

Sauli Leppänen

ULKOVALAISTUKSEN
SUUNNITTELU
ASUNTOMESSUKOHTEESEEN


Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2017




**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

KUVAILULEHTI

 <p style="font-size: 1.2em; margin-top: 10px;">Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>23.2.2017</p>	
<p>Tekijä(t) Sauli Leppänen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma</p>	
<p>Nimeke Ulkovalaistuksen suunnittelu asuntomessukohteeseen</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ulkovalaistus Rakennusliike Avikainen Oy:n paritalokokonaisuudelle Mikkeliin, Kirkonvarkauden asuntomessualueelle. Tavoitteena oli luoda kustannus- ja energiatehokas valaistus käyttäen valonlähteinä ainoastaan ledejä. Ulkovalaistuksen tulisi mahdollistaa pienet käyttö- ja huoltokustannukset, tinkimättä kuitenkaan valon määrästä tai laadusta.</p> <p>Opinnäytetyön lähteinä on käytetty alan kirjallisuutta, erikoisammattilehtiä, internetlähteitä ja asiantuntijahaastattelua. Työssä käsitellään teoriaa ulkovalaistuksesta ja valaistustekniikasta sekä työn kannalta tärkeimpiä teknologioita valaisimien, valaistuksen ohjauksen, autolämmityksen ja sähköautojen latauksen osalta. Varsinainen suunnittelutyö sisältää kaapeloinnin, valaistuksen ohjauksen ja valaisimien valitsemisen sekä sähkösuunnitelmien piirtämisen. Opinnäytetyössä käydään läpi suunnitteluprosessia ja seikkoja, joita ulkovalaistuksessa on otettava huomioon.</p> <p>Työn tuloksena toimeksiantajan käyttöön valmistuivat suunnitteludokumentit sekä kirjalliset ohjeet valaistuksen toteutukseen yhteisellä piha-alueella, autokatoksissa, varastorakennuksissa ja asuinrakennusten pihoissa. Valaisimien valinnassa huomiota on kiinnitetty erityisesti energiatehokkuuteen, pitkään käyttöikään, valonlähteiden vaihdettavuuteen, häikäisyn estoon ja häiriövalon torjumiseen. Valaistuksen ohjaus tukee osaltaan pieniä energiakustannuksia sekä pihan turvallisuutta ja viihtyisyyttä. Kokonaisuutena valaistus on yhtenäinen, täyttää suunnittelulle asetetut vaatimukset ja vastaa myös alueen suunnittelua koskevaa ohjeistusta.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>ulkovalaistus, ledit, valaistustekniikka</p>		
<p>Sivumäärä 57</p>	<p>Kieli suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja Rakennusliike Avikainen Oy</p>	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 23.2.2017	
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu		Author(s) Sauli Leppänen	
Name of the bachelor's thesis Designing outdoor lighting for a Housing Fair destination		Degree programme and option Electrical engineering	
Abstract <p>The subject of this bachelor's thesis was to design outdoor lighting for a group of semi-detached houses in a new residential area. The houses are located in Mikkeli and part of the Housing Fair that showcases the ongoing and future trends in housing industry in Finland.</p> <p>The objective of the thesis was to create a cost-effective and energy efficient entirety by using only LED technology. The aim was to get adequate amount of light with a good quality and keep the energy consumption and the maintenance costs low. The thesis contains theory of outdoor lighting and lighting technique as well as information about luminaires, lighting control, car preheating and charging of electric vehicles. The actual planning consists of choosing the light fixtures, cables and lighting control and drawing the electrical plans. As sources of the thesis has been used literature, trade magazines, internet articles and an interview of a lighting professional.</p> <p>As a result the constructor got up-to-date blueprints and written instructions to create outdoor lighting for the houses, carports, storage buildings and the collective yard of the housing cooperative. The chosen LED luminaires are energy efficient, long-lasting and equipped with replaceable light sources. Attention has also been paid for anti-glare features and light pollution reduction. Therefore the lighting will afford the residents a safe and comfortable environment with low energy- and maintenance costs.</p>			
Subject headings, (keywords) outdoor lighting, LEDs, lighting technology			
Pages 57	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by Rakennusliike Avikainen Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KOHTEEN JA TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	2
2.1	Asunto Oy Saimaan Ateljee.....	2
2.2	Rakennusliike Avikainen Oy	2
2.3	Suomen Asuntomessut.....	3
2.4	Mikkelin asuntomessut 2017	3
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET	4
3.1	Omat ja toimeksiantajan vaatimukset	4
3.2	Standardit, määräykset ja ohjeet	5
4	LAADUKKAAN ULKOVALAISTUKSEN OSATEKIJÄT	7
4.1	Valaistussuunnittelu ja -tekniikka.....	8
4.1.1	Valaistuksen tarve ja valaistavat kohteet	8
4.1.2	Valovirta, valaistusvoimakkuus ja valonjako	10
4.1.3	Luminanssi ja kontrasti	12
4.1.4	Väriämpötila, spektri ja värintoistoindeksi	13
4.1.5	Suojaus- ja kotelointiluokat	15
4.1.6	Häikäisyn estäminen	17
4.1.7	Valosaasteen ja häiriövalon vähentäminen	18
4.1.8	Muotoilu, ympäristön vaikutus ja keskinäinen yhtenäisyys	20
4.1.9	Materiaalit	21
4.1.10	Energiatehokkuus, käyttöikä ja huollontarve.....	22
4.2	Glamoxin tarkistuslista parhaan ulkovalaistussovelluksen valintaan.....	24
4.3	Valaistussuunnittelijan ajatuksia ulkovalaistuksesta	25
5	LED-TEKNIikka JA ÄLYKÄS VALAISTUKSEN OHJAUS	27
5.1	LED-tekniikka	27
5.1.1	Etuina energiatehokkuus ja pitkä käyttöikä	27
5.1.2	Rakenne vaikuttaa kestävyYTEEN	29
5.2	Älykäs valaistuksen ohjaus.....	30
6	KAPELOINTI JA VALAISTUKSEN OHJauksen VALINTA.....	31
6.1	Vaihtoehdot valaistuksen ohjaukseen	32
6.1.1	1-10 V -ohjaus.....	32

6.1.2	DALI.....	33
6.1.3	StepDIM ja AstroDIM	33
6.1.4	Perinteiset ohjauskomponentit	34
6.2	Pihavalaistuksen kaapelointi.....	35
6.3	Valittu valaistuksen ohjausjärjestelmä	36
7	VALAISIMIEN VALINTA.....	37
7.1	Ympäristö	37
7.2	Valaisimien ulkonäkö	40
7.3	Pylväsvalaisimet	41
7.4	Pollarivalaisimet	42
7.5	Autokatosten ja varastojen seinävalaisimet	43
7.6	Paritalojen ulkovalaistus	44
7.7	Muut valaisimet	46
7.8	Yhteenvedo.....	46
8	AUTOLÄMMITYS JA SÄHKÖAUTON LATAUS	49
8.1	Moottorin esilämmitys.....	49
8.2	Sähköauton lataus	51
8.3	Autolämmityspistorasiat	51
9	DOKUMENTOINTI.....	53
9.1	Sähkökeskukset ja energiankulutuksen mittaus.....	53
9.2	Suunnitelma-asiakirjat	54
10	POHDINTA	55
	LÄHTEET.....	58

1 JOHDANTO

Ennen ulkovalaistus saattoi tarkoittaa yhtä 100 watin hehkulamppua asennettuna kirkaskupuiseen pallovalaisimeen keskelle takapihaa. Pylvään päässä lamppu ei niinkään valaissut pihaa vaan yläpuolella olevaa yötaivasta, ja ennemminkin korosti ympärillä olevaa pimeyttä kuin tarjosi pihalle viihtyisyyttä. Nykyään lamppu- ja ohjausteknologioiden jatkuvasti kehittyessä ja valikoiman kasvaessa laadukkaat valaistusratkaisut ovat tulleet kaikkien saataville. Yhä enemmän kiinnitetään myös huomiota valaistuksen energiakustannuksiin ja laadullisiin ominaisuuksiin, kuten värintoistoon, valon värilämpötilaan ja häikäisyn estoon. Päivän pituuden jäädessä Helsingin korkeudellakin lyhimillään noin kuuteen tuntiin, ei laadukkaan ulkovalaistuksen merkitystä voi liikaa korostaa. Suunnittelussa on kuitenkin oltava tarkkana, jotta aikaansaadaan miellyttävä ja yhtenäinen kokonaisuus, joka ei tuhlaa energiaa, aiheuta häikäisyä tai hukkaa valoa taivaalle.

Opinnäytetyö koostuu ensin teoriaosuudesta, jolla haetaan pohjaa hyvälle ulkovalaistukselle valaistusteknisten käsitteiden ja suunnittelussa huomioon otettavien seikkojen kautta. Lähteinä on käytetty kirjallisuutta, erikoisammattilehtiä, internetlähteitä ja valaistusalan ammattilaisen haastattelua. Työssä on myös sisältöä, joka pohjautuu Rakennusliike Avikainen Oy:n toimitusjohtajan Seppo Avikaisen kanssa käytyihin keskusteluihin ja lähetettyihin sähköpostiviesteihin. Tähän sisältöön ei tekstissä ole erikseen viitattu lähteenä.

Teorian pohjalta varsinaisena työnä on suunnitella paritaloista koostuvalle asunto-osakeyhtiölle ulkovalaistus, joka tarjoaa asukkaille viihtyisän elinympäristön, turvallisuuden tunteen, vähäisen huoltotarpeen ja pienet käyttökustannukset. Suunnittelu alkaa tarpeiden ja vaatimusten kartoittamisella ja etenee suunnitteludokumenttien piirtämiseen ja komponenttien valitsemiseen. Käsittelyssä ovat myös lyhyesti työn kannalta oleellimmat teknologiat valaisimien, valaistuksen ohjauksen, autolämmityksen ja sähköautojen latauksen saralta. Valaistustekniikan suureiden selitysten ja konkreettisten esimerkkien kautta lukija voi hyödyntää tätä työtä esimerkiksi samankaltaisten kohteiden suunnitteluprosessissa tai valaisimien valinnassa.

2 KOHTEEN JA TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

2.1 Asunto Oy Saimaan Ateljee

Asunto Oy Saimaan Ateljee on yhteensä kuudesta paritalosta muodostuva kokonaisuus Kirkonvarkaudessa, Annilan kaupunginosassa Mikkelissä. Ensivaiheessa taloista rakennetaan kaksi, ja näistä toisessa on vuoden 2017 asuntomessujen esittelykohde. Saimaan Ateljee koostuu kolmesta erillisestä tontista ja yhtiöstä, joista jokaiselle kuuluu kaksi paritaloa, yksi autokatos sekä yksi yhdistetty tekninen tila ja varastorakennus. Lisäksi tonteilla sijaitsee pyykinkuivatus- ja tomutuspisteet, yhteinen jätteiden keräyspiste sekä yhteistä leikki- ja oleskelualueita. Kohde sijaitsee kallioisella tontilla asuntomesualueen korkeimmalla kohdalla ja asunnoista avautuu järvinäköala Saimaalle. [1.]

Paritalojen huoneistot ovat kooltaan 82 m² ja 95 m². Talot ovat puurakenteisia, lämmitysmuotona on maalämpö ja lämmönjakojärjestelmänä toimii vesikiertoinen lattialämmitys. Rakennukset varustetaan myös lämmöntalteenottojärjestelmällä, aurinkopaneeleilla ja tulisijoilla. Jokaiseen huoneistoon kuuluu lasitettu terassi sekä oma varasto ja autokatospaikka. Kuvassa 1 on esitetty havainnekuva paritalosta [1.]



KUVA 1. Arkkitehdin havainnekuva kohteen yhdestä paritalosta [1]

2.2 Rakennusliike Avikainen Oy

Rakennusliike Avikainen Oy on Etelä-Savon alueella vaikuttava rakennusliike, jonka toiminta on alkanut vuonna 1951. Päätoimialoja ovat talonrakennus, peruskorjaus ja uudisrakentaminen sekä maansiirto- ja nostotyöt. Yhtiö on rakentanut toiminta-alueelleen yli 900 uutta asuntoa ja vahvin osaaminen löytyykin juuri asuntorakentamisesta.

Toiminnassaan yhtiö luottaa vahvasti vuosikymmenten aikana saatuun kokemukseen ammattimaisesta rakentamisesta. [2.]

2.3 Suomen Asuntomessut

Suomen Asuntomessut on vuonna 1966 perustettu osuuskunta, jonka toiminta-ajatuksena on parantaa asumisen laatua sekä edistää asumistietoutta ja alan osaamista Suomessa. Osuuskunta järjestää vuosittain asunto- ja loma-asuntomessuja, jotka esittelevät rakentamiseen ja asumiseen liittyvää tutkimusta, sen tuloksia ja käytännön sovelluksia. Messujen tarkoituksena on myös näyttää hyvää esimerkkiä ja konkreettisia visioita hyvästä asumisesta. Suunnittelijoilla ja rakentajilla puolestaan on messuilla mahdollisuus kokeilla uusia ideoita ja ratkaisuja käytännössä. [3.]

2.4 Mikkelin asuntomessut 2017

Vuoden 2017 asuntomessut järjestetään Mikkelissä, Kirkonvarkauden uudella asuinalueella. Kirkonvarkaus on osa Mikkelin kaupungin Saimaansivu -nimistä kokonaisuutta, jonka tavoitteena on hyödyntää maisemallisesti ja historiallisesti merkittäviä Saimaan ranta-alueita uusien viihtyisien ja toimivien asuinalueiden luomisessa. Hanketta suunnitellaan ja kehitetään yhdessä kaupunkilaisten kanssa. Tavoitteena on hyödyntää digitaalisia palveluita ja älykkäitä ratkaisuja, joilla on mahdollista pienentää asumisen hiilijalanjälkeä ja toimia esimerkkinä ekologiselle asumiselle ja yrittämiselle. Saimaansivun asuinalueille pyritään luomaan jopa kansainvälisesti kiinnostavia energia- ja liikeneratkaisuja. [4.]

Mikkelin kaupungin tavoitteena asuntomessuille on luoda Kirkonvarkauteen houkutteleva uusi asuinalue, joka voi samalla toimia eurooppalaisena edelläkävijänä tulevaisuuden asuinalueesta. Alueen rakentumista oikeanlaiseksi ohjataan asuntomessukohtaisesti muuttuvien teemojen pohjalta ja niiden tulee olla tunnistettavissa lopullisesta toteutuksesta. Kirkonvarkauden asuntomessujen teemat ovat *Kaikki kunnossa*, *Uusiutuminen*, *Saimaa, järvi, vesi* ja *Kustannustehokkuus*. Kaikki kunnossa tähtää ihmisen kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin henkisesti, fyysisesti ja sosiaalisesti. Uusiutuminen viittaa innovatiivisiin ratkaisuihin, uusiutuviin materiaaleihin ja energiamuotoihin, luonnonympäristön säilymiseen ja ihmisen uusiutumiseen eli lepoon. Saimaa, järvi ja vesi tähtää

teemana esimerkiksi maiseman hyödyntämiseen rakennusten sijoittelussa tai vettä säästäviin ratkaisuihin. Kustannustehokkuudella pyritään nimensä mukaisesti rakentamisen kustannustehokkuuteen ja elinkaarikustannusten miettimiseen. [4.] Mahdollisuuksien mukaan pyrin käyttämään teemoja ohjaamassa myös oman kohteeni sähkösuunnittelua.

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET

Asunto Oy Saimaan Ateljeessa kohteeseen oli jo laadittu perustason sähkösuunnitelmat. Näissä suunnitelmissa ei kuitenkaan ollut mietitty juurikaan alueen ulkovalaistusta. Monesti pientalorakentajien kuulee ajautuvan vastaavaan tilanteeseen, jossa sisäpuolen sähkösuunnitelmat ja jopa pihan vihersuunnitelmat tehdään valmiiksi, mutta ulkovalaistusta aletaan miettiä vasta, kun talo on jo valmistumassa. Hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi suunnittelu on kuitenkin aloitettava ajoissa. Tässä kohteessa, jossa kolmen tontin yhteispinta-ala on yli 15 000 neliometriä ja kyseessä on asunto-osakeyhtiö, on ulkovalaistuksen suunnittelu erityisen tärkeää. Onneksi suunnittelu ei ollut liian myöhäistä, sillä maan- ja talonrakennustyöt olivat vielä alkuvaiheessa.

Alkuperäisiin tasokuviin oli piirretty muutama liiketunnistimella varustettu seinävalaisin ja asemapiirroksen teknisestä tilasta lähtevä pihavalaisuksen kaapelointi. Yhtäkään pihavalaisinta ei kuitenkaan ollut piirretty eikä ainuttakaan valaisimen mallia päätetty. Myöskään valaistuksen ohjauksesta ei ollut minkäänlaista suunnitelmaa. Suunnitelma-asiakirjoista löytyi myös ristiriitaisuuksia ja kohtia, jotka eivät olleet ajan tasalla, joten tarvetta suunnitelmien korjaamiselle ja tarkentamiselle selvästi oli.

3.1 Omat ja toimeksiantajan vaatimukset

Vieraillessani ensimmäistä kertaa kohteen työmaalla syyskuussa 2016 olivat ensimmäisten paritalojen rakennustyöt jo alkaneet. Perustukset olivat valmiit ja ulkoseiniä oltiin pystyttämässä. Käynnin aikana kartoitin toimeksiantajan toiveita ja vaatimuksia ulkovalaistuksesta sekä tutustuin kohteen sijaintiin ja tonttiin. Toimeksiantajan puolesta vaatimukset olivat vähäiset, toiveena oli oikeastaan vain saada ”järkevä suunnitelma”. Keskustelimme siitä, että markkinoilta löytyy valtava valikoima hyvin monen hintaisia

valaisimia, joten kalliimpia design-valaisimia ei kohteeseen tulisi hankkia. Toimeksiantaja painotti myös, ettei pihavalaistusta ylimitoitettaisi eli katuvalaistusta ei taloyhtiön toimesta pitäisi tehdä. Puhetta oli myös ns. älykkäästä valaistuksen ohjauksesta, joten otin tehtäväkseni tutustua tähän vaihtoehtoon kohteen valaistuksen ohjauksen suunnittelussa. Kyseessä oli kuitenkin asuntomessukohde, joten jotain erikoisempaa ja näyttävämpää oli myös luvallista etsiä ja ehdottaa.

Keskustelu toimeksiantajan kanssa antoi minulle suhteellisen vapaat kädet suunnitteluun. Halusin kuitenkin lopputuloksen täyttävän tietyt kriteerit, joten asetin projektille myös omia vaatimuksia. Näistä ensimmäinen oli se, että kohteessa käytettäisiin pelkästään led-tekniikkaa. Nykyään ledivalaisimien hinta suhteessa valotehokkuuteen ja käyttöikään on jo niin edullinen, että led on mielestäni ainoa oikea vaihtoehto tämän kokoluokan ulkovalaistukseen. Toisena vaatimuksena oli, että valaisimien värielämpötila olisi 4000 kelviniä ja yhtenäinen joka puolella pihaa. Taloyhtiöiden pihilla, puhumattakaan katuvalaistuksesta, näkee liian usein tapauksia, joissa osa lamputa loistaa valkoisena ja osa hyvinkin kellertävinä. Sama värielämpötila edesauttaa yhtenäisen ilmeen luomista ja pihan hahmottamista. Kolmantena vaatimuksena olivat pienet käyttö- ja huoltokustannukset, eli kohteeseen valittavien ledivalaisimien tulisi olla riittävän energiatehokkaita ja pitkäikäisiä. Käyttöikäni eli ledien L₇₀-arvon minimiksi määritin led-moduuleilla 50 000 tuntia ja lamputa 25 000 tuntia. Käytettävien led-moduulien pitäisi lisäksi olla vaihdettavia. Energiatehokkuuden suhteen en asettanut valaisimille tarkkoja raja-arvoja, vaan päädyin arvioimaan sen tapauskohtaisesti.

Keskusteluissa ei määritelty suunnittelulle juuri minkäänlaista aikataulua, mutta jo käynnissä olleet rakennustyöt määräisivät ajankäyttöä siinä määrin, että pihalle tulevien pylväsvälaisimien paikat ja maahan kaivettavat kaapelit piti päättää nopeasti. Ensimmäisten asuinrakennusten ulkoseinät olivat jo pystyssä ja alkuperäisiin suunnitelmiin piirretyt seinävalaisimien paikat oli putkitettu, joten niiden muuttaminen ei ollut enää mahdollista. Autokatoksista ja varastoista rakenteilla olivat tässä vaiheessa vasta perustukset.

3.2 Standardit, määräykset ja ohjeet

Valaistuksen suunnittelua ja asennusta ohjaavat monet standardit, paikalliset säädökset ja määräykset. Näitä ovat esimerkiksi sisätyöpaikkoja ja ulkotyöalueita koskevat SFS-EN 12464 -standardit. Standardi EN 12193 puolestaan koskee urheilutilojen valaistusta ja SFS-EN 1838 turvavalaitusta. Standardeja löytyy myös rakennusten energiatehokkuudesta sekä tievalaistuksesta. [5.] Varsinaisia ulkovalaistusta koskevia standardeja, joita tässä suunnittelukohteessa pitäisi noudattaa, ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi standardi SFS 6000-7-714 käsittelee ulkovalaistusasennuksia, mutta standardissa korostetaan, että ”vaatimukset eivät koske rakennusten ja pihapiirin ulkovalaisimia, joita syötetään suoraan rakennuksen sähköasennuksesta”. Sen sijaan ohjeita, menetelmiä ja esimerkkejä sisältäviä ST-kortteja aiheesta löytyy, esimerkiksi *ST 58.09 Ulkovalaistus*. ST-korttien mukaan toimimalla päästään säädösten ja standardien mukaiseen lopputulokseen. [5.]

