



LED-valonauhojen käyttö työmaavalaistuksessa

Lauri Hokkanen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2021

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

HOKKANEN, LAURI:
LED-valonauhojen käyttö työmaavalaistuksessa

Opinnäytetyö 21 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Joulukuu 2021

Suomen markkinoille on hiljattain ilmestynyt uudenlainen työmaavalaisin, kymmeniä metrejä pitkä LED-valonauha. Opinnäytetyössä tutkittiin sen ominaisuuksia ja verrattiin sitä perinteisempään valaistusratkaisuun.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko LED-valonauhoilla toteutettu työmaan yleisvalaistus halvempi ja helpompi, kuin ketjutettavilla pallovalaisimilla toteutettu yleisvalaistus.

Tutkimusta varten kerättiin tietoa internetlähteistä ja alan kirjallisuudesta, sekä haastateltiin rakennusliikkeen työntekijöitä ja työnjohtajia, jälleenmyyjiä, valmistajia ja valmistuttajia. Eri valaisintyypeistä kerättiin tarvittava määrä dataa, jonka pohjalta suoritettiin vertailulaskelmia.

LED-valonauhalla toteutettu työmaan yleisvalaistus on edullisempi, kuin perinteisillä pallovaloilla toteutettu yleisvalaistus. LED-valonauha vie edeltäjäänsä huomattavasti vähemmän tilaa sekä asennettuna, että varastoituna.

LED-valonauha on tullut jäädäkseen ja sen suosio tulee todennäköisesti kasvamaan entisestään. Se on valaisuominaisuuksiltaan ja hankintakustannuksiltaan erinomainen työmaavalaisin ja sille löytyy ainutlaatuisen muotonsa takia ennennäkemättömiä käyttötapoja.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

HOKKANEN, LAURI:
Use of LED Strip Lights in Construction Site Lighting

Bachelor's thesis 21 pages, appendices 0 pages
December 2021

The heavy-duty LED strip light intended for use on construction sites is a relatively new product. The objective of this thesis was to gather information about it and compare it to a more traditional form of temporary site lighting.

Information was gathered from internet sources and literature and by interviewing construction workers, foremen, retailers, outsourcers and manufacturers. Price, energy usage, light levels and usability were compared, and cost calculations were made.

The results show that temporary site lighting can be made more cost effective using heavy-duty LED strip lights. The LED strip light is a compact and versatile site light.

Key words: LED strip light, construction, site lighting

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TYÖMAAVALAISTUS	7
	2.1 Yleistä työmaavalaistuksesta	7
	2.2 LED-valonauha	8
	2.3 Pallovalaisin	10
3	VALAISTUSVAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	13
	3.1 Energiatehokkuus	14
	3.2 Valoteho.....	15
	3.3 Hankintakustannukset.....	15
	3.4 Käytettävyys.....	16
	3.5 Esimerkkilasku	17
4	TULOKSET	18
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	19
	LÄHTEET.....	21

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään uuden työmaavalaisimen, kymmeniä metrejä pitkän LED-valonauhan, käyttöön Suomessa. LED-valonauhaa on jo pitkään käytetty kiinteissä asennuksissa, kuten keittiön välitilan valaistuksessa. Suomen markkinoille on kuitenkin vasta hiljattain ilmestynyt LED-valonauhasta valmistetuja työmaavalaisimia (Hulkko 2021).

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa, mitä rakennustyömaan yleisvalaistukseen sopivia LED-valonauhoja Suomen markkinoilta löytyy, vertailla niitä sekä toisiinsa, että perinteisempään yleisvalaistuksen toteutusmuotoon, ketjutettavaan pallovalaisimeen ja muodostaa selkeä käsitys siitä, miten LED-valonauhat ovat kehittyneet laadun, kustannusten ja teknisten ominaisuuksiensa puolesta, mikä niiden tämänhetkinen hintalaatu-suhde on ja arvioida niiden kehitystä tulevaisuudessa. Opinnäytetyö on onnistunut, jos se helpottaa ja selkeyttää alkavan rakennustyömaan valaistusratkaisuihin liittyvää päätöksentekoa.

