

Turvavalaistusjärjestelmien investointi- ja käyttökustannusvertailu

Jyri Hattukangas

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkövoimatekniikka

Tekijä(t) Hattukangas, Jyri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 61	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Turvavalaistusjärjestelmien investointi- ja käyttökustannusvertailu		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Sirpa Hukari, Vesa Hytönen		
Toimeksiantaja(t) Ramboll Finland Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Markkinoilla on suuri määrä erilaisia turvavalaistusjärjestelmiä. Sähkösuunnittelijan vastuulla on useimmiten kyseisten järjestelmien suunnittelu sekä valinta. Järjestelmien välillä on paljon eroavaisuuksia ominaisuuksissa sekä kustannuksissa, ja järjestelmien kustannukset jakaantuvat investointi- sekä käyttöajankustannuksiin. Jokainen kiinteistö asettaa lisäksi omat vaatimukset sekä rajoitukset turvavalaistusjärjestelmille. Kysymykseksi nouseekin, kuinka löytää aina kiinteistökohtaisesti kustannustehokkain turvavalaistusjärjestelmä?</p> <p>Konkreettisena tavoitteena oli kehittää turvavalaistusjärjestelmien elinkaarikustannuksia vertaileva laskentatyökalu. Laskentatyökalun oli tarkoitus olla muokattavissa sopimaan erilaisiin kiinteistöihin. Laskentatyökalulla mahdollistettaisiin suunnitteluun kuuluvien työtuntien väheneminen sekä kustannustehokkaimman järjestelmän löytäminen.</p> <p>Kustannusvertailuun valittiin neljä erilaista turvavalaistusjärjestelmää. Jokaiselle järjestelmälle toteutettiin turvavalaistusstandardien mukaiset suunnitelmat työelämän kohteeseen. Laskentatyökalu muodostettiin turvavalaistussuunnitelmien sekä järjestelmällisen tiedonhankinnan pohjalta. Laskentatyökalu toteutettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan.</p> <p>Työelämän suunnittelukohteeseen valmistui neljälle eri järjestelmälle räätälöidyt turvavalaistussuunnitelmat. Laskentatyökalu antaa tarkkaa tietoa turvavalaistusjärjestelmien elinkaarikustannuksista. Laskentatyökalua on myös mahdollista käyttää hyödyksi tulevaisuuden suunnittelukohteissa.</p> <p>Turvavalaistusjärjestelmien kustannuksien eroavaisuuksia aiheuttavat osa-alueet ovat selkeästi luokiteltavissa. Nämä eroavaisuudet on syytä tiedostaa suunnitteluvaiheessa. Kiinteistön ominaisuudet määrittelevät kuitenkin lopulta kustannuserojen suuruuden.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Turvavalaistus, elinkaarikustannus, kustannusvertailu		
Muut tiedot		

Author(s) Hattukangas, Jyri	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 61	Permission for web publication: x
	Title of publication Lifecycle cost comparison of emergency lighting systems	
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
Supervisor(s) Hukari Sirpa, Hytönen Vesa		
Assigned by Ramboll Finland Oy		
Abstract <p>There are numerous different emergency lighting systems on the market. Electrical designers are usually responsible for designing and selecting these systems. There are many differences between the systems in terms of features and costs. The costs are divided into investment and operating costs. Every single property also sets out its own requirements and restrictions for their emergency lighting system. The question here is: How can the most cost-effective emergency lighting system be found for each property?</p> <p>The objective was to develop a calculation tool which compares lifecycle costs of different emergency lighting systems. The calculation tool was to be customizable to fit for different properties. The calculation tool allows reducing the time spent on planning of these different systems and helps finding the most cost-effective system.</p> <p>Four different emergency lighting systems were selected for comparison and emergency lighting plans were made for each system. The calculation tool was formed based those plans and systematic information acquisition. The calculation tool is implemented with Excel spreadsheet program.</p> <p>Four unique emergency lighting plans were created for the design property. The calculation tool provides detailed information of lifecycle costs of those systems. Tool may also be used in upcoming design projects.</p> <p>The areas causing differences in the costs of emergency lighting systems are clearly classifiable. These differences must be figured out precisely when the planning is in progress. In the end, the properties of the real estate determine the cost differences.</p>		
Keywords/tags (subjects) Emergency lighting, lifecycle cost, cost comparison		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Ramboll Finland Oy.....	5
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus.....	5
1.3	Kehittämisprojekti	6
2	Turvavalaistus.....	7
2.1	Turvavalaistuksen tehtävät	7
2.2	Poistumisreittivalaistus	8
2.3	Avoimen alueen valaistus.....	9
2.4	Standardit sekä asetukset	9
3	Turvavalaisintyypit	12
4	Turvavalaisinjärjestelmät	14
4.1	Keskusakustojärjestelmä.....	14
4.2	Yksikkövalaisinjärjestelmä.....	18
4.3	Osoitteelliset järjestelmät	19
5	Erilaisia turvavalaistusjärjestelmä ratkaisuja.....	22
5.1	Teknoware Tapsa Control -osoitteellinen keskusakustojärjestelmä.....	22
5.2	Exilight ESC-200P -osoitteellinen keskusakustojärjestelmä.....	27
5.3	Neptolux Nepto 254 -osoitteellinen yksikkövalaisinjärjestelmä	29
5.4	Teknoware Aalto Control -osoitteellinen yksikkövalaisinjärjestelmä	33
6	Suunnittelu	36
6.1	Opastevalaisimet	36
6.2	Turvavalaisimet.....	38
6.2.1	Poistumisreittivalaistus.....	40
6.2.2	Avoimen alueen valaistus	41
6.3	Estohäikäisy	42
7	Huolto ja kunnossapito.....	43
7.1	Testaukset	43

	2
7.2	Tallenteet ja raportointi 44
7.3	Kunnossapito-ohjelma 45
8	Opinnäytetyön käytännön toteutus 46
8.1	Esivalmistelut..... 46
8.2	Projektin aloitus..... 47
8.3	Suunnitteluvaihe..... 48
8.4	Laskentavaihe 50
8.5	Kustannusten arviointi 51
9	Tulokset 53
10	Pohdinta 56
	Lähteet 59

Kuviot

Kuvio 1.	Turvavalaistuksen osa-alueet 8
Kuvio 2.	ISO7010-standardin hyväksymiä opasteita..... 9
Kuvio 3.	Opastevalaisin 12
Kuvio 4.	Turvavalaisin..... 13
Kuvio 5.	Vaihtokytkentäisen tehonsyötön toimintakuvaus 15
Kuvio 6.	Keskeytymättömän tehonsyötön toimintakuvaus 16
Kuvio 7.	Keskusakustojärjestelmän akun elinkaari lämpötilan funktiona 17
Kuvio 8.	WebCM- ja WebACM-toimintakaavio 24
Kuvio 9.	ACM-toimintakaavio 25
Kuvio 10.	IC-controller -toimintakaavio 26
Kuvio 11.	Neptolux-väyläkaapeloinnin esimerkki..... 31
Kuvio 12.	Neptolux-muuttuvasybolinen opastevalaisin 33
Kuvio 13.	Aalto Control wireless-/ethernet -koordinaattori..... 35
Kuvio 14.	Aalto Control WMU -valvontalaite 36
Kuvio 15.	Opasteen suurin sallittu katseluetäisyys..... 37
Kuvio 16.	Teknoware TWT1451 WK -valaisimien sijoitus 39
Kuvio 17.	Poistumisreitit turvavalaistus 40

Kuvio 18. Avoimen alueen turvavalaistus	41
Kuvio 19. Estohäikäisyn alue vaakatasossa	42
Kuvio 20. Estohäikäisyn alue korkeuden muutoksissa.....	42

Taulukot

Taulukko 1. Estohäikäisyn suurimmat arvot alueella 1.....	42
---	----

Sanasto

AC	Alternating Current, vaihtovirta
BACnet	Building Automation and Control, talotekniikassa käytetty tietoliikenneprotokollaratkaisu
CAT-kaapeli	Kierretty parikaapeli, jota käytetään yleisesti tietoverkostotoissa
cd	candela, valon voimakkuutta havainnollistava suure
COBA	Connected Open Building Automation, talotekniikassa käytetty tietoliikenneprotokolla ratkaisu
DC	Direct Current, tasavirta
DIP-kytkin	Dual In-line Package, heikkovirtoja ohjaava kytkin
EN	Euroopassa vahvistettu standardi
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkko
EULUMDAT	Valonjakotiedosto, joka havainnollistaa valonlähteen valokeilan jakautumista
IP-luokka	Euroopassa käytössä oleva sähkölaitteiden tiivyyttä määrittelevä luokitusjärjestelmä
ISO	Kansainvälisesti vahvistettu standardi
LED	Light-Emitting Diode, valonlähteissä käytetty tekniikka
Li-Ion-akku	Litiumioniakku
Li-Po-akku	Litiumpolymeeriakku
Lux (tekstissä lx)	Valaistusvoimakkuuden yksikkö kappaleen pinnalla
NiCd-akku	Nikkelikadmiumakku
NiMH-akku	Nikkelimetallihydridiakku
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuudella toimiva etätunnistus laitteiden tunnistamiseen ja yksilöintiin
SFS	Suomessa vahvistettu standardi
SFS-EN	Suomessa sekä Euroopassa vahvistettu standardi
UPS	Uninterruptible Power Supply, varavoimalähdetekniikka

1 Johdanto

1.1 Ramboll Finland Oy

Ramboll Finland Oy on vuonna 1962 perustettu suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Ramboll Finland Oy kuuluu laajaan Ramboll Group-konserniin, joka on perustettu vuonna 1945 Tanskassa. Rambollin palveluntarjonnan skaala on suuri, ja palveluntarjontaan kuuluvia osa-alueita ovat kiinteistöt ja rakentaminen, infra ja liikenne, projektinjohto ja kiinteistökonsultointi, ympäristö ja terveys, johdon konsultointi sekä erilaiset veden käyttösovellukset. (Ramboll esittely 2016.)

Ramboll työllistää maailmanlaajuisesti yli 13000 eri alan asiantuntijaa, joista Suomessa työskentelee 2300. Maailmanlaajuisesti Rambollin toimipisteitä on 35 maassa, ja Suomessa toimistoja sijaitsee 29 eri paikkakunnalla. Ramboll Groupin liikevaihto vuonna 2016 oli 1423,9 miljoonaa euroa, josta Ramboll Finlandin osuus oli 200,5 miljoonaa euroa. (Rambollin vuoden 2016 tulos...2017.)

Opinnäytetyö toteutettiin Ramboll Finlandin talotekniikan yksikön alaisuudessa. Toteuttamispaikkana oli Ramboll Finland Oy:n Jyväskylän toimispiste, joka sijaitsee Ylisenmäen tekniikkakeskityksessä.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tehtävänä oli laatia Ramboll Finlandille eri toimintaperiaatteella toimivien turvalaistusrakennelmien kustannusvertailu. Kustannusvertailun oli tarkoitus kattaa järjestelmän investointi- sekä käyttökustannusvertailun.

Konkreettisenä tuotoksena tuli kehittää laskentatyökalu, jota pystytään käyttämään eri järjestelmävalmistajien turvalaistusrakennelmien kustannusvertailuun. Turvalaistusrakennelmä vaaditaan nykyään useimpiin suuriin rakennuskohteisiin. Yleisiä turvalaistusrakennelmät ovat esimerkiksi kouluissa, sairaaloissa, liikerakennuksissa ja työpaikoilla. Turvalaistusrakennelmien valmistajia on suuri määrä, ja järjestelmiä on olemassa eri toimintaperiaatteilla. Jokainen järjestelmä on omanlainen kokonaisuutensa, ja jokaiselle kokonaisuudelle muodostuu omat kustannukset. Kustannukset

pystytään jakamaan investointikustannuksiin sekä järjestelmän käyttöajan kustannuksiin. Nyky-yhteiskunnassa kustannuksia pyritään minimoimaan, ja budjettien tarkastelu on tarkkaa. Opinnäytetyön muodossa toteutetulla kustannusvertailulle koettiin olevan tarvetta.

Kustannusvertailuun otettiin mukaan neljä erilaista turvavalaistusjärjestelmää. Kaksi järjestelmää valittiin toimintaperiaatteeltaan keskitetyn tehonsyötön järjestelmistä, ja toiset kaksi järjestelmää valittiin hajautetun tehonsyötön järjestelmistä. Näin pystyttiin ottamaan huomioon eri tehonsyötön vaikutus kustannuksien muodostumiseen. Kaikki valitut järjestelmät olivat osoitteellisia turvavalaistusjärjestelmiä. Vertailuun valittiin useiden eri valmistajien järjestelmiä.

Opinnäytetyön aikana suunniteltiin turvavalaistussuunnitelma Jyväskylän helluntaiseurakunnan uuteen toimintakeskukseen. Kohteeseen suunnitellut turvavalaistusjärjestelmän osa-alueet olivat poistumisreittivalaistus sekä avoimen alueen valaistus. Jokaiselle vertailuun valitulle järjestelmälle toteutettiin yksilölliset turvavalaistussuunnitelmat. Työelämän suunnittelukohdetta käyttämällä saatiin kustannusvertailusta mahdollisimman todenmukainen.

Turvavalaistusjärjestelmiä säätelee ja rajoittaa suuri määrä erilaisia standardeja. Opinnäytetyön aikana perehdyin niihin kattavasti. Turvavalaistusjärjestelmän suunnitteluvaihe ja suunnittelua määräävät säädökset tulivat myös tutuiksi. Eri järjestelmiä kartoittaessani sain myös kattavan tiedon tällä hetkellä olemassa olevista ratkaisuista ja järjestelmistä.

1.3 Kehittämisprojekti

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämisprojektina. Kehittämisprojektille tyypillistä on ongelmalähtöisyys, tavoitteellisuus ja suunnitelmallisuus. Kehittämisprojektissa kartoitetaan ensin lähtötilanne, ja sen jälkeen luodaan tavoitteet työn lopputulokselle. Projektin mahdolliset ongelmakohdat määritellään, ja niiden ratkaisemiseen kartoitetaan vaihtoehdot. Projektin valmistuttua tulokset arvioidaan sekä mahdolliset jatko-toimenpiteet ja kehitys mahdollisuudet kartoitetaan. (Jurvelin 2017.)

Opinnäytetyön kehittämiskohteena oli työvaiheen kehitys. Kehittämällä turvavalais-
tusjärjestelmiä vertaileva materiaalikokonaisuus pystyttäisiin vähentämään turvava-
laistusjärjestelmien valintaan kuluvia työtunteja. Turvavalaisusjärjestelmien oleelli-
set tiedot ja materiaalit saataisiin myös keskitetyksi yhteen paikkaan. Kehittämipro-
jektille luotiin alkuvaiheessa tarkka suunnitelma, johon kartoitettiin haluttavat omi-
naisuudet työn lopputulokselta. Suunnitelma toimi suuntaa antavana koko opinnäy-
tetyön ajan, ja se muokkaantui työn edetessä uuden tiedon myötä. Turvavalaisusjär-
jestelmien kustannusvertailun pohjalta syntyi Excel-taulukkolaskentaohjelmaan poh-
jautuva laskentatyökalu. Opinnäytetyönä valmistuneen laskentatyökalun oli tarkoitus
olla muokattavissa toimivaksi myös tuleviin suunnittelukohteisiin. Laskentatyökalu
mahdollistaa myös eri järjestelmien suosittelun asiakkaille tapauskohtaisesti. Lasken-
tatyökalu jää Ramboll Finlandin suunnittelijoiden sisäiseen käyttöön.

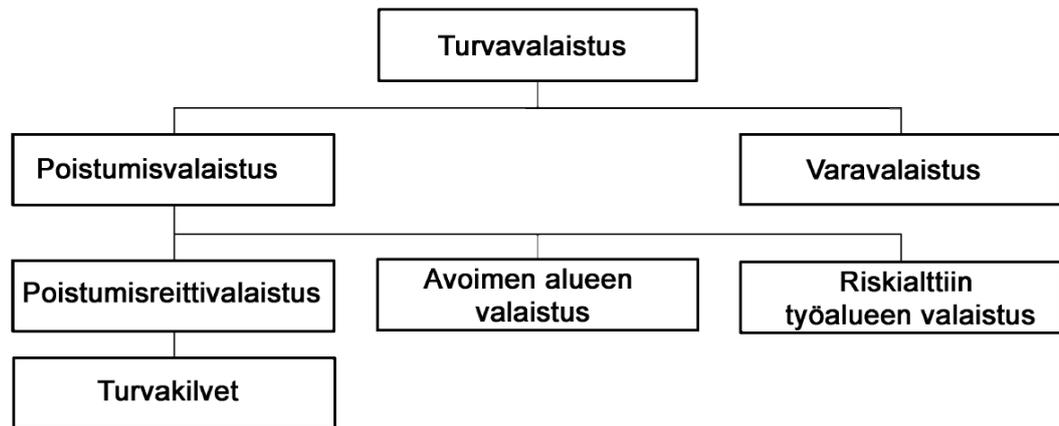
Lähdekriittisyys huomioitiin jo opinnäytetyön aikaisessa vaiheessa. Teoria-osuus
koostuu pääasiassa standardeista, laeista, määräyksistä sekä turvavalaisinjärjestel-
mien valmistajien materiaaleista. Näitä mainittuja ja teoriaosuudessa käytettyjä läh-
teitä voidaan pitää erittäin luotettavina.

2 Turvavalaisus

2.1 Turvavalaisuksen tehtävät

Turvavalaisuksen tarkoituksena on lisätä kiinteistöissä asioivien ja oleskelevien hen-
kilöiden turvallisuutta. Sähkönjakelussa ja jakeluun käytettävissä laitteistoissa esiin-
tyy ajoittain vikatilanteita. Näitä vikatilanteita ei pystytä ennustamaan eikä myöskään
aina välttämään. Vikatila voi aiheutua esimerkiksi sähkökatkosta tai tulipalosta. Täl-
löin kiinteistön normaali sähkönsaanti voi häiriintyä, ja aiheuttaa samalla valaistuk-
sen heikkenemisen. Kiinteistössä oleskelevien henkilöiden turvallisuus heikkenee
huomattavasti, kun toimien suorittamiseen ja liikkumiseen tarkoitettu valaistus heik-
kenee tai katoaa kokonaan. Tähän ongelmaan on kehitetty ratkaisu, joka kantaa ni-
meä turvavalaisus. Turvavalaisuksella on oltava normaalista sähkönsyötöstä riippu-
maton sähkönsyöttö. Kun normaalissa sähkönsyötössä ilmenee vika, on turvavalais-

tusjärjestelmän pystyttävä toimimaan itsenäisesti. Turvavalaistus voidaan jakaa kahteen eri käyttösovellukseen (ks. kuvio 1). Käyttösovellukset ovat poistumisvalaistus sekä varavalaistus. Poistumisvalaistuksen tarkoituksena on mahdollistaa turvallinen poistuminen kiinteistöstä hätätilanteessa tai normaalin sähkösyötön häiriintyessä. Varavalaistuksen tarkoituksena on mahdollistaa kiinteistössä harjoitettavan toiminnan jatkuminen normaalin valaistuksen sähkösyötön häiriintyessä. (Hainari, Hongisto & Jumppanen 2013.)



Kuvio 1. Turvavalaistuksen osa-alueet (SFS-EN 1838:2014, 6)

2.2 Poistumisreitivalaistus

Poistumisreitivalaistus kuuluu poistumisvalaistuksen alaisuuteen. Poistumisreitivalaistuksen tarkoituksena on mahdollistaa kiinteistössä oleskelevien henkilöiden turvallinen poistuminen kiinteistöstä määritellyjä poistumisreittejä pitkin. Poistumisreitivalaistuksen täytyy opastaa tiloissa oleskelevat henkilöt lähimmälle poistumisreitille ja ohjata edelleen selkeästi ulos kiinteistöstä. Poistumisreitillä opastamiseen käytetään vihreätaustaisia valaistuja opasteita tai opastevalaisimia (ks. kuvio 2). Poistumisreitioasteiden tulee olla jatkuvasti valaistuna normaalista sähkösyötöstä riippumattomalla ratkaisulla. Poistumisreitille on myös tapauskohtaisesti lisättävä turvavalaistimia, jotka luovat reitille vaadittavan valaistustason turvalliseen poistumiseen. (SFS-EN 1838:2014, 10.)