Toisinaan asuntomessualueen kohteiden ulkovalaistukselle saatetaan antaa myös erillisiä ohjeita kaupungin tai Suomen Asuntomessujen toimesta. Näin oli esimerkiksi Jyväskylässä, jota pidetäänkin kaupunkivalaistuksen edelläkävijänä ja tituleerataan pohjoisimmaksi Valon kaupungiksi. Kaupunki pyrkii valaistuksessaan erityisesti energiatehokkuuteen ja turvallisuuteen. Valolla myös lisätään kaupungin asukkaiden viihtyvyyttä ja elämänlaatua. [6.] Vuoden 2014 asuntomessuille Jyväskylän Äijälänrantaan toteutettavien valaistusten suunnitelmat tuli hyväksyttävä kaupungin valaistuskoordinaattorilla rakennuslupakäsittelyn yhteydessä. Valaistussuunnitelman tuli sisältää valaisinmallit ja valonlähteet sekä asennustapa ja -paikka. [7.] Valaistusohjeistuksessa kehoitettiin suunnittelemaan piha-alueiden valaistus huolella ja kiinnittämään huomiota erityisesti pihojen turvallisuuteen, viihtyisyyteen, visuaaliseen ilmeeseen sekä alueiden liittymiseen muuhun kokonaisuuteen. Ohjeistuksessa kerrottiin katuvalaistuksen yksityiskohtia, kuten valon värilämpötila ja tiettyjen valaisimien malli, jotta kiinteistöt pystyivät tekemään omasta pihastaan yhtenäisen alueen muun tyylin kanssa. Käytännölläheisinä ohjeina rakentajia kehoitettiin käyttämään pihojen valaisuun korkeintaan neljä metriä korkeita pylväitä tai pollarivalaisimia. Yhden suuritehoisen valon sijaan parempana ratkaisuna ehdotettiin useaa pienempää valaisinta, häikäisyn välttämiseksi ja miellyttävämmän ilmeen luomiseksi. Muutenkin valaistuksen mittakaava tuli suhteuttaa ympäristöön sopivaksi, ottaen huomioon alueen sijainti keskustan ulkopuolella. Tärkeimpänä asiana esille nostettiin valaistuksen suunnittelu toiminnallisten alueiden kuten sisäänkäyntien, portaiden ja leikkipaikkojen ympärille. Näiden lisäksi valaistuksella

voisi korostaa yksittäisiä kohteita, kuten puuryhmiä, tukimuureja ja muita pihan rakenteita. Myös erityisiä arkkitehtonisia elementtejä voisi korostaa valolla, mutta laajamittaista julkisivuvalaistusta ei alueelle suositeltu. Lisäksi ohjeissa kiellettiin häikäisevien, opaalipintaisten valaisimien käyttö ja kehoitettiin kiinnittämään huomiota valosaasteen välttämiseen. [8, s. 13-14.]

Mikkelin kaupungin laatimassa laatu- ja ympäristöoppaassa *Tehdään toimivia tontteja* annetaan ohjeita Kirkonvarkauden asuatomessualueen rakentamiseen. Opas käsittelee esimerkiksi pihoihin hyväksyttäviä kasvillisuus- ja materiaalivaihtoehtoja, rakennettavien aitojen tyylejä ja rakennusten sijoittelua. Pääpaino kaikissa osioissa on tonttien säilyttämisessä luonnontilaisena tai luonnonmukaisena. Valaistusta koskeva osio tukee osaltaan luonnonmukaisen maiseman säilymistä. Tonttien valaistuksesta kerrotaan oppaassa seuraavaa:

”Pihan valaisu tulee pitää niukkana ja välttää turhaa valaisemista. Usein viereisen kadun valaistus ja ovenpielen ulkovalo riittävät valaistukseksi. Valaistuksen on hyvä toimia liiketunnistimella, jotta energiaa ei kulu turhaan. Pihan valaistuksen tulee olla toimiva ja sopia maisemaan sekä rakennusten arkkitehtuuriin. Valo tulee suunnata niihin pintoihin, joita pitkin kuljetaan ja joita käytetään, esimerkiksi kulkureitteihin, oleskelupaikoihin ja oviin. Lisäksi voidaan valaista yksittäisiä kohteita, esimerkiksi puita, istutuksia ja julkisivun osia.”

4 LAADUKKAAN ULKOVALAISTUKSEN OSATEKIJÄT

Ulkovalaistuksen tärkeimpinä tehtävinä on tuoda turvallisuutta liikkumiseen ja omaisuudelle sekä mahdollistaa ympäristön ja ulkona liikkujien tunnistaminen myös pimeään aikaan. Ihmisen hyvinvoinnin kannalta ulkovalaistuksen tehtävänä on myös mahdollistaa pihalla oleskelu pidempään illalla, luoda turvallisuuden tunnetta, korostaa ulkona olevia kauniita yksityiskohtia ja yksinkertaisesti tuoda iloa pimeisiin vuodenaikoihin. Hyvä pihavalaistus voi myös toimia ikään kuin tervetuloivotuksena ja ohjata kuljijoita käyttämään haluttuja väyliä. Ulkovalaistukseen panostaminen on Suomessa erityisen tärkeää, sillä pimeää on karkeasti puolet ajasta ja päivän pituus jää Etelä-Suomesakin lyhimmillään alle kuuteen tuntiin.

4.1 Valaistussuunnittelu ja -tekniikka

4.1.1 Valaistuksen tarve ja valaistavat kohteet

Ulkovalaistusta suunniteltaessa tulee ensiksi selvittää, mitä valaistuksella halutaan ja mitä sillä pitää saavuttaa. Koko pihan valaiseminen ei ole tarkoituksenmukaista, vaan valo kannattaa kohdistaa sinne, missä sitä tarvitaan. Tätä kutsutaan toiminnalliseksi valaistukseksi. Tärkeimpiä valaistavia kohteita ovat kulkuväylät, erityisesti silloin, kun maaston muodot ovat vaikeasti hahmotettavia tai reitillä on portaita. Ulkoportaat ovat etenkin talvella vaarallisia paikkoja, joten niiden valaisu on ensiarvoisen tärkeää. Valaisinsijoittelu tulee tehdä niin, että valo suuntautuu portaisiin joko ylhäältä edestäpäin tai sivulta. Ylempi askelma ei saa varjostaa alempaa eikä portaissa kulkevan henkilön oma varjo saa pimentää portaita. Valon määrän on oltava suurempi kuin muualla kulkureitillä, erityisesti portaiden yläpään alkukohdassa. [9, s. 12-13.]

Yhtenä kulkuvalaistuksen osana ovat rakennusten sisäänkäynnit, joissa valoa on myös oltava riittävästi esimerkiksi avaimen käyttöä ajatellen. Sisäänkäyntien valaistus takaa turvallisen liikkumisen ja ohjaa tulijan ovelle. Valaistus myös toimii sopeutusvyöhykkeenä pimeän ulkotilan ja valoisan sisätilan välillä. Erityisesti käyntioven edustalla valoa on oltava muuta kulkuväylää enemmän, koska ulos tullessa silmät ovat vielä tottumattomat pimeään. [9, s. 12-13.]

Lisäksi joidenkin kuntien rakennusjärjestyksissä edellytetään, että talonumeron pitää olla valaistu tai jälkiheijastava. Muiden kulkuväylien valaistuksen tarkoituksena on luoda visuaalista ohjausta ja saada kulkijat halutuille väylille. [9, s. 12-13.] Kulkuväylillä suositeltava tapa on käyttää samaa valaisinmallia koko kulkureitin valaisemiseen. Valaisin toimii tällöin päätehtävänsä lisäksi myös jonkintasoisena optisena ohjajana [10, s. 43].

Tärkeisiin kohteisiin kuuluvat myös auto- ja pysäköintipaikat. Valaisu tehostaa niiden valvontaa ja täten vähentää ilkivaltaa ja rikollisuutta. Valaistuksella myös helpotetaan auton pysäköintiä, pakkaamista ja kunnostamista. Pysäköintialueiden valaisuun käy-

tään tyypillisesti korkealle asennettavia pylväsvalaisimia tai valonheittäjiä. Asennuskorkeudella pienennetään autojen muodostamia varjoisia kohtia. Tärkeää on myös valonheittäjien oikea suuntaus. [9, s. 14.]

Muita pihalla valaistavia kohteita ovat erilaiset huoltotoimien alueet. Valaistuksessa huomioidaan ne toiminnot, joita alueella on tarkoitus pimeään aikaan suorittaa. Tyypillisenä esimerkkinä ovat jätekatokset, joissa valoa tarvitaan asukkaiden suorittamien toimintojen lisäksi myös jätteiden keräystä varten. Myös tuuletus- ja tomutuspaikkojen valaistus on syytä huomioida, vaikkakin näiden alueiden käyttö pimeään aikaan on harvinaisempaa. Yleensä näille paikoille riittävä valaistustaso saavutetaan pihan yleisvalaistuksella, kunhan kiinnitetään huomiota valaisinsijoitteluun. [9, s. 13.]

Viihtyvyyden kannalta tärkeitä valaistavia kohteita ovat leikkipaikat sekä erilaiset oleskelualueet, kuten grillikatokset. Kesällä ulkovaloja ei varsinaisesti tarvita ja talvella puolestaan grillien käyttö on vähäisempää, mutta esimerkiksi elo-syyskuussa grillipaikan lisävalaistus voi olla tarpeen. Tällaisissa kohteissa valaistuksella luodaan turvallisuuden ja toiminnallisuuden lisäksi tunnelmaa. Myös leikkipaikkojen valaistuksessa oleellista on turvallisuuden lisääminen. Sillä myös mahdollistetaan vuodenaikasta riippumaton leikkipaikkojen käyttö ja niillä leikkivien lasten valvonta. [9, s. 13-14.] Joulukuun ja koristevalot puolestaan ovat esimerkkinä valaistuksesta, jota käytetään vain tiettyinä kautena. Niiden asentamiseen on hyvä varautua sähkösuunnitelmassa riittävin sisä- ja ulkopistorasioin. Myös kyseisten pistorasioiden ohjauksen mahdollisuutta esimerkiksi kytkimin, ajastimin tai hämäräkytkimin on syytä miettiä.

Toiminnallisen valaistuksen lisäksi pihalle voidaan luoda tunnelmaa ja ilmettä erilaisilla korostusvalaistuksilla. Ulkoalueilla valaistavia kohteita voivat olla esimerkiksi kasvit, patsaat, arkkitehtoniset rakennelmat ja vesielementit [10, s. 46]. Valaistuksella voidaan korostaa pihan sellaisia osia, joiden halutaan näkyvän sisälle taloon. Näin pihasta voidaan nauttia myös pimeinä ja kylminä vuodenaikoina sisältä käsin. Kasvien ja puiden valaisuun käytetään tyypillisesti maahan upotettavia valonheittäjiä, jolloin niiden suuntaukseen pitää kiinnittää erityistä huomiota häikäisyn ja häiriövalon minimoimiseksi. Viheralueiden suunnitteluun suunnatuissa julkaisuissa, kuten Viherympäristö-

liiton julkaisemassa kirjassa *Ulkovalaistus viheralueilla*, annetaan hyvin yksityiskoh-
taisia ohjeita eri elementtien valaistustavoista, joten niiden käsitteleminen tässä opin-
näytetyössä ei ole tarkoituksenmukaista.

Valaistussuunnittelussa oleellista on myös miettiä, millaisille käyttäjille valaistusta ol-
laan tekemässä. Esimerkiksi ikääntyneet ihmiset tarvitsevat hämäränään heikkenemisen
vuoksi enemmän valoa kuin nuoret. Oman kohteeni osalta talojen koosta, sijainnista ja
huonemääristä voi päätellä, että huoneistot on suunnattu ensisijaisesti lapsiperheille ja
mahdollisesti iäkkäämmille pariskunnille. Iäkkäille tai liikuntarajoitteisille suunnattua
rakentamista on nykyään vaikeampi erottaa, koska esteettömyyteen kiinnitetään enem-
män huomiota kaikessa rakentamisessa. Joskus tulevien käyttäjäryhmien ennustaminen
on vaikeaa tai käyttäjät edustavat monia ryhmiä, kuten julkisissa tiloissa. Tällöin valais-
tus on syytä suunnitella mahdollisimman joustavaksi tai helposti muunneltavaksi, jotta
valaistustarpeet voidaan jatkossakin tyydyttää suuria muutostöitä tekemättä. Ulkova-
laistuksen osalta tilanne voidaan ajatella hieman helpommaksi. Teitä, urheilualueita ja
varsinaisia ulkotyöpaikkoja lukuun ottamatta ulkona suoritettavat näkötehtävät eivät
yleensä ole niin tarkkoja tai pitkäkestoisia, että edellyttäisivät voimakasta valaistusta.
Tärkeintä on suoritettavien tehtävien onnistuminen turvallisesti.

4.1.2 Valovirta, valaistusvoimakkuus ja valonjako

Valovirralla tarkoitetaan valonlähteen tuottamaa säteilytehoa, joka painotetaan silmän
spektriherkkyyskäyrällä. Spektriherkkyyskäyrää käytetään arvioimaan säteilyenergian
aikaansaamaa valoisaustimusta. Valaistusvoimakkuus puolestaan kuvaa tietylle
pinta-alalle kohtisuoraan suuntautuvan valovirran määrää. [9, s. 7.] Valaistusvoimak-
kuus voidaan määrittellä tilan yksittäisessä pisteessä tai usean pisteen valaistusvoimak-
kuuksien keskiarvona. Jälkimmäisessä tapauksessa puhutaan pinnan keskimääräisestä
valaistusvoimakkuudesta. Valaistusvoimakkuus määritetään kaavasta $E=\Phi/A$, jossa Φ
on kohteeseen osuva valovirta ja A kohteen pinta-ala. Tästä seurauksena on käänteinen
neliölaki, joka on yksi valaistussuunnittelun keskeisistä perusteista. Valaistusvoimak-
kuus riippuu suoraan pinnalle tulevasta valovirrasta ja kääntäen valaistavan pinnan
alasta. Sama valokeila valaisee kaksi kertaa kauempana neljä kertaa laajemman pinnan.
Koska valokiilan valovirta eli valon määrä on kuitenkin sama, pienenee valaistusvoi-
makkuus etäisyyden kaksinkertaistuessa neljäsosaan. Näin ollen valaisin kannattaa

tuoda mahdollisimman lähelle valaistavaa kohdetta, jotta valaisinmäärää tai -tehoa ei tarvitse kasvattaa tarpeettoman suureksi. [11.] Esimerkiksi korkeisiin sisätiloihin riittävän tehokkaiden valaisimien löytäminen voi olla vaikeaa. Tällöin parempana ratkaisuna voi toimia pienempitehoiset valaisimet, jotka tuodaan lähemmäs valaistavia pintoja esimerkiksi vaijeriripustuksella. Katuvalaistuksessa puolestaan valaistusvoimakkuutta ei tarvita yhtä paljon ja suuren osan kustannuksista aiheuttavat valaisimet, pylväät ja niiden perustusten rakentaminen. Tällöin käännteistä neliölakia voidaan hyödyntää siihen, että suuritehoisia katuvalaisimia käytettäessä niiden etäisyyttä toisistaan kasvatetaan käyttämällä korkeampia pylväitä ja näin ollen pienennetään tarvittavien pylväiden ja valaisimien kokonaismäärää. Tällaisessa ratkaisussa on toki huolehdittava siitä, että tien valaistusvoimakkuus pysyy riittävän tasaisena.

Valaistusvoimakkuuden yksikkö on lux (lx). Tyypilliset sisävalaistuksen valaistusvoimakkuudet vaihtelevat noin 100 ja 1000 luksin välillä. Esimerkiksi toimistotyössä tarvitaan noin 500 lx ja käytävillä 100 lx valaistusvoimakkuus. Suora auringonpaiste päivällä voi tuottaa jopa 100 000 lx valaistusvoimakkuuden. Valaistusvoimakkuutta käytetään valaistusstandardien perustana lähinnä sen yksinkertaisen mitattavuuden takia. Toisena syynä on tarvittavien mittalaitteiden edullinen hinta. Standardeissa ilmoitettavat työalueiden keskimääräiset valaistusvoimakkuudet alkavat noin 20 luksista ja noudattavat selkeistä tasaluvuista muodostuvaa sarjaa, jossa seuraava luku on noin 1,5-kertainen edelliseen nähden. Tämä perustuu havaintoon, jonka mukaan kerroin 1,5 edustaa pienintä subjektiivista havaittavaa eroa valaistusvoimakkuudessa. [11.]

Valaistusvoimakkuuksia laskettaessa lähtötiedot annetaan usein yhden merkitsevän numeron tarkkuudella. Jos vaatimuksena on 500 luksia, on 450 luksin laskentatulokset riittävä niin havaittavissa olevan valaistusvoimakkuuseron kuin matemaattisten laskusääntöjenkin kannalta. Tilojen valaistusvoimakkuuksien mitoittamiseen käytetään yleensä suunnitteluvaiheessa laskentaohjelmaa, esimerkiksi DIALuxia. [11.] Ulkovalaistukseen tarvittava valaistusvoimakkuustaso ei aina ole niin yksiselitteinen, kuin esimerkiksi luokahuoneille tai muille työskentelyalueille vaadittava taso. Se, koetaanko valaistus miellyttävänä tai voimakkuudeltaan riittävänä, vaihtelee henkilökohtaisista mielityksistä ja esimerkiksi havaitsijan iästä riippuen. Pihan valoisuuden kokemiseen vaikuttavat myös muut seikat, kuten kuunvalo, lumen määrä, ympäröivä katuvalaistus, sisältä

ikkunoista tuleva valo ja naapuripihojen ulkovalaistus. Ohjeellisena valaistusvoimakkuuden arvona riittävälle ulkovalaistukselle voidaan pitää noin 1-15 luksia [11]. Talon ja kiinteistöyhtiöiden alueilla valaistusvoimakkuus on syytä mitoittaa pientalojen pihavalaitusta voimakkaammaksi. Ulkona valaistusvoimakkuus pitää aina sovittaa alueen käyttötarkoitukseen, toiminnan laatuun, sekä siihen liittyvään näkötehtävään. Tarvittavan valon määrä on myös suhteessa käytettävissä olevaan havainnointiaikaan. Esimerkiksi pelkkään jalankulkuun tarkoitetuilla väylillä riittää suhteellisen pieni valaistusvoimakkuus. Jos väylää käyttävät myös polkupyörä- ja ajoneuvoliikenne, on valaistustasoa nostettava. [9, s. 20-21].

Jotta vaatimusten edellyttämä valaistustaso voidaan saavuttaa, tulee suunnittelijalla olla käytössään myös valaisimien valonjakotiedostot eli valonjakokäyrät [9, s. 23]. Valonjakokäyrä on napakoordinaatistoon piirretty kuvaaja, joka ilmoittaa valaisimen valovoiman eri suuntiin. Valovoima ilmoitetaan tarkastelukulman funktiona yhdessä tai kahdessa tasossa. Ehjä viiva kuvaa valonlähteen pituusakseliin nähden poikittaista tasoa ja katkoviiva pituusakselin suuntaista tasoa. Valonjakokäyrät piirretään valonlähteen 1000 luumenia kohti, joten eri tehoisten valonlähteiden arvot voivat käyrässä olla yhtä suuret. Tästä syystä eri valaisimien valonjakoa on kuitenkin helppo verrata. [12, s. 431.] Samaa valaisinmallia on monesti saatavilla useilla optiikoilla, jotka soveltuvat erilaisiin kohteisiin. Valonjakokäyrien perusteella voidaan valita juuri tarkoitukseen sopiva valaisin. Näin saadaan toteutettua valaistus, joka näyttää valoisan aikaan yhtenäiseltä, mutta toimii pimeän aikaan mahdollisimman energiatehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi kulkuväylien valaistukseen voidaan käyttää epäsymmetrisellä valonjaolla varustettua puistovalaisinta, jotta tien reunalla olevasta pylvästä käsin saadaan suunnattua suurin osa valosta kulkuväylälle. Toriaukion tai puiston kohdalla puolestaan voidaan käyttää mallia, joka näyttää ulkoisesti samalta, mutta jakaa valon symmetrisesti ympärilleen.

4.1.3 Luminanssi ja kontrasti

Valaistustekniikan ainoa suoranaisesti nähtävissä oleva suure on luminanssi. Se ilmaisee kohdekappaleen pinnan valotiheyden eli pintakirkkauden. [12, s. 429.] Pinnan luminanssi määräytyy sen valaistusvoimakkuuden ja heijastusominaisuuksien perus-

teella. Koettuun pinnan kirkkauteen vaikuttavat oleellisesti myös valon suunta ja heijastuskulma. Luminanssin yksikkö on cd/m^2 eli kandela neliömetrille. Näkökentässä silmien sopeutumistason määrää luminanssijakauma, joka vaikuttaa niin kohteen näkyvyyteen kuin näkömukavuuteenkin. Suuria luminanssin muutoksia tulee tästä syystä välttää. [9, s. 7.]

Toinen näkemiseen liittyvä suure on kontrasti, jolla tarkoitetaan tässä yhteydessä erilaisten pintojen erottamista toisistaan. Erilaiset pinnat heijastavat valoa takaisin eri tavalla; tummat vain vähän ja vaaleat paljon. Pintojen erilaisten heijastussuhteiden ja valon vaikutuksesta syntyy kontrasteja, jotka havaitaan silmin ja tulkitaan aivoissa kuvaksi. Jos ympäristön pintojen heijastussuhteissa ei ole riittävän suuria eroja, ei näkyvyyttä voida juurikaan parantaa pelkästään valaistusta lisäämällä. Toisaalta ilman riittävän tehokasta valaistusta hyvätkään kontrastit eivät tule näkyviin. [9, s. 6.]

4.1.4 Värilämpötila, spektri ja värintoistoindeksi

Valon värivaikutelmalla tarkoitetaan säteilevän valon näkyvää väriä. Värivaikutelman määrittää lampun tai valonlähteen ekvivalentti värilämpötila, joka ilmaistaan kelvineinä (K). Värivaikutelmaltaan lämpiminä sävyinä pidetään alle 3300 K värilämpötilan omaavia valonlähteitä. Valo on sitä kylmemmän ja sinertävämmän väristä, mitä suurempi kelvin-luku on. Värilämpötilan valintaa ohjaavat muun muassa psykologiset ja esteettiset tekijät. Valinta riippuu myös tilan valaistusvoimakkuudesta, väreistä ja käyttötarkoituksesta. Lämminsävyisiä pintoja, kuten punatiiltä, valaistaessa suositellaan käytettävän lämpimiä sävyjä ja betonia valaistaessa puolestaan kylmempiä. [9, s. 29.] Eri ihmisillä on myös erilainen mielipide siitä, minkä värinen valo koetaan luonnollisena ja miellyttävänä. Esimerkiksi ensimmäisten led-lamppujen tullessa markkinoille monet pitivät niiden tuottamaa valoa liian kylmänä ja sinisenä [13], koska aiemmin oli totuttu vain hehkulamppujen ja halogeenien lämminsävyiseen, noin 2700 K, valoon. Toiset taas puolustavat noin 5000-6500 K ns. päivänvalosävyä ja pitävät sitä luonnollisena ja ainoana oikeana ratkaisuna. Näiden kahden ääripään lisäksi valaisinvalmistajat ovat vaikkein kiinnittäneet valikoimiinsa yleensä kaksi värilämpötilaa; 3000 K ja 4000 K.

