



Selvitys turvavalolaistusjärjestelmän valintaan vaikuttavista tekijöistä

Tommi Hölli

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

HÖLLI, TOMMI:

Selvitys turvavalaistusjärjestelmän valintaan vaikuttavista tekijöistä

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Huhtikuu 2021

Turvavalaistusjärjestelmän voi toteuttaa rakennukseen hyvin monilla eri tavoilla. Se mikä tavoista valitaan toteutettavaksi, on usein osaltaan sähkösuunnittelijan vastuulla. Opinnäytetyö tehtiin insinööritoimisto AX-LVI Oy:n toimeksiannosta. Se suunnittelee turvavalaistusjärjestelmiä osana sähkösuunnittelua. Suunnittelijat ehtivät harvoin tutustumaan laajemmin turvavalaistusjärjestelmien eroihin tai järjestelmien aiheuttamiin kustannuksiin. Työn tavoitteena olikin luoda selvitys, jonka avulla järjestelmien suunnittelijat pystyvät hahmottamaan erilaisten järjestelmien soveltuvuuden kulloiseenkin kohteeseen niin tekniikan kuin kustannustenkin muodostumisen kannalta.

Opinnäytetyössä tutkittiin erilaisten järjestelmätyyppien toimintaperiaatteita, niiden rakennetta, eri komponenttien ominaisuuksia, kunnossapitoa sekä järjestelmätyyppien sopivuutta erilaisiin rakennuksiin. Työssä muodostettiin myös karkea yhteenveto elinkaarikustannusten muodostumisesta erilaisissa järjestelmissä. Tietolähteinä käytettiin pääasiassa turvavalaistusjärjestelmien valmistajien materiaaleja sekä aiheeseen liittyviä standardeja, lakeja ja muita dokumentteja. Lisäksi haastateltiin Suomen suurimpien turvavalaistustoimittajien edustajia sekä Tampereen kaupungin palotarkastusinsinööriä.

Työn lopputuloksena voidaan todeta, että hyvän turvavalaistusjärjestelmän suunnittelu on hyvin kohdekohtaista. Kaikki saatavilla olevat järjestelmät ja niiden ominaisuudet eivät sovi kaikkiin kohteisiin. Toisaalta jokin ominaisuus saattaa lisätä huomattavasti rakennuksen turvallisuutta ja erityisesti järjestelmän käytettävyyttä. Siksi olisikin tärkeää, että järjestelmän valitsisi asiaan perehtynyt henkilö. Näin voitaisiin välttyä teknisesti kestävämmiltä ja elinkaarikustannuksiltaan huonoilta ratkaisuilta.

Asiasanat: turvavalaistus, keskusakusto, yksikköakku, palonkestoisuus, elinkaarikustannus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services

HÖLLI, TOMMI:

Account of issues affecting choice of emergency lighting systems

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 1 page
April 2021

The thesis was commissioned by an engineering firm AX-LVI Oy. Emergency lighting is a part of their business. They had a need for a survey of things which affect the planning of emergency lighting.

The aim of the work was to create a report of the things that affect effect on the choice of emergency lighting. These were, for example, different system types, operation times of the components, fire resistance requirements and the requirements by the law. A rough summary about lifecycle costs was also formed in the work. Most sources were found on the sites of emergency light manufacturers. Requirements for the systems were learnt from the SFS Standards and the relevant laws. In addition, there were four interviews.

As a result, it was found out that the designer of emergency lighting should be a professional. Otherwise, the life cycle costs of the system can be high. Furthermore, the maintenance and the control of the system may cause unexpected costs.

Key words: emergency lightning, central battery, unit battery, fire resistance, life cycle cost

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TURVAVALAISTUS	6
	2.1 Poistumisreittivalaistus	7
	2.1.1 Opastevalaisimet	8
	2.1.2 Turvavalaisimet	10
	2.2 Avoimen alueen valaistus	11
	2.3 Riskialttiin työalueen valaistus.....	11
3	LAIT, ASETUKSET JA STANDARDIT	12
4	TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄTYYPIT	14
	4.1 Keskusakustolliset järjestelmät	14
	4.1.1 Akut keskusakustojärjestelmissä	18
	4.1.2 Palonkestävyys.....	19
	4.2 Yksikkökäyttöiset järjestelmät	21
	4.2.1 Erilaiset varavoimalähteet yksikkövalaisimissa	22
	4.3 Osoitteellisuus turvavalajaistujärjestelmissä	24
	4.4 Langattomat turvavalajaistusjärjestelmät	25
	4.5 Adaptiiviset turvavalaisimet.....	27
5	TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMIEN KÄYTTÖIKÄ	29
6	TESTAUS JA KÄYTTÖ.....	30
	6.1 Testaus	30
	6.2 Etähallinta ja valvonta	31
7	KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN	32
	7.1 Investointi.....	32
	7.2 Ylläpito	34
8	YHTEENVETO	36
9	POHDINTA	38
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET	43
	Liite 1. Turvavalajaistusjärjestelmien ominaisuuksien hyödyllisyys kohteen ominaisuuksiin verrattuna.	43

1 JOHDANTO

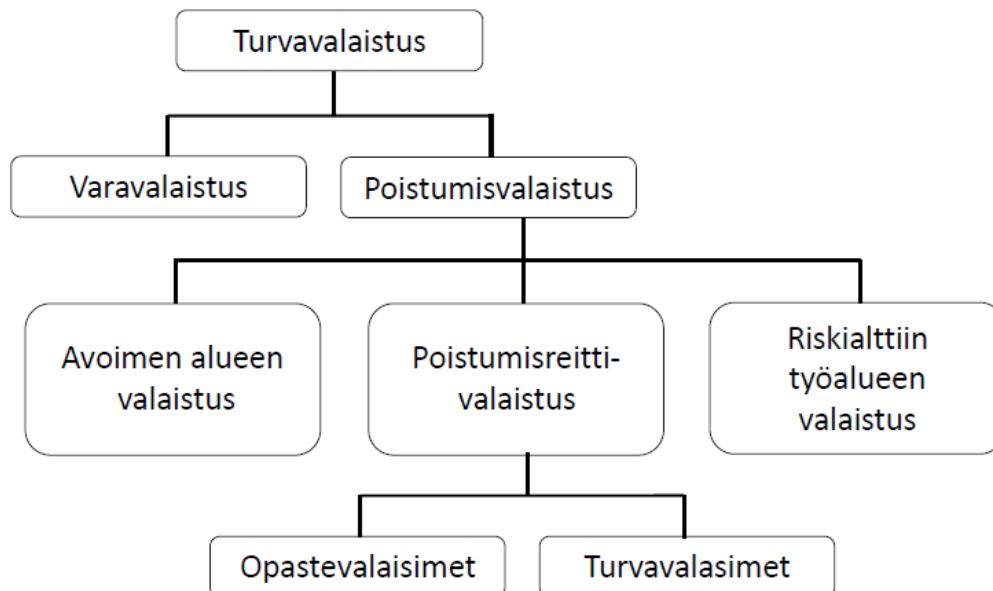
Turvavalaistusjärjestelmä on tärkeä osa rakennusten turvallisuusjärjestelmiä. Sen vuoksi niiden toiminnalle ja kestävyydelle on annettu osin hyvinkin tarkkoja ohjeita ja määräyksiä. On kuitenkin olemassa monenlaisia tapoja toteuttaa määräystenmukainen turvavalaistusjärjestelmä. Järjestelmissä ja järjestelmätyypeissä on suuria eroja muun muassa käyttö- ja investointikustannuksissa, palonkestoisuusvaatimuksissa sekä valaisimien ja akkujen käyttöiässä. Myös rakennukset, joihin turvavalaistusta suunnitellaan ovat hyvin erityyppisiä. Ne antavat omat vaatimuksensa ja rajoitteensa käytettävälle järjestelmälle.

Turvavalaistuksen suunnittelijan pitää osata valita kohteeseen hyvin sopiva järjestelmä. Tärkeää on myös osata perustella valintansa tilaajalle. Eri järjestelmistä saatavat tiedot ovat hajallaan valmistajien esitteissä ja muissa suunniteluohjeissa. Myös vaatimuksia ja määräyksiä turvavalaistukselle käsitellään useissa laeissa, standardeissa ja muissa asiakirjoissa. Opinnäytetyössä on tarkoitus tutustua erilaisten turvavalaistusjärjestelmien toimintaan ja koota hajallaan olevaa tietoa yhdeksi tietopakettiksi. Tavoitteena on, että suunnittelijat pystyvät käyttämään työtä järjestelmätyypin ja järjestelmän valinnan tukena sekä osaltaan perusteluna valinnalle. Työssä käydään läpi esimerkiksi erilaisten järjestelmätyyppien toimintaperiaatteet, niiden rakenne, eri komponenttien ominaisuuksia, kunnossapitoa sekä järjestelmätyyppien sopivuutta erilaisiin rakennuksiin. Lisäksi kootaan karkea yhteenveto elinkaarikustannusten muodostumisesta erilaisissa järjestelmissä. Työtä varten haastatellaan myös turvavalaistusjärjestelmien toimittajia sekä paloviranomaista. Haastattelujen avulla työhön saadaan luotettavuutta sekä kokemuksen tuomaa tietoa.

Työ tehdään insinööritoimisto AX-LVI Oy:n toimeksiannosta. AX-LVI Oy on yksi kolmesta yhtiöstä, jotka muodostavat AX-Suunnittelun. AX-Suunnittelu on erikoistunut tekniseen suunnitteluun- ja konsultointiin. Osana sähkösuunnittelua, he suunnittelevat myös turvavalaistusjärjestelmiä. Turvavalaistus on kuitenkin vain pieni osa sähkösuunnittelua eivätkä suunnittelijat aina pysty perehtymään laajemmin järjestelmien eroihin. Opinnäytetyön tavoitteena onkin helpottaa osaltaan tätä ongelmaa.

2 TURVAVALAISTUS

Turvavalaistuksen pääasiallinen tarkoitus on luoda riittävä valaistus ihmisten turvalliselle poistumiselle rakennuksesta sekä toiminnan hallitulle alasajolle. Yleisesti turvavalaistus mielletään toimivaksi vain poikkeusoloissa, sähkökatkon tai muun vastaavan aikana, mutta se toimii osittain myös normaaleissa olosuhteissa. Turvavalaistus on erilaisia valaistusmuotoja sisältävä kokonaisuus. (Hainari, Hongisto & Jumppanen 2019, 9.) Siihen sisältyvät valaistusmuodot on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Kaavio turvavalaistuksen osista (Hainari ym. 2019, 9)

ST-kortin (ST 59.10 2020,1) mukaan kuvion 1 esittämät osat määritellään seuraavasti:

- Turvavalaistus: Normaalin valaistuksen virransyötön häiriintyessä käytettävä valaistus.
- Poistumisvalaistus: Turvavalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa henkilöiden turvallisuus tilasta poistuttaessa tai turvata mahdollisesti vaaraa aiheuttavan prosessin lopettaminen ennen poistumista
- Varavalaistus: Turvavalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on taata normaalin toiminnan jatkuminen oleellisesti muuttumattomana
- Poistumisreititvalaistus: Poistumisvalaistuksen osa, jonka

tarkoituksena on varmistaa, että tilassa olevat henkilöt voivat vaivatta tunnistaa poistumiskeinot ja käyttää niitä turvallisesti

- Avoimen alueen valaistus: Poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on ehkäistä paniikkia ja varmistaa henkilöiden pääsy paikkaan, josta poistumisreitti voidaan havaita
- Riskialttiin työalueen valaistus: Poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa niiden henkilöiden turvallisuus, jotka ovat tekemisissä mahdollisesti vaarallisen prosessin tai tilanteen kanssa, ja se mahdollistaa toiminnan hallitun pysäyttämisen käyttäjän ja muiden tilassa olijoiden turvallisuutta vaarantamatta
- Lisäksi poistumisvalaistukseen kuuluu erilaisten pelastuskäyttöön tarkoitettujen laitteiden ja merkkien valaisu.

