



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

HÄDAVALGUSTUSEGA PAIGALDISTE JA
VALGUSALLIKATE ANALÜÜS NING MÕÕTMINE

ANALYSIS AND MEASUREMENT OF EMERGENCY LIGHTING INSTALLATIONS
AND LIGHT SOURCES

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Maxim Lubenets

Üliõpilaskood: 143126

Juhendaja: Toivo Varjas

Tallinn, 2019

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

<i>Autor:</i> Maxim Lubenets	<i>Lõputöö liik:</i> Bakalaureusetöö
<i>Töö pealkiri:</i> Hädavalgustusega paigaldiste ja valgusallikate analüüs ning mõõtmine. Analysis and measurement of emergency lighting installations and light sources.	
<i>Kuupäev:</i> 21.05.2019	40 lk
<i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool	
<i>Teaduskond:</i> Inseneeriteaduskond	
<i>Instituut:</i> Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut	
<i>Töö juhendaja:</i> doktorant-nooremteadur Toivo Varjas	
<i>Sisu kirjeldus:</i> antud lõputöös on pannud kokku siseministri määruste ja standardite nõuded hädavalgustussüsteemidele, kirjeldatud juhised hädavalgustussüsteemide projekteerimiseks ning hooldamiseks, mõõdetud mitut ohutusmärgid ja katsetetulemused analüüsitud, tähele pannud ohutusmärkide puudusele millised olid tuvastanud katsetamisel	
<i>Märksõnad:</i> hädavalgustus, katsetamine, projekteerimine, ohutusmärgid, siseministri määrused, standardid	

SISUKORD

MÕISTED JA LÜHENDID	5
SISSEJUHATUS	6
1. HÄDAVALGUSTUSSÜSTEEMIDE EHITUS JA TEENINDUS	8
1.1. Üldnõuded.....	8
1.1.1. Nõuded evakuatsioonivalgustusele	9
1.1.2. Nõuded paanikavältimisvalgustusele.....	11
1.1.3. Nõuded riskialavalgustusele.....	12
1.1.4. Ohutusmärgid.....	13
1.2. Projekteerimine ja teenindamine	15
1.2.1. Riski analüüs	15
1.2.2. Normatiivid.....	15
1.2.3. Lähtumine normdokumentidest	17
1.2.4. Testimine ja/või katsetamine	17
1.2.5. Hooldus	18
2. KATSETAMINE	21
2.1. Katsetamismeetodid	21
2.2. Katsetamine laboris.....	22
2.2.1. Ohutusmärk nr 1	23
2.2.2. Ohutusmärk nr 2	25
2.2.3. Ohutusmärk nr 3	26
2.2.4. Ohutusmärk nr4	28
2.2.5. Ohutusmärk nr5	30
2.2.6. Ohutusmärk nr6	31
2.3. Katsete tulemuste analüüs.....	34
3. KOKKUVÕTE.....	36
SUMMARY	38
KASUTATUD KIRJANDUS.....	40

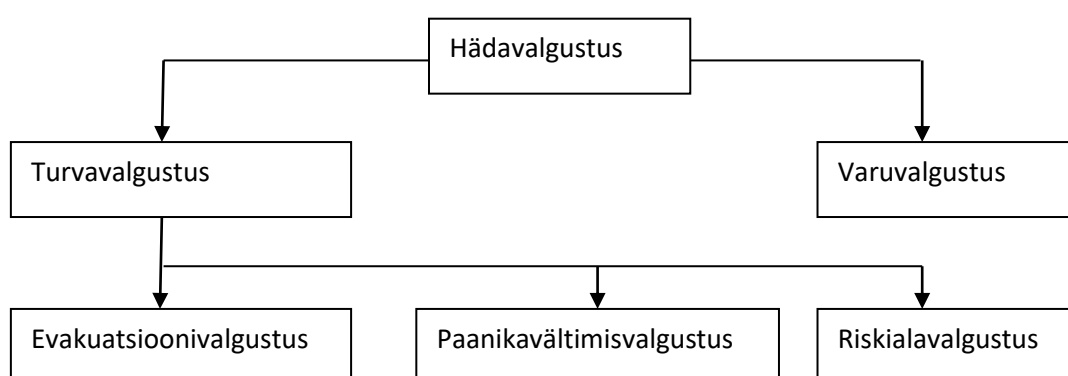
MÕISTED JA LÜHENDID

- *ATS* – automaatne tulekahjusignalisatsiooni süsteem.
- *Eesti Standardikeskus (EVS)* on mitte tulundus ühing, mille eesmärk on tagada standardite ja standardimisega seotud teabe kättesaadavus ning pakkuda võimalusi osaleda Eesti, Euroopa ja rahvusvahelises standardimises.
- *Evakuatsioonitee* on hoone evakuatsioonipäasust algav ja ohutus kohas lõppev või vabalt ja ohutult läbitav hoonesisene liikumistee ohutusse kohta.
- *Halogeenlamp* on hõõglamp, mille täitegaasile on lisatud halogeenide rühma kuuluvat keemilist elementi (enamasti joodi), et oleks võimalik tõsta hõõgniidi temperatuuri.
- *Heledus* väljendab isehelendavalt või hajutavalt pinnalt antud suunas lähtuvat valgusvoogu. Heleduse ühik on kandela ruutmeetri kohta (cd/m^2).
- *Hõõglamp* on lamp, milles valgust tekitab elektrivooluga kuumutatav hõõgniit.
- *Hädavalgustus* on standardi EVS-EN 1838:2000 kohaselt valgustus, mis on mõeldud kasutamiseks tavavalgustuse toitepinge kadumisel ja peab seetõttu olema varustatud tavavalgustusest eraldi toiteallikaga.
- *Infotabloo* – päästemeeskonna teavitamise infopaneel, mis paigaldatakse meeskonna hoonesse sisenemise teele.
- *LED* on pn-siirdega diod, mis muundab elektrienergiat nähtavaks valguseks. Valgusdiodi kohta kasutatakse eesti keeles sõna *leed* (inglise keeles lühendit *LED*).
- *Luks* (ladina sõnast *lux*, 'valgus') on valgustustiheduse ühik SI-süsteemis, tähis on *lx*.
- *Lumen* (*lm*, ladina – *lumen*, „valgus”) on valgusvoo mõõtühik SI-süsteemis. Üks lumen võrdub valgusvooga, mida punktvalgusallikas valgustugevusega üks kandela (ladina – *candela*, „küünal”) kiirdab ruuminurka üks steradiaan.
- *Ohutusmärk* on evakuatsioonipäasude ja esmaabipunktide märk.
- *Spektromeeter* on elektromagnetilise kiirguse intensiivsuse ja lainepikkuse vahelise sõltuvuse määramise riist.
- *Valgustustihedus* näitab, mil määral mingi pind on valgustatud ning võrdub valgusvoo ja valgustatava pindala suhtega. Ühik on *luks* (*lx*). Valgustustihedus on *1 lx*, kui valgusvoog *1 lumen* (*lm*) jaotub ühtlaselt 1m^2 suurusele pinnale.
- Valgustustiheduse *ühtlustegur* on pinna vähima ja keskmise valgustustiheduse suhe.
- *Värviesitus* (ingl *colour rendering*) on mingit liiki valguse mõju esemete värvimuljele, kui seda võrreldakse värvimuljega, mis tekib nende valgustamisel standardvalgusliigiga. Lambi värviesitust väljendab arvuliselt värviesituse eriindeks CRI (*Color Rendering Index*, R_1 kuni R_{15}), R_a värviesituse üldindeks, R_1 kuni R_8), mille maksimaalväärtus 100 vastab loomulikule värviesitusele.

SISSEJUHATUS

Mõiste *hädavalgustus* ilmus mitte niivõrd kaua aega tagasi, varem kasutati (ja siia maani kasutavad) sellised termineid nagu *turvavalgustus*, *avariivalgustus*. Seoses sellega, et hädavalgustussüsteemid eehitati turvafirmade poolt, siis neid süsteeme nimetati erinevalt. Praegu on standardis EVS-EN 1838: 2013 rangelt sätestatud, et iga valgustussüsteemi puhul, mis aitab inimesi õnnetuse ajal hoonetest evakueerida, võimaldab mingit tööprotsessi ohutult lõpetada või jätkata (annab piisava valgustustaseme) jne, nüüd on üks termin *hädavalgustus*.

Hädavalgustus, sõltuvalt oma funktsioonidest jagatakse evakueerimiseks ja varundamiseks (Joonis 1).



Joonis 1. Hädavalgustuse alaliigid. [1]

Evakuatsioonivalgustus võib olla mitut tüüpi: evakuatsiooniteede valgustamine, kõrge riskiastmega alade avariivalgustus ja paanikavastane valgustus (suurte alade evakuatsioonivalgustus).

Kui kodutarbijale elektrikatkestuse korral ei teki suurt ohtu, siis suurtes tööstusrajatistes hädaolukorras, organisatsioonides ja suurtes rahvahulgaga kohtades võiboht inimestega juhtuva võivatele intsidentidele ja vigastustele olla tõsine. Selliste olukordade vältimiseks kasutatakse hädavalgustust. Nendes olukordades ja rajatistes paiknevate valgustusseadmete peamine ülesanne on luua minimaalne vajalik nähtavus treppikodadel, väljapääsudes, suure riskiga aladel ja teistes ohtlikes kohtades. Nii et elektrikatkestuse korral tagatakse töötajate või külastajate ohutu evakueerimine. Pääsuteedele paigaldatakse lisaks ka ohutusmärgid. Esiteks on need evakuatsioonimärgid, mis näitavad suunda avariiväljapääsudele.

Teiste sõnadega hädavalgustus on põhivalgustussüsteemi osa, mis jätkab töötamist ka elektrikatkestuse korral.

Hädavalgustussüsteem sisaldab iseseisvat varuallikat (generaator või aku), lampe reflektoriga ja juhtseadet, mis lülitab automaatselt valgusallikad sisse toitepinge kadumisel. Patareide kasutamisel tagab juhtseade ka aku laadimise toitepingeolemasolul.

Varem kasutati hädavalgustussüsteemides hõõglampe ja halogeenlampe. Kaasaegsed hädavalgustid kasutavad energiasäästlikke ja kõrge heledusega leede, mis pakuvad hädaolukorras varasemate valgusallikatega suuremat valgusvoogu. Sageli kombineeritakse aku ja juhtplokk komplekselt valmis seadmes – valgustis, mis tagab sellise valgusti täieliku sõltumatuse.

