

Antti Saari

Ohje nykyaikaiseen valaistussuunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

20.11.2014

Tekijä Otsikko	Antti Saari Ohje nykyaikaiseen valaistussuunnitteluun
Sivumäärä Aika	30 sivua 20.11.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkintoohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaaja	lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena tutkia, mitä nykyaikaisessa sekä tulevaisuuden valaistus-suunnittelussa tulisi ottaa huomioon sähköinsinöörin näkökulmasta. Työn tarkoituksena oli tuottaa lyhyt mutta selkeä ohje hyvästä valaistussuunnittelusta, jossa käytiin läpi eri valais-tuksen ohjausjärjestelmiä sekä perehdyttiin eri valonlähteisiin.</p> <p>Työssä tutkittiin eri tilojen valaistussuunnittelutapoja niin kodin eri tiloissa kuin työpaikalla-kin. Tutkittiin myös erilaisia valaistustyyppisiä, joita soveltamalla saadaan oikeinlainen va-laistus. Tilan käyttötapa sekä sijainti vaikuttavat myös paljon, millainen ohjausjärjestelmä tilaan kannattaa suunnitella. Nykyaikainen valaistussuunnitelma tehdään tietokoneohjel-malla.</p> <p>Hyvin tehdyllä valaistussuunnitelmalla parannetaan energiatehokkuutta, jolloin saadaan huomattavia säästöjä sekä lisätään viihtyisyyttä, mutta myös parannetaan työtehoa ja täl-löin tuottavuus kasvaa huomattavasti. Kiinteistöjen arvo ja jälleenmyynti on myös huomattavasti helpompaa, jos valaistukseen on panostettu hyvin ja täten markkinointi on helpom-paa, kun suunnittelussa on katsottu myös tulevaisuuteen.</p>	
Avainsanat	energiansäästö, suunnittelu, valaistus

Author Title	Antti Saari Directive for modern lighting planning
Number of Pages Date	30 pages 20 November 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructor	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to study what should be included in a lighting plan nowadays, and also in the future. Another purpose was also to create planning instructions for an electrical engineer, because the energy regulations have become stricter and lighting influences a lot of building energy consumption.</p> <p>The sources used for the project were statutes and rules, as well as prior knowledge from work and school. When comparing light sources, energy efficiency is a good indicator. The methods for achieving energy savings with lighting were presented. The observations showed that selecting the right lighting type for a space increases the comfort of it.</p> <p>The end result of the project was a clear set of instructions which helps the lighting planner to plan energy efficient lighting. The Bachelor's thesis also gives the manager of construction good knowledge of lighting. A well designed lighting plan saves energy, raises the value of the real estate and increases its comfort.</p>	
Keywords	energy conservation, planning, lighting

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Suureet ja käsitteet	2
3	Valaistussuunnittelu	3
3.1	Valaistussuunnittelu työpaikalla	3
3.2	Valaistussuunnittelu kotona	4
3.2.1	Keittiö	5
3.2.2	Olohuone	6
3.2.3	Makuuhuone	7
3.2.4	Sauna ja pesuhuone	7
3.2.5	Ulkovalaistus	9
3.3	Valonlähteet	10
3.3.1	Halogeenilamppu	12
3.3.2	Loistelamppu	13
3.3.3	Pienisloistelamput	13
3.3.4	Energiansäästölamput	14
3.3.5	LED	15
4	Ohjaustavat ja järjestelmät	15
4.1	Liiketunnistin	16
4.2	Päivänvalo-ohjaus	17
4.3	Aikaohjaus	18
4.4	DALI	18
4.5	DSI	20
5	Valaistuksen energiatehokkuus ja säädökset	20
5.1	Energiatehokkuus ja säädökset	20
5.2	LENI-luku	21
6	Eri valaistustyyppit	22
6.1	Suora valaistus	22
6.2	Epäsuora valaistus	23
6.3	Kohdevalaistus	23
7	Valaistussuunnittelu tietokoneella	24

7.1	Valaistussuunnittelu tietokoneohjelmalla	24
7.2	DIALux	24
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

Lyhenteet

CAD	Tietokonepohjainen suunnitteluohjelmisto
DALI	Valaistuksen ohjauksessa käytetty digitaalinen ohjausjärjestelmä
DSI	Valaistuksenohjausjärjestelmä, joka on digitaaliohjattu mutta osoitteeton järjestelmä.
IR	Infrapuna eli sähkömagneettinen säteily.
KNX	Kansainvälisesti käytetty kiinteistöautomaatiostandardi.
LED	Puolijohdekomponentti, josta heijastuu valoa.
LENI	Rakennuksessa käytetty valaistuksen energiamäärä ilmoitetaan LENI-luvulla.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä käsitellään asioita, joita nykyaikaisessa sähkösuunnittelussa tulisi ottaa huomioon valaistussuunnittelun osalta. Työssä käydään läpi erilaisia valaistuksen ohjausjärjestelmiä. Sekä paneudutaan erilaisiin valaistustyyppeihin ja energiansäästöön.

Nykyisin mediassa paljon puhutaan energiansäästöstä ja ilmaston lämpenemisestä, joka tulisi saada kuriin. Rakennuksissa energiamääräykset ovat kiristyneet paljon ja tulevat vielä kiristymään lisää tulevaisuudessa. Valaistus on iso osa rakennusten vuotuisesta energian kulutuksesta. Etenkin vanhoissa rakennuksissa valaistus on suunniteltu huonosti, ja näin energiaa kuluu hukkaan. Hyvä esimerkki on vanhat kerrostalot. Oikein suunnitellulla valaistuksella säästetään paljon energiaa.

Eri valaistustyypeillä saadaan juuri oikeinlainen valaistus haluttuun paikkaan. Oikeantyyppisellä valaistuksella lisätään rakennuksien viihtyisyyttä ja turvallisuutta. Mikäli rakennuksen ulkokuoren jotakin tiettyä yksityiskohtaa halutaan korostaa, valitaan oikeinlainen valaistustyyppi, jolloin se erottuu hyvin ulkokuoresta.

Nykyään on paljon erilaisia valaistuksen ohjausjärjestelmiä, jolloin valitsemalla oikeinlainen haluttuun tilaan säästetään energiaa sekä lisätään viihtyisyyttä, kun pystytään muuntelemaan valaistusta haluttuun tapaan.

Idean työhoni sain kokemusten kautta työelämästä, jossa valaistussuunnittelu on iso osa työtehtäviä. Myös oma kiinnostukseni valaistukseen sekä energiatehokkuuteen vaikuttivat työn aiheen valintaan.

2 Suureet ja käsitteet

Valaistussuunnittelussa on hyvä hallita valaistuskäsitteet sekä suureet. Taulukossa 1 on käyty läpi valaistusteknisesti yleisimmät suureet, joita tarvitaan valaistussuunnittelussa.

Taulukko 1. Valaistusteknisiä suureita [1]

Suure	Tunnus	Yksikkö	Selitys
Valovirta	ϕ	Lumen(lm)	Valovirta kuvaa valonlähteestä lähtevän valon kokonaismäärää
Valovoima	I	Candela (cd)	Tiettyyn suuntaan säteilevän valon voimakkuutta kutsutaan valovoimaksi
Valaistusvoimakkuus	E	Luksi (lx)	Tietyllä neliömäärällä oleva valovirran määrä
Luminanssi	L	cd/m ²	Valotiheys, kuvaa pinnan kirkkautta
Luminanssiero	-	-	Vaalen ja tumman pinnan välillä oleva siirymä. Mikäli erot suuria, ne häiritsevät työskentelyä
Valontuotto	H	Lm/W	Valontuotto ilmoitetaan lumeniarvona käytettyä tehoa kohden
Häikäisy	-	-	Heikentä näkemistä, johtuu luminanssijakaumasta tai kontrasteista
Taloudellinen käyttöikä	-	tuntia (h)	Polttotuntimäärä, jolloin kokonaisvalovirrasta on jäljellä enää 70 %
Huoltokäyttöikä	-	tuntia (h)	Ajankohta, jolloin valon kokonaismäärästä jäljellä 80 %
Keskimääräinen käyttöikä	-	tuntia (h)	Ajankohta, jolloin käytetyistä komponenteista yli 50 % toimii
Värintoisto	Ra	Ra-index	Valolähteen kykyä toistaa värejä oikein
Väriämpötila	-	Kelvin (K)	Valon tekemä vaikutelma. Alle 4000 K, valo on lämmintä. Yli 4000 K, valo on kylmää.
UGR-indeksi	-	-	Sisätiloissa valaisimien aiheuttama häikäisy määritetään UGR-menetelmällä. UGR-arvo ei saa ylittää tiettyjä suosituksia

3 Valaistussuunnittelu

3.1 Valaistussuunnittelu työpaikalla

Työturvallisuuslaki on määrittänyt, että työpaikoilla tulee olla tarpeeksi hyvä valaistus, joka on työntekijöiden mukaan sopiva sekä riittävän tehokas. Tarpeen mukaan tilaan on saatava tarvittava määrä luonnonvaloa. [2]

Standardiin EN 12464-1 on koottu eurooppalaiset valaistusvaatimukset erityyppisille työtehtäville. Koska laki velvoittaa, että työpaikoilla on oltava riittävästi valaistusta, on standardia periaatteessa pakko noudattaa, jotta työtehtävät voidaan suorittaa turvallisesti ja tarpeeksi tuottavasti. [3]

Työpaikoilla tarvitaan siis riittävä määrä valoa, jotta työnteko on turvallista. Hyvällä valaistuksella parennetaan työtehokkuutta sekä ehkäistään mahdollista työstä johtuvaa väsymystä, kun ei työskennellä pimeässä. Mitä enemmän työ vaatii keskittymistä sekä tarkkuutta, sitä parempi valaistuksen tulisi olla. Hyvinä ovat esimerkkinä elektroniikkalaitteistojen testaus- ja säätötilat, joissa valaistusvoimakkuuden tulisi olla 1500 luksia. [4]

Paljon ovat mediassa keskustelua herättäneet huonot opiskeluolosuhteet kouluissa. Kouluissa on mitattu työpöydiltä huolestuttavan pieniä valaistusvoimakkuusarvoja, ja opiskelijat ovat olleet väsyneitä eivätkä ole jaksaneet keskittyä kunnolla opiskeluun. Tämä näkyy myös opiskelijoiden arvosanoissa.

