteisesta OLED -

valokalvosta. Polykarbonaatti olisi tähän hyvä raaka-aine kokeiluvaihtoehdoksi, koska sillä on suuri lämpötilan sietokykyalue kumpaakin ääripäähän (-100...+200 °C). Se voidaan myös suojata ultraviolettisäteilyä vastaan, kuten luvussa 5.2.3 todetaan.

OLED – kalvon ongelmana on vain sen uutuus; sitä ei ole ehditty soveltaa tarpeeksi laajalaisille pinnoille muihin kuin tv-näyttöihin. Vuonna 2008 on jo julkaistu ensimmäiset Oled- näyttöiset, 11-tumaiset televisiot, mutta miten Oled soveltuisi ulkokäyttöön ääriolosuhteisiin, siitä ei ole näyttöä. (Pitkänen, 2012.)

Yksi tulevaisuuteen sijoittuva ratkaisu Ledin kuumenemisongelmaan on keksitty, vaikka se ei vielä ehdi tähän valaisinsuunnitelmaan. Japanilainen Shuji Nakamura, Ledin uudelleenkehittäjä 1993-luvulla, on nyt keksinyt uuden, kuumuutta kestävämmän, edullisesti valmistettavan loisteledin, joka on huomioon otettava lediuutuus (Alphman, 2012.). Toki piha ja puistovalaisimen lamppuja voi myöhemmin vaihtaa ja silloin ehkä uudet, paremmin kuumuutta kestävät loistoledilamput on jo valmistettu kuluttajan markkinoille, entistä pitkäikäisempinä ja edullisempina tulevaisuuden ratkaisuina.

5.1.2 Luonnon rakennusmateriaali

Mäntypuun valinta tuotteiden valmistusmateriaaliksi on ulkokäyttöön erinomainen ratkaisu. Sen hygroskooppinen solurakenne on hengittävä, ja se sitoo ja luovuttaa kosteutta ympäröivän olosuhteen mukaan aivan kuin luonnossakin (Kärkkäinen. 2007, 139.). Jos sade kastelee, aurinko kuivaa. Männystä sorvatut pyöröpuutolpat valaisimessa pyritään kuitenkin suojamaan liialliselta ulkoiselta vahingoittumiselta mm. ultraviolettisäteilyn vanhentamiselta, kosteudelta, tuhohyönteisiltä ja lahottajasieniltä suojaamalla rungot mäntyöljyllä (mäntyöljyssä imeyttäminen johon palaamme myöhemmin luvussa 5.1.4). Se vahvistaa ja kovettaa tolppaa ja tekee valaisinrungosta kestävä. Ekologisena raaka-aineena (Puuinfo, 2010) puuainesta voidaan palauttaa luonnon kiertokulkuun vahingoittamatta ympäristöään. Puu on kasvun kautta uudistuvaa rakennusmateriaali.

5.1.3 Ekonominen ja energiataloudellinen

Puun käyttö on kansantaloudellisesti kannattavaa, ja raaka-aineena sitä on helppo hankkia (Metsäteollisuus ry 2006. 4-5, 47–38.). Lehti- ja havupuut, tässä yhteydessä erityisesti mänty, on levittäytynyt kattamaan koko Suomea, joten puun hankinta on edullista ja logistisestikin sujuvaa. Puu työllistää ja samalla vaikuttaa kansantalouteen kehittävästi ja nostavasti.

Moniin muihin raaka-aineisiin nähden puun tuotannossa käytetään todella vähän energiaa, koska puu on suurelta osin luontaisesti uudistuva materiaali. Puuteollisuuden useimmissa valmistusprosesseissa käytetään vain noin 25 % hankittua lisäenergiaa, sillä valmistuksen sivuprosessina syntyy energiaksi sopivaa puuainesta (Metsäteollisuus ry 2006. 84.). Puuntuotanto-ongelmana on tietenkin raaka-aineen hidas kasvu, mutta onneksi puuta on runsaasti saatavilla ja eri-ikäistä, joten määrä korreloi kasvun hitauden.

5.1.4 Työstettävyys, käsiteltävyys ja kunnossapito

Puuta on helppo työstää. Se on suhteellisen pehmeää ainesta riippuen eri puulajien kovuseroista, mutta yleisesti helppoa käsitellä ja työstää. Eikä aina vaadi suuria työkaluja. Puu on vanha rakennusmateriaali ja sen vuoksi puuntyöstöön on valmistettu lukuisia erilaisia työkaluja ja työstökoneita nopeuttamaan valmistusta. Tässä työssä tarvitaan puuntyöstöön lähinnä pyörösorvia, joka muotoilee rungon pyöreäksi ja sileäksi sekä CNC (Computer Numerically Controlled) näppäryyttä; muotoilemaan viilupuusta tolpile kauluksia.

Puupintaan on monia käsittelytapoja, joilla säilytetään pinta pitkään siistinä. Näitä ovat esim. vahaus, maalaus, lakkaus, petsaus, kyllästys sekä paineistus. Tässä suunnittelutyössä ulos tuleviin valaisimiin täytyi saada säitä kestävätkä valaisintolpat. Pelkkä pintakäsittely ei riittänyt suojaamaan puupintaa vaan puumateriaali oli modifioitava. Tällaisen kupari-, kromi-, arseenivapaan (CCA- vapaan) menetelmän löysin Ekopineltä. Siellä puutuotteet, kuten mäntytolpat on mahdollista kyllästyttää mäntyöljyssä imeyttämällä. Menetelmällä säästetään ympäristöä ja lisätään tuotteen uudelleen käyttöä eri tuotteena tai tuote voidaan elinkaarensa päässä tuotteistaa vielä kerran turvallisesti polttamalla energiaksi, eikä synny jätettä. Mäntyöljykäsittelyn jälkeen puutavarasta tulee vettä ja tuholaisia hylkivä. Se kestää paremmin säiden vaihtelut, eikä se halkeile. Puu säilyttää hyvin alkuperäiset lujuus ja

jäykkyysarvonsa käsittelystä huolimatta ja sitä voidaan vielä sävyttää väripigmenteillä tai luonnon öljymaaleilla. Liite 4/1 ja Liite 4/2 Tolppien värivalikoimaa (mukaellen Ekopine Oy 2004–2011.)

Huollettavuuskin on helppoa; Pelkkä harjaus riittää konkreettisen pölyn ja lian poistoon. Mäntyöljykyllästäminen on vielä suhteellisen uusi menetelmä puulle, mutta 11,5 vuoden teisteissä ja vertailuissa siitä on ollut hyviä kokemuksia ja Mäntyöljykyllästämisestä kehittäminen jatkuu yhä laadukkaampiin tuotteisiin. Tätä menetelmää on käytetty mm. tv-ohjelmassa, Huvila ja huussi, Keväällä 2011 mm. tukkiportaissa, perinneaidassa ja hiekkalaatikon reunoissa. (Ekopine 2011).

5.2 Muut materiaalit

Valaisinsarjan materiaalien lähtötavoitteina olivat mm. laaja kierrätettävyys ja luonnon mukainen materiaali. Päämateriaalin puun lisäksi, työssä tarvittiin myös alumiinia, valaisimeen ja sen yhdeksi runko-osaksi samoin kuin polykarbonaattia valaisimen kupuosaan. Betonin hyviin ominaisuuksiin liittyi orgaanisten aineiden lisäksi hyväsaatuus ja lähes rajaton kierrätettävyys. Betonia hyödynnettiin valaisimen tukijalan materiaaliksi. Viimeisimpänä tulee Led, mutta ei vähäisimpänä. Sen kierrätettävyys on sataprosenttista, ja tuotteenakin sen elinkaareksi on arvioitu muutamia kymmeniä vuosia, jos mikään yllätyksellinen mekaaninen laite tai luonnonvoimat eivät riko sitä.

5.2.1 Alumiini

Alumiinia tarvitaan lähinnä valaisimen osissa ja rungossa. Valintaan vaikuttivat materiaalin yleisyys ja se, että se on helposti saatavilla. Lisäksi sen pintaa voidaan värjätä ja käsitellä erilaisilla menetelmillä kuten kalvanoimalla sään korroosiota vastaan.

Tuotteen yksi tavoite oli ympäristöystävällisyys ja se tulee esille raaka-aineen uudelleen käytettävyytenä ja kierrätyksenä. Puhtaan kehityksen mekanismi, Clean Development Mechanism (CDM) on Kioton ilmastoneuvotteluiden tuoma yksi mittari, jonka avulla pyritään seuraamaan ja vähentämään CO₂- päästöjä tai lisäämään hiilidioksidinielua (Kärkkäinen 2003.).