2.1 Poistumisreittivalaistus

Poistumisreittivalaistus koostuu kahdesta osasta. Opastevalaisimista (kuva 1) ja turvavalaisimista (kuva 2). Opastevalaisimet ohjaavat ihmiset lyhintä turvallista reittiä rakennuksesta ulos ja niiden on oltava jatkuvasti valaistuna. Turvavalaisimet sen sijaan valaisevat poistumisreitit ja syttyvät vasta kun normaali valaistus ei toimi sähkökatkon tai muun vastaavan syyn takia. (Hainari ym. 2019, 26).



Kuva 1. Opastevalaisin (Teknoware, opas 80x n.d.)



Kuva 2. Turvavalaisin (Hedengren n.d.)

Kaikkien poistumisreittivalaisimien tulee olla riippumattomia kyseisen tilan normaalin valaistuksen sähkösyötöstä (Hainari ym. 2019, 1). Käytännössä valaisimien sähkön saanti tulee siis varmentaa esimerkiksi akuilla niin, että sähkön syötön katketessa valaisimet pystyvät toimimaan vaaditulla tasolla vaaditun ajan. Minimi vaatimus poistumisreittivalaistuksen toiminta-ajalle normaalin sähkösyötön katkettua on yksi tunti (Hainari ym. 2019, 29). Toiminta-aika määritellään kuitenkin tapauskohtaisesti. Mikäli poistumisreitti on poikkeuksellisen pitkä tai muuten hankala, esimerkiksi maanalaisissa tiloissa, on syytä tehdä riskiarvotus ja poistumisaikalaskelma pelastus- ja rakennusvalvontaviranomaisen kanssa poistumisreittivalaistuksen riittävän toiminta-ajan määrittämiseksi. (Kautto 2016, 1.).

Turvavalaistuksen suunnittelemisen kannalta oleellisia tietoja ovat poistumisreitit, normaalisti käytössä olevat uloskäynnit, hätäuloskäynnit sekä paloalueet. Näiden suunnittelemisesta ja määrittelemisestä vastaa rakennuksen pääsuunnittelija, arkkitehti tai erikseen määritelty palokonsultti. Lisäksi turvavalaistus suunnitelmaa tehdessä pitää tietää muiden valaistusta vaativien kohteiden sijainnit. Tällaisia kohteita ovat mm. paloilmoinpainikkeiden, ensiapupisteiden ja sammutuskaluston sijainnit rakennuksessa. (Hainari ym. 2019, 29.)

2.1.1 Opastevalaisimet

Opastevalaisimien tarkoitus on opastaa rakennuksessa olijat ulos rakennuksesta ennalta määriteltynä poistumisreittinä pitkin. Opasteet valaisevat poistumisreittejä jatkuvasti myös normaaleissa tilanteissa.

Kaikissa rakennuksissa ei tarvitse olla poistumisopasteita. Sisäministeriön asetuksessa SMa 805/2005 määritellään minkä tyyppisissä rakennuksissa vaaditaan poistumisreitit merkitseminen poistumisopasteilla. Standardin SFS 6000-5-56 liitteeseen 56X on koottu esimerkkejä turvavalaistuksen tarpeesta sisäministeriön asetuksen pohjalta (taulukko 1).

Taulukon 1 viittaus 2 aiheuttaa tulkinnanvaraisuutta kokous- ja liiketilojen poistumisreitit valaisemiseen. Turvavalaistuksen tarpeellisuutta voidaan tässä tapauksessa arvioida esimerkiksi paloviranomaisen kanssa. Poistumisreitit valaisemisen tarpeeseen vaikuttaa mm. poistumisreitit selkeys ja pituus.

Taulukko 1. Esimerkkejä poistumisopasteiden ja poistumisreitit valaistuksen tarpeesta (SFS 6000-5-56. 2017)

	<i>Poistumisopasteet</i>	<i>Poistumisreitit valaistus</i>
<i>Majoitustilat</i>	+	+ ¹⁾
<i>Hoitolaitokset</i>	+	+
<i>Rangaistuslaitokset</i>	+	+
<i>Kokoontumis- ja liiketilat</i>	+	+ ²⁾
<i>Toimistot ja muut työpaikatilat</i>	+	-
<i>Tuotantotilat</i>	+	- ³⁾
<i>Varastotilat</i>	- ⁴⁾	-
<i>Autosuojat</i>	+	-
<i>Maanalaiset tilat</i>	+	+
<i>Yli 8-kerroksiset rakennukset</i>	+	+
+ = valaistus vaaditaan - = valaistusta ei vaadita ¹⁾ Yksikerroksisissa rakennuksissa, joissa poistumismahdollisuudet ovat hyvät (esimerkiksi poistutaan huoneista suoraan ulos) poistumisreitit valaistus voidaan jättää pois. ²⁾ Tiloissa, joiden pinta-ala on suurempi kuin 300 m ² . Pienemmissä tiloissa poistumisreitit valaistus harkinnan mukaan. ³⁾ Mikäli poistuminen on vaikeaa tai poistumisjärjestely on tavanomaisesta poikkeava, poistumisreitit on valaistava. ⁴⁾ Mikäli tilassa ei työskennellä jatkuvasti.		

Rakennukset saattavat olla hyvin sokkeloisia tai poistumisreitit voi olla muuten hankala hahmottaa esim. kalusteiden takia. Opastevalaisimien pitää muodostaa selkeästi havaittava poistumisreitit. Jokaiselta valaisimen kohdalta pitää olla mahdollista havaita seuraava opaste, jolloin reitiltä harhaantumisen riski pienenee. Kaikki poistumisreitillä käytettävät ovet pitää merkitä poistumisvalaisimella.

Poistumisreitien päättymispaikan edusta pitää valaista. Esimerkiksi, jos poistumisreitti ohjaa ovesta ulos, pitää oven edusta valaista myös turvavalaisimella. (Hainari ym. 2019, 26.)

2.1.2 Turvavalaisimet

Turvavalaisinten tarkoitus on valaista poistumisreitti niin, että sitä pitkin on helppo ja turvallista poistua rakennuksesta, sekä korostaa poikkeustilanteissa tarvittavia laitteita ja kohteita. Taulukossa 1 on esimerkkejä poistumisreitien valaistuksen tarpeesta.

Poistumisreitien lisäksi on monia kohteita, jotka pitää myös valaista. Hainari ym. 2019, 29 ovat koonneet ST-käsikirjaan 36 listan standardin vaatimista paikoista, jotka pitää valaista poistumisreitien lisäksi. Näitä kohteita ovat:

- jokaisen hätäpoistumiseen käytettävän oven lähialue
- portaiden lähialue niin, että jokainen porrastasanne saa suoraa valoa
- lähialue jokaisessa muussa korkeustason muutoskohdassa
- poistumistilanteessa valaistavat turvallisuuskilvet
- jokainen suunnanmuutoskohta
- jokainen käytävien risteyskohta
- jokaisen lopullisen uloskäynnin lähialue ja ulkopuolella oleva kokoontumispaikka
- jokaisen ensiapupisteen lähialue niin, että pystytason valaistusvoimakkuus ensiapukaapin kohdalla on 5 lx
- jokaisen palontorjuntalaitteen ja hälytyspisteen lähialue niin, että pystytason valaistusvoimakkuus palontorjuntavälineiden, painikkeiden ja paneelien kohdalla on 5 lx
- vammaisten poistumislaitteiden lähialue
- vammaisten suoja- ja kutsupaikkojen lähialue mukaan lukien turvapaikkojen kaksisuuntaiset viestintäjärjestelmät ja inva WC:n hälytyskutsupainikkeet.

(Hainari ym. 2019, 29)

Edellä mainitussa listassa lähialueella tarkoitetaan kahta metriä vaakasuunnassa. Poistumisreitien valaisemisessa voidaan käyttää pelkkien turvavalaisinten

lisäksi poistumisopasteita. Opasteiden pitää olla tällöin poistumisreitien valaisemiseen tarkoitettuja eli niiden valaistusteho lattiapinnassa on oltava riittävä.

Turvavalaisinten tulee syttyä, kun normaalin valaistuksen sähkön syöttö häiriintyy. Turvavalaisimien syttyminen pitää olla tilakohtaista eli niiden pitää syttyä tarvittaessa johonkin yksittäiseen tilaan, vaikka koko rakennuksen sähkö ei olisi katkenut. Tilanteita, joissa turvavalaisinten pitää syttyä ovat mm. normaalin valaistuksen suojalaitteen laukeaminen, tulipalo tai koko kiinteistöä koskeva sähkökatkos.

2.2 Avoimen alueen valaistus

Avoimella alueella tarkoitetaan auloja, eteistiloja ja muita laajoja tiloja, joissa ei ole yhtä selkeää poistumisreittiä. Avoimen alueen määritelmäksi on vakiintunut 60m² tai suurempi lattiapinta-ala (Hainari ym. 2019, 31). Valaistuksen tavoitteena on pienentää paniikin mahdollisuutta tilassa olevissa ihmisissä. Lisäksi avoimen alueen valaistuksen tarkoitus on mahdollistaa ihmisten turvallinen liikkuminen kohti poistumisreittejä luomalla kohtuulliset olosuhteet näkemiselle.

2.3 Riskialttiin työalueen valaistus

Riskialttiilla työalueella tarkoitetaan tilaa, jossa työskennellään jonkin mahdollisesti vaarallisen laitteen tai prosessin parissa. Tällaisen alueen turvavalaisituksen tarkoituksena on mahdollistaa työn turvallinen lopettaminen tai prosessin alas ajaminen. Tyypillinen esimerkki riskialttiista työalueesta on työskentely pyörivillä koneilla, jotka jatkavat liikettään vielä sähköjen katkettua ja voivat tämän vuoksi aiheuttaa vaaratilanteen. Riskialttiin työalueen turvavalaisituksen pitää olla toiminnassa vähintään tunnin ajan. Valaistuksen on kuitenkin toimittava niin kauan, että kaikki vaarallinen toiminta saadaan pysäytettyä ja ihmisten poistuminen on turvallista. Valaistuksen on annettava täysi valaistusvoimakkuus välittömästi tai viimeistään 0,5 sekunnin kuluessa normaalin valaistuksen sammumisesta. Viive määräytyy valaistuskohteen mukaan. (Hainari ym. 2019, 32-33.)

3 LAIT, ASETUKSET JA STANDARDIT

Turvavalaistusta ja varsinkin poistumisvalaistusta käsitellään monissa eri asiakirjoissa. Hainari ym. (2019) ovat koonneen ST-käsikirjaan 36 listan näistä laeista, asetuksista ja standardeista. Asiakirjat ovat listassa tärkeysjärjestyksessä.

- Pelastuslaki 379/2011 (luku 3 ja 112 §)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 (117 §)
- Laki pelastustoimen laitteista 10/2007
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta YMa 848/2017
- Sisäministeriön asetus rakennusten poistumisteiden merkitsemisestä ja valaisemisesta SMa 805/2005
- Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994
- SFS-EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät
- SFS-EN 60598-2-22 Luminaires. Part 2–22: Particular requirements. Luminaires for emergency lighting
- SFS-EN 1838 Valaistussovellukset. Turvavalaistus
- SFS 6000-5-56 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät
- SFS-EN 50172 Poistumisvalaistusjärjestelmät

Kaikki listatut asiakirjat eivät ole samanarvoisia. Lait ovat velvoittavia, vaikka ne eivät ole kovinkaan yksityiskohtaisia. Niitä täydentävät asetukset ja päätökset. SMa805/2005 määrittelee velvoittaviksi standardit SFS-EN 50171, SFS-EN 60598-2-22 sekä valtioneuvoston päätöksen 976/1994.

