

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

2020

Verner Paunonen

VALAISINTEN TESTAUSLAITTEEN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tieto- ja viestintätekniikka

Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2020 | 25 sivua

Vernereri Paunonen

VALAISINTEN TESTAUSLAITTEEN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

Turvallisuuden ja laadun varmistaminen ovat tärkeitä asioita valaisinten valmistuksessa. Valaisinten laadukas testaaminen on paras tapa laaduntarkkailuun. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa TVV Marine Lighting Oy:n valmistamien valaisimien testausprosessia tuottamalla testauslaite, jolla vaadittavat käyttöönototestit voidaan suorittaa. Laitteen avulla pyritään parantamaan testausprosessia ja minimoimaan inhimillisistä virheistä johtuvat vaaratilanteet, kuten sähköiskut sekä väärinkytkenät.

Työssä tarkasteltiin standardien mukaisia valaisimien käyttöönototestejä sekä testausvaatimuksia. Työssä keskitytään standardien osalta etenkin laivateollisuuden asettamiin erityispiirteisiin. Testauslaitteen suunnittelu aloitettiin vaatimuksien määrittelyllä. Tärkeimmät vaatimukset olivat helppokäyttöisyys, luotettavuus sekä turvallisuus. Vaatimuksien pohjalta laite suunniteltiin ja valmistettiin. Työ toteutettiin termostaattipiirin, ajastinpiirin ja relepiirin yhdistelmällä, joiden toimintaa ohjataan vääntökytkimen ja painonapin avulla.

Työn lopputuloksena valmistui manuaalinen testauslaite, jonka avulla kyetään suorittamaan helposti ja nopeasti vaadittavat käyttöönototestit. Testauslaite mahdollistaa nopeamman testauksen turvallisuutta unohtamatta. Laitteen avulla päivittäinen työskentely yrityksen tuotantolinjalla helpottuu ja tehostuu.

ASIASANAT:

valaisimet, standardit, tuotantotestaus, laivateollisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Information and Communications Technology

Completion year of the thesis 2020 | number of pages 25

Vernerri Paunonen

DESIGNING A TESTING DEVICE FOR LUMINAIRES

Ensuring safety and quality are important issues in the manufacture of luminaires. High-quality testing of luminaires is the best way to control quality. The purpose of this thesis was to enhance the testing process of TVV Marine Lighting Ltd by building and designing a testing device for luminaires, that could perform the required commission tests. The device was used to improve the testing process and to minimize human errors in testing, such as electric shocks and incorrect couplings.

The development process began with the definition of standards for luminaires, focusing on testing and luminaires in marine industry. The designing of the device began with determining requirements. The most important requirements were reliability, safety, and user friendliness. The device was designed and manufactured based on these requirements. This thesis was executed with a combination of a thermostat circuit, a timer circuit and a relay circuit. These circuits are operated with a rotary switch and a push switch.

As a final result of this thesis, a manually operated testing device was manufactured, which enables the required commission tests to be performed. This device enables testing to be faster and more safer than before. The device makes daily work on the TVV Marine Lighting Ltd production line easier and more efficient.

KEYWORDS:

luminaires, testing, standards, marine industry

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 VALAISINSTANDARDIT	8
2.1 EN 60598-1 -standardi	8
2.2 Laivateollisuuden valaisimien erityispiirteet	9
3 VALAISIMIEN KÄYTTÖNOTTOTESTIT	10
3.1 Eristysvastusmittari	10
3.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	11
3.3 Eristysvastusmittaus	11
3.4 Jännitteellinen testaus	12
4 LAITTEEN SUUNNITTELU	13
4.1 Toimintaperiaatteen suunnittelu	13
4.2 Tarvittavat komponentit	15
4.2.1 Ajastinpiiri	15
4.2.2 Termostaattipiiri	16
4.2.3 Releet	18
4.2.4 Tehovastukset	18
4.2.5 Virtalähde	19
4.3 Laitteen testaaminen ja luotettavuuden arviointi	20
5 LAITTEEN KEHITYS TULEVAISUUDESSA	23
5.1 Helvar 474 -moduuli	23
5.2 DALI-protokolla	23
6 LOPUKSI	25
LÄHTEET	26

KUVAT

Kuva 1. Fluke 1507 -eristysvastusmittari.	11
Kuva 2. Eristysvastuksen mittaus. [5]	12
Kuva 3. Laitteen kytkentäkaavio.	14
Kuva 4. Koottu ajastinpiiri. [7]	16
Kuva 5. Ajastinpiirin kytkentäkaavio. [7]	16
Kuva 6. Koottu termostaattiapiiri. [8]	17
Kuva 7. Termostaattiapiirin kytkentäkaavio. [8]	17
Kuva 8. Omron G2R-2 rele ja sen kytkentäkaavio.	18
Kuva 9. Tehovastus.[11]	19
Kuva 10. Virtalähde.	20
Kuva 11. Valmis laite ulkopuolelta.	21
Kuva 12. Valmis laite sisäpuolelta.	22

KÄYTETYT LYHENTEET

AC	Vaihtovirta (engl. Alternating current)
CENELEC	Euroopan sähköalojen standardointiorganisaatio (engl. European committee for electrotechnical standardization)
DALI	Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä (engl. Digital addressable lighting interface)
DC	Tasavirta (engl. Direct current)
EN	Euroopassa noudatettava normi
IEC	Sähköalojen kansainvälinen standardisointiorganisaatio (engl. International electrotechnical commission)
PVC	Polyvinyylifloridi, laajalti käytetty muovi

1 JOHDANTO

Tuotteiden luotettavuus ja turvallisuus ovat tärkeässä asemassa valaisinten valmistuksessa. Tarkasti ja laadukkaasti suoritettu testaus on paras tapa hyvän laadun ylläpitämiseksi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa testauslaite valaisimille, jotta testausprosessista tulisi selkeämpi ja tehokkaampi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa tuotteiden testaamista kehittämällä testauslaite, jolla saadaan tuotantolinjalla valaisimien tärkeimmät sähköiset ominaisuudet testattua. Testilaitteella täytyi pystyä suorittamaan eristysvastusmittaus, suojajohtimen jatkuvuuden mittaus sekä valaisimen toimivuus. Laitteen tarkoituksena oli myös parantaa testauksen turvallisuutta sekä yksinkertaistaa ja nopeuttaa testausprosessia. Yrityksellä ei ollut varsinaista testauslaitetta, joten testaaminen suoritettiin aiemmin käsin eristysvastusmittarilla.

Työssä käsitellään valaisinstandardeja etenkin testauksen ja laivateollisuuden näkökulmasta, käydään läpi vaadittavat testit sekä kerrotaan testauslaitteen suunnittelusta ja valmistuksesta. Lopussa pohditaan mahdollisia jatkokehitysvaihtoehtoja. Opinnäytetyöstä löytyvät myös laitteen käyttöohjeet ja testiryhmän arvio laitteen käytännöllisyydestä.

