



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
MEHAANIKATEADUSKOND

Mehhatroonikainstituut

Kvaliteeditehnika ja
metroloogia õppetool

MHT40LT

Taavi Hallikma

**INNOVATIIVSE LED VÄLISVALGUSTI
VÄLJATÖÖTAMINE**
BSc Lõputöö

Autor taotleb
tehnikateaduste bakalaureuse
akadeemilist kraadi

Tallinn
2016

KOKKUVÕTE

See bakalaureusetöö käsitleb ettevõtte Favor AS toodetava välisvalgusti OutLED 4 arendust töö autori poolt. OutLED 4 arendamine sai alguse sellest, et Favori tootmishoone küljes olevad välisvalgustid ei olnud töökindlad ja nende valgusjaotus ei olnud hea, hoone perimeeter oli valgustatud ebahühtlaselt.

Valgusti korpuse materjalideks valis töö koostaja alumiiniumi ja roostevaba terase. Alumiinium on valitud kerge kaalu ja hea soojusjuhtivuse tõttu ning roostevaba teras jäikuse tõttu. Kinnitusvahendid on kõik roostevabast terasest, et need oleksid keskkonnatingimustele vastupidavad. Korpuse välised lehtmetailid on kõik värvitud välitingimustesse mõeldud pulbervärviga.

Erinevalt konkureerivatest valgustitest ei kasuta autori arendatud valgusti jahutusradiaatorit. Korpusest käib soojuse ärajuhtimiseks õhk läbi. Selle jaoks on valgustil õhupilud ning toiteplokk, alumine kaas ja harukarp ei toetu vastu kandevkonstruktsiooni. LED trükkplaatidelt soojuse ära juhtimiseks on need M3 DIN 7500 kruvide abil võimalikult tihedalt vastu kandevkonstruktsiooni.

Kuna valgustist käib õhk läbi, siis on valgusti sisse valitud kõik ostukomponendid veekindlad ja LED trükkplaat on disainitud sellisena, et koos standardse läätsega, saab läätse paigaldada tihediga LED kiipide ümber nii, et tulemus on veekindel.

Valgusti mehaanika disainimise teine eesmärk oli, et valgustit oleks kerge paigaldada ja seetõttu disainis autor valgusti korpuse ülemise kaane alumise kaanega liituma tappliite abil, mida on valgusti paigaldamisel kerge ilma tööriistadeta avada.

Välise toite valgustiga ühendamiseks on toitekaabli jaoks kummist läbiviigud korpusesse sisestamiseks, mis kaitsevad kaableid vigastuste eest. Harukarbis sees on elektrilised ühendused välise toitega teostatud kruviklemmide abil. Valgusti on kavandatud selliselt, et valgustid saab lihtsalt omavahel jadaühendusse panna ilma lisa harukarpe kasutamata.

LED kiip on valitud maailma ühe tipptootja Cree valikust ja on Cree üks paremaid kiipide seeriaid. Valitud on see LED kiip, sest see võib töötada kõrgemal temperatuuril ja selle eluiga on ligikaudselt vähemalt 70 000 töötundi.

Toitevool LED kiibile on valitud selline, et ei koormaks LED kiipi üle, sest valgusti disain ei sisalda jahutusradiaatorit, mis liigse soojuse ära juhiks. Samuti töötab LED kiip madalamal koormusel efektiivsemalt. Toitevoolu valikul tugines autor kiibi tooteperekonna andmelehe andmetel ja graafikutel. Kuna LED trükkplaadil on kaks kontuuri paralleelühendusega, siis toiteplokk annab LED trükkplaadile kahekordse LED kiibi jaoks valitud toitevoolu.

Vastavalt standardi EVS-EN 60598-1:2015 Valgustid. Osa 1: Üldnõuded ja katsetused nõuetele on kõik valgusti detailid, millel on oht sattuda voolu alla, maandatud. Maanduse

detailidega ühendamiseks on kasutusel M4 presspoldid. Valgustil OutLED 4 ühenduvad kandevkonstruktsiooni presspoldil kaitsemaandusega ka toiteplokkide kaitsemaandused.

OutLED 4 esialgselt planeeritud omahind, mis ei sisaldanud testimist ja pakkimist, on väga lähedane käesoleva lõputöö kirjutamise ajal seeriatootmisel realiseerunud omahinnaga. Seeriatootmise omahind arvestab sisse ka testimise ja pakkimise. Tuleviku eesmärgiks on omahinda senisest madalamaks saada.