Taulukosta 2 nähdään hyvin eri työskentelytilojen valaistusvoimakkuusarvoja. Toimistojen 500 luksia on hyvinkin korkea arvo, ja uskon, että monessa toimistossa tästä arvosta jäädään. Käytännössä työpöydälle on hyvä suunnitella asennushetken valaistusvoimakkuustasoksi 625 luksia, jolloin huoltokerroin on 0,8. Valaisimen huoltokerroin määritetään lampun käyttöiän ja valovirran alenemakertoimen avulla. Myös työalueen, tässä tilanteessa työpöydän, välittömässä läheisyydessä on oltava tietty valaistusvoimakkuusarvo, joka on uuden standardin mukaan 300 luksia. Välittömällä läheisyydellä tarkoitetaan tässä tilanteessa aluetta, joka on 0,5 metriä työtason ulkopuolella. [4]

Myös aikaisemminkin mainitsemani koulutilojen puutteellinen valaistus on varmastikin monessa paikassa kaukana suositellusta valaistusvoimakkuudesta, kun luokkatiloissa pitäisi pöytätasolla olla 300 luksia. Varastoissa näkee monesti pimeitä alueita, joissa valaistusvoimakkuus jää todella pieneksi.

Taulukko 2. Valaistusvoimakkuuksia eri tiloissa [4]

Tila/Huone	Valaistusvoimakkuus (lx)	UGR-indeksi	Huom!
Varastotilat	100	25	200 lx, tilassa työskennel- lään jatkuvasti
Kahvihuoneet	200	22	
Toimisto	500	19	
Kassa-alue	500	19	
Keittiö	500	22	
Luokkahuoneet	300	19	Pitäisi olla säädettävä va- laistus
Auditorio	500	19	Eri tilanteissa erilainen va- laistus
Talotekniset tilat	200	22	
Portaikot	100	28	
Hissit	100	25	Hissiaulassa oltava vähin- tään 200 lx

3.2 Valaistussuunnittelu kotona

Kodin valaistussuunnitteluun kannattaa panostaa huolella. Onnistunut valaistus tukee monia kodin tarpeita, kuten keittiöstä tehtävistä töistä, rentoutumiseen sekä tunnelmalisiin hetkiin olohuoneessa kuten elokuvan katseluun. Koti on kuitenkin paikka, jossa ihminen viettää eniten aikaa, joten valaistus on siis erittäin tärkeä. [5]

Nykyaikaisessa valaistuksessa muunneltavuutta käytetään paljon. Tällöin saadaan eri tilanteisiin erilaisia valaistusratkaisuja, ja tätä kannattaa myös hyödyntää kodin valaistussuunnittelussa. Muunneltavuus tarkoittaa nykyaikana sitä, että suunnitteluun on panostettu kunnolla ja tällöin se on energiaystävällinen.

Hyvin suunniteltu valaistus toimii hyvänä jälleenmyyntivalttina, kun kotia ollaan myymässä eteenpäin, ja näin myös rahallisesti panostus valaistukseen saadaan mahdollisesti tulevaisuudessa jopa voittona takaisin.

Vaikka valaistuksen muunneltavuus toimii hyvänä myyntivalttina sekä antaa oikeanlaisen valaistuksen oikeaan aikaan, saattaa muunneltavuus tuoda tulevaisuudessa lisäkustannuksia. Niitä voi tuottaa esimerkiksi erilaisten valaistustenohjausjärjestelmien uudelleen ohjelmointi, jolloin ammattilainen ohjelmoi järjestelmään asukkaan haluamat ominaisuudet.

3.2.1 Keittiö

Keittiössä on tärkeää, että työskentelytasolle saadaan riittävästi valoa, koska tasoilla työskennellään terävien työkalujen kanssa, esimerkiksi veitsien. Kaapistojen sisällä tarvitaan valoa, joten on tärkeää, että valaisimet heijastavat valon myös sinne. Tämä hoidetaan yleensä katossa olevalla yleisvalaisimella. [6]

Hyvänä ratkaisuna voidaan käyttää esimerkiksi nykyaikaisia LED-valaisimia, jotka kiinnitetään keittiökaapiston alareunaan ja valaisevat näin hyvin työskentelytason. Tämä ratkaisu on erittäin kustannustehokas, eikä merkittäviä kuluja tästä tule.

Liestituulettimen valintaan kannattaa paneutua huolella, jotta siitä saadaan riittävä valaistus liedelle. Liedestä tuleva valo ei saa heijastua lieden pinnasta käyttäjän silmiin. Mikäli ei haluta vääristää esimerkiksi kaakeleiden värejä, tulee välttää halogeenivalaisimia. [6]

Nykyaikana ruoan tekoon panostetaan enemmän, ja värit ovat ruuan laitossa yhä suurempi osa, joten on varmistuttava, ettei valaisin tai lamppu vääristä ruuan värejä.

Keittiöön harvemmin tarvitsee suunnitella tunnelmallista valaistusratkaisua. Yleensä ruokailutilat sijaitsevat eri paikassa kuin itse keittiö, ja näin ruokailutilassa voidaan pa-

nostaa tunnelmalliseen valaistukseen. Mikäli ruokapöytä tai muu vastaava sijaitsee keittiössä, on ruokapöytä huomioitava valaistussuunnittelussa ja panostettava siihen, jotta saadaan tarvittaessa tunnelmallinen valaistus, käyttämällä esimerkiksi himmennystä, jolloin saadaan hyvä tunnelma.

3.2.2 Olohuone

Olohuoneen valaistussuunnitteluun vaikuttaa paljon kyseisen huoneen korkeus. Mikäli tilan korkeus ylittää 4 metriä, valaisimia ei kannata asentaa kattoon kiinni, koska valaistusteho ei riitä lattiaan asti ja ihmisten on vaikea huoltaa valaisinta. [6]

Olohuone on yksi haasteellisimmista huoneista suunnitella. Tilassa tehdään paljon erilaisia aktiviteettejä, joten valaistuksenohjaus on tärkeää, jotta jokaiselle tilanteelle saadaan oikeanlainen valaistus. Tämä tarkoittaa, että valaistussuunnittelussa on otettava huomioon muunneltavuus. [5]

Tilaan tulee tarvittaessa saada isokin valaistusteho. Esimerkiksi olohuoneessa harrastetaan paljon lukemista, ja valaistuksen on palveltava tällaista tilannetta oikealla tavalla.

Olohuoneessa sijaitsee lähes tulkoon aina televisio. Mikäli valaistus huoneessa on alhainen, rasittaa tv:n katselu paljon silmiä. Tähän auttaa, kun tv:n tausta valaistaan jollakin sinne sopivalla valaisimella kuten pöytä- tai lattiavalaisimella. Elokuvia halutaan monesti katsoa pimeässä, mutta on suositeltavaa käyttää pientä valoa, etteivät silmät rasitu liikaa. [5]

Hyvä ratkaisu olohuoneen valaistuksen ohjaukseen on DALI-järjestelmä. DALI pystyy luomaan hyvin erilaisia valaistustilanteita.

Myös koristevalaisimilla kuten pöytä- tai lattiavalaisimilla saadaan käyttöön muunneltavuutta, jolloin voidaan tehdä erilaisia ratkaisuja hyödyntäen joko kiinteästi asennettuja valaisimia tai koristevalaisimia. Tarvittaessa voidaan hyödyntää molempia valaisimia. Tällä tavalla saavutetaan kustannustehokas ratkaisu, eikä välttämättä tarvita erillistä valaistuksenohjausjärjestelmää, vaikka esimerkiksi DALI-järjestelmä on erittäin käyttäjätavallinen, ja valaistuksen ohjaus sekä erilaiset valaistustilanteet on sillä erittäin helppo toteuttaa.