2 VALAISINSTANDARDIT

2.1 EN 60598-1 -standardi

Standardit eli normit varmistavat tuotteen käyttöturvallisuuden. Sähköalojen kansainvälinen standardointiorganisaatio on IEC (International Electrotechnical Commission). IEC määrittää normit ja Euroopassa CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) hyväksyy ne, jolloin niistä tulee Euroopassa noudatettavia normeja (EN). Valaisimia käsittelevä yleinen tuotenormi on EN 60598-1. [1] Se sisältää minimivaatimukset kaikista valaisimeen liittyvistä asioista kuten rakenteesta, maadoituksesta, suojauksesta sekä testauksesta. Standardin mukaan kaikki valaisimet täytyy suunnitella ja valmistaa siten, ettei niiden normaalikäytöstä aiheudu vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Turvallisuus varmistetaan testaamalla. Testaukset tulee suorittaa 10 °C – 30 °C välisessä lämpötilassa, pois lukien lämpötilaa koskevat testit, kuten lämmön ja kylmyyden sietotestit. [2]

Lämpötilatestejä on kahdenlaisia: normaalin käytön ja poikkeavan käytön testit. Testit suoritetaan ilmatiiviissä tilassa, jotta lämpötilanmuutokset eivät pääse vaikuttamaan mittaustuloksiin. Ennen mittauksen alkua valaisinta tulee käyttää vähintään 10 min testijännitteellä. Mittaustuloksia aletaan kirjaamaan vasta, kun lämpötilanmuutokset ovat alle 1 °C tunnissa. Mikäli jokin valaisimen osa lakkaa toimimasta, se vaihdetaan, jonka jälkeen testiä jatketaan normaalisti. Tutkittavan valaisimen valokeila on testauksen aikana suunnattuna mattamustaksi maalattuun puutasoon. Lämpötilatestin, valaisimen täytyy pysyä ehjänä, eikä sen lämpötila saa kohota yli standardissa annettujen maksimiarvojen. Esimerkiksi PVC-eristetyin valaisimen suurin sallittu lämpötila on 90 °C. Poikkeavan käytön testi tehdään, mikäli valaisin joutuu poikkeuksellisiin olosuhteisiin käytössä, kuten väännetyksi. Tällaisessa tilanteessa tehdään vääntötesti, jossa valaisinta väännetään vähintään 30 N:n voimalla sen heikoimmasta kohdasta. [3]

Sietokykytestillä mitataan valaisimen kestävyyttä. Sietokykytestissä tutkittavaa valaisinta käytetään ilmoitettua maksimitehoa suuremmalla teholla pidennettyjä aikoja. Sietokykytestattua valaisinta ei saa käyttää uudelleen lämpötilatestien suorittamiseen.

Testissä valaisin asetetaan suljettuun tilaan, jonka lämpötilaa voidaan säädellä. Tilan lämpötilan täytyy pysyä ± 2 °C:n sisällä 35 °C:sta. Valaisinta testataan yhteensä 168 h, vuorokauden mittaisissa jaksoissa. Jaksojen ensimmäisten 21 h:n aikana testattavassa valaisimessa on virta kytkettynä ja viimeisen 3 h:n ajan virta pois päältä. Lämpötila- ja lämpötilatestit, valaisimen täytyy pysyä toimintakuntoisena ja turvallisena koko testaamisen ajan ja tulosten täytyy vastata valaisimen merkintöjä. Standardin vaatimia käyttöönottotestejä käsitellään luvussa 3. [3]

2.2 Laivateollisuuden valaisimien erityispiirteet

Merenkulkukäyttöön tulevien valaisimien suunnittelussa ja valmistuksessa täytyy ottaa huomioon ympäristön haasteellisuus. Laivojen ulkopuolelle sijoitettavat valaisimet täytyy sääolosuhteiden ja veden takia tehdä täysin vesitiiviiksi. Meriveden aiheuttama korrosio on suolapitoisuutensa vuoksi suurempaa, kuin makean veden. Tämän vuoksi valaisinten materiaalit täytyy valita huolellisesti. Korroosion aiheuttamaa ruostumista pyritään estämään esimerkiksi ruostumattoman teräksen sekä alumiinipinnoitteiden avulla. Valaisimien kosteudenkestokyky täytyy ottaa huomioon myös laivojen sisävalaistuksessa, sillä meri-ilma on kosteampaa, kuin mannerilma. Valaisimien vesitiivisyys ja kosteudenkestokyky saadaan parhaiten aikaan koteloinnilla. Tiiviin koteloinnin ansiosta lamppujen kosteusherkkiin osiin ei pääse vettä. Hyvällä koteloinnilla varmistetaan laitteen kestävyys sekä ihmisten turvallisuus.

Kosteuden lisäksi merikäyttöön tulevissa valaisimissa täytyy ottaa huomioon muut ympäristötekijät. Laivojen liikkeen vuoksi valaisimien pitää olla tukevia sekä rakenteeltaan, että kiinnitykseltään. Valaisimet täytyy kiinnittää tukevasti paikoilleen, sillä merenkäynti esimerkiksi myrskyissä saa laivan heilumaan huomattavasti, jolloin irralliset ja huonosti kiinnitetyt valaisimet voivat aiheuttaa erittäin vaarallisia tilanteita matkustajille. Tasaisellakin merenkäynnillä laivoissa syntyy jatkuvaa tärinää. Pitkällä aikavälillä pelkkä tärinäkin voi irrottaa huonosti kiinnitetyn laitteen. Tärinä täytyy ottaa huomioon valaisimen rakenteessa. Komponentit pitää kiinnittää tukevasti, sillä tärinä ja heiluminen voi johtaa komponenttien irtoamiseen, jolloin valaisin ei enää toimi normaalisti. Vaaratilanteiden ohella tärinä sekä laivan liikkeet voivat aiheuttaa huonosti kiinnitetyissä tai väljärakenteisissa valaisimissa huomattavaa meluhaittaa.

3 VALAISIMIEN KÄYTTÖÖNOTTOTESTIT

Valaisimien testaus on välttämätöntä käyttöturvallisuuden varmistamiseksi. Testaamatonta valaisinta ei saa ottaa käyttöön. Ennen valaisimien päälle kytkemistä niille täytyy tehdä jännitteettömät käyttöönottomittaukset, jotta vältetään mahdollisilta vaaratilanteilta, kuten sähköiskuilta tai tulipaloilta. Turvallisuuden takaamisen lisäksi mittaukset suojaavat myös mitattavaa valaisinta. Yleisimpiä mahdollisen vaaratilanteen aiheuttajia valaisimissa ovat väärinkytkenät sekä vialliset tuotteet. Mikäli jännitteettömät mittaukset suoritetaan hyväksytysti, on valaisin turvallista kytkeä sähköverkkoon. Käsien mittaukset suoritetaan eristysvastusmittarilla.

