

Olli Tölä

LED-VALAISTUKSEN
HYÖDYNTÄMINEN
SISÄVALAISTUKSESSA

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 04.04.2013
Tekijä(t) Olli Töölö	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikka	
Nimeke LED-valaistuksen hyödyntäminen sisävalaistuksessa		
Tiivistelmä Tämä opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda esille LED-valaistuksen hyödyntämistä sisävalaistuksessa. Nykypäivänä LED-tekniikkaa kehitetään jatkuvasti keksien uusia käyttötarkoituksia. Aluksi LEDit olivat kehitetty vain merkkivaloiksi erilaisissa elektronisissa laitteissa sekä ne toimivat erilaisina yksinkertaisina valotauluina. Niiden kehittyessään niistä on tullut osa arkipäivää ja niiden käyttö laajentunut paljon. Tässä työssä perehdyin selvittämään LED-valon käyttömahdollisuuksia erilaisissa kiinteistöissä. Työssä myös käydään läpi valaistuksen energiankulutusta. Työssä tuodaan esille mm. perinteisten valonlähteiden energiakulutusta verrattuna LED-valojen energiakulutukseen. Opinnäytetyössä kerron LED-valojen eduista, kuten sen energiatehokkuudesta, kustannuksista, ympäristöystävällisyydestä ja elinkaaresta. Kerron myös LED-valojen haitoista, joita ovat hintataso, lämmönsieto ja markkinoille tulleet ” edulliset ” LED-lamput. Työ sopii niille, jotka haluavat tietoa LED-tekniikasta sekä sen käyttömahdollisuuksista nykypäivänä. Työ sopii myös suunnittelijoille ja talon rakentajille, jotka miettivät erilaisia valaistusratkaisuja. LED-tekniikalla voidaan nykypäivänä toteuttaa hyvin energiatehokas valaistuksen kokonaisratkaisu.		
Asiasanat (avainsanat) LED, hohtodiodi, sisävalaistus, lamppu		
Sivumäärä 37	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 04.04.2013	
Author(s) Olli Tölä		Degree programme and option Electrical Engineering	
Name of the bachelor's thesis Use of the LED-lighting in indoor lighting			
Abstract <p>The purpose of this thesis was to discuss the use of the LED-lighting in indoor lighting. Nowadays t LED-technology is developing continuously and new applications are released.</p> <p>First the LEDs were developed only as beacons in different electronic devices and they serve as simple scoreboards. When they have developed they have become very common and their use has expanded greatly.</p> <p>In this work, I studied the possibilities to use LED-lights for indoor lighting. In the work, the energy consumption of the lighting is studied. The energy consumption of traditional light sources is compared with the energy consumption of LED-lights. In the thesis I also discuss the advantages of LED-lights such as the energy efficiency, costs, environmental friendliness and lifespan. I also tell about the drawbacks of LED-lights which are a price level, weak heat tolerance and LED-lights which have been advertised as inexpensive.</p> <p>The work is intended for those who want to have more information about LED-technology and about its potential applications. The work is also useful for the designers and the construction workers who want to consider different lighting solutions.</p>			
Subject headings, (keywords) LED, light-diode, interior lighting, lamp			
Pages 37	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	LED-TEKNIikka.....	2
2.1	Yleistä.....	2
2.2	LEDin toiminta	3
2.3	Rakenne	4
3	LED-VALON KEHITYSKULKU.....	4
3.1	Syntyhistoria	4
3.2	Hohtodiodit tänä päivänä.....	5
3.3	LEDin valoisa tulevaisuus	6
4	LED-VALAISTUKSEN EDUT JA HAITAT	7
4.1	Edut.....	7
4.1.1	Elinikä.....	7
4.1.2	Kestävyys	7
4.1.3	Turvallisuus.....	8
4.1.4	Kustannus.....	9
4.1.5	LEDin laaja värivalikoima.....	10
4.1.6	Värin lämpötila, värintoisto ja värin laatu	11
4.1.7	LED-valojen himmennettävyys sekä valaistuksen ohjaus.....	12
4.1.8	LED-valojen syttymisnopeus.....	12
4.1.9	Ympäristölliset hyödyt.....	13
4.2	Huonot puolet	14
4.2.1	Hinta-taso	14
4.2.2	Lämmönsieto.....	14
4.2.3	Lämmitysteho	15
4.2.4	Hiipuva valaistusvoimakkuus	15
4.2.5	Halvat ”kopiot”	16
5	LED-VALOT SISÄVALAISTUKSESSA.....	16
5.1	LED-valaisin tyypit	16
5.1.1	korvaavat LED-lamput.....	16
5.1.2	LED-paneelit.....	17
5.1.3	Valolistat	18
5.1.4	Alasvalot	18

5.1.5	LED-nauhat	19
5.1.6	LED-putki	19
5.2	Asuinkiinteistöt	20
5.2.1	Keittiö	21
5.2.2	Oleskelutilat	22
5.2.3	Kylpyhuone	23
5.2.4	Sauna	24
5.2.5	Koriste- ja tunnelmavalistus	25
5.2.6	Portaikot	26
5.3	Liikekeskukset ja myymälät	27
5.4	Virastotalot	28
5.5	Julkiset rakennukset	30
6	LED-VALON MUUT KÄYTTÖSOVELLUKSET	32
6.1	Turvavalistus	32
6.2	työpistevalaistus ja lukuvalaistus	32
7	LOPPUPÄÄTELMÄ	33
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Tässä työssä on tarkoitus tuoda esille LED-tekniikkaa, sen historiaa ja sen hyödyntämistä erilaisten kiinteistöjen sisävalaistuksessa. Tuon esille LED-lamppujen sekä vanhojen valolähteiden, kuten halogeeni- sekä hehkulamppujen, eroavaisuuksia. Työssä kerron myös LED-valojen hyödyistä ja sen haitoista verrattuna muihin valonlähteisiin (halogeeni-, hehku-, loisteputkilamput). Työssä en käsittele LEDien käytöstä ulkovalaistuksessa, koska työ olisi paisunut liian laajaksi.

Sisävalaistuksessa täytyy ottaa paljon erilaisia asioita huomioon. Hyvällä valaistuksella on sisätiloissa suuri merkitys, sillä se vaikuttaa ihmisen mielenlaatuun. Kunnollinen valaistus työpaikoilla parantaa tutkitusti työntekijöiden suorituskykyä sekä luo myös ihanteelliset työolosuhteet.

Opinnäytetyön aihe oli kiinnostava, ja tämä aihe on myös hyvin ajankohtainen tällä hetkellä. LED-tekniikka on nykypäivää, ja LED-valojen käyttö on yleistymässä jatkuvasti. Muutaman vuoden kuluttua on ennustettu näiden valojen korvaavan kokonaan vanhat hehku- ja halogeenilamput.

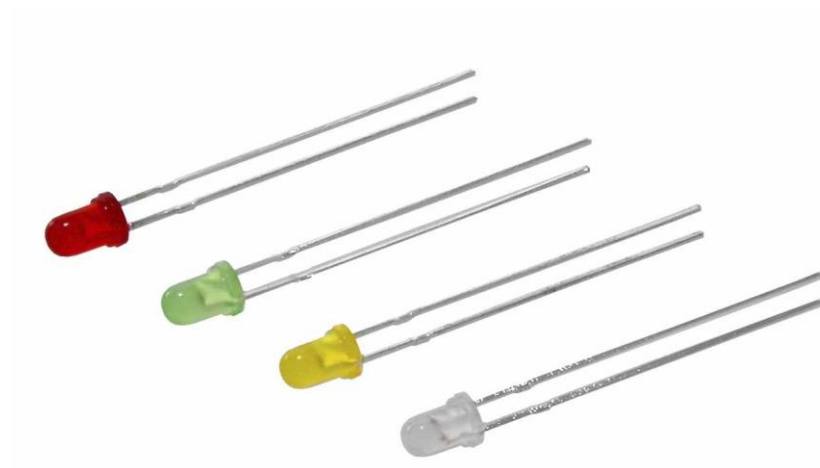
Tämä opinnäytetyö on tarkoitettu niille, jotka haluavat tietoa LED-tekniikasta sen hyödyistä. Tämä työ perehdyttää myös niitä, jotka ovat miettineet LEDien käyttöä sisävalaistuksessa. Työssä tutustutaan myös erilaisiin LED-ratkaisuihin erilaisissa ympäristöissä.

2 LED-TEKNIikka

2.1 Yleistä

LED tulee englanninkielen sanoista ”Light-Emitting Diode”, tarkoittaa suomenkielessä hohtodiodia. LEDit ovat puolijohdekomponentteja, jotka säteilevät valoa, kun niiden läpi johdetaan sähköä. Niitä voidaan kutsua myös valodiodeiksi. LED-sana toimii meillä ns. yleisnimenä, jolloin sillä viitataan lähes kaikkeen LED-tekniikkaan ja -valaistukseen. /10./

LED-valoilla on olemassa monta erilaista valoväriä (kuva 1), josta se valmistetaan. LEDin valmistuksessa usein käytetyt gallium-yhdisteet määräävät puolijohdekomponenttien värin. Mahdollista on myös lisätä kalvoja sekä pinnoitteita valojen pintaan, joilla voidaan muokata värejä enemmän. /10/



KUVA 1. Erivärisiä LED-valoja /5/

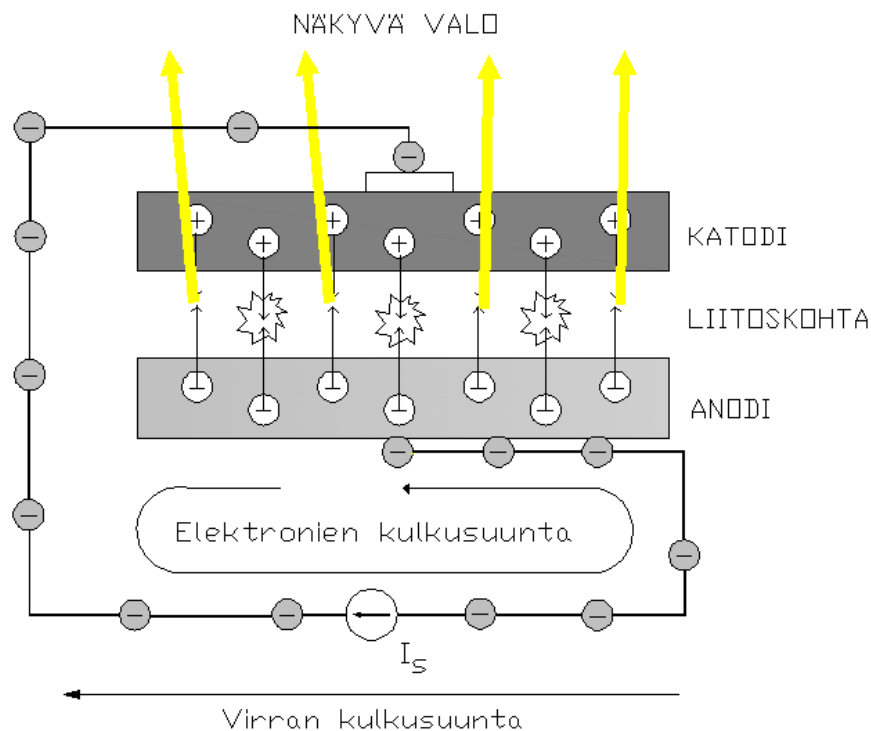
LED-valo on keksitty vuonna 1962, jolloin niitä alettiin käyttää lähinnä sähköisten laitteiden merkkivaloina ja erilaisissa näyttötauluissa. LEDin värikin oli aikoinaan vain yhdenlainen eli punainen. LEDien suppeat käyttökohteet johtuivat valotehokkuuden sekä valkoisen valon puuttumisesta. /11./

