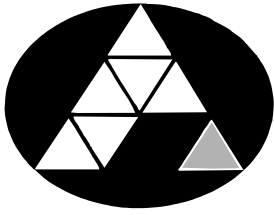


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Paul-Mikael Hartikainen

**LEDIT VALAISTUSSUUNNITELUSSA**

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2012



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

## OPINNÄYTETYÖ

Syksy 2012

Tekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

Tekijä

Paul-Mikael Hartikainen

Nimeke

Ledit valaistussuunnittelussa

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä perehdytään valaistussuunnittelun perusteisiin ja tutkitaan valaistussuunnittelijoiden käsityksiä, asenteita ja kokemuksia - erityisesti ledien suhteen. Opinnäytetyö toteutettiin teemahaastattelun avulla, jonka kohderyhmänä olivat valaistussuunnittelun ammattilaiset: sähkösuunnittelijat ja arkkitehdit.

Opinnäytetyötä tehdessä ilmeni, että ledeillä ja niiden käytöllä tulevaisuudessa on yhä kasvavat markkinat. Tällä hetkellä ledien käyttöä ensisijaisena valaistuksena vältellään ennakoasenteiden ja riittämättömien näyttöjen vuoksi.

Kieli

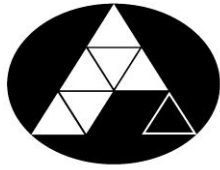
Suomi

Sivuja 41

Liitteet 1

Asiasanat

Led, valaistus, suunnittelu, sähkö, arkkitehtuuri



NORTH KARELIA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**THESIS**

**Autumn 2012**

**Degree Programme in Technology**

**Competence Management**

**Bachelor of Engineering**

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

**Author**

Paul-Mikael Hartikainen

**Title**

Use of LED's in lighting design

**Abstract**

This thesis focuses on the basics of lighting design and studies the insights, attitudes and experiences of lighting designers - especially in terms of LEDs.

The thesis was carried out through focused interviews that were aimed at lighting design professionals: electrical designers and architects.

During the making of this thesis it was found that LEDs and the use of them in the future is a growing market. At present, the use of LEDs as primary lighting is being avoided due to prejudices and insufficient displays.

**Language**

Finnish

Pages 41

Appendices 1

**Keywords**

LED, lighting, design, electrical, architect

# Sisältö

## Tiivistelmä

## Abstract

1. Johdanto.....	6
2. Opinnäytetyön tavoite ja tutkimusongelmat .....	9
2.1 Tutkimuksen rajaus.....	9
2.2 Tutkimusote .....	10
2.3 Tutkimusongelmat .....	10
3. Ledien ominaisuudet.....	10
3.1 Led-valaistus .....	12
3.2 Led-valaistuksen taloudelliset hyödyt.....	14
3.3 Led-valaistuksen käytännölliset hyödyt.....	15
3.4 Led-valaistuksen ympäristölliset hyödyt .....	15
4. Led-valot yleistyvät .....	16
4.1 Uudisrakentamisessa suositaan led-valoja .....	16
4.2 Sisävalaistus.....	17
4.3 Ulkovalaistus .....	17
4.4 Ajoneuvovalaistus.....	17

4.5 Led-valo saunassa .....	18
4.6 Muita led-valojen käyttökohteita .....	18
5. Valaistussuunnittelu teoriassa .....	18
5.1 Valaistuksessa huomioitavat seikat ja perussuureet.....	19
5.2 Valaistussuunnittelun prosessi .....	22
6. Haastattelututkimus .....	23
6.1 Teemahaastattelu .....	23
6.2 Haastateltavat ja aineiston keruu.....	24
7. Haastattelujen tulokset.....	25
8. Johtopäätökset .....	32
8.1 Tutkimuskysymyksiä läpikäynti.....	33
8.2 Yhteenveto .....	35
9. Pohdinta .....	38
Lähteet .....	41

Liitteet

Liite 1 Käyttäjakeskeisen suunnittelumenetelmän viisi vaihetta.

Liite 2 Haastattelukysymykset.

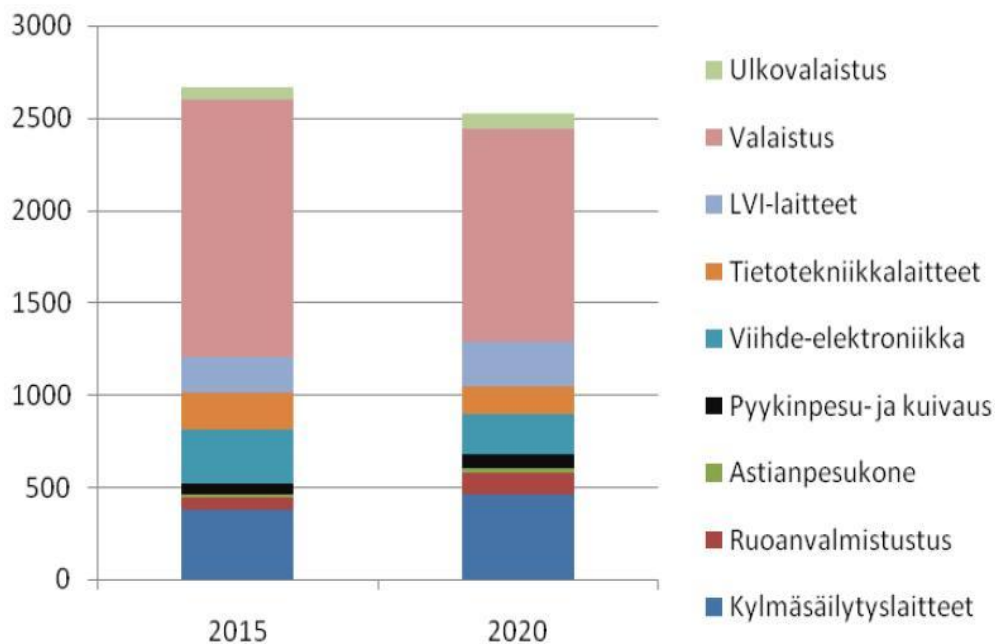
## 1. Johdanto

Ledit eivät ole vielä kukaan yleistyneet tilavalaistuksessa ja tietämys niiden ominaisuuksista on yhä hämärässä. Useimmat käsitykset ledeistä ovat, että ledien valovoimakkuus ei ole riittävän kirkas tai että ledit käyvät kalliiksi. Millaisia ledien ominaisuudet sitten todella ovat ja mikä led edes on?

Ledi eli ledivalo eli led on valoa lähettävä diodi. Lyhenne tulee englannin sanoista light emitting diode. Diodi on kaksiosainen kide, jossa toinen osa on n-tyypin ja toinen p-tyypin puolijohdetta. N-tyypin puolijohdeeseen on seostamalla tuotu ylimääräisiä elektroneja. P-tyypin puolijohdeeseen on niin ikään seostamalla synnytetty aukkoja, joista puuttuu elektroni. N- ja p-puolijohdeiden kosketuspintaa kutsutaan rajakerrokseksi. Kun diodin läpi kulkee sähkövirta, elektronit siirtyvät rajakerroksen yli aukkoihin ja samalla "putoavat" alhaisemmalle energiatasolle. Led on seostettu ja rakennettu niin, että rajakerros säteilee valoa, kun elektronit ja aukot yhtyvät. Suomessa lediä nimitetään myös loistediodiksi, hohtodiodiksi ja diodivaloksi. Näkee käytettävän myös sanaa valodiodi, joka on kuitenkin kaksiselitteinen ilmaus. Valodiodilla voidaan tarkoittaa myös fotodiodia eli laitetta, joka toimii päinvastaiseen suuntaan eli muuttaa valoa sähkövirraksi. (Rantanen 2006.)

Valaistussuunnittelulla pyritään tuottamaan tilan käyttötarkoituksen mukainen, teknisesti riittävä, häiritsemätön ja esteettisesti miellyttävä valaistus. Apuna käytetään tietokoneohjelmia, jotka laskevat valaistussuureita annetuilla valaisimilla. Käytännössä valaistus toteutetaan useimmiten perinteisillä, jo koetelluilla valaistusratkaisuilla. Uuden teknologian, kuten ledien, käyttöönotto on siten hidasta, kun suunnittelijat käyttävät vanhoja projektejaan uusien pohjana. On myös mahdollista, että valaistussuunnitteluohjelmat eivät vielä täysin tue ledejä valonlähteinä.

Ulko- ja katuvalaistus ovat huomattavia sähkönkuluttajia. Niissä sähköä voidaan säästää muun muassa ohjausta tehostamalla ja hyvällä huollolla. Valoja uusittaessa tulee suosia uusia energiaa säästäviä teknologioita. Esimerkiksi Tampereella melkein kaikki liikennevalot on vaihdettu led-valoihin. Led-valot säästävät energiaa ja kestävät pidempään kuin perinteiset liikennevalot. Myös katu- ja tievalaisuun on kehitetty led-ratkaisuja, esimerkiksi suomalainen Lumi R valmistaa led-teknologiaan perustuvia katuvaloja. Nykyisin katuvalaistuksessa yleiset elohopeahöyrylamput tulevat EU-säädösten takia poistumaan käytöstä. (Ilmasto-opas 2012.)



Kuva 1. Eri laiteryhmien tekniset energiansäästöpotentiaaliarviot (GWh) Suomen kotitalouksissa vuosille 2015 ja 2020, jos siirryttäisiin parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan (BAT) (Ilmasto-opas 2012).

Suurin potentiaali sähkönkulutuksen ja päästöjen vähentämiseen sähkölaitteiden ja valaistuksen osalta on juuri valaistuksessa. Valaistus on suurin yksittäinen kotitaloussähkön kuluttaja ja siihen käytettävää energiaa voitaisiin säästää jopa 60 % siirtymällä hehkulamputa energiansäästölamppuihin ja led-valoihin.

Kuvassa 1 on esitetty eri laiteryhmiä teknisiä energiansäästöpotentiaaleja kotitalouksissa vuosille 2015 ja 2020. Teknisillä potentiaaleilla tarkoitetaan siirtymistä parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan (Best Available Technology, BAT). Kuvan potentiaalit eivät ota huomioon muutosta laitteiden käyttövoimissa, vaan päinvastoin sisältävät ennustetun käytön kasvun. Käyttötapoja muuttamalla energiaa voidaan säästää vielä enemmän. (Ilmasto-opas 2012.)

Kuvan 1 mukaan energiansäästöpotentiaali vuodelle 2015 on valaistuksessa 1390 GWh. Suomessa sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästöt ovat keskimäärin 200 kgCO<sub>2</sub>/MWh, joten valaistuksen potentiaali päästöjen vähentämisessä olisi näin laskien 0,28 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>. Jos vähennys tapahtuisi vähentämällä juuri fossiilisten polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa, mikä on todennäköistä, vähennys olisi kaksinkertainen eli 0,56 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>. Palvelusektorin valaistuksen energiankulutus on hieman suurempi kuin kotitalouksien ja energiansäästöpotentiaali samaa luokkaa tai jopa suurempi. Erityisesti toimistoissa ja kaupoissa valaistuksen energiansäästöpotentiaali on suuri. (Ilmasto-opas 2012.)

