

Jonne Järvinen

# Ateneumin näyttelyvalaistuksen hankesuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri YAMK

Rakentaminen, talotekniikka

Opinnäytetyö

15.11.2015

Tekijä Otsikko	Jonne Järvinen Ateneumin näyttelyvalaistuksen hankesuunnitelma
Sivumäärä Aika	38 sivua + 1 liite 15.11.2015
Tutkinto	insinööri YAMK
Koulutusohjelma	rakentaminen
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	lehtori Tapio Kallasjoki toimitusjohtaja Kalevi Hämäläinen
<p>Työn tavoitteena oli tutkia ja selvittää erilaisten järjestelmien soveltuvuus Ateneumin näyttelyvalaistuksen peruskorjaukseen. Uuden järjestelmän helppokäyttöisyys ja soveltuvuus arvotaiteen valaistukseen edellytti laajoja tutkimuksia myös erikoisvalaistuksen osalta. Nykyiset valaistusjärjestelmät ovat laajoja kokonaisuuksia ja niiden väyläpohjainen ohjaus tekee mahdolliseksi toteuttaa valaistus usealla eri tavalla. Tarjolla olevien vaihtoehtojen sekä niiden toteutus- ja käyttökustannusten tutkinta mahdollistivat tehoiltaan ja kustannuksiltaan parhaiden järjestelmien valinnan hankesuunnitelmatekstiin.</p> <p>Työssä läpikäytiin monia Ateneumin sähköverkon kannalta tärkeitä kuntotutkimuksia ja selvityksiä, jotka liittyivät verkon ja laitteiden nykytilaan. Työtä varten teetettiin erillisenä opiskelijoiden harjoitustyönä tutkimus jakokeskusten nykytilasta sekä mahdollisista saneeraus- ja muutostyövaihtoehtoista. Työ tehtiin johdollani ja siinä hyödynnettiin kaikkea käytettävissä olevaa materiaalia.</p> <p>Lopullinen hankesuunnitelmateksti laadittiin Senaatti-kiinteistöjen ja Kansallisgallerian käyttöön ohjaamaan jatkosuunnittelua ja helpottamaan myöhempiä hankintoja. Lopullisiin tavoitteisiin päästiin huolellisten ja tarkkojen taustatöiden avulla.</p> <p>Työn edetessä löydettiin uusia kehitystarpeita. Sen vuoksi järjestelmiä koskevien perusratkaisujen piti olla helposti muunneltavissa, varsinkin kun laitteistot kehittyvät koko ajan yhä paremmiksi ja monipuolisemmiksi.</p> <p>Pidemmällä aikavälillä on välttämätöntä perehdyttää käyttäjät käytössä olevien järjestelmien hallinnan lisäksi uusien kumppanussopimusten solmimiseen myös uusien laite- ja järjestelmätoimittajien kanssa.</p>	
Avainsanat	valaistus, valon ohjaus, energian säästö, kulutus

Author Title	Jonne Järvinen The lighting project plan for the art museum Ateneum
Number of Pages Date	38 pages + 1 appendix 15 November 2015
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Building Services Engineering
Instructors	Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer Kalevi Hämäläinen, Managing Director
<p>The aim of this thesis was to study and compare the suitability of different kinds of lighting systems for the renovation project of the art museum Ateneum in Helsinki. The main goal of the renovation was to ensure not only the suitability of the illumination for art, but also the ease of use of the system. Therefore, a comprehensive study of the special lighting and systems was conducted.</p> <p>Several major condition survey reports of the wiring and equipment were scrutinized. The current state of the wiring and equipment was also surveyed by a student group under the supervision of the thesis writer.</p> <p>A final project plan was written to guide the next design phase, as well as future acquisitions. As the Master's thesis proceeded, new development needs were recognized. Therefore, and due to the constant evolution of lighting systems, the system solutions must be easily modified.</p> <p>In the future, it is necessary to train the system users to take advantage of all the system features and to create partnership agreements with new device and system suppliers.</p>	
Keywords	lighting, lighting control, energy saving, consumption

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Ateneumin taidemuseo	1
1.2	Rakennuksen historia ja tekninen kunto	3
1.3	Tarpeet	4
2	Valaistus	5
2.1	Valaistuksen perusteet	5
2.2	Valaistuksen kehitys	6
2.3	Valaistuksen nykytilanne	6
3	Valaisimet	7
3.1	Valonlähteet	7
3.2	Optiikat ja heijastimet	9
3.3	Liitäntälaitteet	10
4	Ohjausjärjestelmät	11
4.1	Perinteiset valonsäätimet	11
4.1.1	0-1-ohjaus	11
4.1.2	Vaihekulmasäätö	12
4.1.3	Liiketunnistimet ja sekä broadcast-säätimet	12
4.2	Modernit väyläohjaukset	13
4.2.1	DMX 512	14
4.2.2	DALI	15
4.2.3	DSI	17
4.2.4	1-10 V	17
5	Valaistuksen laadun päätekijät museoissa	17
5.1	Yleiset tilat	18
5.2	Näyttelytilat	19
5.2.1	Häikäisy	20
5.2.2	Säädettävyys	21
5.2.3	Luksitunnit	22
6	Case Ateneum	23
6.1	Nykytilanne ja kuntokartoitus	23
6.2	Tarveselvityksessä esille tulleet käyttäjän tarpeet	25

6.3	Tutkitut vaihtoehdot	26
7	Vertailut ratkaisut	28
7.1	Valaistus ja kiskot	28
7.2	Keskukset	30
7.3	Energian säästö, valaistus ja jäähdytys	32
8	Päätelmät	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Ateneumin valaistuksen hankesuunnitelma (15 sivua)	

# 1 Johdanto

## 1.1 Ateneumin taidemuseo

Ateneumin taidemuseo on kenties merkittävin Suomen Kansallisgallerian taidekokoelmaa esittelevistä museoista. Kaksi muuta ovat nykytaiteen museo Kiasma ja Sinebrychoffin taidemuseo.

Valtiollistamisen yhteydessä vuonna 1990 vanhan Ateneumin taidemuseon kokoelmat jaettiin uuden Ateneumin taidemuseon ja Kiasman kesken. Tällä hetkellä Kiasman kokoelmissa ovat vuonna 1960 ja sen jälkeen uransa aloittaneiden taiteilijoiden tuotannot, kun sitä vastoin Ateneumin kokoelmat esittelevät Suomen taiteen vaiheita 1700-luvun puolivälin kustavilaisista ajoista aina 1950-luvun modernismin aikakauteen. Lisäksi Ateneumilla on edustava kansainvälisen taiteen kokoelma, johon kuuluu mm. joukko Vincent van Goghin, Paul Gauguinin, Paul Cézannen, Fernand Légerin ja Marc Chagallin teoksia.

Kokoelmien kartuttaminen alkoi Suomen Taideyhdistyksen toiminnan ensimmäisinä vuosina 1840-luvun loppupuolella. Toisaalta kyseinen Taideyhdistys hankki itse muutamia saatavilla olevia ja kokoelmien kannalta tärkeitä teoksia, toisaalta se otti vastaan lahjoituksia.

Vuonna 1863 Suomen Taideyhdistyksen hoitama ja kartuttama teosvalikoima asetettiin yleisön nähtäväksi ensimmäisen kerran ja vuodesta 1864 lähtien valtiovalta alkoi avustaa säännöllisesti yhdistyksen piirustuskoulua hankkimalla malliteoksia valtion varoilla. Uusi "miljoonapalatsiksi" kutsuttu Ateneum valmistui vuonna 1887, ja Suomen Taideyhdistyksen kokoelmia päästiin sen suojissa esittelemään yleisölle ensi kertaa 13.10.1888. Kuviossa 1 on kuva Ateneumin julkisivusta Rautatietorin suuntaan. Rakennuksen nimeksi vahvistettu Ateneum viittaa kreikkalaiseen Pallas Atheneen, joka oli viisauden ja sodankäynnin jumalatar. Hänet tunnettiin myös kaupunkien ja valtioelämän vaalijana.



Kuvio 1. Ateneumin päärakennus [1]

Viime vuosisadan alun merkittävimmän lahjoituksen teki lääketieteen lisensiaatti Herman Frithiof Antell, joka lahjoitti taidekokoelmansa lisäksi varat sen jatkuvaa kartuttamista varten. Antellin kokoelmaa täydennettiin sittemmin mm. van Goghin, Gauguinin, Cézannen ja Munchin teoksilla, joiden hankkimista aikalaiset kummastelivat, koska monen mielestä kotimaiset Akseli Gallen-Kallela, Albert Edelfelt ja Hugo Simberg tuntuivat kiinnostavammilta ja siten myös turvallisemmilta taitelijavalinnoilta.

Museon oma ostolautakunta keskittyi enimmäkseen kotimaisen taiteen hankkimiseen. Varat eivät tosin aina riittäneet edes siihen. 1920-luvun lopussa museossa oltiin jo hyvin huolestuneita, koska kotimaisen taiteen kokoelmiin jäi pahoja aukkoja.

1950- ja 1960-luvuilla Ateneumin taidemuseo haluttiin nostaa yleiseurooppalaiselle tasolle ja erääksi keinoksi määriteltiin ulkomaisen nykytaiteen hankinta. Määrät eivät kuitenkaan olleet vuosisadan alun hankintamääriä suuremmat. Pääpaino oli edelleen kotimaisessa taiteessa, kuten Kansallisgallerian tehtäviin kuuluikin.

1900-luvun viiden ensimmäisen vuosikymmenen aikana museo sai runsaasti arvokkaita lahjoituksia, mutta sen jälkeen käytäntö muuttui. Yhteiskunnallinen tilanne vakiintui, ja toivo taloudellisesta nousukaudesta korvasi sotavuosien turvattomuuden tunteen. Myös suurlahjoittajien aika näytti olevan ohi. Onneksi museo oli jo saanut suuren määrän vuosisadan vaihteessa eläneiden mestarien teoksia.

Ateneumin taidemuseo täydentää kokoelmaansa vuosittain. Ensimmäinen itsenäistymisen jälkeen tehty suuri ostos oli Helene Schjerfbeckin nuoruuden omakuva, joka hankittiin museoon Ateneumin ystävät ry:n tuella.

Viime vuosina Ateneum on pitkästä aikaa saanut vastaanottaa huomattavia lahjoituksia yksityishenkilöiltä. Näistä mainittakoon mm. Ester ja Jalo Sihtolan Taidesäätiön taidekokoelma, Yrjö ja Nanny Kauniston kokoelma sekä Rolando ja Siv Pieraccinin kokoelma. [1]

## 1.2 Rakennuksen historia ja tekninen kunto

Ateneumin rakennuksessa, joka valmistui vuonna 1887, sijaitsivat Ateneumin taidemuseon lisäksi myös Taideteollinen korkeakoulu vuoteen 1982 asti ja Suomen Taideyhdistyksen piirustuskoulu. Jälkimmäisen nimi tosin muutettiin vuonna 1939 Suomen Taideakatemian kouluksi ja edelleen vuonna 1985 Kuvataideakatemiaksi.

Ateneumin taidemuseo toimi väliaikaisissa tiloissa Kansakoulukadun varrella koko Ateneumin rakennuksen peruskorjauksen ajan, joka alkoi vuonna 1985. Remontti kesti yli kuusi vuotta, joten uusittu Ateneum avattiin yleisölle vasta toukokuussa 1991. Kun Kiasma valmistui keväällä 1998, Ateneumin nykytaiteeseen kuuluvat teokset siirrettiin sinne. [2]

Ateneumin rakennuksessa on tehty vuosien 2014 ja 2015 aikana vesikattoon ja ullakko-tiloihin liittyviä peruskorjauksia, jotka ovat olleet lähinnä rakennusteknisiä. Samaan aikaan talotekniikan työt ovat olleet vain muuta korjaustyötä tukevia. Koska rakennuksen sähkötekniikkaa ei ole uusittu vuosina 1985—1991 tehdyn peruskorjauksen jälkeen, varsinkin näyttely- ja yleisvalaisimet ovat tekniikaltaan käyttöikänsä päässä. Esimerkiksi näyttelyvalaisimet koostuvat saksalaisen Ercon valmistamista halogeenivalaisimista. Valaisimiin tarkoitetut himmeät ympärisäteilevät halogeenilamput ovat jo poistuneet markkinoilta tiukennettujen energiamääräysten takia 1.9.2009. Lisäksi valaisimien yksittäistehot ovat noin 100 W, joten niistä aiheutuu merkittävä lämpökuorma koko rakennukselle. Kulloinkin käytössä olevien valaisimien lukumäärä riippuu tietysti käynnissä olevista näyttelyistä ja esillä olevasta taiteesta. Sen vuoksi asiaa tutkittiin ja päädyttiin lopulta arvioon, joka tarkoittaa keskimäärin 765 samanaikaista käyttöä. Laskelmissa otetaan huomioon maksimikuormitus. Kartoituksessa määriteltiin nykyisten virtakiskojen metrimäärä ja siihen 1,5 metrin välein kiinnitettävät valaisimet. [3]



Ercon valaisimet ovat laadukkaita ja taiteen valaisuun soveltuvia tuotteita. Ne ovat pitkään olleet taidemuseoiden suosiossa. LED-tekniikan esiinmarssi on kuitenkin aiheuttanut päänvaivaa museoille. Erityisen haastavaksi on osoittautunut uuden tekniikan soveltaminen museon nykyisiin tarpeisiin. [4]

Tässä yhteydessä näyttämötiloihin liittyvät valoullakot on tarkoitus restauroida varautumalla niiden valaistuksessa standardoituun DALI-ohjaukseen (Digital Addressable Lighting Interface). Se tarkoittaa sitä, että valaisimet on varustettu DALI-liitäntälaitteilla ja niitä varten asennetut erilliset jakokeskukset on varustettu riittäväillä varatiloilla ohjauskomponentteja ja riviliittimiä varten. Valaistus tullaan liittämään osaksi näyttelytilojen muuta valaistusta, mutta valaisimissa ei oteta huomioon Tunable white -ominaisuutta, jossa valkoisen valon värilämpötilaa muutetaan. Kaikki tekniset ratkaisut toteutetaan tässä yhteydessä insinööritoimisto Stacon Oy:n suunnitelmien mukaan. [5]

### 1.3 Tarpeet

Valaistustekniikka elää tällä hetkellä voimakasta murrosta, joka on aiheutunut varsinkin energiatehokkuudeltaan huonojen lamppujen poistumisesta markkinoilta ja sitä myötä LED-tekniikan yleistymisestä. LED-tekniikka on tehnyt mahdolliseksi ottaa käyttöön monia uusia elektronisia sovelluksia ja erilaiset ohjaustekniikat ovat nykypäivän valaistuksessa jo arkipäivää. Yleensä valaistuksen päätehtävänä on näkemisen helpottaminen. Sen vuoksi valaistusstandardi EN 12464-1 asettaa tarkat määritelmät erilaisten tilojen valaistussuunnittelulle ja antaa niille selkeät valaistussuosituksen. Taiteen valaistukseen kyseinen valaistusstandardi ei sellaisenaan sovellu, koska näyttelyvalaistuksella ei pyritä parantamaan pelkästään näkemistä vaan tukemaan myös sen esittämistä. Esimerkiksi maalaustaiteessa voidaan eri valomäärillä ja suuntauksilla korostaa taideteoksen eri ulottuvuuksia kulloinkin tarkoitukseen sopivalla tavalla. [35, s.56.]

Koska Ateneumin taidemuseo toimii taiteen esittelypaikkana, jossa valaistustarpeet vaihtelevat, sen tarvitsemien valaisimien ja ohjausjärjestelmien valinnassa on oltava hyvin huolellinen. Sen vuoksi tässä yhteydessä on tutkittu erilaisia teknisiä ratkaisuvaihtoehtoja ja käyty läpi niiden ominaisuuksia. Kohteen käyttäjän mukaan tärkein lähtökohta on se, että hahmotellaan jo hankesuunnitelmavaiheessa selkeä, helppokäyttöinen, energia- tehokas, monipuolinen ja laadukas valaistusjärjestelmä. [6]

## 2 Valaistus

Valaistus on nykyisen talotekniikan tärkeimpiä osa-alueita, sillä entisen näön helpottamisen lisäksi se liittyy läheisesti myös rakennuksen arkkitehtuuriin.

