



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

# **ERINEVATE HÄDAVALGUSTUSE LAHENDUSTE ANALÜÜS BÜROOHOONE NÄITEL**

**Analysis of different emergency lighting solutions  
using the example of an office building**

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Marti Mäevere

Üliõpilaskood: 230632 EAAB

Juhendaja: Toivo Varjas, PhD  
valgustehnika ekspert

Tallinn, 2024

## **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.

“13” mai 2024

Autor: Marti Mäevere

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö esitatud nõuetele

“13” mai 2024

Juhendaja: Toivo Varjas

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” .....20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina, Marti Mäevere

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Erinevate hädavalgustuse lahenduste analüüs büroohoone näitel, mille juhendaja on Toivo Varjas,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

24.04.2024 (kuupäev)

---

<sup>1</sup> Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loominguulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

# LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

<i>Autor:</i> Marti Mäevere	<i>Lõputöö liik:</i> Bakalaureusetöö
<i>Töö pealkiri:</i> Erinevate hädavalgustuse lahenduste analüüs büroohoone näitel	
<i>Kuupäev:</i> 24.04.2024	56 lk
<i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool	
<i>Teaduskond:</i> Inseneriteaduskond	
<i>Instituut:</i> Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut	
<i>Töö juhendaja(d):</i> Toivo Varjas, PhD	
<i>Töö konsultant (konsultandid):</i> Tiiu Tamm	
<i>Sisu kirjeldus:</i>  <p>Töö eesmärgiks on analüüsida büroohoone näitel nelja peamiselt kasutatavat hädavalgustuse süsteemi. Selle käigus projekteeriti hoone tüüpkoruse näitel läbi kõik analüüsitavad variandid. Leiti projekteeritud lahenduste alginvesteeringu-, käidu- ja kogukulud. Analüüsis lähtuti 10-aastasest perioodist, lisaks koostati graafik, mis näitab ära erinevate süsteemide kogukulu 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup> ja 10 000 m<sup>2</sup> hoonete puhul. Töö tulemustest selgus, et mida väiksem on süsteemi alginvesteeringu kulu seda suurem on süsteemi tegelik kogukulu 10 aasta möödudes. Kõige odavama alginvesteeringuga süsteemi valides kaotab hoone omanik 10 aasta möödudes kogukuludes 64 000 €. Lisaks rahalisele kaotusele jääb hoone omanik odavaima süsteemi puhul ilma ka olulistest hädavalgustuse süsteemide lisavõimalustest, mis alandavad hoone tuleohutuse taset. Antud töö tulemus on vajalik abimaterjal tulevaste hoonete kavandamisel, kus on vajalik hoone tellijal ja projekteerijal teha põhjendatud otsus hädavalgustuse süsteemi valikuks.</p>	
<i>Märksõnad:</i> hädavalgustus, projekteerimine, leedvalgusti, büroohoone	

# ABSTRACT

<i>Author:</i> Marti Mäevere	<i>Type of the work:</i> Bachelor Thesis
<i>Title:</i> Analysis of different emergency lighting Solutions using the example of an office building	
<i>Date:</i> 24.04.2024	56 pages
<i>University:</i> Tallinn University of Technology	
<i>School:</i> School of Engineering	
<i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics	
<i>Supervisor(s) of the thesis:</i> Toivo Varjas, PhD	
<i>Consultant(s):</i> Tiiu Tamm	
<i>Abstract:</i> <p>The goal of the work is to analyze four mainly used emergency lighting systems using the example of an office building. During this process, all the analyzable options were designed based on a typical floor of the building. The initial investment, operational, and total costs of the designed solutions were determined. The analysis was based on a 10-year period, and a graph was also created showing the total costs of different systems for buildings of 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup>, and 10,000 m<sup>2</sup>. The results of the work showed that the smaller the initial investment cost of the system, the higher the actual total cost of the system after 10 years. By choosing the system with the cheapest initial investment, the building owner incurs a total cost loss of €64,000 after 10 years. In addition to the financial loss, the building owner also misses out on significant additional features of emergency lighting systems with the cheapest system, which lower the building's fire safety level. The result of this work is necessary reference material for the planning of future buildings, where the building client and designer need to make an informed decision for the selection of an emergency lighting system.</p>	
<i>Keywords:</i> emergency lighting, design, led lighting, office building	

# LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema: **Erinevate hädavalgustuse lahenduste analüüs büroohoone näitel**

Lõputöö teema inglise keeles: **Analysis of different emergency lighting Solutions using the example of an office building**

Üliõpilane: **Marti Mäevere, 206511EAAB**

Eriala: **Elektroenergeetika**

Lõputöö liik: **Bakalaureusetöö**

Lõputöö juhendaja: **Toivo Varjas, PhD valgustehnika ekspert**

Lõputöö kaasjuhendaja:  
(ettevõtte, amet ja kontakt)

Lõputöö ülesande kehtivusaeg: 2023/2024 2023/2024 Kevad

Lõputöö esitamise tähtaeg: **13.05.2024**

---

Üliõpilane (allkiri)

---

Juhendaja (allkiri)

---

Õppekava juht (allkiri)

---

Kaasjuhendaja (allkiri)

## **1. Teema põhjendus**

Vastavalt Päästeameti 2021-2022 aasta statistikale on hoonete tuleohutuspaigaldistes kõige rohkem probleeme hädavalgustusega. Hädavalgustusega seotud rikkumised on levinud, mis rõhutab vajadust süsteemide parema valiku ja korrasoleku järele. Seega on hädavalgustuse lahenduste analüüs ja tulemuste teadvustamine oluline teema antud valdkonnas. Peamiseks probleemiks on asjaolu, et hädavalgustuse lahenduste valikul lähtutakse vaid odavaimast alginvesteeringu kulust. Erinevate süsteemide tuleohutust parandavad lisavõimalused ja hädavalgustuse süsteemi tegelik kogukulu jäätakse tähelepanuta. Lisaks on probleem, et hädavalgustuse käitu ei tehta üldse või ei tehta seda vastavalt nõuetele.

Süsteemi valiku läbimõeldud otsuseid ilmselt ei tehta põhjusel, et puudub avalik teave erinevate süsteemide analüüsi ja kogukulu kohta Eesti turu näitel. Keeruline on võrrelda antud andmeid erinevate hoonete näitel, kuna nii hooned kui paigaldatud süsteemid on piisavalt erinevad. Üheks variandiks ülevaate saamiseks on lahendada ühe tootja erinevad süsteemid läbi sama hoone näitel ning analüüsida tulemusi. Antud töö tulemus on vajalik abimaterjal tulevaste hoonete kavandamisel, kus on vajalik hoone tellijal ja projekteerijal teha põhjendatud otsus hädavalgustuse süsteemi valikuks.

## **2. Töö eesmärk**

Töö eesmärgiks on analüüsida büroohoone näitel nelja peamiselt kasutatavat hädavalgustuse süsteemi, milleks on:

1. Kontrollsüsteemita endatoitelised hädavalgustid;
2. S-liiki kontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid;
3. Automaatkontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid;
4. Automaatkontrollsüsteemiga kesktoitelised hädavalgustid;

## **3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:**

1. Millised on hädavalgustuse peamised põhimõtted, seadusandlus ning nõutavad pädevused.
2. Millised on erinevate hädavalgustussüsteemide põhimõtted ja ülesehitus.
3. Millised on erinevate analüüsitavate süsteemide projekteeritavad lahendused konkreetse büroohoone näitel?
4. Mis on peamised eelised ja puudused analüüsitavatel süsteemidel?
5. Millised on erinevate süsteemide alginvesteeringu-, käidu- ja kogukulud 10 aasta vaates.

#### **4. Lähteandmed**

Eesmärkide saavutamiseks planeerin kasutatalse järgmisi infoallikaid:

1. Hädavalgustuse alased standardid, seadused ja normid
2. Hädavalgustussüsteemide tootjate ja maaletoojate infomaterjalid ja süsteemide maksumuste hinnakirjad.
3. Büroohoone erinevad projektiosad, võrdluslahenduste kootamiseks.
4. Hoone haldajate ja süsteemide paigaldajatega suhtlemisel plaanis saada ülevaade süsteemide eelistest ja puudustest.

#### **5. Uurimismeetodid**

Süsteemide võrdluseks projekteeritakse 4 erinevat lahendust büroohoone näitel.

Seejärel hinnastatakse süsteemide maksumused, paigaldamiskulud ning hilisemad hoolduskulud. Lahenduste koostamiseks kasutan Autodesk Autocad programmi ning andmete võrdluseks tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel.

#### **6. Graafiline osa**

Graafilises osas kajastub nelja erineva variandi hädavalgustusesüsteemi plaanilahendused ja süsteemi struktuurskeemid. Lisaks tabelid ja graafikud tulemuste analüüsi andmetega.

#### **7. Töö struktuur**

##### **SISSEJUHATUS**

1. TAUST
  - 1.1 Hädavalgustuse põhimõtted ja liigitus
  - 1.2 Evakuatsioonivalgustus
    - 1.2.1 Väljapääsutee valgustus
    - 1.2.2 Paanikavastane valgustus
    - 1.2.3 Ohtliku tööpiirkonna valgustus
    - 1.2.4 Ohutusmärgid
    - 1.2.5 Tööjätkamisvalgustus



- 1.3 Hädavalgustuse seadusandlus ja standardid
  - 1.4 Pädevused hädavalgustuse valdkonnas
  - 2. ERINEVATE HÄDAVALGUSTUSSÜSTEEMIDE KIRJELDUSED
    - 2.1 Kontrollsüsteemita endatoitelised hädavalgustid
    - 2.2 S-liiki kontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid
    - 2.3 Automaatkontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid
    - 2.4 Automaatkontrollsüsteemiga kesктоitelised hädavalgustid
  - 3. PROJEKTLAHENDUSED BÜROOHOONE NÄITEL
    - 3.1 Hoone kirjeldus
    - 3.2 Lahendus kontrollsüsteemita endatoiteliste hädavalgustitega
    - 3.3 Lahendus S-liiki automaatkontrollsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega
    - 3.4 Lahendus automaatkontrollsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega
    - 3.5 Lahendus automaatkontrollsüsteemiga kesктоiteliste hädavalgustitega
  - 4. TULEMUSTE ANALÜÜS
    - 4.1 Süsteemi alginvesteering
    - 4.2 Süsteemi käidukulud
    - 4.3 Hädavalgustussüsteemi kogukulu
- KOKKUVÕTE

## **8. Kasutatud kirjanduse allikad**

- 5. Allikateks on Hädavalgustuse alased standardid, seadused ja normid
- 6. Hädavalgustussüsteemide tootjate ja maaletoojate infomaterjalid
- 7. Päästeameti poolt koostatud hädavalgustuse infomaterjalid
- 8. Ülikoolide poolt koostatud hädavalgustuse õppematerjalid
- 9. Hoone haldajate ja süsteemide paigaldajatega suhtlemisel plaanis saada infot süsteemide erisuste kohta.

## **9. Lõputöö konsultandid**

Tiiu Tamm, Tiiu Tamm Inseneribüroo OÜ, Valgusdisainer

## **10. Töö etapid ja ajakava**

Kirjanduse läbitöötamine ja lähteandmete kogumine 12.03.2024

Projekteerimise teostamine 19.03.2023

Teoreetilise osa kirjutamine 10.04.2024

Erinevate lahenduste analüüsi koostamine 15.04.2024

Töö esitamine eelkaitsmiseks 24.04.2024

Paranduste sisseviimine 01.05.2024

Juhendajale teiseks läbilugemiseks saatmine 05.05.2024

Lõputöö esitamine 13.05.2024

# SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE .....	3
ABSTRACT .....	4
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE .....	5
EESSÕNA .....	12
MÕISTED JA LÜHENDID .....	13
SISSEJUHATUS .....	14
1. TAUST.....	15
1.1 Hädavalgustuse põhimõtted ja liigitus .....	15
1.2 Evakuatsioonivalgustus .....	16
1.2.1 Väljapääsutee valgustus .....	16
1.2.2 Paanikavastane valgustus .....	20
1.2.3 Ohtliku tööpiirkonna valgustus.....	21
1.2.4 Ohutusmärgid .....	22
1.2.5 Tööjätkamisvalgustus .....	22
1.3 Hädavalgustuse seadusandlus ja standardid .....	23
1.4 Pädevused hädavalgustuse valdkonnas .....	25
2. ERINEVATE HÄDAVALGUSTUSSÜSTEEMIDE KIRJELDUSED .....	27
2.1 Kontrollsüsteemita endatoitelised hädavalgustid .....	27
2.2 S-liiki kontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid .....	31
2.3 Automaatkontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid .....	32
2.4 Automaatkontrollsüsteemiga kesktoitelised hädavalgustid .....	34
3. PROJEKTLAHENDUSED BÜROOHOONE NÄITEL .....	36
3.1 Hoone kirjeldus .....	36
3.2 Lahendus kontrollsüsteemita endatoiteliste hädavalgustitega .....	37
3.3 Lahendus S-liiki automaatkontrollsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega 39	
3.4 Lahendus automaatkontrollsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega .....	40
3.5 Lahendus automaatkontrollsüsteemiga kesktoiteliste hädavalgustitega .....	41
4. TULEMUSTE ANALÜÜS.....	43
4.1 Süsteemi alginvesteering .....	44
4.2 Süsteemi käidukulud .....	46
4.3 Hädavalgustussüsteemi kogukulu .....	47

KOKKUVÕTE .....	51
SUMMARY .....	53
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	55
LISAD .....	57

## EESSÕNA

Käesoleva töö teema valisin kuna puutun ise tööalaselt kokku hädavalgustuse projekteerimisega ning olen kursis hädavalgustuse süsteemi üldise valiku protsessiga.

Vastavalt Päästeameti statistikale on hoonete tuleohutuspaigaldistest kõige rohkem rikkumisi hädavalgustusega. Seetõttu on teema aktuaalne ning vajalik on analüüsida, mis põhjusel üldiselt ei valita kaasaegseid hädavalgustussüsteeme hoonete kavandamisel.

Tundsin, et on huvitav ja vajalik ühe hoone näitel tuua välja, erinevate süsteemide plussid ning miinused. Lisaks oleks võimalik tulevikus langetada targemaid ja põhjendatud otsuseid süsteemide valikul.

Soovin tänada lõputöö juhendajat Toivo Varjast, konsultante Tiiu tamme, Anton Amelini ja Anton Tšislovi.

## MÕISTED JA LÜHENDID

ATS – automaatne tulekahjusignalisatsiooni süsteem.

Evakuatsioonitee - hoone evakuatsioonipäasust algav ja ohutus kohas lõppev või vabalt ja ohutult läbitav hoonesisene liikumistee ohutusse kohta

LED – valgusdiod

Hädavalgustus - normaalvalgustuse toite katkemisel kasutamiseks ettenähtav valgustus

Kesktoimeline valgustisüsteem - süsteem, mis sooritab kontrollitoiminguid ühel või mitmel hädavalgustil ja mis on ühendatud kesk- või kaugtoitesüsteemiga ning näitab vajalikul viisil kontrollitulemus

Endatoiteliste valgustite süsteem - süsteem, mis sooritab ühe või mitme endatoitelise hädavalgusti kontrollitoiminguid ja on ühendatud kaugjuhtimiskilbiga kontrollitulemuste vajalikul viisil näitamiseks

NiMH- Nikkel-metallhüdriidaku

LiIon – Liitiumioonaku

NiCd – Nikkel-kaadmiumaku

LiPo – Liitiumpolümeeraku

LiFePo4 - Liitiumraudfosfaataku

Ohutusmärk - evakuatsioonipäasude ja esmaabipunktide märk

Tuleohutuse Infotabloo – päästemeeskonna teavitamise infopaneel, mis paigaldatakse meeskonna hoonesse sisenemise teele

## SISSEJUHATUS

Hädavalgustus on normaalvalgustuse toite katkemisel kasutamiseks ettenähtav valgustus, mis tagab ohutuse hädaolukorras. See vähendab õnnetuste ja vigastuste riski, pakkudes juhatust väljapääsude suunas. Hädavalgustus on oluline osa hoone tuleohutussüsteemidest.

Vastavalt Päästeameti 2021-2022 aasta statistikale on hoonete tuleohutuspäigaldistes kõige rohkem probleeme hädavalgustusega. Hädavalgustusega seotud rikkumised on levinud, mis rõhutab vajadust süsteemide parema valiku ja korrasoleku järele. Seega on hädavalgustuse lahenduste analüüs ja tulemuste teadvustamine oluline teema antud valdkonnas. Peamiseks probleemiks on asjaolu, et hädavalgustuse lahenduste valikul lähtutakse vaid odavaimast alginvesteeringu kulust. Erinevate süsteemide tuleohutust parandavad lisavõimalused ja hädavalgustuse süsteemi tegelik kogukulu jäetakse tähelepanuta. Lisaks on probleem, et hädavalgustuse käitu ei tehta üldse või ei tehta seda vastavalt nõuetele.

Süsteemi valiku läbimõeldud otsuseid ilmselt ei tehta põhjusel, et puudub avalik teave erinevate süsteemide analüüsi ja kogukulu kohta Eesti turu näitel. Keeruline on võrrelda antud andmeid erinevate hoonete näitel, kuna nii hooned kui paigaldatud süsteemid on piisavalt erinevad. Üheks variandiks ülevaate saamiseks on lahendada ühe tootja erinevad süsteemid läbi sama hoone näitel.

Seetõttu ongi käesoleva lõputöö peamine eesmärk on analüüsida 10 kordse büroohoone näitel nelja peamiselt kasutatavat hädavalgustuse süsteemi. Hoone tüüpikkoruse näitel projekteeriti läbi kõik variandid. Projektlahendused hinnastati ning lisati juurde käidukulud, mille tulemusel saadi süsteemide kogukulu. Saadud tulemusi analüüsiti ning koostati graafikud, mis näitavad, millised on erinevate süsteemide kogukulud 10 aastase perioodi vältel ning, millist süsteemi on mõistlik valida lähtuvalt hoone suurusest.

Käesolev töö on jaotatud neljaks peatükiks. Esimeses peatükis antakse ülevaade hädavalgustuse põhimõtetest, seadusandlusest ning pädevustest antud valdkonnas. Teises peatükis kirjeldatakse nelja enimlevinud hädavalgustusesüsteemi lahendusi. Kolmandas peatükis koostatakse erinevate hädavalgustus lahenduste projektlahendused büroohoone näitel. Neljandas peatükis analüüsitakse tulemusi.