Toimistolaitteiden vuotuiseksi sähkönkulutukseksi Suomessa on arvioitu noin 719 GWh. Jos niiden sähkönkulutus vähenisi puoleen, hiilidioksidipäästöt vähenisivät 0,14 miljoonaa tonnia tai jopa 0,29 miljoonaa tonnia, jos vähennys tapahtuisi fossiilisten polttoaineiden käytössä. Kun katu- ja tievalaistuksen kaikki elohopeahöyrylamput vaihdetaan EU-direktiivin myötä energiatehokkaampiin suurpainenaatrium- tai monimetallilamppuihin, säästetään 308 GWh energiaa vuosittain. Tämä vastaa 0,06 miljoonaa tonnia hiilidioksidia tai 0,12 miljoonaa tonnia, jos vähennys tapahtuu fossiilisten polttoaineiden käytössä. Vielä suuremmat säästöt saadaan, jos led-teknologia yleistyy tai valaisun suunnittelua ja ohjausta parannetaan. (Ilmasto-opas 2012.)

EU:n säätämä, niin sanottu, hehkulamppudirektiivi määritteli hehkulamppujen ja muiden paljon sähköä kuluttavien lamppujen vaiheittaisen poistamisen 1. syys-



kuuta 2009 alkaen vuoteen 2016 mennessä. Korvaavia tuotteita ovat energia-säästölamput, halogeenilamput ja ledit. Led-valot ovat toistaiseksi jääneet markkinaosuudeltaan marginaaliseksi tekijäksi. Energiatehokkuudeltaan ja käyttäytään ne ovat ylivoimaisia verrattuna muihin valolähteisiin. Toisaalta niiden kappalehinta on toistaiseksi melko korkea ja monien led-lamppujen sävy koetaan kalseaksi. (Itä-Suomen EAKR-ohjelma 2012.)

## **2. Opinnäytetyön tavoite ja tutkimusongelmat**

Opinnäytetyössä etsitään vastauksia millaisia käsityksiä, asenteita ja kokemuksia - erityisesti ledeistä on valaistussuunnittelijoilla. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia suunnittelijoiden käsityksiä ledeistä valaistussuunnittelussa. Teemahaastattelussa oli mukana kaksi arkkitehtitoimistoa, yksi sähkösuunnittelutoimisto ja yksi keittiösuunnittelutoimisto (jossa haastateltava oli sähkötaustainen). Haastateltavat olivat insinöörejä ja arkkitehtejä, jotka ovat käyttäneet ledejä valaistusten suunnittelussa, ainakin jonkin verran.

Opinnäytetyö toteutettiin teemahaastattelun avulla, jonka kohderyhmänä ovat valaistussuunnittelun ammattilaiset: sähkösuunnittelijat ja arkkitehdit. Opinnäytetyön kohdassa 6. kuvataan kohderyhmää ja aineiston keruuta. Opinnäytetyön kohdissa 7., 8. ja 9. esitellään tutkimustuloksista tehtyjä johtopäätöksiä sekä arvioidaan työn luotettavuutta.

### **2.1 Tutkimuksen rajaus**

Teoreettisessa osiossa käydään läpi ledien historiaa ja niiden käyttöä erilaisissa kohteissa. Ledien käyttömahdollisuudet ovat monipuoliset, mutta tässä opinnäytetyössä tarkasteltava aihealue on rajattu kuitenkin ledien käyttöön valaistuksessa.

## 2.2 Tutkimusote

Opinnäytetyössä käytettävä tutkimusote on teemahaastattelu.

## 2.3 Tutkimusongelmat

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä valaistussuunnittelun perusteisiin ja tutkia valaistussuunnittelijoiden käsityksiä ja kokemuksia ledeistä sekä asenteita ledeihin. Aihetta lähestyttiin miettimällä tutkimuskysymyksiä, joihin hankittiin vastauksia alan haastatteluilla.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Kuinka eri alojen suunnittelijat kuvaavat valaistussuunnitteluprosessin?
2. Millainen käsitys suunnittelijoilla on ledien ominaisuuksista?
3. Mikä on suunnittelijoiden suhtautuminen lediin: odottava vai kokeileva?
4. Mitkä ovat ledien parhaat ja huonoimmat puolet suunnittelijoiden näkökulmasta?

## 3. Ledien ominaisuudet

Pohjois-Karjalan Sähkön (2012) mukaan led-lamppu kuluttaa sähköä vain noin 1/8 osan hehkulampun kuluttamasta sähköstä. Ensimmäisten ledien valo oli kylmän sinisävyistä, nyt lamppujen valon sävy eli värilämpötila on muuttunut lämpimämpään suuntaan. Koska led-poltin kuumenee vain vähän, se on puurakenteisiin upotettuna myös muita polttimoita turvallisempi. Ledit tarvitsevat vain 40 mm asennussyvyyden, kun taas halogeenit vaativat syvyyttä vähintään 90 mm.

Valaisin- ja sähköliike Valopilkin yrittäjä Pauli Vepsäläinen (2012) uskoo, että ledit yleistyvät tulevaisuudessa myös ulkovalaistuksessa. Monille ne ovat jo tuttuja esimerkiksi keittiön välitilan valaisijoina. Ne ovat varteenotettava vaihtoehto hehkulamputille, jotka poistuvat asteittain myynnistä vuoden 2012 aikana. Koska tuote on vielä melko uusi, hinta on tällä hetkellä ainoa kuluttajaa jarruttava tekijä. Vepsäläisen mukaan laadukkaasta led-lampusta 30 -50 euroa on liian korkea hinta. Hän ennustaakin hintojen laskevan, kun ledejä kehitetään ja niitä tulee enemmän markkinoille. Tällä hetkellä varsinkin ulkovalaisinten valikoima on vielä vähäistä verrattuna sisävalaisimiin. Korkeaa hintaa pitää yllä sekin, että led-lampuissa on pienessä tilassa enemmän komponentteja tuottamassa voimakkaampaa valotehoa. Lisäksi 12 V:n jännitteellä oleva led-valo tarvitsee yleensä muuntajan.

Ledin hyvät ominaisuudet pääsevät oikeuksiinsa Pohjolan talvissa, sillä ledit kestävät hyvin pakkasta. Lamppujen valontuotto vain paranee lämpötilan laskiessa. Ledit toimivat yleensä liiketunnistimien ja hämäräkytkinten kanssa. Asia on kuitenkin aina hyvä varmistaa ennen ostopäätöstä, sillä osa ledeistä ei sovellu himmenninkäyttöön. Led-poltin ei välttämättä vaadi sitä varten suunniteltua valaisinmallia. Normaalin hehkulamputin ja halogeenin tilalle voi vaihtaa pitkäkestoisen led-lampun. (Pohjois-Karjalan Sähkö 2012.)

Jussi Puustisen (2012) Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoululle tekemän tutkimuksen mukaan ledejä on kuitenkin viimeisen kolmen vuoden (vuodesta 2010 vuoden 2012 kesäkuuhun saakka) aikana poistettu markkinoilta enenevässä määrin. Joka vuonna markkinoilta poistettujen ledien määrä on kaksinkertaistunut siten, että vuonna 2010 markkinoilta poistettiin 28 tuotetta, joka oli melkein kaksinkertainen määrä edellisvuoteen verrattuna. Vuonna 2012 markkinoilta poistettujen tuotteiden määrä oli 53 kappaletta jo kesäkuuhun mennessä. Yleisin syy on tuotteen vaarallisuus, jonka on väitetty johtuvan muun muassa harmonisesta värähtelystä, jännitteiden ylittymisestä sekä jopa sähköiskujen välittymisestä tuotteen käsittelijään. Led-tuotteiden vaarallisuuden väitetään johtu-

van siitä, ettei niille ole vielä riittävästi omia standardeja, jonka vuoksi ne on pitänyt sovittaa vanhempien tekniikoiden standardeihin, mikä on aiheuttanut varsinkin sovittamisen kanssa ongelmia. Lisäksi sen, että tuotteita vedetään enenevässä määrin joka vuosi pois markkinoilta, uskotaan johtuvan ledien halventumisesta ja myynnin kasvusta, joka aiheuttaa luonnollisesti sen, että vikatapauksia ilmenee myös enemmän.

### **3.1 Led-valaistus**

Led-valaistus on uusin tulokas asuntojen valaistukseen. Vielä nykyisin koteihin soveltuvia valaisinmalleja on vähän, mutta tilanne muuttuu kaiken aikaa. Ledejä on käytetty jo pitkään valonlähteenä esimerkiksi opastinvalaisimissa. Niiden käyttöä rajoittaa kapea-alainen valokeila, joka niillä pystytään synnyttämään. Kiistattomia etuja ovat pieni koko ja energiankulutus sekä pitkä käyttöikä. Led-valaistus on varteenotettava tekijä tulevaisuudessa tiloissa, joissa muiden valaistusmuotojen käyttö on vaikeaa, esimerkiksi pesutiloissa, palovaarallisissa tiloissa, ahtaissa paikoissa. Teknisesti led-valaistuksella pystytään toteuttamaan vaikka koko omakotitalon valaistus, mutta kohteesta ja asiakkaan mieltymyksistä riippuen se ei aina ole paras ratkaisu. (Stek 2012.)

Vanhimpien ledien valo on sinisävyistä, jolloin valotehokkuus on saatu suureksi. Nykyisin voidaan kuitenkin värilämpötila valita kohteen mukaan lämpimän valkoisen, neutraalin valkoisen tai kylmän valkoisen väliltä. Led-valomoduuleilla voidaan rakentaa katosta tai seinästä yhtenäinen valopinta. Valomoduulin valoa voidaan säätää portaattomasti. Myös upotettavia led-valonlähteitä on saatavissa. Led-valolista voidaan sijoittaa yleisvalolähteeksi kiertämään ympäri huonetta. Valolista on siro ja rakenteeltaan profiilirakenteinen. Led-spoteilla valo kohdentuu halutulla tavalla. Spottivalaisimet soveltuvat muun muassa perusvalaistukseen, kylpyhuoneen valaistukseen, käytävävalaistukseen ja ulkovalaistukseenkin. (Stek 2012.)

Led-valaistuksessa on monia etuja verrattuna perinteiseen hehkulamppuun. Suurimpana on mahdollisuus sähkön säästämiseen, kun energiasta alkaa olla pulaa ja energian tuottamisen aiheuttama ilmaston lämpeneminen aiheuttaa huolta. Toisaalta led-valot eivät kuumene paljoakaan, joten niitä on helppo asentaa sellaisiin paikkoihin, joissa lämpö on haitallista tai voi aiheuttaa esimerkiksi tulipalovaaran. Lisäämällä riittävän määrän valaisevia ledejä, saadaan aikaiseksi riittävän kirkas valaistus missä tahansa tarkkuutta vaativassa kohteessa. Lisäksi led-valot ovat paljon kestävämpiä kuin mikään muu valaistustekniikka. Valaisimet voivat kestää jopa 100 000 tuntia ja se tarkoittaisi 10 vuoden yhtämittaista paloaikaa. Perinteiset lamput eivät pääse kuin murto-osaan tuosta ajasta. Tosin vanhemmiten ledien valoteho alkaa hiipua eivätkä ne kestä kuumuutta. Saunan valaistuksessa ikä saattaa olla paljon lyhyempi kuin esimerkiksi ulkokäytössä. (Tuominen 2012.)

