



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TUOTANTOTILOJEN VALAISTUKSEN ENER- GIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Jani Vasenius

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

VASENIUS, JANI:

Tuotantotilojen valaistuksen energiatehokkuuden parantaminen

Opinnäytetyö 27 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Joulukuu 2018

Tässä opinnäytetyössä laskettiin Kyrel Oy:n tuotantotilojen perusvalaistuksen uusimista varten kustannuslaskelma. Laskelmassa selvitettiin muutamasta eri valaisinvaihtoehdon ja valaistuksen ohjauksen kombinaatiosta kustannustehokkain vaihtoehto. Samalla selvitettiin saatujen tulosten perusteella muutoksen takaisinmaksuaika.

Valaisinvaihtoehdoiksi laskentaa varten valittiin alkuperäinen loisteputkivalaisin kunnostettuna, alkuperäinen valaisin muutettuna LED-putkille sopivaksi, LED-putkivalaisin ja LED-valaisin. Valaistuksen ohjausvaihtoehtoina käytettiin päälle-pois -ohjausta, läsnäolotunnistusta ja ilmastoinnin mukaan säätyvää ohjausta.

Laskennassa käytettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa. Lähtötietojen perusteella laskettiin alkukustannukset, energian kulutuksen kustannukset ja huoltoon liittyvät kustannukset ajan suhteen. Laskujen tulokset taulukoitiin ja niistä piirrettiin 12 eri kuvaajaa ajan suhteen. Yhtenä vaihtoehtona oli alkuperäisen valaistuksen kuvaaja, johon muita verrattiin.

Valinnassa annettiin myös painoarvoa sille vaihtoehdolle, joka oli edullisin alkukustannuksiltaan. Tulosten perusteella uudeksi valaisinvaihtoehdoksi valittiin LED-valaisin, jota ohjattiin ilmanvaihtokoneen ohjauksen mukaan. Se oli kustannuksiltaan edullisin vaihtoehto pitkällä aikavälillä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

VASENIUS, JANI:

Improving the energy efficiency of lighting in a production facility
Bachelor's thesis 27 pages, appendices 7 pages
December 2018

This thesis is a cost calculation for the renovation of the basic lighting of Kyrel Oy's production facilities. The purpose of the calculation was to find cost-effective lighting and lighting control from a few different options. In the beginning, the repayment period of the change was determined on the basis of the results obtained.

The lighting options for the calculation were the repaired original fluorescent tube luminaire, the original luminaire modified for LED tubes, the LED tube luminaire and the LED luminaire. The lighting control options used were on/off control, presence detection, and air conditioning control.

The calculation was made by using the Microsoft Excel spreadsheet program. Initially, source data was searched. The initial cost, the cost of energy consumption and the cost of maintenance were calculated from the source data over the next 20 years. The results of the calculations were 12 different graph options over time. One graph was from the original lighting to which others were compared.

The final decision was also based on the option that presented the lowest-cost method of installation. On the basis of the results, LED luminaire controlled by air conditioning was chosen. It was the most cost-effective option in the long run.

Key words: industry, lighting, energy efficiency, calculation of costs

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TEORIA	7
2.1	Loisteputkivalaisin	7
2.2	LED valaisin.....	8
2.3	Loisteputkivalaisimen LED-muunnos.....	9
2.4	Laskennassa käytetyt kaavat	9
3	LASKENTA	12
3.1	Lähtötiedot	12
3.2	Laskennassa käytetyt valaisimet ja putket	13
3.3	Valaisimien sähkötehot eri alueilla	13
3.4	Käytönaika	14
3.5	Vuosittainen energiankulutus.....	15
3.6	Lamppujen elinikä.....	15
3.7	Alkukustannukset.....	16
3.8	Energiakustannukset.....	17
3.9	Lampunvaihdon kustannukset.....	17
3.10	Kokonaiskustannukset.....	17
3.11	Lopputulokset.....	18
4	POHDINTA	19
	LÄHTEET	20
	LIITTEET	21
	Liite 1. TUKES, LED-valoputket loisteputkien korvaajina.	21
	Liite 2. Kyrel, Kyrel tasopiirustus 1_100 Hyllyt valaisimet ja kiskot	26
	Liite 3. Purso, SNEP-tuotekortti-S-850-P1S-44-S-70-8-0-0-4-SJK1	27

LYHENTEET JA TERMIT

CE-merkintä	CE-merkinnällä valmistaja takaa varmistaneensa, että laite täyttää EU:n sille asettamat turvallisuutta, terveyttä, ympäristöä, kuluttajansuojaa ja energiatehokkuutta koskevat vaatimukset
IV-kone	Ilmanvaihtokone
LED	Light emitting diode
SMD	Surface-mount device, tässä työssä tarkoitetaan pintaliitostekniikalla toteutettujen tuotteiden tuotantoaluetta
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
UV-säteily	Ultraviolettisäteily

1 JOHDANTO

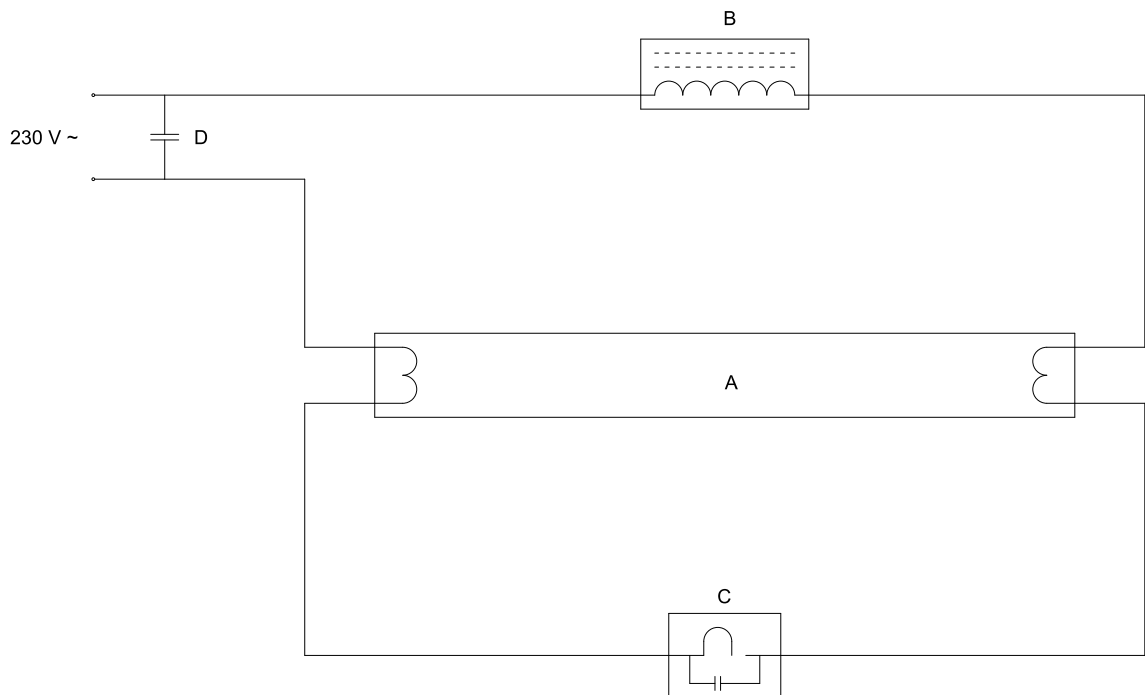
LED valaistus on tulossa kovaa vauhtia korvaamaan perinteisen valaistustekniikan. Vaikka LED valaistuksen hankintahinta on vielä korkea, sen avulla saadaan silti kustannussäästöjä valaistuksen energiankulutuksen ja lamppujen eliniän kautta.