Valgusti konstruktsioon võib sisaldada nuppu "katse", et saaks kontrollida lambi toimimist. Hädaabi valgustussüsteem nõuab korrapäraseid rutiinseid kontrole ja hooldust, nagu kõik varutoiteallikaid (patareisid) sisaldavad seadmed, et tagada hädaolukorras korrektne töötamist.

Evakuatsioonimärgid ise varustatakse ka autonoomse valgustussüsteemidega. Hädavalgustus peab andma piisavalt kõrge valgustus taseme ruumis orienteerumiseks ja normaalse evakuatsiooni tagamiseks. Hoonetes mis on valgustatud ainult kunstlikult (laod, kaubanduskeskused jne) sõltub evakueerimine täielikult ainult avariivalgustusest.

Hädavalgustussüsteemi projekteerimise etapil peab tähele panema ka kasutatavate seadmete vastavus normidele, sest vähe kvaliteetsete akutoitelvalgustite massilise kasutamise tõttu ja sellest tulenevale kõrgele hoolduskulule on hädavalgustus kujuneb kõige rahaneelavamaks tuleohutuspaigaldiseks.

1. HÄDAVALGUSTUSSÜSTEEMIDE EHITUS JA TEENINDUS

1.1. Üldnõuded

Hädavalgustuse üldnõuded on kirjeldatud Eesti ja Euroopa Liidu standartites:

- EVS-EN 1838:2013 „Valgustehnika. Hädavalgustus”.
- EVS 620-2:2012 „Tuleohutus. Osa 2: Ohutusmärgid”.
- EVS-EN 50172:2005 „Evakuatsiooni hädavalgustussüsteemid”.
- EVS 812-7:2018 „Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded”.
- EVS 812-8:2018 „Ehitiste tuleohutus. Osa 8: Kõrghoonete tuleohutus”.
- EVS-HD 60364-5-56:2010 „Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-56: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Turvasüsteemid”. [2]

Standardites on ära toodud miinimum nõuded projekteerimiseks, mis on arvestatud kogu toimimisajaks ja seadmete ettenähtud kasutusaja lõpuni. Projekteerija, paigaldaja või hooldaja võivad alati luua parema hädavalgustussüsteemi kui on standartides kirjeldatud, kuna need sisaldavad miinimum nõudeid.

Hädavalgustus peab võimaldama üldvalgustuse rikke korral inimestel lahkuda ohustatud kohast, enne lahkumist ohtlikud protsessid lõpetada või peatada ning tulekustutus- ja päästetöid teha.

- Iga ohu korral väljapääsuks kasutatava ukse kohale on ette nähtud seestvalgustatud ohutusmärk;
- Trepid on varustatud hädavalgustusega;
- Tasandi muutused on varustatud hädavalgustusega;
- Iga suunamuutus tuleb tähistada hädavalgustusega;
- Kohustuslikud väljapääsud on tähistatud hädavalgustusega nii seest kui väljaspoolt;
- Tuletõrjevahendite ja tulekahjuteatenuppude juurde tuleb paigaldada hädavalgustus.

Hädavalgustus jaguneb toimimise järgi pidevaks ja varusolevaks:

- hädavalgustus on pidev, kui hädavalgustussüsteemi toidetakse põhitoiteallikast või tagatakse põhitoitepinge katkemisel minimaalne nõutud valgustustihedus samade lampide abil reserve toiteallikast. Süsteemi ehitus peab tagama rikete avastamise ja kõrvaldamise;
- hädavalgustus on varusolev, kui hädavalgustuse valgusallikad tavaolukorras ei põle. Automaatne jälgimis- ja lülitussüsteem peab tagama põhitoitepinge katkemisel hädavalgustuse sisselülitumise.

Hädavalgustus jaguneb kasutusala järgi evakuatsiooni-, paanikavältimis- ja riskialavalgustuseks.

1.1.1. Nõuded evakuatsioonivalgustusele

Evakuatsioonivalgustus on hädavalgustus, mille põhieesmärk on tagada ruumisviibijatele turvaline väljapääs evakuatsiooniteedel ja spetsiaalsetes kohtades olevate visuaalsete vahendite ja suunamärkide abil ja tagada tuletõrjevahendite ja turvavarustuse lihtne ülesleidmine ja kasutamine. Evakuatsioonivalgustus on hoone, hooneosa, ruumi või vabasõhus piiratud ala valgustus, mis tulekahju või muu ohu, sealhulgas normaalelektritoite tõkke korral võimaldab:

- evakueeruda;
- vähendada paanika tekkimist;
- lõpetada tegevused ning väljalülitada seadmed või peatada protsessid;
- teha päästetöid.

Evakuatsioonivalgustus jaguneb selle kasutamiseotstarbe järgi:

- 1) väljapääsutee valgustuseks;
- 2) paanikavastaseks valgustuseks;
- 3) ohtliku töö piirkonna valgustuseks. [3]

Evakuatsioonivalgustus peab olema paigaldatud majutushoones; ravi-, hooldus- ja erirežiimiga asutuses; kogunemishoones (välja arvatud peal maakorrusel paiknev kuni 50 istekohaga toitulustustevõtte ja kuni 300 m² üldpinnaga kaubandustevõtte); kuue- ja enama korruselise elamu ja büroohoone ning mistahes hoone loomulikuvalgustusega evakuatsioonitrepikojas; mitmekorruselises keldris.

Üldjuhul paigaldatakse pidev evakuatsioonivalgustus ühe tunnise minimaalse toimimisajaga. Evakuatsioonivalgustuse nõutav toimimisaeg määratakse iga ettevõtte jaoks eraldi.

Evakuatsioonivalgustus toimimisajaga kuni kolmtundi tuleb paigaldadaravi-, hooldus- ja erirežiimiga asutuses; rahvusvahelises lennujaamas, sadamas, raudteejaamas ja reisiterminalis; üheksa- ja enama korruselises ja maaaluses ehitises (väljaarvatud elamu). [1]

Evakueerimisvalgustuse paigaldusele esitatakse järgmised nõuded:

- Üldvalgustus peab tagama evakueerumiseks vajaliku nähtavuse.
- Valgustid paigaldatakse põrandast vähemalt 2 m kõrgusele.
- Ohu korral kasutatava väljapääsu ukse juures ja evakuatsiooniteel olevad ohutusmärgid valgustatakse.
- Kohtadesse, kust evakuatsioonipääsu märk ei ole nähtav, paigaldatakse valgustatud suunamärk (-märgid).
- Standardi EN 60598-2-22 nõuetele vastav valgusti paigaldatakse ohu korral kasutatava väljapääsu ukse juurde ja kohta, kus on vaja juhtida tähelepanu võimalikule ohule, tuletõrje- ja päästevahendile, esmaabipunktile, ning ATS ja infotabloole.

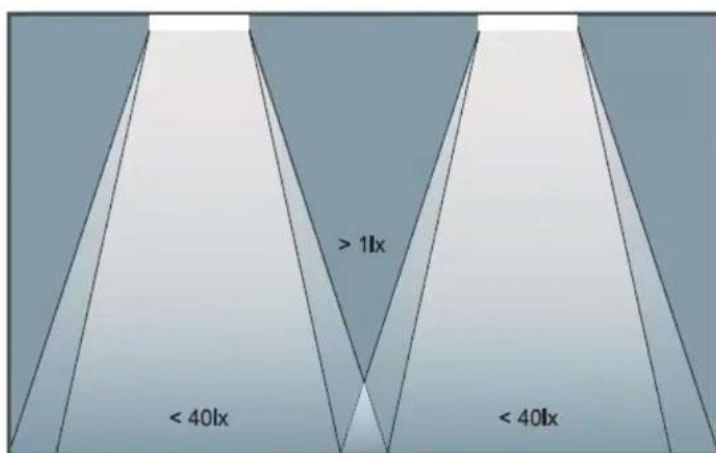
Tähelepanu juhitakse:

- 1) ohu korral kasutatava väljapääsu uksele;
- 2) trepile nii, et iga trepikäik oleks valgustatud;
- 3) tasandimuutusele;
- 4) ohutusmärgile;
- 5) suunamuutusele;
- 6) koridoride ristumiskohale;
- 7) lõppväljapääsule seest- ja väljastpoolt;
- 8) esmaabipunktile;
- 9) tuletõrje- ja päästevahenditele ning tulekahjuteatenupule.

Kui tuletõrje- ja päästevahend või esmaabipunkt ei asu evakuatsiooniteel, siis valgustustihedus nende juures peab olema vähemalt 5 lx.

Horisontaalne valgustustihedus kuni 2 m laiuse evakuatsioonitee põrandal piki tee keskjoont peab olema minimaalselt 1 lx ja vähemalt poole evakuatsioonitee laiuse keskriba valgustustihedus mitte alla 50% sellest. Laiemaid evakuatsiooniteid võib käsitada kui mitut 2 m laiust riba või näha seal ette paanikavältimisvalgustuse paigaldamine. [4]

Maksimaalse ja minimaalse valgustustiheduse suhe piki evakuatsioonitee keskjoont ei või olla suurem kui 40:1. See tähendab, et kõige tumedam ala kahe evakuatsioonivalgustuse valgusallikate vahel peab saama vähemalt 1lx (võib olla ka rohkem), aga kõige heledam lähedal asuv ala peab olema valgustatud mitte rohkem kui 40lx (joonis 1.1).



Joonis 1.1. Ebaühtlane evakuatsiooni tee valgustus. [5]

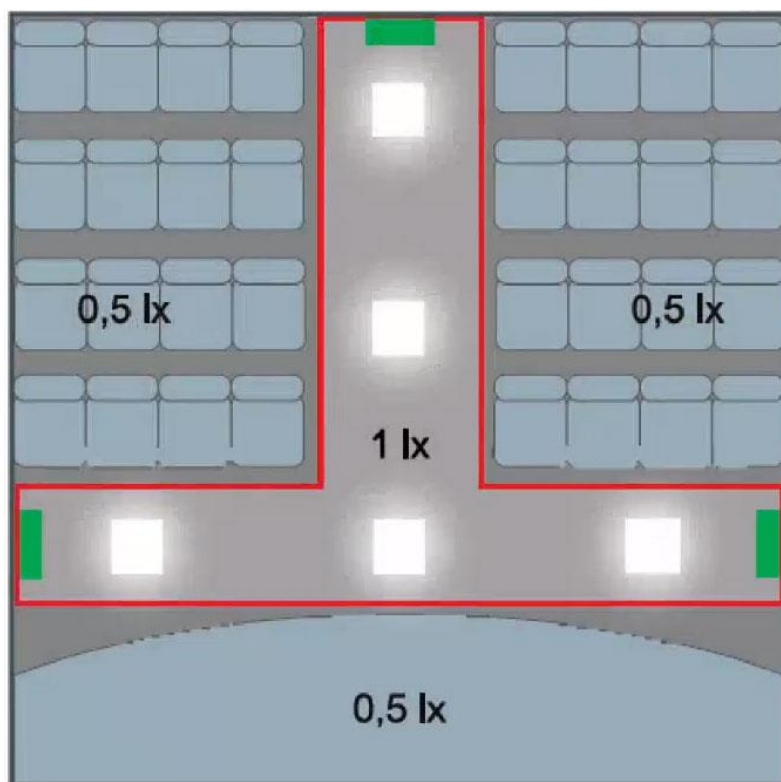
Lambi värviesitusindeks R_v peab olema vähemalt 40. Valgusti optiline süsteem ei tohi seda oluliselt vähendada. Evakuatsioonitee valgustustihedus peab pärast sisselülitamist saavutama 5 sekundi jooksul 50% ja 60 sekundi jooksul 100% nõutavast tasemest.