Kuvio 2. ISO7010-standardin hyväksymiä opasteita (Hongisto 2016, 25.)

2.3 Avoimen alueen valaistus

Avoimen alueen valaistuksen tarkoituksena on valaista laajoja avoimia tiloja, joissa oleskelee henkilöitä. Normaalin valaistuksen häiriintyessä avoimen alueen valaistus mahdollistaa ihmisten turvallisen poistumisen avoimesta tilasta poistumisreitille. Avoimen alueen valaistus ehkäisee tiloissa syntyvää paniikkia ja luo mahdollisuuden poistua tilasta turvallisesti. Avoimen alueen valaistusta käytetään tiloissa, joiden pinta-ala on vähintään 60 m². (SFS-EN 1838:2014, 10.)

2.4 Standardit sekä asetukset

Turvavalaistusta määrittelee ja säätelee suuri määrä standardeja sekä asetuksia. Turvavalaistuksen tarkoituksena on ehkäistä hätätilanteissa tapahtuvia tapaturmia ja loukkaantumisia. Tämä edellyttää yhteisten standardien noudattamista erilaisia järjestelmiä suunniteltaessa. Suomella ei ole omia ainoastaan turvavalaistusta sääteleviä standardeja. Tämän takia Suomessa käytetään EN-standardeja, jotka koskevat turvavalaistusta. Turvavalaistusta koskevista standardeista vain kaksi on määritelty velvoittaviksi: SFS-EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät sekä SFS-EN 60598-2-22 Luminaires for emergency lighting. Laeista ja muista asetuksista on velvoittavaksi määritelty Laki 976/1994, Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä. Muita standardeja ja säädöksiä noudatetaan soveltuvin osin. (Hainari...2013.)

Pelastuslaki 379/2011

Pelastuslaki 379/2011 asettaa määräyksiä turvavalaistusjärjestelmien vastuukysymyksiin sekä kunnossapitoon. Laissa määritellään turvavalaistusjärjestelmien toimintakunnossa pitämisen kuuluvan kiinteistön omistajan tai haltijan sekä kiinteistössä toimintaa harjoittavan tahon vastuulle. Jos kiinteistössä on omistusasunto-tyylisiä huoneistoja, on huoneiston omistaja omalta osaltaan vastuussa turvavalaistusjärjestelmän toimintakunnossa pysymisestä. (Pelastuslaki 379/2011, 2-3.)

Laitelaki 10/2007

Laitelaki 10/2007 määrittelee turvavalaistusjärjestelmissä käytettävien komponenttien ja osien vaatimuksia. Lain määräykset koskevat turvavalaistusjärjestelmien valmistajia sekä markkinoille saattajia. Komponenttien on täytettävä niille oleelliset ja säädetyt vaatimukset, ja vaatimusten täyttyminen tulee olla ilmaistuna tarpeeksi selkeästi. Laissa edellytetään myös turvavalaistusjärjestelmien suunnittelulta ja asennukselta erityistä tarkkuutta. Suunnittelu ja asennus on toteutettava niin, että järjestelmä toimii asianmukaisesti eikä vaaranna ihmisten turvallisuutta. Turvavalaistusjärjestelmää täytyy myös huoltaa niin, että järjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset järjestelmän koko elinkaaren ajan. (Laitelaki 10/2007.)

SMa 805/2005

Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta asettaa määräyksiä poistumisreitien merkitsemiseen ja valaisemiseen. Asetuksessa käsitellään myös tuotteiden käyttöohjeita, kunnossapitoa sekä teknisiä vaatimuksia. Poistumisopasteiden käyttöä vaaditaan majoitustiloissa, hoitolaitoksissa, koontumistiloissa, liiketiloissa, työpaikoilla, tuotantotiloissa sekä varastotiloissa, joissa työskennellään. Sisäasiainministeriön asetus määrittelee myös velvoittavat standardit valaisimien ominaisuuksien vaatimuksille sekä keskitetyn tehonsyötön keskusyksikölle. Turvavalaisimien tulee täyttää standardin SFS-EN 60598-2-22 vaatimukset. Keskitetyn tehonsyötön järjestelmän keskusyksikön tulee täyttää standardin SFS-EN 50171 vaatimukset. (SMa 805/2005.)

SFS-EN 1838 Valaistusovellukset. Turvavalaistus

Standardissa SFS-EN 1838 käydään läpi turvavalaistuksen suunnittelun kannalta oleellisia asioita. Standardi määrittelee turvavalaistuksella korostettavat paikat ja sen mihin opastevalaisimet on sijoitettava. Standardissa määritellään minimi valaistustasot lattian tasosta tarkasteltuna poistumisreiteille (1 lx) sekä avoimelle alueelle (0,5 lx). Standardissa määritellään myös rajoitteet opasteiden suurimmille katseluetäisyyksille, sekä annetaan ohjeistukset estohäikäisyyille. Standardissa määritellään lisäksi mitä ominaisuuksia opasteilta vaaditaan. Turvavalaistuksen pienimmäksi toiminta-ajaksi määritellään yksi tunti. (SFS-EN 1838:2014.)

SFS 6000-5-56 Turvajärjestelmät

Standardi SFS 6000-5-56 asettaa vaatimuksia turvavalaistujärjestelmien komponenteille sekä eri toteutuksille. Standardissa käydään läpi keskusakustojärjestelmän vaatimuksia sekä yksikkövalaisinjärjestelmän vaatimuksia. Standardissa asetetaan vaatimuksia myös järjestelmien erikois- ja yhdistelmäratkaisuille. Turvavalaistusjärjestelmien suojauksia sekä piirien vaatimuksia selvennetään myös. Standardi määrittelee myös palonkestävän johtotien tarpeellisuuden tapauskohtaisesti. Keskusakustollisen järjestelmän valaisimien suurimmaksi ryhmäkooksi määritellään 20 valaisinta. Ryhmäkokoja suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava 20 % laajennusvara valaisimien lisäämiselle jälkikäteen. Turvavalaistuksen oikeaoppinen käynnistyminen määritellään standardissa myös selvästi. Normaalia valaistusta tulee valvoa ryhmäkohtaisesti, ja jos valaistusryhmässä havaitaan vika, tulee turvavalaistuksen syytä välittömästi. Turvavalaistuksen on syyttävä, kun normaalin valaistuksen syöttöjännite laskee 0,6 kertaiseksi mitoitusjännitteeseen nähden. Turvavalaistus saa palata normaaliin tilaan, kun normaalin valaistuksen jännite nousee 0,85 kertaiseksi mitoitusjännitteeseen nähden. (SFS6000-5-56:2017.)

SFS-EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät

Standardi SFS-EN 50171 on luokiteltu Suomessa velvoittavaksi standardiksi. Standardi tulee huomioida suunniteltaessa keskusakustojärjestelmällä toteutettavaa turvavalaistusjärjestelmää. Standardissa käydään läpi keskitetyn tehonsyötön eri toimintape-

riiateilla toimivat ratkaisut sekä järjestelmien käyttöolosuhteet. Standardissa asetetaan myös vaatimuksia järjestelmän eri komponenteille sekä komponenttien yhteensopivuuksille.

SFS-EN 50172 Poistumisvalaistusjärjestelmät

Standardissa SFS-EN 50172 määritellään poistumisvalaistukselle yleisiä termejä. Standardi käy läpi poistumisvalaistuksen suunnittelun kannalta oleellisia asioita sekä viittaa standardeihin joiden mukaan poistumisvalaistus on suunniteltava. Standardista löytyy myös vaatimukset turvavalistusjärjestelmien huollolle, kunnossapidolle, testaustalle sekä dokumentoinnille.

3 Turvavalaisintyypit

Turvavalaisusratkaisuissa käytettävät valaisimet voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, jotka ovat opastevalaisimet (ks. kuvio 3) ja turvavalaisimet (ks. kuvio 4). Turvavalaisusta koskevat standardit asettavat molemmille valaisintyypeille omat vaatimuksensa.

Opastevalaisimien tehtävänä on opastaa kiinteistössä oleskelevia henkilöitä hätätilanteessa turvallista poistumisreittiä pitkin ulos kiinteistöstä. Kiinteistön pohjaratkaisu voi olla sokkeloinen, eikä kiinteistö monessa tapauksessa ole henkilöille ennestään tuttu. Opastevalaisimien sijoituksella ja näkyvyydellä on siis suuri merkitys.

Opastevalaisimien täytyy myös olla jatkuvasti valaistuna.



Kuvio 3. Opastevalaisin (Esc 90 led emergency exit light...1.)

Turvavalaisimien tehtävänä on mahdollistaa kiinteistössä oleskelevien henkilöiden liikkuminen turvallisesti normaalin sähkönsyötön vikaantuessa. Turvavalaisimet voivat kuulua joko poistumisvalaistukseen tai varavalaistukseen. Turvavalaisinten ei tarvitse palaa jatkuvasti, mutta niiden on syyttävä välittömästi normaalin sähkönsyötön vikaantuessa. Turvavalaisimet voidaan jaotella vielä edelleen kahden periaatteen myötä. Toimintaperiaatteen mukaan turvavalaisimet jaotellaan jatkuvatoimisiin-, ajoittain toimiviin- sekä yhdistelmävalaisimiin. Tehonsyöttö jaottelee valaisimet vielä edelleen yksikkövalaisimiin sekä keskusakustojärjestelmän valaisimiin.



Kuvio 4. Turvavalaisin (Linespot II lowbay led emergency light...1.)

Jatkuvatoiminen turvavalaisin

Turvavalaisintyyppi palaa nimensä mukaisesti jatkuvasti. Normaalin sähkönsyötön vikaantuessa valaisimen syötön on vaihduttava. Poistumisvalaistuksessa vaihtoehtoinen sähkönsyöttö toteutetaan akuilla tai kondensaattoreilla. Poistumisvalaistuksessa valaisimille määritellään riskiarvioinnin perusteella vaadittu palamisaika, joka on aina kuitenkin vähintään yksi tunti. Varavalaistukselta vaadittaessa pitkiä toiminta-aikoja toteutetaan vaihtoehtoinen sähkönsyöttö UPS-järjestelmillä tai muilla varavoimakoneilla. (SFS-EN 50172:2014, 8.)

Ajoittain toimiva turvavalaisin

Turvavalaisintyyppi ei ole päällä sähkönsyötön ollessa normaalissa tilassa. Valaisinten täytyy syttyä normaalin sähkönsyötön vikaantuessa. Tämän jälkeen valaisimet toimivat tapauskohtaisesti joko poistumisvalaisimina tai varavalaisimina.

(SFS-EN 50172:2014, 10.)

Yhdistelmävalaisin

Yhdistelmävalaisin sisältää vähintään kaksi valonlähdettä tai lamppua. Valonlähteiden sähkösyötöistä osa tulee normaalista sähkösyötöstä ja osa varavoimasta. Normaalin sähkösyötön häiriintyessä valaisin tuottaa valoa varavoimaan kytketyn valonlähteen toimesta. (SFS-EN 50172:2014, 8.)

4 Turvavalaisinjärjestelmät

Turvavalaisinjärjestelmät voidaan jakaa tehonsyötön perusteella kahteen eri toimintaperiaatteeseen. Toimintaperiaatteet ovat yksikkövalaisinjärjestelmä (hajautetun tehonsyötönjärjestelmä) sekä keskusakustojärjestelmä (keskitetyn tehonsyötönjärjestelmä). Molemmat järjestelmät on luokiteltu toimintavarmuudeltaan samanarvoiksi. Suunnitteluvaiheessa on kuitenkin huomioitava tapauskohtaisesti, kumpaa järjestelmää lähdetään suunnittelemaan ja toteuttamaan.

4.1 Keskusakustojärjestelmä

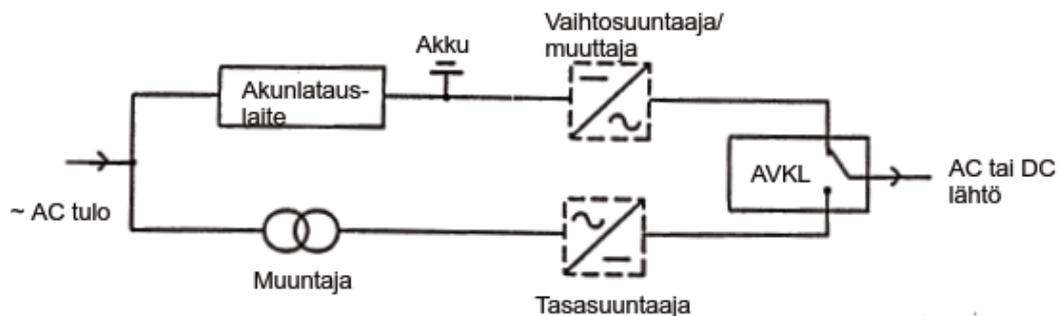
Keskusakustojärjestelmässä turvavalaisimien tehonsyöttö normaalin sähkösyötön häiriintyessä tapahtuu keskitetysti akustosta. Akusto on yleensä sijoitettuna kiinteistön tekniseen tilaan turvavalokeskuksen läheisyyteen. Akusto voi olla erillisessä akkukaapissa tai turvavalokeskuksen ja akkukaapin yhdistelmässä. Akuston sijoitusratkaisu on yleensä toimittajakohtainen. Keskusakustolliset turvavalalaistusjärjestelmät voidaan luokitella tehonsyötön toimintatavan perusteella kahteen eri kategoriaan: vaihtokytkentäiseen toimintatapaan ja keskeytymättömään toimintatapaan. Vaihtokytkentäisen toimintatavan ja keskeytymättömän toimintatavan erona on tehonsyötön kytkentäaika. Vaihtokytkentäisen toimintatavan suurin sallittu kytkennän vasteaika on 0,5 sekuntia. Keskeytymättömässä toimintatavassa kytkennän vasteaikaa ei ole ollenkaan. On myös olemassa ratkaisuja, joissa hyödynnetään molempia toimintatapoja. (SFS-EN 50171:2002, 10-12.)

Keskusakustojärjestelmistä on olemassa useita ratkaisuja. Järjestelmien jännitetason perusteella järjestelmiä on vaihtojännitteellä (230 V AC) toimivia, sekä tasajännitteellä (useimmiten 24-65 V DC) toimivia. Järjestelmiä on saatavilla myös osoitteellisina, joissa jokaisella valaisimella on yksilöllinen osoitetieto. Järjestelmiä löytyy myös

itsetestausominaisuuksilla varustettuna. Itsetestaavat järjestelmät suorittavat standardien vaatimat päivittäiset, kuukausittaiset sekä vuosittaiset testaukset automaattisesti. Järjestelmiin on myös integroitavissa etävalvonta ominaisuuksia eri ohjelmistoilla. Etävalvonta mahdollistaa järjestelmien valvonnan esimerkiksi internet-yhteyden välityksellä. (Hainari...2013.)

Vaihtokytkentäinen toimintatapa

Vaihtokytkentäisessä toimintatavassa kiinteistön sähköverkon ollessa normaalissa tilassa tapahtuu turvalaisimien syöttö suoraan sähköverkosta. Jos turvalaisinjärjestelmän jännite vastaa sähköverkon jännitettä, syötetään jännite suoraan vaihtokytkentäkojeen läpi valaisimille. Jos turvalaisinjärjestelmän jännite on esimerkiksi tasajännitettä, muunnetaan verkon jännite erotusmuuntajaan ja tasasuuntaajan lävitse valaisimille sopivaksi. Molemmissa tapauksissa verkon jännite suorittaa samalla ylläpitolatausta turvalaistusjärjestelmän akuille. Kun kiinteistön sähköverkon jännite häiriintyy, havaitsee vaihtokytkentälaitteen jännitteenvälvontakoje häiriön. Tällöin vaihtokytkentäkoje osaa kääntää jännitteen syötön akustolle. Akustolta tuleva tasajännite syötetään joko suoraan turvalaisimille tai se muunnetaan vaihtosuuntaajalla valaisimille sopivaksi. (SFS-EN 50171:2002, 10.) Vaihtokytkentäisen tehonsyötön toimintaa kuvaava piirros on esitetty kuviossa 5.

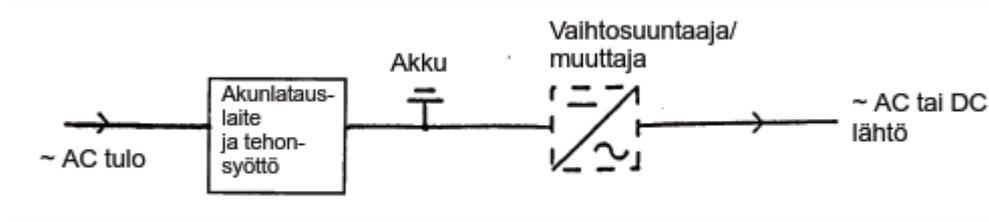


Kuvio 5. Vaihtokytkentäisen tehonsyötön toimintakuvaus (SFS-EN 50171:2002, 10.)

Keskeytymätön toimintatapa

Keskeytymättömässä toimintatavassa akunlatauslaite syöttää turvalaisimia sekä suorittaa akustolle ylläpitolatausta. Kiinteistön sähköverkon vikaantuessa tehonsyöttö siirtyy välittömästi akustolle. Akuston jännite syötetään suoraan sellaisenaan turvalaisimille tai se vaihtosuunnataan valaisimille sopivaksi. Keskeytymättömässä toimintatavassa turvalaisimien jännitesyöttö ei katkea missään vaiheessa. (SFS-EN

50171:2002, 12.) Keskeytymätöntä toimintatapaa kuvaava piirros on esitettyä kuviossa 6.



Kuvio 6. Keskeytymättömän tehonsyötön toimintakuvaus (SFS-EN 50171:2002, 12.)

Palonkestävä johtotie

Standardissa SFS 6000-5-56 määritellään seuraavasti:

Keskitetystä tehonsyötöstä syötettyjen valaisimien johtojärjestelmien pitää säilyttää syöttö teholähteestä valaisimille riittävän pitkän aikaa tulipalon aikana. Tämä pitää toteuttaa käyttämällä kohtien 560.8.1 tai 560.8.2 mukaisia palonkestäviä johtojärjestelmiä palo-osastojen läpi kulkevaan tehonsyöttöön. Sen palo-osaston sisällä, jonne valaisimet on asennettu, ei ole vaatimuksia johtojärjestelmän palonkestävyydelle. (SFS6000-5-56:2017, 12.)

