

Vesa Mäntyharju

# Ympäristöystävällinen uutisstudion valaisujärjestelmä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

28.5.2013

Tekijä(t) Otsikko	Vesa Mäntyharju Ympäristöystävällinen uutisstudion valaisujärjestelmä
Sivumäärä Aika	53 sivua + 9 liitettä 28.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	digitaalinen media
Ohjaaja(t)	toimitusjohtaja Eero Saarinen yliopettaja Erkki Aalto
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka suunnitellaan ja toteutetaan nykyaikainen uutisstudion valaisujärjestelmä asiakkaalle, joka on Suomen johtava monikanavainen mediatalo. Asiakkaan tavoitteena oli löytää ympäristöystävällinen ja teknisesti toimiva ratkaisu ja saada kustannussäästöjä pitkällä aikajänteellä. Valaisujärjestelmä toteutettiin yhteistyössä asiakkaan ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Työssä perehdyttiin valaisuun, valaistussuureisiin, perinteiseen ja uuteen valaisintekniikkaan, valaisun suunnitteluun ja valaisujärjestelmän kustannus- ja kannattavuuslaskentaan. Työssä tutustuttiin myös SSL-tekniikkaan (Solid State Lightning), erityisesti LED-tekniikkaan (Light-emitting-diode) ja LED-tekniikan tuomiin haasteisiin ja mahdollisuuksiin.</p> <p>Projektissa tutustuttiin eri valaisuteknikoihin ja -tyyleihin, digitaalisiin valaistuksen ohjausjärjestelmiin ja uutisstudion tuotanto- ja hallintajärjestelmiin. Tavoitteena oli saada yleiskuva studiovalaisusta, valaisutyyleistä ja valaisuun liittyvästä tekniikasta.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena toteutettiin nykyaikainen uutisstudion valaisu. Tarjouksiin, suunnitteluun, testeihin ja toteutukseen kului paljon aikaa: ensimmäisestä yhteydenotosta valmiiseen ratkaisuun meni yli puoli vuotta. Studiovalaisu toteutettiin LED-tekniikalla ja samalla saatiin paljon kustannussäästöjä energiankulutuksen osalta. Uusi valaisintekniikka osoittautui ekologisemmaksi ja teknisesti toimivammaksi ratkaisuksi kuin perinteinen valaisintekniikka. Uusien studiolaitteiden myötä asiakas pystyy lähettämään teräväpiirtolähtöjä, mikä mahdollistaa entistä paremman kuvanlaadun.</p> <p>Projektin kokemukset osoittivat studiovalaisun rakentamisen haastavaksi ja pitkäjänteiseksi prosessiksi. Suunnitteluun ja uuden valaisintekniikan oppimiseen kannatti varata paljon aikaa. Projektissa todettiin, että eri valaisintyyppien välillä voi olla suuria eroja. LED-tekniikka on kehittynyt paljon viime vuosina, se on parhaimmillaan turvallista ja energiaysällistä. LED-valot sopivat hyvin nykyaikaiseen uutisstudioon, ja ne kuluttavat jopa 90 prosenttia vähemmän sähköä kuin perinteiset valaisimet.</p>	
Avainsanat	uutisstudio, valaisujärjestelmä, valaisintekniikka, SSL-tekniikka, LED-tekniikka, digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä

Author(s) Title	Vesa Mäntyharju An environmentally friendly lighting system for a News Studio
Number of Pages Date	53 pages + 9 appendices 28 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructor(s)	Eero Saarinen, CEO Erkki Aalto, Principal Lecturer
<p>The purpose of this engineering thesis was to find out how to plan and implement a modern news studio lighting system for a customer that is a leading Finnish multichannel media company. The customer's goal was to find an environmentally friendly and technically functional solution and gain savings in expenses in the long run. The lighting system was implemented in cooperation with the customer and cooperative partners. The theoretical section of the thesis examined lighting, lighting quantities, traditional and new lighting technology as well as lighting planning and cost and profitability calculations related to the lighting system. Solid-state lighting (SSL) technology and especially LED (light-emitting diode) technology along with the challenges and possibilities it provides were also investigated in the theoretical section.</p> <p>During the project, various lighting techniques and styles, digital lighting control systems and news studio production and management systems were examined. The goal was to obtain a general understanding of studio lighting, lighting styles and lighting-related technology.</p> <p>As the result of the engineering thesis, a modern news studio lighting system was implemented. The tenders, planning, tests and implementation took a lot of time, and more than six months passed between the first contact and the finished solution. The studio lighting system was implemented using LED technology, which brought significant cost savings due to lower energy consumption. The new lighting technology proved a more ecological and technically more functional solution than the traditional lighting technology. With the new studio equipment, the customer has the possibility to broadcast in high definition, which enables better image quality.</p> <p>The experiences from the project demonstrated that the construction of studio lighting is a challenging and long-term process. It was useful to spend a lot of time planning and learning the new lighting technology. The project also proved that there can be great differences between different types of lighting. LED technology has developed a great deal in recent years and is, at its best, safe and energy friendly. LED lights are suitable for use in a modern news studio and consume up to 90% less electricity compared to traditional lights.</p>	
Keywords	News studio, lightning system, lightning technology, SSL technology, LED technology, digital lighting control system

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Valaisu	2
2.1	Valo	2
2.2	Prisma	3
2.3	RGB-värijärjestelmä	3
2.4	Filmi-, TV- ja valokuvavalaisu	4
2.5	Hyvä valaistus	5
2.6	Valaistussuureita	5
2.7	Valaistuksen mittaaminen	11
3	Valaisintekniikka	12
3.1	Valaisin	12
3.2	Perinteiset valaisimet	12
3.3	Muut valaisimet	17
3.4	Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä	19
3.5	Uudet valaistusteknologiat	20
3.6	LED-tekniikka	21
4	Nelosen uutisstudion LED-valaisuprojekti	34
4.1	Uutisstudion valaisun suunnittelu	34
4.2	Projektissa mukana olevat yritykset	38
4.3	Valaisuprojekti	39
4.4	Uutisstudion valaisun tekniset ratkaisut	43
4.5	Uuden studion ensimmäinen lähetys	46
5	Yhteenveto	47
	Lähteet	49

## Liitteet

Liite 1. Valaisujärjestelmä, piirros

Liite 2. Jakovahvistimien kytkentä, piirros

Liite 3. Uutisstudion valosuunnitelma, piirros

Liite 4. Uutisstudion valosuunnitelma, selostus

Liite 5. Litepanels Sola 6 -LED-Fresnel-valo, hyödyt ja käyttösovellukset

Liite 6. Litepanels Sola 6 -LED-Fresnel-valo, tekniset tiedot

Liite 7. Litepanels 1x1 Bi-Focus -LED-valo, tekniset tiedot

Liite 8. ETC Element -valopöytä, laitteisto ja asennusopas

Liite 9. Electron SP142 -jakovahvistin, tekniset tiedot

## Lyhenteet ja käsitteet

AMX	Analog MultipleXer. Analoginen valaistuksen ohjausjärjestelmä.
Bi-Color	Valaisintyyppi, jonka värilämpötilaa voidaan säätää portaattomasti keinovalon ja päivänvalon välillä.
Bi-Focus	Valaisintyyppi, jonka valokeilaa voidaan säätää portaattomasti.
BTU	British Thermal Unit. Brittiläinen energian yksikkö, joka vastaa 1,06 kilojoulea.
Cat5	Kaapelointistandardi, jonka kaistanleveys on 100 megahertsiä.
cd	Kandela (candela), SI-perusyksikkö. Mittaa valonlähteen valovoimaa eli valon intensiteettiä.
CRI	Colour rendering index. Värintoistoindeksi, jolla mitataan valonlähteen kykyä toistaa värejä.
DALI	Digital Addressable Light Interface. Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä
Diffuusio	Valon sironta materiaalissa. Pehmentää valoa ja sen tuomia varjoja.
DMX	Digital MultipleXer. Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä.
DSI	Digital Signal Interface. Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä.
Flood	Tasoisuusvalo eli "tasuri", jonka valokeila on tyypillisesti noin 50 astetta.
Fresnel	Linssityyppi, jonka poikkileikkaus näyttää sahakuvioiselta.
GaN	Galliumnitriitti. Puolijohde, LEDien valmistusmateriaali.
HMI	Hydrargyrum Medium-arc Iodide. Metallihöyrylamppu.

HSB	Hue, Saturation, Brightness. Värin kolme ulottuvuutta (sävy, kylläisyys, kirkkaus).
Lambda	Aallonpituus, $\lambda$ .
LED	Light-emitting diode. Hohtodiodi, loistediodi.
lm/W	lumen/watti. Valonlähteiden valotehokkuuden yksikkö, joka kuvaa suoraan lampun hyötysuhdetta.
Luminanssi	Luminanssi eli valotiheys kuvaa pinnasta heijastuvan valon määrää. Luminanssin suuretunnus on L ja yksikkö on kandela ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).
lx	Luksi. Valaistusvoimakkuuden yksikkö.
OLED	Organic light-emitting diode. Hohtodiodi, joka sisältää orgaanisia yhdisteitä ja jolla voidaan tuottaa valoa.
Ra	DIN-normi. Värintoisto-ominaisuuden yksikkö.
RGB	Red, Green, Blue. Värijärjestelmä, joka muodostuu punaisesta, vihreästä ja sinisestä väristä.
RJ45	Yleisesti käytetty liitinstandardi parikaapeleille lähiverkossa.
Spektri	Valokirjo, valon intensiteetti.
Spot	Valaisin, jonka valokeilan leveys on tyypillisesti noin 30 astetta.
SSL	Solid State Lighting. Valoa säteilevät puolijohteet, jotka muuntavat sähköä valoksi.
XLR	Liitintyyppi, jota käytetään yleisesti ääni- ja valaisutekniikassa.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on suunnitella ja rakentaa SanomaNews Oy Nelosen uuden uutisstudion ympäristöystävällinen valaisujärjestelmä. Nelosen uutistoimitus yhdistetään Helsingin Sanomien toimitukseen, ja se muuttaa Sanomataloon ja nykyaikaistaa uutisstudionsa. Uuden uutisstudion valaisu toteutetaan LED-tekniikalla ja valaisun hallinta digitaalisella valaistuksen ohjausjärjestelmällä. Projektia varten tehdään valosuunnitelma, jonka yhteydessä tutkitaan, mitkä LED-valot sopivat parhaiten uuteen uutisstudioon ja paljonko valoja tarvitaan. Lisäksi suunnitellaan, mikä digitaalisen valaistuksen ohjausjärjestelmä sopii parhaiten LED-valojen hallintaan. Lisään osaamistani valaisun, valaisintekniikan, valosuunnittelun ja valaisujärjestelmien osalta.

Toimin uutisstudion valaisuprojektissa LED-valoasiantuntijana ja olen vastuussa valaisujärjestelmän toimituksesta asiakkaalle. Tavoitteena on saada LED-tekniikalla toteutettu valaisujärjestelmä valmiiksi aikataulun puitteissa. SanomaNews Oy Nelonen toimii edelläkävijänä valitessaan energiaystävällisen LED-valaistuksen. LED-tekniikan myötä uuden uutisstudion valaisu on ympäristöystävällisempi, turvallisempi ja paremmin hallittavissa.

Euroopan unionin ErP-direktiivin (Energy Related Products Directive) nojalla paljon ympäristöä rasittavat valaisimet tulevat poistumaan markkinoilta. Paljon energiaa kuluttavien valaisimien tilalle on kehitetty uutta energiatehokkaampaa teknologiaa, muun muassa LED-tekniikka. LED-tekniikan etuja on alhainen energiankulutus, turvallisuus ja pieni lämmöntuotto. Varsinkin energiankulutus on tärkeä kriteeri, koska sähköhinnassa on jatkossakin korotuspaineita. Kotitaloudet ovat jo siirtyneet käyttämään energiansäästölamppuja ja LED-valaisimia. Myös kuva-, televisio- ja uutisstudiot ovat siirtymässä perinteisestä valaisutekniikasta LED-valaistukseen.