Ensimmäiset LEDit, eli hohtodiodit kehitettiin jo 1900-luvun alussa, mutta keksintö jäi vähälle huomiolle, eikä niille löydetty käyttötarkoitusta vuosikymmeniin. Ensimmäiset näkyvää valoa lähettävät diodit kehitettiin 1960-luvun alussa ja 1960-luvun loppuun mennessä niiden tuotantokustannukset olivat laskeneet tarpeeksi, jotta niistä voitiin valmistaa kaupallisesti menestyviä tuotteita. Tästä eteenpäin LEDien tehokkuus ja valoteho ovat kaksinkertaistuneet noin 36 kuukauden välein jo 50 vuoden ajan. (Jokinen 2019) Ensimmäiset LED-valonauhat tulivat markkinoille 2000-luvun alussa. Paksulla silikonikerroksella suojattuja, työmaakäyttöön tarkoitettuja LED-valonauhoja alettiin valmistaa jo yli kymmenen vuotta sitten, mutta niiden hinta-laatusuhteen kehitys ei ole mahdollistanut kaupallista menestystä kuin vasta hiljattain (Lau 2021).

Opinnäytetyössä tutkitaan, miten LED-valonauha vertautuu perinteisempiin työmaavalaisimiin kustannusten, energiankulutuksen, työergonomian ja käytännön toteutuksen kannalta. Jo pelkkä valaisimen muoto on niin totutusta poikkeava, että sen käyttöä on syytä tarkastella. LED-valot ovat perinteisempiä valaisimia energiatehokkaampia. Tämä vaikuttaa työmaavalaisimen hiilijalanjäljen lisäksi

myös kustannuksiin. Tietynlaiset valaisintyypit soveltuvat muita paremmin joihinkin työvaiheisiin. Opinnäytetyössä tutkitaan, soveltuuko LED-valonauha eri työvaiheisiin muunlaista työmaavalaitusta paremmin tai huonommin. Opinnäytetyön on pääasiassa tarkoitus hyödyttää sellaisia rakennusalan toimihenkilöitä, jotka pohtivat erilaisia työmaavalaitusratkaisuja kohteisiinsa.

Opinnäytetyötä varten tehty tiedonhankinta on suoritettu pääsääntöisesti internet-lähteitä käyttäen ja haastatteleamalla tuotteen tuotanto- ja myyntiketjun eri vaiheissa toimivien yritysten edustajia, sekä rakennustyömaiden toimihenkilöitä ja työntekijöitä. Osa opinnäytetyöstä perustuu omiin ajatuksiini, joiden pohjana on työkokemus työnohjohtajana, sekä rakennusapumiehenä. Näin LED-valonauhoja käytettävän rakennustyömaalla ensimmäistä kertaa syksyllä 2020 ja minulla on henkilökohtaista kokemusta niiden, sekä pallovalojen käytöstä työmaalla.

2 TYÖMAAVALAISTUS

2.1 Yleistä työmaavalaistuksesta

Työmaavalaistuksella tarkoitetaan työmaalla käytettävää, väliaikaista valaistusta, jonka avulla työntekijä näkee tehdä töitään. Esimerkiksi työmaalla sijaitsevien taukotilojen valaistus ei ole osa työmaavalaistusta.

Työmaan alkaessa toimihenkilöt tekevät työmaalle sähköistysuunnitelman, johon sisältyy työmaan valaistussuunnitelma. Valaistussuunnitelmaan merkitään niin työmaan ulkovalaistus, esimerkiksi torninosturin runkoon kiinnitettävät spotivalot, kuin myös rakennettavan rakennuksen työmaa-aikainen valaistus, joka viime vuosikymmeninä on pääsääntöisesti toteutettu käyttäen ketjutettavia pallovaloja.

Työmaan yleisvalaistuksen lisäksi eri työvaiheissa voidaan käyttää eri käyttötarkoituksiin paremmin soveltuvia valaisimia. Esimerkiksi maalari tarvitsee seinäta-soitetta hioessaan kirkkaan, seinänsuuntaisen valon. Tasoitteen koholla olevat kohdat tuottavat varjoja, joiden avulla maalari näkee, mikä kohta seinästä kaipaa vielä hiomista. Joissain ahtaissa paikoissa paras ratkaisu saattaa olla kypärään kiinnitettävä otsavallo.

Ennen sähköistä valaistusta käytettiin öljylamppuja. Öljylamppu tuli hehkulampun syrjäyttämäksi ja myöhemmin hehkulampun rinnalle kehitettiin halogeenilamppuja, loistelamppuja, elohopealamppuja, monimetallilamppuja, suurpainenatriumlamppuja, pienpainenatriumlamppuja ja sekavalolamppuja. Viimeisimpänä teknologisenä harppauksena ovat syntyneet LED-lamput.