VTT on myös selvittänyt Kioton ilmastonmuutosneuvottelujen pohjalta eri aineiden kierrätettävyyttä ja miten menetelmillä vähennetään kasvihuonepäästöjä tai vastaavasti lisätään CO₂-nieluja. Alumiinin kohdalla hiilidioksidipäästöjä vähennetään lähinnä uudelleen jalostusvaiheessa, jossa tuotteen valmistamiseen kuluu vähempi energia, koska siihen ei tarvita erikseen uusia kaivostoiminnan energiakuluja. (Mroueh, Ajanko-Laurikko, Arnold, Laiho, Vihersaari, Savolainen, Dahlboh & Korhonen. 2007, 41–44.). Koska alumiinia on markkinoilla helposti saatavana, se on myös edullinen hinnaltaan.

5.2.2 Betoni

Betonia tarvitaan valaisinpylvään maanalaiseen jalkaan, ankkuroimaan valaisin tukevasti pystyyn. Ankkureita voisi hankkia valmiina tai valmistaa itse pienempiin projekteihin. Tietenkin sarjatuotantona jalka tulisi edullisemmaksi, kuin protokappale. Betonin valintaa puolsi sen sisältämät luonnon omat raaka-aineet, jotka ovat uudelleen kierrätettävissä, vaikkakin omassa alkutuotannossaan suuria energian kuluttajia. Sen raaka-aineet koostuvat vedestä, sementistä ja kiviaineksista, joita on logistisestikin läheltä eli maaperästä satavissa. Sementin päämateriaali, kalkkikivi, on hyvin yleinen ja tunnettu rakennusmateriaali maailmassa.

Betoniteollisuus on myös hyvä muiden teollisuusalojen jätteenkierrättäjä, käyttäessään lentotuhkaa, masuunikuonaa ja silikaa tuotteensa valmistuksen sideaineena. Betoniteollisuus käyttää myös osan omasta tuotannosta syntyvän jätteensä uudelleen. Esimerkiksi se hyödyntää valmistusprosessistaan pois tulevan vesilietteen ja sementtimurskeenjämmät uudelleen tuotannon raaka-aineiksi, ei jättepäästöiksi. Myös rakennusteollisuuden purkujätteistä kertyvä noin 70–80 prosentin osuus on betonia ja se hyödynnetään kierrätykseen. Vuonna 2010 voimaan astui myös uusi EU-direktiivi jätteiden uudelleen käyttämisestä, jossa oli tavoitteena betonin 70 prosentin kierrätettävyys. Tuo tavoite on jo ylitetty. Uusi kierrätys arvo on jo 80 %. (Betoniteollisuus ry. 2010, 3-16.).

5.2.3 Polykarbonaatti

Lasi olisi ollut monella tavoin arvokas ja esteettinen valinta valaisimen kupuun, mutta koska valaisin sarjasta puolet sijoittuu ergonomisesti ihmisten toiminta korkeuksille, olisi lasin rikkoontumisella ollut lyhentävä vaikutus tuotteen elinkaareen. Esimerkiksi

touhukkaiden lasten pallopelit pihoilla ja puistoissa olisivat pienoinen riski tai arktinen talvemme ja lumitöiden mahdolliset haitat. Siksi päädyin lasin sijasta polykarbonaattiin. Polykarbonaatin valintaa puoltavia hyviä ominaisuuksia tähän valaisinosaan ovat mm.:

- esteettinen, lasinomainen kirkkaus,
- mutta ei särkyessään lasinomaista pirstaleisuutta kuten lasissa,
- noin 50 % lasia kevyempää,
- hyvä kestävyys ja iskun vastaanottokyky toisin kuin lasissa,
- hyvin kylmää ja kuumaa sietävä lämpötila-alue (-100...+200 °C), sopii auringonpaahteeseen ja koville pakkasillekin,
- auringon UV- suojausmahdollisuus,
- uudelleen kierrätettävyys. (Foitek oy 2010.)

Negatiivista polykarbonaatissa on se, että sitä on jopa käytetty lasten tutti- pulloissa. Se on nyt kuitenkin kielletty, koska polykarbonaatti sisältää bisfenoli A:ta (BPA):ta, jolla on terveyteen haitallisia vaikutuksia. Se voi joutuessaan elimistöön käyttäytyä hormonin tavoin ja matkia esim. estrogeenia. Vielä ei ole tutkittua tietoa, mutta tiedepiireissä se herättää keskustelua, kuinka se voisi vaikuttaa hedelmällisyyteen, lisääntymiseen, tai oppimiseenkin. Mielestäni EU:n riskienarviointielin on ottanut hyvin kantaa polykarbonaatin sisältämän BPA:n arvioimiseen. Viimeksi tarkistus on tehty 2010, jolloin Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) tutki ja totesi, että edelleen sen päivittäinen Tolerable Daily Intake (TDI) -saantiarvo on pysynyt samana 0,05mg kehon painokiloa kohden. (Elintarvikevirasto Evira 2011.) Tästä voi vain päätellä, että polykarbonaattia ei ole tarkoitettu elintarvikkeen välittömään yhteyteen sen bisfenoli A:n liukenemisvaaran vuoksi. Muutoin se on turvallinen käyttää, ja sitä voidaan kierrättää uusiksi tuotteiksi tai energianlähteeksi. Kierrätysymbolina käytetään PC ja kolmion sisällä numero seitsemän.

5.3 Light emitting diode (LED)

Pyöröpuumateriaalin lisäksi suunnittelutyöni toinen tärkeä osuus on nyt trendikkäällä leditekniikalla. Se ei ole uusi keksintö, vaikka sen energiatehokkaasta valaisutekniikasta puhutaan päivittäin, sillä loistediodit keksittiin jo 1900- luvun alussa ja vasta 1950- luvulla sitä oivallettiin hyödyntää pienissä määrissä. Puolijohteinen loistediodi muuntaa vastaan

ottamansa virran valoksi. Koska se säteilee hyvin kapealla aallonpituuskaistalla, sen käyttö rajoittui aluksi pienten elgtronisten tuotteiden näyttötauluihin, esim. vilkkuviin autoradion valoihin tai prosessikaavioihin.(Suomen Sähkö- ja teleurakoitsija liitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu 1999, 65.)

Kului melkein 50 vuotta ennen kuin japanilainen Shuij Nakamura keksi teknologian sinisen Ledvalon toteuttamiseen. Sen avulla voitiin kehittää valkoista, tehokasta valoa. Muihin väreihin oli jo olemassa tekniikka. Nakamuran innovatiivinen keksintö mm. palkittiin suomalaisella Millenium -palkinnolla 2006 ja sen jälkeen ledien kehitys muihin valolähteisiin ja sovellutuksiin on ollut huimaa ja jatkuu yhä. Esimerkiksi Ledejä voidaan hyödyntää alueilla, jossa ei ole sähköverkkoa. Siellä saadaan energia valon tuottamiseen aurinkopaneeleista. Tätä energia- ja valaistusmuotoa voisi hyödyntää suppeasti luonnonpuistoalueilla, vaelluskohteiden yöpymispaikoilla, joihin ei ole sähköverkkoa ja joissa pienimuotoisesta valaistuksesta olisi hyötyä leiriydyttäessä.(Aikio & Pentikäinen 2011.)

5.3.1 Ledin energiatehokkuus

Ensimmäinen syy, miksi valitsin led-tekniikan valonlähteen energian tuottajaksi, on ledin energiatehokkuus. Se tuottaa valoa enemmän kuin kuluttaa valon tuottoonsa. Lediä voidaan verrata tavallisiin valonlähteisiin. Esimerkiksi hehkulamppujen kuluttama energia valon tuottoon on hyötysuhteeltaan vain viiden prosentin luokkaa. Jos halutaan parantaa valon laatua ja valitaan vertailuun loisteputki. Sen hyötysuhde on valoon verrattaessa huomattavasti parempi 20–40 prosenttia. Samat arvot ovat myös ledillä. Ledin etuna on kuitenkin sen uutuudenarvo, ja siksi kaikkea lediin liittyvää tekniikka ei vielä kokonaisuutena tunneta, eikä osata edes hyödyntää. Led-tekniikan arvioidaan kehittyvän huimasti tulevaisuudessa ja yksi sen kehittäjä, Shuji Nakamura on ennustanut ledin hyötysuhteen kohoavan jopa 90 prosenttiin leitekniologian kehityksen myötä. Tämä kehitys on odottamisen arvoinen.

Ledin energiatehokkuus tulee myös esille valon määrään tuotossa (Taulukko 5.), jossa se on ylivertainen tavallisimpiin valaisintyyppihin verrattaessa. Se tuottaa esim. yli sata lumenia yhtä wattia kohden 60 watin led-lampulla. (Aikio & Pentikäinen 2011.)On myös selvää, että nämä molemmat energiatehokkuudet tuovat taloudellista hyötyä pitemmällä aikavälillä yksityisten ja yhteisöiden talouksiin.