Toinen valon miellyttäväksi ja luonnolliseksi kokemiseen vaikuttava tekijä on valonlähteen spektri eli kirjo. Se tarkoittaa valon jakautumista komponentteihin aallonpituuden mukaan. Tunnettu esimerkki on sateenkaari eli auringon valon jakautuminen spektriin. Auringonvalon lisäksi myös hehku- ja halogeenilamppujen valo on jatkuvaspektristä eli siinä esiintyy valon koko kirjo. Sen sijaan useimmat muut markkinoilla olevat valonlähteet eivät ole jatkuvaspektrisiä, vaan niiden tuottama valo on erilaisten värikoostumusten summa. [9, s. 6.] Ensimmäisiä ledejä pidettiin liian kylmäsävyisinä juuri sen takia, että niiden värikoostumuksessa oli liikaa sinistä. Puolestaan päivänvalolamppuihin mieltyneet ihmiset kokevat kyseisen valon miellyttävänä sen vuoksi, että päivänvalolamppuja on saatavana täysspektrisinä, jolloin niiden valo muistuttaa luonnollista Auringon valoa ja värit toistuvat siinä oikeina.

Valoon ja valon mittaukseen erikoistuneen Mitaten Oy:n omistajan ja myyntipäällikön Leif Wikgrenin mukaan valon ja värin merkitystä ei Suomessa oikeastaan vieläkään ymmärretä kunnolla. Hänen mukaansa ledien tulo osaksi valaistusta on jo vaikuttanut värimaailmamme muuttumiseen. Juuri ensimmäisten ledien sinisyys herätti mielenkiintoa ja sai ihmiset keskustelemaan asiasta. Ennen ledejä ihmiset eivät olleet kiinnostuneita valosta tai valaistuksesta. Valon vaikutuksen voi Wikgrenin mukaan huomata esimerkiksi huonekaluliikkeessä, jossa sohva näyttää hyvin eri väriseltä kuin kotivalaistuksessa. Lihatiskin punasävyisillä valoilla taas saadaan aikaan näläntunne, mikä puolestaan laittaa ihmisen ostamaan enemmän. Wikgren sanoo, että muun muassa rakennusalalla valon värillä on valtavan suuri merkitys. Led-lampuissa juuri hehku-, halogeeni- ja loistelampuista eroavaan spektriin on syytä kiinnittää huomiota, koska siitä näkee suoraan mitä aallonpituuksia valossa on ja mitä siitä puuttuu. Esimerkiksi kirkkaanpunainen kappale ei näytä kirkkaanpunaiselta, jos tarkasteluvalon spektristä ei löydy tarpeeksi punaista. [13.]

Valonlähteen värintoisto-ominaisuuksia kuvataan Ra- eli värintoistoindeksillä. Toisinaan käytetään myös termiä CRI (colour rendering index). Indeksien suurin arvo on 100, joka edustaa parasta mahdollista värintoistokykyä eli aitoa päivänvaloa. Mitä pienempi luku on, sitä luonnottomammin ympäristön värit toistuvat kyseisessä valossa. Sisävalaistuksessa käytettävien valonlähteiden Ra-indeksien on syytä olla yli 80. Ulkovalaistuksessa värintoisto-ominaisuus ei ole yhtä kriittinen; hyvänä arvona pidetään indeksiä >60 ja tyydyttävänä arvoa >40. [9, s. 7, 29.] Korkeasta Ra-indeksistä ei toki ulkonakaan

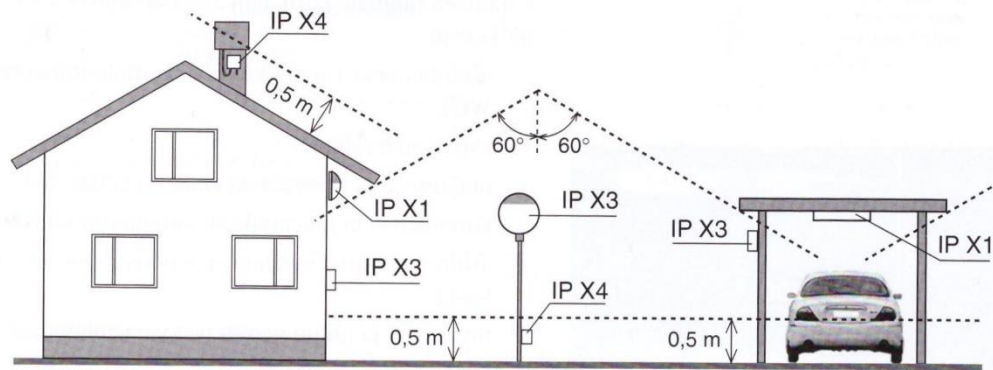
ole haittaa. Valonlähteiden hyvä värintoisto esimerkiksi takaa, että nurmikko ja kukkapenkin kukat näyttävät luonnollisen värisiltä. Ympäristön, siinä olevien kohteiden ja ihmisten ihon värin toistuminen oikeana on tärkeää myös näkötehokkuuden, mukavuuden ja hyvinvoinnin kannalta [9, s. 7]. Toisinaan värintoistoindeksi ja värilämpötila ilmoitetaan yhdessä kolminumeroisella koodilla, kuten 827. Ensimmäinen numero tarkoittaa värintoistoindeksin alkuarvoa, joka vastaa numeron 8 kohdalla värintoistoindeksiä 77-86 [14, s. 8]. Kaksi jälkimmäistä numeroa ovat ekvivalenttinen värilämpötila jaettuna sadalla, tässä tapauksessa siis 2700 K.

4.1.5 Suojaus- ja kotelointiluokat

Sähköiskulta suojaamisen suhteen valaisimet, kuten muutkin sähkölaitteet, jaetaan neljään luokkaan, jotka ovat 0, I, II ja III. 0-luokalla tarkoitetaan, että laitteessa on vain yksinkertainen eristys eli ns. peruseristys suojaamassa sähköisiä osia kosketukselta. Uusia 0-luokan sähkölaitteita ei ole myyty enää vuosikymmeniin, mutta vanhoja on edelleen käytössä. I-luokan laitteet sisältävät peruseristyksen lisäksi suojamaadoituksen, jossa kosketukselle alttiit metalliosat ja sähkölaitteiden rungot on yhdistetty maahan. Suojamaadoituksen avulla sähkölaitteiden runkojen välille ei synny vaarallisia jänniteeroja. Maadoitettuihin sähkölaitteisiin tulevat viat myös aiheuttavat niin suuren virran maahan, että suojauslaitteet, kuten sulakkeet, toimivat nopeasti ja poistavat vaaratilanteen. II-luokan sähkölaitteet sisältävät peruseristyksen lisäksi lisäeristyksen, joka suojaa jännitteisiä osia kosketukselta peruseristyksen pettäessä. II-luokan laitteissa suojamaadoitusta ei tarvitse, eikä saa, käyttää. Luokkaan III kuuluvat sähkölaitteet, jotka käyttävät ns. pienoisyännitettä eli korkeintaan 50 voltin vaihtojännitettä tai 120 voltin tasajännitettä. Matalamman kosketusjännitteen lisäksi III-luokan laitteiden turvallisuutta parantaa se, että jännitteen tuottaminen muuntajalla tai liitäntälaitteella muodostaa galvaanisen erotuksen syöttävästä verkosta. [15.] Ulkovalaisimet kuuluvat tavallisesti joko luokkaan I tai II. Koristevalot tai esimerkiksi veteen upotettavat valaisimet voivat kuulua myös luokkaan III.

Valaisimen suojauksesta kertoo myös sen IP- eli kotelointiluokka. IP-luokitus (International Protection) muodostuu kirjainyhdistelmän lisäksi tavallisesti kahdesta tunnusnumerosta, joista ensimmäinen tarkoittaa laite- ja henkilösuojausta ja jälkimmäinen suo-

jausta vedeltä. Esimerkiksi koteloititunnus IP44 tarkoittaa, että laite on suojattu halkaisijaltaan 1 mm kappaleen (langan) sisäänpääsylvä ja on vesisuojaukseltaan roiskevedenpitävä. Koteloititunnukseen voidaan liittää tunnusnumeroiden perään myös lisäkirjaimia ja täydentäviä kirjaimia tarkentamaan suojauksen ominaisuuksia. Tunnusnumeron paikalla oleva kirjain X tarkoittaa, ettei kyseistä tunnusnumeroa oteta tarkastelussa huomioon. Ulkotiloihin asennettaville sähkölaitteille, kuten ulkovalaisimille, riittävä koteloitiluokka määräytyy pääasiassa asennuspaikan perusteella (kuva 2). Jokaisen ulos asennettavan laitteen on oltava IP-luokitukseltaan vähintään IPX1 eli tippuvedenpitävä. Jos laite on asennuspaikassaan altis sateelle, on sen oltava koteloitiluokaltaan vähintään IPX3 eli sateenpitävä. IPX4-luokitus vaaditaan, jos laite on sateelle altis ja sen etäisyys on 0,5 metriä tai vähemmän maanpinnasta, katosta tai lattiasta. [16, s. 81-82.] IP-luokan ensimmäisen numeron on oltava perussuojauksen vuoksi ulkotiloissa vähintään 3 [17, s. 171].



- IP X4 = Ulkotilassa oleva sähkölaitte, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (on alttiina myös roiskuvälle vedelle).
- IP X3 = Ulkotilassa oleva sähkölaitte, joka on alttiina sateelle ja on asennettu yli 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (ei ole alttiina roiskuvälle vedelle).
- IP X1 = Ulkotilassa oleva sähkölaitte, joka ei ole alttiina sateelle.

KUVA 2. Asennuspaikan merkitys vaaditulle koteloitiluokalle [16, s. 82]

Valaisimien suojaus mekaanisia iskuja vastaan kerrotaan IK-koodilla. IK-luokituksen saavuttaakseen valaisimen on kestettävä standardissa EN 50102 määritetty isku menettämättä perustoimintakykyään ja turvallisuuttaan. Esimerkiksi luokkaan IK06 vaaditaan 1 joulen iskuenergian kestäminen. Täysin ilkvallan kestäviä valaisimia ei ole, mutta luokan IK09 valaisimia voidaan pitää ilkvallalta suojattuna ja luokkaa IK10 ilkvallaa sietävinä. [9, s. 28]. Käytettävä IK-luokitus määräytyy pitkälti asennuspaikan mukaan. Selvää on, että julkisille paikoille asennettavien valaisimien kohdalla on varauduttava parempaan ilkvallan keston kuin kotipihan perukoilla. Asennuskorkeudella on niin

ikään merkitystä ja esimerkiksi pollarivalaisimien on juuri matalan sijaintinsa takia syytä olla tukevaa tekoa. Käytännön sovelluksissa on myös huomattu, että valaisimen häiritsemättömyys eli häikäsemättömyys toimii vastalääkkeenä ilkevallalle [9, s. 26].

4.1.6 Häikäisyn estäminen

Häikäisy tarkoittaa tunnetta, jonka aiheuttavat näkökentässä olevat sopimattomat luminanssitasot tai luminanssijakaumat, tai niiden liian nopea muuttuminen [12, s. 436]. Häikäisy jaetaan ominaisuuksiensa puolesta kahteen alalajiin; esto- ja kiusahäikäisyyn. Estohäikäisy vaikeuttaa näkötehtävän suorittamista, mutta ei välttämättä aiheuta epämiellyttävää tunnetta. Kiusahäikäisy puolestaan aiheuttaa epämiellyttävän tunteen, mutta ei välttämättä heikennä näkemistä. [9, s. 6.] Kiusahäikäisyä esiintyy tapauksissa, joissa valaisimen tai lampun luminanssi on suurempi kuin mihin silmä on totunut [12, s. 436], joten ulkona pimeässä ympäristössä kirkas valaisin on omiaan aiheuttamaan häikäisyä, jos asiaan ei kiinnitetä huomiota. Häikäisy voi pahimmillaan aiheuttaa jopa vaaratilanteita, joten suunnittelussa on tärkeää sen minimointi.

Oleellista on, ettei luminanssiltaan voimakkain kohde, eli lamppu tai muu valonlähde, ole suoraan havaitsijan nähtävissä. Tähän voidaan vaikuttaa erilaisilla keinoilla, joista tyypillisimpänä ovat erilaiset häikäisysuojat ja optiikat. Toisena keinona voidaan pitää sitä, että yksittäisen kirkkaan valaisimen sijaan valaisimia on useampia ja ympäristön pintojen luminanssi on suurempi [12, s. 436]. Tällöin häiritseviä luminanssieroja ei pääse syntymään. Vältettävänä esimerkkinä tästä toimii usein pihojen valaisussa käytetty yksittäinen, suuritehoinen halogeenivalonheitin. Valaisin on usein suunnattu niin, että se valaisee mahdollisimman suuren osan pihasta ja tällöin valo yleensä osuu myös pihaan saapuvien silmiin. Monesti muutenkin liian suuritehoinen valonheitin on lisäksi varustettu liiketunnistimella, jolloin yllättäen syttyvä kirkas valo häikäisee senkin vuoksi, ettei silmä ole siihen pimeässä totunut.

Kolmas keino on epäsuoran valon käyttö. Sillä tarkoitetaan valon heijastamista jonkin pinnan kautta, jolloin valaistus koetaan pehmeämpänä eikä häikäisyä tapahdu. Pihavalaistuksessa epäsuoran valon käyttö voi olla vaikeampaa kuin sisällä, jossa katto- ja seinäpintoja on enemmän apuna. Valon heijastamista seinäpintojen ja muiden elementtien

kautta kannattaa kuitenkin myös ulkovalaistuksessa suosia. Myös epäsuoraan valaistukseen perustuvia pylväsvalaisimia on markkinoilla, mutta kannattaa muistaa, että heijastimien ja optiikoiden käyttö heikentää aina valaisimen hyötysuhdetta. On siis syytä arvioida häikäisyn mahdollisuus ja haitta-aste tapauskohtaisesti, ettei väärässä paikassa täysin häikäisemättömään lopputulokseen pyrittäessä kasvateta valaisimien tehoa ja siten energiakustannuksia turhaan.

Neljäntenä keinona häikäisyn estoon voidaan käyttää asennuskorkeutta. Silmien korkeudella, eli näkökentän keskellä, valonlähde häikäisee enemmän kuin näkökentän yläosassa [10, s. 9]. Usean metrin korkuisesta pylväästä tai korkealta seinältä valo siis osuu harvemmin näkökenttään. Pitää kuitenkin muistaa aiemmin mainitun käänteisen neliölain vaikutukset. Saman valaistusvoimakkuuden saamiseksi valotehoa joudutaan kasvattamaan, joten korkealle asentamiselle pitäisi löytyä muitakin syitä kuin häikäisyn vähentäminen. Jos näin ei ole, kannattaa ratkaisua etsiä ensin esimerkiksi häikäisysojista ja optiikoista. Näkökentän reuna-alueita voidaan hyödyntää myös sijoittamalla valaisin matalalle käyttämällä esimerkiksi muuriin upotettavia malleja tai matalia pollarivalaisimia. Tällöin suoraa häikäisyä ei synny ja valonlähde on myös lähempänä valaistavaa pintaa kuten kulkuväylää tai sisäänkäyntiä. Matalalla heijastushäikäisyä voi kuitenkin tapahtua esimerkiksi märän asfaltin kautta [10, s. 9]. On myös huomioitava, ettei valaisimia sijoiteta niin matalalle, että ne voivat helposti rikkoutua tai jäädä talvella lumen alle ja siten menettää valaistuksellisen merkityksensä pimeimpään aikaan vuodesta.

4.1.7 Valosaasteen ja häiriövalon vähentäminen

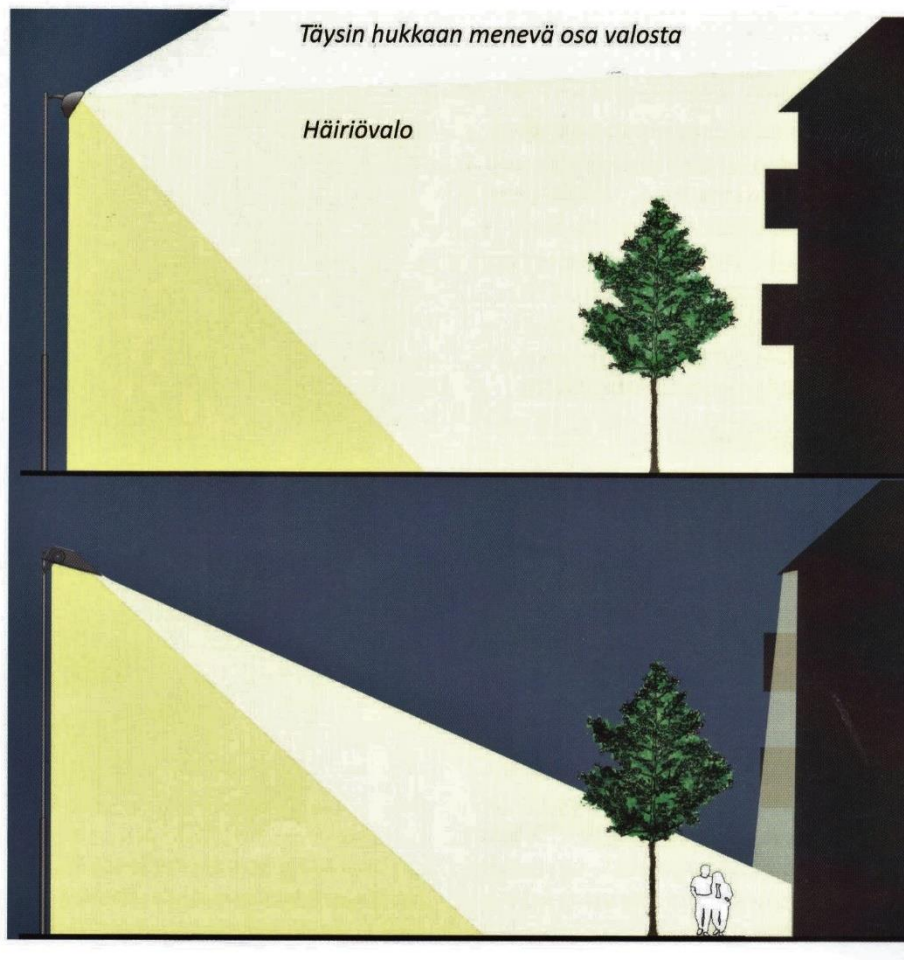
Häikäisyn ohella valaistuksessa keskitytään yhä enemmän torjumaan myös valosaasteen ja häiriövalon syntymistä. Suomen ympäristökeskuksen tutkijat Jari Lyytimäki ja Janne Rinne kuvaavat valosaasteen olevan ”keinovaloa, joka palaa väärään aikaan, suuntautuu muualle kuin aiottuun kohteeseen, aiheuttaa terveys- ja ympäristöhaittoja, tai joka koetaan ärsyttäväksi tai rumaksi”. Valosaasteen vaikutuksia ovat esimerkiksi häiriöt eläinten luontaisissa elintoiminnoissa, ihmisen valorytmin häiriintymisen aiheuttamat terveysriskit, tähtitaivaan tarkkailun vaikeutuminen ja lintujen törmäykset valaistuihin rakennelmiin. Pelkästään Suomessa 100 000 muuttolinnun arvioidaan vuosittain

kuolevan törmätyään yöllä rakennukseen. Majakoihin ja valonheittämiin törmääviä lintuja arvioidaan kuolevan suunnilleen saman verran joka vuosi. [18.]

Myös energianäkökulmasta liiallinen tai taivaalle suunnattu valo on turhaa ja aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Suurimpia valosaasteen lähteitä ovat asutus ja liikenne, yksittäisistä kohteista esimerkiksi kasvihuoneet, urheilupaikat, satamat ja teollisuusalueet. Yksittäisistä valaisimista klassisena esimerkkinä valosaasteen aiheuttajasta on pallovalaisin, jossa puolet valosta suuntautuu taivaalle. Kymmenen prosenttia valosta aiheuttaa häikäisyä ja vain 40 % käytetystä valotehosta muuttuu hyötyvaloksi. [18.]

Lyytimäen ja Rinteen mukaan keinoja valosaasteen vähentämiseksi ovat muun muassa tarvelähtöinen valojen käyttö, valaisimien teknisen laadun parantaminen ja hyvä suunnittelu. Myös lainsäädännöllä, ohjeistuksella, taloudellisilla kannustimilla ja tietoisuuden lisäämisellä voidaan saada tuloksia aikaan. Sähkö- ja valaistussuunnittelijan kannalta valosaasteen vähentäminen onnistuu ennen kaikkea oikeanlaisilla valaisinvalinnoilla, valaisimien sijoittelulla ja oikealla suuntaamisella, liiallisen valaistuksen välttämällä sekä älykkäiden ohjausratkaisujen käytöllä. [18.]

Häiriövalolla tarkoitetaan yleensä valaistuskohteen valaisimien vaakatason yläpuolelle suuntautuvaa valoa. Häiriövaloa voi olla myös sellainen vaakatason alapuolinen valo, joka aiheuttaa ärtymystä, epämiellyttävää tunnetta tai vaikeuttaa oleellisen informaation näkemistä (kuva 3). Häiriövalolle määritetään nykyisin CIE:n (Kansainvälinen valaistuskomissio) toimesta suurimmat sallitut raja-arvot, joten uusissa valaisinmalleissa asia on otettu vanhoja paremmin huomioon. Oma vaikutuksensa häiriövalon vähentämiseen on myös valaisimien oikealla sijoittelulla ja suuntauksella. Esimerkiksi pihalla, ikkunan lähellä olevasta matalasta pylväsvalaisimesta tai valonheittimillä toteutetusta julkisivuvalaistuksesta valo tunkeutuu häiritsevästi ikkunoista sisään. Sen sijaan pinnan suuntaisesta valosta, kuten räystäääseen tai ulkoseinään sijoitetusta valaisimesta, häiriötä ei synny sisälle samalla tavalla. [9, s. 11, 22.]