Jenkinsin (2009) mukaan yksittäisen ledin valotehokkuus on tällä hetkellä parhaimmillaan loistelampun luokkaa. Ledit päihittävät valotehokkuudessa jo hehku- ja halogeenilamput ja ovat samalla tasolla pienoisloistelamppujen kanssa. Sen sijaan suurpainenaatrium- ja monimetallilamppujen valotehokkuus on tois- taiseksi ledejä parempi. Ledin valotehokkuus valaisimessa saattaa kuitenkin poiketa laboratoriossa mitatusta. Paljaan ledin valoteho ei ole sama kuin valmiin valaisimen valoteho ja teoriassa 200 lm/W on mahdollinen.

Ledivalaistuksen suunnittelu vaatii asiantuntemusta. Ledejä käyttämällä valaistus voidaan toteuttaa hyvin eri tavalla kuin käyttämällä perinteisiä valonlähteitä ja valo voidaan tuottaa lähellä valaistavaa kohdetta. Asiantuntevalla suunnittelulla kaikki ledien edut voidaan hyödyntää. Ledivalaisimen suunnittelussa paras tapa on rakentaa valaisin komponenttien ympärille, ei olemassa olevan valaisimen ympärille ja ledivalaistuksen suunnittelussa on syytä ottaa huomioon sovel- luskohde - ledi ei sovellu kaikkiin kohteisiin. (Jenkins 2009.)

### 3.2 Led-valaistuksen taloudelliset hyödyt

Koska ledejä ei tarvitse vaihtaa usein, se supistaa huoltokustannuksia ja hankintakustannuksia merkittävästi. Ledit kuluttavat vain vähän energiaa, mikä minimoi sähkön tarpeen. Ledit ovat pitkäikäisiä, vähätehoisia ja yhden ledin valaistustehokkuus on moninkertainen perinteiseen valaistukseen nähden. (Savled 2012.)

#### Ledien etuja:

- Halpoja käyttää.
- Käyttöiät pitkiä (hehkulamppu noin 1000 h–1500 h, pienloistelamppu 6000 h–20 000 h, led yli 20 000 h).
- Sytytyskertojen määrä ei vaikuta led-lampun käyttöikään.
- Energiansäästö on hehkulamppuun verrattuna tällä hetkellä noin 65–80 %.
- Kehittyvät nopeasti.
- Valontuotto paranee lämpötilan laskiessa. Valontuotto on -30 °C:ssa 10–20 % parempi kuin huoneenlämpötilassa.
- Syttyvät heti täyteen valotehoon. (Pohjois-Karjalan Sähkö 2012.)

#### Ledien haittoja:

- Kalliimpi ostohinta.
- Värintoistokyky hieman hehkulamppua huonompi.
- Kirkaskupuinen led-lamppu voi häikäistä, mattakupuisissa ei ole samaa ongelmaa. (Pohjois-Karjalan Sähkö 2012.)

### **3.3 Led-valaistuksen käytännölliset hyödyt**

Ledejä voi muokata mitä erilaisimpiin käyttökohteisiin, täysin asiakkaiden ja yrityksen toiveiden ja tarpeiden mukaan suuriin kokonaisuuksiin tai yksityiskohtaisiin pienoiskohteisiin. Tällainen soveltavuus lisää asiakaskuntaa ja siten tuottavuutta. Led-tekniikan avulla voidaan toteuttaa vaihtuvia led-näyttöjärjestelmiä, kello- ja lämpötilänäyttöjä, teollisuusnäyttöjä sekä värikkäitä ja liikkuvia led-valomainoksia. Ledit saadaan vilkkumaan, liikkumaan, pysähtymään ja muuntautumaan ohjaustekniikan avulla lähes mihin tahansa muotoon. Nykyaikainen led-tekniikka mahdollistaa mielikuvituksellisenkin tavan mainostaa yritystä ja tiedottaa ajankohtaisista asioista. Led-tekniikka voidaan yhdistää valomainoksiin, erilaisiin materiaaleihin, kuten muoviin, kiveen, teräkseen ja puuhun. Led-valaistusta voidaan käyttää kaikkialla, ja ne näyttävät etunsa varsinkin kuumissa oloissa, koska ledit eivät nosta ympäristönsä lämpötilaa kuten perinteiset valaistustuotteet. Led-valaistus ei kuumenna ympärillä olevia puurakenteita ja vähentää näin tulipaloriskiä huomattavasti esimerkiksi puurakennuksissa, kuten saunassa. Erilaiset väri vaihtoehdot mahdollistavat monipuoliset väriyhdistelmät ja -kokonaisuudet erilaisiin tarpeisiin ja käyttökohteisiin. Värit voivat myös vaihdella ledeissä jatkuvasti tai tarkoituksen mukaan säätämällä. (Savled 2012.)

### **3.4 Led-valaistuksen ympäristölliset hyödyt**

Ledit ovat huoltovapaita, energiaa säästäviä valolähteitä, joiden käyttöikä laskeaan kymmenissä vuosissa. Koska yksi led on moninkertaisesti tehokkaampi ja pitkäkestoisempi kuin perinteinen valaisinyksikkö, näitä tarvitaan vähemmän ja siten syntyy myös pienempi määrä ongelmajätettä. Led-valaistus kuluttaa hyvin vähän luonnonvaroja ja energiaa. Ledin ympäristöystävällisyys perustuu sen pieneen energiankulutukseen ja toisaalta loppuhävittämisen ympäristöystävällisyyteen sekä vähäiseen tai olemattomaan huoltotarpeeseen. Ledit hävitetään

samalla tavalla kuin esimerkiksi kännykät eli elektroniikkaromuna. (Ledilamput 2012.)

#### **4. Led-valot yleistyvät**

Led-valoja on käytetty jo vuosia muun muassa erilaisten kodin laitteiden kuten televisioiden merkkivaloina. Kuitenkin vasta viime vuosina ledien käyttö on yleistynyt myös valaistuksessa valkoisen ledin kehittymisen myötä. Nykyään led-valovalikoiman ollessa niin laaja, voidaan ledeillä monesti korvata esimerkiksi halogeenivalaisin tai tavallinen hehkulamppu. Led-valon käyttöaika on yleensä moninkertainen tavalliseen hehkulamppuun verrattuna, mutta led-valojen käyttöiässä on suuria eroja valojen laadusta riippuen. Halvalla ei tässäkään tapauksessa yleensä saa hyvää ja laadukkaat led-valot ovat yleistymisestään huolimatta edelleen melko hinnakkaita. (Lankinen 2012.)

##### **4.1 Uudisrakentamisessa suositaan led-valoja**

Yleisvalaistukseen energiansäästölamput ovat kustannustehokkain vaihtoehto. Led-valot soveltuvat erityisesti kohdevalaistukseen. Ledejä voidaan usein käyttää myös halogeenien tilalla, vaikka halogeenitkin ovat jo 30 prosenttia hehkulamppuja energiatehokkaampia, ovat ledit silti vielä halogeeniä huomattavasti energiatehokkaampia. Led-valaistus on nyt suosittua erityisesti uudisrakentamisessa ja remonteissa. Niissä lämpösäteily on hehkulamppuihin verrattuna todella pieni, ja siksi ne ovat turvallisia esimerkiksi lastenhuoneessa. (Kotienergia 2009.)



## **4.2 Sisävalaistus**

Ledejä käytetään yleensä sisustusvalaisimina, kattovalaistuksessa, lukulampuissa, merkkivaloissa, valokylteissä, pienissä valaisimissa, ja kaukosäätimissä (infrapuna-led). (Aro 2008.)

## **4.3 Ulkovalaistus**

Led yleistyy ulkovalaistuksessa jatkuvasti. Esimerkiksi ulkoilmatapahtumissa käytetyt videoseinät (led-screen) on toteutettu led-tekniikalla. Kokkolan asuntomessualue on Suomen ensimmäinen kokonaan ledeillä valaistu asuinalue. Myös Mäntyharjun loma-asuntomessualueeseen liittyvän omakotitaloalueen katuosuudet valaistaan led-tekniikalla. Kokkolasta löytyy myös Merilinnamessutalo, jonka kaikkiin sisä- ja ulkovalaisimiin valittiin ledit. Merilinnan rakentaneen Kreivi-talo Oy:n toimitusjohtaja Harri Puskalalla talon suunnittelussa oli lähtökohtana energiatehokkuus, jonka vuoksi hän oli valinnut ledit valaistukseen. (Pohjois-Karjalan Sähkö 2012.)

## **4.4 Ajoneuvovalaistus**

Hälytysajoneuvojen uudet vilkkuvalot toteutetaan enenevässä määrin ledeillä, samoin liikennevalot. Jopa uusien autojen etuajovaloja valmistetaan led-tekniikalla. Taka- ja sivuvaloissa led-tekniikkaa on käytetty jo yli kymmenen vuotta. Haittapuolena on, että talvikäytössä led-valojen kehittämä lämpö ei välttämättä riitä sulattamaan valojen päälle kertynyttä lunta ja voi aiheuttaa vaaratilanteita. (Karjalainen 2006.)

#### **4.5 Led-valo saunassa**

Insinööritoimisto Pekka Lankisen (2012) mukaan suomalainen sauna on sellainen tila, jonne led-valo ei välttämättä sovellu, sillä ledit eivät yleensä kestä kosteutta ja korkeita lämpötiloja. Markkinoille on viime aikoina tullut korkeitakin lämpötiloja kestäviä teholedejä, joiden lämmön- ja kosteudenkestävyyden väitettään olevan paremmalla tasolla. Saunaan tyypillisesti asennettavien pienten led-valojen huono puoli on usein ollut se, että valojen rikkoutuessa niiden korvaaminen uudella on huomattavasti työläämpää verrattuna kuituvaloon. Koska uusien teholedien kestävydestä saunassa ei vielä ole riittävän pitkiä käyttökokemuksia, suositellaan toistaiseksi kuituvalojen käyttöä saunan valaistuksessa.

#### **4.6 Muita led-valojen käyttökohteita**

Lankisen (2012) mukaan normaalin valaistuksen lisäksi led-valo soveltuu hyvin myös huomaamattomiin valaisinasennuksiin, esimerkiksi kodin kiintokalusteisiin tai portaisiin. Led-valoja on saatavana yksittäisten valojen lisäksi muun muassa erilaisina valolistoina ja valosarjoina. Ledien yleistyessä myös käyttökohteet ovat lisääntyneet, ja pienen kokonsa ja kestävyytensä ansiosta led-valot sopivat pientaloissa lähes joka huoneeseen.