Olen siirtynyt televisio-alalle töihin muutama vuosi sitten, kun ala oli vielä murrosvaiheessa. Analogisesta maailmasta on siirrytty digitaaliseen tekniikkaan, nauhatekniikkaan perustuvat kamerat ovat poistumassa ja tilalle ovat tulleet digitaaliset tiedostopohjaista tallennusta hyödyntävät kamerat. Myös perinteinen valaisu on muuttumassa, valaisuteknologia on kehittynyt ja LED-valot ovat korvaamassa perinteiset valot uutis- ja tv-studioissa.

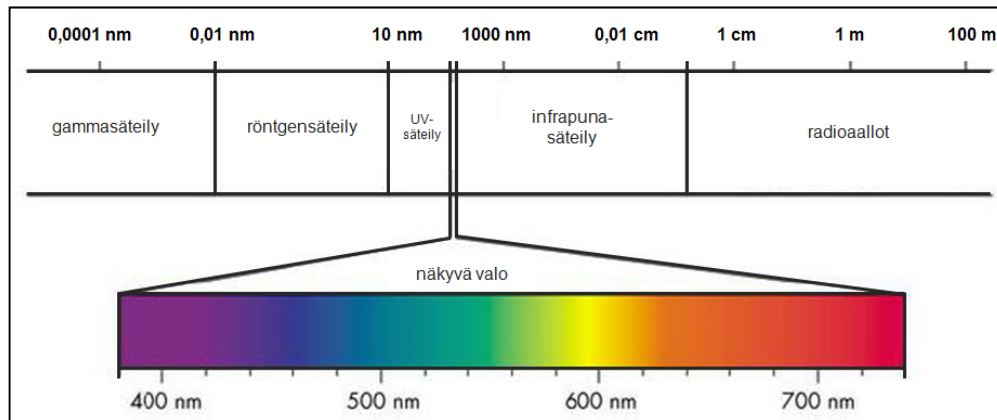


## 2 Valaisu

### 2.1 Valo

Valo on klassisen fysiikan mukaan sähkömagneettista aaltoliikettä. Siinä sähkökenttä ja magneettikenttä värähtelevät kohtisuorasti toisiaan ja valon etenemissuuntaa vastaan. Kyseessä on poikittainen aaltoliike. Sähkömagneettisen säteilyn etenemisnopeus tyhjiössä ei riipu aallonpituudesta, ja sen arvo on  $2,99792458 \times 10^8$  m/s. [1, s. 194.] Sähkömagneettinen säteily jaetaan aallonpituuksien mukaan alueisiin, joita ovat muun muassa radioaallot, mikroaallot, infrapunasäteily, valo, ultraviolettisäteily ja gammasäteily. Säteily, jonka ihmissilmä aistii näkyvänä valona, on vain pieni osa sähkömagneettisen säteilyn spektriä. Sen aallonpituus on noin 400–700 nanometriä (nm). Nämä säteilyn aallonpituudet aistitaan väreinä, ja ne ulottuvat violetista punaiseen väriin. [2, s. 74.]

Kuvassa 1 näkyvät sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet ja taajuudet sekä ihmisen silmän aistima näkyvä valo.



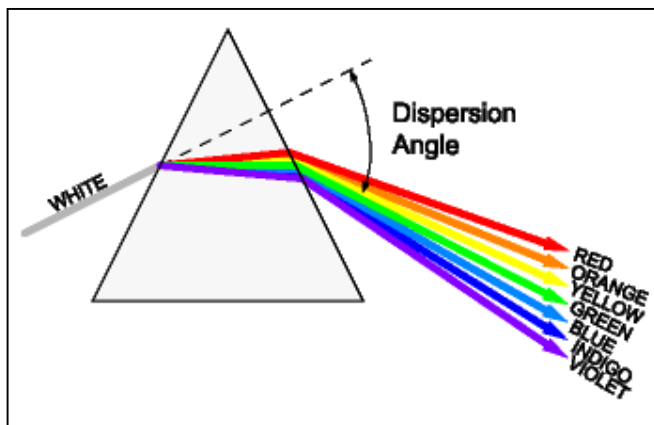
Kuva 1. Näkyvän valon aallonpituus ( $\lambda$ ) on noin 400–700 nanometriä [2].

Valkoinen valo, kuten esimerkiksi auringon valo, sisältää kaikkia näkyvän valon aallonpituuksia tietyssä suhteessa keskenään [2, s. 74].

## 2.2 Prisma

Prisman avulla valkoinen valo voidaan hajottaa sen päävärihin, jolloin kaikki valon aallonpituudet nähdään järjestyksessä. Valon hajoaminen perustuu siihen, että tullessaan uuteen väliaineeseen eri aallonpituudet kulkevat eri nopeuksilla ja taittuvat hiukan eri suuntiin. [2, s. 75.]

Prisma muodostuu kiilamaisesta lasikappaleesta. Kun valo osuu kuvan 2 mukaisesti prismaan, tapahtuu kaksi taittumista, toinen prisman etupinnassa ja toinen takapinnassa. Syntynyttä väriskaalaa kutsutaan spektriiksi. [1, s. 196.]

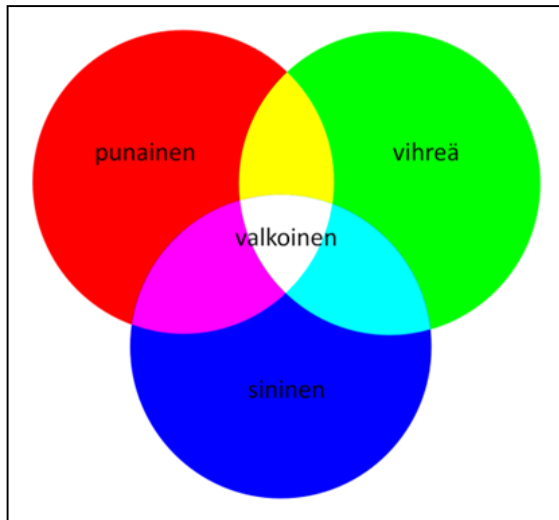


Kuva 2. Valon taittuminen prismaassa [3].

## 2.3 RGB-värijärjestelmä

Kun valon päävärejä – punaista, vihreää ja sinistä valoa – sekoitetaan tietyssä suhteessa keskenään, saadaan valkoista valoa. Muuttamalla tätä sekoitussuhdetta voidaan näistä kolmesta pääväristä muodostaa lähes mikä tahansa väri. Tätä valon päävärien yhdistelemiseen perustuvaa värijärjestelmää kutsutaan additiiviseksi eli lisääväksi värijärjestelmäksi, ja se tunnetaan myös nimellä RGB (Red, Green, Blue) -värijärjestelmä. [2, s. 77.]

Kuvan 3 RGB-värijärjestelmää hyödynnetään monissa sähköisissä laitteissa, esimerkiksi televisiossa, tietokonemonitoreissa ja digitaalikameroissa.



Kuva 3. RGB-värijärjestelmä.

## 2.4 Filmi-, TV- ja valokuvavalaisu

Aivan kuten musiikilla, valaisulla luodaan tunnelmaa ja kohdistetaan katsojan mielenkiinto haluttuun kohteeseen.

Valo mahdollistaa filmin valottumisen ja luo pohjan videokameran valosähköiselle toiminnalle. Kamera vaatii tietyn minimivalaistuksen. Valaistuksen tekeminen on käytössä olevien valonlähteiden säätelyä ja ohjausta. Valolla luodaan vaikutelmia ja annetaan lavastukselle merkitys. Materiaalin, pintojen, tilan ja kappaleiden sekä vuorokaudenajan tuntu saadaan aikaan valon ja varjojen avulla. [4.]

Teknisessä mielessä valo tekee kuvaamisen mahdolliseksi, sanotaan, että kuvaaminen on pitkälti valon hallintaa. Valaisun periaatteena on, että valo muistuttaa luonnollista tai vallitsevaa valoa ja antaa luonnollisen tai uskottavan mielikuvan tilasta. Valaisulla periaatteessa vain korjataan niitä virheitä, joita tilaa kameralla tallennettaessa syntyy. [5, s. 129.]

## 2.5 Hyvä valaistus

Valaistus riippuu monesta tekijästä. Hyvä valaistus saadaan riittävällä, tasaisella valaistusvoimakkuudella. Hyvän valaistuksen ominaisuus on myös häikäisemättömyys. Tällöin valon lähde ei osu suoraan näkökenttään, valaisin ei heijastu kuvaruudusta tai työtason pinnasta eikä katseen kohteen ja katselijan välillä ole heijastavia pintoja. [6.]

Näköhavaintoon vaikuttavat muun muassa valaistavan tilan koko, seinien ja kattopintojen heijastusominaisuudet ja värit. Tärkeimmät näkemiseen vaikuttavat tekijät ovat tilan valaisimet ja niiden tuottama valaistus. Kohtuulliset luminenssierot eri pintojen välillä auttavat hahmottamaan tilaa. Pintojen valaistusvoimakkuus, väri ja heijastumissuhteet ovatkin tilan hahmotuksen avaintekijöitä. Valolähteen värinvalinto-ominaisuudet vaikuttavat valaistuksen kohteen väriin. Valon väri lisää oleellisesti oikean informaation saatavuutta ympäristöstä. [6.]

Oikealla valon suuntauksella saadaan varjot pois tärkeimmästä katselukohteesta. Toisaalta valon suuntaus ja varjon muodostus ovat tärkeitä tekijöitä katselukohteen muodon tunnistamisessa. [6.]

Pienikokoisia kohteita kuvattaessa käytetään pieniä valaisimia ja suurissa kohteissa vastaavasti suuria. Valaistuksen perusajatus pysyy koko ajan samana. Kuvaustila ja valokalusto määritellään siis kuvattavan kohteen mukaan. [5, s. 130.] Hyvässä valaistuksessa otetaan huomioon myös syvyysterävyys, eli kuinka monta kohdetta kuvassa pidetään terävänä, myös värilämpötilalla vaikutetaan kuvan tunnelmaan. Kun kuva näyttää siltä, että sitä ei ole valaistu, se on hyvin valaistu.

## 2.6 Valaistussuureita

Perinteisissä lampuissa teho on ollut valintakriteeri, joka on aina helpottanut lampun valintaa. Lampun ottama sähköteho on samalla myös maanläheisesti kertonut, paljonko lamppu tuottaa valoa. Todellisuudessa tämä lukema kertoo vain sen, kuinka paljon sähkötehoa lamppu kuluttaa palaessaan. Kaikki se teho, jota ei lampusta saada valona, muuttuu lämmöksi. Suurin osa perinteisten lamppujen kuluttamasta sähkötehosta käytetäänkin ympäröivän ilman lämmittämiseen. Siksi kannattaa valita lamppu, joka

tuottaa mahdollisimman paljon valotehoa mahdollisimman pienellä sähköenergian määrällä. Tehon suure (tunnus) on P (Power) ja yksikkö on W (watti). [7.]

Valotehokkuus kertoo valolähteestä saadun valomäärän suhteessa käytettyyn sähkötehoon. Valonlähteiden valotehokkuuden yksikkö on lm / W (lumen / Watti), joka kuvaa suoraan lampun hyötysuhdetta. Valotehokkuus on olennainen suure, kun vertaillaan eri valonlähteiden energiatehokkuutta. Valotehokkuus saadaan, kun valolähteen tuottama valomäärä (lumen, lm) jaetaan sen kuluttamalla sähköteholla (Watti, W). Mitä suurempi luku on, sitä energiatehokkaampi valonlähde on, eli se on hyötysuhteeltaan parempi. [7.]

Valovirta (yksikkö: lm) ilmaisee, kuinka paljon valoa valonlähde tuottaa. Valovirran lukema annetaan yleensä lampuille, joilla ei varsinaisesti ole omaa heijastinta (esimerkiksi hehkulamppu), mutta sitä käytetään nykyisin yleisesti myös LED-valojenkin kohdalla, koska valolähteenä uuden teknologian LEDit ovat hyvin laajakeilaisia. Lumenarvo helpottaa vertailtaessa eri valojen tuottaman valomäärän arvioinnissa, ja sen avulla voidaan arvioida, kuinka paljon LED-valoa tarvitaan. [8.]