KUVA 3. Valaisimen valinnalla, sijoittelulla ja suuntauksella on suuri merkitys häiriövalon ja valosaasteen vähentämisessä. Pinnan suuntainen julkisivuvalaistus on asukkaidenkin kannalta valonheitintä miellyttävämpi vaihtoehto [9, s. 11]

4.1.8 Muotoilu, ympäristön vaikutus ja keskinäinen yhtenäisyys

Valoteknisen mitoituksen lisäksi suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös esteettiset seikat [9, s. 21]. Valaisimien tulee olla yhteensopivia kohteen ja alueen arkkitehtuurin kanssa. Etenkin omakotitalojen osalta valintaan vaikuttavat myös omistajan omat mielipyykset. Valaisimien valinnalla huolehditaan kohteen näytävyydestä pimeän aikaan, mutta niiden muotoilulla on vaikutusta myös kohteen päiväaikaiseen ilmeeseen.

Yleisesti ottaen suositeltavaa on käyttää ulkonäöltään perusmuotoihin pohjautuvia malleja, koska ne kestävät paremmin aikaa ja muutoksia ympäristössä. Persoonalliset ja voimakkaasti aikaan ja paikkaan sidotut muodot eivät välttämättä tunnu hyvältä enää muutaman vuoden kuluttua trendien jatkuvasti muuttuessa. [9, s. 24.] Erityisen tarkkana

on oltava kulttuurillisesti tai historiallisesti arvokkaissa kohteissa, joissa valaisimien ulkonäkö voi olla valinnan ratkaiseva tekijä. Joskus historiallisempaa tyyliä edustavat valaisimet voivat esimerkiksi olla nykyvaatimusten mukaan liian häikäiseviä, koska häikäisysojan sijaan lampun edessä käytetään vain lasia. Tällaisten valaisimien käyttäminen voi silti olla parempi ratkaisu kuin historiallisen julkisivun ”pilaaminen” liian moderneilla ulkovalaisimilla. Toinen vaihtoehto on käyttää moderneja valaisimia valaistamaan rakennusta paikasta, josta ne eivät näy ja sijoittaa historiallisen näköisiä valaisimia niukasti vain näkyvimpiin paikkoihin, kuten pääsisäänkäynnin läheisyyteen.

Myös tavanomaisemmilla asuinalueilla valaistuksessa saattaa olla jokin vallitseva tyyli, jota ei kannata vääränlaisilla valaisinmalleilla rikkoa. Tasapainottelu vanhaan tyyliin sopivan ulkonäön ja nykyaikaisten valaistusominaisuuksien välillä voi olla vaikeaa, mutta runsaasta markkinoilla olevasta valikoimasta löytyy myös ns. korvaavia malleja, joissa perinteinen muotoilu on yhdistetty uuteen tekniikkaan. Yksittäisen ulkovalaisimen ja sen valonlähteen tulee olla muotoilultaan ja mittasuhteiltaan myös kohteen muiden valaisimien kanssa yhteensopiva, jotta vältytään häiritsevältä eri mallien, värien, materiaalien ja värilämpötilojen sekamelskalta. Valikoiman kirjo on onneksi niin laaja, että jokaiseen makuun löytyy varmasti sopivia valaisimia, joista yhtenäisen kokonaisuuden pystyy rakentamaan.

4.1.9 Materiaalit

Ulkovalaistuksessa valaisimien materiaaleihin on kiinnitettävä sisävalaisimia tarkempaa huomiota. Auringonpaiste, lumi, jää, pakkanen ja vesisade rasittavat ulkotilassa olevia valaisimia eri tavoilla. Meren läheisyydessä myös suola asettaa omat vaatimuksensa materiaalivalinnoille ja pintakäsittelylle. Sääoloista huolimatta valaisimien on säilytettävä toimintakykynsä, sähköinen ja mekaaninen suojauksensa sekä valotekniset ominaisuutensa jopa vuosikymmenten ajan.

Runkomateriaalina metalli kestää yleisesti muovirakenteita paremmin vaihtelevia sääolosuhteita. Esimerkiksi alumiini on osoittautunut hyväksi runko- ja rakennemateriaaliksi sen korroosionkestävyyden ja mekaanisen lujuuden ansiosta. [9, s. 24.] Useiden ulkovalaisimien materiaalina käytetään painevalettua alumiinia, jonka etuna on erinomainen lujuus painoon nähden. Lisäksi alumiinia pystytään helposti kierrättämään.

[12, s. 464.] Teräs on yleisin pylväsmateriaalina, mutta myös siitä voidaan valmistaa luotettavia ja tukevia valaisinrunkoja. Teräs on kuitenkin herkempi korroosiolle, joten se pitää aina suojata. Pelkkä maalikerros ei yleensä ulkoasennuksissa riitä ruostetta vastaan, vaan teräsosat on myös kuumasinkittävä. [9, s. 24.]

Erilaisia muovilaatuja käytetään materiaalina esimerkiksi valaisinkuvuissa. Muovit voidaan tehdä iskunkestäviksi, jolloin ne kestävät lasia paremmin ulko-olosuhteita. Lasin etuna on kuitenkin sen pysyminen muuttomana; monilla muoveilla UV-säteilyn kestävyys on heikkoa, joten ne kellastuvat ulkona nopeasti. [9, s. 24.] Ulkokäyttöön muoveista soveltuu esimerkiksi PMMA eli akryylimuovi. Sen valonläpäisykyky ja sähköominaisuudet ovat hyviä ja lisäksi sitä on helppo työstää. Akryylimuovi kestää erilaisia sääolosuhteita ja UV-stabiloituna myös auringonvaloa kellastumatta. Heikkouksia ovat kuitenkin sen hauraus ja huono kestävyys kuumuutta vastaan. Ulkovalaisimien tiivisteissä ja johtojen läpivienneissä kumi kestää yleensä parhaiten muuttuvia olosuhteita. Tietyillä kumilaaduilla, kuten EPDM:llä ja CR:llä, säänkestävyys- ja vanhenemisominaisuudet ovat erittäin hyvät. [12, s. 467.]

4.1.10 Energiatehokkuus, käyttöikä ja huollontarve

Valaistuksen suunnittelussa pitää pyrkiä täyttämään kohteen valaistustarpeet tinkimättä näkömukavuudesta ja tuhlaamatta energiaa [12, s. 444]. Valaistuksen hankinta on rakennusprosessissa merkittävä kuluerä [9, s. 37], monesti niin merkittävä, että rakentajalle tulee kiusaus säästää hankintavaiheen kustannuksissa ja vaihtaa esimerkiksi valitut valaisimet edullisempaan malliin. Tämä voi kuitenkin kostautua myöhemmin, sillä merkittävimmät kustannukset syntyvät vasta käytön aikana [9, s. 37] ja niihin voidaan merkittävästi vaikuttaa juuri suunnitteluvaiheessa. Monesti edullisin valaisin ei ole paras vaihtoehto näkömukavuuden, energiatehokkuuden tai käyttöiän suhteen.

Valaistuksen energiakustannuksiin vaikuttavat muun muassa lamppujen energiatehokkuus, valaisimien hyötysuhde ja liitäntälaitetekniikka. Suuri merkitys on myös valaistuksen ohjauksella. [12, s. 444.] Sisävalaistuksessa säästöjä saadaan aikaan hyödyntämällä päivänvaloa keinovalon korvaajana, mutta ulkovalaistuksessa tilanne on hyvin päinvastainen. Keinovaloa tarvitaan yleensä vain silloin kun päivänvaloa ei ole tarjolla.

Ulkona valaistusvaatimukset pitäisi aina täyttää niin sanotusti rimaa hipoen [9, s. 21], jotta turhalta valaisulta ja korkeilta käyttökustannuksilta vältytään.

Yksilön valintoja tehokkaammin energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa määräyksillä. Tästä esimerkkinä on ekosuunnitteludirektiivi 2009/125/EU, joka säätelee EU-alueella myytävien sähkölaitteiden energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Direktiivillä pyritään raaka-aineiden ja sähkönkulutuksen säästeliäämpään käyttöön sekä tuotteiden laadun parantamiseen. Tavoitteena on suojella ympäristöä myös kieltämällä energiaa eniten tuhlaavien sähkölaitteiden, valaisimien ja lamppujen myynti. [19.] Esimerkiksi suuritehoisten hehkulamppujen myynti on jo EU:n toimesta kielletty. Valaisimien energiatehokkuuden vertailu onnistuu tutkimalla kuinka suuren valovirran ne tuottavat ototehoa kohden. Valmistajat ilmoittavat tämän valotehokkuuden yksikössä lm/W eli luumenia wattia kohden ja siinä huomioidaan valaisimen, lampun ja liitäntälaitteen teho todellisessa käyttölämpötilassa. [5.] Valaisimien energiatehokkuutta vertaillessa on oltava tarkkana, koska toisinaan tuotteista ilmoitetaan ainoastaan valonlähteen valotehokkuus, jossa edellä mainittuja kokonaisvalotehokkuuteen vaikuttavia seikkoja ei ole otettu huomioon. Myös muut valaisimista ilmoitetut tiedot saattavat olla keskenään vertailukelvottomia [14, s. 4].

Energiankulutuksen lisäksi valaistuksen käytön aikaisiin kustannuksiin vaikuttaa se, miten usein ja millaisilla toimenpiteillä valaisimia pitää huoltaa. Tyypillisiä huoltotoimenpiteitä ovat lamppujen vaihdot sekä heijastimien ja suojakupujen puhdistukset. Jos-sain vaiheessa huolto ei enää riitä, vaan elinkaarensa päässä oleva valaisin pitää vaihtaa kokonaan uuteen. Myös näihin asioihin suunnitteluvaiheen valinnoilla on suuri merkitys. Valaistuksen mitoituksessa valaisimien likaantuminen ja valonlähteiden valovirran aleneminen pitää huomioida ns. huoltoarvolla. Sillä tarkoitetaan, että valaistustason tulee säilyä vähintään mitoitetulla tasolla koko huoltojakson ajan. Uusilla lampuilla ja puhtailla valaisimilla on siis korkeampi valaistustaso, joka hiipuu käyttöjakson edessä. Jos huoltojakso määritetään liian pitkäksi, joudutaan valaistus ylivoimattamaan ja tällöin kasvattamaan energiakustannuksia. [9, s. 38.] Liian lyhyt huoltojakso toisaalta aiheuttaa turhia huoltokustannuksia.

Lamppujen rinnalle valonlähteiksi on tullut myös led-moduuleja, joissa huomiota kannattaa kiinnittää muiden ominaisuuksien ohella niiden käyttöikänsä. Se ilmoitetaan valaisimen tiedoissa tuntimääränä ja tunnuksella L₇₀, joka tarkoittaa sitä ajanjaksoa, jonka kuluessa valovirta on alentunut 70 %:n uusravasta. Tyypillinen käyttöikä ammattilais-tason valaisimissa on 50 000 tuntia, mutta poikkeuksia esiintyy ylös- ja alaspäin. [12, s. 505.] Huomiota kannattaa kiinnittää myös siihen, pystyykö led-moduulia vaihtamaan ja onko tarvittavia varaosia saatavilla, vai pitääkö koko valaisin uusia valonlähteen tullessa elinkaarensa päähän. Valaisinvalmistajista esimerkiksi BEGA on huomionnut sen, että pitkäikäiset leditkin pitää joissain vaiheessa uusia, ja takaa led-valaisimiinsa varaosatoimitukset 20 vuoden päähän ostohetkestä [20, s. 9].

4.2 Glamoxin tarkistuslista parhaan ulkovalaistussovelluksen valintaan

Edellä esitetyt kohdat pohjautuvat pitkälti valaistustekniikan perusteisiin sekä Antti Tiensuun *Uuden valaistuskirjan* ohjeisiin ulkovalaistuksen suunnittelusta. Oma osansa valaistuksen suunnittelussa on aina myös eri toimijoiden mieltymyksillä ja tärkeiksi arvottamillaan seikoilla. Tästä syystä suunnittelussa kannattaa huomioida etenkin ne seikat, joita useimmat pitävät tärkeinä. Vertailun vuoksi tässä alaluvussa on esitetty yhden Euroopan johtavan valaisinvalmistajan näkemyksiä ulkovalaistuksesta.

Glamox Luxo Lightingin mukaan ulkovalaistuksen on oltava ennen kaikkea kestävä, pitkäikäinen ja energiatehokas. Glamox on koonnut verkkosivuilleen 15 kohdan tarkistuslistan, jotta oleellimmat seikat ulkovalaistusta suunnitellessa tulee huomioitua. Ensimmäisenä kohtana yritys mainitsee *materiaalivalinnat*, joilla vaikutetaan tuotteiden laatuun, huollontarpeeseen ja elinikään. Toisena on *häikäisysojaus*, jolla on tärkeä merkitys alueen käyttäjien ja lähialueiden asukkaiden näkömukavuuden kannalta. *IK-luokitus* ja *IP-luokitus* takaavat valaisimien suojauksen sääoloja ja kolhuja vastaan. *Ilkivallansieto* on huomioitava myös valaisimen sijoituksessa ja etenkin julkisilla alueilla. [21.]

Kuudentena on *valonlähteen* valinta, joista ulkovalaistukseen erityisen hyvin soveltuvina mainitaan monimetallilamppu, suurpainenatriumlamppu ja LED. Siihen läheisesti liittyvät myös *värilämpötila* ja *valotehokkuus*. Yksi huomioitava seikka on valaisimen soveltuvuus *käyttöympäristön lämpötilaan*, esimerkiksi talvipakkasiin. Ympäristön

lämpötilalla on myös vaikutusta valaisimien ja sen komponenttien elinikään. Muita valaisimen valintaan vaikuttavia seikkoja ovat *hajavalon* eli valosaasteen rajoittaminen sekä valaisimien *muotoilu ja yhteensopivuus ympäristön kanssa*. Suunnitteluun liittyen oleellista on myös *valaistuksen ohjausjärjestelmän* valinta ja *valaistuksen tasaisuus*. Lisäksi listassa kehoitetaan huomioimaan helppo *huollettavuus*. Huoltotoimenpiteiden suorittaminen ulkovalaisimiin voi olla hankalaa, mutta sitä voidaan helpottaa esimerkiksi valitsemalla pikaliittimillä varustettuja valaisimia, pitkäikäisiä valonlähteitä ja laadukkaista materiaaleista valmistettuja valaisinrunkoja. Viimeisenä kohtana kehoitetaan miettimään voisiko kohteessa käyttää *dynaamista valaistusta*. Sillä tarkoitetaan keinotekoisista valaistusta, joka muuttaa intensiteettiään ja väriään vuorokauden rytmin mukaan. [21.] Sovellusta käytetään esimerkiksi sairaaloissa päivänvalon simulointiin, mutta ulkovalaistuksessa tämä on harvinaisempaa ja jopa tarpeetonta. Dynaamisella valaistuksella voidaan kuitenkin tarkoittaa myös sitä, että eri alueita ja toimintoja ohjataan erikseen [21]. Näin ulkovalaistukseen voidaan saada lisää elävyyttä ja mielenkiintoa.

4.3 Valaistussuunnittelijan ajatuksia ulkovalaistuksesta

Kirjallisuus- ja internetlähteiden lisäksi halusin työhöni erilaisia näkökulmia myös paikalliselta valaistusalan ammattilaiselta. Yleisten ulkovalaistusasioiden lisäksi minua kiinnostivat tämän hetken valaistustrendit sekä tulevat asuntomessut valaistusosalalla toimivan tekijän silmin. Tämä alaluku pohjautuu mikkeliläiselle valaistussuunnittelijalle Elisa Hillgénille sähköpostitse tekemääni haastatteluun.

Minkä tahansa valaistussuunnittelun tärkeimpänä lähtökohtana Hillgén pitää valaistuksen tarkoituksenmukaisuutta eli sitä, miksi kyseistä tilaa tai aluetta valaistaan. Silloin valaistus palvelee nimenomaan paikassa tapahtuvaa toimintaa eikä ole vain ”päälle liimattua perusvalaistusta”. Kun valaistuksen merkitys on selvillä, on helpompaa alkaa suunnitella sitä, tehdäänkö tilaan tunnelmavalaitusta, tarkkaan työhön sopivaa tehokasta valaistusta, kulkureittien perusvalaistusta tai kenties erikoisen rakennusmateriaalin korostusvalaistusta. [22.]

Ulkovalaistuksen suunnittelussa tärkeimpiä seikkoja Hillgénin mielestä ovat energiatehokkuus, valaisimien huollettavuus sekä valosaasteen ja häikäisyn välttäminen, eli yk-

sinkertaisesti oikeanlaisten valaisimien valinta. Taustalla on myös oltava edellä mainittu ajatus tarkoituksenmukaisuudesta. Mitä alueita tai kohtia pihasta on tarpeen valaista ja miksi? Suunnittelu kannattaa aloittaa kartoittamalla pihalla tapahtuvat toiminnot eli esimerkiksi jätekatosten, kulkureittien ja oleskelualueiden sijainnit. Lisäksi on tärkeää miettiä valaistuksen ohjausta ja muuta automaatiota riittävän ajoissa sekä sijoittaa ulos riittävästi pistorasioita jouluvaloille, irtovaloille ja laitteille. Myös muut projektin osapuolet ovat Hillgénin mukaan näiden seikkojen tärkeydestä samaa mieltä, mutta laadukkaan valaisimen valinnassa voi joskus tulla budjetti vastaan. Usein ulkovalaisimia menee kohteeseen isojakin määriä, joten tilaajaa kiinnostaa valaisimien kappalehinta. Asentajaa puolestaan kiinnostaa helppo ja nopea asennustapa sekä valaistuksen ohjaus. [22.]

Tyypillisenä valaistusvirheenä Hillgén pitää halvan ja häikäisevän valaisimen valitsemista, tai mallia, joka tuhlaa valoa, ja samalla rahaa, ylöspäin taivaalle. Usein valon ja valaisimien määrästä ei myöskään ole tuntumaa, jolloin ulkovalaistusta helposti yliimitoitetaan eli valaisimia laitetaan joka ikkunan väliin ja polunvarsille, vaikka pimeässä todellisuudessa riittää vähempikin valo. Lisäksi on tärkeää, että valaisimien tyyli sopii rakennuksiin. [22.]

Tämän hetken nousevana trendinä valaistusalalla Hillgén mainitsee laadukkaan muotoilun ja materiaalit. Tyylillisesti valaistuksissa näkyy paljon 1950-luvun selkeää muotoilua ja väreissä kuparia ja mustaa. Hillgén pitää hyvänä ilmiönä sitä, että valaistus otetaan hyvin mukaan tilojen ja rakennusprojektien suunnitteluun jo aikaisessa vaiheessa sekä sitä, että rakentajat tiedostavat aiempaa paremmin valaistuksen merkityksen. Myös led-tekniikka on jo vakiinnuttanut asemansa alalla. [22.]

Mikkelin asuntomessuilla Hillgén uskoo nähtävän paljon upotettuja led-valoja, jonkin verran epäsuoria ratkaisuja, tunnelmallisia kylpyhuoneita sekä näyttäviä, kohteiden sisustustyyliin sopivia sisustusvalaisimia. Materiaalien ja värien suhteen messuilla nähdään ainakin kuparia, messinkiä ja mustaa. Hillgén uskoo pihojen valaistuksista tulevan mielenkiintoisia erikoisten tonttien ja korkeuserojen takia. Hillgén myös toivoo, että messuilla nähtäisiin tänäkin vuonna Messujen yö -tapahtuma, jolloin hämärässä illassa pääsisi tutustumaan alueen pihavalaisuksiin. Näin messujen kohteet näyttäisivät uuden puolensa ja muun muassa alueen hieno katuvalaistus tulisi esiin. [22.]

5 LED-TEKNIikka JA ÄLYKÄS VALAISTUKSEN OHJAUS

Lähtökohtana Saimaan Ateljeen suunnitteluprosessin alusta asti oli nykyaikaisen led-tekniikan hyödyntäminen. Tässä luvussa käsitellään kyseisen tekniikan etuja ja soveltuvuutta ulkovalaistukseen. On myös tiettyjä seikkoja, joita ledien valinnassa on huomioitava, jotta lopputuloksesta todella saadaan miellyttävä, laadukas ja pitkäikäinen. Tarkastelussa on lisäksi jatkuvasti etenkin katuvalaistuksessa yleistynyt ns. älykäs valaistuksen ohjaus.

5.1 LED-tekniikka

LED (Light Emitting Diode) eli loistediodi on valoa tuottava puolijohdekomponentti [12, s. 504]. Ledejä käytettiin pitkään lähinnä merkivaloina kodinkoneissa ja ajoneuvoissa, mutta vuonna 2006 kehitetty valkoinen led mullisti niiden käyttömahdollisuudet. Kehityksen myötä esimerkiksi ledien värintoisto-ominaisuudet ovat parantuneet ja niistä on tullut todellinen mahdollisuus kilpailemaan perinteisten valonlähteiden kanssa sekä sisä- että ulkovalaistuksessa. [23, s. 443.] Viime vuosina ledit ovat kunnolla puskeneet tiensä läpi ja teholedien ominaisuudet, luotettavuus ja hinta on saatu sille tasolle, että niitä voidaan käyttää myös yleisvalaistuksessa. Vuoteen 2020 mennessä kaikista myytävistä valonlähteistä lähes 50%:n ennustetaan olevan ledejä. [24.]

Ledit valmistetaan pieninä yksittäisinä siruina, jotka sijoitetaan piirikorttiin. Tiiviiksi ryhmäksi samalle piirikortille koottuja versioita kutsutaan led-moduuleiksi. Ledin valmistusmateriaali määrää sen, minkä väristä valoa se tuottaa. Perusvärit ovat punainen, vihreä, sininen ja oranssi. Valkoiset ledit valmistetaan lisäämällä fosforipinnoite siniseen lediin, jolloin osa säteilystä muuttuu keltaiseksi ja tuloksena syntyy valkoista valoa. Kylmempien värisävyjen kohdalla fosforin tarvitsee muuttua alkuperäisestä sinisestä valosta pienempi osa keltaiseksi, joten kylmempiä värysten ledien valotehokkuus on lämpimänsävyisiä parempi. [12, s. 504.]