Taulukko 5. Valovirran vertailuja (mukaellen Aikio & Pentikäinen 2011.)

Valovirran tehoja		
Valaisintyyppi	watti	valoteho lm/w
Hehkulamppu	60w	15 lm/1w
Kvartsihalogeeni	60w	24 lm/1w
Led-lamppu	60w	yli 100lm/w

5.3.2 Ledin kestävyys, ekologisuus, ja huollon helppous

Ledin tapa tuottaa valoa on erilainen, sillä se ei rikkoonnu yhtä herkästi kuin hehkulamput. Se vapauttaa energian valoksi. Hehkulamput sen sijaan niiden sisällä olevat langat kuumennetaan energialla hehkuviksi, ja ne palaessaan vapauttavat valoenergiaa. Hehkulamput ovat sen vuoksi tärinälle alttiita ja rikkoontuvat helpommin kuin led-lamput ja kuluttavat energiaakin tuhlailevasti siksi ledejä olisi suosittava. EU:n energiatehokkuusvaatimuksissa, Ekodesign direktiivissä 244/2009, on muun muassa laadittu hehkulamppujen poistoaikataulu (TAULUKKO 1.). Aikataululla pyritään saamaan energiasyöpöt hehkulamput pois markkinoilta edullisempien energiasäästölamppujen tieltä. Tämä myös suosii muita energiaa säästäviä valaisinratkaisuja kuten ledejä. Ledit eivät myöskään vilku, vaan syttyvät heti täyteen valaistukseensa. Näillä molemmilla ominaisuuksilla on vaikutusta ledien kestävyteen ja pitkäikäisyyteen. Ne ovat lähes huoltovapaita, sillä valaisimen vaihtoväli on noin 10-20vuotta, ehkä pidempikin.

TAULUKKO 1. Energiatehokkuusvaatimukset Ekodesign – direktiivin 244/2009 ympäri säteileville kotitalouslamput (mukaillen Tetri, Raunio & Halonen. 2011)

Pvm	SOVELTAMISALA KIRKKAAT LAMPUT	SALLITUT ENERGIALUOKAT	KÄYTÄNNÖN VAIKUTUS
1.9.2009	YLI 950 lm muut	A B C D E F G A B C D E F G	100 W hehkulamput poistuvat
1.9.2010	yli 725 lm muut	A B C D E F G A B C D E F G	75 W hehkulamput poistuvat
1.9.2011	yli 450 lm muut	A B C D E F G A B C D E F G	60 W hehkulamput poistuvat
1.9.2012	yli 60 lm	A B C D E F G	15 W, 25 W ja 40 W hehkulamput poistuvat
1.9.2013	Tiukemmat toiminnalliset vaatimukset	A B C D E F G	
1.9.2016	Erikoiskannalliset halogeenilamput (G9,R7s) Muut	A B C D E F G A B C D E F G	Perinteiset pienjännitteiset (12 V) ja xenontäytteiset halogeenilamput poistuvat

Pitkäikäisyys myös alentaa käyttökustannuksia ja sen kautta hankintakustannusten kalleus tasaantuu. Ekologisuutta lisää myös tuotteen pitkä elinkaari. Led- valot ovat käytännössä lähes rikkomattomia, kestäessään noin useita kymmeniä vuosia ja ne voidaan täysin kierrättää sen jälkeen sähkö- ja elektroniikkaromuna uusiksi tuotteiksi. Säästyy energiaa ja ympäristöä toisin kuin EU-direktiivien suosimissa energiasäästölamppuissa, jotka sisältävät elohopeaa, ovat ongelmajätettä, eivätkä sovellut kierrätykseen.(Aikio & Pentikäinen 2011.)

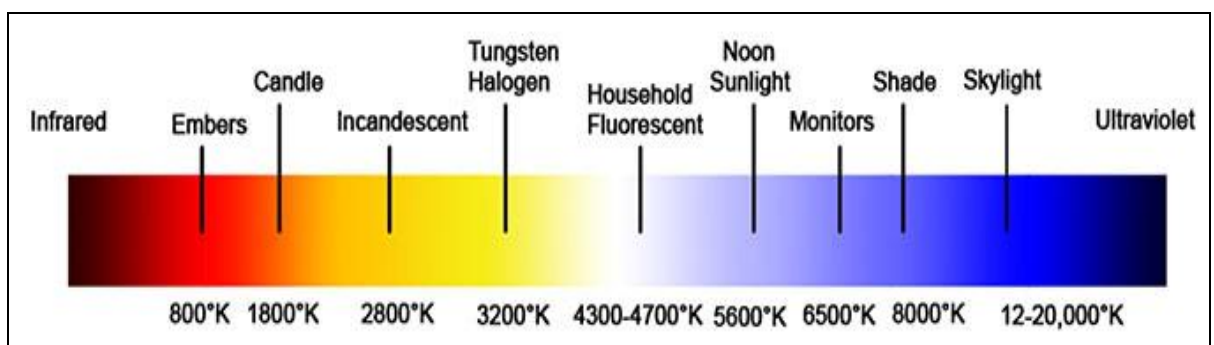
6 VALAISTUS

Valaistus on osa piharakentamista, ja valaistuksen tehtävät ovat ensi sijaisesta valaista ja näyttää, mitä on nähtävä. Turvallisuus ja turvallinen liikkuminen pimeällä helpottuu ja valo jatkaa päiväaika. Valo myös opastaa pimeällä kulkijoita perille kohteisiin, luo viihtyvyyttä ja tunnelmaa pimentyviin iltoihin ja korostaa haluttuja kohteita. Tärkeää on myös valon oikea määrä, sen väri, värintoistoindeksi ja hyvä hyötysuhde. Valo ei myöskään saa häikäistä tai tuottaa häiriövaloa (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsija liitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu 1999, 321).

6.1 Valon väri

Jotta ihmiset viihtyisivät pimeällä vuorokaudenajalla ulkona, valon värin tulee olla miellyttävä, luonnonvalkoinen päivänvalo. Sen värilämpötila löytyy lähes esim. Citizen-LEDin Led-lampuista, jossa värilämpötila on hyvin lähellä päivänvaloa 4500 Kelviniä (K). Tässä se oli 5000 K ja sen värintoistoindeksikin (Ra) on melkein täydellinen 100. Tässä sen arvo oli 95 Ra ja se kuvaa, miten aidosti kohteen valaistus toistaa sen omia värejä. (Pekanheimo 2009, 20–21.) Jos halutaan korostaa esim. keväisen illan monivärisiä tulppaneja puistossa, halutaan varmasti nähdä tulppaanien kauniit värit oikein, ja siihen sopisi erittäin hyvin lampun värintoistoksi Ra 100 ja värilämpötilaksi tuo noin 5000 K.

Valon värilämpötilan mukaan valittu Ra on hieman ongelmallinen, jos halutaan valita hyvin värejä toistava lamppu. On hyvin vaikea erottaa, missä keltainen valoväri muuttuu valkoiseksi ja valkoinen sinertäväksi. Alla esimerkkejä värilämpötiloista, joista havainnollistaminen näkyy selkeästi. (KUVIO 8.)



KUVIO 8. Esimerkkejä värilämpötiloista (mukailen Lowel Light Oy 2007)

Pienikin väri­viva­hde vaikuttaa haluttuun lopputulokseen ja valaistun kohteen. Esimerkiksi tässä kukkapenkin värit saattavat muuttua oikeista väreistä hieman sinertävään, eli laadukkuuskaan ei takaa oikeaa värin­toisto­indeksiä. Onneksi ihmissilmä on mukautuva ja aivot muokkaavat näköhermojen tuoman kuvan muistitietojen mukaan odotuksellisen väriseksi: sellaiseksi kuin tiedämme tulppaanipenkin oikeassa päivänvalossa olevan. Liian pitkäkestoin oleskelu värillisessä valossa voi olla myös terveydelle haitallista.

Jos valon väri on luonnon, esimerkiksi liian keltainen, se saattaa onnettomuustilanteissa muuttaa veren värin mustaksi pimeällä vuorokaudenajalla, eivätkä pelastajat välttämättä reagoi tilanteeseen oikealla nopeudella. Se voi myös vaikeuttaa pelastajien arviointeja potilaan elintoimintojen tilasta. Näin potilas saattaa menettää elintärkeitä hoitominuutteja, jopa henkensä. Liian keltainen valo voi olla myös erityisen häikäisevä ja aiheuttaa terveysongelmia, kuten silmien väsymistä ja päänsärkyä, varsinkin jos oleskelee pitkiä aikoja valossa ja erityisesti lähellä valoa. (Työterveyshallinto 2010; Pekanheimo 2009, 45, 47, 19.)