SFS-EN 1838 standardista on määritelty sisäministeriön asetuksessa velvoittavaksi vain turvallisuuskilville ilmoitetut vaatimukset. Yleisesti poistumisreittien valaistusta koskevat asiat ovat määritelty velvoittaviksi ainoastaan soveltuvien osien. (sMa 805/2005) Standardi SFS-EN 50172 ei ole velvoittava vaan suositusluonteinen. Vaikka se ja osa muista standardeista eivät ole täysin velvoittavia, ei niiden vaatimuksia voi jättää huomioimatta. Sisäministeriön asetuksessa 805/2005 annetaan yleiset periaatteet, joita turvavalaistusjärjestelmien tulee noudattaa. Asetuksessa määritellään minkä tyyppisiin rakennuksiin turvavalaistus vaadi-

taan, kuinka järjestelmä pitää toteuttaa ja mitä standardeja tuotteiden ja asennusten tulee noudattaa. Lisäksi se määrää turvavalaisusjärjestelmien huollosta ja ylläpidosta.

4 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄTYYPIT

Turvavalaistusjärjestelmät jaetaan kahteen päätyyppiin, keskusakustollisiin ja yksikköakullisiin järjestelmiin. Näiden kahden tyypin erot ovat ainoastaan toiminnallisia, eikä niillä ole merkitystä turvavalaistuksen toimintavaatimusten kannalta. Järjestelmää valittaessa pitää ottaa selvää, minkälaiseen kohteeseen se on tulossa ja onko siellä rajoituksia tai vaatimuksia toteutuksen suhteen. Huomiota otetta asioita on mm.

- kohteen koko ja valaisimien kokonaismäärä
- kohteen käyttötarkoitus
- kohteen rakennusvaihe, uudisrakennus, saneeraus tai laajennus
- suuret avoimet alueet
- riskialttiit tilat, EX ja ATEX- tilat
- investointikustannukset
- käyttökustannukset
- järjestelmän valvonta ja testaus
- laajennustarve
- olemassa olevat järjestelmät ja kaapeloinnit
- laitteiden ulkonäkö
- paloalueet
- ympäristöystävällisyys

(Hainari ym. 2019, 41).

Kun on selvitetty rakennuskohteen tarpeet ja vaatimukset, valitaan järjestelmä, joka vastaa parhaiten tarvetta. Eri järjestelmillä on kuitenkin myös omia rajoituksia, jotka pitää ottaa huomioon. Valittavan usein turvavalaistusjärjestelmä valitaan hankintahinnan mukaan, jolloin ei useinkaan saada parasta mahdollista järjestelmää.

4.1 Keskusakustolliset järjestelmät

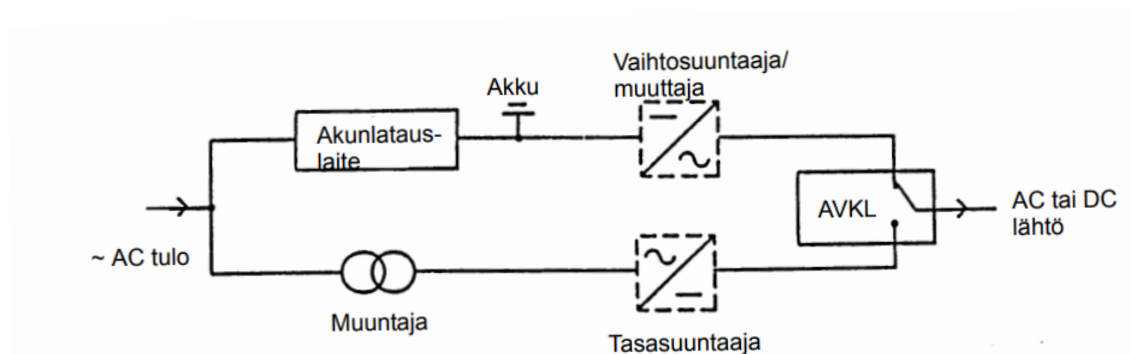
Keskusakustollisissa järjestelmissä on akusto, jolla syötetään turvavalaisimia poikkeustilanteessa. Järjestelmät jaetaan tyypillisesti 24V ja 230V järjestelmiin

akun jännitteen perusteella. (Hainari ym. 2019, 41.) Nimellisjännitteeltään 24V järjestelmissä, valaisimet saavat sekä normaalitilanteessa, että katkoksen aikana 24VDC jännitteen. Nimellisjännitteeltään 230V järjestelmät voidaan toteuttaa neljällä eri tavalla, jotka ovat:

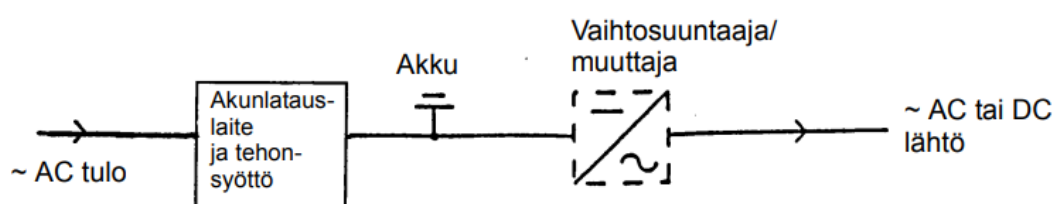
- Tässä syöttötavassa valaisimia syötetään normaalitilanteessa suoraan sähköverkosta 230VAC jännitteellä. Katkoksen ja testien aikana valaisimet saava sähkönsä 24 voltin akustolta, 24VDC/230VAC vaihtosuuntaajan kautta.
- Myös toisessa syöttötavassa normaalitilanteen syöttöjännite on 230VAC. Poikkeustilanteissa valaisimia syötetään myös 24 voltin akustolta, 24VDC/230VDC hakkuriteholähteen kautta. Tällöin valaisimet saavat poikkeustilanteessa 230 voltin tasajännitteen.
- Järjestelmä voi myös perustua 230VDC akustoon. Tällöin valaisimet toimivat normaalitilanteessa 230VAC verkkojännitteellä ja poikkeustilanteissa akuston 230VDC jännitteellä.
- Neljäs vaihtoehto on syöttää valaisimia normaalitilanteessa sekä poikkeustilanteessa 24V jännitteellä.

(Hainari ym. 2019, 41; Hohtama n.d.)

Keskusakustollinen järjestelmä voidaan toteuttaa kahdella erilaisella tehonsyötön toimintatavalla: vaihtokytkentäisellä ja keskeytymättömällä tavalla. Vaihtokytkentäisellä toimintatavalla sähkö syötetään normaalitilanteessa suoraan sähköverkosta laitteille. Sähkön katketessa automaattinen vaihtokytkentälaitte siirtää syötön akulle (kuvio 1). Keskeytyksettömässä syöttötavassa järjestelmä syötetään jatkuvasti akun kautta, jota syötetään jatkuvasti sähköverkosta (kuvio 2). Käytännössä näiden kahden syöttötavan ero on tehon syötön kytkentäaika sähkökatkoksen sattuessa. Vaihtokytkentäisellä tavalla sähkö saa katketa maksimissaan 0,5 sekunnin ajaksi. Keskeytymättömällä syöttötavalla ei luonnollisesti ole viivettä syötön vaihdoksessa, kun syöttö tulee jatkuvasti akun kautta. Tehonsyötön toimintatavalla on merkitystä ainoastaan muutamissa poikkeustapauksissa. Esimerkiksi sairaanhoitotiloihin on annettu vaatimuksia turvalaistuksen päälle kytketymsajalle. Käytännössä kytkentäaikojen vaatimukset määräävät tehonsyötötavan.



KUVIO 1. Vaihtokytkeinen tehonsyöttöjärjestelmä (SFS-EN 50171 2002, 10)



KUVIO 2. keskeytymätön tehonsyöttöjärjestelmä (SFS-EN 50171 2002, 12)

Vaikka järjestelmät toimivat erilaisilla jännitteillä, niiden toiminta valaistuksen kannalta on samanlainen. Erilaiset jännitteet pitää ottaa huomioon kaapeloinnissa. 24 voltin järjestelmissä virta voi olla jopa kymmenkertainen 230V järjestelmiin verrattuna, jolloin kaapeli tulee mitoittaa tarpeeksi vahvaksi. Kaapeleissa ei saa muodostua liikaa jännitteenalenemaa ja niiden täytyy kestää järjestelmässä syntyvä virta. (ST 59.10 2020, 8.)

Akustot sijaitsevat pääsääntöisesti turvalokeskuksen lähellä omassa kaapissaan tai keskuksen yhteydessä. Suuret akustot voidaan sijoittaa myös kokonaan omaan akkutilaansa. Keskusakustollisten järjestelmien akkujen oletettava käyttöikä tulee olla vähintään 10 vuotta 20°C lämpötilassa. (SFS-EN 50171 2002, 26.) Akkujen elinikä lyhenee merkittävästi korkeammassa käyttölämpötiloissa. Tämän vuoksi on tärkeää huolehtia akkutilan tai -kaapin lämpötilasta ja ilmanvaihdosta.

Perinteisessä keskusakustollisessa järjestelmässä opastevalaisimet ja turvalaisimet sijoitetaan erilleen omiin ryhmiinsä, jotta opastevalaisimet saadaan toimimaan jatkuvasti ja turvalaisimet vain tarvittaessa. Kehittyneemmissä järjestelmissä näin ei välttämättä tarvitse tehdä, mikäli valaisimet ovat osoitteellisia.

Tällöin keskus tunnistaa valaisimet ja osaa ohjata aina tarvittavat valaisimet päälle. Teknowaren TKT65B- sarjan turvavalajärjestelmä on hyvä esimerkki järjestelmästä, jossa voidaan käyttää sekä osoitteettomia, että osoitteellisia valaisimia. Siinä turva- ja opastevalaisimet pitää sijoittaa eri ryhmiin. Paitsi jos käyttää osoitteellisia turvavalaisimia, voidaan niitä sijoittaa opastevalaisimien sekaan samoihin ryhmiin. (Teknoware 2018, 15.)

Standardin SFS-5-56 mukaan poistumisvalaisimia ei saa olla enempää kuin 20 kappaletta yhdessä valaisinryhmässä, koska yhden syötön vikaantuessa kaikki siinä ryhmässä olevat valaisimet sammuvat. Paremman toimivuuden takaamiseksi on järkevää hajauttaa valaisimia usealle eri syötölle, vaikka kaikkiin ryhmiin ei tällöin tulisikaan 20 valaisinta. Mikäli turvavalaisinryhmät ovat turhan suuria, yhden ryhmän vikaantuminen vaikuttaa suurella alueella. (Hainari ym. 2019, 65.) Sama valaisinryhmä ei myöskään saa syöttää usean paloalueen valaisimia. Yhden paloalueen sisällä syttyvä tulipalo ei näin ollen pääse vaikuttamaan muiden paloalueiden turvavalalaistukseen (Sten 2021).

Joissain tapauksissa valaisimia kannattaa syöttää kahdesta täysin erillisestä ryhmästä. Tällöin toisen syötön loppuessa valaisin pystyy toimimaan edelleen normaalisti toisen syötön avulla. (Hainari ym. 2019, 64.) Tarve turvavalalaistuksen syötön varmentamiseen useammalla ryhmällä arvioidaan viranomaisten kanssa.