Valaistusvoimakkuus kuvaa valolähteen voimakkuutta valaistavalla pinnalla, ja sen yksikkönä käytetään luksia (lx). Valaistusvoimakkuus riippuu muun muassa lampun valovirrasta, valaisimen optisista ominaisuuksista ja etäisyydestä valaistavasta pinnasta. [9.]

Yksi luxi on valaistusvoimakkuus, jonka yhden lumenin valovirta antaa tasaisesti jakautuessaan yhden neliömetrin alalle ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ lumen (lm)/neliömetri (m}^2\text{)}$ ). Mitä kauempana pinta on valolähteestä, sitä pienempi valaistusvoimakkuus on. Jos voimakkuus on esimerkiksi 100 luksia 1 metrin etäisyydellä, se on 25 luksia 2 metrin päässä ja 4 luksia 5 metrin päässä. [9.]

Luminanssi eli valotiheys kuvaa pinnasta heijastuvan valon määrää eli pintojen kirkkautta. Luminanssin yksikkö on kandela ( $\text{kcd/m}^2$ ). Vierekkäisten pintojen luminanssin suhde kuvaa kohteen kontrastia. Näkeminen vaikeutuu, mikäli katselukohde on paljon kirkkaampi kuin sen välitön ympäristö. Näin käy myös silloin, kun katselukohde on tummempi kuin ympäristö. Huomio ei tällöin keskity varsinaiseen katselukohteeseen, vaan kirkkaaseen ympäristöön. [10.]

Valaistussuunnittelussa on otettava huomioon näkökohteen ja sen välittömän ympäristön luminanssi, katon, lattian ja seinän luminanssi sekä häikäisyjen välttäminen valaisimista ja ikkunoista. Toivotut luminanssisuhteet saadaan aikaan sopivilla valaisimilla ja niiden sijoittelulla sekä oikeilla huonepintojen ja sisustusmateriaalien heijastussuhteiden valinnalla. [10.]

Kandela (candela, cd) mittaa valonlähteen valovoimaa eli valon intensiteettiä. Valovoima kertoo, kuinka paljon valoa lamppu säteilee johonkin tiettyyn säteilykulmaan. Yksi kandela vastaa suunnilleen tavallisen kynttilän valon voimakkuutta tai kirkkautta. Mitä enemmän valoa (lumeneita) lamppu tuottaa, sitä suurempi on valovoima, mikäli kohdelampun säteilykulma pysyy samana. Toisaalta, jos lamppu kohdistaa valonsa pienemmälle alueelle, on valovoima kandeloina suurempi, vaikka lampun tuottama valon määrä lumeneina olisi sama. Valovoiman lisäksi valmistajat ilmoittavat kohdelamppujen säteilykulman, jota ilman ei voi verrata kohdelamppujen tuottamaa valon määrää. [11.]

Silmän herkkyys valosäteilylle riippuu valon aallonpituudesta. Ihminen ei siis havaitse fyysikaalisesti yhtä voimakkaita, mutta erivärisiä valonlähteitä yhtä voimakkaina. Herkkyys myös vaihtelee yksilöllisesti. Sen vuoksi kandela on määritelty eri aallonpituuksille siten, että se vastaa keskimääräistä näköaistimuksen voimakkuutta. [11.]

Valolähteen valon keilan leveyttä eli avautumiskulmaa käytetään ilmaisemaan miten leveällä (tai kapealla) heijastimella tai linssillä varustettu lamppu antaa valoa. Avautumiskulma annetaan asteina. Avautumiskulma ilmoittaa kulman, jossa valovoima (cd) on vähintään puolet maksimiarvostaan. Niinpä avautumiskulman reunalla onkin puolet vähemmän valovoimaa kuin keilan keskellä. [7.]

Valokeilan muoto voi olla muun muassa pyöreä, suorakulmainen, symmetrinen tai epäsymmetrinen. Halogeenivaloissa valokulma ei ole säädettävissä, mutta esimerkiksi Fresnel-valoissa valokulmaa voi säätää. Valokeilan säätämiseen on olemassa myös apuvälineitä, kuten hunajakenko ja valon rajaajat eli ladonovet. Hunajakennolla estetään valon heijastuminen sivuille. Kuvan 4 kaltaisilla valon rajaajilla muokataan valokeilan muotoa ja suuntaa. Samalla voidaan vähentää valon kameralle aiheuttamia linssiheijastuksia.



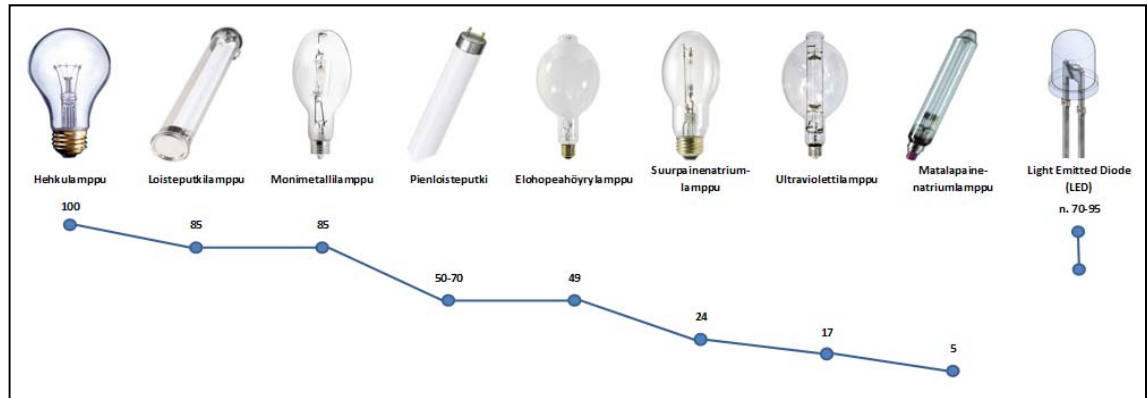
Kuva 4. Valon rajaajilla voidaan muokata valokeilan muotoa.

Lampun elinikä kertoo lampun keskimääräisen paloajan testiolosuhteissa. Keskimääräinen elinikä on aika, jonka aikana puolet testiin laitetuista lamputta on palanut. Lampun testissä saama elinikä ei kuitenkaan kerro koko totuutta. Lamppu joutuu käyttöolosuhteissa erilaisiin ympäristöolosuhteisiin, kuten alltiiksi tärinälle, eli se joutuu mekaanisesti koville. [7.]

Värintoistoindeksi (lyhenne CRI, englanniksi colour rendering index) eli Ra-indeksi (DIN-normi) on suure, jolla mitataan valonlähteen kykyä toistaa värejä verrattuna ihanteelliseen valonlähteeseen eli mustaan kappaleeseen tai muuhun referenssisäteilijään. Värintoistoindeksi ilmoitetaan lukuna asteikolla nolasta sataan, missä 0 tarkoittaa täysin monokromaattista valoa, jossa värit eivät toistu lainkaan, ja 100 täysin jatkuvavespektivistä valoa eli täydellistä värintoistoa. Värintoistoindeksi ei ilmoita valon väriä, vaan sen ilmoittaa värilämpötila. [12.]

Värilämpötila ja värintoistoindeksi ovat toisistaan riippumattomia, joten päivänvalolamput eivät välttämättä takaa hyvää värintoistokykyä. Lamppuja valittaessa tulee varmistaa, että niissä on tarkoitukseen sopiva, riittävä värintoistokyky. [13.] Valaisin, jonka värintoistoindeksi on yli 90 (Ra) toistaa värit rikkaammin ja syvemmin, kun taas valaisin, jonka värintoistoindeksi on paljon alle 90 (Ra) näyttää samat värit huomattavasti heikommin. Eri valaisimilla on erilainen värintoistoindeksi, kuten kuvasta 5 voi päätellä. LED-valaisimien värintoistoindeksi vaihtelee, parhailla LED-valoilla värintoistoindeksi on yli 90 (Ra). [14.]

Kuvassa 5 vertaillaan eri valonlähteiden värintoistoindeksiä (CRI). LED-valojen värintoistoindeksi riippuu valon ja komponenttien laadusta. LED-valojen osalta on suositeltavampaa luottaa puolueettomampiin mittaustuloksiin kuin valmistajan ilmoittamiin arvoihin.



Kuva 5. Valonlähteen värintoistoindeksi (CRI) eri valonlähteillä.

Väriämpötila (englanniksi color temperature) on valkoiseksi käsitetyn valon, kuten auringonvalon ja lampun valon, mitattava ominaisuus. Väriämpötilan yksikkö on kelvin (tunnus K). Väriämpötilan noustessa (kuva 6) valon väri muuttuu punaisesta (2 000 K) siniseksi (12 000–18 000 K). Ihminen näkee väriämpötiloja noin 2 790–11 000 kelvinin välillä. [15.]



Kuva 6. Väriämpötilat kelvin (K) -arvoilla, kuvassa havainnollistettu 3 200 K:n, 4 200 K:n ja 5 600 K:n väriämpötilaerot.



5 000–5 500 kelviniä vastaa päivänvalo, ja se koetaan yleisesti kylmäksi värilämpötilaksi; 2 800–3 200 kelviniä vastaa hehkulamppua ja sitä pidetään lämpimänä valkoisena värilämpötilana. Mitta-asteikko perustuu mustan rautapallon värisävyihin eri lämpötiloissa. 300 kelvinin lämpötilassa pallo on musta ja säteilee pelkkää lämpöä. 800 kelvinin lämpötilassa rautapallo on punainen, 4 000 kelvinin lämpötilassa valkoinen ja 20 000 kelvinin lämpötilassa sininen. Hehkulampun värilämpötila on noin 2 850 kelviniä. Loistelamppujen tyypilliset värilämpötilat ovat noin 2 700–8 800 kelviniä. Suomessa käytetään tavallisesti 3 000 tai 4 000 kelvinin loistelamppuja. Yli 5 000 kelvinin valonlähteitä kutsutaan kylmäsävyisiksi tai päivänvalolampuiksi. Hehkulampun sävyisiä loistelamppuja kutsutaan lämminsävyisiksi valonlähteiksi. [13.]

Spektri eli valokirjo kuvaa valon eri aallonpituuksien, eli silmin havaittavien värien, esiintymistä. Auringonvalo sisältää jatkuvan spektrin. Kuuman kappaleen säteilyssä korostuu lämpötilan mukainen spektrin alue. Värilämpötilalla tarkoitetaan tämän huipukohdan paikkaa spektrissä. [16, s. 55.]

Metamerismi on ilmiö, jossa kaksi erilaista valon spektrijakaumaa näyttää samanvärisiltä, koska spektrit ärsyttävät silmän reseptoreita samalla tavalla. Silmä saattaa hyväksyä valon valkoisena, vaikka spektrissä olisi isojakin aukkoja. Erilainen valon spektrijakauma aiheuttaa kuitenkin väripigmentin katselussa erilaisen värihavainnon, jolloin tarkka värien toistuvuus ei onnistu katkokirjoisessa valossa eli hyvin kuoppaisella valon spektrillä. [16, s. 55.]

Valolähteen lämpötila kertoo, kuinka kuumaksi lamppu lämpenee, kun sitä käytetään. Perinteiset hehkulankaan pohjautuvat lamput, kuten halogeeni- ja hehkulamput, lämpenevät useiden satojen asteiden lämpöisiksi. Halogeenilampun sisällä on jopa 1400 celsiusasteen lämpötila (hehkuva wolframilanka). Niiden valokeilan lämpö on niin suuri, että se voidaan katsoa jopa paloturvallisuusriskiksi. [7.]

LED-lampun sisällä ei koskaan ole yli 120 celsiusasteen lämpötilaa. LED-valojen turvallisuus perustuu juuri siihen, etteivät ne lämpene niin paljon, että ne voisivat sytyttää tulipaloa. Niiden valokeilassa ei ole juuri lainkaan lämpösäteilyä. [7.] Monet perinteiset valaisimet tuottavat ottamastaan tehosta enemmän lämpöä kuin valoa. LED-valaisinten etu on se, että ne tuottavat ottamastaan tehosta enemmän valoa kuin lämpöä.