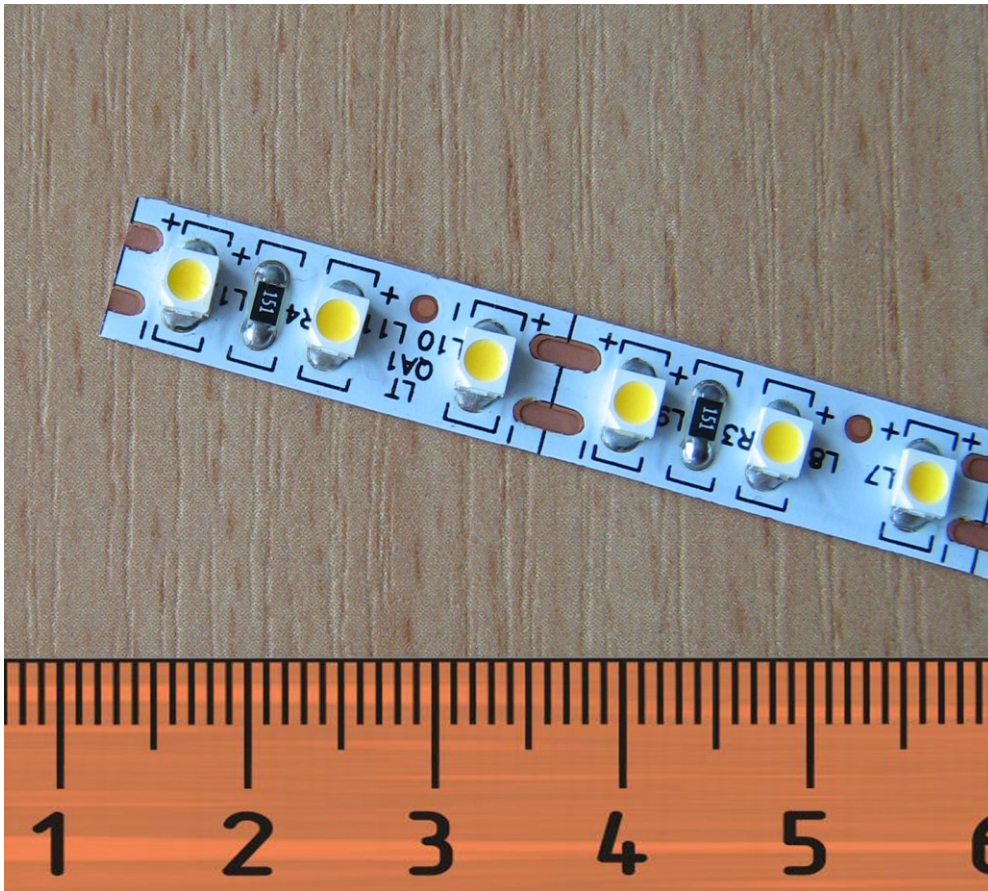
Vaatus riittävän hyvästä valaistuksesta työpaikalla on säädetty lakiin. Ensimmäinen työturvallisuuslaki säädettiin vuonna 1930 (Työturvallisuuslaki 104/1930). Sen kumosi vuonna 1958 säädetty laki (Työturvallisuuslaki 299/1958), jonka taas kumosi nykyinen, vuonna 2002 säädetty työturvallisuuslaki (Työturvallisuuslaki 738/2002). Tämän lisäksi on erikseen säädetty Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, jonka pykälässä §26 lukee:

Rakennustyömaalla sekä erityisesti kulkuteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Suuria ja äkillisiä valaistuseroja sekä häikäisyä on vältettävä. Valaisimet tulee asentaa siten, että ne eivät aiheuta vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle. Kohteissa, joissa työntekijät ovat yleisvalaistuksen joutuessa epäkuntoon erityisen alttiina vaaralle, on huolehdittava riittävästä varavalaistuksesta. Sellaisissa maa- ja vesirakennustöissä, kuten tunnelin louhinnassa, sekä muissa vastaavissa töissä, joissa ei voida kohtuudella vaatia järjestettäväksi muuta valaistusta, saa 1 momentin estämättä käyttää työkonetta omaa tai työntekijän mukanaan kuljettamaa valaistusvälinettä.

(Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 §26)

2.2 LED-valonauha

LED-valonauha on valaisin, joka koostuu useammasta, noin 50-100 cm pitkstä joustavasta piirilevystä, joihin on kiinnitetty noin 30-120 LEDiä per metri (kuva 1) (Waveform Lighting LLC 2021). Työmaaolosuhteisiin tarkoitetuissa LED-valonauhoissa piirilevyä suojaa paksu, läpinäkyvä silikonikerros (kuva 2).



