



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka

Palopäällystön koulutusohjelma

OPINNÄYTETYÖ

**LED-POISTUMISOPASTEIDEN IKÄÄNTYMISEN VAIKUTUS VALOTEHOON
SEKÄ LED-VALAISTUKSEN VAIKUTUS JÄLKIVALAISEVIEN
TURVAKILPIEN LATAUTUMISEEN**

Topi-Pekka Reinola

28.11.2018

SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO		
Koulutusohjelma		
Palopäälystön koulutusohjelma		
Tekijä		
Topi-Pekka Reinola		
Työn nimi		
Led-poistumisopasteiden ikääntymisen vaikutus valotehoon sekä led-valaistuksen vaikutus jälkivalaisevien turvakilpien latautumiseen		
Työn laji	Päiväys	Sivumäärä
Opinnäytetyö	5.11.2018	35+2
Työn valvoja	Yrityksen yhdyshenkilö	
Opettaja Timo Loponen	-	
Yritys		
Tiivistelmä		
<p>On havaittu, että led-poistumisvalot ovat vikaantuneet ja himmenneet nopeasti. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin poistumisopasteiden ja turvakilpien teknisiä vaatimuksia sekä sitä miten poistumisopasteiden kuntoa voidaan valvoa palotarkastuksilla. Led-valaistuksen väitetään myös lataavan jälkivalaisevia turvakilpiä heikommin kuin muu valaistus. Tässä työssä tutkittiin myös, onko led-valaistuksella merkittävää vaikutusta jälkivalaisevien turvakilpien jälkivalaisutehoon.</p> <p>Työssä selvitettiin, miten erottaa silmämääräisesti poistumisopaste, joka ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, sekä miten poistumisopasteen luminanssin voidaan mitata. Poistumisopasteisiin liittyvissä asioissa käytiin tutustumassa Teknowareen, josta saatiin paljon tietoa ja materiaalia työhön. Jälkivalaisevista turvakilvistä etsittiin standardien vaatimat kriteerit jälkivalaisukyvyille, jälkivalaisun testausmenetelmät sekä valmistajien tutkimustuloksia. Mittausasioissa oltiin yhteydessä Mitaten Finlandiin ja Seskoon, jotka auttoivat teknisiin mittausasioihin liittyvien asioiden selvittelyissä.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimus on rajattu koskemaan vain poistumisopasteiden ja jälkivalaisevien turvakilpien pintakirkkausvaatimuksiin vaikuttaviin asioihin. Led-poistumisopasteiden kohdalla tarkka huolto-ohjelma nousi merkittäväksi asiaksi. Huolto-ohjelmalla voidaan valvoa, ettei rikkinäisiä opasteita ole käytössä vaan opasteet vaihdetaan uusiin niiden eliniän täytyttyä. Myös pintakirkkauden mittaaminen on yksi valvontakeino. Jälkivalaisevia turvakilpiä koskevat pintakirkkausvaatimukset ovat niin pienet, ettei ole syytä epäillä, että led-valot vaikuttaisivat merkittävästi niiden latautumiseen. Nykyään voidaan valmistaa jälkivalaisevia turvakilpiä, jotka täyttävät moninkertaisesti niille asetetut luminanssi arvot. Jälkivalaisevien turvakilpien luminanssia ei pystytä mittaamaan kenttäkokein rakennuksissa, vaan mittaukset pitää tehdä laboratoriossa.</p>		
Avainsanat		
poistumisopaste, jälkivalaiseva turvakilpi, led		
Luottamuksellisuus		
julkinen		

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		
Degree Programme Fire Officer (Engineer)		
Author Topi-Pekka Reinola		
Title of Project The Effect of the Aging of Led Emergency Exit Lights on Light Output and the Effect of Led Lighting on the Charging of Photo Luminescent Safety Sings.		
Type of Project Final Project	Date 5 November 2018	Pages 35+2
Academic Supervisor Mr. Timo Lopenen, Instructor	Company Supervisor -	
Company		
Abstract		
<p>It has been found that led emergency exit lights malfunction quickly or the light dims quickly. In this final project, the aim was to study the technical requirements set for the emergency exit lights and photo luminescent safety sings, and how a fire inspector can inspect emergency exit lights. In addition, the aim was to study if led lights have a considerable effect on the charge of photo luminescent safety sings.</p> <p>In this final project, the aim was to find out how to detect broken emergency exit lights and how the luminance of emergency exit lights can be measured. First, the standards set on photo luminescent safety sings and measurement methods as well as research and testing methods of photo luminescent safety sings were studied. Secondly, information and material for the study was collected at the companies Teknoware, Mitaten Finland and Sesko.</p> <p>The work is limited to luminance emergency exit lights and photo luminescent safety sings. The most important factor for emergency exit lights is to update the maintenance program regularly. Then the fire inspector can oversee that emergency exit lights work and when the lifespan of the emergency exit lights is full, they are replaced with new ones. This will ensure that they work with sufficient power. The luminance demands of the photo luminescent safety sing are so low that the light source does not significantly affect their charge. At present, safety sings can be manufactured with such a quality that they meet multiple luminance requirements. The luminance requirements of the photo luminescent safety sings are so low that the installed luminance intensity of the safety sings cannot be measured. Luminance intensity measurement must be carried out in a laboratory.</p>		
Keywords emergency exit lights, photo luminescent safety sings, led		
Confidentiality public		

ALKUSANAT

Pääsin käymään keväällä 2017 Suomen suurimmassa poistumisopasteita ja turvavaloja valmistavassa yrityksessä Teknoware Oy:ssä tutustumassa led-poistumisvaloihin ja niiden valmistukseen sekä testeihin, joita poistumisopasteille tehdään. Tutustumiskäynnistä kiitän Pasi Hongistoa, joka kertoi poistumisopasteista ja esitteli yrityksen toimintaa. Lisäksi Pasi on myös antanut materiaalia ja tarvittaessa vastannut kysymyksiin koskien opinnäytetyötäni.

Opinnäytetyössä selvitetään, miten poistumisopasteiden tai jälkivalaisevien kilpien eri arvoja voi mitata. Kiitän Mitaten Finlandia asiantuntemuksesta ja mittareiden selvittämisestä, kun selvitettiin miten poistumisopasteita ja jälkivalaisevia turvakilpiä voisi mitata standardien hyväksymällä tavalla.

Kemijärvellä 14.11.2018



Topi-Pekka Reinola

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KÄSITTEET	8
3 YLEISTÄ VALOSTA JA LEDEISTÄ	10
4 POISTUMISOPASTEIDEN MÄÄRÄYKSET	13
4.1 Pelastuslain vaatimukset poistumisturvallisuudesta	13
4.2 Sisäministeriön asetuksen vaatimukset rakennuksen poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta	13
4.3 Poistumisopasteita koskevat muut vaatimukset	15
4.4 Poistumisopasteiden tekniset minimivaatimukset	16
4.5 Jälkivalaisevia turvakilpiä koskevat vaatimukset	18
4.6 Jälkivalaisevien turvakilpien tekniset minimivaatimukset ja niiden testaus	19
5 MITTAUSTARPEIDEN ARVIOINTI	23
5.1 Poistumisopasteita koskevien mittaustarpeiden arviointi	23
5.2 Jälkivalaisevia turvakilpiä koskevia tutkimustuloksia sekä mittaustarpeiden arviointi	25
7 POHDINTA	30
LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Poistumisopasteet ovat tärkeä osa rakennusten henkilöturvallisuutta. Ne ovat ratkaisevassa asemassa ihmisten poistumisturvallisuudessa rakennuksesta ulos tulipalo tai muissa vaaratilanteissa. Poistumisopasteet kertovat myös arkipäivän käytössä ne reitit, jotka pitää olla aina avoinna. Jos poistumisopasteet eivät ole kunnossa, vaarantuu henkilöturvallisuus merkittävästi. Rakennukset ja tilat, joissa poistumisopasteita käytetään, ovat pääsääntöisesti tiloja, jotka eivät ole tuttuja tiloissa oleville ihmisille. Tämän takia on tärkeää, että poistumisopasteet toimivat ja ovat kunnossa, koska muuten poistuminen tiloista ei onnistu riittävän nopeasti. Tilojen poistumisturvallisuus on mietitty sillä perusteella, että opasteet ovat kunnossa ja ihmiset osaavat poistua niiden mukaan. Jos opasteet eivät ole kunnossa, eivät ihmiset osaa rakennuksesta ulos siinä ajassa, kuin poistumisopasteiden avulla on suunniteltu, jolloin onnettomuustilanteessa voidaan menettää ihmishenkiä hitaan poistumisen tai eksymisen takia.

Palotarkastuskäynneillä on yleisesti havaittu, että led-poistumisopasteet ovat himmentyneet ajansaatossa. Nyt on kulunut niin paljon aikaa ensimmäisten led-poistumisopasteiden valmistamisesta, että ledien teho on hiipunut. Yleensä led-poistumisopasteiden ledit toimivat, mutta ledit himmentyvät tai osa ledeistä on sammunut. Tämän takia herää epäily, ettei poistumisopaste enää täytä sille asetettuja vaatimuksia. Standardit ja määräykset led-poistumisopasteiden valoteholle ja kontrastille ovat tiukat, mutta niiden valmistamisen jälkeinen valvonta on hyvin haastavaa. Opinnäytetyöllä pyritään ratkaisemaan, miten palotarkastuksella voitaisiin valvoa poistumisopasteiden kunnon lakisääteistä tasoa.

Jälkivalaisevista turvakilvistä on nykyään huhuja, etteivät led-valot jaksaisi ladata jälkivalaisevia turvakilpiä samalla tavalla kuin muut valaisintyypit. Tämän seurauksena turvakilvet eivät loistaisi riittävästi, silloin kun niitä tarvittaisiin esimerkiksi sähkökatko- tai tulipalotilanteessa. Rakennuksissa käytettävät jälkivalaisevat turvakilvet ovat tärkeitä onnettomuustilanteessa. Jälkivalaisevat turvakilvet osoittavat onnettomuuden aikana käytettävät välineet, joista yleisin on alkusammutuskalusto. Vielä nykyäänkin jälkivalaisevat turvakilvet voivat olla uusissa pienissä rakennuksissa ainoa poistumistien osoittava merkki. On myös vielä paljon suuria vanhoja rakennuksia, joissa jälkivalaisevat turvakilvet ovat ainoita poistumisreittejä merkitseviä opasteita, vaikka poistuminen näistä voi olla haastavaa. Uusissa rakennuksissa, lentokoneissa,

junissa ja laivoissa jälkivalaisevia kilpiä ja teippejä käytetään poistumisreittien tehostettuun merkitsemiseen. Esimerkiksi suurissa rakennuksissa ja kulkuneuvoissa matalalle sijoitetut opasteet ovat merkittäviä tehokkaaseen poistumiseen. Tämän takia opinnäytetyö on tärkeä, jotta saadaan tutkittua tietoa, vaikuttavatko led-valot poistumisturvallisuuteen jälkivalaisevien opasteiden kohdalla ja onko vaikutus heikentävä vai parantava.