Työn tilaaja Kyrel Oy on Hämeenkyrössä toimiva elektroniikan sopimusvalmistaja. Työssä on tavoitteena laskea kustannussäästöjä tuotantotilojen yleisvalaistuksen uusimista varten. Vanha valaistus oli rakennettu 1990-luvulla loisteputkivalaisimilla tehtaan valmistumisen aikaan. Suurin osa valaisimien liitännälaitteista oli toteutettu perinteisesti magneettisella kuristimella. Ajan saatossa tehdasta oli laajennettu ja valaistusta osittain uusittu käyttäen valaisimissa elektronista liitännälaitetta.

2 TEORIA

2.1 Loisteputkivalaisin

Alkutilanteessa, kun valaisimeen ei vielä ole kytketty jännitettä, on kuvan 1 mukainen kytkentä. Sytyttimen kaksoismetallikärjet ovat auki ja loisteputki ei johda sähköä päästä päähän. (Halonen & Lehtovaara 1992, 293)



KUVA 1. Loisteputkivalaisimen kytkentäkaavio. A loisteputki, B kuristin, C sytytin, D kondensaattori

Kun valaisimeen kytketään verkkovirta, sytyttimen sisällä kaasussa tapahtuu sähköpurkaus, jolloin sytyttimen kärjet menevät lämmön vaikutuksesta kiinni ja virta alkaa piirissä kulkea. Loisteputken päissä olevat lämmitysvastukset höyrystävät elohopean. Kuristimen rautasydämeen syntyy magneettikenttä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 208, 291-294)

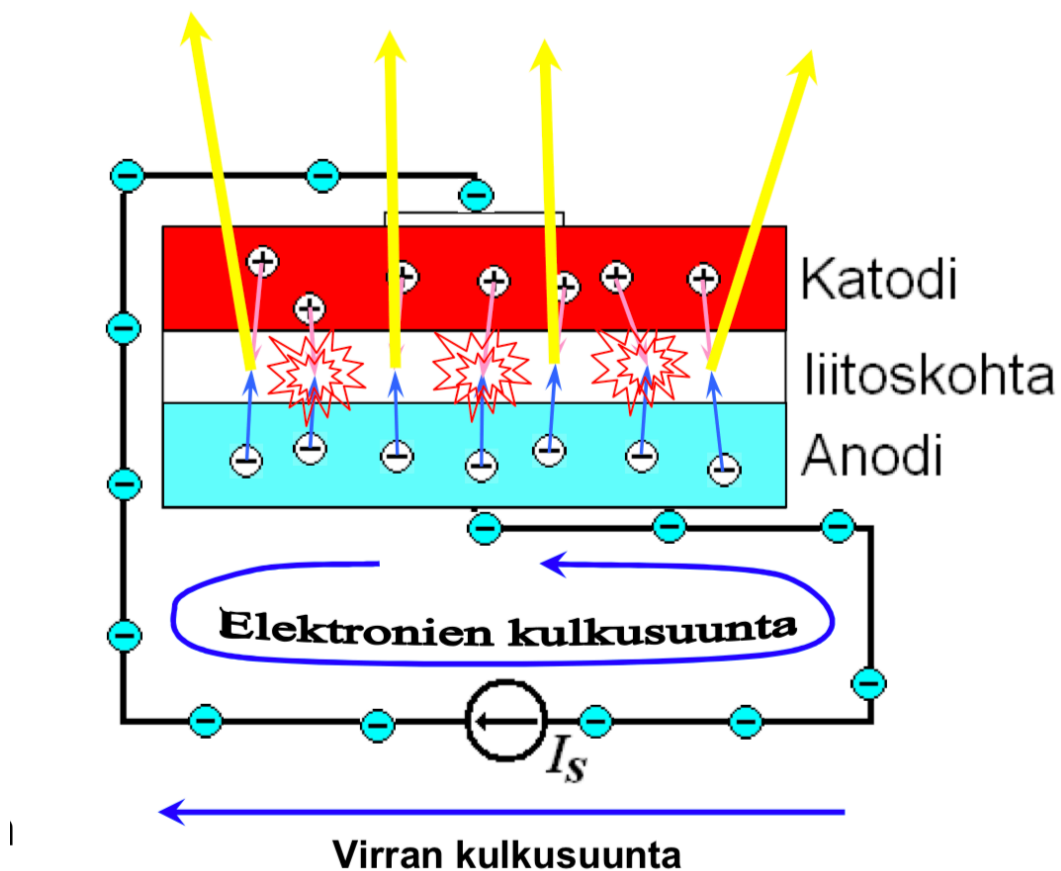
Hetken kuluttua sytyttimen jäähtyessä kärjet aukeavat. Kuristimessa tapahtuu silloin itseinduktio. Jännite loisteputkessa nousee niin suureksi (600 – 1500 V), että putkessa tapahtuu sähköpurkaus. Elohopea putkessa höyrystyy ja muodostaa virtapiirin. Virta alkaa kulkea loisteputken kautta. Kuristimen tehtäväksi jää virran rajoittaminen sopivaksi. (Halonen & Lehtovaara 1992, 207, 289-294)

Elohopea-atomit vuorotellen virittyvät ja palaavat perustasolle, jolloin ne alkavat emittoimaan UV-säteilyä. UV-säteily muutetaan näkyväksi valoksi loisteputken sisäpinnassa olevalla fluoresoivalla materiaalilla. Sen koostumuksella saadaan säädeltyä loisteputken värisävyä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 204-207)

Kondensaattorin tehtävä on kompensoida valaisimen kuluttamaa loistehoa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 292)

2.2 LED valaisin

LED-valaisin koostuu useasta pienestä LED-puolijohdekomponentista. Kun komponenttien läpi johdetaan päästösuuntainen sähkövirta, se kuljettaa elektroneja ja elektroniaukkoja kohti liitosrajapintaa. Rajapinnassa aukot ja elektronit kohtaavat, jolloin elektronit siirtyvät alemmalle energiatasolle (KUVA 2). Silloin vapautuu energiaa, joka osittain emittoituu valoksi ja osittain lämpöenergiaksi (Tetri 2010).



KUVA 2. LED toimintaperiaate (Tetri 2010).

LED-loisteputkessa tai -valaisimessa tarvitaan myös liitäntälaitte, joka muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi. Liitäntälaitteen elektroniikalla rajoitetaan LED-komponenteille kulkeva virta sopivaksi. (Ensto 2009).

2.3 Loisteputkivalaisimen LED-muunnos

Sähkötöiden tekeminen Suomessa on säänneltyä toimintaa, jota valvoo sähköturvallisuusviranomaisen (TUKES). Heidän sivustoltaan löytyy ohjeet loisteputkivalaisimen LED-muunnokseen (Liite 1), johon LED valaisinvalmistaja Valtavalon ohje pohjautuu (Valtavallo 2016). Loisteputkivalaisin muuntamisessa LED-putkivalaisimeksi pitää ottaa monia asioita huomioon. Markkinoilla on retrofit LED-valoputkia ja LED-valoputki muunnossarjoja.

Retrofit LED-valoputket voidaan asentaa ilman valaisimeen tehtäviä muutoksia, jolloin muunnostyö on ylläpitotyötä. Tällöin vain putket ja sytytin vaihdetaan (Valtavallo 2016). Retrofit muunnos ei kuitenkaan käy toteutettavaksi suuressa tehdassalissa, jossa valaisimia on paljon samassa syötössä. Valaisimen tehokerroin muuttuu merkittävästi kapasitiivisen puolelle johtuen valaisimissa olevista kompensointikondensaattoreista. Silloin alkuperäisten johdotusten virrankesto saattaa olla alimitoitettu (Ylimannila, 2011).

Muunnossarjassa vanhaan valaisimeen tehdään sisäisiä muutoksia, jolloin asennuksen turvallisuus tulee aina varmistaa. Tehtyjen muutoksien jälkeen alkuperäinen valmistaja ei ole enää vastuussa valaisimesta. Valtavalon ohjeen mukaan muutostyön voi tehdä kolmas taho. Vastuu turvallisuudesta ja vaatimustenmukaisuudesta siirtyy tällöin Valtavalolle. CE-merkintää ei kuitenkaan tarvitse tehdä, jos muunnettua valaisinta ei myydä eteenpäin. (Valtavallo 2016).

