



Open your mind. LUT.  
Lappeenranta University of Technology

## **Tutkimusprojektinhallinnan tarkastelu ja valo- ohjauskonsolin määrittely**

Examination of research project management and specification of lighting controller

Pekka Jaaranen, Timo Nisu

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Teknillinen tiedekunta

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Pekka Jaaranen

Timo Nisu

Tutkimusprojektinhallinnan tarkastelu ja valo-ohjauskonsolin määrittely

2013

Kandidaatintyö.

39 s.

Tarkastaja: DI Janne Hannonen

TKT Mikko Kuisma

Teekkareiden musiikkikerho halusi päivittää valo-ohjauskalustoaan sekä selvittää, olisiko järkevää tehdä ohjauksessa käytettävä konsoli itse. Tässä työssä käsitellään valo-ohjauskonsolin suunnitteluprojektin projektinhallintaa suunnittelun, määrittelyn, tavoitteiden ja työryhmän toiminnan osalta. Työssä tehdään myös valo-ohjauskonsolille suuntaantava määrittely, joka tarkoituksena on ottaa huomioon tärkeimpiä sähkölaitteen suunnittelussa huomioon otettavia kriteereitä. Työssä selvitetään, mikä on toimiva työmalli pienelle tutkimusprojektille ja kannattaako pienen organisaation valmistaa valo-ohjauskonsoli itse.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
Faculty of Technology  
Degree Programme in Electrical Engineering

Pekka Jaaranen

Timo Nisu

Examination of research project management and specification of lighting controller  
2013

Bachelor's Thesis.

39 p.

Examiner: M.Sc. Janne Hannonen  
D.Sc. Mikko Kuisma

Teekkareiden musiikkikerho wanted to update their lighting equipment and wanted to find if it is wise to make their own lighting controller. This thesis is composed of project management of lighting controller designing project, which focuses in project planning, definition, goals and operation of working group. Thesis also contains a directional specification of lighting controller which takes account of the most important electronic device design criteria. This thesis solves what is a good working model for small research project and does it pay off for a small organization to build own console.

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	6
1.1	Tausta ja lähtökohdat	6
1.2	Tutkimusongelmat	7
1.3	Tutkimuksen rakenne	7
2.	Projektiorganisaatio ja tiedonvälitys	9
2.1	Projektiorganisaatio	9
2.2	Tiedonvälitys	10
3.	Projektin tavoitteet, määrittely ja rajaus	12
3.1	Tavoitteet	12
3.2	Määrittely ja rajaus	13
4.	Valo-ohjauskonsolin määrittely	15
4.1	Suojaukset	15
4.1.1	Kosteus- ja Pölysuoja	16
4.1.2	EMC	17
4.1.3	Sähköturvallisuus	18
4.1.4	Fyysinen kestävyys	19
4.2	Valo-ohjauskonsolin rakenne	20
4.2.1	Valo-ohjauskonsolin runko ja dimensiot	20
4.2.2	Liitännät ja niiden paikat	22
4.2.3	Tarvittavat komponentit	24
5.	Johtopäätökset	28
5.1	Projektin päättäminen	28
5.2	Projektinhallinnan johtopäätökset	29
5.3	Valo-ohjauskonsolin määrittelyn johtopäätökset	33
5.4	Jatkotutkimusmahdollisuudet	35
	LÄHTEET	36

**KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET**

DMX	Digital multiplex, digitaalinen kommunikointistandardi
DVI	Digital Visual Interface, liitännäisstandardi
EMC	Electromagnetic compatibility, elektromagneettinen yhteensopivuus
HDMI	High Definition Multimedia Interface, liitännäisstandardi
IRC	Internet relay chat, internetin välityksellä toimiva pikaviestipalvelu
LED	Light emitting diode, valoa lähettävä diodi
LUT	Lappeenranta university of technology, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
RAM	Random Access Memory, luku- ja kirjoitusmuisti
TeMu	Teekkareiden musiikkikerho
USB	Universal Serial Bus, sarjaväyläarkkitehtuuri
VGA	Video Graphic Array, liitännäisstandardi

## 1. JOHDANTO

Tässä tutkielmassa tarkastellaan pienimuotoisen tutkimusprojektin projektinhallintaa ja tehdään määrittely valo-ohjauskonsolin rakentamiseksi. Ensin käydään läpi projektin taustat, eli miksi projekti tehdään. Sen jälkeen käydään läpi tutkimuskysymykset ja tutkimuksen rakenne. Tutkielma on jaettu kahteen osaan. Kappaleissa kaksi ja kolme tarkastellaan projektinhallintaa, jonka jälkeen syvennytään valo-ohjauskonsolin määrittelyyn. Johtopäätöksissä on esitetty molempien osien tulokset yhdistettynä ja annettu vastaukset tutkimuskysymyksiin.

### 1.1 Tausta ja lähtökohdat

Teekkareiden musiikkikerho (TeMu) on Lappeenrannan teknillisen yliopiston ylioppilaskunnan alainen kerho. Kerho on perustettu syksyllä vuonna 1978 (Valta 1999). Kerhon tarkoituksena on olla yhdyssiteenä musiikista ja musiikin tekemisestä kiinnostuneille Lappeenrannan teknillisen yliopiston opiskelijoille (TeMu 2012).

Musiikkikerhon tarkoitus näkyy kerhon toiminnassa. Kerho tarjoaa jäsenistölleen laitteet ja tilat musiikin harjoittamista varten ja järjestää musiikillisia tapahtumia (TeMu 2012). Kerho järjestää muun muassa bändi-iltoja sekä Saunayö nimisen ulkoilmatapahtuman kampusalueella. Kerho myös vuokraa laitteistoaan erilaisia tapahtumia varten. Kalustoa vuokraavat pääasiassa LUT:n (Lappeenrannan teknillinen yliopisto) instanssit ja sidosryhmät, kuten opiskelijajärjestöt, ylioppilaskunta ja sen alaiset kerhot. Kerhon kalusto on käytössä vuosittain noin 20-40 erikokoisessa tapahtumassa, joista lähivuosina suurin tapahtuma on ollut vuonna 2012 Lappeenrannan satamassa järjestetty Lappeenranta GP.

Teekkareiden musiikkikerholla on kattava ääni- ja valolaitteisto, jonka avulla kerhon jäsenet voivat harjoitella soittamista kerhon omassa treenitilassa. Laitteistolla voidaan myös järjestää live-esiintymisiä ulko- ja sisätiloissa. Kerhon valolaitteisto on DMX-ohjattavaa (Digital multiplex) ja LED-teknologiaan (Light emitting diode) pohjautuvaa, muutamaa laitetta lukuun ottamatta. Kerhon vanhaa laitteistoa pyritään huoltamaan ensisijaisesti itse, jolloin laitteiston elinikä saadaan pidennettyä ja kerhon jäsenet saavat teknistä osaamista laitteista. Laitteistoa pyritään kuitenkin myös uusimaan ja kasvattamaan, jotta se pysyisi ajan tasalla ja sen laatua saataisiin parannettua.

TeMu on hankkinut itselleen DMX-ohjattavaa valokalustoa, mutta ei valo-ohjainta. Valoja on ohjattu tietokoneilla, joilla valojen ohjaus on takertelevaa ja osaa valo-ohjelman ominaisuuksista on vaikea käyttää, kuten esimerkiksi ohjelman nopeuden muuttaminen. Tie-

tokoneen avulla ohjelmaa käytettäessä muutokset tehdään yksi asia kerrallaan hiiren ja pikanäppäinten avulla, jolloin monimutkaisten valoefektien suorittaminen on vaikeaa. Valo-ohjaimella voi liukujen ja muiden fyysisten kontrollien avulla suorittaa monta asiaa samaan aikaan. Markkinoilla olevat valo-ohjauskonsolit olivat kerhon tekemän selvityksen mukaan liian kalliita kerhon budjetille. Kerho haluaa tutkia mahdollisuutta valmistaa valo-ohjauskonsoli itse.

## 1.2 Tutkimusongelmat

Tässä kappaleessa esitetään tutkimusongelmat, joihin tässä tutkielmassa vastataan. Taulukossa 1.1 on esitetty tässä tutkielman aiheena olevat tutkimusongelmat.

Taulukko 1.1 Ongelmat, joihin tässä tutkielmassa etsitään vastauksia.

1. Miten projektinhallinta on toteutettu tässä projektissa?
2. Miten projektinhallinta onnistui tässä projektissa?
3. Miten tutkimusprojektinhallintaa olisi voinut parantaa tässä projektissa ja miten projektinhallinta kannattaa toteuttaa tämän tyyppisissä projekteissa?
4. Mitä asioita on otettava huomioon suunniteltaessa valo-ohjauskonsolia?
5. Onko kannattavaa valmistaa valo-ohjauskonsoli kokonaan itse?
6. Onko valo-ohjauskonsolia mahdollista rakentaa valmiista osista?

Vastaukset taulukon 1.1 ongelmiin on jaettu kahteen osaan. Ensin etsitään vastausta kolmeen ensimmäiseen kysymykseen, jotka liittyvät projektinhallintaan. Tämän jälkeen syvennytään valo-ohjauskonsolin määrittelyyn liittyviin tutkimusongelmiin. Projektinhallinnan tutkimusongelmien tarkoituksena on löytää toimiva malli pienen tutkimusprojektin toimintatavaksi. Valo-ohjauskonsolin määrittelyn tavoitteena on saada konsolin tilaajalle tieto, mitä hänen on otettava huomioon suunniteltaessa ja valmistaessa oma konsoli. Määrittelyn ohessa tutkittiin, kannattaako yksittäisen pienen organisaation valmistaa konsoli alusta saakka, vai voisiko konsolin rakentaa jollain muulla tavalla.

## 1.3 Tutkimuksen rakenne

Projektinhallinnan tutkiminen rajataan projektin suunnittelun, määrittelyn, tavoitteiden ja työryhmän toiminnan tarkasteluun. Tutkimus toteutetaan keräämällä muistiinpanoja, tekemällä aikatauluja ja seuraamalla tiedon jakamista puuttumatta projektin ohjaukseen. Sen jälkeen kerätystä aineistosta kasataan näkemys projektin toteutuksesta ja verrataan projektissa käytettäviä menetelmiä olemassa olevan projektinhallintakirjallisuuden kanssa. Vertailun jälkeen käsitellään tuloksia ja muodostetaan johtopäätökset.

Valo-ohjauskonsolin määrittelyssä käsitellään sähkölaitteelle oleellisia vaatimuksia lain, standardien ja direktiivien perusteella. Tällaisia vaatimuksia ovat suojavaatimukset, kuten kosteus- ja pölysuojaus, EMC (Electromagnetic compatibility), sähköturvallisuus, fyysinen kestävyys. Sen jälkeen käsitellään millainen konsolin rungon, dimensioiden ja liitännäisten tulee olla. Lisäksi käydään läpi tärkeimpiä vaadittavia komponentteja.



## 2. PROJEKTIORGANISAATIO JA TIEDONVÄLITYS

Tässä kappaleessa esitetään miten projektin organisaatio muodostuu, sekä miten tässä projektissa jaetaan osa-alueet organisaation kesken. Sen jälkeen katsotaan millaisia työkaluja tässä projektissa käytetään ja miten ne auttavat projektin suorittamisessa.