Ryhmien suojalaitteet ja valaisinten sijoittelu pitää suunnitella siten, että oikosulku yhdessä ryhmässä ei vaikuta samalla paloalueella oleviin viereisiin valaisimiin tai muiden paloalueiden valaisimiin. (SFS 6000-5-56. 2017.) Toisin sanottuna valaisimen vika tai tuhoutuminen tulipalossa ei saisi vaikuttaa viereisiin valaisimiin, valaisinryhmät eivät saisi vaikuttaa mitenkään toisiinsa ja eri paloalueilla toimivien ryhmien vikojen ei pitäisi vaikuttaa muihin paloalueiden valaisimiin. Varsinkin pitkillä käytävillä on tarpeellista miettiä turvavalaisinten syöttöjen järjestelyt tarkkaan. Kahden peräkkäisen valaisimen sammuminen huonoissa näkyvyysoloissa voi tehdä rakennuksesta pois suunnistamisesta jo lähes mahdotonta.

Mahdollisia muutoksia ja laajennustarpeita silmällä pitäen keskusakustollinen järjestelmä pitäisi ylimitoittaa suunnitteluvaiheessa noin 20 prosenttia. Keskuksissa on rajattu määrä lähtöjä valaisinryhmille. Rakennuksen tulevien muutosten myötä

saattaa tulla lisätarvetta turvavalaisimille. Jos keskus on jo alun perin täysi, ainoana vaihtoehtona on uuden keskuksen hankkiminen. Keskusakustollisen järjestelmän laajentaminen vaatii useimmiten myös uutta kaapelointia keskukselta, mikä tuo lisäkustannuksia.

4.1.1 Akut keskusakustojärjestelmissä

Turvavalaistusjärjestelmissä akkujen käyttö on hyvin erityyppistä kuin missään muussa käytössä. Akut puretaan tyhjäksi ainoastaan testien aikana, jolloin latauskertoja kerääntyy akkujen käyttöiän aikana hyvin vähän ja akut ovat käytännössä jatkuvasti varattuina. Tämän takia akkujen toiminta, kestävyys, kehitys ja toiminta aika ei ole mitenkään verrattavissa yleisempiin akkujen sovelluskohteisiin. (Hongisto 2021.) Akut kannattaa siis hankkia turvavalaistusjärjestelmän toimittajalta, jolloin voidaan olla varmoja akkujen soveltuvuudesta käyttökohteeseen.

Keskusakustojärjestelmissä käytetään käytännössä pelkästään suljettuja lyijyhyytelöakkuja. Muitakin akkutyyppisiä olisi jonkin verran tarjolla, mutta lyijyakut ovat vakiintuneet turvavalaistuksen varavoimanlähteeksi mm. yleisyytensä ja kohtuullisen hinnan vuoksi.

Standardissa SFS-EN 50171 vaaditaan keskusakustoilta vähintään 10 vuoden toiminta aika 20°C lämpötilassa. Mykkäsen (2021) mielestä se ei kuitenkaan aina toteudu. Turvavalaistusjärjestelmään valitaan usein halvin kohteeseen soveltuva akku. Tällä tavoin valitut ovat usein heikkolaatuisia, eivätkä täytä standardin vaatimuksia käyttöiästään. Hän myös ihmettelee sitä, miksei muita akkutyyppisiä juuriakaan käytetä keskusakustojärjestelmissä.

Standard SFS-EN 50171 velvoittaa keskusakustojärjestelmien akkujen vastavan jotakin seuraavista julkaisuista:

- EN 60285 Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells
- EN 60622 Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable cells – Part 1 – General requirements and test methods.
- EN 60623 Vented nickel-cadmium cells

- EN 60896-1 Stationary lead-acid batteries – General requirements and method of tests – Part 1: Vented types
- EN 60896-2 Stationary lead-acid batteries – General requirements and methods of tests – Part 2: Valve-regulated types
(SFS-EN 50171 2002, 26.)

Muut akkutyypitkin voidaan hyväksyä edellyttäen, että ne ovat muiden soveltuvien standardien tai turvallisuusvaatimusten mukaisia. Autoihin tarkoitettuja lyijyhappoakkuja ei kuitenkaan saa käyttää missään tilanteessa. (SFS-EN 50171 2002, 26.)

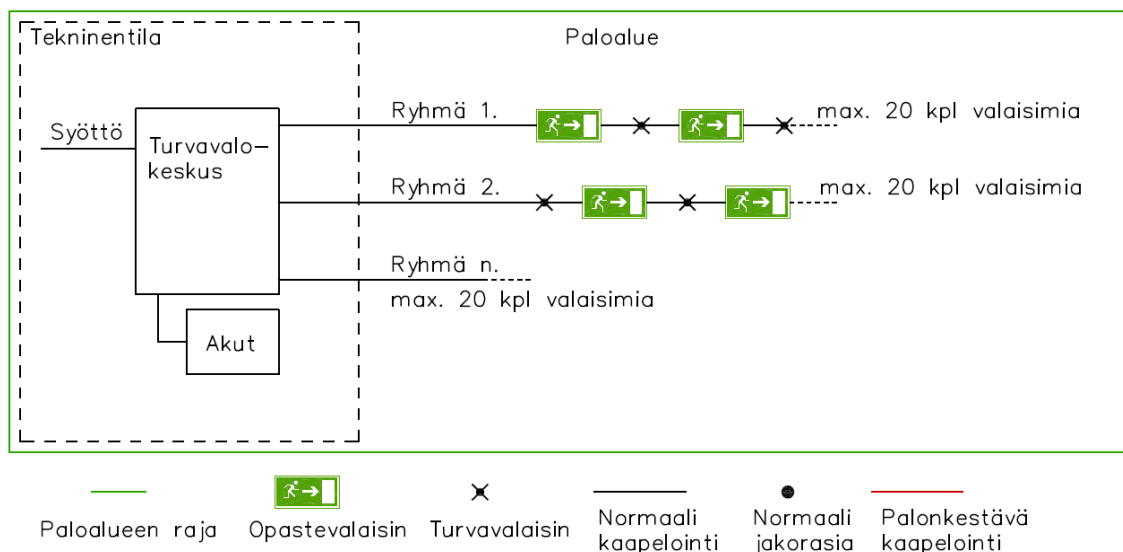
4.1.2 Palonkestävyys

Turvavalaistuksella on merkittävä rooli rakennuksen turvallisuudessa mm. tulipalon aikana. Sen pitää osaltaan mahdollistaa ihmisten turvallinen poistuminen tilasta tai rakennuksesta.

Kun turvavalaistusjärjestelmää suunnitellaan ja rakennetaan, on tärkeää ottaa huomioon järjestelmän palonkestoisuusvaatimukset mm. kaapeleissa ja johtoreiteissä. Hyvä palonkesto ei kuitenkaan ole turvavalaistusjärjestelmän päätarkoitus. Palonkestävien asennusten pitää perustua lakien ja standardien vaatimukseen, kohdekohtaiseen riskien arviointiin tai viranomaisen vaatimukseen turvavalaistusjärjestelmän palonkestoisuudesta kohteessa. (Hongisto, 2017. 16.) Palonkestävyydellä ja palonkestävällä kaapeloinnilla tarkoitetaan standardin SFS 6000-5-56 lukujen 560.8.1 tai 560.8.2 mukaan toteutettuja johtojärjestelmiä.

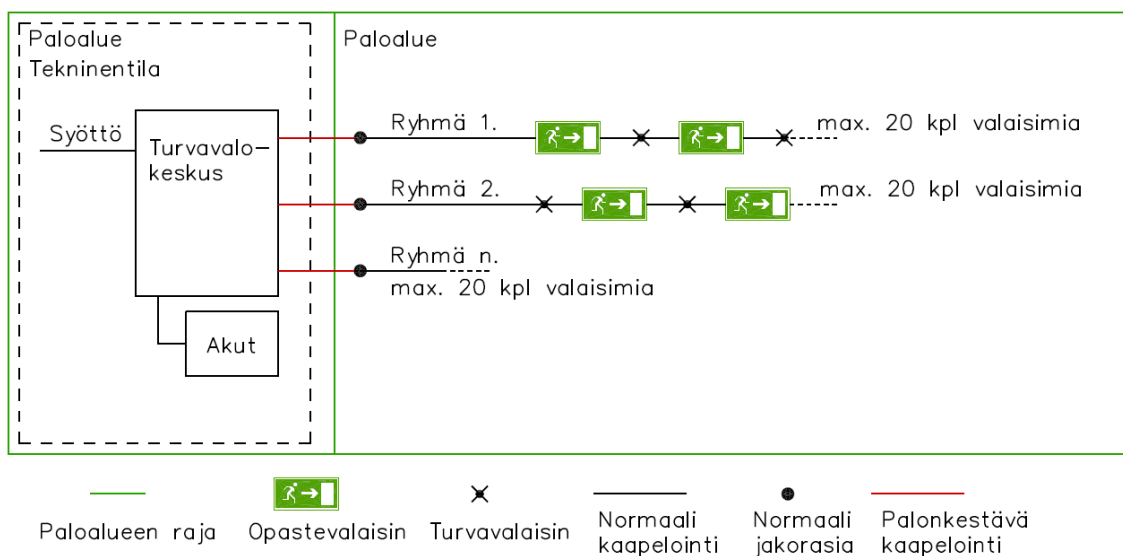
Mikäli kaikki poistumisvalaistusjärjestelmän osat, valaisimet, keskus ja akustot, yms., ovat saman palo-osaston sisällä, järjestelmää ei tarvitse rakentaa palonkestäväksi (kuva 3). (SFS 6000-5-56. 2017). Palonkestävä kaapelointi ei tuo järjestelmälle lisää kestävyttä, kun valaisimet ja muut komponentitkaan eivät ole palonkestäviä. (Hongisto, 2017. 10; Sten 2021). On kuitenkin huomioitava, että joissain tapauksissa on syytä käyttää palonkestävää johtojärjestelmää myös palo-osaston sisäisiin kaapelointeihin. Tarve palonkestävyydelle palo-osaston sisällä arvioidaan riskikartoituksessa. Vaikka palonkestävä kaapelointi ei ole pakollinen kaikissa tilanteissa, on hyvän suunnittelutavan mukaista toteuttaa ainakin

turvavalaistusryhmien syöttö palonkestävästi. Se lisää järjestelmän toimivuutta tulipalossa ja samalla rakennuksen turvallisuutta.



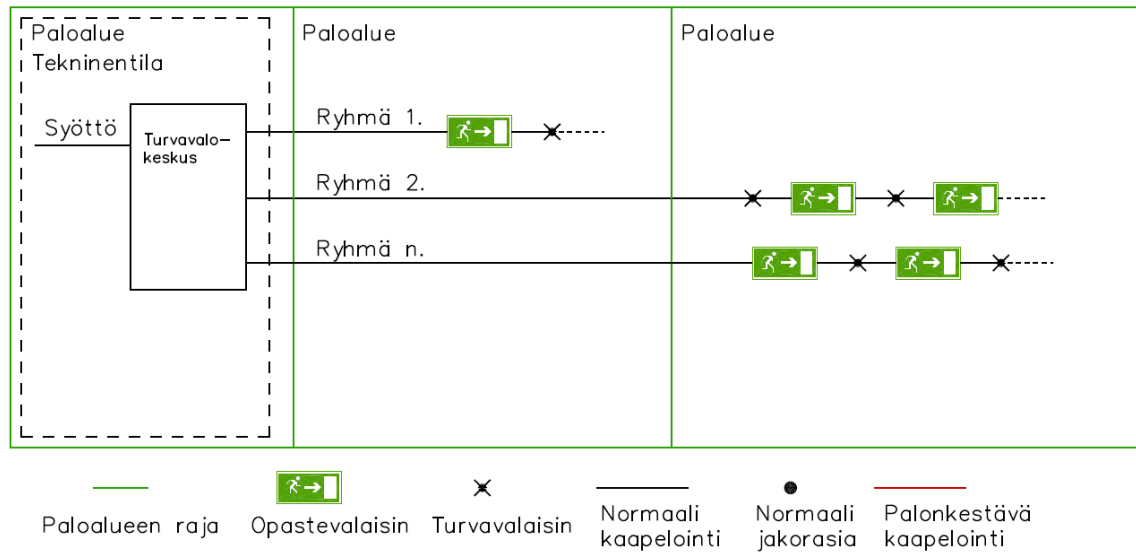
KUVA 3. Poistumisvalaistusjärjestelmä yhden paloalueen sisällä (Hongisto 2017, 9–14, muokattu)

Jos poistumisvalaisimet ovat eri palo-osastossa kuin valaisimien tehonlähde, palo-osastojen läpi kulkevat syötöt pitää olla palonkestäviä. (SFS 6000-5-56. 2017). (kuva 4) (kuva 5). Palonkestävä kaapelointi palo-osastojen läpi varmistaa sen, ettei tulipalo yhdessä osastossa aiheuta häiriöitä muiden palo-osastojen laitteiden toiminnalle ja hankaloita ihmisten poistumista rakennuksesta.