LED-valoja on olemassa erityyppisiä. On olemassa ihmisen silmällä näkyvää valoa lähettäviä, ultravioletti- sekä infrapuna-aallonpituuksilla toimivia LED-lamppuja, jotka ovat hyvin kirkkaita. Ne käyttävät tasavirtaa ja vaativat yleensä erillisen teholähteen. /11/

Nykyään valojen käyttökohteet ovat laajentuneet erittäin paljon, ja nykyään se on melko yleisessä käytössä myös valaistuksessa. LED-lamppujen suosio nykypäivänä johtuu sen käyttäjästä, turvallisuudesta ja valtavasta energiansäästöstä, joka on taloudellisesti kannattavaa. LED-valojen iso etu on myös siinä, että niissä ei ole elohopeaa, joka on myrkyllistä ympäristölle. /6/

2.2 LED-valon toiminta

LEDin toiminta perustuu komponentissa olevaan katodiin ja anodiin. Kuvasta 2 nähdään katodilta anodille kulkevan sähkövirran, joka kuljettaa elektroneja ja elektroniaukoja kohti p-n-liitoskohtaa. LED:n liitoskohdassa yhdistyvät elektronit sekä elektroniaukot. Tämän johdosta elektroni siirtyy energiatasolla yhden pykälän alemmaksi ja näin vapautuu energiaa, josta osa emittoituu valoksi ja osa vapautuu lämpöenergiaksi. Virran suunta on positiivinen, kun virta kulkee anodilta katodille. /36/

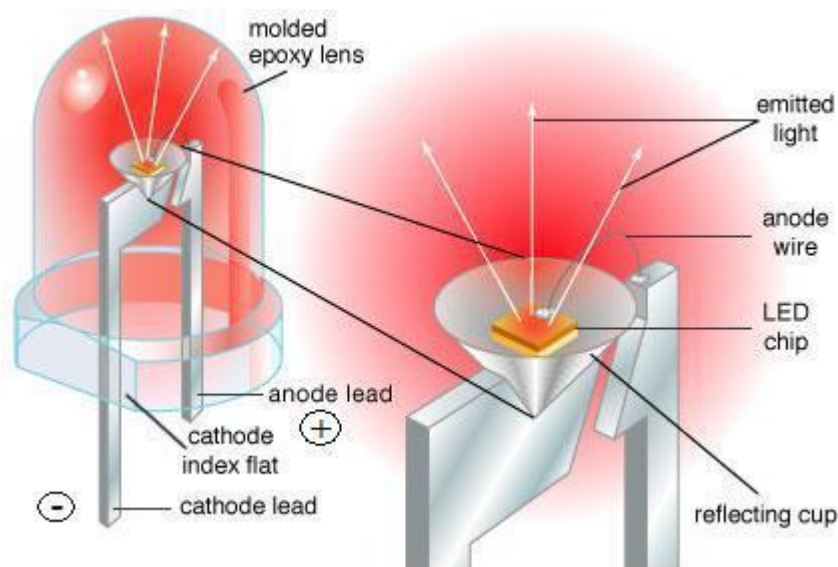


KUVA 2. Toimintakaavio /35/

LED-valojen käyttöjännite on muutaman voltin. Virrat hohtodiodeissa on yleisesti ottaen 20mA-1A välillä. LEDien Puolijohdevalmiste sekä jännite määräävät valon värin diodissa

2.3 Rakenne

LED on puolijohdekomponentti, joka siis yksinkertaisesti lähettää valoa. Puolijohdekomponentin rakenne koostuu anodi- sekä katodipinneistä, sirusta ja kotelosta, jonka sisäpuolelle tekniikka on asennettu (kuva 3). Anodi- ja katodipinnan erottaa helpoiten siitä, että anodipinni on pidempi kuin katodipinni. Koska LED-lamput ovat tasajännitteellä toimivia, se päästää virran kulkemaan ainoastaan toiseen suuntaan.



KUVA 3. Lampun rakennekuva /30/

Käytetyt materiaalit LEDeillä ovat germanium (Ge), pii (Si) sekä galliumnitridi, mutta galliumnitridi on nykypäivänä käytetyin materiaalivalmiste /8/.

3 LED-VALON KEHITYSKULKU

3.1 Syntyhistoria

Vuonna 1907 kokeilija H. J. Round keksi ensimmäisen diodin, joka synnytti valoa. General Electricissä työskennellyt Nick Holonyak oli kuitenkin ensimmäinen henkilö, joka sai näkyvää punaista valoa synnyttävän LED:n vuonna 1962. Tämän takia Holonyakia pidetäänkin valoa tuottavan diodin keksijänä. Ensimmäiset alkeelliset LED-valot kehitettiin aluksi elektronisten laitteiden merkkivaloksi.

Kuvassa 4 on kuvattu LED-valon kehittymistä aina vuodesta 1907 lähtien. Kuten kuvasta huomaa valon kehitys virallisesti alkoi kuitenkin vasta vuonna 1962.



KUVA 4. Valon kehittyminen ajan saatossa /31/

Tämän ihmeellisen keksinnön perästä vuosien 1971-72 vaihteessa syntyivät vihreä sekä keltainen LED-valo, kirkkaammat punaiset sekä punaoranssit diodit sekä infra-puna (IR), joka on edelleen käytössä mm. television kauko-ohjaimissa. Näitä valoja oli aina 1980-luvulle saakka, kunnes kehitettiin sininen väri. Tämän valon synnyttäjänä oli Shuji Nakamura. Sininen LED-valo tuotiin kuitenkin markkinoille paljon myöhemmin, vasta vuonna 1993. /7; 31./

Materiaalina tässä sinisessä LED-valossa oli indium-galliumnitridi, jonka kemiallinen yhdistelmä on InGaN. Sama henkilö keksi myös valkoista väriä hohtavan diodin. Valkoinen LED-valo syntyi pian sen jälkeen, kun siniset ja muut tehokkaat LEDit olivat keksitty. Valkoisessa diodissa seoksena käytettiin yttrium-alumiinioksidia ja cerumia. Sinisen valon väri saatiin näyttämään valkoiselta, kun siihen laitettiin fosforipitoinen pinnoite. /7; 9./

3.2 Hohtodiodit tänä päivänä

Tänä päivänä LED-valojen käyttö on lisääntynyt nopeasti, ja niiden tekniikka menee koko ajan eteenpäin. Jatkuvasti kehitetään entistä kirkkaampia LED-valoja ja keksitään uusia käyttötarkoituksia, joissa voidaan tätä tekniikkaa hyödyntää. Aluksi hohtodiodien käyttö oli vain merkkivaloissa sähkölaboratorioissa.



KUVA 5. LED-valaistuksen käyttö ajovaloissa /17/

Nykyään, varsinkin 2000-luvulta lähtien, niitä on aloitettu käyttämään mm. ajoneuvojen ajovaloissa (kuva 5), liikennevaloissa, datan siirrossa ja taskulampuissa.

Vuonna 2009 kehitettiin suurteho-LEDit ja siitä lähtien niitä on aloitettu käyttää mm. asuinkiinteistöjen valaistuksessa ja katuvaloissa. Varsinkin teollisuudessa näiden valojen käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti.

Vaikka LEDit ovat nykypäivänä kovassa suosiossa, on niiden hintataso vielä melko korkealla.

3.3 Valoisa tulevaisuus

LED-valojen kehitys on ollut tähän päivään saakka hyvin lupaavaa ja jyrkästi kasvavaa. Tälle uskomattomalle kehitykselle nopeutta ja vauhtia on antanut yksiselitteisesti ilmastonmuutokset koko maailmassa ja sen hiilidioksidipäästöjen rajoittamistavoitteet. Nykyään täytyy miettiä erityisen paljon hiilijalanjälki-ilmiötä. Tämä ilmiö on vaikuttanut myös hyvin nopeasti eri valaisintoimittajien mallistojen uusintaan ja muutoksiin. LED-tekniikalla toimiva valaistus ja sen tuomat lisämahdollisuudet ovat merkittävästi kasvaneet.

Merkittävimpiä hyötyjä, mitä LED-valoista on saatu, on ehdottomasti sen hyötysuhde. Hyötysuhde näissä valoissa on erinomainen, ja sitä parannetaan jatkuvasti. Tämän hetkinen hyötysuhde on noin 25 % energiatehokkaampi verrattuna pienloistelampullisiin valaisimiin. Kun vertaa halogeeni- ja hehkulamppuihin, energiasäästöä syntyy noin 90 %, joka on jo todella paljon. Vaikka LED-lamppujen hinta tällä hetkellä on hyvinkin korkea, se tulee muutaman vuoden sisään laskemaan kovan kysynnän vuoksi. /9/

Suomessa tällä hetkellä LED- markkinoiden osuus on muutaman vuoden aikana kasvanut vuosittain yli tuplaten ja tällä hetkellä osuus on 10 %. Globaalisti se on noin 15% verrattuna koko valaistusmarkkinointiin. On ennustettu, että noin viiden vuoden kuluttua LED-valojen markkinaosuus tulisi kasvamaan puoleen. On selvää myös, että nämä valot tulevat seuraavan kymmenen vuoden sisällä korvaamaan kokonaisuudessaan kokonaan hehkulamput, halogeenilamput sekä vähän myöhemmässä vaiheessa

myös energiansäästölamput. /9/

4 LED-VALAISTUKSEN EDUT JA HAITAT

Vaikka aikaisemmin on jo tullut ilmi, LED-teknologia verrattuna muihin valonlähteisiin on ylivoimaista. Sillä on erittäin paljon etuja muihin valolähteisiin katsottuna. Jatkuvan kehityksen myötä LED-valoista tulee tulevaisuudessa vielä entistä kehittyneempiä ja niistä tuodaan uusia ominaisuuksia esille. Kaikesta huolimatta LED-teknikka ei ole täydellistä, ja tämän vuoksi myös LED-valoista löytyy joitakin huonoja puolia. Tässä luvussa esittelemme LED-valojen edut ja haitat.