3.2.3 Makuuhuone

Makuuhuoneeseen pyritään saamaan epäsuoralla valaistuksella hyvä tunnelma. Valolähteet voivat sijaita esimerkiksi sängyn päädyssä, josta saadaan hyvä epäsuora valaistus. Mikäli makuuhuoneessa tarvitaan parempaa valaistusta, esimerkiksi työpöydälle, voidaan tämä hoitaa erillisvalaisimilla. Nykyään vaatekaappien sisään usein asennetaan pienet ledivalaisimet, jotka reagoivat kaapin liikkeeseen ja syttyvät, kun kaappi aukeaa. Näin nähdään kaapin sisältö hyvin ja saadaan otettua tarvittavat tavarat. [6]

Makuuhuoneessa voidaan myös käyttää koristevalaisimia, joilla saadaan luotua erilaisia valaistustilanteita.

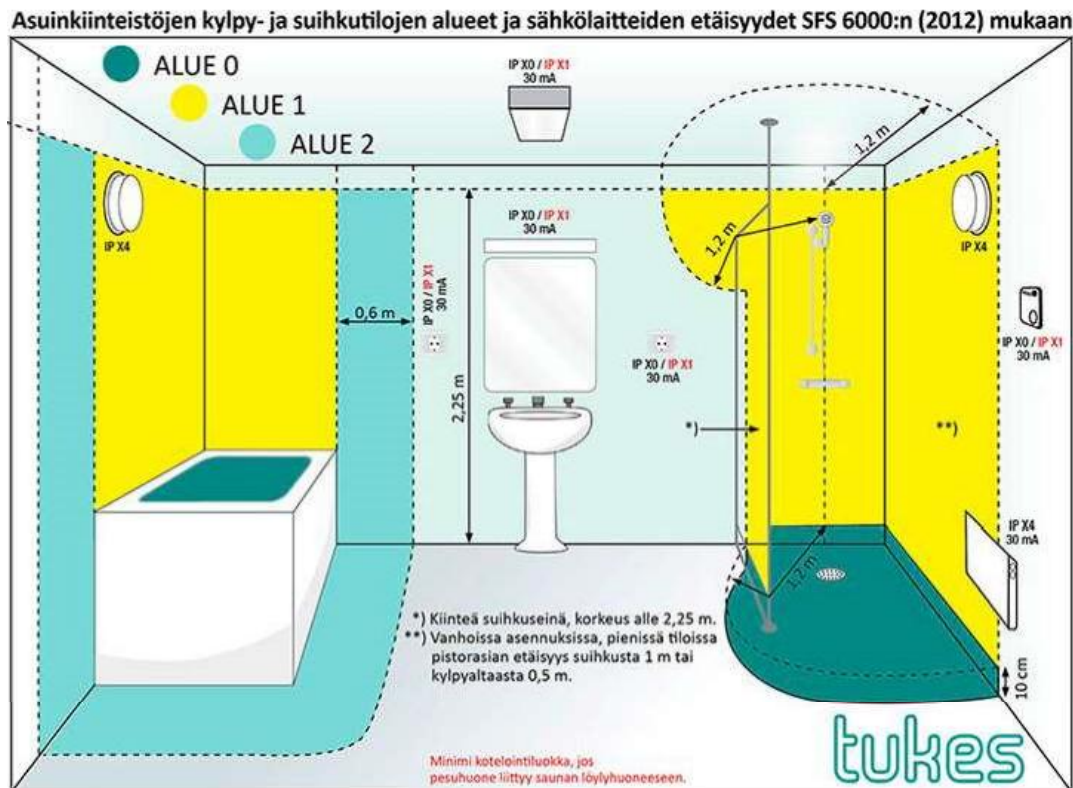
Mikäli valaisin asennetaan keskelle huonetilan kattoon, henkilö joutuu katsomaan suoraan valaisinta kohti ja tämä ei ole miellyttävää. Tämä on kuitenkin ehkä eniten suunnitelluin asennustapa johtuen asennuksen helppoudesta. Makuuhuoneen valaistus kannattaa suunnitella mahdollisimman rauhalliseksi ja ihmissilmää miellyttäväksi. [6]

3.2.4 Sauna ja pesuhuone

Nykyaikana saunan valaistusratkaisuissa käytetään paljon led- sekä kuituvaloja. Tärkeää näitä suunniteltaessa ja asennettaessa on, että valot upotetaan tarpeeksi syväälle, jotta saadaan luotua epäsuora valaistus. Tällä tavoin saunaan saadaan tunnelmallinen valaistus, joka ei ole liian kirkas mutta riittävä myös saunassa liikkumiseen. [6]

Helpoin ja käytetyin valaistustapa saunassa on asentaa yksi valaisin lauteiden alapuolelle, mutta tällä ei saada luotua tunnelmallista valaistusta, vaan lähinnä erittäin kustannustehokasratkaisu, joka on helppo toteuttaa. Tämä ratkaisu tarjoaa kuitenkin erittäin turvallisen ratkaisun, kun valaistus on hyvä ja valoa on paljon saunatilassa. Erilaisilla varjostimilla voidaan parantaa tämän ratkaisun tunnelmallisuutta, se on erittäin kustannustehokas toteuttaa tarpeen vaatiessa.

Pesutiloissa on muistettava tarkat ja tärkeät asennusmääräykset. Kuvassa 1 näemme eri asennusalueet, joissa on noudatettava tiettyjä määräyksiä.



Kuva 1. Pesutilan asennusalueet [7]

Itse kylpyhuoneen valaistus on haastava. Tilassa on lämpöä ja kosteutta usein paljon, ja valaisimen on kestävä näitä olosuhteita hyvin, eli lampun IP-luokan on oltava tarpeeksi hyvä. [8]

IP-luokalla määritetään laitteen kotelointiluokka. Tunnuksessa on kaksi numeroa, joista ensimmäinen määrittää suojauksen vieraita esineitä vastaan ja toinen numero määrittää suojauksen vettä vastaan.

Kylpyhuoneessa myös muunneltavuus on iso osa onnistunutta valaistussuunnittelua. Tilaan on saatava tarpeeksi hyvä valaistus, jotta mahdollisesti liukkaassa kylpyhuoneessa olisi turvallista liikkua ja myös ihmisten laittautuminen on helppoa. Mikäli tilassa sijaitsee esimerkiksi amme, pitää tila saada muunneltua enemmän tunnelmallisempaa valoa. Tämä voidaan hoitaa esimerkiksi himmentimellä. [8]

Pesutilassa monesti on myös peilikaappi, jossa on valaisin. Peilikaappia ei kuitenkaan kannata käyttää muuta kuin lisävalonlähteenä suihkutiloihin. Peilikaapista saadaan hyvin lisävaloa tarkkuutta vaativiin töihin, kuten ihmisten laittautumiseen.

Mielestäni kylpyhuoneessa tulee enemmän panostaa valon määrään, jonka tulee olla riittävä, jotta tilassa on turvallista liikkua. Kun tämä asia on kunnossa, voidaan ruveta panostamaan muunneltavuuteen.

3.2.5 Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksessa joko piha tai asuinrakennuksen julkisivu valaistetaan. Nykyään suunnitellaan yleensä molemmat. Ulkovalaistuksella pyritään luomaan tunnelmaa erilaisille yksityiskohdille kuten puille ja talon erityismuodoille. Tärkeää on myös, että mahdolliset kulkureitit saadaan valaistua tarpeeksi hyvin, jotta niissä on turvallista kulkea. [9]

Ulkovalaistus toteutetaan monesti hämäreäkytkimellä, jolloin valaisimet syttyvät, kun tulee tarpeeksi hämärää. Hämäreäkytkimen raja-arvoa voidaan säätää, milloin valaisimet syttyvät. Hämäreäkytkimellä ohjataan yleensä valaisimia, jotka hoitavat tunnelmavalauksen pihamaalla tai joilla korostetaan joitakin pihan hienoja yksityiskohtia, jotka tarvitsevat valaistusta. [9]

Paljon käytetään myös liiketunnistimia. Kuitenkin valaisimet, joita ohjataan liiketunnistimilla, sijaitsevat lähes aina kulkuväylän varrella, jotta ihmiset näkevät liikkua hyvin eivätkä valot ole turhaan päällä, koska ne eivät ole usein tunnelmavalaisimia. Liiketunnistimet tuovat turvallisuuden tunnetta, koska ne syttyvät liikkeestä ja näin varottavat ylimääräisistä vierailijoista tontin alueella. Täytyy kuitenkin muistaa, ettei liiketunnistin ole varsinaisesti mikään murtohälytinjaestelmä. [9]

Nykyään jonkin verran käytetään pihalla aurinkovoimalla toimivia valaisimia. Asennettaessa valaisimia sähköverkkoon tulee muistaa, että kaapeli, joka syöttää sähköä valaisimille, tulee asentaa 70 cm:n syvyyteen. Tästä syvyydestä voidaan poiketa järjestemällä metallinen lisäsuoja, johon on kuitenkin lisättävä maadoitus. Johdon asennuskohdan yläpuolella, lähes maatasolle asennetaan samassa urakassa varoitusnauha, joka varoittaa maakaapelista, mikäli joskus myöhemmin pihaa kaivetaan auki. Varoitusnauha on väriltään keltainen. [9]

Aurinkovoimalla toimivat valaisimet voi asentaa kuka tahansa normaalikuluttaja, eikä niiden asentamiseen tarvita erillistä lupaa. Tämä on lisännyt tällaisten valaisimien käyttöä paljon.