KUVA 4. Poistumisvalaistusjärjestelmä kahden paloalueen sisällä (Hongisto 2017, 9–14, muokattu)

kaapelit eivät palvele kyseistä poistumistietä, niiden on oltava palonkestäviä tai suojattu mekaanisesti palolta.



Kuva 6. Yksikköakullinen järjestelmä usean paloalueen sisällä (Hongisto 2017, 9–14, muokattu)

4.2.1 Erilaiset varavoimalähteet yksikkövalaisimissa

Yksikköakullisten valaisimien akuissa käytetty tekniikka vaihtelee paljon enemmän kuin keskusakustollisissa järjestelmissä. Akuilla on vaihtelevia ominaisuuksia. Varsinkin käyttöikä vaihtelee hyvinkin palojen eri akkutyypin välillä Taulukko 1. Taulukossa 1. on koottuna yleisimmin yksikköakullisissa valaisimissa käytettyjen varavirtalähteiden tyyppien oletettavat toiminta-ajat.

Nikkelimetallihybridiakku (NiMH) on hyvin yleisesti turvavalaukuskäytössä ollut akkutyypin. Nykyään se kuitenkin on väistymässä uudempien litium pohjaisten akkujen vallatessa markkinoita. Nikkelimetallihybridiakkujen käyttöikä on noin 5 vuotta. Teknowaren Aluepäällikkö Pasi Hongiston (2021) mukaan käyttöikä voi olla pidempikin, mutta takuuta ei uskalla antaa kuin viideksi vuodeksi

Litium pohjaiset akut ovat melko uusi keksintö lyijy- ja nikkelipohjaisiin akkuihin verrattuna. Ne ovat kehittyneet kustannustehokkaiksi ja yleistyneet vasta 2010 luvulla. Yleisimmät käytössä olevat litiumiin perustuvat akkutyypit ovat litiumio-

niakku (Li-ion) ja litium-rautafosfaattiakku (LiFePO₄). Exilight:in edustaja Mykkänen (2021) lupaa heidän Li-ion-akuilleensa noin kahdeksan vuoden toiminta-aikaa. Jotkin valmistajat lupaavat litiumpohjaisille akuille kymmenen vuoden toiminta-ajan. Hongiston (2021) mielestä se ei kuitenkaan ole järkevää, jollei valaisimen hinnassa ole huomioitu tarvetta mahdolliselle akuvaihdolle takuuajan aikana. Tekniikka on kuitenkin sen verran uutta, että täyttä varmuutta akkujen toiminta-ajasta pidemmällä aikavälillä ei ole. Teknoware käyttää osassa valaisimiaan LiFePO₄ -akkuja. Niiden toiminta-ajaksi Hongisto arvioi seitsemästä kahdeksaan vuoteen. Hänen mielestään litiumiin perustuvat akut tulevat olemaan tulevaisuudessa paras akkutyyppe turvavalaisitukseen. Litium-akut kuitenkin vaativat vielä joitakin vuosia kehitystä, jotta niiden toiminta saadaan täysin luotettavaksi.

Akkujen sijaan varavoimanlähteenä voidaan käyttää kondensaattoreita. Suomessa ainut suurempi kondensaattoreihin perustuvia turvavalaisimia valmistava ja toimittava yritys on Teknoware Oy. Kondensaattorivalaisimien käyttöikä on huomattavasti pidempi kuin akkutekniikkaan perustuvien. Hongisto (2021) lupaa Teknowaren Escap-kondensaattorivalaisimille jopa 15 vuoden käyttöiän. Tekniikka on sen verran uutta, että todellisen keston näkee valaisimien vanhetessa. Kondensaattorivalaisimet ovat ympäristöystävällisempiä kuin akut. Ne eivät sisällä ollenkaan ympäristölle haitallisia aineita, joten ne voidaan kierrättää elektroniikkaromuna (Teknoware 2020, 2.) Nikkeli-, lyijy- ja litiumpohjaiset akut ovat aina ongelmajätettä niiden käyttö päätyttyä.

Taulukko 2. Varavirtalähteiden oletettavat toiminta-ajat

Virtalähteen tyyppi		Käyttöikä (vuotta)
Nikkelimetallihybridiakku	NiMh	5
Litiumioniakku	Li-ion	8
Litium-rautafosfaattiakku	LiFePO ₄	8
Kondensaattori		15

Akut ovat melko herkkiä lämpötilalle, varsinkin jos tavoitellaan maksimaalista käyttöikää ja varauskykyä. 10°C-30°C astetta on akuille optimaalinen käyttölämpötila. Lämpötilan kasvaessa käyttöikä lyhenee merkittävästi varsinkin litium

akuilla. Kaikkien akkujen varauskyky laskee huomattavasti korkeissa lämpötiloissa. Käyttölämpötilan ollessa alle 10°C vaikutukset eivät ole yhtä merkittäviä kuin lämpötilan noustessa. Litium akkuja ei kuitenkaan yleisesti suositella käytettäväksi pakkasessa. Myös muiden akkujen varauskyky heikkenee alhaisissa lämpötiloissa. (Battery university 2017.) Kondensaattoreissa ei ole kemiallisia reaktioita, joten niiden käyttäytyminen eri lämpötiloissa eroaa jonkin verran akkujen toiminnasta.

Kondensaattorien ylin käyttölämpötila on +35 °C. Alaraja on jopa -25 °C. Minkä ansiosta kondensaattorit ovat hyvä vaihtoehto ulos tai esimerkiksi kylmiin varastotiloihin. (Teknoware 2020)

4.3 Osoitteellisuus turvavalaistujärjestelmissä

Turvavalaistusjärjestelmä voi olla osoitteellinen tai osoitteeton riippumatta siitä onko se keskus- vai yksikkökäyttöinen. Osoitteellisuus tarkoittaa sitä, että jokaisella järjestelmään kytkettävällä laitteella on laitekohtainen osoite, jonka avulla järjestelmä pystyy tunnistamaan laitteet yksilöllisesti. Tämän ansiosta valaisinryhmiin voidaan asentaa sekaisin turvavalaisimia, opastevalaisimia ja muita tarvittavia laitteita. Turvavalaisinkeskus ohjaa tarvittavat valaisimet päälle osoitteen perusteella. Osoitteettomassa järjestelmässä turva- ja opastevalaisimet pitää kaapeloida omiin ryhmiinsä, jotta niitä pystytään ohjaamaan ryhmäkohtaisesti. Turva- ja opastevalaisinten kaapeloiminen sekaisin samoihin ryhmiin vähentää tarvittavaa kaapelointia ja sen myötä kustannuksia. Varsinkin palonkestäviksi rakennettavissa keskusakustollisissa järjestelmissä tällä on suuri vaikutus järjestelmän hankintahinnassa. (Hainari ym. 2019, 41–43.)

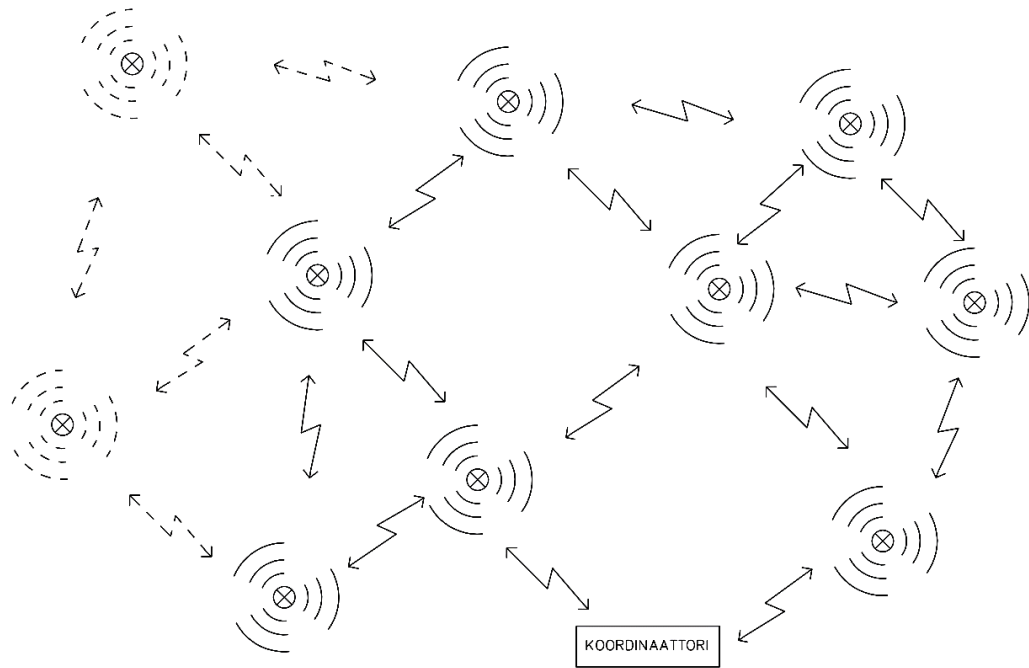
Osoitteellisuudesta ei välttämättä kuitenkaan ole hyötyä, mikäli rakennus on pieni ja sinne ei tule paljoa valaisimia. Jos turvavalojärjestelmään tulee vain joitakin kymmeniä valaisimia, osoitteellisuudesta saatu hyöty voi hävitä investointikustannuksiin.

4.4 Langattomat turvavalaistusjärjestelmät

Langattomissa järjestelmissä valaisimien ja keskuksen välinen tiedonsiirto tapahtuu langattomasti esimerkiksi Mesh-verkon välityksellä. Tällöin valaisimet eivät tarvitse erillistä kaapelia tiedonsiirtoa varten ja virransyöttö otetaan tavallisen valaistuksen syötöstä. Langattomissa järjestelmissä ei ole varsinaista keskusta ollenkaan. Esimerkiksi Teknowaren Aalto Control-järjestelmässä on koordinaattori niminen laite, joka yhdistää valaisinten luoman Mesh-verkon internettiin tai tietokoneeseen (Teknoware, Aalto Control n.d.) Exilight:in EXIoT-järjestelmässä hallinta voidaan keskittää paikalliseen käyttölaitteeseen tai vaihtoehtoisesti järjestelmän ohjaus ja testaus voidaan toteuttaa pilvessä. Vaikka järjestelmässä onkin fyysinen käyttölaitte, valaisimet eivät tarvitse siltä kaapelointia. (Exilight 2020, 1–6.)

Kun valaisimet kytketään tilan normaalin valaistuksen kanssa samaan syöttöön, valaisimet syttyvät automaattisesti syötön katketessa. Tästä syystä langattomat järjestelmät ovat hyvin vikasietoisia. Langatonta verkkoa ei käytetä valaisimien ohjaamiseen hätätilanteessa, vaan kiireettömään tietojen keräämiseen ja huolto-toimenpiteisiin. (Teknoware, Aalto Control n.d.)