### 2.1 Valaistuksen perusteet

Valonlähteiden, valojen ja tilojen valaistuksen suunnittelussa käytetään useita erilaisia fysikaalisia määreitä, joilla voidaan mitata, arvioida ja analysoida valaistuksen laatua ja tasoa. Euroopassa on käytössä yleiseurooppalainen valaistusstandardi, jossa määritellään vähimmäisvaatimukset valaistukselle tilatyypikohtaisesti.

Valaistusvoimakkuudella E tarkoitetaan valaistuksen suorituskykyä eli valon määrää tietyllä pinnalla. Sitä mitataan luksilla (lx).

Valovoima I on valonlähteen eli esimerkiksi valaisimen tiettyyn suuntaan lähettämän valon voimakkuus. Sitä mitataan kandeloidilla (cd). Valovoiman avulla saatava valonjako ja valaisimen hyötysuhde L.O.R (Light Output Ratio) ovat hyvin ratkaisevia valittaessa valaistustapaa ja valaisimia kulloinkin suunniteltavaan kohteeseen. Vaihtoehtojen vertailussa voidaan käyttää valmistajien toimittamia valonjakotiedostoja ja se voidaan tehdä joko erityisellä laskentaohjelmalla tai käyttää koordinaatistoon tehtyjä piirroskaavioita. Museovalaistuksessa käytetään usein kohdevalaisimia, joiden valoaukkojen kulmat vaihtelevat.

Valovirta  $\Phi$ , on valontuoton mittaukseen tarkoitettu määre, jonka yksikkö on lumen (lm). Sitä käytettäessä on muistettava, että valovirran arvot annetaan valonlähteille. Sen vuoksi myös valonlähteeseen asennettu valaisimen hyötysuhde vaikuttaa valaisimesta ulostulevaan valovirtaan.

Luminanssi L kertoo valaisimen pinnan valotiheyden eli pintakirkkauden. Se on koko valaistuksen osalta ainoa määre, joka on aistittavissa. Jos se on liian suuri, vaikeutuu näkeminen. Siksi valaisimien pintojen luminansseja samoin kuin valoaukkojakin on pidettävä huolellisesti silmällä, kun valaistusta suunnitellaan. [7]

## 2.2 Valaistuksen kehitys

Vanha sanonta, jonka mukaan päivänvalossa saalistajasta tulee pimeässä saalis, pätee myös ihmiseen, sillä ihminen tarvitsee valoa kaikissa toiminnoissaan. Vasta kun tuli keksittiin noin 1—1,4 miljoonaa vuotta sitten Etelä-Afrikassa, ihminen pystyi käyttämään hyödykseen myös pimeät vuorokaudenajat ja pimeät onkalot. Euroopasta löydettyt varhaisimmat tuhkakerrostumat ovat noin 350 000 vuotta vanhoja

Viimeisimmät arkeologiset löydöt viittaavat siihen, että ihmiset alkoivat valmistaa lampuja vasta 15 000—20 000 vuotta sitten. Ne olivat hyvin alkeellisia, pieniin kiviin koverruttuja kuoppia, joissa poltettiin eläinten rasvoja, kasviöljyä tai mehiläisvahaa. Ensimmäinen mekaanisesti sydänlankaa säätämällä toimiva valaisin keksittiin vuonna 1780 Sveitsissä. Kyseessä oli nykyisin öljylamppuna tunnettu valonlähde. Hyvin pian tämän jälkeen 1800-luvun alussa kehitettiin kaasulamppu, joilla valaistiin Pariisin katuja vuodesta 1820 alkaen. Ensimmäisen sähkölampun patentoi Thomas Alva Edison vuonna 1880. [8]

## 2.3 Valaistuksen nykytilanne

Viime vuosina valaistustuotteiden tekninen kehitys on ollut niin nopeaa, että perinteiset valaisintuotteet korvaantuvat nopeassa tahdissa uusilla ja paremmilla. LED-pohjaiset ratkaisut ovat ottaneet jo niin voimakkaan jalansijan markkinoilla, että niitä käytetään lähes aina suunniteltaessa päävalonlähteitä. Esimerkiksi suuria tuotemerkkejä valmistavat Philips, Erco ja iGuzzini ovat muuttaneet mallistonsa lähes kokonaan LED-pohjaisiksi.

Valaistuksen historia osoittaa, että suuret läpimurrot ovat tapahtuneet vasta teollistumisen, sähkön jakeluverkkojen rakentamisen ja elektroniikkakeksintöjen jälkeen. Lampun keksiminen vauhditti aikanaan valaistuksen kehitystä ja sitä käyttäen toteutettiin modernjakin valaistuksia vielä 2000-luvun alussa. Jo vuosikymmeniä sitten keksittyä LED-

valoa käytettiin lähinnä vain merkkilampuissa, kunnes keksittiin niin sanottu valkoista valoa tuottava LED.

Sen jälkeen LED löi itsensä nopeasti läpi markkinoilla, joten kokeneidenkin valaistus-suunnittelijoiden piti pikaisesti täydentää tietojaan uuden tekniikan hyödyistä ja haitoista. Syntyi tilanne, jossa markkinoille syydettiin valtava määrä erilaisia LED-valaisimia, joista osa tuotteista oli heikkolaatuista halpatuotantoa. Sen seurauksena perinteiset valaisimien yritykset pakotettiin tekemään tiivistä tuotekehitystyötä ja hyväksymään tilanne, jossa LED valtasi nopeasti leijonaosan perinteisistä valaisinmarkkinoista. [9]

### **3 Valaisimet**

#### **3.1 Valonlähteet**

Perinteinen hehkulamppu ei enää ole valaisimien kehityksen keskiössä, vaikka sillä on uskollinen kannattajakuntansa. Kotitalouksissa käytetään edelleen E27- ja E14-kantaisia valaisimia, joiden valonlähteiksi on kehitetty energiansäästölamppuja, LED-lamppuja sekä erilaisia halogeeneja. Komission asetus (EU) N:o 1194/2012 määrittelee tarkasti, millaisilla aikatauluilla eri valonlähteet poistetaan käytöstä. Sen jälkeen jäljellä jäävät vain LED- ja monimetallituotteet. Seuraavaan taulukoon (kuvio 2) on merkitty eri lampputyyppien viimeiset sallitut myyntipäivät. Jatkoaikojä on kuitenkin myönnetty. Esimerkiksi 1.9.2016 käytöstä poistuville tuotteille on myönnetty jatkoaikaa, jos korvaavia tuotteita ei ehditä siihen mennessä kehittää ja tuoda markkinoille. [36, s. 5—17.]

Kirkkaat lamput				
Vaihe	Pvm	Soveltamisala	Sallitut energialuokat	Käytännön vaikutus
1	1.9.2009	yli 950 lm	A B C D E F G	100 W hehkulamput poistuvat
		muut	A B C D E F G	
2	1.9.2010	yli 725 lm	A B C D E F G	75 W hehkulamput poistuvat
		muut	A B C D E F G	
3	1.9.2011	yli 450 lm	A B C D E F G	60 W hehkulamput poistuvat
		muut	A B C D E F G	
4	1.9.2012	yli 60 lm	A B C D E F G	15 W, 25 W ja 40 W hehkulamput poistuvat
5	1.9.2013	Tiukemmat toiminnalliset vaatimukset	A B C D E F G	
6	1.9.2016	Erikoiskannalliset halogeenilamput (G9, R7s)	A B C D E F G	Perinteiset pienjännitteiset (12 V) ja xenontäytteiset halogeenilamput poistuvat
		Muut	A B C D E F G	

Kuvio 2. Eri valonlähteiden markkinoilta poistumisten takarajat [10]

Loisteputket ovat energiatehokkaita ja hyvin moneen käyttöön soveltuvia, mutta niiden muotovaatimukset rajoittavat niiden käyttöä. LED-tuotteilla ei samoja käyttörajoituksia ole, vaan niiden avulla voidaan saada aikaan melkein millaisia ulkonäöllisiä vaihtoehtoja tahansa. Halogeenivalaisimet ovat hyviä nopean syttymisensä ansiosta, mutta niiden värisävy on liian kellertävä. Hehkulangat ovat puolestaan liian helposti rikkoutuvia. Jokaisella valonlähteellä on näin ollen etuja mutta myös puutteita.

Kaikki sellaiset perinteiset valonlähteet, kuten hehku- ja halogeenilamput, tulevat poistumaan markkinoilta komission asetuksen mukaisesti. Vuonna 2012, kun komission asetus astui voimaan, LED-kehitys otti vasta ensiaskeleitaan, joten alalla vallinnut epävarmuus oli silmiinpistävä. Nyt voidaan kuitenkin todeta, että epäily oli turhaa. Uusia tuotteita on riittävästi markkinoilla ja suuret rakennuttajat ovat siirtyneet suosimaan jo LED-tuotteita, jotka ovat hinnallisesti painuneet lisääntyvien tuotantomäärien myötä jo lähes samaan hintatasoon kuin perinteiset loistevalaisimet.

Nyt näyttää selvältä, että LED-valonlähteet korvaavat jo lähitulevaisuudessa kaikki muut valonlähteet. Niiden suosio ei nimittäin johdu pelkästään edullisista käyttökustannuksista. Myös niiden värinointokyky ja laadukkaiden liitäntälaitteiden välkkyttömyys ovat ylivoimaisia muihin verrattuna.

Nykyinen valonlähteen värinointoa mittaava asteikko on laadittu niin, että tuotteita verrataan hehkulamppuun. Sen vuoksi ei kestäne kauan, kun ne on pakko päivittää LED-aikakauden tarpeita vastaavaksi. [10]

### 3.2 Optiikat ja heijastimet

Kun valaisin yhdistetään ympärisäteilevään valonlähteeseen, on tärkeää suunnitella heijastinpinnat ja optiikat sellaisiksi, että valaisimeen saadaan aikaan hyvä hyötysuhde. Niiden ulkonäön osalta on sen vuoksi jouduttu noudattamaan kaikkialla hyvin saman tyyppisiä ratkaisuja. Pääsääntönä onkin ollut, että onpa valaisin millainen tahansa, sen pitää täyttää energian kulutukseen liittyvät tehokkuusvaatimukset ja siihen on voitava liittää standardimallinen loistelamppu. Erilaisten optiikoiden ja heijastimien kehitys on näin ollen ollut osa valaisinvalmistajien erikoisosaamista, jota voidaan hyödyntää myös nyt erilaisissa LED-ratkaisuissa.

LED-komponentit antaa mahdollisuuden tehdä monenlaisia valaisimia, tarvittaessa jopa erikoisvalmisteisina. LED-komponenteissa yhden komponentin valoa säteilevä osuus on hyvin pieni ja sen pintakirkkaus hyvin suuri. Sen vuoksi erilaiset optiikat ovat tärkeitä valaisimissa jatkossakin. Yksittäiset komponentit eivät saisi olla näkyvissä häiritsevästi, ja valoaukon tulisi olla tasaisesti valaistua.

Erilaisissa perinteisissä valonlähderatkaisuissa pintakirkkaus ei välttämättä noussut kiuksalliseksi näköaistimuksen kannalta, joten ulkonäöllisistä syistä käytettiin usein erilaisia lamellisia ritiläratkaisuja. Joskus hyödynnettiin myös opaalisia tai akryylia, toisinaan jopa mikroprismaa. Opaali on valaisimen kannalta erinomainen pintamateriaali, koska se hajottaa tulevan valon tasaisesti avaruuskulmaan ja saa siten aikaan miellyttävän valaistuksen. Mikroprisman hyödyntäminen valaisimessa saa valolähteen näyttämään uurteiselta ja siten pinnaltaan erikoiselta.

LED-tuotteissa käytetään hyväksi erilaisia linsejä sekä häikäisysuojia. Sillä tavoin saadaan aikaan sekä erilaisia valonjakoja, että eksoottisella ulkonäöllä varustettuja valaisimia. Valaisimien valotekninen kehitys on myös johtanut siihen, että valonlähteiden uusien ulkonäkövaihtoehtojen suunnittelu on entistä helpompaa. Näyttelyvalaistuksessa käytetty kalusto koostuu pääasiassa kohde- ja seinänpesijätyyppisistä ratkaisuista, joissa valo johdetaan valaistavaan kohteeseen yleensä linssiratkaisun avulla. [11, s. 437-443.; 12.]

### 3.3 Liitäntälaitteet

Lampputyypistä riippuen käytetään erityyppisiä liitäntälaitteita tai suoraan 230 V:n verkkojännitettä. Hehkulamput eivät tarvitse erillisiä liitäntälaitteita, mutta muilla valolähteillä on sähköverkkoon liittämistä varten erillinen liitäntälaitte. Elektroninen liitäntälaitte (kuvio 3) muuttaa sähkötekniset arvot valolähteelle sopivaksi.

Esimerkiksi loisteputkivalaisimissa käytetään vielä nykyisin magneettisia kuristimia liitäntälaitteina. Magneettinen kuristin oli yleisesti käytössä pitkään ennen elektronisten liitäntälaitteiden käyttöönottoa. Keittiöiden kuumien osien valaistuksen osaksi se voi tosin jäädä jopa vuosikausiksikin. Magneettinen kuristin kielletään vuona 2017 Euroopan komission asetuksella numero 245. Pääasiallisena syynä on sen heikko energiatehokkuus.

LED-valaisimet ovat vallanneet jo markkinat, ja niiden ollessa kyseessä tarvitaan aina elektronisia liitäntälaitteita. Sellaiset toimivat hakkuriperiaatteella ja ne on yleensä varustettu erilaisilla valaistusohjaukseen soveltuvilla ominaisuuksilla, joista yleisimpänä voidaan mainita DALI-ohjaus. Kaikkien elektronisten liitäntälaitteiden kestävyyttä ei vielä osata arvioida, mutta viime vuosina on silti päästy tilanteeseen, jossa takuu koskee koko tuotetta, eikä vain jotain sen osaa. Useat rakennuttajat edellyttävätkin toimittajilta normaalin urakoitsijan kaksivuotisen STUL-takuun (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry) lisäksi tuotetakuuta vielä seuraaville kolmelle vuodelle. [11, s. 443.]



Kuvio 3. Helvarin DALI-liitäntälaitte [13]

## 4 Ohjausjärjestelmät

Erilaiset ohjausjärjestelmät ovat yleistyneet energiasäästöpyrkimysten vuoksi. Motivan laskelmien perusteella magneettisilla kuristimilla varustettujen T8-loisteputkien energiankulutusta vertailukohtana käyttämällä 20 vuoden käyttöaikana neljän prosentin korolla saavutetaan 30 %:n säästö, jos käytetään elektronisia liitäntälaitteita ja T5-putkia. Tässä laskelmassa on huomioitu kaikki investointi-, energia-, huolto- ja kunnossapitokulut, minkä lisäksi ja lamppujen vuotuiseksi käyttöajaksi on valittu 2 000 tuntia. Mikäli valonlähteenä käytettäisiin LED-valonlähteitä, saavutettaisiin lisäsäästöjä mm huoltokustannuksissa. Esimerkilaskelmassa valaistuna tilana on käytetty koululuokkaa, jota ei tietenkään voi verrata sellaisenaan kaikkiin tilatyyppeihin.

Myöhemmin tässä työssä selvitetään LED-uusinnan kannattavuus suorittamalla asiaan kuuluvat investointilaskelmat, joissa on otettu huomioon myös valaistuksen tilojen jäähdytykselle aiheuttama kuorma. On selvää, että Ateneumin kokoisessa rakennuksessa keskitetty ohjaus on käytön kannalta paras, joten vähintään koko talon valaistusta on hyödyllistä säädellä yhden ohjaustaulun kytkimillä ja automatiikalla. Tällöin automaatioasteesta riippuen käyttäjä voi joutua huolehtimaan esimerkiksi valaistuksen sammuttamisesta. Erityisen tärkeää on pitää mielessä, että vaikka teknisillä järjestelmillä helpotetaan ja vähennetään arkista työtä, automatiikka ei kuitenkaan suoriudu kaikesta. [14]

### 4.1 Perinteiset valonsäätimet

Perinteisenä säätöjärjestelmänä pidetään tässä esityksessä yksinkertaista kytkin-, rele- tai paikallisohjausta, jossa käytetään 230 V:n tunnistinta. Näin on tehty, koska nyt on tarkoitus keskittyä lähinnä vain valonlähteiden valintaan. Jo lähtötietojen keräyksen yhteydessä, on nimittäin käynyt selväksi, että niin rakennuksen omistaja kuin käyttäjäkin edellyttävät pitäytymistä väyläpohjaisessa ohjauksessa.