### 2.1 Projektioorganisaatio

Kai Ruuska kertoo kirjassaan *Projekti hallintaan*, että projektioorganisaatio muodostetaan aina projektia varten erikseen sen kertaluontoisen tehtävän takia ja projektin päätyttyä organisaatio hajotetaan. Projektioorganisaatioon kuuluu asettaja, jonka päätöksellä projekti käynnistetään ja projektipäällikkö, joka vastaa projektin päätöksien tekemisestä. Lisäksi organisaatioon voi kuulua erilaisia ryhmiä, projektisihteeri ja projektin koosta riippuen ali-projektipäälliköitä. (Ruuska 1999)

Tämän projektin asettajana toimii elektroniikan tutkijaopettaja Mikko Kuisma Lappeenrannan teknillisen yliopiston teknillisen tiedekunnan LUT Energian Sähkötekniikan osastolta ja projektipäällikkönä nuorempi tutkija Janne Hannonen Lappeenrannan teknillisen yliopiston teknillisen tiedekunnan LUT Energian Sähkötekniikan osastolta. Varsinainen projektiryhmä koostuu viidestä Lappeenrannan teknillisen yliopiston opiskelijasta: Pekka Jaarainen, Timo Nisu, Janne Komi, Sergei Borovskii, Kimmo Huoman. Jokaiselle projektiryhmän jäsenelle jaetaan vastuu projektin osa-alueista. Kaikki projektiin osallistuvat henkilöt kuuluvat samaan perusorganisaatioon ja projektin kokoluokka on pieni, jolloin ei ole tarvetta jakaa projektia pienemmiksi osaprojekteiksi. Pekka Jaarasen ja Timo Nisun vastuualueina on tutkia projektinhallinnan onnistumista ja tehdä määrittely valo-ohjauskonsolin rakentamiseksi. Sergei Borovskiin vastuualueena on tutkia käytössä olevia valo-ohjausmenetelmiä, datasiirrosta käytettäviä formaatteja ja selvittää olemassa olevien valo-ohjauskonsolien ominaisuuksia. Kimmo Huomanin vastuualueena on vertailla valo-ohjauskonsoliin soveltuvia prosessoreita ja vastata projektin ohjelmistokehityksestä rautaja käyttöjärjestelmätasolla. Janne Komin vastuualueena on tutkia yleisesti elektroniikkalaitteiden vesi- ja pölysuojauksen standardeja, jotta valo-ohjauskonsolin määrittely pystytään suorittamaan tarkasti vesi- ja pölysuojauksen kannalta.

Projektin suunnitelmaa tehdessä huomattiin, että tämän projektin kokoa on mahdollisuus kasvattaa hankkimalla lisää eri alojen asiantuntemusta. Projektissa on alustavasti mukana Lahden ammattikorkeakoulun Muotoilu- ja taideinstituutissa teknistä muotoilua opiskeleva Atte Peltonen. Peltosen työnkuva projektissa on suunnitella valo-ohjauskonsolin runko ja kuljetuskotelo määrittelyjen mukaan.

## 2.2 Tiedonvälitys

Projektin aikana pidetään säännöllisiä tapaamisia, joissa ryhmän jäsenten aikaansaannokset käydään vuorotellen läpi, minkä jälkeen keskustellaan aikaansaannoksesta koko ryhmän voimin. Tämän jälkeen mietitään henkilön tutkimuksen seuraava vaihe. Palaverit eivät ole välttämättömiä projektin onnistumisen kannalta, mutta ne edesauttavat ajatuksen kulkua, laajentavat tutkivan henkilön näkökulmaa ja nopeuttavat projektin etenemistä. Palaverien avulla ryhmän kaikki jäsenet pysyvät ajan tasalla projektin etenemisestä. Palaverit tekevät projektin ja sen jäsenten tuotosten seuraamisesta helpompaa, mikä helpottaa projektipäällikön työskentelyä. Palaverissa pyritään sopimaan seuraavan palaverin ajan kohta, noin kahden - kolmen viikon sisälle.

Ryhmän jäsenet seuraavat omaa ajankäyttöään ja pitävät kirjaa työskentelytunneista. Tietojen avulla ajankäytön hallinta onnistuu paremmin ja omien projektiosioiden etenemistä pystyy seuraamaan helpommin. Tietoja voidaan käyttää projektin valmistumisen jälkeen, tietojen avulla voidaan esimerkiksi laskea projektin suunnittelukustannuksia työtuntien osalta. Tätä voidaan käyttää hyväksi, jos halutaan varmistaa onko projektin tuloksen perusteella mahdollista rakentaa kaupalliseen toimintaan soveltuva laite.

Projektia varten tarvitaan hyvät työkalut etätyöskentelyä varten, jotta työskentely onnistuu esimerkiksi kesätöiden ohella. Koska valmiit projektityökalut ja ohjelmistot eivät olleet tuttuja projektiryhmälle, niiden käytön opetteluun olisi kulunut liikaa ylimääräistä aikaa. Tämän takia projektin kommunikaatio- ja tiedonvälityskanaviksi päätettiin valita palaverit, sähköposti, IRC (Internet relay chat) ja Dropbox. Sähköpostin käyttäminen todettiin riittämättömäksi, koska sähköpostia ei kannata käyttää pikaviestitykseen ja dokumenttien säilytykseen. Honkonen toteaa, että suurin osa sähköpostin välityksellä lähetetyistä viesteistä on yksinkertaisia viestejä, jotka pystyttäisiin hoitamaan pikaviestiohjelman välityksellä (Honkonen 2012). Sähköpostin ohelle tarvittiin parempi tiedostonjako- ja keskustelualusta. Parhaaksi tällaiseksi keskustelualustaksi todettiin heti IRC, koska sitä on kevyt ja helppo käyttää, se on reaaliaikainen, ja siinä on lokien automaattinen tallennusmahdollisuus riippuen käytettävästä asiakasohjelmasta tai palvelimesta. Harkinnassa oli kolme erilaista asiakirjanhallintasovellusta: Facebook, Googledocs ja Dropbox. Facebook ei soveltunut alustaksi, koska kaikki ryhmän jäsenet eivät käytä sovellusta ja sitä on hankala käyttää usean henkilön kesken. Myös mikrobitin artikkelissa todetaan, että Facebookin kaltaisissa kolmannen osapuolen palveluissa ei kannata jakaa tärkeää dokumentaatiota (Honkonen 2012). Googledocs olisi ollut toimiva alusta, mutta projektiryhmän mielestä se oli liian vaikea yhdistää Microsoft Office-ohjelmiston kanssa. Tämä teki siitä soveltumattoman alustan tähän projektiin. Suurin osa ryhmän jäsenistä oli jo entuudestaan käyttänyt Dropbox:ia ennen projektin alkamista, joten se todettiin sopivaksi tiedonvälityskanavaksi. Drop-

box:ssa jokainen tutkittava aihealue on jaettu erillisiin kansioihin, tutkivien henkilöiden mukaan. Näin materiaalit ovat helposti löydettävissä aihealueen mukaan ja kaikki pystyvät seuraamaan projektin etenemistä kokonaisvaltaisesti internetin ulottuvilla. Koska aihealueet kytkeytyvät helposti toisiinsa, on yhteisestä tiedonvälityskanavasta selkeää hyötyä, koska samaa informaatiota ei tarvitse etsiä useaan kertaan.

### 3. PROJEKTIN TAVOITTEET, MÄÄRITTELY JA RAJAUS

Tässä kappaleessa käydään ensin läpi millaisia tavoitteita projektille on asetettu. Tavoitteiden tarkastelun jälkeen katsotaan miten projekti millaisia rajoituksia projektille asetetaan ja miten määrittely suoritetaan tässä projektissa.

#### 3.1 Tavoitteet

Tavoitteet kuvaavat mitä projektissa tehdään, ja samalla selvittävät kuinka paljon tarvitaan resursseja (Kettunen 2003). Koska tutkimusprojektissa on paljon epävarmuuksia ja tavoitteena on usein löytää ratkaisu johonkin ongelmaan, on usein vaikeaa asettaa tarkkoja tavoitteita projektin suunnitteluvaiheessa (Rissanen 2002). Projektin tavoitteet voidaan ryhmitellä erilaisiin tavoitteisiin: sisällöllisiin, laadullisiin, toteutuksellisiin, taloudellisiin ja ajallisiin tavoitteisiin (Ruuska 1999). Projektin tavoitteita määritettäessä on otettava huomioon kaikkien intressiryhmien näkökulmat (Anttonen 2003). Projektin tilaajan tavoitteet kohdistuvat bisnesvaatimukseen, toiminnallisuuteen ja laatuun, kun taas projektiorganisaation päätavoitteena on projektin toteutuksen onnistuminen ja laatu (Anttonen 2003).

Sisällölliset tavoitteet kertovat vastaako projektin lopputulos asiakkaan tilausta eli vastaako suunniteltu konsoli asiakkaan mielikuvaa ja ovatko kaikki projektin osapuolet tyytyväisiä lopputulokseen. Tässä projektissa on kaksi sisällöllistä päätavoitetta. Ensimmäisenä tavoitteena on tarkoitus selvittää oman valo-ohjauskonsolin rakentamisen kannattavuutta tutkimalla markkinoilla olevien valo-ohjauskonsolien ominaisuuksia ja hintoja, sekä verrata niitä toisiinsa ja omaan konsoliin haluttuihin ominaisuuksiin. Toisena tavoitteena on selvittää oman konsolin rakentamisessa huomioon otettavat seikat ja määräykset.

Laadulliset tavoitteet kertovat vastaako suunniteltu konsoli asiakkaan tilausta. Laadulliset tavoitteet voidaan jakaa neljään osioon: käytettävyys, luotettavuus, suorituskyky ja turvallisuus (Anttonen 2003). Tässä projektissa tärkein laadullinen tavoite on määrittelyn tekeminen, jonka onnistumista voidaan arvioida edellä mainittujen neljän kohdan avulla. Käytettävyyttä voidaan tässä projektissa arvioida vertaamalla suunniteltua konsolia asiakkaan edelliseen käytössä olevaan järjestelmään ja haluamiin uusiin ominaisuuksiin. Laitteen halutaan olevan helposti käytettävä, että laitteen perusominaisuudet olisi helppo opettaa uusille käyttäjille. Lisäksi kerho toivoi laitteen olevan helposti huollettavissa. Suunniteltavan laitteen luotettavuus on tärkeä, sillä laitteen käyttöolosuhteet ovat vaihtelevat ja laitteen vikaantuminen käyttötilanteessa voi aiheuttaa suuria taloudellisia kustannuksia. Esimerkiksi laitteen vikaantuminen kesken esityksen voi olla perusteena koko esityksen peruuntumiselle. Suorituskykytavoitteena on, että suunniteltu laite pystyy suoriutumaan saa-

dusta tehtävästä mahdollisimman tehokkaasti, koska käyttötilanteessa esimerkiksi näytelmävalaistuksissa valojen syttyminen ja sammuminen on tapahduttava käsikirjoitukseen sidotussa tietyssä ajankohdassa sekä oltava kykenevä mahdollisiin tilanteiden muutoksiin. Turvallisuustavoitteeksi voidaan asettaa, että konsoli vastaa sähkölaitteelle asetettuihin määräyksiin, esimerkiksi EU:n pienjännitedirektiiviin 2006/95/EY ja sähköturvallisuuslakiin (EU 2006), (Sähköturvallisuuslaki 1996). Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että laite ei aiheuta sähköiskun vaaraa sen käyttäjälle ja käyttöympäristölle.

Projektin toteutukselliset tavoitteet käsittelevät projektinhallinnan onnistumista. Tässä työssä projektinhallinnan onnistumista tutkitaan eri osa-alue kerrallaan. Lisäksi toteutuksellisena tavoitteena on, että projektin osa-alueiden vastuuhenkilöt pystyvät tekemään tutkimuksestaan kandidaatintutkielman. Kandidaatintutkielmien tavoitteena on harjoittaa opiskelijoita tekniseen kirjoittamiseen ja tiedonhakuun.

Projektiin ei asetettu varsinaisia taloudellisia tavoitteita, koska kyseessä on tieteellinen tutkimusprojekti. Tämän projektin taloudelliseksi tavoitteeksi voidaan kuitenkin asettaa, että projektista saatavat tulokset ovat taloudellisesti hyödynnettävissä. Suunniteltavan konsolin määrittelyssä pyritään kokoamaan laitteeseen ominaisuuksia, joiden avulla konsolista voidaan tehdä kaupallinen tuote.