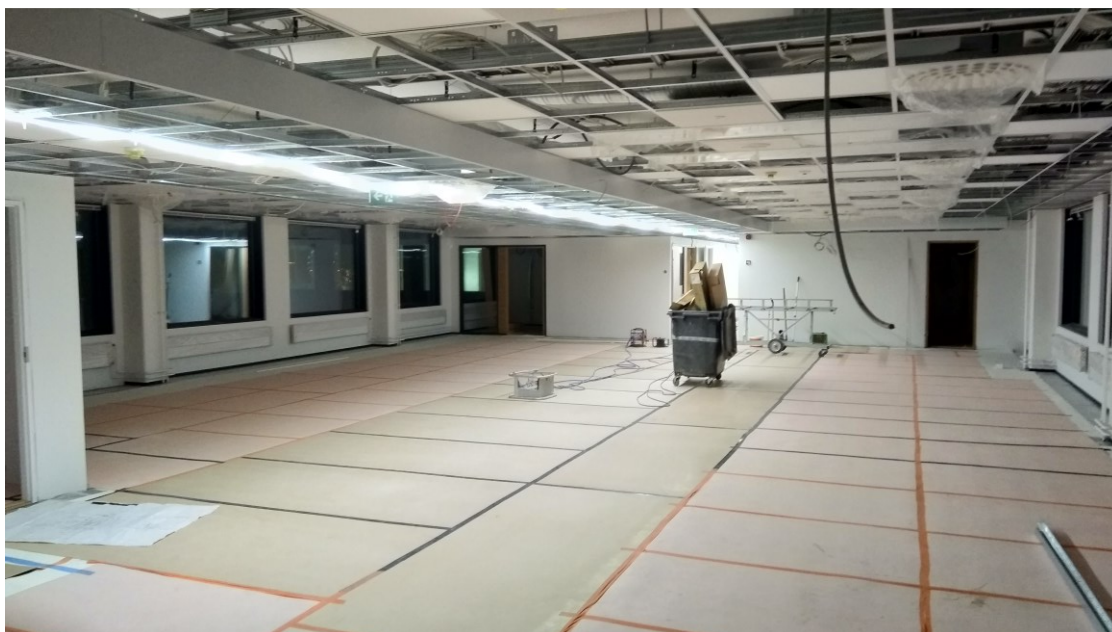
KUVA 1: LED-valonauha (Andrey Gvrv 2012)



KUVA 2: Työmaakäyttöön tarkoitettu LED-valonauha (Kempton Oy 2021)

Kyseisiä työmaavalaisimia on valmistettu Kiinassa jo yli kymmenen vuoden ajan (Lau 2021). Sen saattamiseksi Suomen markkinoille oli tehty kehitystyötä vuonna 2016 (Niittymäki 2021). Ensimmäiset tuotteet tulivat myyntiin vuonna 2017 (Hulkko 2021; Niittymäki 2021). Vuoden 2017 syksyn ja 2018 kevään aikana tuotteen myynnissä oli nähtävissä selkeä piikki (Niittymäki. 2021). Tämän jälkeen työmaakäyttöön tarkoitettujen LED-valonauhojen kysyntä on kasvanut tasaisesti.

LED-valonauhan yleisin käyttötapa on sen ripustaminen kattoon, joko suoraan rakennuksen runkoon esimerkiksi betoniruuveilla, tai kiinni alakaton runkoon esimerkiksi nippusiteillä (kuva 3). Valonauha voidaan myös laittaa roikkumaan rakennuksen porras- tai hissikuiluun.



KUVA 3: LED-valonauha alakattorunkoon ripustettuna.

Lyhimmät Suomen markkinoilla myytävät työmaakäyttöön tarkoitetut valonauhat ovat kolmemetrisiä ja pisimmät 50 metriä pitkiä. Tarjolla olevat pituudet ovat 3, 5, 10, 20, 25, 30 ja 50 metriä.

Ensimmäiset valonauhat olivat nykyisiä huomattavasti kalliimpia, heikkotekoisempia ja tehottomampia. Eritoten alttius kosketushäiriöiden syntymiselle lyhensi valaisimien käyttöikä. Ensimmäiset valonauhat tuottivat myös paljon hukkalämpöä, jopa siinä määrin, että ne olisivat voineet muodostaa paloturvallisuusriskin ollessaan päällä yötä päivää ja kosketuksissa jonkin helposti syttyvän materiaalin kanssa. (Hulkko 2021). Näiden valonauhojen silikonisuojaan paksuus oli myös nykyistä ohuempi, eikä niitä voinut taivutella talvipakkasilla yhtä huoletta, kuin nykyisiä (Niittymäki 2021).

2.3 Pallovalaisin

Pallovalaisimeksi kutsutaan työmaavalaisinta, jossa on kuvulla suojattu valonlähde, pitkä virtajohto ja muutama pistorasia (kuva 4). Suojakuppu on muovia ja runko on yleisesti valmistettu joko muovista tai alumiinista. Virtajohto on yleensä 3-5 metriä pitkä, mutta voi olla pidempikin. Vanhemmissa malleissa on E27-kanta polttimoa varten, mutta ne ovat hyvää vauhtia korvaantumassa valaisimilla, joissa on kiinteästi asennetut LEDit (Hulkko 2021).