6.2 Kohdevalon värinvalinta

Kohdevaloissa voi pienimuotoisesti käyttää värillistä valoa esim. patsaisiin ja monumentteihin. Näin se on käytetty oikein, eikä häiritse värillään muuta ympäristöä. Pääsääntöisesti kuitenkin valkoinen päivänvalo on paras valoväri pihapiireihin, vaikka siitäkin on luettavissa eriäviä mielipiteitä. Se toistaa värit luonnollisina ja aitoina. Ongelmana on kuitenkin, miten kukin mieltää valon värin. Sen kokemisen arvioinnista ovat erimieltä myös valaistustekniikan oppikirjan tekijät ja liikkeissä työskentelevät valaistusasiantuntijat. Hieman kellertävään taittuva esim. perusloistelampun väri koetaan miellyttävän kotoisen lämpimänä ainakin sisätiloissa. Sen värilämpötila on noin 2700 K (KUVIO 8.) ja jos valon väri­keila laitetaan ulos valkoiselle hangelle, se toisten mielestä näyttää epäsiistiltä kotieläimen revii­rin merkkaukselta. Jos taas samaan perusloistelampun valomäärään valitaan hieman kylmempään siniseen taittuva valonväri noin 5000 K (KUVIO 8.), valo näyttääkin luonnollisen valkoiselta. (Pekanheimo 2009, 45.)

6.3 Valaisimen lampunvalintaongelmia

Aidoissa värisävyissä viihtyy niin eläimet kuin ihmisetkin ja kokevat olonsa turvallisiksi. Ongelmana kuitenkin on eri valaisutapojen tuottamat hieman erilaiset värikylläisyydet ja (Taulukko 2.) niiden spektrijakaumat: mitä tasaisempi spektrijakauma on, sitä paremmin värit erottuvat valaisukohteesta. (Engstrand 2006, 22–23;Pekanheimo 2009)

Uusien energiasäästö direktiivien myötä valaisinten kilpailut energiasäästöissä ja – tehokkuudessa, ovat tuoneet lampujenvalintoihinkin omat vaikeutensa. Lampuissa käytetään valontehokkuuden ilmaisuna molempia lumenia ja watteja sekaisin. Samoin jos valitsee saman lm määräisen lampun, se voikin olla erisävyinen kuin olit aikonut hankkia. Minkäväristä valoa tuottava lamppu tulisi valita? Tämä on tunnepitoinen ja ergonominen, mutta myös terveysvaikutteinen kysymys. Eli valitsenko keltaisen valonvärin, joka voi ärsyttää tai valkoisia hankia muistuttavan rauhallisen värisävyn. Tuleeko valon terveysvaikutukset ottaa huomioon? Viihdynkö, rasittaako silmiä? Näenkö tarpeeksi selkeästi, onko turvallinen olo? Luonnonvalkoisessa valossa värit näkyisivät aitoina; Kesällä luonto olisi vihreä ja talvella hanki oikean valkoinen. Silmät säästyisivät rasitukselta ja pääkin säryltä. Keskittymiskyky toimisi joustavammin ja välttyisi traumaattisilta kokemuksilta.

TAULUKKO 2. Värintoisto arvoja (mukaiillen Engstrand 2006, 22–23;Pekanheimo 2009.)

Valonlähde	Ra-arvo	Laatu	Väriämpötila K
Päivänvalo	100	Erittäin hyvä	5000–6000
Hehkulamppu	100	Erittäin hyvä	2700
Halogeenilamppu	100	Erittäin hyvä	2900–3000
Täysväriiloisteputki	85–95	Erittäin hyvä	-
Monimetallilamppu	85–92	Erittäin hyvä	3000–6000
Energiansäästölamppu	80–95	Hyvä	2700–3000
Elohopealamppu	50	Keskinkertainen	3500–4000
Korkeapainenatriumlamppu	20	Huono	1800–2000
Varhaisempi Led-lamppu	70–80	Hyvä	-
Uudempi Led- lamppu	95	Erittäin hyvä	5000

Ledeistä on vielä niin vähän faktatietoa, ja siksi voisi kuvitella eri väriämpötilojen mukaan tuon Ledin Ra – indeksi kulkevan, mutta siihenkin vaikuttaa Ledin laadukkuuserot eli

valmistajat. Halvat ovat heikoimmin väriä toistavia ledejä ja lämminsävyiset ledit ovat valkoista valoa huonompia värintoistoltaan. Varhaisimmissa ledeissä Ra oli 70–80 ja riitti juuri hyvään luokkaan. Nyt värintoisto on parantunut ja useimmilla ledeillä on Ra 95 (Pekanheimo 2009, 40.). Pääsääntöisesti kuitenkin on noin 5000 K:ssä paras Ra 95.

Led-valaisimen yksi ongelma on myös niiden jatkuva kehittäminen, eikä välttämättä samantyyppisiä moduloitavia led-komponentteja ole helppo hankkia rikkoontuneen tai viallisen tilalle. Valaisimenkantaosa saattaa vaihdella tai valaisin tyyppi pistemäisestä laakeaan, levy pintaisesta spiraalimaiseen putkeen. Samaten varaosien eroavaisuuksia löytyy pienten ledikomponenttien määrästä, valontoistoindeksistä ja valon väristä. Led ei siis ole vielä täysin moduloitava valmiste ja siksi hankinnoissa kannattaa olla tarkkana, että saa laitteeseensa sopivan, turvallisen osa. Huonoja edullisia valmisteita on myös syytä välttää: Suomen Kiinteistölehti informoi joulukuussa viallisista led-lampuista joiden kantaosa saattoi heikentää turvallisuutta. Nämä tuotteet olivat TUKESin mukaan tulleet Kaukoidästä. (Valopaa Oy 2012; Kihl & Mononen 2011.)

6.4 Valaisimen turvallisuus

Tässä osassa halusin painottaa valaisimen turvallisuuteen liittyviä muutamia direktiivejä ja tärkeitä suojaluokituksia. Muihin sähköalaan liittyvän valmistuksen ja asennuksen jätän sähköalan asiantuntijoiden pohdittavaksi ja suoritettavaksi. Koska valaisin on sähköä käyttävä laite, se saattaa aiheuttaa vaaratilanteita käyttäjälle ja ympäristölle. Näitä ongelmia on pyritty poistamaan seuraavilla direktiiveillä:

- Pienjännitedirektiivi (LVD), jonka yhteydessä pitäisi valmistajan käyttää CE-merkintää takaamaan LVD direktiivin mukaisuuden 1.1.1997 lähtien.
- Sähkömagneettinen yhteensopivuus EMC – direktiivi tuli voimaan 1.1.1996 ja edellyttää laitteen häiriöttömyyden ja ettei laite häiritse liian herkästi muita sähköisiä laitteita. Tässä yhteydessä on myös käytettävä CE-merkintää valmistajan taholta. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsija liitto ry:n & Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu 1999, 233.)

Turvallisuuteen liittyy myös valaisinten IP -luokitus. Sähkölaitteina valaisimet saattavat joutua erilaisten ulkoisten vierasesineiden tai veden vaikutuksen kohteeksi. Nämä ulkoiset tekijät voivat heikentää valaisimien turvallista käyttöä tai saattaa niitä huoltamaan menevät

sähköpurkausvaaralle alttiiksi, ja siksi valaisimissa pitäisi olla turvallisuutta osoittavat kotelointimerkinnot. Sähkölaitteiden kotelointimerkintä ei varsinaisesti kerro tuotteen lujuusominaisuuksista vaan, minkä kokoiselta vierasesineeltä ja kosteudelta tuote on kosketussuojattu (Liite 2/2).

Kotelointimerkintä koostuu IP -kirjaimista (International Protection), kahdesta numero-osasta (nollasta kuuteen ja nollasta kahdeksaan) ja kahdesta lisä- ja täydentävästä kirjainosasta A, B, C, D:n ja H, M, S.W) (Liite1/2). Ensimmäinen numero ilmaisee; Koteloinnin suojaavan vaarallisia osia tunkeutuvilta vierailta esineiltä ja pölyltä. Toinen numero ilmaisee kuinka kotelo suojaa laitetta veden haitalliselta vaikutukselta. Lisäkirjain puolestaan kertoo laitteen paremmasta kosketussuojauksesta kuin numero yhdessä on tai jos ilmaistaan vain varallinen kosketussuojaus esim. sormelta, onkin ensimmäinen tunnusnumero korvattu kirjaimella X. Täydentävät kirjaimet puolestaan kertovat poikkeuksellisista ominaisuuksista esim. suurjännitteestä. (Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 115, 116.)