### **5. Valaistussuunnittelu teoriassa**

Lampputiedon (2012) mukaan valaistuksen suunnittelussa on huomioitava ainakin seuraavat asiat: luonnonvalon saatavuus ja käyttö sisä- sekä ulkotiloissa, keinovalotilojen käytettävyyden, visuaalisen ilmeen ja tunnelman näkökulma, keinovalaistusratkaisut osana talon sähköjärjestelmää ja keinovalaistuksen energiankulutus. Energiatehokkuuden näkökulmasta valaisin ja valonlähde kannattaa tuoda mahdollisimman lähelle valaistavaa kohdetta silloin, kun tarvitaan paljon valoa. Jos taas halutaan epäsuoraa, hajaheijastuvaa valoa, on valaisin asennettava mahdollisimman kauaksi heijastavasta pinnasta.

Asuntojen valaistusasennuksien jännite on 230 V. Kaikki kiinteästi tehtävät asennukset 230 V:n järjestelmissä kuuluvat ammattilaisille. Monet halogeeni- ja ledivalaisimista toimivat 24 V:n tai 12 V:n jännitteellä, jolloin asennuksissa käytetään erillistä muuntajaa. Alle 24 V:n valaistusasennuksien tekeminen on sähköturvallisuusmääräyksiensä mukaan sallittua myös maallikolle. Tällöinkin on huolehdittava, että valaistuksen asennusohjeita noudatetaan tarkasti. Merkittävin asia on sähköjohtojen liitosten tekeminen asianmukaisesti sekä suojaetäisyyksiensä noudattaminen, jotta valaisin pääsee jäähtymään. (Lampputieto 2012.)

### **5.1 Valaistuksessa huomioitavat seikat ja perussuureet**

Halosen ja Lehtovaaran (1992), mukaan valaistuksen tärkeimmät suureet (taulukko 1) symboleineen ja yksikköineen ovat esitettynä taulukossa 1:

Taulukko 1. Valon perussuureet ja yksiköt (Halonen &amp; Lehtovaara 1992, 34)

suure	symboli	yksikkö
valovoima	$I$	kandela [cd]
valovirta	$\Phi$	luumen [lm]
valaistusvoimakkuus	$E$	luksi [lx]
valoeksitanssi	$M$	luumen/neliometri [lm/m <sup>2</sup> ]
luminanssi	$L$	kandela/neliometri [cd/m <sup>2</sup> ]
valomäärä	$Q$	luumensekunti, luumentunti [lms, lmh]

Perussuure, josta muut on johdettu, on valovoima  $I$ . Valovoiman yksikkö on kandela (cd). Valovoima kuvaa valonlähteestä tiettyyn suuntaan säteilevän valon voimakkuutta, intensiteettiä. Valovirta, jonka yksikkö on luumen (lm) kuvaa kuinka paljon näkyvää valoa valonlähde säteilee kokonaisuudessaan, eli valovirta on silmän spektriherkkyydellä painotettu valolähteen näkyvän valon alueen säteilyteho. Valovirran kulkiessa pois valolähteestä se lankeaa johonkin pintaan, josta se heijastuu, jonka se läpäisee tai johon se absorboituu. Pinnalle saapuvan valovirran tiheyttä kutsutaan valaistusvoimakkuudeksi (lx). Valaistusvoimakkuus siis kuvaa, millaiset valaistusolosuhteet tilassa ovat. Pinnasta säteilevän valovirran tiheyttä kutsutaan valoeksitanssiksi (lm/m<sup>2</sup>) ja pinnan luminans-

si ( $\text{cd/m}^2$ ) kuvaa pinnalta lähtevää valon voimakkuutta. Valomäärä (lms, lmh) on verrannollinen valoenergiaan, kun valovirta on verrannollinen valotehoon. Valomäärä on siten valovirran aikaintegraali. (Halonen & Lehtovaara 1992, 34–37.)

Häikäisy on yksi valaistuksen pahimpia epäkohtia. Häikäisy vaikeuttaa yksityiskohtien näkemistä tai aiheuttaa epämukavuutta näkemisessä. Häikäisyä syntyy, kun näkökentän luminanssijakauma tai luminanssitaso on sopimaton tai muuttuu liian nopeasti. Häikäisyä aiheuttavan valolähteen sijainti näkökentässä vaikuttaa häikäisyn voimakkuuteen. Keskellä näkökenttää sijaitseva häikäisylähde aiheuttaa voimakkaimman häikäisyn. Häikäisy on vähintään, jos häikäisylähde sijaitsee näkökentän yläosassa. Häikäisyn eri muotoja ovat suora häikäisy, heijastushäikäisy, harsoheijastuminen, kiusahäikäisy ja estohäikäisy. Ne voivat esiintyä myös samanaikaisesti. (Halonen & Lehtovaara 1992, 411–412.)

Häikäisyä ovat näköolosuhteet, joissa ilmenee epämukavuutta, tai kyky nähdä yksityiskohtia tai kohteita pienenee, kun tämä johtuu sopimattomasta luminanssijakaumasta tai suuresta kontrastista. Suora häikäisy on häikäisyä, jonka aiheuttaa näkökentässä, varsinkin lähellä katsesuuntaa, sijaitseva valaiseva kappale. Heijastushäikäisy on heijastumisesta aiheutuva häikäisy, erityisesti silloin, kun heijastuneet kuvat näkyvät katsottavan kohteen suunnassa tai lähellä tätä suuntaa. Harsoheijastuminen on kuvastuminen, joka näkyy näkökohteessa ja joka osittain tai kokonaan estää yksityiskohtien näkymisen alentamalla kontrastia. Kiusahäikäisy on häikäisy, joka aiheuttaa epämiellyttävän tunteen, mutta ei välttämättä heikennä näkemistä. Estohäikäisy on häikäisy, joka heikentää näkemistä, mutta ei välttämättä aiheuta epämiellyttävää tunnetta. Suoraksi häikäisyksi kutsutaan häikäisyä, joka aiheutuu valolähteen, kuten lampun, valaisimen tai ikkunan, suorasta näkymisestä. Suora häikäisy voi esiintyä esto- tai kiusahäikäisynä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 412–413.)

Valaistuksessa voidaan säästää energiaa hyvällä suunnittelulla, luonnonvalon hyödyntämisellä, valaistuksen ohjauksella ja lamppuvalinnoilla. Luonnonvaloa kannattaa hyödyntää aina, kun se on mahdollista. Uudisrakentamisessa ikkunat tulee ottaa mukaan valaistuksen suunnitteluun. Valaistus tulee suunnitella tarpeenmukaiseksi. Yleisvalaistuksen ei tarvitse olla kirkas, vaan parempaa valaistusta vaativat kohteet kannattaa valaista erikseen. Näin valot voidaan sammuttaa, kun niitä ei tarvita. Valaistuksen ohjauksessa voidaan hyödyntää automaatiikkaa, joka reagoi esimerkiksi liikkeeseen. (Ilmasto-opas 2012.)

## 5.2 Valaistussuunnittelun prosessi

Laatuvalo Oy:n (2010) mukaan valaistussuunnittelusta voidaan erottaa ainakin kolme vakiintunutta ja toisistaan erilaista suunnittelutapaa, jotka on jaettu visuaalisten luokkien mukaan.

1. Richard Kellyn jaottelu luokitellaan näkemiseen (kommunikointi, liikkuminen, työ), katsomiseen (yksityiskohtien korostus, rakenteiden korostus, informaatio) ja katsottavaksi (koristaminen).
2. Toiminnalliseen -, hahmotukselliseen - ja elämykselliseen tasoon jakamalla.
3. Kiinnittämällä huomiota erityisesti valon laatuun, valaistustapaan ja valon paikkaan.

Se mitä yllä olevista luokituksista kulloinkin käytetään riippuu suunniteltavan kohteen luonteesta. Hyvin usein suunnittelua tehdään - varsinkin sisätiloissa - siten, että huomio kiinnitetään yllä olevien jaotteluiden lisäksi tilojen yleis-, korostus-, työ- ja koristevalaisuun. Asiakkaan ja loppukäyttäjän tarpeet asetetaan yhä useammin ensisijaisiksi lähtökohdiksi suunnittelussa. Amerikkalaisen muotoilutoimisto IDEO:n kehittämän ”Käyttäjäkeskeinen suunnittelumenetelmä” (liite 1) tarkoituksena on parantaa asiakkaiden liiketoimintaa suunnittelemalla innovatiivisia ja käyttäjäkeskeisiä tuotteita. Malli

toimii hyvin myös valaistussuunnittelussa. Liitteessä 1 esitetty prosessi on jatkuva vuorovaikutteinen tapahtumaketju. Ketjussa voidaan palata edellisiin vaiheisiin tarpeen mukaan optimaalisimman suunnitelman saamiseksi. (Laatuvalo Oy 2010.)

## **6. Haastattelututkimus**

Tässä luvussa käsitellään asiayhteyttä, jossa opinnäytetyön haastateltavat ovat muodostaneet mielipiteensä ledien käytöstä valaistuksessa ja käydään läpi opinnäytetyön tiedonkeruumenetelmä ja tiedonantajat eli haastateltavat.

### **6.1 Teemahaastattelu**

Opinnäytetyön tiedonkeruumenetelmänä on teemahaastattelu. Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 11) mukaan haastattelu on yksi tiedonhankinnan perusmuoto. Käyttäytymis- ja yhteiskuntatieteissä käytetyimpiä menetelmiä on tutkimushaastattelu eri muodoissaan. Kun halutaan kuulla ihmisten mielipiteitä, kerätä tietoa, käsityksiä ja uskomuksia tai kun halutaan ymmärtää, miksi ihmiset toimivat havaitsemallamme tavalla tai miten he arvottavat tapahtumia, on luonnollista keskustella heidän kanssaan. Miksi emme puhuisi heidän kanssaan ja kysyisi esimerkiksi perusteita heidän toimilleen ja mielipiteilleen?

Opinnäytetyössä teemahaastattelun avulla haastateltavat kertoivat ja tarkensivat muodostuneita mielipiteitään led-valaistuksesta. Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 48) mukaan teemahaastattelu ottaa huomioon sen, että ihmisten tulkinnot asioista ja heidän asioille antamansa merkitykset ovat keskeisiä, samoin kuin sen, että merkitykset syntyvät vuorovaikutuksessa.

Koska haastattelu on hyvin joustava menetelmä, se sopii moniin erilaisiin tutkimustarkoituksiin. Haastattelussa ollaan suorassa kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa, ja tämä tilanne luo mahdollisuuden suunnata tiedon-

hankintaa itse tilanteessa. Samoin on mahdollista saada esiin vastausten taustalla olevia motiiveja. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 34.)