Projektin suunnittelussa ei määrätty varsinaista ajallista tavoitetta projektin suorittamiselle, koska tutkimustyöhön menevää aikaa on vaikea suunnitella etukäteen. Projektia pyritään kuitenkin viemään eteenpäin nopeasti, koska tilaaja halusi saada selvityksen valmiiksi mahdollisimman nopeasti. Ajankäytön tavoitteena tässä työssä on välttää ylimääräisen työn tekemistä. Lisäksi kandidaatintutkielmiin on arvioitu työn tekemiseen kuluva tuntimäärä, joten sivuavana ajallisena tavoitteena on arvioida vastaako tutkielmien tekemiseen kulunut ajankäyttö asetettua arviota. Kandidaatintutkielmaan arvioitu kokonaistuntimäärä on 250h (LUT 2012).

### **3.2 Määrittely ja rajaus**

Projektin toteutusmallin tulisi vastata mahdollisimman paljon vastaavaa tarvetta, jotta projektin voimavarat saataisiin mahdollisimman tehokkaasti käyttöön (Silfverberg 2007, s.65). Koska projektiosioista kirjoitetaan kandidaatin tutkielmia, rajataan projektin yhteydessä käsiteltävät aiheet tarkasti. Näin saadaan kohdistettua resurssit isoimpiin ongelmakohtiin ja pystytään hieman mitoittamaan osioita vastaamaan kandidaatintutkielmalle suunniteltua työmäärää. Projekti on jaettu lohkoihin erilaisten tutkimuskysymysten perusteella, mutta kaikki tehtävät työt ovat sidoksissa valo-ohjauskonsolin suunnitteluun.

TeMu halusi projektin valmistuvan nopeasti, koska prototyypin rakentaminen vaatii paljon aikaa ja siten hidastaa vanhan ohjausjärjestelmän korvaamista. Tästä syystä ei tehty ennakoon projektin tarkempaa suunnittelua, vaan suunnitelmaa muutettiin projektin edetessä. Puutteellinen suunnittelu voi kuitenkin aiheuttaa sen, että projektin lopputulosta on vaikea ennakoida (Kettunen 2003). Tämä näkyy siten, että projektin valmistumisen etenemistä on vaikea seurata, koska ei ole olemassa valmiita välitavoitteita. Lisäksi, jos projektin esityöt on tehty puutteellisesti voi sisällön löytäminen projektin tavoitteisiin olla vaikeaa (Rissanen 2002). Projektinhallintakirjallisuus painottaakin suunnittelun tärkeyttä projektin onnistumisen kannalta.

Projektin alussa määritetään konsolille valo-ohjaukseen tarkoitettu sovellus, jonka pohjalta suunnittelua lähdetään toteuttamaan. Sovellukseksi valittiin Chamsys Limitedin MaqicQ (Chamsys a 2013). Kyseiseen sovellukseen valmistajaan otettiin yhteistyöpyyntöjä, jotta saataisiin ohjelman lähdekoodi suunnittelun helpottamiseksi. Yhteistyöpyyntöihin ei kuitenkaan tullut vastausta ja vasta tutkimustöiden edettyä pidemmälle huomattiin, että konsolia ei voida toteuttaa valitulla ohjelmalla suunnitellun mukaisesti. Ongelmaksi muodostui sarjaportti josta oli supistettu osa ominaisuuksista, joka esti kommunikation ohjelman ja kontrollien välillä. MagicQ korvattiin avoimeen lähdekoodiin perustuvalla valo-ohjaussovelluksella. Todettiin, ettei tämäkään sovellus ollut suunniteltavaan konsoliin so-piva, koska sen kehitys oli vielä kesken. Tämän jälkeen tutkittiin oman sovelluksen kehittämistä. Oman sovelluksen kehittäminen todettiin liian suureksi tehtäväksi nykyiselle projektiorganisaatiolle ja lisäksi ohjelman kehittämistä varten olisi projektiin tarvittu ulkopuolista rahoitusta. Tämän jälkeen projektin suunnitelma muuttui määrittelyjen osalta sellaiseksi, että konsolia ei sidota mihinkään tiettyyn sovellukseen, vaan tutkimustyö tehdään yleiseltä näkökulmalta.

#### 4. VALO-OHJAUSKONSOLIN MÄÄRITTELY

Tässä osiossa käsitellään valo-ohjauskonsolin määrittelyä. Ensiksi käsitellään laitteen suojausvaatimuksia, joita ovat: kosteus-, pölysuoja, EMC, sähköturvallisuus ja fyysinen rasitus. Tämän jälkeen käydään läpi konsolin rakennetta ja mittoja, liitäntöjä ja eri komponentteja, joiden tehtävänä on helpottaa ja mahdollistaa konsolissa käytettävän valo-ohjaukseen tarkoitetun sovelluksen kontrollointia.

Valo-ohjauskonsolilla on useita eri vaatimuksia, jotka muodostuvat sen käyttöympäristöstä sekä sähkölaitteelle vaadittavista direktiiveistä ja standardeista. Kyseisiä vaatimuksia ovat muun muassa kestävyys, käyttöystävällisyys ja huollettavuus.

##### 4.1 Suojaukset

Sähkölaitteiden suojavaatimuksien ensisijaisena tarkoituksena on määrittää laite mahdollisimman turvallisesti niin käyttäjälle, kuin käyttöympäristölle. Suojavaatimuksien tavoitteena on myös taata laitteen toimintakyky sille suunnatuissa olosuhteissa.

Sähkölaitteiden suojausten suunnittelussa tulee erityisesti ottaa huomioon sähköturvallisuus. Koska jo 0,5 mA:n vaihtovirta aiheuttaa ihmisen kehossa tahdosta riippumattomia lihasliikkeitä ja 10 mA:n vaihtovirta aiheuttaa kouristuksia (STUL 2007). Sähkölaitte voi aiheuttaa vahinkoa myös muille sähkölaitteille elektromagneettisella yhteensopimattomuudella. Yleisesti lavastustekniikassa tarvitaan paljon erilaisia laitteita, jolloin samassa tilassa kulkee paljon erilaisia johtimia, jotka voivat aiheuttaa häiriösignaaleja muille laitteille. Näin ollen EMC:n vaikutus tulee ottaa huomioon myös suunniteltavaan laitteeseen kohdistuvana uhkana.

Lavastustekniikassa käytettävä elektroniikka voi joutua kovallekin koetukselle, riippuen laitteen sijainnista ja käyttötarkoituksesta. Laitteistoa asennetaan pysyviksi tai niitä joudutaan siirtämään jatkuvasti. Kiinteiden, sisätiloihin suunniteltujen, valo-ohjauskonsolien kosteussuojauksen ja fyysisen rasituksenkeston ei tarvitse olla niin hyvä, kuin paljon liikutettavien ja ulkoilmatapahtumissa käytettävien laitteiden. Tämä johtuu siitä, että kiinteitä laitteita ei kuljeteta, jolloin ne eivät ole alttiita iskuille ja tärinälle. Lisäksi ne ovat pääosin sisätiloissa, jolloin ne eivät ole alttiina säätiloille. Tästä hyvänä esimerkkinä on teattereihin asennettu valokalusto, mikä asennetaan pääsääntöisesti pysyviksi, kun taas paljon liikut-

tavassa työssä kalustoa joudutaan siirtämään eri tilaisuuksiin. Osa laitteistosta saattaa joutua alttiiksi kuljetustilanteessa tai käyttövaiheessa esimerkiksi vedelle.

#### **4.1.1 Kosteus- ja Pölysuoja**

Kosteudelta suojautuminen on hyvin tärkeää elektroniikkalaitteiden toiminnan kannalta. Pienikin määrä vettä voi aiheuttaa virtapiiriin oikosulun ja näin ollen tuhota piirin komponentteja. Pöly heikentää elektroniikkalaitteen jäähtymistä (STUL 2007). Pölykerros luo peittomaisen pinnan komponenttien päälle ja näin ollen toimii eristemateriaalina, jolloin lämmön siirtyminen ilmaan heikkenee. Pöly voi tehdä myös suurissa määrin tukoksen esimerkiksi liukupotentiometrin uralla, jolloin potentiometrin arvon säädin ei pääse kulkemaan ongelmitta päästä päähän. Sähkölaitteissa kosteus- ja pölysuojauksen voi toteuttaa muun muassa koteloinnilla ja sen saumojen tiivistämisellä, komponenttien liitosten eristyksillä.

Valo-ohjaukskonsolin tapauksessa riittää, että kosteussuojautuminen toteutetaan vähintään roiskesuojauksen tasolla, koska konsoli on pääsääntöisesti tarkoitettu käytettäväksi kuivissa olosuhteissa. Esitystilanteessa konsoli saattaa kuitenkin olla alttiina nesteelle, esimerkiksi ulkoilmatapahtumissa laite on alttiina vesisateelle. Hyvin toteutettu kosteussuojaus suojaa laitetta myös pölyltä, koska kosteus pääsee pölyä herkemmin laitteen sisälle vesimolekyylin ollessa pölyhiukkasta pienempi.

Kosteus- ja pölysuojauksen kannalta liukupotentiometriä kiskoja suojaaminen on hankalaa. Liukupotentiometrin säätimen tulee päästä liikkumaan vapaasti ja olla vielä käyttäjän kontrolloitavissa. Tämän takia liukupotentiometrejä ei voi sijoittaa esimerkiksi umpinaiseen koteloon ja täydellistä kosteussuojausta on mahdotonta toteuttaa. Liukupotentiometri tulisi kuitenkin suojata parhaalla mahdollisella tavalla kosteutta ja pölyä vastaan. Kuvassa 4.1 on vasemmalla puolella esimerkki normaalista liukupotentiometrillä ja oikealla puolella on liukupotentiometri, jossa valmistaja on pyrkinyt toteuttamaan kosteus-/pölysuojausta.





Kuva 4.1 Vasemmalla yleinen liukupotentiometri ja oikealla pölysuojattu liukupotentiometri. Oikeanpuoleisen potentiometrin valmistaja on pyrkinyt suojaamaan uraa lialta, toisin kuin vasemmanpuoleisessa. (TME a 2013), (TME b 2013)

Kuvan 4.1 yleisestä liukupotentiometrissä huomataan, että ura on paljaana. Näin ollen kosteus ja pöly pääsevät helposti uraan. Pölysuojatun liukupotentiometrin ura on suojattu ohuella kumimatolla, jossa on tehty viilto uran suuntaisesti säätimen liikkumisen mahdollistamiseksi. Vastaavanlaista suojausta voidaan toteuttaa esimerkiksi uran molemminpuolisilla harjoilla.

#### 4.1.2 EMC

EMC tarkoittaa sähkölaitteen kykyä toimia oikein sille tarkoitetussa sähkömagneettisessa käyttöympäristössä. EMC tulisi huomioida uuden laitteen suunnittelun alkuvaiheessa. Jos siitä ei välitetä kuin vasta ongelmien ilmetessä, laitteen suojauminen sähkömagneettisten häiriöiden kannalta voi tulla kalliimmaksi ja lopputulos voi olla huono. (Ott 1936)

EMC ongelmat on havaittavissa muun muassa silloin, kun lavastustekniikan kaluston virran tulo on samasta vaiheesta äänentoistokaluston kanssa. Tämä on todettu TeMun laitteistolla, kun valo-ohjauksessa käytettävän kannettavan tietokoneen virtalähde oli äänikaluston kanssa samassa vaihejohtimessa, jolloin virtalähde aiheutti häiriösignaalia äänen lähtöön. Häiriösignaalia voidaan havaita äänikalustosta myös silloin, kun pulssitoiminen valaisin on äänikaluston kanssa samassa vaihejohtimessa.

EMC:stä on olemassa oma direktiivinsä 2004/108/EY (EU 2004), joka ei säätele laitteiston turvallisuutta ihmiselle, kotieläimille tai omaisuudelle. Direktiivin päämääränä on vaatia laitteelta EMC-yhteensopivuutta muiden laitteiden kanssa. Direktiivi määrittelee valmiiksi laitteeksi mitä tahansa laitetta tai yksikköä, joka on kaupallisesti saatavilla, suorittaa tietyn tehtävän ja jolla on oma laitekotelo, jolloin laitteen on täytettävä kaikki direktiivin säännökset. (EU 2004) Koska valo-ohjauskonsoli on EMC-direktiivin perusteella sen alainen sähkölaitte, sen on täytettävä kaikki sille asetetut direktiivin mukaiset vaatimukset.