IP-luokitusta voi soveltaa monella tavalla, mitä voi huomioida valaisin suunnittelussa. Jos valaisinpylvään runkoon tulee sijoitettavaksi yli puolenmetrin korkeudelle valonohjauskeskus, on sen sijoittelussa otettava huomioon kotelointiluokitus IPX3. Se kertoo valonohjauskeskuksen olevan suojattu satavalta vedeltä. Valaisimen sujausosassa luokitus voisi olla IP 23, joka suojaa ja estää sormenkokoisen vierasesineen ja sadeveden tunkeutumisen. IP 44 puolestaan suojaa ja estää langan ohuen vierasesineen ja roiskeveden pääsyn. IP 23 sopisi matalille kohde- ja tolppavalaisimille, joihin lapset herkästi uteliaina joutuvat vaaralle alttiiksi. IP 44 sopii piha- ja puistovalaisimiin, jotka ovat korkealla liialliselta pölyltä ja roiskevesiltä suojattuna.

7 TULOKSET

7.1 Markkinaselvityksestä Led-valintaan

Markkinaselvitys tässä suunnittelutyössä jätettiin vain asiakaskartoitukseen, joka koostui piha- ja puistovalaisimiin sopivista, monipuolisista mutta perinteisistä alueista kuten esimerkiksi puistot, pihat, kesämökit, museot, kirkkomaat ja muut alueet, joihin luonnon puumateriaalista valmistetut ulkovalaisimet sopivat. Ulkovalaisimien vaihtamiset toisiin ovat muutenkin harvinaisia pitkän, usein vuosikymmeniä kestävä elinkaaren omatessaan. Nyt on energiatehokas Led -valaistus tuomassa siihenkin vauhtia, kunhan valaisin osista saadaan standardimaisesti toimivia ja tarkoitukseen sopiviksi valmistettuja. Vielä on paljon heikkolaatuisia Led-valaisimia markkinoilla, varsinkin Itä – Aasiassa valmistetut. Toki Uusia keksintöjä Led- rintamalla tulee jatkuvasti, kuten Nakamuron uusin lämpöä paremmin sietävä Loisteledi, joka voi olla tulevaisuuden uusin ja kestävin valon antaja, mutta tähän suunnittelutyön valaistukseen se ei vielä ennätä.

Uusi loisteledi olisi tulevaisuuden puistovalaisimeen oikea ratkaisu, koska uusimmat E27 – kantaiset led-lamput eivät ole kehittyneet tarpeeksi kuumuutta kestäviksi ja voivat olla siksi lyhytikäisempiä kuin luvataan. Led-lampuista löytyi kuitenkin suhteellisen kestävä, 75 Wattia vastaava, E 27–kantainen Led- lamppu, jonka tehot riittäisivät puistovalaisimeen ja pienemmät lm -määrät muihin valaisimiin.

Sitten olisi vielä Oled-tekniikka. Kunhan se kehittyy paksumpirakenteiseksi ja sietää säiden vaihteluita, olisi se muotoilun kannalta haasteellinen. Valaisin kupu, laatikko, tai lyhty voisi olla ja itsessään kaunis valonmäärän(lm)säteilijä.

7.2 Ympäristömyönteisyys ja kestävä kehitys

Tässä työssä tuli selkeästi esiin Ekobotnian ympäristöystävällinen suuntaus, jota konsepti-suunnittelu tuki. Suunnittelutyössä käytettiin pääraaka-aineina pieniläpimittaista kuitupuuhunkin verrattavissa olevaa puutavaraa, josta suurin osa on mäntyä. Lähes kaikki olivat luonnon materiaaleja, joilla oli pitkä elinkaari, kierrätettävyyys ja auttoivat pidentämään hiilijalanjälkeä. Polykarbonaatti kuului näihin poikkeaviin, koska sillä oli monipuoliset tuoteominaisuudet ja se oli myös pitkälle kierrätettävä. Se sopi hyvin

pitkäikäisen ja energiatehokkaan Led-valaisimen rakennusaineeksi. Polykarbonaatin helppohoitoisuuden ja kestävyuden vuoksi lasi sai väistyä valinnoissa. Alumiinin ja betonin helpposaatavuus, edullisuus ja myös kierrätettävyys auttoi näiden valintaa valaisimeen.

7.3 Uusia toimintatapoja

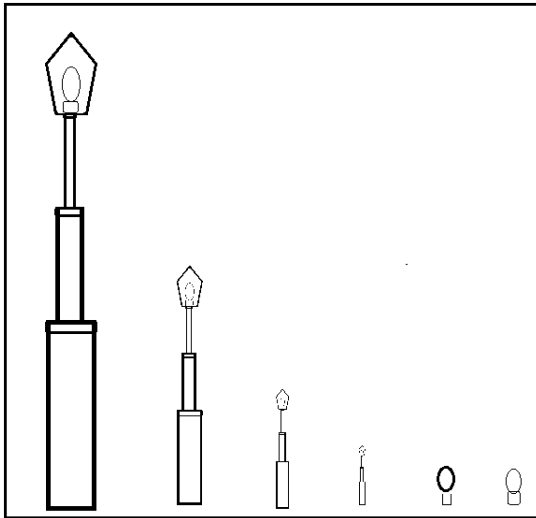
Mäntyöljykyllästys ja -värjäys edustivat uudempia luontoystävällisiä käsittelyvaiheita, joita työssä käytettiin. Ne eivät sisällä myrkyllisiä aineita ja voidaan polttaa lopuksi energiaksi. Ne olivat suhteellisen uusia menetelmä. Noin 11,5 vuotta niitä on vasta kokeiltu ja nyt muutamina vuosina ne ovat varsinaisesti päässeet esille, kuten Huvila ja Huussi tv-ohjelmassa 2011. Ohjelmassa kyllästettiin hirsirappusija ja lasten hiekkalaatikoita kestävämmäksi ja samalla myrkyttöminä ne sopivat lastenkin leikkikenttiin.

Toinen lupaava luontoa säästävä ja 29.3.2012 vasta julkaistu, on Stora Enson patenttiin pohjautuva lehdistötiedote. Se on modifiointi-innovaatio Q-Treat (Quartz-Treat), jolla on samoja puun vanhenemisiä estäviä vaikutuksia kuin Ekopinen tuotteellakin ja lisäksi parempi palonsietokyky. Ongelman on, että se on uusi tuote ja ei ole vielä ehtinyt kaikille markkinoille. Konseptisuunnittelussa se on kuitenkin huomionarvoinen vaihtoehto tulevaisuudessa. Pyöröpuuta saadaan paljon kuitupuusta ja monenlaiseen tarpeeseen. On hyvä olla useampia käyttövaihtoehtoja tuotteisiin, aidasta aittaan tai pienempiinkin tarvetta koriste-esineisiin.

7.4 Muita tavoitteita ja pohdintoja

Piha- ja puistovalaisinsarjan materiaalin valinnat olivat hyvin onnistuneet ympäristömyönteisyyden kannalta ja seurasivat hyvin asetettua ekodesign linjaa. Aivan kaikkiin tavoitteisiin en kuitenkaan päässyt ajan puutteen vuoksi, mutta suurin osa toteutui. Valaisimen fyysisen valmistus oli kuitenkin nyt toissijainen tässä työssä, jossa painotettiin konseptinomaista hyötyä firmalle. Ehkäpä sen vuoksi myös valaisimen valmistusmuotoilu oli vaikeaa toteuttaa. Oli vaikea löytää oikeaa muotoa, ja kun se löytyi hahmotellen, sen mittasuhteita oli vaikea muuttaa ideoimiskuvasta realistisiin

dimensioihin. Tiesi jo tuotetta muotoillessa, että siitä ei tule sellaista kuin kuvassa näyttää. Kun vertailin Paint- ohjelman avulla tekemääni valittua malli (KUVIO 7.) huomaa selkeästi, kuinka mitättömäksi kuva menee, kun pienentää puolella; sen muoto häviää, eikä sen lopputulos mairittele. Pylväs olisi tullut kuvan mittojen mukaan liian järeä, rungon alkuosakin olisi ollut puolenmetrin luokkaa, joten vain kaukaa katsottuna se olisi näyttänyt hyvältä. Täytyi tyytyä siksi laihempaan pylväsversioon ja hieman eri muotoon. Ekobotnian pienihalkaisijainen pyöreä puukaan ei olisi riittänyt ensimmäiseen pylvääseen. Olisi pitänyt tehdä tuote pienen pyöreän puun liimapuusta, jolloin se olisi onnistunut.



