VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tino Peltola

KANNETTAVAN KÄSIVALAISIMEN SUUNNITTELU

Tekniikka
2018

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tino Peltola
Opinnäytetyön nimi	Kannettavan käsivalaisimen suunnittelu
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	61 + 3 liitettä
Ohjaaja	Osku Hirvonen

Käsivalaisimia on monenlaisia ja niitä löytyy moneen eri käyttötarkoitukseen. Jotkut valaisimet ovat monikäyttöisempiä, kuin toiset, sillä jotkut valaisimet ovat varustettu säädettävällä valokeilalla, jolla voi säätää valokeilan leveyttä ja näinollen kantamaa. Työn aiheena on kannettavan käsivalaisimen suunnittelu, jonka valokeilan kantama on mahdollisimman pitkä. Työssä tutustutaan tarkemmin valaisimen rakenteeseen, optiikkaan, sekä valmistusteknologiaan.

Valaisimen suunnittelussa täytyy huomioida monia yksityiskohtia, kuten muun muassa osien yhteensopivuutta, käyttöaikaa, valmiiden osien saatavuutta sekä valaisimen käytännöllisyyttä, eli onko valaisin liian iso kannettavaksi. Opinnäytetyön haasteena oli mitoittaa valmiina hankittavat komponentit valmistettavien komponenttien kanssa yhteen, sillä ainoa määräävä tekijä oli heijastimen eli reflektorin koko.

Opinnäytetyön tuloksena valmistettiin toimiva valaisin, mutta jatkokehitettävää valaisimesta löytyy useasta kohteesta, kuten heijastimesta sekä akkupatterimoduulien kontaktihäiriöistä, johtuen epätarkasta sovituksesta kahvaosuuteen, jonka seurauksena valaisin välkkyy ajoittain.

Avainsanat suunnittelu, käsivalaisin, taskulamppu, led

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikka

ABSTRACT

Author	Tino Peltola
Title	Designing a Portable Handheld light
Year	2018
Language	Finnish
Pages	61 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Osku Hirvonen

There are a variety of portable handheld lighting equipment for a number of applications. Some of the lighting equipment is more versatile than other. Some come with adjustable beam and focus pattern so that the beam is either wide or narrow. By adjusting the beam pattern the maximum throw distance will be affected either positively or negatively. The aim of this thesis was to design and to manufacture a working handheld flashlight with as long throw as possible. This thesis concentrates on design, optics and the manufacturing techniques of the handheld light.

When designing a handheld light there, numerous levels of detail have to be taken to an account. For instance, do the parts fit together, how long is the theoretical ON -time, what parts can be ordered as pre-manufactured and is the light practical to use? The challenge in this thesis was to design the light in a way that made using pre-manufactured parts possible, since the only determinative factor was the reflector.

As a result of this thesis a working handheld light was manufactured, though there are numerous details that can be improved, such as the reflector and the fitment of the battery modules which occasionally causes a contact error between two contacting surfaces and it causes the light to flicker.

Keywords design, handheld light, flashlight, led

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO 6

1 JOHDANTO 9

1.1 Tavoitteet 9

1.2 Menetelmät ja aineisto 9

1.3 Yhteistyökumppanit 10

2 TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU 11

2.1 3D-mallinnus 11

2.2 NX 11

2.3 Inventor 11

2.4 Piirustukset 12

3 LAITTEET 13

3.1 3D-tulostus 13

3.2 CNC-koneistus 14

4 PROJEKTIN TEOREETTINEN TAUSTA 17

4.1 Valaisimen rakenne 17

4.2 Terminen laskenta 18

4.3 Optiikka 24

4.4 Anodisointi 32

4.5 Absorptiovärjäys 32

4.6 Kiillotus 33

5 PROJEKTIN TOTEUTUS 34

5.1 Suunnittelu 34

5.2 Materiaali- ja osavalinnat 35

5.3 Muoto 36

5.4 Malli ja piirustukset 36

5.5 Toteutus 37

5.6 Tuotos 38

6 POHDINTA JA ARVIOINTI 57

LÄHTEET 59

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Yksinkertaistettu 3D-tulostin. /5/ 13
Kuvio 2. 3D-tulostimen koordinaatisto. /6/ 14
Kuvio 3. Vanhan CNC-laitteen ohjelmanauha. /8/ 14
Kuvio 4. Sorvissa työstettävä kappale. /9/ 15
Kuvio 5. CNC-ohjattu sorvi. /11/ 16
Kuvio 6. Lämpötilan vaikutus valotehoon. 18
Kuvio 7. Lämpökuorman kaava. /22/ 19
Kuvio 8. LED:n arvotaulukko. /22/ 19
Kuvio 9. Lämmön johtuminen. /22/ 20
Kuvio 10. Lämpösimulaatiomalli. 21
Kuvio 11. Lämpöä johtavan kappaleen poikkileikkauksen pinta-ala. 22
Kuvio 12. Tasokupera linssi. /26/ 24
Kuvio 13. Kupera linssi. /26/ 25
Kuvio 14. Tasokovera linssi. /26/ 25
Kuvio 15. Kovera linssi. /26/ 26
Kuvio 16. Akromaattisesti positiivinen linssi. /26/ 26
Kuvio 17. Asferinen linssi. /26/ 27
Kuvio 18. Positiivinen sylinteri. /26/ 27
Kuvio 19. Tasokupera kartiolinssi. /26/ 28
Kuvio 20. Pallolinssi. /26/ 28
Kuvio 21. Sauvalinssi. /26/ 29
Kuvio 22. Fresnel-linssin säteentaitos. /27/ 29
Kuvio 23. Fresnel-linssi. /27/ 30
Kuvio 24. Fresnel-linssin vääristymä. /28/ 31
Kuvio 25. Heijastin. 38
Kuvio 26. Heijastin. 39
Kuvio 27. Heijastimen valonkeräys. 39
Kuvio 28. Referenssikuva. 39

Kuvio 29. Heijastin kiilloitettuna. 40
Kuvio 30. Valaisimen runko. 40
Kuvio 31. LED:n ja virtalähteen asennusholkki. 41
Kuvio 32. Arctic Cooling Arctic Silver lämpöä johtava liima. 41
Kuvio 33. Lämpöä johtavan liiman osat A- ja B. 42
Kuvio 34. Osat A- ja B sekoitettuna. 42
Kuvio 35. Lämpöä johtava liima levitettynä asennusholkkiin. 43
Kuvio 36. LED asennettuna. 43
Kuvio 37. LED:n virtalähde. 44
Kuvio 38. Puristusjousi asennettuna virtalähteen + (plus) napaan. 44
Kuvio 39. Virtajohtojen asennusreitti. 45
Kuvio 40. Johtot liitetty LED:iin. 45
Kuvio 41. Yleiskuva asennusholkista. 46
Kuvio 42. Yleiskuva asennusholkista. 46
Kuvio 43. Akkupatterimoduuli. 47
Kuvio 44. Akkupatterimoduuli. 47
Kuvio 45. Ladattava akkupatteri. 48
Kuvio 46. Hiuslenkki. 48
Kuvio 47. Akkupatterimoduuli toimintavalmiudessa. 49
Kuvio 48. Akkupatterimoduuli toimintavalmiudessa. 49
Kuvio 49. Virtakatkaisin. 50
Kuvio 50. Virtakatkaisin. 50
Kuvio 51. Päätytulppa. 51
Kuvio 52. Päätytulppa. 51
Kuvio 53. Valaisin kasattuna. 52
Kuvio 54. Valaisimen kokonaispaino. 53
Kuvio 55. Mittarata. 53
Kuvio 56. Päiväkuva mittaradasta. 54
Kuvio 57. Referenssikuva yöllä. 54
Kuvio 58. Suorituskykykuva, 100 %:n teho. 55
Kuvio 59. Suorituskykykuva, 50 %:n teho. 55
Kuvio 60. Suorituskykykuva, 5 %:n teho 58

LIITELUETTELO

LIITE 1. Osapiirustukset

LIITE 2. Mathcad-laskemat heijastimesta

LIITE 3. Paraboloidin yhtälö

1 JOHDANTO

Markkinoilla on tarjolla monia eri käsivalaisimia, jotka ovat suunniteltu eri käyttötilanteisiin -ja tarkoituksiin. On olemassa valaisimia, joiden valokeilan luvattu kantama on noin 1600 m /1/, mutta mikäli haluaa pidemmän kantaman valaisimia, jää valikoima erittäin suppeaksi tai sitä ei ole ollenkaan /2/.

Tämä työ pyrkii suunnittelemaan ja valmistamaan käsivalaisimen, jonka valokeilan ulottuvuus on mahdollisimman pitkä. Työhön liittyy monia mitoitusteknisiä laskelmia, joilla on tärkeä rooli valaisimen toimivuudessa muun muassa lämmönkehityksen kannalta.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi yleisiä asioita tietokoneavusteisesta suunnittelusta ja sen hyödyistä, kuten suunnitteluohjelmistoista ja 3D-tulostuksesta, jonka jälkeen päästään varsinaisen projektin suunnitteluun, toteutukseen, tuloksiin -sekä niiden arviointiin.

1.1 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön aiheena on oppia suunnittelemaan ja valmistamaan toimiva, pitkän kantaman käsivalaisin. Suunnitteluun sisältyy itse valaisimen fyysisen muodon suunnittelu, korroosionkestävyyden varmistaminen, lämmönkehitykseen- sekä valokeilan kantamaan liittyvät laskelmat.

1.2 Menetelmät ja aineisto

Tiedot opinnäytetyötä varten kerättiin pääasiassa käsivalaisintekniikkaan perehtyneiltä, harrastepohjaisilta, internetistä löytyviltä keskustelupalstoilta /3, 4/ , sekä yhden käsivalaisimen purkamisella valaisimen rakenteen selvittämiseksi.

1.3 Yhteistyökumppanit

Vaasan Ammattiopisto – Vamia

Vaasan Ammattikorkeakoulu – VAMK

Tommi Peltola

Henri Hämäläinen

Janne Vainio

2 TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU

2.1 3D-mallinnus

3D-mallinnus on prosessi, jossa käytetään tietokoneohjelmaa, jonka avulla luodaan matemaattinen malli kolmiulotteisesta objektista tai muodosta. Luotu objekti on nimeltään 3D-malli ja näitä kolmiulotteisia malleja käytetään laajasti eri aloilla. /12/ 3D-mallinnusta varten ei ole olemassa yhtä ja ainoaa 3D-ohjelmaa, vaan tarjontaa on runsaasti niin ilmaisohjelmissa, kuin maksullisissakin ohjelmissa. /13/

2.2 NX

Siemens PLM Software:n tuottama ohjelma NX on eräs maksullisista 3D-ohjelmista, joka tarjoaa sisäänrakennetut CAD/CAM/CAE -toiminnot suunnittelua ja valmistusmenetelmiä varten. Ohjelma muun muassa sisältää simulaatiovaihtoehdot kuormitus-, liike-, lämpö-, ja virtausfysiikan osa-alueille. /14/

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin eritoten NX:n lämpösimulaatiovaihtoehtoa, jotta nähtäisiin LED:n emittoiva lämpösäteily, sekä sen jakautuminen valaisimen rakenteisiin. Valaisimen rakennetta paranneltiin useiden simulaatioiden tulosten perusteella.

2.3 Inventor

Autodesk:n tuottama ohjelma Inventor on myös yksi maksullisista 3D-suunnitteluohjelmista. Siemens PLM Software:n tarjoaman suunnitteluohjelmisto NX:n tapaan, Autodesk Inventor -ohjelmisto tarjoaa toimintoja suunnittelua, sekä valmistusmenetelmiä varten. /15/
Tässä opinnäytetyössä valaisimen varsinainen mallintaminen, sekä valmistuspiirustukset toteutettiin käyttäen Inventor -ohjelmistoa.

2.4 Piirustukset

Piirustukset ovat oleellisin osa 3D-mallinnusta, sillä piirustuksia käyttämällä jokin osa –tai vaikkapa kokonainen laite voidaan valmistaa. 3D-kuvista tehdään siis 2D-piirustukset, jotka luovutetaan kappaletta valmistavalle taholle.

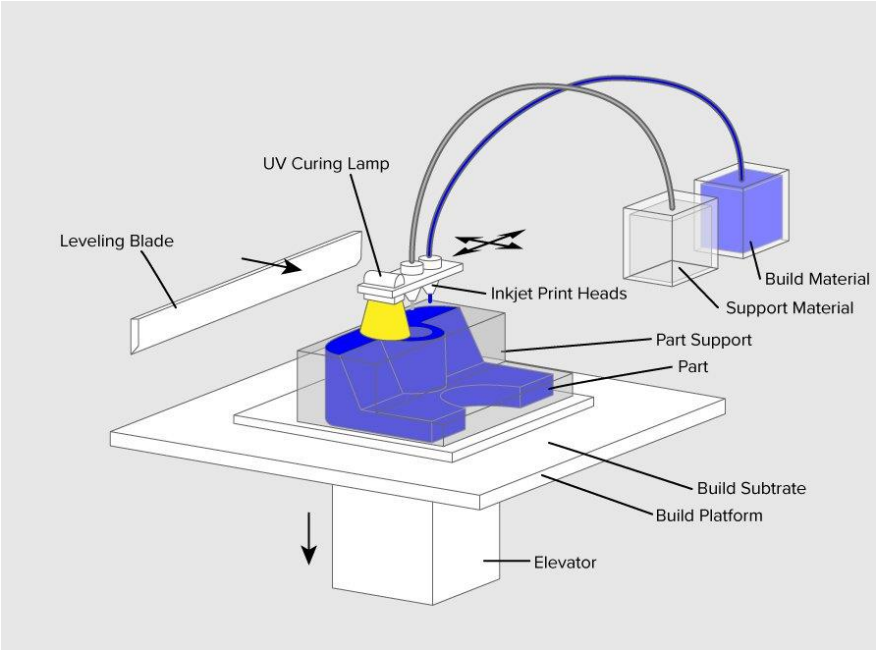
Piirustukset kertovat mitoitusviivojen, sekä muiden mitoitusteknillisten merkintöjen avulla yksittäisten osien tai osakokonaisuuksien muodot ja päämitat sekä osassa tai osakokonaisuuksissa mahdolliset muut tärkeät piirteet, kuten esimerkiksi vaikkapa reikien paikka-, syvyys- ja toleranssitiedot. /16/

3 LAITTEET

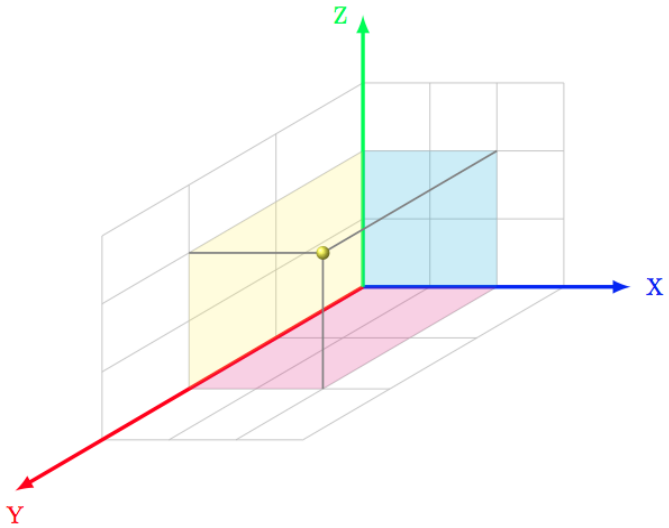
3.1 3D-tulostus

3D-tulostus on prosessi, jossa luodaan kiinteitä, pääasiassa muovisia, objekteja digitaalisesti kirjoitetun tiedoston avulla. 3D-tulostus mahdollistaa muun muassa hankalien osien valmistuksen suhteellisen edullisesti verrattuna perinteisiin menetelmiin, kuten esimerkiksi CNC -koneistukseen.
3D-tulostus kehitettiin Charles Hull:n toimesta vuonna 1986 ja nykyään kyseinen valmistusmenetelmä on erittäin suosittu. 3D-tulostuksen käyttöalueita ovat muun muassa ilmailu-, rakennus-, lääketieteellinen-, ja muotiala. /5/

Tavanomaisin 3D-tulostin koostuu lämmitettävistä lankasuuttimista, joita pitkin tulostuksessa käytettävä muovilanka syötetään, langansyöttörullista ja työtasosta, joka liikkuu X, Y- ja Z suunnassa (Kuvio 1, 2.). Kaikissa malleissa työtaso ei välttämättä liiku kuin Z -suunnassa, vaan lankasuuttimet hoitavat X- ja Y-suuntaiset liikkeet.