# 1. TAUST

## 1.1 Hädavalgustuse põhimõtted ja liigitus

Hädavalgustus on hoone, selle osa, ruumi või kinnistu piiratud ala valgustus, mis tulekahju, elektritoite kadumise või mõne muu ohu korral võimaldab:

1. vähendada tõenäosust paanika tekkimiseks;
2. evakueeruda;
3. lõpetada pooleliolevad ohtlikud protsessid, lülitada välja seadmed;
4. suurema ohu puudumisel jätkata töötajatel vajalikke tegevusi;
5. teha päästetöid;
6. ajutiselt tagada hoones viibivate inimeste ohutus, kuni on välja selgitatud ohu tõsidus.

[3]

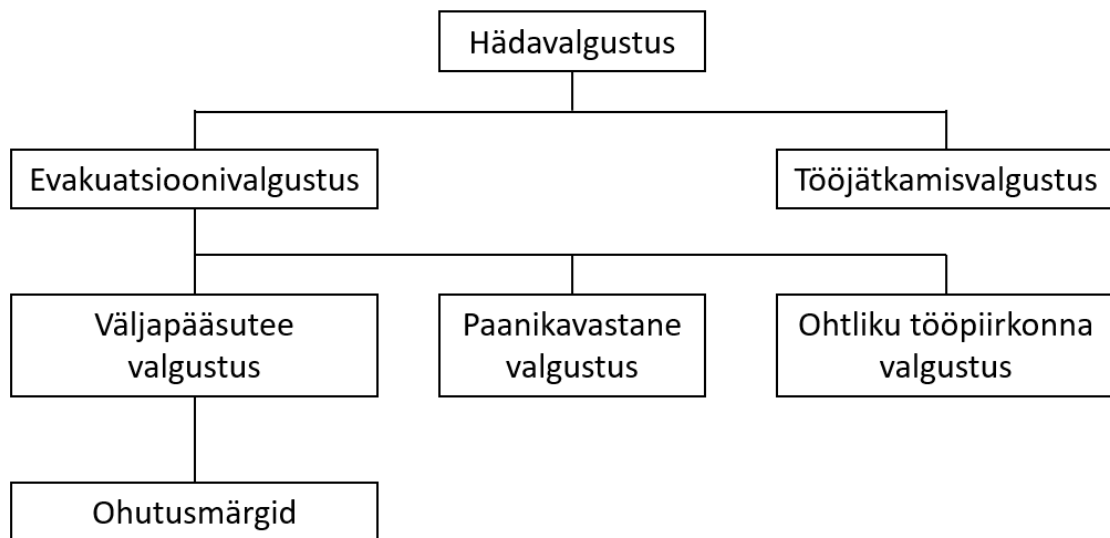
Hädavalgustus saab töötada kahes erinevas režiimis:

- püsirežiimis – hädavalgustid talitlevad alati, kui normaal- või avariivalgustus on nõutud;
- ooterežiimis – hädavalgustid lülituvad sisse vaid siis, kui normaalvalgustuse elektritoide kaob. [7]

Hädavalgustustoide nähakse ette sõltumatust toiteallikast. [2]

Hädavalgustuse erinevate liikide jaotus on näidatud joonisel 1.1.





Joonis 1.1 Hädavalgustuse eri liigid [2]

## 1.2 Evakuatsioonivalgustus

Evakuatsioonivalgustus on mõeldud ohtu sattunud inimeste evakuatsiooniks vajaliku tee ning sellel paiknevate tuleohutuspaigaldiste ja päästevahendite kiireks leidmiseks ja ohutuks kasutamiseks. Evakuatsioonivalgustuse tugiaeg võib olla kuni kolm tundi lähtuvalt hoone iseloomust. [1]

Evakuatsioonivalgustus jaguneb neljaks alaliigiks.

1. Väljapääsutee valgustus;
2. Ohtliku tööpiirkonna valgustus;
3. Paanikavastane valgustus;
4. Ohutusmärgi valgustus.

### 1.2.1 Väljapääsutee valgustus

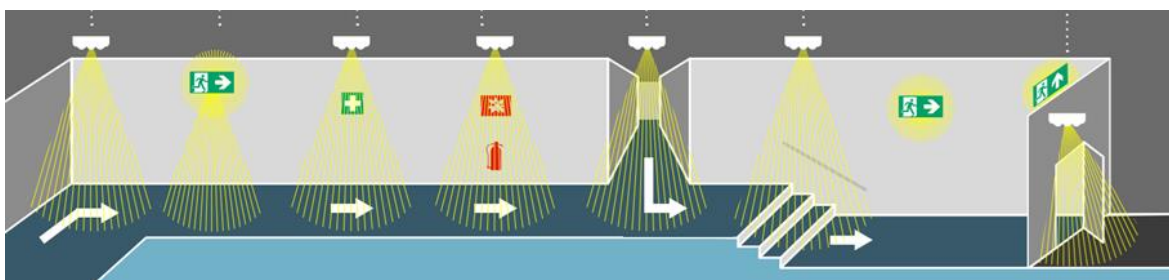
Väljapääsutee valgustuse ülesanne on aidata inimeste ohutut väljapääsu ohustatud paigast, nähes selleks ette vajalikud nägemisolud ja õige suuna leidmise nii väljapääsuteel kui ka eri paikades, ja tagada, et tuletõrje- ja ohutusseadmeid saab kättesaadavalt paigutada ja kasutada. [2]

Väljapääsutee valgustusega tõstetakse esile järgmised kohad:

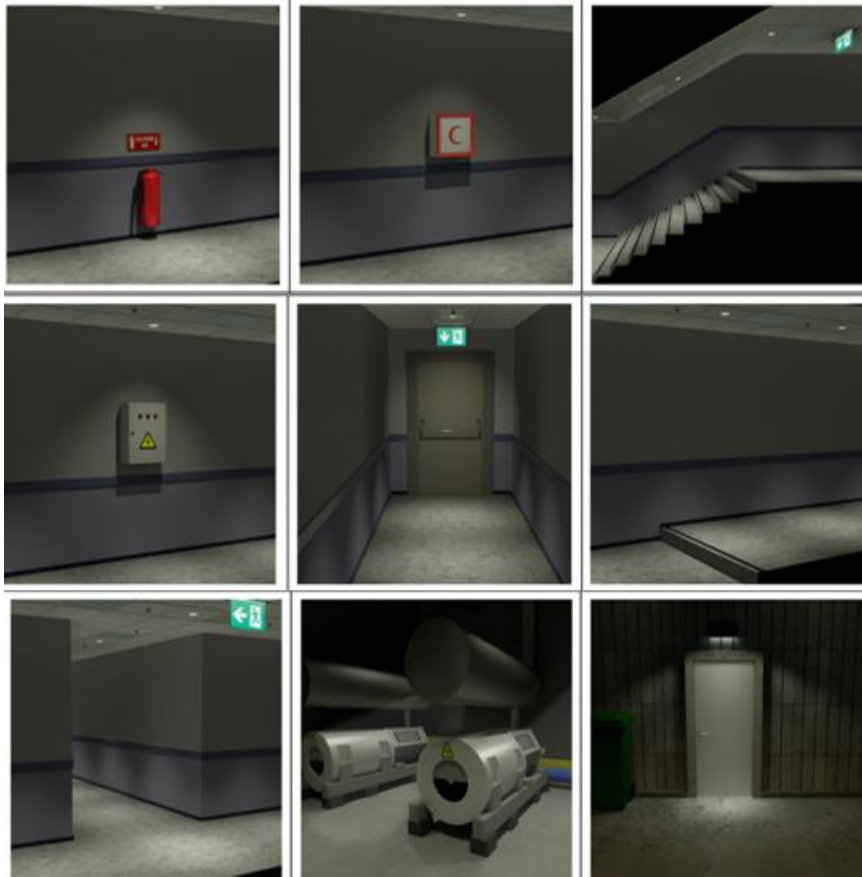
1. Treppide juures, kusjuures iga trepikäik peab olema otseselt valgustatud;
2. Iga hädaolukorras kasutatava ukse juures;
3. Iga muu tasandimuutuse juures;
4. Igas suunamuutuskohas;
5. Väljapääsutee väliselt valgustatavad ohutusmärgid, väljapääsutee suunamärgid ja muud hädaolukorras valgustamist nõudvad ohutusmärgid
6. Igas koridoride ristumiskohas;
7. Iga esmaabipunkti juures, kusjuures esmaabikapi vertikaalne valgustustihedus peab olema vähemalt 5 lx;
8. Iga lõppväljapääsu juures ja ohutu piirkonna suunas väljaspool hoonet
9. Iga tuletõrjevahendi ja tuletõrje väljakutsepunkti juures, kusjuures tuletõrje väljakutsepunkti, tuletõrjevahendi ja -paneeli vertikaalne valgustustihedus peab olema vähemalt 5 lx;
10. Iga puuetega inimeste kaitsepiirkonna ja väljakutsepunkti juures. Ühtlasi tuleb nendes piirkondades ette näha kahesuunalised sidevahendid ja puuetega inimeste tualettruumide alarmiseadmed;
11. Iga puuetega inimeste evakuatsioonivahendi juures.

[2]

Joonisel 1.2 on näidatud hädavalgustusega esiletõstmist vajavad kohad ning joonisel 1.3 on nende valgustamise näited.



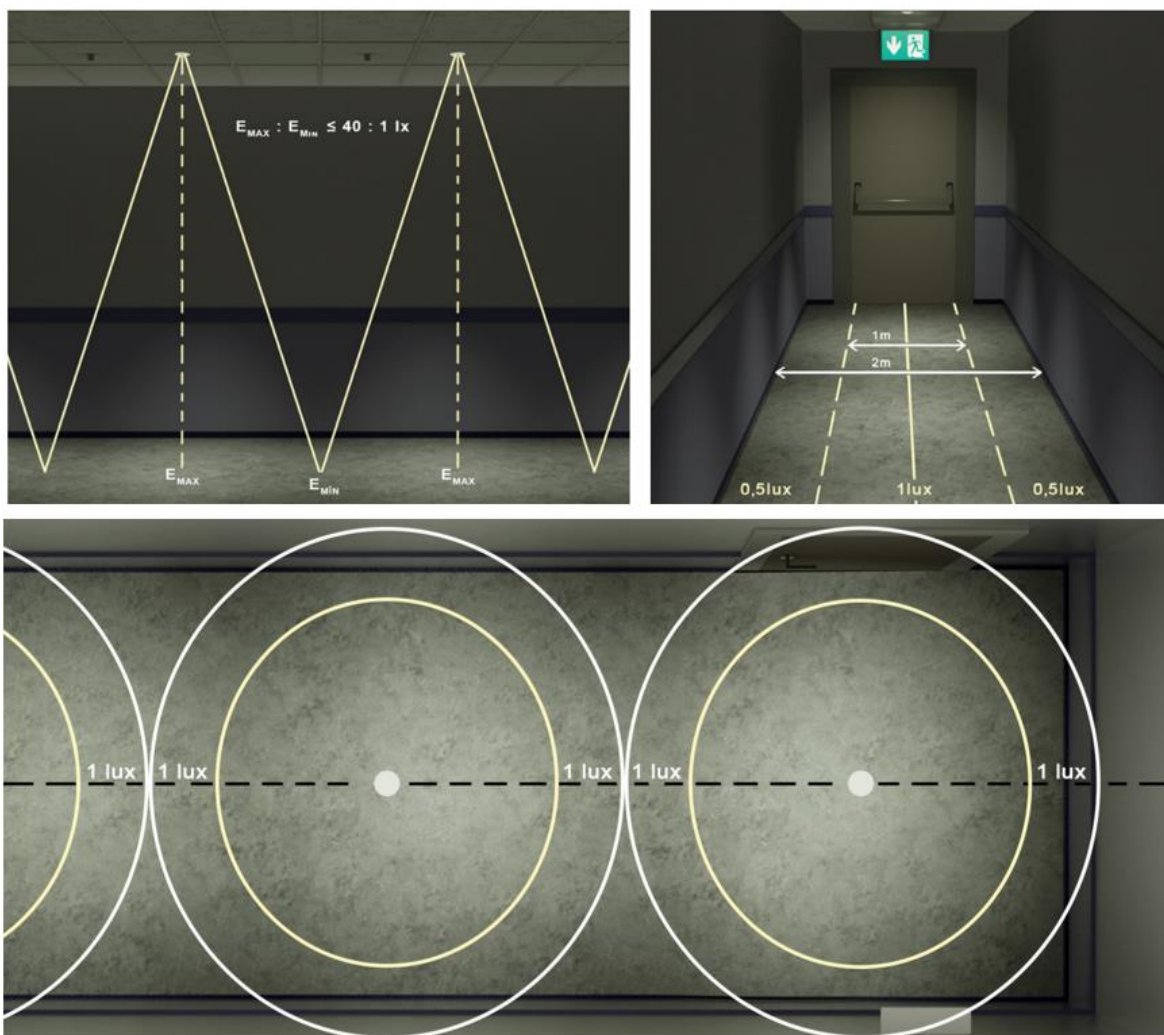
Joonis 1.2 Hädavalgustust esiletõstmist vajavad kohad [20]



Joonis 1.3 Hädavalgustust vajavate kohtade valgustamise näited [19]

Väljapääsuteedel laiusega kuni 2 m ei tohi väljapääsutee põranda keskjoone horisontaalne valgustustihedus olla alla 1 lx. Ebaühtlustegur  $U_d$  ei tohi piki väljapääsutee keskjoont olla väiksem kui 1:40. Valgustustihedus põranda keskribal laiusega vähemalt pool väljapääsutee laiusest peab moodustama sellest väärtusest vähemalt 50%. Laiemaid väljapääsuteid tuleb käsitleda kui mitut 2 m laiust riba või näha neil ette paanikavastane valgustus. [2]

Joonisel 1.4 on visuaalselt näidatud väljapääsutee minimaalsed nõuded.



Joonis 1.4 Väljapääsutee hädavalgustuse nõuded [19]

Valgustus väljapääsuteel peab olema kindlustatud vähemalt kahe valgustiga, tagamaks, et ühe valgusti ülesütlemisel ei muutuks tee täielikult pimedaks. Kui ruumi põrandapind on väiksem kui  $8 \text{ m}^2$  ja üks valgusti suudab pakkuda nõutavat valgustustaset, võib ohutusemärgvalgustit lugeda teiseks valgustiks. Väljapääsuteel tuleb pimestusräigus hoida piisavalt madalana, piirates valgustite valgustugevust vaatlusväljas. Kui ruum vajab evakuatsioonivalgustust, ent ei oma otseseid ühendusi väljapääsuteega, peab valgustus väljapääsuteel hõlmama ka teekonda ruumist väljapääsuni. Juhul, kui evakuatsioonitee kulgeb läbi avatud ala, mis pole selgelt määratletud, on vajalik paigaldada täiendav väljapääsutee valgustus. On oluline, et teekonna kesktelje põrandal ei langeks horisontaalse valgustustiheduse näit alla  $1 \text{ lx}$ . [1]

## 1.2.2 Paanikavastane valgustus

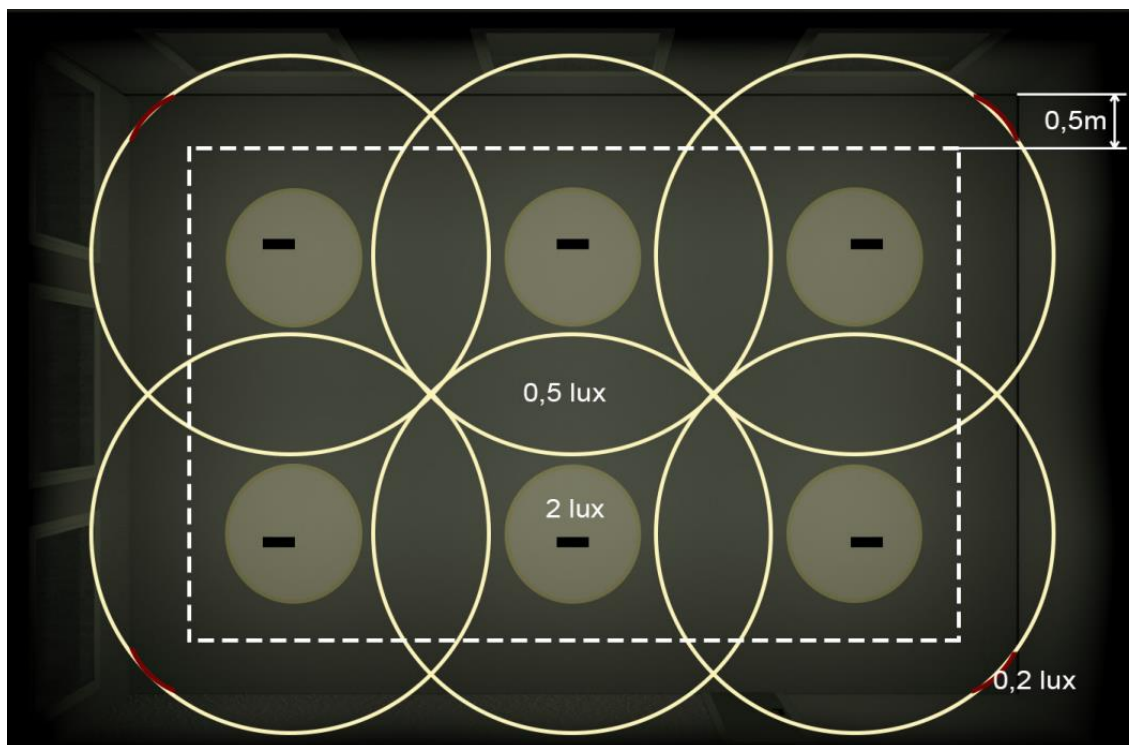
Paanikavastase valgustuse eesmärk on vähendada paanika tekkimise tõenäosust ja kindlustada inimeste liikumine evakuatsiooniteedele ohutult, tagades sobivad nägemisolud ja vajaliku õige suuna leidmise. [2]

Paanikavastase valgustuse minimaalne tööaeg on vähemalt üks tund ja see paigaldatakse:

1. liikumispuudega inimestele mõeldud tualett- või riietusruumi, välja arvatud elamu korteris paiknevasse tualett- või riietusruumi;
2. avalikus kasutuses olevasse leili- või muusse saunaruumi;
3. kindlaksmääramata evakuatsiooniteega saali, halli või hoonesisesele avatud alale, kus viibib sama ajal vähemalt kümme inimest või mille üldpindala on rohkem kui 60 ruutmeetrit;
4. liikuva trepi või liikuva kõnnitee valgustamiseks;
5. tualett- või riietusruumi, mille üldpindala on rohkem kui 10 ruutmeetrit, välja arvatud elamu korteris paiknevasse tualett- või riietusruumi.

Vabadel põrandapindadel peab horisontaalne valgustustihedus olema vähemalt 0,5 lx, välja arvatud 0,5 m laiune ala seinte ääres, mida ei võeta arvesse. [3]

Paanikavastase valgustuse minimaalsed nõuded on visuaalselt toodud joonisel 1.5.