2 KÄSITTEET

Poistumisopaste:

- Poistumistietä osoittava suorakulmainen valaistu merkki, jossa on vihreä pohja ja valkoinen kuva, sekä nuoli, joka osoittaa poistumissuunnan (Pelastustoimi, 2017).

Valovirta:

- Lumen (lm) on valovirran yksikkö. Lumenarvo on valonlähteestä lähtevän valon kokonaismäärä. Se määritetään valon määränä mitattuna silmän herkkyyssäädin mukaan. (Valaistusteknisiä käsitteitä 2017.)

Valovoima:

- Valovoima on valon intensiivisyys tiettyyn suuntaan määritettynä lumenarvona huonekulmakohtaisesti. Valovoiman yksikkö on Candela (cd). (Valaistusteknisiä käsitteitä 2017.)

Valaistusvoimakkuus:

- Valaistusvoimakkuus määritetään neliömetrille lankeavana lumeniarvona. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on Lux (lx) $1\text{lux} = 1\text{lm}/\text{m}^2$. (Valaistusteknisiä käsitteitä 2017.)

Luminanssi:

- Luminanssi kuvaa pinnalta tai pisteestä tiettyyn suuntaan lähtevän valon kirkkautta. Luminanssin yksikkö on cd/m^2 . (Valaistusteknisiä käsitteitä 2017.)

Luminanssiero:

- Ilmaisee siirtymää vaalean ja tumman pinnan välillä. Suuret erot häiritsevät työskentely-ympäristössä. (Valaistusteknisiä käsitteitä 2018.)

Väriämpötila:

- Väriämpötilan yksikkö on Kelvin (K). Jos valon väriämpötila on alle 4000 K, on valo lämmintä, ja jos yli 4000K on valo kylmää. (Valaistusteknisiä käsitteitä 2018.)

LED:

- LED (Light Emitting Diode) on puolijohdekomponentti, joka tuottaa valoa usealla eri aallonpituudella (LED-perusteet, 2018).

D65:

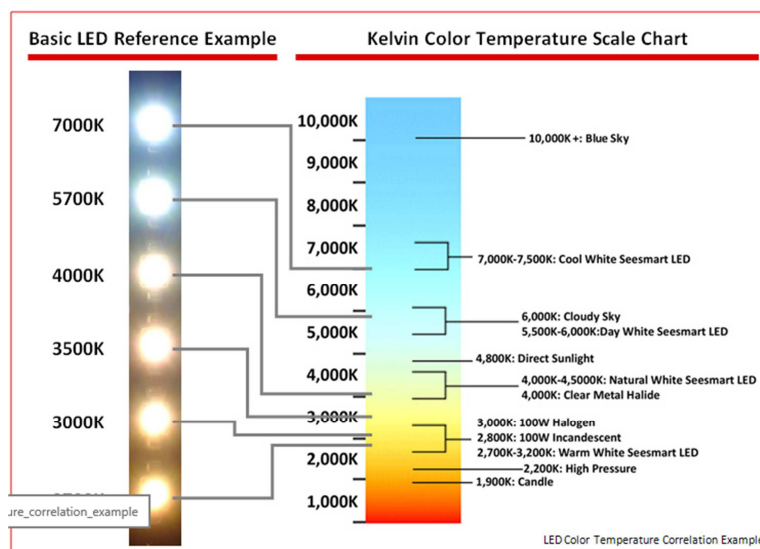
- D65 on CIE standardin mukaisen spektrin lamppu jonka väriämpötila on noin 6500K. Käytetään teollisuudessa luonnollisen päivänvalon simulointiin kuten värien määrittelemisessä. (What is D65 and what is it used for? 2018.)

Turvakilpi

- Turvakilvet ovat jälkivalaisevia kilpiä, jotka osoittavat poistumisreitit sekä onnettomuuden aikana käytettävän kaluston kuten alkusammuttimet ja paloilmoin painikkeet. Turvakilpiä kutsutaan myös jälkivalaiseviksi kilviksi.

3 YLEISTÄ VALOSTA JA LEDEISTÄ

Valo on sähkömagneettista säteilyä, josta ihmissilmä voi havaita vain osan. Tätä osaa kutsutaan näkyväksi valoksi. Sähkömagneettisen säteilyn aallonpituus vaikuttaa valon väriin. Mitä pidempää aalto on, sitä punaisempaa valo on, ja mitä lyhyempi aalto, sitä sinisempi on valo. Näkyvän valon spektri on 400 - 700 nanometriä, tämän valon eri aallonpituudet silmä tulkitsee väreinä. Valo on valkoista, kun se sisältää kaikkia aallonpituuksia yhtä paljon, eli valkoisessa valossa on kaikkia värejä tasaisesti. Kaikki valkoinen valo ei kuitenkaan ole täysin valkoista vaan valkoisella valolla on eri sävyjä. Valkoisen valon eri värisävyistä käytetään termiä väriämpötila. Väriämpötilan yksikkö on kelvin. Mitä korkeampi kelvinlukema on, sitä sinisempää myös valo on. Kuva 1 havainnollistaa led-lampun värin väriämpötila asteikolla. (Aaltomuoto valo ja väri 2018)



Kuva 1. Led-diodin eri värit sijoitettuna väriämpötilaa havainnollistavaan taulukkoon (LED colour temperature correlation example 2018).

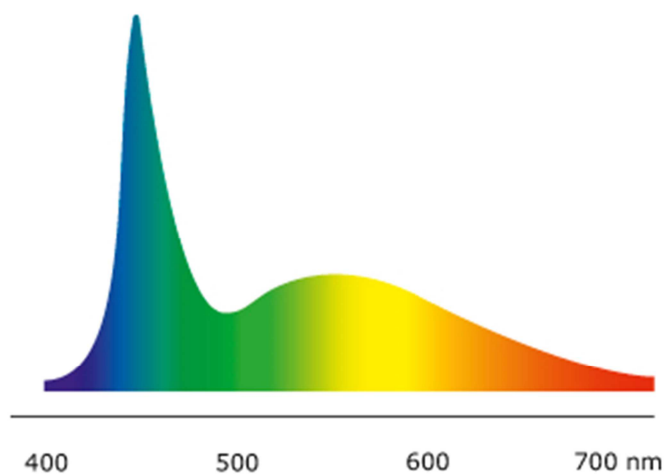
Väriämpötila vaikuttaa valaistun tilan tunnelmaan ja tilassa olevien pintojen väreihin. Väri heijastaa takaisinpäin omaa aallonpituutta, eli valkoiset pinnat heijastavat kaikkia värejä takaisinpäin, jolloin valkoinen pinta näkyy valkoisena. Musta pinta imee kaikki valon aallonpituudet, jolloin musta pinta näkyy mustana. Kodin tiloissa käytetään yleensä lämmintä tai puhtaan valkoista valoa. Julkisissa tiloissa käytetään yleensä valkoista ja jopa sinertävää valoa. Eri valaisimet tarjoavat eri väriämpötiloja. Taulukossa 1 on esitetty eri valaisimien väriämpötilojen vaihtoehdot. Päivänvalo on

noin 5000 – 7000 K asiayhteyden ja ilmoittajan mukaan, kun taas standardeissa käytettävän päivänvalolampun D65 väriämpötila on 6500 kelviniä. (väriämpötila – kelvin-arvo 2018)

Taulukko 1. Eri valaisinvaihtoehtojen väriämpötilat (Väriämpötila – kelvin-arvo 2018).

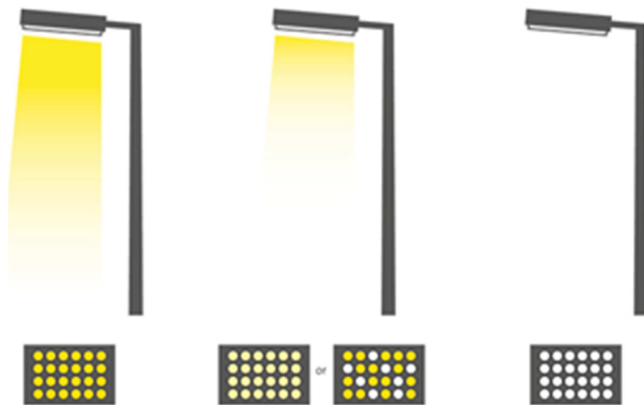
Hehkulamppu	2 700 K
Halogeenilamppu	3 000 K
Pienloistelamppu	2 700 – 4 000 K
Loistelamppu	2 700 – 6 500 K
LED-lamppu	2 700 – 6 500 K
Päivänvalo	5 500 K

Ledeistä saadaan valkoista valoa, kun sininen led-siru päällystetään keltaisella fosforilla tai RGB-tekniikalla eli yhdistetään punaisia, sinisiä ja vihreitä led-siruja. Fosforitekniikka on yleisempi valaistualalla. Fosforikerros voi olla erikseen jokaisen led-sirun päällä tai asentamalla yhteinen fosforilevy led-moduulin eteen. Kun fosforikerroksen koostumusta muutetaan, saadaan erilaisia valon spektrejä. Kuvassa 2 näkyy fosforikerroksen vaikutus led-valon spektrijakaumassa. Led ei ole uusi keksintö, mutta vasta lähivuosina on yleistyneet teholedit, joiden suorituskyky ja hintataso on tasapainossa niin, että niitä voidaan käyttää yleisvalaistuksessa. Tämänhetkisten ledien valoteho on noin 160 lm/W, mutta sen odotetaan kasvavan 200 lm/W tulevien vuosien aikana. (Led-perusteet 2018)



Kuva 2. Ledin spektrijakauma, jossa erottuu selvästi ledin sininen valo ja fosforin keltainen valo (LED-perusteet 2018).

Yksi ledien etu on niiden pitkä elinikä, koska niissä ei ole liikkuvia osia tai hehkulankaa. Kaikkien valonlähteiden valovirta vähenee käyttöiän myötä. Tätä valontuoton vähenemistä määrätyn ajan kuluessa kutsutaan valovirran alenemaksi. Ledmodulin elinikä on määritetty ajaksi, jonka kuluttua sen valovirta on enää 70 % alkuperäisestä. Ledmoduulin himmeneminen 70 %:iin voi tapahtua kahdella eri tavalla, kaikki ledit himmenevät tasaisesti tai osa ledeistä ovat himmentyneet ja osa pimentyneet kokonaan. Yleensä valaistuksen suunnittelussa otetaan huomioon valaistuksen himmeneminen ja valaistus ylimitoitetaan, jotta valaistusvoimakkuuden minimitaso voidaan saavuttaa myös valaistuksen elinkaaren lopussa. Ledmodulin ja liitäntälaitteen elinikä voi olla eripituinen. Jos liitäntälaitteen elinikä on lyhyempi kuin ledimodulin elinikä, liitäntälaitteen vaihto saattaa tulla tarpeelliseksi jo valaisimen elinkaaren aikana. Tämä tarkoittaa sitä, ettei valaisimen elinikää voi ilmaista ledin eliniällä. Kuvassa 3 on havainnollistettu ledmodulin vikaantumisen vaihtoehdot. (Ledien elinikä 2018.)



