

Alexi Ronkainen

MYYMÄLÄKIINTEISTÖJEN VALAISTUKSEN MODERNISOINTI

MYYMÄLÄKIINTEISTÖJEN VALAISTUKSEN MODERNISOINTI

Alexi Ronkainen
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Aleksi Ronkainen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Myymäläkiinteistöjen valaistuksen modernisointi

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Modernization of Storehouse Lighting

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 34

Opinnäytetyön aiheena on tehdä selvitys Kokkolan HalpaHalli Oy:lle nykyisistä valaistusratkaisuista, sekä niiden perusteella tehdä selvitys myymäläkiinteistöjen valojen modernisoinnista, mahdollisista säästöistä ja kustannuksista. Tavoitteena on tehdä selvitys ketjulle siitä, minkälaisia valaistusratkaisuja nykyisin on, mikä on järkevin uudistustapa kuhunkin olemassa olevaan valaisintyyppiin sekä mikä näistä vaihtoehdoista on taloudellisesti järkevin vaihtoehto. Työhön kuului myös valaisinten sijoittelun vaikutuksen selvittäminen.

Opinnäytetyö aloitettiin tekemällä kartoitus asiakkaan kanssa siitä, mitä vaatimuksia heillä on. Tutkimusta tehtiin kymmenen vuoden elinkaarikustannuslaskelman avulla. Tämän jälkeen kysyttiin eri valaisintoimittajilta, mitä valaistusratkaisuja he suosittelevat. Näitä ratkaisuja vertailtiin ja tehtiin niistä elinkaarilaskelmat. Valaistuksen sijoittelun selvittämiseen käytettiin Dialux-ohjelmaa, jolla saadaan simuloitua eri valaistustilanteiden valaistustehokkuutta.

Järkevin ratkaisu on vaihtaa nykyisten valaisimien tilalle kokonaan uudet ledivalaisimet. Vaihtamalla nykyisiin valaisinrunkoihin lediputket saadaan lyhyempi takaisinmaksu aika, mutta pidemmällä tarkasteluvälillä uudet valaisimet ovat kokonaiskustannukseltaan edullisempia. Vaihtamalla valaisimet saadaan lyhyt takaisinmaksuaika sekä huomattavat vuosittaiset säästöt sähkönkulutuksessa.

Asiasanat: sisävalaistus, valaistus, yleisvalaistus

ALKULAUSE

Tämä työ on tehty Kokkolan HalpaHalli Oy:lle.

Tilaaajan puolelta ohjaajana toimi kiinteistöpäällikkö Janne Vähätiitto. Ohjaavana opettajana toimi Heikki Kurki.

Haluan kiittää Kokkolan HalpaHalli Oy:tä tilaisuudesta tehdä työ.

Oulussa 17.3.2019

Alexi Ronkainen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 VALAISTUSVAATIMUKSET LIIKEKIINTEISTÖISSÄ	8
2.1 Toimistotilat	8
2.2 Taukotilat	9
2.3 Myymälätilat	9
3 VALAISINTEKNOLOGIA	10
3.1 Loisteputki	10
3.2 Lediputki	11
4 HALPAHALLIN MYYMÄLÖIDEN VALAISINTYYPIT	13
4.1 T8-tyyppiset valaisimet	14
4.2 T5-tyyppiset valaisimet	14
5 VALAISTUKSEN MODERNISOINTIVAIHTOEHTOJA	15
5.1 Lediputkien vaihtaminen loisteputkien tilalle	15
5.2 Valaisinrunkojen vaihtaminen	16
5.3 Valaistussuunnittelu	16
6 T5-VALAISIMIEN UUSINTA ESIMERKKIKOHITESSA 1	18
6.1 Valaisinvaihtoehtojen kartoitus	19
6.2 Vaihtoehto 1: lediputkiksi vaihtaminen	20
6.3 Vaihtoehto 2: uudet 39 W:n valaisimet	20
6.4 Vaihtoehto 3: uudet 78 W:n valaisimet	21
7 T8-VALAISIMIEN UUSINTA ESIMERKKIKOHITESSA 2	23
7.1 Vaihtoehto 1: lediputkiksi vaihtaminen	23
7.2 Vaihtoehto 2: uudet 39 W:n valaisimet	24
7.3 Vaihtoehto 3: uudet 78 W:n valaisimet	24
8 VALAISIMIEN SIJOITTELUN VAIKUTUS VALAISTUKSEEN	26
8.1 Jonoiksi sijoittelu kiskoon	27
8.2 Limittäin sijoittelu kiskoon päädyistä kiinnitettyinä	29
9 TULOKSET	32
9.1 Taloudellisesti kannattavimmat ratkaisut	32
9.2 Valaistuksen sijoittelu	33

9.3 Jatkokehitys	33
LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö toteutetaan Kokkolan HalpaHalli Oy:lle (myöhemmin HalpaHalli). Tavoitteena on tehdä selvitys ketjulle siitä, minkälaisia valaistusratkaisuja nykyisin on, mikä on järkevin uudistustapa kuhunkin olemassa olevaan valaisintyyppiin sekä mikä näistä vaihtoehdoista on taloudellisesti järkevin vaihtoehto.

HalpaHalli on vuonna 1969 perustettu suomalainen myymäläketju. Ensimmäinen myymälä on avattu 1967 Pietarsaareissa. Nykyään ketjulla on 36 myymälää.

Ajatus tähän työhön syntyi, kun työskentelin opintojen ohessa yhdessä ketjun myymälöistä. Kyseisessä myymälässä vaihdettiin valaisimien rikkoutuneita loisteputkia kaksi kertaa vuodessa. Aloin miettimään, olisiko järkevää uusia valaisimet LED-tyyppisiksi, jolloin ei tarvitsisi vuosittain tehdä valaisinhuoltoja.

Aloitin tämän työn vieraillemalla Kokkolan pääkonttorilla kiinteistöpäällikkö Janne Vähätien luona joulukuussa 2018. Vierailun tavoitteena oli saada selkeät lähtökohdat työn aloittamiseen. Erityisesti halusin kuulla sen, mikä on nykyinen valaistustilanne myymälöissä, sekä mitä toiveita niiden uusimiseen on.

Vierailun aikana minulle selvisi se, että vain muutamassa myymälässä on ledivalaistus. Kun myymälöitä on noin 40, prosenttiluku on todella pieni.

Vuosien varrella kiinteistöpäällikköön oli ollut yhteydessä useita eri valaisintoimittajia, kukin omien laskelmiensa kanssa. Nämä laskelmat ja takaisinmaksuajat on laskettu valaisintoimittajan kannalta kannattavimmin, jolloin todelliset säästöt ja kustannukset jäivät asiakkaan kannalta epäselviksi. Usein näistä laskelmista puuttuu esimerkiksi työn osuus kokonaan, joka on huomattava tämän suuruudessa työssä. Toinen laskelmia vääristävä tekijä oli valaisimien väärät polttoajat. Ne olivat aivan liian suuria.

2 VALAISTUSVAATIMUKSET LIIKEKIINTEISTÖISSÄ

Suomessa sisätyöpaikkojen valaistusvaatimuksia ohjaa standardi SFS-EN 12464-1. Liikekiinteistöissä on myymälä, toimisto- ja taukutiloja.

Standardissa annetaan tämän tyyppisille sisätyöpaikoille valaistuksen vähimmäisvaatimukset. Se määrittää muun muassa valaistusvoimakkuuden, UGR-häikäisyindeksin sekä värintoistoindeksin. Nämä arvot on esitetty standardissa taulukkomuodossa eri tiloissa suoritettavien tehtävien ja toimintojen mukaisesti.