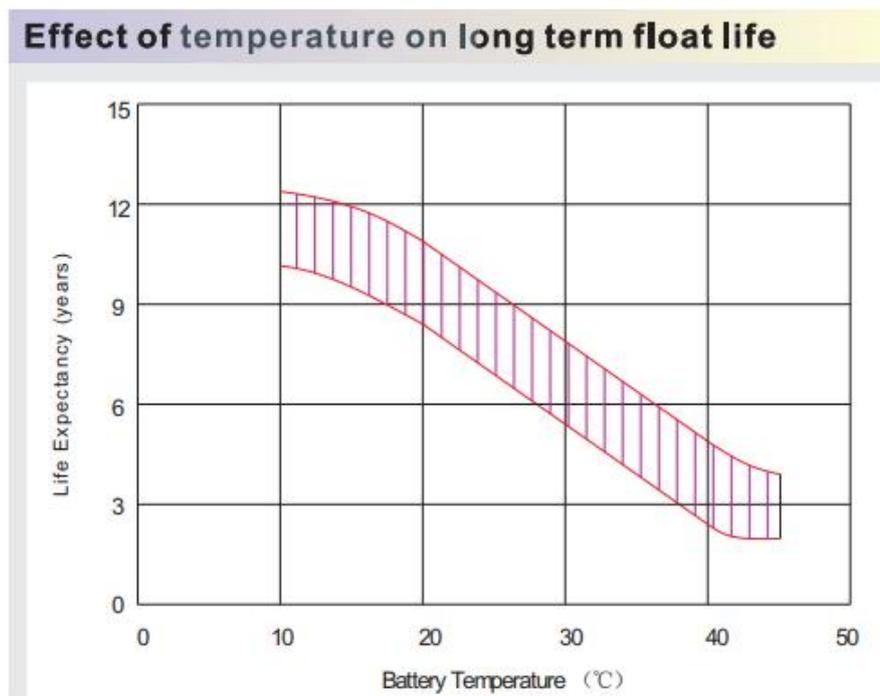
Keskusakustojärjestelmässä valaisimien varavoimasyöttö tapahtuu yhdestä keskitetystä sijainnista. Turvavalaisimien täytyy pystyä standardin SFS-EN 1838 mukaan tuottamaan valaistusta vähintään yhden tunnin ajan normaalin sähkösyötön vikaantuessa. Standardi SFS 6000-5-56 velvoittaa turvavalaisimien syöttöön käytettävän palonkestäviä asennustarvikkeita. Palonkestävällä asennuksella mahdollistetaan turvavalaisusjärjestelmän toimintakunnossa pysyminen vaaditun ajan myös palotilanteessa. Palonkestäviä asennustarvikkeita täytyy käyttää ryhmissä, jotka syöttävät turvavalaisimia eri palo-osastojen läpi. Saman palo-osaston sisällä sijaitseville valaisimille ei vaadita palonkestävää johtojärjestelmää. Suunnittelussa on siis huomiotava, että palo-osastojen läpi menevät johtotiejärjestelmät suunnitellaan palonkestäviksi. Saavutettaessa piste, jossa kaikki ryhmän valaisimet ovat saman palo-osaston sisällä, voidaan käyttää normaaleita johtotiejärjestelmän asennustuotteita. Turvavalaisimien ryhmittely on myös tehtävä niin, että oikosulku tietyn palo-alueen sisällä ei vaikuta muiden palo-osastojen valaisimien toimintaan. (SFS6000-5-56:2017, 12-13.)

Akustot

Keskusakustojärjestelmässä yleisimmin käytetyt varavoimalähteet ovat suljettuja lyijyakkuja. Varavoimalähteenä käytettävien akkujen on täytettävä jonkin alla mainittujen standardien vaatimuksista.

- EN 60285
- EN 60622
- EN 60622
- EN 60896-1
- EN 60896-2

Jos akut eivät täytä mitään mainituista standardeista, voidaan niitä käyttää ainoastaan niiden ollessa turvallisuus- ja suorituskykystandardien mukaisia. Auton lyijyhappoakkujen käyttö keskusakustollisessa järjestelmässä on kielletty. Standardi SFS-EN 50171 vaatii keskusakustojärjestelmän akkujen eliniänodotteeksi 10 vuotta 20 °C lämpötilassa. Akkujen määritellyn eliniän lopussa on akkujen lähtöjännitteen oltava 90 % akkujen nimellisjännitteestä nimelliskuormalla. (SFS-EN 50171:2002, 26.) Kuviossa 7 on esitetty turvalaisinkäyttöön hyväksytyn Ritar RA12-45 (12V 45Ah) lyijy-akun eliniän odote lämpötilan funktiona.



Kuvio 7. Keskusakustojärjestelmän akun elinkaari lämpötilan funktiona (Ritar RA12-45 (12V 45Ah) n.d. 1.)

4.2 Yksikkövalaisinjärjestelmä

Yksikkövalaisinjärjestelmän valaisimissa varavoimalähde on sisäänrakennettuna. Varavoimalähteinä käytetään eri tekniikoilla toteutettuja akkuja tai kondensaattoreita. Yksikkövalaisinjärjestelmän valaisimet ovat niiden sisältävien varavoimalähteiden vuoksi keskusakustojärjestelmän valaisimia hintavampia.

Yksikkövalaisinjärjestelmistä on olemassa useita ratkaisuja. Järjestelmiä on syöttöjännitteeltään 230 V AC järjestelmiä sekä DC järjestelmiä (jännite useimmiten 24-65 V DC). Yksikkövalaisinjärjestelmiä on myös keskusakustollisten järjestelmien tapaan saatavilla osoitteellisina, itsetestauksella sekä etävalvonnalla varustettuna.

Kaapelointi

Yksikkövalaisimien sähkösyötöstä on olemassa erilaisia ratkaisuja. Osaa järjestelmistä syötetään 230 V AC jännitteellä. Tällaisissa järjestelmissä kaapelointi tulee toteuttaa kyseistä jännitetasoa vastaavilla kaapeleilla. Kaapelityyppinä voidaan käyttää asennuskaapeleita kuten esimerkiksi MMJ 3x1,5S tai MMJ 5x1,5S. Osan järjestelmän käyttöjännite syötetään tasajännitteenä (useimmiten 24-65 V DC), tällöin kaapeloinnissa voidaan käyttää kyseiseen jännitetasoon sopivia merkinantokaapeleita. Kaapelointi voidaan toteuttaa esimerkiksi KLMA 2x0,8+0,8 merkinantokaapelilla. Järjestelmän valinta voi vaikuttaa johdinparien määrään sekä häiriösuojattavuuden käyttöön. Yksikkövalaisinjärjestelmissä ei ole tarvetta käyttää palonkestäviä FRHF-kaapeleita tai palonkestävää johtotietä. Normaalin valaistuksen syötön häiriintyessä valaisin toimii itsenäisesti varavoimalähteensä kanssa. Täten tarvetta ulkoiselle sähkösyötölle hätätilanteessa ei ole. Standardi SFS 6000-5-56 ei myöskään aseta rajoitetta valaisimien suurimmalle määrälle ryhmissä toisinkuin keskusakustolliselle järjestelmälle. Ryhmissä on kuitenkin noudatettava valmistajien määrittelemiä suurimpia valaisinmääriä. Yksikkövalaisinjärjestelmiä on olemassa ryhmä- sekä väyläperiaatteella toimivina. (SFS 6000-5-56:2017, 9-13.)

Akut ja kondensaattorit

Akuissa käytetty tekniikka vaihtelee toimittajakohtaisesti. Yleisimmät akkutyypit ovat kuitenkin NiCd-, NiMH-, Li-Ion-, Li-PO-akkuja. Näistä akuista NiCd- ja NiMH-akkujen vaihtoväli on noin 4-6 vuotta. Li-Ion- ja Li-PO-akuilla vaihtoväli on hieman pidempi noin 6-8 vuotta. Tapauskohtaisesti on harkittava ja valittava käytettävien valaisimien akkutyypit. Kiinteistön rakenteellisista ominaisuuksista riippuu, kuinka työläs akkujen vaihtotyö on. NiCd- ja NiMH-akkuja joudutaan vaihtamaan useammin järjestelmän elinkaaren aikana. Tämä lisää järjestelmän käyttökustannuksia merkittävästi.

(Hainari...2013.)

Turvavalaisinvalmistajat ovat tuoneet markkinoille myös uudemmalla varavoimalähteellä varustettuja kondensaattorivalaisimia. Kondensaattorivalaisimien etuna pidetään varavoimalähteen pidempää vaihtoväliä. Kondensaattoreiden keskimääräinen vaihtoväli on noin 10-12 vuotta. Kondensaattoreilla varustetut valaisimet kestävät myös huomattavasti enemmän lataus- ja purkauskertoja. Lataus tapahtuu lisäksi nopeammin verrattuna saman mallin akullisiin valaisimiin. Kondensaattoreiden toimintavarmuus lämpötilavaihteluissa on myös huomattavasti akkuja parempi. Täten niitä voidaan käyttää paremmin myös ulkona ilman että toimintavarmuus kärsii. Kondensaattorivalaisimien huonona puolena voidaan pitää niiden korkeampaa hintaa verrattuna akkuvalaisimiin.

4.3 Osoitteelliset järjestelmät

Turvavalaisinjärjestelmien valmistajat ovat tuoneet markkinoilla vaihtoehtoisia osoitteellisia järjestelmiä. Osoitteellisilla turvavalaisinjärjestelmillä on monia etuja verrattuna normaaleihin ei-osoitteellisiin järjestelmiin. Osoitteelliset järjestelmät ovat kuitenkin ei-osoitteellisia järjestelmiä hintavampia niiden sisältämän tekniikan vuoksi. Osoitteellisen järjestelmän investointikustannus on siis suurempi, mutta lisättyjen ominaisuuksien johdosta järjestelmän käyttökustannukset pysyvät pienempinä. Järjestelmää valittaessa onkin huomioitava suunnittelukohteen laajuus sekä asiakkaan tarpeet. Osoitteellinen järjestelmä mahdollistaa useita asioita joita ei-osoitteellisilla järjestelmillä ei ole mahdollista toteuttaa. Suunnittelussa on huomioitava, onko osoitteellinen järjestelmä välttämätön kyseisessä suunnittelukohteessa.

Osoitteellisen turvalaistusjärjestelmän jokaisella valaisimella on yksilöllinen osoite. Osoite voi olla valmistajan toimesta asetettuna valaisimeen valmiiksi tai se pitää asennusvaiheessa asettaa erikseen. Osoitteiden asettamiseen käytetään valmistajasta riippuen joko ohjelmointilaitetta tai esimerkiksi valaisimessa itsessään olevia DIP-kytkimiä. Osoitteelliset järjestelmät tarvitsevat toimiakseen myös osoitteiden hallintaan tarkoitetun turvalokeskuksen tai vastaavan hallintalaitteen. Osoitteellisilla ja ei-osoitteellisilla järjestelmillä onkin omat tuoteperheensä, jotka valmistajat ilmoittavat selkeästi. Valmistajasta riippuen osoitteellisen järjestelmän kaapeloinnissa sähkönsyöttö ja osoitetieto voivat kulkea samassa kaapelissa tai molemmat voivat vaatia oman kaapeloinnin. Markkinoilla on myös ratkaisu, jossa turvalaistimien osoitetiedot kulkevat langattomasti valaisimelta toiselle.

Osoitteellisen järjestelmän edut

Osoitteellisen järjestelmän jokainen valaisin on yksilöllinen. Yksilöllisyys mahdollistaa valaistimien nopeamman paikantamisen esimerkiksi vikatilanteissa. Valaistimien asennusvaiheessa valaisimiin kiinnitetään tarra, josta käy ilmi valaisimen osoite. Toinen tarra kiinnitetään toteutustyylistä riippuen esimerkiksi turvalokeskukseen tai tarroille tarkoitettuun erilliseen taulukkoon. Turvalokeskuksella tai keskukseen liitettävällä PC:llä pystytään antamaan osoitteellisille valaisimille sopiva kuvaava nimi paikannuksen helpottamiseksi. Järjestelmien valmistajilla on myös omat sovelluksensa turvalaistimien graafiseen valvontaan. Graafisella valvonnalla osoitteelliset valaisimet pystytään sijoittamaan kiinteistön pohjapiirustukseen, josta ne on helppo paikantaa vian ilmentyessä.

Turvalokeskuksia on myös mahdollista laajentaa PC-liitynnällä. Liityntä toimii useimmiten ethernet- tai internet-yhteyden välityksellä. Liitettävyys vaatii keskukseen yleensä oman sovittimen. Liitynnällä mahdollistetaan turvalaistusjärjestelmän etähallinta. Esimerkiksi huoltohenkilöstön huoneeseen voidaan sijoittaa valvontaohjelmistolla varustettu PC, joka valvoo turvalaistusjärjestelmän tilaa. PC:lle saadaan ilmoitukset vikatilanteista ja vikatilanteet voidaan ohjata edelleen esimerkiksi sähköpostiosoitteeseen. Vian ilmentyessä tieto viasta tulee ilmi nopeasti ja huoltotoimenpiteet voidaan aloittaa vian paikantamisella.

Perinteisessä ei-osoitteellisessa turvalaistujärjestelmässä opastevalaisimet ja turvalaisimet täytyy sijoittaa omiin ryhmiin. Osoitteellinen järjestelmä mahdollistaa opaste- ja turvalaisimien sijoittamisen samoihin ryhmiin. Valaisimet sisältävät tekniikkaa, joka itse säätelee valaisimen toimintaa yksilöllisesti. Osoitteellisessa järjestelmässä pystytään ohjelmallisia muutoksia tekemällä määrittämään, mikä valaisin on päällä jatkuvasti ja mikä vain hätätilanteissa. Valaisimille pystytään myös luomaan erilaisia valaistustilanteita. Normaalin valaistuksen ryhmän tai ryhmien vikaantuessa pystytään määrittelemään, mitkä turvalaisimet syttyvät päälle. Osoitteelliset järjestelmät mahdollistavat myös valaisimien kirkkauden säädön. Käytännön hyvänä esimerkkinä voidaan pitää opastevalaisimien kirkkauden kasvattamista sähkökatkon tapahtuessa. Turvalokeskukseen pystytään asentamaan erilaisia relelähtöjä ohjauksia varten. Turvalaistustilanteen tullessa päälle voidaan esimerkiksi ohjata hissikoineiston lähtöä turvallisuussyistä. Osoitteellinen järjestelmä mahdollistaa kaapelointikustannuksissa säästöjä valaisimien ryhmittelyn ollessa vapaampaa.

Standardi SFS-EN 50172 määrittää turvalaistujärjestelmille tehtävät päivittäiset, kuukausittaiset ja vuosittaiset testaukset. Turvalaistujärjestelmän jatkuvalla huollolla mahdollistetaan järjestelmän oikeaoppinen toimiminen hätätilanteessa. Perinteisessä ei-osoitteellisessa järjestelmässä testaukset on suoritettava huoltohenkilöstön toimesta. Testausten suorittaminen vie aikaa ja täten lisää järjestelmän käyttökustannuksia. Osoitteellisia turvalaistujärjestelmiä on saatavilla itsetestausominaisuuksilla. Nämä järjestelmät valvovat jatkuvasti itse itseään. Turvalokeskuksesta tai valvontaohjelmalla varustetulta PC:ltä pystytään lukemaan järjestelmän sen hetkinen tila. Itsetestauksella varustetut järjestelmät seuraavat varavoimalähteiden sekä valaisimien tilaa ja antavat ilmoituksen vikatilanteista. Järjestelmät on myös määritelty tekemään standardin SFS-EN 50172 vaatimat määräaikaistestaukset. Testauksista pidetään tapahtumarekisteriä turvalokeskuksen tai PC:n muistissa. Osalta valmistajista on myös saatavilla turvalokeskukseen sopivia tulostimia, jotka tulostavat kaikkien testauksien raportit. Itsetestauksella varustettujen järjestelmien käyttökustannukset pienenevät huomattavasti, kun huoltohenkilöstön ei tarvitse suorittaa testauksia. Lisäksi järjestelmän tilasta on saatavilla ajantasaista tietoa ajankohdasta riippumatta.

Osoitteellisten itsetestaavien turvavalaistusjärjestelmien edut tiivistettynä:

- Valaisimien toiminta on ohjelmoitavissa valaisinkohtaisesti.
- Opaste- ja turvavalaisimet voivat olla samoissa ryhmissä.
- Vikatilanteen nopea paikannus osoitteiden avulla.
- Mahdollisuus saada ilmoituksia vikatilanteista.
- Mahdollisuus järjestelmän etävalvontaan.
- Useiden turvavalaistusjärjestelmien keskitetty hallinta.
- Liitettävyyys taloautomaatioon ja muihin järjestelmiin.
- Muiden laitteiden ohjattavuus relelähdoillä.
- Itsetestaus huolehtii määräaikaistestauksista.
- Testauksien ja järjestelmän tilan rekisterien ylläpito.
- Huolto- ja käyttökustannusten väheneminen.
- Kaapelointikustannusten väheneminen.

5 Erilaisia turvavalaistusjärjestelmä ratkaisuja

5.1 Teknoware Tapsa Control -osoitteellinen keskusakustojärjestelmä

Teknoware Tapsa Control on Teknoware Oy:n osoitteellinen 230 V:n keskusakustojärjestelmä. Järjestelmän toiminta perustuu osoitteelliseen turvavalokeskukseen sekä yksilöllisen osoitteen omaaviin valaisimiin. Järjestelmän varavoimalähteinä käytetään keskitettyyn sijaintiin sijoitettuja suljettuja lyijyakkuja.

Tapsa Control -turvavalokeskus

Tapsa Control -turvavalaistusjärjestelmää hallitaan Tapsa Control -turvavalokeskuksella. Keskuksia on neljä erilaista mallia: TKT65C, TKT66C, TKT67C ja TKT68C. Mallit on suunniteltu erikokoisille kiinteistöille ja ne kattavat pienet, keskisuuret sekä suuret kiinteistöt. Jokaisesta keskuksista on saatavilla eri ryhmämäärillä varustettuja kokonaisuuksia. Lisäksi keskuksessa TKT68C on akustotila rakennettuna keskukseseen, eikä se siis vaadi erillistä akkukaappia. Keskuksien lähtöjännitteenä on 230 V AC ja keskuksien lähtöjännite akkukäytöllä (216 V DC) toteutetaan 12 V suljetuilla lyijyakuilla. Keskuksset TKT65C, TKT66C ja TKT67C tarvitsevat erillisen akkukaapin johon

varavoimalähteinä käytettävät akut sijoitetaan. (Asennus- ja huolto-ohje TKT65C... 2016.)

Tapsa Control -turvavalaisinkeskuksissa valaisimet sijoitetaan ryhmälähtöihin. Keskuksessa on mallista riippuen yhdestä kolmeen valaisinryhmäkorttia ja jokaisessa kortissa on kahdeksan ryhmälähtöä. Osoitteelliset opaste- ja turvavalaisimet voidaan sijoittaa sekaisin valaistusryhmiin ja yhdessä ryhmässä voi olla enintään 16 valaisinta. Käyttöönottovaiheessa keskuksen ryhmäkorteille asetetaan yksilölliset osoitteet ryhmäkorteissa olevilla DIP-kytkimillä. Tämän jälkeen valaistusryhmät testataan ryhmäkerrallaan. Kaikkien valaisimien löydyttyä keskus voidaan asettaa toimintakuntoiseksi. Valaisimien kaapeloinnissa on käytettävä standardien vaatimia palonkestäviä johtoteitä ja asennustarvikkeita palo-osastojen läpi menevissä syötöissä. Esimerkki kaapelina palonkestäviin osiin voidaan käyttää FRHF 3x1,5S tai FRHF 5x1,5S toteutustyylistä riippuen. Palo-osastojen sisällä voidaan käyttää asennuskaapeleita kuten esimerkiksi MMJ 3x1,5S tai MMJ 5x1,5S. (Asennus- ja huolto-ohje TKT65C... 2016.)

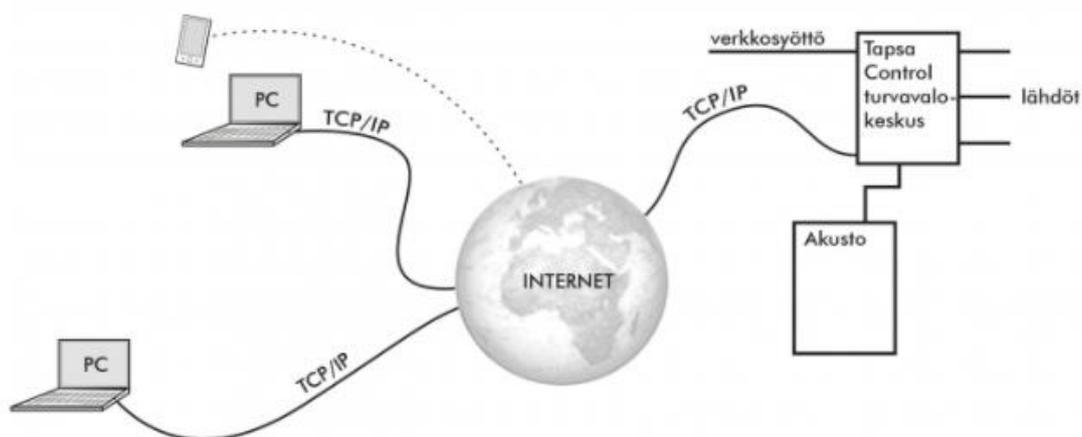
Tapsa Control -turvavalaisinkeskukset on varustettu itse-testaus ominaisuuksilla ja ne hoitavat standardien vaatimat testaukset automaattisesti. Keskus pitää testauksista ja järjestelmän komponenttien tilasta rekisteriä muistissaan. Rekisteriä on mahdollista selata keskuksen nestekidenäytöllä. Keskukseen on lisäoptiona saatavilla tulostin, jonka kautta testauksien raportit pystytään tulostamaan paperille. (Asennus- ja huolto-ohje TKT65C... 2016.)