Kuva 3. Kuvassa näkyy, kuinka led-moduli himmenee eri tavoilla tai valaisin vikaantuu täysin (ledien elinikä 2018).

4 POISTUMISOPASTEIDEN MÄÄRÄYKSET

4.1 Pelastuslain vaatimukset poistumisturvallisuudesta

Pelastusviranomaisen vaatii poistumisopasteet rakennuksiin pelastuslain kautta. Pelastuslaki määrää, että rakennuksessa olevat henkilöt pystyvät poistumaan rakennuksesta tai että heidät voidaan pelastaa muulla tavoin. Uloskäytäviä täytyy voida käyttää turvallisesti ja tehokkaasti sekä ne täytyy tarvittaessa merkitä ja valaista asianmukaisesti. Poistumisreittien opasteet ja valaistus on pidettävä kunnossa, huollettava ja tarkastettava asianmukaisesti. Pelastuslaissa viitataan myös 10 § ja 12 § mahdollisiin sisäministeriön asettamiin säädöksiin, joissa tarkennetaan vaatimuksia. (Pelastuslaki 379/2011 9,10 ja 12 §.)

4.2 Sisäministeriön asetuksen vaatimukset rakennuksen poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta

Sisäministeriön asetuksessa rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta tarkennetaan poistumisreittien vaatimuksia. Poistumisreitit on merkittävä poistumisopasteilla seuraavissa rakennuksissa: majoitustiloissa, hoitolaitoksissa, kokoontumis- ja liiketiloissa, työpaikkatiloissa, tuotantotiloissa, varastotiloissa, joissa työskennellään, sekä tiloissa, joista poistuminen on vaikeaa tai jotka poikkeavat tavanomaisesta. Poistumisopasteet on sijoitettava niin, että niiden havaitseminen on helppoa. Ne on valaistu riittävästi ja poistumissuunnan osoittaminen on vaivatta tunnistettavissa. Poistumisopasteiden ulkonäkö ja yleiset ominaisuudet on määritelty tarkemmin 976/1994 valtioneuvoston päätöksessä työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä sekä turvavalaitusta koskevassa standardissa SFS-EN 1838 turvallisuuskilville määritetyt vaatimukset. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 3 ja 4 §.)

Poistumisreittien valaisemisessa noudatetaan soveltuvin osin standardin SFS-EN 1838 määriteltyjä vaatimuksia. Poistumisopasteiden on oltava aina valaistuja ja poistumisreitien valaistuksen on käynnistyttävä automaattisesti, kun tavallinen valaistus hajoaa. Valaistuksen on toimittava sen ajan, jonka turvallinen poistuminen ja evakuointi vaativat. Valaistukselta vaaditaan myös sähkönsyötöstä riippumaton virransyöttö, jolla turvataan valaistuksen toiminta vähintään tunnin ajaksi. Kaikki poistumisreittien

merkitsemiseen ja valaisemiseen käytettävät tuotteet on oltava toimivuuden, kestävyuden ja turvallisuuden vaatimilta ominaisuuksilta soveltuvia. Valaisimien on oltava standardin SFS-EN 60598-2-22 mukaisia ja ohjaukseen käytettävän keskusyksikön on oltava standardin SFS-EN 50171 mukainen. Vastavuoroisen tunnustamisen periaatteen mukaisesti edellä määritettyjen teknisten vaatimusten sijasta voidaan käyttää muussa Euroopan talousalueen maassa tai Turkissa voimassa olevan standardia tai muuta teknistä eritelmaa, jolla taataan vastaava turvallisuustaso. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 5 ja 6 §)

Yleisperiaate on, että uloskäytävät voidaan havaita tilan jokaisesta osasta, minkä vuoksi poistumisopasteet sijoitetaan korkealle kuten ovien yläpuolelle. Erityisesti monimutkaisissa, suurissa tai riskialttiissa tiloissa poistumisopasteita on tarkoituksenmukaista täydentää matalalle seinälle tai lattiaan sijoitetuilla poistumisopasteilla, valaisimilla tai muilla merkinnöillä. Poistumisopasteiden näkyvyys varmistetaan riittävällä valaistuksella joko sisä- tai ulkopuolisella valonlähteellä. Opasteiden on oltava myös samassa tilassa mahdollisimman samanlaisia, jotta ne ovat selkeitä ja helposti tunnistettavissa. Myöskään mahdolliset muut merkit eivät saa häiritä poistumisopasteiden havaitsemista. Jälkivalaisevat materiaalit voivat tulla kysymykseen pienissä kohteissa, ne soveltuvat hyvin myös täydentäviin opasteisiin sekä kulkureittien tarkempiin merkitsemisiin. (Muistio, Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 3 ja 4 §.)

Tuotteiden vaatimustenmukaisuuden osoittaminen on todistettava tuotteen ominaisuuksien edellyttämällä tavalla teknisillä asiakirjoilla ja selvityksillä sekä mahdollisilla kolmannen osapuolen tekemillä testeillä tai tarkastuksilla. Vakuutukseen on sisällytettävä yleiskuvaustuotteesta sekä viittaukset standardeihin tai muihin teknisiin eritelmiin, joita on sovellettu kokonaan tai osittain. Valmistajan tai maahantuojan on toimitettava tuotteiden mukana teknisten vaatimusten mukaiset kirjalliset ohjeet asennuksesta, käytöstä ja huolloista suomeksi sekä ruotsiksi. Ohjeiden on sisällettävä tuotteen käyttötarkoitus, asentamisen, käyttämisen ja huollon kannalta tarpeelliset tiedot sekä olennaiset ominaisuudet. Poistumisreittien merkintöjen ja valaistuksen kunnossapidosta vastaa rakennuksen omistaja ja toiminnanharjoittaja. Kunnossapitoa varten on laadittava kunnossapito-ohjelma, jolla varmistetaan huoltotoimenpiteet ja

niiden dokumentointi, jotta poistumismerkinnät ja valaistus pysyvät toimintakunnossa. Nykyiset vaatimukset tulivat voimaan 1.1.2006, myös kunnossapito-ohjelma piti laatia 2006 vuoden loppuun mennessä. Tämä koski kaikkia rakennuksia, joissa poistumisreitit on merkitty. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 7 – 10 §.)

4.3 Poistumisopasteita koskevat muut vaatimukset

Poistumisopasteita koskevat myös monet direktiivit, standardit ja kansalliset säädökset.

Poistumisopasteita koskevat direktiivit:

- EMC-Direktiivi (89/336/ETY)
- Pienjännitedirektiivi (73/23/ETY)
- Rakennustuotedirektiivi (89/106/ETY)
- Työpaikkadirektiivi (89/654/ETY)
- Turvatuotedirektiivi (92/58/ETY)

(Poistumisvalaistus diat 2016.)

Poistumisopasteita koskevat standardit:

- EN 1838 Valaistussovellukset
- EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät
- SFS-EN 50172 Emergency escape lighting systems
- SFS 6000 pienjännitesähköasennukset

(Poistumisvalaistus diat 2016.)

Poistumisopasteita koskevat kansalliset säädökset:

- Pelastustoimen laitelaki
- Pelastuslaki
- Pelastustoimiasetus
- Työturvallisuuslaki
- Maankäyttö- ja rakennuslaki
- Maankäyttö- ja rakennusasetus

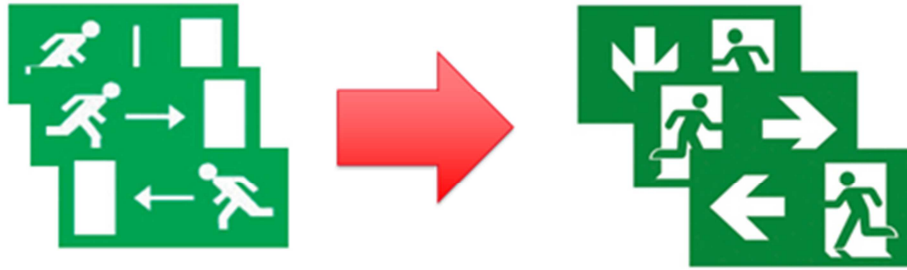
- Rakennustuotteiden hyväksyntälaki
- Sähköturvallisuuslaki
- Rakennusmääräyskokoelma E1, joka on kumottu 1.1.2018 ympäristöministeriön asetuksella rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.
- Valtionneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994
- Valtionneuvoston päätös työpaikkojen terveys- ja turvallisuusvaatimuksista 728/1999

(Poistumisvalaistus diat 2016.)

4.4 Poistumisopasteiden tekniset minimivaatimukset

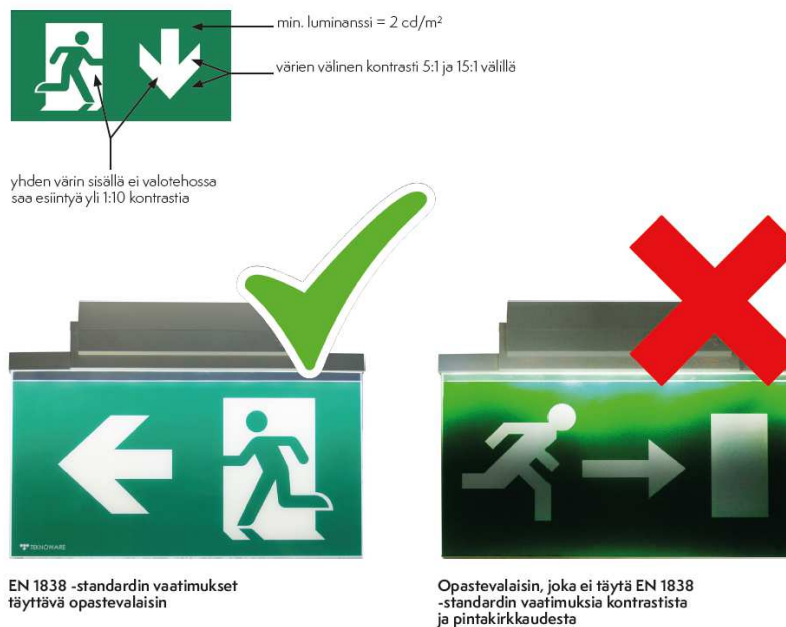
Poistumisopasteen luminanssi on oltava vähintään 2 cd/m² koko merkin alueella. Suurimman ja pienimmän luminanssin ero ei saa olla yli 10:1. Valkoisen alueen suhde värillisen alueen luminanssiin pitää olla vähintään 5:1 mutta enintään 15:1. Opasteen luminanssista on 50 % saavutettava 5 sekunnissa ja täysi luminanssi 60 sekunnissa. (Muistio, Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 4 §.)