4.1 Edut

4.1.1 Elinikä

Yksi suurimpia etuja LED-lampuissa on verrattuna muihin valonlähteisiin on sen paljon kestävämpi elinikä ja käyttötuntimäärä. Useimmiten ihmisillä on se käsitys, että LED-valon käyttötunnit ovat jopa 100 000 tuntia, mutta se ei pidä paikkaansa, vaan yleisesti ottaen se on noin 30 000-50 000 tuntia, joka on toki iso määrä. Tuntimäärää voisi ajatella helpommin niin, että jos pidettäisiin lamppua päällä 24 tuntia/vrk, se kestäisi n. 6 vuotta. LED-lamppu kestäisi 25 vuotta, jos valoa pidettäisiin päällä 8 tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa.

4.1.2 Kestävyys

LED-valojen kestävyys on erinomaista, sillä ne eivät sisällä minkäänlaisia hehkulan-koja, ohutta lasia, eikä muutakaan hajoavaa tai arkaa osaa, mikä voisi mennä vialliseksi. Tämän ominaisuuden takia näitä valaisimia voidaan käyttää todella vaativissa olosuhteissa, missä lamppu altistuu iskuille tai värinälle. Esimerkkinä tästä voisi olla työkoneet, jossa LEDit ovat nykyään paljon käytössä.

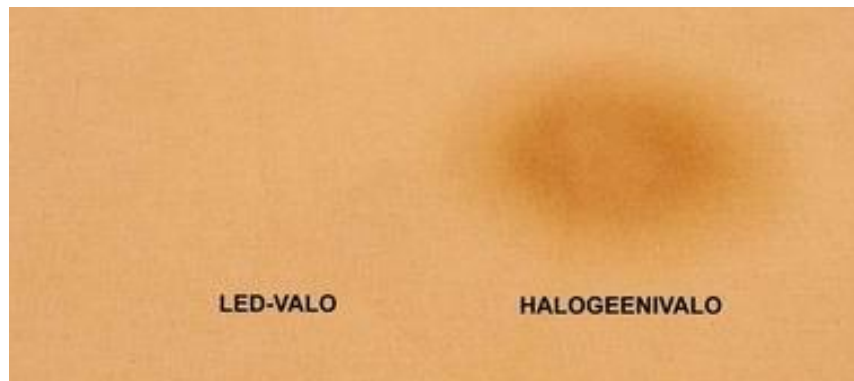
LEDit kestävät myös kylmää erinomaisesti, ja ne toimivatkin paremmin kylmässä kuin lämpimässä lämpötilassa. LED-lamppujen lämpötilaväli on hyvin laaja: -40 asteesta aina +80 °C asteeseen saakka. Kun ajatellaan Suomen lämpötiloja, niin voidaan todeta

LED-lamppujen sopivan tänne meille mainiosti. Näitä valoja käytetäänkin nykyään hyvin paljon ulkovalaistuksessa.

Vaikka LEDit ovat hyvin kestäviä, on ne mahdollista saada myös viallisiksi. Yleisimmät syyt tähän ovat asennusvirheet, joko mekaanisesti tai sähköisesti. Myös jännitepiikit voivat aiheuttaa hajoamisen.

4.1.3 Turvallisuus

LED-valojen iso etu on myös niiden lämpötila. Ne eivät kuumene kuin hieman käytössä, ja tästä syystä niitä voi huoletta asentaa vähän ahtaisiinkin paikkoihin pelkäämättä, että voisi syntyä tulipalon vaaraa. Näiden valojen lähellä pienetkin lapset ovat turvassa kuumuudelta. Kuvassa 7 on testattu LED- ja halogeenilampun lämpenemistä vanerilevyn vieressä, josta voi nähdä halogeenilampun aiheuttaman palovaaran levyssä.



KUVA 7. Halogeenin aiheuttama tummentuma vanerilevyssä /26/

Toinen seikka turvallisuutta ajatellen on, että näiden valojen käyttö vähentää tapaturmia. LED-lamppujen ollessa pitkä-ikäisiä niiden vaihtamista ei kovin usein tarvitse suorittaa. Jos verrataan esimerkiksi hehku- tai halogeenilamppuja, joissa vaihtojen määrä on moninkertainen, jolloin joudutaan olemaan enemmän tekemisissä jännitteisten osien läheisyydessä, ja silloin riskit ovat suuremmat.

Valot eivät myöskään säteile infrapunasäteilyä tai ihmiselle haitaksi olevaa UV-säteilyä. Jo aiemmin todettu LED-valon kestävyys tuo turvallisuutta. Loiste- ja hehku-lamppujen hajoaminen voi tuottaa vaaran ihmiselle

4.1.4 Kustannukset

Nykyään on paljon esillä energiasäästäminen ja se, millä tavoin sitä voitaisiin säästää mahdollisimman tehokkaasti. LED-valoilla on saatu valaistuksen osalta tähän ratkaisu. LED-valojen käyttö valaistuksessa on huomattavasti edullisempaa ja energiaa säästävämpää verrattuna muihin valaistusratkaisuihin. Alla oleva kuva 8 esittää perinteisen valon ja LED-valon väliset kokonaiskulut valaistuksessa. Alla olevasta kuvaajasta voidaan päätellä LED-valon olevan edullisempi vaihtoehto, kun tarkasteluväli on n.5 vuotta. Jo alle viidessä vuodessa LED-valo tulee hankintakustannuksissa halvemmaksi.



KUVA 8. LED- sekä perinteisen valon kustannusvertailu /28/

Tällä hetkellä LED-valojen hankintahinta on melko korkealla, mutta se tulee laskemaan muutaman vuoden sisällä johtuen valojen kysynnän lisääntymisestä. Hankintahinnan kalleus tulee myös takaisin valojen tuoman pitkän elinkaaren myötä, koska LED-valoilla on huomattavasti harvemmat vaihto- /huoltovälit, jos vertaa loisteputki-valaisimia tai hehkulamppuja, jolloin huoltokustannukset ovat halvemmat LED-valoilla. Näistä seikoista voimme päätellä, että LED-tekniikalla suunniteltu valaistus on halvin vaihtoehto. /27/

TAULUKKO 1. Energiatohokkuuden vertailua omakotitalossa /27/

HUONETILA	PERINTEINEN		
	VALOLÄHDE, LUKUMÄÄRÄ	SÄHKÖTEHO, WATTIA	Energiankulutus / vuosi
Keittiö, noin 15 neliötä	Hehkulamppu ja loisteputki	360 W	400 kW/h
Olohuone, noin 20 neliötä	Halogeeni 50 W x 8 kpl	420 W	460 kW/h
Eteinen, noin 5 neliötä	Hehkulamppu 3 x 60 W	180 W	200 kW/h
Makuuhuone 1, noin 14 neliötä	Hehkulamppu	350 W	250 kW/h
Makuuhuone 2, noin 14 neliötä	Hehkulamppu	350 W	250 kW/h
Pesuhuone, noin 8 neliötä	Hehkulamppu + loisteputki	140 W	102 kW/h
WC, noin 2 neliötä	Hehkulamppu + loisteputki	80 W	58 kW/h
YHTEENSÄ		1880 W	1720 kW/h

HUONETILA	LED		
	VALOLÄHDE, LUKUMÄÄRÄ	SÄHKÖTEHO, WATTIA	Energiankulutus / vuosi
Keittiö, noin 15 neliötä	Valonauha 8 m	47 W	51 kWh
Olohuone, noin 20 neliötä	Valonauha 10 m	60 W	56 kW/h
Eteinen, noin 5 neliötä	Valonauha 5 m	30 W	33 kW/h
Makuuhuone 1, noin 14 neliötä	Valonauha 10 m	60 W	43 kW/h
Makuuhuone 2, noin 14 neliötä	Valonauha 10 m	60 W	43 kW/h
Pesuhuone, noin 8 neliötä	4 kpl 9 W	43 W	31 kW/h
WC, noin 2 neliötä	2 kpl 9 W	21 W	15 kW/h
YHTEENSÄ		321 W	272 kW/h

Yllä olevasta esimerkkilaskelmassa (taulukko 1) on vertailtu LED-valojen ja hehkulamppujen vuotuista energiankulutusta asuintalossa. Laskelmasta voi nähdä, että LED-tekniikalla toteutettu valaistus omakotitaloon on huomattavasti energiaa säästävämpi ja sitä kautta edullisempi vaihtoehto kuin perinteinen järjestelmä.

LED-taulukossa on pääosin käytetty laskun helpottamiseksi valonauhoja eikä normaaleja suoraa valoa antavia LED-valoja, mutta sillä ei ole merkitystä lopputulokseen, koska tehomäärä olisi joka tapauksessa sama.