Valvontaohjelmistot

Tapsa Control -turvavalaisinkeskuksiin on saatavilla erilaisia valvonta- ja etävalvontaohjelmistoja. Järjestelmät ovat myös liitettävissä taloautomaatiojärjestelmiin, jotka pohjautuvat BACnet- tai COBA-tekniikkaan.

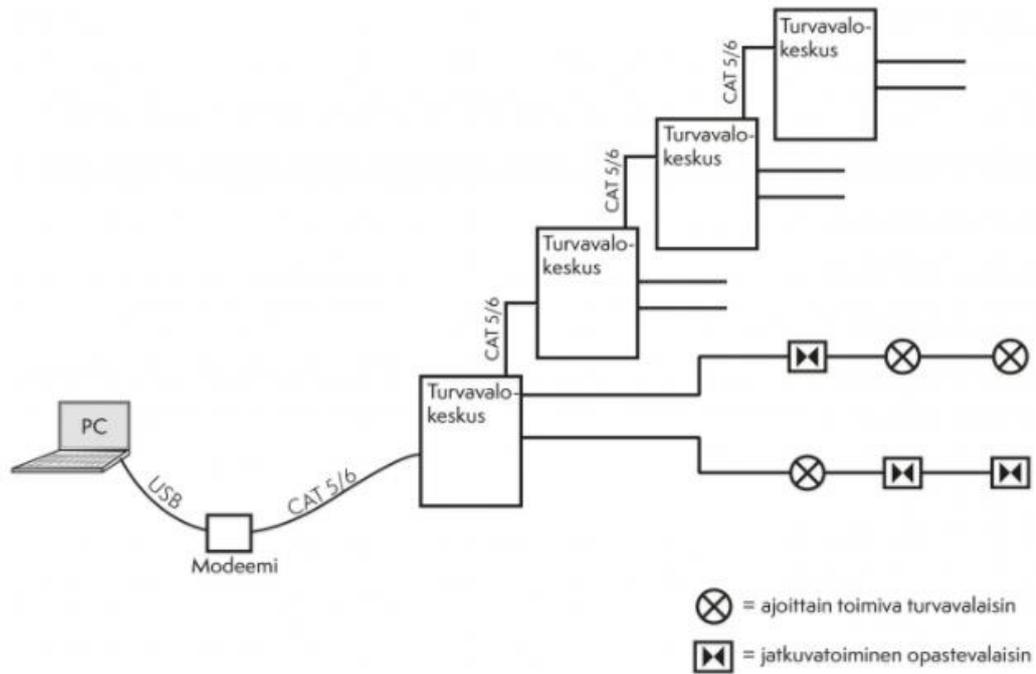
WebCM-laajennus mahdollistaa keskusakustojärjestelmän valvonnan etäältä internet-verkon välityksellä. Keskus varustetaan erillisellä Web-moduulilla, eikä valvontaa varten tarvita erillistä valvonta ohjelmaa. PC ottaa yhteyden keskuksen yksilölliseen IP-osoitteeseen internetselaimen kautta. Valvontaohjelmistosta voidaan tarkastella

järjestelmän tilaa sekä automaattisen testauksen tuloksia. Valaisinten ja akuston testaukset voidaan myös käynnistää käyttäjän toimesta palvelun kautta. WebCM-palvelua voidaan laajentaa WebACM-ohjelmistolla. WebACM-ohjelmisto mahdollistaa osoitteellisten turvavalaisinten sijoittelun kiinteistön pohjakuvaan. WebCM- ja WebACM-palveluista voidaan määrittää vikatilanteiden välitys esimerkiksi käyttäjien sähköposteihin. (Langaton WebCM- etähallintajärjestelmä...n.d.) Kuviossa 8 on esitettyä WebCM- ja WebACM-palveluiden toimintaperiaate.



Kuvio 8. WebCM- ja WebACM-toimintakaavio (Langaton WebCM-etähallintajärjestelmä...n.d.)

ACM-valvontaohjelmistolla valvotaan turvavalaisusjärjestelmän tilaa erillisen verkon välityksellä. Ohjelmisto ei siis käytä internet-yhteyttä tiedonsiirtoon vaan tiedonsiirto kaapeloidaan CAT-tyypin tiedonsiirtokaapelilla. Sovelluksesta on luettavissa turvavalaisusjärjestelmän tila sekä automaattisten testauksien tulokset. Valvontaohjelmistolla voidaan myös käynnistää valaisimien sekä akuston testaukset. ACM-ohjelmiston välityksellä voidaan turvavalaisusjärjestelmä liittää BACnet-toimintaperiaatteen taloautomaatiojärjestelmään. (ACM-valvontaohjelmisto n.d.) Kuviossa 9 on esitettyä ACM-valvontaohjelmiston toimintaperiaate.



Kuvio 9. ACM-toimintakaavio (ACM-valvontaohjelmisto n.d.)

Teknoware-turvavalaisimet

Teknowaren keskusakustojärjestelmän turvavalaisimista löytyy laaja valikoima valaisimia eri käyttötarkoituksiin. Osoitteellisten valaisimien osoite asetetaan turvavalaisimessa olevilla DIP-kytkimillä. Uuden mallisten turvavalaisimien valonlähteenä toimii led-tekniikka.

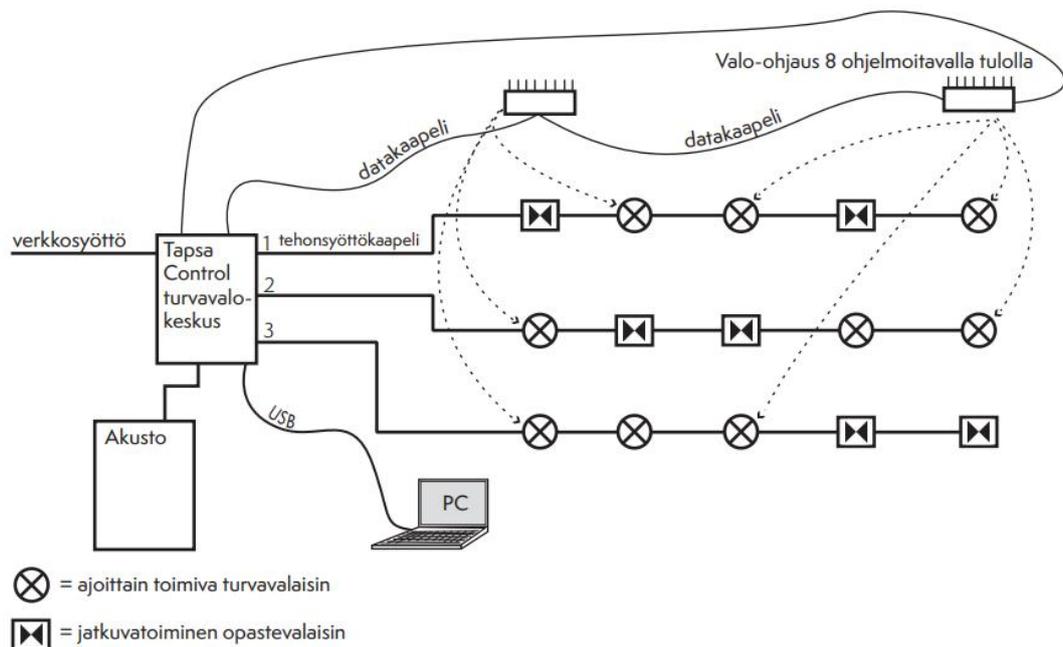
Opastevalaisimien katseluetäisyyksiä on saatavilla etäisyyksille 20 m, 24 m, 25 m, 26 m, 30 m, 40 m ja 60 m. Opastevalaisimien malleja on erityyppisiin kiinteistöihin, teollisuushalleihin, parkkihalleihin sekä myös tunneleihin. IP-luokat ulottuvat IP20-luokasta IP67-luokkaan asti. Valaisimille löytyy myös erilaisia asennuskiinnikkeitä ja upotuskehysjä, joilla mahdollistetaan asennus useimpiin ympäristöihin.

Turvavalaisimista on omat mallit käytäville sekä avoimeen tilaan sijoitettaviksi. Valaisimia eri asennuskorkeuksiin löytyy suuri valikoima. Valaisimia on matalaan tilaan, keskikorkeaan tilaan ja korkeaan tilaan. Asennuskorkeudet ulottuvat matalasta tilasta (2,5 m) korkeaan tilaan asti (30 m). Valaisimista on saatavilla uppo- sekä pintamaljeja. IP-luokat ulottuvat IP20-luokasta IP67-luokkaan asti.

Vaihevalvonta

Tapsa Control -turvavalaisusjärjestelmässä normaalien valaistusryhmien jännitteen seurantaan on useita ratkaisuja. Ryhmäkeskuksiin voidaan asentaa jännitteenvälvontareleitä, tilavahteja tai IC-controller -yksiköitä. Jännitteenvälvontareleillä voidaan valvoa ryhmäkeskusten valaisinlähtöjen jännitettä. Jännitteen häiriintyessä välvontareleeltä saadaan potentiaalivapaa tilatieto turvavalokeskukselle. Turvavalokeskus sytyttää ohjelmallisesti määritellyt turvavalaisimet palamaan tilatietojen perusteella.

Tapsa Control -järjestelmän vaihevalvonta voidaan toteuttaa myös älykkäillä IC-controller -yksiköillä. IC-controller -yksiköt asennetaan valvottaviin ryhmäkeskuksiin. IC-controller -yksikön tuloihin voidaan kaapeloida 230 V:n AC jännitetieto valaistusryhmiltä. Jokaiseen yksikköön voidaan tuoda kahdeksan kappaletta jännitetietoja. Eri ryhmäkeskusten väliset yksiköt kaapeloidaan CAT-tietoverkko-kaapelilla silmukkamaisesti turvavalokeskukseen. Ohjelmoinnilla voidaan määrittää, mitkä valaisimet sytyvät IC-yksiköiden tilatietojen perusteella. (IC-valaisinohjausyksikkö n.d.) IC-controller toteutuksen toimintaperiaate on esitetty kuviossa 10.



Kuvio 10. IC-controller -toimintakaavio (IC-valaisinohjausyksikkö n.d.)

5.2 Exilight ESC-200P -osoitteellinen keskusakustojärjestelmä

Exilightin markkinoille saattama osoitteellinen keskusakustojärjestelmä on nimeltään ESC-200P. Järjestelmä koostuu osoitteellisesta turvavalaisinkeskuksesta sekä osoitteellisista opaste- ja turvavalloista.

ESC-200P -turvavalaisinkeskus

Exilightin turvavalaisinkeskuksen nimellinen jännite on 65 V DC. Keskuksessa on itsessään erillinen akkutila, johon turvavalaisimien varavoimalähteinä toimivat suljetut lyijyakut sijoitetaan. Varavoimalähteinä käytetään 12 V lyijyakkuja ja niitä on keskukseseen sijoitettavissa kaksi kappaletta. (Osoitteellinen turvavalokeskus...n.d.)

Keskukseseen on mahdollista liittää 200 osoitteellista opaste- ja turvavalaisinta. Osoitteet on jaettu kahdeksi 100 osoitteen väyläksi. Väylät on jaettu edelleen valaistusryhmiksi. Keskuksien ryhmämäärät eri malleilla ovat 10, 16 tai 24. Väylien kesken ryhmät on jaettu tasamääräisesti. Osoitteellisia valaisimia voidaan yhteen ryhmään asentaa enintään 20 kappaletta. Keskuksessa on myös kolme kappaletta 230 V:n AC väyliä, joista jokaiseen voidaan asentaa enintään 20 kappaletta ei-osoitteellisia turvavalaisimia. Opaste- ja turvavalaisimet voidaan sijoitella ryhmiin sekaisin. Väylä voi olla toteutettuna oksamaisesti eikä sen myöskään tarvitse palata takaisin turvavalokeskukselle. Väyläkaapelointi ja johtotieasennukset tulee toteuttaa palo-osastojen läpi kulkevissa ryhmissä palonkestävästi. 65 V:n DC väylissä palonkestävänä kaapelina toimii esimerkiksi FRHF-KLMA 2x0,8+0,8. 230 V:n AC ryhmissä väyläkaapelina voidaan käyttää esimerkiksi FRHF 3x1,5S. Palo-osastojen sisällä voidaan väyläkaapeloinnit jatkaa vastaavilla ei palonkestävillä asennus- ja merkinantokaapeleilla. (Osoitteellinen turvavalokeskus...n.d.)

ESC-200P -keskus on varustettuna itsetestauksella. Keskus suorittaa standardien vaatimat testaukset automaattisesti ja ylläpitää testauslokia. Valaisimien tilaa valvotaan myös jatkuvasti. Keskuksen LCD-näytöltä pystytään selaamaan testauslokia ja järjestelmän tilaa sekä aloittamaan testaukset manuaalisesti. Viat voidaan myös kuitata keskuksen LCD-näytön kautta. Testauslokit voidaan siirtää myös PC:lle tulostusta varten keskuksen ethernet-liitynnän kautta. (Osoitteellinen turvavalokeskus...n.d.)

Keskuksen etävalvontaan on olemassa kaksi ohjelmaa: Exi Control ja Lonix COBA UI. Lisäksi uutuutena on valittavissa vuosittaisella lisenssillä ostettava Exicloud -pilvipohjainen valvontapalvelu. Pilvipalvelun kautta turvalaisinjärjestelmää pystytään valvomaan etäältä internetin välityksellä. Exi Control PC-ohjelmalla pystytään valvomaan turvalaistusrjestelmän tilaa sekä lukemaan automaattitestauksen tuloksia. Valaisimille pystytään myös antamaan kuvaavat nimet paikannuksen helpottamiseksi. Exi Control -valvontaohjelma vaati toimiakseen keskuksen ethernet-sovittimen, jonka avulla keskus pystytään liittämään kiinteistön ethernet-verkkoon. Lonix COBA UI PC-ohjelmistolla pystytään toteuttamaan graafinen valvonta. Ohjelma mahdollista turvalaisimien sijoittelun kiinteistön pohjakuviin. Osoitteellinen ESC-200P -järjestelmä on myös liitettävissä BACnet periaatteella toimiviin taloautomaatiojärjestelmiin erillisellä liityntäyksiköllä. (Keskitetty valvonta EXI Control v4.1 n.d.) (Keskitetty valvonta Lonix COBA UI n.d.)

Turvalaisimet

Exilightin osoitteellisissa turvalaisimissa on valmiiksi ohjelmoidut osoitetiedot, jotka turvalokeskus tunnistaa konfigurointivaiheessa. Kaikissa osoitteellisissa valaisimissa valonlähteenä toimii nykyaikainen led-tekniikka.

Opastevalaisimien katseluetäisyyksiä on saatavilla etäisyyksille 20 m, 24 m, 25 m, 26 m, 40 m, 42 m, ja 70 m. IP-luokkia eri asennusympäristöihin löytyy IP20-luokasta IP66-luokkaan asti. Valaisimien mallit sopivat hyvin erilaisiin kiinteistöihin ja tehdashalleihin, lisäksi tunneleihin löytyy oma mallinsa. Opastevalaisimiin on saatavilla erilaisia kiinnikkeitä ja upotuskehyskiä, joilla mahdollistetaan asennus useimpiin asennusympäristöihin.

Turvalaisimista on omat mallinsa käytävien valaistukselle sekä avoimen alueen valaistukselle. Nämä mallit ovat saatavissa pinta- sekä uppoasennuksella. Asennuskorkeudet kattavat matalat tilat, keskikorkeat tilat sekä korkeat tilat. Asennuskorkeudet mallien välillä vaihtelevat matalasta tilasta (3 m) korkeaan tilaan asti (16 m). Turvalaisimien kotelointiluokat voidaan valita vaihtoehdoista IP44 tai IP55. Lisäksi omat valaisinratkaisut löytyvät askelvalaisimille sekä IP65-kotelointiluokalle.

Vaihevalvonta

Vaihevalvonta voidaan toteuttaa osoitteellisessa ESC-200P -järjestelmässä ryhmäkeskuksiin sijoitettavilla jännitevalvontareleillä. Jännitevalvontareleet sijoitetaan valvomaan normaalin valaistuksen ryhmälähtöjä. Jännitevalvontareleiltä johdotetaan potentiaalivapaa tilatieto turvalaisinkeskukselle. Jännitevalvontareleeseen huoma- tessa valaistusr ryhmän jännitteessä häiriötä antaa se siitä tilatiedon turvalaistuskes- kukselle. Turvalaistuskeskuksen saadessa tilatieto keskus osaa sytyttää määritellyt osoitteelliset turvalaisimet palamaan.

5.3 Neptolux Nepto 254 -osoitteellinen yksikkövalaisinjärjestelmä

Neptolux Nepto 254 on Oy Hedengren Security Ab:n markkinoille saattama turvava- laistusjärjestelmä. Neptolux turvalaistusjärjestelmä on valaisinten yksilöllisiin osoit- teisiin perustuva yksikkövalaisinjärjestelmä. Nepto 254 -järjestelmä koostuu turvava- laisinkeskuksesta sekä osoitteellisista valaisimista ja erilaisista käyttölaiteista.

Nepto 254 -turvalaisinkeskus

Neptolux turvalaistusjärjestelmää hallitaan Nepto-turvvalaistuskeskuksen välityk- sellä. Keskus on varmennettavissa 7,2 Ah akustolla, mikä mahdollistaa keskuksen päällä pysymisen sähkökatkon aikana. Keskuksen akusto ei ole kuitenkaan pakollinen, sillä valaisimet itsessään sisältävät varavoimalähteen. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalaistusjärjestelmä 2015.)

Nepto 254 -keskuksen nimellisjännite on 12 V DC ja keskukseseen on liitettävissä kaksi turvalaisinväylää. Pienemmän kokoluokan turvalaistusratkaisuissa voidaan sel- vitä Nepto 127 -keskuksella johon on liitettävissä yksi turvalaisinväylä. Jokaiseen väylään pystytään liittämään 127 osoitteellista opaste- ja turvalaisinta. Väylän jän- nitteen ollessa 12 V pystytään väyläkaapelointi toteuttamaan merkinantokaapeleilla. Väyläkaapeliksi kelpaa esimerkiksi merkinantokaapeli KLMA 2x0,8+0,8. Kaapelin olisi hyvä olla häiriösuojattua, koska kyseessä on turvajärjestelmä. Merkinantokaapeli on asennuskaapelia halvempaa, joten kaapelointikustannuksissa säästetään. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalaistusjärjestelmä 2015.)