3.1 Eristysvastusmittari

Kaikki tarvittavat jännitteettömät käyttöönottomittaukset voidaan suorittaa eristysvastusmittarilla. TVV Marine Lighting käyttää jännitteettömissä tarkastusmittauksissa Fluke 1507 -eristysvastusmittaria (kuva 1). Mittarissa eristysvastuksen mittausalue on 0,1 M Ω – 2000 M Ω . Testijännitteitä on kaksi, 500 V sekä 1000 V. Testerissä on hyvät suojaominaisuudet, kuten esimerkiksi automaattinen kapasitiivisen jännitevarauksen purku sekä eristysvastustestin esto jännitteen ylittäessä 30 V. [4] Hyvien käyttökokemusten takia eristysvastusmittaria päätettiin käyttää osana suunniteltua valaisimien testauslaitetta.



Kuva 1. Fluke 1507 -eristysvastusmittari.

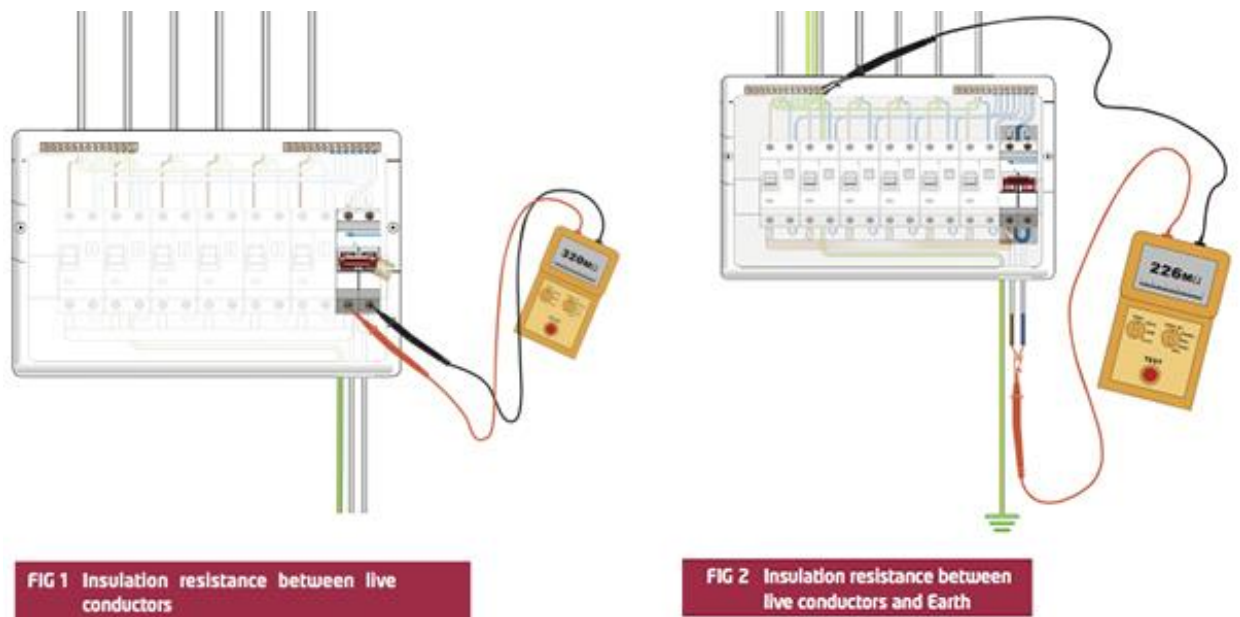
3.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen tarkoitus on pitää vikatilanteissa jännite alhaisena suojamaadoitetuissa sähkölaitteissa, jolloin käyttäjä tai ympäristö eivät vaarannu. Suojajohtimen läpi täytyy myös päästä kulkemaan tarpeeksi suuri vikavirta, jotta se poistaa vikajännitteen nopeasti polttamalla sulakkeen tai laukaisemalla johdonsuoja-automaatin. Viallisesta laitteesta ei saa vaarallista sähköiskua, mikäli sulake palaa alle 400 ms:n ajassa. Mittaus suoritetaan maadoitusliittimen ja valaisimen rungon väliltä. [5] Valaisinstandardi edellyttää käyttämään mittauksessa 10 A:n virtaa jännitteen ollessa 6 – 12 V. Maadoituksen resistanssi ei saa ylittää 0,50 Ω :a.

3.3 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksella varmistetaan, että mitattavan tuotteen suojamaa on riittävän hyvin eristetty muista johtimista. Mittauksessa mitattavaan kohteeseen syötetään melko suurta DC-jännitettä, jolloin vuotovirtojen havaitseminen on helpompaa, kuin pienellä jännitteellä. Testijännitteeksi valitaan noin kaksinkertainen jännite testattavan tuotteen luokitukseen nähden. Valaisimille mittaus suoritetaan 500 V tasajännitteellä sekunnin

ajan. Mittaus suoritetaan eristysvastusmittarilla. Mittaukset tehdään kytkemällä testijohto nollajohdon ja maanjohdon, vaiheen ja maan sekä nollan ja vaiheen välille (kuva 2). Jokaisen johtimesta saadun mittaustuloksen tulee olla vähintään M Ω . [6]



Kuva 2. Eristysvastuksen mittaus. [5]

3.4 Jännitteellinen testaus

Testattavan valaisimen läpäistyä jännitteettömät testit, voidaan siihen kytkeä jännite ja testata sen toimivuutta. Jännitteellisessä testauksessa varmistutaan, että valaisin toimii oikein. Tarkistetaan, syttyykö valo, onko kirkkaus ja värilämpötila oikea sekä toimivatko mahdolliset himmennystoiminnot halutulla tavalla. Mikäli valaisin läpäisee tämänkin testin, on se valmis toimitettavaksi asiakkaan käyttöön.