Sisäministeriön asetuksessa rakennuksen poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005 vaaditaan, että poistumisopasteet täyttävät SFS-EN 1838 standardin ja valtioneuvoston päätöksen 976/1994 työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä. Nykyään SFS-EN 1838;2014 viittaa EN ISO 7010 standardiin. Siinä on esitetty uudet poistumisopastekuvat, jotka korvaavat vanhat. Nykyään käytetään näitä uusia kuvia, koska ne ovat selkeämpiä kuin vanhat. EN ISO 7010 on myös vahvistettu suomalaiseksi standardiksi ja sen siirtymäaika on päättynyt 31.1.2013. Poistumisopasteiden kuvatunnusten muutos on esitetty kuvassa 4. (Hongisto 2016.)



Kuva 4. Turvamerkkipäätöksen mukaiset poistumisopasteiden kuvatunnukset. Ne on korvattu selkeämmillä EN ISO 7010 mukaisiksi kuvatunnuksiksi, joita oikeanpuoleiset opasteet esittävät. (Hongisto 2016.)

Ledien himmeneminen ajan kuluessa aiheuttaa sen, ettei pintakirkkausvaatimus täyty tai kontrastierot kasvavat liian suuriksi, jolloin poistumisopaste ei täyty sille asetettuja vaatimuksia ja opaste täytyy vaihtaa. Myös mahdollinen ledtekniikan vikaantuminen voi aiheuttaa osan ledien sammumisen. Tällöinkin sen valovoima himmenee ja opaste ei täyty sille asetettuja vaatimuksia. Kuvissa 5 ja 6 havainnollistetaan, miten tunnistaa opaste joka ei täyty sille asetettuja vaatimuksia. Sekä selitetään kohdat, miltä osin opaste ei täyty EN 1838 standardin vaatimuksia. Tällaiset opasteet pitää uusia.



Kuva 5. Opasteiden tekniset vaatimukset havainnollistettuna. Pintakirkkaudeltaan ja kontrastiltaan EN1838-standardin täyttävä opaste sekä opaste joka ei täyty vaatimuksia. (Malinen 2017.)



Esimerkkivalaisimet eivät täytä EN 1838 pintakirkkausvaatimusta

- Keskellä kirkas piste
- Reunat liian pimeät
- Opaste ei erotu ja sen suuntaa ei erota kunnolla



- Keskellä kirkas piste, värit haaleat, värit ja kontrasti eivät ole vaatimusten mukaiset
- Opaste ei erotu ja sen suuntaa ei erota kunnolla

Kuva 6. Poistumisopasteista, jotka eivät täytä EN 1838 -standardin pintakirkkausvaatimusta (Malinen 2017).

4.5 Jälkivalaisevia turvakilpiä koskevat vaatimukset

Suomessa jälkivalaisevia turvakilpiä koskevat lukuisat lait ja säädökset. Näissä määritellään kilpien käyttö, ulkonäkö sekä tekniset vaatimukset. Suomessa käytettävien turvakilpien tulee täyttää myös määrätyt kansainväliset standardit. Tässä esitetään, mitkä kansalliset ja kansainväliset lait, standardit sekä säädökset koskevat jälkivalaisevia turvakilpiä. Jälkivalaisevien turvakilpien tekniset minimivaatimukset ja niiden testaus osiossa on avattu niiden standardien keskeisimmät asiat, joissa määritetään tekniset jälkivalaisutehon vaatimukset sekä jälkivalaisutehon testausmenetelmät.

Lainsäädäntö ja kansalliset standardit:

- Pelastuslaki
- Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005
- SFS 5715 Palontorjunta. Turvallisuuskilvet
- SFS 4148 Kilvet. Yleiset vaatimukset
- SFS 3358 Maalaus. Tilat, käyttö, huolto ja sammutuskalusto sekä ohjeita tilaluokitukseen.

- MMM asetuksen nro 25/04 Maatalousrakennusten paloturvallisuus
- 976/94 Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä
- SFS-EN 671-3 Kiinteät palopostijärjestelmät. Palopostit

(Everlux, jälkivalaisevat turvakilvet 2017.)

Kansainväliset standardit

- SFS-ISO 3864-1 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuuskilvet. Osa 1: Työpaikoilla ja julkisilla paikoilla käytettävien turvallisuuskilpien suunnitteluperiaatteet.
- SFS-ISO 3864-3 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuuskilvet. Osa 3: Turvallisuuskilvissä käytettävien kuvatunnusten suunnitteluperiaatteet.
- SFS-ISO 3864-4 Turvallisuusvärit ja turvamerkinnot. Osa 4: Kolorimetriset ja fotometriset ominaisuudet turvamerkkien materiaaleissa.
- EN SFS-ISO 7010 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Rekisteröidyt turvallisuusmerkit.
- ISO 16069 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuuskilvet. Poistumisreittien opastusjärjestelmät.
- DIN 67510 Jälkivalaisevat pigmentit ja tuotteet.

(Everlux, jälkivalaisevat turvakilvet 2017.)

4.6 Jälkivalaisevien turvakilpien tekniset minimivaatimukset ja niiden testaus

ISO 16069:2004 määrittää jälkivalaisevien turvakilpien jälkivalaisukykyyn minimiarvot kohdassa 7.3 ja testiolosuhteet liitteessä B. Tässä selitetään, mitä testejä valmistajan tulee suorittaa jälkivalaiseville turvakilville, jotta ne täyttävät standardin. Testikappaleita tulee olla 3 ja niiden on oltava vähintään 35 mm halkaisijaltaan. Koekappaleet on oltava lopullisia tuotteita, joissa on tarvittaessa UV-suoja. Testikappaleet on oltava vähintään 48 tuntia täysin tummassa kotelossa. Testipaikan tulee olla $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ja kosteuden $50 \pm 10\%$ sekä tilan valaistustason pitää alempi kuin alimman mitattavan luminanssin mittausarvo. ISO 16069 -standardin

testausmenetelmien täytyvät olla seuraavat: kilpeä valaistaan 500 W tai pienemmällä xenon-polttimolla, joka tuottaa testikappaleen pinnalle keskimäärin 1000 lux 90°:een kulmassa testikappaleeseen nähden. Virityksen kesto on 5 minuuttia, jona aikana testikappaleen lämpötila ei saa nousta yli 25°C:een. Ympäröivä valo ei saa haitata testausta, ja koekappale on suojattava ympäröivältä valolta. Luminanssi mitataan jokaisen koekappaleen pinnalta vähintään 2 min välein kun valo on sammutettu. Mittauksien on sisällyttävä 60 min ajanjakso valon sammutettua. Luminanssimittaukset kirjataan jokaiselta kolmelta koekappaleelta mcd/m² ja mittaus on suoritettava seuraavien aikojen sisällä valon sammumisesta 2min±10s, 10min±10s, 30min±10s ja 60min±10s. Valotehokkuuden on perustuttavan kolmen testikappaleen keskiarvoon. Kilven valotehon mittausta on jatkettava, kunnes kilpi saavuttaa 0,3 mcd/m², jotta saadaan kilven valaisutehon aika tai sen voi laskea standardin ohjeiden mukaan. (ISO 16069 2004.)

Standardissa on annettu minimi luminanssiarvot asennetuille jälkivalaiseville turvakilville. Tätä testiä ei kuitenkaan standardin mukaan vaadita valmistajaa tekemään. Testi liittyy kuitenkin oleellisesti jälkivalaiseville kilville annettuihin vaatimuksiin, joten esitän sen tässä. Turvakilpeä valaistaan 15 minuuttia 25 lux valoteholla. Valon sammumisesta täytyy kilven luminanssi olla 10 minuutin päästä vähintään 15 mcd/m² ja 60 minuutin päästä vähintään 2 mcd/m². 25 lux valovoima määritetty standardiin siitä, kun poistumisreittien käytävien valaistus täytyy olla vähintään 50 lux, joten seinille tulevan valon valovoima missä turvakilvet ovat, on noin 25 lux. Asennetun kilven käyttöaika on standardin ISO 16069 mukaan 60 minuuttia, silloin kun nämä arvot täyttyvät. (ISO 16069, 2004)

DIN 67510 -standardin testissä testikappale on pyöreä ja 50mm halkaisijaltaan ja 5 mm paksu. Levyistä ja kalvoista on otettava jokaisesta tuotantoerästä koemittaus, joka määritetään standardissa tarkemmin. Fosforoivien tuotteiden mittaamisessa on olennaista, että fosforoivalla kerroksella on valkoinen tausta, koska useimmiten fosforoivat pigmentit eivät ole täysin läpinäkymättömiä. Koska fosforoivat tuotteet eivät ole täysin läpinäkymättömiä ja on myös sovelluksia, joissa fosforoivan tuotteen alla ei ole valkoista taustakerrosta, on kalvoissa oltava valkoinen heijastava materiaali, jonka heijastavuus on $\zeta > 90$ % mittausta varten. Läpikuultavissa materiaaleissa mittaus on

tehtävä myös mustalla taustalla, jonka heijastuskyky on $\zeta < 5$ %. Valmistajan on pidettävä jokaisesta tuotantoerästä viitenäyte vähintään 5 vuotta. (DIN 67510-1 2009.)

Jälkivalaisevan turvakilven koekappale viritetään xenon-lampulla tai käyttämällä kansainvälistä valkoista loistelamppua eli D65 lamppua. Herätevalon spektriä ei saa muuttaa, ja mitatun tuotteen keskimääräinen valaistus on oltava 1000 ± 30 lx. Valaistua aluetta tulee olla pyöreä ja halkaisijaltaan yli 50 mm. Herätysaika on 5 minuuttia jos näyte kerkeää tässä ajassa latautua täydelliseen kylläisyyteen, mutta aikaa voi myös kasvattaa 5 minuutista 10:een tai 15:stä minuuttiin ja kohteen valaistusta voidaan lisätä. Kyllästyminen saavutetaan, kun valoisuus lakkaa kasvamasta, eli fosforoivan tuotteen luminanssia ei voida kasvattaa muuttamalla valaistusolosuhteita. Testikappaleen valaistusarvo on oltava alle $\leq 0,3$ mcd/m² ennen viritystä. Valon hajoamisen mittaaminen on aloitettava 10 sekunnin aikana herätyksen lopettamisesta. Luminanssi voidaan mitata suoraan luminanssimittarilla tai määrittellä valaistusmittauksella luminanssin ja valovoiman välinen suhde. Luminanssilukemat on kirjattava ylös millikandela per neliometri 2min \pm 0,1 min, 10min \pm 0,1 min, 30min \pm 0,2 min, 60min \pm 0,3 min ja 120min \pm 0,5 min päästä lampun sammumisesta. Hajoamisaika voidaan määrittää laskemalla DIN67510-1 liite A mukaisesti, jos luminanssi ei laske 120 \pm 1 minuutissa alle 0,3 \pm 0,03 mcd/m². (DIN 67510-1 2009.)