Joonis 1.5 Paanikavastase valgustuse nõuded [19]

### 1.2.3 Ohtliku tööpiirkonna valgustus

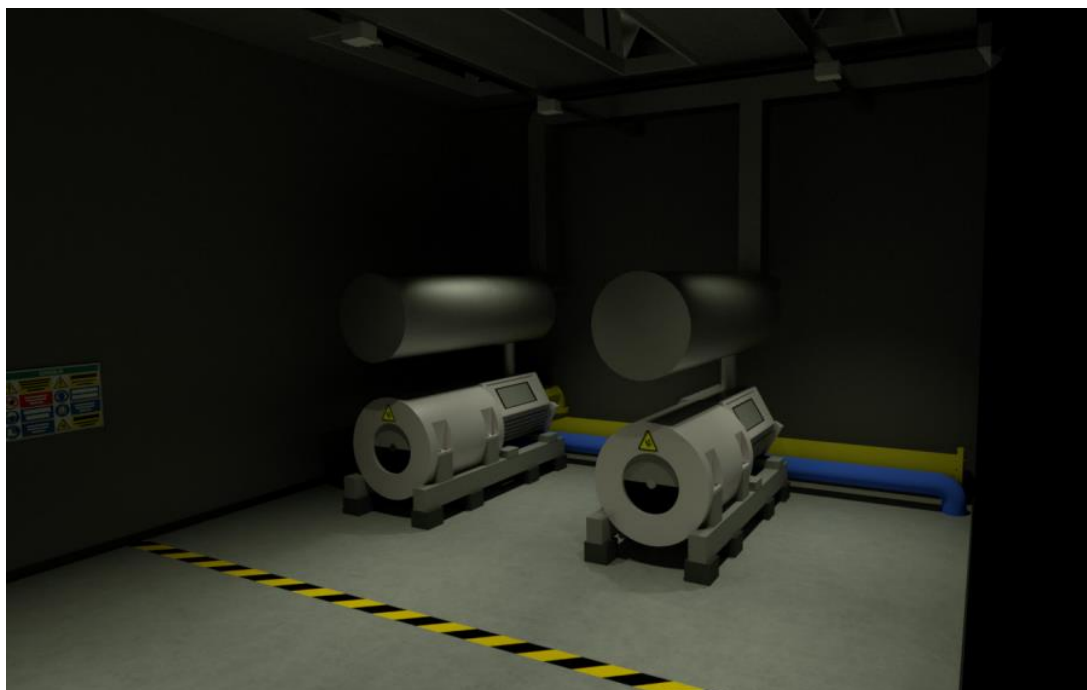
Ohtliku tööpiirkonna ehk riskiala hädavalgustuse eesmärk on tagada inimeste turvalisus potentsiaalselt ohtlikes tegevustes või olukordades, samuti seadmete ohutu kasutamine ja protsesside turvaline lõpetamine või turvalisust parandavate meetmete rakendamine. Selline valgustus on ette nähtud paigaldamiseks aladele, kus on suurenenud risk, näiteks tehnosüsteemide alad või nende kontrollruumid. Valgustus peab olema töös seni, kuni kestab oht inimestele, kes tegelevad seadmete kasutamise, protsesside lõpetamise või turvalisust tõstvate tegevustega.

Ohtliku tööpiirkonna hädavalgustuse puhul peab valgustustihedus tööpinnal pärast töövalgustuse väljalülitumist saavutama vähemalt 10% nõutavast töövalgustuse tihedusest 0,5 sekundi jooksul, kuid see ei tohi olla alla 15 lx. Samuti ei tohi valgustuse ebaühtlustegur  $U_d$  olla alla 0,1.

Valgustus ei tohi sisaldada kahjulikke stroboskoopilisi nähtuseid. Minimaalne nõutud toimumisaeg peab vastama perioodile, mil oht inimestele püsib, mille määrab kindlaks tööandja. Sõltuvalt kasutusest peab ohtliku tööpiirkonna valgustussüsteem tagama kas kohe täieliku vajaliku valgustustiheduse või selle saavutamise 0,5 sekundi jooksul.

[2]

Ohtliku tööpiirkonna valgustuse näide on toodud joonisel 1.6.



Joonis 1.6 Ohtliku tööpiirkonna valgustuse näide [19]

#### **1.2.4 Ohutusmärgid**

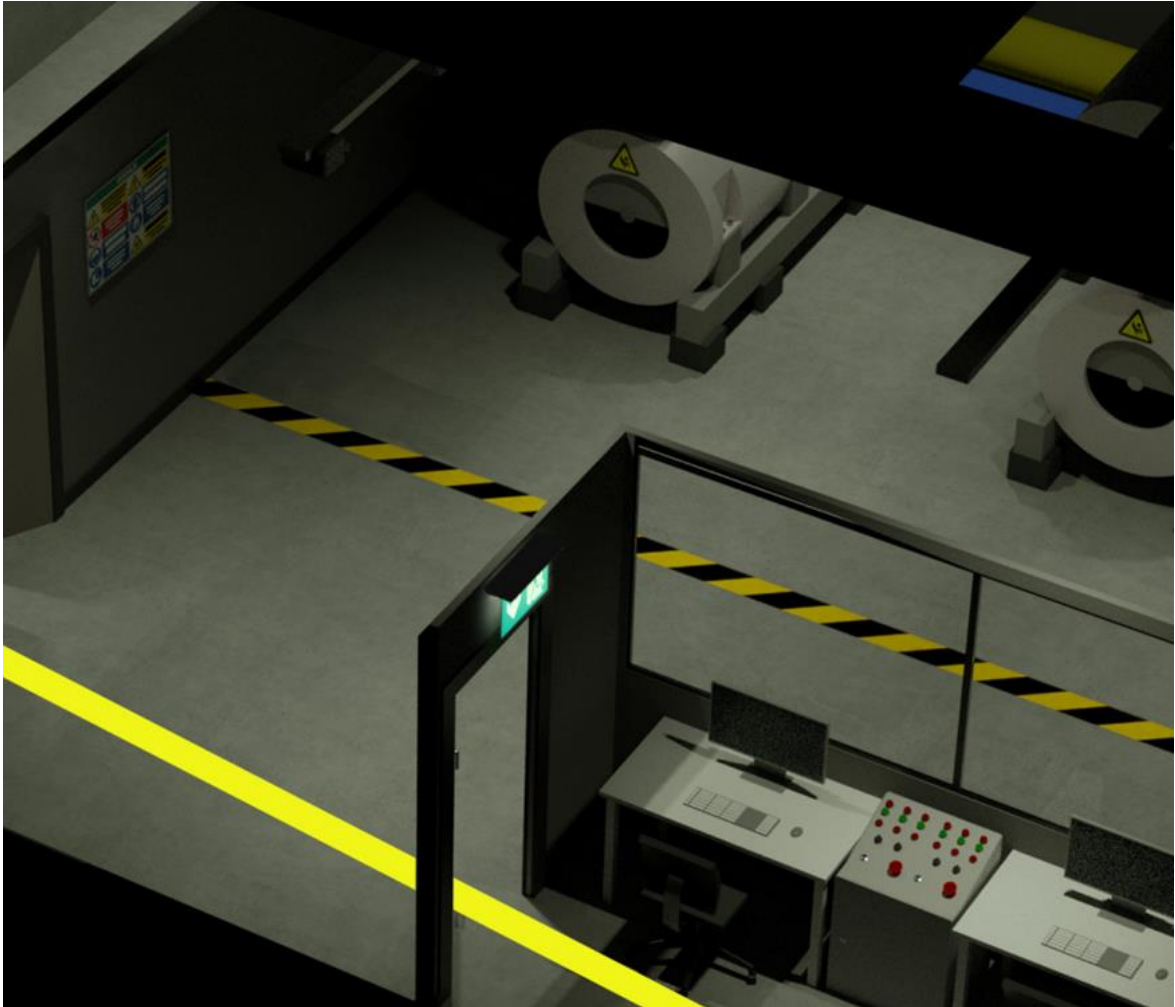
Väljapääsutee ohutusmärkide eesmärk on aidata inimesel tuvastada ja kasutada evakuatsiooniteed, tagades sobivad nägemisolud ja vajaliku õige suuna leidmise. [2]

Ohutusmärk on mõeldud ohutusteabe edastamiseks. Ohutusmärgiks loetakse väljapääsutee suunda näitavat märki, hädaväljapääsu tähist ja teisi vastavaid ohutusalaseid märke. Evakuatsiooni korral peab ohutusmärk olema piisavalt valgustatud, et tagada märgi selge nähtavus, teksti hea loetavus ja sümbolite selge eristatavus. [3]

#### **1.2.5 Tööjätkamisvalgustus**

Tööjätkamisvalgustuse peamine ülesanne on kindlustada töötajatele normaalvalgustuse katkemisel piisav valgustus, võimaldamaks neil oma igapäevatoiminguid jätkata. See valgustus ei ole mõeldud evakuatsioonivalgustuse asendamiseks. Tööjätkamise valgustus on oluline eri tüüpi juhtimiskeskustes, nagu kiirabi, päästeteenistus, politsei operatiivkeskused ning samuti näiteks vee- ja elektrisüsteemide kontrollruumides. Juhul kui tööjätkamisvalgustuse tase jääb alla normaalvalgustuse miinimumnõude, tuleks seda kasutada ainult tööprotsesside peatamiseks või lõpetamiseks. [1]

Tööjätkamisvalgustuse näide on toodud joonisel 1.7.



Joonis 1.7 Tööjätkamisvalgustuse näide [19]

### **1.3 Hädavalgustuse seadusandlus ja standardid**

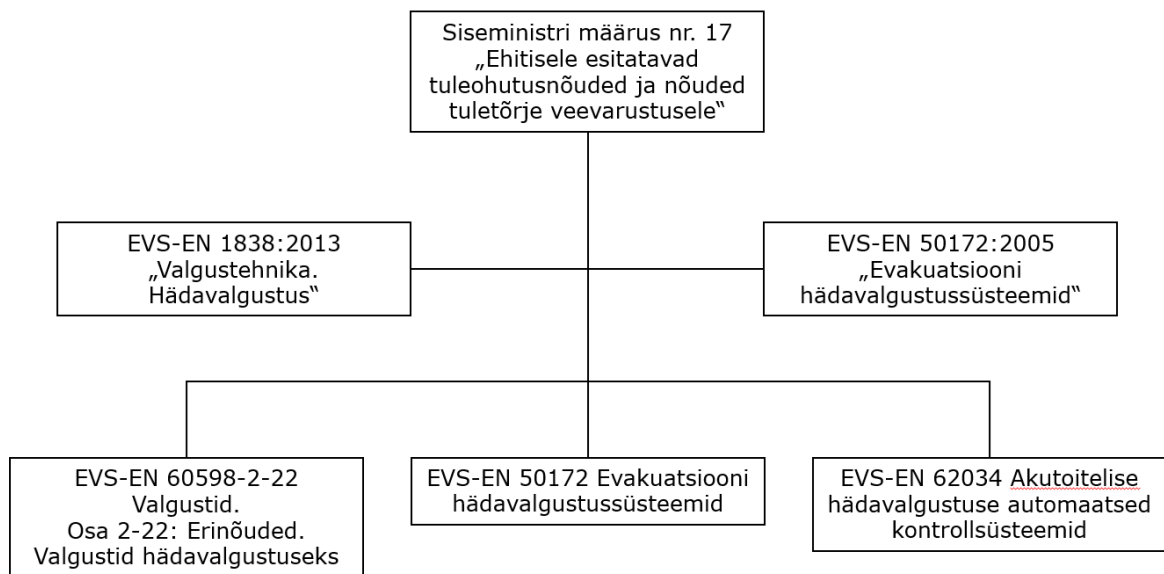
Hädavalgustus on Eesti Vabariigi standardite ja muude õigusaktidega piisavalt hästi reguleeritud. Tihti on küsimus nõuete õiges tõlgendamises. Enim tekitab probleeme õigusaktides sama mõiste kohta erinevate terminite kasutamine. Näiteks on hädavalgustuse kohta erinevates õigusaktides kasutusel terminid avariivalgustus, turvavalgustus ja evakuatsioonivalgustus.



Normteabe ja seadusandluse hierarhia on hädavalgustuse kavandamisel üldjuhul järgmine:

1. Euroopa direktiivid;
2. Eesti seadused;
3. Määrused;
4. Standardid;
5. Eeskirjad ja juhendid:

Joonisel 1.8 on toodud hädavalgustuse standardid ja määrus, millest peamiselt lähtutakse hädavalgustuse kavandamisel.



Joonis 1.8 Hädavalgustuses kasutatavad standardid ja määrus

## 1.4 Pädevused hädavalgustuse valdkonnas

Hädavalgustus projekteeritakse üldiselt elektriprojekti mahus. Oluline sisend antud osa projekteerimiseks tuleb tuleohutuse projekti osast. Tuleohutuskonsultant paneb paika evakuatsiooniteed ning kohad, kus tuleohutussüsteemide seadmed vajavad hädavalgustust.

On oluline, et hädavalgustust hooldaksid, paigaldaksid ja projekteeriks vastava ala spetsialistid. Et tõendada hädavalgustuse kompetentsi on vajalik vastav kutse.

Kutset omavad spetsialistid on kirjas kutseregistris, mis asub kutsekoja veebilehel.

Hädavalgustuse projekteerimiseks, paigaldamiseks ning hooldamiseks on ette nähtud järgnevad kutsed, mille juurde on võimalus valida hädavalgustuse lisakompetents:

1. Turvasüsteemide paigaldaja, tase 3;
2. Turvasüsteemide tehnik, tase 4 esmane kutse;
3. Turvasüsteemide tehnik, tase 4;
4. Turvasüsteemide vastutav spetsialist, tase 5;
5. Turvasüsteemide projekteerija, tase 6.

Tabelis 1.1 antakse ülevaade hädavalgustuskutse jaoks vajalikust ettevalmistusest ja kutsega omistatavast kompetentsist.

Tabel 1.1 Hädavalgustuse kutsed

Kutse	Kutsealane ettevalmistus	Kompetents
<p>Turvasüsteemide projekteerija, tase 6.</p> <p>Tase 6 tööks on turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste projekteerimine. Turvasüsteemide projekteerija töötab iseseisvalt, suheldes vastavalt vajadusele kolleegide ja klientidega ja vastutab enda allkirjastatud projektide vastavuse eest kehtivatele nõuetele ja normdokumentidele. [14]</p>	<p>Isik, kellel on bakalaureusekraad või rakenduslik kõrgharidus tehnilisel alal ning projekteerimiskogemus.</p>	<p>Vastutab hädavalgustuse projekteerimise eest.</p>
<p>Turvasüsteemide vastutav spetsialist, tase 5.</p> <p>Tase 5 tööks on turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste ehitamise ja hooldamise korraldamine. Turvasüsteemide vastutav spetsialist töötab iseseisvalt. Ta vastutab turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste ehitamise ja hooldamise eest ning kontrollib nende teostust. [15]</p>	<p>Isik, kes on keskharidusega, kutseoskused on omandatud töö käigus või kutseõppeasutuses.</p>	<p>Vastutab hädavalgustuse ehitamise ja hooldamise eest ning kontrollib nende teostust</p>
<p>Turvasüsteemide tehnik, tase 4.</p> <p>Tase 4 tööks on turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste ehitamine ja hooldamine. 4. taseme turvasüsteemide tehnik täidab oma tööülesandeid iseseisvalt. [16]</p>	<p>Isik, kes on keskharidusega, kutseoskused on omandatud töö käigus või kutseõppeasutuses.</p>	<p>Ehitab ja hooldab hädavalgustust, täidab oma tööülesandeid iseseisvalt</p>
<p>Turvasüsteemide tehnik, tase 4 esmane kutse.</p> <p>Tase 4 esmase kutse tööks on osalemine turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste paigaldamises ja hooldamises. [17]</p>	<p>Kutsekeskharidusega isik, kes on kutsealased oskused omandatud kutseõppeasutuses.</p>	<p>Osaleb hädavalgustuse ehitamise ja hooldamise töös.</p>
<p>Turvasüsteemide paigaldaja, tase 3.</p> <p>Tase 3 tööks on turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste paigaldus- ja hooldustöodes osalemine. Turvasüsteemide paigaldaja, tase 3 täidab juhendaja antud tööülesandeid. [18]</p>	<p>Põhiharidusega isik, kes on kutsealased oskused omandanud töö käigus või kutseõppeasutuses või täiendkoolitusel.</p>	<p>Osaleb hädavalgustuse paigaldus- ja hooldustöodes, täidab juhendaja poolt antud tööülesandeid</p>

## 2. ERINEVATE HÄDAVALGUSTUSSÜSTEEMIDE KIRJELDUSED

Selles peatükis antakse ülevaade neljast enimlevinud hädavalgustussüsteemist.

### 2.1 Kontrollsüsteemita endatoitelised hädavalgustid

Endatoitelised hädavalgustid koosnevad superkondensaatorist või akust, elektroonika-seadisest ehk inverterist ja valgustist. Inverter on valgustis vajalik, et jälgida toitepinge olemasolu. Kui toitepinge kaob, lülitab inverter valgusti automaatselt superkondensaatori või aku toitele. Inverteri teiseks ülesandeks on jälgida, et valgusti aku või superkondensaator oleks piisavalt laetud. [10]

Joonisel 2.1 on näidatud tüüpilise endatoitelise hädavalgusti ehitus.



Joonis 2.1 Tootja AWEX endatoiteline inverteri ja akuga hädavalgusti Exit M

Hädavalgustites kasutatakse tänapäeval erinevat tüüpi akusid. Peamiselt on kasutusel nikkel-kaadmiumakud (NiCd), nikkel-metallhüdriidakud (NiMH) ja liitiumpolümeerakud (LiFePO<sub>4</sub>).