2.4 Laskennassa käytetyt kaavat

Alueen kokonaistehon P_{alue} laskennassa käytettiin kaavaa

$$P_{alue} = n_{alue} \cdot P_1, \quad (1)$$

jossa n_{alue} on alueella olevien valaisinputkien lukumäärä ja P_l on yhden valaisinputken teho.

Vuotuinen sähköenergian kulutus E_{alue} tietyllä ohjaustavalla laskettiin kaavalla

$$E_{alue} = P_{alue} \cdot t_{alue} \quad (2)$$

jossa P_{alue} on alueen kokonaisteho ja t_{alue} on käytönaika ohjaustavan mukaan.

Putkilampun elinikä vuosina t_{putki} tietyllä ohjausvaihtoehdolla voitiin laskea kaavalla

$$t_{putki} = \frac{t_l}{\frac{t_{ka}}{a}}, \quad (3)$$

jossa t_l on yhden valaisimen elinikä keskimäärin tunteina ja t_{ka}/a on valaisimen vuosittainen käytönaika.

Energiakustannus ajan suhteen $k_{energia}(t)$ voitiin laskea kaavalla

$$k_{energia}(t) = t \cdot E_{vuosi} \cdot k_{sähkö}, \quad (4)$$

jossa E_{vuosi} on vuosittainen energiankulutus tietyllä valaisin- ja ohjausvaihtoehdolla ja $k_{sähkö}$ on sähköenergian keskimääräinen vuosittainen hinta.

Vaihdettavien lamppujen lukumäärä tietyllä alueella kuluneen ajan suhteen $n_{vl}(t)$ voitiin laskea kaavalla

$$n_{vl}(t) = n_{alue} \cdot \left(\left(\frac{t}{t_{putki}} \right) \in \mathbb{Z} \right), \quad (5)$$

jossa n_{vl} on vaihdettavien putkien lukumäärä, n_{alue} on laskettavalla alueella olevien putkien lukumäärä ja t_{putki} on putken elinikä vuosina.

Kokonaisvaihtokustannukset putkille ajan suhteen $k_{pv}(t)$ tietyllä ohjauksella voitiin laskea kaavalla

$$k_{pv}(t) = (k_{putki} + k_{pv_työ}) \cdot \sum n_{vl}(t)_{alue_i}, \quad (6)$$

jossa k_{putki} on vaihdettavan putken hinta, $k_{pv_työ}$ on putken vaihtotyön hinta ja n_{vl} on vaihdettavien lamppujen lukumäärä tietyn ajan kuluttua

Kokonaiskustannukset ajan suhteen $k_{kok}(t)$ voitiin laskea kaavalla

$$k_{kok}(t) = k_{alkukustannus} + k_{energia}(t) + k_{pv}(t) \quad (7)$$

3 LASKENTA

Työssä laskettiin valaistuksen kustannukset neljällä eri vaihtoehdolla. Ensimmäisessä vaihtoehdossa vanhat valaisimet kunnostettiin ja käytettiin uusia loisteputkia. Toisessa vaihtoehdossa vanhat valaisimet kunnostettiin ja muutettiin LED-valaisimille sopiviksi. Putkina käytettiin Valtavalon LED-putkia. Kolmannessa vaihtoehdossa käytettiin Valtavalon Teva Slim valaisimia ja LED-putkia. Neljännessä vaihtoehdossa käytettiin Purson Snep LED-valaisimia.

Lisäksi laskettiin kustannukset kolmella eri ohjaustavalla. Yhdeksi vaihtoehdoksi otettiin nykyään Kyrel Oy:ssä käytetty ON/OFF ohjaus, jolloin valaistus on käytännössä koko ajan päällä. Toiseksi vaihtoehdoksi otettiin liiketunnistusohjaus. Siinä valaistus ohjautuu suoraan sen mukaan, kuinka ihmiset liikkuvat eri tuotantotilojen alueilla. Kolmantena vaihtoehtona valaistus säätyi ilmanvaihdon ohjauksen mukaan. Silloin valaistusta ohjataan myös sen mukaan, kuinka ihmiset sijoittuvat eri alueille tuotantotiloissa.

3.1 Lähtötiedot

Kyreliltä saatiin tuotantotilojen valaistuksen tasopiirustus (Liite 2), josta selvisi valaisimien lukumäärä sekä montako putkea yhdessä valaisimessa oli (TAULUKKO 1). Rakennusta oli aikojen saatossa laajennettu ja valaisimien lukumäärää muutettu, joten kuvien paikkansa pitävyys käytiin tarkistamassa visuaalisesti.

TAULUKKO 1. Valaisinputkien lukumäärät laskennassa.

	Loisteputki	LED muunnossarja	LED Teva Slim	Snep Linear S
	Putkia	Putkia	Putkia	Putkia
Alue	(kpl)	(kpl)	(kpl)	(kpl)
Asiakas 1	136	136	204	68
Leimaus	4	4	6	2
Asiakas 2	58	58	87	29
Toimistokylä	54	54	81	27
Asiakas 3	84	84	126	42
Asiakas 4 / SMD	120	120	180	60
SMD	160	160	240	80
IV-kone /7	12	12	18	6
Varasto	64	64	96	32

Tuotantotilat jaettiin eri alueisiin. Alueet valittiin pääosin sähkönsyötön mukaan, jolloin voitiin käyttää mahdollisimman paljon vanhaa johdotusta uusien valaisimien asennuksessa. Jakamisessa otettiin huomioon tuotantoalueiden sijoittuminen tuotantotilassa. Alueiden avulla pystyttiin laskemaan helpommin läsnäolotunnistimien vaikutus sähkön kulutukseen työvuorojen mukaan – sillä alueella, jossa työskenneltiin, tarvittiin valoa.

3.2 Laskennassa käytetyt valaisimet ja putket

Valtavalon kotisivuilta saatiin tietoa LED-putkista (Valtavallo 2018a) ja Teva Slim valaisinrungosta (Valtavallo 2018b). Purson Snep Linear S -valaisimen tiedot saatiin laatimalla tuotekortti valaisimen kotisivulla (Purso 2018; Liite 3). Näistä dokumenteista kerättiin laskennassa tarvittavia lähtötietoja taulukkoon (TAULUKKO 2).

TAULUKKO 2. Laskennassa käytettyjä lähtötietoja.

Laskentatietoja	hinta (€)	Käyttöikä (h)	Teho (W)
Sähkön hinta / kWh	0,07		
Putken vaihtotyö	10		
Valaisimen vaihtotyö	100		
Valaisimen kunnostustyö + tarvikkeet	100		
Teva slim runko hankintahinta	100		
Loisteputki hankintahinta	4,26	15000	58
Valtavallo LED-putki hankintahinta	72,5	125000	28
Snep Linear S valaisin hankintahinta	200	100000	68

3.3 Valaisimien sähkötehot eri alueilla

Valaisinten kuluttamat kokonaistehot saatiin laskettua eri alueilla kaavalla (1), kun tiedettiin yhden valaisimen kuluttama teho ja valaisinten lukumäärä kyseisellä alueella. Tiedot koottiin taulukkoon (TAULUKKO 3). Esim. laskettaessa alueelle SMD loisteputki-valaisimien teho on

$$P_{SMD} = 160 \cdot 58 \text{ W} = 9280 \text{ W} \approx 9,3 \text{ kW}.$$

TAULUKKO 3. Valaisinvaihtoehtojen kokonaistehot alueittain.