MESH-verkkoon perustuvissa järjestelmissä jokainen valaisin toimii verkon solmupisteenä, jolloin verkko laajenee jatkuvasti valaisimien lisääntyessä rakennuksessa. (kuva 1) Yksinkertaistetusti MESH-verkossa kaikki siihen liitetyt laitteet vastaanottavat ja lähettävät uudelleen kaikki verkossa liikkuvat viestit. Tällä tavoin kaikki verkkoon liitetyt valaisimet laajentavat verkkoa. Verkon kantama on suurimmillaan joitakin kymmeniä metrejä jokaisesta laitteesta eteenpäin. Paksut seinät ja muut rakenteet heikentävät signaalia, mutta normaalit väliseinät eivät vaikuta merkittävästi verkon toimintaan. Järjestelmiin on saatavilla erillisiä vahvistimia, joiden avulla verkko saadaan toimimaan hankalissakin kohteissa. (Teknoware, Aalto Control n.d.; Exilight, mesh-verkko n.d..)



Kuva 7. MESH-verkon rakenne

Kuvassa 1 havainnollistetaan kuinka laitteet luovat verkon ympärilleen. Kuvan vasemmassa laidassa on katkoviivalla esitetty lisättäviä laitteita. Lisäykset kytkeytyvät verkkoon aivan vastaavasti kuin alkuperäiset laitteetkin. Jälkeenpäin verkkoon kytketyt laitteet myös laajentavat MESH-verkkoa eteenpäin, jolloin niiden muodostamaan verkkoon voidaan jälleen lisätä laitteita.

Valaisinten määrä ei kovin helposti muodostu ongelmaksi langattomissa järjestelmissä. Valaisimet eivät tarvitse kaapelointia turvalokeskukselta, joten keskuksen fyysinen koko ei rajoita valaisinryhmien tai valaisinten määrää. Esimerkiksi Teknowaren Aalto Control järjestelmään voi liittää 30 koordinaattoria ja jokaiseen koordinaattoriin 300 valaisinta. Tällöin valaisinten maksimimääräksi tulee 9000 valaisinta. (Teknoware, Aalto Control n.d.). Pasi Hongiston (2021) mukaan noin 5000 valaisinta on kuitenkin käytön kannalta järkevä raja, koska suuremmilla valaisinmäärillä järjestelmän hallintaohjelmien käyttö on hankalاهkoa. Exiot järjestelmässä puolestaan ei ole rajoitusta valaisinten määrälle (Exilight 2021).

Muutokset langattomaan järjestelmään ovat helppoja ja kohtuullisen halpoja toteuttaa varsinkin keskusakustolliseen järjestelmään verrattuna. Valaisimet kaapeloidaan kiinteistössä käytetyn valaistusjärjestelmän mukaisilla kaapelilla, esimerkiksi MMJ asennuskaapelilla.

4.5 Adaptiiviset turvalaisimet

Adaptiiviset opastevalaisimet ohjaavat ihmiset ulos rakennuksesta turvallisinta poistumisreittiä pitkin. Normaalisti ne ovat tavallisia poistumisopasteita. Mikäli jokin poistumisreitti muuttuu vaaralliseksi, sinne opastavien valaisimien opaste muuttuu kieltomerkiksi. Tulipalon sijainnin mukaan toimivat opastevalaisimet nopeuttavat ja sujuvoittavat evakuointia. Ne myös vähentävät henkilö ja savuvahinkoja, kun ihmiset eivät vahingossa pyri vaarallisiksi muuttuneille poistumisreiteille (Hedengren n.d..)

Kun jokin poistumisreitti ei ole turvallinen, sinne johtavat opasteet sammuvat ja tilalle syttyy punainen rasti (kuva 1) (Teknoware, opas 80x n.d.). On olemassa myös seinäasenteisia ns. askelvalaisimia, jotka näyttävät poistumissuunnan lattianrajassa (kuva 2). Valaisimen nuolikuvio vaihtaa suuntaa sen mukaan, kumpaan suuntaan on turvallista poistua (Hedengren 2021.) Tällaiset askelvalaisimet yms. ovat vapaaehtoisia lisäosia turvalaistujärjestelmään eikä niillä voi korvata tavallisia poistumisopasteita.



Kuva 8. Adaptiivinen poistumisopaste (Teknoware, adaptiivisuus opastevaloissa n.d.)

Adaptiiviset poistumisopasteet ovat järkevä valinta esimerkiksi sairaaloihin, kouluihin, hotelleihin ja kauppakeskuksiin, joista pitää pystyä ohjaamaan suuri joukko ihmisiä nopeasti ulos. Tällaisissa rakennuksissa on myös oletettavaa, ettei ihmiset tunne poistumisreittejä kovin hyvin, jolloin selkeä opastus on todella tarpeen. (Hedengren 2021.)

Adaptiiviset opastevalaisimet tarvitsevat toimiakseen tiedon tulipalosta esimerkiksi paloilmoitinjärjestelmältä. Hedengrenin Prodex FIREscape järjestelmä on integroitu paloilmoitinjärjestelmään, jolloin tieto palon sijainnista ja leviämisestä saadaan helposti järjestelmän sisäisesti opastevaloille (Hedengren, paloturvavalot n.d..) Teknowaren Opas 80X opastevalaisimet puolestaan tarvitsevat jokaiseen turvalaisinryhmään ohjausyksikön, joka määrittää valaisimen toiminnon tarpeen mukaan. Ohjausyksikkö ei välttämättä tarvitse tietoa tulipalosta paloilmittimelta, vaan sitä voidaan ohjata millä tahansa on/off kärkitiedolla (Teknoware, adaptiivisuus opastevaloissa n.d..)

Suomen lainsäädäntö ja standardit eivät tunne adaptiivisia opastevaloja. Standardi on kehitteillä, mutta sen valmistumiseen kuluu vielä aikaa. Adaptiiviset opastevalot toimivat aivan toisella tavalla, kuin mitä laki määrittelee poistumisopasteen toiminnasta. Muuttuva opasteiset valaisimet eivät siis ole "lailisia", minkä vuoksi järjestelmän toteuttamiseen vaaditaan toistaiseksi aina paikallisen viranomaisen hyväksyntä. (Teknoware, adaptiivisuus opastevaloissa n.d..)

5 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMIEN KÄYTTÖIKÄ

Poistumisopasteiden ovat päällä jatkuvasti, jolloin niiden komponentin altistuvat paljon suuremmalle rasitukselle, kuin tavalliset valaisimet. Hongiston (2021) mukaan yksikkökäyttöisten led-opastevalaisimien tyypillinen käyttöikä on nykyään noin 10–15 vuotta. Hän kuitenkin tähdentää, että käyttöikä on hyvin valmistaja- ja tuotekohtainen. Joidenkin valmistajien valaisimet voivat olla vaihtokunnossa jo seitsemän vuoden käytön jälkeen, kun taas esimerkiksi Teknowaren valaisimille hän lupaa 15 vuoden huoletonta käyttöikä. Keskusakustollisten järjestelmien valaisimet ovat pääsääntöisesti kestävämpiä. Hongiston (2021) kokemuksen perustella laadukkaalta valaisimelta voidaan odottaa jopa 20 vuoden käyttöikä. Keskusakustollisissa järjestelmissä ei ole akkua valaisimissa, jolloin valaisimet voivat olla hyvinkin huoltovapaita huomattavasti pidempään kuin yksikkökäyttöiset valaisimet. Yksikkökäyttöisissä järjestelmissä valonlähteen lisäksi kuluva osa on akku tai kondensaattori. Akkujen vaihtoväli riippuu hieman akkutyypistä, mutta se on pääasiassa 4–8 vuotta. Teknowaren kondensaattorit toimivat jopa 15 vuotta (Teknoware 2018, 50).

Käyttöikään vaikuttaa olennaisesti myös olosuhteet, joihin laitteet sijoitetaan. Akut ovat melko herkkiä varsinkin korkeille lämpötiloille. Samoin ledisirut kärsivät, mikäli ne ovat pitkiä aikoja liian lämpöisessä. Optimaalinen lämpötila sekä akuille, että valonlähteille on 20–25°C. Mykkäsen (2021) mielestä lämpötilan vaikutusta ei aina osata huomioida tarpeeksi. Esimerkiksi aurinkoisilla käytävillä lämpötila katonrajassa saattaa nousta kesällä jopa 40°C:seen. Turvavalaisimet eivät kestä sellaisessa lämpötilassa välttämättä kuin muutaman vuoden.

Järjestelmää valittaessa kannattaa pohtia myös, kuinka järjestelmää ylläpidetään ja huolletaan. Turvavalaisukselle on tehtävä lakisääteisiä testejä ja vikaantuneet laitteet on vaihdettava viipymättä uusiin. Mikäli näitä ei huomioida tarpeeksi suunnitteluvaiheessa, voi ylläpitokustannukset kasvaa merkittävästi ja turvavalaisuksen toiminta vaarantua.

6 TESTAUS JA KÄYTTÖ

Turvavalaistusjärjestelmät toimivat hyvin itsenäisesti. Järjestelmässä ei välttämättä ole huollettavaa moneen vuoteen, mutta järjestelmän ylläpitäminen työllistää hyvinkin paljon. Tämän vuoksi on tärkeää jo järjestelmän suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon järjestelmän valvontaan ja käyttöön liittyvät asiat. Järjestelmän ylläpito voi tulla todella kalliiksi, jos siihen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota investointivaiheessa

6.1 Testaus

Turvavalaistusjärjestelmälle on tehtävä säännölliset toimintakokeet standardin SFS-EN 50172 mukaisesti. Standardi määrää järjestelmälle tehtäväksi päivittäisiä, kuukausittaisia ja vuosittaisia testauksia. Testauksia pitää tehdä, jotta voidaan olla varmoja järjestelmän toimivuudesta myös hätätilanteessa. (SFS-EN 1838 2014, 6.)

Päivittäin tulee tarkistaa turvavalokeskuksen merkinantolaitteet eli järjestelmän toimintavalmius. Kuukausittain tarkistetaan jokaisen valaisimen toiminta lyhyesti akkukäytöllä. Myös keskusakustojärjestelmien valvontalaitteiden toiminta tarkistetaan. Vuosittain tehdään täyden toiminta-ajan testi. Valaisimet kytketään akkukäytölle niille määritellyksi toiminta-ajaksi. Lyhimmillään siis yhdeksi tunniksi. Kun normaali sähkön syöttö palautetaan, tarkistetaan latausjärjestelmien normaali toimivuus ja valaisimien palautuminen normaaliin sähkönsyöttöön. (SFS-EN 50172 2004, 18).

Testit ja niiden tulokset kirjataan turvavalaistusjärjestelmän huoltokirjaan. Huoltokirja on esitettävä pyydettäessä viranomaisille. Testaukset voidaan suorittaa myös automaattisesti itsetestaavilla järjestelmillä. Nykyään lähes kaikissa osoitteellisissa järjestelmissä on itsetestaus toiminto. Automaattisten testien informaatio pitää tallentaa kuukausittain ja olla näytettävissä viranomaisille. Mikäli automaattisissa testeissä ilmenee jokin vika tai häiriö, järjestelmä voi lähettää esimerkiksi sähköpostiviestin laitteiston ylläpitäjälle. (SFS-EN 50172 2004, 16–19.)

6.2 Etähallinta ja valvonta

Järjestelmiin on saatavana myös erilaisia etähallinta ja -valvonta toimintoja. Turvavalaistusjärjestelmään yhdistetyltä PC:ltä tai järjestelmän pilvipalvelusta pystytään näkemään laitteiston sen hetkinen tila: vikailmoitukset, akustojen varaukset, toimintatestien tulokset, laitteiden toimintahäiriöt jne. Järjestelmän havaitsemista vioista voidaan lähettää esimerkiksi sähköposti järjestelmän kunnossapidosta vastaavalle henkilölle. Näin huoltotoimenpiteitä voidaan toteuttaa ennakoidusti ja kiireelliset viat voidaan käydä korjaamassa hyvinkin nopeasti.