Valgustuse vastavust antud nõuetele kontrollitakse mõõtmise teel või lähtudes valgustusseadme tootja andmetest. Kuna kasutatakse sertifitseeritud valgustusseadmed siis rohkem usaldatakse valgustusseadmete tootja andmed.

Teatri- ja kontserdisaalis, kinos ja diskoteegis võib pideva evakuatsioonivalgustuse valgustugevust vähendada tingimusel, et põhitoitepinge katkemisel taastub nõutav evakuatsioonivalgustus automaatselt. Kui aga vajatakse pideva evakuatsioonivalgustuse väljalülitamist, võib seda teha ainult kui vastav lüliti on korraldaja pideva järelevalve all ja pimendatav piirkond lüliti asukohast jälgitav. Evakuatsioonivalgustus taastub põhitoitepinge katkemisel automaatselt. [4]

1.1.2. Nõuded paanikavältimisvalgustusele

Paanikavältimisvalgustuse põhieesmärk on vähendada paanika tekkimise tõenäosust ja võimaldada ruumisviibijail visuaalsete vahendite ja sunamärkide abil piki evakuatsiooniteid turvaliselt väljuda. Evakuatsiooni- või paanikavältimisvalgustused peavad olema suunatud töötasandile ülevalt, kuid valgustatud peavad olema ka kõik sellest pinnast enam kui 2 meetrid kõrgusele ulatuvad takistused. Paanikavältimisvalgustus peab võimaldama inimesel jõuda kohta, kusevakuatsioonitee on nähtav (joonis 1.4). [4]



Joonis 1.4. Paanikavältimisvalgustus koos evakuatsiooni tee valgustusega. [6]

Paanikavältimisvalgustus paigaldatakse:

- 1) kindlaks määramata evakuaatsiooniteedega saali, halli või avatud alale, kus viibib palju inimesi või mille pind ületab 60 m²;
- 2) tualett- ja riietusruumi, mille pind ületab 8 m², või puuetega inimestele mõeldud ruumi (välja arvatud elamu);
- 3) mootori-, generaatori- ja juhtimisruumi, kuhu normaalvalgustuse kadumise korral on vaja siseneda, et sooritada ohutust suurendavaid toiminguid.

Paanikavältimisvalgustuse minimaalne toimimisaeg peab olema üks tund ja seda horisontaalne valgustustihedus põranda tasemel (välja arvatud ala servades 0,5 m ulatuses) peab olema vähemalt 0,5 lx. Paanikavältimisvalgustuse maksimaalse ja minimaalse valgustustiheduse suhe ei tohi olla suurem kui 40:1.

Lambi värviesitusindeks R_a peab olema vähemalt 40. Valgusti optiline süsteem ei tohi seda oluliselt vähendada.

Paanikavältimisvalgustuse korral peab valgustustihedus pärast sisselülitamist saavutama 5 sekundi jooksul 50% ja 60 sekundi jooksul 100% nõutavast tasemest. [4]

1.1.3. Nõuded riskialavalgustusele

Riskialavalgustuse põhieesmärk on kaasa aidata potentsiaalselt ohtlikus tegevuses või situatsioonis olevate inimeste ohutuse tagamisele ja võimaldada välja lülitada seadmed ja/või lõpetada protsessid, et tagada ruumisviibijate ohutus. Riskialavalgustus on hädavalgustuse osa, mis on ettenähtud potentsiaalselt ohtlikus tegevuses või situatsioonis olevate inimeste ohutuse tagamiseks ning seadmete ja protsesside ohutuks väljalülitamiseks. Riskialavalgustus tuleb paigaldada kõrgendatud riskiga tööpiirkondades ja ta peab toimima nii kaua, kuni püsib oht inimestele.

Riskialavalgustuse keskmine horisontaalne valgustustihedus võrdlustasandil peab vastama tehtavate tööde valgustuse nõuetele ja olema vähemalt 10% normaalsest valgustustihedusest või 15 lx, olenevalt sellest, kumb väärtus on suurem. Valgusel ei tohi olla eksitavat stroboskoopilist efekti.

Riskialavalgustuse valgustustiheduse ühtlustegur peab olema vähemalt 0,1.

Lambi värviesitusindeks R_a peab olema vähemalt 40. Valgusti optiline süsteem ei tohi seda oluliselt vähendada.

Riskialavalgustus peab olema maksimaalse nõutava valgustustihedusega või saavutama selle 0,5 sekundi jooksul. [4]

1.1.4. Ohutusmärgid

Tuleohutusmärk on tule- või plahvatusohtlikule tegevusele, evakuatsiooniteele või tuletõrje- ja päästevahendile viitav märk.

Tuleohutusmärgid kasutusala järgi liigitatakse:

- 1) tule- või plahvatusohu eest hoiatav märk;
- 2) tule- või plahvatusohtlikku tegevust keelav märk;
- 3) tulekahju või muu hädaolukorra puhul ehitisest inimeste evakueerimistsuunav märk;
- 4) tuletõrje- ja päästevahendile viitav märk.

Tuleohutusmärgid peavad vastama Eesti standardi EVS 620-2 «Tuleohutus. Ohutusmärgid» nõuetele.

Kõik evakuatsiooni suundmärgid või väljapääsumärgid peavad olema nähtavad kõikidest evakuatsioonitee punktides. Nende valgustustihedus peab pärast sisselülitamist saavutama 5 sekundi jooksul 50% ja 60 sekundi jooksul 100% nõutavast tasemest ning maksimaalse ja minimaalse heleduse suhe nii valge- kui ohutusvärvusega alal ei tohi ületada 10:1.

Tuleohutusmärk paigaldatakse tule- või plahvatusohtliku tegevuse, aine või materjali, väljapääsu ning tuletõrje- ja päästevahendi kohale või kõrvale seinale või eraldi tulbale. Evakuatsioonitee seinale paigaldatud märgi alumine serv on üldjuhul põrandast vähemalt 1,5 m kõrgusel ja lae külge kinnitatud märgi alumine serv vähemalt 2,1 m (keldris ja pööningul -- 1,9 m) kõrgusel. Evakueerimist suunava märgi võib täiendavalt paigaldada põrandast 0,1--0,3 m kõrgusele. [4]

Et tuleohutusmärgid oleksid hästi nähtavad ükskõik mis evakuatsioonitee punktist, nende asukoha kaugus on ka rangelt reglementeeritud ja arvutatakse järgmise valemiga:

$$d = s \times p(m), \quad (1.1)$$

kus

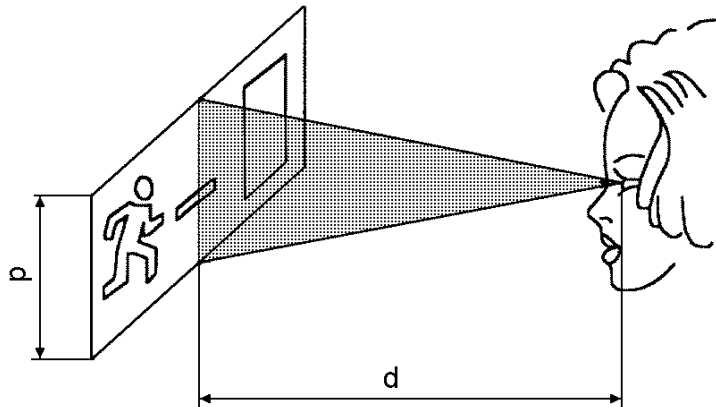
d on vaatekaugus

p on tuleohutusmärgi kõrgus

s on konstant:

$s = 100$ väljastpoolt valgustatava tuleohutusmärgi korral

$s = 200$ seestpoolt valgustatava tuleohutusmärgi korral



Joonis 1.5 Ohutusmärkide maksimaalne arvatav kaugus. [7]

Seestvalgustatud evakuatsioonimärkide valgustid (kasutada leedlampidega valgusteid) peavad olema pidevas lülituses ehk põlevad kogu aeg. Muud turvalgustid on ootelülituses ehk nende lambid süttivad normaalse toitepingepinge kadumisel.

Tuleohutusmärgid peavad ühes ehitises olema ühesugused. Juhul kui ehitises paigaldatud tuleohutusmärgid on vanamoodsed (ei vasta uue nõudele) ja mõni nendest vajab vahetamist, siis kasutada tohib ikka samasugust tuleohutusmärki või siis vahetada kõik ehitise tuleohutusmärgid koos. [7]

1.2. Projekteerimine ja teenindamine

Hädavalgustuse projekteerimise protsessi ei ole mitte kuskil kirjeldatud ja minu ülesandeks selles töös on selgelt lahti kirjutada olulisemad punktid millestlähitudahädavalgustussüsteemide projekteerimisel. Selles töös aitab suurepäraselt nn „Viie punkti lähenemine”, mida ma allpool kirjeldan.

1.2.1. Riski analüüs

Esimalt peab projekteerija lähtuma hoone tüübist, millesse ta hädavalgustuse projekteerib. Kas see on lasteaed, haigla, kõrghoone, laohoone, büroohoone, kool, teater, lennusadam või mõni muu rajatis. Kas hoonet külastavad (või seal töötavad) ka puudutega inimesed. Hoone tüüp määrab, milline hädavalgustus tuleb valida.