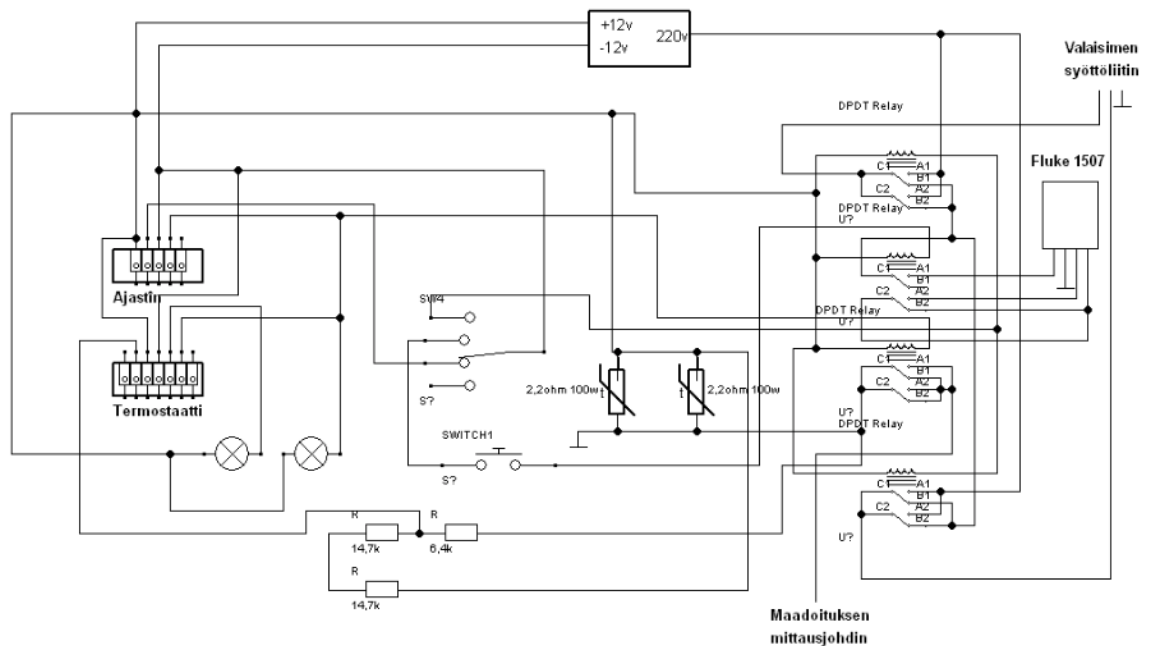
4 LAITTEEN SUUNNITTELU

Suurimmat puutteet yrityksen testausprosessissa oli testauslaitteen puute. Alkutilanteessa yrityksessä ei ollut varsinaista testauslaitetta, vaan jokaisen valaisimen testaus täytyi suorittaa käsin. Käsin testattaessa testausprosessi on alttiimpi inhimillisille virheille, kuten sähköiskuille tai unohduksille. Käsin testaus ei myöskään ole yhtä nopeaa kuin koneellinen. Näiden puutteiden takia opinnäytetyötä alettiin suunnitella.

Laitteen suunnittelun alussa määriteltiin vaadittavat ominaisuudet. Tavoitteena oli tuottaa mahdollisimman helppokäyttöinen laite, jonka avulla standardien vaatimat testit voidaan suorittaa luotettavasti. Testilaitteella tuli voida suorittaa suojajohtimen jatkuvuusmittaus, eristysvastusmittaus sekä lopuksi tarkistaa syttykö valo. Lähtökohtana oli suunnitella ja valmistaa mahdollisimman yksinkertainen laite, johon voisi mahdollisesti myöhemmin kehittää lisäominaisuuksia. Mittauslaite tuli saattaa käyttöön nopealla aikataululla, sillä tuotantotilanne oli akuutti.

4.1 Toimintaperiaatteen suunnittelu

Aluksi hahmoteltiin, miten testit voidaan suorittaa laitteella ilman monimutkaista automatiikkaa. Toimintaperiaatteen tuli olla yksinkertainen ja tulosten havainnointi selkeää. Toimintaperiaatteeksi valikoitui kahden valmiiksi suunnitellun piirin ja relepiirin yhdistelmä. Relepiiri suunniteltiin ohjattavaksi kiertokytkimen, painonapin sekä ajastin- ja termostaattipiirien avulla. Jotta eristysvastuksen ja suojamaan mittaukset pystytään suorittamaan, laitteeseen liitettiin laadukas kaupallinen eristysvastusmittari (Fluke1507). Maadoituksen jatkuvuuden mittaustulokset päätettiin ilmaista vihreän ja punaisen valon avulla. Suunnitelman perusteella piirrettiin koko laitteen kytkentäkaavio (kuva 3), jonka pohjalta laite voitiin rakentaa.



Kuva 3. Laitteen kytkentäkaavio.

Suojamaan jatkuvuusmittaus aloitetaan kytkemällä maadoituksen mittausjohdin valaisimen runkoon siten, että saavutetaan mahdollisimman hyvä galvaaninen kytkentä. Kiertokytkin kytketään asentoon 1, jolloin ajastinpiiri käynnistyy ja kytkee releillä jännitteen maadoituksen mittausjohtoon sekä termostaattiin. Maadoituksen mittausjohdon ja rinnankytkettyjen tehovastusten läpi ajetaan valaisimen rungon ja maadoitusliitoksen läpi 10 A:n virta noin 3 s ajaksi. Termostaatti mittaa jännitteen vastusten (14,7 k Ω , 14,7 k Ω , 6,4 k Ω) jännitejaosta.

Jos maadoituksen läpi kulkee riittävän suuri virta, vaihtaa termostaattiin rele asentoa ja kytkee vihreän valon palamaan onnistuneen suorituksen merkiksi. Jos maadoitus ei ole riittävän hyvä eikä piirin läpi kulje riittävän suurta virtaa, termostaattiin rele pysyy lähtöasennossaan. Mittauspiiri havaitsee tilanteen, jossa maadoituspisteen resistanssi ylittää standardissa vaadittavan 0,50 Ω . Yleisesti tällaisessa tilanteessa maadoitusjohdin on huonosti kiinnitetty.

Eristysvastusmittaus käynnistyy, kun kiertykytkin on asennossa 2 ja painokytkintä painetaan. Testin valmistuttua kuuluu merkkiäni ja mittalaitteeseen sytty vihreä valo. Valaisimen lopullinen testaus käynnistyy kiertykytkimen ollessa asennossa 3, jolloin valaisimeen kytketään käyttöjännite ja nähdään, toimiiko se oikein.