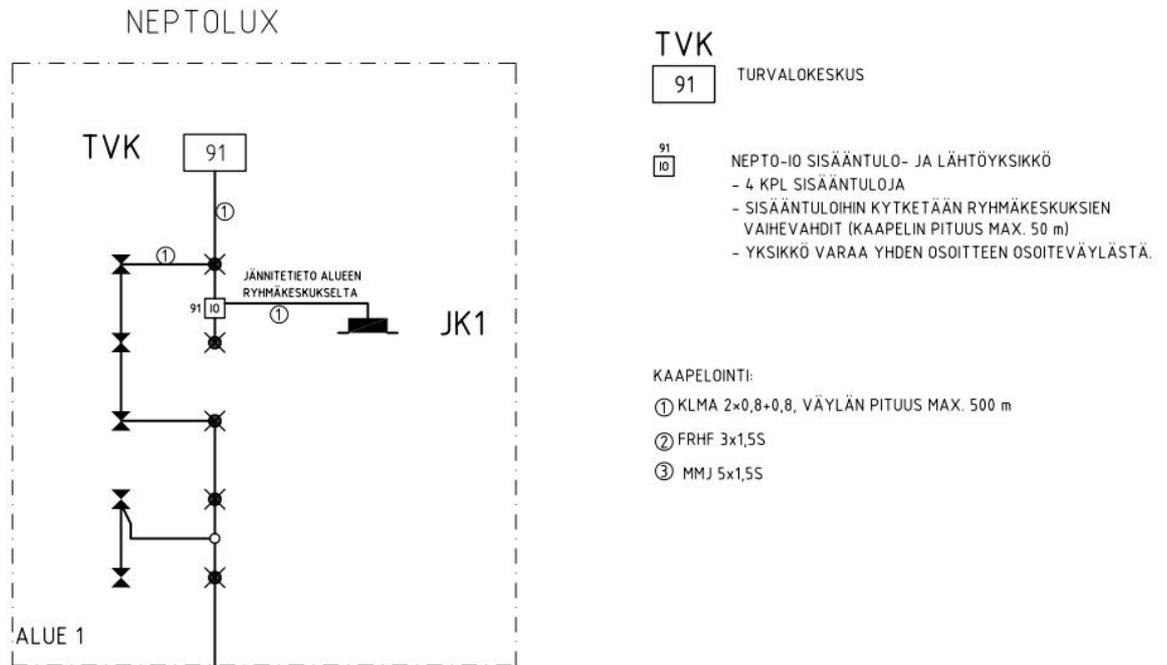
Neptolux-järjestelmä ohjelmoidaan käyttökuntoon PC:lle saatavalla Nepto-Install asennus- ja ohjelmointiohjelmistolla. Keskus pystytään liittämään PC:n USB-liitäntään siihen tarkoitetulla kaapelilla, tai yhdistäminen voidaan tehdä etäältä internetin välityksellä. Nepto-Install -ohjelma seuraa jatkuvasti valaisimien tilaa ja toimintaa. Ohjelmaan tallentuvat myös kaikki automaattisen testauksen tulokset. PC:lle on saatavilla myös Hedgraphics-hälytysgrafiikkaohjelmisto, josta järjestelmää pystytään valvomaan keskitetysti. Ohjelmisto mahdollistaa turvalaisimien sijoittelun kiinteistön pohjakuvaan. Näin valaisimien tila ja mahdollinen vika ovat helposti luettavissa ja paikannettavissa. Grafiikkaohjelmistosta pystytään seuraamaan järjestelmän komponenttien kuntoa sekä kuittaamaan vikatilanteita. Keskus pystytään liittämään ethernet- ja internet-verkkoon. Järjestelmästä on myös mahdollista lähettää hälytyksiä GSM-verkon välityksellä esimerkiksi mobiililaitteeseen. Nepto 254 -keskukselle voidaan myös asentaa oma graafisella näytöllä varustettu käyttölaite. Käyttölaitteella voidaan ohjata ja testata järjestelmään liitettyjä turvalaisimia. Neptolux-keskus tekee standardien vaatimat päivittäiset, kuukausittaiset ja vuosittaiset testaukset automaattisesti ja pitää niistä rekisteriä. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalajojärjestelmä 2015.)

Neptolux-turvalaisimet

Neptolux-järjestelmän turvalaisimia on saatavilla Li-Po-akuilla varustettuina sekä kondensaattoreilla varustettuna. Kaikkien valaisimien valonlähteenä toimii nykyaikainen led-tekniikka. Opastevalaisimia on saatavilla 20 m, 40 m, ja 70 m katseluetäisyyksillä. Turvalaisimia on matalantilan valaisimia (2,5 m-7,5 m) sekä korkeantilan valaisimia (2,5 m-15 m). Turvalaisimien valokeilaksi on valittavissa pyöreä (avoimet tilat) tai suorakulmainen (käytävät). Lisäksi oma malli löytyy myös askelvalaisimille. Valaisimille löytyy myös erilaisia asennuskiinnikkeitä, upotuskehyskiä sekä sääsuojauksia, joilla mahdollistetaan asennus useimpiin ympäristöihin. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalajojärjestelmä 2015.)

Valaisimet varustetaan osoitteellisella asennuskannalla. Osoitteelliseen kantaan ohjelmoidaan yksilöllinen osoite TCH-B200 -ohjelmointilaitteella. Valaisimet asennetaan väylään, jossa niitä voi olla enintään 127. Väylä voi olla toteutettuna oksamaisesti, eli väylässä sallitaan erilaiset haarautumat. Väylän ei myöskään tarvitse palata takaisin

turvavalokeskukselle. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalalojärjestelmä 2015.) Neptolux-valaisimien väyläkaapelointiesimerkki on kuviossa 11.



Kuvio 11. Neptolux-väyläkaapeloinnin esimerkki (Turvalaistusrjestelmät... 2008.)

Vaihevalvonta

Neptolux-järjestelmän turvalaisimien oikeaoppiseen syttymiseen käytetään vaihevalvontareleitä sekä Nepto-IO -yksiköitä. Standardit määrittävät ryhmäkeskusten valaisinlähtöjä valvottaviksi ryhmäkohtaisesti. Valaisinryhmiin voidaan kytkeä vaihevalvontareleet, joihin on asetettu jännitetason seuranta. Vaihevalvontareleiden asettelu on suoritettava standardien mukaisiksi. Nepto-IO yksiköt liitetään osaksi turvalaistusväylää. Yhteen yksikköön on mahdollista tuoda neljä kappaletta potentiaalivapaita tilatietoja. IO-yksikön tulot ovat ohjelmoitavissa toimiviksi avautuvasta tai sulkeutuvasta tilatiedosta. Ryhmäkeskuksiin sijoitetuilta vaihevalvontareleiltä kaapeloidaan tilatiedot IO-yksikölle. Valaistusryhmän jännitteen häiriintyessä tilatieto kulkee IO-yksikölle ja turvalaisimet syttyvät. Ohjelmoinnilla pystytään määrittelemään, mitkä valaisimet syttyvät milloinkin. IO-yksiköissä on myös kaksi kappaletta sulkeutuvia ohjaukärkiä (max. 60 V/120 mA, AC/DC). Ohjaukärjet mahdollistavat esimerkiksi perinteisten ei-osoitteellisten turvalaisimien ohjauksen. (Neptolux älykkäästi ohjaava turvalalojärjestelmä 2015.)

Prodex Firescape

Oy Hedengren Ab on kehittänyt markkinoille myös älykkään Prodex Firescape -paloturvavalojärjestelmän. Järjestelmä yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi paloilmoitinjärjestelmän sekä turvavalojärjestelmän.

Paloturvavalojärjestelmän toimintaa ylläpitää osoitteellinen Firescape-Comp -paloilmoitinkeskus. Keskus sisältää omat valikkorakenteet turvavalaisimille sekä paloilmoittimille. Näin molempien järjestelmien ylläpito, valvonta ja testaukset pystytään suorittamaan yksilöllisesti. Keskus suorittaa turvavalaisimilta vaaditut testaukset automaattisesti, ja valvoo jatkuvasti valaisimien tilaa. Paloilmoittimien toimintakokeet voi tehdä huoltohenkilöstö. Keskus pystytään liittämään taloautomaatioon ja siitä saadaan ilmoituksia käyttäjälle sekä pelastusviranomaisille. (PRODEX FIREscape suunnitteluopas 2017.)

Prodex Firescape -keskukseen on saatavissa 4 erillistä väylää. Jokaiseen väylään voidaan sijoittaa 127 osoitteellista laitetta. Väyliin voidaan kytkeä sekaisin turvavalaisimia sekä paloturvallisuuslaitteita, kuten esimerkiksi erilaisia ilmaisimia ja palopainikkeita. Keskuksessa on myös omat linjansa palosoittokelloille. Paloturvallisuuslaitteiden ja turvavalaisimien yhdistetty kaapelointi säästää kaapelointikustannuksia. Paloturvallisuusjärjestelmä vaatii kaapeloinnilta silmukkaperiaatetta. Täten jokaisen väylän on palattava takaisin paloilmoitinkeskukselle. Silmukat ja väylät kaapeloidaan merkinantokaapelilla, kuten esimerkiksi KLMA 4x0,8+0,8. Jos järjestelmätoteutuksesta jätetään turvavalaisimet pois, voidaan silmukat kaapeloida merkinantokaapelilla KLMA 2x0,8+0,8. Palosoittokellojen linjat kaapeloidaan soittokellojen tyypistä riippuen joko KLMA- tai MMJ-kaapeleilla. Paloilmaisimien toimivuuden parantamiseksi silmukat tulee varmistaa tarpeellisella määrällä oikosulkuerottimia. (PRODEX FIREscape suunnitteluopas 2017.)

Prodex Firescape -paloturvavalojärjestelmän osoitteellisuus mahdollistaa henkilöiden älykkään ohjauksen ulos kiinteistöstä. Järjestelmään on saatavilla muuttuvasymbolisia opastevalaisimia. Kaikilla järjestelmän komponenteille on osoitteeseen sidoksissa oleva sijainti. Tulipalon syttyessä kiinteistön tietyssä osassa havaitsevat tilan ilmaisimet palon. Osoitteiden ansiosta palavaan tilaan johtavien opastevalaisimien symboli

muuttuu punaiseksi kieltomerkiksi (ks. kuvio 12). Näin kiinteistöstä poistuvia henkilöitä ohjataan vain turvallista poistumisreittiä pitkin vihreätaustaisilla opastevalaisimilla. (PRODEX FIREscape suunnitteluopas 2017.)



Kuvio 12. Neptolux-muuttuvasymbolinen opastevalaisin (Neptolux älykkäästi ohjaava turvavalajärjestelmä 2015)

5.4 Teknoware Aalto Control -osoitteellinen yksikkövalaisinjärjestelmä

Teknoware Aalto Control on osoitteellisiin turvavalaisimiin perustuva turvavalaisusjärjestelmä. Järjestelmän valaisimet eivät tarvitse erillistä turvavalokeskusta, vaan ne saavat sähkönsyöttönsä kiinteistön ryhmäkeskuksista. Järjestelmän valaisimet toimivat 230 V:n AC-jännitteellä, ja hätätilanteessa varavoimalähteenä toimii valaisimessa oleva akku tai kondensaattori.

Turvavalaisimet

Aalto Control -järjestelmän turvavalaisimet ovat osoitteellisia yksikkövalaisimia. Jokaisessa valaisimessa on yksilöllinen RFID-tunnus, johon osoite on sidonnainen. Valaisimien varavoimalähteenä toimivat mallista riippuen akut tai kondensaattorit. Akkuvalaisimia on toiminta-ajoille yksi tunti ja kolme tuntia. Kondensaattorivalaisimien toiminta-aika on yksi tunti. Valaisinmallit ja -mallien määrät eroavat hieman Teknowaren keskusakustollisen järjestelmän valikoimasta. Opastevalaisimia ja turvavalaisimia on kuitenkin saatavilla eri sovelluksiin ja käyttötarkoituksiin suuri määrä.

Aalto Control -järjestelmän valaisimia ei syötetä turvalokeskuksesta, vaan syöttö tapahtuu kiinteistön aluekohtaisilta ryhmäkeskuksilta. Koska kyseessä on yksikkövalaisinjärjestelmä, ei ole vaatimuksia asennusten palonkestävyydelle. Valaisimet voidaan kaapeloida normaaleilla asennuskaapeleilla, kuten esimerkiksi MMJ 3x1,5S tai MMJ 5x1,5S. Tehonsyöttöön ja osoitteellisuuteen vaaditaan vain yksi kaapelointi. Opaste- sekä turvalaisimet voivat olla samoissa ryhmissä osoitteellisuuden ansiosta eikä ryhmän valaisimien määrällä ole rajoitusta. (Aalto Control -järjestelmä n.d.)

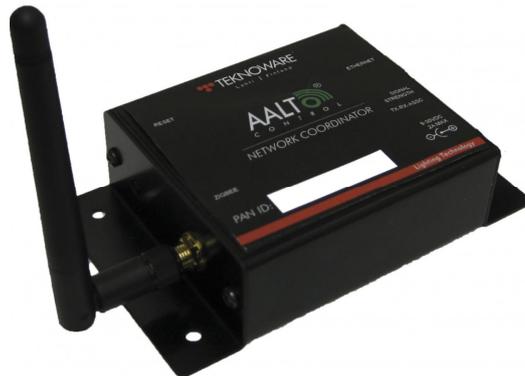
Aalto Control -valaisimet muodostavat langattoman verkon, jossa valaisimien tiedot ja toiminnot siirtyvät langattomasti. Jokainen kiinteistön valaisin toimii osana langattonta verkkoa. Valaisimet keskustelevat langattoman verkon välityksellä toisilleen käyttäen taajuusaluetta 2,4 GHz. Yhden valaisimen verkon kantama on noin 40 metriä. Jokainen valaisin toimii verkon solmupisteenä, eli langattoman verkon kantama laajenee valaisinten lisääntyessä kiinteistössä. Valaisimet antavat verkkoon oman tilatietonsa ja välittävät muiden valaisimien tietoja edelleen. Langaton verkko lävistää normaalit väliseinät sekä ovet ja siirtyy kerroksesta toiseen. Signaalin vahvistamiseksi voidaan käyttää erillistä verkkovirtaan kytkettävää signaalinvahvistinta, esimerkiksi kiinteistössä, jossa on erityisen paksut seinät. Aalto Control -järjestelmän valaisimet sisältävät Lumi test -itsetestausominaisuuden. Lumi test huolehtii standardien vaatimista turvalaisimien testauksesta automaattisesti. (Aalto Control -järjestelmä n.d.)

Turvalokeskus

Aalto Control -järjestelmässä ei ole erillistä turvalokeskusta. Järjestelmän keskitettyyn hallintaan on kuitenkin olemassa kaksi erilaista ratkaisua. Ensimmäisessä ratkaisussa voidaan järjestelmän hallinta toteuttaa wireless/ethernet -koordinaattorin, PC:n ja PC:lle asennettavan valvontaohjelmiston yhdistelmällä. Toisessa ratkaisussa voidaan käyttää WMU-valvontalaitetta.

Aalto Control wireless/ethernet -koordinaattori (ks. kuvio 13) toimii järjestelmän valvonnan keskuksena. Koordinaattori voidaan yhdistää suoraan PC:n ethernet-liityntään tai etänä internetin välityksellä. PC:lle on saatavissa Aalto Control 4 -valvontaohjelmisto, jonka kautta järjestelmää valvotaan ja ylläpidetään. Ohjelmasta pysty-

tään lukemaan turvavalaistusjärjestelmän tila sekä automaattisen testauksen rekisterit. Ohjelmalla pystytään sijoittamaan valaisimet kiinteistön pohjakuvaan. Vikatilanteissa ohjelmiston kautta saadaan välitettyä tiedot käyttäjien sähköposteihin. Ohjelmisto mahdollistaa 5000 valaisimen järjestelmän hallinnan. Lisäksi koordinaattoreita voi olla järjestelmässä useita (enintään 30). Useilla koordinaattoreilla järjestelmä voidaan hajauttaa esimerkiksi eri rakennuksiin ja valvoa keskitetysti yhdestä paikasta. (Aalto Control-järjestelmä n.d.)



Kuvio 13. Aalto Control wireless-/ethernet -koordinaattori (Aalto wireless/ethernet -koordinaattori TST5103 n.d.)

WMU-valvontalaitteella (ks. kuvio 14) voidaan turvavalaistusjärjestelmän hallinta toteuttaa ilman erillistä PC:tä ja koordinaattoreita. Valvontalaite on yhteydessä suoraan kiinteistön turvavalaisimiin langattomasti. Valvontalaite tarvitsee ainoastaan tehonsyötön sekä ethernet-liittymän toimiakseen. Valvontalaitteessa on 7" kosketusnäyttö jonka avulla järjestelmää valvotaan. Valaisimet pystytään asettelemaan sijainteihin ja ryhmiin vian paikantamisen helpottamiseksi. Valvontalaitteesta on tarkistettavissa valaisimien tilat sekä automaattisen testauksen tulokset ja ne pystytään tuomaan USB-tikulle. Vikatilanteiden tiedot pystytään myös ohjaamaan käyttäjien sähköposteihin. WMU-valvontalaitteen alaisuuteen voidaan sijoittaa myös wireless/ethernet -koordinaattoreita haluttaessa. (Aalto Control-järjestelmä n.d.)



Kuvio 14. Aalto Control WMU -valvontalaite (Aalto Control WMU langaton valvontalaite...n.d.)

Vaihevalvonta

Aalto Control -järjestelmien valaisimien syöttö tapahtuu kiinteistön ryhmäkeskuksesta, kuten myös normaalin valaistuksen syöttö. Normaalin valaistuksen syötön häiriintyessä täytyy myös turvavalaisimien syötön häiriintyä. Kun turvavalaisimien syöttö häiriintyy, siirtyy valaisimien tehonsyöttö akulle tai kondensaattorille ja valaisimet syttyvät tai jatkavat palamistaan. (Hongisto 2017, 15.)

6 Suunnittelu

6.1 Opastevalaisimet

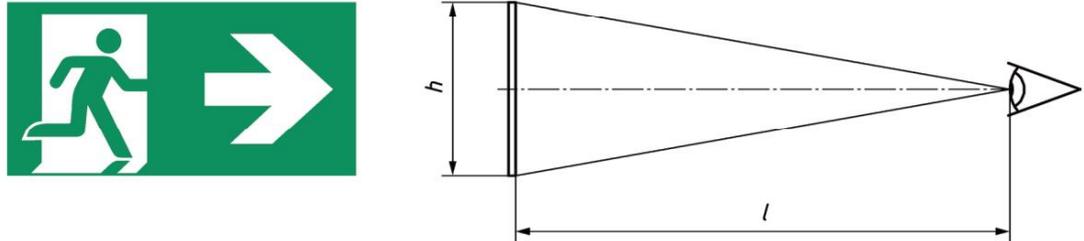
Standardissa SFS-EN 1838 määritetään turvavalaisuksella korostettavat paikat.

Opastevalaisimia on sijoitettava vähintään seuraaviin paikkoihin:

- jokaisen hätäpoistumiseen käytettävän oven välittömään läheisyyteen
- jokaiseen suunnanmuutoskohtaan
- jokaiseen käytävän risteyskohtaan
- jokaisen ulospääsykohdan välittömään läheisyyteen.

Poistumisreitillä on seuraavan opasteen oltava heti nähtävissä, kun edellinen opaste on ohitettu. Näin henkilöitä pystytään ohjaamaan poistumisreitillä turvallisesti ja jär-

jestelmällisesti kohti kiinteistön uloskäyntiä. Poistumisopasteita on valmistajasta riippuen tehty eri katseluetäisyyksille. Kun opasteet on sijoitettu suunnitelmiin, täytyy lopuksi tarkastella, että opasteille määritetyt katseluetäisyydet täyttyvät. Mikäli katseluetäisyydet ylittyvät, täytyy opasteita lisätä sopiviin kohtiin. Valaisinvalmistajat yleensä ilmoittavat opasteidensa katseluetäisyyden. Jos opasteen katseluetäisyyden kanssa on epäselvyyksiä, voidaan se laskea kaavan 1 ja kuvion 15 mukaisesti.



Kuvio 15. Opasteen suurin sallittu katseluetäisyys (SFS-EN 1838:2014, 20.)

$$l = z * h \quad (1)$$

missä,

l = katseluetäisyys (m)

h = opasteen korkeus (m)

z = vakio, 100 (ulkopuolelta valaistu), 200 (sisäpuolelta valaistu)

(SFS-EN 1838:2014, 18-20.)

Opastevalaisimien tulee täyttää EN 60598-2-22 turvalaisinstandardi valaisimen osalta. Lisäksi opasteiden tulee täyttää standardit ISO 3864-1, ISO 3864-4 sekä EN-ISO 7010. Käytettävien valaisimien tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- Valaisimen täytyy toimia vähintään yksi tunti itsenäisesti.
- Valaisimen on saavutettava 50 % valaistusvoimakkuudesta 5 sekunnin sisällä, ja 100 % valaistusvoimakkuus 60 sekunnin sisällä.
- Turvavärillä (vihreä) merkityn osan luminanssin on oltava vähintään 2 cd/m².
- Luminanssin vaihtelu turvavärin tai valkoisen värin sisällä täytyy olla pienempi kuin 10:1.
- Turvavärin ja valkoisen värin luminanssien vaihtelun täytyy olla välillä 5:1-15:1.

- Keskusakustollisen valaisimen on täytettävä kuunalankakoe 650 °C:n lämpötilassa.
- Yksikköakustollisen valaisimen on täytettävä kuunalankakoe valaisimen tietyiltä osin 850 °C:n lämpötilassa.
- Valaisimen on täytettävä lämpötilatestausta 70 °C:n lämpötilassa.
- Yksikkövalaisimen akun elinikä tulee olla vähintään neljä vuotta.