Alue	Valaisinteho (kW)			
	Loisteputki	LED muunnossarja	LED Teva Slim	Snep Linear S
Asiakas 1	7,9	3,8	5,7	4,6
Leimaus	0,2	0,1	0,2	0,1
Asiakas 2	3,4	1,6	2,4	2,0
Toimistokylä	3,1	1,5	2,3	1,8
Asiakas 3	4,9	2,4	3,5	2,9
Asiakas 4 / SMD	7,0	3,4	5,0	4,1
SMD	9,3	4,5	6,7	5,4
IV-kone /7	0,7	0,3	0,5	0,4
Varasto	3,7	1,8	2,7	2,2
yhteensä	40,1	19,4	29,1	23,5

3.4 Käytönaika

Arvioitiin valaistusalueiden käytönajat ja koottiin tiedot yhteen (TAULUKKO 4). Ensimmäisenä ohjausvaihtoehtona oli ON / OFF -tyylinen ohjaus. Siinä valot laitettiin päälle aamulla, ja sammutettiin illalla. Käytännössä kuitenkin valot olivat arkena yötä päivää päällä.

TAULUKKO 4. Valaisimien vuotuiset käytönajat ohjausvaihtoehtojen mukaan.

Alue	1/0				Läsnäolotunnistus				IV-alue	
	Vuodessa (x/52)	Viikossa (x/7)	päivässä (x/24)	Yhteensä (h/a)	Vuodessa (x/52)	Viikossa (x/7)	päivässä (x/24)	Yhteensä (h/a)	IV alue	Yhteensä (h/a)
Asiakas 1	52	5	24	6240	52	5	8	2080	IV9	2860
Leimaus	52	5	24	7200	52	5	24	7200	IV9	2860
Asiakas 2	52	5	24	6240	52	5	8	2080	IV9	2860
Toimistokylä	52	5	24	6240	52	5	11	2860	IV9	2860
Asiakas 3	52	5	24	6240	52	5	11	2860	IV5	7200
Asiakas 4 / SMD	52	5	24	7200	52	5	24	7200	IV5	7200
SMD	52	5	24	7200	52	5	24	7200	IV6	7200
IV-kone /7	52	5	24	6240	52	5	24	6240	IV7	4160
Varasto	52	5	16	4160	52	5	16	4160	IV7	4160

Toisena valaistusohjauksena oli läsnäolotunnistus, jolloin valaistuksen ohjauksen arvioitiin toimivan työvuorojen mukaan. Valaistus oli päällä sen mukaan, millä alueella ihmisiä työskenteli. Käytönajan määrittämistä varten käytiin haastattelemassa työnjohtajaa.

Kolmas vaihtoehto oli eri alueille vaikuttavan ilmanvaihtokoneen mukaan ohjattava valaistuksen ohjaus. Käytönaika määräytyi ilmanvaihtokoneen alueella pisimpään käytössä olevan työskentelyalueen työvuorojen mukaan.

3.5 Vuosittainen energiankulutus

Kun tiedettiin alueiden valaisintehot ja käytönaika, pystyttiin laskemaan vuosittainen sähköenergian kulutus (TAULUKKO 5) kaavalla (2). Esim. alueen SMD loisteputkivalaisimen vuosittainen energiankulutus ohjauksella 1/0 on

$$E_{SMD} = 9,3 \text{ kW} \cdot 7200 \text{ h} = 66816 \text{ kWh.}$$

TAULUKKO 5. Energiankulutukset vuodessa valaisimen ja ohjauksen mukaan alueilla.

Energia/vuosi	Loisteputki			LED muunnossarja		
	1/0 (kWh)	Läsnäolotunnistus (kWh)	IV-alue (kWh)	1/0 (kWh)	Läsnäolotunnistus (kWh)	IV-alue (kWh)
Asiakas 1	49221	16407	22560	23762	7921	10891
Leimaus	1670	1670	664	806	806	320
Asiakas 2	20991	6997	9621	10134	3378	4645
Toimistokylä	19544	8958	8958	9435	4324	4324
Asiakas 3	30401	13934	35078	14676	6727	16934
Asiakas 4 / SMD	50112	50112	50112	24192	24192	24192
SMD	66816	66816	66816	32256	32256	32256
IV-kone /7	4343	4343	2895	2097	2097	1398
Varasto	15442	15442	15442	7455	7455	7455
Yhteensä	258541	184679	212145	124813	89155	102415

Energia/vuosi	LED Teva Slim			Snep Linear S		
	1/0 (kWh)	Läsnäolotunnistus (kWh)	IV-alue (kWh)	1/0 (kWh)	Läsnäolotunnistus (kWh)	IV-alue (kWh)
Asiakas 1	35642,88	11880,96	16336,32	28853,76	9617,92	13224,64
Leimaus	1209,6	1209,6	480,48	979,2	979,2	388,96
Asiakas 2	15200,64	5066,88	6966,96	12305,28	4101,76	5639,92
Toimistokylä	14152,32	6486,48	6486,48	11456,64	5250,96	5250,96
Asiakas 3	22014,72	10090,08	25401,6	17821,44	8168,16	20563,2
Asiakas 4 / SMD	36288	36288	36288	29376	29376	29376
SMD	48384	48384	48384	39168	39168	39168
IV-kone /7	3144,96	3144,96	2096,64	2545,92	2545,92	1697,28
Varasto	11182,08	11182,08	11182,08	9052,16	9052,16	9052,16
Yhteensä	187219,2	133733,04	153622,56	151558,4	108260,08	124361,12

3.6 Lamppujen elinikä

Lamppujen eliniästä ja käytönajasta saatiin laskettua lamppujen elinikä vuosina kaavalla (3). Laskutulokset taulukoitiin (TAULUKKO 6). Esim. alueen SMD loisteputkilampun keskimääräinen elinikä vuosina ohjauksella 1/0 on

$$t_{SMD} = \frac{15000 \text{ h}}{7200 \text{ h/a}} \approx 2,0833 \text{ a} \approx 2,1 \text{ a.}$$

TAULUKKO 6. Valaisimien elinikä vuosina.

Elinikä (a) Alue	1/0			
	Loisteputki	LED muunnossarja	LED Teva Slim	Snep Linear S
Asiakas 1	2,4	20,0	20,0	16,0
Leimaus	2,1	17,4	17,4	13,9
Asiakas 2	2,4	20,0	20,0	16,0
Toimistokylä	2,4	20,0	20,0	16,0
Asiakas 3	2,4	20,0	20,0	16,0
Asiakas 4 / SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
IV-kone /7	2,4	20,0	20,0	16,0
Varasto	3,6	30,0	30,0	24,0

Elinikä (a) Alue	Läsäolotunnistus			
	Loisteputki	LED muunnossarja	LED Teva Slim	Snep Linear S
Asiakas 1	7,2	60,1	60,1	48,1
Leimaus	2,1	17,4	17,4	13,9
Asiakas 2	7,2	60,1	60,1	48,1
Toimistokylä	5,2	43,7	43,7	35,0
Asiakas 3	5,2	43,7	43,7	35,0
Asiakas 4 / SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
IV-kone /7	2,4	20,0	20,0	16,0
Varasto	3,6	30,0	30,0	24,0

Elinikä (a) Alue	IV-alue			
	Loisteputki	LED muunnossarja	LED Teva Slim	Snep Linear S
Asiakas 1	5,2	43,7	43,7	35,0
Leimaus	5,2	43,7	43,7	35,0
Asiakas 2	5,2	43,7	43,7	35,0
Toimistokylä	5,2	43,7	43,7	35,0
Asiakas 3	2,1	17,4	17,4	13,9
Asiakas 4 / SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
SMD	2,1	17,4	17,4	13,9
IV-kone /7	3,6	30,0	30,0	24,0
Varasto	3,6	30,0	30,0	24,0

3.7 Alkukustannukset

Valaisimien vaihdon alkukustannukset vaihtelivat eri valaisinvaihtoehtoilla. Loisteputkilampulla alkukustannuksiksi laskettiin valaisimen vaihtotyö ja valaisimen kunnostustyö. Summaksi saatiin 69200 €. LED-muunnossarjalla olevassa vaihtoehdossa oli taas

valaisimen vaihtotyö, valaisimen kunnostustyö, putken vaihtotyö ja uuden LED-putken hinta. Näiden summaksi saatiin laskettua 126290 €. Teva Slim valaisinrungolla varustettujen valaisimien alkukustannuksiin vaikuttivat valaisimen vaihtotyö, Teva Slim rungon hinta, putkien vaihtohinta ja LED-putken hinta. Yhteensä näistä tuli 154835 €. Snep Linear S valaisimeen taas vaikuttivat valaisimen vaihtotyö ja valaisimen hinta. Yhteensä 103800 €.