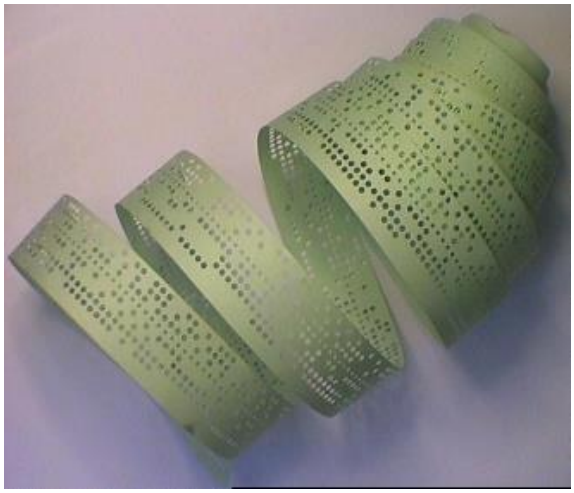
Kuvio 1. Yksinkertaistettu 3D-tulostin. /5/



Kuvio 2. 3D-tulostimen koordinaatisto. /6/

3.2 CNC-koneistus

CNC eli Computer Numerical Control -laitteet ovat laitteita, joita ohjataan numeerisesti digitaalisen tiedoston avulla tietokonetta käyttäen. Ensimmäiset CNC -laitteet kehitettiin 1940- ja 50-lukujen aikana, jotka olivat riippuvaisia rei'itetystä ohjelmanauhasta, jota laite luki ja jonka mukaan laitteen toiminnot määräytyivät (Kuvio 3.). Muutama vuosikymmen myöhemmin tietokoneet alkoivat yleistyä ja CNC-laitteiden toiminnot muuttuivat digitaalisesti ohjatuiksi. /7/



Kuvio 3. Vanhan CNC-laitteen ohjelmanauha. /8/

CNC-koneistuksessa on tarkoitus luoda raaka-aineesta miltein valmis tai kokonaan valmis tuote. Materiaalina voi olla lähes mitä vain, mutta pääasiassa CNC -työstölaitteita käytetään metallin lastuavaan työstöön. /7/

CNC-koneista on erilaisia ja useaan eri käyttötarkoitukseen löytyy oma laitteensa. Tavallisimmin CNC-laitteesta puhuttaessa tulee mieleen sorvi, mutta on olemassa myös muita CNC-ohjattuja työstölaitteita. Sorvi on laite, joka pyörittää työstettävää kappaletta horisontaalisesti kappaleen oman akselinsa ympäri ja sorvissa oleva työkalu muokkaa työstettävää kappaletta (Kuvio 4, 5). /10/

Kuvio 4. Sorvissa työstettävä kappale. /9/

Kuvio 5. CNC-ohjattu sorvi. /11/

4 PROJEKTIN TEOREETTINEN TAUSTA

4.1 Valaisimen rakenne

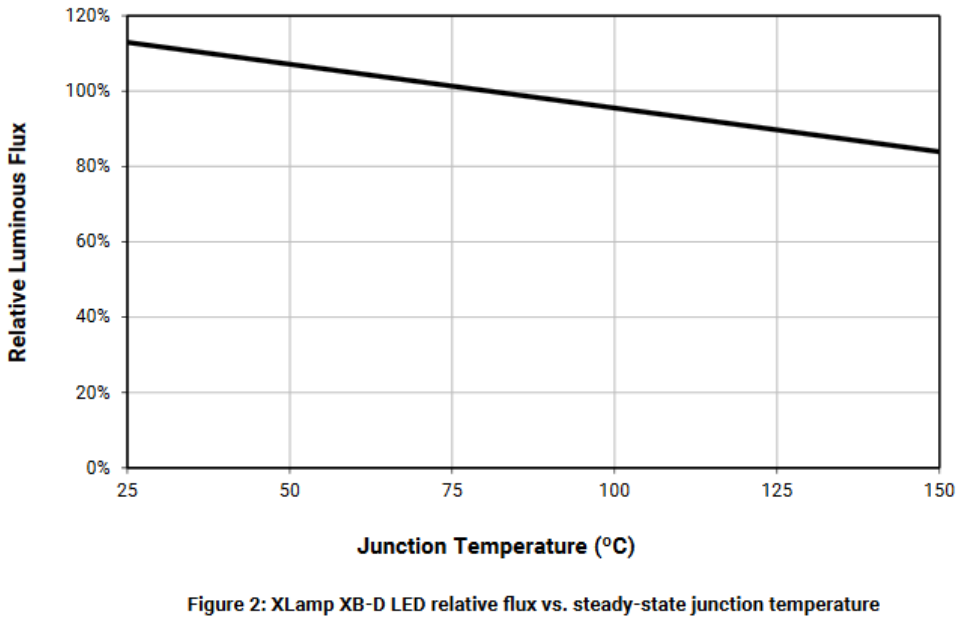
Käsivalaisin koostuu pääasiassa seuraavista komponenteista;

- Kotelo
    - Kotelo on valaisimen runko, johon muut komponentit sijoitetaan
- Katkaisin
    - Katkaisijalla hallitaan valaisimen toimintoja. Toimintoja voi olla useita
- Heijastin
    - Erittäin kiiltäväpintainen, kartion muotoinen osa, joka kokoaa valonlähteen emittoiman valon yhdeksi säteeksi.
- Valonlähde
    - Muuttaa pariston sisältämän energian valoksi
- Linssi
    - Valaisimen päässä oleva pyöreä, läpinäkyvä osa joka toimii suojana valonlähteelle
- Paristo
    - Paristosta valaisin saa tarvittavan energian toimiakseen.

4.2 Terminen laskenta

Olennaisin osa koko valaisimesta on heijastin ja heijastimen sisämitoiksi valittiin mielivaltaisesti 120x120 mm. Myöskin LED:n kooksi valittiin mahdollisimman suuri, yksittäinen LED. LED:n kooksi valikoitui sähköteholtaan 32W:n CREE XHP70 LED -yksikkö.

Valmistajan tietojen mukaan, mitä lämpimämpi LED on, sitä vähemmän LED tuottaa näkyvää valoa, joten LED:n riittävä jäähdytys on elintärkeää (Kuvio 6.).



Kuvio 6. Lämpötilan vaikutus valotehoon. /22/

$$P_t = 0.75\ V_f\ I_f$$

Equation 1: Thermal power calculation

where:

P_t is the thermal power (W)

V_f is the forward voltage of the LED (V)

I_f is the source current to the LED (A)

Kuvio 7. Lämpökuorman kaava. /22/

Käyttäen valmistajalta saatua kaavaa, voitiin laskea teoreettinen lämpökuorma, jonka LED valaisimen runkoon emittoi (Kuvio 7.). Laskelma tehtiin käyttäen teknistä laskentaohjelmistoa –Mathcad:ia. Arvot V_f, sekä I_f löytyivät valmistajan ilmoittamasta taulukosta XHP70 6V. -tyypin LED:lle (Kuvio 8.).

Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Thermal resistance, junction to solder point	°C/W		0.9	
Viewing angle (FWHM)	degrees		120	
Temperature coefficient of voltage (6 V)*	mV/°C		-4.25	
Temperature coefficient of voltage (12 V)	mV/°C		-8.5	
ESD withstand voltage (HBM per Mil-Std-883D)	V			8000
DC forward current (6 V)*	mA			4800
DC forward current (12 V)	mA			2400
Reverse voltage	V			-5
Forward voltage (6 V, @ 2100 mA, 85 °C)*	V		5.8	6.2
Forward voltage (12 V, @ 1050 mA, 85 °C)	V		11.6	12.4
LED junction temperature	°C			150

Kuvio 8. LED:n arvotaulukko. /22/

Taulukosta valitaan LED:iä koskevat arvot

$$Pt = 0.75 * 6 * 4.8 = 21.6W$$

Mathcad:llä laskettuna LED:n tuottama lämpökuorma on 21.6 W. Laskennassa ei käytetty yksikkötunnuksia W, I- ja A, sillä laskennassa käytetty ohjelma ei välttämättä aina ymmärrä yksikkötunnuksia.

Valmistajan kattavasta dokumentoinnista johtuen, myös lämmönjohtumisen kaava löytyi valmistajan dokumentaatiosta (Kuvio 9.).

$$Q_{cond} = -k\ A\ \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Equation 2: Fourier's law of heat conduction

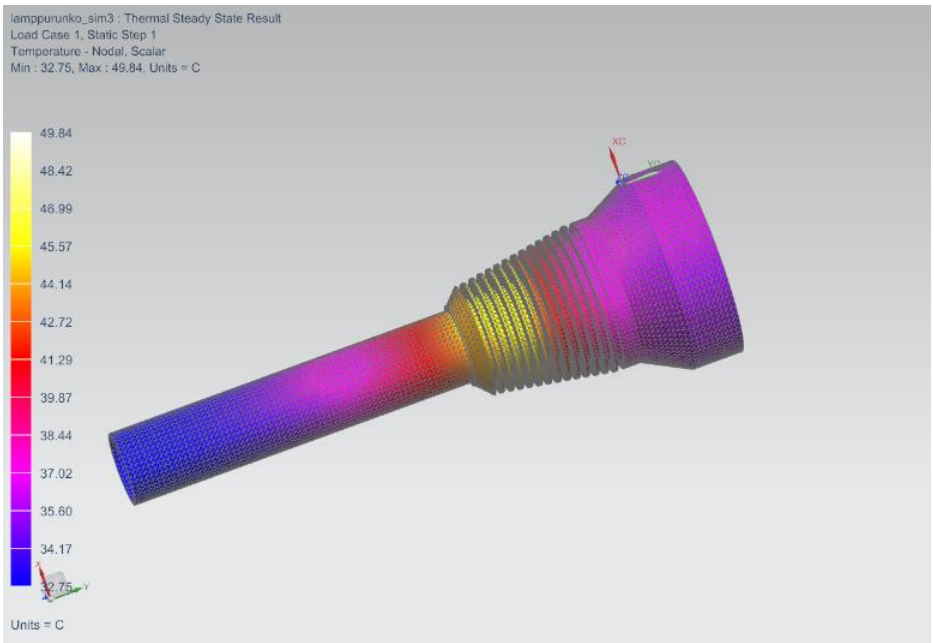
where:

Q_{cond} is the amount of heat transferred through conduction (W)
k is the thermal conductivity of the material (W/m K)
A is the cross sectional area of the material through which the heat flows (m^2)
ΔT is the temperature gradient across the material (°C)
Δx is the distance for the heat must travel (m)

Kuvio 9. Lämmön johtuminen. /22/

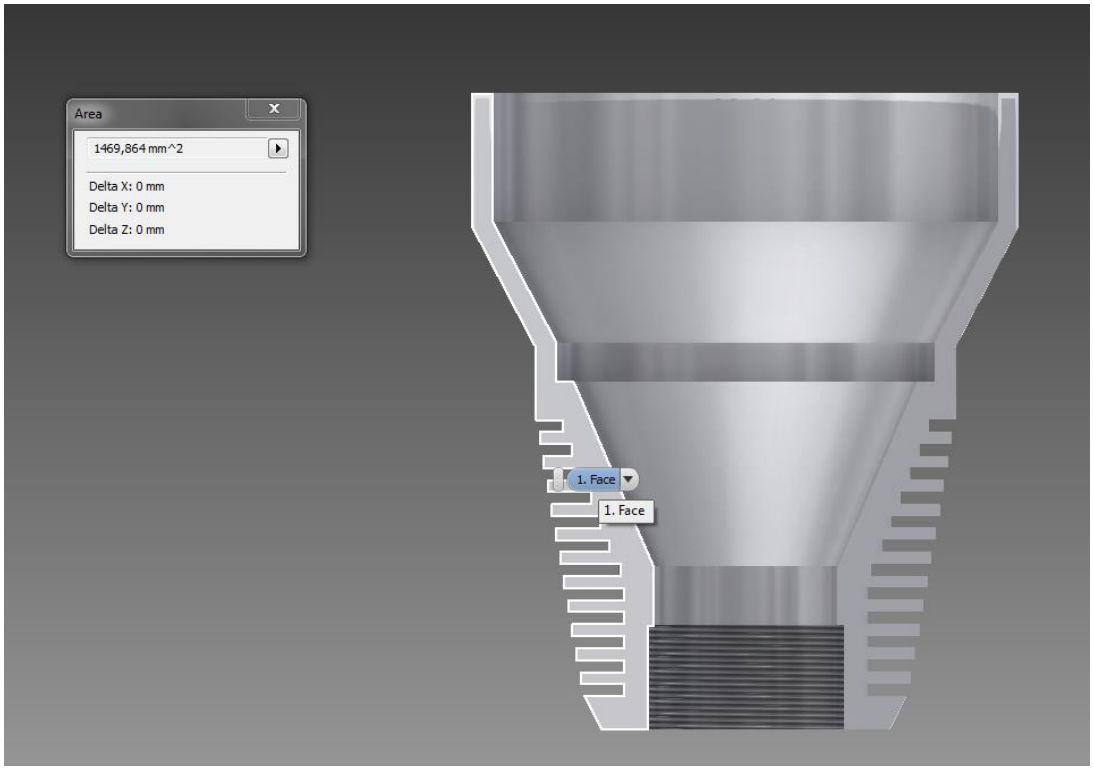
Kaavan mukaan Q on johdetun lämmön määrä yksikkönä W, joka johdetaan materiaalin läpi, k on johtavan materiaalin lämmönjohtokyky miinusmerkkisenä yksikkönä W/m^2K, A on lämpöä johtavan kappaleen poikkileikkauksen pinta-ala, ΔT on lämpötilaero johtavan materiaalin ja materiaalia ympäröivän ilman välillä. Δx on matka metreinä, jonka lämmön on siirryttävä.

ΔT:n arvo saatiin Siemens PLM Software NX:n avulla. Simulaatio suoritettiin +20°C ambient –lämpötilassa, joten ΔT arvo on +24.84°C (Kuvio 10.).