Termilised testid tõestasid, et valgusti disain täidab oma eesmärgi ja temperatuurid jäävad kõigis punktides lubatud piiridesse. CE testide läbimine ei olnud kerge, sest esimesed toiteplokid ei vastanud nõuetele, kuigi nende tootja oli nende vastavust lubanud. CE testide läbimisega kaasnesid ka lisaarendused, näiteks OutLED 2 ja OutLED 4 said kahe väljundiga 50 W toiteplokid. Lõpuks läbis OutLED 4 tooteperekonad CE testid edukalt ja töö autor koostas CE vastavusdeklaratsiooni. Kaitseklassi testimine andis kinnituse valgusti välitingimustesse sobivusele, sisemised komponendid on kõik vähemalt tasemel IP65.

Valgusmõõtmistel selgus, et valgustite valgusvoog on väiksem kui varasem arvutuslik valgusvoog, aga sellele on seletus, mida peab veel üle testima. Ohutusmõõtmistel selgus, et ohtlikku UV kiirgust OutLED valgustid välja ei anna, kuid sinise valguse ohu poolest kuuluvad valgustid riskirühma 2.

Kvaliteedikontrolli kiirendamiseks on plaanitud see automatiseerida. See kiirendaks kvaliteedikontrolli tunduvalt ja annaks adekvaatsed andmed valgusti ja valgusti kaitsemaanduse toimimisele.

Käesoleva lõputöö kirjutamise ajal on OutLED tooteperekond tootmiseks ja müümiseks valmis, aga autor plaanib seda veel edasi arendada, et veel parendada nende valgustite omadusi.

SUMMARY

This bachelor thesis concerns the development of outdoor luminaire OutLED 4 manufactured by Favor AS. Development of OutLED 4 got its start from the old outdoor luminaires on Favor's building not being reliable and their light output was not good, the perimeter of the building was illuminated unevenly.

The author chose aluminum and stainless steel for housing materials. Aluminium was chosen because of its light weight and good heat conductivity and stainless steel because of its rigidity. Fasteners are all made of stainless steel, because they are resistant to environmental conditions. External sheet metal parts are all powder coated.

Unlike competing luminaires, the luminaires developed by author does not have heatsinks. To direct away heat, air goes through the luminaire. For this, the luminaire has slots and LED driver, bottom cover nor junction box does not base on the bearing structure. To get the heat away from the LED PCBAs (Printed Circuit Board Assembly), these are screwed as closely as possible against the bearing structure with M3 DIN 7500 screws.

Since the air goes out through the luminaire, all the purchase components inside the luminaire are chosen waterproof. LED PCBA is designed for the standard lens so the lens with seal would seal the surrounding of LED chips.

The idea of mechanical design was easy installation, therefore the top cover was designed to fix to the bottom cover with dovetail joint to make it easy to open without tools.

For external power supply cable, there are rubber glands for entering the housing. Inside the junction box, there are screw terminals to make the electrical connections. The luminaires are designed to be easily connected in serial connection without need for extra junction boxes.

LED chip is selected from one of the world's top manufacturers Cree. The LED chip is one of the best chips in Cree's catalogue. This LED chip is selected because it can operate at higher temperatures and its life expectancy is at least 70 000 hours of operation.

The supply current for LED chip is selected such that the LED chip is not overloaded, because the design of luminaire does not include heatsink to get the excessive heat away from the chip. Also LED chip works with higher efficacy at the lower load. With the selection of the current, author based on data and graphs in the chip's product family's datasheet. Since the LED circuit board has two circuits connected in parallel, the power supply needs to supply the LED PCBA with double current needed for LED chips.

According to the standard EN 60598-1: 2015 Luminaires. Part 1: General requirements and tests, all the metal parts of the luminaire, that may be in danger of getting electrified, must be connected to ground. M4 pressbolts are used for connecting ground. In OutLED 4 the grounds of LED drivers connect with ground on bearing structure's pressbolt.

Originally planned cost of OutLED 4, which did not contain testing nor packing, is very close to the realized cost of serial production at the time of writing of the thesis. Serial production cost includes testing and packing. Aim for the future is to lower the cost.

Thermal tests proved that the design of the luminaire fulfills its purpose, and temperatures remain within acceptable limits at all points. It was not easy to get through the CE test, because the LED drivers did not meet the requirements, although the manufacturer had promised their compliance. CE tests caused additional developments, such as OutLED 2 and OutLED 4 got 50 W LED drivers with two outputs. Finally OutLED 4 passed CE tests successfully and the author made the CE declaration of conformity. Protection class testing gave assurances that luminaire suits for outdoor use, the internal components are all at least on level IP65.

Photoelectric measurements revealed that the luminous flux is smaller than the predicted, it can be explained, but it has yet to be tested. Official data was fixed based on the measurements. Photobiological hazard measurements revealed that the OutLED does not give out dangerous UV radiation, but with blue light hazard it is in risk class 2.

To accelerate quality control, it is planned to automate it. This would considerably speed up the quality control and would provide adequate data of luminaire and of protective ground.

While writing the thesis OutLED product family is ready for production and sale, however author intends to further develop it in order to improve the properties of the luminaire.