Nikkel-kaadmiumakude (NiCd) ja nikkel-metallhüdriidakude (NiMH) peamiseks miinuseks on suured mõõtmed, mistõttu need võtavad valgustis palju ruumi. Neile on ka iseloomulik liigne soojuseraldus. NiCd-akud töötavad temperatuuril 55 °C ja NiMH-akudel võib olla see näitaja kuni 50 °C. Kõrgem temperatuur valgusti sees mõjutab valgusallika valgusvoogu negatiivselt. Akudel esineb mälu efekt, mis tähendab, et aku mäletab enda esmast laadimist ning kui see oli lühiajaline, pole võimalik akut enam hiljem täis laadida. See efekt võib ehitusobjektile palju probleeme tekitada, kui paigaldajad süsteemi detailidega kursis ei ole. Kuna akud sisaldavad raskemetalle, mis on keskkonnale ohtlikud, on oluline nende õige utiliseerimine. Lisaks on probleemiks akude isetühjenemine, mis on suurusjärgus 10% kuus. Antud akude eluiga on 4 aastat, kui esmane laadimine ja hooldus on korrektselt teostatud. [1]

Liitiumpolümeerakud (LiFePO<sub>4</sub>) on tööstuse viimane trend ning need omavad mitmeid positiivseid omadusi. Akudel puudub mälu efekt, isetühjenemine on viidud miinimumini, neil on suur energiaefektiivsus ja kõrgem temperatuuritaluvus. Akud on stabiilsemad, arvestades võimalike probleeme laadimise ja tühjenemise protsessis, nagu näiteks ülelaadimine, lühised ja kõrge temperatuur valgustis. Kasutusel on ahelakontroll, mis reguleerib laadimis- ja tühjenemisvoolu ning kaitseb lühiste eest. Samuti ei vaja LiFePO<sub>4</sub>-akud pidevat laadimisrežiimi, alla teatud taseme jõudes laevad akud ennast täis, mis vähendab tühijooksu koormust. Akud ei sisalda keskkonnale ohtlikke aineid ja on pika elueaga, 8–10 aastat. [1]

Parameeter	NiCd	NiMH	LiFePO <sub>4</sub>
100 Wh vajab	 1,66 kg	 1,25 kg	 0,77 kg
	 0,66 L	 0,38 L	 0,34 L

Joonis 2.2 Erinevate akutüüpide kaalu ja mõõtmete võrdlus [8]

Jooniselt 2.2 selgub, et saavutada 100 vatt-tundi (Wh) energiat, vajab NiCd-aku 1,66 kilogrammi kaalu ja 0,66 liitrit ruumala, samas kui LiFePO<sub>4</sub>-aku puhul on vaja vaid 0,77 kilogrammi kaalu ja 0,34 liitrit ruumala.

Kokkuvõtvalt on toodud erinevate akude võrdlus tabelis 2.1, mis põhineb poola tootja AWEX toodete võrdlusel.

Tabel 2.1 Erinevate akutüüpide andmed [1], [8]

Aku tüüp	NiCd	NiMH	LiFePO <sub>4</sub>
Aku pinge	1,2 V	1,2 V	3,2 V
Kaal/energiatihedus, WH/kg	60	80	130
Maht/energiatihedus, WH/L	150	260	290
Aku eluiga	4 aastat	4 aastat	8 aastat
Laadimistsüklite arv	500	500	2000
Laadimisaeg	24h	12h	12h
Tühijooksuvõimsus, W	5	3	2
Temperatuuritaluvus, °C	0–55	0–50	0–60
Energiaefektiivsus, %	75	70	95
Tühjenemine kuus, %	30	35	5
Sisaldavad ohtlike raskemetalle	Jah	Jah	Ei

Endatoitelistes hädavalgustites kasutatakse lisaks akudele ka superkondensaatoreid. Superkondensaatorid salvestavad energiat ilma keemilise reaktsioonita. Nende üheks plussiks on töökeskkonna temperatuur, mis on kuni -25 °C, seega on neid võimalik edukalt kasutada välistingimustes. Lisaks on plussideks lühike laadimisaeg ja pikk eluiga. Siiski on tootjaid, kes hädavalgustites superkondensaatoreid kasutavad vähe, põhjuseks valgusti kõrge hind. [1]

Vanemates paigaldistes on olnud kasutusel ka lahendus, kus akuseade paigaldatakse üldvalgusti sisse muutes selle hädavalgustiks. Sellised lahendused aga ei vasta hädavalgustitele esitatavatele nõuetele. Võimalus akusid üldvalgustitesse paigaldada on vaid tootja tehases. Kui hoones on kasutusel teatud tootja hädavalgustuse automaatkontrollisüsteem, siis akudega varustatud üldvalgustite süsteemi lisamine võib olla raskendatud.

Endatoiteliste hädavalgustite toimivuse ja korrasoleku kontrolliks tuleb teha pingekatkestus. Antud lahendust kasutatakse tihti, et ehitusel rahalist kokkuhoidu saavutada. Kahjuks ei teadvustata, et väike alginvesteering tähendab hiljem suuremat hädavalgustuse kogukulu, peamiselt käidu arvelt. Käidu raames tuleb kord kuus toitepinge välja lülitada ning veenduda, et hädavalgustid toimivad. Kord aastas tuleb teostada akude kestvustest hoones nõutud hädavalgustuse tugiajale. Pingekatkestusega testimise teostamine ja käsitsi käidupäeviku täitmine tähendab käidu osas üsnagi suurt kulu. [1]



## 2.2 S-liiki kontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid

Hädavalgusti S-liiki automaatkontrolli korral on valgusti inverteris tarkvara, mis ise teostab kontrolltste. Valgustile on lisatud erinevat värvi signaallambid, mis annavad infot valgusti seisukorra kohta. Tarkvara on seadistatud selliselt, et valgusti saab aru, millal on madala riskiga aeg testide tegemiseks. Üldiselt tähendab punase signaallambi pidev põlemine mittekorrasolekut ning roheline signaallambi pidev põlemine valgusti korrasolekut. Muude signaallampide kombinatsioon võib tähendada erinevatel tootjatel erinevaid tähendusi. [10]

Joonisel 2.3 on näidatud hädavalgusti roheline signaaltuli.

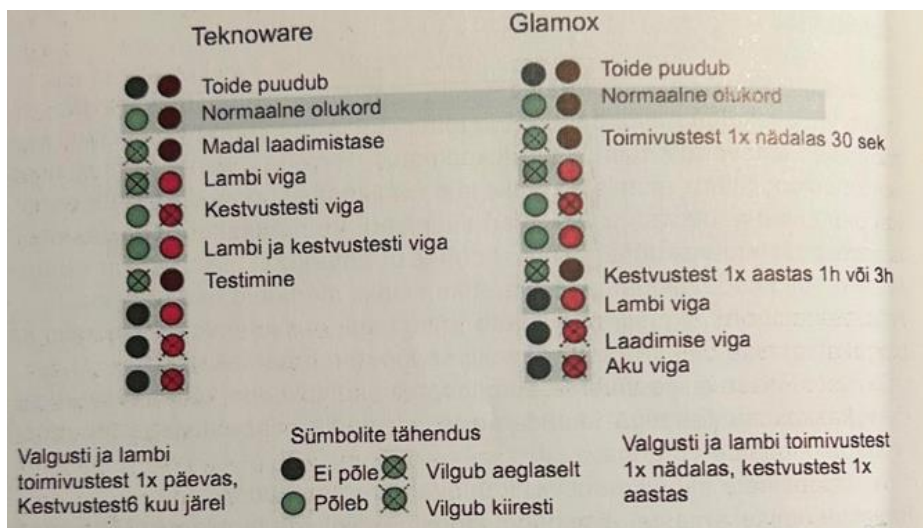


Joonis 2.3 S-liiki kontrollsüsteemiga hädavalgusti [9]

Antud tüüpi hädavalgustite puhul ei ole vaja teostada pingekatkestust valgusti kontrolliks. Siiski tuleb kõikide valgustite alt läbi jalutada ning kontrollida valgusti signaallampide seisundit. Erinevate signaalidega antakse peamiselt infot, kas viga võib olla valgustis, akus, laadimises, toite puudumises, või on valgustiga kõik korras. Käidupäevikusse kantakse testide tulemused käsitsi. [1]

Joonisel 2.4 on näidatud, milliseid erinevaid signaaltulede kombinatsioone erinevad tootjad kasutavad.





Joonis 2.4 Erinevate tootjate signaaltulede tähendused [10]

## 2.3 Automaatkontrollisüsteemiga endatoitelised hädavalgustid

Hädavalgustuse kontrollisüsteem annab infot monitooritavate valgustite korrasoleku kohta. Süsteeme on erinevaid, nende tähendused on välja toodud tabelis 2.2. [4]

Tabel 2.2 Automaatkontrollisüsteemide tähistused [4]

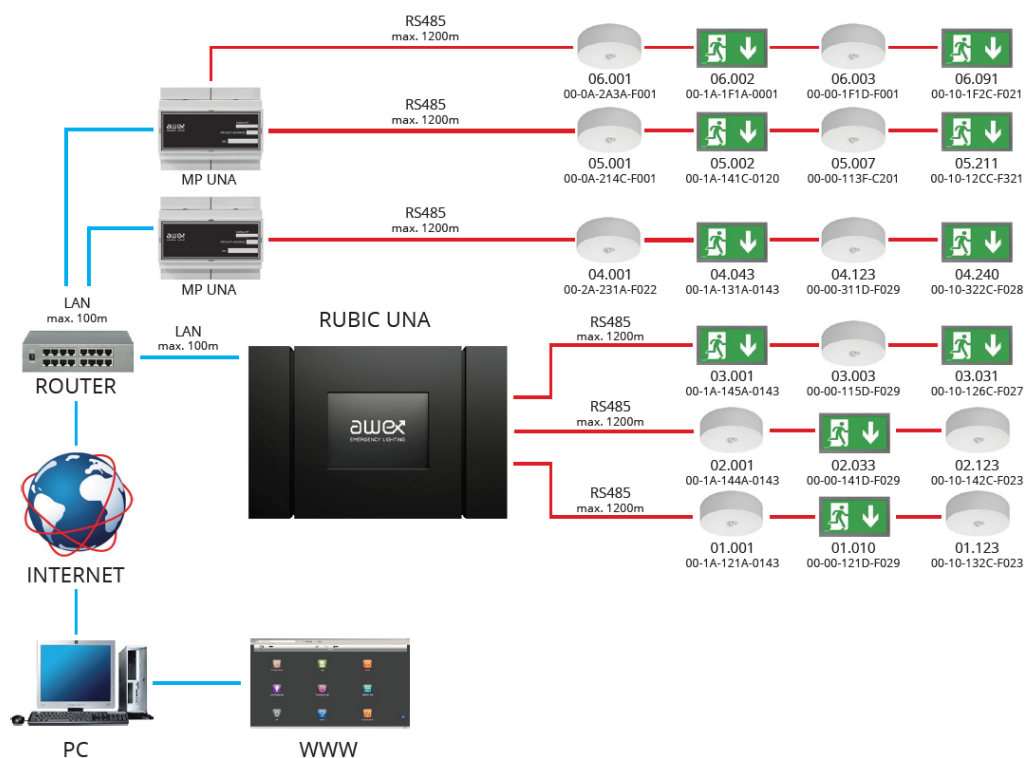
Liik S	Eraldiseisev automaatkontrollisüsteem, mis koosneb sisseehitatud kontrolliseadise ja näeb ette valgusti seisundi kohaliku indikatsiooni, kuid nõuab alati kõigi valgustite käsikontrolli koos valgustitel näidatud informatsiooni põhjal käsitsi koostatud protokolliga.
Liik P	Hädavalgusteid seiratakse ja nende seisund on näidatud kontrolliseadise abil, mis kogub ja kuvab kontrollitulemusi, kuid nõuab kontrollitoimingutel saadava informatsiooni käsitsi protokollimist.
Liik ER	Nagu liik P, kuid kontrollitulemusi kogub kontrolliseade ning andmeid protokollib ja sisestab automaatkontrollisüsteem.
Liik PER	Nagu liigid P või ER, kuid võrdleva rikkeindikaatoriga, mis automaatselt esitab tõrke kaugnäidu, mis tahes kontrollitud valgusti kohta.
Liik PERC	Nagu liik PER, kuid liseseadistega keskjuhitamiseseadmes parameetrite sätestamiseks, süsteemi konfigureerimiseks ja kontrollisükli keskjuhitava käivitusega, kusjuures kuupäeva, kellaja ja kontrolli kestuse määrab keskjuhitamiseseade.

Andmesideks kasutatakse sõltuvalt tootjast erinevaid standardiseeritud protokolle, DALI, PLC ja Modbus, mille kaudu antakse valgustile oma individuaalne aadress, mis võimaldab jälgida iga valgusti seisundit ja testitulemusi.

Erinevad automaatkontrollisüsteemid omavad vastavalt tootjatele võimalust süsteemi laiendamiseks ja etapiviisilist väljaehitamist. [4]

Kaugmonitooritavate süsteemide kontroll võib olla lahendatud kas lisajuhtimisahela kaudu, valgusti toiteahela faasi kasutades või raadiosagedusliku signaali kaudu läbi õhu. Tootjad kasutavad üldiselt küll standardiseeritud protokolle, aga oma süsteemis valgustite monitoorimiseks kasutatakse tootja oma programme. See tähendab seda, et ühe tootja monitooringusüsteemi ei saa lisada teiste tootjate valgusteid. Arenduse lõppfaasis on DALI 2 protokoll, mille valmimisel saab olema võimalik kasutada hädavalgustuspaigaldises teiste tootjate DALI 2 sertifitseeritud valgusteid. [1]

Joonisel 2.5 on näidatud, milline on tüüpiline automaatkontrollisüsteemi ülesehitus.



Joonis 2.5 Automaatkontrollisüsteemi Rubic UNA struktuur [5]

## **2.4 Automaatkontrollisüsteemiga kesktoitelised hädavalgustid**

Kesktoitelise hädavalgustussüsteemi puhul valgustites aku puudub ja toitekatkestuse korral saavad valgustid toite tsentraalsest keskakust. Süsteem ühendab valgustid keskaku toitele ka juhul kui võrgupinge langeb alla teatud väärtuse. [10]

Kesktoitelise süsteemi keskus koosneb akukapist ja juhtimiskeskusest. Kaasaegsetel süsteemidel on juhtimiskeskus varustatud puutetundliku juhtpaneeli ja veebiserveriga, mille kaudu saab distantsilt süsteemi hallata. Süsteemidele on võimalik lisada mooduleid teiste tuleohutussüsteemidega sidumiseks ja on valmidus hooneautomaatikaga süsteemiga ühendamiseks. [6]

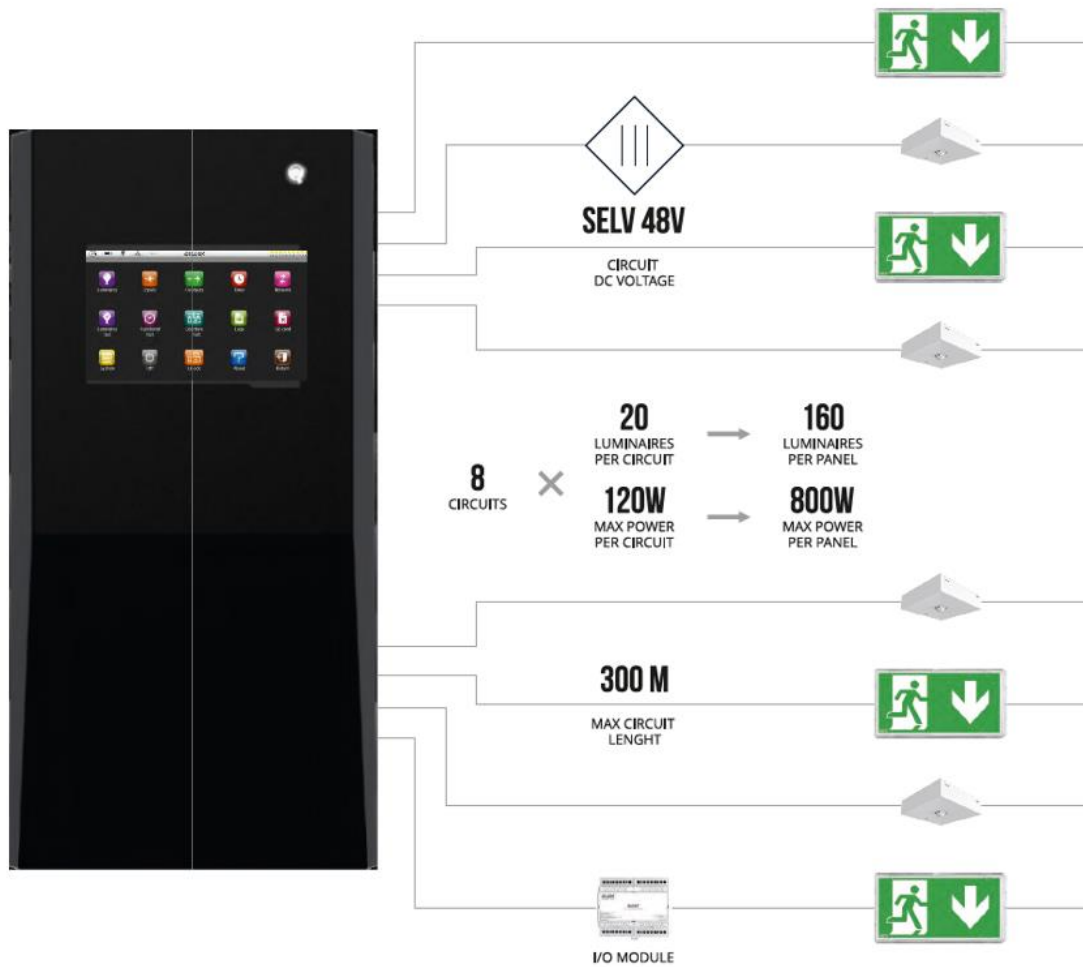
Oluline on jälgida, et akukapis oleks piisav ventilatsioon – lubatust kõrgema temperatuuri korral aku eluiga langeb oluliselt. Ettenähtud väliskeskkonna temperatuuri korral on akude eluiga 10–25 aastat lähtuvalt erinevatest tootjatest. [10]

Kesktoitelised süsteemid võivad töötada võrgupingel 230 VAC või väikepingel 24 V kuni 60 V. Süsteem peab tulekahju korral säilitama toite vastavalt nõutud hädavalgustuse tugiajale. Selleks nähakse ette akukeskuse ja valgustite vahele tulepüsiv kaabel.

Erandiks on olukord, kus hädavalgustid ja akukeskus paiknevad mõlemad samas tuletõkkeseksioonis. Antud juhul on lubatud kasutada tavakaabeldust. Lisaks on nõutud, et evakuatsiooniteedel oleks hädavalgustid toidetud vähemalt kahest erinevast toiteahelast. Antud nõude eesmärk on tagada valgustus ka juhul kui ühel toiteahelal on katkestus. Ühest toiteahelast võib toita kuni 20 valgustit summaarse vooluga mitte enam kui 60% liigvoolukaitseadme nimivoolust. [21]

Süsteemi peamiseks eeliseks on see, et on üks keskne aku, mida on lihtsam hooldada ja vajadusel välja vahetada. Lisaks on kesktoitelise süsteemiga eriti mugav lahendada hädavalgustus kohtades, kus muidu akusid kasutada on keeruline, näiteks külmkambrid, saunad, plahvatusohtlikud ruumid ja välialad. [10]

Joonisel 2.6 on näidatud, milline on tüüpiline keskoitelise süsteemi ülesehitus.