Kuvio 10. Lämpösimulaatiomalli.

Arvo Q saadaan aiemmasta laskutoimituksesta, alumiinin lämmönjohtavuusarvo löytyi taulukosta /23/, joka on 237W/m^2K, lämpöä johtavan kappaleen poikkileikkauksen pinta-alan arvo A saadaan helpoiten kappaleen monimuotoisuutensa vuoksi mallinnusohjelma Inventor:n avulla. Tässä tapauksessa kappaleen pinta-ala on $1469*10^{-6}$ eli 0,001469m^2 (Kuvio 11.).



Kuvio 11. Lämpöä johtavan kappaleen poikkileikkauksen pinta-ala.

Yhtälön ratkaisuun käytettiin edellä ratkaistun yhtälön tapaan teknistä laskentaohjelmisto Mathcad:ia.

$$Qcond = -\frac{237W}{mK} * 0{,}001469m^2 * \frac{29.84℃}{0.007m} = -1484.127 * C * W/K$$

Yllä saatu tulos jaetaan 293.15K:lla (Kelvinillä), jotta saadaan valaisimen rungon johtama lämpösäteilymäärä +20°C lämpötilassa.

$$-\frac{\frac{1484.127 * C * W}{K}}{293.15K} = -5.06 * C * W$$

Lämmönjohtamisesta saatu tulos ei kuitenkaan voi tässä tapauksessa olla negatiivinen, joten tulos on positiivinen.

Tuloksesta voidaan päätellä, että valitulla materiaalilla, vahvuudella, sekä muodolla valaisimen runko on kykenevä johtamaan LED:n tuottaman lämpökuorman LED:ltä pois, sillä laskutoimituksen mukaan valaisimen runko kykenee +20°C lämpötilassa johtamaan lämpöä 5.06°C per watti.

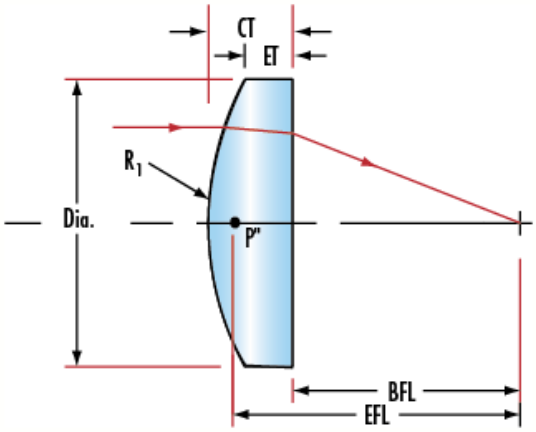
Heijastimen täydellisen muodon laskentaan käytettiin Parabola Calculator 2.0:aa.

4.3 Optiikka

Optiikan avulla voidaan muun muassa näkyvää valoa taittaa halutulla tavalla. Linssi on läpinäkyvä, yleensä muovista tai lasista valmistettu esine, jossa on kaksi kaarevaa pintaa, joka hyödyntää taittumista muodostaakseen kuvan. Linssien tai peilien vaikutukset valonsäteeseen voidaan määritellä trigonometrian avulla käyttämällä Fermat'n periaatetta, jossa valo etsii reitin, jonka sen on nopein kulkea. Määrittelyssä käytetään apuna myös Snell'n lakia, jossa valonsäteen reittiä seurataan sen lähteestä säteen päätepisteeseen. /25/

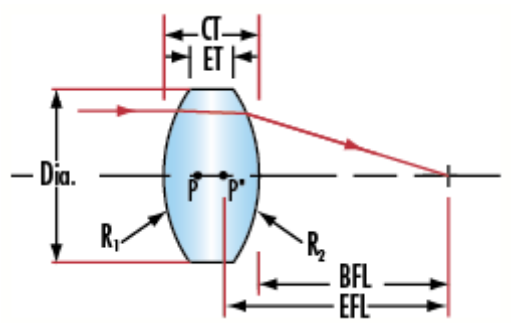
Tavallisimpia linssien geometrisiä muotoja ovat;

- Tasokupera linssi (Kuvio 12.)
    - Käytetään valonsäteen kokoamiseen ja keskittämiseen tilanteissa, joissa hyödynnetään monokromaattista valaistusta



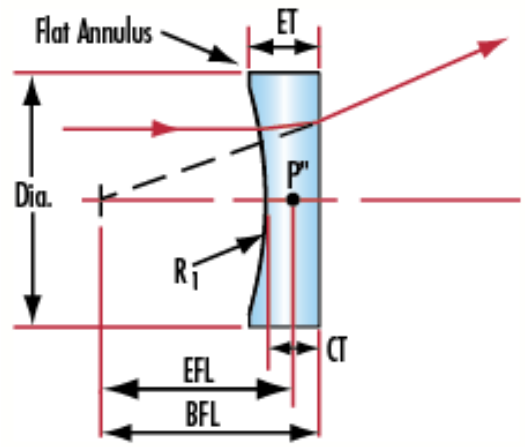
Kuvio 12. Tasokupera linssi. /26/

- Kupera linssi (Kuvio 13.).
    - Käytetään kuvansiirtoon ja objektien kuvaamiseen lähietäisyydeltä.



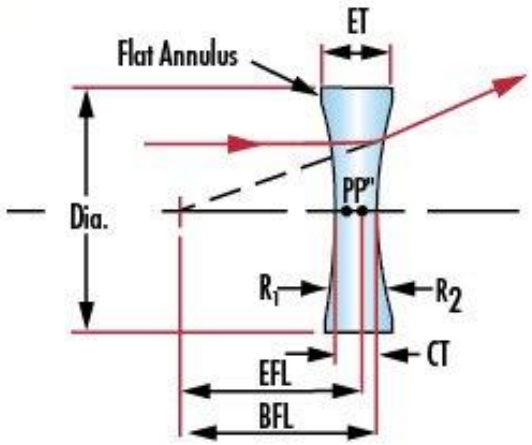
Kuvio 13. Kupera linssi. /26/

- Tasokovera linssi (Kuvio 14.).
    - Toinen pinta on kovera ja toinen tasainen. Käytetään valonsäteen levittämiseen, valon projektointiin ja polttovälin kasvattamiseen.



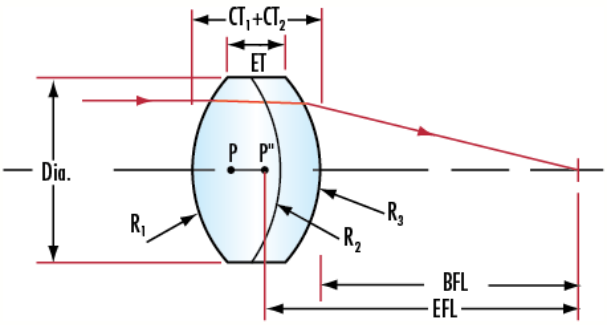
Kuvio 14. Tasokovera linssi. /26/

- Kovera linssi (Kuvio 15.).
    - Molemmat pinnat ovat koveria. Ominaisuudet ovat samat kuin tasokoverassa linssissä.



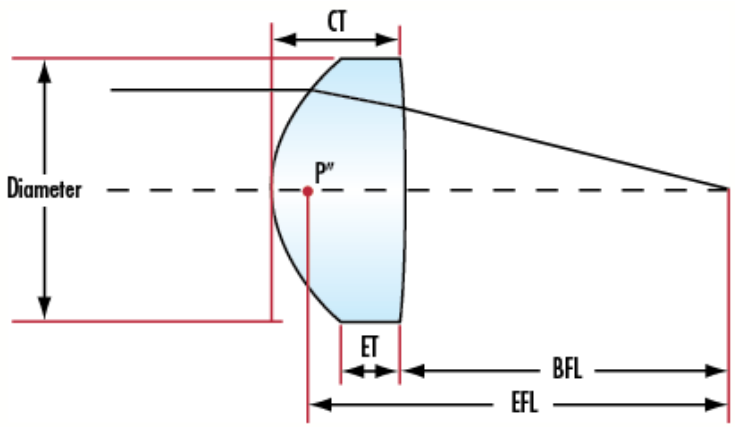
Kuvio 15. Kovera linssi. /26/

- Akromaattisesti positiivinen linssi (Kuvio 16.)
    - Ominaisuudet ovat samat, kuin tasokuperalla- ja kuperalla linssillä, mutta linssi kykenee keskittämään valonsäteen paremmin. Lisäksi akromaattisella linssillä saadaan parempi kuvanlaatu verrattuna edellämainittuihin.



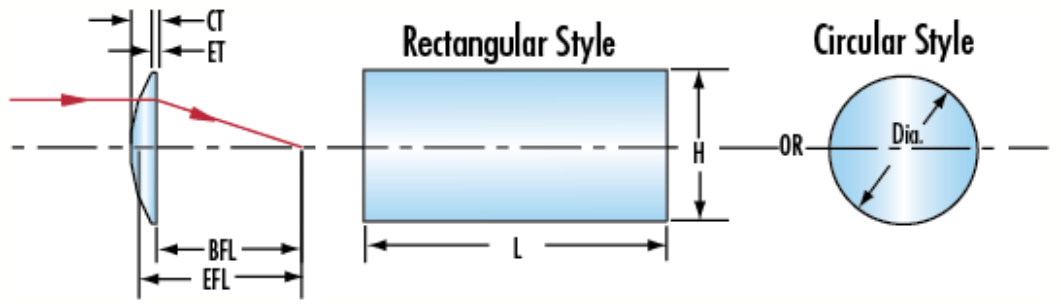
Kuvio 16. Akromaattisesti positiivinen linssi. /26/

- Asferinen linssi (Kuvio 17.).
    - Käytetään laservalonsäteen keskittämiseen tai useiden lieriömäisten linssien korvaamiseen



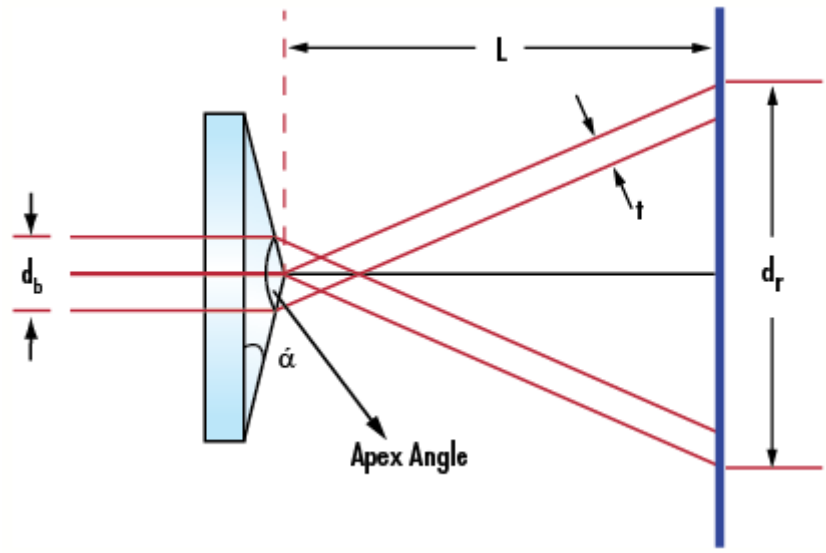
Kuvio 17. Asferinen linssi. /26/

- Positiivinen sylinteri (Kuvio 18.).
    - Käytetään valonsäteen viivamaiseen kokoamiseen tai kun halutaan muuttaa kuvasuhdetta.



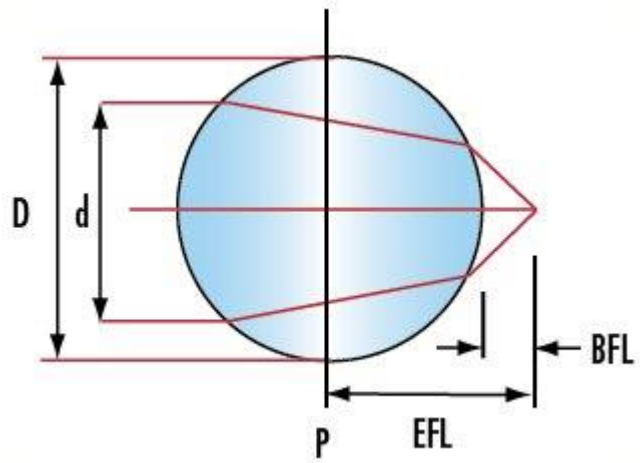
Kuvio 18. Positiivinen sylinteri. /26/

- Tasokupera kartiolinssi (Kuvio 19.).
    - Käytetään laservalonsäteen kehämäiseen kokoamiseen, jolla on tasainen paksuus.



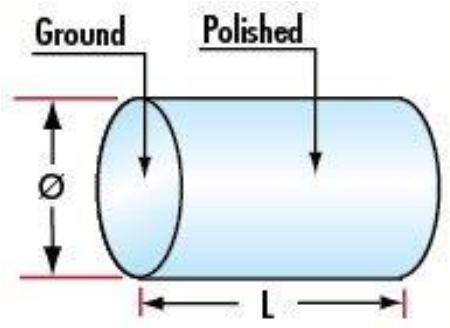
Kuvio 19. Tasokupera kartiolinssi. /26/

- Pallolinssi (Kuvio 20.).
    - Käytetään kuitukytkennässä, tähystyksessä, sekä viivakoodinlukusovellutuksissa.



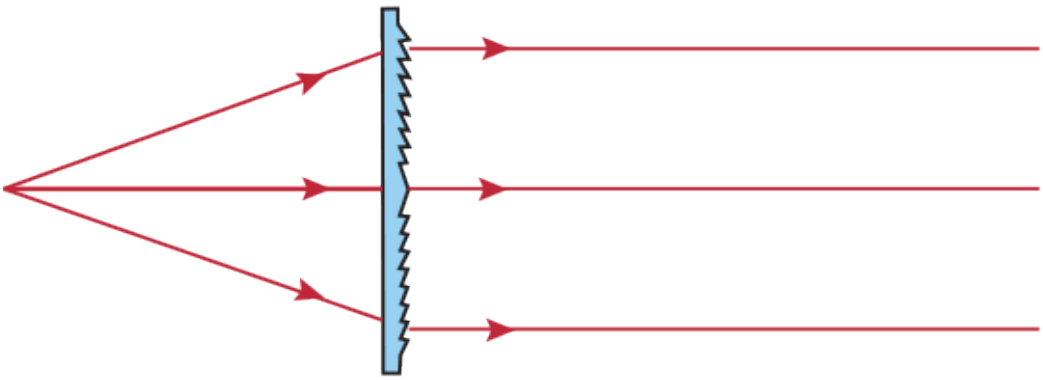
Kuvio 20. Pallolinssi. /26/

- Sauvalinssi (Kuvio 21.).
    - Käytetään pallolinssin tapaan kuitukytkennässä, sekä tähystyksessä.