4.1.5 Valolla laaja värivalikoima

LED-valojen yksi isoista hyödyistä on niiden todella laajat värimahdollisuudet. Niiden väriskaala on uskomaton. LEDien värivalikoimasta löytyy varmasti sopiva värisävy jokaiselle käyttäjälle. Monesti luullaan, että värit luodaan LED-valon kuvun avulla. Todellisuudessa värejä muunnetaan puolijohteita muuttamalla. *Taulukossa 2 on esitetty LED-valojen valmistemateriaalit, aallonpituudet, jännitteet ja värit.*

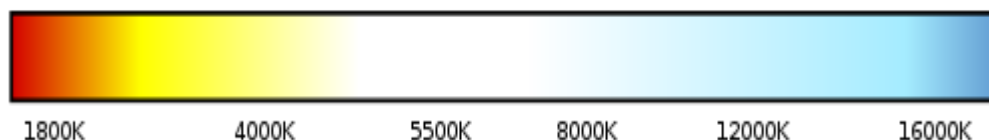
TAULUKKO 2. Eri värit sekä valmistamateriaalit LED-valoilla /40/

Väri	Aallonpituus [nm]	Jännite [V]	Puolijohdemateriaali
Infrapuna	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.9$	Gallium arseeni (GaAs) Alumini gallium arseeni (AlGaAs)
Punainen	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	Alumini gallium arseeni (AlGaAs) Gallium arseeni fosfaatti (GaAsP) Alumini gallium indium fosfaatti (AlGaInP) Gallium(III) fosfaatti (GaP)
Oranssi	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	Gallium arseeni fosfaatti (GaAsP) Alumini gallium indium fosfaatti (AlGaInP) Gallium(III) fosfaatti (GaP)
Keltainen	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	Gallium arseeni fosfaatti (GaAsP) Alumini gallium indium fosfaatti (AlGaInP) Gallium(III) fosfaatti (GaP)
Vihreä	$500 < \lambda < 570$	$2.18 < \Delta V < 4.0$	Indium gallium nitridi (InGaN) / Gallium(III) nitridi (GaN) Gallium(III) fosfaatti (GaP) Alumini gallium indium fosfaatti (AlGaInP) Alumini gallium fosfaatti (AlGaP)
Sininen	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Sinkki seleni (ZnSe) Indium gallium nitridi (InGaN) Pii karbid (SiC) substraattina Pii (Si) — (kehittellä)
Violett	$400 < \lambda < 450$	$2.75 < \Delta V < 4.0$	Indium gallium nitridi (InGaN)
Purppura	monia eri tyyppiä	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Tupla sini/puna LED, sininen punaisella fosforipölysteellä, valkoinen LED purppura muovilla
Ultraviolett	$\lambda < 400$	$3.1 < \Delta V < 4.4$	timantti (C) Alumini nitridi (AlN) Alumini gallium nitridi (AlGaInN) Alumini gallium indium nitridi (AlGaInN) — (down to 210 nm[7])
Valkoinen	laaja spektri	$\Delta V = 3.5$	Sini/UV diodi keltaisella fosforipölysteellä

Värien käyttö valaistuksessa ei ole vain hivistelyä. Sillä on tutkitusti vaikutusta ihmisten mieliin. Esimerkiksi sininen sävy voi tuoda kylmän vaikutelman kun taas esimerkiksi keltainen väri, tuo monesti aikaan ihmisessä levollisen ja lämpimän olon tuntua. Valojen värillä on positiivisia vaikutuksia ihmisiin.

4.1.6 Värien lämpötila, värintoisto ja värien laatu

LED-valoista puhuttaessa värisävyt jaetaan yleisesti ottaen kahteen ryhmään, lämpimiin sävyihin ja kylmiin sävyihin. Lämpimät sävyt käsittävät lämpötilavälit 2600-3700 K ja kylmät sävyt 3800-6000 K. *Taulukossa 3 on esitetty eri värit ja niiden väri-lämpötilat. Ihminen voi nähdä 2790–11 000 kelvinin välillä olevat värit. /2/*

TAULUKKO 3. Valon väri ja sitä vastaava väri-lämpötila. /22/

Lämpimät sävyt ovat kuitenkin tällä hetkellä selvässä suosiossa. On hyvä ottaa huomioon, että samassa tilassa olevat valojen värisävyt olisivat suurin piirtein samaa sä-

vyä, jolloin värivaikutelma näyttäisi rauhalliselta katsojan silmään. Kirkkailla LED-valoilla on myös tasainen valospektri, jolloin ne eivät synnytä valo vääristymiä.

Väriämpötilan lisäksi on hyvä ottaa huomioon, miten valo toistaa väriä. Värintoistoindeksistä käytetään nimitystä Ra-indeksi, jota merkitään yleensä kirjaimin CRI, joka tulee sanoista colour rendering index. Luonnolliseksi Ra-indeksiksi sanotaan lukua 80 ja tätä lukua suositellaankin käyttämään kotitalouksissa. LED-lampuilla on mahdollista saada Ra-indeksiksi optimaalisen luvun eli 80. Hehkulamput ja myös halogeenilampuilla tämä arvo on lähes aina 100. /2; 19./

4.1.7 LED-valojen himmennettävyys sekä valaistuksen ohjaus

LED-teknologia on kehittynyt valtavasti, ja tämän hetken LEDit ovat kuin pieniä ”äläsiiruja”, joita voidaan ohjailta monella tapaa. Etäohjaus on myös mahdollista. Nykypäivänä myydään myös erilaisia himmentimiä, joilla saadaan säädettyä valon kirkkautta, tehoa ja valonväriä. Niin sanotut RGD- himmentimet ovat tarkoitettu LED-valojen värin vaihtoon, jonka avulla saadaan erilaisia värimahdollisuuksia valaistukseen.

4.1.8 LED-valojen syttymisnopeus

LED-lamppujen hyvä puoli on myös siinä, että niitä voi sammuttaa ja sytyttää ihan koska vain. Ne syttyvät aina välittömästi saavuttaen täyden valotehon. Esimerkiksi energiansäästölamput eritehoiset lamput vievät pitkäänkin, ennen kuin ne saavuttavat parhaimman valotehonsa, ja sama koskee purkauslamppuja.

Seuraavassa taulukossa 4 on kuvattu LED-valon (5W) sekä eritehoisten energiansäästölamppujen syttymisnopeuksia. Taulukosta voi todeta LED-valon olevan ylivoimainen. Se syttyy välittömästi, mutta muilla menee jopa useampia minutteja, ennen kuin ne saavuttavat maksimi valotehonsa. Keltainen merkintä tarkoittaa sitä, missä valoteho on jo riittävä. /25/

TAULUKKO 4. Syttymisnopeuksia eli valolähteillä /25/

AIKA	LED 5 W	AIRAM 11 W	Sylvania 7 W	Sylvania 11 W	Cotech 11 W
0 sek	281	113	58	26	87
5 sek	281	118	64	16	78
10 sek	281	133	73	18	81
15 sek	281	148	82	17	84
20 sek	281	156	92	17	86
25 sek	281	163	101	17	87
30 sek	281	175	110	18	90
35 sek	281	186	119	19	92
40 sek	281	195	126	20	95
45 sek	281	212	132	21	98
50 sek	280	221	136	22	101
55 sek	280	226	140	24	103
60 sek	280	230	143	25	106
65 sek	280	233	146	27	109
70 sek	280	235	147	29	113
75 sek	280	236	149	30	118
80 sek	280	237	150	32	119
85 sek	280	238	151	33	123
90 sek	280	238	152	36	125
120 sek					137
150 sek				63	137
180 sek				78	
210 sek					157
240 sek				113	163
300 sek				152	181
360 sek				203	
420 sek				277	191
480 sek				320	
540 sek				347	190
600 sek	265	253	172	349	191

Hyvän esimerkin voisimme ottaa katuvaloista. Niillä menee minutteja, ennen kuin ne palavat kirkkaasti. Jos kaikki maailman katuvalot sytytettäisiin muutaman minuutin myöhemmin LED-tekniikalla verrattuna nykyisiin katuvaloihin, niin energiasäästöt olisivat valtavat. /25/

4.1.9 Ympäristölliset hyödyt

LED-valoilla on paljon ympäristöllisiä hyötyjä. Nämä valot eivät pidä sisällään myrkyllisiä kaasuja, ei edes elohopeaa, jota löytyy muista valovaihtoehdoista. Tämän an-

siosta LED-lamput voidaan heittää normaaliin talousroskakoriin, koska ne eivät ole ongelmajätettä. Suurin hyöty kyseisillä valoilla on jo aikaisemmin mainittu energiatehokkuus. LED-moduulilla käyttöikä on paljon pitkäkestoisempi, ja näin se pienentää valmistus- ja materiaalikuluja ja tämän ansiosta kierrätysjärjestelmien kuormitus pienenee. /13/

4.2 Huonot puolet

LED-valot eivät ole täydellisiä, sillä niistäkin löytyy muutamia haittapuolia. Huonoja puolia näissä valoissa on korkea hintataso, matala lämmönkestävyys, huono lämmitystehoisuus, valaistusvoimakkuuden heikkeneminen sekä markkinoilla myynnissä olevat ”halvat” LED-valot. Tässä luvussa tuon esille hieman tarkemmin näitä osa-alueita.

4.2.1 Hinta-taso

LED-valojen korkea ostohinta pitää tällä hetkellä ostajakunnan melko harvana. Markkinoilla on tällä hetkellä olemassa laadukkaita LED-valoja ja myös niiden halpoja malleja. Laadukkaat LED-valot on valmistettu todella huolella, ja niiden osat ovat hyviä. Tämän takia niiden hankintakustannukset kotivalaistuksessa voivat olla lähes 10-kertaisia verrattuna ns. ”normaaleihin” valonlähteisiin. Julkisella puolella hankintakustannukset voivat yltää jopa 5-kertaiseksi. Mutta selvää on, että hinnat tulevat muutaman seuraavan vuoden aikana laskemaan inhimillisemmälle tasolle ja näin LED-hankintojen kannattavuus paranee. /18/

4.2.2 Lämmönsieto

LED-valojen lämmönsieto ei ole vielä kovin hyvä. Lämpötilan ylittäessä +80 °C LED-valot alkavat vaurioitua ja niiden käyttöikä pienenee huomattavasti. Tämän vuoksi ei LED-valoja suositella käyttämään kuumissa olosuhteissa, kuten saunan valaistuksessa, ellei niitä ole erikseen suunniteltu saunaan sopiviksi.

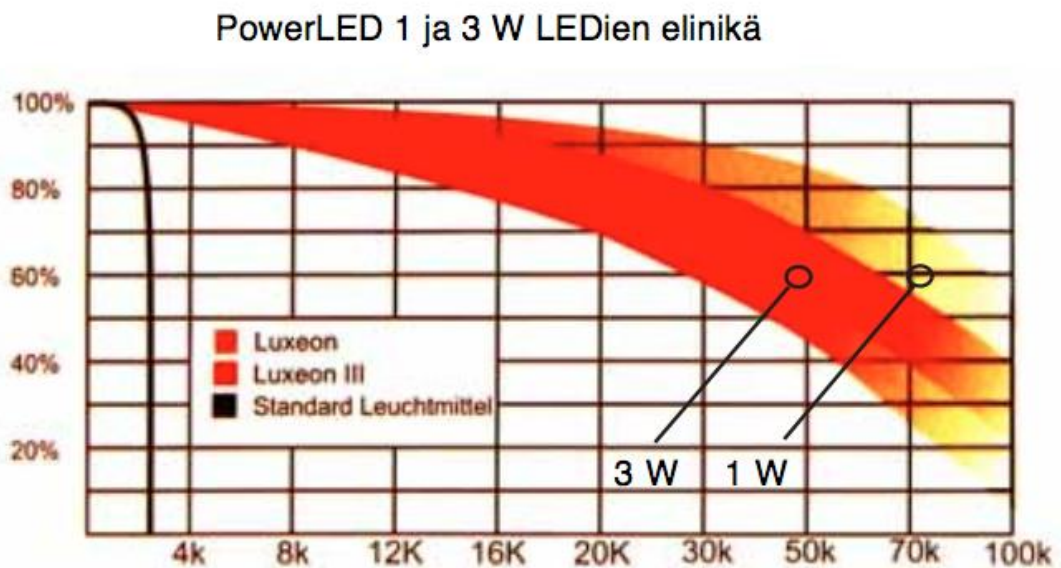
Valaistussuunnittelussa on otettava huomioon myös LED-lamppujen tehokas jäähtyvyys. Jos LED-valoille on järjestetty huono jäähtyvyys, eikä lämpö pääse karkaamaan valon sisältä, elinkaari on paljon heikompi kuin hyvin suunnitellulla LED-valolla, missä jäähtytys on otettu huomioon. Tämän takia suuritehoisille LED-lampuille on suunniteltava erittäin tehokas jäähtytys.