Siin on mitmed punktid, mistuleb kindlasti eelnevalt välja selgitada enne hädavalgustuse projekteerimist:

- evakuatsiooniteed;
- tulekahjuteatenuppude asukohad;
- tuletõrje- ja päästevahendite asukohad;
- ohutusmärkide asukohad;
- võimalikud ohud evakuatsiooniteedel;
- kõrgendatud riski piirkonnad;
- paanikavältimisalad;
- lõppväljapääsude valgustamise vajadus ehitiste väliskülgedel;
- tuletõrjeliftide asukohad;
- liikuvate treppide ja kõnniteede asukohad;
- mootori-, generaatori- ja juhtimisruumide asukohad;
- väikese tulekahjuriskiga koht põhitoitepingesüsteemi paigutamiseks.

1.2.2. Normatiivid

Teiseks peab projekteerija veenduma, et projekt vastab kehtivatele normatiividele ja standarditele. Projekteerija võib luua parema lahenduse, kui standardis esitatud miinimum nõuded ette näevad. Kasutades kvaliteedsemaid ja kallimaid seadistusi, kui normatiivide järgi vaja antud projekteeritaval objektil.

Kui kõik kindlad alad ja kohad, mis vajavad hädavalgustust, on määratud, siis võib alustada hädavalgustussüsteemi projekteerimist, milleks tuleb:

- valida turvavalgustite asukohad;
- valida valgustite paigalduskõrgused;
- välja selgitada määrdumise ja tolmu mõju valgustite valgusvoole;
- välja selgitada võrgupinge ja võimalikud pinged kõikumised;
- valida sobiv toimimisrežiim (tabel 1.2);
- valida sobivad turvavalgustid (tabel 1.3);
- koostada skeem, mis tagab minimaalselt nõutava valgustustiheduse;
- kontrollida vastavust muudele nõuetele.

Tabel 1.2 Hädavalgustite erinevad töörežiimid.

Töörežiim	Töörežiimi kirjeldus
Pidev	Hädavalgustuslambid töötavad pidevalt töö- või avariivalgustuse korral.
Mittepidev	Hädavalgustuslambid töötavad ainult üldvalgustuse pingekatkestuse korral.
Kombineeritud	Vähemalt üks lambi valgusallikas töötab avariivalgustuse toiteallikast, teised aga töötavad üldvalgustuse võrgust.
Autonoomne	Pideva või mittepideva toimega valgusti, milles kõik elemendid on paigutatud lambis sees või lähedal.

Tabel 1.3 Hädavalgustuse valgusallikate erinevad tüübid varutoite allika kohta.

Tüüp	Eelised	Puudised
1. Sisseehitatud akuga hädavalgustid	Võib kasutada tavalist juhtmestikku. Kaabli läbipõlemise tõttu vooluvõrgu sisselülitamine katab automaatselt valgustit	Keskonnatingimused varieeruvad kogu süsteemis ja patareisid võib kahjustada suhteliselt kõrge või madal õhutemperatuur
	Madalad hoolduskulud - perioodiline test ja üldine puhastamine on nõutavad ainult	Testimine nõuab valgustite isoleerimist ja jälgimist individuaalselt
	Madala riistvaraseadmete kulud - laiendatud juhtmestiku, spetsiaalse ventilatsiooni jne puudumine	Aku kasutusaeg on sõltuvalt rakendusest piiratud 2 kuni 4 aastaga
	Süsteemi terviklikkus on suurem, sest iga valgusti on teistest sõltumatu	
	Süsteemi saab kergendada täiendavate valgustitega	
	Paigaldamine on kiirem ja odavam	

Tabel 1.3 järg

Tüüp	Eelised	Puudised
2. Keskakuga hädavalgustid	Aku eluiga on 5 kuni 25 aastat, olenevalt tüübist	Suured kapitaliseadmed
	keskkonnasäästlik kaitstud keskkonnas; valgusti võib töötada suhteliselt kõrgetel või madalatel temperatuuride	Paigaldamise ja süsteemi juhtmestiku maksumus on suur, sest iga satelliitvalgusti jaoks on nõutav tulekindel kaabel
	Hooldus- ja rutiinne testimine on lihtsam, kaaludes ainult ühte kohta	Halb süsteemi terviklikkus - aku või juhtmestiku vooluahela rike võib suure osa süsteemist välja lülitada
	Suured patareid on odavamad energiaühiku kohta ja valgustid on tavaliselt odavamad	nõue „patareide ruumi” kohta majaelementide ja laadijate ahelatele jne; Vajalik võib olla ka happegaaside ventilatsioon
		Lokaalne võrgukatkestus ei pruugi vallandada hädavalgustust selles piirkonnas
		Probleemiks võib olla pinge langus keskmisest akust kaugemal asuval valgustil

1.2.3. Lähtumine normdokumentidest

Kolmandaks peab projekteerija näitama mis standartidele ja normatiividele kõik kasutatud tooted peavad vastama ning kirjutama projekti dokumentatsiooni mille abil saavad ehitajad teha seadmete lõpliku valiku.

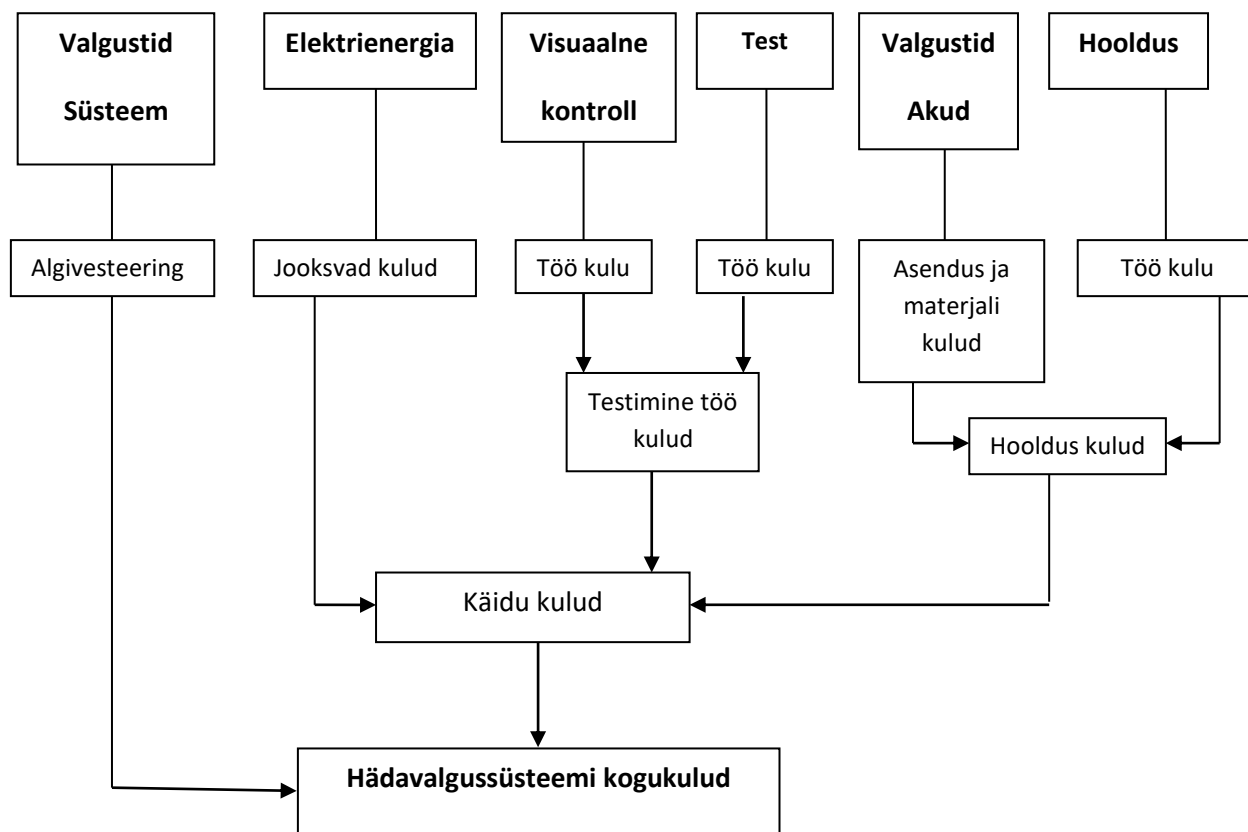
Selle projekti dokumentatsioon kujutab ennast ette vajaliku tekstilise ja graafilise informatsiooni kogumit, milles põhineb juba töödokumentatsioon kus täpselt kirjeldatakse tehnilised lahendused ehitajatele.

1.2.4. Testimine ja/või katsetamine

Siin projekteerija annab maksimaalse infot kuidas projekteeritud süsteemi tuleb tulevikus kontrollida ja hooldada. Fakt on see, et Hädavalgustussüsteemide skeemid, olenemata nende täpsusest, ei kajasta kogu tegelike hoonete pilte, kus Hädavalgustussüsteem paigaldatakse. Seoses sellega jätab projekteerija Hädavalgustussüsteemi paigaldajale õiguse otsustada, kuhu paigutada Hädavalgustussüsteemi seadmeid ning ei arvestata, et hiljem oleks võimalus neidedasiselt katsetada, parandada, vahetada või isegi lihtsalt puhastada. See on tingitud asjaolust, et ei ole võimalik ette näha 100% iga tegurit, mis võib häirida Hädavalgustussüsteemi normaalset toimimist.

1.2.5. Hooldus

Projekteerija peab nägema ette, kuidas ja kellega ehitatav hädavalgustussüsteem hooldatakse. Seda ta saab teada objekti kasutisviisist (kas see on kauplus, ladu, lasteaed, spordihoone, teater jne). Seoses sellega ta valib mis süsteem paremini sobib selles objektis, tellija aga juba otsustab mis variandi eest on ta nõus maksta. Hädavalgustussüsteemi kogu maksumus on väga oluline punkt milles aga tähele tihti ei pannakse. Joonis 1.6 näitab mis kulud jäävad arveldamata kui võetakse arvesse ainult hädavalgustussüsteemi ehitamis maksumus.



Joonis 1.6. Hädavalgustussüsteemi kogukulud.

- Alg investeering – alguses makstakse valgustite, kaablite, juhtimiskeskuse (keskakuga adresseritava süsteemide puhul), ehitustööde eest.
- Jooksvad kulud – kogu Hädavalgustussüsteemi elektrienergia tarbimine.
- Töökulud – igapäevane visuaalne kontroll, igakuine süsteemi hooldus ning igaastane akude mõõtmine.
- Asendus ja materjali kulud – valgustite või akude maksumus vahetamise puhul.
- Hädavalgustussüsteemi kogukulud – kõik ülaltoodud kulud.

Hädavalgustussüsteem kontrollitakse ja hooldatakse vastavalt standardile (EVS-EN 50172:2005). Põhimõtteliselt peab iga turvavalguse töö põhivalgustuse toitepinge kadumise korral testima vähemalt kord kuus ning kord aastas kontrollima kogu süsteemi ettenähtud toimimisaja jooksul. Keskoitesüsteemi puhul tuleb iga päev jälgida ka selle indikaatoreid.