KUVIO 7. Paint – ohjelmalla kokoerojen vertailua

Tietopohjaa olen pyrkinyt valikoimaan lähteen tunnettavuuden ja asiantuntemuksen pohjalta, kuten VTT:n raportteja ja alan asiantuntijain tekemiä tai kustantamia kirjoja, oppaita, tiedelehtiä tai www-tiedostoja. Tällaisia ovat mm. Metsäkustannus oy:n Puunrakenne ja ominaisuudet tai Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknisen Seura ry:n julkaisu Lamput ja valaisimet sekä designpuolelta tunnetun muotoilijan Kaarle Holmbergin Kalustemuotoiludesign. Lisäksi Puu- ja sähköfirmoista on ollut hyötyä käytännöntietoihin.

Opinnäytetyöhön oli runsaasti materiaalia saatavana, ja vaikeutena olikin karsia epäolennainen pois ja pysyä suunnitellussa aikataulussa. Alunperin oli tarkoitus käyttää Vertex G4 suunnitteluohjelmää valaisinten piirustuksiin ja projektioihin, mutta se ei ylettynyt aikatauluuni; piti tyytyä yksinkertaisempiin Paint ja Excel – ohjelmiin ja loput dimensiot piirtää millimetripaperille.

Kokonaisuutena tavoitteet saavutettiin, vaikka tuotteesta ei protokappaletta fyysisesti valmistettukaan. Konseptinomaisesta suunnittelusta on vielä vaikea arvioida hyötyä tulevaisuuteen. Ainakin se kertoo yritysmaailman tavoitteista ja linjaa Ekobotnian brändiä kestäväan kehitykseen.

7.5 Tuotteet ja dimensiot

Excelillä havainnollistin tuoteperheen dimensiot (TAULUKKO 4), jossa pyrin myös huomioimaan tuotteen moduloitavuuden. Samanvahvuisia pyöröpuuosia on helppo käyttää sarjan tuoteperheessä, kuten samankokoisia kosteudensuojaliitoksiakin.

Taulukosta neljä ja millimetripaperille piirretystä suurimmasta puistovalaisimen piirustuksesta (Liite 3), havainnollistuvat valaisimien eri osat parhaiten:

- mallit
- kokoerot
- maahan tulevan jalan upotettava osuus, joille on erikseen hankittava betoniset ankkurit
- valaisimen runkojen halkaisumitat, ja kaapeleille porattavat reiät
- Suojaliitoslevyt, jotka tehdään CNC- tekniikan avulla esim. Centrian puulaboratoriossa pienestä pyöreästä puusta tai säitä kestävästä viilupuusta. Liitoskappaleiden reikäosat ovat suhteellisen väljät, jotta ne olisivat helppo asentaa ja jotta kosteus myös haihtuu paremmin.
- Valaisimen mahdollinen sähkönohjauskeskuskotelo, jos se liitetään runkoon, sille on varattu paikka.
- Valaisinkuvunosa voi hieman vaihdella, riippuen minkälaisen valmiin valaisimen siihen hankkii. Esimerkiksi piirustuksissa (LIITE 3) ei ole kokopituus valaisinpylväällä 6000 mm, koska valaisin osa on vain 850 mm. Se on suhteutettu pylvään kokoon. Se voi olla myös itse tehty kirkaasta polykarbonaatista ja suojapinnoitetusta alumiinista. Lisäksi vaaditaan turvallisuuden vuoksi sähköasentajan pätevyys asennuksiin.
- Piirustuksesta ja Dimensiotaulukosta hahmottuvat loput kolme sarjan valaisinta. Koska millimetripaperille on hankala piirtää pieniä osia, päädyin piirtämään sarjan suurimman puistovalaisimen projektion edestä ja läpileikattuna rungon

liitoskohdista. Kuitenkin mallin todelliset mittasuhteet jäävät arvailuksi, miltä valaisin luonnollisessa koossa näyttäisi? Olisivatko mittasuhteet valaisimessa katseen hyväksymät? Hieman harmittaa, ettei valaisinta valmistettu fyysisiin mittoihinsa, jolloin lopputulos olisi ollut tarkistettavissa.

- Valaisimen runkojen väriin on mahdollisuus vaikuttaa mäntyöljykyllästysprosessissa. LIITTEISTÄ 4/1 ja 4/2 löytyvät värjätyt mallitukit. Sävyjä voi myös hieman tummentaa tai vaalentaa (Ekopine oy 2004–2011).

TAULUKKO 4. Dimensiot

DIMENSIOT										
Tyyppi	K korkeus	M maa	d1	d2	d3	d1& d2 suojaliitos	d2&d3 suojaliitos	d3&d4 suojaliitos	kotelo	valaisin korkeus
Puisto valaisin	6000	600	140	80	40	148 reikä 88	88 reikä 48	88 reikä 48	50x40x170	850
Piha-valaisin	3000	400	120	80	40	128 reikä 88	88 reikä 48	88 reikä 48		425
Tolppa-valaisin	1500	300	80		40		88 reikä 48	88 reikä 48		212
Kohde-valaisin	750	200	80		40		88 reikä 48	88 reikä 48		106

8 LOPPUTOTEAMUS

Suunnittelutyötä tehdessäni tutkin tunnetun suomalaisen muotoilijan, Tapio Wirkkalan (1915–1985) muotoilua ja päätelmiä töistä ja niiden valmistusprosessien etenemisistä. Yksi hänen ajatuksistaan sopii oman työni valmistumisprosessiin, ja siihen, miksi minusta on aina ollut vaikeaa aloittaa tuotteen suunnittelu. Opiskelutoveritkin ovat kehottaneet tekemään piirustusvalinnan ensin, jotta voisi jatkaa eteenpäin. Omalla kohdallani työprosessi ei mene niin. Törmäsin Wirkkalan tekstiin, jossa hän kuvailee työtään:

Silloin kun teen työtä, en ajattele tunteja. Vasta kun fyysinen väsymys käy ylivoimaiseksi, lopetan työskentelyn. Niin kauan kun taiteilija on innostunut työstään, sitä kannattaa jatkaa, mutta jos jokin työ muuttuu rutiiniluontoiseksi, on paras vaihtaa ammattia. Yhdestä ainoasta mallista saatan piirtää satoja kuvia. Vasta kun uudet menetelmät on teoriassa suunniteltu ja käytännössä kokeiltu, voidaan aloittaa piirtämistyö. (Tapio Wirkkala ajattelevat kädet 2001, 11.)

Tuon kokemuksen pohjalta siis pitää hahmotella lukuisia malleja, joista yksiään ei heti tunnu oikealta. Kokeiluiden ja uusien ideoiden vertailu hahmottelutyössä vie vääjäämättömästi kohti oikeaa, parhainta funktionalista tuotetta, eikä sen parasta laatua voi välttämättä hoputtamalla saavuttaa. Raportin kirjoittaminen ja asioiden testaaminen on myös työvaiheita, joihin innostuu, eikä malttaisi lopettaakaan, vaikka olisi jo aamu kello 06:30 valvotun työtäteisen yön jälkeen. Toisaalta kyseessä on uusi ammattini, johon ei ole vielä rutinoitunut.

Yhteenvedoksi voin sanoa, että konseptinomaisen tuoteperheen on hyvä ratkaisu kehittää tuotteen muotokieltä asiakkaiden toivomaan suuntaan. Se on aluksi pienikustanteinen, immateriaalinen hankinta yritykselle. Kun uudet ja paremmat innovaatiot vakiintuvat markkinoiden hyllylle täydentämään tuotteen viimeistelyä muotoa, tuotteella on kysyntää, ja se on helppo suunnitelmista toteuttaa. Edellisestä johtuen tuotteiden ja raaka-aineiden hintahaitaritkin asettuu kohdilleen ja tuote saa täydellisemmän markkinaselvityksen protokappaleeseen ja teolliseen valmistukseen.

Muissa ”briefin” ohjeissa onnistuttiin erittäin hyvin jatkamaan kestävästä kehitystä. Jos vielä tulevaisuudessa saisi aikaa hankkia Vertex G4-suunnitteluohjelman taidot, se nopeuttaisi suunnitteluprosessia ja mallintamista monin tavoin kolmiulotteisuudellaan ja valmiilla piirustuksilla.