4.2.3 Lämmitysteho

Monet luulevat, että LED-valot eivät lämpene. Totuus kuitenkin on, että ne lämpenevät samalla tavalla kuin loisteputketkin. Ero on vain siinä, että muiden lamppujen säteilyssä lämpöä suoraan ympäristöön, lämpö on LED-valoissa johdettava ensin sen ”jäähdytysalustaan” tai LED-lampun runkoon ja sen kautta ympäristöön. /18/

4.2.4 Hiipuva valaistusvoimakkuus

On todettu, että LED-valojen valaistusvoimakkuus heikkenee huomattavasti, kun käyttötunnit ovat ylittäneet 50 000-60 000 tunnin käyttörajan. Kuvassa 9 on kuvattu kahden eri tehokkuudeltaan olevien LED-lamppujen valotehokkuuden pienenemistä ajan saatossa. Pystyakselilla on kuvattu tehonmäärä prosenteissa ja vaaka-akselilla on kuvattu käyttötunnit aina 100 000 tuntiin saakka.



KUVA 9. Valaistusvoimakkuuden alenema LED-valon ikääntyessä. /18/

Kuvan 9 mukaisesti voidaan todeta LED-valojen valaistusvoimakkuuden selvän alenemisen jo 20 000 käyttötunnin jälkeen. 50 000 käyttötunnin jälkeen valaistusvoimakkuuden teho on tippunut lähes puoleen.

4.2.5 Halvat ”kopioidit”

LED-lamppujen tullessa markkinoille tulivat niin kutsutut laadukkaat LED-valot, kuten myös niiden halvat mallit. Näissä suurimmat erot löytyvät materiaalista sekä jäähtymisestä. Se, millainen jäähtytys on, on suurin vaikuttaja LED-valojen elinikään. Jäähtymisen ollessa huono LED-valot vahingoittavat itseään pienentämällä elinkaarta.

5 LED-VALOT SISÄVALAISTUKSESSA

LED-valaistus sisävalaistuksessa nykypäivänä alkaa olla melko yleistä ja hyvin energiatehokasta. Nykyään LED-valaisimia käytetäänkin tunnettujen hehkulamppujen ja halogeenilamppujen korvaajana. Myös loisteputkivalaisimet voidaan korvata vastaavilla LED-valoilla. Nykyään LED-valaisimet sopivat myös jokaisen vanhan polttimon tilalle, sillä LED-lamppujen kannat tehdään sopiviksi niihin.

Tässä luvussa kerron LED-valaistuksen käytöstä sisävalaistuksessa erilaisissa ympäristöissä, kuten omakotitaloissa, liikekeskuksissa/myymälöissä, virastotaloissa, kuten toimistot, sekä muissa julkisissa rakennuksissa, esimerkkinä hotellit ja koulut. Jokaisessa kohteessa on omat tarpeet, mitkä pitää ottaa huomioon hankittaessa LED-valaistusta.

5.1 LED-valaisintyytit

Sisävalaistuksessa LED-valojen käyttökohteita on lukematon määrä, missä niitä voi hyödyntää. Tässä kappaleessa tuodaan esille erilaisia LED-valaisimia, mitä on käytössä tänä päivänä.

5.1.1 Korvaavat LED-lamput

Korvaavat LED-lamput sopivat jo kotona oleviin perinteisiin valaisimiin. Näiden lamppujen kannat ovat samat kuin perinteisillä hehkulamputilla (E27, E14) ja halogeenilla (GU10, MR16). Kuvassa 10 on nähtävissä yleisempien lamppujen kannat. /22/



KUVA 10. Lamppujen tyypilliset kannat (E27, E13, GU10, MR16). /38/

Nämä valot soveltuvat erinomaisesti yleisvaloiksi antaen tehokkaan valaistuksen. Värisävyt näissä LED-lampuissa ovat lämmin tai kylmä.

5.1.2 LED-paneelit

LED-paneelit ovat uusi valaisintyyppi, joka on todella tehokas valonlähde. LED-paneeli koostuu vain kolmesta pääosasta eli alumiinikehyksestä, joka on anodisoitu, optisesta akryylilevystä ja diffuusorikalvosta. /22/



KUVA 11. LED-paneelien käyttö toimistotiloissa. /22/

LED-paneelit sopivat erinomaisesti valaisemaan esimerkiksi toimistotiloja (kuva 11). Paneeleja voi asentaa seinään tai kattoon ja niillä voidaan korvata nykyiset loisteputkilamput.

5.1.3 Valolistat

Valolistat ovat pienimuotoisia, kirkkaita putkivalaisimia, jotka voidaan kiinnittää haluttuun paikkaan joko magneeteilla, tarroilla tai klipseillä. Valolistoja käytetään sisävalaistuksessa useimmiten keittiössä.



KUVA 12. LED-valolista asennettuna kaapiston päälle /23/

Valolistan avulla voidaan tuoda tietynlainen tunnelma tilaan tai luoda epäsuoravalais- tus esimerkiksi katon rajasta, lattiasta, kaapiston päältä (kuva 12) tai kirjahyllyn alta.

5.1.4 Alasvalot

Alasvalot ovat tehokkaita ja näyttäviä valoja, joiden valokeilaa voidaan suunnata haluttuun kohtaan. Valaisin upotetaan kattoon, jolloin sen kiinnitys tapahtuu valaisimen sivussa olevilla jousilla, kuten kuva 13 osoittaa, jotka painautuvat kattopaneelin taakse pitäen lampun tiukasti paikallaan. /24/



KUVA 13. LED-alasvalot muistuttavat ulkonäöllisesti halogeenispotteja /24/

Tämä valaisin sopii hyvin valaisemaan asuinkiinteistöjä kuin julkisiakin tiloja. Alasvaloja on saatavissa eritehoisina, ja niiden valovoimakkuus määritellään käyttökohteen mukaan.

5.1.5 LED-nauhat

LED-nauhat (kuva 14) ovat helppo asentaa, ja ne ovat erittäin tehokkaita. Niitä on saatavissa eri kirkkauksina, ja väri vaihtoehtoja löytyy jokaisen mieleen. Tuotteet valitaan esimerkiksi vedenkestävyyden, tarvittavan pituuden ja valotehon mukaan.



KUVA 14. LED-valonauharulla. /37/

LED-nauhoja on mahdollisuus lyhentää viiden senttimetrin välein olevasta katkaisukohtasta, jolloin saadaan sopiva pituus haluttuun kohteeseen. Nauhojen kiinnitys tapahtuu usein LED-nauhan toisella puolella olevalla kiinnitysteipillä. Valonauhoja voi asentaa lähes minne tahansa.

5.1.6 LED-putki

LED-putket (kuva 15) ovat yleistyneet nykyisin, ja niillä on korvattu monet loisteputkivalaisimet, sillä LED-putket käyvät kätevästi vanhojen loisteputkien paikalle.

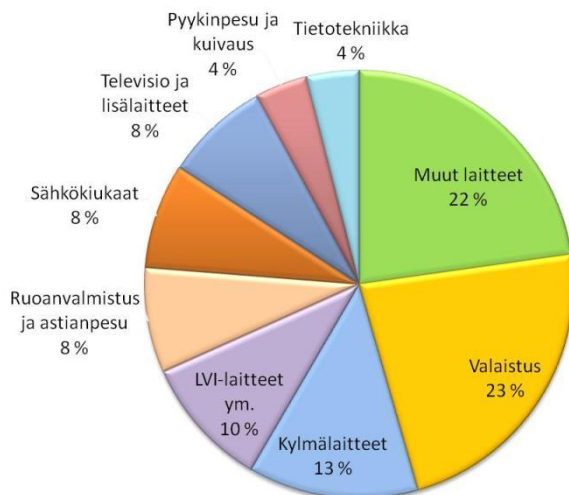


KUVA 15. LED-putket muistuttavat paljon normaaleja loisteputkia. /24/

Näitä putkivalaisimia on saatavana eri pituuksilla, ja ne soveltuvat niin julkisrakennuksiin kuin tehdasympäristöihin. LED-putket ovat erittäin kirkkaita ja vähän virtaa kuluttavia valaisimia. Hyväksytyjä malleja näistä ovat mm. LEDin valmistama tuotesarja.

5.2 Asuinkiinteistöt

Asuinkiinteistöissä valaistus näyttelee kaikkein suurinta osaa energiankulutuksessa. Kuvassa 16 on esitetty tilastolaskelma, joka on vuodelta 2006, mutta edelleen paikaansa pitävä, josta voi nähdä kotitalouksien energiankulutustilanteen.



KUVA 16. Kotitaloussähkön käyttö eri laitteilla 2006 /16/

Kuvasta 16 voi päätellä, että valaistuksella on kotitaloussähköistyksessä suurin energiankulutus. LED-valaistuksella toteutettu valaistus asuinkiinteistöissä pienentäisi sen sähkökulutusta moninkertaisesti.

Nykyään on mahdollista toteuttaa lähes kaikki valaistustoiminnot LED-valoilla toimiviksi. Se on energiasäästävä vaihtoehto, mikä yleistyy jatkuvasti. Oli tarpeet valaistuksen suhteen mikä tahansa, esimerkiksi yleisvalaistus tai tunnelmavalistus, LED-valoilla se onnistuu helposti rahaa säästämällä. Asuinkiinteistössä yleisimmin käytetyt LED-valot ovat LED-valonauhat/-listat ja LED kohdevalot.