5.1.1 Etuina energiatehokkuus ja pitkä käyttöikä

Ledien merkittävin kehitys on tapahtunut niiden valotehokkuudessa [23, s. 463], jota voidaan pitää niiden kiistattomana etuna perinteisiin valonlähteisiin nähden. Nykyisten led-valaisimien valotehokkuus on noin 160 lm/W [24], mutta sen ennustetaan lähitulevaisuudessa kasvavan noin 200-220 lumeniin wattia kohden [23, s. 463]. Hyvä valotehokkuus tarkoittaa pienempiä energiakustannuksia. Klassisena valon määrän yksikkönä tunnettu 60 watin hehkulamppu tuotti noin 700 lm, mutta ledeillä sama valomäärä pystytään tuottamaan 6 watin lampulla. Led kuluttaa energiaa siis vain kymmenesosan hehkulamppuun verrattuna, mikä näkyy myös sähkölaskussa. Suurien teollisuushallien valaistusuudistuksissa säästöt näkyvät konkreettisimmin. Esimerkiksi Vantaalla PostNordin logistiikkakeskuksessa 850 vanhaa suurpainenatriumlamppua vaihdettiin älykkäästi ohjattuihin led-valaisimiin. Uudistus toi kohteen energiakustannuksiin 100 000 euron vuosisäästöt. [5.] Energiatehokkuuden kannalta ledien etuihin kuuluu myös niiden helppo säädettävyys; valaistustehoa voidaan muuntaa portaattomasti 100 ja 0 %:n välillä [23, s. 443].

Yksi ledin ominaisuuksista on se, että perinteisistä ympärisäteilevistä valonlähteistä poiketen se säteilee valoaan vain yhteen suuntaan. Tästä syystä esimerkiksi T5-loistelamppu voi olla lediä parempi vaihtoehto esimerkiksi toimistovalauksessa, jossa valon halutaan usein jakautuvan sekä ylös- että alaspäin. [24.] Ulkovalaistuksessa yhteen suuntaan säteilyä voidaan kuitenkin pitää hyvänä ominaisuutena, sillä valo pystytään tehokkaammin kohdistamaan sinne, missä sitä tarvitaan ja välttämään turhan valosaasteen aiheuttaminen. Ympärisäteilevien valonlähteiden kohdalla osa valosta menee heijastimen häviöihin [24] tai huonommassa tapauksessa suuntautuu taivaalle. Ledien käyttöä ulkovalaistuksessa tukee myös se, että kylmässä lämpötilassa niiden tuottaman valovirran on todettu kasvavan [23, s. 443].

Ledien etuihin kuuluu myös erittäin pitkä käyttöikä. Ledeissä ei ole liikkuvia osia tai hehkulankaa, joka voisi katketa, joten ne kestävät paremmin esimerkiksi tärinää [24]. Pitkän käyttöikänsä myötä ledien huoltokustannukset ovat huomattavasti perinteisiä valonlähteitä pienemmät [23, s. 443]. Laadukkaat led-lamput voivat kestää jopa miljoona sytytyskertaa, joten niiden elinikä ei lyhene liiketunnistimella ohjattunakaan [9, s. 31]. Ledit myös syttyvät ja saavuttavat täyden voimakkuutensa välittömästi, joten niiden käyttö on paikallaan esimerkiksi jätekatoksissa tai varastoissa, joissa valoa tarvitaan nopeasti, mutta lyhyitä aikoja kerrallaan.

5.1.2 Rakenne vaikuttaa kestävyYTEEN

Led-valaisimien käyttöikäen vaikuttaa kuitenkin merkittävästi se, onko valaisimessa käytetty laadukkaita komponentteja ja onko sen rakenne suunniteltu hyvin. Ledit rikkoutuvat hyvin harvoin, mutta kaikkien elektronisten komponenttien tapaan normaalia hävikkiä tapahtuu niissäkin. Suurempi ongelma on kuitenkin se, että niiden valovirta heikkenee ajan myötä. Ledien eliniän katsotaan olevan lopussa, kun valovirta on laskeutunut 70 %:n uusravosta. [12, s. 504.]

Led-lamppuja markkinoidaan paloturvallisina ja erityisen hyvin esimerkiksi lastenhuoneeseen sopivana sen vuoksi, että ne eivät lämpene käytössä. Todellisuudessa ledien käyttämästä tehosta 75-80 % muuttuu lämmöksi. Ledi ei kuitenkaan säteile tuottamaansa lämpöä pois, vaan se pitää johtaa esimerkiksi valaisimen runkoon ja siitä edelleen ympäristöön. Itse ledien pienestä koosta huolimatta led-valaisimet voivat olla varsin kookkaita, sillä jäähdytyspinta-alaa tarvitaan runsaasti. [25.] Toimiva keino jäähdytykseen on esimerkiksi jäähdytyspiiliin tai vapaan ilmavirran käyttö. Hyvälaatuinenkin valonlähde voi menettää toimintakykynsä ennen aikaisesti, jos valaisin on suunniteltu huonosti eikä lämpö siirry pois riittävän tehokkaasti. Led-valaisimen eliniän kannalta oleellisen asemaan nousee siis se, miten hyvin valaisimen jäähdytys on toteutettu. [26.] Niinpä led-valaisimien ja -valonlähteiden käyttö ulkovalaistuksessa on hyvin perusteltua Suomessa, jossa ilmasto etenkin talviaikaan helpottaa valaisimien jäähtymistä. Talvisin valaisimia myös käytetään enemmän ja pidempiä ajanjaksoja kerralla. Kesällä, jolloin valaisimet ovat alttiina korkeammille ulkoisille lämpötiloille, ovat myös niiden polttoajat lyhyempiä.

Yksi ledeihin ja led-moduuleihin liittyvä ongelma on niiden huomattavan suuri luminanssi eli valotiheys [12, s. 505]. Liiallinen kirkkaus on esimerkiksi jarruttanut ledien tuloa tievalaistuskäyttöön, jossa häikäisylle asetetaan tiukat raja-arvot. On myös hyvä muistaa, että eri led-tyyppien välillä on hyvin paljon eroja kestävyudessa, valon tuotossa, valon laadussa ja värintoistossa. Yleensä kuitenkin hinta ja laatu kulkevat käsi kädessä. [25].

Yhteenvedona ledejä voidaan kuitenkin pitää hyvänä vaihtoehtona perinteisten valonlähteiden korvaajiksi ja niiden soveltuvan nykyisin kaikkeen valaistukseen. Sisävalaistuksessa vahvoilla on myös T5-loistelamppu, jolla on lähes samaa luokkaa oleva valotehokkuus, hyvät värintoisto-ominaisuudet ja laajat säätömahdollisuudet. Ledit sen sijaan ovat mielestäni paras ratkaisu juuri ulos ja pihavalaistukseen, jossa ne altistuvat kylmille olosuhteille, useille sytytyskerroille ja pitkille polttoajoille. Ulkona valo myös halutaan suunnata usein juuri tarkasti alaspäin eikä värintoistokyky ole yhtä kriittinen.

Saimaan Ateljeen suunnittelussa valitsin led-tekniikan käytön kantavaksi teemaksi alusta lähtien. Elinikä ja valotehokkuus ovat perinteisiin valonlähteisiin verrattuna ylivoimaisia, joten elinkaarikustannukset pysyvät alhaisina. Heikkouksina pidettyihin ominaisuuksiin puolestaan voidaan vaikuttaa valitsemalla hyvin suunniteltuja ja laadukkaista komponenteista valmistettuja valaisimia. Ledien valinta on mielestäni myös imagoisuus. Nykyaikaisen tekniikan käyttö ja energiaa säästävien ratkaisujen valitseminen antaa osaltaan vaikutelman vastuullisesta ja ajan hermolla olevasta rakennuttajasta, mikä on tärkeää etenkin asunomessukohteen ollessa kyseessä.

5.2 Älykäs valaistuksen ohjaus

Valaistusalalla kovassa nousussa on ns. älykäs valaistus, jolla tässä tarkoitetaan dynaamista, kellonaikojen tai ulkona liikkujien mukaan muuttuvaa ulkovalaistusta. Älykkäitä sovelluksia käytetään pääasiassa tievalaistuksessa ja kevyen liikenteen väylillä. Tyypillisesti valaistus toimii täydellä teholla aamun, iltapäivän ja illan vilkkaimpien tuntien aikaan ja sitä himmennetään yöllä, kun liikkujia on vähemmän. Katuvalaistuksen pitkien vuosittaisten polttoaikojen takia energiansäästöpotentiaali on valtava ja himmentäminen on turvallisuuden kannalta parempi ratkaisu kuin katuvalojen sammuttaminen kokonaan yön hiljaisina tunteina.

Himmennys voi perustua ennalta määrättyihin kellonaikoihin tai liiketunnistimien havaintoon siitä, ettei tiellä ole käyttäjiä. Käyttäjien mukaan valaistustaan muuttavat valaisimet kommunikoivat tyypillisesti toistensa kanssa langattomasti esimerkiksi internetverkon tai radiotaajuuksien avulla. Kun yksi valaisin havaitsee tienkäyttäjän, se kirkastaa oman valaistustasansa korkeammaksi ja lähettää käskyn muille valaisimille nos-

taa valaistustasoa tulevaa tiellä liikkujaa varten. Asentamalla tunnistimia reitin risteyskohtiin, voidaan välttää koko reitin turhaan valaisu tapauksissa, joissa käyttäjä kulkee vain osan siitä.

Kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu, että led-valaistuksen ja älykkään ohjauksen avulla kaupunkien on mahdollista säästää valaistuksen energiankulutuksessa 70 prosenttia. Vaikka kulutusta voidaan leikata valaistuksen hyvällä suunnittelulla ja uusimpien led-komponenttien valinnalla, on tehokkain keino säästöihin juuri älykäs ohjaus. VTT:n ja Aalto Yliopiston AthLEDics -hankkeessa, Helsingin Malminkartanossa olevalla kevyen liikenteen väylällä, saavutettiin 40 prosentin energiansäästö siten, että valaisimet olivat täydellä teholla vain silloin, kun tiellä oli kulkijoita. Hankkeessa kokeiltiin myös valaisimien mukautumista vallitseviin olosuhteisiin. Sensorien ja langattoman ohjauksen avulla valaisimia himmennettiin muun muassa luonnonvalon, valaistusolosuhteiden ja tiellä liikkujien mukaan. Tutkimuksessa myös opittiin, että talvikaudella energiansäästömahdollisuudet ovat paremmat, koska lumi heijastaa hyvin valoa. [27.]

Suomessa älykkäiden ulkovalaistuksen ohjausratkaisujen edelläkävijänä toimii C2 Smartlight Oy. Yritys on esimerkiksi toteuttanut Jyväskylän Ylistönmäelle käyttäjien mukaan muuntautuvan valaistuksen hyödyntämällä portaattomasti himmentyviä ledejä ja moderneja valaistuksen ohjauksen keinoja. Kyseinen ledireitti sisältää muun muassa valaisinkohtaisella ohjauksella toteutetun kevyen liikenteen väylän sekä liiketunnistimella toimivan suojatievalaistuksen, joka tuo lisäturvaa jalankulkijoille. Valaisinkohdainen ohjain löytyy ledireitin jokaisesta valaisimesta ja valaistusta voidaan hallita sekä ryhminä että valaisinkohtaisesti. [28.] Muita älykkäitä ulkovalaistusratkaisuja tarjoavia yrityksiä ovat esimerkiksi suomalainen Valopaa Oy sekä Philips, jolta löytyy järjestelmiä suurien kaupunkivalaistuskokonaisuuksien ohjaamiseen, älykkääseen himmentämiseen, energian mittaamiseen ja valaisimien etähallintaan [ks. 29].

6 KAAPELOINTI JA VALAISTUKSEN OHJAUKSEN VALINTA

Suunnittelun alussa aloin hahmotella asemapiirroksen valaisimien paikkoja kahden pääperiaatteen mukaan. Ensimmäisenä oli toiminnallisten alueiden valaiseminen ja toi-

sena kulkuväylien ja sisäänkäyntien valaistus. Tontin suuren koon vuoksi koin tarpeelliseksi käyttää kohteessa pylväsvalaisimia valaisemaan sisääntuloväylän, josta pihaan saavutaan sekä ajoneuvoilla että kävellen. Pylväsvalaisimien lisäksi halusin pihaan myös matalampia pollarivalaisimia, jotka valaisisivat oleskelualueita ja kulkuväyliä lähempää maanpintaa, estämättä järvimaisemaa ja tuoden pihaan kotoisampaa ilmettä. Määrällisesti suurimmaksi valaisinryhmäksi suunnittelin kuitenkin seinävalaisimia, joiden avulla tontin useat rakennukset ja hahmottamisen kannalta tärkeät pystypinnat eli seinät saisi esille. Seinävalaisimien etuihin kuuluvat myös pylvä- ja pollarivalaisimia huomattavasti edullisempi hinta ja nopeampi asennettavuus. Tarkempien valaisinvalintojen sijaan tässä vaiheessa lyötiin lukkoon ainoastaan tulevien pylvä- ja pollarivalaisimien paikat ja maanrakennustöistä johtuen niiden kaapelointi tuli suunnitella ensiksi. Pohdinnassa oli myös käytettävä tekniikka ulkovalaistuskokonaisuuden ohjaukseen.

6.1 Vaihtoehdot valaistuksen ohjaukseen

Kohteen valaistuksen ohjaukseen halusin tekniikan, joka palvelisi asukkaiden tarpeita mahdollisimman hyvin. Valojen tulisi palaa silloin, kun niitä tarvitaan ja toisaalta säästää energiaa mahdollisimman paljon silloin, kun niitä ei tarvita. Käyttäjystävällisyyden vuoksi energiansäästö olisi parempi toteuttaa himmentämällä kuin sammuttamalla valaisimet kokonaan.

6.1.1 1-10 V -ohjaus

1-10 V -ohjaus on standardin EN 60929 mukainen valonsäätötapa, jossa liitäntälaitetta ohjataan 1-10 voltin tasajännitesignaalilla. Mitä pienempi on liitäntälaitteen havaitsema jännite, sitä pienempi on myös valaistustaso. Jos ohjausvirtapiiri jätetään avoimeksi, valaisin toimii täydellä teholla. Ohjausta varten valaisimeen tuodaan vaihe-, nolla-, ja suojamaajohtimien lisäksi kaksi ohjausjohdinta. Johtimet voivat olla verkkojännitejohtimien kanssa saman putken tai kaapelivaipan sisällä, mutta tällöin ohjausjohtimien eristys on mitoitettava verkkojännitteen mukaan. [12, s. 484.]

Ohjausjärjestelmää valittaessa on huomioitava ohjausjärjestelmän ja valaisimien yhteensopivuus. Analogista jännitesäätöä käytettäessä on myös kiinnitettävä huomiota ohjausvirtapiirin pituuteen, sillä se vaikuttaa säätötulokseen. Jos eri valaisimien kaapeloinnissa on suuria pituuseroja, näkyy se eroina valaisimien kirkkaudessa. [12, s. 484.]

6.1.2 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) on standardisoitu digitaalinen ohjausperiaate. Myös se käyttää ohjaukseen johtoparia, mutta liitälaitteille kulkeva signaali on digitaalinen ja kaksisuuntainen. Valaisimien elektroniset liitälaitteet, anturit ja muut laitteet liitetään samaan väylään ja kullakin laitteella on yksilöllinen osoitteensa. Ohjausjohtimet voivat niin ikään kulkea samassa putkessa tai kaapelissa verkkojännitejohtimien kanssa. DALI-väylä vaatii kuitenkin oman tehonlähteen. [12, s. 474.]

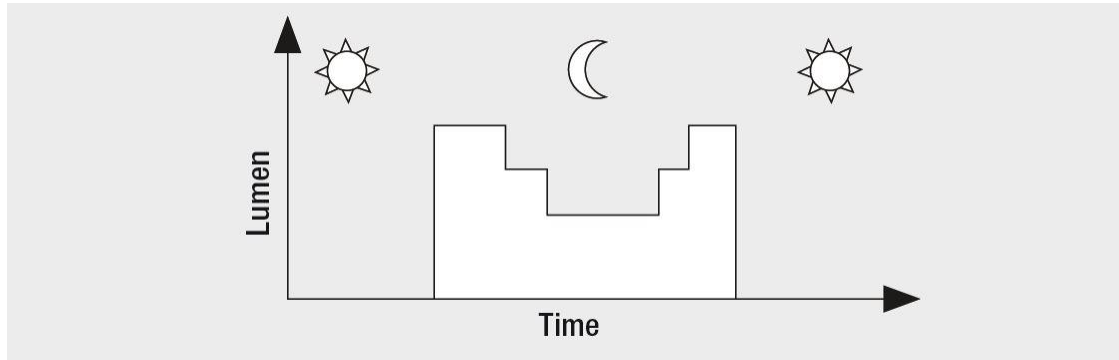
Järjestelmän etuihin kuuluu se, että digitaalinen ohjaussignaali on immuuni häiriöille. Kaikki valaisimet myös säätyvät samalla tavalla riippumatta niiden etäisyydestä ohjaimeen. DALI-järjestelmä on ohjelmoitava ennen käyttöönottoa valmistajasta ja järjestelmästä riippuen joko ohjauspainikkeilla, kaukosäätimellä tai tietokoneella. Ohjelmoitavuus lisää järjestelmän joustavuutta ja helpottaa sen muunneltavuutta myöhemmin ilman suuria toimenpiteitä. [12, s. 474.]

6.1.3 StepDIM ja AstroDIM

StepDIM- ja AstroDIM-ominaisuudet löytyvät esimerkiksi Osramin valmistamista elektronisista liitälaitteista. StepDIM vaatii vaihe-, nolla- ja suojamaajohtimien lisäksi ohjausjohtimen, joka vie valaisimille. Erilliseltä releeltä tulevan signaalin kautta StepDIM pudottaa valaisimien tehon yksipuolisesti esimerkiksi 50 %:iin puolen yön ja aamukuuden välillä. [30, s. 6.]

AstroDIM-ominaisuus ei vaadi toimiakseen minkäänlaista ulkoista ohjausverkostoa, vaan himmennystoiminto on valaisinkohtainen. AstroDIM toimii itsenäisesti ja mahdollistaa kaksipuolisen tehonalennuksen laskennallisen yön keskikohdan molemmin puolin (kuva 4). Toiminta perustuu valaisimen sytytys- ja sammutusaikoihin, laitteen

sisäiseen kelloon sekä asetettuun sijaintiin. StepDIMin ja AstroDIMin esiasetettuja parametreja, kuten himmennysaikoja ja -tasoja, voidaan muuttaa maksuttomalla tietokoneohjelmistolla. [30, s. 7.]



KUVA 4. Esimerkki AstroDIMin kaksiportaisesta himmennyksestä [30, s. 7]

6.1.4 Perinteiset ohjauskomponentit

Pientaloissa ulkovalaistusta ohjataan monesti pelkästään sisätiloihin sijoitetulla kytkimellä tai kytkimillä. Yksinkertainen ratkaisu on edullinen toteuttaa ja mahdollistaa ulkovalojen polttamisen vain silloin, kun asukkaat ovat kotona niitä katsomassa. Haittapuolena on tilanne, jossa asukas saapuu kotiin vasta pimeään aikaan, eikä pihassa ole minkäänlaista valaistusta. Toisaalta kytkimellä ohjatut ulkovalot voivat myös jäädä päälle koko päiväksi ja kuluttaa tällöin turhaan energiaa valoisana aikana. Hankinta- ja asennuskustannuksissa säästetyn rahan voi siis menettää sähkölaskussa tai pahimmassa tapauksessa loukattuaan itsensä pimeässä pihassa kompuroidessa.

Taloyhtiöissä ja julkisissa tiloissa yleisenä ohjauskeinona käytetään kellokytkimiä, hämäräkytkimiä tai näiden yhdistelmiä. Kellokytkimellä valot saadaan palamaan juuri haluttuina aikoina, mutta muuttuva päivän pituus aiheuttaa jatkuvaa kellokytkimen säätötarvetta, jotta ulkovalaistus saadaan ajoitettua pimeään aikaan. Hämräkytkin sytyttää valot hämärän aikaan ja sammuttaa ne päivän valostuessa, jolloin ulkovalaistus toimii ainoastaan silloin, kun sitä tarvitaan, eivätkä valot myöskään unohdu päälle. Energiansäästöä voidaan tehostaa käyttämällä hämräkytkintä valaistuksen päälle- ja poiskytkentään ja sammuttamalla kellokytkimellä valot yön hiljaisimpina tunteina. Markkinoilla on lisäksi ns. astronomisia kellokytkimiä, joiden toiminta perustuu laitteeseen

ohjelmoitavaan sijaintitietoon asennuspaikkakunnasta. Päivämäärän, kellonajan ja sijainnin perusteella laite käyttää auringonlasku- ja nousuaikoja ulkovalojen sytytykseen ja sammutukseen.

Liiketunnistimen avulla valot voidaan sytyttää paikkoihin, joissa ei tarvita turvallisuuden tai tunnelman takia jatkuvaa valaistusta pimeällä. Liiketunnistinta voidaan käyttää myös sytyttämään lisävalaistusta perusvalaistuksen lisäksi eli nostamaan valotasoa alueilla, joilla liikutaan. Ainoana ohjauskeinona liiketunnistimen käyttöä kannattaa välttää, sillä alati syttyvät ja sammuvat valot voivat olla erittäin häiritseviä. [9, s. 35.] Liiketunnistimen käytössä on huomioitava suuntauksen lisäksi tunnistimen havaitsemiskulma. Näin voidaan tehostaa valaistuksen toimimista halutulla tavalla ja välttää esimerkiksi kadulla kulkevien ihmisten aiheuttamat turhat sytytykset.

6.2 Pihavalaistuksen kaapelointi

Maanrakennustöiden aikataulusta johtuen Saimaan Ateljeen ulkovalaistuksen kaapelointi piti päättää ennen valaisimien tai valaistuksen ohjauksen valintaa. Näin ollen kaapeloinnissa piti varautua sähköisen mitoituksen ja ohjausjohtimien suhteen erilaisiin vaihtoehtoihin. Myös tulevaisuuden tarpeita piti miettiä. Paritalojen rakentamisjärjestyksestä johtuen kolmen tontin yhteisten alueiden pihavalaistusta eli pylväs- ja pollarivalaisimia tulisi syöttää perimmäisenä olevan tontin teknisestä tilasta. Tonttikohtaista valaistusta eli autokatosten ja teknisten tilojen seinävalaistusta sen sijaan syötettäisiin aina kyseisen tontin teknisestä tilasta.

Kaapeliksi sekä pylväs- että pollarivalaisimille valitsin maakaapelin MCMK 4x2,5+2,5, jossa on vaihe-, nolla- ja suojamaajohtimien lisäksi kaksi ylimääräistä johdinta valaistuksen ohjausta ajatellen. Valaisimien vähäinen lukumäärä ja päätös led-tekniikan käytöstä takasivat sen, että pylväs- ja pollarivalaisimet voitaisiin kytkeä yksivaiheisina ryhminä, koska kokonaisteho jäisi pieneksi. Pitkistä välimatkoista johtuen valitsin kuitenkin poikkipinta-alaksi 2,5 mm², jotta jännitteenalenema ei kasva liian suureksi.