(Hongisto 2016, 12) (SFS-EN 1838:2014, 20.)

6.2 Turvavalaisimet

Standardi SFS-EN 1838 määrittelee turvavalaisimille korostettavat paikat. Opastevalaisimilla ei pystytä yleensä korostamaan kuin ovien tai portaikkojen lähiympäristöä, joissa opastevalaisimet yleensä sijaitsevat. Poistumisreitille tulee yleensä sijoittaa myös turvavalaisimia, jotka mahdollistavat henkilöiden liikkumisen normaalin valaistuksen häiriintyessä. Standardin SFS-EN 1838 mukaisesti turvavalaisimilla korostettavia kohteita ovat:

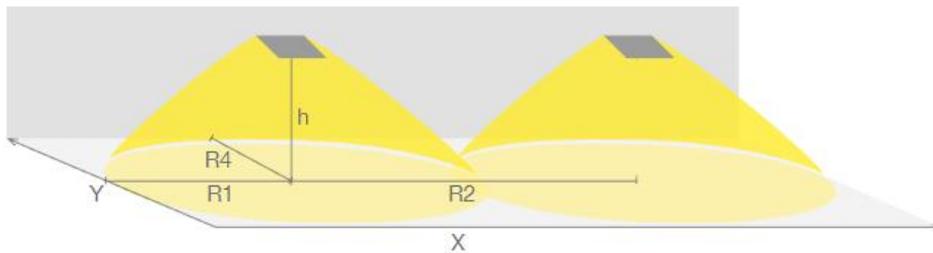
- portait (jokaiselle portaalille on tultava suoraa valoa)
- jokainen korkeustason muutoskohta
- turvallisuuskilvet ja poistumisreitien suuntakilvet
- jokainen ensiapupiste (pystysuora valaistusvoimakkuus ensiapukaapin kohdalla on oltava 5 lx)
- palontorjuntalaitteet ja hälytyspisteet (pystysuora valaistusvoimakkuus laitteiden kohdalla on oltava 5 lx)
- liikuntarajoitteisten poistumislaitteet
- liikuntarajoitteisten kutsu- ja suojapaikat (myös kaksisuuntaiset viestintäjärjestelmät sekä inva-wc -hälytyspainikkeet).

(SFS-EN 1838:2014, 12.)

Turvavalaisinten sijoittelussa on otettava huomioon asennuskorkeudet sekä tilat, joihin valaisimia ollaan asentamassa. Valaisinvalmistajilta löytyy useita eri tiloihin ja korkeuksiin tarkoitettuja valaisimia. Valaisinmallien välillä on suuria eroavaisuuksia tekniikassa sekä optiikassa. Valaisinvalmistajilta on useimmiten saatavissa valaisinten sijoittelua mallintavia dokumentteja (ks. kuvio 16). Dokumenteista käy ilmi valaisinten

asennuskorkeudet sekä valokeilojen muodot. Kaikille asennuskorkeuksille ei välttämättä ole valaisinten välimatkaa ilmoitettu. Valaisinten välimatkat tietylle huonekorolle pystytään laskemaan korkeuden ja valaisinkeilan geometrian avulla. Laskennassa voidaan myös käyttää markkinoilla olevia valaistuksen laskentaan tarkoitettuja ohjelmia, kuten esimerkiksi DiaLux evoa. Suurella osalla valaisintoimittajista on saatavilla turvalaisimien EULUMDAT-valonjakotiedostot, jotka ovat yhteensopivia valaistuslaskentaohjelmien kanssa.

- | 1 lux:n taulukko poistumisreitillä keskilinjalla standardin EN 1838 mukaisesti
- | Mittaustaso 0,02 m, mittaustulokset akkukäytöllä.



- | R1 etäisyys seinästä X-suunta
- | R2 valaimien asennusväli X-suunta
- | R4 etäisyys seinästä Y-suunta

TWT1451WK

Asennuskorkeus (m)	Valaisimen alla lux	R1 (m)	R2 (m)	R4 (m)
		1 lux	1 lux	1 lux
2,5	6,4	8	19,5	1
4	2,5	9	24	1

Kuvio 16. Teknoware TWT1451 WK -valaisimien sijoitus (Linespot II lowbay led emergency light...n.d.3.)

Turvalaisinratkaisuja suunniteltaessa on huomioitava, että suunnitellut valaisimet täyttävät EN 60598-2-22 turvalaisinstandardin. Käytettävien valaisimien tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

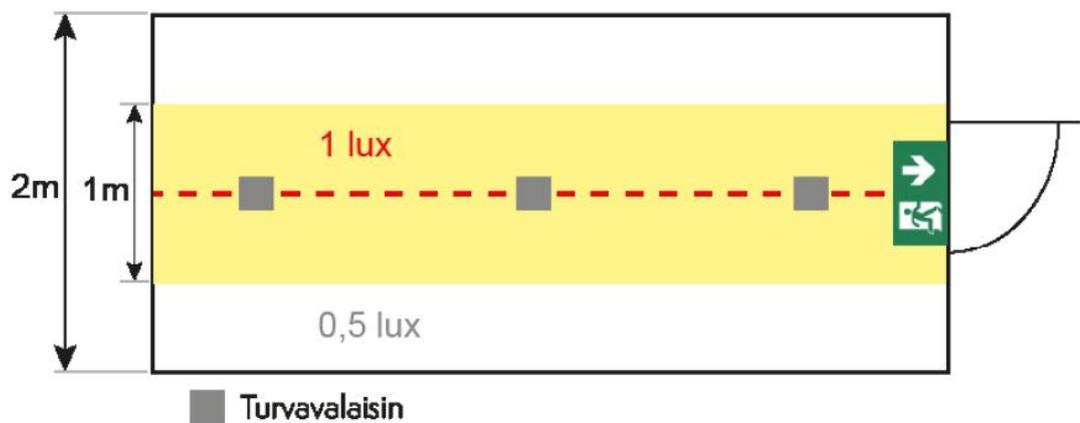
- Valaisimen täytyy toimia vähintään yksi tunti itsenäisesti.
- Valaisimen on saavutettava 50 % valaistusvoimakkuudesta 5 sekunnin sisällä, ja 100 % valaistusvoimakkuus 60 sekunnin sisällä.
- Ra värinointoindeksi on oltava vähintään 40.

- Keskusakustollisen valaisimen on täytettävä kuimalankakoe 650 °C:n lämpötilassa.
- Yksikköakustollisen valaisimen on täytettävä kuimalankakoe valaisimen tietyiltä osin 850 °C:n lämpötilassa.
- Valaisimen on täytettävä lämpötilatestausta 70 °C:n lämpötilassa.
- Yksikkövalaisimen akun elinikä tulee olla vähintään neljä vuotta

(Hongisto 2016, 12.)

6.2.1 Poistumisreitivalaistus

Poistumisreittejä käsitellään kaksi metriä leveinä kaistaleina. Poistumisreitien valaistuksen tulee täyttää arvo 1 lx poistumisreitien keskiviivalla. Poistumisreitien keskiviöhykkeellä (1/2 poistumisreitien leveydestä) valaistusvoimakkuuden täytyy olla vähintään 50 % keskiviivan valaistusvoimakkuudesta (ks. kuvio 17). Poistumisreitien ollessa yli kaksi metriä leveä, käsitellään sitä kaksi metriä leveinä kaistaleina. Valaistusvoimakkuudet mitataan lattiatasosta. (SFS-EN 1838:2014, 14)

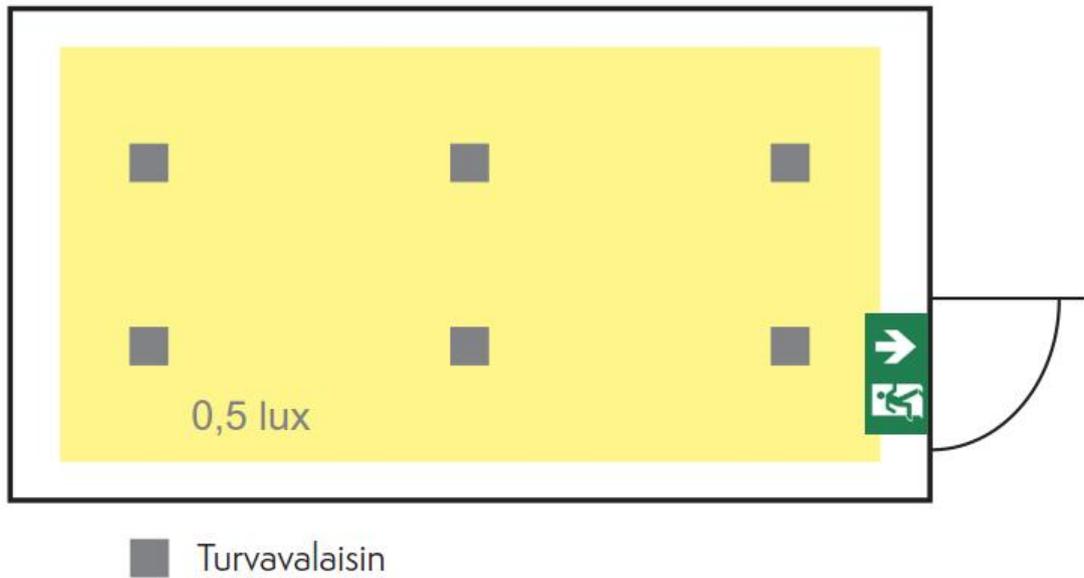


Kuvio 17. Poistumisreitien turvavalistus (Turvavalistusjärjestelmien suunnittelu- ja tarkastusopas n.d., 16.)

Kuviossa 17 poistumisreitien halkaisija on kaksi metriä. Poistumisreitien keskiviivalla valaistusvoimakkuus on standardien vaatimassa tasossa 1 lx. Keskiviivan molemmilla puolilla täytyy valaistusvoimakkuuden täyttää arvo 0,5 lx 0,5 metrin etäisyydellä.

6.2.2 Avoimen alueen valaistus

Avoimen alueen suunnittelumallia käytetään tiloissa, joiden pinta-ala on yli 60 m². Avoimen alueen turvavalaistuksen tarkoituksena on ehkäistä paniikin syntymistä normaalin valaistuksen häiriintyessä. Avoimen alueen valaistus auttaa henkilöitä poistumaan turvallisesti tilasta poistumisreitille. Avoimen alueen turvavalaistuksen valaistustason on oltava 0,5 lx koko tilassa pois lukien 0,5 metriä tilan seinistä (ks. kuvio 18). Valaistusvoimakkuudet mitataan lattiatasosta. (SFS-EN 1838:2014, 16)



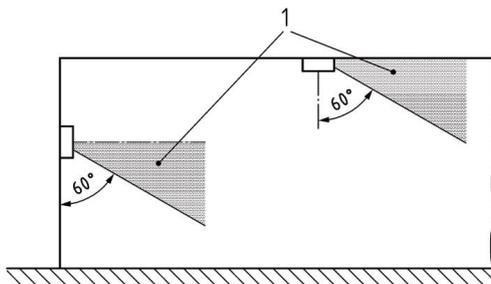
Kuvio 18. Avoimen alueen turvavalaistus (Turvavalaistusjärjestelmien suunnittelu- ja tarkastusopas n.d., 16.)

6.3 Estohäikäisy

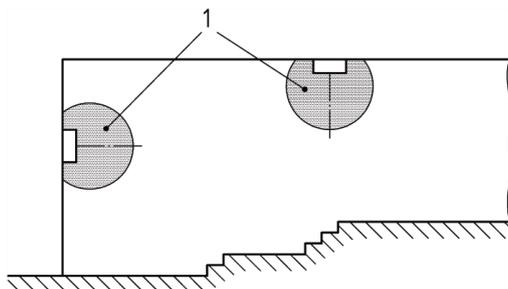
Turvavalaisinten sijoittelussa on myös tarkasteltava valaisinten aiheuttamaa häikäisyä ihmisen silmälle. Häikäisy voi olla vaaraksi poistuttaessa tiloista. Pahimmillaan häikäisy voi johtaa ihmisvahinkoihin erilaisten törmäilyjen ja kompastumisien myötä. SFS-EN 1838 antaa raja-arvot häikäisylle ja niitä on tarkasteltava sekä noudatettava järjestelmää suunniteltaessa. Taulukossa 1 on esitetty suurimmat valovoiman arvot estohäikäisyn toteutumiseksi kuvioiden 19 ja 20 alueella 1. (SFS-EN 1838:2014, 14.)

Taulukko 1. Estohäikäisyn suurimmat arvot alueella 1 (SFS-EN 1838:2014, 16.)

Asennuskorkeus lattian tasosta h m	Poistumisreitti- ja avoimen alueen valaistuksen suurin valovoima I_{\max} cd	Riskialttiin työalueen valovoima I_{\max} cd
$h < 2,5$	500	1 000
$2,5 \leq h < 3,0$	900	1 800
$3,0 \leq h < 3,5$	1 600	3 200
$3,5 \leq h < 4,0$	2 500	5 000
$4,0 \leq h < 4,5$	3 500	7 000
$h \geq 4,5$	5 000	10 000



Kuvio 19. Estohäikäisyn alue vaakatasossa (SFS-EN 1838:2014, 14.)



Kuvio 20. Estohäikäisyn alue korkeuden muutoksissa (SFS-EN 1838:2014, 14.)

7 Huolto ja kunnossapito

Koska turvavalistusjärjestelmä on turvajärjestelmä, on sen huoltoon ja kunnossapitoon kiinnitettävä erityistä huomiota. Turvajärjestelmillä huolehditaan henkilöiden turvallisuudesta, eikä järjestelmän toimintakunto saa vaarantaa henkilöturvallisuutta. Järjestelmän täytyy toimia moitteettomasti, koska hätätilanteiden ajankohtaa ei voida ennustaa. Järjestelmän täytyy olla koko elinkaarensa ajan yhtä varma kuin se oli uutena asennettuna. Tämän vuoksi järjestelmälle on asetettu määräaikaiset testaukset, joista on pidettävä rekisteriä jälkikäteen tarkastelua varten. Jos testauksissa havaitaan puutteita tai vikoja, on ne korjattava välittömästi. Järjestelmän komponentit kuten akustot ja valonlähteet tulee vaihtaa niiden toimintavarmuuden heikentyessä. Turvavalaisinjärjestelmien valmistajat ilmoittavat tuotteilleen niiden laskennalliset eliniät, mutta ne voivat vaihdella käyttöympäristön ja lämpötilan vaikutuksesta. Standardit velvoittavat tietyin väliajoin määräaikaisia testauksia, tällöin vikatilanteet havaitaan varmasti ja huoltotoimenpiteet pystytään ajoittamaan.

7.1 Testaukset

Standardissa SFS-EN 50172 määritetään turvavalistusjärjestelmälle kolme erilaista määräaikaistestausta. Testaukset jaotellaan päivittäisiin, kuukausittaisiin ja vuosittaisiin testauksiin. Lisäksi hyväksyntäviranomaisen tasolta voidaan vaatia järjestelmälle erikoistestauksia. Automaattisilla testausjärjestelmillä varustetut turvavalistusjärjestelmät tekevät määräaikaiset testaukset automaattisesti. Testauksien lokeja on kuitenkin valvottava ja vikatilanteet on korjattava välittömästi. Testausraportit tulee olla myös saatavilla vaivattomasti niitä tarvittaessa. Testauksille määritellään testikohtaisesti tehtäviksi seuraavat toimenpiteet:

Päivittäiset testaukset

- Keskusakustollisen järjestelmän merkinantolaitteet on tarkistettava silmämääräisesti. Järjestelmän tilan tulisi olla "Valmis".

Kuukausittaiset testaukset

- Kaikki järjestelmän valaisimet tulee asettaa toimimaan varavoimalla. Varavoimakäytöllä valaisimet tulee pitää niin pitkän ajan, että jokaisen valaisimen toimivuus voidaan tarkistaa.

- Jokaisen valaisimen ja kilven puhtaus on tarkistettava ja ne on puhdistettava, jos puhtaudessa havaitaan puutteita.
- Tehonsyötön palauduttua normaaliksi on merkinantolamppujen ja kokeiden tila tarkistettava. Tilan ei tulisi olla enää varavoimakäytöllä.
- Keskusakustojärjestelmän valvontalaitteiden moitteeton toimintakunto on tarkastettava.

Vuosittaiset testaukset

- Kaikki järjestelmän valaisimet tulee asettaa toimimaan varavoimalla. Varavoima-ajanjakson pituuden tulee olla järjestelmältä vaaditun toiminta-ajan pituinen. Varavoimakäytön aikana tulee jokaisen valaisimen toimivuus tarkistaa.
- Tehonsyötön palauduttua normaaliksi on merkinantolamppujen ja kokeiden tila tarkistettava. Tilan ei tulisi olla enää varavoimakäytöllä.
- Latausjärjestelmän asianmukainen toiminta on tarkastettava.
- Testin tulokset ja päivämäärä tulee kirjata lokikirjaan.

(SFS-EN 50172:2004, 18.)

7.2 Tallenteet ja raportointi

Standardissa SFS-EN 50172 käsitellään turvavalistusjärjestelmien dokumentointia, tallenteita, testauksia sekä huoltotoimenpiteitä. Turvavalistusjärjestelmän asennuksien valmistuttua on asennuksia koskevat piirustukset toimitettava kiinteistöön ja ne on säilytettävä keskitetysti yhdessä sijainnissa. Piirustuksien tulee olla harmonisointijulkaisun HD 384.5 kohdan 514.5.1 mukaisia. Järjestelmässä käytetyt komponentit on yksilöitävä ja jos järjestelmään tulee muutoksia, on muutokset päivitettävä piirustuksiin. Piirustuksissa on oltava asiantuntevan ja toimivaltaisen henkilön allekirjoittamat. Jokapäiväistä tutkimusten, testien ja vikojen tallentamista varten on toimitettava lokikirja. Järjestelmän ollessa varustettuna itsetestausominaisuuksilla on lokit saatava tarkasteltavaksi paperisena tulosteena jälkikäteen. Järjestelmän määräaikaistarkistusten raportit edellytetään myös luovutettavaksi kiinteistön haltijalle. Järjestelmän tilasta ja testauksista kertovaa lokikirjaa on säilytettävä kiinteistön haltijan nimeämän vastuuhenkilön toimesta. Lokikirjat täytyvät olla vaivattomasti saatavilla, jos asian-

mukaisesti valtuutettu henkilö tarvitsee niitä tarkasteltavaksi. Automaattisella testauksella varustettujen järjestelmien lokikirjan tuloste riittää hyväksytyksi lokikirjaksi. SFS-EN 50172 edellyttää vähintään seuraavien tietojen tallennusta lokikirjaan:

- a) *järjestelmän käyttöönottopäivämäärä mukaan lukien kaikki muutoksiin liittyvät todistukset*
- b) *jokaisen määräaikaistarkastuksen ja -testin päivämäärä*
- c) *jokaisen suoritettujen huollon, tarkastuksen tai testin päivämäärä ja lyhyet yksityiskohdat*
- d) *kaikkien vikojen ja suoritettujen korjaustoimien päivämäärät ja lyhyet yksityiskohdat*
- e) *turvavalaistuslaitteiden kaikkien muutosten päivämäärä ja lyhyet yksityiskohdat*
- f) *jos käytössä on jokin automaattinen testauslaite, kyseisen laitteen pääominaisuudet ja käyttötoiminnan toimintatapa on esitettävä (SFS-EN 50172:2004, 16.)*

(SFS-EN 50172:2004, 14-16.)

7.3 Kunnossapito-ohjelma

Turvavalaistusjärjestelmille on laadittava erillinen kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmassa on selostettava selkokieelisesti järjestelmän toimintakunnossa pysymiseen edellyttävät toimenpiteet. Järjestelmästä on myös pidettävä huoltokirjaa, josta ilmenee järjestelmän vikatilanteet, huollot, muutokset ja testaukset. Kunnossapito-ohjelmaa on säilytettävä kiinteistönomistajan nimeämän vastuuhenkilön toimesta. Kunnossapito-ohjelma tulee olla vaivattomasi saatavissa asianmukaisen valtuutetun henkilön toimesta. ST-kortistosta on saatavilla valmis kunnossapito-ohjelman pohja korttinumerolla ST 96.49. Huoltopäiväkirjan pohja on myös saatavilla ST-kortistosta korttinumerolla ST 96.50. Turvavalaistusjärjestelmien valmistajilta on useimmiten myös vapaasti saatavilla järjestelmälle räätälöityjä kunnossapito-ohjelmia, huoltopäiväkirjoja sekä käyttöönottotarkastuspöytäkirjoja.