LÄHTEET

- Aikio, J & Pentikäinen, V. 2011. Tulevaisuus valaistaan ledeillä. Pdf-tiedosto. Saatavissa:<http://www.talomat.fi/uploads/dokumentit/Tulevaisuus%20valaistaan%20ledeilla.pdf>. Muutettu 25.8.2011. Luettu 30.3.2012.
- Alpman, M. 2012. LED-lampans fader bakom ny effektiv lysdiod. Tukholmalaisen Ny Teknik – lehden innovaatiojulkaisu. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/article3403779.ece>. Luettu 9.2.2012.
- Betoniteollisuus ry. 2010. Betonin kierrätysesite pdf. Betoni säästää ympäristöä ja luontoa. Saatavissa:<http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kest%C3%A4v%C3%A4+kehitys/>. Luettu 18.3.2012
- Cagan, J & Vogel, C, M. 2003. Kehitä kärkituote ideasta innovaatioksi. Jyväskylä: Talentum Media Oy.
- Elintarvikevirasto Evira. 2011. Usein kysyttyä bisfenol A:sta. Www-tiedosto. Saatavissa:http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus_ja_myynti/kontaktimateriaalit/bisfenoli_a_bpa_/usein_kysyttya/. Päivitetty 4.3.2011. Luettu: 23.3.2012.
- Ekopine 2011. Www-tiedosto. Saatavissa:http://www.ekopine.fi/images/Ekopine_puutavara_FI.pdf. Luettu:13.2.2012
- Ekopine Oy 2004–2011. Www-tiedosto. Saatavissa: http://www.ekopine.fi/puutuotteet_pyoropaalu%281%29.htm . Luettu:15.1.2012.
- Engstrand, K.2006. Puutarhan valotyöt. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy.
- Foiltek Oy. 2010. Www-tiedosto. Saatavissa:<http://www.foiltek.fi/tuotteet/muovilevyt-jakalvot/polykarbonaatti>. Luettu 23.3.2012.
- Holmberg, K. 2000. Kalustemuotoiludesign. Jyväskylä:Gummerus Kirjapaino Oy.
- Johansson B & Lindell B. 1998. Elektroniikka 2000. Iisalmi: IS-MEDIA.
- Keinonen, T & Jääskö, V. 2004. Tuotekonseptointi. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Kihl, M & Mononen, A. 2011. Suomen Kiinteistölehti 16.12.2012. Led- lampuista löytyi vakavia turvariskejä. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kiinteistolehti.fi/talotekniikka/talotekniikka/led-lampuista-loytyi-vakavia-turvariskeja>. Luettu 5.3.2012.
- Kytölä, A. 2010. Valoilla turvaa ja tunnelmaa pihaan. Suomela Nro 3, 28–29.
- Kärkkäinen, K. 2003. Ilmastonmuutos linkit ja sanasto. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ilmastonmuutos.info/fi/cfmldocs/index.cfm?ID=1240>. Luettu 12.3.2012.
- Kärkkäinen, M. 2007. Puun rakenne ja ominaisuudet. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Limic Oy. 2012. Kestäviä ja turvallisia Led-valoja. Tekniikkaosuus. Www-sivusto. Saatavissa: <http://www.limic.fi/html/led-tx.htm> .Luettu 11.4.2012

- Lowel Light Oy. 2007. Color Temperatur & Color Rendering Index Demystified. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.lowel.com/edu/color_temperature_and_rendering_demystified.html. Luettu 20.4.2012.
- Metsäteollisuus ry. 2006. Avain Suomen metsäteollisuuteen. Helsinki: Libris Oy.
- Mroueh, U-M. Ajanko-Laurikko, S. Arnold, M. Laiho, A. Vihersaari, M. Savolainen, I. Dahlboh, H & Korhonen, M-R. 2007. Uusien jätteen käsittelykonseptien mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. VTT Research Notes 2042. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2402.pdf>. Luettu: 12.3.2012.
- Pekanheimo, I. 2009. Kodin valaistusopas. 8. uudistettu painos. Turku: Ilkka Pekanheimo ja AD-Lux Oy.
- Pitkänen, J. 2012. Oled haastaa ledit kaikilla rintamilla. Tietokone – lehden uutiset 2.4.2012. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tietokone.fi/uutiset/oled_haastaa_ledit_kaikilla_rintamilla. Luettu 2.4.2012.
- Puuinfo. 2010. Hyvä tietää puusta www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeita-omatoimirakentajille/hyva-tietaa-puusta/hyva-tietaa-puusta-web.pdf>. Luettu 10.2.2012.
- Ranta-Maunus, A. 1998. Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa. VTT:n rakennustekniikka. Www-dokumentti. Saatavissa http://www.vtt.fi/inf/pdf/jurelinkit/RTE_Ranta-Maunus.pdf. Luettu 3.2.2012.
- Suomen Sähkö- ja teleurakoitsija liitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu 1999. Lamput ja valaisimet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Tapio Wirkkala ajattelevat kädet. 2001. Julkaistu Taideteollisuusmuseossa 25.8.2000–13.1.2001 olleen Tapio Wirkkala – silmä, käsi, ajatus yhteistyössä. Näyttely ja julkaisu tehty Suomen lasimuseon kanssa. Taideteollisuusmuseo, kirjoittajat ja WSOY 2000. Toinen painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Tetri, E. Raunio, J & Halonen, L. 2011. Lamppuopas. Hehkulamppujen korvaamiseksi. Aalto-yliopisto. Sähkötekniikan korkeakoulu. Valaistusyksikkö. pdf-tiedosto. Saatavissa: <http://lightinglab.fi/ekovalo/News/lamppuopas.pdf>. Luettu 3.3.2012.
- Tiainen, E & Sähköinfo Oy. 2010. Sähköasennusopas. 7. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Tiusanen, T. 2002. CNC-tekniikan opetusta peruskoulussa. Lähde: Tekninen Opettaja – lehti, nro: 2/2002. Www -tiedosto. Saatavissa: <http://www.stepsystems.fi/pdf/tnop/tnop0202.pdf>. Luettu 12.2.2012.
- Työterveyshallinto. 2010. Työ- ja henkilöstötilavaatimukset, Valaistus. Www-tiedosto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/tilavaatimukset>. Luettu 23.3.2012.
- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. 2000. Product Design and Development. 2nd edition Printed in the United States of America: By The McGraw-Hill Companies.

LIITTELUETTELO

LIITE 1 Kuvio 7. Kotelointimerkintäopas (mukaillen Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 115)

LIITE 2 Taulukko 3. Kotelointiluokkien kirjain/numeroselitykset (mukaillen Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 117.)

LIITE 3 Puistovalaisimen piirustukset

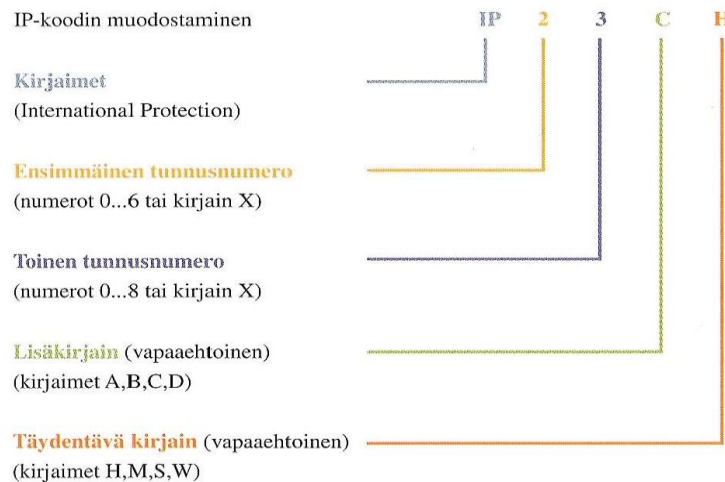
LIITE 4/1 Sävytettyjä ja värjättyjä tolppia värikarttana

LIITE 4/2 Sävytettyjä ja värjättyjä tolppia värikarttana

ULKOISTEN OLOSUHTEIDEN MÄÄRITTELYT

Sähkölaitteiden ominaisuudet vierasesinesuojausta ja veden esiintymistä vastaan ilmaistaan kotelointiluokalla. Kotelointiluokka ei sellaisenaan kerro laitteen mekaanista tai termistä lujuutta, vaan ne on selvittävä tarvittaessa erikseen.

Kotelointiluokan tunnus (IP-koodi)



jos tunnusnumeroa ei tarvitse ilmaista, se korvataan kirjaimella X tai kirjaimilla XX, jos molemmat tunnusnumerot jätetään pois.

Lisäkirjaimet ja täydentävät kirjaimet voidaan jättää pois korvaamatta niitä millään merkinnällä.

IP-koodin osat ja niiden merkitykset

Kotelointiluokan ensimmäinen tunnusnumero; vaarallisten osien kosketussuojaus ja suojaus vierailta esineiltä ja pölyltä.