3.8 Energiakustannukset

Energiakustannus tietyn ajan kuluessa voitiin laskea kaavalla (4). Esim. Energiakustannus loisteputkella 1/0 ohjauksella 10 vuoden kuluttua voitiin laskea

$$k_{energia}(10) = 10 \text{ a} \cdot 258541 \text{ kWh/a} \cdot 0,07 \text{ €/kWh} = 173730 \text{ €}.$$

3.9 Lampunvaihdon kustannukset

Lampunvaihdon kustannukset vaihtelivat eri alueilla käytönajan ja eri lamppuvaihtoehtojen eliniän mukaan. Laskennassa käytettiin kaavoja (5) ja (6). Saadut tulokset taulukoitiin. Esim. jos aikaa oli kulunut 3 vuotta, voitiin vaihdettavien 1/0 ohjauksella olevien loisteputkien vaihtokustannukset laskea

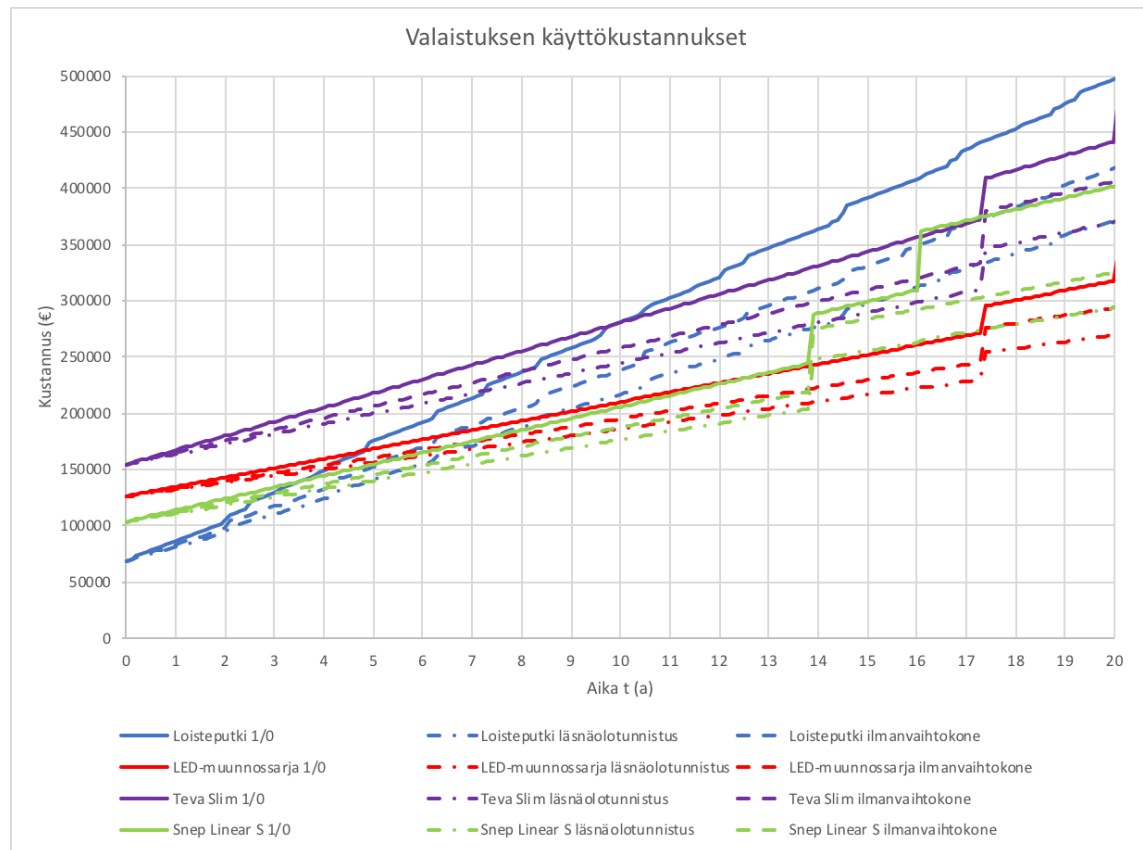
$$k_{pv}(10) = (4,26 \text{ €} + 10\text{€}) \cdot \left(\left(136 \cdot \frac{10}{2,4}\right) + \left(4 \cdot \frac{10}{2,1}\right) + \left(58 \cdot \frac{10}{2,4}\right) + \left(54 \cdot \frac{10}{2,4}\right) + \left(84 \cdot \frac{10}{2,4}\right) + \left(120 \cdot \frac{10}{2,1}\right) + \left(160 \cdot \frac{10}{2,1}\right) + \left(12 \cdot \frac{10}{2,4}\right) + \left(64 \cdot \frac{10}{3,6}\right) \right) \approx 37646 \text{ €}.$$

3.10 Kokonaiskustannukset

Lopulta kokonaiskustannukset ajan suhteen voitiin laskea kaavalla (7). Esim. kokonaiskustannukset 10 vuoden kuluttua loisteputkivalaisimella 1/0 ohjauksella valaistus kustantaisi

$$k_{kok}(10) = 69200 \text{ €} + 173730 \text{ €} + 37646 \text{ €} = 280577 \text{ €}.$$

Kokonaiskustannukset laskettiin taulukkolaskennalla ja taulukoitiin 0,1 vuoden välein 100 vuoden ajalle. Näin voitiin piirtää kokonaiskustannuksista kuvaaja niin kuin haluttiin. Tähän työhön tulostettiin kuvaaja aikaväliltä 0 – 20 vuotta (KUVIO 1). Kuviosta voitiin määrittellä takaisinmaksuaika kuvaajien leikkauspisteistä. Esim. kun loisteputkivalaisimet 1/0 ohjauksella korvataan Snep Linear S valaisimilla 1/0 ohjauksella, takaisinmaksuaika on noin 3,5 vuotta.



KUVIO 1. Valaistuksen kokonaiskustannukset 20 vuoden ajalle.

3.11 Lopputulos

Näiden tulosten perusteella voidaan suositella vaihtamaan vanhat loisteputkilamput Purson Snep Linear S LED-valaisimeen, jota ohjataan ilmanvaihdon ohjauksen mukaan. Silloin takaisinmaksuaika on noin 3 vuotta.

4 POHDINTA

Laskennassa käytettiin Microsoftin Excel taulukkolaskentaa, joka toi omat haasteensa datamäärän kasvaessa yllättävän suureksi. Varsinkin käytönaikojen vaihtelu eri alueilla aiheutti valaisimien eliniässä suurta vaihtelua. Tämä taas kasvatti laskennan datamäärää. Olisi ehkä ollut helpompi käyttää Matlab:ia tai jotain muuta vastaavaa ohjelmaa.

LED-muutossarja on energiatehokkuudessa voittaja tässä laskennassa. Kuitenkin sen valoteho saattaa jäädä hieman matalaksi verrattuna muihin LED-vaihtoehtoihin. Lisäksi muutossarjassa tulee vastaan vastuukysymykset muutetusta valaisimesta. Sillä hetkellä, kun tämä opinnäytetyö aloitettiin, siirtyi TUKES:in ohjeen mukaan vastuu valaisinvalmistajalta LED-putkivalmistajalle. Kytöntämuutoksen voi tehdä ilman CE-merkintää, jos valaisin tulee omaan käyttöön. Kuitenkin TUKES:in ohjetta oltiin päivittämässä marraskuun alkupuolella ja ohje oli kadonnut heidän nettisivultaan. Opinnäytetyön valmistamisen aikana ei ole tietoa minkälaisia muutoksia ohjeeseen on tulossa.