8 Opinnäytetyön käytännön toteutus

8.1 Esivalmistelut

Opinnäytetyön aihe on turvavalaistusjärjestelmien investointi- ja käyttökustannusvertailu. Kustannusvertailun oli tarkoitus kattaa koko järjestelmän elinkaari. "ST 97.00 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus" määrittelee turvavalaistusjärjestelmän elinkaareksi 15-25 vuotta. Vertailuajanjaksoksi valittiin 25 vuotta.

Turvavalaistusjärjestelmän kustannukset jakautuvat investointikustannuksiin ja käyttöajan kustannuksiin. Investointikustannuksia aiheuttavat järjestelmän komponenttien hinnat sekä komponenttien asennukseen kuluva työmäärä. Käyttöajan kustannuksia aiheuttavat järjestelmän huoltaminen (työ ja komponentit) sekä järjestelmälle suoritettavat testaukset ja niiden rekisterin ylläpito.

Ensimmäisenä oli perehdyttävä erityyppisiin järjestelmiin ja valittava järjestelmät, joita opinnäytetyössä vertailtaisiin. Ramboll Finlandin sähkösuunnittelijoilta sai hyviä näkemyksiä järjestelmiin ja niiden valintaan. Vertailuun valitut järjestelmät olivat suunnittelijoille tuttuja ja niitä on käytetty aiemmissa suunnittelukohteissa. Vertailuun valittiin kaksi keskusakustojärjestelmää sekä kaksi yksikkövalaisinjärjestelmää. Erityylisten järjestelmien valinnalla huomioitiin, kuinka keskusakustollisten ja yksikköakustollisten järjestelmien kustannukset eroavat pidemmällä aikavälillä. Kaikki valitut järjestelmät olivat osoitteellisia turvavalaistusjärjestelmiä.

Jotta lopputulokset olisivat mahdollisimman todenmukaisia, turvavalaistusjärjestelmät suunniteltiin Ramboll Finlandin suunnittelukohteeseen. Suunnittelukohteena toimi Jyväskylän helluntaiseurakunnan uudet suunnitteluvaiheessa olevat toimitilat. Opinnäytetyön konkreettisena lopputuloksena syntyi Excel-pohjainen laskentatyökalu. Laskentatyökalulla voidaan vertailla turvavalaistusjärjestelmien kustannuksien muodostumista pidemmällä aikavälillä. Laskentatyökalu tulee jäämään Ramboll Finlandin suunnittelijoiden omaan käyttöön.

8.2 Projektin aloitus

Projektin alussa sain arkkitehdilta Jyväskylän helluntaiseurakunnan uusien toimitilojen pohjakuvat. Niistä löytyi turvavalaistusjärjestelmän suunnittelun kannalta oleellista tietoa eli poistumisreititsuunnitelma ja palo-osastojen rajat.

Poistumisreititsuunnitelmasta nähdään, mistä osista kiinteistöä poistutaan ulos. Poistumisreitille sijoitellaan opastevalaisimia tarvittava määrä. Opastevalaisimet sijoittaa arkkitehti, ja sähkösuunnittelija tarkastaa sekä kommentoi sijoitukset. Sähkösuunnittelijan on tarkastettava opastevalaisimien katseluetäisyydet sekä katselukulmat. Jos katseluetäisyydet eivät täyty, on opastevalaisimia lisättävä tarpeellinen määrä. Palo-osastojen rajat vaikuttavat keskusakustollisten turvavalaistusjärjestelmien suunnitteluun. Palo-osastojen läpi menevät turvavalaisinten syötöt tulee toteuttaa palonkestävästi.

Turvavalaistusjärjestelmien tasokuvien suunnittelussa käytettiin MagiCAD 2018 -suunnitteluohjelmaa, joka toimii AutoCAD-suunnitteluohjelman laajenusosana. MagiCAD helpottaa erityisesti talotekniikan osa-alueen suunnittelua, sillä koko projektia voidaan hallita keskitetysti yhdellä ohjelmistolla.

MagiCAD-ohjelmalla luotiin MEP-tiedosto (tiedostopääte .mep). MEP-tiedosto toimii projektikohtaisena kokoavana tietokantana. Se sisältää erilaisia valmiiksi määriteltyjä ominaisuuksia jotka ovat hyödyllisiä suunnittelun kannalta. Tiedostoon pystyy myös tekemään omia määrittelyjä, muutoksia ja lisäyksiä. MEP-tiedosto kokoaa kaikki projektiin liittyvät piirustukset yhdeksi kokonaisuudeksi ja täten helpottaa projektin hallintaa.

MEP-tiedoston luomisen jälkeen siirryttiin luomaan tasokuvia suunnittelua varten. Tasokuvaan tuotiin liitetiedostoiksi arkkitehdin pohjapiirustukset. Pohjapiirustukset tuotiin XREF-liitetiedostoina, eli pohjapiirustus on tasokuvissa vain liitteenä. Näin siihen ei voi vahingossa tehdä muutoksia. Pohjapiirustus muutettiin väriltään harmaaksi, koska silloin sähkötekniisiä symboleita ja merkkejä on helpompi lukea. Jokai-

sesta kerroksesta oli tehtävä oma tasokuva. Lisäksi jokaiselle vertailuun valitulle turvalaistussuunnitelmalle tehtiin omat tasokuvat kerroskohtaisesti. Kaikki turvalaistussuunnitelmien tasokuvat liitettiin MEP-tiedostoon.

8.3 Suunnitteluvaihe

Projektin tarpeellisten MEP-tiedoston ja tasokuvien luomisen jälkeen pystyttiin siirtymään suunnitteluvaiheeseen. Suunnittelu alkoi opastevalaisinten symboleiden sijoittelulla tasokuviin.

Arkkitehdin pohjakuviin sijoittamat opastevalaisimet käytiin läpi ja samoille kohdille lisättiin sähkötekniset symbolit. Turvalaistussuunnittelun opastevalaisimista on olemassa useita malleja eri etäisyyksille. Jokaiselta valmistajalta tyypitettiin opastevalaisimet ja niiden katseluetäisyydet ja -kulmat tarkastettiin. Opastevalaisimien kiinnikkeet, upotuskehukset sekä peitetarrat kirjattiin myös ylös. Opastevalaisimille luotiin MEP-tiedostoon omat valaisinmallit, sekä niille määritettiin valaisintyyppikohtaiset positionumerot. Opastevalaisimia oli lisättävä muutamia kappaleita katseluetäisyyksien täyttämistä varten. Jokaiselle opastevalaisimelle määritettiin myös yksilökohtainen asennuskorkeus, jonka määrittä kiinteistön huonekorkeus.

Opastevalaisimien lisäämisen jälkeen voitiin siirtyä turvalaistussuunnitelmaan. Kohteeseen suunniteltiin poistumisreitivalaistus sekä avoimen alueen valaistus. Poistumisreitille ja avoimelle alueelle tyypitettiin jokaiselta valmistajalta omat turvalaistussuunnitelmat. Kiinteistön huonekorkeiden vaihdellessa oli myös huomioitava omat mallit eri korkuisiin tiloihin. Turvalaistussuunnittelun kiinnikkeet ja upotuskehukset kirjattiin myös ylös. Jokaiselle turvalaistussuunnitelmalle luotiin MEP-tiedostoon valaisinmallit ja malleille määritettiin valaisintyyppikohtaiset positionumerot. Turvalaistussuunnitelmat sijoitettiin tasokuviin valmistajilta saatavien sijoittelupiirustusten avulla ja jokaiselle turvalaistussuunnitelmalle määritettiin asennuskorkeus.

Turvalaistussuunnittelun internet-sivuilta oli saatavissa EULUMDAT-valonjakotiedostot (tiedostopäätte .ldt). Valonjakotiedostoja voidaan käyttää valaistuksen mallintamiseen ja laskentaan erilaisilla valaistuksenlaskentaohjelmistoilla.

Kohteen turvavalaisituksen riittävyys tarkistettiin DIALux 4.12 -valaisituksenlaskentaohjelmistolla. Ohjelmaan tuotiin MagiCAD-ohjelmalla tehdyt tasokuvat, joihin turvalaisimet olivat jo valmiiksi sijoiteltuna. EULUMDAT-tiedostot tuotiin valaisimien sijaintiin ja niille määritettiin huonekoron mukainen korkeus. Poistumisreitit ja avoimen alueen valaistus täyttivät standardien vaatimukset laskentaohjelmistolla tarkasteltuna.

Valaisinten sijoittelun ja tarkistuksen jälkeen siirryttiin johtoteiden ja ryhmittelyn suunnitteluun. Valittujen järjestelmien osoitteellisuus mahdollisti opastevalaisimien ja turvalaisimien sijoittelun samoihin ryhmiin. Yksikkövalaisinjärjestelmillä ryhmittely oli huomattavasti nopeampaa, koska johtoreitteinä voitiin hyödyntää kohteeseen jo suunniteltuja kaapelihyllyjä. Valaisinten määrät ryhmissä eivät myöskään tuottaneet ongelmia, sillä kaikki käytetyt valaisimet olivat pienitehoisia led-valaisimia. Keskusakustojärjestelmiin oli suunniteltava palonkestävät johtotiet, kaapeloinnit sekä kytkentärasiat. Palonkestävät johtotiet suunniteltiin valaistusryhmiin, joiden syöttö kulki eri palo-osaston läpi. Palo-osastojen sisällä käytettiin ei-palonkestäviä asennustarvikkeita. Keskusakustojärjestelmän valaisimien ryhmittelyssä oli huomioitava ryhmien suurimmat valaisinmäärät. Suurimpaan ryhmään sijoitettiin 16 turvalaisinta, joka on standardien sallima suurin määrä. Keskusakustojärjestelmän valaisimien ryhmittelyssä oli myös huomioitava, että minkään valaisimen häiriö ei aiheuta häiriötä toisessa palo-osastossa sijaitsevaan valaisimeen.

Valaisinryhmien määrän selvittyä pystyttiin valitsemaan jokaiselle järjestelmälle turvalokeskus. Järjestelmille valittiin osoitteelliset turvalokeskukset sisäänrakennetuilla itsetestausominaisuuksilla. Keskuksien valinnassa otettiin huomioon mahdollinen laajennusvara tulevaisuudessa. Keskusakustojärjestelmille suunniteltiin myös akustojen toiminta-ajat sekä valittiin akut ja akkukaapit. Keskuksien ja akkukaapit sijoitettiin tasokuvissa kiinteistön tekniseen tilaan. Jokainen järjestelmä suunniteltiin varustettavaksi etähallintamahdollisuudella. Normaalien valaistusryhmien valvonta suunniteltiin järjestelmäkohtaisesti sekä suunniteltiin varattiin toteutukseen tarvittavat komponentit. Piirikaavioita valaistusryhmien valvonnasta ei opinnäytetyön aikana piirretty.

8.4 Laskentavaihe

Turvavalaistusjärjestelmien tasokuvien valmistuttua siirryttiin laskentavaiheeseen. Laskentavaihe käsitti kaikkien järjestelmien toteuttamiseen tarvittavien komponenttimäärien laskennan.

Laskentavaiheessa käytettiin MagiCADin Bill of Materials -toimintoa. Bill of Materials -toiminto sijaitsee ohjelmassa Reports-välilehden alla. Bill of Materials -toiminnolla pystytään laskemaan tasokuvissa olevia komponentteja sekä kaapelimääriä. Jokaiselle erilaiselle opaste- ja turvavalaisimelle luotiin suunnitteluvaiheessa oma positionumero. Bill of Materials -laskentatoiminto laskee tasokuvista automaattisesti kappalemäärät jokaiselle eri position valaisimelle. Laskennan tulokset kirjattiin excel-tiedostoon ylös. Aiemmin suunnitteluvaiheessa oli kirjattu ylös myös valaisimien tarvitsemat asennus- ja lisätarvikkeet. Nämä tiedot kirjattiin ylös samaan excel-tiedostoon.

Suunnitteluvaiheessa ryhmittelyn kaapeloinnit piirrettiin kaapelihyllyjen mukaisesti. Bill of Materials -toiminnolla voidaan laskea myös kaapeleiden pituuksia tasokuvista. Kaapeleiden ollessa tasokuvissa niille suunniteltujen kaapelihyllyjen mukaisia, saatiin Bill of Materials -laskennalla melko tarkat kaapelipituudet. Bill of Materials -toiminto ei kuitenkaan huomionnut kaapeleiden korkeuksien muutoksia eikä asennusvaroja valaisimille. Jokainen ryhmä tarkastettiin mittaamalla tasokuvasta ryhmän pituus. Pituuksien lisäksi lisäkorkeuden muutoksien aiheuttamat lisät sekä valaisimille asennusvarat. Lisäarvioinnilla saavutettiin mahdollisimman todenmukaiset kaapelipituudet.

Keskusakustojärjestelmissä oli myös huomioitava palonkestävien johtoteiden komponenttien laskeminen. Kaapelihyllystä laskettiin metrimäärät ulos MagiCADin Dimension -toiminnolla. Palonkestäville kaapelihyllyille on määritetty suurimmat kiinnitysetäisyydet valmistajan toimesta. Tyypitetulle kaapelihyllylle laskettiin suurinta kiinnitysetäisyyttä käyttäen kiinnityspisteiden määrä ja jokaiselle kiinnityspisteelle valittiin kaapelihyllyvalmistajan asennustarvikkeet. Kaapelihyllyjen kiinnikkeiden lisäksi oli myös laskettava kappalemäärät erilaisille kaapelikiinnikkeille, t-haaroille sekä kaapelihyllyn suunnanmuutoksille. Kaapelihyllyjen asennustarvikkeiden laskennan jälkeen

kirjattiin kappalemäärät ylös excel-tiedostoon. Bill of materials -toiminnolla saatiin laskettua myös jakorasiat ja palonkestävät jakorasiat tasokuvista.

Jokaisen turvavalaistusjärjestelmän vaihevalvonnan komponentit oli myös laskettava. Jokaiselle järjestelmälle arvioitiin tarvittava määrä vaihevalvonnan komponentteja ryhmäkeskuksiin. Ryhmäkeskusten valvottavat valaisinlähdet arvioitiin keskuskohtaisesti, koska ryhmäkeskusten keskuskaavioita ei oltu vielä toteutettu. Normaalin valaistuksen vaihevalvonnan komponentit sekä niiden toteutukseen tarvittavat kaapeli-määrät kirjattiin ylös excel-tiedostoon.

8.5 Kustannusten arviointi

Turvavalaistusjärjestelmien komponenttien ja asennustarvikkeiden määrien ollessa selvillä voitiin siirtyä kustannusten arviointiin sekä laskentatyökalun tekemiseen. Laskentatyökalu lähti muodostumaan Excel-tilukkolaskentaohjelman pohjalle. Excel-ohjelman käyttäminen mahdollistaa helpon ja nopean muokattavuuden jälkikäteen. Excel-tiedostoon muodostui lopuksi neljä eri välilehteä.

Ensimmäisen välilehden nimeksi muodostui "Komponentit". Jokaiselle turvavalaistusjärjestelmälle luotiin oma taulukkorakenne. Lisäksi jokaisen järjestelmän alle luotiin seuraavat alaotsikot:

1. Opastevalaisimet
2. Turvavalaisimet
3. Keskustarvikkeet
4. Sähköistys

Keskusakustojärjestelmille luotiin myös ylimääräinen alaotsikko:

5. Palonkestävä johtotie

Alaotsikoiden alle listattiin järjestelmään valitut tuotteet, toimittajien tuotenumerot, sähkönumerot, kappalemäärät sekä kappalehinnat. Järjestelmäkokonaisuuksien kappalehinnat kysyttiin suoraan järjestelmien toimittajilta. Yleisten asennustarvikkeiden kuten kaapeleiden, jakorasioiden ja palonkestävän johtotien osien hinnat otettiin sähkötukkujen keskihinnastoista. Komponentit välilehdellä alaotsikoiden loppuun lisättiin kokoava rivi, josta on luettavissa komponenttien yhteishinnat osa-alueittain.

Taulukon viimeiselle riville lisättiin myös tieto järjestelmän komponenttien yhteishinnasta.

Toisen välilehden nimeksi muodostui "Asennuskustannukset". Asennuskustannukset kattavat järjestelmän saattamisen täyteen toimintavalmiuteen. Jokaiselle järjestelmälle luotiin seuraavat alaotsikot:

1. Valaisimien asennus/kytkentä
2. Jakorasioiden asennus/kytkentä
3. Johtotien asennus
4. Kaapeleiden asennus
5. Keskuksen asennus
6. Vaihevalvonnan asennus
7. Ohjelmointi/käyttöönotto

Asennuskustannuksien arvioimiseen käytettiin "Sähköistys- ja sähköasennusalan urakkahinnoittelu 1.6.2015" -teosta. Kyseinen teos löytyy "Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 1.2.2017-31.1.2018" liitteestä 3. Urakkahinnoittelusta löytyy yksikköhinnat yleisimmille sähköasennukseen liittyville toimenpiteille. Suurin osa turvavalajaistusjärjestelmien asennustoimenpiteistä pystyttiin arviomaan käyttäen hyödyksi urakkalaskentahinnastoja. Osaan asennustoimenpiteistä kuten järjestelmän käyttöönoton ja ohjelmoinnin arvioimiseen käytettiin sähköistysalan toimijoiden keskituntihintaa 45 € alv. 0 %. Jokaiselle asennusvaiheelle muodostettiin yhteenveto, josta selviää kyseisen vaiheen kustannukset. Taulukon viimeiselle riville lisättiin myös tieto järjestelmän asennuskustannuksien yhteishinnasta.

Kolmannen välilehden nimeksi muodostui "Käyttökustannukset". Käyttökustannukset välilehdelle muodostettiin järjestelmien elinkaaret kattava kustannusvertailu. Kustannusvertailussa huomioitiin järjestelmien komponenttien vaihdot, komponenttien vaihtoon kuluva työn määrä, testaustoimenpiteet sekä komponenttien vaihtamiseen tarvittavien telineiden tai nostimien vuokrakustannukset. Jokaiselle järjestelmälle luotiin seuraavat alaotsikot:

1. Varaosat
2. Työ

Jokaisen järjestelmän komponenttien vaihtoajat tarkistettiin ja niiden perusteelta luotiin huoltosuunnitelmat 25:n vuoden ajalle. Järjestelmien valmistajilta saatiin yksikköhinnat varaosille ja varaosien vaihtoon kuluva työ arvioitiin keskituntihinnalla 45 € alv. 0 %. Järjestelmien ollessa osoitteellisia järjestelmiä, testauskustannuksien arviointia ei tarvinnut suorittaa laajasti. Järjestelmien 25 vuoden käyttökustannuksista tehtiin kokoava rivi, josta selviää käyttökustannusten kokonaishinta tarkasteluajanjaksolle.

Viimeisen välilehden nimeksi muodostui "Yhteenveto". Yhteenveto-sivulle koottiin järjestelmien komponenttien yhteishinnat, asennuskustannukset sekä käyttökustannukset. Yhteenveto-sivun tarkoituksena oli muodostaa helposti luettava taulukko, josta pystyy vertailemaan järjestelmien välisten kustannusten eroavaisuuksia. Koko excel-tiedosto luotiin toimimaan järjestelmällisesti solulinkitysten avulla. Jos tiedostoa haluaa muokata tulevaisuudessa, päivittyy kaikki välilehdet sen mukana. Tarkoituksena olikin luoda kustannusvertailutyökalu, jota voidaan päivittää tulevien suunnittelukohteiden myötä.

9 Tulokset

Excel-laskentatyökalun valmistuttua voitiin alkaa arviomaan tuloksia ja tuloksien välisiä eroja. Tuloksien vertailussa pääpainona oli eri järjestelmien välisten kustannusten eroissa ja niiden syissä. Opinnäytetyön edetessä oli selkeästi huomattavissa eri järjestelmien väliset erot, ja laskentatyökalun valmistuttua erot varmistuivat.