Asuintalossa, esimerkiksi omakotitaloissa on paljon erilaisia tiloja ja huoneita, joita täytyy valaistus suunnittelussa ottaa huomioon. Näitä huoneita ja tiloja ovat mm. keittiö, olotilat (makuuhuone, olohuone), pesuhuone, sauna, portaikko sekä käytävät.

Monesti luullaan LED-lamppujen soveltuvan vain kohdevalaisuun, mutta se ei pidä nykypäivänä paikkaansa. Se on kylläkin totta, että LED-valot soveltuvat kohdevalaisuun todella hyvin, mutta sen käyttö yleisvalaistuksessa on myös hyvä ratkaisu. Nykyään on hyvä unohtaa se vanha perinteinen ajattelumalli, jossa ajatellaan valoa laitettavan vain sinne, missä sitä tarvitaan. LED-valojen avulla jokainen valaistu tila saadaan tehdyksi oikeanlaiseksi. /32/

5.2.1 Keittiö

LED-valolla saadaan juuri oikea ja optimaalinen valaistus keittiössä. Keittiövalaistuksessa LED-valaistus on melko tuore ilmestys. LED-valot ovat helppo asentaa ja piilottaa erilaisiin rakenteisiin ja saadaan valaistus haluamiin yksityiskohtiin. Keittiössä käytetään monesti LED-valonauhoja, joilla saadaan paljon ilmettä keittiöön. Näitä voi asennella kaapistojen alle, päälle tai mihin on tarpeellista. LED-valoilla on mahdollista valaista esimerkiksi kaappien sisältö. Valot syttyvät, kun ovi avataan ja LEDit sammuvat oven sulkeutuessa.

LED-valoilla onnistuu erinomaisesti epäsuora ja suora valaistus. Epäsuoralla valolla saadaan esimerkiksi tunnelmavalaisua koko keittiö. Tähän voi käyttää LED-nauhoja, jotka ovat asennettu kaapistojen päälle näyttäen valon kattoa kohti. Kuvassa 17 on LED-valoilla toteutettu keittiövalaistus.



KUVA 17. LED-valoratkaisulla voidaan tuoda keittiöön uutta ilmettä. /32/

LED-värivalaistuksella keittiöön (kuva 17) on mahdollista saada hienoja ja lempeitä valoeffektejä, jotka kiinnittävät katseet.

5.2.2 Oleskelutilat

Oleskelutilat, makuu- ja olohuoneet ovat monesti talon viihtyisimmät paikat kodeissa. Siellä vietetään paljon aikaa ja rentoudutaan. Monesti halutaan näihin tiloihin erilaisia valaistusratkaisuja kuten yleisvaloa, tunnelmavaloa sekä korostevaloa. LED-valot ovat näihin tarkoituksiin sopiva valinta. LED-valojen avulla on mahdollista valaista lähes kaikkea.

Oleskelutiloissa käytetään erilaisia valaisimia, joten LED- valoilla voidaan toteuttaa tällaiset ratkaisut kätevästi. Upotettavissa alasvaloissa, jotka normaalisti ovat halogeenivalaisimia, on mahdollista toteuttaa LED-tekniikalla tuottaen paremman valonlaadun verrattuna halogeenivalaisimiin. Alasvalojen käyttö mahdollistaisi myös eri värien käytön oleskelutiloissa.

Kuvassa 18 on olohuone valaistu erilaisilla LED-lampuilla. Kuvan huoneesta löytyy suoraa sekä epäsuoraa valaistusta. Myös peilin tausta on valaistu.



KUVA 18. LED-valoista saatavaa väriloistoa /29/

LED-valaistuksella voi luoda tunnelmaa oleskelutiloihin, ja niiden avulla voi tuoda esille jotain yksityiskohtia kodissa. Niillä voi toteuttaa esimerkiksi tähtitaivaan, joka tuo erityisen tunnelman. LED-valolistoja voi asentaa esimerkiksi ikkunatasoille tai -laudoille, jalkalistoihin tai vaikka kirjahyllyn taakse. Näiden valojen käyttömahdollisuudet ovat rajattomat.

LED-lamppuja on mahdollista asentaa oleskelutiloissa sohvien, tuolien tai sängyn läheisyyteen, koska LED-lamppu ei lämmitä tekstiilejä liikaa, joten lämmöstä ei aiheudu tulipaloriskiä.

5.2.3 Kylpyhuone

Kylpyhuoneet ovat nykyään tiloja, jossa halutaan myös rentoutua ja rauhoittua nauttien vedestä ja mahdollisesta tunnelmasta. LED-lamppujen täytyy olla kosteussuojattu, koska kylpyhuone luetaan kosteisiin tiloihin.

LED-valaistuksella on mahdollista jäljitellä vaikkapa tähtitaivasta, tulenloimua tai revontulia /2/.

Kuvassa 19 nähtävissä erilaisia valaistusratkaisuja LED-lamppuja hyödyntäen.



KUVA 19. LED-tekniikalla toteutettu kylpyhuonevalaistus. /3/

Kylpyhuoneen valaisimina voivat toimia yleisvalaistuksen lisäksi esimerkiksi taustavalaistut peili tai valaistut pyyhekoukut. Kylpyhuoneessa on myös syytä olla tehokas yleisvalaistus. Tänä päivänä tehokkaat LED-spotit ovat yleisiä käytössä olevia kylpyhuonevalaisimia.

5.2.4 Sauna

Saunaan on saatavissa paljon erilaisia LED-valoratkaisuja, joilla voi tuoda tietynlaisen tunnelman (kuva 20). Tällaisia valoja on mahdollista asentaa esimerkiksi lauteisiin, selkänojiin, kattoon tai jopa kiukaan taakse. Tämän hetken uusiin omakotitalokohteisiin halutaan saunaan monesti entistä enemmän tunnelmallista valoa, ja tämän takia saunatiloihin soveltuvat erilaiset LED-ratkaisut ovat kovassa suosiossa.

Oversol-niminen yritys Suomessa on LED-valoja kehittävä yritys, joka myös maahan tuo LED-tuotteita ja on erikoistunut juuri saunan valaistukseen /32/.

Saunavalaistustarkoituksiin on olemassa omanlaiset kestävämmät LED-valot, jotka ovat suunniteltu kestävämmän korkeita lämpötiloja ja kosteutta. Tunnetuimpia valoja ovat valokuidut.

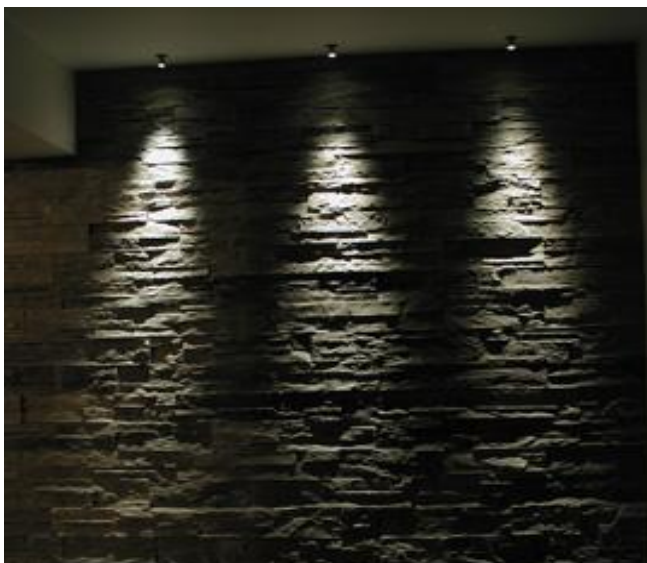


KUVA 20. Erilaiset valoeffektit tuovat saunaan harmonisen tunnelman. /3/

LED-valaisimia voidaan asentaa myös remontoitavaan saunaan jälkiasennuksena, mikä nykypäivänä onkin yleistynyt.

5.2.5 Koriste- ja tunnelmavalaistus

Kuten aikaisemmin on mainittu, LED-valot sopivat erinomaisesti koriste- sekä tunnelmavaloina. LED-valolla voit saada esimerkiksi seinän näyttämään upealta (kuva 21). LED-valoilla on mahdollista valaista tiettyä yksityiskohtaa, koska valokeilan voi kohdistaa pistemäiseksi.



KUVA 21. LED-valoilla voi luoda tunnelman seinään valaistuilla valoilla /34/

LED-valoilla on mahdollista saada valoa niihin paikkoihin, joihin se ei ole muilla valolähteillä ollut mahdollista. Yhtenäiset valoseinät, kalusteisiin piilotetut valonlähteet ja ahtaiden hyllyjen valaistus ovat kaikki helposti saatavissa LED-tekniikan avulla. Kun kodin sisustusta suunnittelee LED-lamppujen kanssa, lähes kaikki on silloin mahdollista. /19/

5.2.6 Portaikot

Monessa asuintalossa on liian pimeät portaikot, mikä on turvallisuusriski. Vaikka portaiden yläpäässä onkin jonkinlainen yleisvalo, se ei aina luo haluttua valoa portaisiin ja sen takia saattaa syntyä harha-askel. Kuvassa 21 on nähtävissä, miten LED-valoilla on mahdollista saada erittäin hyvä valaistus portaikkoon.



KUVA 21. Näin saat valoa ja turvallisuutta portaikkoon. /19/

Ne tuovat turvallisuuden lisäksi myös tunnelmaa kotiin. Käytännöllinen tapa on valaista portaikko asentamalla LED-valot seinään tai portaiden päähän, jolloin ne valaisevat koko rapun. LED-valaistus tähän on erinomainen, jolloin se on pitkäikäinen, ja huoltoa ei usein tarvita sen pitkäikäisyyden johdosta. LED-lamppujen asennus kaiteeseen on toinen paikka, millä tavoin voidaan parantaa valaistusta portaikossa.

5.3 Liikekeskukset ja myymälät

Liikekeskukset kuluttavat vuosittain todella paljon energiaa pelkällä valaistuksella. Liikekeskukset ovat auki lähes joka päivä aamusta iltaan. Nykyään kaupungit ovat alkaneet pohtia, miten voisi säästää energiaa mahdollisimman tehokkaasti laadusta tinkimättä. LED-valaistus on tällä hetkellä yleistymässä kovaa vauhtia juurikin liikekeskuksissa. Vanhat loisteputkivalaisimet ovat vaihtuneet vastaaviin LED-valoputkiin, jotka ovat jopa paljon kirkkaampia ja energiaystävällisempiä kuin vanhat valaisimet. Tämä on uusi trendi, joka tulee yleistymään entisestään. Käytetyimpiä LED-valoratkaisuja liikekeskuksissa ovat LED-valotaulut sekä LED-hyllyvalojärjestelmät. Yleisvalaistuksessa käytetään kiskojärjestelmällä toteutettua LED-valoratkaisuja. Vuosittaiset rahallisesti hyödyt ovat liikekeskuksille huimat uusien valaistushankintojen myötä. /9; 20/.