Peale projekteerimist ja paigaldamist hädavalgustussüsteemi paigaldusskeemid peavad olema kohapeal kättesaadavad. Kui süsteemi muudakse, ümber ehitakse, mingi seadet lisatakse või lahutakse tuleb skeemides teha vastavad parandused. Hädavalgustussüsteemi kohta peetakse päevikut, kuhu tuleb kanda süsteemi ülevaatuste ja testide tulemused, rikked ja muudatused. Päeviku hoidmise ja pidamise eest vastutab ehitise omanik või valdaja.

Päevikusse kantakse järgmine informatsioon:

- 1) süsteemi testimise kuupäev ja süsteemi muutmist kajastavad dokumendid;
- 2) korralise kontrollimise ja testimise kuupäev;
- 3) hooldustöö, kontrollimise ja testimise kuupäev ja lühikirjeldus;
- 4) rikete tekkimise ja parandustöö tegemise kuupäev ja lühikirjeldus;
- 5) hädavalgustussüsteemis tehtud muudatuse kuupäev ja lühikirjeldus;
- 6) testimisprotseduuri kirjeldus süsteemi testimisel automaatse testseadmega.

Päevikus võivad olla leheküljed ka erakorraliste sündmuste, näiteks tulekahjuhäirete registreerimiseks. Päevikusse võib kanda ka valgustite varuosade andmed, näiteks lampide tüübid, akud, kaitsmed. Ehitise omanik või valdaja peab kindlustama turvalgustussüsteemi regulaarse hoolduse.

Akumulaatori kasutamisel tuleb:

- 1) akumulaatorite pealmised osad ja klemmid hoida puhtad ja vabad ning kontrollida elektrolüüdi võimalikku leket;
- 2) elektrolüüdi tase hoida tootja poolt määratud tasemel;
- 3) tagada asendatavate akumulaatorite või elementide sobivus ülejäänud süsteemiga.

Igapäevaselt tuleb kontrollida tsentraalse pingeallika näidikuid hädavalgustuse normaalse toimimise tagamiseks.

Igakuisel testimisel tuleb:

- põhitoitepinge katkestust tekitades tuleb igat süsteemi kuuluv turvalgusti ja evakuaatsioonipääsu valgustatud märk sisse lülitada vastavast akumulaatorist saadava toite abil nii kauaks, et oleks võimalik veenduda kõikide lampide korrasolekus. Tekitatud pingekatkestus ei tohi ületada veerandit valgusti või ohutusmärgi nimitoimimisajast. Selle ajavahemiku jooksul tuleb kontrollida kõikide valgustite ja ohutusmärkide olemasolu, puhtust ja nõuetekohast toimimist. Pärast testimist tuleb taastada põhitoide ja kontrollida, et kõik indikaatorlambid või -seadmed näitaksid pingetaastumist;
- tsentraalse akusüsteemi korral tuleb kontrollida süsteemi näidikute nõuetekohast toimimist;

- päevikus tuleb näidata rikke või vea avastamine automaatse testseadmega testimisel ja automaatse testsüsteemi enda rikke või vea avastamine.

Iga-aastasel testimisel tuleb täiendavalt igakuisele testimisele:

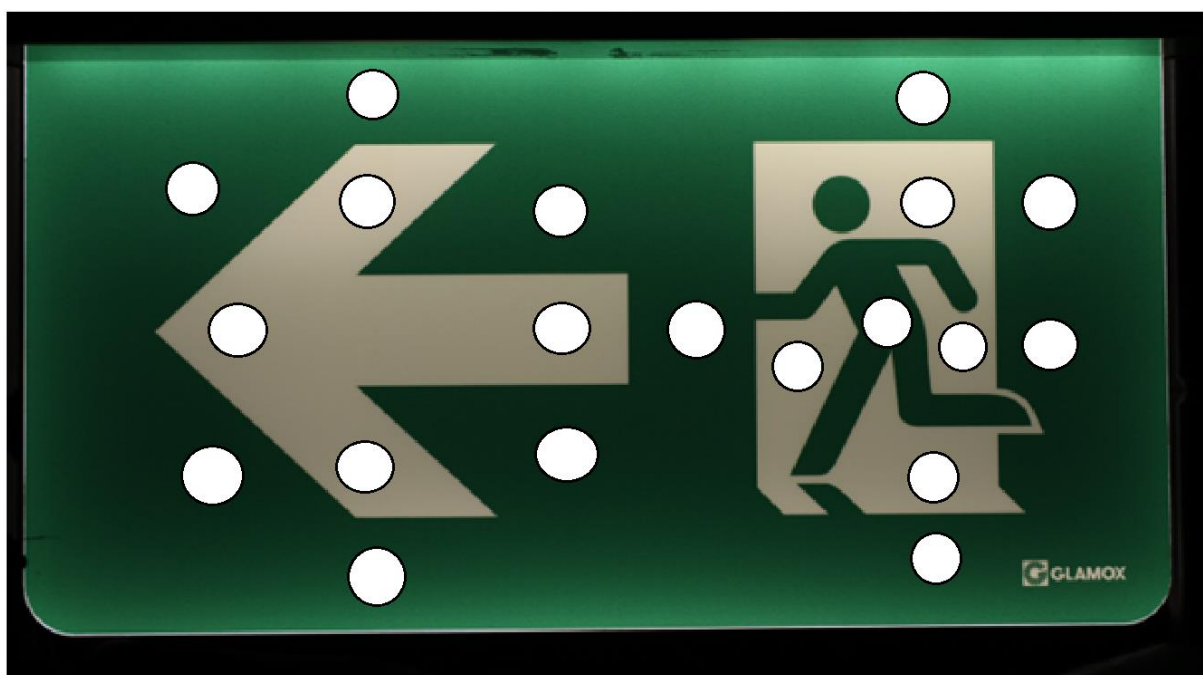
- testida kõikide valgustite ja seestpoolt valgustatavate ohutusmärkide toimimist kogu nimitoimimisaja jooksul;
- taastada põhitoide ja kontrollida, et kõik indikaatorlambid ja -seadmed näitaksid pinge taastumist;
- kontrollida, et laadimisseadmed toimiksid nõuetekohaselt. [4]

2. KATSETAMINE

2.1. Katsetamismeetodid

Ohutusmärkide heledust mõõdetakse märgi mõõdetava pinnaga risti 10 mm diameetriga alal märgi igas värvilises piirkonnas. Märgi iga eri värvi piirkonna jaoks määratakse minimaalne ja maksimaalne heledus. Värvilise tausta 10 mm laiust välimist äärt ei mõõdetata. Kahe kõrvuti asuva eri värvi märgipiirkondade heleduste suhte määramisel mõõdetakse heledused nende piirkondade eraldusjoonest 15 mm kaugusel. Leitakse maksimaalne ja minimaalne suhe. Kui värviline piirkond on väiksem kui 30 mm, tuleb mõõdetavat ala vähendada. Ohutusmärkidel, mille lühem külg on alla 100 mm, vähendatakse mõõdetava ala ja mittemõõdetava välise ääre suurus kuni 10%-ni lühemast küljest.

Suurima ja vähima heleduse suhe nii valgel kui ka ohutusvärvi pindalal ei tohi olla suurem kui 10:1. Tuleb vältida naaberpunktide heleduse suurt erinevust. Kontrastvärvi ja ohutusvärvi heleduse suhe ei tohi olla väiksem kui 5:1 ega suurem kui 15:1, samal ajal ohutusvärvi heledus peab olema vähemalt 2 cd/m² ja kontrastvärvi heledus vähemalt 10 cd/m². [1]



Joonis 2.1. Näide mõõtmispunktide valimisest siltmärgi heleduste mõõtmisel.

Rahvusvahelisest standartist ISO 3864-1:2002 võtame järgmised nõuded siltmärkide värvidele:

- Põhivärv - roheline;
- Graafilised sümbolid - valge;
- Piir – valge.

Roheline värv peab katma vähemalt 50% kogu märgist. [8]

2.2. Katsetamine laboris

Tallinna Tehnikaülikooli valgustehnika laboris teostasin mõõtmised: seestvalgustatud ohutusmärgi heledusele. Kuna tegemist on madalate heleduse väärtustega (vähem kui 1 cd/m²) ja nõuata oli väga suur mõõtmistäpsus oli mõõteriistaks valitud spektroradiomeeter *Specbos 1211UV* (joonis 2.2).



Joonis 2.2. Spektroradiomeeter Specbos 1211UV.

Tehnilised andmed on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1 Spektroradiomeeteri Specbos 1211UV tehnilised andmed.

Optilised parameetrid	
Spektraalne vahemik	350 ... 1000 nm
Optiline ribalaius	4.5 nm
Lainepikkuste eraldusvõime	1 nm
Vaatenurk	1,8°
Mõõtmise kaugus/mõõteala diameeter	20 cm/Ø6 mm; 100 cm/Ø31 mm
Mõõtepiirkonnad ja täpsused	
Heleduse mõõtevahemik	0.1 – 2500 cd/m ²
Valgustustiheduse mõõtevahemik	2 ... 20 000 lx
Heleduse täpsus	± 2 %
Heleduse korratavus	± 1 %
Lainepikkuse täpsus	± 0.5 nm

Katsetamiseks sain mõned seestvalgustatud ohutusmärgid Tallinna Tehnikaülikooli valgustehnika labori poolt, et hinnata nende vastavust standarditele. Need olid näidiseksplarid, mis ei olnud

valmistooted. Lisaks nendele olid kaksvanemat ohutusmärki, mis töötasid 4-5 aastad eluhoones jänüüd onneed kasutusest kõrvaldatud.