Joonis 2.6 Keskoitelise süsteemi FZLV II struktuur [6]

Enamikele kaasaegsetele keskoitelistele süsteemidele on lisatud ka automaat-kontrollisüsteem, mille kaudu saab infot süsteemis olevate valgustite korrasoleku kohta. [1]

### 3. PROJEKTLAHENDUSED BÜROOHOONE NÄITEL

Antud peatükis antakse ülevaade büroohoonest ja selle põhjal projekteeritud neljast erinevast hädavalgustuse lahendusest.

#### 3.1 Hoone kirjeldus

Projekteeritavad lahendused koostatakse 15-korruselise büroohoone näitel, mis on üks kolmest hoonest Arteri kvartalis.

Arteri kvartal on hoonete kompleks, mis on kerkimas Tallinna kesklinna Liivalaia ja Juhkentali tänava ristmikule. Ehituslikuks kompleksis on pinda kokku 77 000 m<sup>2</sup>.

Kompleks koosneb kolmest hoonest:

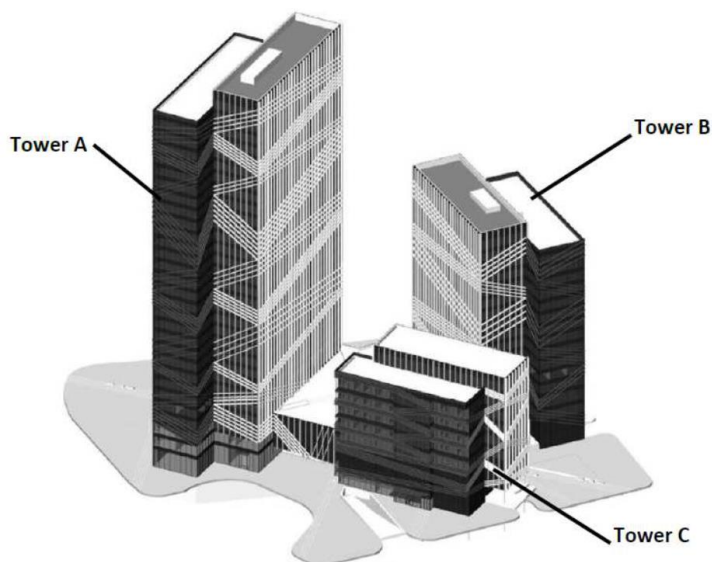
10. 15-korruseline büroohoone, mille üüripind on 9000 m<sup>2</sup>;

11. 9-korruseline majutushoone, mille pindala on 3000 m<sup>2</sup>;

12. 28-korruseline büroohoone, mille üüripind on 19 000 m<sup>2</sup>.

Hoonete valmimisaeg on aastal 2024. [11]

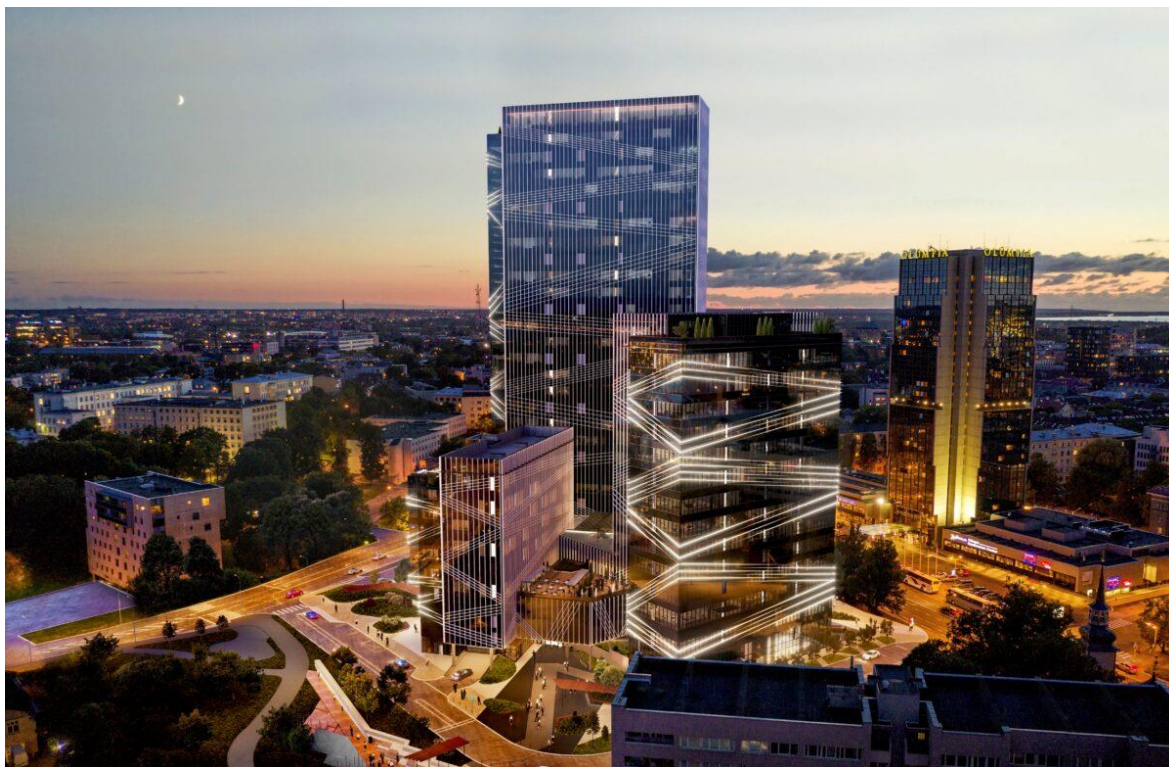
Kompleksi hoonete jaotus on näidatud joonisel 3.1.



Joonis 3.1 Arteri kvartali hooneosad [12]

Kvartalis on kahekorruseline maa-alune parkla ning maapealne parkimismaja, kus on 470 parkimiskohta. Hoonete kõrvale rajatakse linnaväljak, hoonete taha on planeeritud linnaelanikele avatud park. [12]

Kvartali visuaal on toodud joonisel 3.2.



Joonis 3.2 Arteri kvartali visuaal [12]

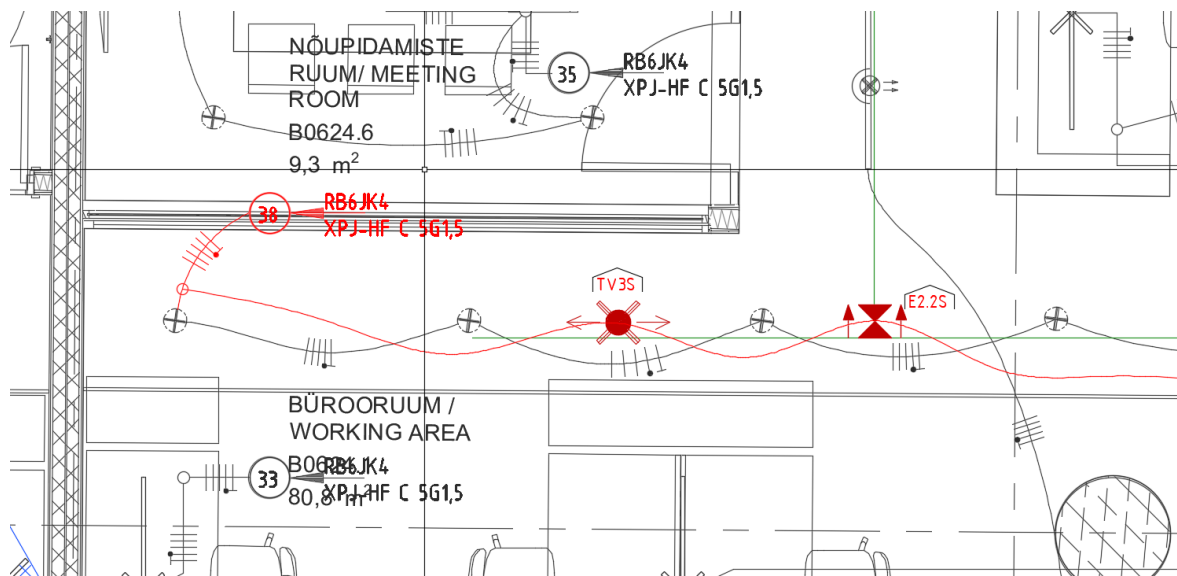
Hädavalgustussüsteemide lahendamisel lähtutakse 15-kordse büroohoone korruseplaanidest. Lahendusvõrdluste kalkuleerimisel võetakse arvesse hoone 10 korrust, kuna see on kõige tüüpilisem büroohoone korruste arv Eestis. Hoone hädavalgustuse võrdluslahendused koostatakse Poola tootja AWEX erinevate süsteemide põhjal. Hoone hädavalgustuse nõutud tugiäeg on 3 tundi.

### **3.2 Lahendus kontrollsüsteemita endatoiteliste hädavalgustitega**

Antud lahenduses kasutatakse hädavalgusteid, millel on sisseehitatud aku ja puudub igasugune automaatkontrolli funktsioon. Valgustid on odavamad võrreldes muude lahendustega, kuna need kasutavad NiCd-akusid. Nende akude eluiga on lühike,

ulatudes kuni 4 aastani. Selle variandi alginvesteeringus on peamised kulud valgustid, valgustite elektritoite kaabeldus ja nende paigaldus.

Lahenduse kaabeldus on võrreldes muude lahendustega võrdlemisi lihtne, hädavalgustite toide võetakse ruumi üldvalgustuse toitegrupi harukarbist kolmesoonelise kaabliga XPJ-HF C 3G1.5. Sellisel juhul on täidetud nõue, et hädavalgustus rakendub mitte ainult toitevõrgu pinge kadumisel, vaid ka konkreetse ruumi üldvalgustuse toiteahela rikke korral. Kaabelduse lahenduse fragment on näidatud joonisel 3.3, lahenduse struktuurskeem on toodud joonisel 3.4. Terve korruse kaabelduse plaan on toodud Lisas 7.



Joonis 3.3 Endatoiteliste hädavalgustite kaabelduse lahendus

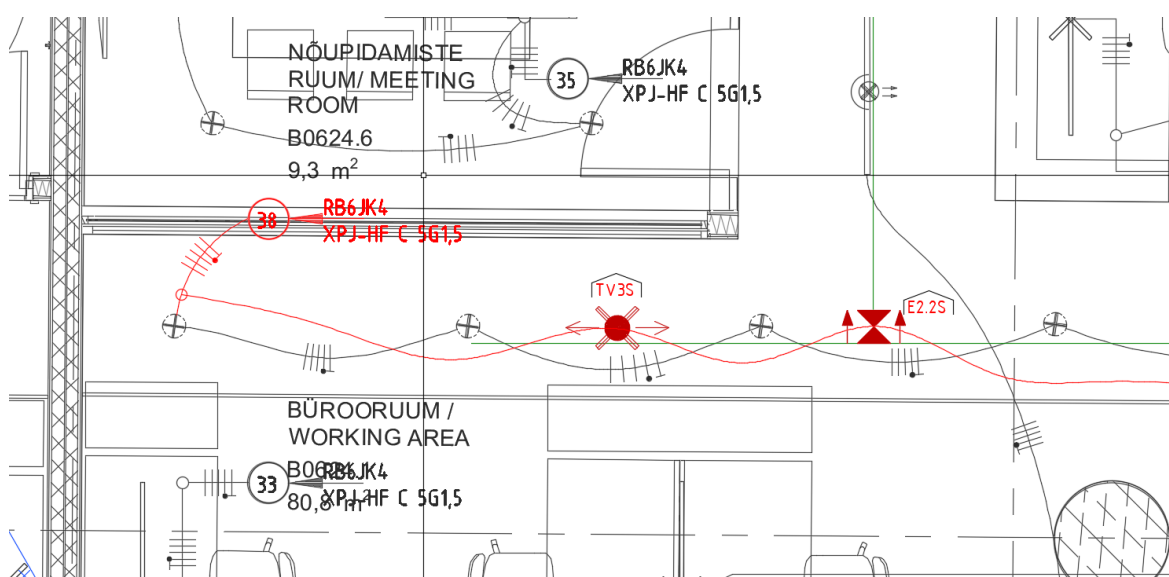
Käidu osas tuleb teha kontrolli kord kuus ning kord aastas. Kord kuus tuleb toitepinge välja lülitada, et selgitada välja hädavalgustite seisukord. Antud tegevus võib olla tülikas, kuna eeldab käidutegija ligipääsu kõikidele aladele ning üldvalgustuse toitekatkestust saab teha vaid töövälisel ajal. Kord aastas on vajalik toitekatkestus teha nii pikaks ajaks kui on hoone nõutud hädavalgustuse tugiaeg. Seega on antud lahenduse alginvesteering väike, kuid jooksvad käidukulud suured.

Lahenduse seadmete loetelu ja kulude kalkulatsioon 10-korruselise büroohoone näitel on toodud Lisas 3.

### 3.3 Lahendus S-liiki automaatsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega

Antud lahenduse puhul on kasutusel hädavalgustid, millel on sisseehitatud aku ning on varustatud S-liiki automaatsüsteemiga. Valgustid on kallimad võrreldes eelmise variandiga, kuna valgusti inverteris on tarkvara, mis teostab kontrolltaste ning kasutusel on kaasaegsed LiFePO4-akud. Akude eluiga on võrdlemisi pikk, ulatudes kuni 8 aastani. Antud lahenduse alginvesteering on valgustid, valgustite elektritoite kaabeldus ja nende paigaldus.

Kaabeldus on võrdlemisi lihtne, hädavalgustite toide võetakse ruumi üldvalgustuse toitegrupi harukarbist kolmesoonelise kaabliga XPJ-HF 3G1.5. Sellisel juhul on täidetud nõue, et hädavalgustus rakendub mitte ainult toitevõrgu pinge kadumisel, vaid ka konkreetse ruumi üldvalgustuse toiteahela rikke korral. Kaabelduse lahenduse fragment on näidatud joonisel 3.5, lahenduse struktuurskeem on toodud joonisel 3.6. Terve korruse kaabelduse plaan on toodud Lisas 7.



Joonis 3.5 S-liiki kontrollisüsteemiga hädavalgustite kaabelduse lahendus

Käidu osas tuleb teha kontrolli kord kuus ning kord aastas. Kord kuus tuleb valgustite alt läbi jalutada ning jälgida signaallampide olekut, mis annavad infot valgusti korrasoleku kohta. Antud tegevus võib olla tülikas, kuna eeldab käidutegija ligipääsu kõikidele aladele. Kord aastas on vajalik testid teha nii pikaks ajaks kui on hoone nõutud hädavalgustuse tugiaeg.



Lahenduse seadmete loetelu ja kulude kalkulatsioon 10-korruselise büroohoone näitel on toodud Lisas 2.

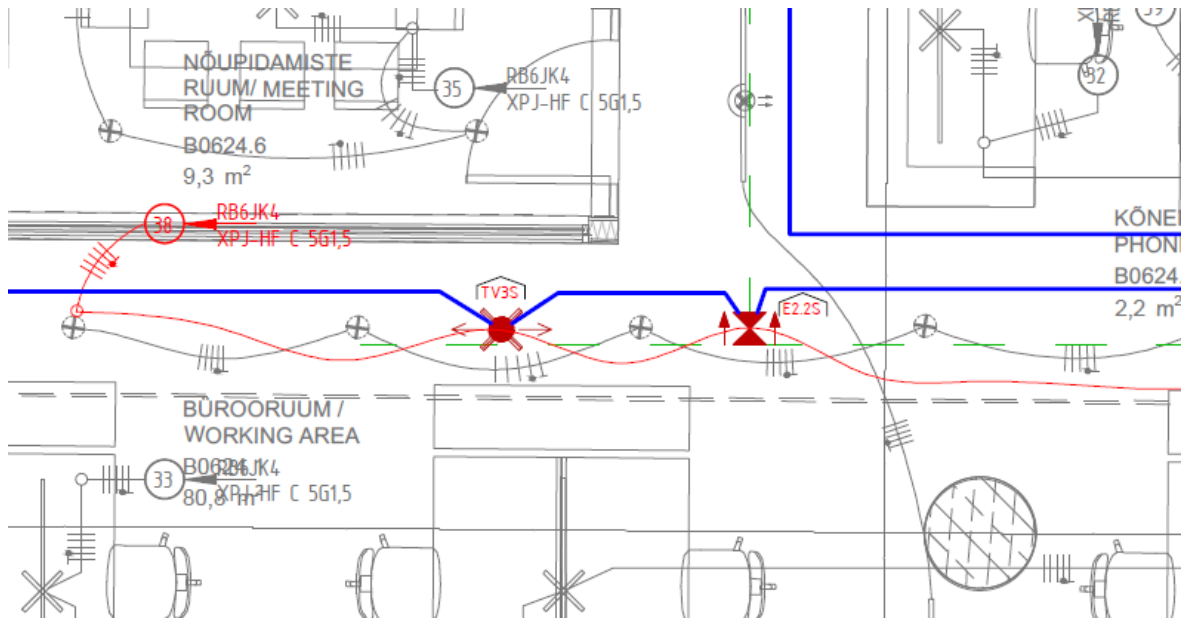
### **3.4 Lahendus automaatkontrollisüsteemiga endatoiteliste hädavalgustitega**

Lahenduses on kasutusel hädavalgustid ning monitooringusüsteem RUBIC UNA. Valgustid on varustatud LiFePO<sub>4</sub>-akudega. Akude eluiga on võrdlemisi pikk, ulatudes kuni 8 aastani. Antud lahenduse alginvesteering on valgustid, nende toite ja monitooringu liinide kaabeldus ning monitooringusüsteemi juhtkeskus.

Valgustite elektritoite kaabelduse puhul võetakse toide ruumi üldvalgustuse toitegrupi harukarbist kolmesoonelise kaabliga XPJ-HF 3G1.5. Sellisel juhul on täidetud nõue, et hädavalgustus süttib mitte ainult toitevõrgu pinge kadumisel, vaid ka konkreetse ruumi üldvalgustuse toiteahela rikke korral. Lisaks elektritoite kaabeldusele ühendatakse antud lahenduses valgustite külge monitooringusüsteemi andmesideliin kaabliga U-UTP CAT5 4x2x0.5. Andmeside kaudu nähakse igale valgustile ette individuaalne aadress, mis võimaldab jälgida iga valgusti seisundit ja testitulemusi. Monitooringusüsteemi juhtkeskusele on ette nähtud sisend ATS-süsteemist, mis võimaldab tulekahjuhäire korral lülitada sisse hädavalgustuse teatud hoone piirkonnas. Tuleohutuse infotabloo saab sisendi monitooringusüsteemi juhtkeskusele, et seal kajastada võimalik hädavalgustuse häire. Rubic UNA keskusel on kolm monitooringu andmesideaahelat, igasse ahelasse saab maksimaalselt ühendada 250 valgustit. Lisaks on limiteeritud ahela pikkus, mis võib maksimaalselt olla 1200 meetrit. Süsteemi on võimalik laiendada lisamoodulitega. Keskusel on ka andmesideühendus internetiga, mis võimaldab süsteemi kasutajaliidesele ligipääsu distantsilt.