4.2 Tarvittavat komponentit

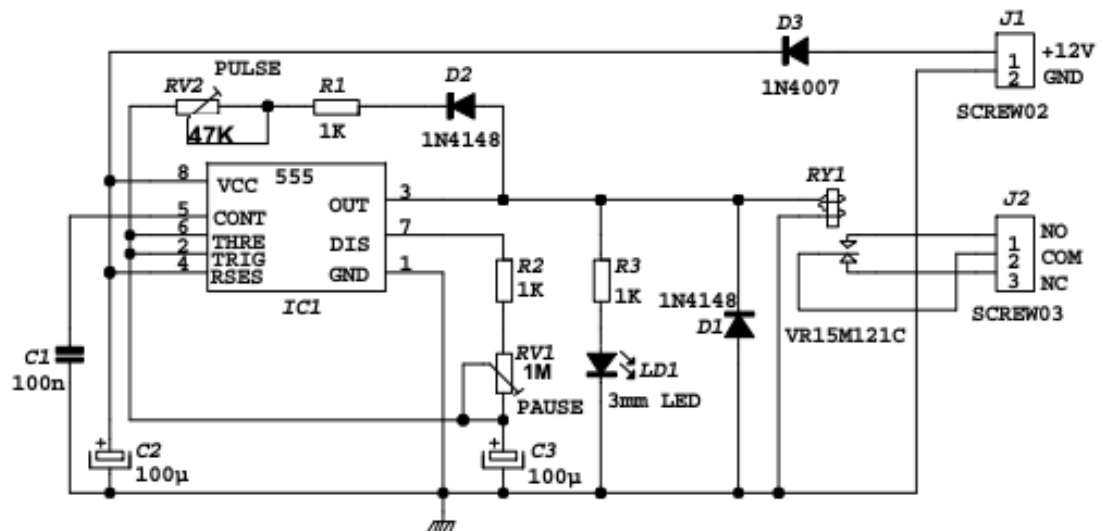
Testauslaite pystyttiin sen yksinkertaisuuden vuoksi tuottamaan melko vähillä komponenteilla. Laitteen tärkeimmät komponentit ovat virtalähde, ajastinpiiri, termostaatti- ja relepiiri. Ajastinpiiri ja termostaatti- ja relepiiri tilattiin kokoamisvalmiina paketteina. Tarkoitukseen sopivat piirit löydettiin Velleman-nimisen yrityksen nettikaupasta. Paketeissa tuli piirien kokoamiseen tarvittavat komponentit ja ne täytyi vain juottaa kiinni piirilevyyn. Virtalähteeksi valittiin Delta-optin hakkuriteholähde. Relepiiriin tarvittavat vastukset löytyivät yrityksen varastosta, eikä niitä tarvinnut tilata erikseen. Releiksi valittiin neljä Omron G2 R-2 relettä, jotka tilattiin verkkokaupasta. Loput tarvittavista komponenteista kuten esimerkiksi vastukset, kaapelit, kytkimet ja tehovastukset saatiin TVV Marine Lightingin varastosta.

4.2.1 Ajastinpiiri

Testauslaitteeseen tarvittava ajastinpiiri (kuvat 4 ja 5) hankittiin verkkokaupasta. Ajastinpiirin tehtävä testauslaitteessa on käynnistää suojamaan jatkuvuuden mittaus. Piiriksi valittiin Velleman MK111. MK111 on yksinkertainen piiri, joka soveltuu laitteiden ja piirien ajastettuun käyttöön. Piirin pitoaika on säädettävissä 0,5 – 5 s ja taukoaika 2,5 – 60 s välillä. Käyttöjännite on 12V DC/100 mA. Ajastinpiiri sopi hyvin suunnitelmaan, sillä se on pienikokoinen ja edullinen. [7]



Kuva 4. Koottu ajastinpiiri. [7]

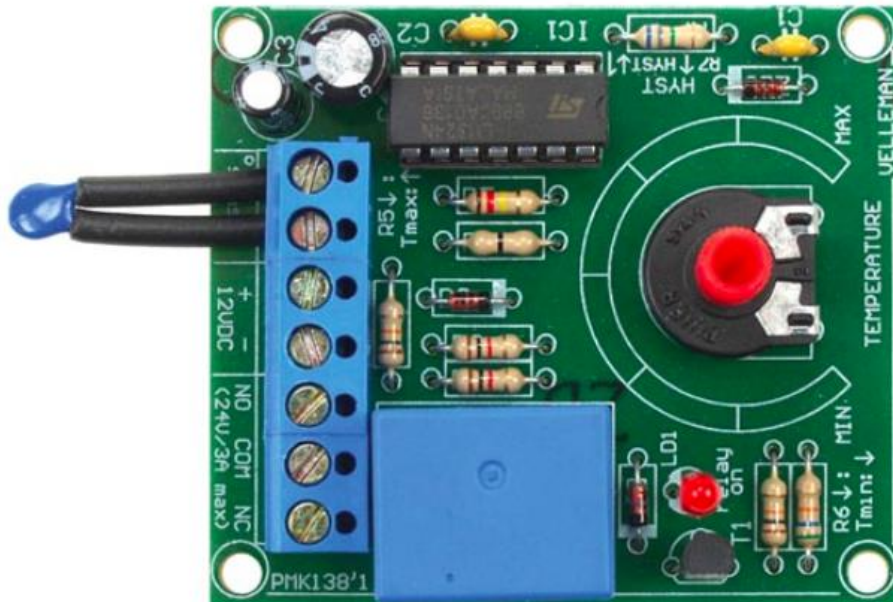


Kuva 5. Ajastinpiirin kytkentäkaavio. [7]

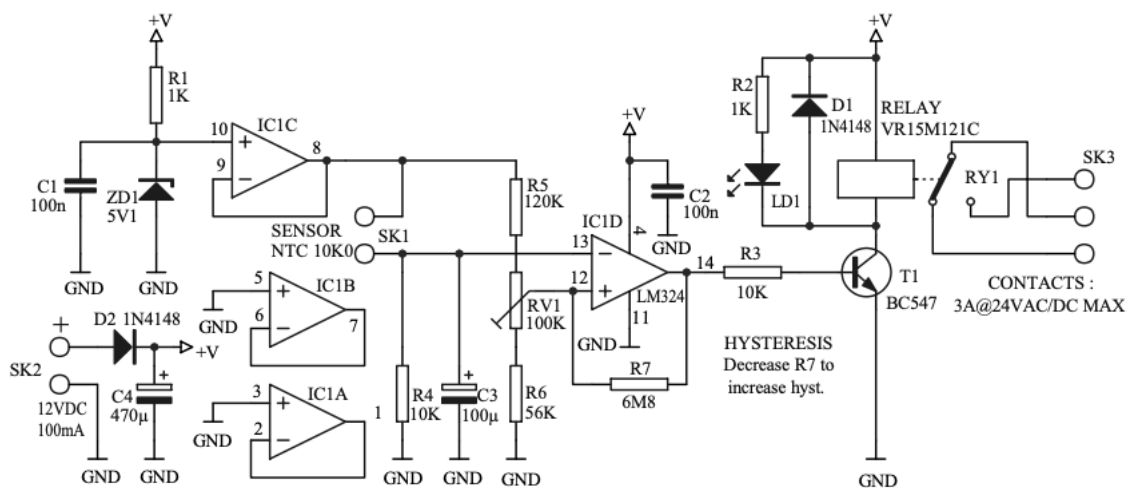
4.2.2 Termostaattiapiiri

Suunniteltu testauslaite vaatii ajastinpiiriin lisäksi myös toisen valmiina tilattavan piirin, termostaattiapiirin (kuvat 6 ja 7). Sen tarkoitus on suorittaa suojamaan jatkuvuuden mittausta, jonka ajastinpiiri on käynnistänyt. Piiriä muokattiin poistamalla lämpöanturi, jolloin sillä voidaan mitata jännitehäviö maadoituspuolella kuormituspuolella. Termostaattiapiiriksi valittiin Velleman MK138. Se hankittiin ajastinpiiriin tavoin

verkkokaupasta. MK 138 on NTC lämpötila-anturilla varustettu termostaatti, jonka releanto on toteutettu LED-indikaattorilla. Termostapiirin käyttöjännite on 12V DC/100 mA. [8]