DIN 67510-1:ssä määritetään mittauskriteerit ja DIN 67510-4:ssa luminanssi-intensiteetti, joka on sama kuin standardin ISO 16069 testissä. 10 minuuttia stimuloivan valon poistamisesta luminanssi intensiteetin on oltava yli 20 mcd/m², 60 minuutin päästä 2,8 mcd/m² ja 340 minuutin päästä yli 0,32 mcd/m². Aika, jona luminanssi on yli 0,32 mcd/m², on valon himmenemisaika. (Everlux Jälkivalaisevat turvakilvet, 2018.)

Fosforenssin väri mitataan myös samalla DIN 67510-testillä, jossa kilpeä valaistetaan 1000 lux 5 minuuttia. Väriin mittaamisessa valon, jolla kilpeä valaistetaan, on oltava D65-valaisimen spektrin jakautumista vastaava. Fosforenssin väri mitataan 5 min herätteen päätyttyä, koska värit muuttuvat jälkivalaisuominaisuuden hajoamisen aikana. Mittausrekisteriin tulee merkata seuraavat tiedot, kun standardin testit tehdään: fosforenssin väri, luminanssi lukemat herätyksen päättymisestä 2 min, 10 min, 30 min, 60 min ja 120 min jälkeen. Testausraporttiin pitää kirjata seuraavat tiedot: mitattu DIN 67510-1 mukaisesti, fosforenssivalmisteen tyyppi, sekä varastoinnin kesto pimeässä ennen koetta. Testikappaleen koko, mittausolosuhteiden lämpötila, mittauspäivä,

testauslaboratorion nimi, osoite ja testin suorittaneen henkilön nimi sekä mittauslaitteen, sen valmistaja ja tyyppi on oltava kirjattuna mittausraporttiin. (DIN 67510-1 2009.)

5 MITTAUSTARPEIDEN ARVIOINTI

5.1 Poistumisopasteita koskevien mittaustarpeiden arviointi

Kun aloin tekemään tätä opinnäytetyötä, olin varma, että teen mittauksia käytetyistä ledpoistumisopasteista. Nyt kun olen perehtynyt mittaustekniikkaan ja vaatimuksiin, olen sitä mieltä, ettei tekemäni mittaus toisi mitään lisäarvoa opinnäytetyöhöni. Seuraavissa kappaleissa perustelen, miksei tässä opinnäytetyössä tehdä käytännön mittauksia.

Led-poistumisopasteiden laatu on muuttunut viime vuosina paljon. Joissakin led-opasteissa valonlähteen elinikä on alle 4 vuotta. Varsinkin ensimmäiset led-poistumisopasteet olivat huonolaatuisia. Niiden ledit himmenivät nopeasti ja vikaantuivat, minkä seurauksena ne eivät täytä enää niille asetettuja vaatimuksia. Parhaissa tuotteissa nykyään ledien elinikä on noin 10 - 12 vuotta. Nykyisissä Teknowaren valmistamissa tuotteissa ledien elinikä on tämä 10 - 12 vuotta, mutta ensimmäiset led-poistumisvalot eivät olleet näin laadukkaita. Vaikka käytettäisiinkin laadukkaita ledejä ja elektroniikkaa, on poistumisvaloissa nykyään niin paljon elektroniikkaa, että ne voivat vikaantua myös alle 10 vuodessa. (Hongisto 2017.)

Kunnossapidosta on laadittava kunnossapito-ohjelma, jossa selostetaan tarvittavat huoltotoimenpiteet. Toimenpiteet täytyy kirjata ylös kunnossapito-ohjelmaan tai erilliseen päiväkirjaan. Kunnossapidon huolehtimisesta vastaa pelastuslain 22 §:n ja sisäministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 9 §:n nojalla rakennuksen omistaja ja haltija yleisten tilojen ja koko rakennusta palvelevien järjestelyjen osalta, sekä huoneistojen haltijat hallinnassaan olevien tilojen osalta. (Sisäministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta, 805/2005 9§)

Koska rakennuksen omistaja ja haltija vastaavat, että poistumisopasteet ovat kunnossa ja täyttävät niille asetetut vaatimukset. Tulee heidän tarvittaessa tehdä mittaukset, jotta varmistutaan, että laitteistot ovat kunnosta. Esimerkiksi Teknowaren kunnossapitosuunnitelma määrittää, että silmämääräinen tarkistus valoille ja keskukselle tulee tehdä päivittäin. Kuukausittain tulee tehdä lyhytaikainen akkutesti, tarkistaa turvavalokeskuksen valvontalaitteiden toiminta, tarkistaa jokainen järjestelmän

valaisin sekä varmistaa, että laitteisto palautuu testin jälkeen normaalitilaan. Kerran vuodessa täytyy akusto testata nimelliskeston ajan, joka on vähintään 1 tunti. Akkujen elinikä on noin 4-5 vuotta normaalissa huonelämmössä eli noin 25 °C:ssa, muissa olosuhteissa elinikä on lyhyempi. Huolto-ohjelmaan kuuluu led-valaisimien vaihto 4 - 7 vuoden välein, koska tämänhetkisten käytössä olevien ledien elinikä on noin 4 - 7 vuotta, kun ledit ovat käytössä normaalissa huoneen lämmössä. Tämänhetkiset led-poistumisopasteet täyttävät arviolta tämän ajan EN 1838 -standardin asettamat vaatimukset pintakirkkauden osalta. Kaikkiin led-poistumisopasteisiin ei ole mahdollista vaihtaa valonlähdettä, jolloin koko led-poistumisopaste pitää vaihtaa uuteen, kun sen elinikä täyttyy. Mielestäni kunnossapito-ohjelmassa pitäisikin olla määriteltynä, miten kohteessa toimitaan, kun poistumisopasteen elinikä täyttyy, vaihdetaanko ne uusiin vai mitataanko pintakirkkaus. (Poistumisreittivalaistus kunnossapito-ohjelma 2007.)

Led-poistumisopasteiden elinikään vaikuttavat monet eri tekijät, joten en nähnyt tarpeelliseksi testata mittaamalla muutamia käytettyjä poistumisopasteita. Ledin elinikään vaikuttaa käyttöympäristön lämpötila. Mitä kuumempi on ympäristö, sen lyhyempi on ledin elinikä. Myös elektroniikka voi vikaantua ja vaikuttaa ledien palamiseen ja kirkkauteen. Lisäksi mittaukset olisi pitänyt tehdä eri valmistajien jokaiselle mallille, joita on useita. Eri mallit ovat erilaisia ja eri komponenteista valmistettuja, minkä takia niitä ei voi verrata keskenään. Yhtä mallia olisi pitänyt mitata kymmeniä kappaleita ja niiden käyttöikä olisi pitänyt olla sama, jotta tuloksista voitaisiin tehdä johtopäätöksiä. Koska nämä kaikki asiat vaikuttavat led-poistumisopasteen käyttöikänsä, ei mittaaminen näin laajasti ollut mahdollista. Jos mitattaisiin paria valaisinmallia ja muutamia kappaleita, on hajonta liian suuri. Tuloksista ei voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Mittaustuloksista ei olisi voinut tehdä myöskään johtopäätöksiä nykyisin markkinoilla oleviin valaisimiin, koska ne eivät ole samoja kuin tällä hetkellä käytössä olevat. Tällä hetkellä suurin osa käytössä olevista led-poistumisopasteista on elinikänsä lopussa. Kun vanhat ledpoistumisopasteet vaihdetaan uusiin, ne kestävät keskimäärin paljon kauemmin, koska ledien ja elektroniikan laatu on parantunut viime vuosina.

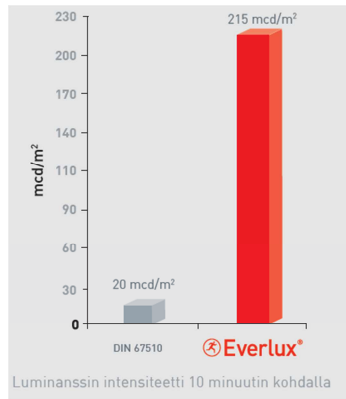
Pintakirkkauden mittaaminen on periaatteessa helppoa. Tarvitaan vain standardin täyttävä mittari, jolla mitataan led-poistumisopasteen pinnan valovoima. Tässä kohtaa

tulee muutama ongelma. Selvitellessäni pintakirkkauden mittaamista selvisi, ettei standardin SFS-EN 1838 mukaista mittaria ole olemassa. Koska vierekkäisien värien luminanssisuhde pitää standardin mukaan mitata 15 mm etäisyydellä ja 10 mm mittaustäplällä. Tällaista mittaria ei ole olemassa, kun selvittelin asiaa Oy Mitaten Finland Ab:sta, joka on Suomen suurin mittareiden myyjä ja ammattilainen. Yritys oli suoraan yhteydessä myös SESKO ry:hyn, joka vastaa Suomessa sähköteknisen alan standardoinnista. Siellä ei tiedetty, että standardissa on tällainen virhe, mutta asia luvattiin ottaa esille. Muutoksen standardiin voi tehdä EU:n valo- ja väriasioista vastaava työryhmä. Tarkkuuden puolesta riittävä mittari olisi ollut esimerkiksi Konica Minolta LS-150-mittari. Tämä LS-150 ja kalibrointisertifikaatti maksaa noin 3400 € (alv 0 %). Myös SESKO:n mukaan mittari on riittävän tarkka luminanssin mittaamiseen ledpoistumisopasteista. (Myyntipäällikkö Leif Wikgren, sähköpostikirje 17.1.2018.)