Käidu osas tuleb teha kontrolli kord kuus ning kord aastas. Kord kuus tuleb monitooringusüsteemilt saada ülevaade hädavalgustite seisukorra kohta. Kord aastas on vajalik testid teha nii pikaks ajaks kui on hoone nõutud hädavalgustuse tugiaeg.

Lahenduse kaabelduse fragment on näidatud joonisel 3.7, lahenduse struktuurskeem on toodud joonisel 3.8. Terve korruse kaabelduse plaan on toodud Lisas 6.



Joonis 3.7 Automaatkontrollisüsteemiga hädavalgustite kaabelduse lahendus

Lahenduse seadmete loetelu ja kulude kalkulatsioon 10-korruselise büroohoone näitel on toodud Lisas 1.

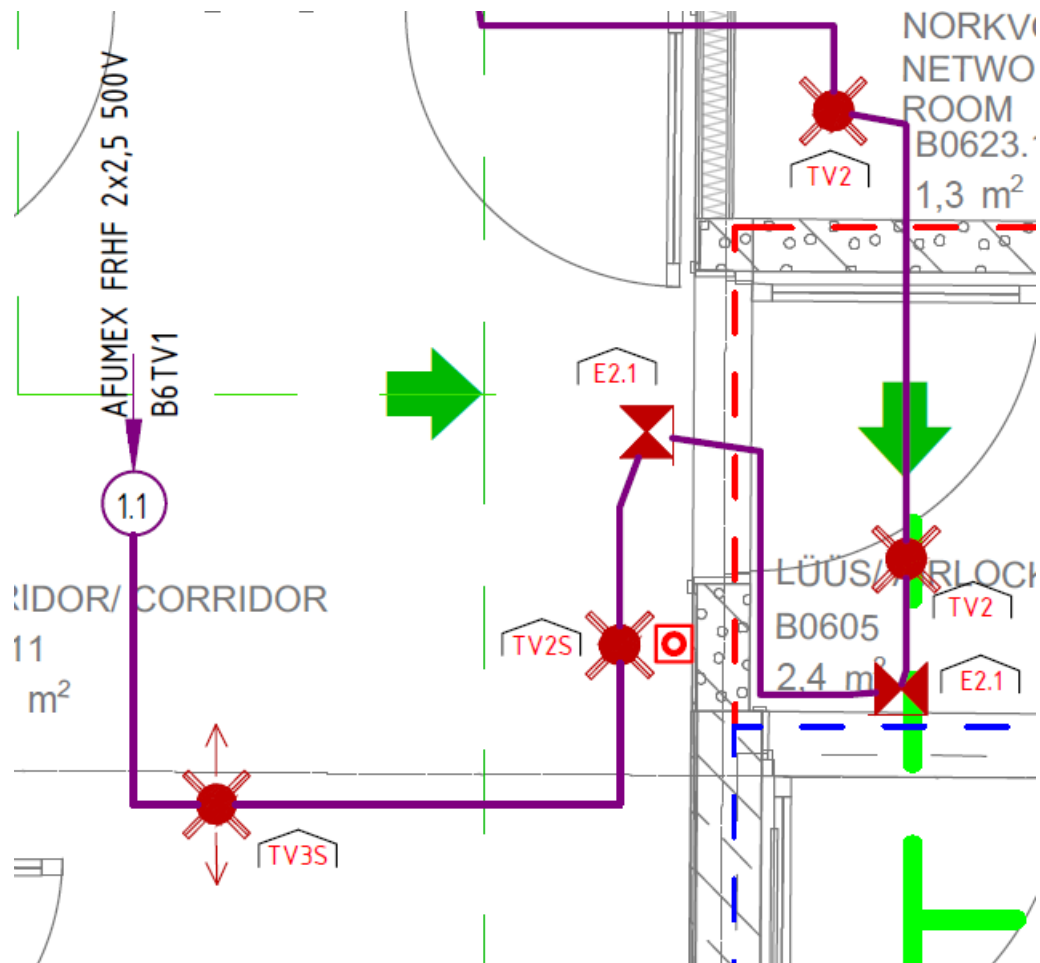
### 3.5 Lahendus automaatkontrollisüsteemiga kesktoiteliste hädavalgustitega

Lahenduses on ette nähtud automaatkontrollisüsteemiga kesktoimeline hädavalgustuse keskus Awex FZLV II. Keskaku mahtuvuseks on valitud 26 Ah seade, mis võimaldab 3 tunnise tugiaja jooksul ühendada maksimaalselt 241 W valgustite koguvõimsust. Keskusel on 8 kanalit, igasse kanalisse saab ühendada kuni 20 valgustit. Jälgima peab, et ühe kanali võimsus ei ületaks 120 W valgustite võimsust. Valgustid saavad 48 V toite läbi kahesoonealise tulepüsiva kaabli AFUMEX FRHF 2x2,5. Läbi toitekaabli toimub ka valgustite korrasoleku monitooringu andmeside. Elektritoite jaotuskilbis kasutatakse süsteemi lisamoodulit PH3F, mis kontrollib üldvalgustuse toitevõrgu pinget. Üldvalgustuse kaitselülititele on nähtud ette abikontaktid, mille abil on võimalik saada infot üldvalgustuse toiteahela rikke kohta. Kui ruumis on üldvalgustuse toiteahale rike või toitevõrgu pinge on maas, lülitab juhtkeskus antud piirkonnas hädavalgustid tööle. Juhtkeskusele on ette nähtud sisend ATS-süsteemist, mis võimaldab tulekahjuhäire korral lülitada sisse hädavalgustuse teatud hoone piirkonnas. Hoone tuleohutuse info-tabloo saab sisendi juhtkeskuselt, et seal kajastada võimalik hädavalgustusesüsteemi häire.

Keskusel on ka andmesideühendus internetiga, mis võimaldab süsteemi kasutaja-liidesele ligipääsu distantsilt.

Käidu osas tuleb teha kontrolli kord kuus ning kord aastas. Kord kuus tuleb monitoringusüsteemilt saada ülevaade hädavalgustite seisukorra kohta. Kord aastas on vajalik testid teha nii pikaks ajaks kui on hoone nõutud hädavalgustuse tugiaeg.

Lahenduse kaabelduse fragment on näidatud joonisel 3.9, lahenduse struktuurskeem on toodud joonisel 3.10. Terve korruse kaabelduse plaan on toodud Lisas 5.

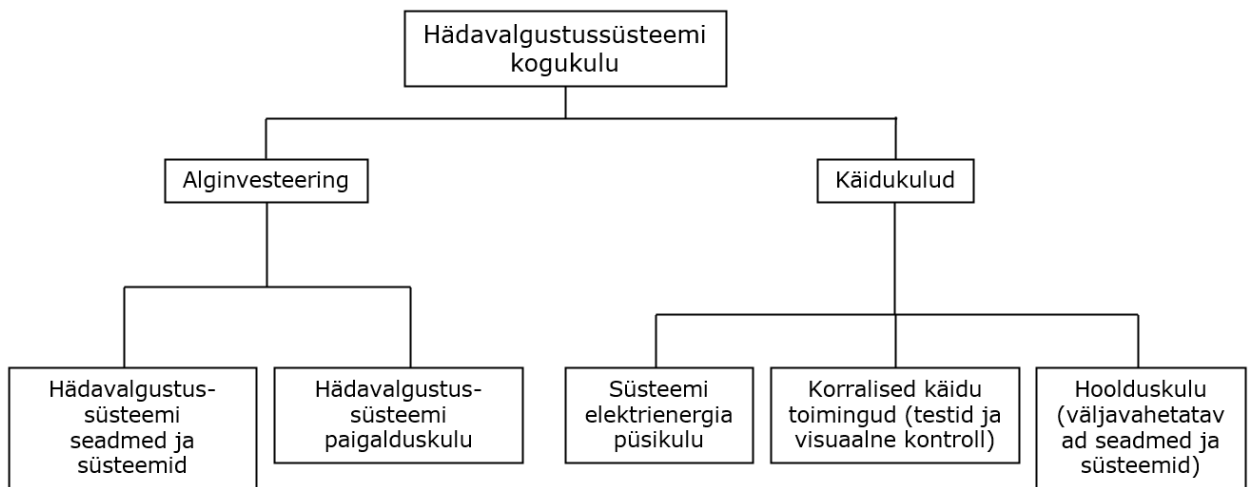


Joonis 3.9 Keskoitelise süsteemiga hädavalgustite kaabelduse lahendus

Lahenduse seadmete loetelu ja kulude kalkulatsioon 10-korruselise büroohoone näitel on toodud Lisas 4.

## 4. TULEMUSTE ANALÜÜS

Antud peatükis analüüsitakse hädavalgustussüsteemi kulusid 10-korruselise büroohoone näitel. Analüüsi aluseks on neli erinevat hädavalgustuse projekti. Vaadeldakse alginvesteeringu-, käidu- ja kogukulud vastavalt joonisel 4.1 toodud struktuurile. Analüüsis lähtutakse 10-aastasest perioodist, lisaks koostatakse graafik, mis näitab ära erinevate süsteemide kogukulu 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup> ja 10 000 m<sup>2</sup> hoonete puhul.



Joonis 4.1 Hädavalgustuse liigitus [1]

## 4.1 Süsteemi alginvesteering

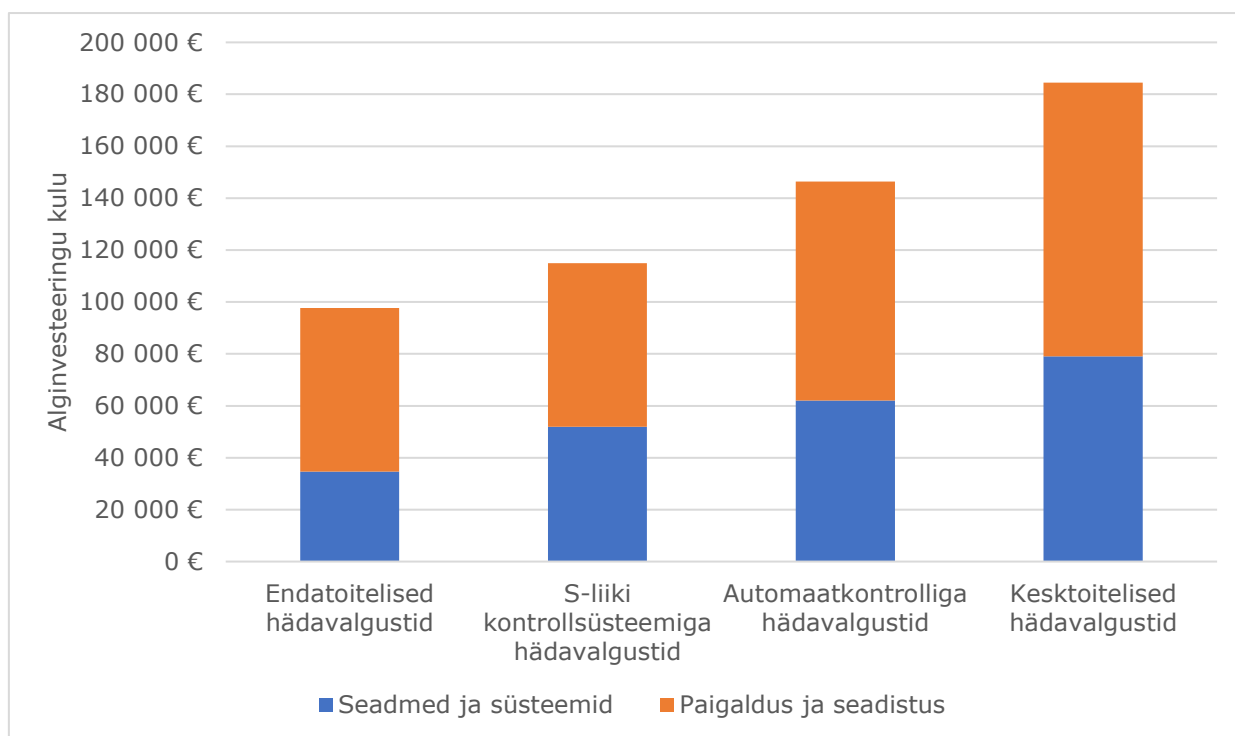
Hädavalgustussüsteemi alginvesteering jaguneb ostetavate seadmete ja nende paigalduskuludeks. Seadmete ja süsteemide alginvesteeringu kulude osas on koostööd tehtud Anton Ameliniga ettevõttes Silman Elekter. Süsteemide paigalduskulude osas on konsulteeritud Anton Tshisloviga ettevõttes KH Energia-konsult.

Erinevate lahenduste alginvesteeringu kogukulu on toodud tabelis 4.1.

Tabel 4.1 Hädavalgustusesüsteemi alginvesteeringu kulu

	Endatoitelised hädavalgustid	S-liiki kontroll- süsteemiga endatoitelised hädavalgustid	Automaatkontroll süsteemiga endatoitelised hädavalgustid	Automaatkontroll süsteemiga kesktoitelised hädavalgustid
Seadmed ja süsteemid	34 699 €	51 961 €	62 056 €	79 104 €
Paigaldus ja seadistus	63 000 €	63 000 €	84 375 €	105 375 €
<b>Alginvesteering kokku</b>	<b>97 699 €</b>	<b>114 961 €</b>	<b>146 431 €</b>	<b>184 479 €</b>

Graafiliselt on seadmete ja paigalduskulu jagunemine toodud joonisel 4.2.



Joonis 4.2 Erinevate süsteemide alginvesteeringu jaotus

Tabelist 4.1 ja graafikult 4.2 on näha, et kesктоiteliste hädavalgustite süsteemi alginvesteering on suurim, 184 479 €. Seda põhjustab asjaolu, et keskakusi sisaldav süsteem on oluliselt kallim kui monitooringusüsteem või ilma tsentraalse juhtimiseta valgustid. Lisaks on lahenduses oluliseks kuluks tulekindlad kaablid ning harukarbid. Ka paigalduskulu on lähtuvalt tulekindlatest kaablitest suurem, kuna nende paigaldamise ajakulu on suurem ning kasutada tuleb erinevaid tulekindlaid kinnitusvahendeid. Maksumuselt teisel kohal on automaatkontrolliga süsteem, maksumusega 146 431 €. Erinevalt kahest väiksema alginvesteeringuga süsteemist on kasutusel keskne monitooringusüsteem ning seda eeldav andmesidekaabeldus. Kolmandal kohal on S-liiki kontrollisüsteemiga hädavalgustid, seadmed ja paigalduskulu kokku 114 961 €. Antud süsteemil puudub nii keskaku kui ka keske monitooringu juhtkeskus, kuid valgustites on kasutusel LiFePO4-akud ning inverter on varustatud tarkvaraga, mis suudab teostada kontrollteste. Odavam lahendus alginvesteeringu vaatest on endatoitelised hädavalgustid ilma kontrollisüsteemita, kulu kokku 97 699 €. Valgustites on kasutusel odavamad NiCd-akud ning kontrolltestide tegemise võimekus puudub.

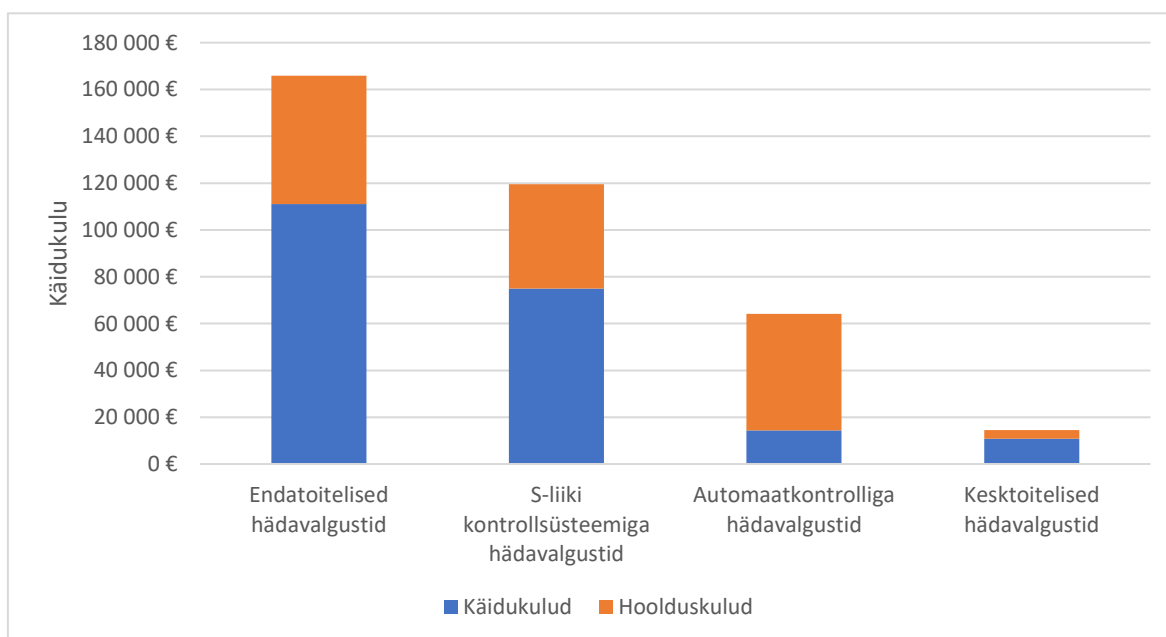
## 4.2 Süsteemi käidukulud

Hädavalgustussüsteemi käidukulu jaguneb käidutestide teostamise kulust, hoolduskulust ning elektrienergia kulust. Süsteemide käidukulude osas on konsulteeritud Anton Tshisloviga ettevõttes KH Energia-konsult. Erinevate lahenduste alginvesteeringu kogukulu on toodud tabelis 4.2.

Tabel 4.2 Hädavalgustussüsteemi käidukulu

	Endatoitelised hädavalgustid	S-liiki kontroll-süsteemiga hädavalgustid	Automaatkontroll-süsteemiga hädavalgustid	Kesktoitelised hädavalgustid
Käidukulud	111 000 €	75 000 €	14 400 €	10 800 €
Hoolduskulud	54 875 €	44 587 €	49 711 €	3644 €
<b>Käidukulu kokku</b>	<b>165 875 €</b>	<b>119 587 €</b>	<b>64 111 €</b>	<b>14 444 €</b>

Graafiliselt on käidukulu jagunemine toodud joonisel 4.3.