Kultakin tekniseltä tilalta tontin autokatokselle meneväksi kaapeliksi määritin MCMK 4x1,5+1,5: n. Myös autokatosten valaistusten ottotehot jäävät pieneksi eikä välimatka

ole niin pitkä, että huomattavaa jännitteenalenemaa syntyisi. Määritin myös, että auto-katoksen syöttökaapeli asennettaisiin suojaputkeen ja putki varustettaisiin vetonarulla. Tulevaisuuden tarpeisiin varauduin myös piirtämällä tonttien teknisten tilojen välille tyhjä vetonaruilla varustetut suojaputket. Tyhjien putkien asentaminen muiden töiden yhteydessä on kuitenkin pieni kustannus verrattuna siihen vaivaan ja rahanmenoon, mitä aiheutuu, jos valmis piha joudutaan myöhemmin kaivamaan auki jonkin kaapelin puuttuessa. Autolämmityksen sekä paritalojen sähkönsyötön- ja pihavalaistuksen osalta maakaapeloinnit noudattivat alkuperäisiä suunnitelmia.

6.3 Valittu valaistuksen ohjausjärjestelmä

Kohteen ulkovalaistuksen ohjausjärjestelmäksi valikoitui lopulta melko perinteinen hämmärä- ja kellokytkimien yhdistelmä. Modernimpaa teknologiaa edustaa pylväsvalaisimien liitäntälaitteiden AstroDIM-ominaisuus. Lisäksi valaistusta ohjataan liiketunnistimilla.

Älykäs järjestelmä langattomalla tiedonsiirrolla olisi sopinut kohteeseen paitsi imagolisesti, myös siksi, että suurella tontilla valaisimien etäisyydet toisistaan ovat kohtalaisen pitkät. Älykkäät ohjausjärjestelmät ovat kuitenkin monesti kohteeseen räätälöitäviä suuria kokonaisuuksia. Ne sisältävät paljon komponentteja ja ovat mittasuhteiltaan huomattavasti isompiin kohteisiin tarkoitettuja. Tällöin muutaman pihavalon ohjaamisella ei saada aikaan sellaisia säästöjä, jotka maksaisivat suuren investoinnin takaisin kohtuullisessa ajassa. Myös 1-10 V -ohjauksen esteeksi nousi ennen kaikkea pitkät välimatkat. Pylväsvalaisimien välillä kaapelia ja sitä kautta resistanssia on jännitesignaali liikaa. DALI pysyi vahvana ehdokkaana pitkään, koska tekniikkaa löytyy monista ulkovalaisimista eivätkä pitkät välimatkat haittaa ohjaussignaalin kulkua. Ongelmaksi muodostui kuitenkin se, ettei markkinoilta löytynyt ulkokäyttöön sopivia liikesensoreita DALI-tekniikalla. Osasyynä oli myös DALI-yhteensopivien tarvikkeiden hankinnan ja ohjelmoinnin aiheuttamat lisäkustannukset.

Näin ollen koin parhaaksi käyttää kohteessa edullisia ohjauskomponentteja, jotka ovat lisäksi sähköasentajille tuttuja ja nopeuttavat siten asennustyötä. Saimaan Ateljeen kohteessa kohteessa perinteisemmilläkin komponenteilla saadaan aikaan riittävän pieni energiankulutus valitsemalla energiatehokkaita valaisimia ja säätämällä ohjaus oikein.

Hämäräkytkimien valoisuusasetusten ja kellokytkimien aikojen säätämisellä voidaan vaikuttaa sekä sähkönkulutukseen että asukkaiden viihtyvyyteen.

Yhteisten alueiden ulkovalaistuksen ohjaus toimii seuraavalla periaatteella:

- hämäräkytkin sytyttää pylväs- ja pollarivalaisimet sekä autokatosten ja varastorakennusten seinävalaisimet illalla ja sammuttaa aamulla valoisuuden mukaan.
- kulkuväylillä ja leikkialueella olevat pollarivalaisimet palavat illalla ja aamulla, mutta kellokytkin sammuttaa ne esim. kello 22.00 - 05.30 väliseksi ajaksi.
- varastorakennusten seinävalaisimet palavat illalla ja aamulla, mutta kellokytkin sammuttaa ne esim. kello 23.00 - 05.00 väliseksi ajaksi. Yöllä valaisimet syttyvät liiketunnistimien havaitessa liikettä.
- autokatosten seinävalaisimet palavat illalla ja aamulla, mutta kellokytkin sammuttaa ne esim. kello 21.00 - 06.00 väliseksi ajaksi. Yöllä valaisimet syttyvät liiketunnistimien havaitessa liikettä.
- pihan sisääntuloväylän pylväsvalaisimet palavat läpi yön, mutta AstroDIM-ominaisuus himmentää valaisimet kaksiportaisesti yöllä hiljaiseen aikaan.

Paritalojen omat ulkovalaisimet toimivat alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti sisältä käsin kytkimillä. Vaihtoehtoisesti paritaloissa voidaan käyttää myös ryhmäkeskukseen asennettavaa astronomista kellokytkintä, joka sytyttää ja sammuttaa ulkovalaistuksen auringonnousun ja -laskun mukaan.

7 VALAISIMIEN VALINTA

7.1 Ympäristö

Vieraillessani kohteessa ensimmäistä kertaa muistutti kallion laelle tehty tontti enemmän vielä kivilouhosta kuin kenenkään pihaa. Päällimmäisenä mieleen jäi Saimaalle avautuva järvimaisema, jota en halunnut ainakaan omilla ratkaisuillani häiritä. Puita tai muita valaistuksella korostettavia kohteita pihassa ei ollut, toki istutettavia puita oli kohteen havainnekuvaan piirretty (kuva 5). Alkuvaiheessa suunnittelu pohjautuikin pitkälti juuri kohteesta tehtyyn esitteeseen ja siinä esitettyihin kuviin.



KUVA 5. Havainnekuva Saimaan Ateljeen kolmen tontin muodostamasta kokonaisuudesta [1]

Toisena tarkkailun kohteena oli koko ympärille rakentuva uusi asuinalue. Koska alue oli nimenomaan uusi ja keskeneräinen, ei vertailukohtia vielä ollut eikä valaistusta siltä osin voinut sovittaa johonkin ympäröivään tyyliin. Toki valmiiseenkaan ympäristöön rakennettavassa uudiskohteessa naapurin matkiminen ja täysin samojen valaisinmallien valitseminen ei välttämättä ole paras ratkaisu. Tärkeämpää on valita uusia, kestäviä ratkaisuja samalla säilyttäen alueelle ominainen tyyli pääpiirteittäin. Valaisimien valinnassa pelkät ulkonäköseikat eivät saisi mennä valaistuksellisten ominaisuuksien edelle. Naapuritonttien valaistusratkaisuista ei siis tässä vaiheessa ollut minkäänlaista tietoa, eikä se toisaalta suunnittelua haitannutkaan. Persoonallisen ilmeen luomisessa sekä tontin ja sen rajojen hahmottamisessa voi olla myös eduksi se, etteivät ulkovalaisimet ole aivan samanlaiset kuin viereisen tontin asukkailla. Saimaan Ateljeen tontti on kokonsa ja muuta ympäristöä korkeamman sijaintinsa puolesta edullisessa asemassa omanlaisen, erottuvan kokonaisuuden luomiselle. Myös jyrkät kalliorinteet ja tonttia kahdelta puolelta reunustava katu varmistavat sen, etteivät naapuritonttien todennäköisesti erinäköiset ulkovalaisimet ole häiritsevän lähellä sen omia.

Alueen katuvalaistus alkoi myös hahmottua vasta syksyn edetessä. Kirkonvarkaudenkadulla käytetään kangasniemeläisen Tehometin valmistamia mustia teräspylväitä ja Philipsin CitySwan-tuoteperheen katuvalaisimia. Valaisimet ovat valkoisia ja muotoilultaan pyöreähköjä. Ajovaläylälle ja kevyenliikenteenväylälle on omat valaisimet. Muut alueelle tulevat katu- ja aluevalaistuksen pylväät ovat myös Tehometin valmistamia, mutta puisia. Huomionarvoista puupylväissä on se, että niiden raaka-aine on peräisin

Kirkonvarkauden tonteilta kaadetuista puista. Puupylväässäkin osa rungosta on kuitenkin metallia ja tämä on toisinaan otettava huomioon pylvään sijoituspaikassa. Esimerkiksi Kirkonvarkauden leikkipuistoihin sijoitettavien pylväiden metallityviin lisätään muovipinnoite, etteivät puistossa leikkivien lasten kielet jää niihin kiinni pakkasella. Mitä tahansa puita ei myöskään voitu pylväsraaka-aineiksi kaataa, koska alueella esiintyy liito-oravaa. Lisäksi alueen kangasmetsämäinen ilme haluttiin säilyttää. [31.]

Kirkonvarkauden alueen lisäksi hain tyyllillistä suuntaa valaisimille myös havainnolla ulkona liikkeessa kaupungin puistoja, asuinalueita ja julkisia tiloja. Asuinalueista omaa työtäni lähimpänä on Graani, joka myös sijaitsee Saimaan rannalla ja on maastoltaan kallioista. Graanissa myös rakennuskanta on uudehkoa, joskin kerrostalopainotteisempaa. Veden läheisyys on Graanissa vahvasti läsnä ja esimerkiksi pollarivalaisimia on alueella muita kaupunginosia enemmän. Ympäristönä Graani on Kirkonvarkautta urbaanimpi, mikä näkyy valaisinvalinnoissa esimerkiksi hopeanharmaiden sävyjen suosimisena.

Pitkäaikaiseen omaan havainnointiini perustuen valaisimien ja valaisinpylväiden trendivärinä on kasvavassa määrin musta. Uudiskohteiden lisäksi myös useisiin vanhoihin kohteisiin valitaan remontin yhteydessä mustat tai tummanharmaat valaisimet sekä pylväät. Pikkuhiljaa ledeihin siirryttäessä valon väri puolestaan muuttuu valkoisemmaksi. Hallitsevan 3000 K ja sitä keltaisempien sävyjen sijaan moneen kohteeseen valitaan värisävyksi 4000 K. Tämän trendin uskon jatkuvan myös tulevaisuudessa ja valaistuksessa siirryttävän hiljalleen valkoisempiin värilämpötiloihin, jopa päivänvalon sävyihin asti. Suosittuja piha- ja puistovalaisinmalleja Mikkeliissä ovat pyöreällä metallikatoksella varustetut sylinterinmuotoiset valaisimet, kuten Glamoxin O45. Uudemmissa kohteissa näkee usein myös Philipsin StreetSaver-ledivalaisinta. Kerros- ja rivitaloalueiden seinävalaisimista pintansa pitää edelleen ns. noppavalaisin, jossa kupuna toimii lasista tai muovista valmistettu valkea kuutio. Puurakenteisissa pientaloissa suosittuja seinävalaisimia ovat erilaiset lyhtyjä muistuttavat mallit ja tiilitaloissa lasikupuiset pallovalaisimet. Uudemmissa pientaloissa trendiksi ovat nousseet pienikokoiset seinävalaisimet, jotka muodostavat kapean valokeilan sekä alas- että ylöspäin.

7.2 Valaisimien ulkonäkö

Sopivia ulkovalaisimia etsiessä otin tavoitteeksi löytää sarjan erityyppisiä valaisimia, jotka sopisivat väritykseltään ja muotoilultaan sekä rakennuksiin että toisiinsa. Parasta olisi, jos samalta valmistajalta löytyisi tuoteperhe, jossa olisi niin paritaloihin kuin yhteisiin tiloihinkin sopiva pylväs-, pollari- ja seinävalaisinmalli. Tämän ajatuksen pohjalta tutustuin saksalaiseen valaisinvalmistajaan BEGA:an, jonka tuotteet tunnetaan jo käsitteeksi muodostuneesta laadustaan. BEGA:n ehdottomiin etuihin kuuluu poikkeuksellisen laaja valikoima erilaisia pylväs-, pollari-, seinä- ja maavaloja sekä pylväitä, lisävarusteita ja valaistuksen ohjauskomponentteja. BEGA:n valaisimet vaikuttivat sopivilta myös värien, materiaalien ja muotoilun puolesta. Tuotteilla on myös erittäin korkea suojaus sääilmiöitä ja ilkivaltaa vastaan. Sääilmiöitä ja lämpötilan vaihteluita tuotteiden toki pitikin kestää, joskaan ei samalla tavalla kuin esimerkiksi meren rannalle asennettävien valaisimien. Sen sijaan rauhallisen asuinalueen suojaisaan pihaan asennettaviin valaisimiin ei tarvittu korkeaa ilkivallankestoluokkaa, joka tarkoitti myös korkeampaa hintaa. Tuotteiden oikeampi sijoituspaikka onkin juuri isompien kaupunkien julkisissa tiloissa, kuten aukioilla. BEGA:n valinnan esteeksi nousivat lopulta liian korkea hintataso ja vähäisestä maahantuonnista johtuvat mahdolliset vaikeudet tuotteiden ja lisätarvikkeiden saatavuudessa.

Toinen tarkemman tarkastelun kohteista oli niin ikään saksalainen valaisinvalmistaja Trio Lighting, jonka tuotteilla on Suomessa hyvä saatavuus ja edullisempi hintataso. Pylväsvalaisimia ei Trion valikoimassa ole lainkaan, mutta samaa sarjaa olevia pollareita ja seinävalaisimia löytyy kiitettävä määrä. Trion valaisimissa kiehtovaa on moderni ja erottuva muotoilu, joka varmasti jakaa mielipiteitä, mutta sopii sinänsä hyvin juuri asuntomessukohteeseen. Etuihin kuuluu myös useisiin malleihin saatavilla oleva integroitu liiketunnistin, joka vastaa niin messualueen ohjeiden toivomuksiin kuin omiin kriteereihini pienestä energiankulutuksesta. Sen sijaan värilämpötilan ja ledien eliniän vaatimuksia täyttäviä valaisimia ei Trion valikoimista löytynyt, vaan ne rajoituivat monien mallien kohdalla 3000 kelviniin ja 30 000 tuntiin. Lisäksi, etenkin BEGA:an verrattuna, Trion valaisimet vaikuttivat hieman heppoisilta ”rautakauppamalleilta”, joiden heikkoutena on monesti huono asennettavuus ja riittämätön suojaus suomalaisia sääolosuhteita vastaan. Toki on huomioitava, että kyseiset valmistajat myös

kilpailevat hyvin erilaisessa hintaluokassa. Etsinnässä oli siis jonkinlainen kompromissi näistä valmistajista.

Valaisimien värimaailman suhteen päädyin alusta alkaen tummiin sävyihin. Kohteen rakennuksissa seinälaudoituksen väreinä on valkoinen ja keltainen, mutta valkoiset valaisimet luovat mielestäni liian vanhanaikaisen ilmeen ja näyttävät nopeasti huonoilta esimerkiksi likaantumisen takia. Tummat valaisimet ovat ulkonäöltään nykyaikaisempia, mutta samalla tarpeeksi ajattomia. Lisäksi värivalinnan syynä oli se, että rakennusten jotkin osat, esimerkiksi palotikkaat, räystäskourut, kaiteet sekä oven- ja ikkunanpielet, ovat väriltään tummanharmaita. Tällöin tummat valaisimet istuvat rakennusten ulkonäköön, mutta eivät erotu liian selvästi tai häiritsevästi rakenteista. Sopiviksi värisävyiksi valitsin mustan lisäksi tummanharmaan, joka valaisinvalmistajien sävyissä tarkoittaa antrasiittia tai grafiittia.

Muotoilun puolesta etsin kohteeseen selkeälinjaisia ja ajattomia valaisimia. Vaikka kohteen rakennuksissa on moderneja elementtejä, edustavat ne silti melko perinteistä suomalaista puutalorakentamista. Valaisimet eivät siis saisi edustaa liian perinteistä, eivätkä toisaalta liian moderniakaan linjaa. Myöskään liian koristeellista tai taiteellista valaisinmallia en kohteeseen halunnut, vaikka nimen puolesta Saimaan Ateljeehen se olisikin voinut sopia.

7.3 Pylväsvalaisimet

Saimaan Ateljeen kolmen tontin yhteiset pylväsvalaisimet sijoittuvat väylän varrelle, jota pitkin pihaan saapuminen ja autokatoksille ajaminen tapahtuu. Valaisimet ovat tasan välimatkan välein nurmikolla väylän reunalla ja valaisevat näin ollen sekä kulkuväylää että väylää reunustavia viheralueita. Ensimmäisissä luonnoksissa pylväsvalaisimien määrä oli taloyhtiön tarpeisiin nähden ylimitoitettu, mutta toimeksiantajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta kokonaismäärä pudotettiin kuuteen kappaleeseen.

Yöaikaisella tehonpudotuksella varustetuista malleista harkinnassa oli kolme vaihtoehtoa, joista ulkonäöltään klassisempia puistovalaisimia edustavat kotimaiset Karlux Tallas LED ja M-Light Comet LED ja modernimpaa päätä Philips StreetSaver. Kohteen

pylväsvalaisimeksi valikoitui lopulta parhaan valotehokkuuden omaava M-Light Comet LED. Valaisin on Suomessa valmistettu, muotoilultaan ajaton ja tekniikaltaan pitkäikäinen. Valaisimen ledien käyttöikäksi on ilmoitettu $L_{80 B10} = 100\,000$ h, joka tarkoittaa, että ilmoitetun ajan jälkeen 90 % ledeistä saavuttaa vähintään 80 %:n valovirran uusarvoon nähden, ja vain 10 %:lla ledeistä valovirta on tätä heikompi [24]. Pylväsvalaisimen muut ominaisuudet on esitetty alla olevassa taulukossa. Pylvääksi valitsin mustan, neljän metrin korkuisen teräspylvään, jonka tyyppiä en tarkentanut, mutta esimerkiksi Tehometin A204SK soveltuu käyttötarkoitukseen ja sopii myös ympäröivän alueen ilmeeseen hyvin.

TAULUKKO 1. Pylväsvalaisimen ominaisuudet [32]

Valmistaja	M-Light Oy
Malli	Comet LED
Valonlähde	Osram PrevaLED
Teho	35 W
Valovirta	4000 lm
Väriämpötila	4000 K
Käyttöikä	$L_{80 B10} 100\,000$ h
Väri	musta RAL9005
IP-luokitus	IP44
IK-luokitus	IK 08
Suojausluokka	II (suojaeristetty)
Liitäntälaite	Osram 4 DIM
Materiaalit	Runko: pulverimaalattu sinkitty teräs, hattu: pulverimaalattu alumiini, häikäisysoja: opaali akryylilevy, kupu: iskunkestävä akryyli
Käyttölämpötila	-40 °C – +60 °C

7.4 Pollarivalaisimet

Pollarivalaisimia yhteisiltä alueilta löytyy yhteensä seitsemän kappaletta, joista neljä on sijoitettuna leikki- ja oleskelualueen ympärille. Kolme pollaria valaisee lisäksi kävelyväyliä, joita pitkin kuljetaan autokatoksilta asunnoille. Lähimmäksi paritaloja sijoitetut

pollarit on varustettu häikäisysojilla, jotka estävät valon suuntautumisen asuinrakennuksiin ja makuuhuoneiden ikkunoihin päin. Lisäksi kaikki pollarit varustetaan 60 mm putkisovitteella, jonka avulla pollarit asennetaan maahan upotettavaan betonijalustaan. Malliksi valitsin M-Lightin valmistaman ML Bollard 6001R -valaisimen. Valintaan vaikuttivat etenkin led-moduulin huomattavan pitkä käyttöikä, moduulin vaihdettavuus, selkeälinjainen muotoilu sekä hyvät värinvalinto-ominaisuudet Ra-indeksin ollessa yli 80. Pollari on korkeudeltaan metrin, halkaisijaltaan 18 cm ja väritään grafiitinharmaa.

TAULUKKO 2. Pollarivalaisimen ominaisuudet [32]

Valmistaja	M-Light Oy
Malli	ML Bollard 6001R
Valonlähde	Vaihdettava led-moduuli
Teho	20 W
Valovirta	2800 lm
Väriämpötila	4000 K
Käyttöikä	L ₇₀ 80 000 h
Väri	harmaa RAL7024
IP-luokitus	IP44
IK-luokitus	IK 08
Suojausluokka	II (suojaeristetty)
Materiaalit	Runko: alumiinivalu, häikäisysoja: alumiini, kupu: akryyli
Käyttölämpötila	-40 °C – +60 °C

7.5 Autokatosten ja varastojen seinävalaisimet

Yhteisten alueiden seinävalaisimeksi valitsin metallirunkoisen ja muotoilultaan selkeän M-Light Sevan. Varastorakennusten seinävalaisimet sisältävät yhden 13 watin ja yhden 6 watin led-moduulin. Ne suuntaavat valonsa sekä ylös- että alaspäin, jotta näyttävän näköiset ulkorakennukset tulevat pimeässä paremmin esille. Varastorakennuksissa valaisimia on sijoitettu kaksi kappaletta pyörävaraston oven molemmin puolin sekä kaksi paritalojen puoleiselle pidemmälle sivulle. Teknisen tilan puoleisella ovella valaisimia ei ole, koska tilassa käynti on oletettu harvinaiseksi. Näin valaistus ohjaa paremmin kulkijoita ”oikealle” ovelle eli pyörävaraston suuntaan. Pidemmällä sivulla valaisimet taas valaisevat kulkuväylää, josta asuntoihin kävellään.

Autokatosten valaisin on ulkoisesti samannäköinen, mutta siinä valonlähteenä on vain yksi 13 watin moduuli ja valo suuntautuu ainoastaan alaspäin. Autokatosten ulkoseinävalaisimista neljä on sijoitettu etuseinämän yläosaan, yksi jokaisen pystypalkin kohdalle. Siten tolppien huomaaminen on helpompaa ja rakennus tulee myös paremmin esille. Etuseinällä yksi valaisin on myös sijoitettu talovaraston oven yläpuolelle. Lisäksi autokatosten molempiin päätyihin on sijoitettu yhdet seinävalaisimet, jotka valaisevat kolmannen tontin tapauksessa pyykinkuivauspaikkaa ja muiden tonttien kohdalla katosten välissä sijaitsevia parkkipaikkoja. Vieraspaiikkojen valaisu toteutettiin juuri seinävalaisimilla sen vuoksi, etteivät pylvääät tai pollarit estä lumen auraamista tontin reunoille autokatosten välistä.