Teva Slim valaisimessa saa kätevästi säädeltyä valotehokkuutta asennettujen putkien lukumäärällä. Kuitenkin kolme putkea asennettuna rinnakkain se myös kuluttaa energiaa enemmän ja silloin kustannukset nousevat. Näin myös putkien vaihto tulee kalliimmaksi niiden lukumäärän ollessa suurempi. Nämä asiat nostavat käyttökustannuksia sen verran, että Teva Slim ei ole paras vaihtoehto.

Snep Linear S on hyvä valinta. Sen aloituskustannukset ovat matalat ja energiatehokkuus on kohdallaan. Myös valaisimen valotehokkuus on erittäin hyvä, jopa alkuperäistä loisteputkivalaisinta (uusilla putkilla) parempi. Kuitenkin pieni miinus tulee valaisimen eliniän päättyessä. Uuden valaisimen vaihto on aika kallista verrattuna LED-putkivalaisimiin.

Tästä laskelmasta saisi vielä tarkemman, kun pyytää valaisimista ja niiden asennuksesta hyvät tarjoukset. Nyt tehdyt laskelmat perustuvat suurelta osin sähkötukkujen listahintoihin.

LÄHTEET

Halonen, L. & Lehtovaara, J. 1992. Valaistustekniikka. Tekijät ja Otatieto Oy

Tetri, E. 2010. Mitä ledi on ja mitkä ovat sen edut ja haitat? Luettu 18.11.2018.
http://www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf

Ensto. 2009. LED. Luettu 18.11.2018.
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1233229692599/1233229715150.html>

Purso. 2018. Snep Linear S 68W. Luettu 18.11.2018.
<https://linear.snep.fi>

Valtavallo. 2016. Loisteputkivalaisimen muutos LED-valoputkille sopivaksi (FIN). Luettu 18.11.2018.
https://valtavallo.fi/wpro/wp-content/uploads/2017/01/Loisteputkivalaisimen-muutos-LED-valoputkille-sopivaksi-FIN_2017-1.pdf

Valtavallo. 2018a. Valtavallo G4 tuotekortti (FIN)_v2.5. Luettu 18.11.2018.
https://valtavallo.fi/wpro/wp-content/uploads/2018/01/Valtavallo-G4-tuotekortti-FIN_v2.5.pdf

Valtavallo. 2018b. LED Teva Slim tuotekortti 2.1(FIN). Luettu 18.11.2018.
<https://valtavallo.fi/wpro/wp-content/uploads/2017/10/LED-Teva-slim-tuotekortti-2.1-FIN.pdf>

Ylimannila, J. 2011. LED-valolähteen asennusvaihtoehdot. Tietotekniikan koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

LIITTEET

Liite 1. TUKES, LED-valoputket loisteputkien korvaajina.



Muistio	1 (5)
28.4.2014	v1.1

LED-valoputket loisteputkien korvaajina

Tässä muistiossa käsitellään led-valoputkien käyttöön ja asennuksiin liittyviä vastuu- ja turvallisuuskysymyksiä. LED-valoputkien käyttöönottoon liittyy useita huomioon otettavia seikkoja. Led-putkiin ja niiden asennuksissa mahdollisesti tehtäviin valaisinmuutoksiin voi liittyä useita uusia turvallisuusriskejä sekä kuluttajille että sähköalan ammattilaisille.

Led-valoputkia käytetään pääasiassa T8 (T5)-loisteputkien korvaajina G13 (G5)-kantaisissa loisteputkivalaisimissa. Markkinoilla on myös erityisesti led-putkille suunniteltuja valaisimia, joihin asennetaan led-valoputkia ensiasennuksina. Led-valoputkien tyypillisiä käyttökohteita ovat mm. teolliset tuotantotilat, julkiset tilat, kaupat, varastot, parkkihallit, kylmätilat ja -laitteet. Pienempi ottotehoisilla led-valoputkilla pyritään saavuttamaan kustannussäästöjä valaistuksessa.

Led-valoputkiasennuksia tehtäessä pitää varmistua siitä, että tehtävä 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 annettujen ohjeiden mukaisesti.

Markkinoilla on lähinnä kahden tyyppisiä led-valoputkia: retrofit led-valoputkia ja led-valoputki-muutossarjoja (conversion kits). Retrofit led-valoputket voidaan asentaa olemassa oleviin loisteputkivalaisiin ilman tehtäviä muutoksia. Tämä asennustyö voidaan rinnastaa ylläpitotyöksi. Muutossarjoissa led-valoputken asentaminen puolestaan edellyttää alkuperäiselle loisteputkivalaisimelle ja sen komponenteille ohjeiden mukaisesti tehtäviä muutostöitä. Tällöin muutetun valaisimen ja uuden asennuksen turvallisuus pitää aina varmistaa.

Turvallisuus- ja
kemikaalivirasto

Helsinki
PL 66 (Opastinsilta 12 B)
00521 Helsinki

Tampere
Kalevantie 2
33100 Tampere

Rovaniemi
Valtakatu 2
96100 Rovaniemi

Vaihde 029 5052 000
www.tukes.fi
kirjaamo@tukes.fi
Y-tunnus 1021277-9

(jatkuu)

Retrofit led-valoputket (retrofit-asennukset)

Led-valoputki voi olla rakenteeltaan nk. retrofit tyyppiä. Retrofit led-valoputki voidaan asentaa loisteputkivalaisimeen ilman, että alkuperäiseen valaisimeen tarvitsee tehdä mitään muutoksia (ottaen huomioon valmistajan ilmoittamat mahdolliset putkimalli- ja valaisinkohdaiset rajoitukset). Retrofit asennustapaan soveltuvissa valaisimissa on tavallisesti magneettinen virranrajoitin eli kuristin. Retrofit-asennuksissa loisteputken syytyn pitää myös yleensä korvata nk. led-syöttimellä (oikosulkupalalla).¹

Markkinoilla olevien retrofit led -valoputkien tulee täyttää niille lainsäädännössä asetetut turvallisuutta ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset. Led-valoputkessa pitää olla CE-merkki valmistajan antamana vakuutuksena siitä, että led-valoputki täyttää kaikkien sitä koskevien direktiivien vaatimukset². Retrofit led-valoputken mukana pitää seurata seikkaperäiset turvallisuus-, asennus- ja käyttöohjeet, joiden mukaisesti toimien putken asentaminen ja käyttö on turvallista.

Retrofit led-valoputkille ei ole vielä olemassa niiden turvallisuutta koskevaa kansainvälistä (IEC) tai eurooppalaista (EN) standardia.³ Tämän vuoksi led-valoputkien valmistajien tulee varmistaa led-valoputkien turvallisuusominaisuudet soveltamalla voimassa olevia led-lamppu- ja valaisinstandardeja sekä erilaisia riskinarviointoja ja osoittamismenettelyitä käyttäen.⁴

Retrofit led -valoputkien pitää olla yhteensopivia loisteputkivalaisimissa käytettyjen standardinmukaisten loisteputkien kanssa erilaisten sovellettavissa olevien teknisten ominaisuuksien suhteen, kuten putken paino ja dimensiot, putken käyttölämpötila sekä useat sähköiset ja sähkömagneettiset ominaisuudet.

Jos ohjeiden mukaan suoritetuissa retrofit-asennuksissa ilmenee turvallisuusriskejä tai jos sähkömagneettiset häiriöt lisääntyvät retrofit led-valoputkien asentamisen jälkeen, vastuu tästä on sillä talouden toimijalla (valmistaja, maahantuojat, jakelija), joka on asettanut retrofit led-valoputket saataville markkinoilla.

Retrofit-asennustavassa alkuperäisen loisteputkivalaisimen CE-merkintä ja muut sertifiointimerkinnot pysyvät voimassa. Valaisin voidaan palauttaa loisteputkikäyttöön vaihtamalla ainoastaan led-syytyn takaisin loisteputken syyttimeksi.