Kuvio 21. Sauvalinssi. /26/

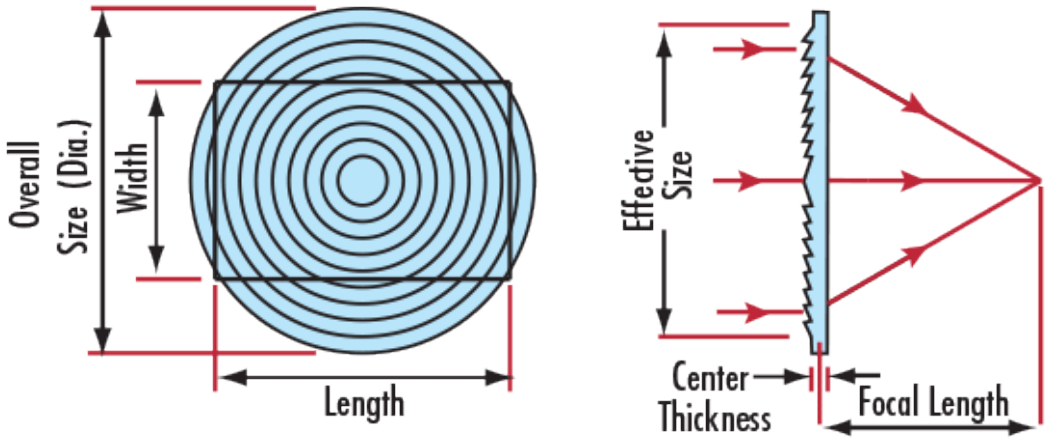
Opinnäytetyön kannalta erittäin huomionarvoinen linssityyppi, joka ei käsivalaisinoptiikkana ole kovin yleinen ratkaisu, on Fresnel-linssi. Tavanomaisten linssien tapaan Fresnel-linssi kykenee keskittämään valonsäteet yhdeksi tiheäksi pisteeksi (Kuvio 22.).



Kuvio 22. Fresnel-linssin säteentaitos. /27/

Fresnel-linssin ehkäpä tunnetuimmat käyttökohteet ovat yliolanheitin, eli piirtoheitin, sekä vesiliikennettä matalikoista varoittavan majakan, valonlähteen valonsäteiden kokoaminen yhdensuuntaiseksi säteeksi ilman erillistä heijastinpintaa, josta valonsäteet heijastuvat linssiin.

Fresnel-linssin valmistusmateriaali voi olla lasi tai muovi. Fresnel-linssi koostuu useista samankeskisistä urista, jotka on tehty muovista koostuvaan materiaaliin kaivertamalla. Tästä johtuen linssin poikkileikkauskuva muistuttaa sahanterän sahalaitaista kuviota (Kuvio 23.).



Kuvio 23. Fresnel-linssi. /27/

Fresnel-linssit ovat perinteisiin linsseisin verrattuna kevytrakenteisia ja ohuita, mikä tekee niistä hyödyllisiä moneen eri käyttötarkoitukseen, joissa perinteisiä linssejä ei voida hyödyntää. Fresnel-linssit eivät kuitenkaan sovellu hyvin optista tarkkuutta vaativiin sovellutuksiin, sillä linssin aiheuttama vääristymä tekee kuvasta epätarkan (Kuvio 24.). /27/

Kuvio 24. Fresnel-linssin vääristymä. /28/

4.4 Anodisointi

Anodisointi on elektrokemiallinen prosessi, jonka avulla metallin pinta voidaan muuttaa dekoratiiviseksi, korroosiota kestäväksi, oksidipinnoitteeksi. Anodisointi kehitettiin alun perin alumiinia varten, mutta myös muita metalleja voidaan anodisoida.

Anodisointi tapahtuu upottamalla kappale happamaan sähköä johtavaan liuokseen. Liuokseen laitetaan myös anodisoitava kappale, sekä niin kutsuttu uhrimetalli. Anodisoinnissa uhrimetalliin eli anodiin liitetään virtalähteen negatiivisesti varautunut johdin ja katodiin, eli pinnoitettavaan kappaleeseen liitetään positiivisesti varautunut johdin. Kytkettäessä virtalähde päälle, negatiivisesti varautuneet ionit lähtevät anodista kohti positiivisesti varautunutta kappaletta, eli katodia ja kiinnittyvät katodin pintaan.

Alumiinia anodisoidessa pinnoitettavan kappaleen pintaan syntyy erittäin kova ja kulutusta kestävä oksidikerros, joka koostuu hapettuneesta alumiinista. Anodisointia voidaan suorittaa myös kotioloissa, hyvin tuuletetussa tilassa, sillä reaktiossa vapautuu runsaasti räjähdysherkkää vetyä. /29/

4.5 Absorptiovärjäys

Absorptiovärjäyksessä värjättävä kappale upotetaan väriliuokseen ja väripigmentit imeytyvät syvälle värjättävän kappaleen pinnassa oleviin huokosiin, toisin kuin perinteisin menetelmin, joita ovat muun muassa märkämaalaus ja jauhemaalaus, joissa väriaine suihkutetaan kappaleen pinnalle. Kappaleen värjäydyttyä kauttaaltaan kappale siirretään kiehuvaan veteen, joka sulkee kappaleessa olevat huokoset uudella oksidikerroksella. Tällä tavoin värjätyillä kappaleilla on väistämättä pieniä sävyeroja, sillä sävyn kylläisyys on täysin riippuvainen kappaleen väriliuoksessa vietetystä ajasta. /30, 31/

4.6 Kiillotus

Kiillotus on tapahtuma, jossa pyritään saamaan käsiteltävälle kappaleelle sileä, mahdollisimman hyvin valoa heijastava pinta. Kappaleen kiillotuksen alkuvaiheina kappaleen pintaa hiotaan erilaisin välinein, esimerkiksi hiomapaperilla, poistaen pinnasta mahdollisia epäpuhtauksia, sekä pinnan epätasaisuuksia. Työvaiheita toistetaan kunnes kappaleen pinta on näkyviltä – tai mitattavilta osin tyydyttävä varsinaista kiillotusvaihetta varten. Ennen varsinaista peilikiillotusta kiillotettavan kappaleen pinta on matta, vasta loppukiillotukseen tarkoitetulla kiillotusaineella saavutetaan tavoiteltu kiilto ja pinnanlaatu.

Eri materiaaleille on kehitetty erilaisia kiillotusaineita, joiden koostumus voi erota toisistaan suuresti. Toisilla kiillotusaineilla on suurempi hiova vaikutus kuin toisilla aineilla, eli käytetty aine ja työkalu poistaa materiaalia suhteessa enemmän. Loppukiillotuksen kannalta kiillotusaineelta ei vaadita suurta materiaalinpoistokykyä. Mitä hienompijakoista kiillotusainetta käytetään, sitä parempi, eli naarmuttomampi, pinnanlaatu tavanomaisesti saavutetaan. Pinnanlaatuun vaikuttaa suuresti myös kiillotuksessa käytetty työkalu, eli kiillotuslaikka. /32/

Oman kokemukseni mukaan lampaanvillasta valmistettu kiillotustyökalu ei jätä kiillotettuun pintaan vastaavia naarmuja, kuin vaahtomuovista valmistettu kiillotustyökalu.

5 PROJEKTIN TOTEUTUS

5.1 Suunnittelu

Valaisimen suunnittelu aloitettiin tutkimalla tavallisen hehkulankatoimisen käsivalaisimen rakennetta, miten se on rakennettu, mitä komponentteja valaisin sisältää ja minkälaisia materiaaleja valaisimessa on käytetty.
Suurin osa tiedoista löytyi käsivalaisintekniikkaan perehtyneiltä keskustelupalstoilta, joten valaisimen perusrakenne, sekä tarvittavat komponentit olivat selvillä suhteellisen nopeasti.

Jo opinnäytetyön alkuvaiheessa oli heti selvää, että haluan valaisimen valokeilalta mahdollisimman pitkää kantamaa. Pitkää kantamaa varten on valaisimessa sijaitsevan valoa kokoavan heijastimen oltava mahdollisimman kookas, sekä valonlähteenä käytetyn LED:n piti olla mahdollisimman suuritehoinen.

Näiden kahden kriteerin yhteisvaikutus heijastui itse suunnitteluvaiheeseen, sillä nämä määrittelivät valaisimen fyysisen koon ja muodon. Kookkaan heijastimen takia rungon oli oltava leveä, kun taas suuritehoinen LED vaatii kookkaan akuston, jonka takia akkumakasiinista täytyi suunnitella mahdollisimman pitkä, jotta valaisimesta olisi jotakin toiminnallista hyötyä, kuin pelkästään muutaman minuutin ajan LED:n virrankulutuksen takia.

Suunnittelun haasteena oli pitää valaisin mahdollisimman kompaktina, sekä toiminnallisena. Valaisin oli myös pystyttävä kokoamaan niin sanotuissa ”kotioloissa” ilman erikoistyökaluja, lisäksi suunnittelussa piti huomioida valmiiden ostokomponenttien luomat vaatimukset. Suurimmaksi haasteeksi kuitenkin muodostui LED:n kehittämä lämpösäteily, jota oli aluksi vaikea saada levittyvään tasaisesti valaisimen runkoon. Käyttäen apuna Siemens PLM Software NX -ohjelmistoa valaisimen muoto ja rakenne koki kolme eri revisiota lämpösimulaatiosta saatujen tulosten perusteella, kunnes olin tyytyväinen tuloksiin. Liian korkealla lämpötilalla oli LED:n valmistajan mukaan negatiivisia vaikutuksia LED:n käyttöikään, sekä LED:stä saatuun valotehoon. /19/

5.2 Materiaali- ja osavalinnat

Valaisimesta täytyi suunnitella mahdollisimman keveä, jotta sitä olisi miellyttävä käyttää. Lähtöarvojen perusteella valaisimesta oli tulossa kuitenkin niin kookas, että tietyssä vaiheessa opinnäytetyön nimeä ”Taskulampun suunnittelu” täytyi alkaa kyseenalaistamaan, sillä pelkästään akusto muine tarvikkeineen painoi 801g grammavaa’alla mitattuna. Näiden tekijöiden johdosta opinnäytetyön nimeä päätettiin muuttaa nykyiseen muotoonsa.

Valaisimen koon takia ilmiselvä materiaalivalinta oli alumiini. Saatavilla toki olisi ollut myös kevyempiä metalleja, mutta koska opinnäytetyö tehdään itselle niin yhtenä, mutta ei niin merkittävänä, kriteerinä oli valmistaa valaisin mahdollisimman halvalla, kuitenkin laadusta tinkimättä.

LED valikoitui tehtävään sen saatavuuden, sekä tehon takia. Valmistajan ilmoittamat arvot LED:lle ovat 32W sähköteho sekä 4022lm valoteho 4.8A virralla ja 6V jännitteellä. /17/
LED:n virrantarve heijasti vaatimuksensa akustoon ja akustoiksi valikoitui kaksitoista kappaletta tyypin 18650 uudelleen ladattavia akkupattereita 3350 mAh varauskapasiteetilla ja 3.7 V jännitteellä. /18/

Akustot järjestettiin niin, että kolme kappaletta akkuja ovat rinnakkainkytkennässä oman kotelonsa sisällä, joista muodostuu yksi moduuli. Näitä moduuleita aseteltiin neljä kappaletta sarjakytkentään, jolloin koko akuston kokonaiskapasiteetti on 10 050 mAh sekä 14.8 V. Järjestämällä akuston tähän tapaan akustosta, sekä myöskin akkumakasiinista, saatiin mahdollisimman kompakti, sekä tällä tavoin rajoitettiin valaisimessa käytetyn toimintakytkimen kautta kulkevaa virtaa. Lisäksi myös LED:n toiminta-aika kasvoi huomattavasti.

LED vaatii toimiakseen paitsi virtaa ja jännitettä, myös niitä hallitsevan yksikön joka syöttää LED:lle tietyn määrän virtaa käyttäjän valitessa eri toimintoja. Tällaisia yksiköitä oli saatavilla valmiina ostokomponentteina ja valittavissa oli

laaja kirjo hallintayksiköitä eri toiminnoilla. Hallintayksikön toiminnot liittyvät eri teho-ohjelmiin ja LED:iä voidaan käyttää eri teho-ohjelmissa. Hallintayksiköksi valikoitui yksikkö joka sisältää järjestyksessä seuraavat ohjelmat ja toiminnot;

- 100 % teho
- 50 % teho
- 5 % teho
-STROBO, eli tiheäsyklinen on/off-toiminto
- SOS -toiminto

5.3 Muoto

Perinteisesti kannettava käsivalaisin on muodoltaan pyöreä valmistuksen, sekä käytännöllisyyden helpottamiseksi. Tämän opinnäytetyön valaisimen muoto noudattaa samaa linjaa.
Jotta opinnäytetyön tavoite täyttyisi halutulla tavalla, tulisi valoa kokoavan heijastimen koota mahdollisimman paljon LED:n emittoivaa valoa yhteen tiheään pisteeseen.

5.4 Malli ja piirustukset

3D-mallinnus aloitettiin heijastimen mallinnuksella, sillä heijastimen koko määritteli tässä opinnäytetyössä muut, heijastinta ympäröivien osakomponenttien, kuten varsinaisen rungon koon, josta tuli odotettua kookkaampi. Kuitenkin heijastimen muoto koki valmistusvaiheessa pieniä muutoksia, jotka vaikuttivat heijastimen lopulliseen muotoon.
Mallinnus, sekä valmistuspiirustukset tehtiin pääsääntöisesti Autodesk:n tuottaman suunnitteluohjelma Inventor -avulla. Siemens PLM Software NX -ohjelmalla simuloitiin Inventor:lla mallinnetun kokonaisuuden lämmönjohtokyky.

5.5 Toteutus

Valaisimen ensimmäisen osa valmistui tammikuussa, joka oli heijastin. Heijastimen malli oli aiemmin 3D -tulostettu, jotta nähtäisiin, miten kyseinen kappaleen kiinnitys työstökoneeseen olisi mahdollista. Heijastimen saatuani alkoi heijastinpinnan kiillotus lopulliseen muotoonsa, sillä kiillotettu pinta heijastaa valoa tasaisemmin kuin epätasainen pinta.

Heijastinpinnan työstöjälkien hionta toteutettiin Mirka Ecowet -märkähiomapaperilla, joiden karkeudet olivat karkeimmasta hienoimpaan välillä P600–2000. /20/ Tavallisella märkähiomapaperilla hiomisen jälkeen hiomista jatkettiin vielä Mirka Abralon –tuoteperheen hiomatyynyllä, joiden karkeudet olivat P3000–4000. /21/
Työstöjälkien hionnan jälkeen oli vuorossa varsinainen heijastinpinnan kiillotus. Kiillotus toteutettiin käyttäen lampaanvillasta valmistettua kiillotustyynyä. Kiillotustahnana käytettiin alumiinille kehitettyä kiillotusainetta; Mothers Mag & Aluminum Polish -kiillotustahnaa. Kiillotusta jatkettiin, kunnes pinnan heijastavuus vaikutti silminnähden hyvältä. Pinnan heijastavuutta yritettiin mitata tähän soveltuvin välinein, mutta pinnan kaarevuuden vuoksi mittauslaitteen lukupää ei saanut mitattua mitattavasta pinnasta luotettavaa lukemaa.