Ulkovalaistuksessa energiankulutusta saadaan helposti sekä kustannustehokkaasti pienennettyä oikeanlaisella ohjauksella. Monet ulkovalaisimet ovat valmiiksi liikeohjattuja eli syttyvät päälle, kun valaisin havaitsee liikettä.

3.3 Valonlähteet

Nykyaikana oikein valon lähteen valitseminen on vaikeaa suuren lamppuvalikoiman vuoksi. Energiamääräykset ovat kiristyneet valonlähteissä, ja kaikille tutun hehkulampan myyminen lopetettiin vuoden 2012 lopussa. Valonlähteiden valitsemiseen kannattaa paneutua kunnolla, koska monesti halpamerkit eivät tarjoa niin hyvää laatua kuin hieman kalliimmat valonlähteet. [10]

Taulukosta 3 nähdään hyvin eri valolähteiden ominaisuuksia. Taulukosta nähdään valotehokkuus sekä väriämpötila, alle 4000 K:n väriämpötila tarkoitti lämmintä valoa ja yli 4000 K:n tarkoitti kylmää valvoa. Väriämpötila on eräänlainen lampun laatuominaisuuden mitta. Väriämpötilaa mitataan Kelvin-asteikolla, ja sen lyhenne on K-kirjain.

Väriämpötila kannattaa huomioida valaistussuunnittelussa, esimerkiksi tila, jossa tehdään tehdään tarkkuutta vaativia töitä, tarvitaan kirkasta valoa, ellei jopa kylmää. Kun suunnitellaan valaistusta kotiin, kannattaa käyttää valonlähdeä, joka antaa mahdollisimman puhdasta ja valkoista valoa. Tarkkuutta vaativissa tiloissa valonlähteen Kelvin-lukema on välillä 4 000–6 500. Kotona, johon pitää saada mahdollisimman puhdasta ja valkoista valoa, Kelvin-lukema on noin 3 000. Kulkuteillä sekä varastotiloissa yleensä sopiva väriämpötila on noin 4 000–5 000 eli vähän kirkas. [11]

Eri olosuhteita voidaan myös mitata väriämpötilalla. Keskipäivän aurinko vastaa noin 5 500:aa kelviniä, kun taas iltahämärä on noin 2 500 kelviniä. Korkeimmat väriämpötilat havaitaan kuitenkin kirkaalla taivaalla, kun kello on noin 12, tällöin väriämpötila voi olla jopa 9 000 kelviniä. Tämä auttaa ymmärtämään hyvin Kelvin-asteikon. [11]

Taulukko 3. Eri lamppujen ominaisuuksia [12]

Valonlähde	Valotehokkuus (lm/W)	Väriämpötila (K)	Säädettävyys
Halogeenilamppu	-	2700-5000	Kyllä
Loistelamppu	70-100	2700-13000	Kyllä
Pienisloistelamppu	50-80	2700-6000	Kyllä
LED	75-113	3000-6500	Kyllä
Elohopealamppu	40-60	3000-4500	Kyllä
Monimetallilamppu	75-120	3000-6500	Kyllä

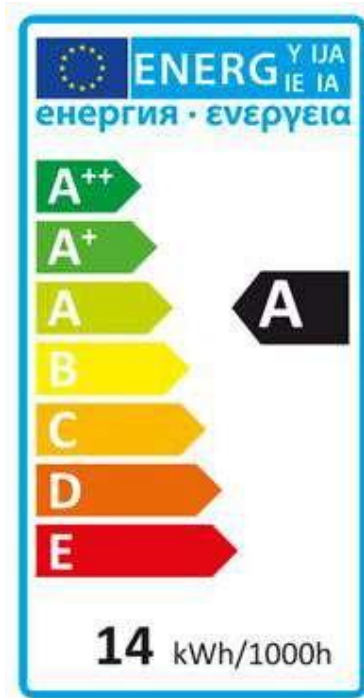
Nykyaina kun valitaan valonlähdettä, ei voida enää katsoa pelkkää sähkötehon määrää. Nykyaikaisissa energiasäästölamppuissa sähköteho on erittäin pieni, ja näin tärkein valintakriteeri on valovirta eli lumen-arvo. Vanhassa hehkulamppuissa sähköteholuemat ovat paljon suurempia, ja valinta oli helppoa, koska wattimäärät olivat tuttuja ja valovirta oli lähes aina sama tietyn tehoisella lampulla. [13]

Kun valitaan valonlähdettä, on muistettava, että se on yksi suurimmista energiatehokkuuteen valaistuksen osalta vaikuttavista tekijöistä. Valonlähdettä valittaessa sen tärkeimpiä valintakriteereitä ovat muun muassa valovirta, valotehokkuus, polttoikä, himmennettävyys ja niin edelleen. Valonlähteiden on myös täytettävä tietyt vaatimukset, jotka on määritetty IEC:n julkaisussa, mikäli lampputyypistä on kansainvälinen standardi. Kun suunnitellaan valaistuksen osalta kohdetta, pyritään kuitenkin käyttämään mahdollisimman vähän eri lampputyyppejä, jotta huoltotyöt sekä varastointi helpottuvat, kun ei ole paljon eri lampputyyppejä. [14]

Vertailuna 8 watin energiasäästölamppun lumenarvo on noin 300–400, kun taas 40 watin hehkulamppulla lumenarvo on noin 400, eli huomattava ero valovirrassa. On kuitenkin muistettava, että energiasäästölamput menettävät hieman valovirtaa ajan myötä. Kun korvataan hehkulamppu energiasäästölamppulla, kannattaa uuteen lamp-

puun varata noin 20 % suurempi lumenarvo kuin vanhassa lampussa. Tällöin varmistetaan riittävä valo koko lampun käyttöajan ajan. [13]

Valonlähteet jaotellen energiatehokkuuden mukaan eri energiatehokkuusluokkiin. Kuvasta 2 nähdään energiatehokkuusluokat.



Kuva 2. Energiatehokkuusluokka [15]

3.3.1 Halogeenilamppu

Halogeenilampun suurimpina etuina voidaan pitää edullisuutta sekä on yleensä melko yleinen valonlähde. Halogeenilampulla ei ole vaikeuksia selvitä tiloista, joissa valaistusta sytytetään ja sammutetaan todella usein. Halogeenilampun valoteho ei juurikaan heikkene lampun käyttämisen johdosta, eli se pysyy lähes yhtä tehokkaana juuri kaupasta ostettaessa kuin käyttöajan loppuvaiheessa. [15]

Halogeenilampun suurin ongelma on sen palovaarallisuus, joka syntyy, jos asennukset tehdään ammattitaidottomasti. Valmistajat joutuvatkin ilmoittamaan tarkat asennus- ja käyttöohjeet tälle valonlähteelle. [15]

Halogeenilamppuihin on myös tullut erinäisiä säädöksiä. Halogeenilamppu on eräänlainen hehkulamppu, joka on vain paljon tehokkaampi. Halogeenilamput poistuvat markkinoilta vuoteen 2016 mennessä. Lamppujen energiatehokkuutta on lisätty, ja ne poistuvat asteittain vuoteen 2016 mennessä. [16]

Aivan kaikki halogeenilamput eivät poistu markkinoilta, eivätkä myöskään hehkulamput. Erilaisissa laitteissa on näitä lampuja, esimerkiksi jääkaapissa. Tällaiset lamput eivät poistu markkinoilta, vaan niitä saa vielä huoltoliikkeistä. [16]

3.3.2 Loistelamppu

Loistelamppu, tunnetaan paremmin nimellä loisteputki. Loisteputken hyviä ominaisuuksia ovat sen alhainen hinta ja yleensä erittäin kohtuuhintaiset valaisimet. [15]

Loistelamppu ei sovellu tilaan, jossa valoa sytytetään ja sammutetaan tiheään. Loisteputki tarvitsee tietyn ajan, joka on yleensä muutama minuutti, kun se saavuttaa parhaimman valaistustehon. [15]

3.3.3 Pienoisloistelamput

Pienoisloistelampun valotehokkuus on todella hyvä. Yleensä valotehokkuus on 50–80 lm/w. Energiatehokkuus on myös pienoisloistelampussa hyvä, sillä se käyttää vain viidenneksen siitä energiasta, jonka hehkulamppu käyttää. Pienoisloistelamppua kannattaa käyttää tiloissa, joissa valaistusta pidetään pitkään yhtäjaksoisesti päällä. [15]

Pienoisloistelampun elinkikään vaikuttaa suuresti se, miten usein valaisinta sytytetään ja sammutetaan, kuten aikaisemmin mainitsin. Tämä johtuu siitä, että valonlähde ei ole suunniteltu todella lyhyitä käyttöaikoja varten. Myös pienoisloistelamppu tarvitsee muutaman minuutin ajan, kunnes se saavuttaa parhaimman valotehon. Ongelma on myös, että pienoisloistelamppua ei pysty ohjaamaan normaalilla himmentimellä [15]