## 2.7 Valaistuksen mittaaminen

Valaistusmittaria tarvitaan valaistuksen hallintaan erilaisissa ympäristöissä. Oikeilla lisävarusteilla valaistusmittari tuottaa tarkkoihin mittauksiin perustuvia valotus- ja luminanssilaskelmia, ja se mahdollistaa sekä suoran että kohdistuvan valon mittaamisen. Valaistusmittarilla saatavia tarkkoja lukemia kannattaa hyödyntää esimerkiksi studioolosuhteissa. [17, s. 52.]

Luksi ja luminanssi ovat valaistusmittauksissa kaksi tärkeätä suuretta. Valon määrä, luksi, on yleisin mitattu valon suure. Valaistaessa syntyy heijastuksia ja valo värjäytyy kohteessa luoden uuden tunnelman. [18.]

Valaistusta mitataan luksimittarilla, joka koostuu valokennosta, värikorjaussuotimesta, kosinikorjaimesta ja virtamittarista. Tilan yleisvalaistuksen voimakkuus mitataan tasavälisin mittauspistein joko koko tilasta tai sellaisesta osasta tilaa, jossa valaisimet sijaitsevat symmetrisesti. Luminanssimittari on periaatteeltaan samanlainen kuin valaistusvoimakkuusmittari. Oleellisin ero on siinä, että valaistusvoimakkuusmittari mittaa koko puoliavaruudesta tulevan säteilyn, kun taas luminanssimittarin mittausero on rajattu hyvin kapeaksi. Luminanssimittauksilla haetaan pintojen kirkkauseroja (heijastukset, kontrastit ja värisävyt). [19.]

Hyvälaatuinen valaistusmittari mittaa luksit laajalla herkkyyalueella (esimerkiksi 0,01–299 900 lx). Niihin voidaan asettaa myös CCF eli väri-indeksin korjaus. Käyttämällä tätä ominaisuutta voidaan esimerkiksi suurpainenatriumlamppuja ja monimetallilamppuja verrata oikein keskenään. Jotta LED-valon luksia ja oikeaa värilämpötilaa pystytään mittaamaan tarkasti, tarvitaan LED-valaistukseen soveltuva väriluksimittari. Tällaisella mittarilla voidaan tarkasti mitata seuraavat ominaisuudet: V (lambda eli aallonpituus) korjauksen on oltava alle 6 % (prosenttia) CIE:n (The International Commission on Illumination) määrittämisen mukaan. Kosinikorjauksen on oltava alle 3 %. [18.]

### 3 Valaisintekniikka

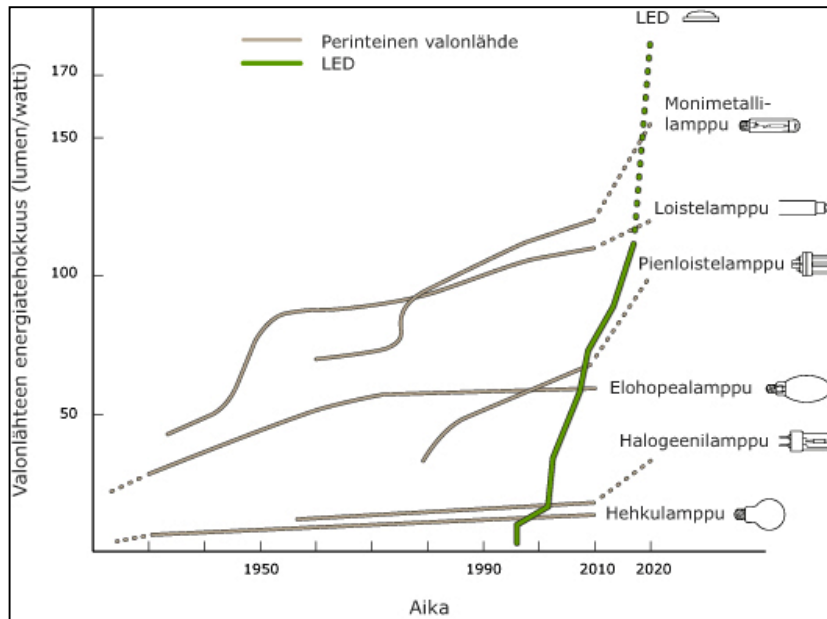
#### 3.1 Valaisin

Määritelmän mukaan valaisin on laite, joka jakaa, suodattaa tai muuntaa yhdestä tai useammasta lampusta tulevan valon ja joka sisältää kaikki lamppujen kiinnittämiseen, suojaamiseen ja verkkoon kytkemiseen tarpeelliset osat [15].

Valaisimien valinnassa on kiinnitettävä huomiota siihen, millaiseen valaistushyötysuhteeseen kullakin valaisimella päästään. Jos valinta tehdään ainoastaan yksittäisen valaisimen hyötysuhteen perusteella, saattaa lopputulos olla kaikkea muuta kuin taloudellinen. Valaistushyötysuhteeseen vaikuttavat valaisimen hyötysuhteen lisäksi muun muassa huonetilan muoto ja värityys sekä muut seikat. Myös valaisimen tehoon on syytä kiinnittää huomiota. Valaisimien verkosta ottama teho ei välttämättä ole sama edes samaa lampputyyppiä käyttävillä valaisimilla, sillä erityyppiset liitälaitteet aiheuttavat eroja. [15.]

#### 3.2 Perinteiset valaisimet

Televisio- ja uutisstudioissa on perinteisesti käytetty HMI (Hydrargyrum Medium-arc iodide)- eli purkauslamppuvalaisimia sekä loisteputki-, hehkulamppu- ja halogeenivalaisimia. HMI-valaisimet ovat yleisesti käytössä myös elokuvateollisuudessa. Loisteputkivalaisimia eli matalapaineisia purkauslamppuja käytetään muun muassa studiokäytössä. Hehkulamppu- ja halogeenivalaisimia käytetään sis- ja ulkotiloissa sekä AV-tuotannossa. Kuvassa 7 on eri valaisintyyppien valotehokkuuden (Lm/W) kehitys 1800-luvulta tähän päivään.



Kuva 7. Perinteisten valolähteiden ja valkoisen LEDin valotehokkuuden (Lm/W) kehitys [20].

### Hehkulamput

Hehkulamput ovat hehkulangan avulla valoa tuottavia valonlähteitä. Hehkulamppujen värinasto-ominaisuudet ovat erinomaiset (Ra 100), ja ne toimivat suoraan verkkojännitteellä. Lamput sopivat yleisvalonlähteeksi kohteisiin, joissa lampun vaihtaminen on helppoa. [14.]

Vakiohehkulamput ovat yleisimpiä hehkulamppuja. Nimellisjännitteet vaihtelevat alueella 70–260 volttia (V) ja tehot alueella 15–2 000 W. Kun puhutaan perus- ja vakiovalonlähteistä, niille ilmoitetaan tavallisesti 1 000–1 500 tunnin keskimääräinen nimellispolttoikä. Vahvistehehkulamppujen nimellispolttoikä on tavallisesti 2 500 tuntia. Näissä, samoin kuin niin sanotuissa 5 000 tunnin hehkulampuissa pidempi polttoikä saavutetaan valohyötysuhteen kustannuksella. Kun hehkulamppua poltetaan lampun nimellisjännitettä alhaisemmalla jännitteellä, sen polttoikä pitenee, virta, teho, valotehokkuus ja valovirta laskevat. Mikäli hehkulamppua taas poltetaan nimellisjännitettä korkeammalla jännitteellä, polttoikä lyhenee ja virta, teho, valotehokkuus ja valovirta kasvavat. [22.]

Euroopan unioni (EU) on kieltänyt vanhanmalliset hehkulamput ja aloittanut siirtymisen energiatehokkaampiin valaistusmenetelmiin. EU aikoo vähitellen poistaa kaikki energiaa tuhlaavat lamput Euroopan markkinoilta. [21.] Kun perinteiset, yksinkertaisen hehkulangan sisältävät ja jalokaasulla täytetyt hehkulamput kielletään niiden tehottomuuden

vuoksi, samannäköiset mutta tehokkaammat parannetut hehkulamput jatkavat hehkutamalla aikaansaadun valon perinnettä. Niiden hehkulanka on sijoitettu halogeenikaasulla täytettyyn polttimoon, joka on vuorostaan suuremman lasikuvun sisällä. [22.]

### Halolamput

Halo(geeni)lampuilla on monia muista hehkulampuista poikkeavia ominaisuuksia. Oleellinen ero on siinä, että kemiallisesti reagoimattoman kaasun lisäksi lamppu sisältää myös halogeenihöyryä, esimerkiksi jodi- tai bromihöyryä. Lähellä lampun kupua vallitsevissa lämpötiloissa halogeeniatomit yhtyvät volframiatomien kanssa värittömäksi yhdisteeksi. Hehkulangan lähellä vallitsevassa korkeassa lämpötilassa (yli 1 400 celsiusastetta) yhdisteet hajoavat, ja vapautuneet volframiatomit palautuvat hehkulankaan (tai johdikkeitten kuumiin osiin). Vapautuneet halogeeniatomit yhtyvät lampun kylmemmissä osissa uudelleen volframiatomeihin. [13.]

Halogeenivalon värintoisto-ominaisuudet ovat yhtä hyvät kuin hehkulamppujen. Yleisin nimellisjännite on 12 V ja tehoalue 20–65 W. Valotehokkuudet 2 000–3 000 polttotuntin lampuilla ovat noin 25 lm/W. [13.] Halogeenilamput kuluttavat noin 20–30 % vähemmän energiaa kuin parhaat perinteiset hehkulamput. Niiden elinikä on kaksinkertainen perinteiseen hehkulamppuun verrattuna. [23.]

### Kaasupurkauslamput

Kaasupurkauslampuissa sähköenergia muuttuu säteilyenergiaksi siten, että lamppujen purkausputkessa olevassa täytöskaasussa tai metallihöyryssä vaikuttavan sähkökentän vaikutuksesta liikkuvat elektronit vapauttavat säteilyenergiaa törmätessään täytöskaasun tai metallihöyryn atomeihin. Valon tuottamisen tehokkuutta parannetaan loisteaineilla, jotka ovat maa-alkalimetallien yhdisteitä (beryllium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), strontium (Sr), barium (Ba), sinkki (Zn) ja kadmium (Cd)). Ne muuttavat näkymättömän ultraviolettisäteilyn valonsäteilyksi. [24.]

Kaasupurkauslamppuja ovat loistelamput, elohopealamput, monimetallilamput, pienpainenaatriumlamput ja suurpainenaatriumlamput. Toimiakseen lamput tarvitsevat kuristimen ja sytyttimen. [24.]

## Loistelamput

Loistelamput uusine ja vanhoine muunnoksineen ovat loistesäteilijöitä. Lampun toiminta perustuu sähköpurkaukseen. Lampussa on täytöksenä pieni pisara elohopeaa sekä jalokaasua (yleisimmin argon, krypton tai näiden seos). Täytöskaasun tehtävänä on auttaa lampun syttymisessä, kun lamppu on kylmä ja elohopea-atomien tiheys pieni sekä suojata katodeja lampun palaessa. Elektrodienvälille aikaansaatu sähköpurkaus virittää pienpaineisen täytöskaasun atomeja. Palatessaan takaisin alemmille energiatasoille synnyttävät viritetyt elektronit UV-säteilyä. [15.]

Loisteputken sisäpinta on päällystetty fluoresoivalla materiaalilla, joka muuttaa elohopeahöyryssä olevan sähköpurkauksen synnyttämän UV-säteilyn näkyväksi valoksi. Loisteputken sisäpinnassa olevan loisteaineen koostumus määrää sävyn (värilämpötila) ja spektrin tasaisuuden (RA-indeksi). Loisteputken valotehokkuus noin 80 lm/W. [25.]