Joonis 4.3 Erinevate süsteemide käidukulude jaotus

Tabelist 4.2 ja graafikult 4.3 on näha, et suurim käidukulu on endatoitelistel hädavalgustitel, 165 875 €. Süsteemi testide tegemine on kõige ajakulukam ning lähtuvalt valgustite elueast on vajadus neid tihedamini välja vahetada. S-liiki süsteemi käidukulu on 119 587 €. Sarnaselt eelmisele on testide tegemise kulu märkimisväärne, hoolduskulu on samas suurusjärgus. Automaatkontrolli käidukulu on juba oluliselt väiksem, 64 111 €. See tuleneb asjaolust, et monitooringusüsteem suudab iseseisvalt

teste teha ning raportit väljastada. Hoolduskulu on samas suurusjärgus eelmisega. Kesktoiteliste hädavalgustite käidukulu on 10 aasta vaates kõige väiksem, kulu kokku 14 444 €. Sarnaselt eelmisele süsteemile on käidutestide tegemise kulu minimaalne ning keskaku lihtsustab hooldustoiminguid. Kõigi variantide elektrienergiakulu on samas suurusjärgus kuna valgustite lahendus on identne. Elektrienergia kulu on marginaalne ja antud võrdluses seda teemat ei käsitleta.

### 4.3 Hädavalgustussüsteemi kogukulu

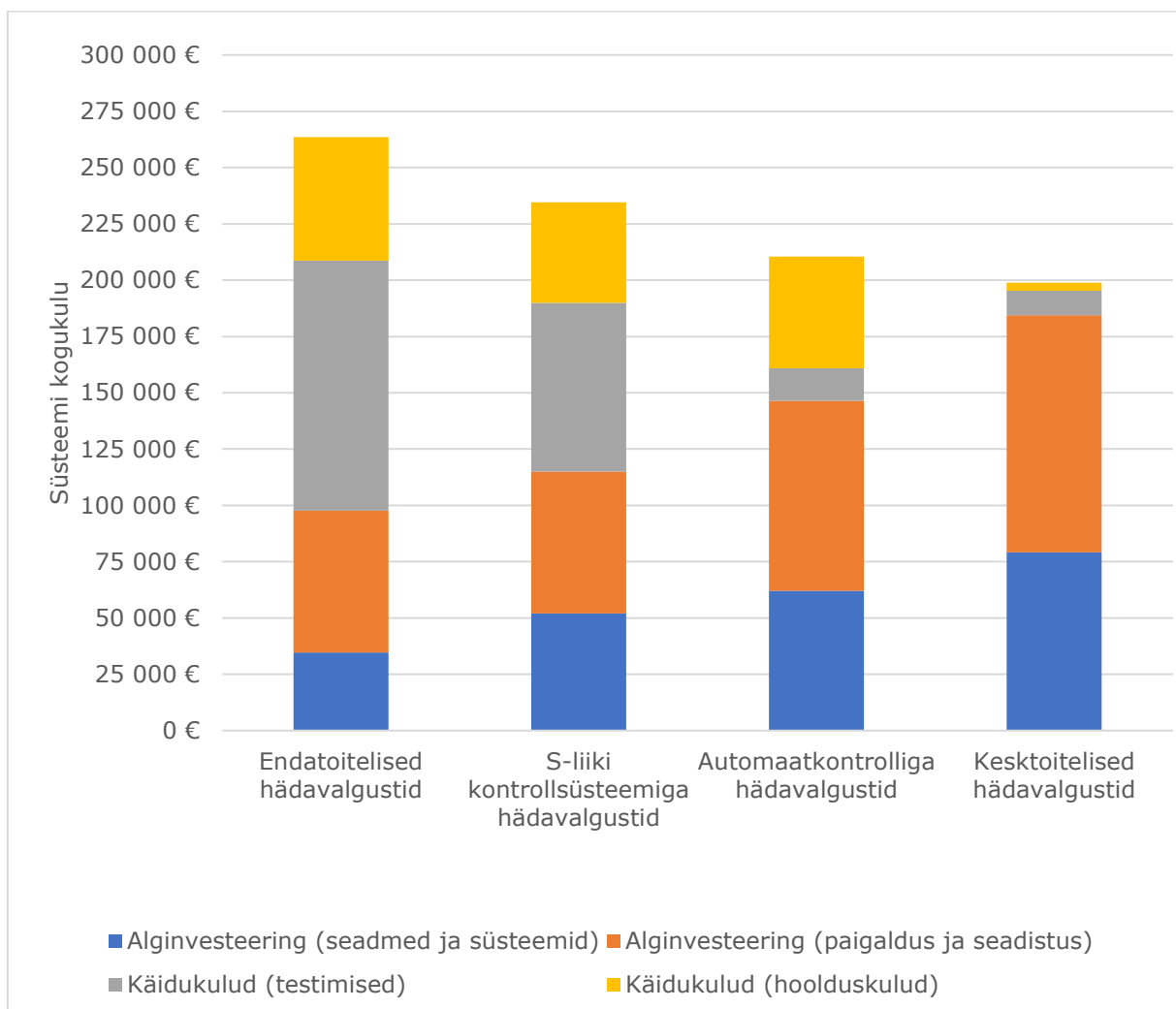
Hädavalgustussüsteemi kogukulu kujuneb vastavalt alginvesteeringu ning käidukuludest komponentidest. Erinevate lahenduste kogukulu on toodud tabelis 4.3.

Tabel 4.3 Hädavalgustussüsteemi kogukulu

	Endatoitelised	S-liiki kontroll-süsteemiga	Automaatkontroll-süsteemiga	Kesktoitelised
Alginvesteering (seadmed ja süsteemid)	34 699 €	51 961 €	62 056 €	79 104 €
Alginvesteering (paigaldus ja seadistus)	63 000 €	63 000 €	84 375 €	105 375 €
Käidukulud (testimised)	111 000 €	75 000 €	14 400 €	10 800 €
Käidukulud (hoolduskulud)	54 875 €	44 587 €	49 711 €	3644 €
<b>Kogukulu kokku</b>	<b>263 574 €</b>	<b>234 549 €</b>	<b>210 542 €</b>	<b>198 923 €</b>



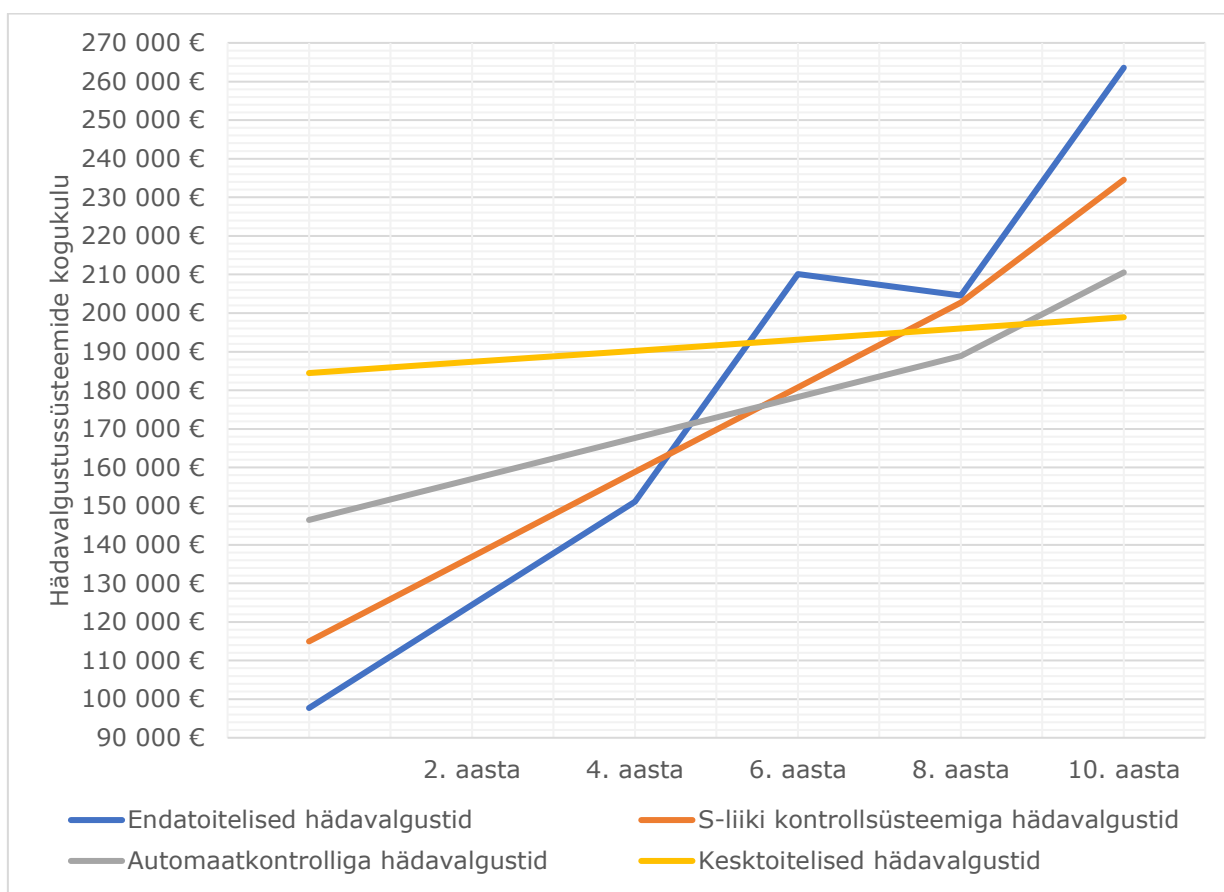
Graafiliselt on hädavalgustuse kogukulu jagunemine on toodud joonisel 4.4.



Joonis 4.4 Erinevate hädavalgustussüsteemide kogukulu jaotus

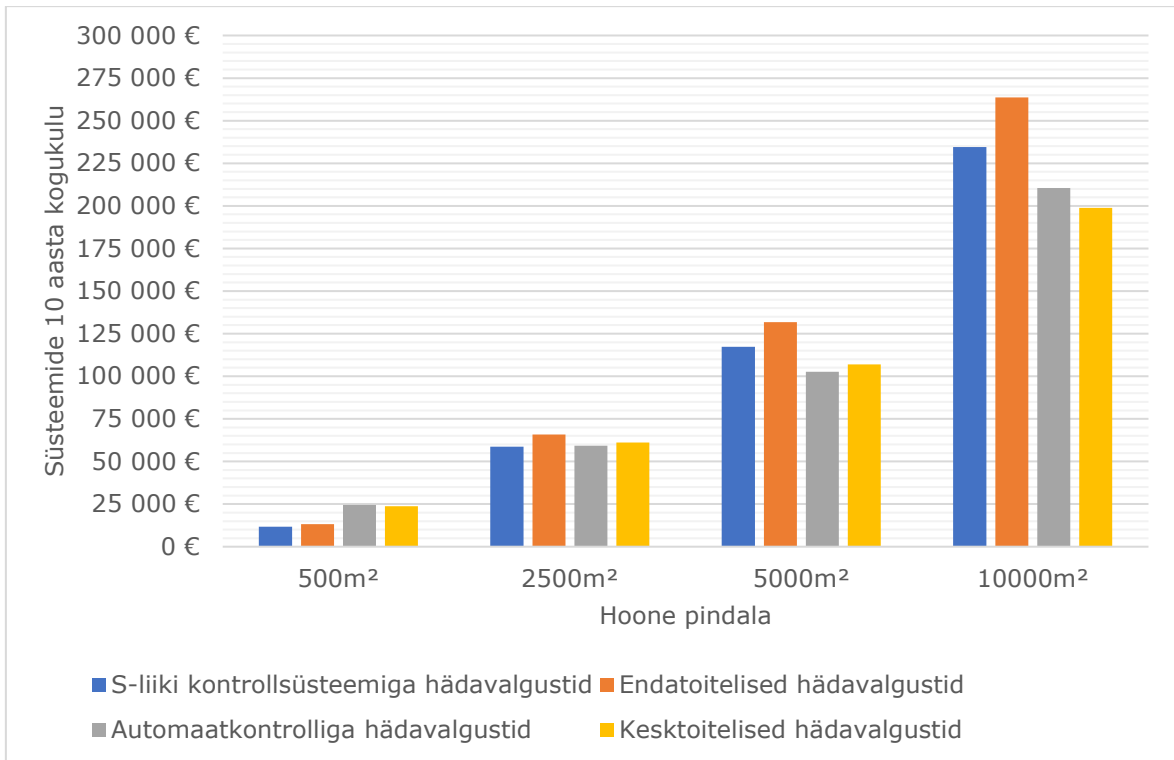
Tabelist 4.3 ja jooniselt 4.4 selgub, et 10 aasta vaates on 10 000m<sup>2</sup> büroohoone puhul kogukulu arvestades kõige kulukam kasutada endatoitelisi ilma kontrollsüsteemita hädavalgusteid. Kulukuselt järgmisel kohal on S-liiki kontrollsüsteemiga hädavalgustid ja automaatkontrollsüsteemiga hädavalgustid. Arvestades kogukulu on kõige soodsam lahendus kesктоitelised hädavalgustid. Antud hoone näite puhul, kui omanik valib endatoiteliste hädavalgustite asemel kesктоitelise süsteemi, oleks rahaline sääst 64 651 €.

Joonisel 4.5 on näha 10 000 m<sup>2</sup> hoone hädavalgustuse süsteemi kogukulu aastate lõikes. Esimesest kuni neljanda aastani on kogukulu kõige väiksem endatoitelistel hädavalgustitel. Viiendal aastal on kogukulu kõige väiksem S-liiki kontrollsüsteemiga hädavalgustitel. Kuuendast aastat kuni üheksanda aastani on kogukulu kõige väiksem automaatkontrollisüsteemiga hädavalgustitel. Alates üheksandast aastast on kogukulu kõige väiksem kesktoitelistel hädavalgustitel.



Joonis 4.5 Erinevate hädavalgustussüsteemide kogukulu aastate lõikes

Lõputöö autor on läbi analüüsinud ka nelja erineva suurusega hoone hädavalgustussüsteemide kulud. Joonisel 4.6 on näha, milline süsteem oleks kõige otstarbekam valida lähtuvalt hoone suurusest. Graafikult selgub, et 500 m<sup>2</sup> hoone puhul, 10-aastase kogukulu vaates, on kõige otstarbekam valida S-liiki kontrollsüsteemiga hädavalgustid. 2500 m<sup>2</sup> hoone puhul on kogukulud samas suurusjärgus. Siit võib järeldada, et alates sellest hoone suurusest ei ole mõistlik valida odavate alginvesteeringutega süsteeme. 5000 m<sup>2</sup> hoone puhul on väiksem kogukulu automaatkontrollisüsteemiga hädavalgustitel ning alates 10 000 m<sup>2</sup> on hoonele kõige otstarbekam valida kesktoitelised hädavalgustid.



Joonis 4.6 Hädavalgustussüsteemide kogukulu eri suurustega hoonete puhul 10 aasta jooksul

## KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö raames analüüsiti 10 000 m<sup>2</sup> büroohoone näitel nelja peamiselt kasutatavat hädavalgustuse süsteemi. Töö tulemusel koostati graafikud, mis näitavad, millised on erinevate süsteemide kogukulud 10 aastase perioodi vältel.

Esimese põhiosas anti ülevaade, mis on hädavalgustus ja kuidas seda liigitatakse. Kirjeldati, mis on evakuatsioonivalgustus, tööjätkamisevalgustus, väljapääsutee valgustus, paanikavastane valgustus ja ohtliku tööpiirkonna valgustus. Sammuti loetleti, milliste seaduste, määruste ja standarditega on Eestis hädavalgustus reguleeritud. Kirjeldati, millised on nõutud pädevused hädavalgustuse valdkonnas. Koostati kokkuvõttev tabel, mis kirjeldab erinevaid hädavalgustuse kutseid.

Teises põhiosas anti ülevaade enim levinud hädavalgustuse süsteemidest, milleks on:

1. Kontrollsüsteemita endatoitelised hädavalgustid;
2. S-liiki kontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid;
3. Automaatkontrollsüsteemiga endatoitelised hädavalgustid;
4. Automaatkontrollsüsteemiga keskoitelised hädavalgustid;

Kirjeldati, millised on süsteemide ülesehitused, võimalused ja milliseid akulahendusi kasutatakse. Anti ülevaade, kuidas on lahendatud automaatne kontrollsüsteem ja millised käidutoimingud on vajalikud erinevatel süsteemide puhul.

Kolmandas põhiosas anti ülevaade büroohonest, mille põhjal antud neli erinevat projektlahendust koostati. Kirjeldati, millised on erinevate variantide projekteeritavad lahendused ja nende erinevused. Millised on toite ja juhtimise kaabeldused ning süsteemi lisaseadmed on vajalikud konkreetsetel hoone lahendustes. Koostati kõigi projektlahenduste seadmete loetelu, mis hinnastati. Koostöös hädavalgustuse käiduteenust pakkuva ettevõttega leiti erinevate lahenduste käidukulud kuni 10 aastase perioodi vältel.

Neljandas põhiosas analüüsiti erinevate süsteemide alginvesteeringu-, käidu- ja kogukulusid. Analüüsis lähtuti 10-aastasest perioodist, lisaks koostati graafik, mis näitab ära erinevate süsteemide kogukulu 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup> ja 10 000 m<sup>2</sup> hoonete puhul. Töö tulemustest on näha, et mida väiksem on süsteemi alginvesteeringu kulu seda suurem on süsteemi tegelik kogukulu 10 aasta möödudes. Kõige odavama alginvesteeringuga süsteemi valides kaotab hoone omanik 10 aasta möödudes kogukuludes 64 651 €. Lisaks rahalisele kaotusele jääb hoone omanik odavaima

süsteemi puhul ilma ka olulistest hädavalgustuse süsteemide lisavõimalustest, mis alandavad hoone tuleohutuse taset.

Nendeks on süsteemi haldamine distantsilt, süsteemi sidumine hoone automaatsetuleohutussüsteemiga ja tuleohutuseinfotablooga. Antud võimalused tõstavad oluliselt hoone tuleohutuse taset. Lisaks teevad kallimad süsteemid ise ära käidutoimingud , mis tihti jäävad inimfaktori olemasolul tegemata.

Antud töö tulemus on vajalik abimaterjal tulevaste hoonete kavandamisel, kus on vajalik hoone tellijal ja projekteerijal teha põhjendatud otsus hädavalgustuse süsteemi valikuks. Tööd on võimalik edasi arendada kui turule on tulemas rohkem uutel tehnoloogiatel põhinevaid hädavalgustusesüsteeme võrreldes neid vanemate lahendustega.

## SUMMARY

As part of the Bachelor's thesis, an analysis was conducted on four mainly used emergency lighting systems using the example of a 10,000 m<sup>2</sup> office building. The result of the work produced graphs showing the total costs of different systems over a 10-year period.