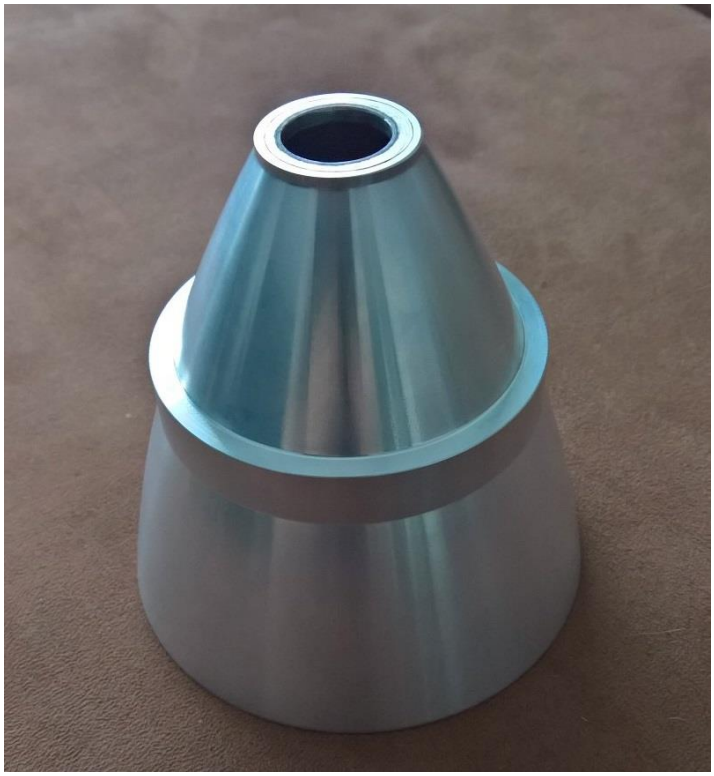
Muut osat valmistettiin heijastimen valmistuksen jälkeen. Tällä välin oli aikaa keskittyä muiden osakomponenttien hankintoihin.

Asennusvaiheessa LED:n asennus holkkiin koitui ongelmaksi, sillä LED:n täytyy pysyä tukevasti ja hyvin kiinni holkissa, jotta se johtaisi kaiken lämmön valaisimen runkoon. Tavallinen ruuvikiinnitys ei ollut mahdollinen, sillä osien sopivuuksista tehtiin mahdollisimman tiukat, joten tilaa ruuvikiinnitykselle ei olut. Parhaaksi tavaksi kiinnittää LED oli Artic Cooling:n valmistama Arctic Silver Thermal Compound -tietotekniikkasovellutuksia varten kehitetyllä lämpöä johtavalla liimalla.

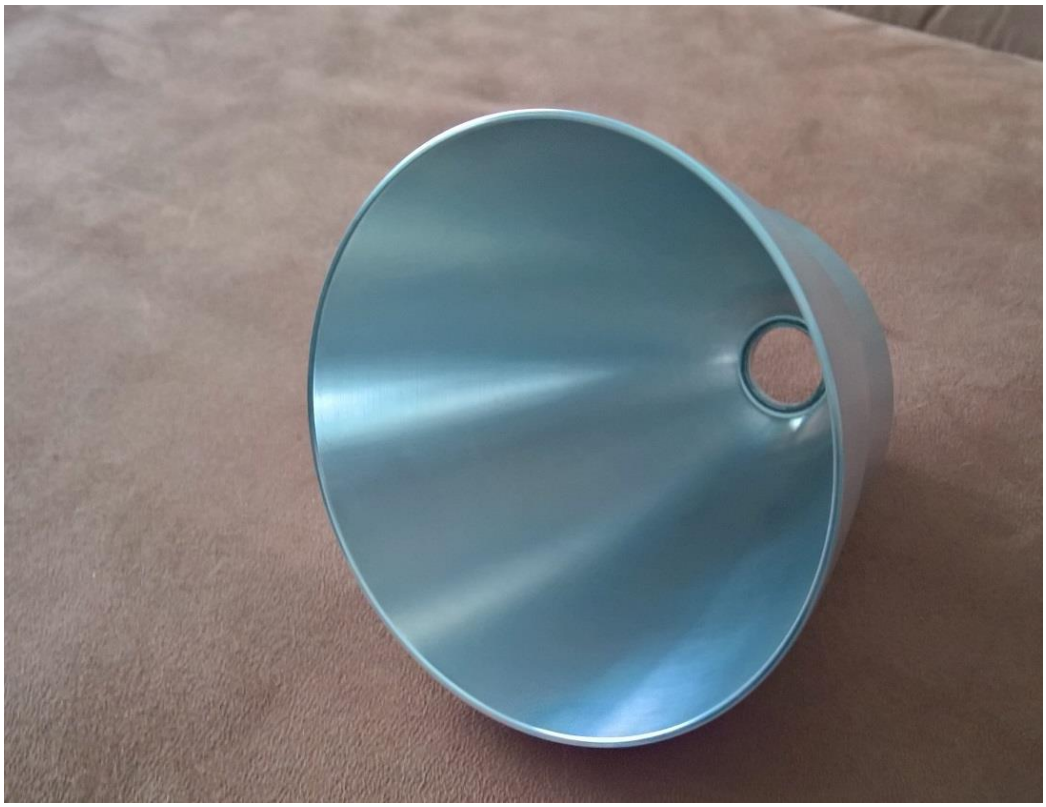
5.6 Tuotos

Osien valmistuttua valaisin kasattiin ja valaisimen toimintaa testattiin (Kuviot 25-62.). Valaisimesta mittaradalla otetut suorituskykykuvat on otettu 22.4.2018 klo 00.08 käyttäen Nikon D3100 -järjestelmäkameraa, sekä seuraavia kamera-asetuksia;

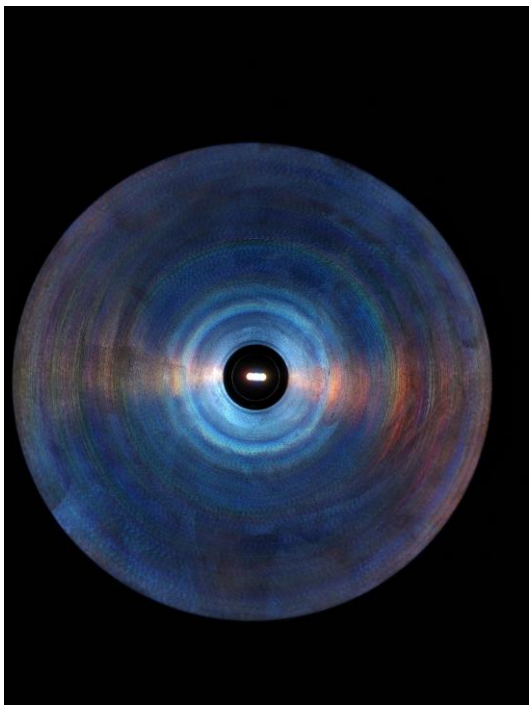
- Aukko f/5.6
- Valotusaika 10 sekuntia
- ISO400
- Valotusarvo -1
- Polttoväli 55 mm



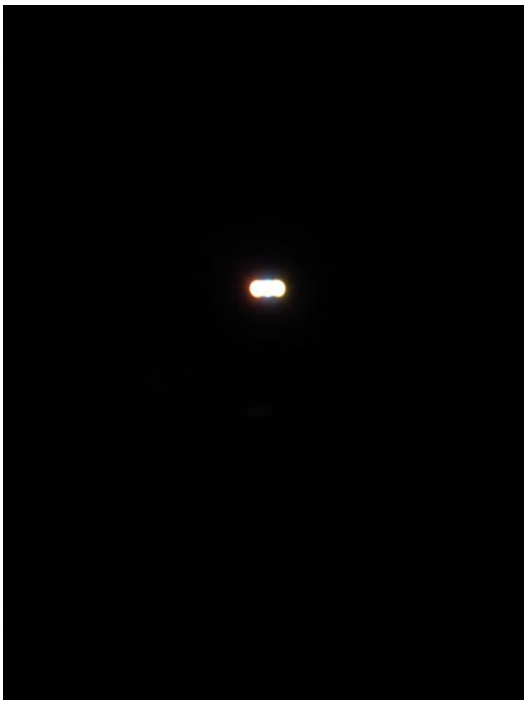
Kuvio 25. Heijastin.



Kuvio 26. Heijastin.



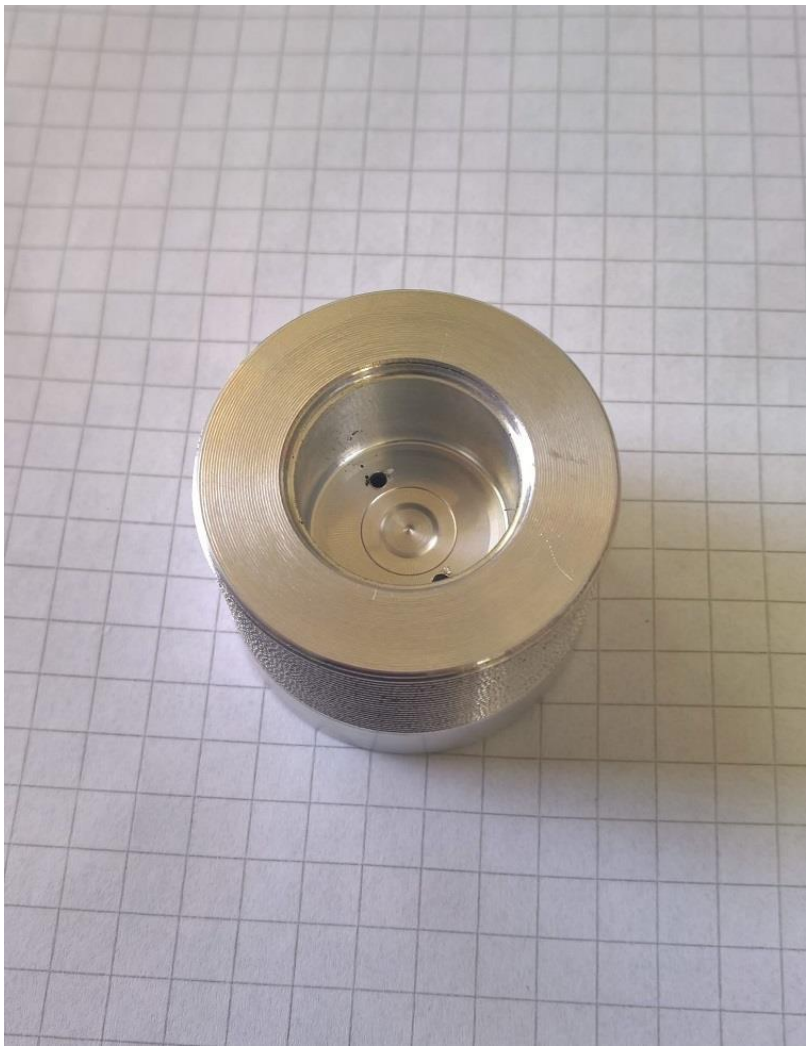
Kuvio 27. Heijastimen valonkeräys.



Kuvio 28. Referenssikuva.

Kuvio 29. Heijastin kiillotettuna.

Kuvio 30. Valaisimen runko.

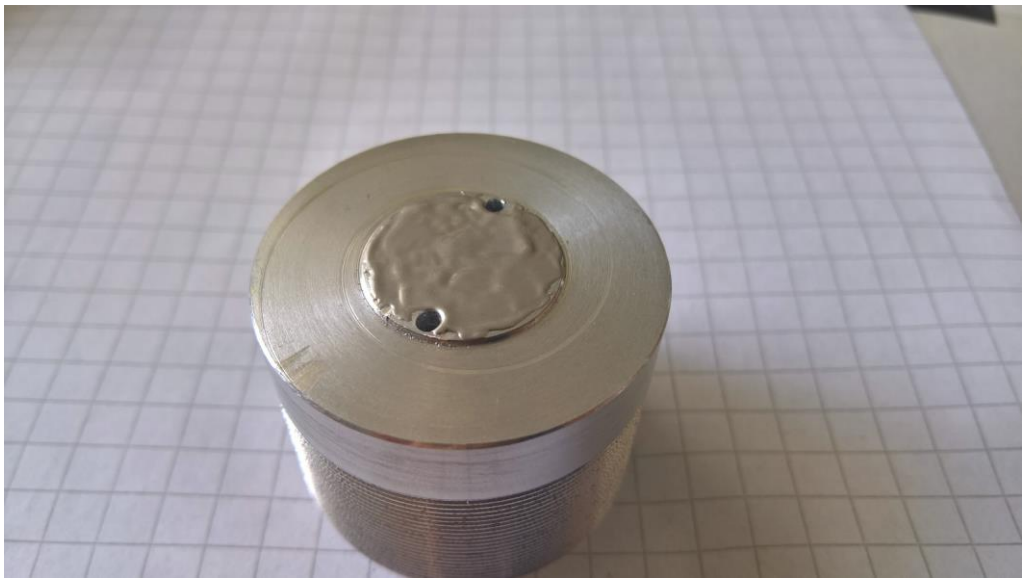


Kuvio 31. LED:n ja virtalähteen asennusholkki.

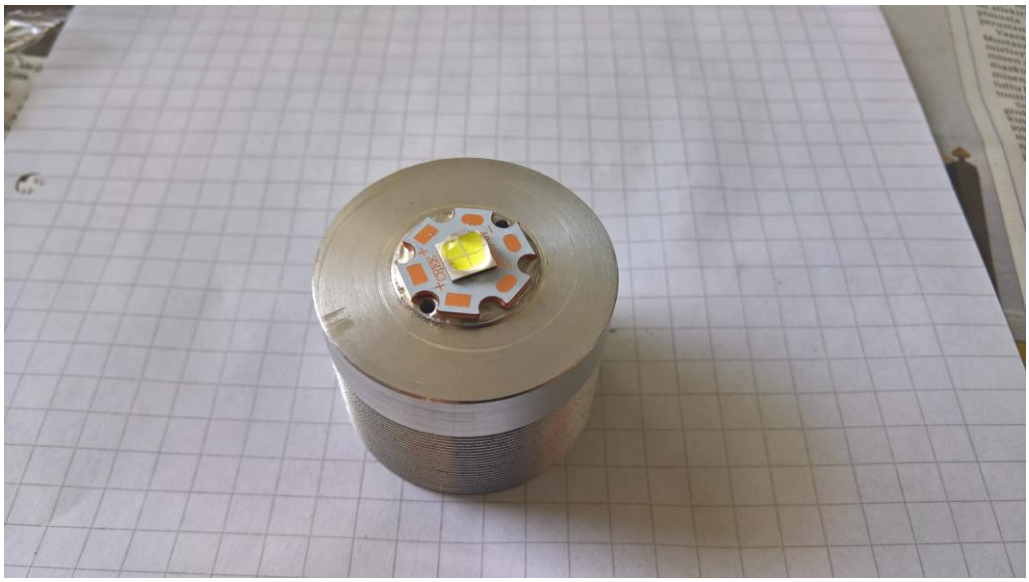
Kuvio 32. Arctic Cooling Arctic Silver lämpöä johtava liima.

Kuvio 33. Lämpöä johtavan liiman osat A -ja B.