## Elohopeahöyrylamput

Vuonna 1901 insinööri Peter Cooper Hewitt esitteli elohopeahöyryyn perustuvan purkauslamppun. Kaasu oli suljettu noin 1,2 metriä pitkään lasiputkeen, ja syntynyt valo oli väriltään sinivihreää. Vuonna 1934 tämän pohjalta kehitettiin vastaavantyyppinen lamppu, jolla voitiin tuottaa valoa suuremmalla teholla pienemmässä tilassa. [26.]

Elohopeahöyrylamppun valontuotto perustuu elohopeahöyryyn korkeassa lämpötilassa ja paineessa lähettämään säteilyyn, josta pääosa on näkyvää valoa ja osa ultraviolettisäteilyä. Polttimoa ympäröi loisteaineella pinnoitettu suojakupu, joka ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta säteilee näkyvää valoa. Näin haitallista UV-säteilyä ei pääse ulos. [25.]

Elohopealamppu on hinnaltaan edullinen purkauslamppumalli, mutta sen huonompi valotehokkuus kilpailijoihin (suurpainenaatrium, monimetallilamppu) nähden on vähentänyt sen käyttöä. [13.] Elohopeahöyrylamppun valotehokkuus on noin 55 lm/W. Se menettää merkittävästi valotehoaan elinkaarensa aikana, ja se tuottaa vaaleaa, lähes valkoista valoa. [12.] EU-lainsäädännön (ErP-direktiivi (Energy related Products-directive, eli energiaan liittyvien tuotteiden direktiivi) 2009/125/EY) mukaisesti elohopealamput (HPM) poistuvat markkinoilta vuonna 2015.

## Monimetallilamput

Monimetallilamppu eli metallihalogeenilamppu on purkauslamppu, jonka valontuotto perustuu sen purkausputkessa käytettyyn useiden eri metallien seokseen. Lamppu on samankaltainen kuin elohopeahöyrylamppu, mutta sen tuottama valo on puhtaamman valkeaa ja väriintoistokyky parempi. Monimetallilamput myös valaisevat elohopealamppuja tehokkaammin, ja niiden valotuoton alenema on pienempi, mutta ne ovat hieman lyhytikäisempiä. Monimetallilamppu on valotehokkuudeltaan lähes suurpainenatriumlampun veroinen. [25.]

Monimetalli- ja suurpainenatriumlamppujen valontuotto on noin 70–120 lm/W, ja lamput syttyvät myös pakkasella. Lamput eivät kuitenkaan syty heti uudestaan sammutuksen jälkeen, vaan niiden pitää jäähtyä ennen uudelleen sytytystä. Monimetallilamppujen väriämpötila on noin 4 000 kelviniä, ja niiden väriintoistoindeksi (Ra) on tyypillisesti 80. [27.]

## Suurpainenatriumlamput

Suurpainenatriumlamppujen kehitys alkoi 1950-luvulla. Ensimmäiset suurpainenatriumlamput tulivat markkinoille vuonna 1965. Lamppujen hyviin ominaisuuksiin kuuluu suuri valotehokkuus, nykyisin se on noin 140 lm/W. [26.]

Suurpainenatriumlamppu tuottaa vaaleankeltaista valoa. Syttyessään se ei saavuta lopullista väriään ihan heti, vaan väri on aluksi vaaleanvioletti ja muuttuu muutaman minuutin aikana vähitellen lopulliseen sävyynsä. Suurpainenatriumlampun toiminta perustuu siihen, että natriumhöyry, joka on korkeassa paineessa ja jonka läpi ajetaan virtaa, lähettää näkyvää valoa. [25.] Suurpainenatriumlamppuja käytetään pääasiassa vain ulkovalaistuksessa, sillä niiden väriintoisto on heikko [27].

## Matalapainenatriumlamput

Matalapainenatriumlamppu tai pienpainenatriumlamppu tuottaa kirkkaan keltaista, lähes monokromaattista valoa aallonpituudella 589 nm. Matalapainenatriumlamppu tuottaa valoa jopa 200 lm/W, mikä johtuu erityisesti siitä, että sen tuottaman valon aallonpituus on hyvin lähellä aallonpituutta, jolle ihmissilmä on kaikkein herkin (noin 550 nm). [25.] Pienpainenatriumlamput tuottavat yksiväristä keltaoranssia valoa, joten näitä

lamppuja käytetään lähinnä moottoriteillä, pysäköintialueilla, aluevalaistuksessa ja turvavalaistuksessa.

### 3.3 Muut valaisimet

#### Sekavalolamput

Sekavalolamppu on hehku- ja elohopealampun yhdistelmä. Ulkokuvun sisäpinta on päällystetty loisteaineella. Säteily koostuu elohopeapurkauksesta ja hehkulangan säteilystä suhteessa 2:1. Lamppu ei tarvitse kuristinta, ja se voidaan kiinnittää lisälaitteella hehkulampun kantaan. Polttoikä on noin 6 000 tuntia. Sekavalolamppua voidaan käyttää vain kanta ylös- tai alaspäin pienin vaihteluin. Jännitemuuntaja on asennettu lampun runkoon, tai se voi lamppuryhmiä käytettäessä olla erillinen. Jotkut sekavalolampuista voidaan himmentää elektronisella liitäntälaitteella. [24.]

#### Induktiolamput

Induktiolampuissa valo tuotetaan sähkömagneettisen induktion ja kaasupurkauksen avulla. Lampussa ei ole lainkaan hehkulankaa tai elektrodeja, vaan siinä on induktiokeila, joka aiheuttaa suurtaajuuden energiavirran pienpaineiseen elohopeakaasuun. Suuren taajuuden tuottamiseksi lamppu tarvitsee ulkoisen suurtaajuusvirtalähteen. [28.]

Induktiolampussa sähkövirta ionisoi pienpaineisen täytöskaasun. Se synnyttää kaasussa ultraviolettisäteilyä, joka muutetaan lampun kuvun sisäpinnalla loisteaineen avulla näkyväksi valoksi. Koska lampussa ei ole lainkaan kuluvia osia, lampun käyttöikä on huomattavan pitkä, jopa 100 000 tuntia. Pitkän eliniän ansiosta vaihto- ja huoltokustannukset pysyvät valaisimen elinkaaren aikana vähäisinä. [28.]

#### Ksenonlamput

Ksenonvalot ovat purkauslamppuja, jotka on täytetty jalokaasujen seoksella, jossa on mukana myös ksenonia. Polttimossa ei ole halogeenipolttimon tapaan hehkulankaa. Valokaari syttyy kaasuseoksessa kahden elektrodin väliin. Ksenonlampusta saadaan yli 50 % enemmän valotehoa samasta energiamäärästä, mikä tarvitaan halogeenilamppua käytettäessä. Ksenonvaloja käytetään tyypillisesti ajoneuvoissa. [29.]



## HMI-valaisimet

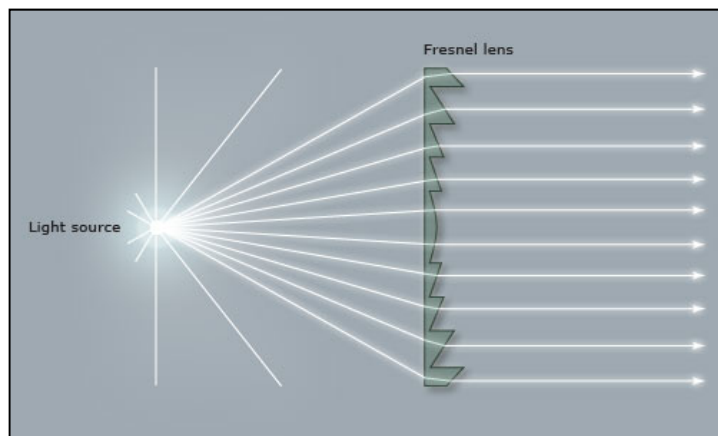
HMI (Hydrargyrum Medium-arc Iodide) on Osramin 1960-luvulla kehittämä metallihalidi-kaasupurkauslamppu. HMI-valaisimen spektri muistuttaa 6 000 kelvinin väriämpötilaa eli auringonvaloa. Tyypillinen polttimon kesto-aika on noin 200 tuntia. [16, s.55.]

Polttimon väriämpötila muuttuu käytön myötä. Uudella polttimolla varustettu HMI-valaisimen väriämpötila on jopa 15 000 kelviniä, mutta väriämpötila tasaantuu muutamman tunnin kuluttua noin 6 000 kelviniin. Tämän jälkeen väriämpötila muuttuu, käytännössä laskee noin yhden kelvinin joka käyttötunti. Tämän ja muun turvallisuuden vuoksi HMI-polttimoita suositellaan vaihdettavaksi säännöllisin väliajoin.

HMI-kaasupurkauslamput ovat jopa viisi kertaa tehokkaampia kuin hehkulamput. Ne kuluttavat yli 50 % vähemmän sähköä kuin hehkulamput ja tuottavat vähemmän lämpöä. Ne ovat suosittuja, ja niitä käytetään tyypillisesti teattereissa, konserteissa, televisiostudioissa ja filmitoimistoissa.

## Fresnel-linssi

Fresnel on ohut ja kevyt linssityyppi, joka mahdollistaa valon suuntauksen yhdeksi säteeksi. Fresnel-linssissä on samankeskisiä sahalaitaisia ympyröitä, jotka kuvan 8 mukaisesti taittavat ja kokoavat valon. [30.]



Kuva 8. Fresnel-linssi mahdollistaa valon taittumisen ja kokoamisen [31].

Vastaavanlainen valon keskittäminen onnistuisi yhdellä hiotulla linssillä, mutta siitä tulisi käsittämättömän painava ja sen hiominen olisi perin työlästä. Fresnel-linssin keksijä, ranskalainen insinööri Augustin-Jean Fresnel, "viipalo" ison linssin samankeskeisiksi kaariprismoiksi, jotka oli hammastettu toiselta puoleltaan. Näin linssistä tuli kevyempi. [32.]

Fresnel-linssin avulla saadaan jopa kymmenkertainen valoteho pienemmälle alueelle, kun lampun ja linssin välistä etäisyyttä säädetään. Tämä mahdollistaa valaisun kauempaakin, joten Fresnel-valaisin soveltuu hyvin suuriin ja korkeisiin tiloihin. Fresnel-valaisimen valokeilaa voi säätää valaisimesta riippuen jopa 10–70 asteen välillä. [30.]

### 3.4 Digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä

Ensimmäiset himmennin- ja valaisintoiminnot suoritettiin manuaalisesti suoraan himmentimestä tai valaisimesta käsin. Tällainen ohjaus oli varsin hankalaa ja työlästä. Nykyään valonohjauksessa käytetään digitaalista signaalia ja pulssinleveysmodulaatioon (PWM) perustuvia ohjaustapoja, kuten DALI (Digital Addressable Lighting Interface), DSI (Digital Serial Interface), DMX-512 (Digital Multiplex-512) sekä suora painikeohjaus. Keskityn opinnäytetyössäni digitaalisiin valaistuksen ohjausjärjestelmiin ja valaistuksen ohjausprotokollaan.

DMX (Digital Multiplex) on digitaalinen ohjausprotokolla, jota käytetään valaistuksen ohjausjärjestelmissä. Se on suunniteltu mahdollistamaan eri laitteiden samanaikainen käytettävyyden helposti. DMX-512-standardi perustuu 512 yksittäiseen 8 bitin kanavaan, jotka voidaan asettaa välille 0–255. Esimerkiksi uutisstudioissa käytettäviä LED-valoja voidaan ohjata suoraan DMX-512-protokollaa hyödyntävillä keskusyksiköillä, käytännössä valopöydillä.

Valonohjauksella ohjataan valaisimia joko yksitellen tai ryhmissä. Digitaaliohjauksessa laitteiden väliset ohjauskomennot välitetään digitaalista signaalia käyttäen. Digitaalisessa muodossa olevat komennot eivät ole herkkiä häiriöille, eikä ohjausvirtapiirin pituus vaikuta säätötulokseen. Digitaalisia liitäntälaitteita voidaan ohjata reitittimen avulla ja ohjelmoida tietokoneella. Tietokoneen näytölle voidaan avata ohjauspainikkeistoa jäljittelevä ikkuna, josta valaistusta ohjataan kuten perinteisellä rasiaohjaimella. [33.]