KUVA 4: Työmaavalaisin. (Kempton Oy 2021)

Pallovalaisimia on käytetty Suomessa jo vuosikymmeniä, eikä niiden toimintaperiaate ole tänä aikana merkittävästi muuttunut (Viitamäki 2021). Huomattavimmat päivitykset, kuten kiinteät LED-lamput ja sähkökatkosten varalle suunniteltujen turvalaisimien akut, ovat tapahtuneet vasta hiljattain.

Muita kutsumanimiä tälle työmaavalaisimelle ovat muun muassa poiju-, ämpäri- ja tynnyrivalaisin. Näitä käytetään sellaisista valaisimista, joilla on pyöreän kuvun sijaan kupu, jonka pohja on litteä (kuva 5). Valaisimen toimintaperiaate on muutoin sama.



KUVA 5: Työmaavalaisin (Kempton Oy 2021)

Valaisimet ketjutetaan niin, että ensimmäinen kytketään kiinni virtalähteeseen ja seuraava valaisin kytketään kiinni ensimmäisen valaisimen pistorasiaan ja niin edelleen (kuva 6).



KUVA 6: Ketjutettavat työmaavalaisimet asennettuna. (BAU-MET Oy 2021)

Ketjutettavien valaisimien maksimimäärä riippuu valaisimen teknisistä ominaisuuksista. Pallovalon rungossa on koukku, josta se voidaan ripustaa roikkumaan ilman erillisiä kiinnikkeitä ja useampi pistorasia, joista yhtä voidaan käyttää valaisimien ketjuttamiseen samalla, kun valaisimesta otetaan virtaa jollekin työkalulle.

3 VALAISTUSVAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Vertailua varten on kerätty internetistä tiedot 20:stä Suomessa myytävästä LED-valonauhasta (taulukko 1) ja pallovalosta (taulukko 2).

Valaisin	m	€	W	lm	€/m	lm/€	lm/W	lm/m
Valonauha 1	10	69,00	80	9500	6,90	137,68	118,75	950
Valonauha 2	3	24,00	36	4050	8,00	168,75	112,50	1350
Valonauha 3	10	59,00	120	13500	5,90	228,81	112,50	1350
Valonauha 4	20	109,00	240	27000	5,45	247,71	112,50	1350
Valonauha 5	25	199,00	300	33750	7,96	169,60	112,50	1350
Valonauha 6	25	199,99	300	27500	8,00	137,51	91,67	1100
Valonauha 7	15	130,20	112,5	9000	8,68	69,12	80,00	600
Valonauha 8	3	24,90	30	2700	8,30	108,43	90,00	900
Valonauha 9	5	39,00	50	4500	7,80	115,38	90,00	900
Valonauha 10	10	79,00	100	8500	7,90	107,59	85,00	850
Valonauha 11	20	149,00	200	12500	7,45	83,89	62,50	625
Valonauha 12	50	499,00	600	75000	9,98	150,30	125,00	1500
Valonauha 13	25	320,00	300	37500	9,96	150,60	125,00	1500
Valonauha 14	15	98,00	112,5	9000	6,53	91,84	80,00	600
Valonauha 15	25	320,00	225	16750	12,80	52,34	74,44	670
Valonauha 16	10	145,00	90	7470	14,50	51,52	83,00	747
Valonauha 17	5	79,00	45	3735	15,80	47,28	83,00	747
Valonauha 18	50	240,00	400	47500	4,80	197,92	118,75	950
Valonauha 19	20	105,00	160	19000	5,25	180,95	118,75	950
Valonauha 20	50	189,00	325	25000	3,78	132,28	76,92	500

TAULUKKO 1: LED-valonauhojen vertailu

Valaisin	€	W	lm	lm/W	lm/€
Pallovalo 1	85,00	25	3990	159,60	46,90
Pallovalo 2	84,00	21	3450	164,29	41,07
Pallovalo 3	225,00	50	7980	159,60	35,47
Pallovalo 4	169,00	24	2400	100,00	14,20
Pallovalo 5	64,90	28	2700	96,43	41,60
Pallovalo 6	129,00	65	4000	61,54	31,01
Pallovalo 7	55,00	24	2450	102,08	44,55
Pallovalo 8	34,90	36	1800	50,00	51,58
Pallovalo 9	115,00	25	3990	159,60	34,70
Pallovalo 10	52,00	36	1400	38,89	26,92
Pallovalo 11	65,00	30	2600	86,67	40,00
Pallovalo 12	119,00	30	2500	83,33	21,01
Pallovalo 13	199,00	100	8000	80,00	40,20
Pallovalo 14	59,90	20	1800	90,00	30,05
Pallovalo 15	74,90	24	2100	87,50	28,04
Pallovalo 16	49,80	25	2250	90,00	45,18
Pallovalo 17	68,00	24	2450	102,08	36,03
Pallovalo 18	79,90	20	1800	90,00	22,53
Pallovalo 19	59,00	30	2835	94,50	48,05
Pallovalo 20	68,50	30	2600	86,67	37,96