¹ Loistelampun syyttimen korvaamista led-syöttimellä ei pidetä valaisimen rakenteen muuttamisena. Led-syyttimen käyttö ei kuitenkaan saa aiheuttaa turvallisuustason laskua eikä se voi olla uuden led-valoputkiasennuksen kannalta ainoa oleellinen turvakomponentti (sulakkeen sisältävä led-syytyn).

² Led-valoputkia koskevat pienjännitedirektiivi (2006/95/EY), EMC-direktiivi (2004/65/EY), RoHS-direktiivi (2011/65/EU) ja ekosuurinitteludirektiivi (2009/125/EY), joihin valmistajan laatimassa EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa tulee viitata.

³ Kansainvälinen standardointityö retrofit led-valoputkille (kaksikantaiset retrofit led-lampuille) on käynnissä IEC 62776: "Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications" (odotettu julkaisuajankohda noin 06/2014). Standardiehdotuksessa otetaan huomioon mm. retrofit led-putkien turvallisuus mahdollisissa erilaisissa vikatilanteissa ja "väärissä" asennuksissa.

⁴ Led-valoputkille sovellettavia eurooppalaisia turvallisuusstandardeja ovat mm. EN 60598-1, EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62031, EN 62560, EN 62493, EN 61195, EN 62471.

Led-valoputkimuutossarjat (conversion kits)

Led-valoputki voidaan toimittaa myös osana muutossarjaa (conversion kit). Muutossarja sisältää kaikki komponentit (esim. liitäntälaitteet, ohjauselektroniiikan, lampun pitimet ja johdotuksen) sekä yksityiskohtaiset asennus- ja testausohjeet, joiden avulla loisteputkivalaisin voidaan muuttaa toimivaksi led-valoputkivalaisimeksi. Muutossarjoissa led-valoputken asennus vaatii aina alkuperäisen loisteputkivalaisimen rakenteen muuttamista. Tällaisia muutoksia ovat mm. liitäntälaitteiden ja sisäisen johdotuksen muuttaminen, korvaaminen tai poistaminen. Tehtyjen muutosten jälkeen valaisimen alkuperäinen valmistaja ei enää ole vastuussa valaisimen turvallisuudesta tai muista ominaisuuksista. Myöskään alkuperäisen valmistajan valaisimiin laittamat arvokilpi, CE-merkintä ja muut sertifiointimerkinnot eivät enää ole voimassa.

Led-valoputkimuutossarjan markkinoille saattajan tulee varmistua siitä, että ohjeiden mukaisesti suoritettujen muutosten tuloksena syntyy turvallinen ja sähkömagneettisesti yhteensopiva led-valoputkivalaisin.⁵ Tehty muutostyö ei saa missään mielessä heikentää valaisimen turvallisuutta. Muutetun valaisimen tulee säilyä turvallisena, vaikka siihen vahingossa asennettaisiin T-tyypin loisteputki (loisteputken ei tarvitse toimia). Ohjeiden vastaisesti tehdyistä muutostöistä muutossarjan valmistaja ei ole vastuussa.

Led-valoputkimuutossarjan myyjän antamissa ohjeissa pitää olla tiedot niistä valaisintyypeistä, jotka soveltuvat ko. muutostyöhön. Ohjeissa tulee olla selkeästi mainittuna, että muutostyön voi tehdä vain sähköalan ammattilainen ja että valaisimiin pitää laittaa varoitus/merkintä siitä, että ne on muutettu led-valoputkikäyttöön.

⁵ Myöskään muutossarjojen led-valoputkille ei ole olemassa turvallisuusstandardia. Sarjojen valmistajien, maahantuojien ja jakelijoiden pitää varmistua siitä, että **ohjeiden** mukaisesti tehdyn muutostyön tuloksena syntynyt uusi kokonaisuus on turvallinen ja vaatimustenmukainen. Yleisesti led-valoputkimuutossarjoja koskevat samat vaatimukset kuin retrofit led-valoputkia.

Loisteputkivalaisimiin tehtävät muutokset

Asennettaessa led-valoputkia loisteputkivalaisimiin valaisinmuutoksia voidaan haluta tehdä myös käytettäessä retrofit-tyyppisiä led-valoputkia. Valaisinmuutoksia joudutaan usein tekemään myös käytettäessä muunlaisia erikseen myytäviä led-valoputkia (esim. led-valoputkivalaisimille tarkoitetut ensiasennus led-valoputket).

Esimerkiksi valaisimien magneettiset liitäntälaitteet poistamalla voidaan vähentää tehohäviöitä ja kompensointikondensaattorit poistamalla parantaa tehokerrointa. Tehtyjen muutostöiden myötä alkuperäisen valmistajan vastuu valaisimesta lakkaa, ja vastuu uuden valaisimen turvallisuudesta ja muusta vaatimustenmukaisuudesta siirtyy muutostyön tekijälle. Valaisimessa olevat merkinnät eivät myöskään ole enää voimassa ja ne tulee muutostyön tekijän korvata uusilla.

Jos jo käytössä olevien loisteputkivalaisimien omistaja tekee itse tai teettää tarvittavat muutokset valaisimen asennuspaikassa omalla vastuullaan eikä syntyneitä valaisimia siten saateta markkinoille (myydä tai muuten luovuteta edelleen), muutostyössä syntyneitä uusia valaisimia ei yleensä tarvitse CE-merkitä.⁶ Uusien valaisimien (tehtyjen muutostöiden) tulee olla Suomen sähköturvallisuuslainsäädännön vaatimusten mukaisia eli valaisimet on rakennettava ja valmistettava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle ja että ne eivät aiheuta sähkömagneettisesti häiriötä eikä niiden toiminta häiriinny sähkömagneettisesti. Tämä voidaan osoittaa suorittamalla muutetuille valaisimille tarvittavat käyttöönottomittaukset ja muut varmistukset.⁷ Muutettuihin valaisimiin pitää myös laittaa selkeä varoitus ja/tai merkintä siitä, että ne on muutettu led-valoputkikäyttöön. Samoin muutostyön tekijän tulee kiinnittää valaisimiin muutostyön suorittajan (vastuutahon) yhteystiedot ja uusi arvokilpi. Tehdyt muutokset ja mittaukset pitää dokumentoida ja luovuttaa valaisimien omistajalle. Muutostyö tulee teettää sähköalan ammattilaisella.

Jos uudet (muutetut) valaisimet saatetaan markkinoille (myydään, lainataan, vuokrataan, liisataan tai lahjoitetaan), muutosten tekijän (valmistajan) tulee suorittaa tai suorittuttaa uudelle valaisimelle kaikkien sitä koskevien direktiivien mukaiset vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt, laatia tekniset asiakirjat ja EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus sekä varustaa tuote uudella arvokilvellä ja CE-merkillä.

⁶ CE-merkintää ei tarvita, jos valaisinta voidaan pitää laitteenä, jonka vaikutus sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen on vähäinen eli yleensä silloin kun ne eivät sisällä aktiivisia elektronisia osia. Tällainen laite on esimerkiksi muutettu loisteputkivalaisin, jossa on (jäljellä) vain sisäinen johdotus ja lampun pitimet. Jos taas valaisimeen jää tai siihen asennetaan uusia aktiivisia komponentteja, uusi muutettu valaisin pitää CE-merkitä.

⁷ Osoittamiseen voidaan käyttää SFS-6000 sarjan asennusstandardeja ja SFS-EN-60598 sarjan valaisinstandardeja.