Valonohjausjärjestelmien keskeisiä etuja ovat muun muassa tilannemuistit ja kauko-ohjausmahdollisuus. Tilannemuistiin tallennetaan kunkin kanavan valonsäätötilanne yhdessä muiden kanavien tilanteiden kanssa. Muistipaikkoja voi järjestelmässä olla useita. Valaistustilanne otetaan käyttöön yhtä näppäintä painamalla, minkä jälkeen järjestelmä säätää automaattisesti kunkin valaistusryhmän ennalta asetettuun valaistustasoon. Kuvassa 9 vertaillaan eri valaistuksenohjausjärjestelmiä keskenään. [33.]

Ominaisuudet	DMX	DALI	DSI	Suora painikeohjaus	1–10 V	Vaihesäätö
Osoitteellinen	512 osoitetta	64 osoitetta	Ei	Ei	Ei	Ei
Ryhmäosoitteita	Ei	16 ryhmää	Ei	Ei	Ei	Ei
Logaritminen säätö	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Riippuu valmistajasta	Riippuu valmistajasta
Ohjausvirtapiirin polariteetti	Sidottu	Vapaa	Vapaa	–	Sidottu	Ei ohjausvirtapiiriä
Sammutetaan ohjausvirtapiiristä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Johtimia valaisimeen	Erillinen ohjauskaapeli	5	5	4 tai 5	5	3
Ohjausvirtapiirin pituus	Ei rajoitettu	300 m	250 m	Jopa yli 300 m	300 m	Ei ohjausvirtapiiriä
Monikanavaisuus vaatii keskusyksikön	Kyllä	Ei	Kyllä	Yksikanavainen	Kyllä	Kyllä

Kuva 9. Eri valaistuksenohjausjärjestelmien ominaisuudet [33].

### 3.5 Uudet valaistusteknologiat

Valaistukseen käytetään koko maailmassa 19 % sähkönkulutuksesta ja EU:ssa 14 %. Euroopassa vähitellen käytöstä poistettavien hehkulamppujen tilalle on alkanut tulla uusia energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä valaistusteknologioita. Uusista markkinoille tulleista teknologioista innovatiivisin on SSL-teknologia (Solid State Lighting). Se perustuu valoa säteileviin puolijohteisiin, jotka muuntavat sähköä valoksi. Tällaisia lamppuja ovat LEDit ja OLEDit (Organic Light-Emitting Diode). [34.]

SSL-teknologioiden laajamittainen käyttöönotto voisi merkittävästi edistää älykästä, kestäväää ja osallistuvaa kasvua koskevan Eurooppa 2020 -strategian tavoitteita ja erityisesti energiatehokkuuden parantamistavoitetta. Jotta nykyiset SSL-tuotteet yleistyisivät markkinoilla, on ratkaistava niihin liittyvät ongelmat: ne ovat kalliita, uusi teknologia on käyttäjille vieras, eikä siihen vielä luoteta, teknologia kehittyy nopeasti ja standardit puuttuvat. [34.]

SSL-tuotteiden nykyinen markkinaosuus Euroopassa on hyvin alhainen: vuonna 2010 LED-tuotteiden markkinaosuus (arvona) oli vain 6,2 prosenttia. SSL-tuotteiden osuuden ennustetaan useissa tutkimuksissa olevan Euroopan yleisvalaistusmarkkinoilla vuoteen 2020 mennessä yli 70 prosenttia. [34.]

Euroopan unionin (EU) vapaaehtoisia ja pakollisia välineitä, joita voidaan soveltaa SSL-tuotteisiin, on jo olemassa. Niillä pyritään suorituskykyä ja turvallisuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kautta tukemaan SSL-tuotteiden yleistymistä. Tärkeimmät välineet ovat ekosuunnittelu, energiamerkinnot, ympäristömerkki, pienjännitedirektiivi tai yleisestä tuoteturvallisuudesta annettu direktiivi, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta annettu direktiivi, sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi, ympäristöä säästävien julkisten hankintojen järjestelmä ja tuotteiden kaupan pitämistä koskevat uudet lainsäädäntöpuitteet. [34.]

### 3.6 LED-tekniikka

Alun perin LED on kehitetty 1960-luvulla merkkivaloksi. Siitä saatiin valoa vain noin 0,001...0,010 candela (1...10 mcd) 10 mA:n virralla. Alussa väri oli punainen (aallonpituus 655 nm). Tämän jälkeen kehitettiin keltainen ja vihreä LED sekä IR (infrapuna), jota käytetään muun muassa televisioiden kauko-ohjaimissa. Kesti pitkään, ennen kuin sininen väri saatiin kehitettyä 1980-luvulla. [35.] LEDiä käytettiin pitkään erilaisten sähkölaitteiden merkkivaloina ja näytöissä. LED-tekniikkaa käytettiin kaupallisesti jo 1970-luvulla muun muassa televisioissa, radioissa, kelloissa ja laskimissa.

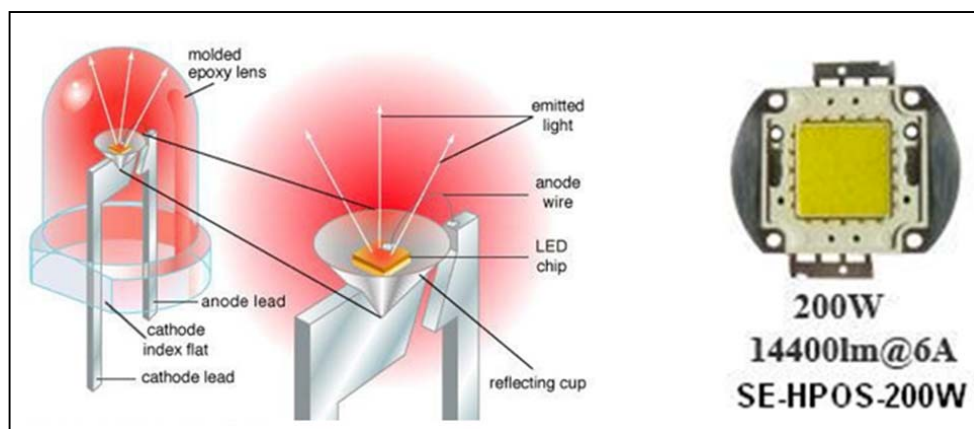
Japanilainen professori Shuji Nakamura kehitti ensimmäisenä kirkkaat sinisen ja vihreän ja lopulta valkoisen LED-valon. Hän julkaisi vuonna 1993 uuden keksintönsä, kirkkaan sinisen GaN (galliumnitriitti) -pohjaisen LED-valon. Pian sen jälkeen hän esitteli myös vihreän GaN-pohjaisen LED-valon ja lopulta valkoisen LED-valon. [35.] Valkoinen LED perustuu siniseen LEDiin, joka on päällystetty fluoresoivalla loisteaineella, joka muuntaa osan säteilystä kellertäväksi niin, että silmän aistima valon väri on valkoinen. [36.]

Joissakin päästösuuntaan kytketyissä diodeissa syntyy valoa, kun virtaa kuljettavat elektronit ja aukot rekombinoituvat. Tässä prosessissa vapautuu energiaa sähkömagneettisena säteilynä. Tällaista diodia kutsutaan hohtodiodiksi eli LEDiksi. Säteilyn aallonpituus on joko infrapuna- tai näkyvän valon alueella. [1, s. 317.]

Nykyisin LED-tekniikassa käytetään kahta eri tekniikkaa, joilla valkoinen väri saadaan aikaan. Toisessa tekniikassa käytetään kolmea eri LEDiä, eli punaista vihreää ja sinistä, joiden välisillä suhteilla saadaan aikaan valkoinen väri, aivan kuten television ja tie-

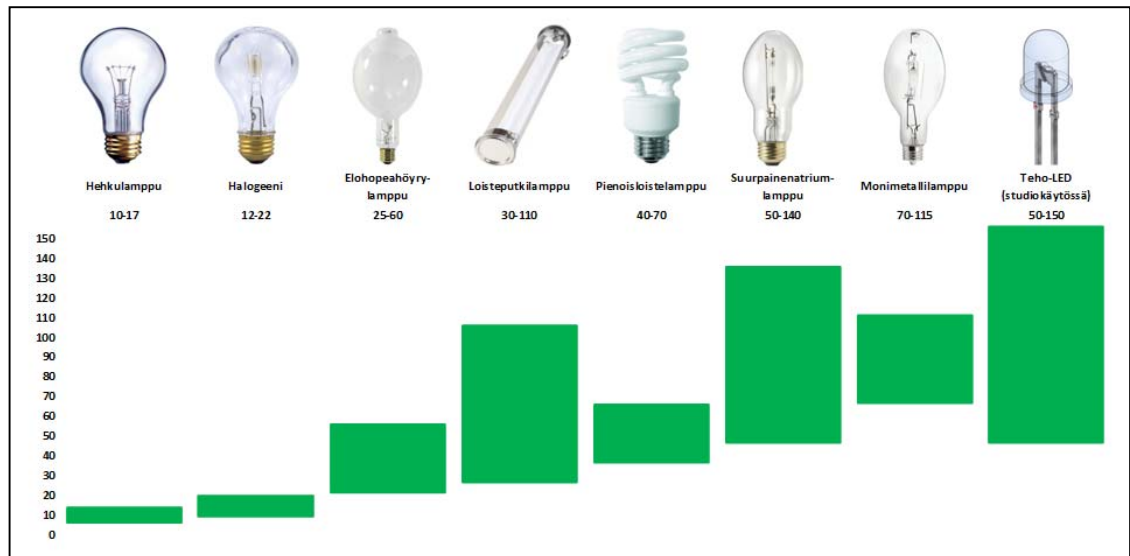
tokoneenkin kuvaputkella (niin sanottu RGB-putki). Tämän LED-tyypin ongelmat liittyvät puolijohteen toimintaan eri olosuhteissa: valon väri vaihtelee eri olosuhteissa ja sen ohjaus on hankalaa. Viime aikoina markkinoita onkin hallinnut toinen tapa, jossa LED-lampun sisällä on oikealla tavalla heijastavaa ainetta, joka sopivasti vahvistaa ja suodattaa valon aallonpituuksia sinisestä valosta ja tekee siitä valkoista. [35.]

Yksi LED-tekniikan suurimpia etuja on sen ympäristöystävällisyys. LED-lampussa ei käytetä haitallisia aineita, kuten elohopeaa, eivätkä ne tuota UV- tai IR-säteilyä. Kuvassa 10 on perinteistä LED-tekniikkaa edustava LED-polttimo ja uudempaa tekniikkaa edustava High Power LED eli teho-LED.



Kuva 10. Vasemmalla perinteinen LED [37] ja oikealla High Power LED eli teho-LED [38].

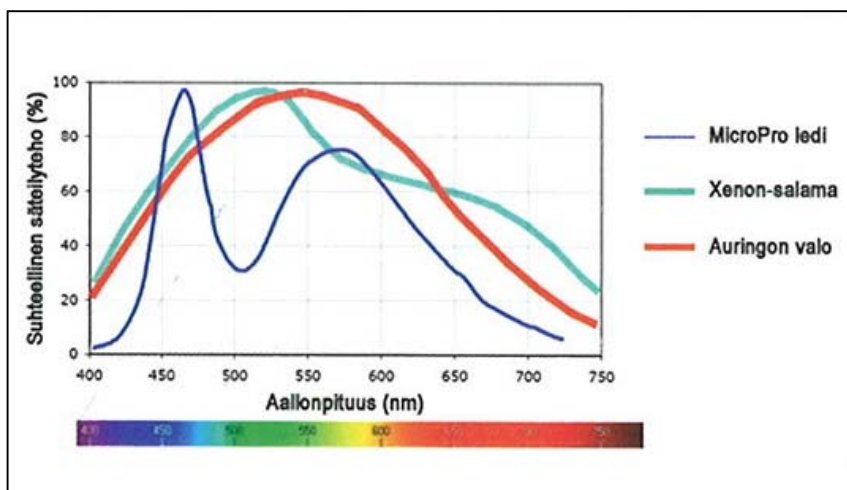
Uutis- ja TV-studiokäyttöön tarkoitettujen LED-valaisimien eroavuuksia kotitalouksien käyttämistä LED-valoista. Studioissa käytettävät LED-valaisimet ovat valotehokkuudeltaan, värinostokyvyiltään ja värilämpötilaltaan parempilaatuisia. Nykyisten valkoista valoa tuottavien LED-valaisimien valontuotto vaihtelee välillä 50–150 lm/W, ja se paranee jatkuvasti lamppujen kehittymisen myötä. Kuvassa 11 on graafisesti esitetty eri valaisintyyppien valotehokkuudet.