5.2 Jälkivalaisevia turvakilpiä koskevia tutkimustuloksia sekä mittaustarpeiden arviointi

Kysyin Presto paloturvallisuus Oy:stä, Suomen turvakilvet Oy:stä, Turvamerkki.fi:stä, Turvakauppa.com:sta ja Delotec Oy:stä. Onko niillä tietoa ja tutkimusaineistoa, vaikuttaako valon aallonpituus jälkivalaisevan turvakilpien valaisukykyyn. Delotec Oy ei vastannut. Muiden yritysten vastaus oli keskenään samankaltainen; kenelläkään ei ollut tietoa tai tutkimusaineistoa aiheesta. Yritykset käyttävät standardin mukaista jälkivalaisevaa materiaalia, mutta ledeihin liittyviä tutkimuksia ei ole tehty. Tarkemmin yritykset eivät osanneet asiaan vastata. Yrityksillä oli mielenkiintoa aiheeseen, ja pyysivät, että saavat opinnäytetyöni tulokset, kun opinnäytetyöni valmistuu. (sähköpostikirjeet jälkivalaisevia paloturvallisuustuotteita myyville yrityksille 16.10 - 7.11.2017.)

Everluxin oppaassa löytyy standardin DIN 67510-1 mukaiset jälkivalaisuominaisuuden mittaamistulokset Everluxin jälkivalaisevista turvakilvistä suhteessa standardin minimi arvoon. Testissä kilpi ladataan täyteen kylläisyyteen 5 minuutissa 1000 lux valolla, minkä jälkeen aletaan mitata jälkivalaisuominaisuutta. Kuvista 7, 8 ja 9 näkee suoraan, kuinka paljon tehokkaammat jälkivalaisuominaisuudet ovat kuin minimissään vaaditaan. Testitulokset on 2 mm paksuiselle muoviselle jälkivalaisevalle turvakilvelle. Kilpi on seripainatettu UV-kestävällä kiiltomaalilla. Se on M1-paloluokkaa ja siinä ei ole fosforia. (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017.)

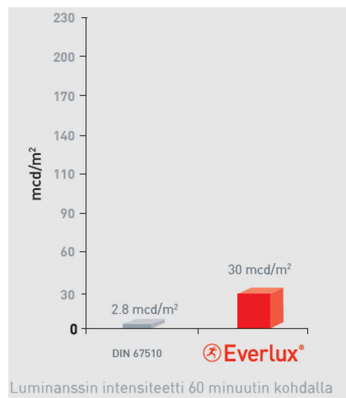


Aika stimuloivan valon poistamisen jälkeen (minuuteissa)	Luminanssin intensiteetti (mcd/m²)	
		DIN 67 510-4
10	20 mcd/m²	215 mcd/m²

Mittauskriteerit DIN 67510 – 1:n mukaisesti

Luminanssin intensiteetin mittaustulos millikandeloina neliometriä kohden (mcd/m²) 10 minuutin kuluttua valonlähteen poistamisesta.

Kuva 7. Everluxin jälkivalaisevan turvakilven luminanssi 10 min päästä valon sammumisesta (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017).

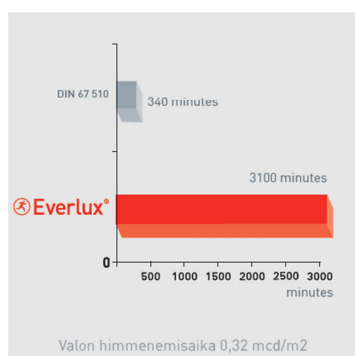


Aika stimuloivan valon poistamisen jälkeen (minuuteissa)	Luminanssin intensiteetti (mcd/m²)	
		DIN 67 510-4
60 minuuttia	2.8 mcd/m²	30 mcd/m²

Mittauskriteerit DIN 67510 – 1:n mukaisesti

Luminanssin intensiteetti 60 minuutin kuluttua valonlähteen poistamisesta.

Kuva 8. Everluxin jälkivalaisevan turvakilven luminanssi 60 min päästä valon sammumisesta (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017).



Luminanssin intensiteetti yli 0,32 mcd/m²	Valon himmenemisaika (minuuteissa)	
		DIN 67 510-4
	340 minuuttia	3100 minuuttia

Mittauskriteerit DIN 67510 – 1:n mukaisesti

Valon himmenemisaika: Aika minuuteissa, jonka aikana luminanssin intensiteetti on yli 0,32 mcd/m², mikä on noin 100 kertaa suurempi arvo kuin näkyvyyden raja-arvo.

Kuva 9. Everluxin jälkivalaisevan turvakilven valon himmenemisaika minuuteissa, kilpi valaisee 3100 minuuttia eli yli 2 vuorokautta (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017).

Everluxin jälkivalaisevat turvakilvet -oppaasta löysin myös taulukon Everlux:n valmistamien heijastavien ja jälkivalaisevien kilpien jälkivalaisuominaisuuksista, joissa on käytetty paria eri valaisulähdettä. Taulukossa 2 esitetään DIN 67510-1:2009 -standardin mukaisen testin tulokset, tässä testissä kilpeä valaistaan 5 minuuttia 1000 lux:n valolla. Taulukossa 2 on myös ISO 16 069:2004:n mukaisen testin tulokset, tässä testissä kilpeä valaistaan 15 minuuttia 25 lux:n valolla. Taulukon raja-arvot ovat DIN 67510-1:n 1000 lux:n testin mukaiset eivätkä ISO 16069 mukaisen 25 lux:n testin mukaiset. ISO 16069:n mukainen raja-arvo 25 lux:n valolla valaistavassa testissä on 10 minuutin päästä valon sammumisesta 15 mcd/m² ja 60 minuutin päästä 2 mcd/m². Tältä osin taulukko on virheellinen. Mutta niin kuin taulukosta näkyy 25 luxilla valaistaessa, jälkivalaisevan kilven luminanssi on jopa yli 20 mcd/m² 10 minuutin kuluttua valon sammumisesta ja yli 2,8 mcd/m² 60 minuutin kuluttua valon sammumisesta. Nämä arvot ovat huomattavasti minimiä korkeammat. (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017.)

Taulukko 2. Everlux heijastavan ja jälkivalaisevan turvakilven jälkivalaisuominaisuudet millikandeloina (Everlux jälkivalaisevat turvakilvet 2017).

Standardit	Luminanssiominaisuudet: Stimulointi 25 luksin kylmän valkoisella valolla (L36W/21 – 840) 15 minuutin ajan		Valon himmenemisaika
	10 minuuttia	60 minuuttia	Luminanssin intensiteetti yli 0,32 mcd/m ²
ISO 16 069	20	2,8	340
Ⓢ Everlux ² -RL	57 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾	845 ⁽¹⁾
	28 ⁽²⁾	3,6 ⁽²⁾	460 ⁽²⁾
	20 ⁽³⁾	2,9 ⁽³⁾	380 ⁽³⁾

[1] Arvot on saatu kokeilla, joissa stimulointiin käytettiin 1000 luksin ksenonpolttimoa 5 minuutin ajan standardin DIN 67510-1:2009 mukaisesti.

[2] Arvot on saatu kokeilla, joissa stimulointiin käytettiin 25 luksin OSRAM L18W/765 päivänvaloa jäljittelevää polttimoa (6500 K) 15 minuutin ajan standardin ISO 16 069:2004 mukaisesti.

[3] Arvot on saatu kokeilla, joissa stimulointiin käytettiin 25 luksin OSRAM L18W/840 valkoisen valon polttimoa (4 000 K) 15 minuutin ajan standardin ISO 16 069:2004 mukaisesti.

Tässä Everluxin mittaustuloksessa näkee, että värilämpö vaikuttaa jälkivalaisukykyyn, mutta molemmat täyttävät vaatimukset. Mielenkiintoisinta tässä on, että päinvastoin kuin on luultu, kylmävalo lataa paremmin Everluxin jälkivalaisevaa kilpeä kuin lämmin valo. Kaikki valmistajat joutuvat standardien mukaan testattamaan jälkivalaisevat kilpiensä, mutta testiä ei tarvitse tehdä kuin D65-spektriä vastaavalla polttimolla. Everlux on itse halunnut verrata eri värilämpöjen tuloksia. Vaikuttaa siltä, että suurin osa valmistajista ja myyjistä ei ole testannut jälkivalaisevia kilpiä ollenkaan vaan ostavat standardin täyttävää materiaalia. Osa jälkivalaisevien kilpien myyjistä sanoi suoraan, etteivät tiedä kilpiensä suorituskykyä vaan ostavat standardin täyttävää materiaalia, josta valmistavat kilvet. Mielenkiintoista tässä on, että standardien mukaan

jokaisesta jälkivalaisevien kilpien valmistuserästä on otettava standardin mukaan koekappaleet, jotka on testattava. Tämän takia saamani vastaukset eivät pitäisi olla mahdollisia. (Sähköpostikirjeet jälkivalaisevien turvamerkkien myyjien kanssa 16.10 - 7.11.2017)

Oralux-tuotekortin mukaan Oraluxin jälkivalaisevat kilvet eivät taas valaise kuin juuri tuon DIN 67510 -standardin vaatiman verran 20 mcd/m² 10 minuutin jälkeen ja 2,8 mcd/m² 60 minuutin jälkeen. Valaisuominaisuuden hajoamisaika on 340 minuuttia eli minimi, joka jälkivalaisevilta kilviltä vaaditaan. Näitä kilpiä myy esimerkiksi suomessa Turvamerkki.fi. (Tuotekortti Oralux 2017.)

Löysin testiraportin, jossa on testattu jälkivalaisevaa materiaali DIN 67510-1 -standardin testin mukaan. Tämän raakamateriaalin on jäykkää PVC-levyä, jonka koko on 1x1,2 m ja jälkivalaisukyky on DIN 67510-1 10 minuutin jälkeen 154,6 mcd/m² ja 60 minuutin päästä 20,6 mcd/m². Tästä materiaalista 3M tekee kahta versiota jälkivalaisevia kilpiä: VP 1587-30 ja VP 1587-50. Molemmat versiot täyttävät DIN 67510 -standardin, mutta niiden jälkivalaisukyky ei ole niin hyvä kuin raakamateriaalilla. Taulukosta 3 näkyy kilpien jälkivalaisukyvyn suhteessa standardin minimiin. Valmiin kyltin jälkivalaisukyky on huomattavasti huonompi kuin pelkän materiaalin. Tämä on selvää, koska jälkivalaisevan materiaalin päälle tulee muuta ainetta, joka heikentää jälkivalaisevan materiaalin latautumista ja valon luovuttamista. Materiaali täyttää kuitenkin vaatimukset myös valmiiden tuotteiden testauksista, koska sen jälkivalaisukyky on niin tehokas. (Idenfoil safety, technical documentation for photoluminescent materials, 2014)

Taulukko 3. 3M valmistamat jälkivalaisevien kilpien VP1587-30 ja VP1587-50 jälkivalaisukyky (Idenfoil safety, technical documentation for photoluminescent materials 2014).