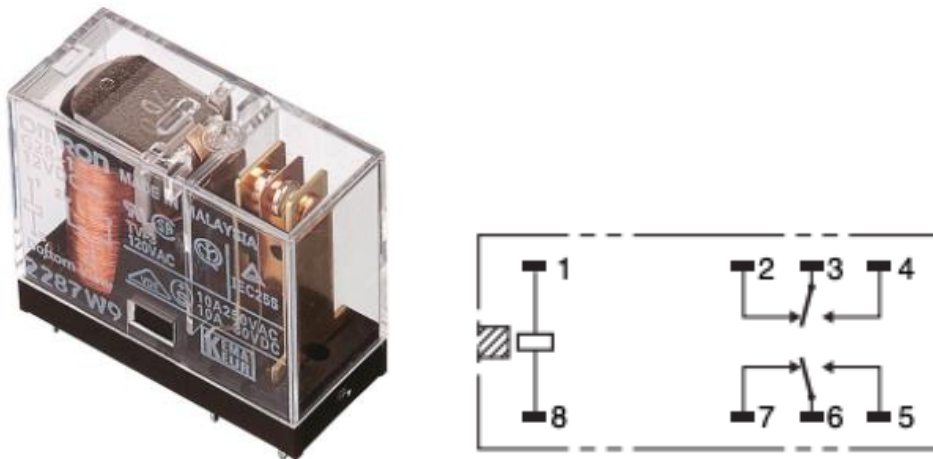
Kuva 6. Koottu termostaattipiiri. [8]



Kuva 7. Termostaattipiirin kytkentäkaavio. [8]

4.2.3 Releet

Releet ovat sähkömagneetiikan avulla toimivia kytkimiä. Kun releen kelaan kytketään virta, syntyy magneettikenttä, joka liikuttaa releen johdinta kontaktiin tai pois kontaktista releestä riippuen. Virtapiirin katketessa johdin palaa takaisin lähtöpisteeseensä jousen avulla. Releiden avulla korkeajännitteisiä piirejä voidaan ohjata heikommilla virroilla. [9] Toimiakseen suunnitellulla tavalla laitteeseen täytyi liittää relepiiri. Releinä käytettiin piirilevyasenteisia Omron G2R-2 releitä (kuva 8).



Kuva 8. Omron G2R-2 rele ja sen kytkentäkaavio.

4.2.4 Tehovastukset

Tehovastukset ovat vastuksia, jotka kestävät ja sitovat suuria tehomääriä. Tehovastuksissa vastuslanka on kiedottu jonkin kiinteän aineen ympärille, kuten muovin tai keramiikan. Kiinteän sydämen ja koteloinnin avulla tehovastukset kestävät niihin kohdistuvan tehon kuumenematta liikaa. [10] Testauslaitteeseen tarvittiin kaksi tehovastusta. Vastuksiksi valittiin Arcol HS100 2R2 J vastukset (kuva 9). Ne ovat resistanssiltaan $2,2 \Omega$ ja tehonkestoltaan 100 W [11]. Rinnankytkettynä vastusarvoksi

saatiin $1,1 \Omega/200 \text{ W}$ ja mittausvirraksi $10,9 \text{ A}$. Tämä täyttää valaisinstandardin vaatimuksen.



Kuva 9. Tehovastus.[11]

4.2.5 Virtalähde

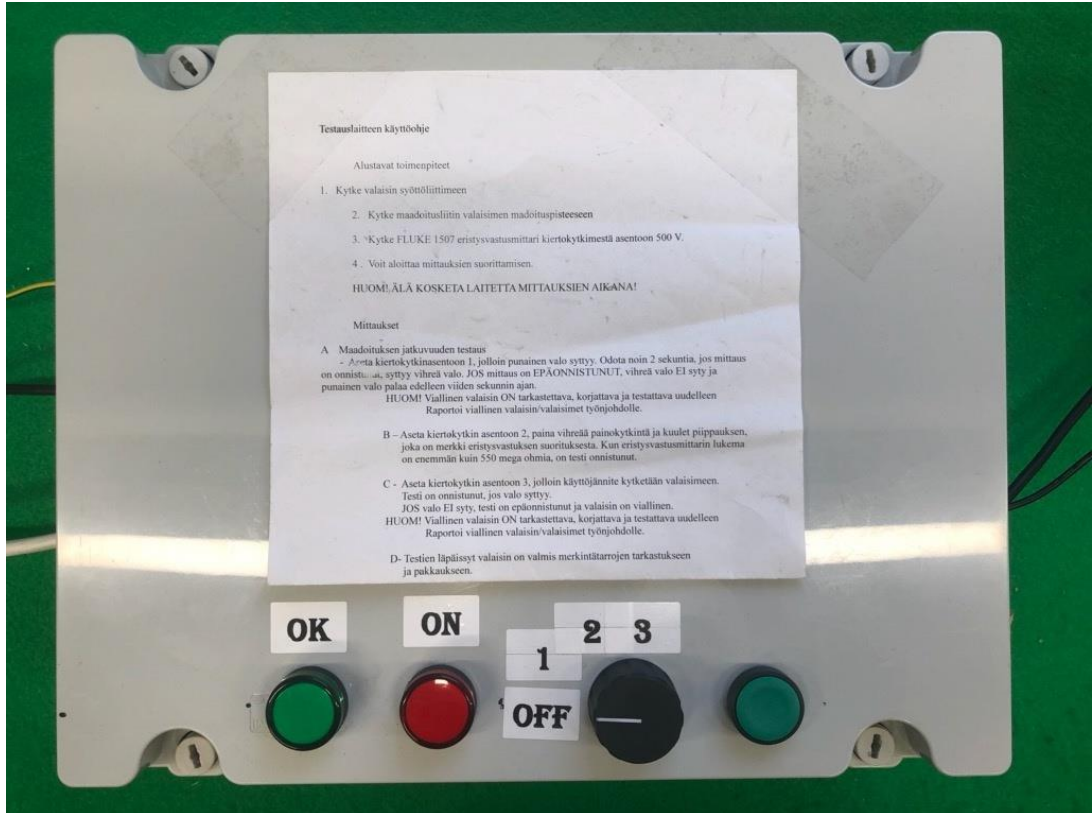
Jotta pistorasiasta tuleva 230 V (AC) käyttöjännite saatiin muunnettua ajastin- ja termostaattipiireille sopivaksi 12 V (DC) jännitteeksi, testauslaitteeseen tarvittiin virtalähde. Hakkuriteholähde on muuntajatyypin, jonka toimintaperiaate perustuu kelojen energiansitomiskykyyn. Energia varastoituu kelan magneettikenttään ja se purku tapahtuu katkomalla ensiovirtaa nopeasti. [12] Virtalähteeksi valittiin Delta-opti $12 \text{ V}/16.7 \text{ A/DAL}$ hakkurivirtalähde (kuva 10). Virtalähteen syöttöjännite on $170\text{-}264 \text{ V AC}$ taajuudella $47\text{-}63 \text{ Hz}$ ja lähtöjännite 12 V DC .