Taulukon sarakkeissa esiintyvät suureet ovat:

E_m = Keskimääräinen valaistusvoimakkuus

UGR = Häikäisyindeksin maksimiarvo

U_o = Valaistusvoimakkuuden tasaisuus

R_a = Pienin sallittu värintoistoindeksi

2.1 Toimistotilat

Toimistotiloihin standardi SFS-EN 12464-1 asettaa taulukossa 1 esitetyt arvot:

TAULUKKO 1. Toimistotilat (1)

Tila, tehtävä tai toiminta	\bar{E}_m lx	UGR_L	U_o	R_a
Arkistointi, kopiointi, jne.	300	19	0,40	80
Kirjoittaminen, konekirjoitus, lukeminen, tietojenkäsittely	500	19	0,60	80
Tekninen piirtäminen	750	16	0,70	80
CAD-työasemat	500	19	0,60	80
Neuvottelu- ja kokoushuoneet	500	19	0,60	80
Vastaanottotiski	300	22	0,60	80
Arkistot	200	25	0,40	80

2.2 Taukotilat

Taulukossa 2 taukotiloihin, esimerkiksi henkilökunnan ruokatilat, standardi asettaa seuraavat arvot:

TAULUKKO 2. *Taukotilat (1)*

Tila, tehtävä tai toiminta	\bar{E}_m lx	UGR_L	U_o	R_a
Kahvihuoneet	200	22	0,40	80
Lepohuoneet	100	22	0,40	80
Kuntoilutilat	300	22	0,40	80
Vaatehuoneet, pesutilat, kylpyhuoneet, WC	200	25	0,40	80
Sairashuone	500	19	0,60	80
Lääkintähuone	500	16	0,60	90

2.3 Myymälätilat

Taulukossa 3 on esitetty standardin vaatimukset myymälätiloille:

TAULUKKO 3. *Myymälätilat (1)*

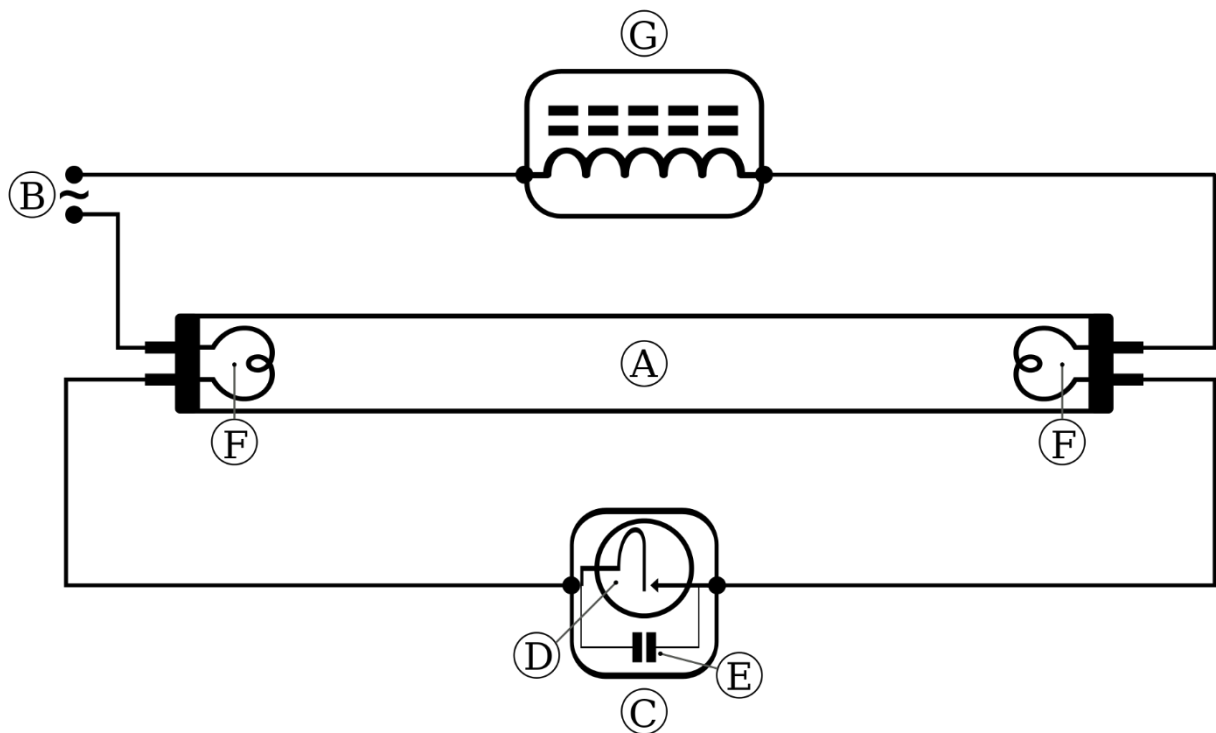
Tila, tehtävä tai toiminta	\bar{E}_m lx	UGR_L	U_o	R_a
Myyntialue	300	22	0,40	80
Kassa-alue	500	19	0,60	80
Pakkauspöytä	500	19	0,60	80

3 VALAISINTEKNOLOGIA

Liikekiinteistöissä valaisimet ovat pääasiassa T5- ja T8-tyypin loisteputkivalaisimia. Vanhemmissa kiinteistöissä tarve parantaa energiatehokkuutta on suuri. Valaistukseen panostaminen on yksi keino lisätä kiinteistöjen energiatehokkuutta. Viime vuosina ledivalaistuksen suosio on kasvanut liikekiinteistöissä.

3.1 Loisteputki

Loistelamppu tai loisteputki on matalapaineinen purkauslamppu. Loistevalaisin koostuu loistelampusta, sytyttimestä ja kuristimesta (Kuva 1). Loisteputkessa on elohopeaa, joka kaasuuntuu sähköpurkauksen vaikutuksesta. Kun joko sähkökentän tai elektronien törmäilyn virittämät Hg-atomit palaavat perustasolle, ne lähettävät (emittoivat) UV-säteilyä. (2.)



KUVA 1. Loistevalaisimen osat (2)

Kuvassa 1 olevat merkinnät tarkoittavat

A = loisteputki

B = virtalähde

C = sytytin

D = bimetallinen termostaatti

E = kondensaattori

F = elektrodit

G = kuristin

Loisteputki toimii tasa- ja vaihtovirralla. Nykyään ns. elektroniset liitäntälaitteet ovat uusissa valaisimissa lähes kokonaan syrjäyttäneet magneettiset kuristimet. Elektronisissa liitäntälaitteissa loisteputken läpi kulkevan virran taajuus on 20–100 kHz. Loistelamppu on täytetty kaasulla, esimerkiksi argonilla tai kryptonilla. Kaasua tarvitaan helpottamaan syttymistä ja pitämään sähköpurkaukset kurissa.

Loisteputken sisäpinta on päällystetty fluorisoivalla materiaalilla, joka muuttaa elohopeahöyryn synnyttämän UV-säteilyn (luminesenssin) näkyväksi valoksi. Loisteputken sisäpinnassa olevan loisteaineen koostumus vaihtelee valon laadun ja sävyn mukaan. Loistelamppujen värisävyvalikoima on laaja ulottuen hehkulampan kellertävästä taivaan sinertävään. Yleisimmät värilämpötilat Suomessa ovat 3000 ja 4000 K. Myös värillisiä ja erikoissävyisiä lamppuja on saatavana. (2.)

3.2 Lediputki

LED-valoputki on uudenaikainen valonlähde, jota käytetään pääasiassa G13-kantaisissa loisteputkivalaisimissa korvaamaan T8-loisteputket. LED-valoputken keskeisimpinä etuina loisteputkeen nähden ovat energiatehokkuus ja pitkäikäisyys. (3.)