DIN 67510 Part 4			DIN 67510 Part 4		
VP 1587-30			VP 1587-50		
Elapsed Time (Minutes)	Luminance Specification (mcd/m ²)	Typical Luminance (mcd/m ²)	Elapsed Time (Minutes)	Luminance Specification (mcd/m ²)	Typical Luminance (mcd/m ²)
10	20	30	10	20	50
60	2.8	8	60	2.8	8

Olisin halunnut tutkia jälkivalaisevien turvakilpien valaisukykyä. Tämä ei ollut mahdollista, koska jälkivalaisevan turvakilven standardien vaatima valoteho on vain 20 mcd/m², kun valo on ollut sammutettuna 10 min. Tämän mittaaminen ei onnistunut kenttäkokein. Selvitin Mitaten Finland Oy:n kanssa mittaria, jotta voisin mitata jälkivalaisevia kilpiä, ja kerroin näistä arvoista, joita pitäisi mitata. Minulla ehti ollakin lainassa jo yksi mittari, joka ei kyennyt mittaamaan näin alhaista luminanssia. Tämän jälkeen tutkimme asiaa lisää, ja selvisi, ettei näin tarkkaa mittaria ole saatavilla kenttäkokeita varten. Ongelmana vastaan tuli standardin raja-arvo 20 mcd/m². Luminanssi pitäisi mielestäni mitata vähintään 1 mcd/m² tarkkuudella, jotta tulokset ovat luotettavia ja niitä olisi voitu vertailla. Tämä 20 mcd/m² on niin pieni arvo, etteivät kentällä käytettävät mittarit kykene mittaamaan luotettavasti näin pieniä arvoja. Paras mittari, mikä olisi ollut saatavilla, olisi ollut luotettava vasta 25 mcd/m² ylöspäin olevilla arvoilla. Vaadittaisiin laboratorio-olosuhteet, jotta kilpiä voisi testata. Tämän takia ei ollut mahdollista testata jälkivalaisevia kilpiä, mikä olisi ollut todella mielenkiintoista. (Tuotepäällikkö Marko Urama, sähköpostikirjeet 20.3 – 1.6.2018.)

7 POHDINTA

Led-poistumisopasteet ovat olleet askel eteenpäin turvavalojen kehityksessä. Ne ovat hyviä ja parantavat turvallisuutta sekä ovat huolloltaan helpompia kuin vanhat opasteet. Täytyy silti muistaa, että edes led-poistumisopasteet eivät ole ikuisia eivätkä toimi ilman huoltoa. Kun kunnossapito-ohjelma on hyvin laadittu ja sitä noudatetaan, ovat led-poistumisopasteet helppoja ylläpitää verrattuna vanhoihin poistumisopastejärjestelmiin. Led-tekniikan myötä akustolta ei vaadita niin paljoa, joten pienempi akustokin on halvempi ja helpompi ylläpitää.

Jos led-poistumisopasteen ledeistä on puolet palanut, ei se enää täytä EN 1838 -standardin vaatimuksia. Tällöin täytyy vaihtaa joko kokonaan uusi poistumisopaste vanhan tilalle, tai jos on mahdollista, pelkkä valaisin yksikkö uuteen. Omistajan tai haltijan on vaihdettava led-poistumisopasteiden valonlähteet uusiin viimeistään silloin, kun niiden arvioitu elinikä täyttyy, sekä silloin, kun opasteesta on osa ledeistä sammunut. Omistajan on suoritettava pintakirkkausmittaukset jokaisesta valaisimesta, kun niiden kunnossapito-ohjelman mukainen elinikä täyttyy. Tämä on ainoa keino, millä varmistetaan, että led-poistumisopasteet täyttävät niitä koskevat standardit, jotta turvallisuustaso on riittävä. Jos valaisimia ei vaihdeta kunnossapito-ohjelman mukaan, täytyy mielestäni pintakirkkaus mitata vähintään kerran vuodessa. Kaikki toimenpiteet pitää tietenkin merkitä ylös kunnossapito-ohjelmaan ja huoltopäiväkirjaan. Tällöin rakennuksen omistajan tai haltijan on helppo seurata, että kaikki on kunnossa. Hän tietää, mikä poistumisopaste on milloinkin vaihdettu uuteen ja mitkä opasteet ovat täyttäneet pintakirkkausmittausten vaatimukset, jos ne ovat vanhempia kuin niiden laskennallinen elinikä. Kun näitä ohjeita noudatetaan, voidaan palotarkastuksella tarkistaa, että poistumisvalot ovat kunnossa, ja valvoa kunnossapitoa asiakirjoista. Näin varmistetaan, että turvallisuus on poistumisopasteiden osalta lakisääteisellä tasolla.

Siinä ei ole järkeä, että esimerkiksi palotarkastuksilla mitattaisiin led-poistumisopasteiden pintakirkkauksia. Luminanssin mittaaminen esimerkiksi palotarkastuksilla olisi melko mahdotonta, koska ympäröivää valoa ei saa mittaushetkellä olla lainkaan. Ympäröivää valoa ei saa olla, koska poistumisopasteen pintakirkkausvaatimus on vain 2 cd/m². Tämä on niin alhainen arvo, että ympäröivän valon takia mittari näyttäisi lähes aina yli 2 cd/m², vaikkei poistumisopaste tuottaisikaan tätä valomäärää. Lisäksi mittareiden hankkiminen tulisi kalliiksi pelastuslaitoksille

suhteessa hyötyyn, koska poistumisopasteiden tarkastaminen palotarkastuksien yhteydessä on vain yksi osa rakennusten paloturvallisuutta, vaikka opasteet ovatkin hyvin tärkeitä poistumisturvallisuudessa. Palotarkastukset kohdistuvat vuosi vuodelta vain isoihin kohteisiin ja pienet kohteet menevät omavalvonnan piiriin, joten palotarkastaja ei millään edes ehtisi mitata poistumisopasteiden pintakirkkauksia. Tämä ei edes kuulu palotarkastajan mitattavaksi vaan rakennuksen omistajan tai haltijan niin kuin pelastuslaissa määritetään. Jos led-poistumisopasteita ei ole vaihdettu niiden eliniän täytyttyä, tulee antaa korjausmääräys, että poistumisopasteet joiden elinikä on täyttynyt, tulee vaihtaa tai niiden pintakirkkaus tulee mitata vuosittain. Jos pintakirkkaus ei ole yli 2 mcd/m², täytyy valonlähde tai koko opaste vaihtaa uuteen. Perusteluina on se, että sisäministeriön asetuksessa vaaditaan, että opasteet täyttävät EN 1838 –standardin. Pelastuslaissa määrätään noudattamaan näitä asetuksia. Pelastusviranomaisen valvoo pelastuslain ja muiden säädösten noudattamista.

Tutkiessani jälkivalaisevia turvakilpiä tässä opinnäytetyössä, huomasin kuinka monimutkaisia standardit ovat. Pelkkiä jälkivalaisevia turvakilpiä koskevia standardeja on lukuisia ja jotkut niistä ovat myös moniosaisia. Haastavaa tutkiessani jälkivalaisevia turvakilpiä koskevia vaatimuksia oli pysyä selvillä eri standardeista ja niiden vaatimuksista. Yksi standardi saattoi viitata lukuisiin eri standardeihin, joista osa koski aiheitani ja osa ei. Myös teknisten minimi vaatimusten selvittäminen oli haastavaa. Eri standardeissa ilmaistaan asiat vähän eri tavalla. Standardeja pitikin lukea rinnakkain, jotta ymmärtää kokonaisuuden. Tämä voi olla myös haaste valmistajille, jotka tuottavat kilpiä. Myös valmistajien ja jälleenmyyjien olisi syytä perehtyä hyvin asiaan, jotta osaavat myydä ja mainostaa tuotteitaan oikein ja eivät johda kuluttajaa harhaan. Etsiessäni tieto jälkivalaiseviin turvakilpiin liittyen mielestäni osa myyjistä ei ole perillä asioista ja verkkosivutkin voivat johtaa harhaan. Esimerkiksi se, mihin jälkivalaisevia turvakilpiä käytetään, ei välttämättä ole kaikille selvää, minkä takia ainakin myyjien pitäisi tämä tietää. Myös tekniset ominaisuudet olisi hyvä tietää, koska niillä voi myös mainostaa omaa tuotetta.

Monesti puhutaan turvakilvistä poistumisopasteina, joita ne ovatkin. Poistumisopasteen määritelmä on valaistu poistumisopaste, mikä ei tarkoita jälkivalaisevaa turvakilpeä. Tämä aiheuttaa helposti sekaannusta, minkä takia eri määräyksiä lukiessa täytyy alusta lukea määrittelyt termeille. Määrittelysten lukeminen on tärkeää, koska parhaimmillaan

sama termi voi tarkoittaa eri asiaa eri standardissa tai laissa. Samaa termiä ei pitäisi käyttää tämän takia eri asiayhteyksissä mutta näin kuitenkin tällä hetkellä on. Tästä syystä pelastusviranomaisen onkin oltava tarkkana, että kansalainen ymmärtää, mistä asiasta puhutaan.

Opinnäytetyössä oli myös haastavaa, kun eri standardeissa, jotka koskevat jälkivalaisevia turvakilpiä, puhutaan samoista asioista useaan kertaan. Jälkivalaiseville turvakilville määritelty 1000 lux:n testi, jolla jälkivalaisukykyä testataan, oli monessa eri standardissa. Kun standardin luki, huomasi, että siinä puhuttiin samasta testistä kuin toisessa standardissa. Aluksi luulin, että jälkivalaiseville turvakilville tulee tehdä monta eri testiä, vaikka lopuksi huomasin, ettei kilpien tuotantoeristä tarvitse mitata kuin luminanssi 1000 lux:n valaistuksen jälkeen sekä kilven väri.

Olin yhteydessä myös Seskoon, joka vastaa Suomessa standardeista. Kysyin sieltä, onko standardia, jossa määritetään jälkivalaisevien turvakilpien valaisuun käytettävä valo, kun testataan jälkivalaisukykyä. Siellä ei osattu heti vastata, mutta luvattiin selvittää asiaa olemalla Seskosta yhteydessä myös SFS:ään, jonka vastuulle kuuluvat jälkivalaisevat kyltit. SFS:n vastauksen mukaan jälkivalaisevien turvakilpien testaukseen ei ole määritelty värilämpötilaa. Sain myös asiaa sivuavan standardin ISO 3864 käyttööni. (Sähköpostikirjeet SESKO Juha Vesa 13.9.2018)

ISO 3864 -standardissa määritellään vain jälkivalaisevien kylttien väreihin liittyviä asioita. Standardi määrittää värien testaus valon, joka on D65-spektrin loisteputki. Kilpeä valaistava 200 lux:n valovoimalla. Standardissa oli myös värilämpöä ja polttimoa määritteleviä tietoja, vaikka nämä eivät keskeisesti liittyneetkään tähän aiheeseen. Jälkivalaisevien kilpien värien määrittelemisen mittauksia määritetään myös DIN67510 standardissa 1000 lux:n D65-spektrin polttimolla. Sama asia on kahdella eri tavalla eri standardeissa. Ei siis ole ihme, että oli haastavaa päästä selville näistä standardien vaatimuksista, kun standardien laativat tahot eivät näköjään tiedä tarkasti asioita standardien suuren määrän takia. Tämä herättää myös epäilyksen, että kun standardien laativat ja valvovat eivät tiedä, tietääkö ja valvooko kukaan tarkasti? (ISO3864-4 2011.)