Ulkoseinävalaisimeksi M-Light Seva valikoitui pääasiassa hyvän valotehokkuuden ja pitkän käyttöiän vuoksi. Valaisimen ledien L₇₀-polttoiäksi valmistaja on ilmoittanut 60 000 h ja moduuli on lisäksi vaihdettavissa. Osasyynä valintaan oli myös se, että valaisinta on saatavana grafiitinharmaana, jonka sävy RAL 7024 on täsmälleen sama, kuin varastorakennusten ja autokatosten pääovissa, ikkunaovissa, karmeissa, listoissa, kaikeissa ja talotikkaissa. Näin ollen uskon valaisimien istuvan rakennusten ilmeeseen erinomaisesti.

Autokatosten sisäseinien osalta valaisimien paikat noudattavat alkuperäistä suunnitelmaa, mutta muutin valaisimien ohjaustapaa niin, että ne ovat päällä ainoastaan tarvittaessa. Kunkin katoksen takaseinällä valaisimia on yhteensä viisi kappaletta ja jokainen syytyy itsenäisesti liikettä havaitessaan. Valaisimeksi valitsin niin ikään M-Lightin valmistaman Satela LED -tunnistinvalaisimen. Valaisin on valmistettu painevaletusta alumiinista ja varustettu 15 watin led-moduulilla, jonka käyttöikä L₇₀ on 50 000 h. Valaisimeen on integroitu liike- ja hämärätunnistin, joten autokatosten valot eivät syty turhaan silloin, kun päivänvalo on ulkona riittävästi.

7.6 Paritalojen ulkovalaistus

Paritaloista valaisimia löytyy neljä kappaletta sekä etu- että takapihan puoleisilta ulkoseiniltä. Molemmilla sivuseinillä valaisimia on kaksi. Arkkitehdin havainnekuvissa va-

laisimia oli suunniteltu takapihan puolelle myös parvekkeenkaiteiden alapuolelle. Sähkösuunnitelmista nämä valaisimet puuttuivat, mutta yhdessä toimeksiantajan kanssa päätimme lisätä ne arkkitehdin suunnitteleuille paikoille. Näin ollen valaisimet antavat rakennuksille ilmettä myös katsottaessa kohdetta alhaalta, Antellinkadun suunnasta. Malliksi valitsin norjalaisen Norlysin suunnitteleman, painevaletusta alumiinista valmistetun, grafiitinharmaan Asker-seinävalaisimen. Se on suunniteltu kestävänsä pohjoisia olosuhteita [33], josta kertoo myös valaisimen koteloitiluokka IP65. Valaisin jakaa valon ylös- ja alaspäin, ja valonlähteenä käytetään vaihdettavaa E27-kantaista lamppua. Suunnitelmissa määritin valaisimiin hankittavaksi Megamanin 10 watin led-lamput, joiden värielämpötila on muun valaistuksen kanssa yhtenäinen 4000 K.

Alkuperäisiin suunnitelmiin kaikille huoneistoille oli piirretty etupihan puolelle myös yksi pollarivalaisin ja kaksi maahan upotettavaa kohdevaloa. Pollarivalaisimen säilytin alkuperäisellä paikallaan ja tyypitin sen malliksi Airammin antrasiitinharmaaksi polttopulverimaalatus Kallio-pollarin. Valonlähteenä käytetään Megamanin 5 watin pienikuipuista led-lamppua.

Taivaalle osoittavista kohdevaloista halusin eroon, sillä ne eivät varsinaisesti valaise mitään, vaan ainoastaan aiheuttavat valosaastetta ja häikäisevät ohikulkijoita. Valaistuksen mielenkiintoisuuden säilyttämiseksi valitsin etupihoille kuitenkin maahan upotettavat led-valotiilet. Tiilet on valmistettu Suomessa käsityönä kierrätyslasista ja varustettu led-tekniikalla. Varsinaista valaistuksellista merkitystä tiilillä ei ole, vaan kyse on enemmän tunnelman luomisesta. Valotiiliä on saatavana erikokoisina, joten ne voidaan valita pihaan tulevan kiveyksen kivikoon mukaan. Mekaaniselta kestävyydeltään valotiilet ovat yhtä lujia kuin vastaavat betonikivet. Ne ovat myös täysin vedenkestäviä. [34, s. 3.] Valotiilien värielämpötilan suhteen jouduin tekemään kompromissin, sillä saatavilla oli ainoastaan hyvin lämmin ja hyvin kylmä sävy. Näistä vaihtoehtoista valitsin lämpimän sävyn, joka on valmistajan mukaan noin 2700...3300 K. Koin kuitenkin, ettei poikkeava värielämpötila olisi tässä tapauksessa häiritsevää, sillä valotiilien valoteho on hyvin himmeä ja asennuspaikka maahan upotettuna on muista valaisimista riittävän poikkeava. Toisen kompromissin jouduin tekemään siinä, etteivät valotiilien ledit ole vaihdettavissa. Niiden polttoikä on kuitenkin 50 000 tuntia, joten kohtuullisella 8 tunnin päivittäisellä käytöllä niiden voidaan olettaa kestävänsä noin 17 vuotta [34, s. 3]. Toisaalta valaisimet sulautuvat kiveykseen kokonsa ja väriyksensä vuoksi niin hyvin, etteivät ne

luultavasti näytä häiritseviltä edes valonlähteiden tultua elinkaarensa päähän. Valotii-
lien kohdalla hyvät puolet voittivat kuitenkin huonot. Suurin etu on mielenkiintoisem-
man pimeänajan ilmeen luomisessa, mutta valotiilet liittyvät myös imagoon. Led-valai-
sinta, joka on valmistettu käsityönä Suomessa kierrätysmateriaalista, kelpaa esitellä
myös messuvieraille.

7.7 Muut valaisimet

Ulkovalaistusta suunniteltaessa otin käsittelyyn myös pyörävaraston, teknisen tilan ja ta-
lovaraston sisävalaisimet. Alkuperäisissä kuvissa kytkimellä ohjattavaksi piirretyt va-
laisimet muutin omilla liiketunnistimilla varustetuiksi led-valaisimiksi. Muutos on
pieni, mutta sillä on suuri merkitys kolmesta syystä: valot eivät unohdu päälle, asennus
on nopeampaa ja valaistus on myös käyttäjäystävällisempi. Etenkin pyörävaraston koh-
dalla mukavuutta parantaa se, ettei pyörää sisään taluttaessa tarvitse hapuilla toisella
kädellä valokytkintä. Talovarasto ja tekninen tila puolestaan ovat ikkunattomia, harvoin
käytettyjä tiloja, joten kytkimellä ohjatut valot voisivat unohtua päälle pitkiksikin
ajoiksi. Valaisinmalliksi näihin kolmeen tilaan valitsin Enston AVR320 -sarjan tunnis-
tinvalaisimen, joka on varustettu 10 watin vaihdettavalla led-moduulilla. Valaisimen
kokonaisvalotehokkuus on 101 lm/W ja led-moduulin käyttöikä on 70 000 h.

7.8 Yhteenveto

Kohteen suunnittelussa valaisimien sijoittelulla varmistettiin se, että valoa on niillä alu-
eilla, joilla sitä eniten tarvitaan. DIALuxilla tekemiäni luonnosten perusteella valoisim-
pia alueita pihassa ovat yhteinen leikki- ja oleskelualue sekä jätteiden keräyspisteen
ympäristö (kuva 6). Valoa on mielestäni riittävästi myös kaikilla kulkuväylillä; väylällä,
jota pitkin pihaan ajetaan, väylillä, jotka kulkevat autokatoksilta huoneistoille ja myös
paritalojen seinustoilla, joita pitkin kuljetaan huoneistojen takapihoille ja terasseille. Si-
säänkäyntien valaistuksesta huolehtivat ulkoseinävalaisimien lisäksi myös viherpihojen
pollarit. DIALuxin perusteella valaistusvoimakkuus yhteisillä alueilla vaihtelee noin
yhden ja 20 luksin välillä. Suoraan valaisimien alapuolella valaistusvoimakkuus on suu-
rempi. Joillain alueilla luku jää myös alle yhden luksin, mutta on huomattava, ettei las-
kelmassa ole huomioitu ympäröivän valaistuksen, esimerkiksi katuvalojen ja naapuri-

talojen, vaikutusta. Pitää myös muistaa, ettei valaistuksen tasaisuus ole ulkotiloissa välttämättä hyvä piirre, vaan pihasta tekee mielenkiintoisemman se, että valaistusvoimakkuus vaihtelee eri alueilla. Hämärämmästä kohdasta näkyvä valaisin ja sen ympärillä oleva valoisampi alue myös auttaa suunnistamaan pihassa. Esimerkiksi kuvasta 7 huomataan, että pihaan tuleva tie näyttää pimeältä ensimmäisen varastorakennuksen kohdalla sekä toisen ja kolmannen autokatoksen välillä. Alueet ovat kuitenkin sellaisia, joilla ei oleskella, vaan niiden läpi ainoastaan kuljetaan kohti valoisampia alueita. Tasaistemman valaistuksen luominen olisi vaatinut ylimitoittamista, mikä oli myös alueelle luotua ohjeistusta vastaan. Kuvasta 7 nähdään myös, että valaistuksen painottamisella leveämmästä väylästä on tehty se reitti, jota ihmisten toivotaan käyttävän myös kävellen liikkuesssa. Kapeampi, paritalojen edustalta kulkeva väylä, taas on rauhoitettu matalammalla valaistustasolla vain siihen käyttöön, että omalle huoneistolle pystyy turvallisesti kulkemaan.



KUVA 6. DIALuxilla luotu näkymä kohteesta. Valaistuksen mitoituksessa painopiste on toiminnallisten alueiden ja kulkuväylien valaisussa.



KUVA 7. DIALuxilla luotu havainnekuva tonttien ulkovalaistuksesta

Valosaasteen ehkäisemiseen kohteessa on panostettu valitsemalla suurimmaksi osaksi sellaisia ledivalaisimia, jotka valaisevat vain alaspäin. Poikkeuksena ovat paritalojen ja varastorakennusten ulkoseinävalaisimet, joihin arkkitehtonisen ilmeen parantamiseksi on valittu myös ylöspäin valaisevat mallit. Niiden antama valo kuitenkin rajoittuu rakennusten räystääisiin eikä suuntaudu suoraan taivaalle. Maahan upotettavat valotiilet puolestaan ovat teholtaan niin pieniä, ettei valosaastetta pitäisi niistäkään syntyä. Valosaasteen estämiseksi kohteeseen ei myöskään valittu puita tai muita kohteita korostavia, maahan upotettavia valonheittäjiä.

Valaisimiksi on myös valittu malleja, joissa materiaalien tai muotoilun puolesta on esitetty häikäisyn syntyminen. Arveluttavaksi jäi ainoastaan se, aiheuttavatko autokatoksen takaseinälle suunnitellut tunnistinvalaisimet epämiellyttävää häikäisyä. Ajattelin asian kuitenkin niin, että katokseen ajettaessa silmät ovat jo tottuneet tiettyyn valotasoon auton omien ajovalojen ansiosta. Ajettaessa autoa sisään ajovalot vielä heijastuvat katoksen takaseinästä, joten syttyvän tunnistinvalaisimen luminanssin ei pitäisi olla silmälle liian suuri. Kävellessä saapuessa sopeutumisvyöhykkeenä taas toimii ainakin autokatoksen ulkopuoli, jossa alaspäin suunnatut seinävalaisimet valaisevat pihaa ja rakennusta. Joka tapauksessa katoksen sisäpuolella tarvitaan riittävästi valoa esimerkiksi autolle tehtäviä tarkastus- ja korjaustoimenpiteitä varten.

Häiriövalon rajoittamiseen on kiinnitetty erityistä huomiota esimerkiksi siinä, että lähempänä asuinrakennuksia käytetään pylväisvalaisimien sijasta matalampia pollarivalaisimia, joista valo ei pääse suuntautumaan ikkunoihin. Lähimpänä rakennuksia sijait-

sevat pollarit on lisäksi varustettu osittaisella näkösuojalla. Paritalojen ulkoseinävalaisimet ovat myös malliltaan sellaisia, joista valo ei tunkeudu sisälle. Myös rakennusten sijainnilla on merkitystä; esimerkiksi autokatokset rajoittavat tehokkaasti naapuriton-teille suuntautuvan valon määrää. Lisäksi ohjauksella vaikutetaan siihen, ettei valaistus häiritse yöunia; huoneistojen asukkailla on mahdollisuus sammuttaa omat valonsa kyt-kimestä. Yhteisten alueiden valaistuksessa puolestaan on tarkoituksella käytetty useam-paa kellokytkintä, jotta valaistuksen polttoaikoja voitaisiin mahdollisimman monipuol-lisesti säätää esimerkiksi asukkaiden toiveiden mukaan.

Valaisimien ulkonäön puolesta eri valmistajien tuotteista pystyi kokoamaan melko yh-tenäisen kokonaisuuden, jossa pääpaino on alumiinista valmistetuissa rungoissa, kul-mikkaissa muodoissa ja tummanharmaassa värityksessä. Pylväsvalaisimet ovat väril-tään mustia ja muodoltaan muita pyöreämpiä, mutta myös niiden sijainti on hieman erillään muista valaisimista ja lähimpänä ohi kulkevaa katua. Näin ollen ne sointuvat yhteen myös alueen katuvalaistuksen kanssa. Paritalojen metallirunkoisten ulkoseinä-valaisimien ja lasisten valotiilien välillä tyyllillisesti yhdistävänä tekijänä toimii puoles-taan viherpihan pollarivalaisin, josta löytyy molempia materiaaleja.

8 AUTOLÄMMITYS JA SÄHKÖAUTON LATAUS

Piha-alueiden sähköistykseen liittyy pohjoisissa olosuhteissa vahvasti autolämmityspis-torasioden tarve. Myös sähköautot ovat maailmalla hiljalleen yleistymässä, joten la-tauspisteiden tarve kasvaa jatkuvasti. Suomessa varsinaista läpimurtoa ei vielä sähkö-autojen yleistymisen suhteen ole näkyvissä, mutta nyt tehtävien sähkösuunnitelmien vaikutukset jatkuvat niin pitkälle, että asiaan on jo hyvä kiinnittää huomiota.

8.1 Moottorin esilämmitys

Talvikelissä auton moottorin esilämmityksellä voidaan paitsi helpottaa sen käynnistä-mistä myös vähentää pakokaasupäästöjä, polttoaineen kulutusta ja moottorin kulumista. Käyttämällä lisäksi sisätilanlämmittintä voidaan vaikuttaa ajomukavuuteen ja liikenne-turvallisuuteen, kun auton ikkunat ovat sulat ja huurteettomat liikkeelle lähdettäessä. Esilämmitys voidaan toteuttaa sähköisillä tai polttoainetoimisilla lämmittimillä. Tässä

osiossa asiaa käsitellään pääasiassa sähköisten esilämmittimien näkökulmasta. Niihin kuuluvat lohkolämmittimen lisäksi uudemmissa autoissa käytetyt letkulämmittimet ja säteilylämmittimet. [35, s. 2-6.]

Esilämmityksen hyötyjä on tutkittu pitkään ja nykyisin lämmitystä suositellaan aina ulkolämpötilan laskiessa nollan alapuolelle. Suositellut esilämmitysajat on esitetty taulukossa 3. Tutkimuksissa on osoitettu, että esilämmitetty moottori kuluttaa kylmäkäynnistettyä vähemmän polttoainetta. Säästö on yleensä sitä suurempi, mitä vanhempi auto on kyseessä. Dieselkäyttöisissä autoissa polttoainetta säästyy bensiinikäyttöisiä enemmän. Bensiinikäyttöisillä autoilla saavutettu säästö on jopa pienentynyt aiempiin tutkimuksiin verrattuna. [35, s. 4.] Vuonna 2013 valmistuneessa VTT:n tutkimusraportissa todetaan, että nykyaikaisilla polttomoottoreilla esilämmitys ei ole enää taloudellisesti kannattavaa, jos tarkastellaan pelkkää polttoaineen säästöä. Esilämmitys on kuitenkin suositeltavaa sen vuoksi, että esilämmitetyn moottorin aiheuttamat päästöt ovat kylmäkäynnistykseen verrattuna huomattavasti pienempiä, etenkin ensimmäisten neljän kilometrin matkalla. [36, s. 30.] Esilämmitys vaikuttaa muun muassa häkä-, hiilivety-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen alenemiseen [35, s. 3].

TAULUKKO 3. Suositeltavat lämmitysajat sähköisillä esilämmittimillä [36, s. 31]

Ulkolämpötila	Suosittelava esilämmitys aika
0...- 5 °C	½ - 1 tuntia
-5...-10 °C	1-2 tuntia
alle -10 °C	2-3 tuntia

Esilämmityksessä on kuitenkin muistettava, että myös sähköön tuottaminen autolämmityspistorasiaan aiheuttaa yleensä päästöjä. Yleisesti voitaneen silti sanoa, että energia on ympäristöystävällisempää tuottaa siihen tarkoitetuissa voimalaitoksissa kuin alhaisen hyötysuhteen omaavalla polttomoottorilla. Moottoria ei kuitenkaan kannata lämmitellä liian pitkään, sillä siitä ei päästöjen tai kulutuksen kannalta ole hyötyä. [35, s. 2] Suosituksia pidemmän esilämmityksen vaikutukset näkyvät ainoastaan kasvaneena sähkölaskuna.

8.2 Sähköauton lataus

Sähköautoilu kasvattaa suosiotaan jatkuvasti, joten myös tarvetta uusille latauspisteille löytyy. Suomessa latausinfrastruktuurin kehitys laahaa vielä monia maita jäljessä, mutta myös täällä pisteiden lisäämiseen on herätty. [37.] Vielä on kuitenkin vaikea arvioida, miten nopeasti sähköautot tulevat Suomessa yleistymään ja minkälainen on tulevaisuuden latauspisteiden tehontarve. [37.] Omaan työhöni liittyen kiinnostavaa on se, millaisia mahdollisuuksia sähköauton lataukseen voisi olla tavallisessa asunto-osakeyhtiössä.

Sähköautoja voidaan ladata pääasiassa kolmella eri tavalla. *Hidas lataus* tapahtuu tavanomaisesta maadoitetusta 230 V:n pistorasiasta tai 400 V:n voimapistorasiasta. Ajoneuvo liitetään valmistajan hyväksymällä liitäntäjohdolla, joka sisältää ohjaus- ja suo-jalaiteyksikön. Tällä menetelmällä latausaika on pitkä ja latausvirta rajoitetaan pieneksi. Menetelmä soveltuu sähköauton lataamiseen tilapäisesti, jos muita tapoja ei ole käytettävissä. Varsinainen sähköauton lataustapa eli *peruslataus* tarkoittaa AC-latausta standardin mukaisesta Mennekes-tyyppisestä sähköautopistorasiasta. Lataukseen käytetään ajoneuvoon kuuluvaa liitäntäjohtoa. Suurin mahdollinen latausvirta on 63 ampeeria ja latausteho maksimissaan 43 kilowattia. Kolmas tapa on *teholataus* eli niin sanottu asiointilataus. Siinä auto ladataan ulkopuolisesta tasasähkölaturista enintään 200 ampeerin latausvirralla ja 22 - 50 kilowatin teholla. Pistokkeella varustettu liitäntäjohto on liitetty kiinteästi latauspisteeseen. [38.]

8.3 Autolämmityspistorasiat

Vaikka autolämmityksen suunnittelu ei varsinaisesti opinnäytetyöhöni sisältynyt, on sillä merkitystä kohteen energiankulutuksen ja myös ympäristön kannalta. Tästä syystä jätin toimeksiantajalle omat ehdotukseni myös autolämmityksen toteutukseen liittyen. Kohteeseen oli alun perin suunniteltu tavanomaiset pistorasiakotelot, joissa lämmitystä ohjataan mekaanisella kellokytkimellä. Autolämmityspistorasioihin ja niiden ohjaukseen löytyy markkinoilta kuitenkin myös muita vaihtoehtoja, jopa Bluetooth-tekniikkaa myöten.

Tähän kohteeseen ehdotin hankittavaksi GARO:n AEL 216-2 -autolämmityskotelot, joissa ohjaus tapahtuu elektronisella, termostaattiohjatulla kellolla. Esilämmityksen

kesto määräytyy automaattisesti asetetun lähtöajan ja vallitsevan ulkolämpötilan mukaan. Näin autolämmityksen energiankulutus on optimoitu ja turhilta kustannuksilta vältytään. Termostaattiohjaus on myös käyttäjäystävällisempi. Ulkolämpötilan vaihdellessa kellokytkintä ei tarvitse käydä säätämässä ja moottori on aina riittävästi lämmitetty. Käyttäjän ei myöskään tarvitse laskea, kuinka monen tunnin kuluttua autolämmityksen pitäisi alkaa, vaan ainoastaan asettaa aika, jolloin auton on oltava lähtövalmiina. Kello-ohjaus voidaan napin painalluksella myös ohittaa, jolloin pistorasiasta on mahdollista saada tilapäistä sähköä esimerkiksi auton imurointia varten. [39, s. 3, 10.]

Jos kohteeseen hankitaan GARO:n autolämmityskotelot, on niihin mahdollista asentaa myös IDL 216-2 -pistorasiaelementti. Se sisältää kahden termostaattiohjatun autolämmityspistorasian lisäksi kaksi sähköauton lataukseen tarkoitettua pistorasiaa. Latauspisteiden lisääminen onnistuu siis ilman suuria muutostöitä, pelkät kotelon sisäosat vaihtamalla. [40.]

Saimaan Ateljeessa jokaisessa autokatoksessa on kahdeksan autopaikkaa neljää huoneistoa kohden. Kuhunkin asunto-osakkeeseen kuuluu yksi autokatospaikka ja neljä paikkaa on ostettavissa erikseen. Ensivaiheessa sähköauton latausmahdollisuudella varustettuja autolämmitysrasioita voitaisiin hankkia esimerkiksi yksi tai kaksi ja sijoittaa ne ostettavissa olevien autokatospaikkojen yhteyteen. Näin mahdolliset sähköautojen omistajat voisivat varata tietyt paikat käyttöönsä. Jos taas lataukselle ei ole tarvetta, voi paikkaa silti käyttää normaalisti auton esilämmitykseen.