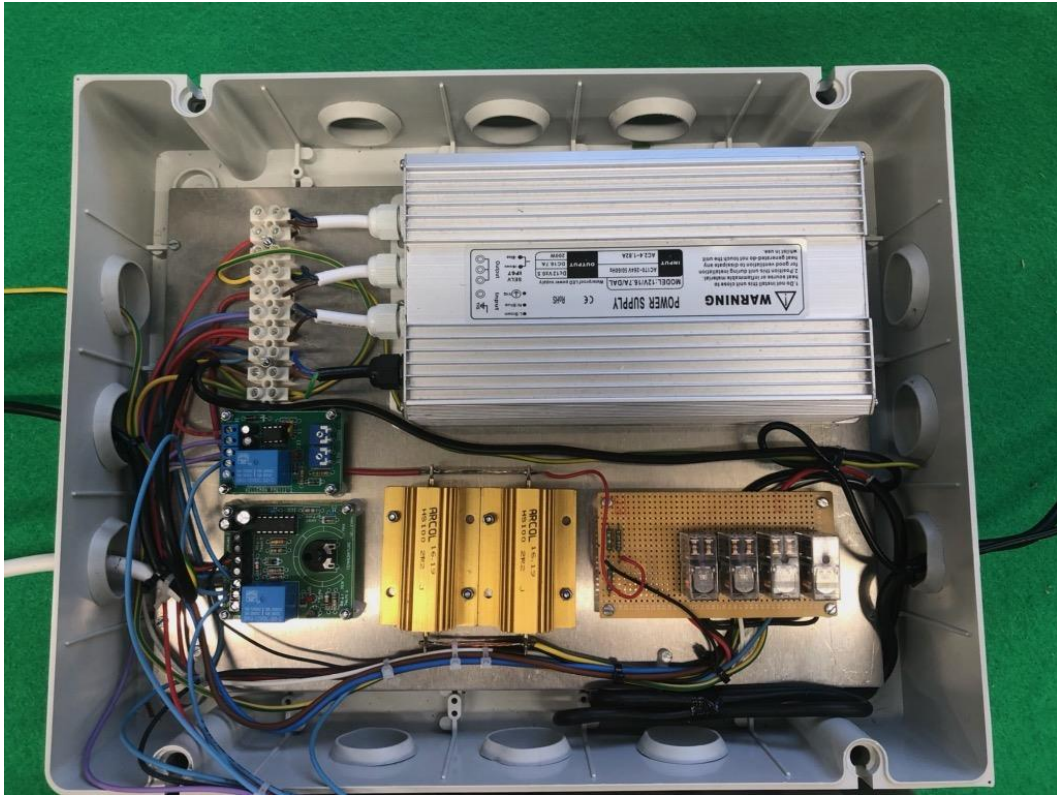
Kuva 10. Virtalähde.

4.3 Laitteen testaaminen ja luotettavuuden arviointi

Suunnittelun jälkeen laite rakennettiin kytkentäkaavion mukaisesti. Valmis laite (kuvat 11 ja 12) testattiin alustavasti ennen testiryhmälle antamista, jotta varmistuttiin sen turvallisuudesta ja toimivuudesta. Alustavan testauksen jälkeen laite annettiin testiryhmän testattavaksi. Testiryhmän mukaan laitetta oli helppo käyttää ja se auttoi tehostamaan testausprosessia. Vaadittavat testaukset saatiin suoritettua laitteen avulla selkeästi ja nopeasti.



Kuva 11. Valmis laite ulkopuolelta.



Kuva 12. Valmis laite sisäpuolelta.

Eristysvastusmittauksen luotettavuus perustuu täysin Fluke 1507 -eristysvastusmittariin. Mittari on erittäin laadukas ja luotettava, joten eristysvastuksen osalta mittaustulokset ovat hyvin luotettavia. Maadoituksen jatkuvuuden mittaus perustuu suoraan ohmin lakiin. Mittalaite täytyy kalibroida aina, kun mitattavan valaisimen maajohtimen pituus muuttuu. Maadoituksen jatkuvuusmittauksen luotettavuus on täysin riippuvainen kalibroinnin tarkkuudesta. Hyvin ja tarkasti kalibroituna mittaustulosten luotettavuus on korkealla tasolla.

5 LAITTEEN KEHITYS TULEVAISUUDESSA

Laite haluttiin nopeasti tuotannon avuksi, joten se kehitettiin yksinkertaiseksi ja manuaalisesti operoitavaksi. Tiukan aikataulun vuoksi testilaitteen ominaisuudet jäivät hieman vaatimattomiksi. Tulevaisuudessa laitteen käyttöä mukavoitaisi ja testausprosessia helpottaisi laskuri, joka laskisi testattujen valaisimien määrän automaattisesti. Laitteessa ei myöskään ole näyttöä. Näytön avulla testausprosessista tulisi informatiivisempi ja helpommin hallittava.

Projekti käynnisti jatkokehityshankkeen, jonka tarkoitus on tuottaa automatisoitu laite lisäominaisuuksilla. Automatisoidulla versiolla laitteesta on tarkoitus pystyä mittaamaan käyttöönottestien lisäksi myös valaisimen valo-ominaisuudet sekä tulostaa viivakooditarra mitattavaan valaisimeen. Jatkoprojekti toteutetaan yhteistyössä ulkoisen toimittajan kanssa. Testauslaitteen jatkohankkeessa tullaan käyttämään Helvar 474 -moduulia, joka yhdistetään tilattavaan laitteeseen. Moduulin avulla on tarkoitus suorittaa automaattisesti himmennystestit DALI/1-10 V ohjauksella.