#### 4.1.1 0-1-ohjaus

Kaksiasentoisella eli 0-1-ohjauksella tarkoitetaan paikallista kytkinohjausta, joka on toteutettu yleensä huonekohtaisesti. Tavallisesti käytetään nokkakytkimiä, painonappeja tai painikkeita. Yksinkertaisuudessaan tällaiset järjestelmät ovat luotettavia ja niitä käytetään sen vuoksi lähes kaikkialla.



Koska 0-1-ohjaus on selkeää ja yksinkertaista, käyttäjä oppii kaikki toiminnot nopeasti. Myös painikkeen päälle kirjoitetulla tekstillä voidaan ilmoittaa, milloin minkäkin valaisinryhmän valot syttyvät. Sen sijaan muuntojoustavuutta ei käytännössä ole. Jos muutoksia halutaan, joudutaan aina tekemään sähkötekniisiä muutoksia kaapelointeihin ja painikkeisiin. Siksi 0-1-järjestelmät eivät sovellu Ateneumin kaltaiseen ympäristöön, sillä siellä muutoksia on tehtävä koko ajan, ja vieläpä pikaisesti näyttelyjen alinomia vaihtuessa.

#### 4.1.2 Vaihekulmasäätö

Vaihekulmasäätö perustuu siniaallon leikkaukseen. Tätä tapaa käyttäviä säätimiä ovat triac-, tyristori- sekä transistorisäätimet.

Triac- ja tyristorisäätimissä siniaalto leikataan nousevalta reunaltaan. Tällaiset säätimet soveltuvat resistiiviselle ja induktiiviselle kuormalle, joten niitä käytetään esimerkiksi halogeenilamppujen säätöihin.

Transistorisäädössä leikataan siniaallon laskevaa reunaa. Tällainen säätö soveltuu resistiivisen ja kapasitiivisen kuorman säätöön. Transistorisäädön lämpöhäviöt ovat suuremmat ja tehoelementin hinta korkeampi kuin triac- ja tyristorisäädöissä, mutta säätöhäiriöt ovat toisaalta pienemmät. [15]

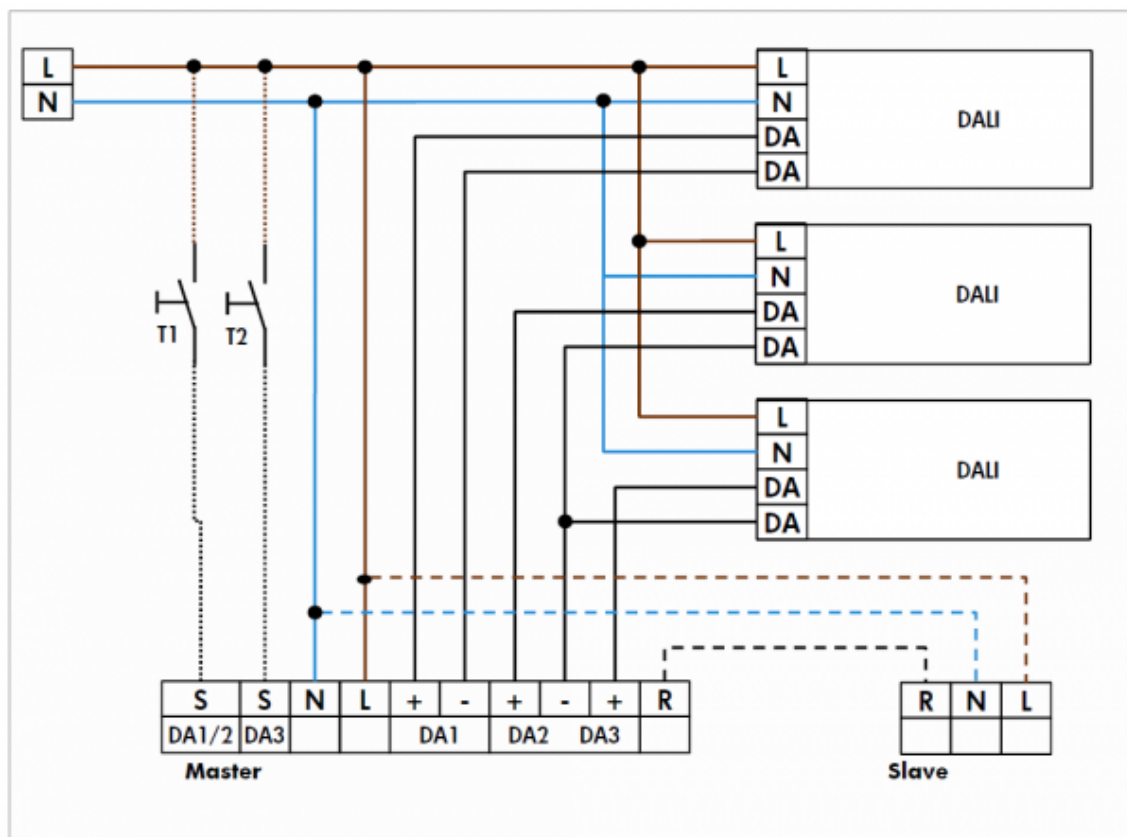
#### 4.1.3 Liiketunnistimet ja sekä broadcast-säätimet

Liiketunnistimet ja erilaiset oman 230 V:n ohjauspiirin sisältävät tunnistimet asennetaan usein erilaisten painonappien tai muiden painikkeiden rinnalle. Tällöin käyttäjä voi hallita järjestelmää painikkeiden avulla, mutta samanaikaisesti tilassa voi olla käytössä automaattinen tilakohtainen ohjaus.

Liiketunnistimien osalta ohjaus on aina pelkästään 0-1-ohjausta. Valot aktivoituvat liikkeestä tehdyn havainnon perusteella ja sammuvat erikseen määritellyn ajan kuluttua. Liikkeentunnistimen ero läsnäolotunnistimeen on helppoiten selitettävissä tuotenimen avulla. Liiketunnistin vaatii aktivoituakseen suuria liikkeitä ja soveltuu sen vuoksi kulkuväylille ja ulkotiloihin. Läsnäolotunnistin puolestaan tarkkailee tilaa koko ajan ja havaitessaan pientäkin läsnäoloa pitää valot sytyttyinä. Siksi läsnäolotunnistimien anturien pitää olla tarkempia, ja ne ovat sen vuoksi kalliimpia tuotteita.

Lisäksi on olemassa erilaisia akustisen tunnistuksen sekä läsnäolo- ja liiketunnistimien yhdistelmiä, jotka ovat kaikki toiminnoiltaan ja peruseriaatteiltaan samanlaisia.

Broadcast-tunnistimet toimivat tilaa ohjaavina tunnistimina. Ne hyödyntävät yleensä erityisesti DALI-väylää, johon ne välittävät broadcast-komentoja (kuvio 4). Broadcast-tunnistimia käytettäessä valaisimien pitää olla varustettu DALI-liitäntälaitteilla, mutta niiden ei tarvitse olla ohjelmoituja ja osoitteellisia. DALI-liitäntälaitteiden etuna on niiden kyky ottaa vastaan signaaleja myös ilman ohjelmointia, joten monia erilaisia ohjauksia voidaan toteuttaa ilman aikaa vievää ohjelmointityötäkin. Osoitteellinen ohjaus on oikeastaan ainoa järjellinen ratkaisu suunniteltaessa säätöohjausta vaativiin tai muuntojoustavuutta edellyttäviin tiloihin. [16, s. 59.]



Kuvio 4. Kolmikanavainen DALI-broadcastsäätimen johdotuspiirustus [17]

#### 4.2 Modernit väyläohjaukset

Valaistustekniikassa on 2000-luvun alkupuolella alettu käyttää elektroniikkaa myös valaistuksessa. Sillä tavoin on voitu säästää energiaa, parantaa laitteiden valoteknisiä ominaisuuksia ja lisätä ohjausmahdollisuuksia. Sen sijaan liitäntälaitteen kestävyys arveuttaa vielä kaikkia sähkötekniisten rakennushankkeiden osapuolia.

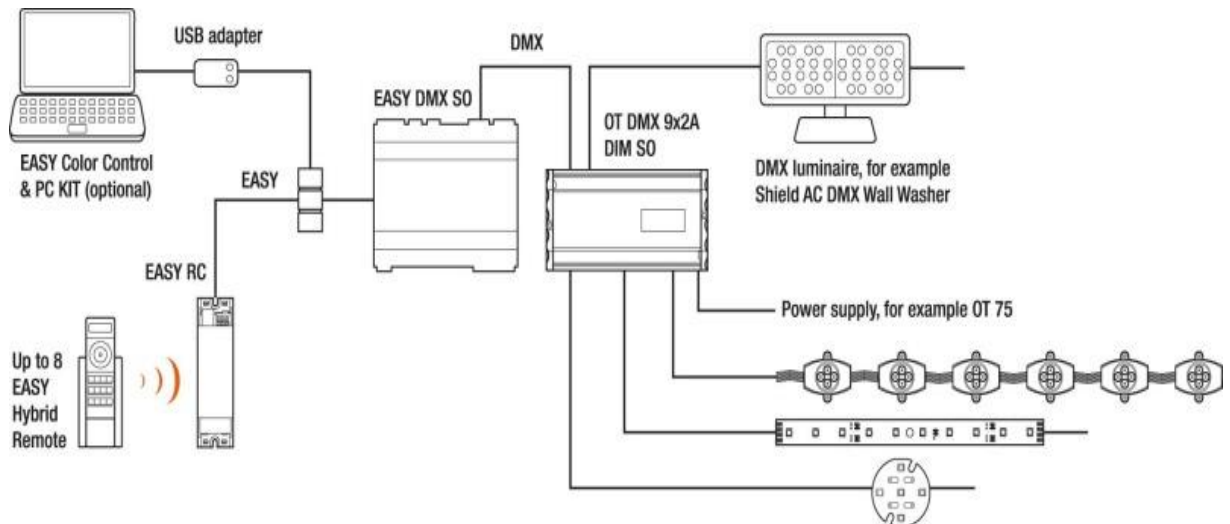
Käytännössä katsoen lähes kaikki julkiset ja yksityiset rakennuttajat investoivat energiaa säästäviin valolähteisiin, eikä kestäne kauan, kun erilaiset ohjausjärjestelmätkin yleistyvät. Viimeksi mainituilla voidaan nostaa energiatehokkuutta ja kiinnostus energian säästöä kohtaan onkin poikkeuksellisen suurta.

Eri valmistajat ovat myös hyödyntäneet liitäntälaitteiden nykyisiä ominaisuuksia ja kehittäneet DALI-standardiin pohjautuvia omia ominaisuuksiaan, jotka toimivat vain tietyissä laitteistoissa. Se on luonnollisesti aiheuttanut ongelmia, kun käytössä on ollut myös muita laitteita.

#### 4.2.1 DMX 512

DMX 512 (kuvio 5) on digitaalinen järjestelmä, joka soveltuu erinomaisesti esimerkiksi juuri ledien RGBW-ohjaukseen. Sen vuoksi sitä käytetään paljon esittävän taiteen ohjauksessa. Se tarjoaa myös mahdollisuuden käyttää hyväksi erilaisia valopöytiä. DMX-ohjauksessa on syytä huomata, että se asettaa tavallisesta valaistuskabeloinnista poikkeavia vaatimuksia ohjauskaapeleille, niiden asennuksille sekä liittimille. Ominaisuuksistaan johtuen se sopii erinomaisesti juuri studioihin, näyttämöille ja moniin saleihin. DMX-järjestelmän heikkoutena on kuitenkin sen raskaus ja varsinkin säätöohjaimien kalleus

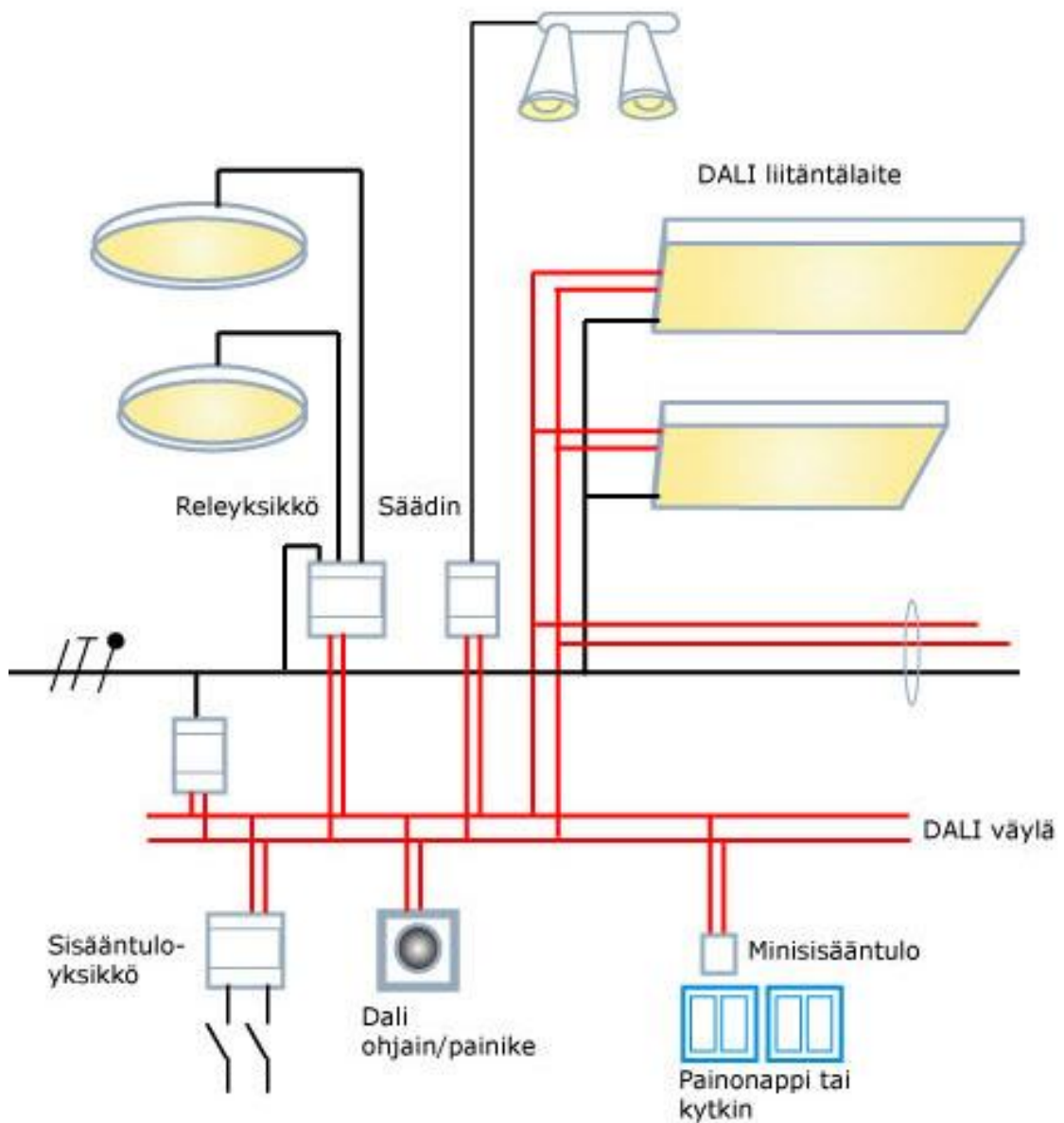
DMX-järjestelmässä on 512 osoitetta, ja niiden hyödyntäminen edellyttää, että valaisimiin asennetaan erilliset ohjauskaapelit. Lisäksi ohjauksien polariteetti on niin herkkä, että kytkentävirheiden vaara on aina olemassa. DMX-järjestelmässä ledejä ohjataan pulssinleveysmodulaatiota hyväksi käyttämällä. Valaistuksen tehohäviöt ovat silloin pienet ja energiaa säästyy.