The first main part provided an overview of what emergency lighting is and how it is classified. It described what evacuation lighting, work continuation lighting, exit route lighting, panic lighting, and hazardous work area lighting are. It also listed the laws, regulations, and standards that regulate emergency lighting in Estonia. The required competencies in the field of emergency lighting were described. A summary table was compiled describing various emergency lighting professions.

The second main part provided an overview of the most common emergency lighting systems:

1. Self-contained emergency lights without a control system;
2. Self-contained emergency lights with an S-type control system;
3. Self-contained emergency lights with an automatic control system;
4. Centralized emergency lights with an automatic control system.

It described the structures and options of the systems and the battery solutions used. An overview was given of how the automatic control system is implemented and what operational procedures are required for different systems.

The third main part provided an overview of an office building, based on which four different project solutions were developed. It described the designed solutions for different variants and their differences. It outlined the power and control cabling and additional system components necessary for specific building solutions. A list of all the equipment in the project solutions, along with their prices, was compiled. In collaboration with a company providing emergency lighting maintenance services, the operating costs of different solutions were found for up to a 10-year period.

The fourth main part analyzed the initial investment, operational, and total costs of different systems. The analysis was based on a 10-year period, and a graph was created showing the total cost of different systems for buildings of 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup>, and 10,000 m<sup>2</sup>. The results of the work show that the smaller the initial investment cost

of the system, the greater the actual total cost of the system after 10 years. By choosing the system with the cheapest initial investment, the building owner loses 64 651€ in total costs after 10 years. In addition to the financial loss, the building owner misses out on significant additional emergency lighting system features with the cheapest system, which lower the building's fire safety level.

These include remote system management, integration of the system with the building's automatic fire safety system, and fire safety information panels. These options significantly enhance the building's fire safety level. Additionally, more expensive systems perform maintenance operations themselves, which are often neglected when human factors are involved.

The result of this work is a necessary resource for future building planning, where it is essential for the building client and designer to make a well-founded decision on the choice of emergency lighting system. The work can be further developed as more emergency lighting systems based on new technologies come to the market, compared to older solutions.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] T. Tamm, L. Luik, T. Varjas, A. Hamburg. *Hädavalgustuse analüüs*. Tallinna Tehnikakõrgkooli uurimistöo, Tallinn, 2023. Kasutatud 01.05.2023.  
<https://www.rescue.ee/files/Uuringud/2023-hadavalgustuse-analuus.pdf?73f39377f6>
- [2] *EVS-EN 1838:2013 Valgustehnika. Hädavalgustus*. Kasutatud 01.05.2023.  
<https://www.evs.ee/StandardDownload/DownloadPreview?productId=61976&language=EstonianLanguage>
- [3] *Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele*. Vastuvõetud 30.03.2017. RT I, 04.04.2017, 14. Kasutatud 01.05.2023.  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/104042017014>
- [4] Eesti Standardikeskus. *EVS-EN 62034:2012 Akutoitelise hädavalgustuse automaatsed kontrollisüsteemid*.
- [5] *RUBIC UNA Monitoring System*. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://awex.eu/en/products/rubic-una-monitoring-system>
- [6] "FZLV II Central Battery Systems". Kasutatud 28.03.2024.  
<https://awex.eu/en/products/fzlv-ii-central-battery-systems>
- [7] OÜ Tuletark, OÜ Tuleohutusekspertiisi Büroo. *Tuleohutuskonsultandi koolitusmaterjal*. 2013. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.rescue.ee/files/2019-03/tuleohutuskonsultandile.pdf?32f95ef11e>
- [8] "Awex lifePo4 akud". Kasutatud 28.03.2024.  
<https://elektriprojekteerimine.info/kasulikku/>
- [9] "A closer look at self-test emergency lighting". Kasutatud 28.03.2024.  
<https://ansell-lighting.com/en/articles/news/a-closer-look-at-self-test-emergency-lighting>
- [10] T. Tamm. *Praktiline valgustustehnika. Elektripaigaldised*. Eetel-Expert OÜ, Tallinn, 2011.
- [11] "Arter kvartal". Kasutatud 28.03.2024. <https://group.merko.ee/project/arter-kvartal/>
- [12] "Arter kvartal". Kasutatud 28.03.2024. <https://kapitel.ee/portfell/arter-kvartal/>
- [13] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/>
- [14] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10514583>
- [15] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10675828>



- [16] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10514320>
- [17] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10890485>
- [18] *Kutseregister*. Sihtasutus Kutsekoda, 2024. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10890470>
- [19] M. Gedik. *Emergency lighting design guide*. Optimist Yayın Grubu, İstanbul, Türkiye, 2020. Kasutatud 28.03.2024. <https://www.besa.com/content/files/emergency-8e7af9fd.pdf>
- [20] *This way to safety. Fundamentals of emergency lighting*. Eaton EMEA Headquarters, Switzerland, 2020. Kasutatud 28.03.2024.  
<https://www.eaton.com/content/dam/eaton/markets/buildings/fundamentals-of-emergency-lighting-guide.pdf>.
- [21] Eesti Standardikeskus. *EVS-EN 60364-5-56:2010. Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Turvasüsteemid*.

# LISAD

## Lisa 1 Automaatkontrollisüsteemiga endatoitelised hädavalgustite kalkulatsioon

Seadmed	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
TV3S Süvistatud hädavalgusti, koridori optika, IP65, 1W 335lm, tööraadius 5m, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETSR/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	85,8	15 455 €	
TV2S Süvistatud hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	85,8	15 455 €	
TV2 Pinnapealne hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh	tk	110	69,4	7 643 €	
E2.1 Evakuatsioonivalgusti EXIT, sein kinnitus, nool otse, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	150	57,6	8 640 €	
E2.2S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	40	68,5	2 743 €	
E2.2r Evakuatsioonivalgusti EXIT, riputatud, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h + komplekteerida riputamiseks vajalike tarvikutega	tk	20	95,4	1 908 €	
E2.3S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool otse two sided, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S , ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	20	68,5	1 372 €	

E2.4 Evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool vasakule, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	10	57,6	576 €	
E2.5S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool paremale, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, monitooringusüsteemile Rubic UNA, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	62,8	628 €	
TRP1 Hädavalgusti trepikojas, avatud ala optika, pinnapealne, IP65, 2W 350lm, tööraadius 5m, rubic UNA monitooringusüsteemile, Awex AXNO, AXNO/2W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	81,5	815 €	
Turvavalgustuse monitooringukeskus Rubic UNA	kmpl	1	1056	1 056 €	
Hädavalgustite monitooringu kaabel	m	2600	0,8	2 080 €	
LAN võrgukaabel Cat6 keskusele	m	300	1	300 €	
ATS signaali kaabel keskusele	m	500	0,8	400 €	
KLMA 4x0,8+0.8 signaalkaabel TOA süsteemi keskusele	m	500	0,8	400 €	
Vaskaabel XPJ-HF C 3G1,5 valgustitele	m	2200	1,1	2 420 €	
Vaskaabel XPJ-HF C 3G1,5 keskusele	m	150	1,1	165 €	
tarkvara	kmpl	1	0	0 €	
Seadmete kulu kokku:				62 056 €	
<b>Paigaldus</b>	<b>Ühik</b>	<b>Kogus</b>	<b>Hind ühik (€)</b>	<b>Hind kokku (€)</b>	
Valgustite paigalduse kulu. Ühe valgustile paigalduse ajakulu 0,5 h.	h	350	60 €	21 000 €	
Valgustite toite ja monitooringu kaabelduse ajakulu. Ühe valgusti kaabelduse ajakulu on 1,5 h.	h	1050	60 €	63 000 €	
Keskuse paigalduse ajakulu	h	1	60	60 €	
LAN võrgukaabli paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
ATS signaali kaabli paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
TOA signaali kaabli paigaldus keskusele	h	0,75	60	45 €	
Elektrioite paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
Keskuse seadistus, süsteemi testimine	h	3	60	180 €	
Paigalduse kulu kokku:				84 375 €	
<b>Käit</b>	<b>Ühik</b>	<b>Kogus</b>	<b>Hind ühik (€)</b>	<b>Hind kokku, 1 aasta (€)</b>	<b>Hind kokku, 10 aastat (€)</b>
Hädavalgustuse igakuine käidukulu (hoone käidu ajakulu on 2h).	h	2	60 €	1 320 €	13 200 €
Hädavalgustuse iga-aastane käidukulu. (hoone käidu ajakulu on 2h).	h	2	60 €	120 €	1 200 €
Käidu kulu kokku:				14 400 €	
<b>Hooldus</b>					
Lisavalgustid 10 aastase perioodi jooksul, arvestades valgustite eluiga.					11 047 €
Hoolduse käigus väljavahetatavad valgustid, 5% aastas					38 664 €
Hoolduse kulu kokku:				49 711 €	

## Lisa 2 S-liiki kontrollsüsteemiga endatoiteliste hädavalgustite kalkulatsioon

Seadmed	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
TV3S Süvistatud hädavalgusti, koridori optika, IP65, 1W 335lm, tööraadius 5m, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETSR/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	76,5	13 770 €	
TV2S Süvistatud hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	76,5	13 770 €	
TV2 Pinnapealne hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh	tk	110	71,28	7 841 €	
E2.1 Evakuatsioonivalgusti EXIT, seina kinnitus, nool otse, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	150	47,88	7 182 €	
E2.2S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	40	58,86	2 354 €	
E2.2r Evakuatsioonivalgusti EXIT, riputatud, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h + komplekteerida riputamiseks vajalike tarvikutega	tk	20	85,68	1 714 €	
E2.3S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool otse two sided, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	20	58,86	1 177 €	
E2.4 Evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool vasakule, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	10	47,88	479 €	
E2.5S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool paremale, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, SELF-TEST funktsiooniga, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	53,1	531 €	

TRP1 Hädavalgusti trepikojas, avatud ala optika, pinnapealne, IP65, 2W 350lm, tööraadius 5m, SELF-test funktsiooniga, Awex AXNO, AXNO/2W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	72,36	724 €	
Vaskaabel XPJ-HF C 3G1,5 valgustitele	m	2200	1,1	2 420 €	
Seadmete kulu kokku:				51 961 €	
Paigaldus	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
Valgustite paigalduse kulu. Ühe valgustile paigalduse ajakulu 0,5 h.	h	350	60 €	21 000 €	
Valgustite kaabelduse kulu. Ühe valgusti kaabelduse ajakulu on 1 h.	h	700	60 €	42 000 €	
Paigalduse kulu kokku:				63 000 €	
Käit	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku, 1 aasta (€)	Hind kokku, 10 aastat (€)
Hädavalgustuse igakuine käidukulu (ühe korruse käidu ajakulu on 1h).	h	110	60 €	6 600 €	66 000 €
Hädavalgustuse iga-aastane käidukulu. (ühe korruse käidu ajakulu on 1,5h).	h	15	60 €	900 €	9 000 €
Käidu kulu kokku:				75 000 €	
Hooldus					
Lisavalgustid 10 aastase perioodi jooksul, arvestades valgustite eluiga.				9 908 €	
Hoolduse käigus väljavahetatavad valgustid, 5% aastas				34 679 €	
Hoolduse kulu kokku:				44 587 €	

### Lisa 3 Kontrollsüsteemita endatoiteliste hädavalgustite kalkulatsioon

Seadmed	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
TV3S Süvistatud hädavalgusti, koridori optika, IP65, 1W 335lm, tööraadius 5m, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETSR/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	48,4 €	8 716 €	
TV2S Süvistatud hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh, süvistatav	tk	180	48,4 €	8 716 €	
TV2 Pinnapealne hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETSU/1W/ sisseehitatud akuga 3h/Wh	tk	110	43,2 €	4 752 €	
E2.1 Evakuatsioonivalgusti EXIT, sein kinnitus, nool otse, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	150	32,0 €	4 806 €	
E2.2S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	40	43,0 €	1 721 €	
E2.2r Evakuatsioonivalgusti EXIT, riputatud, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h + komplekterida riputamiseks vajalike tarvikutega	tk	20	69,8 €	1 397 €	
E2.3S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool otse two sided, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S , ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	20	43,0 €	860 €	
E2.4 Evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool vasakule, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h seinapealne	tk	10	32,0 €	320 €	
E2.5S Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool paremale, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, ILMA self-test funktsioonita, Awex EXIT S, ETS/1W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	37,3 €	373 €	
TRP1 Hädavalgusti trepikojas, avatud ala optika, pinnapealne, IP65, 2W 350lm, tööraadius 5m, ILMA self-test funktsioonita, Awex AXNO, AXNO/2W/ sisseehitatud akuga 3h	tk	10	61,9 €	619 €	

Vaskaabel XPJ-HF C 3G1,5 valgustitele	m	2200	1,1 €	2 420 €	
Seadmete kulu kokku:				34 699 €	
Paigaldus	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
Valgustite paigalduse kulu. Ühe valgustile paigalduse ajakulu 0,5 h.	h	350	60 €	21 000 €	
Valgustite kaabelduse kulu. Ühe valgusti kaabelduse ajakulu on 1 h.	h	700	60 €	42 000 €	
Paigalduse kulu kokku:				63 000 €	
Käit	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku, 1 aasta (€)	Hind kokku, 10 aastat (€)
Hädavalgustuse igakuine käidukulu (ühe korruse käidu ajakulu on 1,5h).	h	165	60 €	9 900 €	99 000 €
Hädavalgustuse iga-aastane käidukulu. (ühe korruse käidu ajakulu on 2h).	h	20	60 €	1 200 €	12 000 €
Käidu kulu kokku:				111 000 €	
Hooldus					
Lisavalgustid 10 aastase perioodi jooksul, arvestades valgustite eluiga.				32 279 €	
Hoolduse käigus väljavahetatavad valgustid, 5% aastas				22 596 €	
Hoolduse kulu kokku:				54 875 €	

**Lisa 4 Automaatkontrollisüsteemiga keskoiteliste hädavalgustite  
kalkulatsioon**

Seadmed	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku (€)	
<b>TV3S</b> Süvistatud hädavalgusti, koridori optika, IP65, 1W 335lm, tööraadius 5m, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETSR/1W/FZLV2/Wh, süvistatav	tk	180	82 €	14 774 €	
<b>TV2S</b> Süvistatud hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETSU/1W/FZLV2/Wh, süvistatav	tk	180	82 €	14 774 €	
<b>TV2</b> Pinnapealne hädavalgusti, avatud ala optika, IP65, 1W 340lm, tööraadius 5m, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETSU/1W/FZLV2/Wh	tk	110	77 €	8 455 €	
<b>E2.1</b> Evakuatsioonivalgusti EXIT, seina kinnitus, nool otse, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETS/1W/FZLV2 seinapealne	tk	150	56 €	8 397 €	
<b>E2.2S</b> Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/FZLV2 süvistatav	tk	40	67 €	2 678 €	
<b>E2.2r</b> Evakuatsioonivalgusti EXIT, riputatud, kahepoolne, nooled küljele, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S two-sided, ETS/1W/FZLV2 + komplekteerida riputamiseks vajalike tarvikutega	tk	20	92 €	1 847 €	
<b>E2.3S</b> Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool otse two sided, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETS/1W/FZLV2 süvistatav	tk	20	67 €	1 339 €	
<b>E2.4</b> Evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool vasakule, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETS/1W/FZLV2 seinapealne	tk	10	56 €	560 €	
<b>E2.5S</b> Süvistatav evakuatsioonivalgusti EXIT, lae kinnitus, nool paremale, vaatekaugus 20m, 1W, IP65, keskakusüsteemile (FZLV II 48VDC), Awex EXIT S, ETS/1W/FZLV2 süvistatav	tk	10	61 €	612 €	
TRP1 Hädavalgusti trepikojas, avatud ala optika, pinnapealne, IP65, 2W 350lm, tööraadius 5m, keskakusüsteemile, Awex AXNO, AXNO/2W/FZLV2/WH	tk	10	73 €	734 €	
Turvavalgustuse akukeskus Awex, FZLV II 48V/3h, 26Ah, 241W	kmpl	5	3 500 €	17 500 €	



Hädavalgustuse süsteemi IO-moodul PH3F elektrikilbis, DIN-liistul	tk	10	92 €	918 €	
Valgustuse toitefiidrite abikontktid jaotuskeskuses	tk	0	0 €	0 €	
LAN võrgukaabel Cat6 keskusele	m	300	1	300 €	
ATS signaali kaabel keskusele	m	500	0,8	400 €	
KLMA 4x0,8+0.8 signaalkaabel TOA süsteemi keskuselt	m	500	0,8	400 €	
Tulekindel vaskaabel AFUMEX FRHF 2x2,5 valgustitele	m	2000	3 €	5 250 €	
Vaskaabel XPJ-HF C 3G1,5 keskusele	m	150	1 €	165 €	
Tulekindlate kaablite kinnitused	tk	0	0 €	0 €	
Tulekindlad harutoosid	tk	0	0 €	0 €	
tarkvara	komp	0	0 €	0 €	
Seadmete kulu kokku:				79 104 €	
Paigaldus	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku, 1 aasta (€)	
Valgustite paigalduse kulu. Ühe valgustile paigalduse ajakulu 0,5 h.	h	350	60 €	21 000 €	
Valgustite tulepüsivkaabli paigaldus, ühe valgusti kohta 2h 70 valgustit	h	1400	60 €	84 000 €	
Keskuse paigalduse ajakulu	h	1	60	60 €	
LAN võrgukaabli paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
ATS signaali kaabli paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
TOA signaali kaabli paigaldus keskusele	h	0,75	60	45 €	
Elektrioite paigaldus keskusele	h	0,5	60	30 €	
Keskuse seadistus, süsteemi testimine	h	3	60	180 €	
Paigalduse kulu kokku:				105375 €	
Käit	Ühik	Kogus	Hind ühik (€)	Hind kokku, 1 aasta (€)	Hind kokku, 10 aastat (€)
Hädavalgustuse igakuine käidukulu (hoone käidu ajakulu on 2h).	h	1,5	60 €	990 €	9 900 €
Hädavalgustuse iga-aastane käidukulu. (hoone käidu ajakulu on 2h).	h	1,5	60 €	90 €	900 €
Käidu kulu kokku:				10 800 €	
Hooldus					
Lisavalgustid, arvestades valgustite eluiga				0 €	
Hoolduse käigus väljavahetatavad valgustid				3 644 €	
Hoolduse kulu kokku:				3 644 €	

**Lisa 5 Automaatkontrollisüsteemiga kesktoiteliste hädavalgustite  
plaani lahendus**

**Lisa 6 - Automaatkontrollisüsteemiga endatoitelised hädavalgustite  
plaani lahendus**

**Lisa 7 - S-liiki kontrollsüsteemiga ja kontrollsüsteemita endatoiteliste  
hädavalgustite plaanilahendus**