Opinnäytetyö on osittain strukturoitu haastattelu, koska aihepiiri on rajattu. Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 48) mukaan teemahaastattelu-nimellä on se etu, että se ei sido haastattelua tiettyyn leiriin, kvalitatiiviseen tai kvantitatiiviseen, eikä se ota kantaa haastattelukertojen määrään tai siihen, miten ”syvälle” aiheen käsittelyssä mennään. Sen sijaan nimi kertoo siitä, mikä tässä haastattelussa on kaikkein oleellisinta, nimittäin sen, että yksityiskohtaisten kysymysten sijaan haastattelu etenee tiettyjen keskeisten teemojen varassa. Tämä vapauttaa pääosin haastattelun tutkijan näkökulmasta ja tuo tutkittavien äänen kuuluviin. Teemahaastattelu ottaa huomioon sen, että ihmisten tulkinnat asioista ja heidän asioille antamansa merkitykset ovat keskeisiä, samoin kuin sen, että merkitykset syntyvät vuorovaikutuksessa.

## **6.2 Haastateltavat ja aineiston keruu**

Opinnäytetyössä haastateltiin kahta arkkitehtitoimistossa (haastateltavat A ja B), yhtä sähkösuunnittelutoimistossa (haastateltava C) ja yhtä keittiösuunnittelutoimistossa (sähkötaustainen henkilö, haastateltava D) työskentelevää suunnittelijaa, insinööriä tai arkkitehtiä, jotka ovat käyttäneet ledejä valaistusten suunnittelussa. Kaikki haastateltavat olivat pohjoiskarjalaisia päätoimialueenaan Itä-Suomi. Aineiston keruu aloitettiin tekemällä ensin rungoksi haastattelukysymykset (liite 2) joiden pohjalta haastattelu suoritettiin. Tehdyssä haastattelurungossa haluttiin kartoittaa mahdollisimman hyvin suunnittelijoiden mielipiteitä ledien käytöstä valaistuksessa.

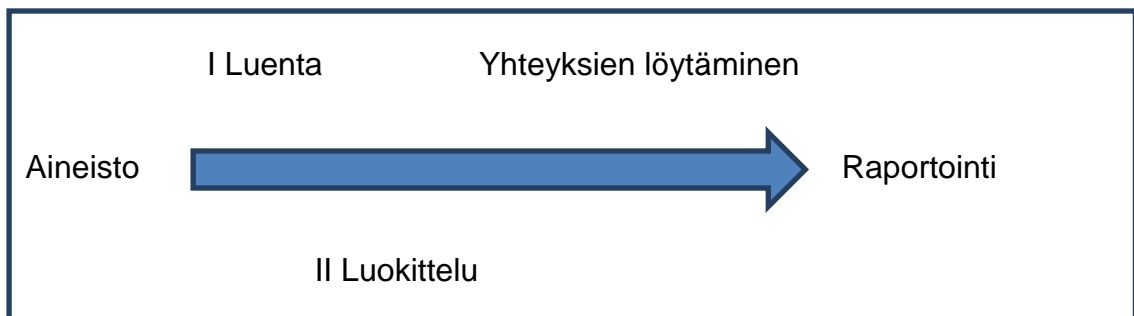
Haastattelut etenivät siten, että haastateltaviin otettiin puhelimitse yhteyttä ja sovittiin mahdolliset tapaamisajankohdat. Haastattelut tapahtuivat haastateltavien toimistoissa kesä-elokuun 2012 aikana. Osallistuvien niukkuuteen vaikutti haastattelujen sijoittuminen kesälomakauteen, sillä iso osa haastateltavista kiel-



täytyi haastattelusta vedoten kiireiseen kesälomakautteen ja kesälomaan. Tutkimukseen osallistuville kerrottiin opinnäytetyön tarkoituksesta ja siitä, mistä asioista heiltä haluttiin kerätä tietoa opinnäytetyötä varten.

## 7. Haastattelujen tulokset

Sen jälkeen kun aineisto on kerätty ja purettu, se analysoidaan ja analyysin vaiheita kuvataan eri tavoin, esimerkiksi kuvion 1 tapaan. Kuviossa luokittelulla ja koodauksella on sama merkitys.



Kuvio 1. Haastatteluaineiston analyysin vaiheet. (Hirsjärvi & Hurme 2000.)

Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 146) mukaan aineiston luokittelu on olennainen osa analyysia. Se luo pohjan tai kehyksen, jonka varassa haastatteluaineistoa voidaan myöhemmin tulkita sekä yksinkertaistaa ja tiivistää. Se on välttämätöntä, jos haluamme esimerkiksi vertailla aineiston eri osia toisiinsa tai tyypitellä tapauksia. Luokittaessamme jäsenämme tutkittavaa ilmiötä vertailemalla aineiston eri osia toisiinsa. Luokat voidaan ymmärtää käsitteellisiksi työkaluiksi, joiden varassa voidaan kehittää esimerkiksi teoriaa tai nimetä abstraktilla tasolla suuresta aineistomassasta tärkeät ja keskeiset piirteet.

Koska tässä opinnäytetyössä haastateltavien määrä ei ollut suuri, aineiston purkaminen ja analyysin tekeminen siitä ei muodostunut vaikeaksi. Analysoinnin alkuvaiheessa tutkittiin haastatelluilta saadut vastaukset huolellisesti lukemalla haastatteluaineisto useaan kertaan läpi sekä miettimällä vastausten sisällön

merkitystä. Seuraavassa osiossa haastattelukysymysten vastaukset käydään vaiheittain läpi.

**Kysymys 1: Millaisia valaistussuunnitteluun liittyviä toimeksiantoja teillä on ollut?**

Haastateltavilla oli ollut valaistussuunnitteluun liittyviä toimeksiantoja muun muassa julkiset kohteet, jotka suunnitellaan määräysten ja normien mukaan, peruskorjaukset, joissa käsitellään koko valaistuspuoli ja koteihin liittyviä toimeksiantoja. Sähkösuunnittelijalla oli ollut toimeksiantoina teollisuuskohteita, toimistoja, omakotitaloja, lähiliikuntapaikkoja, katuvalaistuksia sekä julkisivuvalaistuksia.

Haastateltavilla (paitsi sähkösuunnittelijalla) oli julkisissa kohteissa ollut ulkopuolinen sähkösuunnittelija mukana valaistussuunnitteluun liittyvissä toimeksiantoissa, kun taas saneerauskohteita ja koteja oli osin suunniteltu itse.

*On ollut hyvin paljon, koteja sekä julkisia kohteita. Julkisissa kohteissa-han on aina sitten sähkösuunnittelija mukana, että se on silloin helpompaa kuin nämä kaikki valoarvot hän laskee ja määrittelee valaisimien määrän. (Haastateltava B.)*

**Kysymys 2: Millaiset ohjeet on annettu valaistuksen luomiseen? Onko ohjeissa määritetty tarkasti "speksit"?**

Haastateltavien mukaan ohjeistukset kuuluvat pääarkkitehdin ja sähkösuunnittelijan toimenkuvaan yleensä yhteistyössä sähkösuunnittelijan kanssa, koska sähkösuunnittelija tietää valaistusvoimakkuudet ja arvot. Asiakkaan toiveet ja standardit määrittelevät sähkösuunnittelun peruslähtökohdat.

*Ei, ei, et tavallaan se kuuluu pääarkkitehdin ja sähkösuunnittelijan toimenkuvaan, juuri yhteistyössä sähkösuunnittelijan kanssa. (Haastateltava A.)*

Sähkötaustaisen suunnittelijan mukaan:

*Asiakkaat eivät ole vielä kovin tietoisia ledeistä, joten keskustelut ovat olleet yksityiskohtaisia ja asennuksen aikana esimerkiksi asiakkaita ja sähköasentajia on pitänyt neuvoa tarkasti. Huomattava esimerkiksi häikäisyasiat. (Haastateltava D.)*

### **Kysymys 3: Onko aiemmissa toimeksi annoissa käytetty ledejä?**

Kaksi haastateltavaa oli käyttänyt toimeksiannoissa ledejä vähän, kaksi haastateltavaa oli käyttänyt niitä enemmän. Ne haastateltavat, jotka ovat käyttäneet ledejä toimeksiannoissa vähän, kokivat että asiakkaat eivät halua ledejä vielä valaistukseen, vaan pitävät niitä ehkä huonoina valaisimiksi ja huonosti kestävinä.

*Hyvin vähän, joitakin ulkovalaistuskohteita on tehty ja yksi toimisto tehtiin kokonaan ledeillä. Mutta ledeissä on vielä tällä hetkellä [näyttää lainausmerkit] korkea hinta ja käyttötunneista ei ole vielä mitattua varmaa näyttöä. (Haastateltava C.)*

### **Kysymys 4: Miten te suunnittelette? Esimerkiksi mitä komponentteja olette käyttäneet?**

Haastateltavien mukaan valaistussuunnittelun suorittaa lähes aina sähkösuunnittelija. Julkisissa rakennuksissa pyritään käyttämään vanhoja, hyväksi havaittuja menetelmiä ja valokeinoja. Valaistuslaskentaohjelmaa käytti vain yksi suunnittelija.

*Yleisempiä ovat ledinauhat ja spotit. Käytetään samoissa kohteissa kuin aiemmin halogeenispotteja ja loisteputkia. Nauhat sopivat myös paikkoihin joihin loisteputket eivät mahdu. (Haastateltava D.)*

*Halogeenia silloin kun oli halogeeniaika ja nyt ledejä kun on lediaika ja sitten kaikkia muitakin polttimoita mitä missäkin valaistuksissa käytetään. (Haastateltava B.)*

*Valaistuskohdeessa käytetään valaistuslaskentaohjelmaa, esimerkiksi Dialux on yksi ohjelma. (Haastateltava C.)*

#### **Kysymys 5: Minkälainen on tyypillinen valaistussuunnittelun prosessi?**

Haastatteluista ilmeni, että valaistussuunnittelun prosessissa sähkösuunnittelija oli merkittävässä asemassa etenkin julkisella puolella ja kotikohteissa asiakkaan omat toivomukset olivat tärkeässä asemassa.

*Meidän kohteissa sähkösuunnittelija tekee esityksen ja me taas siitä keskustellaan ja tarvittaessa me ja sisustussuunnittelija puututaan. (Haastateltava A.)*

*Kodeissahan se on asiakkaalla omat toivomuksensa ja sitten riippuu kodeissa hirveästi tilasta, että miten sitä lähdetään toteuttamaan, se riippuu tilojen koosta ja korkeudesta, ja minkä verran heillä on rahaa käytettävissä näihin valaisimiin, koska sitten jos lähdetään leikkimään valojen kanssa, esim. hienompia valoja, niin kyllähän se tuo aina lisää kustannuksia. (Haastateltava B.)*

*Kohteen mukaan katsotaan sopiva valaisintyyppi, huomioiden esimerkiksi energiatalous ja huollettavuus, ja mahdollinen ilkvallan mahdollisuus, eli miten sitä valaistusta suojataan ja miten se sijoitetaan. (Haastateltava C.)*

### **Kysymys 6: Minkälaisia ovat teidän käyttökokemuksenne ledeistä?**

Haastattelussa ledien käyttö valaistuksessa koettiin pääsääntöisesti olevan nykyaikaa. Hyvinä puolina pidettiin käyttöikä, energiatehokkuutta, hyviä valikoimia eri sävyistä, kirkkauksia ja sovelluskohteita. Vaikutti kuitenkin siltä, että suunnittelijat odottelivat ledien yleistymistä, käyttökokemuksia pitemmältä ajalta, käyttökohteiden monipuolistumista ja hintojen halpenemista.