Suomessa tällä hetkellä on jo joitakin liikekeskuksia ja myymälöitä, joissa LED-valaistus on jo tullut käyttöön ja uusia rakenteilla olevia liikekeskuksia, joihin on tulossa kyseinen valaistusjärjestelmä, on useampia.

Kuvassa 22 on myymälään saatu erittäin valoisa valaistus LED-lamppuja käyttäen.



KUVA 22. LED-tekniikalla toteutettu Iittala/Fiskarsin outlet-myymälä. /1/

Tällä hetkellä liikekeskuksia ja myymälöitä, joissa valaistus on osin tai kokonaan toteutettu LED-valoilla ovat esimerkiksi Kankaanpään liikekeskus, Sale Vuores, Tam-

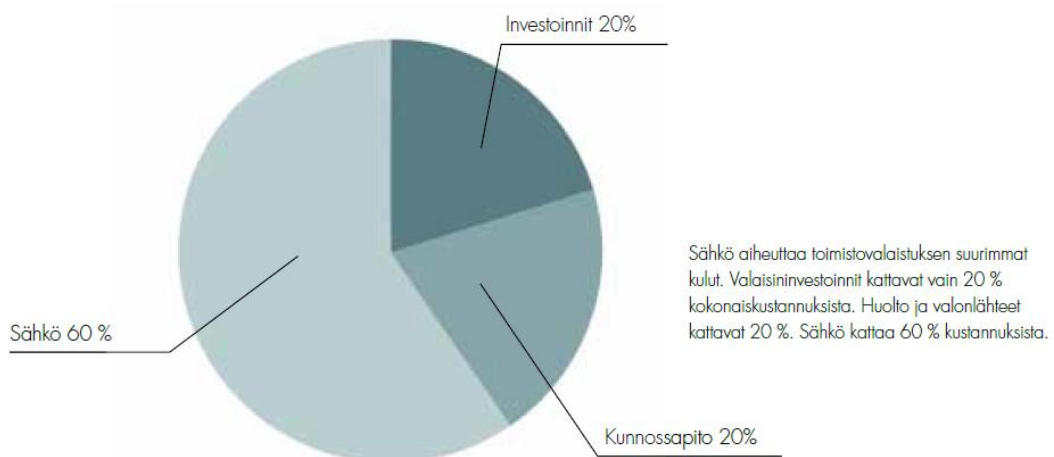
pere, Citycenter-kauppakeskus, Ideapark, Iso Omena, Itäkeskus, Jumbo, Karisma ja Koskikeskus.

On myös todettu, että LED-valaistus parantaa asiakkaiden viihtyvyyttä huomattavasti, kun vertaa vanhoihin valaistusjärjestelmiin. Niiden avulla voidaan luoda mitä ihmeellisimpiä valaistusratkaisuja hieman dramaattisesta mielenkiintoa nostattaviin ja houkutteleviin valoilmioihin, joilla on suuri vaikutus asiakkaiden ostokokemukseen. LED-valojen ansiosta saadaan nostettua tuotteita paremmin esille ja kiinnittämään asiakkaiden mielenkiinnon. Tällä tavalla saadaan myös nostettua tuotteiden kannattavuutta. /33/

LED-valaistusjärjestelmiä voidaan muokata hyvin laajasti, ja niiden ollessa hyvin joustavia on mahdollista saada yhdellä ja samalla valaistusjärjestelmällä esiin erilaisia valaistusvaikutelmia, kuten erilaiset tunnelmat, ympäristöt ja efektit. Näin ollen myynti lisääntyy ja mitä parasta vielä kustannusten alentuessa.

5.4 Virastotalot

Virastotalot, eli erinäiset toimistorakennukset ja tilat, vaativat omanlaisensa valaistuksen. LED-valaistus toimistoissa on yleistynyt sen hyvän valaistuksen sekä energiatehokkuuden myötä. Toimistoissa valaistuksen perinteinen käyttöaika on suunnilleen 2 500 tuntia vuotta kohden. Tämän takia saadaan suuri vuotuinen energiasäästö käyttämällä LED-lamppuja. Alla olevasta piirakkakuviosta (kuva 23) voi nähdä, että toimistovalaisuksen sähkö vie suurimman osan kuluista. Siksi oikeanlainen valaistus onkin tärkeää. /15/



KUVA 23. Toimistovalaisuksessa syntyvät kulut /15/

Monet yritykset ovat ottaneet käyttöön LED-valot. Toimistoympäristössä on omat haasteensa valaistusta suunniteltaessa, kuten työpistevalaistus, lukuvalaistus sekä tietokoneen läheisyydessä oleva oikeaoppinen valaistus. Näistä kerrotaan lisää luvussa 6. Virastoissa on myös erilaisia tiloja, joihin tarvitaan oma valaistuksensa. Näitä tiloja ovat muun muassa vastaanotto, käytävä ja kulkuväylät, avotoimistot ja kokoushuoneet. LED-valoilla jokaiseen tilaan saadaan juuri oikeanlainen valaistus.

Virastojen vastaanotossa voidaan LED-ratkaisuilla luoda tilaan tietty tunnelma, mikä antaa hyvän ensivaikutelman vieraille. Käytävät ja kulkuväylät, joita käytetään harvemmin, kuluttavat usein eniten energiaa. LED-ratkaisuilla voidaan toteuttaa käytävälle energiatehokas ratkaisu. Avotoimistot monesti saattavat olla hieman ankeita ja tylsiä. On tutkittu, että hyvällä LED- ratkaisulla saadaan oikea tunnelma tilaan, joka vaikuttaa työntekijöiden hyvinvointiin avotoimistoissa ja viihtyvyys kasvaa. /33/

Toimistovalaisuksen ideologina on ollut se, että kaikkialla talossa olisi voimakkuudeltaan yhtenäinen valaistus. Tänä päivänä pyritään keskittymään siihen, että valaisuksen tehokkuutta yritetään saada tasapainoisemmaksi kunkin tehtävän mukaisesti. Esimerkiksi helposti tietokoneen ruutua katseltaessa alkaa keskittyminen herpaantua ja tätä myöten työteho laskee. Oikealla valaistuksella voidaan saada herpaantumisen pois.



KUVA 24. Toimistorakennuksen aula toteutettuna LED-valoilla /33/

LED-valoilla toteutetut valaistusratkaisut ovat hyvin mukautettavia ja joustavia, jonka ansiosta tilaan kuin tilaan saadaan halutessa aina optimaalinen sekä erittäin tasainen valaistus. Käytetyimpiä LED-valoratkaisuja toimistoissa ja virastoissa ovat LED-valoputket ja LED-valopaneelit. Tällä hetkellä Suomessa osa toimistoista ja virastoista

ovat siirtyneet energiatehokkaaseen LED-valaistukseen. Näitä ovat mm. Finnvera (Kajaani), Loimaan seurakunta sekä SOL-konsernin pääkonttori Helsingissä.

5.5 Julkiset rakennukset

Julkisissa rakennuksissa, joita ovat esimerkiksi koulut, hotellit, ravintolat ja urheiluhallit, LED-valojen käyttö on laajasti lisääntynyt viimeisen kahden vuoden aikana. Monet kaupungit ovat omaksuneet LED-valojen tuomat hyödyt.

Viimeisen neljän vuoden aikana on ollut isoja julkisten rakennusten laajoja saneerauskohteita, joissa valaistus on monesti uusittu LED-valotekniikalla.

Kouluissa on huomattu LED-valaistuksen parantavan oppimista. Käytävillä, luokkiin sekä liikuntasaleihin halutaan yhä useammin LED-lampuilla toimivat LED-valoputket. Koulussa oppilaiden viihtyvyyttä voidaan myös parantaa erilaisilla valoratkaisuilla, kuten erilaiset valoeffektit. Koulut ovat ennen kaikkea isoja rakennuksia, joissa tulee ekologisuus ottaa huomioon. LED-valoilla tulee suuria säästöjä vuodessa ja monet kaupungit ovat sen jo omaksuneet. Luokkahuoneissa valaisimien valonjaon tulisi olla suoraa ja epäsuoraa valoa. LED-valaistuksella optimaalinen valaistus on mahdollista. /11; 14/



KUVA 25. LED-valoputkilla toteutettu luokkahuoneen valaistus /11/

Liikuntasaleissa vaaditaan tehokasta ja tasaista valoa. LED-tekniikalla toteutettu sali-valaistus on todettu monin kerroin paremmaksi kuin tavanomaisilla valonlähteillä.

Liikunta- ja urheiluhalleissa LED-valaistus yleistyy jatkuvasti, ja näissä kohteissa on aloitettu käyttämään LED-valolla toimivia valonheittäjiä, jotka voivat teholtaan olla jopa 100 wattia.

Näistä syistä johtuen varsinkin LED-valoputkien käyttö kouluissa sekä erilaisissa halleissa on hyvin suosittua tänä päivänä. /11; 14/

Hotellin tai ravintolan valaistuksessa täytyy ottaa huomioon erilaisia asioita, eikä niiden valaiseminen ole kovin yksinkertaista. Suurin osa hotelleista on auki ympäri vuoden ja 24 tuntia vuorokaudessa, jolloin tunteja kertyy vuodessa 8760. Hotelleissa täytyy tällöin olla valaistuna kaikki käytävät, aulat sekä vastaanotto. Vanhat halogeenilamput, jotka ovat hotelleissa olleet hyvin suosittuja, ovat monissa hotelleissa vaihdettu LED-alasvaloihin sekä LED-kohdevaloihin. Kuvassa 26 on hotellin aula toteutettu LED-valoilla.



KUVA 26. Hotellin aulan alasvalot sekä valolistat valaisevat tyylikkäästi /4/

On myös tärkeää, että valoja on mahdollista saada mukautettua, jotta voidaan sen avulla toteuttaa paljon erilaisia tehostevalaistuksia ja tuoda tietty tunnelma haluttuun tilaan. LED-valaistuksella saadaan uskomaton määrä energiansäästöä sekä hotelliin loistokkuutta. Ihmiset myös tuntevat olonsa mukavaksi ja kotoisaksi, kun valaistus on tunnelmallinen. /33/

6 LED-VALON MUUT KÄYTTÖSOVELLUKSET

6.1 Turvavalaistus

Monessa liikekeskuksessa nykyään on myös turvavalaistus toteutettu LED-valoilla. Turvavalaistus on sisävalaistuksessa se tärkein valaistus. Tällä hetkellä LED-turvavalaisimia toimittavat mm. Teknoware sekä Fagerhult.