Kuvio 5. DMX-järjestelmän johdotuspiirustus [18]

#### 4.2.2 DALI

DALI on yleisin ja moniin erilaisiin käyttökohteisiin soveltuva valaistuksen ohjausjärjestelmä. Koska se on standardoitu, siihen voidaan liittää eri valmistajien komponentteja, kunhan kaikki ohjaimet hankitaan samalta valmistajalta. Jokaisella väylään liitettävällä komponentilla, on se sitten ohjain tai liitäntälaitte, on oma osoitteensa. Yhteen DALI-ryhmään voidaan liittää 64 osoitetta ja järjestelmään voidaan määritellä 16 ryhmää. Ohjelmoinnin avulla järjestelmän ohjauksia on helppo muuttaa, joten ei ole ihme, että sen joustavuutta arvostetaan. Muutokset eivät aiheuta edes kaapelointitöitä. Koska DALI-järjestelmässä on lisäksi vain yksi ohjausväylä, kaapelointikustannukset ovat esimerkiksi DMX-järjestelmään verrattuna huomattavasti pienemmät. DALI-väylässä ei myöskään ole erillistä polariteettia. Sen vuoksi kaapeloinneissa voidaan hyödyntää esimerkiksi MMJ 5x1,5S -kaapelointia, joten värikoodauksessakaan ei synny sekaannuksia. DALI:n etuna voidaan pitää myös sitä, että muista jännitteisistä kaapeleista indusoituvat jännitteet eivät aiheuta häiriöitä sen ohjauskaapeleihin, mikä merkitsee sitä, että se voidaan kaapeloida jännitesyötön osana. [19]



Kuvio 6. DALI-järjestelmäperiaate [20]

Modernina ohjausjärjestelmänä DALI-väylää (kuvio 6) voidaan ohjata joko erillisen tietokoneen avulla tai tekemällä tarvittavat muutokset suoraan järjestelmään. Järjestelmän kaapelointiin on sen vuoksi syytä lisätä useita USB-portteja, jotta väylään voidaan päästä muutoksia tekemään. DALI-järjestelmään on lisäksi suunniteltu lukuisia erilaisia rajapintoja, joilla se voidaan yhdistää kiinteistöautomaatiojärjestelmiin kuten ModBus- ja KNX-järjestelmiin.

### 4.2.3 DSI

DSI on broadcast-periaatteella toimiva digitaalinen ohjausjärjestelmä, jota ei ole erikseen standardoitu. DSI on osoitteeton, mutta se on silti monipuolinen. Myös sen ohjauksessa voidaan käyttää tietokoneita, eikä ohjauksessa huone- tai tilarajoituksia ole lainkaan. Lisäksi tämän ohjauksen suurena etuna on, ettei sen ryhmäkokoja ole rajoitettu lainkaan ja, että ohjausväylä saa olla miten pitkä tahansa.

[19]

### 4.2.4 1-10 V

1-10 V -ohjaukseksi kutsuttua potentiometriohjausta on helppo käyttää. Se ei kuitenkaan sovellut kaikkien nykyisten elektronisten liitäntälaitteiden ohjaukseen. Järjestelmä on analoginen, joten kaikki eivät pidä sitä edes modernina väyläohjauksena. Toisaalta sitä ei voi pitää perinteisenä ohjausjärjestelmänäkään. [19, s. 473.]

## 5 Valaistuksen laadun päätekijät museoissa

Valaistusteknisesti Ateneumin rakennus voidaan jakaa

- näyttelytiloihin
- muihin yleisötiloihin
- toimisto- ja työtiloihin sekä
- ulkotiloihin ja julkisivuihin.

Museoiden valaistuksen suunnittelu on erittäin haasteellista, sillä niissä valaistuksen tehtävänä on luoda muunneltavissa oleva valoympäristö kulloinkin esille pantaville taideteoksille sekä luoda turvalliset ja miellyttävät valaistusolosuhteet vierailijoille.

Koska kaikki valo kuluttaa esillä olevaa taidetta, kokoelmien omistajat ovat määrittäneet tarkkoja rajoituksia eri teoksien ja kokoelmien valaistukselle. Museoissa kyseiset rajoitukset eivät ole ennalta määriteltäviä vakioita vaan täysin kustakin tilanteesta riippuvia.

## 5.1 Yleiset tilat

Yleisien tilojen osalta valaistus määritellään hyvin tarkasti valaistusstandardissa. Sellaiset tilat kuin käytävät, kahviot ja portaikot (kuvio 7) eivät eroa mitenkään normaaleista yleisötiloista. Ateneumin arvokkuudesta johtuen valaistukseen on tietysti kiinnitettävä tavallista enemmän huomiota. Onneksi koeasennuksia on vuosien aikana tehty runsaasti.



Kuvio 7. Ateneumin pääportaikko [21]

Ateneum on museorakennuksena näyttävä, ja sen hallinnointi on jaettu museon säätiön ja Senaatti-kiinteistöjen kesken. Senaatti-kiinteistöt huolehtii rakennuksesta sen isännöitsijänä ja vastaa esimerkiksi sen valaistuksesta rakennuksen sisäverkon liityntäpisteeseen saakka. Valaisimet museo hankkii itse lukuun ottamatta yleisvaloja, jotka ovat Senaatti-kiinteistöjen ylläpitovastuulla. Näin ollen myös kaikki yleistenkin tilojen valaistushankinnat edellyttävät runsaasti valmistelua ja selvityksiä, jotta julkisessa kilpailutuksessa päästään halutun kaltaiseen lopputulokseen.

Turvallisuussyistä lainsäätäjä on asettanut yleisön kokoontumistiloille, jollaisia Ateneumin tilat ovat, ja niiden käytölle useita edellytyksiä, jollaisia ovat esimerkiksi poistumistiet

ja turvavalaistus. Jälkimmäisiin liittyvät vaatimukset vaikeuttavat näyttelytilojen taideteosten valaisua. Haitallisten heijastumien minimointiin on sen vuoksi kiinnitettävä erityistä huomiota, kun näyttelytilojen valaistusta suunnitellaan. Valaistusstandardi SFS 12464-1 määrittelee portaikolle 100 lx:n ja käytäville 150 lx:n minimivalaistusvoimakkuudet. Näistä standardeista voidaan kuitenkin poiketa esimerkiksi lisäämällä generaattorivarmennuksella toimivaa piilotettua hätävalaistusta. [35, s. 38-40.]

Yleisten tilojen valaistus on onnistuttu toistaiseksi hoitamaan Ateneumissa lähes kokonaan vuoden 1990 alkupuolen remontissa valitulla kalustolla, mutta kyseiset laitteet alkavat jo olla käyttöikänsä päässä. Sen vuoksi eri tiloja on uusittu viime vuosina vaiheittain. [22]

## 5.2 Näyttelytilat

Koska Ateneumin näyttelyt vaihtuvat usein ja ne ovat erilaisia, näyttelytilojen sähköjakausratkaisuja ei ole helppo valita. Tehtyjen vertailujen perusteella näyttää siltä, että vain erilaiset virtakiskoratkaisut tulevat kyseeseen. Nykyisiä kolmivaihekiskoja ei kuitenkaan voi enää käyttää valaistuksen ohjauskaapeloinnin asettamien teknisten vaatimusten vuoksi. Vanhojen sähköpiirustusten ja edellisen taloteknisen peruskorjauksen yhteydessä laaditun hankkeen esittelykirjaseen mukaan jakelukiskot ovat pääosin ripustettuja, pyöreitä, halkaisijaltaan 50 mm:n suuruisia. Käytössä on myös alakattoihin upotettuja kiskoja. Kun nyt ryhdyttiin etsimään vanhaa valaistusta korvaavia tuotteita, päätettiin pitää kiinni edellä mainituista jakelukiskosuunnitelmasta, joka on myös kustannusten kannalta edullisinta. Kun sen jälkeen vertailtiin erilaisia valaistusratkaisuja, edellytettiin, että ne voidaan liittää nykyisiin jakelukiskoihin tai ulkonäöltään samanlaisiin, joko suoraan tai adaptereiden välityksellä. [22]





Kuvio 8. Ateneumin näyttelytila ja valokatto [23]

Näyttelytilojen valaistuksen keskiössä ovat valokatot (kuvio 8), joissa valaisimet antavat valoa opaalilasin takaa. Insinööritoimisto Stacon Oy:n suunnitelmassa on lähdetty siitä, että ne voivat olla osa tulevaa ohjausjärjestelmää. Sen vuoksi siinä on varauduttu riittäville ohjauskeskuksilla, 5-napaisilla kaapeloinneilla ja DALI-liitäntälaitteilla varustettujen valaisimien hankintaan. Valokattojen valaistus on jo tarveselvityksessä sisällytetty aikaisempaan katon remonttiin, sillä se on huolto- ja asennuskohteena hankala. Näyttelytiloihin valokaton uudet valaisimet ja niiden hallittu säätö tarjoavat näyttelyjen suunnittelijoille ja valaistusestimatorille uuden mahdollisuuden tehdä näyttelyistä entistä kiinnostavampia. [24]

### 5.2.1 Häikäisy

Valaistuksen suunnittelussa käyttökelpoisena nyrkkisääntönä pidetään sitä, että valaistus on parhaimmillaan, kun sitä ei huomata. Sen vuoksi sekä häikäisyä että valon kiusal-

lista epätasaisuutta on koettava välttää. Heikkonäköisten kannalta edellä mainitut valaistushaitat ovat vähäisen valaistusvoimakkuuden lisäksi erityisen ikäviä, mutta haittaavat ne muitakin. Museoympäristössä häikäisyä sen enempiä kuin sen aiheuttamaa kiiltoa ei sallita ollenkaan. Sen vuoksi on tärkeää, että myös Ateneumin näyttelytilojen hankitaan käyttötarpeen mukaisia valaisimia. Kun niitä käytetään, tarvitaan yleensä kohdetai seinäpesijävalaisimia, joiden valo suunnataan taideteoksiin valaistussuunnitelman mukaisesti korostamaan niiden tärkeinä pidettäviä yksityiskohtia. Silloinkin suuntauksen pitää olla sellainen, että yleisö välttyy sen synnyttämiltä heijastuksilta ja häikäisyltä. [25; 26.]

### 5.2.2 Säädettyvyys

Näyttelyvalaistus tarvitsee säätöä ja huoltoa koko näyttelyn ajan, eikä uuden näyttelyvalaistuksen rakentamiselle jää koskaan paljon aikaa. Valaistuksen säädettyvyys onkin alkanut lisääntyä taloteknisissä järjestelmissä, ja ratkaisuvaihtoehtoja on useita. Esimerkiksi Kiasman valaistusjärjestelmää uudistettiin täydentämällä nykyistä väyläohjausjärjestelmää, ja siitä saadut hyödyt ovat olleet henkilöstön mielestä suuria. Siellä valaisimien liitännälaitteiden vanhentunut tekniikka ei kuitenkaan mahdollista väyläpohjaisen järjestelmän täyttä hyödyntämistä. Sen vuoksi koko järjestelmää nykypäivänä uusittaessa kiinteä verkko on rakennettava siten, että ohjaus ja sen säätö ovat mahdollisia. Ohjausta voidaan nimittäin nykyisen automaation ja väylätekniikan ansiosta säädellä esimerkiksi etäyhteyksiä käyttäen vaikkapa toiselta puolelta maapalloa, mikäli tällaista tarvetta joskus esiintyy.

Valaistuksen säädön kannalta on järkevää hyödyntää nykyisin yleisesti käytössä olevaa DALI-säätötekniikkaa. DALI on koko ajan kehittyvä järjestelmä, johon on mahdollista saada yhteys monista muista järjestelmistä tai muista DALI-järjestelmistä. Monien mielestä DALI on nykyisin melkein valaistuksen ohjauksen synonyymi.

DALI:n ansiosta esimerkiksi erilaiset valaistusvoimakkuuden ja värilämpötilan säädöt ovat oleellisesti helpottuneet, koska enää ei tarvitse asettaa linssettä valaisimen eteen. Kyseiset säädöt voidaan näet tehdä osoitteellisuuden avulla helposti valaisinkohtaisesti, jos valaisimen liitännälaitte tukee tätä ominaisuutta. DALI-järjestelmän ominaisuuksia voidaan myös parantaa ja lisätä säännöllisillä ohjelmistopäivityksillä. Hyvin tärkeää on myös huomata, että perussäätöjä voidaan työstää valmiiksi aina etukäteen, joten ennen näyttelyä ei tarvitse keskittyä kuin pelkkään hienosäätöön.

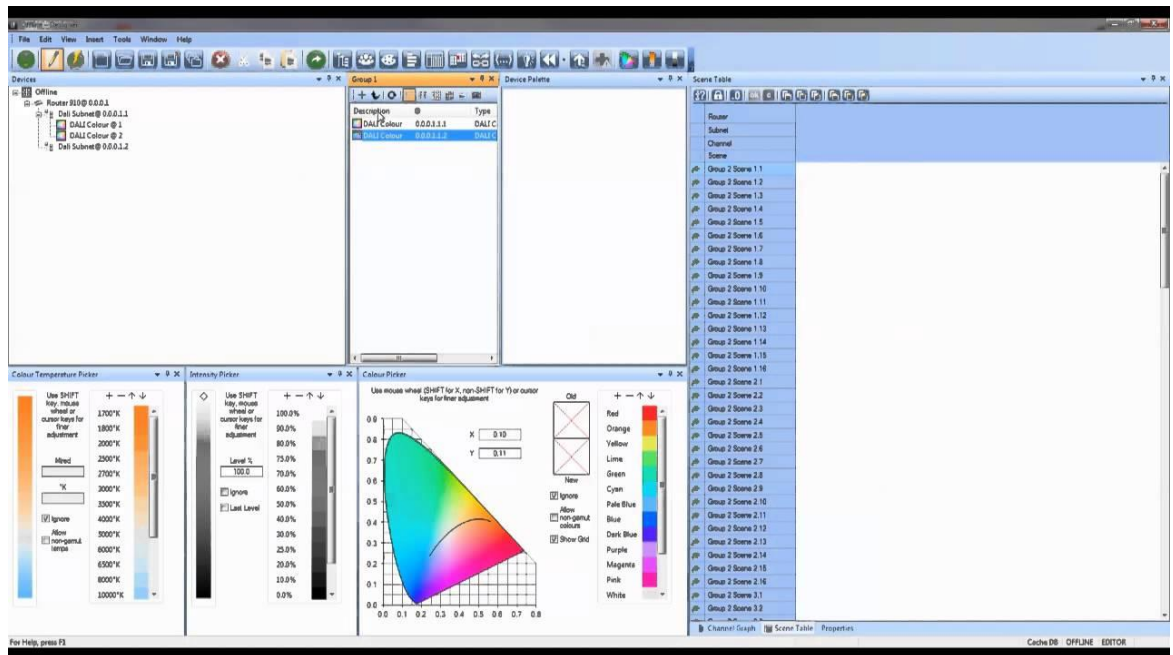
Nykyisessä DALI Type 8 -järjestelmässä on mukana RGB-säätö, jolla voidaan säätää väriavaruutta siten, että päävärien lisäksi luodaan erilaisia uusia värejä. Siihen on lisätävissä myös niin sanottu W-ominaisuus. Se tarjoaa tavan säätää valaistuksen valkoisen värin värilämpötilaa, jolloin kaikki valkoisen valon sävyt saadaan esiin. Dali 8 -protokolla parantaa näin valaistuksen ohjausmahdollisuuksia huomattavasti, joten siitä tulee melko varmasti tärkeä osa modernia valaistuksen ohjausta.