Kuva 11. Eri valaisimien suuntaa antavat valotehokkuudet (lm/W).

LED-valaisimien värielämpötila vaihtelee valaisimien välillä. Nykyään markkinoilla on laadukkaita päivänvaloa (5 600 K) ja keinovaloa (3 200 K) tuottavia LED-valaisimia. Televisiostudioissa käytettävien ammattikäyttöön soveltuvien LED-valaisimen värielämpötilan toleranssi on noin +/-100 kelviniä. LED-valaisimet tarjoavat laadukasta valaistusta ja visuaalista mukavuutta sekä värinoton (valaistut esineet ovat värikylläisiä) että dynaamisen ohjauksen suhteen (valospektri, välittömästi syttyvät valot, himmennys). [34.]

Valonlähteissä tavoitellaan auringonsäteilyyn perustuvaa kirjoa. Valkoiset LED-valot toistavat sävyjä puutteellisesti. Tämä johtuu epämuotoisesta säteilyspektristä. Kuvassa 12 on loistediodien rakenteen vuoksi 450 nanometrin (sinisen) kohdalla voimakas säteilypiikki ja 500 nanometrin (sinivihreän) kohdalla iso kuoppa. Auringon synnyttämään säteilyyn perustuva luonnonvalo on kirjoiltaan jatkuvaa. LED-valot kehittyvät, ja uusien LED-valaisimien sävyntoisto lähestyy lupaavasti auringonvaloa, vaikka sininen piikki vielä näkyykin. [16, s. 56.]



Kuva 12. Loistediodien rakenteen vuoksi 450 nanometrin kohdalla on voimakas säteilypiikki ja 500 nanometrin kohdalla iso kuoppa [16].

LED-valaisimien valo ja värilämpötila soveltuu epämuotoisesta säteily-spektristä huolimatta hyvin käytettäväksi teräväpiirto- eli HD-tekniikan kanssa. LED-valaisimien värilämpötila on yleensä 5 600 kelviniä, joka vastaa päivänvaloa. HD-videokamerat tuottavat vähemmän kohinaa, kun niillä kuvataan päivänvaloa vastaavassa värilämpötilassa.

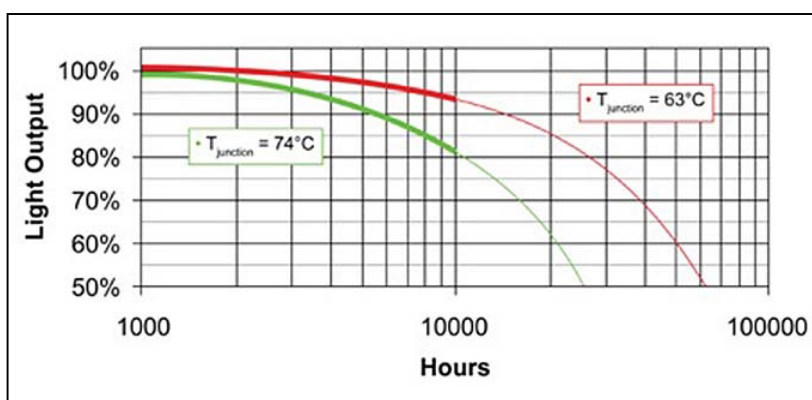
Värintoisto ilmaistaan Ra-indeksinä. Se ilmoittaa, kuinka hyvin valonlähde jäljentää värejä asteikolla 0–100 % verrattuna referenssivalonlähteeseen. Ra-indeksi on kahdeksan vakiovärin keskiarvo. Lämpimän valkoisen ja valkoisen valon Ra-arvo on 80–93 ja kylmän valkoisen 70–85. LED-valaisimen värintoisto on yleensä parempi kuin Ra-arvo ilmoittaa. Tämä on pääosin seurausta perinteisille valonlähteille kehitetystä mittaustavasta. [39.]

LED-tekniikalla on paljon etuja suhteessa perinteiseen valaistusteknologiaan: pienempi energian kulutus, pienempi koko, helppo asennettavuus, luotettavuus ja pidempi elinikä. Ne ovat myös mekaanisesti kestävämpiä kuin perinteiset hehkulamput. Luotettavuuden ja kestävyytensä ansiosta LED-tekniikkaa käytetään hälytysajoneuvoissa, elektroniikassa ja valaistuksessa.

On myös huomattava, että eri lamputyypeillä puhutaan taloudellisesta poltto-ikästä, mikä tarkoittaa tuntimäärää, jolloin valovirta on alentunut enintään 30 %. Lamppu voi vielä palaa tämänkin jälkeen, mutta sitä ei pidetä enää taloudellisesti mielekkäänä. [40.] Käytännössä tämä tarkoittaa, että tämän käyttötuntimäärän jälkeen alkuperäisestä valomäärästä on jäljellä vielä 70 %. Tässä luotan komponentin valmistajan ilmoituk-

seen, joka perustuu standardoituihin luotettavuustesteihin (stressitesti). Testeissä komponentteja vanhennetaan tietyn kansainvälisen standardin mukaan ja sen valoteknisiä ominaisuuksia tarkkaillaan ja mitataan jatkuvasti. Valoteknisiä ominaisuuksia ovat muun muassa valomäärä ja valon väriämpötila. [8.]

LED-lampun käyttöikä romahtaa kymmenistä tuhansista tunneista hehkulampun tuuhanteen käyttötuntiin, jos valaisimen lämpötila lähestyy veden kiehumispistettä. Käyttötunnit puolittuvat jo +40–85 celsiusasteessa. [16, s.55.] LED-valaisimien optimaalinen käyttölämpötila on +25 celsiusastetta. Kuvassa 13 on havainnollistettu, kuinka korkeammat lämpötilat (+63 ja +74 celsiusastetta) vaikuttavat valkoisen LEDin elinikään.



Kuva 13. Valkoisen LEDin eliniän muutos korkeammissa lämpötiloissa [41].

LED-lamput syttyvät hyvin jopa -30 celsiusasteessa. Ne antavat pakkasessakin täyden valon ja vieläpä heti. [40.] LED-valot kestävät huomattavasti enemmän mekaanista rasitusta (kuten tärinää, iskuja ja suolaista merivettä) kuin perinteiset valot. LED-valoissa ei ole muun muassa perinteistä vaurioaltista hehkulankaa. LED-valo on kompakti puolijohde, jossa ei ole arkoja mekaanisesti rikkoutuvia osia, kuten perinteisissä lampuissa [7.]

Kuten kaikki tekniset laitteet, jotka sisältävät elektronisia komponentteja, niin myös LED-valo voi rikkoutua. Yleisimmät syyt LED-valon rikkoutumiseen ovat asennusvirhe (sähköinen tai mekaaninen), suunnitteluvirhe, asennusolosuhteet, staattinen sähkö, sähköverkon häiriöt tai väärä käyttöympäristö. Useat eri syyt voivat vaurioittaa LED-komponentteja siten, että ne näyttävät toimivan vaurioitumisen jälkeen normaalisti, mutta niiden elinikä on kuitenkin jo romahtanut ja on enää murto-osa siitä, mitä se oli ennen vaurion tapahtumista. Erityisesti tämä korostuu teho-LEDin kohdalla. Staattisen



sähkön purkauksiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, koska LED-komponentti on herkkä niille. [42.]

LED-valoja suositellaan käytettäväksi vain ympäristössä, joihin ne on tarkoitettu. Kannattaa huomioida muun muassa lämpötila, kosteus, suolaisuus, UV-säteily ja värinä. [42.]

Uudet SSL-tuotteet (LED, OLED) ovat yhtä energiatehokkaita kuin kehittyneimmät vastineensa (loiste- tai halogeenilamput), jotka ovat suorituskyvyltään lähellä optimaalista tasoa. SSL-tuotteet ohittavat lähivuosina energiatehokkuudessa kaikki nykyiset valaistusteknologiat. Se mahdollistaa suuret energiasäästöt hyvin suunnitelluissa, asennetuissa ja hoidetuissa älykkäissä valaistusjärjestelmissä ja alentaa näin merkittävästi hiilidioksidipäästöjä Euroopan tasolla. [34.]

Maailmanlaajuisesti tapahtuva laajamittainen valmistus ja tutkimustoiminta parantanee lähivuosina SSL-tuotteiden suorituskyyä (eli energiatehokkuutta ja laatua) entisestään ja alentane merkittävästi kustannuksia. Esimerkiksi parhaiden valkoisten LEDien hyötysuhde on jo 30–50 %, valotehokkuus 100–150 lm/W ja värinointindeksi 80. Lämmintä valkoista valoa tuottavien LEDien tavoitearvot 10 vuoden kuluttua ovat seuraavat: hyötysuhde 50–60 %, valotehokkuus yli 200 lm/W ja värinointindeksi yli 90. [34.]

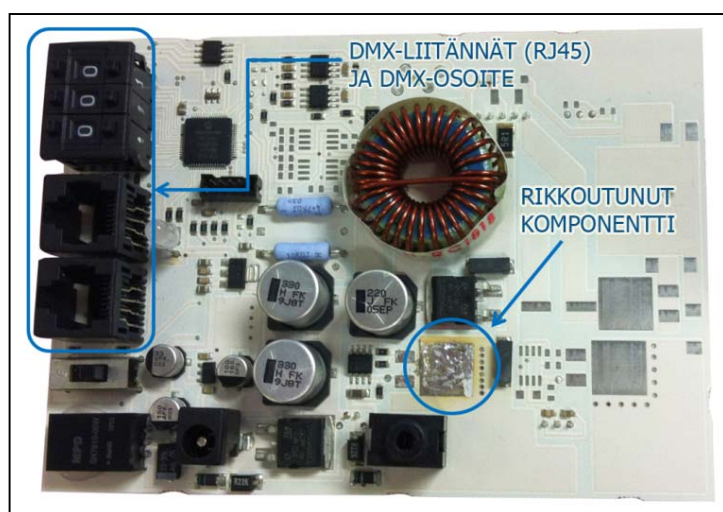
LED-komponentti, vaikka onkin erittäin energiatehokas, tuottaa sekin jonkin verran lämpöä, koska mikään komponentti ei toimi 100 %:n hyötysuhteella. LED-komponentin tehosta noin 30 % muodostuu valon sijaan lämmöksi. Yksi tärkeimmistä LED-valojen elinikään, laatuun ja luotettavuuteen vaikuttavista tekijöistä liittyy LED-komponenttien lämmönhallintaan. Tämä tarkoittaa lähinnä sitä, kuinka LED-komponentin sisällä (ytimestä) saadaan lämpö johdettua mahdollisimman hyvin ympäröiviin jäähdyttäviin rakenteisiin. Lämmönhallinnalla on suora vaikutus LED-valon elinikään, saatavaan valomäärään ja värilämpötilan pysyvyyteen. [43.]

LED-valon eliniän kannalta sen ohjaimelle asetetaan suuret vaatimukset. Mikäli LED-valoa ohjataan oikein, saavutetaan LED-tekniikan täysi etu. Huonolla ohjaimella LED-valon elinikä on jopa huonompi kuin hehkulamputta, jopa vain joitakin tunteja. [7.]