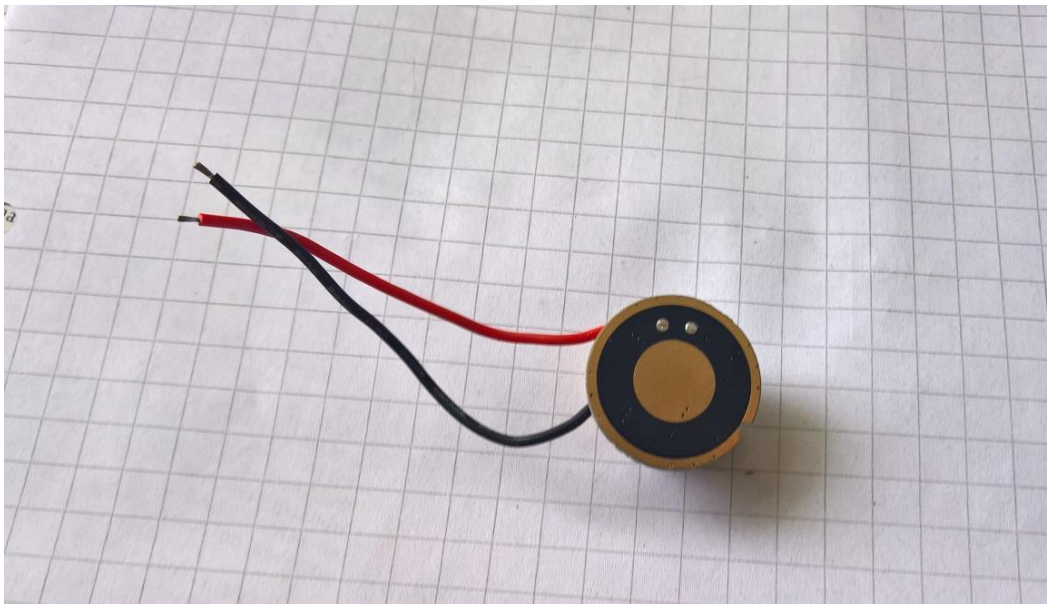
Kuvio 34. Osat A -ja B sekoitettuna.



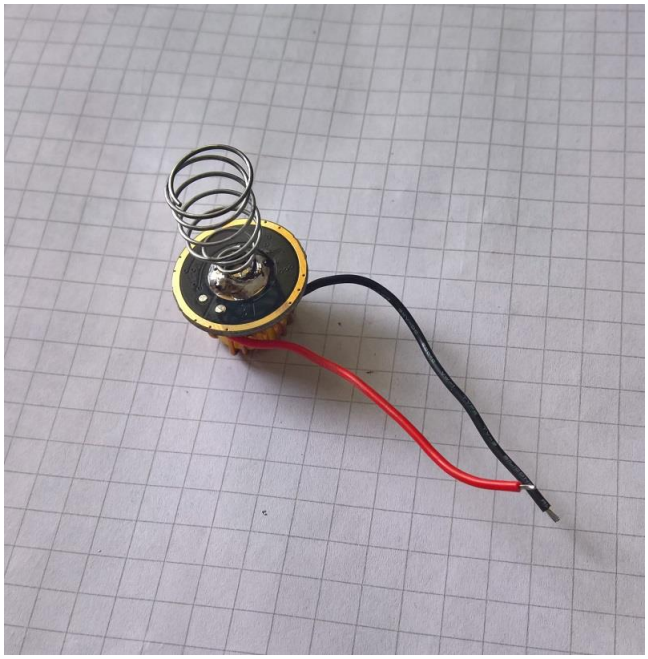
Kuvio 35. Lämpöä johtava liima levitettynä asennusholkkiin.



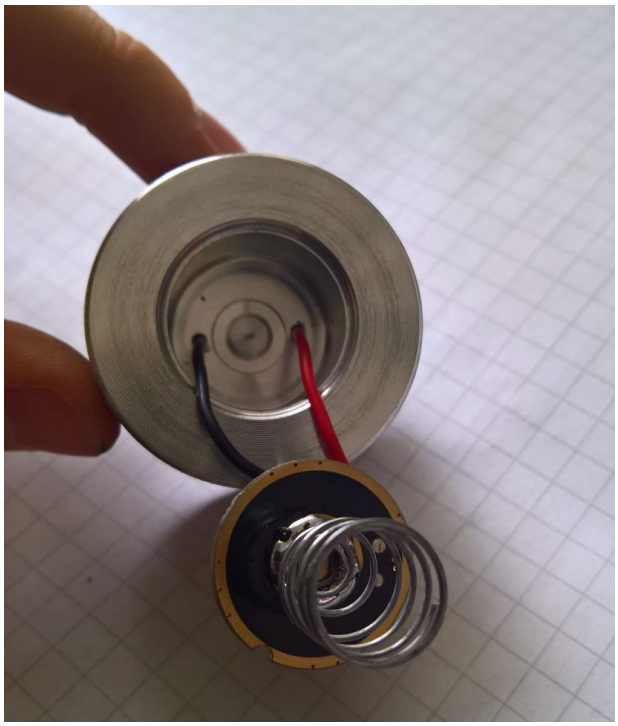
Kuvio 36. LED asennettuna.



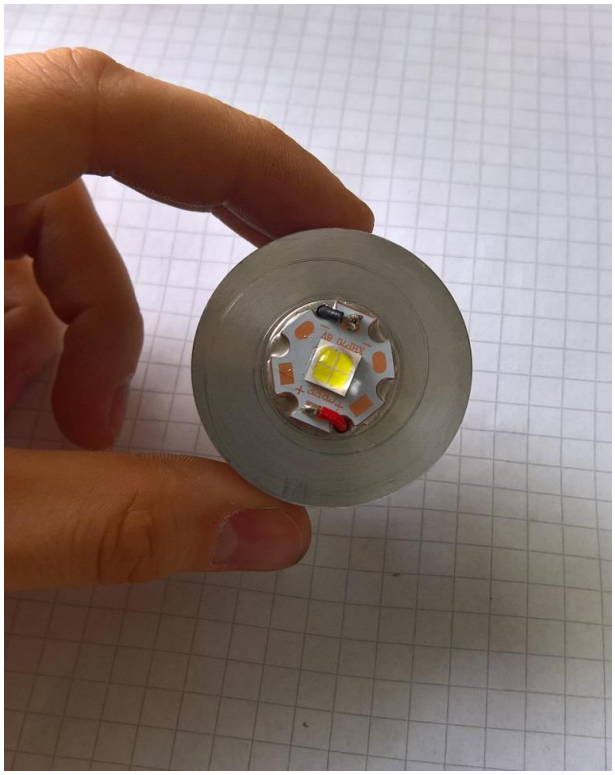
Kuvio 37. LED:n virtalähde.



Kuvio 38. Puristusjousi asennettuna virtalähteen plusnapaan (+).



Kuvio 39. Virtajohtojen asennusreitti.



Kuvio 40. Johdot liitetty LED:iin.

Kuvio 41. Yleiskuva asennusholkista.

Kuvio 42. Yleiskuva asennusholkista.

Kuvio 43. Akkupatterimoduuli.

Kuvio 44. Akkupatterimoduuli.

Kuvio 45. Ladattava akkupatteri.

Kuvio 46. Hiuslenkki.

Kuvio 47. Akkupatterimoduuli toimintavalmiudessa.

Kuvio 48. Akkupatterimoduuli toimintavalmiudessa.

Kuvio 49. Virtakatkaisin.

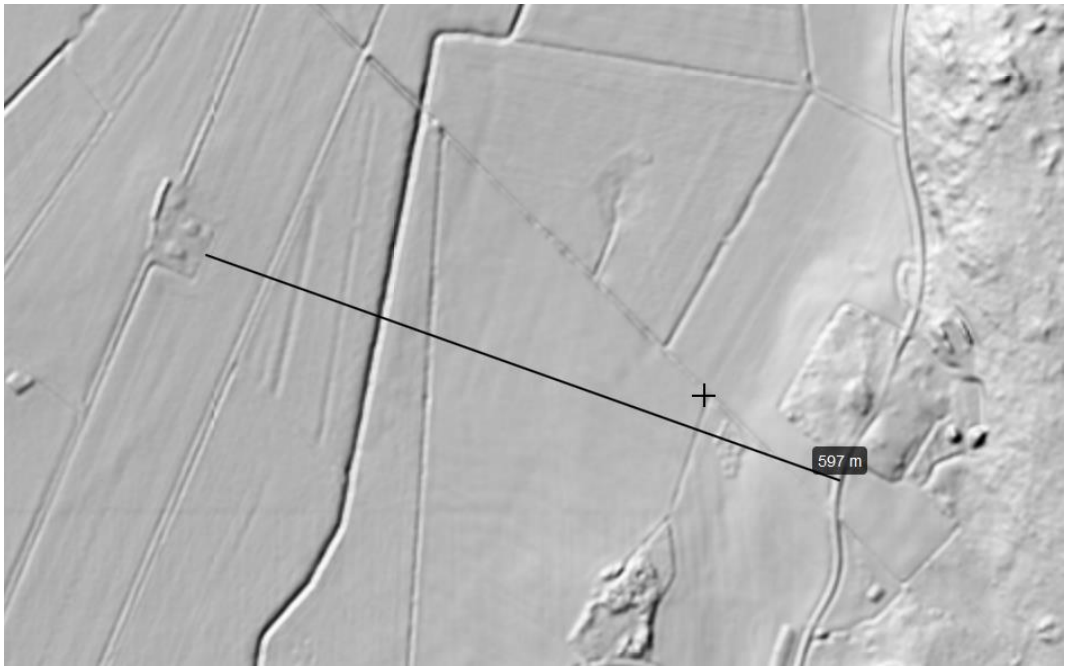
Kuvio 50. Virtakatkaisin.

Kuvio 51. Päätytulppa.

Kuvio 52. Päätytulppa.

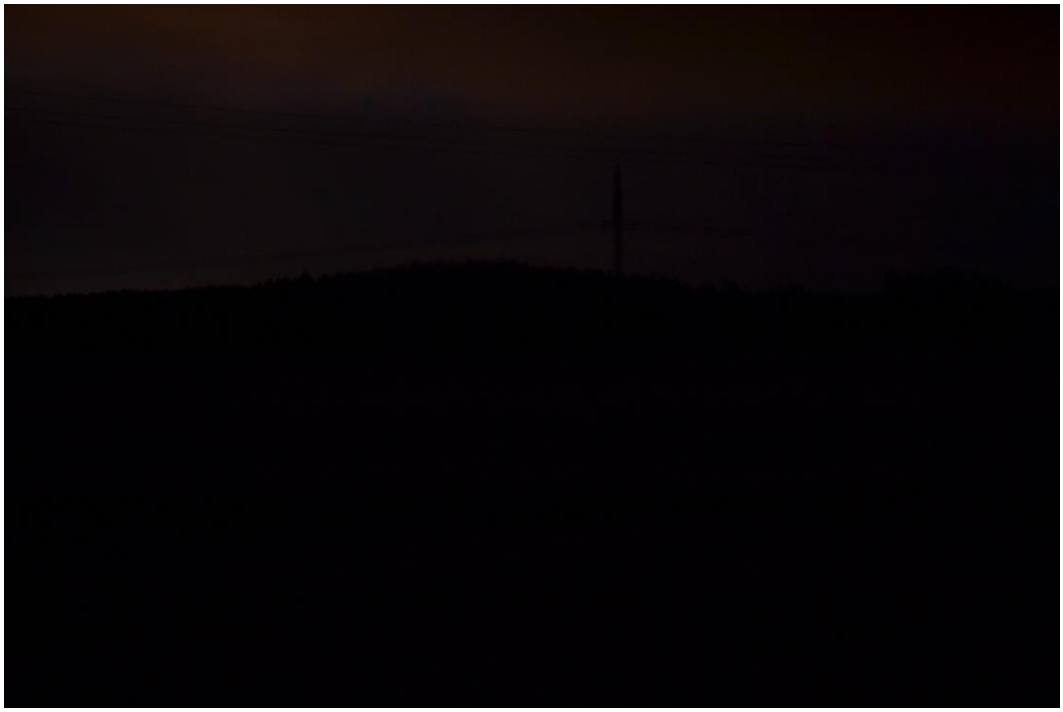
Kuvio 53. Valaisin kasattuna.

Kuvio 54. Valaisimen kokonaispaino.



Kuvio 55. Mittarata.

Kuvio 56. Päiväkuva mittaradasta.



Kuvio 57. Referenssikuva yöllä.

Kuvio 58. Suorituskykykuva, 100 %:n teho.

Kuvio 59. Suorituskykykuva, 50 %:n teho.

Kuvio 60. Suorituskykykuva, 5 %:n teho.

6 POHDINTA JA ARVIOINTI

Opinnäytetyö ylitti odotukseni –ei pelkästään sen osalta, että valaisimen osat onnistuttiin valmistamaan ilman hankaluuksia, vaan myös sen osalta, että valaisin toimii. Valaisin on myös koostaan huolimatta suhteellisen kevyt. Valaisimen runko grammavaa'alla mitattuna painaa 1625 g ja toimintakunnossa 2815 g (Kuvio 56.). Valaisin on punnittu vaa'alla jonka tarkkuus on valmistajan mukaan ±1 g.
Kehityskohteita valaisimessa on tästä huolimatta. Ostokomponenttina hankittu Fresnel-linssi ei ollut vielä saapunut, kun opinnäytetyön kirjallinen osuus luovutettiin tarkistukseen. Lisäksi anodisointia, eikä absorptiovärjäystä ole tehty.

Mahdollisesti myös LED -ja virtalähde vaihtuvat toisiin, sillä LED:n valmistajan valikoimista löytyy nykyistä suorituskykyisempi vaihtoehto, joka on valonantoteholtaan tehokkaampi, mutta samalla se on sähköteholtaan pienempi, eli kyseinen LED on tehokkaampi ja se tarvitsee vähemmän virtaa, sekä jännitettä saavuttaakseen saman tehon, kuin nykyinen LED. Tämänhetkisestä virtalähteestä puuttuvat ylivirta- ja ylikuumenemissuoja, jotka ovat omalta osaltaan elintärkeät valaisimen toimintavarmuuden kannalta.

Valaisimen akustossa on myös ajoittain kosketushäiriöitä, sillä kahvaosuuden sisähalkaisija on hieman suurempi, kuin rinnankytkentään käytettyjen moduulien halkaisija, jolloin moduulit pääsevät liikkumaan kahvaosuuden sisällä ja näin aiheuttaen kosketushäiriöitä. Nämä kosketushäiriöt voivat olla LED:n ja virtalähteen toiminnan kannalta haitallisia, sillä kosketushäiriötilanteissa voi ilmetä äkillisiä virtapiikkejä. Tällä hetkellä ongelma on ratkaistu tavallisella, hiusten kiinnittämiseen tarkoitetuilla kumilenkeillä, jotka on venytetty moduulien ympärille, jolloin kahvaosuuden ja moduulien välinen rako tiivistyy umpeen, joka estää moduulien liikkumisen sivuttaissuunnassa.

Tärkein osa valaisimessa on heijastin, jonka muoto onnistui kohtalaisen hyvin. Heijastin kokoaa valoa erinomaisesti, mutta ei tavalla, jolla opinnäytetyön tavoite olisi mahdollinen. Mikäli Fresnel-linssi ei tuo toivottua vaikutusta valokeilan leveyteen- ja kantamaan, on harkittava heijastimen jatkokehitystä.