3.3.4 Energiansäästölamput

Energiansäästölamput (kuva 3) on luotu korvaamaan vanhat hehkulamput. Energiansäästölampan tärkein tehtävä on vähentää energiankulutusta mutta kuitenkin niin, että valomäärä olisi sama kuin vanhoissa hehkulampuissa. Uudet energiansäästölamput sopivat suoraan vanhojen hehkulamppujen tilalle, koska niiden kannat ovat samoja kuin hehkulamput, esimerkiksi kannat E14 ja E27 ovat hyvin yleisiä. [17]

Energiansäästölamppua voidaan verrata loistelamppuun, jossa on liitäntälaitte, joka on integroitu lamppuun. Tästä syystä energiansäästölampan kanssa ei tarvitse käyttää sytytintä tai kuristinta, jotka on nykyään muutenkin korvattu jo monesti elektronisella liitäntälaitteella. [17]

Energiansäästölamppujen haittana voidaan pitää niiden viivettä. Ne vaativat yleensä muutaman minuutin ennen kuin antavat täyden tehon, kun taas LED ja vanha hehkulamput antavat täyden tehon lähes heti. Markkinoille tullessa energiansäästölamput olivat hieman hintavia verrattuna hehkulamppuihin, mutta kun hehkulamput kiellettiin, ovat energiansäästölamppujen hinnat tulleet alaspäin, ja energiansäästölamputa saatava rahallinen etu näkyy myös sähkölaskussa. [17]



Kuva 3. Energiansäästölamppu [18]

3.3.5 LED

LED lienee tällä hetkellä kaikista puhutuin valonlähde. LEDillä on erinomainen energia-
tehokkuus. Valotehokkuus on 50–100 lm/W, ja tämä lukema kehittyy koko ajan eteen-
päin. LEDillä on myös todella pitkä käyttöikä, ja sitä voidaan käyttää tiloissa, joissa on
kylmä, sekä tiloissa joissa valaistusta kytketään useasti päälle sekä pois. [19]

LEDin suurin ongelma on sen kallis hankintahinta. Hinta tulee kuitenkin tippumaan,
koska erilaisia malleja kehitetään koko ajan markkinoille lisää. LEDin asentamista ei
suositella kuumiin tiloihin, esimerkiksi saunaan. [15]

LED-lampulla ja tavallisella energiansäästölampulla on myös jonkin verran eroja. Ener-
giansäästölamppu perustuu sähköpurkaukseen ja LED-lamppu taas perustuu puolijoh-
detekniikkaan. Energiansäästölampussa on myös viive ennen kuin se antaa täyden
valon, LED-lampussa tätä viivettä ei ole, vaan se antaa täyden valon heti. LED-lamppu
toimii myös paremmin pakkasessa kuin energiansäästölamppu. [19]

LED-lamput ovat tulevaisuudessa todennäköisesti käytetyin valonlähde. Kun saadaan
LEDin hinta ja käyttövarmuus sekä muut pienemmät ongelmat kuntoon, tulevat LED-
lamput varmasti lisääntymään entisestään. Nykyään jo monet valmistajat antavat jo
erittäin pitkiä takuuajakaoja LED-lampuille, ja se kertoo, että ne ovat jo kehittyneet erit-
tään hyväksi.

Loisteputket, jotka toimivat LED-tekniikalla, valtaavat alaa kovaa vauhtia. Vaikka hinta
on vielä hieman kovempi kuin tavallisella loisteputkella, LED-tekniikalla toimiva vaihto-
ehto tulee usein halvemmaksi, kun huolto- ja vaihtokustannuksissa säästetään paljon.
Jos vanhoihin valaisimiin vaihdetaan LED-putki, joudutaan tekemään ehkä hieman
muutostöitä valaisimiin, mutta nämä työt ovat yleensä hyvin pieniä.

4 Ohjaustavat ja järjestelmät

Oikein suunniteltu valaistuksenohjaus parantaa kiinteistön tai huoneen viihtyvyyttä
huomattavasti. Valaistusta ohjataan yleensä joko ihmisen eli käyttäjän toimesta tai au-
tomaattisesti automatiikan kautta. Ohjaustavan valintaan vaikuttaa kiinteistön tai tilan
käyttötapa. Mitä pienempi tila on, sitä henkilökohtaisempi voi valaistuksenohjaus olla.

Esimerkkinä toimistohuoneessa, jossa työskentelee yksi ihminen kannattaa valita sellainen ohjaustapa, jossa käyttäjä voi itse hallita valaistusta. Jos tilassa käyttäjät ovat lyhyitä aikoja, kannattaa valita esimerkiksi liiketunnistin. [14]

Valaistuksen säädettävyydellä pyritään parantamaan tietyn tilan viihtyisyyttä. Mikäli tilan käyttötarkoitus vaihtuu tai muuttuu, pystytään valaistuksenohjauksella muuntamaan tilan valaistus tarpeiden mukaan. [14]

Valitsemalla oikeanlainen ohjaustapa tiettyyn tilaan; saavutetaan huomattavia säästöjä energiassa, ja se palvelee käyttäjää myös tulevaisuudessa. On kuitenkin muistettava, että eri valaistuksenohjausjärjestelmät saattavat tarvita välillä huoltoa, tai esimerkiksi ohjelmoitavat järjestelmät voivat tarvita ammattimiestä muutettaessa valaistusratkaisua ohjelmoimaan järjestelmä. Tämä tuottaa kustannuksia, ja on siis myös tarkasti harkittava millainen ohjausjärjestelmä tilaan tarvitaan. Aina ei siis kannata valita välttämättä hienointa ja kalleinta järjestelmää.

4.1 Liiketunnistin

Liiketunnistin on erittäin energiaystävällinen ohjaus. Käytetyin liiketunnistin tyyppi on PIR, joka tulee sanoista *passive infrared*. Liiketunnistimet reagoivat esimerkiksi työpisteellä tapahtuvan liikkeen lämpösäteilyn avulla. Valaistus on siis kyseisessä työpisteessä päällä vain, kun työntekijä on siinä paikalla. [20]

Nykyään liiketunnistin on integroitu moniin valaisimiin valmiiksi, joissa on tutkatekniikalla liikkeen tunnistavat mikroaaltoanturit. Myös päivänvalo-ohjaus sekä IR-vastaanotin voi olla yhdistetty liiketunnistimeen. [20]

Liiketunnistin sopii hyvin tiloihin, joissa mahdollisesti voisi valaistus jäädä päälle vahingossa. Liiketunnistimella vältetään siis tilanteet, joissa valot olisivat pitkään päällä turhaan. Toimistoihin tämä ohjaustyyppi sopii hyvin, valot palavat vain siellä, missä on työntekijöitä, ja muualta, missä ei työskennellä, on valaistus pois päältä.

Liiketunnistinta käytetään myös paljon ulkovalaistuksen ohjauksessa, millä saadaan lisättyä turvallisuuden tuntua, valot syttyvät ainoastaan siellä, missä ihmiset ovat liikkeellä ja tarvitsevat valoa. Liiketunnistinta voidaan käyttää esimerkiksi ovien lähellä,

jolloin valot syttyvät, kun lähestytään ovea, tai kulkureitillä, jolloin valot syttyvät sitä mukaa kuin ihminen liikkuu reitillä.

Liiketunnistin on hyvä ja kustannustehokas ratkaisu valaistuksenohjaukseen. Ulkova-laistus sekä esimerkiksi julkisten tilojen saniteettitilat on hyvä suunnitella liiketunnistimin varustettuna, jolloin wc-tiloissa ei jää valoja päälle.

4.2 Päivänvalo-ohjaus

Monet nykyajan valaisimet voidaan varustaa vakiovaloanturilla. Tällä anturilla valaistusta säädetään sen mukaan, paljonko päivänvaloa tulee tilaan. Mikäli päivänvaloa on paljon, säädetään valaistusta pienemmäksi ja päinvastoin. Nykyaikaiset sensorit voivat sisältää läsnäolo-ohjaustunnistimen sekä IR-vastaanottimen. [20]

Päivänvalo-ohjausta voidaan hyvin hyödyntää tiloissa, jotka sijaitsevat isojen ikkunoiden läheisyydessä. Nykyaikaisessa arkkitehtuurissa on paljon isoja ikkunoita, ja päivänvalo-ohjaus sopii hyvin näihin tiloihin. Kun päivänvalo tulee tiloihin sisään, päivänvalo-ohjaus ohjaa keinovalaistuksen pienemmälle ja näin säästyy energiaa. Ihminen arvostaa päivänvaloa paljon enemmän, kuin lampuista saatavaa valoa, joten päivänvaloa pitäisi pyrkiä hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti, varsinkin Pohjolassa, jossa talvet ovat pitkiä ja synkkiä.

Uusissa toimistotaloissa on juuri usein näitä isoja ikkunoita, ja ihminen on Pohjolassa talviaikaan valoisan ajan töissä, joten varsinkin uusissa toimistoissa tulisi hyödyntää tätä päivänvalo-ohjausta.