### 4.1.3 Sähköturvallisuus

Sähköiskulla tarkoitetaan tilannetta, jossa sähkövirta kulkee ihmiskehon läpi. Milliampeerin virta voi aiheuttaa ihmiselle tahdottoman reaktion, mikä voi aiheuttaa vahinkoa ihmiselle. Fysiologiset reaktiot virran kulkiessa ihmisen läpi voivat vaihdella pienestä kihelmöinnistä kuolemaan. Sähköiskun syynä voi olla kosketus vaarallisiin jännitteisiin riittämättömällä eristyksellä tai puutteellinen maadoitus. (Blackwell 1999)

Sähköturvallisuutta voidaan parantaa suojakotelolla tai eristyksellä, jotka ovat yleisimmin käytettyjä perussuojausmenetelmiä. Sähkölaitteen koteloin minimivaatimus on IP 2X tai IP XXB, jolloin jännitteistä osaa ei päästä koskettamaan sormella. Mikäli sähkölaitteen runko tulee jännitteiseksi, sen on kytkeydyttävä jännitteettömäksi niin nopeasti, että siitä ei koidu vaaraa, vaikka siihen koskisi vikatilanteen aikana. Tämä voidaan toteuttaa vikavirtasuojalla ja suojajohtimella. (STUL 2007)

Sähköturvallisuuslain 2. luvun 5 § perusteella sähkölaite tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa ja korjata siten, että siitä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Lisäksi niistä ei saa aiheutua sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuuton häiriötä ja niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 1996)

Virran vaikutukset ihmiseen riippuvat useista eri parametreista, kuten kosketuspinta-alasta, kosketusolosuhteista (kuiva, kostea, paine, lämpötila) ja koskettajan fysiologiasta. Reaktorajana pidetään 0,5 mA sen vaikutusajasta riippumatta ja kouristusraja on noin 10 mA. Hengenvaarallisen sydänkammiovärinän aiheuttama sähkövirta vaihtovirralla (50 Hz-60 Hz) on hyvin alhainen, jos vaikutus kestää yli sydämen toimintajakson. Tällöin virta aiheuttaa sydämmelle ylimääräisiä supistuksia ja aiheuttaa siten sydämmelle jännitystilan epähomogeenisuuden. 1 s pidempinä vaikutusaikoina virran raja-arvona pidetään 50 mA. (STUL 2007) Taulukossa 4.2 on listattu vaihtovirran vaikutuksia ihmiskehoon.

Taulukko 4.2 Vaihtovirran vaikutus ihmiskehoon (McClung 2005).

Sähkövirta	Reaktio
Alle 1 mA	Ei aistittavissa
1 mA	Heikkoa pistelyä
5 mA	Heikko sähköisku, ei kivulias
6-25 mA	Kivulias – Lihaskontrollin menettäminen
9-30 mA	Yksilöllinen, ei kykene irrottamaan otetta
50-150 mA	Hengitys salpautuu
1000-4300 mA	Sydämen rytmihäiriöt
10000 mA	Sydämen pysähtyminen, palaminen

Taulukosta 4.2 huomataan, miten eri määrät vaihtovirtaa vaikuttavat ihmiskehon toimintaan.

#### 4.1.4 Fyysinen kestävyys

Fyysisellä kestävyydellä tarkoitetaan esineen fyysisen rasituksen sietokykyä. Fyysistä rasitusta ilmentyy usein laitetta siirrettäessä, jolloin laite on helpommin alttiina muun muassa iskuille, tärinälle ja puristukselle. Erilaiset iskut ja tärinät johtuvat laitteen runkoa pitkin piirilevyihin ja niissä oleviin komponentteihin. Iskut ja puristukset vaikuttavat ensisijaisesti laitteen ulkonäköön, esimerkiksi lommoina tai halkeamina, ja pinnalla oleviin komponentteihin, mutta voivat myös vioittaa laitteen sisäpuolella olevia osia. Vuosien ajan tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että noin 20 % elektromekaanisista vioista on johtunut jonkinlaisesta tärinästä ja/tai iskusta (Steinberg 2000).

Rungon ja piirilevyn resonointitaajuudet pitää erottaa oktaavilla. Kun rungon resonointitaajuus on vähintään kaksi kertaa piirilevyn resonointitaajuus. Tällöin piirilevyn resonointi ei vahvistu rungon resonoinnista ja kestää paremmin tärinää. Sama pätee myös, jos piirilevyn resonointitaajuus on kaksi kertaa isompi rungosta. (Steinberg 2000)

Sähkölaitteen fyysistä kestävyyttä voidaan parantaa käyttämällä kestäviä runkomateriaaleja ja komponentteja. Rasitusta kestävät elektroniikkakomponentit ovat kalliimpia, kuin normaalisti kodielektroniikassa käytettävät komponentit. Hyvä ja joskus jopa helpoin sekä halvin keino suojautua fyysistä rasitusta vastaan elektroniikkalaitteilla on hankkia tai rakentaa niille erillinen suojakotelo, jolloin itse laite voidaan suunnitella kevytrakenteisemmäksi.

## 4.2 Valo-ohjauskonsolin rakenne

Seuraavaksi käsitellään valo-ohjauskonsolin rungon vaatimuksia ja mittoja, tarvittavia komponentteja, liitäntöjä ja niiden paikkoja. Lisäksi pohditaan käytettävyys, mukavuus ja huollettavuus seikkoja. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan määritetä ulkomuotoa sanatarkasti, sillä muotoilijalle halutaan jättää enemmän vapautta konsolin ulkomuodon suunnitteluun.

### 4.2.1 Valo-ohjauskonsolin runko ja dimensiot

Kehittyneemmät valo-ohjauskonsolit ovat nykyisin muodoltaan hyvin samanlaisia, kuin äänisignaalin käsittelyyn tarkoitettut konsolit. Konsoleilla ei ole yhtä määrättyä ulkomuotoa. Yleisin ratkaisu on kiilamainen sivuprofiili, jossa laitteen etuosa on alempana, kuin takaosa. Tällöin laitteen käyttömukavuus säilyy niin istuessa kuin seistessä ja laitteen pinnassa olevat tekstit näkyvät selvemmin, mikäli laitteen pinta on hieman käyttäjään päin kalteva. Kuva 4.2 on vasemmalla puolella äänen miksaamiseen tarkoitettu konsoli Yamaha 01v96i ja oikealla puolella valo-ohjaukseen tarkoitettu konsoli JB-Lighting Licon CX.



Kuva 4.2 Vasemmalla on äänisignaalin käsittelyssä käytettävä konsoli ja oikealla valo-ohjauksessa käytettävä konsoli. Kummastakin konsolista huomataan kiilamainen muoto sekä liukupotentiometrien ja painokytkimien yhtenäiset sijoitustavat. (Yamaha 2013), (JB-Lighting 2013)

Kuvasta 4.2 huomataan ääni- ja valo-ohjauskonsoleiden yleinen kiilamainen rakenne ja kytkimien asettelutapa. Molemmista konsoleista huomataan, että liukupotentiometrit on sijoitettu konsolin alaosaan ja näyttö yläosaan. Tällöin kädet eivät ole näytön edessä liukuja tai kytkimiä käytettäessä.

Kosteus- ja pölysuojaus kappaleessa todettiin, että liukupotentiometrit haittaavat täydellistä suojautumista pölyltä ja vedeltä. Näin ollen konsolin ulkokuoren SFS-EN 60529 + A1 standardin mukaisen IP luokituksen tulisi olla vähintään IP-55 tasolla, jolloin pölyn tunkeu-

tumista ei olisi kokonaan estetty ja kaikista suunnista suunnattu vesisuihku ei aiheuttaisi haittaa. Tämä ei kuitenkaan haittaa sisällä olevaa elektroniikkaa, mikäli ne asennetaan ulkokuoren sisällä olevaan, erilliseen umpinaiseen suojakoteloon, jossa läpiviennit olisi toteutettu pikaliittimin. Tällöin toiminnalle tärkeitä elektronisista komponentteja, kuten prosessoria tai virtalähdettä, suojaava kotelo olisi suojaustasoa IP-68, eli kotelo on täysin pölytiivis ja se kestää jatkuvaa veteen upottamista. Umpinainen kotelo tosin hankaloittaa lämpiävien osien, kuten virtalähteen, jäähdyttämistä. Tämä ei kuitenkaan haittaisi, mikäli umpinainen kotelo olisi tehty hyvin lämpöä johtavaksi. Suojakotelo tulisi kiinnittää laitteen runkoon, jotta se ei pääse liikkumaan vapaasti laitteen sisällä vioittaen kytkentöjä tai laitteen yläosaan kiinnitettyjä komponentteja. Mahdollisen näytön elektroniikan suojaus jää lähinnä näytön valmistajan lupaamalle tasolle. Sitä voidaan toki koettaa parantaa erilaisilla tiiviste- ja pinnoitemateriaaleilla.

Konsolin ulkokuori voidaan valmistaa metalliseoksesta, esimerkiksi alumiinista tai teräksestä, tai muovista. Metallisen kotelon etuna on sen kyky parantaa EMC-suojausta sekä se johtaa hyvin lämpöä. Piiriteorian mukaan häiriösignaali indusoi sähköä johtavaan koteloon virran, joka kumoaa häiriösignaalin ja kenttäteorian mukaan osa häiriösignaalista heijastuu johtavasta materiaalista ja osa absorboituu materiaaliin (Ott 1936). Mikäli runko tehdään sähköä johtavasta materiaalista, ulkokuori tulee muistaa maadoittaa sähköturvallisuuksien parantamiseksi. Helposti koskettavat kohdat, kuten reunat, kulmat, avauskohdat ja kädensiat tulee pyöristää, jotta ne eivät aiheuta käyttäjälle vahinkoja (Blackwell 1999).

Konsolin dimensiot määräytyvät pääasiassa konsolissa olevien liukujen ja kytkimien määrän, sekä mahdollisen näytön koosta ja konsolin sisälle asennetusta tietokoneesta, jonka tehtävänä on prosessoida valo-ohjaus sovellusta muiden edellä mainittujen komponenttien kanssa, sekä lähettää ohjausdataa ohjattaville valoille. Eri ominaisuuksien käytön tulee olla helppoa ja nopeaa. Toisin sanoen liukupotentiometrit eivät saa olla liian lähellä toisiaan, koska se hankaloittaa yksittäisen liukupotentiometrin käyttöä tai yhtä liukupotentiometriä säädettäessä toisen liukupotentiometrin säädin saattaa siirtyä tarkoituksettomasti. Sama koskee kytkimiä. Toisin sanoen tarkkoja dimensioita on vaikea määrittää ennen kuin on selvä tieto komponenttien määrästä ja koosta. Konsolin tulee olla mahdollisimman kompakti kokonaisuus, eli siinä ei tulisi olla irrallisia osia, kuten esimerkiksi irrallinen USB-DMX-muunnin, eli dongle, tai virtalähde. Tästä johtuen kaikki tarvittavat komponentit tulisi integroida laitteen sisälle. Laitteen koko ja paino tulisi kuitenkin mitoittaa siten, että se on nostettavissa yhden ihmisen voimin. Tämä parantaa laitteen käyttömukavuutta. Konsolin rungton tulee olla sen verran kestävä, että se kestää kuljetuksessa koituvat iskut. Tätä voidaan kuitenkin parantaa vielä erillisellä kuljetukseen tarkoitettulla suojakotelolla.