Led-valoputket ovat alkaneet yleistyä joulukuun 2014 jälkeen. Tällöin luotiin standardi IEC/EN 62776 lediputkille, joka takaa turvallisen vaihdon perinteiselle T8-loisteputkelle. Tämän jälkeen markkinoille alkoi tullemaan usean eri valmistajan toimesta lediputkia. (2.) Uuden standardin myötä vanhan loisteputken tilalle voidaan vaihtaa standardoitu lediputki, jonka hajotessa sen tilalle voidaan vaihtaa uusi erimerkinen standardoitu lediputki. Ulkonäöltään lediputki ei eroa tavallisesta loisteputkesta (Kuva 2).



KUVA 2. Lediputki (4)

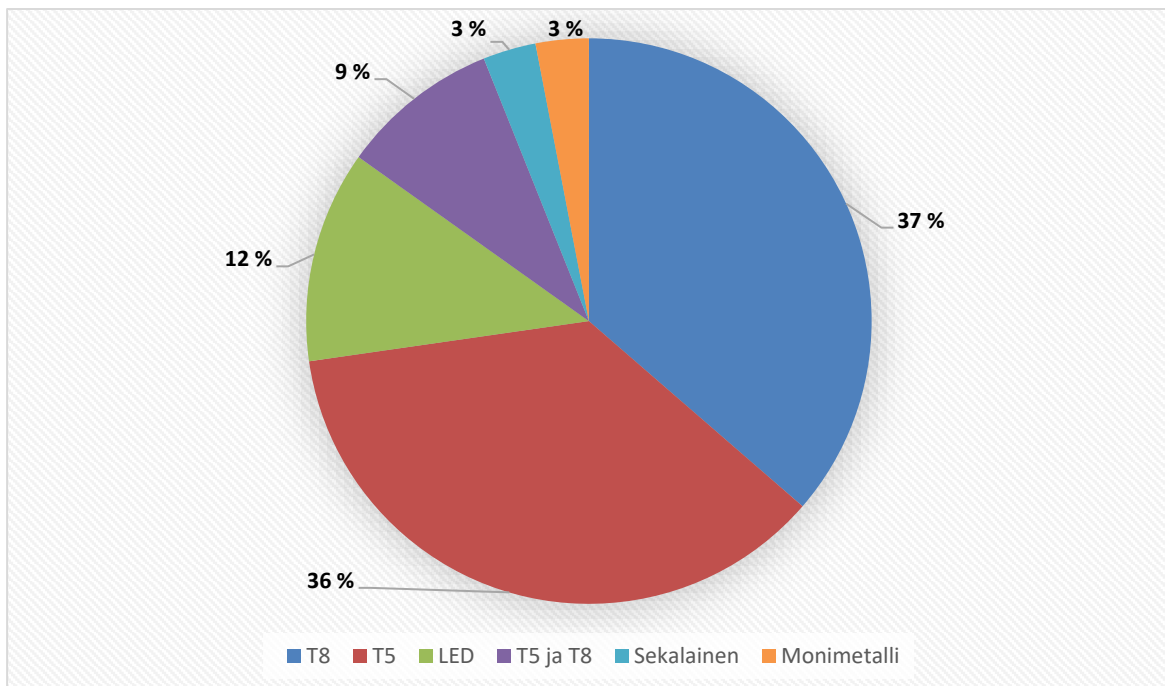
4 HALPAHALLIN MYYMÄLÖIDEN VALAISINTYYPIT

HalpaHalli-ketjun myymälöissä on käytössä verrattain vanhaa valaisinteknologiaa. Kiinteistöpäälliköltä saadun taulukon (Taulukko 4) mukaan suurimmassa osassa kiinteistöistä on T8- tai T5-tyyppiset valaisimet.

TAULUKKO 4. Eri valaisintyyppien määrät.

T8	12
T5	12
LED	4
T5 ja T8	3
Sekalainen	1
Monimetalli	1

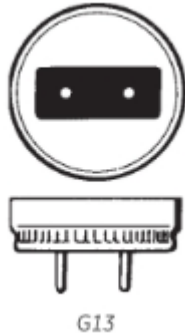
Ketjun myymälöissä on myös sellaisia, joissa on sekä T5- että T8-tyyppisiä valaisimia. Kokonaisuudessaan T5- sekä T8-valaisimia on siis 82 %:ssa ketjun myymälöistä (Kuva 3). HalpaHallilla on noin 35 myymälää, yllä olevasta taulukosta puuttuu kaksi myymälää.



KUVA 3. HalpaHalli-ketjun valaisintyyppit prosentuaalisena jakautumalla.

4.1 T8-tyyppiset valaisimet

T8-tyyppiset valaisimet ovat tyypillisesti vanhempia kuin T5-tyyppiset valaisimet. Näissä on yleensä vanhempaa tekniikkaa, joten niiden sähkönkulutus usein on suurempaa.



KUVA 4. G13-kanta T8-loisteputkessa (5)

4.2 T5-tyyppiset valaisimet

T5-tyyppiset loisteputket ovat halkaisijaltaan pienempiä kuin T8-tyyppiset valaisimet. T5-mallit tunnistetaan putken halkaisijasta, joka on 16 mm. T5-valaisimet on varustettu aina elektronisella liitännälaitteella. T5-loisteputkista on EQ (efficient output) ja HQ (high output) malleja. (6.) T5-loisteputkissa on G5-kanta. G5 nimitys tulee siitä, että valaisimen päädyssä olevien napojen väli on 5 mm.



KUVA 5. G5-kanta T5-loisteputkessa (5)

5 VALAISTUKSEN MODERNISOINTIVAIHTOEHTOJA

Yksi vaihtoehto valaisinten modernisointiin on hyödyntää olemassa olevia valaisimia. Valaisimiin voidaan vaihtaa vanhojen loisteputkien tilalle lediputket. Valaisimissa on paljon osia, jotka heikentyvät ajan kuluessa. Yksi usein hajoava osa on loistelampun pidin. Valaisinten pidin heikentyy, jolloin se voi rikkoutua loisteputkea vaihtaessa. Rikkoutuminen lisää kustannuksia, niitä tulee sekä uusista pitimistä että myös työstä, jota niiden hajoamisesta aiheutuu. Jos valot ovat vanhat, on suositeltavaa miettiä kannattaako lediputkia alkaa vaihtamaan vanhoihin valaisinrunkoihin.

Toinen vaihtoehto on uusia koko valaisinrunko. Tällöin vanhat, osittain jopa täysin kunnossa olevat valaisimet hävitetään, ja tilalle vaihdetaan ledivalaisin.

5.1 Lediputkien vaihtaminen loisteputkien tilalle

Valaisintoimittajilta kysyttiin ehdotuksia siitä, miten he toteuttaisivat esimerkkitapauksena olleen myymälän uudistuksen. Ehdotuksia pyydettiin 7:ltä eri toimittajalta, joista ainoastaan yksi suositteli lediputkien vaihtamista loisteputkien tilalle.

Valaisintoimittajat, jotka eivät suositelleet lediputkien vaihtamista, olivat sellaisia, joilla ei ollut omissa valikoimissaan ollenkaan lediputkia. Osa heistä sanoi, ettei tällaista muutosta saisi tehdä, sillä kyseessä on valaisimen tyyppien muutos. Osa sanoi, ettei tällä muutoksella syntyisi juurikaan säästöjä, kun käytetään T5-tyyppisiä loisteputkia

Tukesin ohjeessa kodin sähköturvallisuudesta mainitaan seuraavaa:

Led-valoputkiasennuksia tehtäessä pitää aina varmistua siitä, että muutos perinteisestä loisteputkesta led-valoputkeen (ja tarvittaessa päinvastoin) ei missään olosuhteissa vaaranna turvallisuutta eikä heikennä asennusten sähkömagneettista yhteensopivuutta. Asennettavien led-valoputkien tulee olla turvallisia, ja tarvittavat asennus- ja muutostyöt pitää tehdä tai tarvittaessa teettää tarkasti annettujen ohjeiden mukaisesti (7).