LÄHTEET

/1/ Astrolux MF02 CW. Maukka. Viitattu 11.12.2017
http://www.candlepowerforums.com/vb/showthread.php?442206-AstroluxMF02-CW-review-w-measurements-(XHP35-HI-4x18650)

/2/ The Survival Life -valaisinvertailu. David Ferraro. Viitattu 12.12.2017
https://thesurvivallife.com/the-best-throw-flashlight.html

/3/ Budgetlightforum -valaisintekniikkaforumi. Viitattu 12.12.2017
http://budgetlightforum.com/

/4/ Candlepowerforums -valaisintekniikkaforumi. Viitattu 12.12.2017
http://www.candlepowerforums.com/

/5/ Mitä on 3D-tulostus. Viitattu 13.12.2017
https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/

/6/ Kuvio 2. 3D-tulostimen koordinaatisto. Viitattu 13.12.2017
https://i.stack.imgur.com/YjnCa.png

/7/ Mitä ovat CNC -koneet? Deirde Sheeran. Viitattu 15.12.2017
https://www.morganmckinley.ie/article/what-are-cnc-machines

/8/ Kuvio 3. Reikänauha. Viitattu 15.12.2017
http://www.nic.funet.fi/index/FUNET/history/mbase/en/reikanauha.jpg

/9/ Kuvio 4. Sorvissa työstettävä kappale. Viitattu 16.12.2017
https://i.ytimg.com/vi/LDOWhg4R8a0/hqdefault.jpg

/10/ Sananselitys sanalle sorvi. Viitattu 16.12.2017
http://www.dictionary.com/browse/lathe

/11/ Kuvio 5. CNC-ohjattu sorvi. Viitattu 16.12.2017
http://hyriametalli.weebly.com/uploads/3/9/6/6/39664158/6082415_orig.jpg

/12/ 3D-mallinnus. Autodesk. Viitattu 16.12.2017
https://www.autodesk.com/solutions/3d-modeling-software

/13/ Listaus 25:stä suosituimmasta 3D –mallinnusohjelmistosta. Viitattu 17.12.2017
https://i.materialise.com/blog/top-25-most-popular-3d-modeling-design-software-for-3d-printing/

/14/ Siemens PLM Software NX 3D-mallinnusohjelmisto. Viitattu 17.12.2017
https://www.plm.automation.siemens.com/en/products/nx/about-nx-software.shtml

/15/ Inventor. Autodesk. Viitattu 17.12.2017
https://www.autodesk.fi/products/inventor/overview (17.12.2017)

/17/ Cree XHP70 tuotetieto. Cree. Viitattu 28.12.2017
http://www.cree.com/led-components/products/xlamp-leds-arrays/xlamp-xhp70

/18/ Akkupatteri. Vaasan elektroniikkakeskus. Viitattu 28.12.2017
https://www.vekoy.com/product_info.php?products_id=27733

/19/ XHP70 datalehti. Cree. Viitattu 28.12.2017 http://www.cree.com/led-components/media/documents/ds-XHP70.pdf

/20/ Ecowet märkähiomapaperi. Mirka. Viitattu 12.01.2018
https://www.mirka.com/fi/ECOWET-200

/21/ Abralon hiomatyyny. Mirka Viitattu 12.1.2018
https://www.mirka.com/fi/ABRALON-8A0

/22/ Cree XHP70 lämmönhallinta –datalehti. Cree. Viitattu 12.01.2018
http://www.cree.com/led-components/media/documents/XLampThermalManagement.pdf

/23/ Lämmönjohtavuustaulukko. Tibtech. Viitattu 19.01.2018
http://www.tibtech.com/conductivity.php

/24/ Valon heijastuvuus. Optics 4 kids. Viitattu 25.02.2018
https://www.optics4kids.org/what-is-optics/reflection/the-reflection-of-light

/25/ Linssit ja peilit. Optics 4 kids. Viitattu 25.02.2018
https://www.optics4kids.org/what-is-optics/general/lenses-and-mirrors

/26/ Optisten linssien geometria. Edmundoptics. Viitattu 25.02.2018
https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/optics/understanding-optical-lens-geometries/

/27/ Fresnel-linssin edut. Edmunoptics. Viitattu 30.3.2018
https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/optics/advantages-of-fresnel-lenses/

/28/ Kuvio 26. Fresnel-linssin vääristymä. Viitattu 30.3.2018
https://image.made-in-china.com/202f0j00RCatADbEvJuf/Plastic-Fresnel-Lens-for-TV-Projection-Tvs.jpg

/29/ Mitä on anodisointi? Anodizing. Viitattu 02.04.2018
http://www.anodizing.org/?page=what_is_anodizing

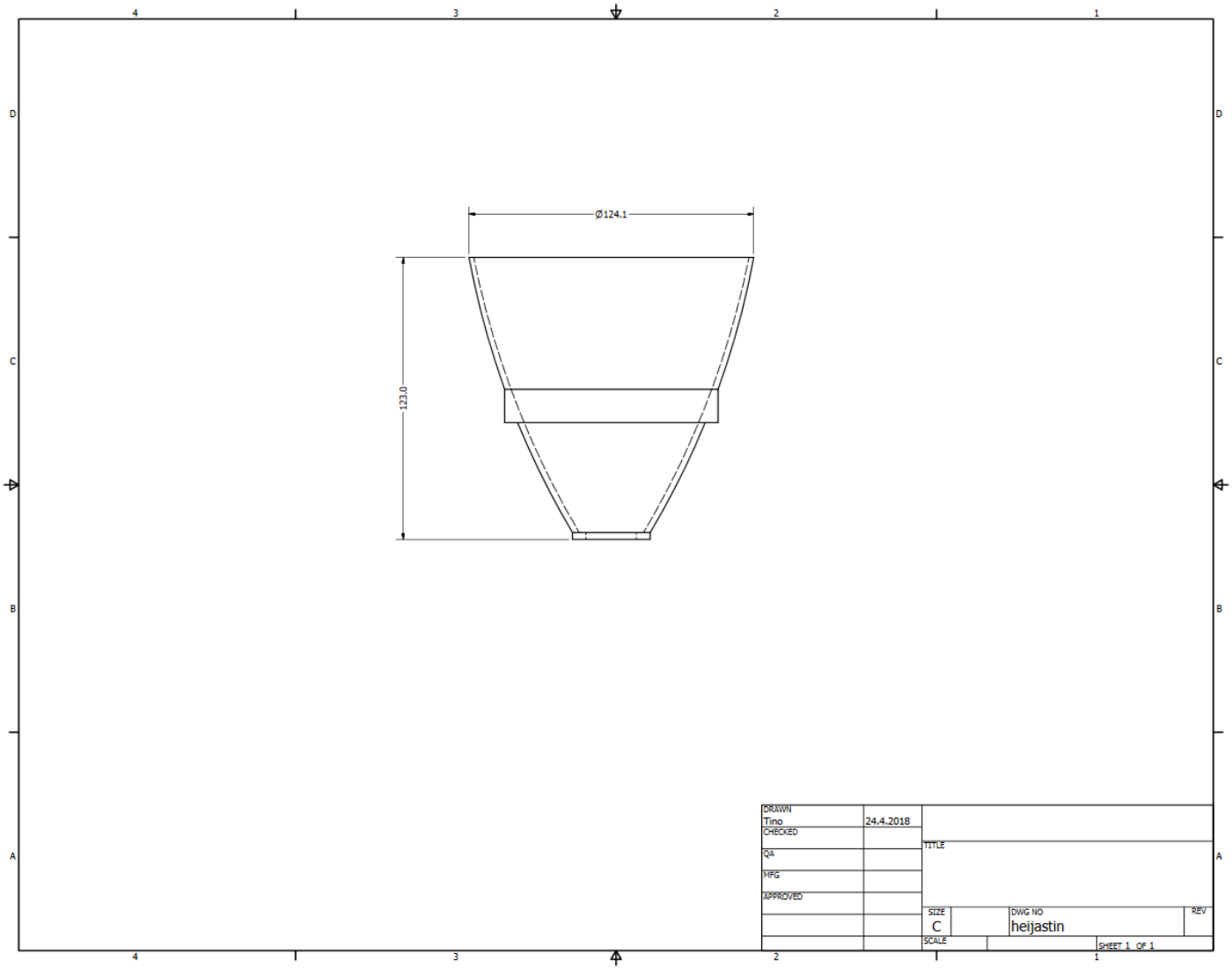
/30/ Mitä on anodisointi? Mario S Pennisi. Viitattu 15.04.2018
http://www.coatfab.com/anodising.htm

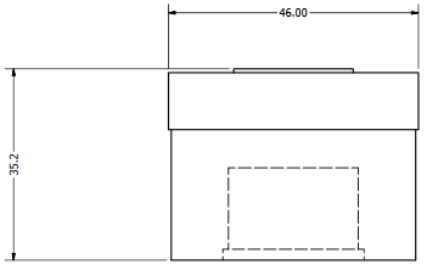
/31/ Alumiinin pintakäsittelyt. Nordic Aluminium. Viitattu 15.04.2018
http://www.nordicaluminium.fi/linked/fi/palvelut/alumiinin_pintakasittelyt.pdf

/32/ Hiominen ja kiilloittaminen. Struers. Viitattu 20.04.2018
https://www.struers.com/en/Knowledge/Grinding-and-polishing#

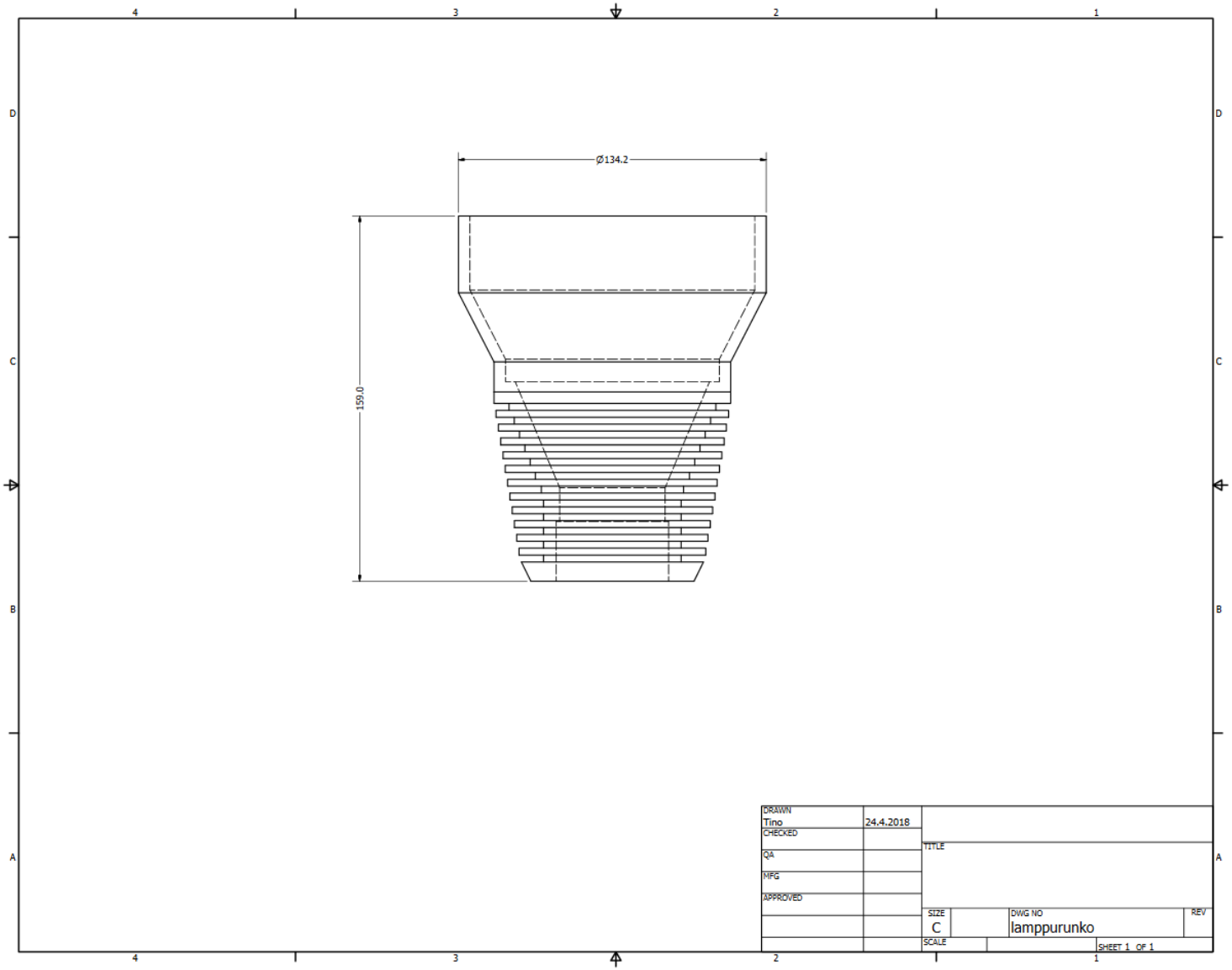
/33/ Miten taskulamppu toimii? Energizer. Viitattu 22.04.2018
http://www.energizer.com/about-flashlights/how-does-a-flashlight-work