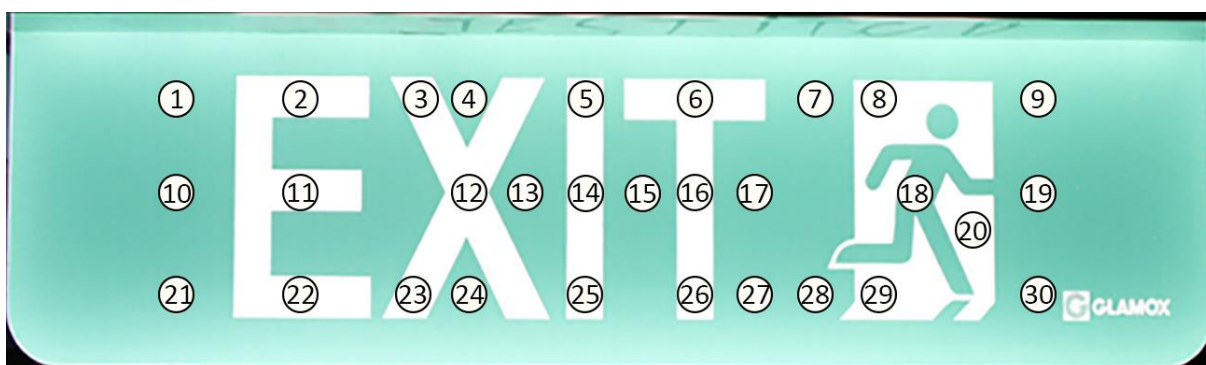
Mõõtmised teostasin vastavalt nõuetele mis on esitatud punktis 2.1.

2.2.1. Ohutusmärk nr 1

Esimene ohutusmärk oli Glamox EL40 (Joonised 2.3 ja 2.3a)



Joonis 2.3 Glamox EL40.



Joonis 2.3a Ohutusmärgi Glamox EL40 mõõdetatud punktid.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.2.

Tabel 2.2. Ohutusmärgi Glamox EL40 heleduse mõõteandmed ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	37,75	2/1	7,42
2	280,19	3/4	6,37
3	280,85	6/7	6,48
4	44,10	8/9	6,89
5	299,69	11/10	7,00

Tabel 2.2 järg

Mõõtmistulemused		Arvutused	
6	309,33	12/13	6,71
7	47,74	14/15	6,53
8	310,61	16/15	6,51
9	45,10	16/17	6,63
10	28,85	29/18	8,43
11	201,89	20/19	6,60
12	214,87	22/21	6,95
13	32,03	23/24	6,40
14	211,25	25/26	6,36
15	32,33	27/28	6,87
16	210,48	29/28	6,56
17	31,77	20/30	5,62
18	32,89		
19	30,39		
20	200,54		
21	40,10		
22	278,71		
23	272,37		
24	42,55		
25	277,43		
26	43,59		
27	290,51		
28	42,27		
29	277,21		
30	35,66		

Kontrollime suurima ja vähima heleduse suhet nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal - maksimaalse ja minimaalse heleduse suhe nii valge- kui ohutusvärvusega alal ei tohi ületada 10:1.

Tabel 2.3. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m ²)	28,85	200,54
Suurem heleduse väärtus (cd/m ²)	47,74	310,61
Vähima ja suurima heleduse suhe	1,65	1,55

Järeldub, et suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal jääb lubatud piirides ja see ohutusmärk vastab normidele

Tabelist 2.2 toodud mõõtmiste analüüsist selgub, et kõik kõrvutiasuvate mõõdetud punktide heleduste suhted vastavad standartile (ei ole väiksem kui 5 ega suurem kui 15).

2.2.2. Ohutusmärk nr 2

Teine ohutusmärk oli ka Glamox EL40 aga teise kleebisega. Mõõtepunktid olid samates kohtades.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.4.

Tabel 2.4. Ohutusmärgi Glamox EL40 heleduse mõõteandmed ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	48,51	2/1	5,61
2	272,24	3/4	5,07
3	267,69	6/7	5,46
4	52,81	8/9	5,72
5	292,76	11/10	5,63
6	300,60	12/13	5,22
7	55,05	14/15	5,25
8	300,52	16/15	5,41
9	52,50	16/17	5,43
10	35,69	29/18	7,29
11	200,95	20/19	5,82
12	205,22	22/21	5,33
13	39,31	23/24	5,37
14	204,96	25/26	5,53
15	39,07	27/28	5,49
16	211,38	29/28	5,50
17	38,90	20/30	4,76
18	39,08		
19	36,30		
20	211,23		
21	50,97		
22	271,57		
23	289,60		
24	53,95		
25	287,81		
26	52,02		

Tabel 2.4 järg

Mõõtmistulemused		Arvutused	
27	284,79		
28	51,87		
29	285,08		
30	44,34		

Kontrollime suurima ja vähima heleduse suhet nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal.

Tabel 2.5. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m ²)	35,69	200,95
Suurem heleduse väärtus (cd/m ²)	55,05	300,60
Vähima ja suurima heleduse suhe	1,54	1,49

Järeldub, et suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal jääb lubatud piirides ja see standardi punkt vastab normidele.

Tabelist 2.4 on näha, et enamik kõrvutiasuvate mõõdetud punktide heleduse suhted vastavad standartile ehk jäävad vahemikku (ei ole väiksem kui 5 ega suurem kui 15), välja arvatud üks paar ("20" ja "30") mille heleduse suhe on 4,76. See on väga lähedal nõuataava piirist standardile ja arvestades mõõtemääramatust võib antud ohutismärgi lugeda standardi nõuetele vastavaks.

2.2.3. Ohutismärk nr 3

Kolmas ohutismärk oli Glamox E80-R(M) (joonised 2.4 ja 2.4a)



Joonis 2.4 Glamox E80-R(M).



Joonis 2.4a Ohutusmärgi Glamox E80-R(M) mõõdetatud punktid.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.6.

Tabel 2.6. Ohutusmärgi Glamox E80-R(M) heleduse mõõteandmed ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	47,80	4/1	3,19
2	60,28	4/3	6,99
3	21,77	8/3	4,15
4	152,27	8/14	7,65
5	22,21	15/14	7,47
6	167,06	15/19	3,21
7	22,95	9/5	4,21
8	90,26	9/10	6,94
9	93,57	9/16	7,09
10	13,48	13/10	6,32
11	13,68	13/11	6,23
12	12,77	6/2	2,77
13	85,25	6/7	7,28
14	11,80	17/20	3,32
15	88,10	17/18	6,68
16	13,20		
17	80,83		

Tabel 2.6 järg

Mõõtmistulemused		Arvutused	
18	12,10		
19	27,45		
20	24,38		

Kontrollime kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal suurima ja vähima heleduse suhet.

Tabel 2.7. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m ²)	11,80	80,83
Suurem heleduse väärtus (cd/m ²)	60,28	167,06
Vähima ja suurima heleduse suhe	5,11	2,07

Järeldub, et nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal mõõdetud suurima ja vähima heleduse suhted jäävad standardis toodud nõuete piiridesse. Tabelist 2.6 mõõtmistulemuste analüüsimisel selgus, et mitmete kõrvutiasetsevate punktide paaride heleduste suhe ei vasta standarti nõuetele ja kasutada seda ohumärgi ei saa.

2.2.4. Ohutusmärk nr4

Neljas märk on näidatud joonistel 2.5 ja 2.5a.



Joonis 2.5. Ohutusmärk nr4.



Joonis 2.5a Ohutusmärgi nr4 mõõdetatud punktid.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.8.

Tabel 2.8. Ohutusmärgi nr4 heleduse mõõteandmed ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	47,34	2/1	6,57
2	310,94	9/1	3,68
3	54,42	9/16	6,89
4	379,61	17/16	6,00
5	64,51	10/3	3,61
6	66,31	10/11	6,11
7	380,46	10/18	7,19
8	56,73	4/5	5,88
9	174,00	15/22	6,10
10	196,66	13/6	3,41
11	32,20	13/12	6,16
12	36,78	13/19	7,65
13	226,42	7/8	6,71
14	201,37	14/8	3,55
15	188,60	14/21	3,55
16	25,27	20/21	6,25
17	151,61		
18	27,34		
19	29,61		
20	165,28		
21	26,46		
22	30,91		

Kontrollime suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal.

Tabel 2.9. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m ²)	25,27	151,61
Suurem heleduse väärtus (cd/m ²)	196,66	380,46
Vähima ja suurima heleduse suhe	7,78	2,51

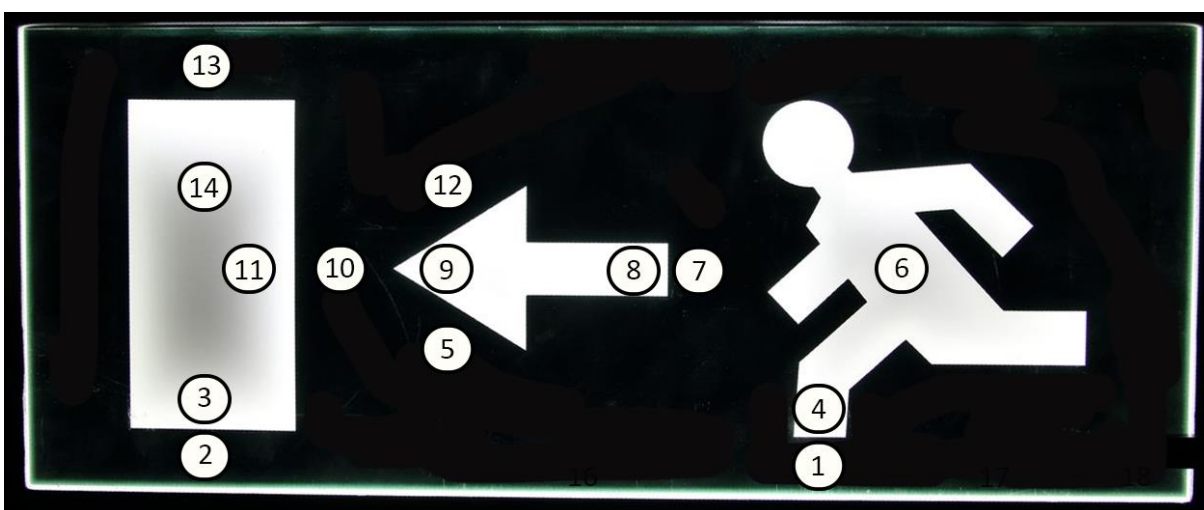
Järeldub, et nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal mõõdetud suurima ja vähima heleduse suhted jäävad standardis toodud nõuete piiridesse. Tabelist 2.8 mõõtmistulemuste analüüsimisel selgus, et mitmete kõrvutiasetsevate punktide paaride heleduse suhe ei vasta standarti nõuetele ja kasutada seda ohumärgi ei saa.

2.2.5. Ohutusmärk nr5

Viies ohutusmärk mõõtmistel oli NORTHCLIFFE ZETA (joonised 2.6 ja 2.6a).



Joonis 2.6. Ohutusmärk NORTHCLIFFE ZETA 3PG16.



Joonis 2.6a Ohutusmärgi NORTHCLIFFE ZETA 3PG16 mõõdetatud punktid.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.10.