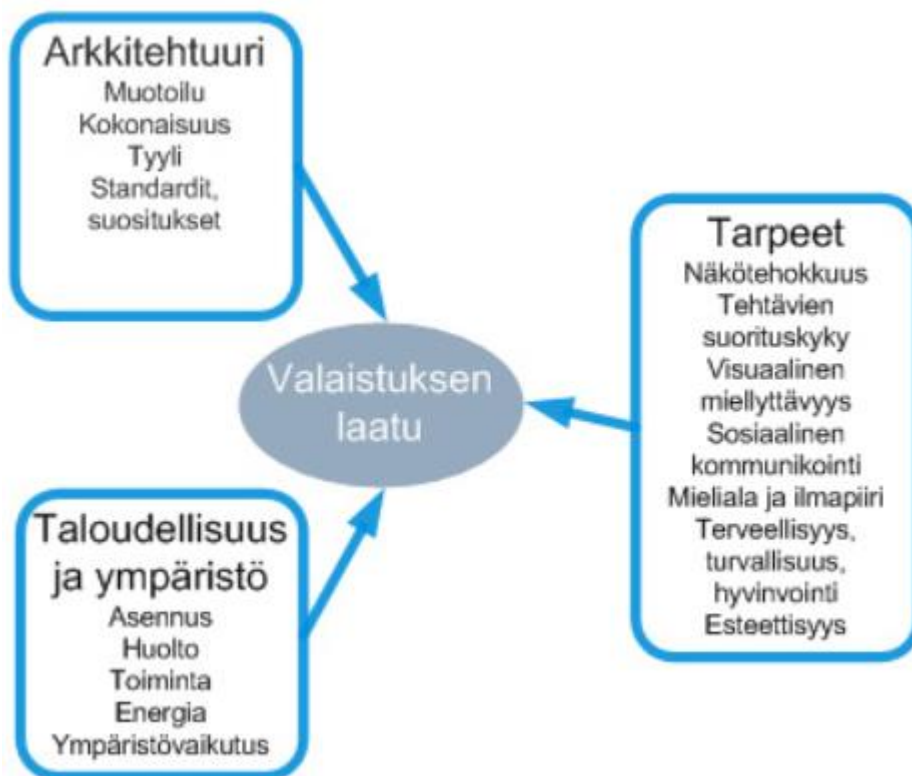
Tukesin ohjeen mukaan kyseisen muutoksen saa tehdä tarkasti annettujen ohjeiden mukaisesti. Valaisimiin täytyy merkitä myös, että valaisin on muutettu lediputkille sopivaksi.

5.2 Valaisinrunkojen vaihtaminen

Kyselyiden perusteella suurin osa valaisintoimittajista suositteli vaihtoa kokonaan uusiin valaisimiin. Led-tekniikka on nykyisin jo niin kehittynyttä, että sama valaistusvoimakkuus, joka on esimerkiksi tässä esimerkkikohteessa, voidaan saavuttaa pienemmällä määrällä valaisimia. Tämä kasvattaa kuitenkin asennuskustannuksia, sillä johdotusta pitää muuttaa. Valaisimet sijoiteltaisiin niin, että joka toinen valaisin nykyisistä jätettäisiin pois, ja joka toisen tilalle laitettaisiin uusi valaisin.

5.3 Valaistussuunnittelu

Valaistusta modernisoitaessa on oleellista tehdä valaistussuunnittelu. Valaistussuunnittelun avulla saadaan tutkittavaan kohteeseen riittävä valaistus. Myymäläkiinteistöissä tärkeitä huomioitavia asioita ovat esimerkiksi huollettavuus, toiminnollisuus, energiankulutus, näkötehokkuus erityyppisissä työtehtävissä sekä turvallisuus (Kuva 6).



KUVA 6. Valaistuksen laatuun vaikuttavia tekijöitä (8)

Hyvä valaistus koostuu monista eri seikoista. Valaistusratkaisun tulee sopia valaistun tilan käyttötarkoitukseen niin määrän kuin laadunkin osalta. Valon tulee tukea tilassa tapahtuvaa toimintaa eikä se saa häiritä tai haitata näkemistä. (8.) Liiallinen valaistusvoimakkuus on haitallista esimerkiksi silloin kun tullaan hämärästä kirkkaaseen tilaan. Taitava valaistussuunnittelija osaa ottaa huomioon nämä seikat ja mitoittaa kuhunkin kohteeseen sopivan valaistuksen.

6 T5-VALAISIMIEN UUSINTA ESIMERKKIKOHOTEESSA 1

Esimerkkimyymälä 1 on avattu vuoden 2010 loppupuolella. Vaikka kohde onkin suhteellisen uusi, on myymälässä kuitenkin nykyisin jo vanhanaikaiset elektronisella liitäntälaitteella varustetut T5-tyyppiset loisteputkivalaisimet.

Kohteessa on 49 W:n loisteputkia yhteensä 1466 kappaletta. Valaistuksen kokonaisteho on 71 834 W.

Esimerkkikohteesta mitattiin valaistusvoimakkuus useasta eri pisteestä. Suurin osa oli reilusti yli standardin vaatimuksen, muutamassa kohdassa oltiin alarajalla. Mittaustulokset myymälätiloissa olivat vähimmillään 350 lx. Näissä kohdissa oli muutamia sammuneita valaisimia. Suurimmat valaistusvoimakkuudet olivat 1100 lx:n suuruusluokkaa. Taulukossa 3 on esitetty vaatimukset myyntitilojen valaistukselle. Minimissään myyntialueella pitää olla 300 lx. Myymälän valaistus täytti siis vaatimukset tämän osalta.

Mittarina oli Konica Minolta CL-70F mittari (Kuva 7).



KUVA 7. Konica Minolta CL-70F

6.1 Valaisinvaihtoehtojen kartoitus

Esimerkkikohteen valaisinvaihtoehtojen kartoittaminen aloitettiin lähestymällä eri valaisintoimittajia kysymällä, miten uudistus kannattaisi tehdä. Vastauksista valittiin kolme eri vaihtoehtoa, joiden perusteella suoritettiin elinkaarikustannuslaskelmat.

Elinkaarikustannukset laskettiin Motivan Valtti-elinkaarikustannuslaskurilla. Lähtötietoina kaikissa laskelmissa käytettiin seuraavia:

- sähköenergian hinta: 0,10 €/kWh
- vuotuinen energian hinnannousu 2 %
- laskentakorko 4 %
- vuotuinen ylläpitokustannusten hinnannousu 2 %.
- käyttöaika 5850 tuntia. Valaisimet ovat päällä maanantaista lauantaihin klo. 5:00–1.30, sunnuntaisin valaisimet ovat päällä klo. 8:00–21:30, eli vuosittain valot ovat päällä 5850 tuntia.

Laskuissa ei ole huomioitu valaistuksen huoltokustannuksia. Esimerkiksi vaihtoehdon 3 valmistaja ilmoittaa valaisimen käyttöiän seuraavilla tavoilla:

Valoyksikön käyttöikä: L90B50 30 000 h

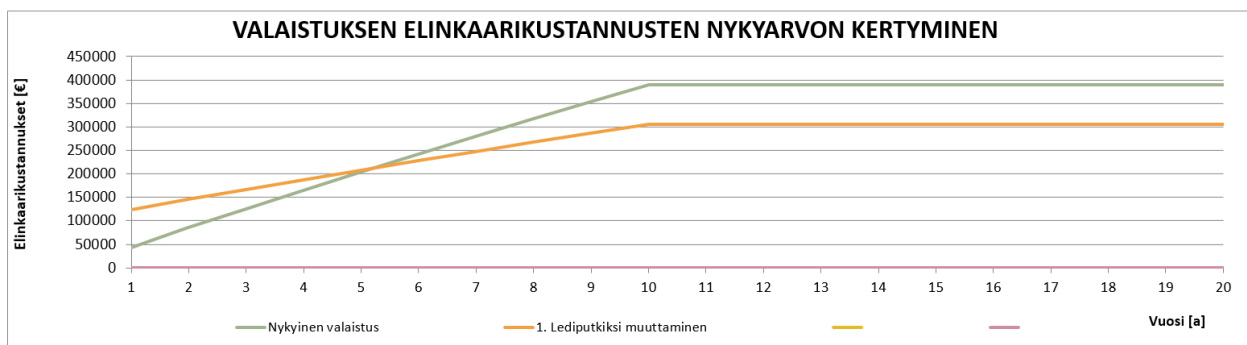
L80B50 65 000 h

Tämä tarkoittaa seuraavaa: L80 on valaisimen tuottamaa suhteellista valovirtaa, eli L80 kertoo valaisimen yhä tuottavan 80 % alkuperäisestä valovirrasta. B50 ilmaisee kuinka suuri osa saman tyyppin lediryhmästä on alle mainitun L-arvon. Tässä tapauksessa valaisimen ledeistä korkeintaan 50 %:ssa valovirta on alle 80 %, ja lopuissa valovirta on edelleen yli 80 % 65 000 tunnin jälkeen. Tästä syystä laskelmissa ei ole huomioitu vaihtoa, sillä valaisimet saattavat toimia vielä pitkään sen jälkeen, kun esimerkiksi 65 000 tuntia on tullut täyteen.

6.2 Vaihtoehto 1: lediputkiksi vaihtaminen

Mikäli valaisimien rungot ovat riittävän hyväkuntoisia, yksi vaihtoehto on vaihtaa ole-massa oleviin valaisinrunkoihin lediputket. Käytännössä tämä tapahtuu niin, että ohite-taan valaisimessa olevat komponentit eli kuristin, sytytin, elektroninen muuntaja, ja kyt-ketään lediputki suoraan verkkojännitteeseen.

Valmistaja lupaa lediputkelle 50 000 h keskimääräisen toiminta-ajan. Myymälässä valot ovat päällä 5850 tuntia vuodessa, eli toiminta-aikaa kertyy 8,5 vuotta. Ongelmaksi tässä vaihtoehdossa muodostuu se, saako näitä ”siirtymäkauden”, kuten jotkut valaisintoimitta-jat asian ilmaisevat, lediputkia esimerkiksi 10 vuoden kuluttua. Elinkaarikustannuksia 10 vuoden ajalle kertyy 305 000 euroa. Takaisinmaksuaika tälle vaihtoehdolle on 5 vuotta (Kuva 8).



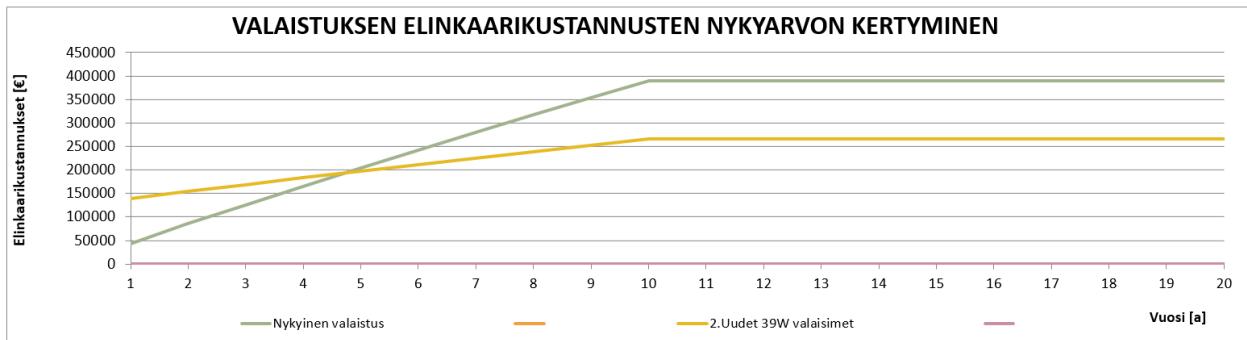
KUVA 8. Lediputkiksi vaihtamisen elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

6.3 Vaihtoehto 2: uudet 39 W:n valaisimet

Toisena vaihtoehtona tutkittiin nykyisten valaisinrunkojen tilalle vaihdettavia kokonaan uusia led-valaisimia. Tässä vaihtoehdossa nykyisten valaisimien paikalle vaihdettaisiin kiinteällä ledillä olevat 39 W:n valaisimet. Tälle kertyy takaisinmaksuaikaa 4,5 vuotta.

Ongelmana tässä vaihtoehdossa on se, että led ei ole vaihdettava, eli kun valaisin sam-muu, täytyy koko valaisin vaihtaa uuteen. Elinikää valmistaja lupaa 50 000 tuntia. Vuosit-tain myymälässä on valot päällä 5850 tuntia, eli toiminta-aikaa kertyisi 8,5 vuotta. Elin-kaarikustannuksia 10 vuoden ajalle kertyy 265 000 euroa. Takaisinmaksuaika on 4,5 vuotta (Kuva 9). Laskelmassa ei ole huomioitu valaisimien vaihtoa 8,5 vuoden jälkeen,

sillä on arvoitus, kauanko valaisimet toimivat, kun valmistajan lupaama 50 000 tuntia tulee täyteen.

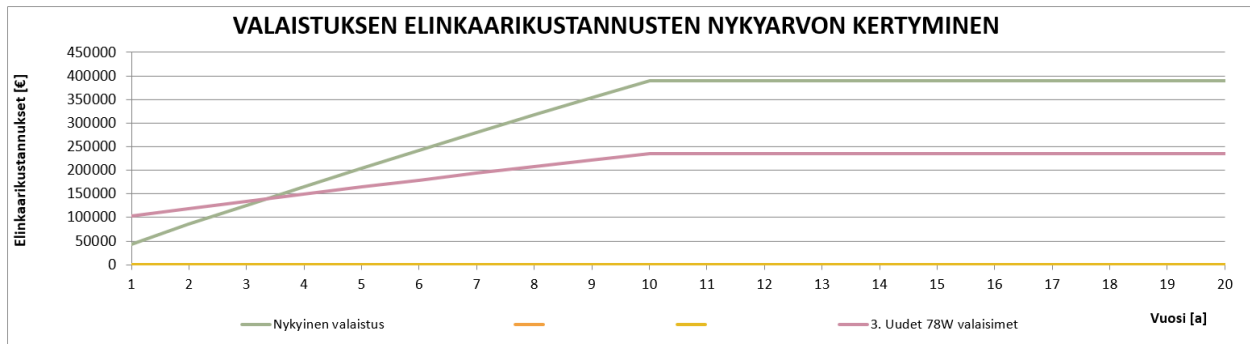


KUVA 9. Uusien 39 W valaisimien elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

6.4 Vaihtoehto 3: uudet 78 W:n valaisimet

Vaihtoehdossa 3 on tehokkaammat valaisimet kuin vaihtoehdossa 2, mutta valaisimia on vähemmän. Valaisintoimittajan laskelmien mukaan riittävä valaistustehokkuus saavutettaisiin 370:llä 78 W:n valaisimella, nykyisten 771 valaisimen sijaan. Valaisinmäärän vähenemisestä aiheutuu se, että sijoittelua ja johdotusta täytyy muuttaa. Tämän myötä asennuskustannukset nousevat. Valaisimet sijoiteltaisiin niin, että nykyisistä valaisimista joka toinen poistettaisiin ja joka toisen valaisimen tilalle vaihdettaisiin uusi valaisin.

Valmistaja lupaa valoyksikölle käyttöikä: L90B50 30 000 h, L80B50 65 000 h. Vuosittain myymälässä on valot päällä 5850 tuntia, eli toiminta-aikaa kertyisi noin 11 vuotta. Elinkaarikustannuksia 10 vuoden ajalle kertyy 235 000 euroa. Takaisinmaksuaika on noin 3,5 vuotta (Kuva 10).