Turvavalaistusjärjestelmien yhdistäminen pilvipalveluihin on yleistynyt merkittävästi viime vuosina. (Hainari 2021) Pilvipalveluista tiedot saadaan helposti sinne missä niitä tarvitaan. Hainarin mielestä on kuitenkin syytä miettiä tarkasti, mitä tietoja ja toimintoja halutaan käyttää pilvipalveluiden kautta. Tietoturva asiat täytyy pitää mielessä turvavalojenkin osalta. Vikailmoitukset ja järjestelmän tilatiedot on hänen mielestään järkevää jakaa pilven kautta, mutta varsinaisia ohjausväyliä ei kannattaisi pitää jatkuvasti käytettävissä.

7 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

Käytön ja toiminnan kannalta paras turvavalaistusjärjestelmä olisi sellainen, joka valittaisiin täysin kohteen vaatimusten ja tarpeiden mukaan, miettimättä kustannuksia ollenkaan. Se kuitenkin on harvoin mahdollista, jolloin tehdään kompromisseja toimintojen ja kustannusten välillä. Turvavalaistusjärjestelmän elinkaaren aikana syntyvät kustannukset eivät ole pelkästään järjestelmän investointikustannukset vaan se synnyttää myös huolto- ja ylläpitokuluja. Järjestelmän ylläpito voi tulla todella kalliiksi, mikäli siihen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota järjestelmän hankintavaiheessa. Keskusakustolliset- ja yksikköakustolliset järjestelmät ovat kustannusten muodostumisen kannalta toistensa vastakohtat. (Hattukangas 2018, 55) Keskusakustollisten järjestelmien investointikustannukset ovat suuret, mutta käytön aikana kuluja syntyy vain vähän. Yksikköakustolliset järjestelmät puolestaan ovat lähtökohtaisesti halvempia hankkia. Huolto ja ylläpito kuitenkin muodostaa todennäköisesti enemmän kustannuksia kuin keskusakustollisissa järjestelmissä. (Hattukangas 2018, 55; Mykkänen 2021; Hainari 2021.)

7.1 Investointi

Yksi suurimmista eroista keskusakustollisten ja yksikköakustollisten järjestelmien kustannuksista syntyy palonkestävästä kaapeloinneista. Yksikköakustolliset järjestelmien ei tarvitse olla palonkestäviä, mutta keskusakustollisten tarvitsee usein olla. Palonkestoisuusvaatimukset aiheuttavat kuluja usealla eri tavalla. Palonkestäviin asennuksiin vaadittavat asennustarvikkeet ja materiaalit ovat kalliimpia, kuin tavalliset johtoreittien rakentamiseen tarvittavat osat. Johtotiet pitää rakentaa tukevammiksi, ne tarvitsevat enemmän ja vahvempia kannakkeita, kuin tavalliset johtotiet. Myös kaapelit ja muut asennustarvikkeet ovat hankalampia ja hitaampia käsitellä, jolloin asentamiseen kuluu huomattavasti enemmän aikaa kuin tavallisen johtojärjestelmän rakentamiseen. (Hattukangas 2018, 54)

Suuri merkitys on myös rakennuksen muodolla ja koolla. Jos turvavalokeskukset on lyhyt matka valaisimille, palonkestävistä asennuksista aiheutuvat kustannukset pysyvät kohtuullisempina. Myös palo-osastojen koolla ja sijainnilla toisiinsa nähden on suuri merkitys kustannusten muodostumiseen. Kouluissa,

kauppakeskuksissa ja muissa suurissa kohteissa turvavalaistus ei usein ole ainoa palonkestävyyttä vaativa järjestelmä. Samoja palonkestäviä kaapelireittejä voidaan hyödyntää monen järjestelmän kaapelointiin. Reittien rakentamisesta aiheutuvat kustannukset hajaantuvat siis monen järjestelmän investointikustannuksiin eikä nosta pelkästään turvavalaistusjärjestelmän hintaa. (Hattukangas 2018, 54) Päätös keskusakustollisen järjestelmän toteuttamisesta on kuitenkin tehtävä hyvissä ajoin, jolloin palonkestävät johtoreitit pystytään suunnittelemaan parhaalla mahdollisella tavalla. Mykkäsen (2021) mukaan saneerauskohteet ovat vielä tapauskohtaisempia kuin uudisrakennukset. Jos kohteessa ei ole ennestään palonkestäviä kaapelireittejä, niiden rakentaminen vaatimusten mukaisiksi myöhemmin voi olla kallista ja todella työlästä. Toisaalta esimerkiksi suureen halliin palonkestävän johtoreitin voi pystyä rakentamaan lähes samalla vaivalla kuin tavallisenkin kaapelitien.

Keskusakustollisen järjestelmän keskus on usein kalliimpi kuin vastaavaan kohteeseen soveltuva yksikköakullisen järjestelmän keskus (Hainari 2021). Keskusakustollisissa järjestelmien keskuksissa tarvitsee olla syötönvaihtoon liittyvät laitteet ja valaisinryhmien ohjaukseen tarvittava tekniikka. Yksikköakullisen järjestelmän keskus on käytännössä pelkästään tiedonsiirtoa varten. Keskusakustollisen järjestelmän hintaan vaikuttavat myös järjestelmän vaatimat akut. Joissakin järjestelmissä akut mahtuvat turvavalokeskukseen. Tällöin keskuksen pitää kuitenkin olla fyysisiltä mitoiltaan suurempi ja siten hiukan arvokkaampi. Akut voidaan myös sijoittaa omaan akkukaappiinsa, mutta erillinen kaappi aiheuttaa omat kustannuksensa. (Hattukangas 2018, 54)

Yksikköakulliset valaisimet ovat puolestaan kalliimpia kuin keskusakustollisen järjestelmän valaisimet. Ne sisältävät valonlähteen lisäksi varavoimanlähteen ja syötönvaihtoon liittyvän tekniikan. Keskusakustolliset valaisimet ovat tekniikaltaan yksinkertaisempia ja siksi edullisempia. (Hattukangas 2018, 54) Niiden myös oletetaan kestävän käytössä pidempään kuin yksikköakulliset valaisimet. (Hainari 2021.)

Langattomissa järjestelmissä suurimmat kustannukset syntyvät valaisimista. Valaisimet ovat yksikköakullisia ja lisäksi niissä on Mesh-verkon vaatima elektronikka. Ne ovat selvästi kalliimpia kuin normaalit yksikkövalaisimet. Kaapeloinnin

helppous ja langaton tiedonsiirto tekee langattomasta järjestelmästä kuitenkin loistavan valinnan esimerkiksi todella suuriin kohteisiin. Joissakin tapauksissa saatettaisiin tarvita jopa monia kymmeniä turvalokeskuksia, mutta langaton järjestelmä ei tarvitse välttämättä yhtäkään. (Mykkänen 2021.) Toisaalta pienissä kohteissa langattomuuden hyödyt voivat jäädä pieniksi verrattuna tavalliseen yksikköakulliseen järjestelmään, koska kaapelointi ei muodostu ongelmaksi.

Adaptiivisten järjestelmien toimintaperiaatteet eroavat hieman toisistaan, mutta yhteistä niille kaikille on, että valaisimet ovat todennäköisesti arvokkaampia kuin täysin tavalliset turvalaisimet. (Mykkänen 2021.) Paloilmoittimen kanssa integroidussa järjestelmässä valaisimien kaapelointi ja käyttölaitteet ovat yhteisiä, jolloin kaapelointi- ja hankintakustannukset muodostuvat hieman eri tavalla kuin pelkistetyssä turvalaistusjärjestelmässä. Toisaalta adaptiiviset järjestelmät vaativat tarkkaa ja osaavaa suunnittelua, jotta järjestelmä saadaan toimimaan järkevästi ja turvallisesti.

7.2 Ylläpito

Suuri ero yksikkö- ja keskusakustollisten järjestelmien käytönaikaisten kustannusten välillä syntyy akkujen vaihdosta. (Hattukangas 2018, 55) Keskusakustojen on toimittava vähintään 10 vuotta, jolloin vaihtokertoja kertyy järjestelmän elinkaaren aikana todennäköisesti vähemmän kuin yksikköakuilla (SFS-EN 50171 2002, 26). Yksikköakut kestävät käytetystä tekniikasta riippuen viidestä kahdeksaan vuotta. Keskitetyissä järjestelmissä akut ovat keskusten yhteydessä, jolloin akkujen vaihto onnistuu nopeammin ja helpommin kuin yksikköakullisessa järjestelmässä. (Hainari 2021.) Akkujen vaihto aiheuttaa myös vähemmän haittaa tilojen käyttäjille. Esimerkiksi sairaanhoitotiloissa pystytään välttämään turhaa liikkumista, kun suurin osa huoltotoimenpiteistä voidaan tehdä sivumalla keskustilassa. Yksikköakullisten valaisimien akkujen vaihto on työläämpää. Jokaisen valaisimen luokse pitää nousta telineillä tai nostimella. Näiden käyttö ahtaissa tiloissa voi olla hidasta ja hankalaa. Myös rakennuksen tasoerot aiheuttavat usein hankaluuksia ja lisäkustannuksia. Joissakin teollisuustiloissa valai-

simien luokse pääseminen voi olla todella aikaa vievää ja sen myötä kallista. Tällaisissa tilanteissa voi olla järkevää käyttää keskusakustollista järjestelmää, jotta huoltokertoja on mahdollisimman vähän. (Hainari 2021; Hattukangas 2018, 55.)

Keskusakustojen ja yksikköakullisten järjestelmien lisäksi on kondensaattorivalaisimet, joiden elinkaarikustannukset eroavat hieman kummastakin aiemmin mainitusta. Niiden toiminta-ajaksi luvataan jopa 15 vuotta. Näin ollen vaihtokertojen kustannukset lähestulkoon puolittuvat yksikköakullisiin valaisimiin verrattuna. (Hainari 2021.)

Toiminnan testaus aiheuttaa akkujen vaihdon lisäksi huomattavan osan turvavalaisusjärjestelmän ylläpitokustannuksista. Tätä osaa kustannuksista on helppo pienentää automaattisilla testausjärjestelmillä. Mikäli järjestelmässä ei ole automaattista toiminnantarkastusta, huollosta vastaavan henkilön pitää käydä tarkistamassa valaisimet manuaalisesti paikan päällä. Pienissä, noin kahden kymmenen valaisimen kohteissa tämä voi olla hyvinkin mahdollista, mutta suuremmissa kohteissa se muodostuu käytännössä mahdottomaksi ja todella kalliiksi tehtäväksi. (Hainari 2021.) Automaattisen testauksen lisäksi järjestelmän ylläpitoa helpottavat erilaiset etähallintajärjestelmät. Niiden avulla huoltohenkilöstön käyntejä kohteessa saadaan vähennettyä entisestään ja huoltotoimenpiteitä voidaan ennakoida ja toteuttaa kootusti. (Mykkänen 2021.) Vaikka automaattisesti testaavat järjestelmät ja etähallintajärjestelmät ovat jonkin verran kalliimpia verrattuna täysin manuaalisesti toimiviin järjestelmiin, niiden hinta kompensoituu testaus- ja tarkastuskustannusten jäädessä pois.