KUVA 27. Erilaisia turva- ja poistumistievalaisimia. /12/

LED-lamppujen käyttö tuo lisäturvaa, ja se on huomattavasti huoltovapaampi kuin normaalit turvavalot johtuen LED-lamppujen käyttöiästä. LED-valaisimissa on myös hyvin pieni virrankulutus, joka kuluttaa akkua vähemmän, jos verkkovirta katkeaa.

6.2 Työpistevalaistus ja lukuvalaistus

LED-valoilla suunniteltu työpiste- ja lukuvalaistus on erinomainen. LED-valot sopivat tähän tarkoitukseen todella hyvin, koska niillä on mahdollista saada 5500K värilämpötila, joka on melko lähellä päivänvaloa. Perinteisessä loisteputkilampussa väri on yleensä kellertävä värilämpötilan ollessa noin 2900 K. LED-valon kaltainen kirkas valo auttaa paremmin keskittymään ja näkemään lukemiskohdettaan. Tämä johtuu siitä, että ihmisen pupillit ovat pienemmät päivänvalon kaltaisessa valossa kuin keltaisessa valossa. Mitä pienemmät pupillit ovat, sitä ”rennommin” silmät ovat. On tutkittu, että lukuopeuden on mahdollisuus kasvaa noin 20 prosentilla, kun valaistus on päivänvalon kaltainen, kuin että se olisi kellertävä.

7 LOPPUPÄÄTELMÄ

Työssä on kerrottu LED-valaistuksesta ja sen hyödyistä valaistuksessa verrattuna muihin valonlähteisiin. Tutkintotyön pohjalta voi todeta LED-lamppujen käytön olevan erittäin energiatehokasta ja taloudellisesti hyvin kannattavaa.

LED-tekniikka on jyrkästi ylöspäin kasvavaa ja vuosi vuodelta tullaan kehittämään yhä uudempia ja energiatehokkaampia LED-ratkaisuja, myös muillakin osa-alueilla kuin vain sisävalaistuksessa.

Tällä hetkellä LED-valojen suurin kehityskohde on varmaankin hintatason alentaminen. Toinen kehitysmahdollisuus olisi valon laadun parantaminen, jotta LED-valaisimet voisivat kaikki olla yhtä laadukkaita.

Lähteitä käytin työssäni runsaasti, jotta työ olisi mahdollisimman todenmukainen ja jotta työtä voitaisiin tämän vuoksi pitää hyvänä ja turvallisena tiedonlähteenä. Työ oli erittäin kiinnostava, ja opin itse paljon LED-valaistuksesta yleisesti. LED-valo tulee mullistamaan globaalisti koko valaistusteknologian muutaman vuoden sisällä.

LÄHTEET

/1/ Avainlippu Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.avainlippu.fi/liiton-merkit/design-finland/showcase>

Luettu 13.02.2013. Päivitetty 24.01.2013

/2/ Cariitti Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.cariitti.fi/sivut/led-tietopaketti>

Ei päivitystietoja. Luettu 31.01.2013.

/3/ Cariitti Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.cariitti.fi/sivut/kuvagalleria>

Ei päivitystietoja. Viitattu 10.02.2013.

/4/ CommSun Lighting Co.

WWW-dokumentti.

<http://www.commsunlight.com/upload/uploadfile/image/applications/led-down-light/hotel/led-down-lights-1.jpg>

Päivitetty 15.01.2013. Viitattu 29.01.2013.

/5/ Direct Industry.

WWW-dokumentti. <http://www.directindustry.com/prod/camden-electronics/leds-34134-198835.html>

Ei päivitystietoja. Luettu 30.01.2013.

/6/ Easy Led Oy.

WWW-dokumentti. http://www.led1.fi/led_teknologia

Päivitetty 25.01.2013. Luettu 27.01.2013.

/7/ Edison Tech Center.

WWW-dokumentti. <http://www.edisontechcenter.org/LED.html>

Ei päivitystietoja. Luettu 07.02.2013.

/8/ Electro Schematics.

WWW-dokumentti. <http://electroschematics.com/5104/light-emitting-diode-how-it-works/>

Päivitetty 03.12.2012. Luettu 28.01.2013.

/9/ Elfin.

WWW-dokumentti. <http://www.elfin.fi/led-valaisimet>

Päivitetty 28.01.2013. Luettu 30.01.2013.

/10/ Elsor Oy.

WWW-dokumentti. http://elsor.fi/PagesFin/LED_teknologia.html

Päivitetty 27.01.2013. Luettu 27.01.2013.

/11/ Fagerhult Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.fagerhult.fi/indoor/skola/rum/klassrum.asp>

Päivitetty 09.02.2013. Luettu 11.02.2013.

/12/ Fagerhult Oy.
WWW-dokumentti.
http://www.fagerhult.com/shop/produkter.asp?sprak=303&kategori_id=16&serie_id=255
Päivitetty 04.02.2013. Viitattu 12.02.2013.

/13/ Fagerhult Oy.
WWW-dokumentti. <http://www.fagerhult.fi/indoor/LED/miljo.asp>
Päivitetty 02.02.2012. Luettu 04.02.2013.

/14/ Finntology Oy.
Tuotepäällikkö, Arto Mattila puhelinkeskustelu
Haastateltu 28.01.2013.

/15/ Glamox Luxo Lighting Oy.
PDF-dokumentti.
http://glamox.com/upload/2012/12/04/office_concept_finland_lowres.pdf
Päivitetty 04.12.2012. Luettu 13.02.2013.

/16/ ilmasto-opas.fi.
WWW-dokumentti. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-artikkeli/5fbaa6aa-f525-4cdd-9699-23d415815ae5/sahkolaitteet-ja-valaistus.html>
Ei päivitystietoja. Luettu 08.02.2013.

/17/ I am audi.
WWW-dokumentti. <http://www.iamaudi.com/2009-audi-r8/>
Päivitetty 13.11.2012. Viitattu 02.02.2013.

/18/ Kim Stålhandske. Valaistuksen energiasäästömahdollisuudet Loviisan voimalaitoksella. Diplomityö. Energiatekniikan koulutusohjelma. LUT. 2010
PDF-dokumentti. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/66320/nbnfi-fe201012093079.pdf?sequence=3>
Päivitetty 05.02.2013. Luettu 07.02.2013.

/19/ Kodinvalaistus.fi.
WWW-dokumentti. <http://www.kodinvalaistus.fi/valaistus-kodin-eritiloissa/portaikko/>
Ei päivitystietoja. Luettu 09.02.2013.

/20/ Led experts Finland Oy.
Myyntipäällikkö, Jussi Niklas-Salminen.
haastattelu 10.02.2013.

/21/ ledilamput.fi.
WWW-dokumentti. http://www.ledilamput.fi/ledilamppujen_historia.html
Päivitetty 15.08.2008. Luettu 29.01.2013.

/22/ Leditalo Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.leditalo.com/tuoteluettelo.php?tuoteryhma=10>
Päivitetty 12.01.2013. Luettu 10.02.2013.

/23/ Leditalo Oy.

WWW-dokumentti. <http://teholed.fi/a/index.php/tuotteet/valaisimet/led-listat.html>
Päivitetty 01.01.2013. Viitattu 13.02.2013.

/24/ Leditalo Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.leditalo.com/tuoteluettelo.php>
Päivitetty 01.01.2013. Viitattu 13.02.2013.

/25/ Limic Oy.

WWW-dokumentti.
http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=category&id=63&Itemid=102
Ei päivitystietoja. Luettu 04.02.2013.

/26/ Limic Oy.

WWW-dokumentti. <http://www.limic.fi/html/led.htm>
Ei päivitystietoja. Viitattu 03.02.2013.

/27/ Limic Oy.

WWW-dokumentti.
http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=article&id=138&Itemid=109
Ei päivitystietoja. Luettu 01.02.2013.

/28/ Limic Oy.

WWW-dokumentti.
http://www.valokas.fi/www/images/stories/artikkelit/138_valot_viiva.jpg
Ei päivitystietoja. Viitattu 31.01.2013.

/29/ mydecorative.com.

WWW-dokumentti. <http://mydecorative.com/interior-lighting-with-led/>
Päivitetty 04.01.2013. Viitattu 11.02.2013.

/30/ mindprod.com.

WWW-dokumentti. <http://mindprod.com/image/electronic/led.jpg>
Päivitetty 11.12.2012. Viitattu 31.01.2013.

/31/ OSRAM.

WWW-dokumentti.
http://www.osram.sk/osram_sk/LED/Everything_about_LED/History_of_LED/index.html
Päivitetty 09.01.2013. Luettu 29.01.2013.

/32/ Oversol.

WWW-dokumentti. <http://www.oversol.fi>

Päivitetty 04.02.2013. Luettu 04.02.2013.

/33/ Philips Oy.

WWW-dokumentti.

http://www.lighting.philips.fi/lightcommunity/trends/led/led_lighting_possibilities.wpd

Päivitetty 13.02.2013. Luettu 14.02.2013.

/34/ Saas Instrumentti Oy.

WWW-dokumentti. http://www.saas.fi/tuotteet/led/asennusosat/lmh_led

Päivitetty 29.01.2013. Luettu 08.02.2013.

/35/ Sanni Siltala. Energiätehokas toimisto- LED-teknologia. Diplomityö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. LUT. 2009.

PDF-dokumentti. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/59436/nbnfi-fe201003041455.pdf?sequence=3>

Päivitetty 15.02.2010. Luettu 28.01.2010.

/36/ Suomen Valoteknillinen Seura.

PDF-dokumentti. http://www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf

Päivitetty 11.03.2010. Luettu 28.01.2012.

/37/ Team valoilmio.

WWW-dokumentti. <http://www.valoilmio.fi/node/156>

Päivitetty 28.01.2013. Luettu 05.02.2013.

/38/ Team valoilmio.

WWW-dokumentti. <http://www.valoilmio.fi/node/237>

Päivitetty 28.01.2013. Luettu 07.07.2013.

/39/ Verbatim.

WWW-dokumentti. http://www.verbatim.fi/fi_25/led-article-led-technology_6276.html

Päivitetty 13.01.2013. Luettu 27.01.2013.

/40/ Wikipedia 2012. LED.

WWW-dokumentti. [Http://fi.wikipedia.org/wiki/LED](http://fi.wikipedia.org/wiki/LED)

Päivitetty 30.01.2013. Viitattu 03.02.2013.