TAULUKKO 2: Pallovalojen vertailu

20 valaisinta per valaisintyyppi on sopiva määrä antamaan markkinoiden hintatasosta tarpeeksi selkeän kuvan. Tiedonkeruun tavoitteena ei ole tilastotieteellinen tarkkuus, vaan kokonaiskuvan hahmottaminen.

3.1 Energiatehokkuus

Valaisimen energiatehokkuus ilmoitetaan muodossa lumenia (lm) per watti (W).

LED-valonauhojen heikoin energiatehokkuus oli 62,50 lm/W, paras 125 lm/W ja kaikkien keskiarvo 97,64 lm/W.

Pallovalojen heikoin energiatehokkuus oli 38,89 lm/W, paras 164,29 lm/W ja kaikkien keskiarvo 99,14 lm/W.

3.2 Valoteho

Valoteho ilmoitetaan luumeneina (lm).

LED-valonauhojen heikoin valoteho oli 2700 lm, paras 75000 lm ja kaikkien keskiarvo 19672,75 lm.

Pallovalojen heikoin valoteho oli 1400 lm, paras 8000 lm ja kaikkien keskiarvo 3154,75 lm.

LED-valonauhojen osalta tämä on kuitenkin hyvin toissijainen suure, sillä tietenkin 50 metriä pitkä valonauha tuottaa enemmän valoa kuin 3 metriä pitkä. Vertailukelpoinen suure onkin luumenia per metri.

Heikoin valoteho oli 500 lm/m, paras 1500 lm/m ja keskiarvo 974,45 lm/m.

3.3 Hankintakustannukset

Molemmissa taulukoissa on merkittynä valaisimien ilmoitettu myyntihinta. Hintoihin sisältyy arvolisävero. Jos valaisin on ollut alennusmyynnissä, taulukkoon on merkitty sen alkuperäinen hinta.

LED-valonauhojen alin hinta oli 24,00 €, korkein hinta 499,00 € ja kaikkien keskiarvo 150,30 €.

Pallovalojen alin hinta oli 34,90 €, korkein hinta 255,00 € ja kaikkien keskiarvo 92,84 €.

Erilaisilla työmaavalaisimilla voi olla joitain tiettyjä ominaisuuksia, joista ostaja on valmis maksamaan. Työmaavalaisinta hankittaessa keskeisin ominaisuus on kuitenkin tuotetun valon määrä. Luumenia per euro on tähän vertailuun paras suure.

LED-valonauhojen heikoin tulos oli 47,28 lm/€, paras 247,21 lm/€ ja kaikkien keskiarvo 131,48 lm/€.

Pallovalojen heikoin tulos oli 14,20 lm/€, paras 51,58 lm/€ ja kaikkien keskiarvo 35,85 lm/€.

3.4 Käytettävyys

Pallovalot asennetaan yleensä joko kattoon tai seinään. Ne voidaan ripustaa koukusta roikkumaan esimerkiksi betoniin kiinnitettyyn koukkupääruuviin tai muoviseen kaapelikiinnikkeeseen. Joissain malleissa on kiinnityspaikka kolmijalalle, jolla pallovalo saadaan nostettua silmien tason yläpuolelle. Tämä on kuitenkin kallis ja tilaa vielä asennustapa ja se soveltuukin lähinnä vain suuriin, korkeisiin tiloihin, kuten halleihin. Kun LVIS-tekniikkaa on alettu asentamaan alakattoon, pallovalot voidaan ripustaa roikkumaan esimerkiksi sähköhyllyyn.

LED-valonauhan merkittävin ominaisuus käytettävyyden kannalta on sen koko (Järvinen 2021). Valonauha on vain muutaman sentin paksuinen. Se vie alakattotilassa vain vähän tilaa ja voidaan ripustaa alakattotilan alapuolellekin ilman, että se kolisee kypärään. Valonauha voidaan ripustaa hissikuiluun asennustyön ajaksi ilman, että se on asennettavan hissirungon tiellä. LED-valonauha on erittäin toimiva ratkaisu porraskuilua valaistaessa, sillä yhdellä valaisimella saadaan valaistua koko portaikko, eikä selvärajaisia, tummia varjoja pääse syntymään, kun valoa tulee jokaiselle portaalille monen metrin matkalta (Viitamäki 2021).