KUVA 10. Uusien 78 W valaisimien elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

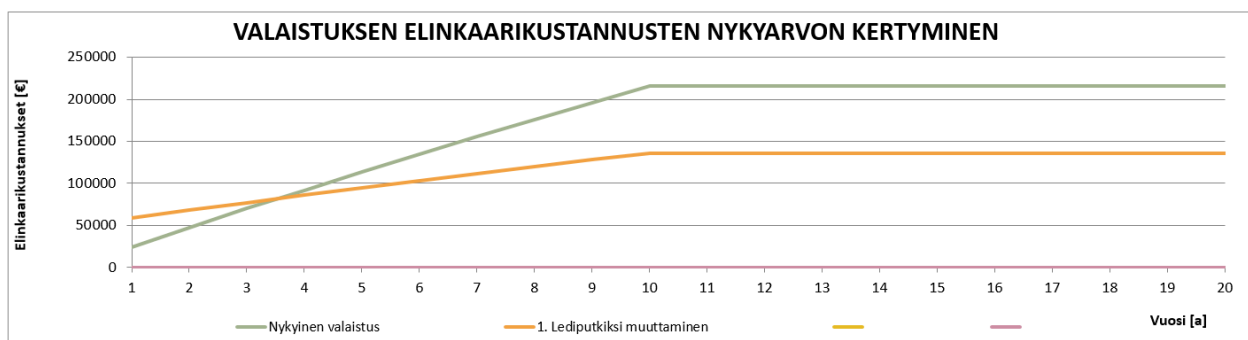
7 T8-VALAISIMIEN UUSINTA ESIMERKKIKOHOITESSA 2

Toiseksi esimerkkikohteeksi valittiin kuvitteellinen T8-tyyppin valaisimilla oleva myymälä. Tässä myymälässä on 350 kpl 2x59 W:n T8-tyyppin valaisimia. Kuvitteellinen kohde valittiin siksi, että opinnäytetyön aikataulun puitteissa ei ehditty saada olemassa olevan kohteen piirustuksia. Määrät vastaavat kutakuinkin olemassa olevia myymälöitä. Valaisinvaihtoehtojen selvitys oli pääpiirteittäin samanlainen projekti kuin aiemman myymälän selvityksessä. Erona on se, että vaihtaminen tuotti enemmän säästöjä, sillä T8-tyyppin valaisimissa on hieman tehokkaammat loisteputket, 2x59 W vrt. 2x48 W. Tämän lisäksi valaisimen komponentit hieman poikkeavat toisistaan.

7.1 Vaihtoehto 1: lediputkiksi vaihtaminen

T8-tyyppin valaisimet ovat lähtökohtaisesti niin vanhoja, että lediputkiksi muuttaminen saattaa olla jo työlästä. Valaisimet ovat todennäköisemmin sen verran vanhoja, että niissä olevat osat ovat alkaneet jo haurastua iän myötä. Tämä aiheuttaa lisää kuluja, sillä varaosia pitää hankkia, mikäli niitä kyseisiin valaisimiin enää saa tilattua. Lisäkustannukset on huomioitu laskelmissa. Työn määrään on laskettu mukaan muutoksessa syntyvät materiaalit sekä työn kustannukset.

Elinkaarikustannuksia tälle vaihtoehdolle kertyy 135 000 euroa. Takaisinmaksuaika on noin 3,5 vuotta (Kuva 11). Ongelma on sama kuin edellä olevassa esimerkkikohteen tilanteessa: saako samoja valaisimia sitten, kun valaisimet menevät rikki.

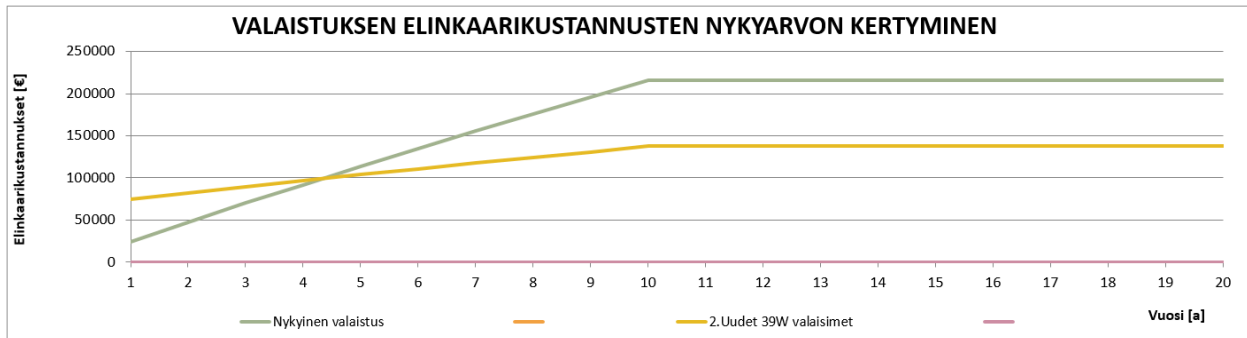


KUVA 11. Lediputkiksi muuttamisen elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

7.2 Vaihtoehto 2: uudet 39 W:n valaisimet

Toisena vaihtoehtona tutkittiin tilannetta, jossa nykyisten valaisimien tilalle vaihdettaisiin uudet led-valaisimet. Tässä nykyisten paikalle vaihdettaisiin 39 W:n kiinteällä ledillä olevat valaisimet. Ongelmana tässä vaihtoehdossa on se, että led ei ole vaihdettava, eli kun valaisin sammuu, täytyy koko valaisin vaihtaa uuteen. Elinikää valmistaja lupaa 50 000 tuntia. Vuosittain myymälässä on valot päällä 5850 tuntia, eli toiminta-aikaa kertyisi 8.5 vuotta.

Elinkaarikustannuksia 10 vuoden ajalle kertyy 138 000 euroa. Takaisinmaksuaika on noin 4,5 vuotta (Kuva 12).



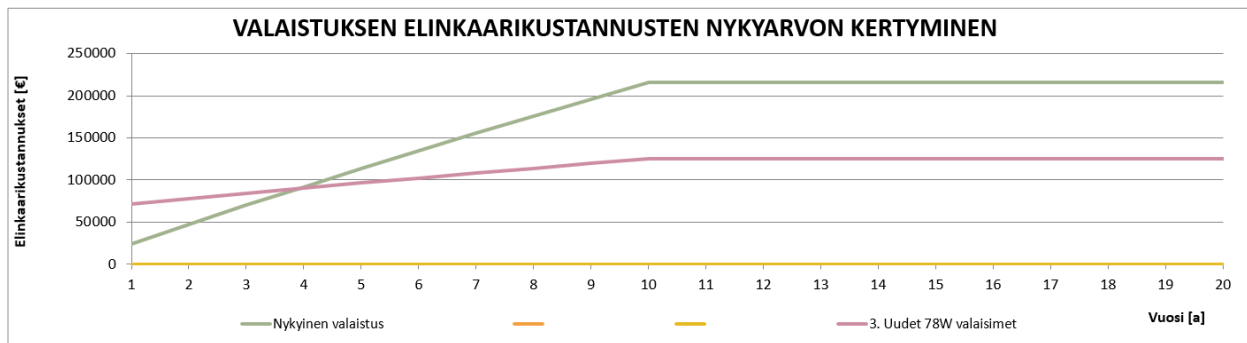
KUVA 12. Uusien 39 W valaisimien elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

7.3 Vaihtoehto 3: uudet 78 W:n valaisimet

Vaihtoehdossa 3 on uudet 78 W:n led-valaisimet. Valaisimia on noin puolet verrattuna nykyiseen.

Valmistaja lupaa valaisimelle 65 000 tunnin käyttöikä. Vuosittain myymälässä on valot päällä 5850 tuntia, eli toiminta-aikaa kertyisi noin 11 vuotta.