Helvarin iC Designer -ohjelmistolla voidaan ohjata jopa 5 kelvinin tarkkuudella erilaisia värilämpötiloja ja sen RGB-säädössä värisävyksi voidaan valita CIE 1931:n mukaisesta väriavaruusdiagrammista mikä tahansa värisävy. Helvar iC-Designer -ohjelmistoa on käytetty muiden muuassa siinä museokohteessa, joka voitti vuoden 2015 valaistuskohdepalkinnon Suomessa. Vastaavia sovelluksia löytyy myös muiden valmistajien valikoimista. [27]

### 5.2.3 Luksitunnit

Luksitunti on se valomäärä, joka taideteokseen tunnin aikana kohdistuu. Niiden mittaaminen on perustunut toistaiseksi laskennalliseen arvioon ja lukuarvon tarkka todentaminen on vaikeaa. Taiteen säilyvyyden kannalta sen luotettava mittaaminen on kuitenkin tärkeää jo pelkästään siitä syystä, että ilman sen oikeaa arvoa tietyistä näyttelyistä on turha haaveilla. Valolle altistuminen kuluttaa taideteosta, ja tästä syystä olosuhteiden täytyy olla kokoelman omistajan vaatimusten mukaiset. Luksituntien sietokyvyn mukaan taideteokset jaetaan yleensä kolmeen luokkaan, minkä lisäksi kullekin määritellään näyttelyiden välisen lepoajan pituus, joka voi olla 1—3 vuotta.

Helvar iC Designer -ohjelmistoon (kuvio 9) voidaan liittää erillinen laskuri luksituntien laskemista varten. Luksituntien lisäksi näyttelyiden saaminen edellyttää sisäilman laatuun liittyviä kosteus-, lämpötila-, ym. raja-arvoja. Tässä työssä niihin puututaan vain välillisesti tarkastelemalla ainoastaan valaistuksen synnyttävää lisälämpökuormaa. [28]



Kuvio 9. Helvar iC DALI -ohjelmointikäyttöliittymä [29]

## 6 Case Ateneum

### 6.1 Nykytilanne ja kuntokartoitus

Insinööri toimisto Stacon Oy teetti ohjauksessani Ateneumin valaistuksen nykytilanteesta kartoituksen Metropolia ammattikorkeakoulun opiskelijaryhmällä. Työssä tutkittiin Ateneumin teknisten järjestelmien nykytilannetta ja sähköjakelujärjestelmä käytiin läpi pistotarkastuksia tekemällä. Lopputulokset koottiin raportiksi, joka valmistui joulukuussa 2014.

Edellä mainitussa kuntokartoituksessa tutkittiin kahta erillistä jakokeskusta, joiden sähköjärjestelmien havaittiin olevan vielä hyväkuntoisia ja TN-S-järjestelmän mukaisia. Niitä voitaisiin hyödyntää vaihtoehtoisesti joko uusimalla nykyisten koteloiden komponentit tai lisäämällä erilliset valaistuksen ohjauskotelot keskustiloihin. Myös keskusten uusiminen kokonaisuudessaan oli tutkimuksen kohteena, koska keskuksen kannalta uusi, siisti, tehdasvalmisteinen ja sisä johdotettu kokonaisuus on aina houkutteleva vaihtoehto. Jakokeskukset on uusittu vuona 1990 valmistuneessa remontissa ja samalta aikakaudelta on peräisin museon nykyinen valaistuskalustokin. Kaikki keskukset ovat 125 A:n jakokeskuksia, ja ne ovat edelleen rakenteeltaan käyttökelpoisia. Koska sähköisten jakokeskusten käyttöikä pidetään yleensä 40:tä vuotta, ne ovat oikeastaan vasta käyttöikänsä

puolivälissä. Huomattavaa kuitenkin on, että keskusten nykyisten ohjauskomponenttien ja kaapelointien purkaminen sekä uusien asentaminen on niin kallista, että on paljon kannattavampaa teettää erilliset jakokeskukset tehdasvalmisteisina. Tällöin asennustyön jälki paranee selvästi, vältetään hankalilta yhteensovituksilta ja saadaan kattava takuu koko järjestelmälle. Nykyisissä keskuksissa on lisäksi varavoimaosa, jonka uusiminen varmistaa turvavalaistuksen ja muiden siihen liitettyjen järjestelmien toiminnan myös jatkossa. Kaikki muutostyöt voidaan tehdä normaalin museotoiminnan aikana eristämällä työn kohdealueet keskusalueittain muusta toiminnasta. Keskusten sisäiset kaapeloinnit on nimittäin päätetty riviliittimille, joihin myös uudet valaistusjärjestelmät on helppo liittää.

Rakennuksen edellisessä remontissa on sekä museaalisten arvojen että tilahtauden vuoksi asennettu johtotiet lattiakanaviin, joiden nykyinen kunto on heikohko. Ne ovat täynnä erilaisia kaapeleita ja sen vuoksi ahtaita. Myös myöhemmät lisäykset ovat aiheuttaneet runsaasti uusia kaapelointeja, ja jopa keskusalueita on sotkettu johtoteiden takia. Nykyiset nousukaapeloinnit riittävät mainiosti myös huippuvirtakuormalle ja ovat muutoinkin hyväkuntoisia eikä niitä näin ollen tarvitse uusia keskuksia uusittaessa. Kaiken kaikkiaan valaistuksen uusimisella kokonaistehon tarve pienenee, minkä lisäksi rakennuksen sähköturvallisuus paranee selvästi.

Nykytilanteen kartoituksen yhteydessä havaittiin selkeitä ongelmakohtia myös muualla. Koska keskuskomeroiden tilat ovat täyttyneet tehtäessä erilaisia lisälaitesennuksia, uusien keskusoteloiden sijoittelu on hankalaa. Myös vanhan keskuksen purku ja huolto-työt vievät paljon aikaa. Koska lisäkomponenttien asennuksissa on pakko noudattaa keskusvalmistajia sitovia asennusmääräyksiä ja standardeja, kustannukset nousevat helposti samanlaiseen hintatasoon kuin uusi keskusrunko sulakkeineen muutoin maksaisi. Siitä riippumatta käytetäänkö hyväksi vanhaa keskusta vai uusitaanko se kokonaan, ohjauskomponentit on joka tapauksessa hankittava ja asennettava erikseen. Kuntotutkimuksen perusteella voidaankin tehdä johtopäätös, jonka mukaan nykyisiä jakokeskuksia ei kannata hyödyntää jatkossa vaan korvata ne kokonaan uusilla. [30, s.3—10.]

## 6.2 Tarveselvityksessä esille tulleet käyttäjän tarpeet

Tarveselvityksen yhteydessä selvisi, että järjestelmät ovat loppuun käytettyjä ja vanhentuneita. Edes valmistaja ei pysty enää huoltamaan nykyisin käytössä olevia. Koska laitteiden uudistamistarve on ilmeinen, käyttäjien mielipiteitä on kuultu sekä vertailtaessa eri ohjausjärjestelmien ominaisuuksia että pohdittaessa, minkä tasoista laitteistoa Ateneumissa tarvitaan. Käyttäjän kannalta tilanne on sekä hankala että kiusallinen, sillä vanhat järjestelmät hankaloittavat nykyisten näyttelyiden järjestelyjä. Tutkittaessa Kiasmassa toteutettua järjestelmää se todettiin ominaisuuksiltaan melko raskaaksi, eikä sen katsottu soveltuvan Ateneumin käyttöön. Sen vuoksi perehdyttiin Insinööri-toimisto Stacon Oy:n suunnittelemaan DALI:iin perustuvaan väyläohjausjärjestelmään, joka on käytössä eräässä yksityisessä museossa ja vertailtiin sieltä saatuja kokemuksia Ateneumin omiin tarpeisiin

Käyttäjän mielipiteistä kootut tarpeet koskivat valaistuksen ohjaustavan lisäksi sen energiansäästökykyä ja helppokäyttöisyyttä. Vaikka valaisinkalustoa uusimalla ja ohjausjärjestelmiä hankkimalla voidaan täyttää käyttäjän esittämät toiveet, päätettiin silti tutkia myös erilaisia väyläohjausjärjestelmiä. Sen vuoksi varsinkin DMX 512 -järjestelmä oli pitkään selvityksissä mukana, sillä se osoittautui hyvin soveliaaksi juuri esitettävän taitteen valaisuun. Toisaalta museoon soveltuvien tuotteiden vähyys ja melko raskas ohjaus puhuivat sen valintaa vastaan. Ainakaan helppokäyttöisyyttä korostava vaatimus ei nimittäin sitä käytettäessä toteutuisi.

Kansallisgallerian henkilökunnan kanssa pidettiin lukuisia ideointipalavereja ja heitä haastateltiin eri yhteyksissä. Varsinkin museoiden valaistusasioihin perehtynyttä valaistumestari Linnapuomia ja Ateneumin talousasioita tuntevaa kiinteistöpäällikkö Jari Paavilaista kuunneltiin herkällä korvalla. Kaikkien keskustelujen jälkeen muodostui hyvin selvä kuva siitä, että Ateneumin valaistuksen uusimiseksi on tehtävä lisää selvitystyötä, jotta ominaisuuksiltaan kaikkein hyödyllisin järjestelmä voidaan varmasti valita. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että mitä useampi museo on hankinnoissa mukana, sitä pienemmiksi laitteistojen ylläpitokustannukset voidaan neuvotella, minkä lisäksi lainakalustojen käyttö tulee mahdolliseksi ja henkilöstön koulutus helpommaksi.

Rautatietorin ympäristö kokee lähivuosien aikana useita valaistusmuutoksia ja Ateneum halutaan yhdistää niihin muutoksiin. Sen vuoksi oli tarpeellista selvittää, olisiko mahdol-

lisuutta yhdistää Rautatietorin yleisvalaistusta ja julkisivuvalaistuksia Ateneumin järjestelmään. Havaittiin, että käytännössä mitään erityistä hankaluutta järjestelmien välillä ei ole. Kaikkia järjestelmiä ohjataan käyttöliittymän kautta, ja järjestelmiin voi liittää erilaisia muuttujia rajapintojen kautta. Myös nykyinen taloautomaatiojärjestelmä voidaan valjastaa osaksi valaistusjärjestelmää rajapintasovelluksilla erittäin hyvin kuten esimerkiksi KNX-järjestelmässä. Toistaiseksi sillä ei kuitenkaan ole mahdollista ohjata valaistusta yhtä monipuolisesti kuin DALI:lla. Ateneumin edustajien mukaan nyt keskitytään kuitenkin ensisijaisesti valaistusjärjestelmään, koska sen hankintaa voidaan varata tarvittava rahoitus. Taloautomaatiojärjestelmän uusimisella ei ole kiirettä, sillä se on uusittu vastikään edellisen ilmastoinnin parannuksen yhteydessä.

Verrattaessa KNX- ja DALI-järjestelmiä keskenään havaittiin jälkimmäisen soveltuvan selvästi paremmin käyttäjän tarpeisiin. DALI-ohjauksen kannalta on samantekevää tulevatko käskyt KNX-komponenttien vai DALI-komponenttien kautta, kunhan valaisimet toimivat DALI-periaatteella.

Käyttäjien ja kiinteistön omistajan kanssa tutustuttiin myös monien muiden museoiden ratkaisuihin. Niitä analysoitaessa tultiin siihen tulokseen, ettei RGB-ohjauksen käyttöönotolla ole kiirettä, mutta sen hankintaan on silti teknisesti varauduttava. Museovalaistuksen ensisijaisena tavoitteena ei nimittäin ole esittää taideteoksia eri värisävyissä vaan koettaa korostaa taiteilijan näkemyksiä teoksen luomishetkellä ja luomishetken olosuhteissa.

Valaistusmestari Linnapuomi esitteli erilaisia variaatioita siitä, miten sama taulu voidaan saada näyttämään hyvin erilaiselta valaistuksen värisävyjä käyttämällä eri värien käytöstä puhumattakaan. Siihen suuntaa ollaan varmasti tulevaisuudessa menossa. Nykyisin on säädetty oikeastaan vain valkoista valoa ja sitäkin on tehty vain kiinnittämällä erilaisia kalvoja valaisimien eteen. Menettely on ollut melko alkeellinen, eikä kuumien halogeenivalaisimien kalvoihin polttamia muutoksia ole aina voitu välttää. [31; 32; 33.]

### 6.3 Tutkitut vaihtoehdot

Selvittelyä jatkettaessa huomattiin hyvin pian, että yksityiskohtiin paneuduttaessa vain KNX- ja DALI-järjestelmät jäivät jäljelle. Näistä ensin mainittu on oikeastaan taloautomaatiojärjestelmä, jota tosin voidaan käyttää myös valaistuksen ohjaukseen. KNX-järjestelmän yksityiskohtiin paneuduttaessa huomattiin, että sen komponenttien hintataso

oli liian korkea. Ainakin niiden hankintakustannukset näyttivät karkaavan käyttäjän budjetin ulkopuolelle. On selvää, että jos hankinta koskisi koko taloautomaatiota, KNX-järjestelmä olisi monipuolisuutensa vuoksi ilmeisesti paras. Sen sijaan käyttäjän rajattua hankinnan pelkästään valaistusautomaatioon, se häviää selvästi DALI-järjestelmälle sekä hinnaltaan että monipuolisuudeltaan.

Käyttäjän lähtötietomäärittelyn jälkeen oli selvää, että valaistus toteutetaan väyläpohjaisella ohjattavalla järjestelmällä, jonka laajuus ja ominaisuudet selvitetään lopullisesti jatkosuunnittelussa. Tässä yhteydessä tehtiin silti valmistelevaa taustatyötä ja tutkittiin, millaisia sovellutuksia ja muita lisäominaisuuksia uudessa järjestelmässä voidaan hyödyntää. Sen perusteella olisi kohtuullisen helppo valita heti hankittavat ja käyttöön otettavat osat sekä ne, joiden käyttöönottoon vain varaudutaan.

Järjestelmän kiinteän osan pitää tietysti olla sellainen, että siihen voidaan liittää erilaisia valaisimia ja muita tarpeellisia laitteita. Koko kalusto hankittaneen yhdeltä valmistajalta ja mallit valikoituvat kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaan.

Ateneumin valaistushankinnan hankesuunnitelmassa lähdettiin siitä, että kun nyt tutkitaan kaikki mahdolliset valaistusratkaisu, saatuja tuloksia voidaan soveltuvin osin käyttää hyväksi Kansallisgallerian muiden museoiden vastaavissa hankinnoissa. Lisäksi toisiaan muistuttavien tai jopa samanlaisten järjestelmien hankkimisella päästään solmi-  
maan edullisemmat kumppanuussopimukset toimittajien, ohjelmoijien ja ylläpidosta vastaavien yksiköiden kanssa.



## 7 Vertailut ratkaisut

Työn edetessä laadittiin kustannusarvio huomioimalla energiakustannukset, huoltokustannukset ja käyttäjän ohjeistuksen mukaisesti laadittujen komponenttiluetteloiden keskuslaitteiden hankintakustannukset. Lisäksi vertailtiin uutta LED-valaistusta nykytilanteeseen, ja selvitettiin esimerkiksi sen vaikutukset lämpökuormaan. Tähän asti jäähdytys on tapahtunut koneellisesti, mutta koska Ateneum on tarkoitus liittää kuluvan vuoden aikana kaukokylmäverkostoon, lämpökuorman pienenemisellä ei kylläkään saavuteta säästöä sähköenergian kulutuksessa, vaan se näkyy muualla.

Laskennallisissa arvioissa laskettiin nykyisiä piirustuksia tutkimalla tällä hetkellä käytössä olevien virtakiskojen määrät. Silloin havaittiin, että niitä tarvitaan lisää, mutta niiden sijoittelua ei tarvitse muuttaa. Myös nykyisten kiskojen jatkokäyttöä pohdittiin, mutta päätettiin kuitenkin siihen, että järjestelmä täytyy alusta alkaen rakentaa niin, ettei jatkossa tarvitse enää tehdä kalliita kiskotuksiin liittyviä muutostöitä.