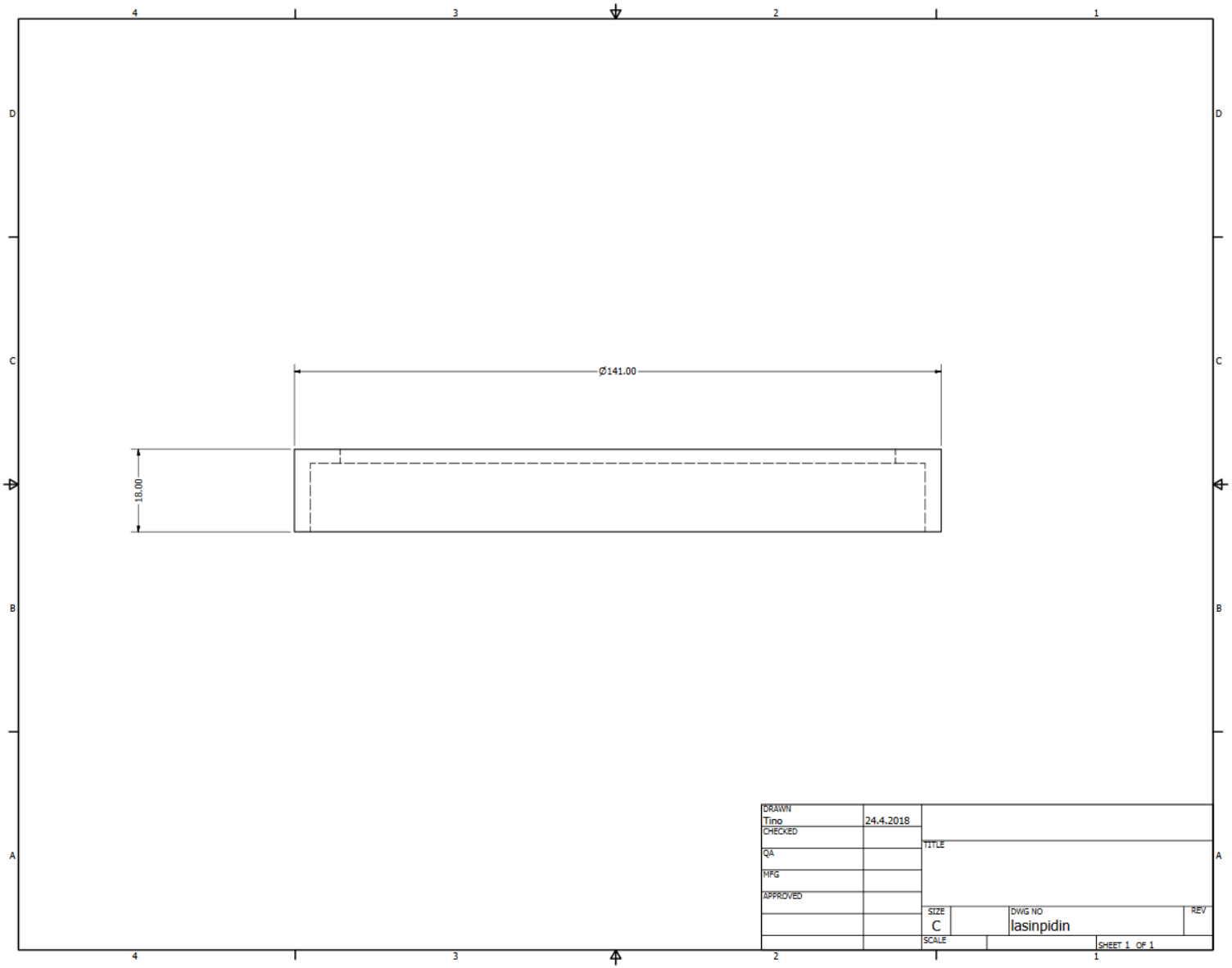
LIITE 1

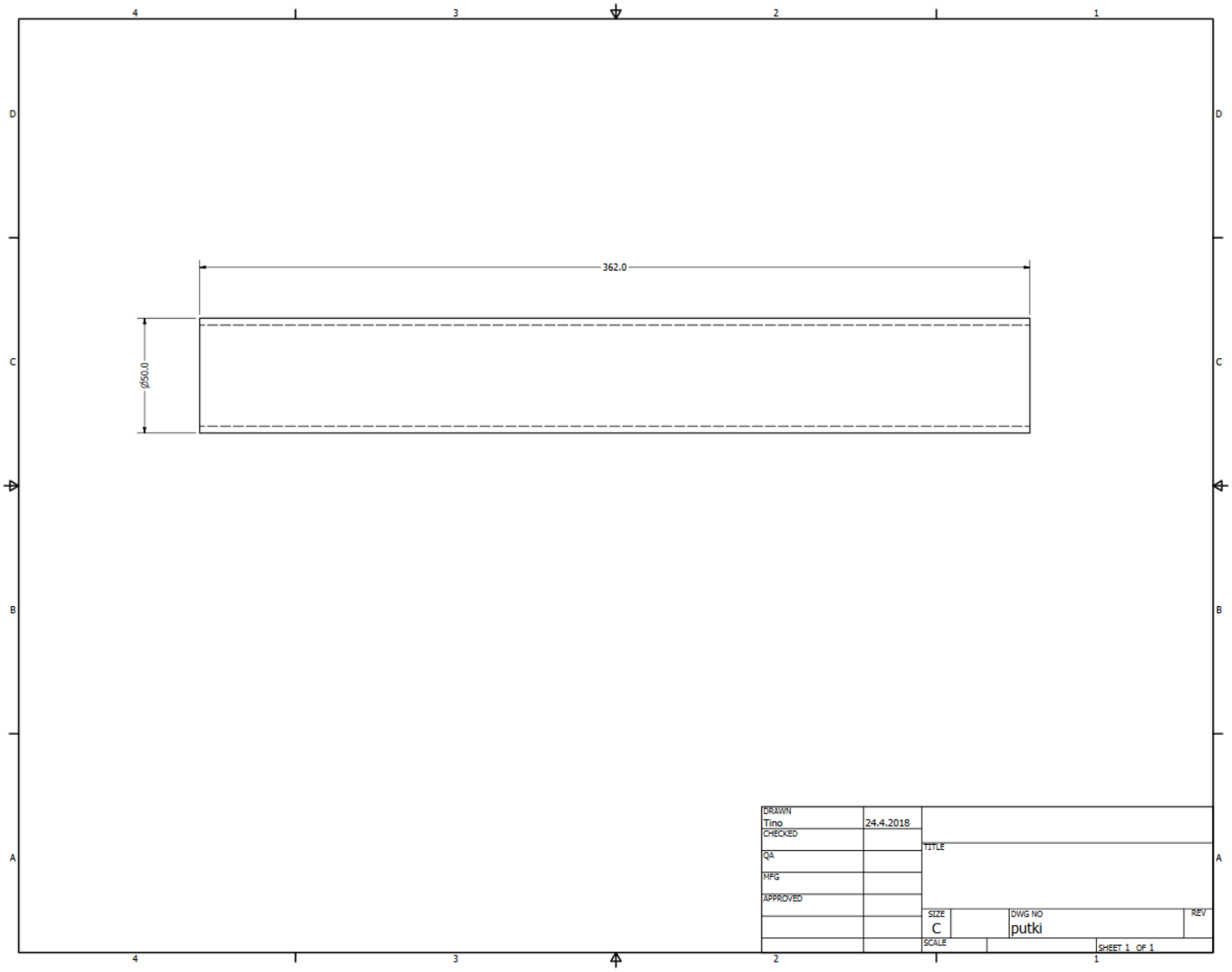

Ø124.1
123.0
DRAWN
Tino
24.4.2018
CHECKED
QA
MFG
APPROVED
TITLE
SIZE
C
DWG NO
heijastin
REV
SCALE
SHEET 1 OF 1

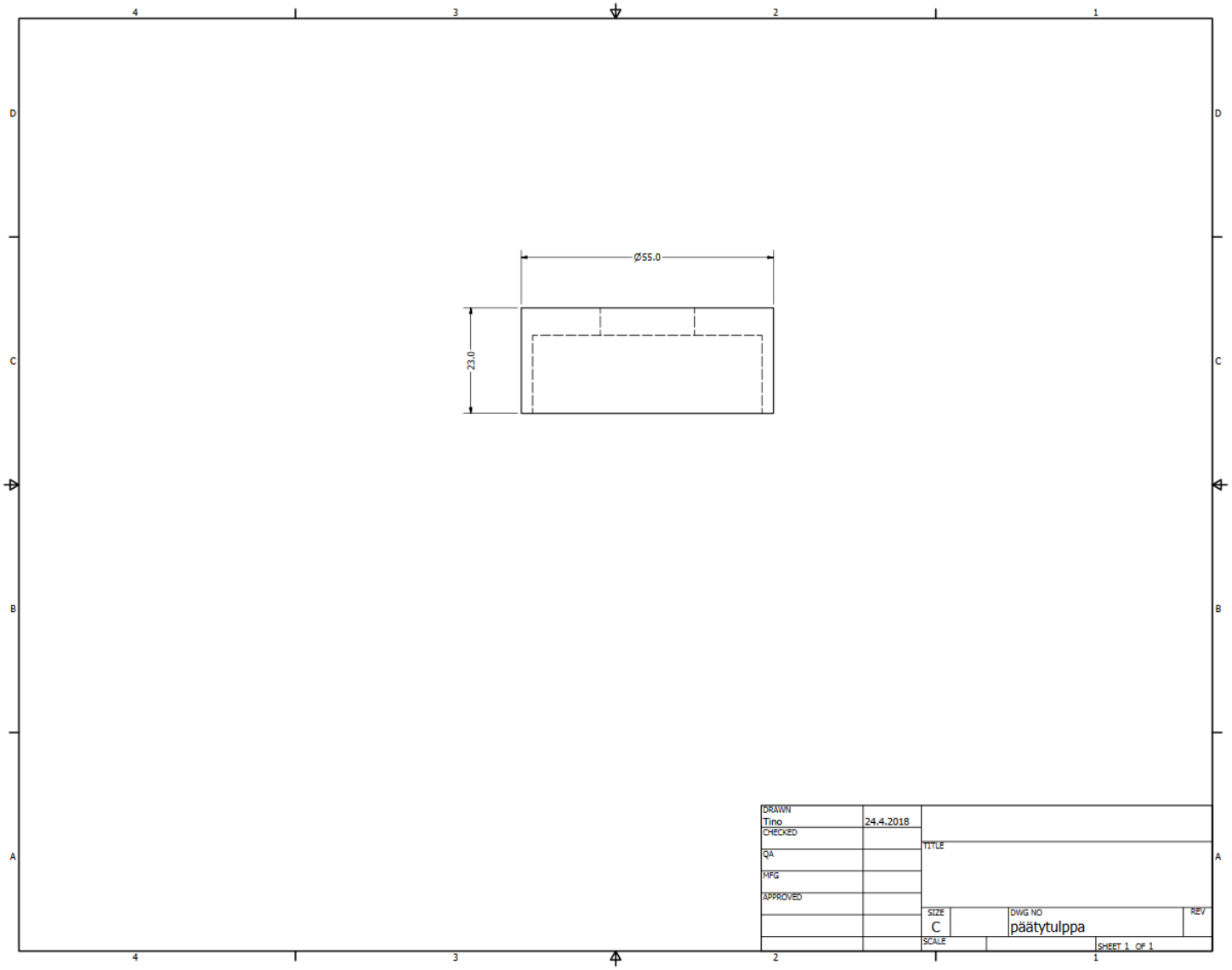


DRAWN Tino	24.4.2018	
CHECKED		TITLE
QA		
MFG		
APPROVED		SIZE C / DWG NO holkki / REV
		SCALE / SHEET 1 OF 1


Ø134.2
159.0
DRAWN
Tino
24.4.2018
CHECKED
QA
MFG
APPROVED
TITLE
SIZE
C
DWG NO
lamppurunko
REV
SCALE
SHEET 1 OF 1


Ø141.00
18.00
DRAWN
Tino
24.4.2018
CHECKED
QA
MFG
APPROVED
TITLE
SIZE
C
DWG NO
lasinpidin
REV
SCALE
SHEET 1 OF 1


362.0
Ø50.0
DRAWN
Tino
24.4.2018
CHECKED
QA
MFG
APPROVED
TITLE
SIZE
C
DWG NO
putki
REV
SCALE
SHEET 1 OF 1


Ø55.0
23.0
DRAWN
Tino
24.4.2018
CHECKED
QA
MFG
APPROVED
TITLE
SIZE
C
DWG NO
päätytulppa
REV
SCALE
SHEET 1 OF 1

LIITE 2

$h := 120$

$w := 120$

$h_2 := \frac{1}{4}\left[\sqrt{\left(4 \cdot h^2\right) + w^2} + 2 \cdot h\right]$

$h_2 = 127.082$

$a := \frac{h_2}{\left(\frac{w}{2}\right)^2}$

$a = 0.035$

$d := 2 \cdot \frac{\sqrt{\frac{1}{4 \cdot a}}}{\sqrt{a}}$

$d = 28.328$

$a_1 := 0.5 \cdot w$

$a_1 = 60$

$a_2 := \left[a \cdot \left(a_1\right)^2\right] - \frac{1}{4 \cdot a}$

$p := \operatorname{asin}\left[\frac{h}{\sqrt{\left(a_1^2 + a_2^2\right)}}\right] \cdot \frac{180}{\pi}$

$p = 63.435$

$f := \pi \cdot \left[\left(\frac{w}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2\right]$

$f = 1.068 \times 10^4$

$F := \frac{w^2}{16 \cdot h}$

$F = 7.5$

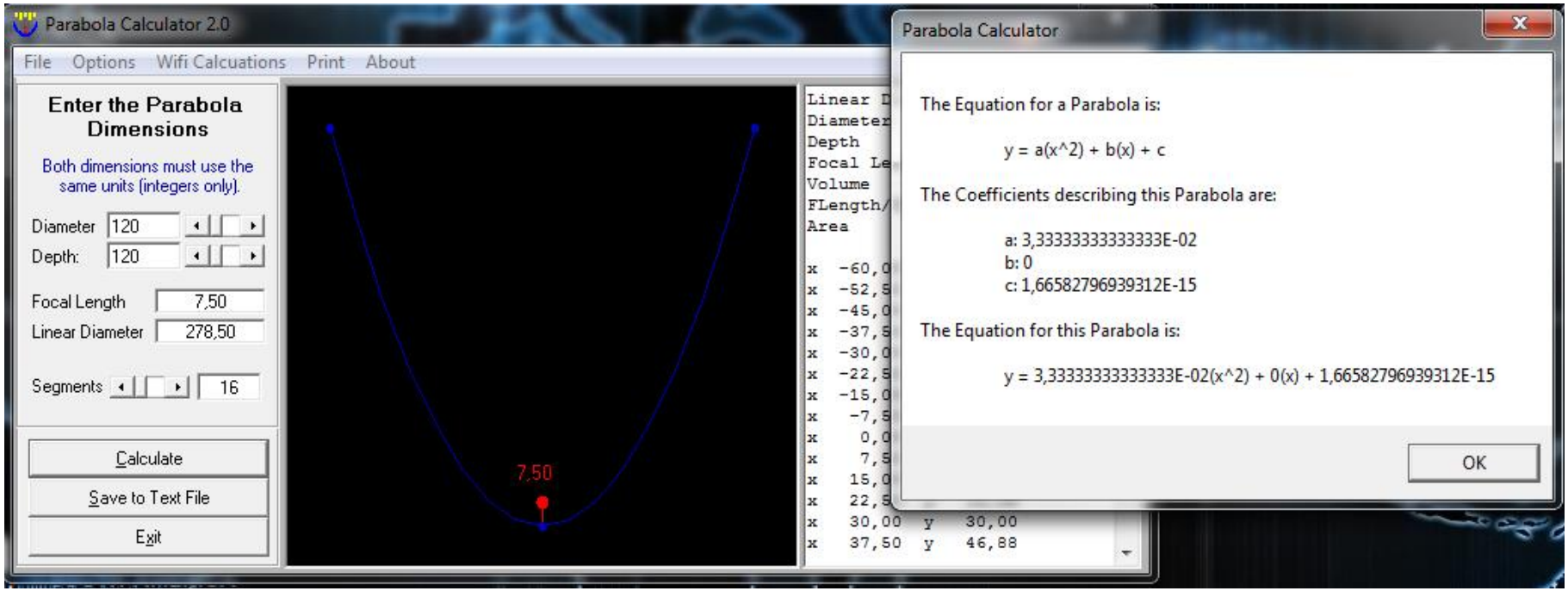
$V_f := 6$

$I_f := 4.8$

$P_t := 0.75 \cdot V_f \cdot I_f$

$P_t = 21.6$

LIITE 3


Parabola Calculator 2.0
File Options Wifi Calcuations Print About
Enter the Parabola Dimensions
Both dimensions must use the same units (integers only).
Diameter 120
Depth: 120
Focal Length 7,50
Linear Diameter 278,50
Segments 16
Calculate
Save to Text File
Exit
7,50
Parabola Calculator
The Equation for a Parabola is:
y = a(x^2) + b(x) + c
The Coefficients describing this Parabola are:
a: 3,33333333333333E-02
b: 0
c: 1,66582796939312E-15
The Equation for this Parabola is:
y = 3,33333333333333E-02(x^2) + 0(x) + 1,66582796939312E-15
OK