Konsolin sisälämpötila ei saa nousta niin korkeaksi, että konsolin komponentit vaurioituisivat. Sisälämpötila muodostuu konsolin sisällä olevista komponenteista, jotka tuottavat lämpöä. Tällaisia ovat muun muassa virtalähde ja prosessori. Keskimääräinen alin ulkolämpötila Suomessa kymmenen vuoden aikana on  $-39,8\text{ °C}$  (Ilmatieteenlaitos 2013). Jos konsoli suunnitellaan käytettäväksi ulkona myös talvisaikaan, tulee tämä ottaa huomioon komponenttivalintoja tehtäessä. Esimerkiksi DELL ST2220T 21,5”W kosketusnäytön käyttölämpötilasuositukset ovat  $0 - 40\text{ °C}$  (DELL 2013).

#### 4.2.2 Liitännät ja niiden paikat

Valo-ohjauskonsolissa tarvitaan liitäntäpaikat virta-, signaalijohdolle ja mahdollisille laitteen laajennuksille. Laajennuksia voivat olla muun muassa liukupotentiometriyksikkö, lisänäyttö, työvalo, massamuistilaitte. Liukupotentiometriyksikkö on lisäohjauskonsoli, jonka tarkoituksena laajentaa valo-ohjauskonsolin nykyisten liukupotentiometriensä määrää. Lavastustekniikassa käytettäviä laitteita, kuten savukoneita, valoja ja moottoreita voidaan ohjata muun muassa tietokoneella tai erilaisilla kytkimillä. Tämän määrittelyn kohteena oleva valo-ohjauskonsoli on suunniteltu ohjaamaan oheislaitteita DMX-512 standardilla USITT DMX512-A (USITT 1999, 2000).

DMX-signaalin kuljettamisessa käytetään muun muassa XLR-5 – tai XLR-3 – kaapelia, jonka toisessa päässä on uros- ja toisessa päässä naarasliitin. Signaalin lähtöjä voi olla useampi, mutta yksi riittää, mikäli valoja ei ole paljoa. Normaali kohdevalaisin, kuten American DJ Pro PAR 56RGB, tarvitsee toimiakseen 7 kanavaa (ADJ a 2013). Liikkuva valo, kuten American DJ Vizi LED Spot, tarvitsee toimiakseen 12 kanavaa (ADJ b 2013). Useampi portti mahdollistaa useamman 512 osoitevaruuden käytön, eli ne ovat tarpeellisia vasta suuremmalla kalustomäärällä. XLR-3:n käyttö on yleisempää, koska sen kaapeli on yleisempi ja sitä voidaan käyttää myös audiotekniikassa sekä se on XLR-5:sta halvempaa. Kuvassa 4.3 vasemmalla puolella on XLR-5 ja oikealla puolella XLR-3 naarasportit.



Kuva 4.3 Vasemmalla XLR-5- ja oikealla XLR-3-naarasportti. XLR-5:ssä on 5 pinniä ja XLR-3:ssä 3 pinniä. 1-pinni on maadoitus, 2-pinni data1 +, 3-pinni data1 -, 4-pinni data2 +, 5-pinni data2 -. (Thomann a 2013), (Thomann b 2013)

Kuvassa 4.3 XLR-porttien pinnien DMX funktiot ovat: 1-pinni maadoitus, 2-pinni data1 +, 3-pinni data1 -, 4-pinni data2 +, 5-pinni data2 -. DMX-standardi kieltää XLR-3:n käytön DMX-ohjauksessa, mutta XLR-5:n 4. ja 5. pinni ovat valinnaisia. (USITT 1999, 2000)

Yleisimmät näytöissä käytettävät portit ovat VGA- (Video Graphic Array), DVI- (Digital Visual Interface) ja/tai HDMI- (High Definition Multimedia Interface) portti kuvan siirtoa varten. HDMI- ja DVI-portista saadaan VGA:ta parempi kuvanlaatu, koska ne lähettävät kuvadatan tehokkaammin. Tehokkuus johtuu siitä, että HDMI:n sekä DVI:n kautta data kulkee diskreetteinä datapaketteina, kun taas VGA lähettää tiedon jatkuvana virtana. (PCworld 2012)

HDMI ja DVI ovat hyvin samanlaisia. Niiden arkkitehtuurit ovat samankaltaisia ja molempien kautta voidaan lähettää kuvan lisäksi ääntä ja yhdistettyä virheenohjauskoodia. (Kraemer 2009) Kuvassa 4.4 on VGA-, DVI- ja HDMI-portti.



Kuva 4.4 Kuvan siirrossa käytettävä VGA-, DVI- ja HDMI-portti. VGA- ja DVI-kaapelin saa ruuvattua porttiin kiinni. Ruuvit parantavat liitoksen kestävyyttä rasitukselta. Tällaista ominaisuutta ei ole HDMI-portissa. (Kaapeliguru 2013)

Vaikka HDMI:n kautta kulkeva kuvanlaatu on parempi, kuin VGA:n, sen liitin on heikompi. Kuvasta 4.4 huomataan, että VGA- ja DVI-liitäntä ovat kestävämpiä ja liittimien sivuilla olevat ruuvipaikat varmentavat sekä tukevat liitoskohtaa. HDMI-portissa ei ole samaa ominaisuutta. Tämä ei kuitenkaan haittaa, jos laitetta tai johtoa ei siirretä sen käytön aikana.

Jos valo-ohjauskonsoliin halutaan lisätä myöhemmässä vaiheessa liukujen määrää, onnistuu se liukupotentimetriyksikön avulla. Liukupotentimetriyksikkö pystyy kommunikoimaan tietokoneen kanssa USB (Universal Serial Bus) -portin välityksellä. USB-portin avulla voidaan käyttää halutessa myös näppäimistöä ja hiirtä, jotka helpottavat kirjoittamista sekä tiedostojen siirtämistä. Lisäksi USB-porttia voi käyttää massamuistilaitteen kytkemiseen tehtyjen valo-ohjelmien varmuuskopiointiin tai käytettävän ohjaussovelluksen päivit-

tämiseen. USB-portteja on erimallisia, kuten USB A, - B, - mini A, - mini B. USB A -porttia käytetään yleisimmin tietokoneissa. USB:tä on mahdollista saada eri nopeuksilla. USB 1.1 kykenee siirtämään dataa 12 Mbit/s, USB 2.0 480 Mbit/s (USB a, 2013). USB 3.0 5 Gbit/s (USB b 2013).

Kaikkien liittimien sijainti olisi hyvä olla konsolin takaosassa. Tällöin liittimet ovat suojassa ylhäältä päin tulevalta nesteeltä ja lisäksi liittimistä lähtevät johdot eivät häiritse laitteen käyttöä. Liittimien sijoittamisessa kannattaa kuitenkin jättää tilaa mahdollisia laitteen päivityksiä varten, esimerkiksi useampaa DMX ulostuloa tai USB-porttia ajatellen. Mikäli konsolin haluaa olevan vesitiiviimpi, liittimien reikiä ei kannata valmistaa etukäteen.

### **4.2.3 Tarvittavat komponentit**

Ohjattaessa DMX-valoja tarvitaan jonkinlainen valo-ohjaukseen tarkoitettu ohjelma. Ohjelma vuorostaan tarvitsee toimiakseen tietokoneen, mikä kykenee prosessoimaan valo-ohjelmaa moitteettomasti. Käytettävän tietokoneen ei tarvitse olla kovin tehokas. Esimerkiksi tietokoneen minimivaatimukset Daslightin DVC3-ohjelman toimimiseen on 1 GHz nopea prosessori, 512 Mb RAM (Random-access memory) muistia ja 32 Mb muistia videokortilta (Daslight 2012). Tällä hetkellä vastaavia ominaisuuksia löytyy jo matkapuhelimista. Nokian Lumia 520 sisältää kaksisytimisen 1 GHz:n prosessorin sekä 512 Mb RAM muistia (Nokia 2013). Useampien laitteiden samanaikaisessa ohjauksessa tietokoneelta vaadittavan suoritustehon tarve kuitenkin kasvaa, koska silloin tietokone joutuu prosessoimaan useampaa asiaa samanaikaisesti. DVC3-ohjelman suositusvaatimukset ovat kaksisytiminen 2 GHz prosessori, 1 Gb RAM muistia, 256 Mb muistia videokortilta (Daslight 2012).

Tietokone ja käyttäjä tarvitsevat vuorovaikutusta varten rajapinnan. Tietokoneen ja käyttäjän välinen kommunikointi suoritetaan valo-ohjaukskonsolissa esimerkiksi liukujen, kytkimien ja näytön avulla. Liukujen ja kytkimien lukumäärä määräytyy yleensä käytettävän valo-ohjelman perusteella. Konsolissa voi olla myös hiiri ja näppäimistö, mutta kosketusnäyttötekniikan ansiosta niitä ei välttämättä tarvita.

Motoroidun liukupotentiometrin etuna tavalliseen liupotentiometriin nähden on, että potentiometrin oloarvoa voidaan muuttaa sähköisesti ja mekaanisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että siirrettäessä liukupotentiometrin arvoa käytettävässä sovelluksessa liukupotentiometrin moottori siirtää samanaikaisesti liukupotentiometrin säädintä. Kuvassa 4.5 on esitetty kaksi motoroitua liukua.





Kuva 4.5 Kaksi motoroitua liukupotentiometriä. Liukupotentiometrin arvoa säätävä moottori on vasemmanpuoleisessa liukupotentiometrissa sen alapuolella ja oikeassa sen päädysssä. (ALPS 2013)

Kuvan 4.5 motoroidut liukupotentiometrit toimivat samalla periaatteella. Liukupotentiometrien sähköistä säätöä tekevä sähkömoottori sijaitsee vasemmanpuoleisen liukupotentiometrin alapuolella ja oikean puoleisessa sähkömoottori on sijoitettu liukupotentiometrin päädysnä.

Valo-ohjauksessa käytettävissä ohjelmistoissa on usein erilaisia valikoita ja ominaisuuksia, kuten: valitse, kopioi, keskeytä. PC:tä käytettäessä valikoita ja ominaisuuksia käytetään hiiren ja pikanäppäimien avulla, mutta konsoleissa käytetään painokytкимиä, jolloin näytöstä voidaan ottaa valikoiden ja ominaisuuksien painikkeet pois näkyvistä. Konsolin painokytкимиet vastaavat PC:n pikanäppäimiä, mutta pikanäppäimet ovat yleensä näppäinyhdistelmiä kun taas painokytkimessä riittää yksi ainoa painallus. Painokytкимиet ovat hyviä, mikäli konsolissa on pieni näyttö sekä fyysisten kytkimien paikat iskostuvat paremmin lihasmuistiin, jolloin valikoiden sekä ominaisuuksien käyttäminen tulee nopeammaksi. Kytkimiä valittaessa on hyvä miettiä kytkimen käyttötarkoitusta. Mikäli kytkin on lukkiutuva, se saattaa aiheuttaa ongelmia sovelluksen toiminnassa esimerkiksi siirryttäessä valikosta toiseen. Tällöin pitäisi ensiksi vapauttaa toisen valikon kytkin ennen kuin toisen valikon pystyy avaamaan tai muutoin käytettävä sovellus saattaa mahdollisesti avata itsestään vuorotellen valikoita. Tästä johtuen kytkimen olisi hyvä olla lukkiutumaton, eli sama ajatus, kuin tietokoneen näppäimistöissä. Kytkimessä olisi hyvä olla jonkinlainen ilmaisin, esimerkiksi valaisin, joka ilmaisee kyseisen funktion päällä olosta. Tämä on suuri etu, sillä kiireessä ei välttämättä muista, mitä kytkintä juuri painoi. Kuvassa 4.6 on esitetty LEDillä varustettu painokytkin.



Kuva 4.6 Painokytkin, minkä yläpuolella on sen kytkeytymisestä ilmaiseva LED. (C&K Components 2013).

Kuvan 4.6 yläpuolella on painokytkimen aktivoinnista ilmaiseva LED. Kytkimen aktivoituessa ja sen läpi kulkiessa sähkövirta, LED kytkeytyy päälle.

Laitteessa on oltava erillinen tai integroitu virtalähde, joka muokkaa verkkovirran laitteelle sopivaksi ja mahdollisesti myös jakaa muokatun tehon konsolin eri piirilevyille ja toimilaitteille. Kuvassa 4.7 on tietokoneelle tarkoitettu HEC 120SA 120W Flex ATX -virtalähde.