Vertailtujen ratkaisujen kannalta on tärkeää huomata, että kaikki laskennassa käytetyt luvut ovat arvioita ja todellinen hinta urakoissa määräytyy kulloisenkin kilpailutilanteen mukaan. Nyt käytetyt luvut ovat toimittajien antamia ja alennusprosentit omiani. Liitteessä 1 on esitetty tarkemmin hankesuunnitelmaksi muotoiltu rakennustapaselostus, jonka perusteella rakennuttajan kustannusarvio on laadittu. Kyseistä rakennustapaselostusta voidaan käyttää hyväksi toteutussuunnittelun kilpailutuksessa, sillä se on laadittu huomioimalla kaikki tähän työhön liittyneet selvitykset.

### 7.1 Valaistus ja kiskot

Laskelmissa lähdettiin siitä perusajatuksesta, että kiskojen lisäksi myös muut järjestelmän osat sijoitetaan nykyisille paikoilleen. Valaisinkaluston määrä laskettiin siten, että niiden ripustusväleiksi valittiin 1,5 metriä. Käyttäjän ilmoituksen perusteella kiskoa tarvitaan myöhemmin vielä lisää, mutta koska arvio on epämääräinen, sitä ei oteta nyt huomioon. Tarpeen vaatiessa arviona voitaisiin käyttää esimerkiksi 15 %:n lisäystä kokonaismäärässä. Esillä olevaa taulukkoa on helppo tarkentaa, kun tarkemmat määrät ja tarpeet selviävät.

Tuoteselvitysten perusteella, kuten aikaisemmin on jo todettu, LED-pohjainen valaistusratkaisu on ainoa todellinen vaihtoehto. Markkinoilla olevat tuotteet ovat jo vakiinnuttaneet paikkansa, eikä museokäyttöön soveltuvia valaistustuotteita ole enää edes tarjolla muilla valonlähteillä.

Nykyisten ja uusien laitteiden vertailutaulukko (taulukko 1) on laadittu, jotta seuraavissa kappaleissa esitetyt säästöpotentiaalit on voitu laskea. Laitekustannukset sisältävät myös arvioidut asennuskustannukset. Sen sijaan valaistuksen vaatiman ohjelmointityön kustannukset eivät sisälly laskelmiin. Karkeasti sen osuudeksi voidaan arvioida 30—50 % laitehankinnoista. Oletuksena on, että uudet järjestelmät edellyttävät Ateneumin solmivan erityisen kumppanuussopimuksen laitetoimittajan kanssa, jotta kulloinkin tarvittava valaistukseen liittyvä ohjelmointityö ja käyttökoulutus voidaan toteuttaa nopeasti näyttelyjen vaatimien kiireellisten säätömuutosten vuoksi.

Kuten edellä on todettu, olen ehdottanut, että valaistusta ohjataan tilakohtaisesti ja jokainen tila saa omat valaisimensa osoitteineen. Kun näin menetellään, näyttelyn kanalta tarpeettomia valaisimia ei tarvitse osoitteiltaan nollata. Toisena vaihtoehtona olen esittänyt, että museon teknisiin tiloihin rauhoitetaan erityinen ohjelmointitila, jonne sijoitettuun rakennuksen sähköiseen pohjakuvaan merkitään kaikki valaisimille ohjelmallisesti annetut osoitteet. Tällä tavoin dokumentointi helpottuu ja käyttöpiirustukset ovat ajan tasalla koko käynnissä olevan näyttelyn ajan. Lisäksi etäsäätö on nopeampaa ja helpompaa, kun säädettävät kohdat ovat tarkkaan tiedossa. Esittämäni vaihtoehdot tuovat toki uusia työvaiheita näyttelyn rakentamiseen, mutta myös saavutettavat hyödyt ovat merkittäviä. Jokaisen näyttelyn valaistussuunnitelma voidaan dokumentoida jo ennen näyttelyn avaamista, ja kaikki asennuspiirustuksetkin ovat ajoissa näyttelyn pystyttäjien käytössä.

Taulukko 1. Valaisimien lukumäärät ja investointikustannukset

NÄYTTELY- VALAISIMET		VALAISIMET				
		Virtakiskojen määrä/m	100 €/m	Pisteiden lu- kumäärä	400€/ kpl	Valaisimien määrä kpl
1	NYKYTILANNE					
	1. KERROS	177		118		118
	2. KERROS	443		295		295
	3. KERROS	527		351		351
	Yhteensä	1147		765		765
2	KAIKKI LED, UUDET LUKU- MÄÄRÄT	Uusi virtakiskojen määrä/m	Kustan- nus / €	Pisteiden lu- kumäärä	Kustan- nus / €	Uusi valai- simien määrä kpl
	1. KERROS	222	22 200	148	59 200	148
	2. KERROS	554	55 400	370	148 000	370
	3. KERROS	658	65 800	438	175 200	438
	Yhteensä	1434	143 400	956	305 866	956

## 7.2 Keskukset

Selvityksissä päädyttiin siihen, että uusien keskusten hankinta on ainut käyttökelpoinen vaihtoehto. Nykyisen keskuksen purkaminen ja uuden asentaminen paikoilleen vaatii kahden päivän työsuorituksen, mikäli työ voidaan tehdä ilman sen suoritusta hankaloittavia järjestelyjä. Vertailussa ja erikseen teetetystä selvityksestä havaittiin, että teknisen kannalta on järkevää uusien kaikkien keskukset yhtä aikaa komponentteineen. Tällöin vältetään useat erilliset asennustyöt, ja loppukäyttäjä saa käyttöönsä uudet keskuslaitteet, jotka ovat kokonaisuudessaan yhden ja saman toimintatakuun piirissä.

Teknisesti edellä mainitulla tavalla toteutettu ratkaisu parantaa lisäksi paloturvallisuutta. Tulipaloriskin pieneneminen johtuu siitä, että nykyiset pitkään käytössä olleet keskukset ja niiden ohjauskomponentit alkavat olla käyttöikänsä päässä. Näin saadaan poistettua mahdollisia viallisia liitoksia ja komponentteja, joita ei muissa huolloissa ja tarkastuksissa välttämättä huomattaisi.

Taulukko 2. DALI-komponenttien lukumäärä toteutuksessa

Reititin 905	6 kpl
Reititin 910	7 kpl
Tunnistin 311	65 kpl
Kosketusnäyttö 9240	35 kpl
Virtalähde 402	35 kpl

Taulukkoon 2 on laskettu koko DALI-järjestelmän vaatimat laitemäärät. Olen tehnyt niiden hankintakustannusarvion, joka sisältää myös alustavan ohjelmoinnin, ja päätynyt kokonaiskustannusten osalta noin 100 000 euroon (alv 0%). Tästä summasta suuri osa syntyy näyttelysalikohtaisten kosketusnäyttöjen hankinnasta, koska ne maksavat verottomina yli 1 000 euroa/kpl.

Sähkön pääjakelun osalta voidaan todeta, että nykyiset syötöt ja erilliset maadoitusjohdot hyödynnetään ja uusitaan vain tarvittaessa. Erikseen tehdyssä katselmoinnissa havaittiin, että nykyisten johtoreittien tiivistykset ja kaapelit ainakin näyttivät olevan hyvässä kunnossa. [34]

### 7.3 Energian säästö, valaistus ja jäähdytys

Jo alusta lähtien oli selvää, että siirryttäessä LED-valaistukseen energian kulutus vähennee merkittävästi. Epäilykset liitännälaitteiden ja LED-tuotteiden kestävyyttä kohtaan ovat myös hälvenneet, eikä sitä pidetä enää ongelmallisena. Taulukosta 3 nähdään, että Ateneumin valaistuksen aiheuttama suora energiakustannus on 24 249 € vuodessa, ja koska se aiheutuu pelkästään näyttelyvalaistuksesta, se on merkittävä. Laskelmassa käytetyt arvot ovat teoreettiset käyttäjältä saatujen lukumäärien ja käyttöaikatietojen pohjalta. Samaan taulukkoon ei ole lisätty muita yleisvalaistuksen aiheuttamia kustannuksia, vaikka sellaisiakin syntyy näyttelysaleissa. Todelliset kulutukset saataisiin selvitettyä mittausjaksoilla, mutta tässä yhteydessä selvitystä ei koettu tarpeelliseksi uusimistarpeen ollessa joka tapauksessa ilmeinen.

Led-valaistuksen kustannuksia laskettaessa on käytetty Erco Pollux -tuotteen 28 W:n tehoa ja pyöritykset on tehty ylöspäin. Todellisuudessa kaikki tuotteet eivät ole näinkään tehokkaita. Paikoin voidaan käyttää jopa 14 W:n malleja. Mikäli kustannuslukemia halutaan vielä tarkentaa, se voidaan tehdä toteutus suunnittelusta saatavan valaisintaulukon pohjalta.

Tällaisessa hankkeessa urakka on yleensä pakko kilpailuttaa hyvin tarkasti, sillä julkisia hankintoja ohjaa laki julkisista hankinnoista 30.3.2007/348. Siinä annetaan tarkat menettelyohjeet, jotka edellyttävät, että varsinkin laitemäärityksien pitää olla niin yksityiskohtaisia, ettei niissä ole tulkinnanvaraa.

Sähkön hintaa laskettaessa on käytetty keskimääräistä yritysasiakkailta perittävää hintaa, sillä Ateneumin kaltaiset kuluttajat neuvottelevat sähkösopimuksensa suoraan sähköyhtiön kanssa ilman erillisiä hinnastoja.

Nykyiset suositukset kannustavat kattavaan energian mittaukseen, joten nyt keskuksia uudistaessa eri lähdöt on syytä ryhmitellä omiksi mittauskohteikseen.

Taulukko 3. Valaistuksen energiankulutus

NÄYTTELY- VALAISIMET		VALAISIMET	TEHO JA ENERGIANKULUTUS						
			Yksiköteho	Lamp- puteho	Huipun- käyttö- aika tun- tia/vuosi	Energiankulutus			Energia- kustan- nus €/vuosi
Valai- simien määrä kpl	W	kW				MWh/ vuosi	Myynti/ €	Siirto/ €	
							5,8	1,1	
1	NYKYTI- LANNE	kpl	W	kW	tun- tia/vuosi	MWh/ vuosi	Myynti/ €	Siirto/ €	€/vuosi
	1. KERROS	118	100	11,8	4600	54,3	3 148	597	3 745
	2. KERROS	295	100	29,5	4600	135,7	7 871	1 493	9 363
	3. KERROS	351	100	35,1	4600	161,5	9 365	1 776	11 141
	Yhteensä	764		76,4		351,4	20 384	3 866	24 249
2	KAIKKI LED UUDET LU- KUMÄÄRÄT	kpl	Teho W	Lamp- puteho kW	Huipun- käyttö- aika tun- tia/vuosi	MWh/ vuosi	Myynti/ €	Siirto/ €	Energia- kustan- nus €/vuosi
	1. KERROS	222	30	6,7	3800	25,3	1 468	278	1 746
	2. KERROS	554	30	16,6	3800	63,2	3 663	695	4 358
	3. KERROS	658	30	19,7	3800	75,0	4 351	825	5 176
	Yhteensä	1434		43,0		163,5	9 482	1 798	11 280

Ateneumin valaistus synnyttää suuren lämpökuorman, joka lämmittää rakennusta talvi-kuukausina. Toisaalta näiden lämmönlähteiden sijainti ei ole optimaalinen lämmityksen kannalta. Arvioitaessa jäädytykseen tarvittavaa energiankulutusta, LVI-suunnittelijalta saadun tiedon perusteella on arvioitu sen olevan noin puolet poistettavasta lämpökuormasta. Näitä taulukossa 4 esitettäviä lukuja tarkennetaan erikseen suunnittelun yhteydessä LVI-suunnittelijan toimesta. Tarkemmat ohjeet ovat saatavilla Suomen rakentamismääräyskokoelman osiosta D5.

Taulukko 4. Valaistuksen lämpökuorma

NÄYTTTELY- VALAISIMET		VALAISIMET				
1	NYKYTILANNE	Valaisimien määrä kpl	Valaisimen lämpökuorma W	Lämpökuorma tot/kWh	Jäädytyksen sähköteho kWh	Energiakustannus €/vuosi
	1. KERROS	118	100	54 280	27140	1 873
	2. KERROS	295	100	135 700	67850	4 682
	3. KERROS	351	100	161 460	80730	5 570
	Yhteensä	764				12 125
2	KAIKKI LED UUDET LUKU- MÄÄRÄT	Valaisimien määrä kpl	Valaisimen lämpökuorma W	Lämpökuorma tot/kWh	Jäädytyksen sähköteho kWh	Energiakustannus €/vuosi
	1. KERROS	222	30	30 636	15318	1 057
	2. KERROS	554	30	76 452	38226	2 638
	3. KERROS	658	30	90 804	45402	3 133
	Yhteensä	1434				6 827

Jäädytyksen energiansäästö on vuositasolla melkoinen ja selvästi käyttökustannuksia alentava. Käyttäjän kannalta käyttökustannuksissa säästäminen mahdollistaa rahan investoimisen muuhun toimintaa organisaatiossa.

## 8 Päätelmät

Kun valaistuksen vaatiman kaluston ja itse järjestelmän hankinnat tulevat ajankohtaisiksi, on syytä käydä vielä uudestaan läpi tarjolla olevat ratkaisuvaihtoehdot. Sillä tavoin varmistetaan, että toimittajien viimeisimmätkin laite- ja järjestelmäparannukset voidaan ottaa huomioon.

Rakennussektori on jo pitkään pyrkinyt minimoimaan vain alkuinvestointeja. Se on tietysti houkutteleva, mutta ei välttämättä kokonaisuuden kannalta järkevää. Pienellä alkuinvestoinnilla voidaan tietysti saada jokin uusi tuote, mutta sen käyttöikä voi olla lyhyt, kunnossapitokulut suuret tai pahimmassa tapauksessa se ei ole edes käyttötarkoitustaan vastaava.

On selvää, että kehittynyt tekniikka pienentää käyttökustannuksia mutta lisää käyttäjän koulutustarvetta ja vaatii panostamaan entistä enemmän ennakkosuunnitteluun. Se johtaa usein myös olemassa olevien toimintatapojen muokkaamiseen. Muutosten hallinta ja uusi tapa toimia voivat aiheuttaa alussa hämmennystä ja muutostavastarintaa, joista yleensä selvittää parhaiten järjestämällä henkilöstölle riittävästi koulutusta. Teknisesti monimutkaisten ratkaisujen sujuvan käyttöönoton ja järjestelmien hallinnan kannalta myös erilaiset toimittajan kanssa solmitut kumppanuussopimukset ovat viime vuosina lisääntyneet. Se ei yllätä, sillä hankintojen yhteydessä neuvoteltuina ne ovat edullisia, lähes aina hyödyllisiä ja usein jopa välttämättömiä. Nykyiset standardeihin perustuvat järjestelmät ovat kohtuullisen pitkäikäisiä, hyvin toimivia ja mahdollistavat melko vaivattomasti tehtävät järjestelmälaajennukset. Tutkimuksissa DALI-ohjaus osoittautui tällä hetkellä ainoaksi todella kannatettavaksi vaihtoehdoksi. Hankesuunnitelmassa (liite 1) puheena olevien valaistusjärjestelmien raja-arvot on määritelty niin, että jatkosuunnittelussa voidaan edetä oikeaan suuntaan valittavasta suunnittelutoimistosta riippumatta.

Erilaisia ratkaisuja selvitettäessä on päädytty ratkaisuun, joka voi uusittunakin olla nykyisen kaltainen. Suurin hyöty saavutetaan kuitenkin kehittämällä omia toimintoja siten, että kaikki uuden tekniikan edut saadaan hyötykäyttöön. Vaikka perinteiseen valon hallintaan tottuneet sukupolvet vierastavat usein uusia automaattiohjaukseen perustuvia järjestelmiä niitä käyttöön otettaessa, uudet alalle tulevat sukupolvet ottavat ne vaikeuksitta vastaan. Se on syytä pitää mielessä nytkin, sillä tämän puheena olevan hankinnan yhteydessä tehdään päätöksiä seuraavalle 20 vuoden pituiselle ajanjaksolle.