Valaistuksen kokonaiskustannukset 10 vuoden ajalta on 125 000 euroa. Takaisinmaksuaika on noin 4 vuotta (Kuva 13).



KUVA 13. Uusien 78 W valaisimien elinkaarikustannukset 10 vuoden ajalta

8 VALAISIMIEN SIJOITTELUN VAIKUTUS VALAISTUKSEEN

Uusissa myymäläkiinteistöissä on kiinnitetty huomiota valaistuksen suunnitteluun ja sijoitteluun. Valaistukseen panostetaan usein paljon, tällöin mietitään, mikä on pitkän ajan kuluessa kannattavin ratkaisu. Nykyisin eri myymälöissä käytetään erilaisia valaisinsijoitteluja. Valaistuksen eri sijoittelulla saadaan vaikutettua valaistusvoimakkuuteen. Perinteisesti valaisimet ovat riveittäin pitkinä jonoina kiinnitettynä kiskoihin. Kuva 14 esittää tämän tyyppistä sijoittelua.



KUVA 14. Valaisinsijoittelua

Mallintaminen aloitettiin Dialux-ohjelmalla. Useita erilaisia ratkaisuja kokeiltiin. Käytännön kannalta merkittäviä eroja ei valaistusvoimakkuuden suhteen syntynyt. Suurimmat erot syntyvät edellä mainitun valaisinten siirtelyn kannalta. Kummallakin tavalla toteutettuna keskimääräinen valaistustehokkuus oli lähes sama.

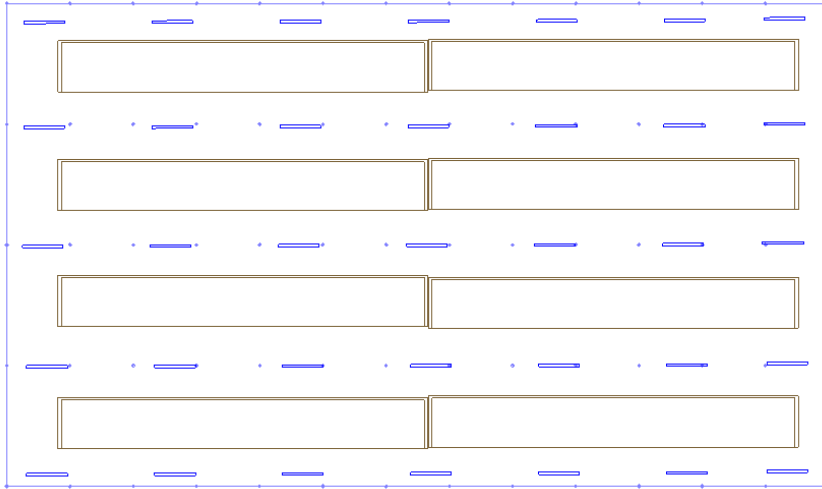
8.1 Jonoiksi sijoittelu kiskoon

Jonoiksi sijoittelun etuna on asentamisen nopeus. Valaisimet voidaan kiinnittää valaisimen pohjasta helposti valaisinripustuskiskoon (Kuva 15). Johdotus kulkee helposti valaisinripustuskiskoa pitkin. Asennuksesta tulee hyvän näköinen helposti, sillä kaikki valaisimet ovat samassa linjassa automaattisesti. Haittapuolena on työläs valaisimien siirtäminen, jos valaisimien sijaintia täytyy jostakin syystä muuttaa.



KUVA 15. Valaisimien jonoiksi sijoittelu kiskoon

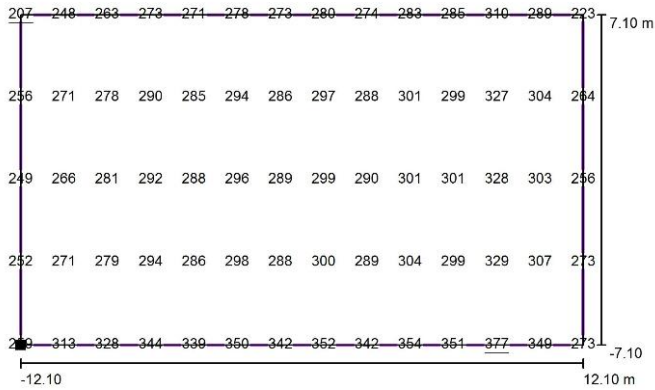
Dialux-ohjelmalla mallinnetussa kuvassa (Kuva 16) valaisimet ovat sijoitettuna kuvan 14 mukaisesti. Valaisimet ovat 4,5 metrin korkeudella lattiasta. Tässä esimerkissä on kyseessä suorakaiteen muotoinen alue myymälässä, jolla tutkittiin täyttävätkö molemmat sijoittelut vaaditut valaistusvaatimukset, ja miten valaistuksen asettelu vertautuu toisiinsa.



KUVA 16. Valojen sijoittelu jonoiksi

Keskimääräiseksi valaistusvoimakkuudeksi saatiin 294 lx (Kuva 17)

Tila 1 / Laskentarasteri 1 / Arvokaavio (E, kohtisuora)



Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1 : 196

Pinnan sijainti tilassa:
Merkitty piste: (65.200 m, 31.000 m, 0.800 m)



Rasteri: 14 x 5 Pisteet

E_m [lx]
294

E_{min} [lx]
207

E_{max} [lx]
377

E_{min} / E_m
0.70

E_{min} / E_{max}
0.55

KUVA 17. Valaistusvoimakkuusarvoja kuvan 16 mukaisessa sijoittelussa

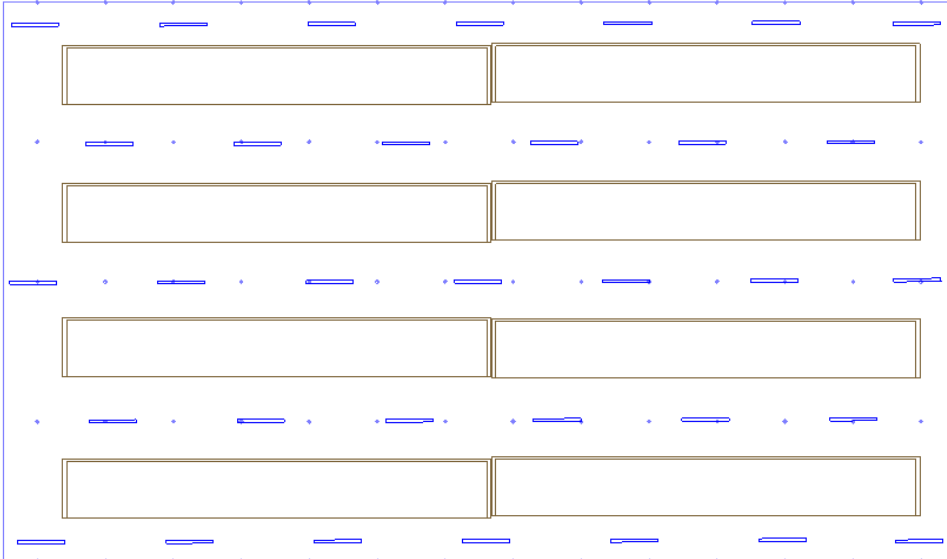
8.2 Limittäin sijoittelu kiskoon päädyistä kiinnitettyinä

Päädyistä kiinnittämisen etuna on se, että tarvittaessa myymälämuutosten myötä valaisimia voidaan siirrellä sinne, missä valoa tarvitaan (Kuva 18). Jos valaisimet olisivat kuvan 18 mukaisesti sijoiteltuna päistänsä kiinnitettyinä valaisinripustuskiskoihin, voitaisiin valaisimet siirtää helposti tarvittaville paikoilleen. Valaisimiin saa usein tilattaessa valaisinversiot, joissa on pistotulppa liitin jo toimitettaessa, tällöin valaisimen siirron saa tehdä esimerkiksi kiinteistöhoitaja, eikä tarvitse palkata sähköasentajaa siirtämään valaisimia.