Led-valoputkiasennuksissa huomioitavaa

Led-valoputkien käyttäminen perinteisissä valaisimissa, jotka on alun perin suunniteltu tavallisille T-loisteputkille, voi johtaa siihen, että valaisimet tuottavat verkkoon huomattavassa määrin loistehoa (tehokerroin voi olla erittäin huono). Tämä voi pahimmillaan johtaa merkittävään kokonaisvirran kasvuun ja siten aiheuttaa valaisinryhmän johtimien lisälämpenemistä. Valaisimissa olevien kompensointikondensaattorien poistaminen parantaa useimmiten tilannetta (tehokerrointa), mutta tällöin tulee ottaa huomioon tehtävään valaisinmuutokseen liittyvät seikat. Erityisesti suurissa valaisinryhmissä on aina syytä varmistua siitä, että led-valoputkien käyttöönotto ei aiheuta ongelmia valaisinasennusten kokonaisturvallisuuteen ja että vaikutukset mahdollisiin keskitettyihin kompensointilaitteisiin myös selvitetään. Samoin on syytä varmistua siitä, että uusi asennus ei aiheuta lisääntyntä haitallista 3. yliaaltovirtaa nollajohtimeen. Asennuksissa pitää myös noudattaa mahdollisia led-valoputken valmistajan antamia lisäohjeita mm. yhteen ryhmään liitettävien led-valoputkien maksimäärän suhteen.

Lisätietoa

Eurooppalaisten markkinavalvontaviranomaisten suositus koskien T-tyyppisten led-valoputkien ja muutosvalaisimen turvallisuutta (en):

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/files/lvd-adco/recomm-led-replac-tubes_en.pdf

Turvallisuus- ja
kemikaalivirasto

Helsinki
PL 66 (Opastinsilta 12 B)
00521 Helsinki

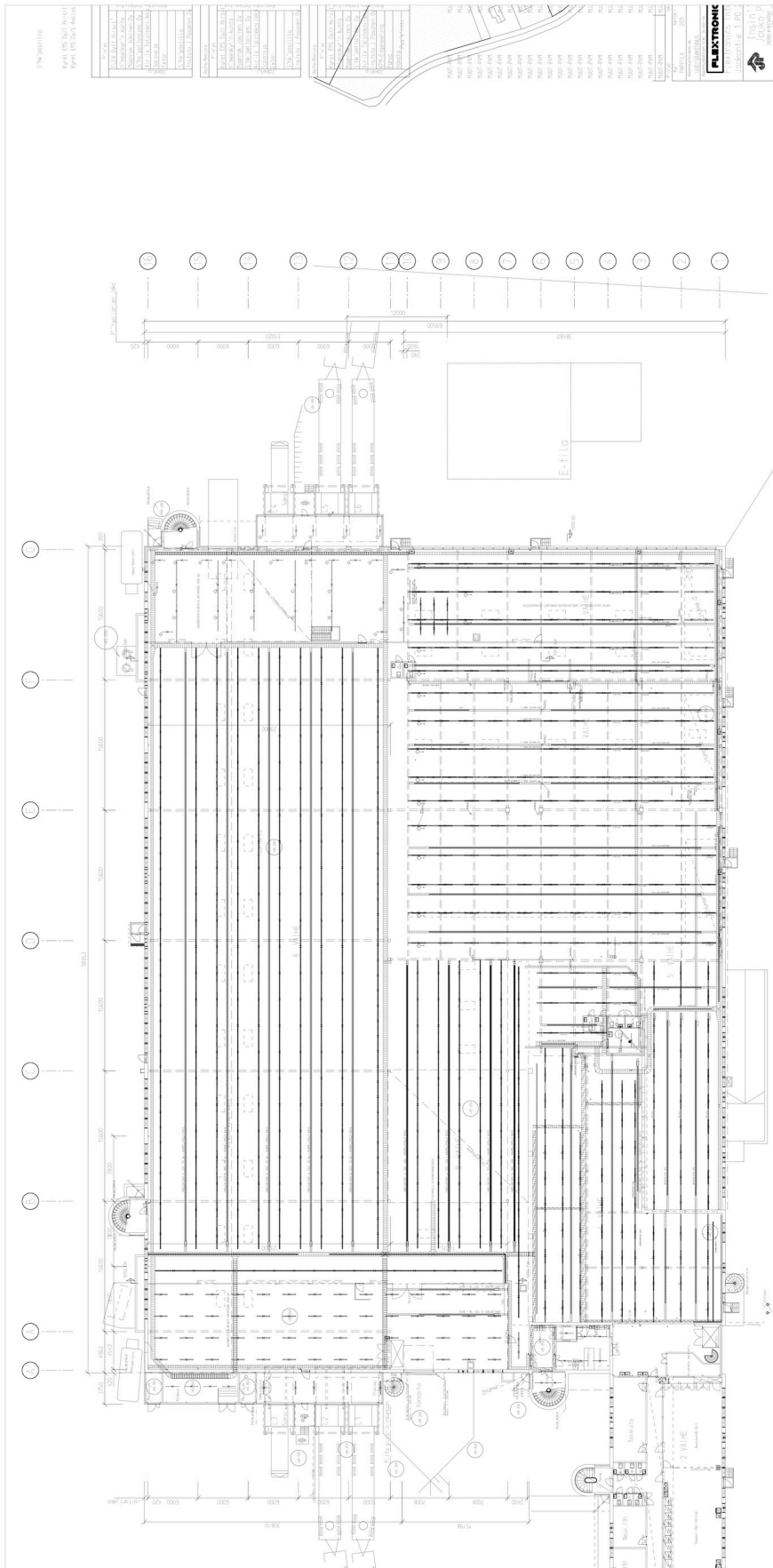
Tampere
Kalevantie 2
33100 Tampere

Rovaniemi
Valtakatu 2
96100 Rovaniemi

Vaihde 029 5052 000
www.tukes.fi
kirjaamo@tukes.fi
Y-tunnus 1021277-9

Liite 2. Kyrel, Kyrel tasopiirustus 1_100 Hyllyt valaisimet ja kiskot

1(1)



Liite 3. Purso, SNEP-tuotekortti-S-850-P1S-44-S-70-8-0-0-4-SJK1

1(1)



SNEP[®]

Tuotenimi
SNEP Linear S

Tuotekoodi
S 850-P1S-44S-708004

Kohde

Positio

SNEP Linear S on monipuolinen perusvalaisin, jonka käyttökohteet vaihtelevat tuotantotiloista myymälöihin. Kierrätysalumiinista valmistettu runko siirtää lämpöä pois valaisimen elektronikkaosista ja optiikkavaihtoehdoilla saa helposti muokattua valaisimen tilaan sopivaksi. Urheilutilakesteetien vaatimukset täyttävä Linear S on helppo ja nopea asentaa niin saneeraus- kuin uudiskohteisiin ja monet kytkentä- ja asennusmahdollisuudet takaavat valaisimen sopivuuden useimpiin tiloihin. Valaisin on valmistettu Suomessa.

Tekniset tiedot

Malli
Väri
CRI
Valonlähde
Väriämpötila K
Optiikka
Kokonaisteho W
Valotehokkuus (valaisin) lm/W
Valovirta (valaisin) lm
Verkköjännite V
Taajuus Hz
Tehokerroin cos φ
Suojausluokka
IP-luokka
IK-luokka
Käyttöympäristön lämpötila °C
Valaisimen elinikä L80B50*
Vikaantuvuus*
Liitäntä mm²
Kaapelityyppi
Kaapelin pituus m
Liitin
Ohjaus
Kiinnike
Kiinnikkeiden määrä kpl
Pituus mm
Leveys mm
Korkeus mm
Paino kg
Takuu v

Linear S
Anodisoitu harmaa
85
LED
5000
PC, satini
68W
148
10090
220-240
0/50/60
>0,95
I
44
08
-40...+50
100.000h
100.000h/10%
5x2,5mm²

Ei pistoliitintä
Teollisuusversio (-40...+50°C)
SJK1 pinta-asennus
2
1250
85
75
2,5000
5

*Arvot normaaleissa olosuhteissa huoneenlämmössä T +25°C

Ei kondensoivaan käyttöympäristöön

Läpivirtauskaapelien mitat valaisimen päädyistä ±10%

Tehon ja valovirran toleranssi ±5%

18.11.2018

Pidätämme kaikki oikeudet muutoksiin

Purso Oy, Alumiinitie 1, FI-37200 Siuro, puh. +358 (0)3 3404 111, snep@purso.fi, www.snep.fi

PURSO[®]
Lighting Systems