Kuva 4.7 Compucasen 120W virtalähde, jossa on etuosassa tuuletin sekä liitinpaikka virtakaapelille. Virtalähteen takaa tulee liittimiä, joilla saadaan siirrettyä virta halutuille tietokoneen piirilevyille virtalähteeltä. Kuva muokattu. (Verkkokauppa a 2013)

Kuvan 4.7 virtalähteen etuosassa on virtalähteen tuuletin sekä IEC320 C14 liitin, johon voidaan kytkeä IEC60320 C13 -mallin verkkokaapeli virrantuontia varten. Virtalähteen takaa tulevilla kuudella liittimellä voidaan jakaa virta eri piirilevyille ja toimilaitteille. Virtaa tarvitaan valo-ohjauksokonsolissa muun muassa valaistukselle, liukupotentiometriin moottoreille, tietokoneen emolevyille ja mahdolliselle näytönohjaimelle sekä näytölle.

Tietokoneen ja valojen väliselle kommunikoinnille tarvitaan muunnin, minkä tehtävänä on muokata tietokoneesta lähtevä signaali DMX dataksi. Kuva 4.8 on TeMun käyttämä dongle, Enttec DMX USB Pro.



Kuva 4.8 Enttec DMX USB Pro USB-DMX dongle, missä on XLR-5 uros- ja naarasportti sekä vastakkaisella puolella USB-portti. (Enttec 2013).

Kuvan 4.8 donglen voi liittää konsolin USB-porttiin, mutta se olisi hyödyllisempää integroida konsolin sisälle, jolloin se pysyisi varmasti konsolin mukana. Donglen sivulla on XLR-5 uros- ja naarasportti ja vastakkaisella sivulla USB-portti.

Valo-ohjauskonsolin käyttö ei saa olla riippuvainen tilavalaistuksesta, koska konsolia saatetaan joutua käyttämään muun muassa ulkona pimeään aikaan. Siksi konsolissa olisi hyvä olla integroitu tai mahdollisuus kytkeä oma valaisin. Yleisesti valo-ohjauskonsoleissa käytetään gooseneck, eli joutsenkaula valaisinta. Valaisimen etuna on sen taipuisuus. Kuvassa 4.9 on Stairvillen gooseneck-valaisin.



Kuva 4.9 Stairville gooseneck-valaisimen tyvessä on XLR-3 uros-liitin, mistä lähtee taipuisa kaula, minkä päädyssä neljä valaisevaa LEDiä. (Thomann c 2013).

Kuvan 4.9 joutsenkaulavalaisimen päässä on 4 LEDiä sekä sen kaula on jäykkä ja taipuisa. Valaisin kytketään sille tarkoitettuun XLR-3-naarasporttiin, josta se saa tarvittavan virran LEDeille.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kappaleessa katsotaan ensin, mitä projektin päättämisen vaihe tarkoittaa ja miten tämä projekti päätettiin. Seuraavaksi tarkastellaan millaisia tuloksia projektinhallinnasta saadaan, sekä miten projektinhallintaa voisi parantaa samantyyppisissä projekteissa. Projektinhallinnan tulosten tarkastelussa katsotaan suunnittelu, määrittely, tavoitteiden ja työryhmän toiminnan tuloksia. Sen jälkeen analysoidaan valo-ohjauskonsolin määrittelyn tuloksia ja pohditaan minkälainen valo-ohjauskonsoli yksittäisen henkilön tai pienen organisaation kannattaisi hankkia.

### 5.1 Projektin päättäminen

Projektin päättäminen on tärkeä vaihe projektin elinkaareissa. Siinä kerätään yhteen kaikki saatu tieto, analysoidaan saadut tulokset ja hajotetaan projektiorganisaatio. Sen jälkeen annetaan projektista saadut tulokset ja analyysi projektin tilaajalle. Projekti voidaan päätätä erilaisilla tavoilla ja erilaisista syistä. Projekti voi ”kuolla”, koska sen tarvetta ei ole enää olemassa, tai kaikki tavoitteet on saavutettu ja projekti on valmis. Projekti voidaan päätätä myös sen takia, että huomataan projektin tavoitteiden olevan liian epärealistisia. Projekti voidaan myös korvata jollain muulla toiminnalla, esimerkiksi muuttamalla projekti vakinaiseksi toiminnaksi yrityksen perusorganisaatioon. (Virtanen 2000)

Tässä tapauksessa projekti päätettiin kesken, koska huomattiin konsolin rakentamisen olevan mahdotonta käytössä olevilla resursseilla. Tämä ilmeni siten, että konsolille ei löydetty sopivaa ohjaussovellusta ja uuden sovelluksen kehittäminen olisi ollut liian vaativaa olemassa olevalle organisaatiolla. Suunnitelman muuttaminen olisi vaatinut enemmän resursseja ja aikaa projektin toteuttamiseksi. Projekti päätettiin, kun osa-alueista tehtäviin kandidaatintutkielmiin saatiin tarpeeksi tutkimusaineistoa. Vaikka projektia ei viety kokonaan päätökseen, projektin tärkeimmät tavoitteet saavutettiin. Tämä johtuu siitä, että osa projektiryhmästä oli asiakkaan organisaation jäseniä, jolloin yhteydenpito asiakkaan ja projektiorganisaation välillä oli helppoa.

## 5.2 Projektinhallinnan johtopäätökset

Taulukossa 5.3 on lueteltu miten projektin onnistumista voidaan määritellä.

Taulukko 5.3 Onnistunut projekti täyttää seuraavat kriteerit (Järvinen 2002).

1. Projekti on toteutettu määritellyssä laajuudessa, aikataulun sekä budjetin mukaisesti
2. Projektinhallinta- ja toteutus on hoidettu laadukkaasti ja tehokkaasti.
3. Projekti on saavuttanut sille asetetut tavoitteet.
4. Projekti on toteutettu kulttuurin mukaisesti häiritsemättä muuta toimintaa.
5. Projekti on ollut tilaajalle hyödyllinen.
6. Projektin osapuolet ovat tyytyväisiä lopputulokseen.
7. Asiakas on hyväksynyt projektin ja asiakas sekä käyttäjät ovat tyytyväisiä projektiin.
8. Suoritettua projektia voidaan käyttää taloudellisesti hyödyksi.

Tämän projektin tuloksien onnistumista on käsitelty vertaamalla taulukossa 5.3 esitettyjä kohtia saatujen tulosten kanssa. Taulukon kolme ensimmäistä kohtaa antavat tietoa projektinhallinnan onnistumiseen, kolme seuraavaa kohtaa käsittelevät projektiorganisaatiota ja kaksi viimeistä antaa tietoa asiakkaan näkökulmaan (Vartiainen 2003). Projektin onnistumista on kuitenkin hankala arvioida täydellisesti, koska se on monen tekijän summa. Tavoitteita joissa on selkeät mitattavat suureet on selkeä arvioida, kuten aikataulut ja kustannukset (Ruuska 1999). Muiden tulosten arviointi perustuu kuitenkin mielipiteisiin, jolloin kaikilla projektin intressiryhmillä voi olla erilaiset tulostavoitteet.

Projektin ennakkosuunnittelun puutteellisuus aiheutti sen, että konsolille määritelty ohjaussovellus jouduttiin vaihtamaan jo projektin alkuvaiheessa. Tämä aiheutti sen, että osa tutkimuksesta oli aloitettava alusta. Myös osa-alueiden rajauksia jouduttiin muokkaamaan, kun huomattiin työmäärien nousevan liian suuriksi. Osa jo tehdystä tutkimuksesta jouduttiin rajaamaan pois. Suunnittelun puutos aiheutti turhaa ajankäyttöä ja jatkuvat muutokset haittasivat projektiryhmän työskentelyä. Koska tiedonvälitykseen käytettävät työkalut suunniteltiin hyvin, onnistui ryhmän sisäinen kommunikointi ja tiedonvälitys hyvin. Kun verrataan saatuja tuloksia taulukon 5.3 tuloksiin, voidaan huomata että kohdan 1 kriteerit eivät ole täyttyneet kaikilta osin. Projektin lopulliseen määrittelyyn päästiin, mutta se erosi paljon projektin alussa tehdystä määrittelystä ja aikataulua jouduttiin venyttämään. Projektinhallinta ja toteutus oli hoidettu laadukkaasti ja tehokkaasti kommunikoinnin, tiedonvälityksen ja osa-alueiden rajauksen suhteen. Projekti hallintaan kirjassa todetaan, että projektin suunnittelu luo pohjan projektin onnistuneelle läpiviennille (Ruuska 1999). Tämä joh-

tuu siitä, että suunnittelu vaikuttaa kaikkiin projektin osa-alueisiin. Ilman selkää suunnitelmaa on vaikeaa lähteä rakentamaan isoa kokonaisuutta ja projektia on silloin vaikea hallita. Tutkimusprojektissa suunnitelman tärkeys korostuu, koska ennen tutkimustulosten valmistumista kuluu vain resursseja eikä ole mitään takuuta voidaanko projektista saada mitään hyötyjä. Tässä projektissa suunnitteluun käytettiin vain vähän aikaa ja se aiheutti ongelmia projektin läpivientiin ja tavoitteiden saavuttamiseen. Jos suunnitteluun olisi käytetty enemmän resursseja, olisi voitu ennakkoon huomata se, ettei valo-ohjauskonsolia pystytä toteuttamaan määritetyllä sovelluksella. Näin olisi suoraan voitu päästä tulokseen, ettei projektia kannata käynnistää tai projekti olisi jo alussa voitu määrittää yleisluontoiseksi selvitykseksi. Koska projektiryhmällä ei ollut aikaisemmin suunnitellut yhdessä laitteita, olisi projektisuunnitelmaan kannattanut kasata tietoa siitä, miten laitteen suunnittelua kannattaa lähteä toteuttamaan. Suunnitelmaan kannattaa lisäksi kasata käsillä olevasta ennakkotiedosta mahdollisimman paljon ohjenuoria projektin toteuttamisen avustamiseksi.

Koska projektinhallinnan tarkastelu on vain yksi projektin osa-alue, niin tavoitteissa onnistuminen antaa paremman kuvan projektin kokonaistuloksesta. Suurin osa määritetyistä projektitavoitteista suoritettiin, joten ei voida sanoa projektin epäonnistuneen täysin. Asiakkaan mielikuva projektista oli saada vastaus siihen, että onko valo-ohjauskonsoli mahdollista suunnitella ja rakentaa itse. Tämä oli tärkein sisällöllinen tavoite liittyen tähän projektiin ja siinä onnistuttiin. Asiakas oli näin ollen tyytyväinen projektiin, lisäksi projektiryhmä sai tehtyä projektin tuloksista kandidaatintutkielmat, joten kaikki projektin osapuolet olivat tyytyväisiä tulokseen. Projektin tuloksena saatu tutkimus vastaa asiakkaan haluamiin kysymyksiin, joten laadulliset tavoitteet projektin osalta täyttyvät. Valo-ohjauskonsolin määrittely antaa riittävän tarkat ohjeet asiakkaalle millainen suunniteltavan konsolin pitää olla, että siitä saadaan käytännöllinen, luotettava, suorituskykyinen ja turvallinen käyttöä.

Projektin toteutuksellisessa päätavoitteessa eli projektinhallinnan onnistumisessa ei onnistuttu. Suunnitelmallisuuden puuttumista voi yrittää paikata panostamalla enemmän projektin seurantaan, jotta muutoksiin voitaisiin reagoida nopeammin ja ne pysyisivät paremmin hallussa. Valo-ohjauskonsoliin soveltuvien prosessoreiden vertailusta ei tehty kandidaatintutkielmaa, mutta osa-alueesta tehtiin kuitenkin sen verran tutkimusta, että pystytään valikoimaan millaiset prosessorit soveltuvat valo-ohjauskonsolin suunnitteluun.