Jos sähköautojen latauspisteitä hankitaan, ovat ne siis niin sanottuja hitaan latauksen pisteitä. Mikäli taloyhtiöön tulevaisuudessa koetaan tarpeelliseksi saada myös nopeampi latausasema, voitaisiin se mielestäni sijoittaa muualle kuin autokatokseen. Tontin koon puolesta olisi esimerkiksi mahdollista tehdä uusi autopaikka jonkin varastorakennuksen seinustalle. Latausasema olisi mahdollista kiinnittää varaston ulkoseinään ja sähkönsyöttö onnistuisi lyhyellä kaapelivedolla kiinteistökeskukselta. Toinen vaihtoehto olisi sijoittaa latausasema jonkin autokatoksen päätyyn ja muuntaa yksi vieraspaikoista sähköauton latauspaikaksi. Uuden kaapelin tuominen kiinteistökeskukselta onnistuisi tässä tapauksessa teknisen tilan ja autokatoksen välille asennetuissa suojaputkessa.

9 DOKUMENTOINTI

9.1 Sähkökeskukset ja energiankulutuksen mittaus

Kohteen alkuperäiset sähkösuunnitelmat eivät kaikilta osin vastanneet nykytilannetta, joten työn onnistumisen kannalta koin tärkeäksi korjata ne ajan tasalle. Esimerkiksi sähkölaitoksen liittymiskaapeleita on kuviin merkityn yhden kaapelin sijasta kolme [41]. Tämä aiheutti muutoksia myös kohteen sähkökeskuksiin. Uusissa suunnitelmissa katu-jakokaapilta tuodaan liittymiskaapeli kunkin asunto-osakeyhtiön teknisessä tilassa sijaitsevalle monimittarikeskukselle. Siihen asennetaan neljä kilowattituntimittaria, jotka mittaavat yhtiön huoneistojen kulutusta. Jokaisen huoneiston tuulikaapissa sijaitsee huoneistokohtainen ryhmäkeskus. Lisäksi monimittarikeskuksen riviliittimiltä viedään kaapeli samassa tilassa sijaitsevalle kiinteistökeskukselle ja sen omalle kWh-mittarille, joka mittaa yhtiön kaiken muun kulutuksen. Siihen sisältyy esimerkiksi teknisen tilan valaistus ja neljän huoneiston yhteinen maalämpöpumppu.

Energian mittaus kuului oleellisesti myös ulkovalaistuksen suunnitteluun. Kolmesta asunto-osakeyhtiöstä muodostuvan kokonaisuuden ollessa kyseessä on tärkeää, että asukkaat maksavat kulutetusta sähköstä mahdollisimman tasapuolisesti. Autokatoksissa ja varastorakennuksissa ulkovalaisimien määrät ovat identtisiä jokaisen yhtiön kesken. Näin ollen on luonnollista, että näiden rakennusten kulutus mitataan kyseisen yhtiön kiinteistökeskuksen kWh-mittarilla.

Pylväs- ja pollarivalaisimien kohdalla sen sijaan oli vaikeampaa tehdä jakoa siitä, mikä valaistuksen osa kenenkin kuuluu maksaa, koska valaisimet on sijoitettu epätasaisesti kolmen tontin alueelle. Määrällisesti näitä valaisimia löytyy eniten keskimmäisen tontin alueelta, koska siellä sijaitsee myös asukkaiden yhteinen oleskelualue. Näin ollen paras ratkaisu oli sijoittaa kiinteistökeskukseen pylväs- ja pollarivalaisimien lähtöihin pienet, DIN-kiskoon asennettavat kWh-mittarit. Mittarit voidaan lukea esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa ja laskuttaa sitten yhteisten alueiden valaistus kaikkien asukkaiden kesken.

Energian mittaus liittyi läheisesti myös autolämmitykseen. Jokaiseen huoneistoon kuuluu yksi autokatospaikka, joten kyseisen paikan autolämmityksen syöttökaapeli tulee suoraan huoneiston ryhmäkeskukselta. Autolämmitys sisältyy siis huoneiston muuhun

kulutukseen. Koska autolämmityskotelo on kuitenkin kahdelle paikalle yhteinen, ehdotin hankittavan kotelon tyypiksi mallia, jossa on jaettu ovi. Näin voidaan varmistua, ettei väärinkäytöksiä tapahdu ja jokainen asukas maksaa sähkölaskussaan vain oman autonsa lämmityksestä. Neljän ostettavissa olevan autokatospaikan kulutukseen sen sijaan ei ole omia mittareita, mutta kiinteistökeskuksiin varasin niitä varten ylimääräistä tilaa. Näin kWh-mittarit voidaan pienellä vaivalla lisätä kohteeseen myös jälkikäteen. Energiankulutusmittarit on mahdollista sijoittaa myös suoraan autolämmityskoteloihin.

9.2 Suunnitelma-asiakirjat

Suunnittelutyön tuloksena päivitin suunnitelma-asiakirjat ajan tasalle. Osa kuvista oli kokonaan uusia ja osaan riitti alkuperäisiin kuviin tehdyt korjaukset. Toimeksiantajan ja sähköurakoitsijan käyttöön valmistuivat päivitettyt sähköpiste- ja johdotuskuvat kaikista autokatoksista ja varastorakennuksista sekä kahdesta ensiksi rakennetusta paritalosta. Korjasin myös huoneistojen ryhmäkeskuskaavioissa olleita ristiriitoja sekä päivitin kiinteistökeskusten ja monimittarikeskusten pääkaaviot vastaamaan nykytilannetta. Laadin myös nousujohtokaavion, joka kohteesta puuttui kokonaan. Tämän lisäksi piirsin uuden asemapiirroksen, jossa näkyvät pihavalaisituksen ja autolämmityksen kaapelointi sekä pylväs- ja pollarivalaisimien paikat. Asiakirjoihin sisältyy myös laatimani valaisinluettelo, josta näkyvät käytetyt positionumerot, valaisimien tiedot, sähkönumerot, asennustavat, lukumäärät sekä valaisimissa tarvittavat lamput ja lisävarusteet.

Piirsin myös sähköurakoitsijan käyttöön piirikaaviot, joista selviää ulkovalaistuksen ohjauksen kytkentä. Lisäksi kirjoitin ulkovalaistusta ja autolämmitystä koskevan sähkötyöselityksen, jossa on annettu suunnitteludokumentteja täydentäviä tietoja. Sähkötyöselitys sisältää myös käytännön ohjeita asennusta varten, esimerkiksi AstroDIM:in ohjelmointiin ja hämäräkytkimien säätöihin liittyen. Lopuksi laadin tekemistäni kuvista piirustusluettelon ja numeroin dokumentit johdonmukaisesti.

10 POHDINTA

Suunnitteludokumenttien ja valaisimista annettujen tietojen perusteella tämän ulkova-laistuksen voidaan todeta täyttävän omani ja toimeksiantajan vaatimukset sekä vastaa- van myös Kirkonvarkauden alueen ohjeistusta. Valaistus ei ole aivan yhtä niukkaa kuin ohjeissa ehdotettiin, mutta pitää huomioida, että kyseessä on asunto-osakeyhtiö. Pihaa saattaa käyttää päivittäin noin kolmekymmentä eri-ikäistä asukasta, joten valoa pitää olla riittävästi. Itse olen tyytyväinen erityisesti valaisimien valotehokkuuteen ja pitkään käyttöikään. Esimerkiksi pylväsvalaisimilla ledien käyttöikäksi on ilmoitettu 100 000 tuntia. Jos valaisimia poltetaan keskimäärin noin 11 tuntia vuorokaudessa eli noin 4000 tuntia vuodessa, voivat ledit kestää vaihtamatta jopa 25 vuotta. Yöaikaisen himmennyk- sen ansiosta aika voi olla jopa pidempi. Neljännesvuosisata on kuitenkin pitkä aika eten- kin tekniikan kehityksessä. Onhan mahdollista, että silloin ledien korvaajaksi on jo kek- sitty vielä energiatehokkaampi ratkaisu. Sitä ennen tämä valaistus palvelee kuitenkin asukkaita tavoitteiden mukaisesti eli pienillä energiakustannuksilla, riittävällä valon määrällä ja vähäisellä huollontarpeella.

Parantamisen varaakin olisi vielä ollut energiankulutuksessa ja käyttäjien tarpeiden huomioimisessa. Olisin halunnut kohteeseen vielä enemmän liiketunnistimia, jotta esi- merkiksi mäessä olevat pylväsvalaisimet kirkastuisivat yöaikaan pihaan saapuville ja- lankulkijoille. Tämä olisi kuitenkin vaatinut ns. älykkäämpiä ohjausratkaisuja ja siten nostanut kokonaisuuden hintaa. Toisaalta kohteen kaapelointi ja pihan putkitukset mah- dollistavat myös muutoksia. Viisijohtimisen kaapelin käyttö mahdollistaisi esimerkiksi DALI-järjestelmän käytön. Asuntomessujen mittapuulla valaistusta tai ainakin sen oh- jausta saatetaan nyky muodossa pitää jopa hieman mielikuvituksettomana. On kuitenkin tärkeää muistaa, ettei asuntomessuille suunniteltaessa tehdä ainoastaan kuukauden kes- tävää näytöstilaisuutta, jonka tavoitteena on herättää mahdollisimman paljon keskuste- lua, vaan keskiössä ovat asukkaat, jotka tulevat käyttämään kohdetta ja sen valaistusta messujen jälkeen kymmeniä vuosia. Uutta ja hienoa tekniikkaa ei kannata laittaa vain sen takia, että se on uutta ja hienoa. Tärkeämpää on, että lopputulos on järkevä ja koko- naiskustannuksiltaan riittävän alhainen.

Mielestäni tämä kokonaisuus on elinkaarikustannuksiltaan järkevä ja *kustannustehokas*, mikä oli myös yksi messujen teemoista. *Saimaa, järvi ja vesi* puolestaan näkyy esimerkiksi siinä, että paritalojen puoleisella osalla pihaa käytetään vain matalia pollarivalaisimia, joten valaisinpylväät eivät ole häiritsemässä näkymää Saimaalle. Samoilla pollareilla on merkitystä myös *Uusiutumisen*-teeman kannalta, eli häiriövalon estämisellä ja lähimpänä asuinrakennuksia olevien valojen iltaisella sammutuksella taataan asukkaille hyvät yöunet. Neljäs teema näkyy siinä, että ulkovalaistuksen ansiosta asukkaat voivat liikkua turvallisesti, tunnistaa vastaantulijat ja oleskella pihalla pidempään illalla. Näin ollen valaistus tukee sitä, että heillä on henkisesti, fyysisesti ja sosiaalisesti *kaikki kunnossa*.

Hieman vahingossa yhdeksi työn teemaksi nousi se, että kohteessa käytetään paljon kotimaisten valmistajien valaisimia. Tämä on tietysti hyvä asia paitsi työpaikkojen säilymisen ja talouden kannalta, mutta myös siksi, että valaisimien voidaan olettaa olevan paremmin pohjoismaisiin sääolosuhteisiin suunniteltuja. Valaisinluettelon kahdeksasta eri valaisinmallista seitsemän on suomalaisen valmistajan tekemiä. Suomen Lasinjalostus Oy:n valotiilet ja osa M-Lightin valaisinmalleista on myös valmistettu Suomessa. Ainoa ulkomaista valmistajaa tästä joukosta edustaa norjalainen Norlys, joka sekin painottaa tuotteidensa sopivuutta skandinaaviin, vaihteleviin ilmasto-olosuhteisiin.

Hyvä valaistus on lähes aina jonkinlainen kompromissi. Kaikkia osapuolia on vaikea miellyttää ja mielipiteitä jakavat niin valon määrä ja valon väri kuin valaisimien ulkonäkökin. Vaikka valaistus olisi toteutettu kaikin puolin laadukkailla tuotteilla ja riittäväällä valon määrällä, saattaa sähkölaskun maksava taho olla sitä mieltä, että vähemmäläkin olisi pärjätty. Hinta ja laatu kulkevat pitkälti käsi kädessä, joten erimielisyydet liittyvät varmasti usein juuri hankinta-, asennus- ja energiakustannuksiin. Vaikka valaisimet olisi valittu tarkasti käyttökohteen, paikallisten lakien, säädösten ja sääolosuhteiden, arkkitehtonisen tyylin ja estetiikan perussääntöjen mukaan, on silti suuri merkitys myös ihmisten henkilökohtaisilla mieltymyksillä ja sillä, mihin on totuttu. Usein valon vaikutus tulee ilmi, kun vanha valaistus uudistetaan. Uudiskohteissa, joissa vertailukohdtaa ei ole, saattaa havainnoitsijan huomio kiinnittyä enemmän niihin asioihin, joista ei pidä. Hyvä valaistus huomataan, mutta paras valaistus voi olla niin toimiva ja luonnollinen, ettei siihen edes kiinnitä huomiota. Suomessa pimeää aikaa riittää niin paljon, että mielestäni on ihmeellistä, ettei laadukkaaseen ulkovalaistukseen ole vielä kiinnitetty

enemmänkin huomiota. Asia on onneksi muuttumassa; valaistuksen tärkeys ymmärretään yhä laajemmin ja valaistuksen osuutta pohditaan paremmin kaikenlaisissa hankkeissa. Ledien ja nykyaikaisten ohjausjärjestelmien myötä laadukas valaistus on nykyään helpompi toteuttaa eikä sen käyttäminen ole enää kallista.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön tekeminen oli hyvin mielenkiintoista ja olen tyytyväinen, että pääsin vaikuttamaan tämän kohteen lopputulokseen omalla työlläni. Jos pihavalaisuksen suunnittelu olisi jätetty puolitiehen, olisi valaistusratkaisut luultavasti jouduttu tekemään lyhyellä aikataululla ja osittain liian myöhään. Tällöin huomiota olisi mitä luultavammin kiinnitetty enemmän hankintakustannuksiin ja vähemmän käytön aikaisiin kustannuksiin tai valaistuksen toimivuuteen. Pysin opinnäytetyössäni käsittelemään asioita monesta näkökulmasta ja käyttämään useita lähteitä. Hieman epäinsinöörimäisesti tavoitteena oli pelkän teknisen mitoituksen sijaan tuoda esille myös muita seikkoja, joita valaistuksen suunnittelussa on otettava huomioon. Omiin kiinnostuksen kohteisiini ammatillisesti ja vapaa-ajalla kuuluvat paitsi valaistus ja erityisesti ulkovaistukset, myös asumiseen liittyvät asiat ja ympäristönäkökohtien huomioiminen. Näin ollen oli hienoa päästä suunnittelemaan tätä valaistusta juuri asuntomessuille.

LÄHTEET

1. Asunto Oy Saimaan Ateljee. Rakennusliike Avikainen Oy. PDF-dokumentti. <http://www.rkl-avikainen.fi/wp-content/uploads/Ateljee-esite.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2016.
2. Yritys. Rakennusliike Avikainen Oy. WWW-dokumentti. <http://www.rkl-avikainen.fi/yritys/>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2016.
3. Organisaatio. Suomen Asuntomessut. WWW-dokumentti. <http://asuntomessut.fi/organisaatio>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2016.
4. Saimaansivu. Mikkelin kaupunki. WWW-dokumentti. www.saimaansivu.fi. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2016.
5. Valaistustieto. Motiva Oy. WWW-dokumentti. <https://valaistustieto.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 16.12.2016.
6. Valon kaupunki. 2016. Jyväskylän kaupunki. WWW-dokumentti. <http://valonkaupunki.jyvaskyla.fi>. Päivitetty 26.9.2016. Luettu 21.12.2016.
7. Äijälänrannan valaistusperiaatteet. Jyväskylän kaupunki. PDF-dokumentti. <http://docplayer.fi/4449542-Annukka-larsen-valon-kaupunki-koordinaattori-jyvaskylan-kaupunki.html>. Ei päivitystietoa. Luettu 18.12.2016.
8. Jyväskylä – Äijälänranta: Valaistuksen yleissuunnitelma. 2011. Jyväskylän kaupunki. PDF-dokumentti. <http://docplayer.fi/4449760-Jyvaskyla-aijalanranta-valaistuksen-yleissuunnitelma-11-5-2011.html>. Päivitetty 11.5.2011. Luettu 18.12.2016.
9. Tiensuu, Antti 2010. Uusi valaistuskirja. Helsinki: Viherympäristöliitto ry.
10. Lehtonen, Hanna 1996. Ulkovalaistus viheralueilla. Helsinki: Hämeen ammattikorkeakoulu: Lepaa ja Viherympäristöliitto ry
11. Varsila, Markku 2016. Valaistusvoimakkuus ja käännteinen neliölaki. VALO-lehti 2/2016, 34.
12. Fagerhult Oy 2011. Indoor Lighting Solutions – Luettelo 2012-2013.
13. Stähle, Riittamaija 2015. Ihmeellinen valomaailma. Sähkö & Tele 8/2015, 26-27.
14. Näin vertaillet ledivalaisimia. 2013. Teknologiateollisuus ry. PDF-dokumentti. http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/jasenet_ryhmat_valaisinvalmistajat_led-vertailu-20130912.pdf. Päivitetty 12.9.2013. Luettu 7.1.2017.
15. Sähkölaitteiden suojausluokat. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry. WWW-dokumentti. https://www.stek.fi/Sahkojarjestelmat/Sahkoasennuksen_suojaus/fi_FI/Sahkolaitteiden_suojausluokat/. Ei päivitystietoa. Luettu 10.1.2017.
16. Ahoranta, Jukka 2006. Sisäjohtoasennukset. Helsinki: WSOY.

17. Tiainen, Esa 2013. D1-2012: Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Sähköinfo Oy.
18. Valon varjopuolet: Perustietoa valosaasteesta. 2013. Suomen ympäristökeskus. PDF-dokumentti. http://www.academia.edu/18125632/Valon_varjopuolet_Perustietoa_valosaasteesta. Ei päivitystietoa. Luettu 18.1.2017
19. Ecodesign. 2009. European Commission. WWW-dokumentti. http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en. Päivitetty 24.1.2017. Luettu 24.1.2017.
20. BEGA 2016. Das gute licht -tuotekuvasto.
21. 15 kohdan tarkistuslista parhaan ulkovalaistussovelluksen valintaan. Glamox Luxo Lighting. WWW-dokumentti. <http://glamox.com/fi/15-kohdan-tarkistuslista-parhaan-ulkovalaistussovelluksen-valintaan>. Ei päivitystietoa. Luettu 24.1.2017.
22. Hillgén, Elisa 2017. Sähköpostihaastattelu 18.1.2017. Valaistussuunnittelija.
23. Khanh, Tran Quoc, Bodrogi, Peter, Vinh, Quang Trinh & Winkler, Holger 2014. LED Lighting: Technology and Perception. Singapore: Wiley-VCH.
24. LED. Glamox Oy. WWW-dokumentti. <http://glamox.com/fi/led>. Ei päivitystietoa. Luettu 26.1.2017.
25. Ledifaktat. Suomen Valoteknillinen Seura ry. WWW-dokumentti. <http://www.valosto.com/toimintaryhmat/leditietoa/ledifaktat>. Ei päivitystietoa. Luettu 26.1.2017.
26. Ulkotilat ja led-valaistus. Glamox Oy. WWW-dokumentti. <http://glamox.com/fi/ulkotilat-ja-led-valaistus1>. Ei päivitystietoa. Luettu 26.1.2017.
27. Saarikko, Marja 2015. Uutta älyä kaupunkivalaistukseen. Sähkö & Tele 8/2015, 8-9.
28. Valo seuraa kulkijaa! Ylistönmäen ledireitti. 2016. Jyväskylän kaupunki. PDF-dokumentti. http://valonkaupunki.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/valonkaupunkistructure/80377_Led_esite_2016_www.pdf. Päivitetty 26.9.2016. Luettu 29.1.2017.
29. Älykäs valaistus. Philips. WWW-dokumentti. <http://www.lighting.philips.fi/ratkaisut/alykas-valaistus.html>. Ei päivitystietoa. Luettu 29.1.2017.
30. Technical application guide 3DIM feature: DALI, StepDIM, AstroDIM. 2015. Osram. PDF-dokumentti. https://www.osram.com/osram_com/news-and-knowledge/oem-news/2015/new-4dim-and-updated-3dim-technical-application-guides-available/index.jsp. Ei päivitystietoa. Luettu 29.1.2017.
31. Kangasniemeläisyrittäjä valmistaa asuntomessualueen pylväät varsinaisena lähituohtantona – raaka-aine kaadettiin tonteilta. 2016. Länsi-Savo 20.07.2016.
32. Piha- ja puistovalaisimet. M-Light Oy. WWW-dokumentti. <http://www.m-light.fi/fi/tuotteet/tuotteet/piha-ja-puistovalaisimet>. Ei päivitystietoa. Luettu 1.2.2017.

33. Norlys – Producer of high quality outdoor lighting for the professional lighting business. Norlys. WWW-dokumentti. <http://www.norlys.com/?CatID=1188>. Ei päivitystietoa. Luettu 7.2.2017.
34. LEDStone Tuotekatalogi 2015. 2015. Suomen Lasinjalostus Oy. PDF-dokumentti. https://issuu.com/villenieminen/docs/suomenlasinjalostus_katalogi2015_fi. Päivitetty 26.5.2015. Luettu 7.2.2017.
35. Vältä kylmäkäynnistystä, muista esilämmitys. 2013. Motiva. PDF-dokumentti. https://www.trafi.fi/filebank/a/1384163675/a086270b8726a9d2d2faeb35b7463044/13594-Moottorin_esilammitus_www_versio.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 8.2.2017.
36. Henkilöauton moottorin esilämmityksen vaikutus päästöihin ja energian kulutukseen. 2013. VTT. PDF-dokumentti. http://www.motiva.fi/files/9247/Henkiloauton_moottorin_esilammituksen_vaikutus_paastoihin_ja_energian_kulutukseen_VTT-R-06328-13.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 8.2.2017.
37. Forstén, Erika 2015. Älyä ja palveluita lataukseen. Sähkö & Rakentaminen 2015, 18-19.
38. Forstén, Erika 2015. Sähköautojen lataustavat. Sähkö & Rakentaminen 2015, 20.
39. Pistorasiakotelot. GARO. PDF-dokumentti. <http://www.garo.fi/fileadmin/garofi/Kataloger/K0906FI.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 9.2.2017.
40. Autolämmityskotelot, Latausasemat. GARO. PDF-dokumentti. http://www.garo.fi/fileadmin/garofi/Latauselementti_IDL_216-2_kWh__34_510_00__13.08.2012.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 9.2.2017.
41. Vaarasuo, Ilkka 2016. Sähköpostikeskustelu 21.11.2016. Suunnitteluinsinööri. Etelä-Savon Energia Oy.