Eri turvalaisinjärjestelmien toimittajien komponenttihinnoissa huomattiin vaihtelevuutta. Se johtuu pääasiassa komponenttien luokitusten ja ominaisuuksien pienistä eroista. Yksikkövalaisinjärjestelmän sekä keskusakustojärjestelmän komponenttihintojen erot olivat jo tiedossa. Yksikkövalaisinjärjestelmän valaisimet ovat keskusakustojärjestelmän valaisimia kalliimpia. Niiden hintaa nostaa valaisimessa itsessään oleva varavoimalähde. Keskusakustojärjestelmän turvalaisinkeskuksen hinta taas on huomattavasti suurempi kuin yksikkövalaisinjärjestelmän turvalaisinkeskuksen hinta. Keskusakustojärjestelmän turvalaisinkeskukset ovat kookkaampia ja ne sisäl-

tävät enemmän tekniikkaa. Keskuksen sisäisen tekniikan määrään vaikuttaa standardien vaatimus valaisinten ryhmittelystä sekä liitettävyyden keskitettyyn varavoimalähteeseen. Keskusakustojärjestelmään on myös hankittava tarpeellinen määrä varavoimalähteinä toimivia akkuja. Osassa järjestelmiä on lisäksi erilliset akkukaapit. Keskusakustojärjestelmän keskuspaketin hinta nousee siis huomattavasti suuremmaksi kuin vastaava yksikkövalaisinjärjestelmän keskuspaketti. Keskusakustojärjestelmän keskuspaketin suurempi hinta tasaa eroa yksikkövalaisinjärjestelmän valaisimien suurempaan hintaan.

Keskusakustojärjestelmän investointi tulee lähes aina yksikkövalaisinjärjestelmää kalliimmaksi. Suurin hintaeroa lisäävä tekijä on palonkestävän johtotien asennustarvikkeiden hinta ja niiden asennuskustannukset. Yksikkövalaisinjärjestelmässä ei ole tarvetta palonkestävälle johtotielle. Palonkestävät asennustarvikkeet ovat huomattavasti kalliimpia kuin normaalit asennustarvikkeet. Palonkestävien asennuksien asennuskustannukset ovat myös selvästi suuremmat kuin vastaavat ei-palonkestävät asennuskustannukset. Palonkestävien johtotien kiinnitysten täytyy olla tukevampia ja kiinnitysvälit ovat pienemmät kuin ei-palonkestävillä johtoteillä. Lisäksi palonkestävien kaapeleiden ja muiden asennuskojeiden käsittely on hitaampaa.

Palonkestävän johtotiejärjestelmän investointikustannukset riippuvat kiinteistön pohjaratkaisusta sekä eri palo-osastojen määrästä ja sijainneista. Jos kiinteistön palo-osastojen määrä on vähäinen ja välimatkat turvavalaisinkeskukselle on lyhyet, eivät palonkestävän johtotiejärjestelmän investointikustannukset nouse kovinkaan suuriksi. Isoihin kiinteistöihin tulee lähes aina palonkestävyyttä vaativia sähköjärjestelmiä, kuten esimerkiksi savunpoistojärjestelmiä ja muita turvajärjestelmiä. Turvavalaistuksen johtotiejärjestelmä voidaan kiinteistökohtaisesti yhdistää muihin palonkestävyyttä vaativiin järjestelmiin. Tällaisissa tapauksissa palonkestävän johtotiejärjestelmän kustannus ei kohdistu ainoastaan turvavalaistusjärjestelmälle. Kiinteistön pohjaratkaisuun on suunnitteluvaiheessa kiinnitettävä erityistä huomiota, ja on päätettävä, onko keskusakustojärjestelmää kannattavaa lähteä suunnittelemaan.

Käyttöajan kustannukset eroavat suuresti yksikkövalaisinjärjestelmän ja keskusakustojärjestelmän välillä. Yksikkövalaisinjärjestelmän valaisimien akkujen vaihtovälit

vaihtelevat akkutyypikohtaisesti. Li-Po- ja Li-Ion-akkujen vaihtoväli on noin 6-8 vuotta, ja NiCd- ja NiMH-akkujen vaihtoväli noin 4-6 vuotta. Uusilla kondensaattori-valaisimilla kondensaattoreiden vaihtoväli on noin 10-12 vuotta. Järjestelmässä käytettyjen turvalaisintyyppien varavoimalähteet määräävät vaihtotoimenpiteiden ajankohdat. Jokainen vaihtotoimenpide luo kustannuksia järjestelmän elinkaaren ajalle. Vaihtokustannuksiin kuuluvat komponentit, vaihtotyöt sekä erilaisten nostureiden ja telineiden vuokrakustannukset. Jokaiselle vaihtokerralla muodostuu siis hinta, ja vaihtokertojen määrä järjestelmän elinkaaren aikana muodostaa kokonais-hinnan. Kiinteistön sisäiset huoneistokorot, valaisinten määrä ja valaisinten sijainti määrittävät yksikkövalaisinjärjestelmän vaihtokerran kustannuksen.

Keskusakustojärjestelmän varavoimalähteiltä vaaditaan vähintään 10 vuoden vaihtoväli. Varavoimalähteiden vaihtoja kertyy järjestelmän elinkaaren ajalla vähemmän kuin yksikkövalaisinjärjestelmällä. Varavoimalähteet sijaitsevat myös keskitetysti, joten vaihtotoimenpide sujuu huomattavasti nopeammin. Keskusakustojärjestelmän käyttöajan kustannukset jäävät huomattavasti pienemmiksi kuin yksikkövalaisinjärjestelmän käyttöajan kustannukset. Tämä tekijä tasoittaa järjestelmien investointikustannuksien eroja.

Jokaiselta turvalaisinjärjestelmien valmistajilta on saatavilla led-tekniikkaan perustuvia turvalaisimia. Nykyisten led-valaisimien eliniät ovat pisimmillään noin 100 000 tuntia. Näin valaisinten vaihtoväli noin 10-12 vuotta. Vaihtotarve koskee oikeastaan vain jatkuvasti päällä olevia opastevalaisimia. Järjestelmän elinkaaren aikana voidaan siis selvitä yhdellä opastevalaisimien vaihtokerralla. Led-tekniikka kehittyy myös jatkuvasti ja tulevaisuudessa on saatavilla pitempään kestäviä led-valaisimia. Tämä tulee vähentämään turvalaistusjärjestelmien elinkaaren käyttökustannuksia.

Keskusakustojärjestelmän investointikustannukset ovat siis useimmiten suuremmat kuin vastaavan yksikkövalaisinjärjestelmän. Elinkaaren käyttökustannukset menevät taas toisinpäin. Opinnäytetyössä vertailut turvalaisinjärjestelmät ovat osoitteellisia järjestelmiä. Jos järjestelmiksi olisi valittu ei-osoitteellisia järjestelmiä, olisivat käyttöajan kustannukset kasvaneet merkittävästi. Ei-osoitteellisille järjestelmille on huolto-

henkilöstön tehtävä standardien vaatimat määräaikaistestaukset. Järjestelmän huoltotunnit olisivat siis kasvaneet. Toisaalta järjestelmän investointikustannukset olisivat olleet pienemmät. Ei-osoitteellisten järjestelmien komponentit sisältävät vähemmän tekniikkaa, joten niiden hinta on matalampi. Opinnäytetyössä haluttiin keskittyä osoitteellisiin järjestelmiin, koska ne ovat tekniikaltaan nykyaikaisempia. Suurissa kiinteistöissä osoitteellisuus lisää turvavalaistusjärjestelmän helppokäyttöisyyttä. Esimerkki kiinteistössä yksikkövalaisinjärjestelmien sekä keskusakustojärjestelmien elinkaarikustannukset tasaantuivat loppujen lopuksi lähes tasavertaisiksi. Tämä johtui palo-osastojen määrästä sekä sijainneista. Palonkestävää johtotietä ei tarvinnut suunnitella kovin laajaksi. Kun laskentatyökalua käytetään tuleviin suunnittelukohteisiin, on huomioitava palonkestävän johtotien määrä. Se vaikuttaa oleellisesti erilaisien turvavalaistusjärjestelmien kustannuksiin.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia eri toteutustavan turvavalaistusjärjestelmien elinkaarikustannuksia vertaileva laskentatyökalu. Laskentatyökalun vaatimuksena oli, se että sitä pystyttäisiin muokkaamaan tarvittaessa myös tuleviin suunnittelukohteisiin.

Konkreettisenä tuotoksena syntyi Excel-pohjainen neljää eri turvavalaistusjärjestelmää vertaileva laskentatyökalu. Laskentatyökalusta on selkeästi luettavissa eri turvavalaistusjärjestelmien kustannuksien muodostuminen elinkaaren ajalla, ja kustannukset on eritelty kustannustyyppikohtaisesti. Järjestelmien välinen vertailu onnistuu siis vaivattomasti, ja haluttaessa laskentatyökalun arvoja voi muokata haluamansa mukaisiksi.

Turvavalaistusjärjestelmien vertailu toteutettiin Jyväskylän helluntaiseurakunnan uusiin toimitiloihin, ja laskentatyökalun rakenne muodostettiin jälkikäteen muokattavaksi. Laskentatyökalua voidaan siis käyttää hyödyksi tulevissa suunnittelukohteissa, erityisesti samaa kokoluokkaa olevissa rakennuskohteissa. Laskentatyökalussa on yksityiskohtaista tietoa kustannusten erittelystä. Näin huomataan mikä osa-alue järjes-

telmässä maksaa eniten. Suunnittelun kohteina oleville asiakkaille on mahdollista antaa rakennuskohtaista informaatiota siitä, mikä järjestelmä kiinteistöön sopisi parhaiten.

Ongelmakohtia opinnäytetyön aikana ei ilmennyt suurissa määrin. Ainoana ongelma-kohtana voidaan pitää turvavalaistusjärjestelmien asennuskustannusten arvioimista. Asennuskustannukset arviotiin pääasiassa käyttäen sähköistysalan työehtosopimuksen liitteenä olevaa urakkahinnoitteluhinnastoa. Urakkahinnoitteluhinnastossa on esitetty yleisimmille sähköalan työvaiheille yksikköhinnat. Yksikköhinnat voivat erota suuresti todellisista urakoitsijoiden hinnoista ja tuntiperusteisista laskutushinnoista. Osa urakkalaskentahinnaston avulla arvioiduista työvaiheiden hinnoista vaikuttikin melko pieniltä. Urakkalaskentahinnaston avulla arvioituja hintoja verrattiin keskituntihinnalla tehtävään arviontiin ja huomattiin vaihtelevuuden olevan työvaihekohtaista. Asennuskustannusten hinta-arviot päädyttiin pitämään urakkalaskentahinnaston mukaisina.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan pitää luotettavina. Tasokuvista saatujen komponenttien määrät vastaavat standardien vähimmäisvaatimuksia. Turvavalaistusjärjestelmien sähköistyksen asennustuotteiden arvioimisessa käytettiin tarkkoja mittauksia sekä huolellisuutta. Komponenttien hinnat on kysytty suoraan järjestelmien toimittajilta ja sähköalan tukuilta. Työvaiheiden ja elinkaaren käyttökustannusten arviointiin käytettiin kiinteistölle ominaisia tarkkoja mittoja, ja laskelmat suoritettiin niiden perusteella. Ainut ongelma-kohta voi olla jo aiemmin mainittu työvaiheiden arviointi käyttäen urakkalaskentahinnastoa.

Jatkokehitysmahdollisuuksia opinnäytetyön kautta syntyneelle laskentatyökalulle ei tällä hetkellä ole. Laskentatyökalun taulukkoja ja tietoja voi päivittää esimerkiksi uusilla tuotteilla ja ajantasaisilla hinnastoilla. Laskentatyökalua voidaan muokata tuleviin suunnittelukohteisiin sopiviksi vaihtamalla ja täyttämällä laskentatyökalun sisäisiä tietoja ja määriä. Jokainen kiinteistö on kuitenkin erilainen, ja kiinteistön ominaisuudet määrittävät turvavalaistusjärjestelmien vaatimukset sekä toteutukset. Las-

kentatyökalu sopii erityisesti esimerkkikohteena olleen kiinteistön kokosiin kiinteistöihin. Suuremmissa kohteissa laskentatyökalua toimii pääasiassa suuntaa antavana materiaalina, ja tulosten luotettavuutta on tarkasteltava erikseen.

Opinnäytetyön alussa asetetut henkilökohtaiset tavoitteet saavutettiin työn edetessä. Lisäksi huomasin osaamista ja tietoa kertyvän osa-alueilta, joita ei työn alussa huomannut asettaa tavoitteiksi. Turvalaistusjärjestelmiä koskevat standardit ja muut määräykset sisäistin työn edetessä laajasti. Turvalaistusjärjestelmän suunnitteluvaihe tuli myös tutuksi opinnäytetyön edetessä. Markkinoilla olevien erilaisten turvalaistusjärjestelmien toimintaperiaatteet, komponentit sekä laajennus mahdollisuudet tulivat tutuiksi työn aikana. Työn aikana suunnitteluun käytettiin MagiCAD- ja Dialux-ohjelmia, joten niiden käyttäminen kehittyi huomattavasti. Kokonaisuutena opinnäytetyön tekeminen kehitti henkilökohtaista osaamista talotekniikan alan sähkösuunnittelijan tehtävissä.

Lähteet

Aalto Control -järjestelmä. N.d. Aalto Control-järjestelmän esite Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

http://www.teknoware.com/sites/default/files/esite_aalto_control_fi_rev1.pdf

Aalto Control WMU langaton valvontalaite TST5108. N.d. WMU-valvontalaitteen esite Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

<http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/aalto-control-wmu-langaton-valvontalaite-tst5108>

Aalto wireless/ethernet -koordinaattori TST5103. N.d. Aalto Control -koordinaattorin esite Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

<http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/aalto-wireless-ethernet-koordinaattori-tst5103>

ACM-valvontaohjelmisto. N.d. ACM-ohjelmiston esite Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

<http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/turvavalaistuksen-etahallinta/keskusakustojarjestelmien-etahallinta/acm-valvontaohjelmisto>

Asennus- ja huolto-ohje TKT65C TAPSA CONTROL. 2016. Asennus- ja huolto-ohje osoitteelliselle turvavalokeskukselle Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

http://www.teknoware.com/sites/default/files/vot34r1_f.pdf

Esc 90 led emergency exit light TWT9051WK. N.d. Teknoware Opas 90, opastevalaisimen datalehti Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 5.4.2018.

http://www.teknoware.com/en/pdf/product_display/TWT9051WK

Osoitteellinen turvavalokeskus, keskusakustojärjestelmä ESC-200P. N.d. ESC-200P-keskuksen käyttöohje EXlightin internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

https://exilight.fi/application/files/5115/0968/7698/Exilight_ESC-200P_kayttoohje.pdf

Hainari, H., Hongisto, P. & Jumppanen, J. 2013. Poistumisvalaistus ST-Käsikirja 36. 2.p. Espoo: Sähkötieto ry.

Hongisto, P. 2017. Turvavalaistuksen kaapelointi. Teknoware Oy. Powerpoint-esitys Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

http://www.teknoware.com/sites/default/files/Emergency-Downloads/teknoware_turvavalojarjestelmien_kaapelointi_2017_rev0.pdf

Hongisto, P. 2016. Turvavalaistuksen vaatimukset. Teknoware Oy. Powerpoint-esitys Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 17.2.2018.

http://www.teknoware.com/sites/default/files/Emergency-Downloads/teknoware_turvavalaistuksen_vaatimukset_2016.pptx

IC-valaisinohjausyksikkö. N.d. Älykkään valaisinohjausyksikön esittely Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

<http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/keskusakustojarjestelmat/keskusakustojarjestelmien-ulkoiset-moduulit/ic-valaisinohjausyksikko>

Jurvelin, J. 2017. Tutkimus ja kehittäminen (5 OP). Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Oppimateriaali Tutkimus ja kehittäminen-opintojaksolla, Optima oppiympäristössä. Viitattu 27.4.2018

Keskitetty valvonta EXI Control v4.1. N.d. EXI Control -ohjelman esite EXIlightin internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

https://exilight.fi/application/files/4314/6700/7997/EXI-Control_v4.1_1.2.pdf

Laitelaki 10/2007. Laki pelastustoimen laitteiden turvallisuudesta. Viitattu 3.4.2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070010>

Langaton WebCM -etähallintajärjestelmä/WebACM-etähallintaohjelmisto. N.d. Ohjelmiston esittely Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

<http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/turvavalaistuksen-etahallinta/keskusakustojarjestelmien-etahallinta/langaton-webcm-etahallintajarjestelma-webacm-etahallintaohjelmisto>

Linespot II lowbay led emergency light TWT1451WK. N.d. Teknoware-käytävä-turvavalaistimen datalehti Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 5.4.2018.

http://www.teknoware.com/en/pdf/product_display/TWT1451WK

Keskitetty valvonta Lonix COBA UI. N.d. Lonix COBA UI -ohjelman esite EXIlightin internetsivuilla. Viitattu 12.4.2018.

https://exilight.fi/application/files/8914/6700/8040/LONIX-COBA_1.2.pdf

Neptolux älykkäästi ohjaava turvavalojärjestelmä. 2015. Turvavalaistusjärjestelmän esite Neptoluxin internetsivuilla. Viitattu 9.4.2018.

<https://indd.adobe.com/view/8609e874-dc6a-43fd-acd8-325960fc38e4>

Pelastuslaki 379/2011. Laki kiinteistöistä pelastautumiseen. Viitattu 3.4.2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=pelastuslaki>

PRODEX FIREscape suunnitteluopas. 2017. Paloturvavalojärjestelmän suunnitteluopas Hedengren Securityn internetsivuilla. Viitattu 10.4.2018.

https://hedengrensecurity.fi/wp-content/uploads/2017/05/Suunnitteluopas_2017_web-1.pdf

Ramboll esittely. 2016. Powerpoint-esitys Rambollin intranetsivuilla. Viitattu 17.2.2018.

Rambollin vuoden 2016 tulos yhtiön kaikkien aikojen paras. 2017. Lehdistötiedote Rambollin internetsivuilla.

Viitattu 17.2.2018.

<http://www.ramboll.fi/media/rfi/rambollin-vuoden-2016-tulos-yhtion-kaikkien-aikojen-paras>

Ritar RA12-45 (12V 45Ah). 2012. Ritar-lyijyakun datalehti UTU:n internetsivuilla.

Viitattu 7.4.2018.

https://www.utu.eu/sites/default/files/attachments/ritar_ra12-45_id_20843.pdf

SMa 805/2005. Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreitien merkitsemisestä ja valaisimesta. Viitattu 3.4.2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050805>

SFS-EN 1838. 2014. Valaistussovellukset. Turvavalaistus. 2.p. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 17.02.2014. Viitattu 17.2.2018. Jyväskylän ammattikorkeakoulun SFS Online lisenssillä.

SFS 6000-5-56. 2017. Turvajärjestelmät. 2.p. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 18.8.2017. Viitattu 6.4.2018. Jyväskylän ammattikorkeakoulun SFS Online lisenssillä.

SFS-EN 50171. 2001. Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 25.3.2002. Viitattu 3.4.2018. Jyväskylän ammattikorkeakoulun SFS Online lisenssillä.

SFS-EN 50172. 2004. Poistumisvalaistusjärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 18.10.2004. Viitattu 3.4.2018. Jyväskylän ammattikorkeakoulun SFS Online lisenssillä.

Turvavalaistusjärjestelmien suunnittelu- ja tarkastusopas. N.d. Suunnitteluohje Teknowaren internetsivuilla. Viitattu 5.4.2018.

http://www.teknoware.com/sites/default/files/design_guide_fi_nettiin.pdf

Turvavalaistusjärjestelmät perinteinen ja Neptolux järjestelmäkaavio. 2008. Järjestelmäkaavion esimerkki Neptoluxin internetsivuilla. Viitattu 9.4.2018.

https://neptolux.fi/wp-content/uploads/2017/08/Neptolux_jarjestelmakaavio.pdf