*Ne paranee koko ajan ne ledit, tässä ollaan oikeastaan odottavalla kannalla, että mitä taas tulee lisää ledeihin, että niitä tulee markkinoille koko aika. (Haastateltava B.)*

*Ledeistä ei ole vielä paljoa käyttökokemusta. (Haastateltava C.)*

### **Kysymys 7: Onko olemassa ohjelmia led-suunnitteluun?**

Haastateltavilla ei ollut, sähkösuunnittelijaa lukuun ottamatta, erillisiä ohjelmia käytettävissä led-suunnitteluun. Led-suunnittelu koettiin sähkösuunnittelijan työkentäksi, jonka voisi olettaa johtuvan osittain siitä, että haastateltavilla ei ollut koulutusta sähköpuolelta.

*No tuota, joo... en tiedä. Mehän tehdään tämmöisellä arkkikäyttöohjelmalla tämä meidän suunnittelu ja mehän tehdään kaikki kolmiulotteisena, ja tuota sinnehän periaatteessa saa valaisimia sijoitettua ja niiden tehokkuuksia säädettyä, mutta me hyvin harvoin tehdään sitä, koska se menee niin pienpiirteiseksi näpräilyksi, joka ei taas sitten ole sitä meidän perustyötä, et se on ihan poikkeustapaus. Sähkösuunnittelijoillahan on omia (suunnitteluohjelmia), joilla ne voi tutkia tilojen valaistuksia ja siellä on todennäköisesti ledivaihtoehtoja, mutta minä en niitä tunne tarkemmin. Enkä tunne sitä meidänkään ohjelmaa, että onko siellä nimenomaisesti ledivalojen sovellutuksia, koska nehän nyt vaatisi kuitenkin erilaista kuin perinteinen hehkulamppuvalaistus. Varsinkin nauhamaiset*

*ledit vaatisi erilaisen objektin. Ja kyllähän kun ledejä laitetaan paljon yhteen ryhmään, niin kyllähän se muodostaa valoteholtaan yhtä hyvän kuin joku hehkulamppu. Mutta ei sikäli, että kyllähän niitä varmaan pystyisi hallitsemaan samalla lailla. (Haastateltava A.)*

*Ei tietoa, en käytä ohjelmia. (Haastateltava B.)*

Sähkösuunnittelijan käyttämästä valaistuslaskentaohjelmasta löytyy myös ledeihin tarvittavat valon jakokäyrät. Siinä 3D-mahdollisuus näyttää suhteellisen realistisen kuvan valaistuksen toimivuudesta.

### **Kysymys 8: Mitkä te näette ledien heikkouksina ja käytön esteinä?**

Ledien heikkouksina ja käytön esteinä nähtiin käyttökokemusten puuttuminen, lyhyt historia, hintataso, kestoikä ja niin suunnittelijoiden kuin käyttäjien asenteet.

*Toistaiseksi on aika vähän käyttökokemuksia, varmaan hintataso on yks. (Haastateltava A.)*

*No eihän siitä vielä tule niin paljoa valoa, että se on lähinnä nyt kohdevaloja, että ei sillä niin kuin vielä saada semmoista, että yksi valaisin valaisisi yhtä huonetta. Käytön esteenä on se, että kaikkiin kohteisiin ei ole vielä saatavilla sitä valaisinta, koska niitä ei ole kaikkiin tiloihin. Niin kuin kaiken kokoisiin valaisimiin ei ole. (Haastateltava B.)*

*Hinta on varmaan se suurin este, mutta myös tämä niin sanottu todellinen polttoikä arveluttaa. Nythän ledeistä on vasta laboratoriossa tehdyt polttoikätestit, mutta kyse on yksittäisistä lampuista. Sitten kun niitä valmistetaan massoittain, niin kaikki eivät välttämättä ole tasalaatuisia. (Haastateltava C.)*

*Vanhoilliset asenteet, ja ledien lyhyt historia kotitalouksien valaistuksessa. Koetaan joskus [näyttää lainausmerkit] juppikamaksi. (Haastateltava D.)*

### **Kysymys 9: Minkälaisissa tilanteissa teidän mielestä led-valaistus on parhaimmillaan?**

Led-valaistuksen koettiin olevan parhaimmillaan kohdevalaistuksissa, ahtaissa paikoissa ja korostusvaloissa. Tästä voisi päätellä, että silloin kun halutaan, että valonlähde on näkymätön, kyseessä on tunnelmavalaisuus, haluttaessa kirkkautta tai himmeyttä ja korostettaessa valoja ja varjoja.

*Varmaan juuri tällaiset nauhat, erikoisvalaisimet, pienet kohdevalaisimet, kaikki semmoiset missä niin kuin pienemmällä yksiköillä halutaan päästä ja semmoiset missä ei kaivata niinkään lämmöntuottoa. Energiansäästöpuoli on ihan merkittävä ihan kauttaaltaan, että missä vaan sitä voisi käyttää kunhan se tekniikka siitä etenee ja halpenee ja paranee. Vaikea kuvitella miksi ei olisi tulossa. (Haastateltava A.)*

*Tällä hetkellä niitä aika paljon käytetään kohdevalaistuksessa, sitten on tullut keittiöt, työpöytien valaistukset, kun nehan menee pieneen tilaan, jolloin ne saa nätisti upotettua yläkaapin alapintaan. (Haastateltava B.)*

*Ulkovaloissa, korostusvaloissa, kodin valaistuksessa ja niin edelleen. (Haastateltava C.)*

### **Kysymys 10: Mitkä ovat painavimmat syyt käyttää led-lamppuja?**

Painavimpina syinä koettiin led-lamppujen käyttö silloin, kun haluttiin pitkää käyttöikää, energiataloudellisuutta, ympäristöystävällisyyttä ja etenkin helppoa asentamista.

*Energiataloudellisuus on varmaan, elikkä pihavalaistuksessa etenkin kun ei mene lämpöä harakoille. Toinen on tämä huollettavuus elikkä kun siinä on pitkä käyttöikä, niin harvoin tarvii käydä lamppua vaihtamassa. (Haastateltava C.)*

### **Kysymys 11: Aiotteko käyttää enemmän ledejä ja uskotteko niiden yleistyvän?**

Ledien uskottiin haastateltavien mielestä yleistyvän tekniikan kehittymisen myötä ja uusien valmistajien vallatessa markkinoita, jolloin myös hintojen uskottiin halpenevan ja käytön lisääntyvän.

*Kyllä, kyllä ihan varmasti. Ja kyllä ilman muuta yleistyy, sehän on kun niitä vaan aletaan maailmalla enemmän tekemään ja hinnat halpenee ja tekniikka kehittyy. (Haastateltava A.)*

*Kyllä, ledit yleistyvät kovaa vauhtia, samoin ledeissä käytettävä tekniikka uudistuu koko ajan. Valmistajia tulee koko ajan lisää, joka tarkoittaa että ledien hinnat tulee koko ajan alaspäin. (Haastateltava C.)*

## **8. Johtopäätökset**

Valaistukseen ja sen suunnitteluun vaikuttavat monet eri tekijä, kuten uudet tavat suunnitella ja rakentaa, suunnittelijan ammattitaito, valaistuksen tilaajan intressit (muun muassa käytettävissä oleva budjetti) valon haluttu vaikutus, tila, värit sekä käyttötarkoitus. Yleensä suunnittelu kuitenkin hoidetaan vanhojen kaavojen mukaan loisteputkilla ja hehkulamputilla, vaikka nimenomaan ledit mahdollistaisivat erilaisten valaistukseen liittyvien tehokeinojen käytön, kuten valaistuksen värin jatkuvan muutoksen, ja vieläpä energiatehokkaasti.



## **8.1 Tutkimuskysymyksiä läpikäynti**

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa suunnittelijoiden mielipiteistä ledien käytöstä valaistuksessa. Tätä varten tehtiin tutkimuskysymyksiä, joihin hankittiin vastaukset tutkimustyöllä ja eritoten haastatteluilla.

### **1. Kuinka eri alan suunnittelijat kuvaavat suunnitteluprosessin?**

Poikkeuksetta kaikki haastateltavat sanoivat, että sähkösuunnittelija hoitaa suunnittelun, mutta painotettiin myös, että asiakkaan toiveet otetaan tietenkin huomioon. Tehdessä valaistussuunnittelua julkisiin tiloihin haastateltavat eivät kokeneet konsultointia välttämättä tarpeelliseksi, sillä ne usein tehdään standardien mukaan, jolloin tilan koon tai tyyppin mukaan päätetään, että käytetäänkö esimerkiksi hehkulamppuja vai loisteputkia. Sähkösuunnittelijan tapauksessa, koska ulkopuolista sähkösuunnittelijaa ei tarvittu, mietittiin lähinnä huollettaavuutta, energiataloutta sekä mahdollista ilkivaltaa. Koska yrityksillä on usein tapana tehdä asiat samalla tavalla, niin ehkä olisi hyväksi uutta henkilöä palkatessa antaa tämän kokeilla tehdä omalla tavallaan, sen sijaan että kangistuttaisiin kaavoihin ja opetettaisiin aina yhtiön omat käytännöt. Useissa tapauksissa nuoret työntekijät opetetaan saman tien "talon tavoille", jolloin tämä ei saa edes mahdollisuutta tuoda uutta näkemystä esiin.

### **2. Kuinka suunnittelijat näkevät ja mieltävät ledien ominaisuudet?**

Suunnittelijoilla oli vielä hiukan epätietoisuutta ledien käytöstä sekä ominaisuuksista. Yleisesti mielipide oli, että ledejä käytetään kohde- ja huomiovaloina pienissä tiloissa. Haastateltavat olivat pitkälti sitä mieltä, että tilan valaiseminen pelkästään ledeillä olisi erittäin haastavaa toteuttaa, sillä niiden valovoimaa ei koettu yhtä tehokkaaksi kuin esimerkiksi loisteputkien tai hehkulamppujen. Tästä jäi sellainen tunne, että suunnittelijat eivät välttämättä huomioineet lamppuun käytettävän energian suhdetta valotehoon, sillä 60 watin tehoinen led-lamppu olisi huomattavan kirkas verrattuna vastaavan tehoiseen hehkulamppuun. Ken-

ties suunnittelutoimistojen tulisi järjestää led-tietoisuutta kasvattavia kursseja, joissa perehdyttäisiin syvemmin ledien ominaisuuksiin ja etuihin. Tällöin suunnittelijat voisivat tarjota enempi vaihtoehtoja perinteisille menetelmille. Nämä vaihtoehdot voisivat olla energiatehokkaita ja trendikkäitä tapoja valaista tiloja. Uskoisin, että muodikkaat ja ympäristöystävälliset menetelmät valaista tekisivät hyvää valaistavan tilan imagolle.