Päivänvalo-ohjausta ei voida kuitenkaan soveltaa kaikissa toimistoissa. Vaikka rakennuksessa olisi isot ikkunat, päivänvalo ei välttämättä riitä kuin niille, joiden työpiste on ihan ikkunan vieressä. Mahdollisesti sisemmäksi rakennusta on rakennettu väliseiniä, ja sinne on valittava jokin muu valaistuksenohjausjärjestelmä. Päivänvalo-ohjausta voidaan siis käyttää pienessä osassa rakennusta.

4.3 Aikaohjaus

Valaistuksen aikaohjauksessa valaistusta ohjataan kellonajan perusteella. Siten valaistus sammuu ja syttyy tietyinä kellonaikana. Hyvä esimerkki on mainostaulu, päivällä valaistuksen tarvetta mainostaululle ei ole, kun se näkyy hyvin. Pimeällä taas valaistukselle on tarvetta, ja valaistus ohjataan päälle aikaohjauksella, jolloin kyltti näkyy taas hyvin.

Aikaohjauksen rinnalle voidaan liittää järjestelmä, joka havaitsee luonnonvalon voimakkuuden. Valaistus pystytään ohjaamaan pois päältä, kun riittävä luonnonvalo saavuttaa asetetun arvon. Aurinkoisina päivinä energiaa säästetään paljon, kun valoa ei tarvitse käyttää, vaan hyödynnetään luonnonvaloa. Tätä käytetään erittäin paljon, koska päivän pituus vaihtelee paljon. Aikaohjausta voidaan käyttää monessa muussa taloteknisessä järjestelmässä erittäin hyvin hyödyksi.

Monessa kotitaloudessa aikaohjausta käytetään ulkovalaistuksen ohjauksen lisäksi myös tarvittaessa pistorasioihin. Talvella tämän huomaa jouluvaloissa, kun niissä käytetään aikaohjausta. Valot eivät ole päivällä päällä, vaan ne ohjautuvat päälle siihen kellonaikaan, kuin käyttäjä haluaa.

4.4 DALI

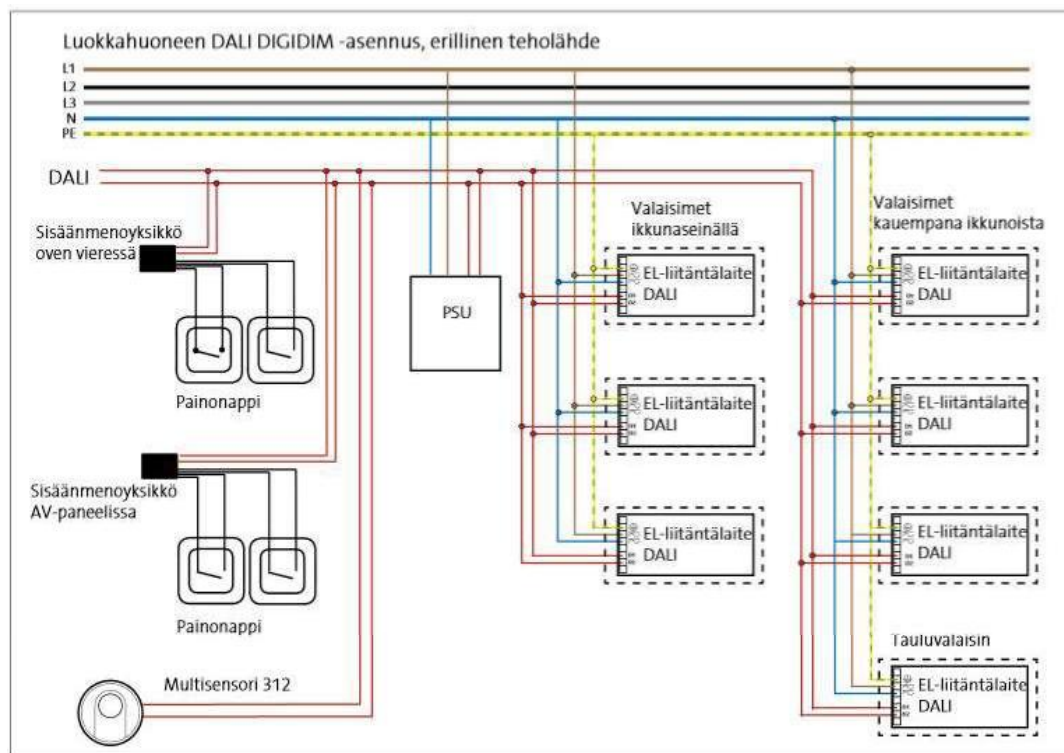
DALI, joka on lyhenne sanoista *digital addressable lighting interface*, on todella nopeaa vauhtia kasvava valaistuksen ohjausmuoto. Yleisesti DALI on digitaalinen ohjausperiaate erilaisille elektronisille laitteille. DALI on hyvin yksinkertainen kytkentäperiaatteeltaan, yksinkertainen johtopari ja kaksisuuntainen digitaalinen signaali siirretään järjestelmään kuuluville laitteille. [20]

DALIn kehittäminen alkoi vuonna 1996, ja se valmistui vuonna 1999 ja nimeksi tuli digital addressable light interface. Kuten nimestä voi päätellä, DALIn suurin mullistus on osoitteiden antaminen valaisimille. Osoitteita on yhteensä 64. Nämä 64 osoitetta voidaan vielä jakaa 16 vyöhykkeeksi. Valaisimen liittämiseksi järjestelmään tarvitsee valaisin suoja-, nolla- ja vaihejohtimen sekä erillisen johdinparin, jolla laite liitetään digitaaliväylään, joka välittää 16 V:n digitaalisignaalia. Toimiakseen ohjausväylä tarvitsee

erillisen teholähteen, jolla väylälle saadaan syötettyä ohjausvirta. Ohjausvirta saa kuitenkin maksimissaan olla 250 mA. [20]

DALI-järjestelmä täytyy ohjelmoida. Ohjelmointi suoritetaan ennen kuin järjestelmä otetaan käyttöön. Ohjelmointi suoritetaan yleensä tietokoneella, joka liitetään DALI-järjestelmään. Ohjelmoinnissa laitteille määrätään, mitä toimenpiteitä ne tekevät. Järjestelmän hyvä puoli on myös, että siihen voidaan liittää eri valmistajien laitteita. [20]

Kuvassa 4 on esitetty DALI-järjestelmän kytkentäperiaate. Esimerkkinä on käytetty luokkahuonetta.



Kuva 4. Esimerkki DALI-järjestelmän johdotuksesta [20]

4.5 DSI

DSI-ohjaus tarkoittaa osoitteetonta digitaaliohjausta. DSI-ohjauksen paras ominaisuus on eritehoisten lamppujen säätö samassa ohjauksessa. Tilanneohjauksessa eri tilanteet ja vakiovalo-ohjauksessa vakiovalotasot joudutaan kuitenkin ohjelmoimaan muistiin, vaikka itse järjestelmä ei edellytä ohjelmointia. Järjestelmää voidaan ohjata myös tietokoneella. [20]

Kaapelointi on hyvin yksinkertainen. Valaisimelle tuodaan suoja-, nolla- ja vaihejohdin sekä kaksi johdinta, jolla ohjausvirtapiirille välitetään 12 V:n tasoinen digitaalisignaali. Asennustyötä helpottaa myös se, että ohjausvirtapiirillä ei ole merkittävää napaisuutta ja ohjaus- sekä verkkojännitejohtimet voivat olla samassa asennusputkessa. [20]

Järjestelmään voidaan kytkeä yhteensä 64 liitäntälaitetta ja ohjainta. Hyvä ominaisuus on myös, että ohjausvirtapiirin pituudella ei ole vaikutusta säätötulokseen. [20]

5 Valaistuksen energiatehokkuus ja säädökset

5.1 Energiatehokkuus ja säädökset

Rakennuksen valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttaa monta asiaa. Valaistus suunnittelu, valaisimet ja valonlähteet sekä se miten itse valaistusta käytetään. Kaikista tärkein asia, joka vaikuttaa valaistuksen energiatehokkuuteen, on valaistuksen ohjaus. Nykyaikaisilla ohjauksilla, kuten läsnäolo-ohjauksella, saadaan huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. Myös oikeanlaisella valaisinhuollolla saadaan aikaan hyviä energiasäästöjä. [21]

Ihmisten käyttäytyminen on suuri vaikuttaja energiatehokkuuteen. Käyttäjät jättävät paljon valoja päälle tiloihin, joissa he eivät ole. Asenteet ovat kuitenkin viime vuosina muuttuneet, kun mediassa on paljon puhuttu energiatehokkuudesta. Viime vuosina on panostettu valaistuksen energiatehokkuuteen, koska esimerkiksi valonlähteitä parantamalla on saavutettu erittäin hyviä tuloksia, ja kun energiystäväisten valonlähteiden hinnat ovat tulleet alaspäin ja osaksi määräykset määrävät näitä käytettäväksi, ovat kuluttajat löytäneet tällaiset tuotteet.

Valaisinhuollossa monesti valaisin puhdistetaan, jolloin saadaan ylimääräinen pöly sekä lika valaisimesta poistettua. Tällöin valaistustehokkuus paranee. Tarvittaessa vaihdetaan myös valonlähde ja sytytin. Huolto suoritetaan monesti valonlähteen vaihdon yhteydessä, jolloin se on kustannustehokasta suorittaa. Olen huomannut tämän hyödylliseksi työelämässä.

Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavat myös monet tekijät, joita ei välttämättä tulisi ajatelleeksi. Huonoissa lamputissa valovirta tippuu, jolloin joudutaan ylivoimittamaan. Suunniteltavan tilan olosuhteet eli pintojen materiaali, väriytyminen sekä kalustus vaikuttavat myös energiatehokkuuteen. Vaikka energiatehokkuus on tärkeä asia, ei hyvästä ja riittävästä valaistuksesta saa tinkiä. Tämä pätee varsinkin juuri työpaikoilla ja kouluissa, joissa on mitattu erittäin alhaisia valaistusarvoja. [21]

Kun tarkastellaan valaistuksen hiilijalanjälkeä, syntyy suurin osa siitä käytön aikana eli kun valaistus on päällä/käytössä. Valaistusstandardeissa SFS-EN 12464-1 ja SFS-EN 12464-2 määritetään, miten energiatehokas valaistus on suunniteltava, jotta kulutus olisi pienempi. Eniten energiatehokkaaseen valaistukseen vaikuttavat tekijät ovat valaistuksen ohjaus, valonlähteen energiatehokkuus sekä se; miten hyödynnetään mahdollisesti ulkoapäin sisälle tulevaa päivänvaloa. Kun lasketaan LENI-lukua, edellä mainitut asiat pitää ottaa huomioon mahdollisimman hyvin, jotta laskentatulokset olisi oikeanlaisia eikä tulisi vääristymiä. [14]

5.2 LENI-luku

LENI-luku, tulee sanoista *lightning energy numeric indicator*, on tarkasteltavan rakennuksen sisävalaistuksen kokonaisenergiankulutusta kuvaava indeksi, jonka yksikkö ilmoitetaan muodossa kilowattituntia neliometriä kohden vuodessa eli kWh/m²/vuosi. LENI-luku lasketaan kaavalla, joka on kuvassa 5. [21]

$$LENI = \frac{W_{KOK}}{A}$$

Kuva 5. LENI-luvun laskentakaava. [21]

Kaavassa lyhenne W_{KOK} tarkoittaa kokonaisenergian määrää, joka on käytetty valaistukseen, tässä huomioidaan myös valaistusjärjestelmän lepokulutus joita tulee esimer-

kiksi liitäntälaitteista. Yksikkö on kWh/vuosi. Lyhenne A on huoneistoala (m²), joka on valaistu. [21]

6 Eri valaistustyypit

Nykyaikana kodeissa ja toimistossa halutaan panostaan hyvään valaistukseen. Kotona monissa tiloissa halutaan tunnelmallinen valaistus, joka ei ole liian kirkas. Työpaikoilla valaistusvoimakkuuden tulee olla suurempi. Työskentely liian hämärässä ja huonossa valaistuksessa rasittaa silmiä ja työskentelytehokkuus kärsii. Nykyään kouluissa on panostettu hyvään valaistukseen, jotta työpöydälle saadaan riittävä valaistus.

Eri valaistustyypeillä saadaan haluttuun tilaan ja tilanteeseen juuri sellainen valaistus, kuin on haluttu. Mikäli halutaan korostaa esimerkiksi jotakin taideteosta, käytetään eri valaistustyyppejä kuin tunnelmallisessa valaistuksessa. Tarvittaessa erikoistiloissa voidaan muunneltavuuden avulla saavuttaa monta erilaista valaistustyyppejä.

On kuitenkin tarkistettava tilan käyttötarkoitus tarkkaan, jotta saadaan hyvä ja oikealainen valaistus tilaan, eikä suunnitella tilaan tarpeettomia valaistusratkaisuja.

6.1 Suora valaistus

Suorassa valaistuksessa valaisimen valo heijastetaan suoraan kohteeseen tai pintaan ilman, että sitä heijastetaan muiden pintojen kautta. Suoraa valaistusta käytetään tiloissa ja kohteissa, joissa tarvitaan paljon valoa. Hyvinä esimerkkeinä voidaan pitää erilaisia työskentelytasoja, kuten keittiön työskentelypöytä. Monesti myös huonosti suunnitellun kodin yleisvalaistus on suora valaistus, ja sitä ei ole muunneltavissa, vaan valaisin on yleensä keskellä kattoa kiinni. [22]

Suoran valaistuksen etuja on monesti sen käytön helppous. Se on myös kustannustehokas asentaa, ja moneen tilaan se on myös hyvä vaihtoehto; aina ei tarvitse hakea hienointa järjestelmää, mikäli se ei vastaa tilan käyttötarkoitusta.

6.2 Epäsuora valaistus

Epäsuoran valaistuksen peruseräite on, että valaisimista saatava valo heijastetaan esimerkiksi seinälle tai kattoon. Tällöin se ei häiritse ihmisiä niin paljon ja saadaan erittäin tunnelmallinen valaistus. [23]

Epäsuora valaistus on noussut todella suosituksi valaistusratkaisuksi myös kodeissa, joissa tavoitteena on saada häikäisemätön sekä laadukas mutta kuitenkin turvallinen valaistus. Epäsuoraa valaistusta pidetään eräänlaisena sisustusvalaistuksena ja sillä saadaan luotua hyvä tunnelma. [24]

Hyvänä esimerkkinä epäsuorasta valaistuksesta voidaan pitää elokuvateatteria. Elokuvateatterissa ennen esitystä valaistus on heijastettu seinille. Tästä on hyötyä; ihmiset näkevät hyvin liikkua teatterissa ennen varsinaisen elokuvan alkua ja tämä tuo tietynlaista tunnelmaa. Koska valaistusta ei ole suoraan suunnattu valkokankaalle, se ei häiritse alkumainosten katsomista.

Omasta mielestä epäsuoran valaistuksen käyttöä tulisi lisätä. Sillä saadaan luotua hyvä tunnelma eikä valaistus ole liian kirkas ja välttämättä kohdistu suoraan silmiin vaan ohjataan pintojen kautta. Epäsuoraa valaistusta voidaan tehdä kotiin erillisillä koristevalaisimilla, joilla valo ohjataan erilaisille kodin pinnoille.

6.3 Kohdevalaistus

Kohdevalaistuksella pyritään nimensä mukaan korostamaan yksityiskohtia sisä- ja ulkotiloissa. Kodissa tällaisia ovat esimerkiksi taulut, erilaiset huonekalut sekä kirjahyllyt. Ulkotiloissa kohdevalaistuksella voidaan valaista esimerkiksi taideteoksia ja erilaisia kylttejä sekä opasteita. [5]

Kodissa kohdevalaistus toteutetaan yleensä kosketinkiskoilla, joihin asennetaan kohdevalaisimet. Myös upotettavat valaisimet, jotka asennetaan kattoon, ovat yleisiä kohdevalaistuksessa. Suunniteltaessa kodin kohdevalaistusta on huomioitava kuitenkin, ettei valaistus häikäise huoneessa olevia ihmisiä. Tämä tarkoittaa myös suunniteltua mahdollisille kohdevalaistuksen kohteille, kuten tauluille, jotta niitä ei sijoiteta sellaiseen kohtaan, jossa kohdevalaistus häikäisee pahasti ihmisiä. [5]

Mikäli kodissa ei ole esineitä tai muuta kohdetta, jota tulisi korostaa, on kohdevalaistusta turha oikeastaan harkita. Kohdevalaistuksella nimenomaan pyritään korostamaan yksityiskohtia, ja mikäli näitä ei ole, on se huono valinta.

7 Valaistussuunnittelu tietokoneella

7.1 Valaistussuunnittelu tietokoneohjelmalla

Nykyaikainen valaistussuunnittelu toteutetaan tähän tarkoitukseen suunnatulla ohjelmalla. Ehkä eniten käytetyin sovellus valaistuksen suunnitteluun on DIALux. Vanha tapa, jossa ohjelmistolla kuvaan lisätään vain valaisinsymbolit, on jäänyt syrjään lähes kokonaan.

Valaistussuunnitteluohjelmilla saadaan luodua erittäin näyttäviä piirustuksia, joissa nähdään valaisimen 3D-malli eli miltä valaisin näyttää oikeasti. Ohjelmien avulla voidaan myös tarkastella esimerkiksi valaisimien valonjakokäyriä.

Ohjelmilla voidaan myös mallintaa tiloja hyvin. Tilaan voidaan lisätä sinne kuuluvat/tulevat kalusteet, jolloin näemme hyvin, miten valaisimet valaisevat tilan oikeasti. Mallintamalla ohjelmalla esimerkiksi kirjastotila, voidaan kuvaan sijoittaa tarvittavat kalusteet sekä kirjahyllyt ja näin nähdään kalusteiden vaikutus valaistukseen.

Monelle ihmiselle kuva sähkökuvasta, johon on piirretty sähköteknisillä merkeillä valaisimet, ei kerro juurikaan yhtään mitään. Ohjelmalla saadaan mallinnettua tila oikeanlaiseksi ja kun tämä tulostetaan, voidaan esimerkiksi asiakkaan kanssa käydä hyvin erilaisia ratkaisuja läpi, kun nähdään miltä huone valitun valaistuksen kanssa näyttää.