## Lähteet

- 1 Ateneumin taidemuseon historiaa ja kokoelmien karttumisen vaiheita. 2015. Verkkodokumentti. Ateneumin taidemuseo. <http://www.ateneum.fi/fi/historia>. Luettu 15.7.2015
- 2 Ateneumin taidemuseo. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. [http://fi.wikipedia.org/wiki/Ateneumin\\_taidemuseo](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ateneumin_taidemuseo) Luettu 20.7.2015.
- 3 Linnapuomi, Risto. 2015. Valaistusmestari, Kansallisgalleria, Helsinki. Keskustelu 3.3.2015.
- 4 Elm, Johan. 2015. Technical Director Erco RSO Nordic Countries. Lydenschein, Saksa. Haastattelu 22.4.2015
- 5 S2271 suunnitelmadokumentointi. 2015 Insinööritoimisto Stacon Oy
- 6 Rakennuksen käyttöturvallisuus, määräykset ja ohjeet. 2001. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa F2. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 7 ST 58.07. Valaistuksen laatu, arviointi ja mittaus. ST-kortisto 2005. Sähkötieto ry
- 8 Vibe, Palle. 2011. 20 000 vuotta valaistusta. Historia-lehti 13/2011, s.72-73.
- 9 Varsila, Markku. 2015. Kehityspäällikkö, Philips Oy, Helsinki. Keskustelu 3.4.2015
- 10 Tetri, Eino. 2011. Lamppuopas. Verkkodokumentti. <http://www.lightinglab.fi/eko-valo/News/lamppuopas.pdf>
- 11 Fagerhult, Indoor lighting solutions, Luettelo 2014–2015.
- 12 10 asiaa, jotka sinun tulee tietää ledeistä. 2013. Verkkodokumentti. Glamox Oy. [http://www.glamox.com/upload/2013/09/26/fi\\_singlepages-2.pdf](http://www.glamox.com/upload/2013/09/26/fi_singlepages-2.pdf) Luettu 8.10.2015
- 13 Sähkönumerot. 2015. Verkkodokumentti. SSTL. <http://www.sahkonumerot.fi/4020337/img/large/coloralt.jpg>. Luettu 13.6.2015
- 14 Valaistusta on uusittava. 2015. Verkkodokumentti. Motiva Oyj. [http://www.motiva.fi/files/2096/Valaistusta\\_on\\_uusittava\\_Tarkeaa\\_tietoa\\_kuntien\\_paattajille.pdf](http://www.motiva.fi/files/2096/Valaistusta_on_uusittava_Tarkeaa_tietoa_kuntien_paattajille.pdf). Luettu 12.6.2015
- 15 ST 58.31 Valonlähteiden säätö. 15.9.2004. ST-kortisto. Luettu 7.2.2015
- 16 Nylund B.E.G Luxomat, Indoor lighting solutions. Luettelo 2015.
- 17 Dali-kytkentäkuva. 2015. Verkkodokumentti. Nylund B.E.G Luxomat <http://www.nylund.fi/media/kuvituskuvat/oppilaitokset/cache/pd4-m-trio-dali-kytkentakuva-600x447.png>. Luettu 8.10.2015
- 18 DMX-kytkentäkuva. 2015. Verkkodokumentti. Osram <http://www.osram.fi/media/resource/lightboxlarge2/327600/expans-easy-dmx-so.jpg>. Luettu 8.10.2015

- 19 Dali manual. 2001. Verkkodokumentti. ZVEI Division Luminaires. [http://www.dali-ag.org/fileadmin/user\\_upload/pdf/news-service/brochures/DALI\\_Manual\\_engl.pdf](http://www.dali-ag.org/fileadmin/user_upload/pdf/news-service/brochures/DALI_Manual_engl.pdf)
- 20 Dali-kytkentäkaavio. 2015. Verkkodokumentti. Ensto. [http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/images/van-haamk/etuotanto/5ipp5e9La/DALI\\_verkko.jpg](http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/images/van-haamk/etuotanto/5ipp5e9La/DALI_verkko.jpg)
- 21 Pääportaikko. 2015. Verkkodokumentti. Museoalan ammattiliitto. [http://www.museoalanammattiliitto.fi/@Bin/114164/\\_NDC3907.jpg](http://www.museoalanammattiliitto.fi/@Bin/114164/_NDC3907.jpg)
- 22 Ateneum, peruskorjaus ja laajennustyö. 1990. Ateneum, peruskorjaus ja laajennustyö. Ateneum
- 23 Granö, Veli. 2015. Ateneum tangible cosmologies. Verkkodokumentti. Wordpress.com. <https://onninkoe.files.wordpress.com/2014/01/ateneum-tangible-cosmologies2.jpg>
- 24 Linnapuomi, Risto. 2015. Valaistusestari, Kansallisgalleria, Helsinki. Keskustelu 17.8.2015.
- 25 Hakkarainen, Juhani. 2001. Ihmisen värinäkeminen. Maanmittaus no. 1—2, 2001.
- 26 Valaistuksen merkitys heikkonäköisille. 2015. Verkkodokumentti. Näkövammaisten keskusliitto. <http://www.nkl.fi/fi/etusivu/esteettomyysratkaisut/ymparisto/valaistus-kontrastit-ja-varit/heikkonako>. Luettu 19.9.2015
- 27 Riikkula, Jukka. 2015. Kehityspäällikkö, Helvar Oy, Helsinki. Keskustelu 3.6.2015
- 28 Light Exposure of Artifacts on Exhibition. 2015. Verkkodokumentti. The Conservation Center for Art & Historic Artifacts. [http://www.ccaha.org/uploads/media\\_items/light-exposure-of-artifacts-on-exhibition.original.pdf](http://www.ccaha.org/uploads/media_items/light-exposure-of-artifacts-on-exhibition.original.pdf). Luettu 8.10.2015
- 29 iC-käyttöliittymä. 2015. Verkkodokumentti. Helvar Oy [http://www.helvar.fi/sites/default/files/DALI%20driver%20configurator%20UI%20picture\\_small.jpg](http://www.helvar.fi/sites/default/files/DALI%20driver%20configurator%20UI%20picture_small.jpg)
- 30 Harttimo, Elina. Jääskeläinen, Samuli. Rautiainen Jari, Tuominen Kari. Vierotkangas Jarmi. 2015. Innovaatioprojekti. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 31 Kaupungin valot. 2002. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki. [http://www.hel.fi/static/rakvv/kaupungin\\_valot.pdf](http://www.hel.fi/static/rakvv/kaupungin_valot.pdf). Luettu 29.9.2015
- 32 Linnapuomi, Risto. 2015. Valaistusestari, Kansallisgalleria, Helsinki. Keskustelu 5.5.2015.
- 33 Paavilainen Jari. 2015. Kiinteistöpäällikkö, Kansallisgalleria, Helsinki. Keskustelu 4.5.2015.
- 34 Riikkula, Jukka. 2015. Kehityspäällikkö, Helvar Oy, Helsinki. Sähköposti 30.10.2015
- 35 SFS 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. 2010. Osa1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 36 Komission asetus. (EU) N:o 1194/2012. Lamppujen, loistiodilamppujen ja niihin liittyvien laitteiden ekologista suunnittelua koskeva määräys. 2012. Euroopan komissio.

## **Ateneumin valaistuksen hankesuunnitelma**



## **HANKESUUNNITELMA NÄYTTELYVALAISTUS**

TYÖ NRO S 2391  
Pvm. 30.10.2015

• SISÄLLYSLUETTELO

A	KIINTEISTÖHALLINTO .....	3
A0	YLEISET TIEDOT KOHTEESTA .....	3
A01	Rakennuskohde ja sen sijainti.....	3
A02	Tehtävän rajaus.....	3
A03	Erilliset selvitykset.....	3
A1	HALLINTO JA OHJAUS .....	3
A11	Käyttö- ja ylläpito-organisaatio .....	3
A 11.1	Tilaaaja.....	3
A 11.2	Käyttäjä.....	3
B	RAKENNUTTAMINEN .....	4
B1	RAKENNUTTAJAN HALLINTO.....	4
B11	Projektinjohto .....	4
B111	Rakennuttajan projektinjohtaja.....	4
B2	SUUNNITTELU.....	4
B21	Pää- ja arkkitehtisuunnittelu.....	4
B25	Sähkö- ja valaistusteknisten järjestelmien suunnittelu.....	4
B4	LIITYNNÄT ULKOPUOLISIIN VERKOSTOIHIN .....	4
S	SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT .....	5
S0	JÄRJESTELMÄKOHTAINEN JAOTTELU .....	5
S1	ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT .....	5
S21	SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN .....	6
S22	SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU .....	6
S220	PÄÄJAKELUN YLEISKUVAUS .....	6
S222	PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄ.....	6
S2222	Pää- ja nousukeskukset.....	6
S2223	Maadoitukset .....	7
S2224	Loistehon kompensointilaitteet .....	7
S2225	Yliaaltojen suodatuslaitteet .....	7
S2226	Ylijännitesuojat .....	7
S2227	Keskusten väliset syöttöjärjestelmät.....	8
S2228	Sähkön jakokeskukset .....	8
S2229	Ohjauskeskukset / -paneelit.....	8
S24	SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT.....	9
S241	PISTORASIAAT JA KYTKIMET .....	9
S242	KOSKETINKISKOJÄRJESTELMÄ.....	9
S243	VIRRANOTINJÄRJESTELMÄ .....	10
S25	VALAISTUSJÄRJESTELMÄT.....	11
S251	SISÄVALAISTUSJÄRJESTELMÄ .....	11
S2511	Yleisvalaistus .....	11
S2512	Valoullakkojen valaistus .....	11
S2513	Näyttelytilojen valaistus .....	12
H2513.1	Näyttelytilojen uudet kohdevalaisimet (spot) .....	12
H2513.2	Näyttelytilojen uudet seinänpesijävalaisimet (flood).....	13
H2513.3	Valonjaoltaan muutettava valaisin (vaihtoehtoinen) .....	13

---

S2514	Valaistuksen ohjausjärjestelmä .....	13
-------	--------------------------------------	----

---

**A KIINTEISTÖHALLINTO****A0 YLEISET TIEDOT KOHTEESTA****A01 Rakennuskohde ja sen sijainti**

Kohteen nimi: Ateneum, taidemuseo  
Osoite: Kaivokatu 2 – 4, 00100 Helsinki  
Hanke A  
Rakennus nro 306821

**A02 Tehtävän rajaus**

Tässä hankesuunnitelmassa sivutaan Ateneumin taidemuseon sisävalaistuksen uusintaa kokonaisuutena .  
Suunnitelma kohdistuu erityisesti näyttelyvalaistukseen liittyviin järjestelmiin.

**A03 Erilliset selvitykset**

Ateneumin näyttelyvalaistuksen uusintaan liittyen on Mertopolia Ammattikorkeakoulussa tehty ryhmätyönä kohteen sähkönjakelua ja näyttelyvalaistuksen ohjausta käsittelevä selvitys (liite 1).  
Selvityksen tuloksia käytetään tässä yhteydessä suuntaa-antavana kustannusarvioita ja varsinaista hankintasuunnitelmaa laadittaessa.

**A1 HALLINTO JA OHJAUS****A11 Käyttö- ja ylläpito-organisaatio****A 11.1 Tilaaja****A 11.2 Käyttäjä**



**B RAKENNUTTAMINEN**

**B1 RAKENNUTTAJAN HALLINTO**

**B11 Projektinjohto**

**B111 Rakennuttajan projektinjohtaja**

**B2 SUUNNITTELU**

**B21 Pää- ja arkkitehtisuunnittelu**

**B25 Sähkö- ja valaistusteknisten järjestelmien suunnittelu**

**B4 LIITYNNÄT ULKOPUOLISIIN VERKOSTOIHIN**

Liittymiin ei tehdä tässä yhteydessä muutoksia.

---

## S SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

### S0 JÄRJESTELMÄKOHTAINEN JAOTTELU

#### **1 Nykyinen tilanne**

Kohtaan sisältyy järjestelmän ja toiminnan nykytilan yleiskuvaus ja tarvittavat purkutyöt ja muutokset

#### **2 Muutoksen kuvaus**

Kohtaan sisältyy järjestelmän ja toiminnan muutoksen/ uusinnan yleiskuvaus ja keskeiset ominaisuudet sekä niiden asennus.

### S1 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT

#### **1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksen nykyiset asennus- ja apujärjestelmät kuten:

S110	KAAPELIHYLLYJÄRJESTELMÄ
S120	JOHTOKANAVAJÄRJESTELMÄ
S130	RAKENNUSAINEISET KANAVAT/REITIT JA LATTIARASIAT
S140	RIPUSTUSJÄRJESTELMÄ
S150	LÄPIVIENIT

ovat pääasiassa kohteen edellisen peruskorjauksen yhteydessä 1980-luvun lopussa rakennettu ja käyttökunnossa.

Rakennuksen pystysuuntainen jakelu perustuu yhtenäisiin, päällekkäin oleviin nousukiuilu/ jakokeskustiloihin ja niissä oleviin kaapelitikkaisiin.

Kerroskohtainen vaakajakelu perustuu pääasiassa ala- ja yläpohjissa oleviin rakennusaineisiin johtoteihin ja lattiarasioihin.

Sähkökaapelointien kerrosten välisiä paloläpivientejä on viime vuosina korjattu ja tiivistetty koko rakennuksen osalla.

#### **2 Muutoksen kuvaus**

Rakennuksen asennus- ja apujärjestelmät säilyvät muutostöiden yhteydessä pääasiassa nykyisellään. Purettavat kaapeloinnit poistetaan ja uusien asennuksessa pyritään käyttämään nykyisiä apujärjestelmiä mahdollisuuksien mukaan.

Vaakajakelun lattakanavia ja rasiointeja hyödyntävien kaapelointien purku ja uusien asennus on haasteellista ja se selvitetään jatkosuunnittelun koeasennusten yhteydessä.

---

**S2 SÄHKÖNJAKELU JA SIIHEN LIITETYT KUORMITUKSET****S21 SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN****1 Nykyinen tilanne**

Rakennus on liitetty energialaitoksen 10 kV keskijänniteverkkoon omalla muuntamalla. Liittymä on kunnossa. Rakennuksen turvallisuuden ja toiminnan kannalta kriittiset kuormat on lisäksi varmistettu sähkösaannin osalta omalla dieselmoottoritoimisella varavoimalaitoksella. Laitos on toimintakunnossa.

**2 Muutoksen kuvaus**

Liittymään ja varavoimalaitokseen ei tehdä muutoksia tässä yhteydessä.

**S22 SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU****S220 PÄÄJAKELUN YLEISKUVAUS****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksen pääsähkönjakelu on toteutettu kaapelein. Pääkeskuksen ja jakokeskusten väliset kaapeloinnit on asennettu kellarin kaapelihyllystöjä pitkin nousukuiluille ja kuilujen kautta edelleen jakokeskuksille. Rakennuksen sähkönjakelu on toteutettu pääasiassa TN-S-järjestelmällä (5-johdinjärjestelmä). Pää- ja jakokeskukset ovat toimintakunnossa, mutta erityisesti näyttelyvalaistusjärjestelmiä palvelevissa keskuksissa olevat ohjaus- ja säädinlaitteet ovat käyttöikänsä lopussa.

**2 Muutoksen kuvaus**

Pääjakelun kaapeloinnit (nousujohdot) säilyvät käytössä. Näyttelyvalaistusta palvelevat jakokeskukset uusitaan kokonaisuudessaan tai vaihtoehtoisesti puretaan vanhentuneet ohjaus- ja säädinlaitteet sekä asennetaan vapautuneisiin koteloihin valittavan ohjaustekniikan mukaiset laitteistot.

**S222 PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄ****S2222 Pää- ja nousukeskukset****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksen pää- ja nousukeskukset on asennettu edellisen peruskorjauksen yhteydessä. Keskukset ovat TN-S järjestelmän mukaisia ja käyttökunnossa. Keskuksilla on rakenteellista käyttöikää vielä jäljellä n. 25 vuotta. Huoltoa vaativat liikkuvat komponentit on vaihdettava tarpeen mukaan aiemmin.