Pallovalot vievät LED-valonauhoja huomattavasti enemmän tilaa varastoituna. Litteäkupuiset ämpärivalot voidaan pinota päällekkäin. Monta sataa neliometriä valaiseva LED-valonauha voidaan rullata muovisen kelan ympäri, eikä se vie työmaakontin hyllyllä merkittävästi tilaa. (Järvinen 2021)

Pallovalojen selkein käytännön hyöty LED-valonauhoihin verrattuna on se, että niitä voidaan käyttää myös jatkojohtoina.

LED-valonauhat saattavat olla liian kirkkaita sellaisten töiden tekemiseen, joissa tarvitaan tasolaseria. Tällaiseen työhön sopii paremmin jokin himmeämpi työmaavalaisin.

Valaistaessa monta pientä, vierekkäistä tilaa perinteisillä ratkaisuilla, täytyisi joko asentaa jokaiseen yksi pallovalo tai kantaa mukana omaa työvaloa. Valaistaessa samat tilat LED-valonauhalla, voidaan vetää yksi valonauha kaikkien tilojen läpi ovenkarmeista ja läpivienneistä puikkelehtien. LED-valonauhan etu ei tässä tapauksessa ole sen pieni koko, onhan valonauha paksumpi kuin pallovalon virtajohto, vaan se, että valonauha valaisee koko matkaltaan siinä missä pallovalo tuottaa valoa aina yhdestä keskitetystä pisteestä.

3.5 Esimerkkilasku

Valaistavan tilan pinta-ala on 500 m². Suositus riittäväksi yleisvalaistukseksi on 100 luksia (Suomen Valoteknillinen Seura 1980). Yksi lux tarkoittaa yhtä luumenia yhden neliömetrin alueella. Tilan valaisemiseen tarvittava määrä luumeineita on $100 \text{ lux} * 500 \text{ m}^2 = 50000 \text{ lm}$.

Pallovalojen valotehojen keskiarvo oli 3154,75 lm. Tätä arvoa lähinnä oli Pallovalo 2, jonka valoteho oli 3450 lm. LED-valonauhojen valotehon keskiarvo oli 19672,75 lm. Tätä arvoa lähinnä oli Valonauha 19, jonka valoteho oli 19000 lm. Laskussa käytetään näiden kahden valaisimen arvoja.

Tarvittavien pallovalojen määrä on $50000 \text{ lm} / 3450 \text{ lm} = 15 \text{ kpl}$.

Tarvittavien LED-valonauhojen määrä on $50000 \text{ lm} / 19000 \text{ lm} = 3 \text{ kpl}$.

Pallovalo 2:n hinta oli 84,00 €. 15 kpl maksaisi 1260 €. Valonauha 19:n hinta oli 105,00 €. 3 kpl maksaisi 315 €.

Pallovalo 2:n teho oli 21 W. 15:n kappaleen teho olisi 315 W. Valonauha 19:n teho oli 160 W. 3:n kappaleen teho olisi 480 W.

Jos sähkön hintana käytetään 0,06 €/kWh, pallovaloilla toteutettu yleisvalaistus maksaisi kuukaudessa 13,61 € ja valonauhoilla toteutettu yleisvalaistus 20,74 €.

4 TULOKSET

LED-valonauha on huomattavasti edullisempi hankintakustannuksiltaan ja hivenen kalliimpi käyttökustannuksiltaan kuin pallovalo. LED-valonauhalla on selkeästi parempi lm/€-suhde, kuin pallovalolla.

LED-valonauhojen ja pallovalojen energiatehokkuuksien keskiarvot olivat hyvin lähellä toisiaan, vaikka pallovalojen energiatehokkuuksien skaala oli selvästi laajempi.

LED-valonauha vie pallovaloja huomattavasti vähemmän tilaa sekä asennettuna, että varastoituna. Pallovaloa pystyy käyttämään virtalähteenä sähkötyökalulle, kun taas LED-valonauhaa ei. LED-valonauhat saattavat olla liian kirkkaita sellaisten töiden tekemiseen, joissa tarvitaan tasolaseria. LED-valonauhassa on satoja pieniä valonlähteitä, jotka valaisevat kohdetta monesta eri suunnasta. Pallovalo valaisee yhdestä keskitetystä pisteestä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työmaakäyttöön tarkoitettut LED-valonauhat ovat ilmestyneet Suomen markkinoille noin viisi vuotta sitten. Ne olivat aluksi kalliita ja heikkoja, mutta valmistajien kanssa tehdyn tuotekehityksen ansiosta niiden hinnat ovat laskeneet ja laatu parantunut. LED-valonauhat ovat yleistyneet vauhdilla viimeisen 2-3 vuoden aikana ja niiden suosion kasvu näyttää jatkuvan.