7.2 DIALux

Dialux on monipuolinen ohjelma, joka tarjoaa suunnittelijalla, että kuluttujalle hyvät mahdollisuudet onnistuneeseen valaistussuunnitteluun. Sähköinen pohjakuva, joka on esimerkiksi dwg-muodossa ja suunniteltu ohjelmistolla, voidaan tuoda Dialuxiin. [25]

Eri valmistajien eri valaisimet voidaan tuoda valmistajien valaisintietokannoista. Ohjelmassa on myös hyvät 3D-ominaisuudet, jolloin halutusta tilasta voidaan tehdä valaistustulos, jossa valaisimet ovat oikeanlaiset ja huone on seinien pintamateriaaleista kalusteisiin samanlainen, kuten todellisuudessa. [25]

DIALux on ilmainen, joten valaistussuunnittelua voi kokeilla ihan kotikoneella eikä siis tarvitse ostaa maksullista lisenssiä.



Kuva 6. Kuvankaappaus DIALuxista [26]

DIALuxista on tehty myös uudempi versio, joka kantaa nimeä DIALux Evo. DIALux evo eroaa alkuperäisestä DIALuxista jonkin verran. Evo-versiossa käsiteltävää mallia tarkastellaan koko rakennuksen näkökulmasta, kun taas alkuperäisessä DIALux versiossa käsitellään yhtä tiettyä tilaa tai huonetta. [27]



Kuva 7. Kuvankaappaus DIALux Evosta. [27]

Kuvista 6 sekä 7 nähdään hyvin näiden kahden eri ohjelmaversioiden ero. Esimerkiksi kuvan 6 tila tai huone on otettu kuvan 7 rakennuksesta ja tehty mallinnus. Kuvassa 7 taas on mallinnettu koko rakennus. DIALux Evolla pystytään siis käsittelemään isompia kokonaisuuksia.

8 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tutustua valaistussuunnitteluun ja selvittää, mitä siinä tulisi ottaa huomioon eri järjestelmien sekä energiatehokkuuden kannalta. Työssä perehdyttiin myös erilaisiin valonlähteisiin ja valaistustyypeihin. Tarkoituksena työssä oli laatia ohje suunnittelijoille ja muille alan ihmisille, jotka tarvitsevat tietoa valaistussuunnittelun eri mahdollisuuksista.

Valaistussuunnittelu on nykyään iso osa sähkösuunnittelua, ja tähän erikoistuneita suunnittelijoita on paljon. Mikäli valaistuksen parissa ei työskentele syvällisesti, vaikka sähköalalla työskenteleekin, on ohjeesta hyvä tarkistaa tietyt perusasioita.

Kun aloin tekemään työtä, oli tietämykseni valaistussuunnittelusta ihan hyvällä tasolla ohjelmien suhteen, mutta siitä miten eri järjestelmät ja valaistussuunnittelu tulisi tehdä työpaikalla tai kotona, harjaantuivat hyvin tätä työtä tehdessä.

Kun tehdään kohteeseen kunnollinen valaistussuunnitelma, nousevat suunnittelukustannukset. Hyvin tehty valaistussuunnitelma kuitenkin kannattaa tehdä, ja se maksaa itsensä takaisin ajan kanssa, joten se kannattaa ajatella investointina kiinteistöön. Kun energiamääräykset vielä tiukentuvat, on valaistussuunnittelu tulossa yhä tärkeämmäksi eikä sitä voidaan sulkea pois, vaan siihen tulee panostaa enemmän, jotta saadaan tuotettua tulevaisuudessa lähes nollaenergiataloja.

Lähteet

- 1 Valaistusteknisiä käsityksiä. 2014. Verkkodokumentti. Glamox Luxo Lighting Oy. <<http://glamox.com/fi/valaistusteknisi-ksitteit>> Luettu 23.4.2014
- 2 Työturvallisuuslaki. 2002. Verkkodokumentti. Finlex. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>> Luettu 23.4.2014
- 3 Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12464-1-2011. Verkkodokumentti. Alppilux. <<http://alppilux.ee/fi/sisavalaistusstandardi-sfs-en-12464-1-2011/sisavalaistusstandardi-sfs-en-12464-1-2011>> Luettu 23.4.2014
- 4 Toimiston valaistussuunnittelun periaatteet tutuiksi. 2012. Verkkodokumentti. Nylund. <<http://www.nylund.fi/fi/yritys/ajankohtaista/asiantuntija-artikkeleita/toimiston-valaistussuunnittelun-periaatteet-tutuiksi.html>> Luettu 23.4.2014
- 5 Kodin valaistus, olohuone. 2012. Verkkodokumentti. STEK. <<http://www.kodinvalaistus.fi/valonlahteet/#valonlahteet>> Luettu 29.4.2014
- 6 Kodin valaistusopas. 2012. Verkkodokumentti. Ilkka Pekanheimo ja AD-Lux Oy. <<http://www.adlux.fi/public/pdf/201207kodinvalaistusopas.pdf>> Luettu 29.4.2014
- 7 Kylpyhuoneen sähköasennusten uusiminen. 2014. Verkkodokumentti. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/kylpyhuoneen-sahkoasennukset-kaytanto/>> Luettu 11.9.2014
- 8 Kylpyhuoneevalaisimet. 2014. Verkkodokumentti. Suomen Laatuvalaisin Oy. <<http://www.laatuvalaisin.fi/sisavalaisimet/kylpyhuoneevalaisimet.html>> 12.5.2014
- 9 Laatusuunnittelua ulkovalaistukseen. 2014. Verkkodokumentti. Ilkka Pekanheimo, AD-Lux Oy. <<http://www.adlux.fi/public/koti/ulkovalaistus.html>> 12.5.2014
- 10 Valonlähteen ostaminen. 2012. Verkkodokumentti. STEK. <<http://www.kodinvalaistus.fi/valonlahteet/valonlahteen-ostaminen/>> 13.5.2012
- 11 Valon värilämpötila. 2012. Verkkodokumentti. Airam. <<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/lamppuinfo/vrilmptila/>> Luettu 12.5.2014
- 12 Valonlähteet. 2014. Verkkodokumentti. Alppilux. <<http://www.alppilux.fi/fi/valonlahteet/valonlahteet>> Luettu 12.5.2014
- 13 Valovirta. 2012. Verkkodokumentti. Airam. <<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/lamppuinfo/valon-voimakkuus/>> Luettu 3.9.2014

- 14 ST-kortisto. ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen.
- 15 Energiamerkintä. 2012. Verkkodokumentti. Airam.
<<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/energiamerkintae>> 4.9.2014
- 16 Kodin valaistus, valonlähteet. 2012. Verkkodokumentti. STEK.
<<http://www.kodinvalaistus.fi/valonlahteet/#valonlahteet>> Luettu 12.5.2014
- 17 Halogeenilamput. 2012. Verkkodokumentti. Airam.
<<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/halogeenilamput/>> 26.8.2014
- 18 Energiansäästölamput. 2012. Verkkodokumentti. Airam.
<<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/energiansaastolamput/>> Luettu 28.8.2014
- 19 Energiansäästölamppu. 2014. Verkkodokumentti. Motiva Oy.
<<http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/energiansaastolamppu/>> Luettu 17.6.2014
- 20 Led-lamput. 2012. Verkkodokumentti. Airam.
<<http://www.airam.fi/tuotteet/lamput/led-lamput/>> Luettu 29.9.2014
- 21 Valonsäätö. 2013. Verkkodokumentti. Fagerhult.
<http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato_12.pdf> Luettu 17.6.2014
- 22 Energiatehokkuus. 2014. Verkkodokumentti. Alppilux.
<<http://alppilux.ee/fi/energiatehokkuus/energiatehokkuus>> Luettu 24.7.2014
- 23 Kodin valaistus, sanasto. 2012. Verkkodokumentti. STEK.
<<http://www.kodinvalaistus.fi/sanasto/>> Luettu 12.8.2014
- 24 Epäsuora valaistus. 2014. Verkkodokumentti. AD-Lux.
<<http://www.adlux.fi/public/koti/epasuoravalaistusidea.html>> Luettu 25.8.2014
- 25 Epäsuora valaistus on nykyaikaa. 2012. Verkkodokumentti. AD-LUX Oy.
<http://www.rakentaja.fi/artikkelit/7500/epasuoravalaistus_on_nouseva.htm#.UskxXbRjJ5c> Luettu 25.8.2014
- 26 Valaistuslaskenta. 2013. Verkkodokumentti. Stara.
<<http://stara.rexel.fi/documentelement.html?uid=1890548>> Luettu 28.8.2014
- 27 DIALux. 2014. Verkkodokumentti. Alppilux. <<http://www.alppilux.fi/fi/dialux>> Luettu 28.8.2014

- 28 Valaistussuunnittelu. 2013. Verkkodokumentti. Sähköinsinööritoimisto Ahonen.
<<http://www.sahkoinsinooritoimisto.fi/sita2013/valaistussuunnittelu/>> Luettu
24.9.2014