**2 Muutoksen kuvaus**

Keskusten kunto tarkastetaan, keskukset puhdistetaan, lämpökuvataan ja johtoliitännät kiristetään. Keskusten merkinnät ja kaaviot päivitetään vastaamaan asennettua tilannetta.

---

**S2223 Maadoitukset****1 Nykyinen tilanne**

Maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmä on rakennusajankohdan määräysten mukainen ja toimintakunnossa.

**2 Muutoksen kuvaus**

Järjestelmän asennukset ja merkinnät tarkastetaan. Potentiaalintasauksia täydennetään uusien asennusten osalta keskusaluekohtaisiin maadoitus- ja potentiaalintasauskiskoihin. Järjestelmän merkinnät ja kaaviot päivitetään vastaamaan asennettua/korjattua tilannetta.

**S2224 Loistehon kompensointilaitteet****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksessa on nykyinen peruskorjauksen yhteydessä asennettu, automaattinen kompensointilaitteisto. Laitteisto on toimintakunnossa ja sille on tehty huoltosuunnitelman mukaiset tarkastukset ja säädöt.

**2 Muutoksen kuvaus**

Laitteiston tekninen käyttöikä selvitetään komponenttitasolla (säädin, paristot jne.) Näyttelyvalaistuksen uusinnan jälkeen mitataan loistehon tasot ja erillislaitteiston tarve ja päätetään nykyisen/ uuden laitteiston hankinnasta.

**S2225 Yliaaltojen suodatuslaitteet****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksessa ei ole suodatinlaitteita

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistuksen uusinnan jälkeen mitataan verkon yliaaltojen tilanne ja selvitetään mahdolliset suodatinlaitteistojen hankinnat.

**S2226 Ylijännitesuojat****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksessa ei ole ylijännitesuojausta.

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistusjärjestelmän ohjausjärjestelmä on digitaalisena altis ylijännitteille kuten rakennuksen muutkin tele- ja turvallisuusjärjestelmät. Laajan ylijännitesuojauksen tarvetta ei ole, mutta ohjausjärjestelmän keskitin/ keskuslaitteiden suojaus harkitaan jatko-suunnittelussa tarkentuvassa laajuudessa.

---

**S2227** Keskusten väliset syöttöjärjestelmät**1 Nykyinen tilanne**

Jakokeskusten nousujohdot ovat edellisen peruskorjauksen yhteydessä asennettuja, 5-johdinjärjestelmän mukaisia. Johdot ovat käyttökunnossa ja niillä on vielä rakenteellista käyttöikään jäljellä n. 25 vuotta.

**2 Muutoksen kuvaus**

Nousujohdot säilyvät käytössä ja ne syöttävät nykyisiä tai uusittavia näyttelyvalaistuksen jakokeskuksia. Nousujohtojen kuormitusvirrat mitataan korjaustöiden valmistuttua ja vaihevirtojen tasaisuudet korjataan tarvittaessa +/- 5% eron mukaisiksi.

**S2228** Sähkön jakokeskukset**1 Nykyinen tilanne**

Näyttelyvalaistuksen jakokeskukset on asennettu edellisen peruskorjauksen yhteydessä. Niissä olevat valaistuksen ohjaus- ja säädinlaitteet ovat käyttöikänsä lopussa. Muilta osin keskukset ovat vielä käyttökunnossa.

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistusta palvelevat jakokeskukset muutetaan vaihtoehtoisesti seuraavasti:  
Kts. myös liite 1.

**1) Keskukset säilyvät muutettuina käytössä**

Tällöin keskuksissa olevat vanhentuneet ohjaus- ja säädinlaitteet puretaan ja niiden tilalle asennetaan valittavan/uuden ohjausjärjestelmän laitteistoja. Valaistuksen tehonsyöttö säilyy käytössä. Vapautuneisiin kojeistokoteloihin asennetaan mahdollisimman pitkälti tehdasvalmistetut ja koestetut uuden järjestelmän ohjaus- ja varolaitteet.

Näyttelyvalaistusta palvelevat uudet ryhmäjohtot liitetään keskuksiin. Muiden sähköpisteiden (pistorasia, koje tmv.) ryhmäjohtot säilyvät käytössä. Keskusten muutostyö on tehtävä voimassa olevia määräyksiä noudattaen. Keskusten merkinnät ja kaaviot uusitaan ja käyttöön jäävä keskuskalustus tarkastetaan ja lämpökuvataan.

**2) Keskukset uusitaan kokonaisuudessaan**

Tällöin nykyisiin jakokeskustiloihin ja nykyiseen nousujohtoon liittyvinä hankitaan kokonaan uudet määräysten ja valitun ohjaus- ja säätöjärjestelmän mukaisin komponentein varustetut keskukset. Näyttelyvalaistusta palvelevat uudet ryhmäjohtot liitetään keskuksiin. Muiden sähköpisteiden (pistorasia, koje tmv.) ryhmäjohtot liitetään uusiin keskuksiin.

**S2229** Ohjauskeskukset / -paneelit**1 Nykyinen tilanne**

Näyttelyvalaistusta ohjataan näyttelytilakohtaisista ohjauspaneeleista. Niihin on asennettu valaistusohjausten lisäksi myös tele- ja turvajärjestelmien laitteita. Valaistusta ohjataan 230 V kytkinohjauksin. Vanhentuneen säädinjärjestelmän ohjauksia ei käytetä.

**2 Muutoksen kuvaus**

Tilakohtaisiin ohjauspaneeliin asennetaan uusittavan näyttelyvalaistusjärjestelmän antureita ja painikkeistoja tarvittavassa laajuudessa.

Nykyiset 230 V kytkimet puretaan.

**S24 SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT****S241 PISTORASIAJAT JA KYTKIMET****1 Nykyinen tilanne**

Pistorasia ja kytkimet on asennettu edellisen peruskorjauksen yhteydessä. Ne ovat toimintakunnossa ja viallisia on uusittu korjaushuollon kautta. Kojeilla on käyttöiheydestä riippuen käyttöikä jäljellä 2- 25 vuotta.

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistuksen uusinnan yhteydessä voidaan nykyiset pistorasiat ja muita valaistuksia palvelevat kytkimet säilyttää käytössä ilman muutoksia.

Erikseen on syytä harkita ovatko kojeet jo niin iäkkäitä tai muuten kuluneita, että ne tulisi laajempaan kokonaisuutena vaihtaa. Myös pistorasiaryhmien vikavirtasuojauksen tarve harkitaan.

**S242 KOSKETINKISKOJÄRJESTELMÄ****1 Nykyinen tilanne**

Näyttelyvalaistus toimii valtaosaltaan ripustettujen kosketinkiskosten kautta.



Kisko



Haaroitusosa



Jatko-osa

Kisko on asennettu edellisen peruskorjauksen yhteydessä. Kiskojen eristeaineeseen kiinnitetyt johtimet ja virransyöttöosat ovat rakenteellisen ikänsä loppupuolella.

Kiskojen syöttö- ja jatkoliitoksissa on käyttäjän mukaan ollut paljon vikoja ja korjaustarvetta.

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistuksen kosketinkiskot uusitaan erillisen ohjausväylän sisältäviksi kiskoiksi kannatinvarustuksineen.

Lisäksi hankitaan erillisiä keskilattian valaistustarpeita palvelevia siirrettäviä kiskoja, jotka saavat liityntänsä pääkiskokehästä.

Kosketinkiskoina käytetään 3-vaiheisia 16 A kosketinkiskoja.

Kiskoissa on lisäksi ohjausväylän osuus keskitetysti ohjattavia valaisimia varten.

---

Kiskojen väri(t)/ kromipinta tmv. valitaan arkkitehdin ohjeiden mukaisesti.  
Nykyiset kosketinkiskot puretaan.

## S243 VIRRANOTINJÄRJESTELMÄ

### 1 Nykyinen tilanne

Näyttelytilojen keskilattia-alueen valaistustarpeita varten on valoullakottomien tilojen katon varustettu virranotopisteillä.

Pisteisiin voi liittää kosketinkiskon virranottimella varustettuja vanhoja valaisimia, mutta uusimpien valaisimien virranottimet eivät enää sovellu pisteisiin.



Virranotin

vi

### 2 Muutoksen kuvaus

Virranottimet poistetaan käytöstä korjaustyön yhteydessä.

Tarvittava keskilattian valaistustarve hoidetaan tilan kosketinkiskokehään liitettävillä erillisillä kiskoilla.

**S25 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksen valaistusjärjestelmät koostuvat sisä- ja ulkovalaistuksesta. Tässä yhteydessä käsitellään sisävalaistusta ja siitä erityisesti näyttelytilojen valaistusta ja sen uusintaa.

**S251 SISÄVALAISTUSJÄRJESTELMÄ****S2511 Yleisvalaistus****1 Nykyinen tilanne**

Rakennuksen yleisten- ja toimistotilojen peruskorjauksen yhteydessä ns. arkkitehtivalaistus on uusittu viime vuosien yhteydessä LED-valaisimiksi.



Uusittu käytävävalaistus

**2 Muutoksen kuvaus**

Yleisvalaistusjärjestelmään ei tehdä tässä yhteydessä muutoksia.

**S2512 Valoullakkojen valaistus****1 Nykyinen tilanne**

Valoullakollisten näyttelytilojen valaistus on uusinnan alaisena rakennuksen katon uusinnan yhteydessä. Valoullakot varustetaan säädettävällä LED-valaistuksella.



Valoullakko

**2 Muutoksen kuvaus**

Valoullakkojen valaistus liitetään osaksi uusittavaa näyttelyvalaistuksen ohjausjärjestelmää.



## S2513 Näyttelytilojen valaistus

**1 Nykyinen tilanne**Valaistustapa

Näyttelytilojen varsinainen teosvalaistus perustuu kosketinkisko/ virranottopiste-liityntäisten kohde- ja seinänpesijävalaisimien käyttöön esitettävän taiteen mukaisesti sijoitettuina ja säädettyinä.

Vuoden 1985 peruskorjauksen yhteydessä pääasiallinen näyttelyvalaistus tehtiin ”seinänpesevin ” valaisimin.



Optec-seinänpesijä



Eclipse-kohdevalaisin

Näyttelyvalaistus on vuosien varrella muuttunut ja sen mukaisesti on kohteeseen hankittu valonjaoltaan ja säätötavoiltaan erilaisia kalusteita.

Vitriinien ja valonaran grafiikan näyttelyitä valaistaan kuitu- ja led-tekniikan käyttäjän tekemillä sovelluksilla.

Valaisimet

Vuoden 1985 hankitut näyttelyvalaisimet ja valtaosa myös myöhemmin hankituista on halogeenivalonlähteellä varustettuja. Valaisimet ovat käyttökunnossa, mutta käyttöikänsä lopussa.

Himmeiden verkkojännitehalogeenien (230 V) myynti on EU-maissa jo lopetettu ja kirkkaiden halogeenilamppujen markkinoille saattamiskielto astuu voimaan 2018. 12 V jännitteellä toimivia halogeenilamppuja saa valmistaa vielä muutamia vuosia, mutta nekin tultaneen poistamaan energiatehokkuusdirektiivin mukaisesti viimeistään 2020 –luvulla lukuun ottamatta IRC-halogeenilamppuja.

Näyttelyvalaisimia valmistavat johtavat valaisinvalmistajat ovat jo lopettaneet tai tulevat lähivuosina lopettamaan kokonaan halogeenivalonlähtein varustettujen valaisimien valmistuksen.

## H2513.1 Näyttelytilojen uudet kohdevalaisimet (spot)

**2 Muutoksen kuvaus**

Näyttelyvalaistusta varten hankitaan uudet LED-tekniikalla toimivat valaisimet.

Valaisimien teknisiä vaatimuksia:

- LED-valaisin kosketinkiskon virranottimella varustettuna
- Suunnattavuus pystyakselista min 45 °

- 
- Käännettävyys min 160 °
  - Jännite 230 V
  - Dali-liitántälaite
  - Säädettyvä, säätö valaisinkohtainen
  - Valaistusvoimakkuus pystypinnalla
    - 400 lx, Ø 1000
  - Värilämpötila säädettyvässä 2700 - 5000 K
  - Värintoisto Ra > 85
  - Systemin käyttöikä min. 30.000 h
  - Paino < 2 kg

Valaisimet maalataan arkkitehdin määräämään värisävyyden (RAL).

#### H2513.2 Näyttelytilojen uudet seinänpesijävalaisimet (flood)

Valaisimien teknisiä vaatimuksia:

- LED-valaisin kosketinkiskon virranottomella varustettuna
- seinänpesialueen rajauksen säätömahdollisuus
- Käännettävyys min 160 °
- Jännite 230 V
- Dali-liitántälaite
- Säädettyvä, säätö valaisinkohtainen
- Valaistusvoimakkuus pystypinnalla
  - seinän yläosassa (2 m) 400 lx,
  - alaosassa (0,5 m) 300 lx
- Värilämpötila säädettyvässä 2700 - 5000 K
- Värintoisto Ra > 85
- Systemin käyttöikä min. 30.000 h
- Paino < 2 kg

Valaisimet maalataan arkkitehdin määräämään värisävyyden (RAL).

#### H2513.3 Valonjaoltaan muutettava valaisin (vaihtoehtoinen)

Hankinnan yhteydessä annetaan myös mahdollisuus tarjota näyttelyvalaisimia, jossa on vaihdettavien komponenttien (prismat tmv. ) mahdollisuus saavuttaa edellisen määrittelyn mukaisesti spot- ja flood- valonjako.

#### S2514 Valaistuksen ohjausjärjestelmä

##### **1 Nykyinen tilanne**

Näyttelytilojen valaistusta ohjataan v 1985 peruskorjauksen yhteydessä rakennetulla 230V järjestelmällä, jossa on sekä kello/kauko-ohjaus että tilakohtainen ohjausmahdollisuus ohjauspaneelissa olevilla kytkimillä.

Järjestelmän käyttöikä ja käytettävyys on lopussa.

Valoullakon luonnon- ja keinovalaistuksen ohjausjärjestelmä puretaan meneillään olevan katon korjaustyön ja valoullakon valaistuksen uusinnan yhteydessä.

## 2 Muutoksen kuvaus

Näyttelyvalaistuksen ohjausjärjestelmäksi on käyttäjä valinnut Helvarin DigiDim- järjestelmän.

Järjestelmä on jo käytössä Nykytaiteen museo Kiasmassa ja järjestelmä tulee todennäköisesti hankittavaksi myös Sinebrychoffin taidemuseoon myöhemmin tehtävän muutostyön yhteydessä.

Valaistusohtausjärjestelmällä tulee voida toteuttaa valaistustarpeen mukainen, energiatehokas ja muunneltava mahdollisimman käyttäjäystävällisesti.

Taiteen ”tarpeeton” valaistus minimoidaan liike/ läsnäolo-ohjatusti (poissaolovalaistusperiaatteella). Taiteen valaistuksen luksitunnit on saatava selkeästi ja helposti raportoitavassa muodossa.

Valaisinkohtainen valaistusvoimakkuuden ja värilämpötilan säätö on oltava helposti/langattomasti tehtävissä.

Valaistusta ohjataan graaffisella käyttöliittymällä, jossa näyttelytilat on arkkitehtipohjan mukaisina ja josta kunkin tilan valaisimet voidaan yksitellen poimia ohjaus- ja säätötoimintaa varten.

Normaalikäytön muuttuvat tilanteet, kuten siivous, näyttelyn rakentaminen tmv. tulee olla helposti ohjauttavissa tilakohtaisesti (langallinen/ langaton ohjaus).

Järjestelmään on mahdollista liittää erilaisia ulkopuolisia ”komento-ohjauksia”, jolloin valaistustasojan voidaan esiasetellusti /automaattisesti nostaa/ laskea halutusti esim. paloilmoitusta seuraavan poistumisohjauksen tullessa tarpeelliseksi.

Lisäksi järjestelmä on laajennettavissa koko rakennuksen muun valaistuksen ohjaukseen (käytävät, portaikot, muut ohjatut työtilat, ulko- ja julkisivuvalaistus)

Helsingissä 30. päivänä lokakuuta 2015

Insinööritoimisto Stacon Oy

*Jonne Järvinen*

Jonne Järvinen