Pitkä ja kapea LED-valonauha on muotonsa puolesta ennennäkemätön työmaavalaisin. Käyttäjän kannalta sen paras ominaisuus onkin sen pieni koko. Monta kymmentä metriä pitkä LED-valonauha soveltuu sellaisiin käyttötarkoituksiin, mihin pallovalo ei. LED-valonauhoilla toteutettu työmaan yleisvalaistus on edullisempi, kuin pallovaloilla toteutettu yleisvalaistus.

Opinnäytetyötä lähdettiin tekemään olettaen, että suurin osa myytävistä pallovaloista on vielä E27-kantaisia valaisimia ja vain pienessä osassa on kiinteästi asennetut LEDit. Jälleenmyyjä haastatellessa kävi kuitenkin ilmi, että suhde on jo kääntynyt toisin päin ja E27-kantaiset pallovalot ovat hyvää vauhtia korvaantumassa kiinteillä LEDeillä varustetuilla pallovaloilla. Tämä selittää osittain opinnäytetyössä vertailtujen pallovalojen ja LED-valonauhojen energiatehokkuuksien samankaltaisuuden. Vanhat E27-kantaiset pallovalot jäävät energiatehokkuudessa LED-valonauhoja selvästi jälkeen, mutta kiinteillä LEDeillä varustetut pallovalot ovat LED-valonauhoja energiatehokkaampia.

Tämä opinnäytetyö on vain pintaraapaisu ja tätä uutta työmaavalaisinta soisi tutkittavan perusteellisemminkin. LED-valonauhojen ketjutukseen liittyviä kysymyksiä ei tutkittu lainkaan. Myös 48V:n turvajännitteellä toimivat valonauhat, sekä niiden käyttäminen yhdessä akulla varustettujen pallovalojen kanssa olisi aihe, jossa riittäisi tutkittavaa.

Etsittäessä tietoa pallovaloista, kävi ilmi, kuinka monella eri nimellä kyseistä työmaavalaisinta kutsutaan. Yhteisten termien puute hankaloittaa kommunikaatiota. Työmaakäyttöön tarkoitetuista LED-valonauhoista puhuttaessa täytyy ilmaista selkeästi, ettei nyt puhuta tavallisille kuluttajille suunnatuista, kotikäyttöön tarkoitetuista LED-valonauhoista. Opinnäytetyötä kirjoittaessa kävikin myös ilmi se, kuinka kömpelöä ja vaivalloista kielenkäyttöä on toistuvasti kirjoittanut ”työmaakäyttöön tarkoitettu LED-valonauha”. Kyseinen tuote on vielä tarpeeksi uusi, ettei sille ole ehtinyt vakiintua yhtäkään kutsumanimeä.

Tämän valaisimen tarkoitus on olla työvalo ja se on muodoltaan valonauha. Nämä kaksi yhdyssanaa limittämällä saadaan mahdollisimman selkeä ja tiivis termi. Ehdotan, että kommunikaation selkeyttämiseksi tätä valaisinta tultaisiin jatkossa kutsumaan nimellä ”työvalonauha”.

LÄHTEET

Hulkko, A. Cramo Finland Oy:n tuotepäällikkö. 2021. Puhelinhaastattelu 23.11.2021

Jokinen, M. 2019. Valaistuksen historiaa lyhyesti. Jokinem Oy. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2021. <https://www.sahkosuunnittelua.com/blogimme/valaistuksen-historiaa-lyhyesti>

Järvinen, N. AW-Rakennus Oy:n työmaainsinööri. 2021. Sähköpostiviesti 29.11.2021

Lau, C Jiangmen Nedar Lighting Co Ltd:n tuotepäällikkö. 2021. Sähköpostiviesti 19.11.2021

Niittymäki, M. TSR – Elsite Oy:n vientipäällikkö. 2021. Sähköpostiviesti 23.11.2021

Rakennustyömaiden valaistus. 1980. Espoo. Suomen Valoteknillinen Seura Ry

Työturvallisuuslaki 104/1930
<https://finlex.fi/fi/laki/smur/1930/19300104>

Työturvallisuuslaki 299/1958
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1958/19580299>

Työturvallisuuslaki 738/2002
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Viitamäki, T. AW-Rakennus Oy:n työntekijä. 2021. Puhelinhaastattelu 25.11.2021

Waveform Lighting LCC. n.d. LED strip lights. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2021
<https://www.waveformlighting.com/led-strip-lights>