Tabel 2.10. Ohutusmärgi NORTHCLIFFE ZETA 3PG16 heleduse mõõteandmed ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	0,17	4/1	65,71
2	0,07	3/2	89,43
3	6,26	6/7	103,25
4	11,17	8/7	455,25
5	0,08	9/5	168,13
6	4,13	9/10	336,25
7	0,04	9/12	448,33
8	18,21	11/10	94,25
9	13,45	14/13	106,00
10	0,04		
11	3,77		
12	0,03		
13	0,09		
14	9,54		

Kontrollime suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal.

Tabel 2.11. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m ²)	0,17	3,77
Suurem heleduse väärtus (cd/m ²)	0,03	18,21
Vähima ja suurima heleduse suhe	5,67	4,83

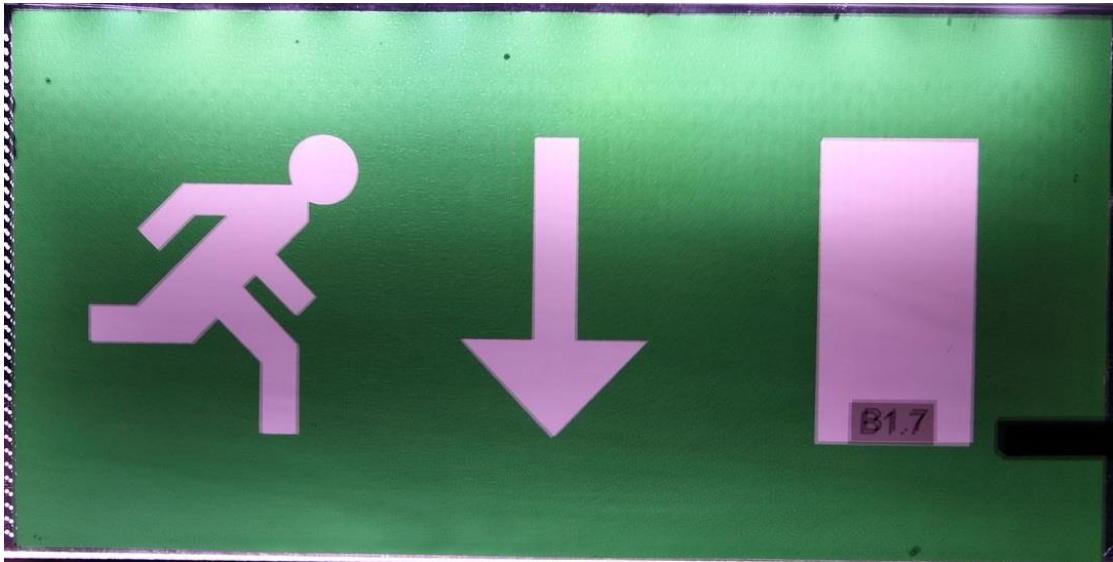
Järeldub, et suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal jääb lubatud piirides ja see standardi punkt vastab normidele.

Tabelist 2.8 mõõtmistulemuste analüüsimisel selgus, et mitmete kõrvutasetsevate punktide paaride heleduste suhe ei vasta standardi nõuetele ja kasutada seda ohumärgi ei saa.

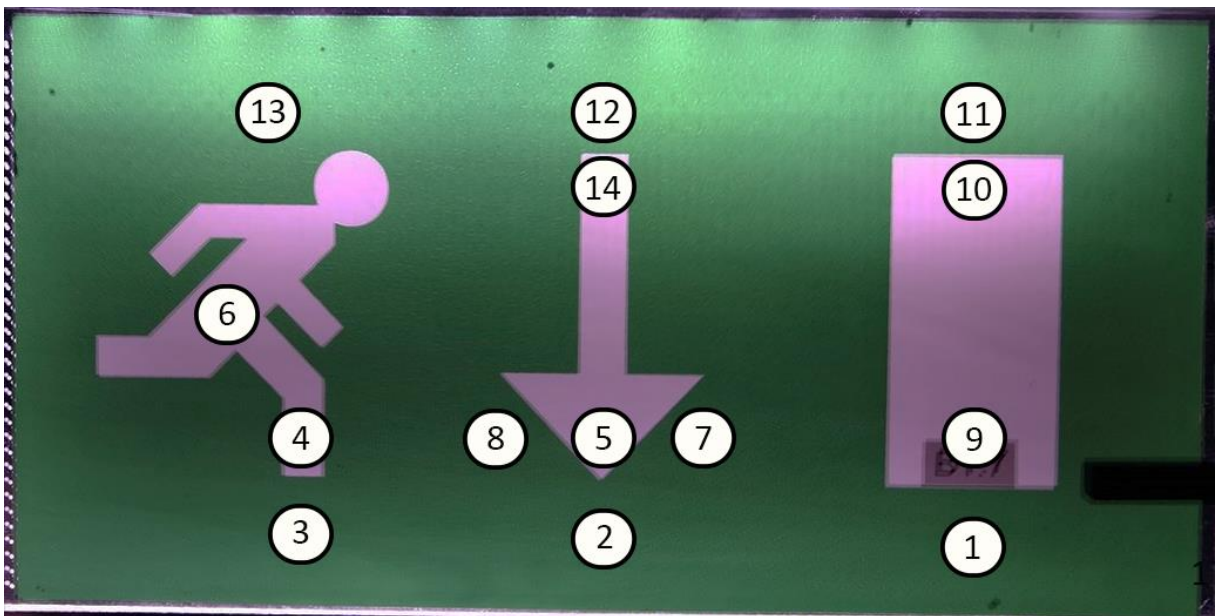
Ohumärgi mõõtmisel selgus, et olulisel osal alast mõõtepunktide heleduse mõõtetulemused ei vasta standardis esitatud nõuetele. Standardis on toodud minimaalsed ohutusvärvi heleduseväärtus – minimaalselt 2 cd/m² ja kontrastvärvi heledus – minimaalselt 10 cd/m²).

2.2.6. Ohutusmärk nr6

Kuues märk oli Intelight Kasjopeja (joonised 2.7 ja 2.7a).



Joonis 2.7 Ohutusmärk Intelight Kasjopeja.



Joonis 2.7a Ohutusmärgi Intelight Kasjopeja mõõdetatud punktid.

Kõik mõõdud ja arvutused on tabelis 2.12.

Tabel 2.12. Ohutusmärgi Intelight Kasjopeja mõõdud ja arvutused.

Mõõtmistulemused		Arvutused	
Punkt	Heledus (cd/m ²)	Kõrvalpunktide paarid	Heleduse suhe
1	0,17	6/1	2,29
2	0,21	5/2	2,48
3	0,20	5/7	3,71
4	0,44	5/8	3,71

Tabel 2.12 järg

Mõõtmistulemused		Arvutused	
5	0,52	4/3	2,20
6	0,39	10/11	1,86
7	0,14	14/12	1,60
8	0,14	9/13	1,32
9	1,36		
10	1,49		
11	0,80		
12	0,94		
13	1,03		
14	1,50		

Kontrollime suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal.

Tabel 2.13. Suurima ja vähima heleduse suhe.

	Ohutusvärv	Kontrastvärv
Vähim heleduse väärtus (cd/m²)	0,14	0,39
Suurem heleduse väärtus (cd/m²)	1,03	1,50
Vähima ja suurima heleduse suhe	7,36	3,85

Järeldub, et suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal jääb lubatud piirides ja vastab standardi nõuetele.

Tabelist 2.12 selgub mõõtetulemuste analüüsimisel, et valitud kõrvutiasuvate mõõtepunktide paaride heledussuhte väärtused ei vasta standardis esitatud nõuetele.

Ohutusmärgi mõõtmisel selgus, et olulisel osal alast mõõtepunktide heleduse mõõtetulemused ei vasta standardis esitatud nõuetele. Standardis on toodud minimaalsed ohutusvärvi heleduseväärtus – minimaalselt 2 cd/m² ja kontrastvärvi heledus – minimaalselt 10 cd/m²).

2.3. Katsete tulemuste analüüs

Mõõtmistulemuste ja arvutustekokkuvõtte ning võrdlus standardis toodud nõuetega on esitatud alljärgnevas koondtabelis (tabel 2.14).

Tabel 2.14. Kõigi mõõtmiste ja arvutuste ühine tabel.

Ohutusmärk	1	2	3	4	5	6
Mõõdetud punktide heleduse suhete vastavus standardile.	vastab	vastab	ei vasta	ei vasta	ei vasta	ei vasta
Suurima ja vähima heleduse suhe nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalavastavus standardile.	vastab	vastab	vastab	vastab	vastab	vastab
Ohutusvärvi heledus tase vastavus standardile.	vastab	vastab	vastab	vastab	ei vasta	ei vasta
Kontrastvärvi heledus tase vastavus standardile.	vastab	vastab	vastab	vastab	ei vasta	ei vasta

Ohutusmärkide heleduse mõõtmiste ja heleduste suhte arvutuste käigus selgus ohutusmärkide nõuetele vastavuse valdavate probleemide olemus. Standard EVS-EN 1838:2013 esitab selged nõuded ohutusmärkide heleduse ühtlusele ja kontrasti esitlusele. Oluline on valdavalt kasutatud kleebismaterjali kvaliteet, millest sõltub kontrast ning heleduste suhe. Samuti on oluline valgustehniline lahendus, milleks valdavalt kasutatakse kaasaegsetes ohumärkides leedvalgustust, ja nende paigustus, et tagada heleduse ühtlus kogu märgi ulatuses. Mõningatel juhtudel on oluline ka õigete peegeldusomadustega materjalide kasutamine ühtluse tagamisel nagu näiteks peegelduvad kleepismaterjalid ohutusmärkide servades.

Vanemat tüüpi ohutusmärkides kus kasutatakse toiteallikana taaslaetavaid akusid on tüüpiliseks probleemiks akude eluiga ja näiteks luminofoorlampide vananemine, mida ohutusmärkide eluea jooksul sageli ei vahetata käidukorralduse ajal välja. Mõõtmistulemustes nähtus, et standardis on toodud minimaalsed ohutusvärvi heleduse väärtused - minimaalselt 2 cd/m² ja kontrastvärvi heledus minimaalselt 10 cd/m² ei olnud täidetud. Suurima ja vähima heleduse suhted nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pinnal ei vastanud standardile.

Hoolduse ajal kontrollitakse ohutusmärgi ümberlülitamist ooterežiimist avariirežiimi, aku olekut, ohutusmärgi puhtust, kuid märgi sümbolite kontrastsust ei kontrollita.