Standardien asettamat vaatimukset jälkivalaiseville turvakilville eivät ole mielestäni kovin kovat. Nykyaikaisella tekniikalla pystytään helposti täyttämään turvakilville asetetut

vaatimukset. Tämän osoittaa aikaisemmin esitetyt testitulokset muutamalta eri valmistajalta, koska parin valmistajan tulokset ylittävät minimi jälkivalaisuarvot reilusti. Myöskään standardien asettamat vaatimukset testataan vain 1000 lux:n lampulla, joka ei vastaa normaalia valaistusta rakennuksissa. Jälkivalaisuille turvakilville ei tarvitse välttämättä tehdä muuta testiä jälkivalaisukyvyyn suhteen kuin tämä D65 1000 lux:n valolla tehtävä testi, josta arvoiksi pitää saada 10 minuutin päästä valon sammumisesta yli 20 mcd/m² ja 60 minuutin päästä yli 2,8 mcd/m². Muuta testiä ei ole pakko tehdä, tällöin kilpi täyttää jälkivalaisevan kilven standardien vaatimat jälkivalaisun vaatimukset. Testi on mielestäni huono, koska se ei vastaa normaaleja valaisuolosuhteita eikä siitä syystä kerro niin hyvin jälkivalaisevan kyltin ominaisuuksista normaalissa valaistuksessa.

En tiedä taustoja, joiden perusteella kansainväliset standardit ja lainsäädäntö on perusteltu. Kun mietitään Suomen lainsäädäntöä, jonka perusteella jälkivalaisevia turvakilpiä käytetään Suomessa, olisi järkevämpää, jos valmistajan testit pohjautuisivat enemmän niihin olosuhteisiin, joissa jälkivalaisevia turvakilpiä käytetään. En näe, mitä hyötyä on mitata sitä, kuinka suuri luminanssi on täysin latautuneella jälkivalaisevalla turvakilvellä ja kauanko se jaksaa valaista niin, että sen ihmissilmä näkee. Tärkeämpää olisi, että jälkivalaisevilta kilviltä vaadittavat ominaisuudet olisi suhteutettu rakennusten normaali valaistuksessa saatavaan luminanssiin, koska pääasiassa turvakilpiä käytetään rakennusten käytävillä ja ne saavat paljon vähemmän valoa käytännössä kuin testissä. Standardissa SFS-EN 12464-1 on määritelty eri tiloille valaistusvoimakkuusarvot. Eteiset ja käytävät, joissa käytetään eniten jälkivalaisevia kylttejä, tulee valaista 100 lux:n valovoimalla, muuten julkiset tilat valaistaan pääasiassa 200 – 500 lux:lla. Valaisuvoima, jonka jälkivalaisevat turvakilvet saavat, on maksimissaan puolet, kuin millä kilvet testataan. Käytännössä paljon jälkivalaisevat turvakilvet saavat vähemmän valoa, kuin mitä tilan valaistus on. Koska turvakilvet ovat monesti tilojen hämärimmissä kohdissa seinillä tai lähellä kattoa, kilvet ovat monesti vähän varjossa. (Valaistussuunnitteluopas 2014.)

Mielestäni valmistajien testiksi sopisi paremmin DIN 16069 -standardin testi, jossa turvakilpiä valaistaan 25 lux:n valovoimalla. Kilvet tulisi testata mieluummin pienemmällä valoteholla, jonka ne käytännössä saavat, kuin suuremmalla. Tämä testi vastaa käytännön olosuhteita, jolloin voidaan aina olla varmoja, että kilpi toimii

käytössä riittävän hyvin. Tällöin voidaan olla varmoja, että kilven jälkivalaisuominaisuudet ovat normaalissa valaistuksessa riittävän hyvät turvalliseen poistumiseen. Turvallisuuden kannalta ei ole järkevää, että kilven raja-arvot testataan epärealistisissa olosuhteissa, kun niille asetetun testin pitäisi vastata normaaleja olosuhteita. Käytännössä kilven ominaisuuksilla ei ole merkitystä ensimmäisen 30 minuutin jälkeen valojen sammumisesta, koska sen jälkeen kukaan ei poistu rakennuksesta. Jos rakennuksessa on täysin pimeää, esimerkiksi sähkökatkoksen aikana, ei siellä olekaan ketään.

Tämä asennettujen jälkivalaisevien turvakilpien testi esitettiin aiemmin tässä työssä. Testi on hyvä. Sen puutteet ovat vain, ettei asennettuja jälkivalaisevia kilpiä vaadita Suomessa testattavan eikä noin alhaisia luminanssiarvo pysty mittaamaan kentällä. Tällaiset mittaukset on tehtävä laboratoriossa. Lisäksi kustannukset nousisivat kohtuuttomaksi suhteessa hyötyyn, jos jokaisessa rakennuksessa pitäisi mitata jälkivalaisevien kilpien luminanssiarvot. Tästä syystä testi soveltuisi hyvin valmistajan testiksi. Valmistaja tekisi testin jokaiseen valmistuserään samalla tavalla kuin nykyinen 1000 lux:n testi.

Tutkimustuloksien ja standardien asettamien vaatimusten perusteella led-valot eivät heikennä jälkivalaisevien turvakilpien jälkivalaisutehoa ainakaan turvallisuuden kannalta merkittävästi. Päinvastoin led-valot tuottavat yhtä valkoista tai valkoisempaa valoa kuin halogeeni ja loisteputkivalaisimet riippuen led-valaisimen värilämmön mukaan. Tämä valkoisempi valo vastaa lähemmin sitä valoa, jolle kilvet on testattu. Tällä hetkellä kilpiä ei tarvitse testata kuin yhdellä värilämmöllä, joka on 6500 K. Tästä syystä ei voi edes vaatia, että kilvet täyttäisivät samat luminanssiarvot jollain toisella värilämmöllä. Tässä opinnäytetyössä ei nähty edes tarpeelliseksi, että jälkivalaisevia kilpiä tarvitsisi testata useilla eri värilämmöillä ja valotehoilla valmistajan toimesta.

Led-valaistus on myös yleensä kirkkaampi kuin halogeeni tai loisteputkivalaistu rakennus. Tämän vuoksi jälkivalaisevat turvakilvet saavat myös enemmän valoa pintaansa ja latautuvat enemmän ja nopeammin, minkä parantaa turvallisuutta. Se, miksi jälkivalaisevat turvakilvet voivat tuntua latautuvan huonommin visuaalisella tarkastelulla led-valaistussa rakennuksessa, johtuu siitä, että rakennus on varustettu jälkivalaisevilla turvakilvillä ja kirkkaalla valaistuksella, jolloin kestää silmällä kauemmin aikaa tottua hämärään valojen sammutettua, kuin silloin kun valaistus ei ole

niin kirkas ennen valojen sammuttamista. Voi näyttää siltä, etteivät turvakilvet ole latautuneet niin hyvin, vaikka kilpi olisikin latautunut. Ihmissilmällä menee pitempi aika tottua pimeään, minkä takia heti valojen sammuttua kilvet eivät välttämättä erotu pimeästä, ennen kuin silmä on kerinnyt hetken tottua. Heikosti valaistuissa olosuhteissa, kuten vanhojen loistelamppujen sammuttua, valoero pimeään ei ole niin suuri. Tällöin ihmissilmä voi heti erottaa jälkivalaisevat kilvet seiniltä, vaikka ne eivät olisikaan niin hyvin latautuneet ja niiden luminanssi olisi heikompi kuin uusien led-valaisimien valaistuissa rakennuksissa. On hyvä muistaa, että ihminen, jota varten suunnitellaan turvallisuutta, ei ole kone, on otettava ottaa huomioon inhimilliset asiat. Aina enemmän ei ole enemmän, vaan sopiva tasapaino valaistuksessa on paras myös poistumisturvallisuuden kannalta.

LÄHTEET

Aaltomuoto, valo ja värit 2018. www-dokumentti. <https://aaltomuoto.wordpress.com>. 21.10.2017.

DIN 67510-1, 2002. Phosphorescent pigments and products – Part 1: Measurement and marking at the producer, English translation of DIN 67510-1:2009-11.

Everlux, jälkivalaisevat turvakilvet 2017. www-dokumentti. <http://www.everlux.eu/FI>. 14.10.2017

Glamox, LED-perusteet 2018. www-dokumentti. <https://glamox.com>. 14.10.2017.

Glamox, Ledien elinikä 2018. www-dokumentti. <https://glamox.com>. 14.10.2017.

Glamox. valaistusteknisiä käsitteitä, 2017. www-dokumentti. <https://glamox.com/fi/valaistusteknisi-ksitteit>. 20.10.2017.

Hongisto,P. 2016. Turvavalaistuksen vaatimukset diat. Teknoware Oy.

Idenfoil safety. technical documentation for photoluminscent materials 2014. www-dokumentti. <https://www.merkefabrikken.no>. 6.10.2018.

International standard. ISO 16069, 2004. Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS).

Lampputieto, Väriämpötila – kelvin-arvo 2018. www-dokumentti. <https://lampputieto.fi>. 19.10.2018.

LED colour temperature correlation example 2018. www-dokumentti. <http://www.wonderfulled.com/led-color-temperature-correlation-example/>. 19.10.2018.

Malinen,M. 2017. Turvavalaistuksen suunnittelu ja järjestelmän tarkastaminen diat. Teknoware Oy.

Oralux tuotekortti. 9300 luminescent cast. 8.2017.

Pelastuslaki 379/2011.

Poistumisvalaistus diat 2016. www-dokumentti. <https://tukes.fi>. Tukes 24.2.2018.

Sisäministeriö asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005.

Sisäministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta muistio 805/2005.

Turvavalaistuksen dokumentit 2007. www-dokumentti. <https://www.teknoware.com>.
Teknoware 21.9.2018

Pelastustoimi. poistumismahdollisuudet palon sattuessa, 2017. www-dokumentti.
<http://www.pelastustoimi.fi>. 20.10.2017.

waveform lightning. what is D65 and what is it used for?, 2018. www-dokumentti.
<https://www.waveformlighting.com>. 28.10.2018.