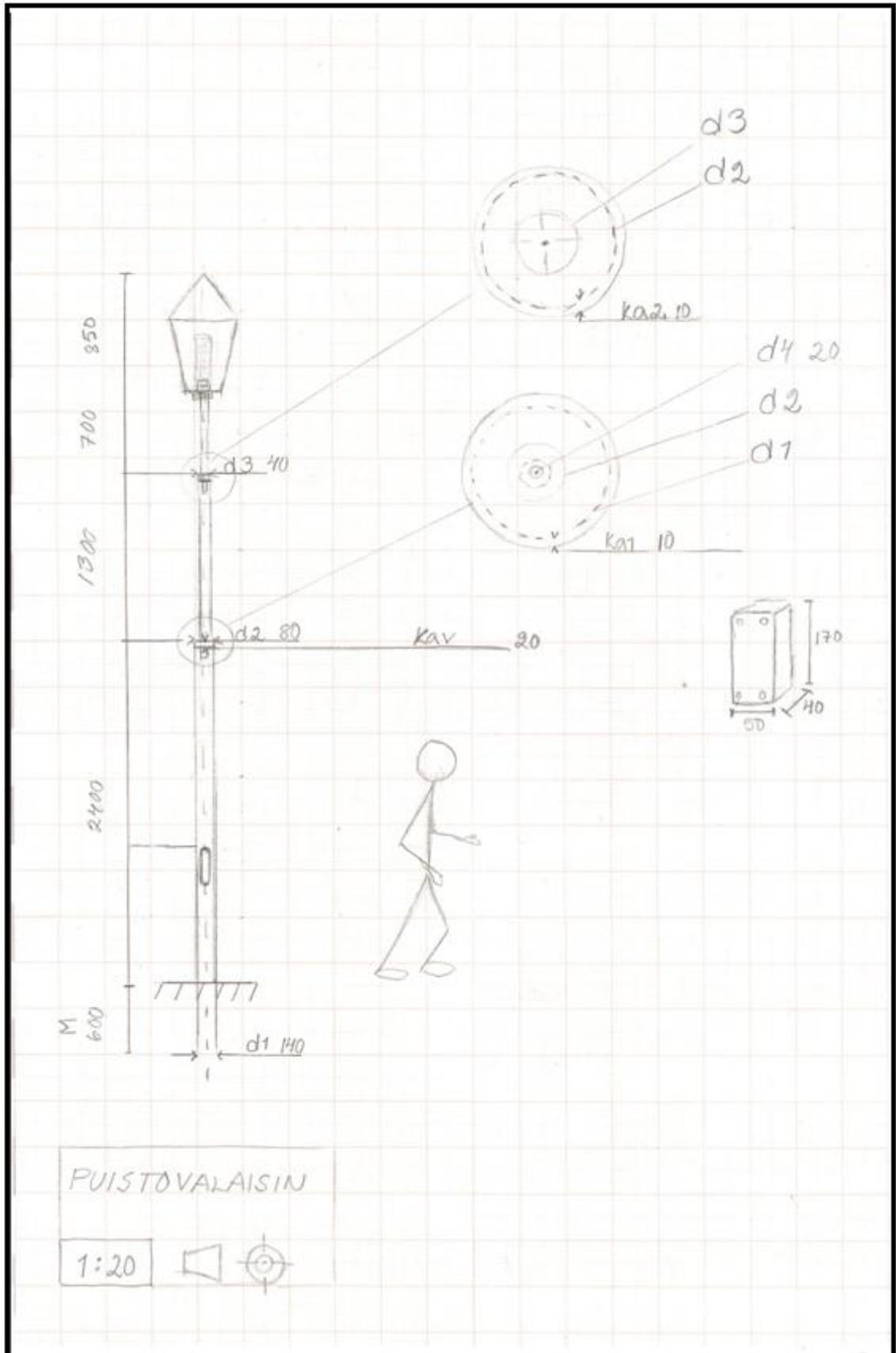
Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee sitä, kuinka kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisääntunkeutumisen ja samanaikaisesti, kuinka kotelointi suojaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumiselta.

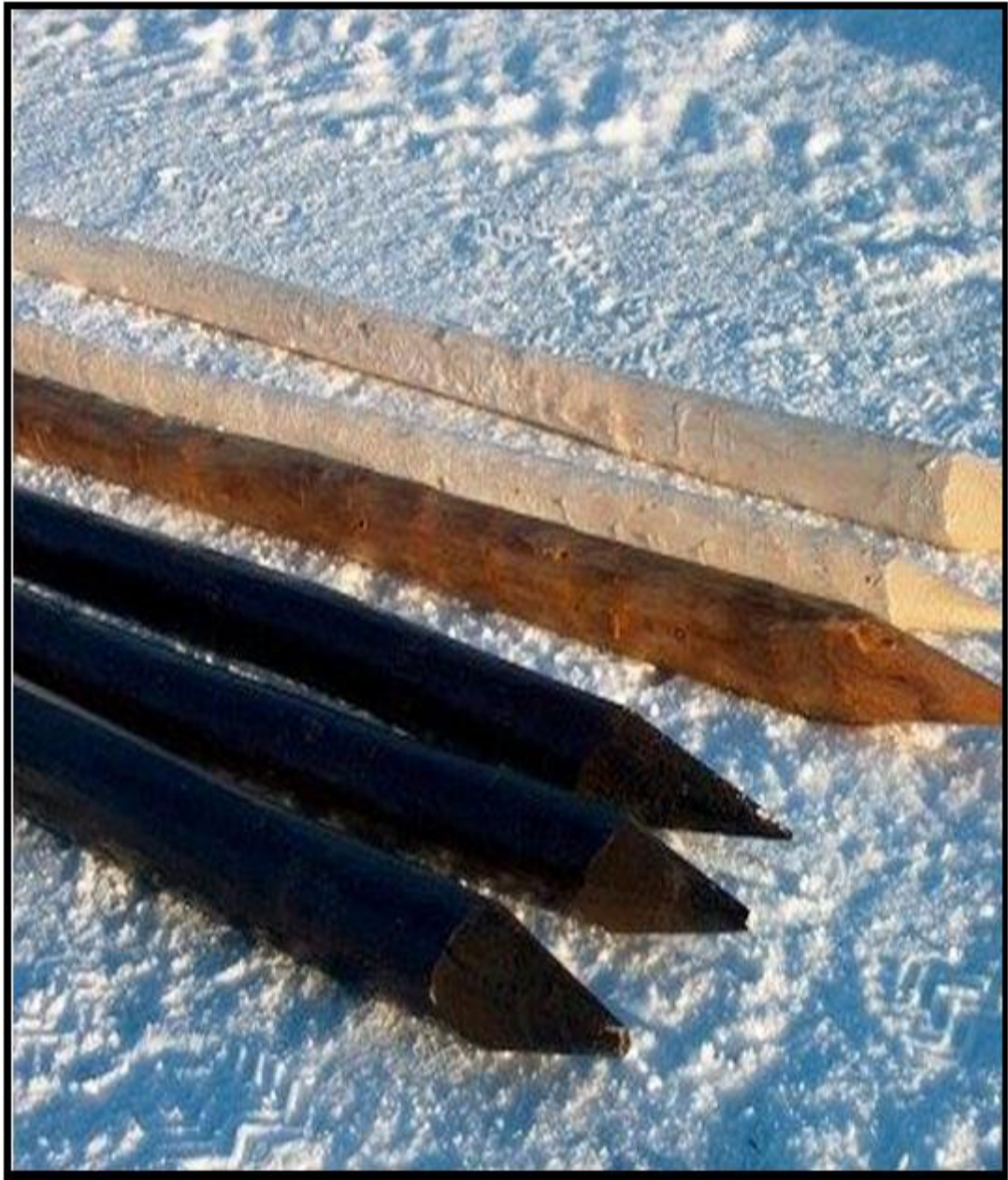
Kuvio 8. Kotelointimerkintäopas (mukaillen Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 115)

TAULUKKO 3. Koteloituokkien kirjain/numeroselitykset (mukailten Tiainen & Sähköinfo Oy 2010, 117.)

Kotelointiluokkien eri numeroiden ja kirjainten merkitys.

Osat	Numerot tai kirjaimet	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP		
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojaus vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäyntä suojaamaton kun halkaisija ≥ 50 mm kun halkaisija $\geq 12,5$ mm kun halkaisija $\geq 2,5$ mm kun halkaisija $\geq 1,0$ mm pölysuojatusti pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketus-suojattu suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden sisäänkäsyn haitallisilta vaikutuksilta suojaamaton pystysuoraan tippuvalta vedeltä tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15 astetta) satavalta vedeltä roiskuvalta vedeltä vesisuihkulta voimakkaalta vesisuihkulta lyhytaikaisesti upotettuna jatkuvasti upotettuna	
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D		Vaaralliset osat kosketus-suojattu nyrkiltä sormelta työkalulta langalta
Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän tiedon merkitys Suurjännitelaitte Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin	





KUVIO 9. Tolppien värivalikoimaa. Liite 4/1.(mukaiillen Ekopine Oy 2004–2011.)



KUVIO 10. Tolppien värivalikoimaa Liite 4/2.(mukailen Ekopine Oy 2004–2011.)