Projektista saatuja tuloksia on mahdollisia käyttää taloudellisesti hyödyksi, esimerkiksi tehtyä yleispätevää määrittelyä voi käyttää apuna tarkan määrittelyn tekemisessä, jolloin sähkölaitteen suunnittelua voidaan nopeuttaa ja siitä koituvia kustannuksia pienentää. Li-

säksi asiakas sai työstä taloudellista hyötyä, koska tulosten avulla pystyy arvioimaan miten valo-ohjauskonsolin voi hankkia kustannustehokkaasti ja halutuilla ominaisuuksilla.

Projektin alussa ajankäyttö oli tehokasta ja tutkimuksen eteneminen oli nopeaa. Kuitenkin puutteellisen suunnittelun tuomat ongelmat lisäsivät tehtävää työtä ja laskivat projektiryhmän ajankäytön tehokkuutta. Ryhmän jäsenten käyttämä aika kandidaatin töiden tekemiseen kuitenkin vastasi asetettuja arvioita. Tällä perusteella voidaan sanoa, että pääasiallinen ajallinen tavoite ei onnistunut, eli asiakkaan asettamaan tavoitteeseen ei päästy. Kuitenkin projektiryhmän ajalliseen tavoitteeseen päästiin. Ajallisten tavoitteiden suorittamista voidaan parantaa jakamalla tutkimusalueiden tavoitteet pienempiin palasiin, esimerkiksi viikkotavoitteisiin ja kuukausitavoitteisiin. Suppeampi viikkotavoite helpottaa aiheeseen syventymistä, kuin kokonaiskuvan tarkastelu. Kun vastassa oleva ongelma ei ole niin suuri ”seinä” pysyy tutkijan motivaatio paremmin aiheessa. Lisäksi ajankäyttöön on helpompaa puuttua, kun saatuja tuloksia pystyy seuraamaan tasaisemmin. Lisäksi kannattaa asettaa kuukausitavoite, jossa kootaan viikkotavoitteet yhdeksi isommaksi kokonaisuudeksi. Kuukausitavoitteiden avulla voidaan paremmin estimoida kokonaisajankäyttöä.

Projektinhallinnan tavoitteiden onnistumiseen olisi voitu päästä paremmalla projektiorganisoinnilla. Parempi organisoiminen selkeyttää työryhmän jäsenten toimintaa ja helpottaa tutkimuksen etenemistä. Onnistu projektissa - kirjassa sanotaankin että ”Projektipäällikön tehtävä on vastata siitä, että projekti valmistuu ajoissa, pysyy budjetissa ja että lopputulos vastaa asetettuja tavoitteita” (Kettunen 2003). Projektinhallinnan tavoitteiden onnistumista voidaan edesauttaa jatkuvalla projektin seuraamisella. Projektia pystytään seuraamaan laatimalla jatkuvaa dokumentaatiota projektin etenemisestä, minkä avulla projektipäällikkö saa tietoa ohjattavasta projektista. Tässä projektissa dokumentaation tuottaminen oli vähäistä ja se hankaloitti projektinhallintaa, koska seuranta oli hankalaa toteuttaa. Tämä taas aiheutti sen, että projektipäällikön ja työryhmän mahdollisuudet reagoida muutoksiin olivat heikot. Vaikka projektinhallinnan tavoitteisiin ei tässä projektissa päästy, sai projektiryhmä kokemusta siitä miten virheet pystytään välttämään tulevissa projekteissa. Vahala toteaaakin diplomityössään Infrastruktuurin toimitusprojektin hallinta, että kokemus tuo taitoa projektinhallintaan, jota auttavat myös epäonnistumiset (Vahala 2009).

Projektin alkuvaiheessa kaikkien kommunikaatio- ja tiedonvälityskanavien käyttö oli tiheää. Projektin edetessä tiedon jakamisen määrä kuitenkin hidastui. Tämä aiheutti muutokset projektin määrittelyssä, sekä projektiryhmän jäsenten opintojen ja töiden jatkuminen kesän jälkeen. Projekti hallintaan kirjassa mainitaan, että kaikkien projektin jäsenien pitäisi olla jotenkin mukana projektin suunnittelussa, jolloin varmistetaan sitoutuminen projektiin (Ruuska 1999). Projektiin sitoutuminen onnistui hyvin, koska projektin suunnittelussa

huomioitiin kaikkien mielipiteet ja päätöksiin oli mahdollista vaikuttaa. Ryhmähenki säilyi hyvänä ja työskentelyilmapiiri oli innovatiivinen.

Projektiryhmälle voidaan soveltaa kolmea eri työskentelymuotoa: ryhmä-, pari- ja yksilötyöskentelyä. Ryhmätyöskentely sopii parhaiten projektin aloitustilanteeseen ja suunnitteluun, parityöskentely on hyvä kun henkilöiden työtehtävät ja ongelmat liittyvät toisiinsa ja yksilötyöskentely toimii silloin, kun työkokonaisuudet on rajattu ja projekti on toteutusvaiheessa. (Ruuska 2008)

Tässä projektissa aloitus ja suunnittelu tehtiin ryhmätyönä ja sen jälkeen projektin osa-alueita alettiin toteuttaa yksilö- ja parityönä. Projektiryhmä toimi hyvin pystyi käyttämään kaikkia työskentelymuotoja onnistuneesti hyväksi. Työryhmä toteutti projektin sovittujen pelisääntöjen mukaan, jotka oli laadittu riittävällä tarkkuudella. Työryhmän toimintaa ja projektin organisointia olisi kuitenkin voinut parantaa erilaisella työnjaolla. Projektin olisi voitu esimerkiksi toteuttaa samalla tavalla kuin puu kasvaa. Taulukossa 5.4 on kuvattu ”projektipuun” rakentuminen.

Taulukko 5.4 Kuvaus projektin toteuttamisesta käyttäen mallinna puun kasvamista.

Osio	Mitä tehdään?	Kuka tekee?	Miksi tehdään?
1. Runko	Projektisuunnittelu, alustava tutkimus, osa-alueiden määrittäminen	Koko projektiryhmä	Pienentää virheiden ja muutosten riskiä ja antaa lisäksi yleiskuvan aiheesta koko työryhmälle
2. Oksat	Osa-alueiden laajempi tutkimus, projektisuunnitelman päivitys tarvittaessa	Pienet ryhmät, parityöskentely, tai yksilö jolla on riittävä asiantuntemus	Nopeuttaa aiheeseen syventymistä ja helpottaa ongelmien ratkaisua ja vähentää lopullisen tutkimuksen päällekkäisyyden riskiä
3. Lehdet	Lopullinen syventävä tutkimus	Yksilö- tai parityöskentely riittävällä asiantuntemuksella	Saavutetaan projektin tavoitteet nopeasti

Kun projektin idea eli ”siemen” on kylvetty maahan aletaan kasvattamaan taulukossa 5.4 kuvattua projektipuun ”runkoa” keskittämällä resursseja ja tekemällä tutkimusta alussa koko työryhmän voimin. Kun ”runko” on kasvanut tarpeeksi vahvaksi eli saadaan näkemys



tärkeimmistä projektin osa-alueista, voidaan tutkimus jakaa ”oksiin”. Tällöin tutkimusta voidaan vielä jatkaa pienemmissä ryhmissä, parityönä tai yksilötyönä jos toteuttavalla henkilöllä on riittävästi asiantuntemusta. Jos lehti on huono eli tutkimusta ei voida käyttää, pelkkä ”lehti” kuoleutuu ja se tippuu pois projektipuusta. Tällöin koko projektin eli ”puun” kuoleamisen todennäköisyys on pienempi ja projektiin kulutetut resurssit eivät mene hukkaan. Lopuksi syvennytään lopullisiin tutkimusalueisiin, eli kasvatetaan ”oksista” ”lehtiä”. Lopullinen tutkimus voidaan suorittaa yksilö- tai parityönä. Näin koko työryhmällä on laajempi ymmärrys kokonaisuudesta, mikä pienentää tutkittavan aihealueen käsistä karkaimisen riskiä. Tällöin voidaan myös havaita paremmin virheet projektin suunnittelussa.

### **5.3 Valo-ohjauskonsolin määrittelyn johtopäätökset**

Kaupallista sähkölaitetta suunniteltaessa tulee perehtyä jo suunnittelun alkuvaiheessa tarkoin siihen liittyviin lakiasioihin, standardeihin, direktiiveihin ja suojavaatimuksiin. Myöhemmässä vaiheessa korjaustyöt tuovat enemmän kustannuksia verrattuna siihen, että laitevaatimukset olisi otettu huomioon laitteen suunnittelun alkuvaiheessa. Lisäksi myöhemmässä vaiheessa tehdyistä toimenpiteistä ja ominaisuuksista, kuten EMC-suojauksesta, ei saada niin toimivia ratkaisuja, mikäli ne huomioitaisiin jo laitesuunnittelun alkuvaiheessa.

Valo-ohjauskonsolin suunnittelu ja toteutus vaatii paljon eri näkökulmia sekä aikaa. Siksi suunnittelun alkuvaiheessa on hyvä tehdä yleispätevä suunnittelu, mistä on helpompi lähteä kehittämään laitetta eri suuntiin. Konsolissa käytettävän sovelluksen valinnassa tulee ottaa huomioon, onko sovelluksen lähdekoodi muokattavissa ja voidaanko sitä kontrolloida erilaisilla fyysisillä kytkimillä. Jos laitteen suunnittelussa lähdetään suoraan suunnittelemaan laitetta jollekin ohjelmalle, tutkimatta sen ohjelmistokoodin muokattavuutta ja käytettävyyttä rautatasolla. Tämä voi johtaa lopputulokseen, jolloin edessä on lähes valmis laite ohjelmalle, mitä ei pystytä käyttämään. Kyseiselle laitteelle voidaan tehdä myös oma sovellus, mutta se lisää työmäärää ja suunnittelukustannuksia. Oman sovelluksen tekeminen vaatii myös jatkuvaa ohjelmistopäivitystä, mikäli konsoli halutaan yleisille markkinoille. Itse tehdyn sovelluksen etuna on, että käytettävästä sovelluksesta saadaan täysin halutunkaltainen kyseiselle laitteelle.

Harkittaessa valo-ohjauskonsolin valmistuksen kannattavuutta tulee ottaa huomioon, rakennetaanko se sarjatuotantoon vai yhtä käyttäjää varten. Suunniteltavana ollut konsoli on suunnattu tässä tapauksessa TeMulle, eli laitteita olisi näillä näkymin tulossa vain yksi kappale. Tätä kappaletta voidaan kuitenkin ajatella mahdollisen sarjatuotantoon tulevan laitteen prototyypinä, jolloin sen valmistuskustannukset tulisivat olemaan paljon suuremmat, mitä markkinoille suunnatun. Tämä johtuu pääosin yksittäisten komponenttien

tilauksista koituvia kustannuksia, jolloin ne maksavat enemmän, kuin massoittain tilattaessa. Lisäksi prototyypin kustannuksiin tulee sen suunnittelussa käytetyt resurssit, kuten työvoima, muotoilu, aika ja puutteiden korjaaminen. Chamsysin halvimmat valo-ohjauskonsolit ovat MQ500, 6089,71 €, ja MQ100 Expert, 8 783,23 € (Chamsys b 2013). Jos TeMulle suunniteltavaa valo-ohjauskonsolia ei ole tarkoitus viedä markkinoille, konsoli on suositeltavaa tehdä valmiista osista, jotka ovat täysin lainmukaisia ja yhteensopivia. Tällöin säästytään suunnittelusta ja protoilusta aiheutuville kustannuksille. Taulukkoon 5.5 on koottu olennaisimmat komponentit oman valo-ohjauskonsolin valmistamiseksi.

Taulukko 5.5 Valo-ohjauskonsolin valmistamisen kannalta olennaisimmat komponentit.