### **3. Mikä on suunnittelijoiden suhtautuminen lediin: odottava vai kokeileva?**

Haastattelujen perusteella ledit ovat tulossa voimakkaasti suunnitteluun mukaan, ja yleisön tietoisuuden lisääntyessä myös vaatimukset suunnittelijoita kohtaan tulevat kasvamaan. Vaikkakin kaikki suunnittelijat kertoivat haluavansa käyttää ledejä enemmän, tuntui että kaikilla suunnittelijoilla oli kuitenkin sellainen asennoituminen ledien käyttöön, että niiden yleistymistä muualla odotetaan ensin. Odottava käyttäytyminen suunnittelijoiden kohdalla voi aiheuttaa kuitenkin sellaisen ilmiön, että ledit eivät yleisty kovin nopeasti. Ledeistä myös odotetaan parempia tutkimuksia ja kokeita sekä kokemuksia pidemmältä ajalta, koska se mielletään tekniikaksi, joka on vielä lapsen kengissä. Eikö tällaisessa tapauksessa nimenomaan pitäisi ajaa ledejä eteenpäin, jotta saataisiin niitä käyttökokemuksia niin yksityisissä kuin julkisissa kohteissa? Vaikkakin ledit mielletään liian uudeksi tekniikaksi, niin mielestäni ledien suosittelu kohteen valaisimiksi on verrattavissa ihan millaiseen tahansa tilanteeseen missä asiakkaalle suositellaan uutta tekniikkaa, kuten vaikkapa uutta tekniikkaa omaavan kodinkoneen kauppaamisessa.

### **4. Mitkä ovat ledien parhaat ja huonoimmat puolet suunnittelijoiden näkökulmasta?**

Suunnittelijoilla tuntui olevan vielä hiukan epätietoisuutta ledien käytöstä sekä ominaisuuksista. Niiden koettiin olevan enemmän sähkösuunnittelun piiriin liitty-

viä ja tulevaisuudessa yleistäviä asioita. Asiakkailta ei myöskään suunnittelijoiden mielestä tuntunut olevan hyvää käsitystä ledeistä, vaan heidän mielestään asiakkaat kokivat ledit yhä kylminä ja heikkotehoisina valaisimina, jotka kuuluvat enemmän pieniin laitteisiin kuin kodin tai julkisen tilan valaistukseen. Erilaiset suunnittelufirmat voisivatkin luoda esittelyhuoneita, missä osoitetaan ledien kykyä toimia tilan ainoana valaisimena, jolloin asiakkaat saisivat mahdollisuuden muuttaa mielipidettään ledeistä valaisimina.

## 8.2 Yhteenveto

Tutkimuksen pohjalta voisi sanoa, että lähes poikkeuksetta valaistuksesta vastaa sähkösuunnittelija, vain harvemmissa tapauksissa asiakas. Sähkösuunnittelijoihin luotetaan yhä, koska asiat on tehty samalla tapaa kauan aikaa, mikä voi aiheuttaa sen, että ledien käyttö ei yleisty nopeasti. Suunnittelijat eivät usein saa minkäänlaisia ohjeistuksia valaistuksen toteuttamiseen, jonka koetaan johtuvan siitä, että asiakkaat eivät ole vielä kovinkaan tietoisia ledeistä tai valojen käytöstä sisustuksen elementtinä. Tapaukset, joissa asiakas on halunnut tietyn tyyppisen ratkaisun valaistuksen kannalta, tämä on yleensä sopinut asiakas sähkösuunnittelijan kanssa.

Ledejä onkin siis yleensä käytetty ainoastaan pienenä valaistuksena, kuten huomiovaloina, ja tämän syyksi haastateltavat epäilivät nimenomaan asiakkaan epätietoisuutta, korkeaa hintaa sekä todellisten näyttöjen puutetta ledien kestosta ja käyttöiästä.

Ilmeisesti kuitenkin suurin este siirtymiselle hehkulamputa ledien käyttöön on hinta. Kuluttajat ovat tottuneet maksamaan noin euron hehkulamputa ja muutamana euron vastaavasta energiansäästölamputa. Jopa useiden kymmenien eurojen maksaminen led-lamputa tuntuu olevan kerta summana liikaa. Hinta voi olla perusteltavissa pienemmällä sähkönkulutuksella ja pidemmällä lampun eliniällä, mutta tällainen pitkän tähtäimen laskeminen voi olla vaikeaa ja liian

työlästä kuluttajalle. Yrityksissä, joissa energiakustannukset valaistuksessa ovat suuret, esimerkiksi varastoissa, autotalleissa, myymälöissä ja vastaavissa, siirtyminen valodiodeihin voi olla nopeampaa koska säästöt ovat helpommin laskeutuvissa ja yrityksillä on voimakkaammat motivaatiot minimoida kuluja. Samalla kun led-valaisimien hinta laskee, myös kuluttajat ottavat ne helpommin käyttöön. (Fintronic 2012.)

Kaikki haastateltavat kertoivat tekevänsä tietyt valaistukset aivan normien mukaan, kuten vaikkapa saniteettitilojen valaistuksen, muutoin jokaisella oli oma tapansa toimia. Toiset seuraavat trendejä ja tekevät sen mukaan mikä on sillä hetkellä uutta ja ajankohtaista, kun taas toiset tekivät samalla ja hyväksi todetulla tavalla. Puolet haastateltavista käytti erilaisia ohjelmia valaistuksen suunnittelun, kun taas toiset luottivat jo aiemmin koettuun menetelmään tai kokemuksen tuomaan varmuuteen.

Valaistussuunnittelun prosessissa suunnittelijoilla oli myös paljon eroja, mutta pohjimmiltaan lähestyminen tapahtui samalla tapaa, ensin tehdään arviot valaistuksesta kohteen mukaan, missä huomioidaan energiataloudellisuus, kestävyys ja hinta, jonka jälkeen suunnitelma esitetään arkkitehdille, sisustajalle ja lopulta asiakkaalle, joista osa saattaa vielä joitain muutoksia vaatia.

Käyttökokemukset ledeistä suunnittelijoilla olivat vähäisiä. Jokaisen kohdalla led oli enimmäkseen huomio- tai kohdevalona käytetty, vielä tulossa tekevä ja hieinan vieras valaisumuoto. Tällä perusteella voi todeta, että suunnittelijoiden kanta ledeihin on yhä odottava.

Vaikkakin suunnittelijat ovat sitä mieltä, että ledien energiatehokkuus ja käytöikä ovat loistavia ominaisuuksia, niin kuitenkin moni oli yhä skeptinen todellisen käyttöiän suhteen. Myös asenteet ratkaisevat valosuunnittelussa, sillä led-valaistusta pidetään kylmänä, riittämättömänä sekä liian modernina perinteisiin koteihin tai tiloihin, jonka vuoksi sitä käytetään vain silloin kun valonlähde ei

haluta paljastaa eli upotettuina pieniin tiloihin. Siltikin kaikki suunnittelijat luottavat ledien yleistymiseen ja aikoivat tulevaisuudessa käyttää enenevässä määrin ledejä valaistusratkaisuissaan.

## 9. Pohdinta

Opinnäytetyöni aihe oli led-valaistus ja käsitteli suunnittelijoiden henkilökohtaisia mielipiteitä ja kokemuksia. Opinnäytetyön tuloksia pyrin käsittelemään siten, että tutkimustulokset pysyisivät oikeina, joten en lisännyt tai poistanut sieltä mitään oleellista aiheeseen liittyvää.

Tutkimuksen luotettavuus muodostuu validiteetista ja reliabiliteetista. Reliaabeliudella tarkoitetaan sitä, että tutkittaessa samaa henkilöä saadaan kahdella tutkimuskerralla sama tulos. Jos kuitenkin oletetaan, että ihmiselle on ominaista ajassa tapahtuva muutos, tästä tutkimustuloksiin kohdistuvasta määritelmästä on luovuttava varsinkin silloin, kun kyseessä ovat muuttuvat ominaisuudet. Toinen tapa määrittellä reliaabelius on se, että tulos on reliaabeli, jos kaksi arvioitsijaa päätyy samaan tulokseen. Kolmas perinnäinen tapa ymmärtää reliaabelius on se, että kahdella rinnakkaisella tutkimusmenetelmällä saadaan sama tulos. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 186.)

Validiuden käsite voidaan jakaa päätyyppeihin; Ennustevalidius tarkoittaa sitä, että yhdestä tutkimuskerrasta pystytään ennustamaan myöhempien tutkimuskertojen tulos. Tutkimusasetelmavalidius erotetaan tilastolliseen validiuden, rakennevalidiuden, sisäisen validiuden ja ulkoisen validiuden muotoihin. Rakenevalidius liittyy kysymykseen, koskeeko tutkimus sitä, mitä sen on oletettu koskevan, toisin sanoen käytetäänkö tutkimuksessa käsitteitä, jotka heijastavat tutkituksi aiottua ilmiötä. Viime kädessä on kysymys tulkinnan ongelmasta. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 187.)

Tutkimusta tehdessäni pohjustin tietojani lukemalla laajasti erilaista led-valaistukseen liittyvää lähdekirjallisuutta. Haastattelurungon muodostin opettajan antamien ohjeiden mukaan. Opinnäytetyön luotettavuutta olisin voinut parantaa haastattelemalla suurempaa joukkoa suunnittelijoita. Opinnäytetyön haastattelun sijoituttua kesäaikaan, haastateltavien joukko tyypistyi kesälomien takia pieneksi.

Vaikka kyseessä oli ensimmäinen kerta tehdä haastattelua, niin siitä huolimatta haastatteluista jäi tuntuma, että haastattelut sujuivat hyvin ja pysyivät aiheessa. Jälkikäteen tarkasteltua on kuitenkin ilmennyt, että osaan kysymyksistä olisi täytynyt kaivaa enemmän tietoa, sillä osa vastauksista jäi hiukan suppeaksi tai sivuutti kysymyksen tarkoituksen. Ehkäpä kysymykset olisi voinut hioa hiukan paremmiksi siten, että ne olisivat niin sanotusti pakottaneet haastateltavaa kertomaan aiheesta laajemmin.

Haastattelutilanteen kestosta olisi voinut havaita, että tietoa saatiin kerättyä liian vähän, sillä jokainen haastattelu itsessään oli reilun kymmenen minuuttia pitkä, pois lukien keskeytykset, joita tapahtui jokaisen haastattelun kohdalla vähintään kerran. Kenties koska haastattelutilanteet olivat 20 - 30 minuuttia pitkiä keskeytyksineen ja haastateltavat olivat kiireisiä, jäivät haastattelut suppeiksi. Haastattelun päätyttyä haastateltaville kerrottiin mistä he löytävät valmiin opinnäytetyön luettavaksi.