5.1 Helvar 474 -moduuli

Helvar 474 -moduuli on nelikanavainen liitäntälaitteohjain, jota käytetään valaisimien ohjaamiseen. Moduulin tukemat protokollat ovat DALI, S-DIM ja DMX. Moduulissa on myös johdotettu manuaalinen pakko-ohjauksen sisäänmenoliitäntä. Helvar 474 sisältää neljä suuren kytkentävirrän kestäväää relettä, jotka voidaan ohjelmoida erikseen. Jatkoprojektissa moduulia ohjataan Helvar Digidim ohjelman avulla, mutta sitä pystyy käyttämään myös Imagine lighting -ohjelmalla. Moduulista löytyy kahdella näppäimellä ja LED näytöllä varustettu ohjauspaneeli, jonka avulla toimintaa voidaan seurata sekä ohjata manuaalisesti. [13]

5.2 DALI-protokolla

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) on valaistuksen digitaalinen ohjausjärjestelmä. Sen avulla voidaan hallita useiden valaistusalueiden kokonaisuuksia,

kuitenkin enintään 64 osoitetta järjestelmää kohden. DALI toimii kaksinapaisen kaapeloinnin avulla. Nämä johtimet ovat potentiaalivapaita. Valot sytytetään ja sammutetaan DALI-johtimien kautta tulevilla digitaalisilla käskyillä, jonka vuoksi valaisin voidaan kytkeä suoraan ryhmäkeskukselta verkkojännitteeseen. Osoitteellinen digitaalinen signaali siirtyy kaapelointia pitkin kaikkien siihen kytkettyjen kokonaisuuksien välillä. Digitaalinen signaali mahdollistaa kytkettyjen valaisimien ohjaamisen täysin samankaltaisesti etäisyydestä riippumatta. DALI on luotettava, sillä sen data on tallennettu useihin järjestelmän osiin yhden keskusyksikön sijaan, eikä digitaalinen ohjaussignaali reagoi ulkopuolisiin häiriöihin. [14]

6 LOPUKSI

Opinnäytetyön tarkoitus oli parantaa TVV Marine Lighting Oy:n testausprosessia tuottamalla testauslaite käyttöönottotestejä varten. Työssä käsiteltiin valaisimia koskevaa standardia EN 60598-1 testauksen osalta laivateollisuuden näkökulmasta. Tavoitteena oli tuottaa testausmoduuli standardin asettamien vaatimusten pohjalta. Laitteen avulla oli tarkoitus pystyä mittaamaan suojamaan jatkuvuus, eristysvastusmittaus sekä valaisimen normaali toiminta. Opinnäytetyössä käytiin läpi, kuinka käyttöönototestit suoritetaan ilman testilaitetta, ja hahmoteltiin, kuinka ne tehtäisiin laitteen avulla.

Lopputuloksena oli helppokäyttöinen ja yksinkertainen laite, jonka avulla vaaditut testit saadaan suoritettua turvallisesti. Toimeksiantajayritys oli opinnäytetyön tuloksiin tyytyväinen. Laite otettiin heti tuotannon käyttöön, ja saatu käyttäjäkokemuspalaute oli positiivista. Tuotantolinjalla testausprosessi selkeytyi huomattavasti laitteen käyttöönoton jälkeen.

Testauslaite haluttiin nopeasti tuotantolinjan avuksi. Tämän takia päädyttiin manuaalisesti vääntökytkimen ja painonapin avulla toimivaan ratkaisuun. Yksinkertaisuuden vuoksi laitteesta tuli helppokäyttöinen, mutta ominaisuuksiltaan melko niukka. Projekti käynnisti jatkokehityshankkeen, jossa on tarkoitus lisätä automatiikkaa laitteeseen. Jatkoprojektissa tavoitteena on liittää laitteeseen valo-ominaisuuksien mittausmahdollisuus sekä viivakooditarran tulostusominaisuus.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet toteutuivat hyvin, sillä vaadittavat testaukset pystytään suorittamaan laitteen avulla luotettavasti ja tehokkaasti. Haastavin osa opinnäytetyössä oli laitteen kytkentäkaavion suunnittelu.

LÄHTEET

- [1] Normit ja määräykset - Glamox [Internet]. Glamox.com. [5.4 2020]. <https://glamox.com/fi/normit-ja-mrykset>
- [2] IEC60598-1. Luminaires - part1: General requirements and tests. Section 0:General test requirements. Swizerland: International Electrotechnical Commission 2006. 23 s.
- [3] IEC60598-1. Luminaires – part1: General requirements and tests. Section 12:Endurance test and thermal test. Swizerland: International Electrotechnical Commission 2006. 165-183 s.
- [4] -eristysvastusmittarit F, -eristysvastusmittarit F. Fluke 1503/1507 -eristysvastusmittarit [Internet]. Fluke.com. 2020 [5.4 2020]. <https://www.fluke.com/fi/tuote/sahkotestaus/eristysvastusmittarit/fluke-1507>
- [5] Insulation resistance testing a. Insulation resistance testing, advice and guidance by NICEIC [Internet]. Voltimum UK. 2016 [7.4 2020]. <https://www.voltimum.co.uk/articles/insulation-resistance-testing-advice-and>
- [6] [Internet]. Dam-assets.fluke.com. [11.4 2020]. https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/9901566_FIN_A_W.PDF
- [7] Interval timer [Internet]. Velleman.eu. [17.4 2020]. <https://www.velleman.eu/products/view/?id=339209>
- [8] Thermostat [Internet]. Velleman.eu. [17.4 2020]. <https://www.velleman.eu/products/view/?id=347925>
- [9] Woodford C. How do relays work? [Internet]. Explain that Stuff. 2019 [15.3 2020]. <https://www.explainthatstuff.com/howrelayswork.html>
- [10] Power resistor » Resistor Guide [Internet]. Resistorguide.com. 2019 [25.4 2020]. <http://www.resistorguide.com/power-resistor/>
- [11] Arcol HS100 Series Aluminium Housed Axial Wire Wound Panel Mount Resistor, 2.2Ω ±5% 100W | Arcol | RS Components India [Internet]. RS Components India. [27.4 2020]. <https://in.rsdelivers.com/product/arcol/hs100-2r2-j/arcol-hs100-series-aluminium-housed-axial-wire/1663837>
- [12] Switch Mode Regulator Theory: Switching Regulator » Electronics Notes [Internet]. Electronics-notes.com. 2020 [13.4 2020]. https://www.electronics-notes.com/articles/analogue_circuits/power-supply-electronics/switch-mode-how-does-smps-work-theory.php
- [13] 474 4 × 16 A Ballast Controller • Helvar [Internet]. Helvar. 2020 [30.4 2020]. <https://helvar.com/fi/product/474-4-x-16-a-ballast-controller/>
- [14] DALI [Internet]. Fagerhult. [30.4 2020]. <https://www.fagerhult.com/fi/Valaistustietoutta/lighting-control/Control-methods/dali/>