KUVA 18. Kiskoihin kiinnitys päädyistä.

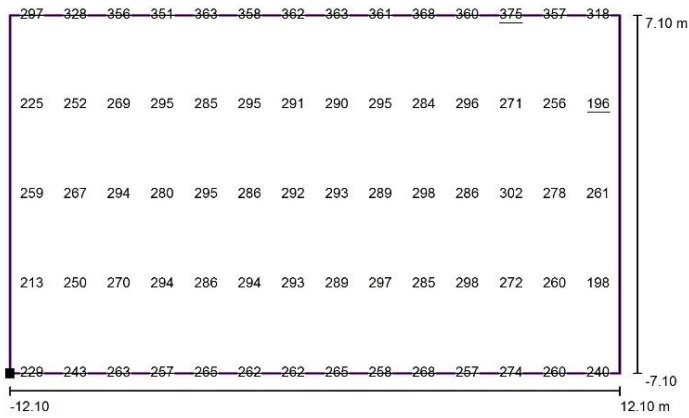
Dialux-ohjelmalla mallinnettiin kuvan 17 mukainen tilanne (Kuva 19). Valaisimet ovat 4,5 metrin korkeudella lattiasta.



KUVA 19. Limittäin sijoittelu kiskoon.

Limittäin sijoittelulla keskimääräiseksi valaistustehokkuudeksi tuli 287 lx (Kuva 20).

Tila 1 / Laskentarasteri 1 / Arvokaavio (E, kohtisuora)



Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1 : 174

Pinnan sijainti tilassa:
Merkitty piste: (64.900 m, 14.100 m, 0.800 m)



Rasteri: 14 x 5 Pisteet

E_m [lx]
287

E_{min} [lx]
196

E_{max} [lx]
375

E_{min} / E_m
0.68

E_{min} / E_{max}
0.52

KUVA 20. Valaistusvoimakkuusarvoja kuvan 19 mukaisessa sijoittelussa

9 TULOKSET

Lopputuloksena voidaan todeta, että Kokkolan HalpaHalli Oy:llä on suuri säästöpotentiaali, mikäli valaisimia aletaan uusimaan myymälöihin. Valaisimet maksaisivat itsensä takaisin parhaimmillaan jo muutaman vuoden jälkeen. Vuosittainen sähkösäästö on valaistuksessa suuri.

9.1 Taloudellisesti kannattavimmat ratkaisut

Myymöissä olevien T5- ja T8-valaisinten uudistamisessa oli pieniä eroja. Eroja syntyi muun muassa siitä, että myymälöissä olevat valaisimet olivat joko T5-valaisimia, joissa oli 2x49 W loisteputkea, tai T8-valaisimia, joissa oli 2x58 W loisteputkea. Säästöjä syntyy vuositasona enemmän T8-myymöissä, sillä niissä saadaan kokonaisuudessaan vähemmäksi kokonaissähkönkulutusta.

Esimerkin 1 myymälässä taloudellisimmaksi vaihtoehdoksi takaisinmaksuajan suhteen osoittautui vaihtoehto 3, jossa oli 78 W:n valaisimet. Siinä sähköenergiakustannuksissa säästyy 26 500 euroa vuodessa.

Kuvitteellisessa esimerkkitilanteessa taloudellisimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui vaihtoehto 1, eli lediputkiksi muuttaminen. Sähköenergiakustannuksissa säästyy 14 000 euroa vuodessa.

Tutkituissa vaihtoehdoissa oli eroja takaisinmaksuajan suhteen, esimerkkitilanteessa 1 kallein vaihtoehto oli vaihtaa valaisimet lediputkiksi, kuvitteellisessa tilanteessa lediputkiksi vaihtaminen oli taloudellisesti järkevin vaihtoehto, kun otetaan huomioon takaisinmaksuaika. Elinkaarikustannuksia tarkasteltaessa esimerkkitilanteessa 1 halvin oli vaihtoehto 3, jossa vaihdetaan 78 W:n valaisimet, kuvitteellisessa tilanteessa halvimmaksi tuli sama vaihtoehto 3.

Näiden vaihtoehtojen pitäisi kestää 8,5 vuotta, jonka jälkeen on vain arvoitus, saako samoja valaisimia enää, kun nämä tulevat käyttöikänsä loppuun, vai pitääkö vaihtaa erilaiset valaisimet niiden tilalle.

Elinkaarikustannuslaskelmassa laskurina käytettiin Motivan Valtti-elinkaarikustannuslaskuria. Lähtöarvona käytettiin sähkön hintana 0,10 €/kWh.

Uudisrakentamisessa valaistuksen ohjauksella syntyisi lisää säästöjä. Tällöin myymälän ollessa kiinni voitaisiin valoja ohjata toimimaan esimerkiksi 50 %:n teholla. Saneerauskohteissa tämä on kuitenkin kallis lisäys, sillä usein valaisimet tarvitsevat ohjaustiedon kaapelia pitkin. Tämän vuoksi valaisimille pitäisi lisätä uudet kaapelit. Kiinteistöpäällikkö Janne Vähätiiton mukaan HalpaHallilla ei ole tällä hetkellä aikomuksena alkaa lisätä kaapelointia myymälöihin, joten en huomionnut valaistuksen ohjauksen vaikutuksia tässä työssä.

9.2 Valaistuksen sijoittelu

Valaistuksen sijoittelua muuttamalla ei saatu huomattavaa eroa valaistusvoimakkuuteen. Vaikutus on oleellinen lähinnä käytännön kannalta, jos valaisimien paikkaa täytyy siirtää tulevaisuudessa.

Esimerkkikohteeseen 1 on tekeillä laajennus, jonka myötä myymälän tilat muuttuvat oleellisesti. Valaistuksesta syntyy ongelma tässä vaiheessa. Siinä missä oli ennen liikuttavia vaaterekkejä, tulee nyt elintarvikkeille tilaa. Todennäköistä on se, etteivät valaisimet ole muutoksen jälkeen optimaalisessa paikassa, vaan tulee paikkoja, joissa valaistusvaatimukset eivät enää täyty.

9.3 Jatkokehitys

Mietittäessä myymälöiden valaistuksen modernisointia, on kannattavaa tarkastella jokaista kohdetta yksilönä. Se mikä toimii yhdessä myymälässä, ei välttämättä ole optimaalisin ratkaisu toisessa. Jos halutaan nopeaa takaisinmaksuaikaa, se ei välttämättä ole pitkän tarkasteluajan puitteissa edullisin.

LÄHTEET

1. SFS-EN 12464-1. 2011. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
2. Wikipedia. Loistelamppu. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Loistelamppu>. Hakupäivä 10.4.2019.
3. Wikipedia. LED-valoputki. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/LED-valoputki>. Hakupäivä 10.4.2019.
4. Valostore. LED-loisteputki Valtavalo ELITE G2, 150 cm. Saatavissa: https://www.valostore.fi/tuote/led_loisteputki_elite_g2_150_cm/. Hakupäivä 10.4.2019.
5. Valonetti. Lamppuinfoa. Saatavissa: <http://www.valonetti.fi/lamppuinfoa-i-56.html> Hakupäivä 10.4.2019.
6. Valotorni. Loisteputkien pituudet. Saatavissa: <https://www.valotorni.fi/category/570/loisteputkien-pituudet>. Hakupäivä 18.4.2019
7. Tukes. Opas kodin sähköturvallisuudesta. Saatavissa: https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Kodin_sahkoturvallisuus_web.pdf. Hakupäivä 29.4.2019
8. Ensto. Valaistus. Saatavissa: <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1228387313247/1228397989485/1228466172500/1228466184840.html>. Hakupäivä 30.4.2019