Kontrollimise käigus veendsin, et ohutusmärke mida paigaldati veel 4-5 aastat tagasi ja vastasid EVS-EN 1838:2013 standardis esitatud nõuetele on nüüdesks aja jooksul ohutusmärgi kate või klaaspind tuhmunud, valgusallikad ei kiirga valgusvoogu ning pidevast töörežiimil olekus on akude

mahtuvus vähenenud. Kasutatud valguslampide või valguselementide – näiteks leedide enneaegse vananemise põhjused võivad olla järgnevad:

- Valgusdiodide ebapiisav soojuse hajutamine (ohutusmärgid alumiiniumis korpuses võivad kuumeneda üsna oluliselt, mis tekitab leedide elektritakistuse vähenemist, nendest läbiva elektrivoolu suurenemist, elektritakistuse edasise vähenemist ja seega ahelreaktsiooni tulemuseks on temperatuuri tõus kriitilisteks väärtusteks);
- Olemasoleva ohutusmärgi stabilisaatori parameetreid ei ole arvestatud, mis toob kaasa sisselülitamis tõukevoolud, mis võivad lühikeseks ajaks suurendada leedi kontaktidel pinget kriitilisteni väärtusteni ja ületada.

3. KOKKUVÕTE

Selles töös käsitleti hädavalgustuse projekteerimis küsimusi, võeti arvesse mitmeid olulisi tegureid hädavalgustuse seadmete õigeks paigutamiseks, kirjeldati erinevate hädavalgustuse süsteemide eeliseid ja puudusi.

Konsulteerides Eaton Electric SIA Eesti Filiaal spetsialistidega (Anton Verner ja Ülo Sihiveer) selgitasin mõningaid olulisemaid lähtekohti hädavalgustuse projekteerimisel ja paigaldamisel, mida standardites ja nõuetes ei mainita.

Antud töös on analüüsitud hädavalgustussüsteemi eksploatatsiooni kulude arvutamise vajalikkust ning arvestamist juba projekteerimise faasis. Näidatud ära erinevate hädavalgustussüsteemide õige rakendamine olenevalt mahtudest, süsteemi juhtimisest, kontrollist, objekti kasutusviisist. Pandnud kokku hädavalgustus süsteemidele esitatud nõuded ja reegleid mis on võetud mitte ainult ühest standardist, vaid ka teistest allikatest, nagu siseministri määrused, Tallinna Tehnikaülikooli külalislektori (Anton Verner) loengu material, erinevad praktilised soovitusel internetist jne.

Täpselt kirjeldatud hädavalgustussüsteemi projekteerija kohustused:

- Euroopa Liidu standartide ja riigi määruste jälgimine.
- Riski analüüs – kõik võimalikud ohud peavad olema ette nähtud (paanikaohutuse alad, evakuatsioonitee puudusega inimestele jne).
- Hädavalgustussüsteemi seadmete ja kaablite õige valik (nende vastavus kehtivatele standartidele).
- Tellijaga koostöö – selgitamine talle lahti erinevate süsteemide rakendamise eelised ja puudused ja tellijaga valitud süsteemi kogumaksumust (kasutamise kuludega, mitte ainult ehitamis maksumus).
- Hädavalgustussüsteemi hoolduskäigu kirjeldamine (leedvalgustusega tavaliselt leedmooduleid ei vahetata, valgusti läheb kas täies ulatuses vahetusse või vahetatakse toiteseadet (aku), luminofoorlampidega lahendustes tuleb sageli vahetada valgusallikas – lamp, valgus seadmetesse sisseehitatud akude puhul tihti vahetakse akusid jne). Erinevad hädavalgustussüsteemi lahendused – erinevad hooldustsüklid.
- Kogu dokumentatsiooni vormistamine ja täitmine (paiknemis skeemid, seletuskiri, hooldusdokumentatsioon jne).

Katsetamiseks oli võetud enamlevinud uusi ja vanemaid ohutusmärke, et saaks kontrollida nende vastavust standardile. Katsete teostamiseks tutvusin uue mõõteriistaga - spektroradiomeetriga. Mõõtsin ohutus- ja kontrastvärvi standardi kohaselt valitud punktide heledusväärtusi. Standardist EVS-EN 1838:2013 leidsin kirjelduse, kuidas tuleb valida õiged punktid mõõtmiseks. Kasutades mõõtmistulemusi arvasin ohutus- ja kontrastvärvi

kõrvutiasuvate punktide heleduste suhte, ohutusmärgi suurima ja vähima heleduse suhte nii kontrast- kui ka ohutusvärvi pindalal. Võrdlesin saadud arvutustulemusi ning minimaalsed ohutus- ja kontrastvärvi heledusväärtusi standardis EVS-EN 1838:2013 ohutusmärgile esitatavate nõuetega.

Analüüsides vastavust normdokumentidele leidsin ohutusmärkide enamlevinud probleemid. Mõõtmistega sai tuvastatud, et ohutusmärkide eluiga ei sõltu ainult sisseehitatud või tsentraalakude mahtuvusest ja relee (mis vastab ümberlülitamisest ooterežiimist hädarežiimile) tehnilisest seisukorrast vaid oluline on ka ohutusmärkide kleebiste ja katteklaasi kvaliteet ja valgusallika tegelik eluiga.

Selle töö kirjutamise käigus tutvusin valgustuse ja hädavalgustuse standarditega (EVS-EN 1838:2013, EVS-EN 50172:2005) ja teiste normdokumentidega, nende analüüsil sain rohkem teadmisi hädavalgustussüsteemidest, mis võib olla kasulik oma põhitöös. Kuna minu amet on turvatehnik ja tegelen ma automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemide ehitamisega, programmeerimisega, hooldusega ja parandamisega. Käesoleva tööga seondult olen omandanud laialdasemaid teadmisi projekteerimisest, elulistest näidetest mida arvestada erinevate objektide juures ning milliste lahendustega süsteeme parendada. Võib kindlalt öelda, et antud lõputöö oli minu jaoks väga kasulik.

SUMMARY

This work addressed the issues of emergency lighting design, took into account a number of important factors for the correct positioning of emergency lighting devices, and described the advantages and disadvantages of various emergency lighting systems.

In consultation with specialists of Eaton Electric SIA Estonia Branch (Anton Verner and Ülo Sihiveer), I explained some of the most important starting points for designing and installing emergency lighting, which are not mentioned in standards and requirements.

In this work, the necessity of calculating the operating costs of the emergency lighting system and its consideration in the design phase has been analyzed. The correct application of different emergency lighting systems according to volumes, system control, control, use of the object has been shown. Summarized the requirements and rules for emergency lighting systems, which have been taken not only from one standard but also from other sources, such as the ministerial decrees, the lecture material of the guest lecturer of the Tallinn University of Technology (Anton Verner), various practical recommendations from the Internet, etc.

Obligations of the designer of the emergency lighting system described precisely:

- Monitoring EU standards and national regulations.
- Risk analysis - all potential hazards must be provided (panic areas, evacuation routes for people in need, etc.).
- Correct selection of emergency lighting system equipment and cables (compliance with applicable standards).
- Collaboration with a customer - clarifying the advantages and disadvantages of implementing different systems and the total cost of the system chosen by the customer (with the cost of use, not just the cost of construction).
- Describing the emergency lighting system's maintenance run (the LED modules usually do not replace the LED modules, the luminaire is fully replaced or the replacement battery (battery) is replaced, the fluorescent lamp solutions often need to be replaced by a light source, the batteries built into light equipment often replace batteries, etc.). Different emergency lighting solutions - different maintenance cycles.
- Completion and completion of all documentation (location diagrams, explanatory memorandum, maintenance documentation, etc.).

New as well as old safety signs were tested to test their compliance with the standard at the end of their life. To support the experiments, I introduced a new instrument (spectroradiometer). I measured the brightness value of the selected points for safety and contrast color. From EVS-EN 1838: 2013, I found a description of how to choose the right points for measurement. Using the measurement results, I calculated the ratio of the brightness of the adjacent dots of safety and contrast color, the ratio of the maximum and minimum luminance of the safety mark to the area of both contrast and safety color. I compared the computational results obtained and the minimum values for safety and contrast brightness with the requirements for the safety mark in EVS-EN 1838: 2013.

By analyzing the compliance of safety signs with normative documents, I found the most common safety signs. It has been identified that the actual lifetime of the safety signs does not only depend on the capacity of the built-in or center shapes and the technical condition of the relay (which switches from standby mode to emergency mode) but also the quality of the safety labels and glass and the actual lifetime of the light source.

During the writing of this work, I met the standards of lighting and emergency lighting (EVS-EN 1838: 2013, EVS-EN 50172: 2005), and with the help of these and other online materials, I gained more knowledge in emergency lighting systems that can be useful in my basic work. Since my office is a security technician and I am engaged in building, programming, maintaining and repairing automatic fire alarm systems, in the month of June (when I started writing a thesis), I already note the maintenance of emergency lighting and safety signs in a shopping center, and in a shopping center I made a note to the tenant that their new merchandise line is invisible and it must be relocated or added new. It can be stated that this thesis was very useful for me.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. EVS-EN 1838:2000 „Valgustehnika. Hädavalgustus”. [Kasutatud 04.03.2019].
2. EATON Life Safety, „Tuleohutus paigaldis: Hädavalgustus. Ülevaade: regulatsioon/standard(id), tooted, lahendused” 2018. Ülo Sihiveer. [Kasutatud 04.03.2019].
3. „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele”, sisseministri määrus nr17, vastu võetud 30.03.2017. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/104042017014> [Kasutatud 04.03.2019].
4. “Nõuded turvalgustussüsteemile”, sisseministri määrus nr14, vastu võetud 18.06.1998. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/88185.pdf>. [Kasutatud 04.03.2019].
5. „Аварийное освещение — правила устройства, нормы и требования к светильникам и знакам безопасности”, 2018. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://svetosmotr.ru/avarijnoe-osveshhenie-pravila-ustrojstva-normy-i-trebovaniya/> [Kasutatud 09.03.2019].
6. „Где и как устанавливают автономные светильники”, 2019. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://amperof.ru/elektropribory/svetodiodnyj-avarijnyj-svetilnik-akkumulyatorom.html>. [Kasutatud 09.03.2019].
7. „Nõuded tuleohutusmärkidele ja nende vajadus”, sisseministri määrus nr 12, vastu võetud 18.06.1998. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/88182>. [Kasutatud 09.03.2019].
8. „ISO 3864-1-2013 Графические символы. Сигнальные цвета и знаки безопасности. Часть 1. Принципы проектирования знаков и сигнальной разметки”, vastu võetud 01.01.2015. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <http://docs.cntd.ru/document/1200109405>. [Kasutatud 16.03.2019].