Haastattelukertoja oli lisäksi vain yksi, joten en saanut vertailukohtaa siitä, jos olisin esittänyt kysymykset uudelleen, olisivatko vastaukset olleet erilaiset. Lisäksi haastatelllessani yksin, toisen haastateltavan mukanaolo olisi voinut tuoda lisää tietoa haastatteluvastauksista, koska olisimme voineet verrata vastauksia keskenämme. Nämä asiat voivat vaikuttaa tulosten ja haastattelujen luotettavuuteen.

Tutkimuksen perusteella vaikuttaisi, että myös valaistussuunnittelijoilla on epäluuloja ja vääränlaista tietoa ledien ominaisuuksista. Kaikki haastateltavat olivat kuitenkin sitä mieltä, että asiakkaat ovat enempi epätietoisia ledeistä, jonka vuoksi nämä eivät halua ledejä pääasialliseksi valaistustekniikaksi. Mielestäni valaistussuunnittelijoiden tulisi perehtyä enempi oman alansa tulevaisuuden kenties keskeisimpään tekniikkaan. Perehtyminen poistaisi ennakkoluulot sekä väärät käsitykset ja ajan mittaan yleistyessään ledit loisivat turvallisempia, ym-

päristöystävällisempiä sekä energiatehokkaampia valaistusratkaisuja niin koteihin kuin julkisiin tiloihin.

Kenties tulevaisuudessa voitaisiin tehdä tutkimus siitä, että ovatko ledeille asetetut odotukset toteutuneet lähellekään halutulla tavalla vai tulevatko ne kehittymään niin paljon seuraavien vuosien aikana, että ne jopa ylittävät kaikki odotukset. Jatkotutkimukselle on varmasti paikkansa, kunhan ledit ensin ehtivät yleistymään enempi niin yksityisissä kuin julkisissa kohteissa.



## Lähteet

- Aro, P. 2008. Opinnäytetyö. Dynaaminen valaistus.  
[http://www.sotera.fi/pdf/Dynaaminen\\_valaistus.pdf](http://www.sotera.fi/pdf/Dynaaminen_valaistus.pdf). [4.10.2012]
- Fintronic. LT3799 - Helppo valodiodien ohjaus Linearin piirillä.  
<http://www.fintronic.fi/lt3799.htm>. [28.5.2012.]
- Halonen, I., Lehtovaara, J., 1992. Valaistustekniikka. 542. Jyväskylä. Hummerus Kirjapaino Oy.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. Yliopistopaino.
- Ilmasto-opas. 2012. Sähkölaitteet ja valaistus. <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/5fbaa6aa-f525-4cdd-9699-23d415815ae5/sahkolaitteet-ja-valaistus.html>. [25.05.2012.]
- Itä-Suomen EAKR-ohjelma. Raportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. [lomakkeet.pkamk.fi](http://lomakkeet.pkamk.fi). [10.6.2012.]
- Jenkins, D. 2009. Ledifaktoja – Valomessut 2009. OEM / Philips Valaistus. [http://www.valosto.com/tiedostot/LedifaktojaValomessut%202009\\_1.pdf](http://www.valosto.com/tiedostot/LedifaktojaValomessut%202009_1.pdf). [1.6.2012.]
- Karjalainen, E. 2006. Hilavitkutin. Ensimmäiset LED-ajovalot autoihin. <http://www.hilavitkutin.com/2006/10/29/ensimmaiset-led-ajovalot-autoihin/>. [1.6.2012.]
- Ketomäki, J. 2009. Obelux Oy. Lediryhmä. Ledifaktoja. [http://www.valosto.com/tiedostot/Valo\\_09\\_tietoisku\\_ei\\_logoja\\_20091005.pdf](http://www.valosto.com/tiedostot/Valo_09_tietoisku_ei_logoja_20091005.pdf). [1.6.2012.]
- Kotienergia. 2009. Hehkulampun seuraajat. <http://www.kotienergia.fi/uutiset/22>. [25.5.2012.]
- Ledilamput. 2012. LED eli meilläpäin LEDI. [http://www.ledilamput.fi/ledivalojen\\_tarkoitus.html](http://www.ledilamput.fi/ledivalojen_tarkoitus.html). [25.5.2012.]
- Ledilamput. 2012. Kaava Ledilamppujen sähkönkulutuslaskentaan. [http://www.ledilamput.fi/ledilamppu\\_kaava.html](http://www.ledilamput.fi/ledilamppu_kaava.html). [25.5.2012.]
- Ledilamput. 2012. Ledilamput tulevaisuudessa. [http://www.ledilamput.fi/ekoledit\\_tulevaisuudessa.html](http://www.ledilamput.fi/ekoledit_tulevaisuudessa.html). [25.5.2012.]

- Laatuvalo Oy. Valaistussuunnittelu. 2010.  
<http://www.laatuvalo.fi/valaistussuunnittelun-prosessi> . [29.5.2012.]
- Lampputieto. 2009. Valaistussuunnittelun perusteita.  
<http://www.lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/suunnittelunperusteita/>.  
[23.9.2012.]
- Limic Oy. 2012. Kestäviä ja turvallisia LED-valoja.  
<http://www.limic.fi/html/faq.htm>. [1.6.2012.]
- MIDE HighLight –projekti. Alkuperäinen artikkeli on julkaistu Sähköala-lehden numerossa 9/2011. <http://mide.aalto.fi/Ajankohtaista/led-teknologiaSuihkonen>. [1.6.2012.]
- Oversol. 2012. Mikä LED on?. [http://www.oversol.fi/usein\\_kysytyt\\_kysymykset](http://www.oversol.fi/usein_kysytyt_kysymykset).  
[1.6.2012.]
- Oy, Lankinen, P. Sähkö suunnitelma.fi. LED-valot.  
<http://www.sahkosuunnitelma.fi/sahkotarvikkeet/led-valo/>.  
[25.5.2012.]
- Puustinen, J. 2012. Tutkimus. LED-tuotteiden turvallisuus. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Rantanen, K. Palkitut LEDit syntyivät sisulla ja tuurilla. 17.08.2006.  
[http://www.tiede.fi/artikkeli/602/palkitut\\_ledit\\_syntyivat\\_sisulla\\_ja\\_tuurilla](http://www.tiede.fi/artikkeli/602/palkitut_ledit_syntyivat_sisulla_ja_tuurilla). [31.5.2012.]
- Savled. 2012. LED-valaistus tuotteiden hyödyt.  
[http://www.Savled.com/ledvalaistus\\_edut.html#htm3](http://www.Savled.com/ledvalaistus_edut.html#htm3). [2.6.2012.]
- Stek. 2008. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Ledvalaistus.  
[http://www.sahkoturva.info/sahkon\\_kaytto\\_kotona/valaistus/fi\\_FI/led\\_valaistus/](http://www.sahkoturva.info/sahkon_kaytto_kotona/valaistus/fi_FI/led_valaistus/). [25.5.2012.]
- Tuominen, A. LED (Light Emitting Diode, valodiodi). Easy LED. Turun Yliopisto.  
[http://www.led1.fi/led\\_teknologia](http://www.led1.fi/led_teknologia). [1.6.2012.]
- Vepsäläinen, P. 2012. Pohjois-Karjalan Sähkön asiakaslehti Kymppi. LED yleistyä ulkovalaistuksessa.  
<http://www.asiakaslehti.net/pohjoiskarjalansahko/Kodin+s%C3%A4hk%C3%B6nk%C3%A4ytt%C3%B6/1/led+yleisty+ulkovalaistuksessa/94>. [25.5.2012.]

Liite 1. Käyttäjäkeskeisen suunnittelumenetelmän viisi vaihetta (Laatuvalo Oy 2010)

1	<p>Ymmärtäminen</p> <p>Suunnittelun onnistumisen kannalta tärkein asia. Tämä vaikuttaa merkittävästi siihen millainen suunnitelmasta lopulta muodostuu. Ymmärtämisessä pyritään pääsemään mahdollisimman syvälle asiakkaan maailmaan ja pyritään näkemään asioiden takaa heidän todelliset tarpeet. Tämä vaihe auttaa asettamaan suunnittelulle oikeat painopisteet.</p>
2	<p>Havainnointi</p> <p>Havainnointi voi olla kentällä tapahtuvaa tarkkailua, tai perustua suunnittelijan oman aktiviteetin pohjalta muotoutuneeseen tietouteen. Se miten monipuolisesti esimerkiksi tietopohjaa on käytettävissä usealta eri tieteen tai tekniikan alalta auttaa löytämään enemmän mahdollisuuksia. Onnistuneen vaiheen myötä muodostetaan lopulta käsitys suunnitteluun kohdistuvista tarpeista ja toiveista, mutta myös puutteista.</p>
3	<p>Visualisointi</p> <p>Tämän vaiheen tarkoituksena on saattaa kerätty tieto ja aineisto käyttöön näkyvään koettavasti ymmärrettävään muotoon esimerkiksi luonnosten avulla. Suunnitelmaa pyritään visualisoinnin kautta myös arvioimaan asiakkaan näkökulmasta. Pyritään selvittämään miten esimerkiksi valaistus toimii, ja millainen on sen käytettävyys asiakkaan kannalta katsoen.</p>

4	<p>Arviointi</p> <p>Tarkastellaan vaihtoehtoja ja pyritään arvioimaan niitä mahdollisimman kriittisesti useista eri näkökulmista. Puntarissa ovat toteutettavuus sekä ratkaisujen mielekkyys kuin myös käytettävyys. Tässä vaiheessa mukana arvioinnissa on vahvasti myös asiakas ja/tai loppukäyttäjä.</p>
5	<p>Toteutus</p> <p>Tässä vaiheessa saatetaan suunnitelma realistiseen toteutuskuntoon. Tarkistetaan että se vastaa kaikilta osiltaan asiakkaan ja/tai loppukäyttäjän vaatimuksia. Sovitetaan yhteen visiot tekniikan kanssa. Nivotaan kaikki edellä saatu tieto ja kokemus toteutuskuntoiseksi suunnitelmaksi.</p>

## Liite 2. Haastattelukysymykset

Kysymys 1: Millaisia valaistussuunnitteluun liittyviä toimeksiantoja teillä on ollut?

Kysymys 2: Millaiset ohjeet on annettu valaistuksen luomiseen? Onko ohjeissa määritetty tarkasti "speksit"?

Kysymys 3: Onko aiemmissa toimeksi annoissa käytetty ledejä?

Kysymys 4: Miten te suunnittelette? Esimerkiksi mitä komponentteja olette käyttäneet?

Kysymys 5: Minkälainen on tyypillinen valaistussuunnittelun prosessi?

Kysymys 6: Minkälaisia ovat teidän käyttökokemuksenne ledeistä?

Kysymys 7: Onko olemassa ohjelmia led-suunnitteluun?

Kysymys 8: Mitkä te näette ledien heikkouksina ja käytön esteinä?

Kysymys 9: Minkälaisissa tilanteissa teidän mielestä led-valaistus on parhaimmillaan?

Kysymys 10: Mitkä ovat painavimmat syyt käyttää led-lamppuja?

Kysymys 11: Aiotteko käyttää enemmän ledejä ja uskotteko niiden yleistyvän?