8 YHTEENVETO

Turvavalaistusta pidetään hyvin yksinkertaisena järjestelmänä niin suunnittelun kuin käytönkin kannalta. Se ei läheskään aina pidä paikkaansa, mikä aiheuttaa usein ylläpidon ja käytön kannalta kalliita ja hankalia ratkaisuja. Turvavalaistuksen suunnittelijan tulee tuntea turvavalaistusta koskevat lakeihin perustuvat vaatimukset, sekä erilaiset lain henkeä noudattelevat ohjeet ja suositukset. Niiden avulla järjestelmä pystytään suunnittelemaan niin, että se täyttää kaikki turvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Vaatimukset täyttävän järjestelmän voi toteuttaa monella tavalla. Kaikki tavat eivät kuitenkaan ole järkeviä jokaisessa kohteessa, jolloin suunnittelijan pitää pystyä valitsemaan paras vaihtoehto. Järjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä kohteessa ovat esimerkiksi:

- rakennuksen koko, muoto ja pohjaratkaisu
- kohteen käyttötarkoitus
- kohteen oletettu saneerausväli
- olemassa olevat kaapeloinnit ja kaapelitiet

Vastaavasti myös järjestelmissä on suuria eroja. Niiden eri toimintatavat ja muut ominaisuudet on hyvä tuntea, jotta voidaan toteuttaa järkevä turvavalaistusjärjestelmä. Järjestelmissä huomioitavia asioita ovat mm:

- toimintaperiaate
- eri komponenttien odotettava toiminta-aika ja ominaisuudet
- järjestelmän palonkestoisuusvaatimukset
- valaisimien määrä
- järjestelmän testaus- ja hallintatoiminnot
- investointi- ja käyttökustannukset

Kun kaikki valintaan vaikuttavat tekijät otetaan ajoissa huomioon, järjestelmästä saadaan mahdollisimman hyvä ja käyttäjiä parhaalla mahdollisella tavalla palveleva. Järjestelmää valittaessa tulisi huomioida käytön aikana syntyvät kustannukset, koska niitä on helppo leikata investointivaiheessa. Jos järjestelmää hankkiessa valitsee investointikustannuksiltaan edullisimman järjestelmän, se saattaa olla elinkaarikustannuksiltaan hyvinkin kallis.

Liitteessä 1. olevaan taulukkoon on koottu turvavalaistusjärjestelmien eri ominaisuuksia ja arvioitu niiden hyödyllisyyttä sekä tarpeellisuutta suhteessa rakennuksen ominaisuuksiin. Taulukkoon on kerätty opinnäytetyössä läpikäytyjä aihealueita. Turvavalaistusjärjestelmän valinta on aina tapauskohtaista, joten liitteen taulukkin on suuntaa antava.

9 POHDINTA

Opinnäytetyössä perehdyttiin erilaisiin turvavalaistusjärjestelmien toimintaperiaatteisiin, komponenttien ominaisuuksiin, palonkestoisuuteen sekä turvavalaistusta koskevien lakien ja standardien vaatimuksiin ja ohjeisiin. Tavoitteena oli muodostaa tietopaketti, jonka avulla turvavalaistuksen suunnittelija pystyy muodostamaan käsityksen eri järjestelmätyyppien sopivuudesta erilaisiin kohteisiin sekä elinkaarikustannusten muodostumisesta erilaisissa järjestelmissä.

Erilaisista turvavalaistusjärjestelmistä löytyi yllättävän paljon tietoa. Myös erilaisia järjestelmiä oli enemmän, kuin työn alussa osattiin ajatella. Työn ohjaajilta saatiin kuitenkin ohjeita siitä, mikä voisi olla oleellista ja mielenkiintoista, niin AX-suunnittelun kuin opinnäytetyön laajuudenkin kannalta. Näin opinnäytetyö rajautui käsittelemään tärkeimmiksi katsottuja asioita. Puutteellisesti tutkittuja asioita ovat esimerkiksi turvavalaistusjärjestelmien hallinta mahdollisuudet. Valmistajilla on erilaisia sovelluksia järjestelmien hallintaa varten. Niiden ominaisuuksia ja toimintoja olisi ollut syytä tutkia laajemmin.

Työtä tehdessä haasteeksi muodostui puolueettoman tiedon löytäminen. Suuri osa löytyneestä materiaalista oli valmistajien, enemmän tai vähemmän, mainosmielessä tehtyjä julkaisuja. Vertailemalla eri valmistajien dokumentteja ja lupauksia toisiinsa sekä muihin lähteisiin, saatiin muodostettua totuuden mukainen ja luotettava lopputulos. Tietoa hankittiin myös haastatteleamalla kolmea Suomen suurinta turvavalaistusjärjestelmien toimittajaa, sekä Tampereen kaupungin palotarkastusinsinööriä. Haastatteluista saatiin työhön hyvin tietoa eikä opinnäytetyö jäänyt pelkäksi kirjallisuuskatsaukseksi. Turvavalaistuksen kustannusten muodostumista tutkiessa löytyi aiheesta aiemmin tehty opinnäytetyö, jota käytettiin tietolähteenä tässä opinnäytetyössä. Kyseisen työn tulosten oikeellisuutta ei arvioitu sen tarkemmin, vaan niiden oletettiin olevan tarpeeksi tarkkoja tässä työssä tehtyyn karkeaan arvioon turvavalaistusjärjestelmien elinkaarikustannusten muodostumisesta. Yksi tätä työtä varten haastateltu turvavalaistusalan ammattilainen viittasi haastattelussa kyseiseen työhön, mikä vahvisti olettamusta työn tulosten paikkansapitävyydestä.

Jatkotutkimuksen aiheita löytyi opinnäytetyötä tehdessä useita. Erilaisia järjestelmiä ja niiden kustannusten muodostumista voitaisiin vertailla oikeissa rakennuskohteissa. Näin erot kustannuksissa saataisiin paljon konkreettisemmin esiin. Investointikustannukset saataisiin silloin selville hyvin tarkasti, kun kaikki kulut suunnittelukustannuksista lähtien voitaisiin tutkia. Elinkaarikustannusten kehittymistä olisi myös aiheellista selvittää. Varsinkin keskusakustollisten ja yksikkökäyttöjärjestelmien kustannusten syntymisestä vaikuttaa monilla olevan vahvoja mielipiteitä, vaikka tietoa asiasta on hyvin vähän saatavilla. Jos erityyppisten järjestelmien elinkaarikustannusten muodostuminen olisi paremmin tiedossa, rakennuksiin toteutettaisiin todennäköisemmin kustannustehokkaampia ja kohteeseen paremmin sopivia järjestelmiä. Tässä opinnäytetyössä ei käsitelty turvavalaisimien energiankulutusta ja sen vaikutuksia elinkaarikustannuksiin. Sitä olisi kuitenkin syytä tutkia. Järjestelmien energiankulutuksessa on varmasti eroja, mutta niistä ei löydy luotettavaa tietoa. Energiankulutuksen minimoimisella voitaisiin säästää sähkökulutuksessa ja osaltaan osallistua myös yhä tiukentuviin ilmastotavoitteisiin.

LÄHTEET

Battery university. 2017. BU-410: Charging at High and Low Temperatures. Luettu 31.3.2021

https://batteryuniversity.com/learn/article/charging_at_high_and_low_temperatures

Exilight. 2020. Järjestelmä esite. Luettu 18.2.2021

[EXI_iot_A4_FI.pdf \(exiot.fi\)](#)

Exilight. 2021. EXIoT-suunnitteluohje. Luettu 15.3.2021.

https://exiot.fi/wp-content/uploads/2021/03/EXIoT_suunnitteluohje1.0.pdf

Exilight. n.d. Mesh-verkko. luettu 15.3.2021

<https://exiot.fi/fi/mesh-verkko/>

Hainari, H. Hedengren, kehitysjohtaja. 2021. Haastattelu 22.3.2021. Haastattelija Hölli, T.

Hainari, H., Hongisto, P. & Jumppanen, J. 2019. Poistumisvalaistus. ST-käsikirja 36. 3. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
(Hainari, Hongisto & Jumppanen 2019, 1)

Hattukangas. J. 2018. Turvavalaisusjärjestelmien investointi- ja käyttökustannusvertailu. Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Hedengren. 2021. Uudet Neptolux-turvavalot ohjaavat adaptiivisesti poistumista oikeaan suuntaan. Luettu 15.3.2021.

<https://www.hedengren.com/fi/uudet-neptolux-turvavalot-ohjaavat-adaptiivisesti-poistumista-oikeaan-suuntaan>

Hedengren. n.d. Adaptiivinen paloturvajärjestelmä. Tuote-esite. luettu 15.3.2021.

[Adaptiivinenpaloturvavalojrjestelm.pdf \(hedengren.com\)](#)

Hedengren. n.d. Paloturvavalot. Tuotesivu. Luettu 15.3.2021

<https://www.hedengren.com/fi/turvatekniikka/paloturvavalot>

Hedengren. n.d. Tuote-8002907, tuotesivu. Luettu 15.3.2021

<https://www.hedengren.com/fi/tuote-8002907-nfw89-c-n-turvavalaisin-suora-kaide-valokeila>

Huhtama, K. n.d. Opas- ja turvavalaisus järjestelmät. Luettu 18.3.2021

[HarrasteElektroniikka \(kapsi.fi\)](#)

Hongisto, P. 2017. Turvavalaisuksen kaapelointi. Teknoware Oy. Luettu 11.1.2021. [PowerPoint-esitys \(teknoware.com\)](#)

Hongisto, P. Teknoware, Aluepäällikkö, turvavalaisus. 2021. Haastattelu 16.3.2021. Haastattelija Hölli, T.

Jumppanen, J. 2018. Poistumisvalaistus ja poistumisreittivalaistus. ST-ohjeisto 8. 4. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kautto, P. 2016. Kaapelit ja paloturvallisuus. ST-käsikirja 39. Espoo: Sähköinfo Oy.

Mykkänen, T. Exilight, Business Development Manager. 2021. Haastattelu 19.3.2021. Haastattelija Hölli, T.

Pelastuslaki 29.4.2011/1353.

SMa 805/2005. Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkittämisestä ja valaisemisesta. 01.01.2006/805.

SFS-EN 1838. 2014. Valaistussovellukset. Turvavalistus Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 11.1.2021.

SFS-EN 50171. 2002. Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät. Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 24.2.2021.

SFS-EN 50172. 2004. Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät. Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 24.2.2021.

SFS 6000-5-56. 2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät. Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 11.1.2021.

ST 59.10. 2020. Turvavalistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu. Espoo: Sähköinfo.

Sten, Tapio. Tampereen palotarkastusinsinööri. Haastattelu 19.3.2021. Haastattelija Hölli, T.

Teknoware. 2017. Turvavalotuslaitteiden varaosaluettelo. Luettu 21.1.2021
https://www.teknoware.com/sites/default/files/Emergency-Downloads/varaosaluettelo_2017_web.pdf

Teknoware. 2018. Turvavalaisustuotteiden tuoteluettelo. Luettu 21.1.2021
https://www.teknoware.com/sites/default/files/turvavalaisustuotteiden_tuoteluettelo_1_2018_web.pdf

Tenoware. 2020. The Greenest way to safety. Tuote-esite. Luettu 25.3.2021
https://www.teknoware.com/sites/default/files/teknoware_es-cap_062020_web_fi.pdf

Teknoware. n.d. Aalto Control-järjestelmä. Järjestelmä esite. Luettu 15.3.2021
https://www.teknoware.com/sites/default/files/esite_aalto_control_fi_rev1.pdf

Teknoware. n.d. OPAS 80X Adaptiivinen opastevalaisin, opastevalaisin TWT8051WKX. Tuotesivu. Luettu 15.3.2021.

<https://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/opas-80x-adaptiivinen-opastevalaisin-twt8051wkx>

Teknoware. n.d. Turvavalaistusjärjestelmien suunnittelu- ja tarkastusopas. Luettu 22.2.2021

[design_guide_fi_nettiin.pdf \(teknoware.com\)](#)

Teknoware. n.d. Adaptiivisuus opastevalaisimissa. Käyttöohje. Luettu 15.3.2021

<https://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/opastevalaisimet/adaptiivisuus-opastevalaisimissa>