Toiminto	Tuotenimi	Hinta (€)	Lähde
Kontrolleri	MagicQ PC Wing Compact	2111,03	(Chamsys b 2013)
PC kosketusnäytöllä	Acer Aspire V5 14.0" Touch	549,90	(Verkkokauppa b 2013)
Suojakotelo	Thon L-Rack 6U 45 Service Hatch	219	(Thomann d 2013)
		= 2879,93	

Taulukosta 5.5 löytyvien komponenttien yhteishinta on 2879,93€ ja kyseisillä komponenteilla voidaan valmistaa esitystilanteissa käytettävä valo-ohjauskonsoli. Kyseinen hinta on huomattavasti pienempi, kuin valmiin MQ500-konsolin. Taulukon 5.5 vastaavista komponenteista koottu kokoonpano esitetään kuvassa 5.10.



Kuva 5.10. Valmiista osista koottu valo-ohjauskonsoli.

Kuvassa 5.10 On valmiista osista koottu valo-ohjauskonsoli. Sen käyttäminen oli yhtä juohevaa, kuin markkinoilta löytyvillä valmiilla konsoleilla.

#### **5.4 Jatkotutkimusmahdollisuudet**

Tässä projektissa käsitellyistä aiheista ei ole järkevää tehdä jatkotutkimusta samassa asiayhteydessä. Projektinhallinnasta löytyy jo runsaasti tutkimusta, joten emme näe aiheelliseksi jatkotutkia sitä. Valaistustekniikan alalla tapahtuu jatkuvaa kehitystä erityisesti digitaalitekniikan puolella. Tutkimusmahdollisuuksia voisi löytyä langattomasta tiedonlähe-tyksestä, valo-ohjauksen ohjelmistokehityksestä, ohjattavien oheislaitteiden kehityksessä. Lisäksi voisi olla hyvä selvittää valaistustekniikan markkinoiden kehitystä, sekä millaiset ovat markkinamahdollisuudet.

## LÄHTEET

- (ADJ a 2013) American DJ 2013, *American DJ Pro PAR 56RGB*. [verkkosivu]. [viitattu 10.6.2013]. Saatavissa [http://www.americandj.com/pdf/files/propar\\_56rgb.pdf](http://www.americandj.com/pdf/files/propar_56rgb.pdf)
- (ADJ b 2013) American DJ 2013, *American DJ Vizi LED Spot*. [verkkosivu]. [viitattu 10.6.2013]. Saatavissa [http://www.americandj.com/pdf/files/vizi\\_led\\_spot.pdf](http://www.americandj.com/pdf/files/vizi_led_spot.pdf)
- (ALPS 2013) ALPS Electronic Co., LTD 2013. *Motor-driven Master Type (Motor N Fader, Motor K Fader)*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla [http://www.alps.com/products/WebObjects/catalog.woa/E/HTML/Potentiometer/SlidePotentiometers/RSN1M/RSN1M\\_list.html](http://www.alps.com/products/WebObjects/catalog.woa/E/HTML/Potentiometer/SlidePotentiometers/RSN1M/RSN1M_list.html)
- (Anttonen 2003) Anttonen, K. 2003. *Tehosta projektityötä*. Helsinki: Talentum.
- (Blackwell 1999) Blackwell, G. R. 1999. *The Electronic Packaging Handbook*. USA: CRC Press LLC.
- (C&K Components 2013) C&K Components 2013. *Microminiature SPDT, Key Switches*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla <http://www.ck-components.com/digitast/key-switch,10465,en.html>
- (Chamsys a 2013) Chamsys Limited 2013. [verkkodokumentti]. [viitattu 22.5.2013]. Saatavissa <http://chamsys.co.uk/magicq>
- (Chamsys b 2013) Chamsys 2013, *Pricelist*. [verkkosivu]. [viitattu 21.05.2013]. Saatavilla <http://www.impact-products.co.uk/assets/pricelist/chamsys.pdf>
- (Daslight 2012) Daslight 2012. *Frequently asked questions, Hardware*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla <http://www.daslight.com/en/faqs.htm>
- (DELL 2013) Dell, 2013. *ST2220T 21" W Multi-touch Monitor with IPS*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.dell.com/ae/p/dell-st2220t/pd>
- (Enttec 2013) Enttec 2013. *DMX USB Pro*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla [http://www.enttec.com/?main\\_menu=Products&pn=70304](http://www.enttec.com/?main_menu=Products&pn=70304)
- (EU 2004) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/108/EY, 2004. [EMC-directive].
- (EU 2006) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/95/EY, 2006.
- (Honkonen 2012) Honkonen J. 2012. *Elämää ilman e-mailia*. Artikkelit Mikrobitti 4/2012 lehdestä. Helsinki: Sanoma magazines s. 54-56.
- (Ilmatieteenlaitos 2013) Ilmatieteenlaitos 2013. *Lämpimin ja kylmin paikka vuosittain*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://ilmatieteenlaitos.fi/lampimin-ja-kylmin-paikka-vuosittain>

- (Järvinen 2002) Järvinen, P., Kronström, V., Poskela, J., Artto, K. 2002. *Suorituskyvyn mittaaminen ja mittareiden kehittäminen projektiliiketoiminnassa*. Espoo: TAI tutkimuslaitos.
- (JB-Lighting 2013) JB-Lighting 2013. *Lincon CX*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa [http://www.thomann.de/fi/jblighting\\_licon\\_cx.htm](http://www.thomann.de/fi/jblighting_licon_cx.htm)
- (Kaapeguru 2013) Kaapeguru 2013. *Yleisimmät kotiteatterin liitännät*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.kaapeguru.fi/yleisimm%C3%A4t-kotiteatterin-liit%C3%A4nn%C3%A4t>
- (Kettunen 2003) Kettunen, S. 2003. *Onnistu projektissa*. Juva: WSOY.
- (Kraemer 2009) Kraemer, J. & Shaw, J. 2009. Achieving EMI compliance with DVI and HDMI on defense/aerospace platforms. IEEE Electromagnetic Compatibility s. 213-218. USA. [konfrensipaperi]. ISBN 987-1-4244-4058-0. [viitattu 10.6.2013]. Saatavissa [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5284665&punumber=3D5277433%26sortType%3Dasc\\_p\\_Sequence%26filter%3DAND\(p\\_IS\\_Number%3A5284554\)%26pageNumber%3D2](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5284665&punumber=3D5277433%26sortType%3Dasc_p_Sequence%26filter%3DAND(p_IS_Number%3A5284554)%26pageNumber%3D2)
- (LUT 2012) Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2012. *Tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkinnot – Opinto-opas 2012-2013*. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- (McClung 2005) McClung, B., McClung, B., Mohla, D. 2005. Electrical Design – Refined for safety. IEEE Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference s. 89-96. USA. [konfrensipaperi]. ISBN 0-7803-9021-0 [viitattu 10.6.2013]. Saatavilla <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=1436361&queryText%3Delectrical+safety>
- (Nokia 2013) Nokia 2013. *Lumia 520*. [verkkosivu]. [viitattu 10.6.2013]. Saatavissa <http://www.nokia.com/global/products/phone/lumia520/specifications/#hardware>
- (Ott 1936) Ott, H. W. 1936. *Noise reduction techniques in electronic systems*. USA: Wiley-Interscience Publication.
- (PCworld 2012) PCworld 9/2012. *16 PC Mysteries...Solved*. [magazine].
- (Rissanen 2002) Rissanen, T. 2002. *Projektilla tulokseen*. Jyväskylä: Pohjantähti.
- (Ruuska 1999) Ruuska, K. 1999. *Projekti hallintaan*. Kolmas uudistettu painos. Jyväskylä: Suomen Atk-kustannus Oy.
- (Ruuska 2008) Ruuska, K. 2008. *Pidä projekti hallinnassa – Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus*. 7. Painos. Helsinki: Talemum Media Oy.

- (Sähköturvallisuuslaki 1996) Sähköturvallisuuslaki 1996. Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- (Silverberg 2007) Silverberg, P. 2007. *Ideasta projektiksi*. Helsinki: Edita.
- (SourcingMap 2013) SourcingMap 2013. *IEC320 C13 to EU Plug Main Lead Power Cord Cable 1.8M*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.sourcingmap.com/iec320-c13-to-eu-plug-main-lead-power-cord-cable-18m-p-100458.html>
- (Steinberg 2000) Steinberg, D. S. 2000. *Vibration analysis for electronic equipment*. Third edition. Los Angeles: Wiley-Interscience Publication.
- (STUL 2007) Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2007. *D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. Suomi: Sähköinfo Oy.
- (TeMu 2012) Teekkareiden musiikkikerho 2012. [viitattu 22.5.2013]. Saatavissa [http://www.temu.org/?page\\_id=74](http://www.temu.org/?page_id=74).
- (Thomann a 2013) Thomann 2013. *Neutrik NC5 FD-L1*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa [http://www.thomann.de/fi/neutrik\\_nc\\_5fdl1.htm](http://www.thomann.de/fi/neutrik_nc_5fdl1.htm)
- (Thomann b 2013) Thomann 2013. *Neutrik NC3 FD-LX*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa [http://www.thomann.de/fi/neutrik\\_nc3\\_fd\\_lx.htm](http://www.thomann.de/fi/neutrik_nc3_fd_lx.htm)
- (Thomann c 2013) Thomann 2013. *Stairville LEDXLR3 Gooseneck Lamp*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla [http://www.thomann.de/fi/stairville\\_ledxlr3\\_schwanenhalslampe.htm](http://www.thomann.de/fi/stairville_ledxlr3_schwanenhalslampe.htm)
- (Thomann d 2013) Thomann 2013. *Thon L-Rack 6U 45 Service Hatch*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla [http://www.thomann.de/fi/thon\\_lrack\\_6\\_he\\_mit\\_aufsteller.htm](http://www.thomann.de/fi/thon_lrack_6_he_mit_aufsteller.htm)
- (TME a 2013) TME 2013. *TELPOD SVP453N-5K-LIN-Potentiometer*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.tme.eu/en/details/svp453n-5k-lin/slide-potentiometers/telpod/>
- (TME b 2013) TME 2013. *CDE91N-60-B100K-Potentiometer*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.tme.eu/en/details/cde91n-60-b100k/slide-potentiometers/>
- (USB a 2013) USB 2013. *USB Nomenclature Information*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa [http://www.usb.org/about/usb\\_nomenclature](http://www.usb.org/about/usb_nomenclature)
- (USB b 2013) USB 2013. *USB Nomenclature Information*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.usb.org/developers/ssusb/>
- (USITT 1999, 2000) United States Institute for Theatre Technology Inc., Entertainment Services and Technology Association 1999,2000. *BSR E1.11, Entertainment Technology - USITT DMX512-A Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories*. [DRAFT].

- (Vahala 2009) Vahala, E. 2009. *Infrastruktuurin toimitusprojektin hallinta*. Diplomityö. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto.
- (Valta 1999) Valta, R. 1999. *Mitä teekkarit eilen... Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 1969–1999*. LTKY. ISBN 952-91-1441-9. Saatavissa <http://www.ltky.fi/content/6-luku-killat-ja-kerhot>
- (Vartiainen 2003) Vartiainen, M., Ruuska, I., Kasvi, J.J.J. 2003. *Projektiosaaminen - dynaamisen organisaation voimavara*. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- (Verkkokauppa a 2013) Verkkokauppa 2013. Compucase *HEC 120SA 120W Flex ATX – virtalähde*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.verkkokauppa.com/fi/product/19108/ctvkg/Compucase-HEC-120SA-120W-Flex-ATX-virtalahde-bulk#tab-product-links>
- (Verkkokauppa b 2013) Verkkokauppa 2013. Acer Aspire V5 14.0" Touch. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavilla <http://www.verkkokauppa.com/fi/product/34117/dkkrf/Acer-Aspire-V5-14-0-Touch-Intel-Pentium-B987-4-GB-500-GB-DVD>
- (Virtanen 2000) Virtanen, P. 2000. *Projektityö*. Helsinki: WSOY.
- (Yamaha 2013) Yamaha 2013. *01v96i*. [verkkosivu]. [viitattu 21.5.2013]. Saatavissa <http://www.yamahaproaudio.com/global/en/products/mixers/01v96i/index.jsp>