Hyvälaatuisella LED-ohjaimella kontrolloidaan aktiivisesti LEDin kuluttamaa tehoa. Sääto perustuu siihen, että LEDin sallitaan käyttää maksimissaan suurin sille sallittu

tehomäärä, joka on LED-valmistajan rajoittama. Tästä on varsinaisesti kolme tärkeää etua. Ensinnäkin, aktiivinen LED-ohjain osaa mukautua vallitseviin olosuhteisiin, jolloin LEDiä ohjataan oikein kaikissa olosuhteissa. Tämä pidentää huomattavasti LEDin elinikää. Toiseksi, aktiivinen ohjain on energiatehokkaampi, kun samasta määrästä energiaa saadaan tuotettua enemmän valoa. Kolmanneksi, aktiivinen ohjain ohjaa LEDiä siten, että se palaa kokonaisvaltaisesti kirkkaammin LEDin eliniän kuitenkään alenematta. [7.]

Kuvassa 14 on huoltoon tullut LED-ohjain, joka sisältää DMX-liitännät (tuleva ja lähtevä RJ45-liitäntä) ja säädettävän kanavanumeron eli DMX-osoitteen.



Kuva 14. Huoltoon tullut LED-paneelin ohjain.

Elinikä kasvaa huomattavasti, jos LEDiä ei yliohtata missään tilanteessa. LEDin eliniälle ratkaisevan tärkeää on, ettei puolijohteen niin sanottu liitoslämpötila pääse kasvamaan liikaa, jolloin LED käytännössä tuhoutuu hyvin nopeasti. LEDin käyttämästä tehosta osa kuluu tämän puolijohteen liitosrajapinnan lämmitykseen, joten LEDiä ei saa missään tapauksessa päästää ottamaan liikaa tehoa. [7.]

LED-ohjain on tekninen laite, ja myös se voi rikkoutua. Ohjaimen rikkoutumisen syytä voi olla useita, esimerkiksi sähköverkon kautta tulevat transientit, väärä asennuspaikka (liian lämmin, ilma ei kierrä) tai jonkin kymmenistä elektroniikan komponenteista vaurioituminen, jolloin koko ohjain rikkoutuu. Rikkoutuva LED-ohjain voi rikkoa myös sen ohjaaman LED-valon, koska ohjain voi rikkoutuessaan ohjata LED-komponentteja väärin. Parhaimmillaan ohjaimesta on rikkoutunut vain sulake. Tämä sulake ei ole käyttä-

jän vaihdettavissa, vaan se on piirilevylle juotettu suojakomponentti, jolla pienennetään muun muassa tulipaloriskiä. [42.]

LED-valoja käytetään DSLR- (digitaalinen järjestelmäkamera) ja videokameroiden valolähteenä, televisio- ja elokuvatuotannossa, tapahtumatuotannossa, näyttelyissä sekä lisävalonlähteenä auditorioissa, yleisissä tiloissa ja kotitalouksissa. Studiokäyttöön tarkoitetuissa LED-valoissa on sisäänrakennettu himmennin ja DMX-liitäntä, joten himmennys, värilämpötila ja valokeila ovat ohjattavissa esimerkiksi valopöydällä.

Tehokkaimmat LED-valaisimet antavat enemmän valotehoa/Watti (100–200 lm/w), kuin perinteiset valaisimet. LED-valojen värilämpötila ja spektri säilyvät samana koko valolähteen eliniän. Hyvälaatuinen LED-valaisin tuottaa tasaista valoa ilman välkkymistä ja värilämpötila pysyy vakaana koko himmennysalueen (100–10 %) ajan. Rajoitetun virransyötön ansiosta käyttöikäksi luvataan yli 50 000 tuntia. [6.]

British Broadcasting Corporationin (BBC) Low Energy Lighting Guide for TV Productions -oppaassa (syyskuu 2011) vertaillaan eri valonlähteiden ominaisuuksia. Hyvät ominaisuudet näkyvät vihreällä ja huonot punaisella taustalla. Oranssilla taustalla näkyvät neutraalit ominaisuudet. [44.]

Taulukko 1. BBC:n tekemä vertailutaulukko eri valonlähteiden välillä [44].

	Himmennys	Värinosto	Valokeilan voimakkuus	Valokeilan muoto / säätö	Lämpenemis-aika	Valon elinikä	Energian kulutus	Valoteho (sis. optiikka)	Hintataso	Soveltuu parhaiten
Hehkulamppu			tarvitaan enemmän tehoa pidempiin etäisyyksiin		Lämpenee heti	~ 100 - 1 000 tuntia	Valotehokkuus alhainen	~ 10 lm/W		Päävalo
Halogeenilamppu (HPL)			tarvitaan enemmän tehoa pidempiin etäisyyksiin		Lämpenee heti	~ 100 - 2 000 tuntia	Mahdollista kytkeä päälle heti	~ 20 - 30 lm/W		Päävalo
Keraaminen monimetallilamppu	Mekaaninen himmennys	Hyvä	Erinomainen pidempiin etäisyyksiin	hyvä, mutta mekaaninen himmennys voi häiritä	~ 1 - 5 minuuttia	~ 500 - 15 000 tuntia	Lämpenee hitaasti	~ 50 - 90 lm/W		Päävalo Liikkuva valo
HMI-valaisin	Mekaaninen himmennys	Vaihtelee, riippuu lampun tyyppistä			~ 1 - 5 minuuttia	~ 400 tuntia	Lämpenee hitaasti	~ 50 - 80 lm/W		
Plasma (LEP) -valaisin	20 %, loppu mekaanisella himmennyksellä				~ 1 minuutti	~ 10 000 tuntia		~ 50 - 80 lm/W	Hinta edelleen korkea, tulee alas laajemman käytön myötä	Päävalo Spot-valo Liikkuva valo
LED-matriisi (valkoinen), esim. LED-paneelit	Pientä epäluotettavaa asteikon alussa	Spektri-jakaumassa on "piikkejä"	Riippuu LEDin ympärille rakennetusta optikasta	Vaihtelee, riippuu optisesta suunnittelusta	Lämpenee heti	~ 25 000 tuntia		~ 40 - 60 lm/W	Hinta edelleen korkea, tulee alas laajemman käytön myötä	Päävalo Pehmeä valo
LED-siru (valkoinen), esim. LED-Fresnel-valaisimet	Pientä epäluotettavaa asteikon alussa	Fosforoidut LEDit voivat tarjota jatkuvan spektrin	Riippuu LEDin ympärille rakennetusta optikasta	Riippuu valonlähteestä ja sen koosta	Lämpenee heti	~ 25 000 tuntia		~ 40 - 70 lm/W	Hinta edelleen korkea, tulee alas laajemman käytön myötä	Päävalo
Väriäinen LED, esim. RGB LED-valot		Ei sovellu	Eri väreillä voidaan saavuttaa hyvä intensiteetti	Riippuu linseistä	Lämpenee heti	~ 25 000 tuntia		Värien suora säteily	Hinta edelleen korkea, tulee alas laajemman käytön myötä	Tausta Lavastus Efektit
Loisteputki	Vain asianmukaisella ohjauksella	Mahdollista saavuttaa Ra>90 erikoislampulla	vaikaa saavuttaa suurta etäisyyksiä	Laaja valokeila	~ 1 - 5 minuuttia	~ 8 000 - 20 000 tuntia		~ 70 - 100 lm/W		Pehmeä valo Yleisvalaistus

LED-paneeli on jatkuvaa valoa antava kuvausvalaisin. LED-paneelien rakenne on nykyisellään vakiintunut tasovalon muotoon. LED-lamput on järjestetty heijastavalle jäähdytyslevylle vaak- ja pystyriviin. [16, s.55.] LED-paneelien valoteho suhteessa virrankulutukseen on valaisimesta riippuen noin 10:1. Esimerkiksi 500 W tehoa (vastaa 500 W hehkulamppua) tuottava LED-paneeli kuluttaa noin 50 W virtaa.

Markkinoilla on myös LED-paneeleita, joiden valokeilaa tai värilämpötilaa voi säätää portaattomasti. Näissä malleissa on vaakariveillä kahdenlaisia LED-lamppuja, jotka tuottavat tietyn valon keilan leveyden tai tietyn värilämpötilan. Esimerkiksi Litepanelsin (amerikkalainen LED-valoalvalmistaja) 1x1 Bi-Focus Spot/Flood -LED-paneelin valokeilan leveys on säädettävissä 30 ja 50 asteen välillä. Kuvassa 15 on LED-paneeli, jonka värilämpötilaa voi säätää portaattomasti keinovalon (3 200 K) ja päivänvalon (5 600 K) välillä.



Kuva 15. Litepanels 1x1 Bi-Color -LED-paneeli [45].

Televisiostudioissa käytettävät LED-paneelit ovat tyypillisesti 1x1 tuuman (30,48 x 30,48 cm) kokoisia Flood-, Spot-, 3 200 K- tai 5 600 K -malleja (taulukko 2). Flood-mallin valokeila on noin 50 astetta, Spot-mallin valokeila on noin 30 astetta ja SuperSpot-mallin valokeila on noin 15 astetta. [45.]

Taulukko 2. Litepanels 1x1 (5 600 K) Spot- ja Flood -LED-paneelien valaistusvoimakkuudet 1,2, 2,4 ja 3,6 metrin etäisyyksillä [45].

<b>Litepanels 1x1™ 5600° K Spot Photometrics</b>		
DISTANCE	FOOTCANDLES	LUX
4ft. / 1.2m	160fc	1700 Lux
8ft. / 2.4m	52fc	560 Lux
12ft. / 3.6m	20fc	210 Lux



  

<b>Litepanels 1x1™ Flood Models Photometrics</b>		
DISTANCE	FOOTCANDLES	LUX
4ft. / 1.2m	130fc	1400 Lux
8ft. / 2.4m	34fc	370 Lux
12ft. / 3.6m	14fc	160 Lux

Jokainen LED-paneelin lamppu on itsenäinen valonlähde, joten LED-paneeli saattaa tuottaa kuvaustilanteessa ristikköä muistuttavan varjon valaistavaan kohteeseen. Ilmiö vältetään käyttämällä diffuusoivaa eli valoa hajottavaa materiaalia valaisimen edessä, esimerkiksi kalvoa.

LED-Fresnel-valaisimet soveltuvat hyvin studioihin, auditorioihin ja muihin avoimiin tiloihin. Niiden valoteho on parhaimmillaan jopa 2 000 W ja sähkönkulutus jää noin kymmenesosaan. Ne tuottavat vähän lämpöä, joten ne ovat energiataloudellisia valaisimia. Laadukkaita LED-Fresnel-valaisimia voidaan himmentää portaattomasti valaisimesta tai valopöydästä käsin, ilman että valon värilämpötila muuttuu merkittävästi.

LED-Fresnel-valot ovat kevyitä: ne painavat jopa 70 % vähemmän kuin vastaavatehoiset HMI-valaisimet, ja niiden etuna on laaja, noin 10–70 asteen valokeilan säätömahdollisuus. Kuvassa 16 nähdään, miten Litepanelsin Sola 6 -LED-Fresnel-valaisimen Spot- ja Flood-asento vaikuttavat valokeilan kokoon. Tämän valaisimen valokeilaa voidaan säätää portaattomasti 15,8 ja 67,5 asteen välillä. [47.]

SOLA 6 PHOTOMETRICS DATA				
Distance		5 ft [1.524m]	10 ft [3.048m]	15 ft [4.572m]
BEAM ANGLE (50% of center value) = 15.8°				
<b>SPOT</b> BEAM ANGLE 	Beam Diameter	1.39 ft [0.423m]	2.78 ft [0.846m]	4.16 ft [1.269m]
	Foot-candles [Lux]	980.9 fc [10559 Lux]	245.2 fc [2640 Lux]	109.0 fc [1173 Lux]
	Field Diameter	2.18 ft [0.665m]	4.36 ft [1.329m]	6.54 ft [1.994m]
BEAM ANGLE (50% of center value) = 67.5°				
<b>FLOOD</b> BEAM ANGLE 	Beam Diameter	6.68 ft [2.037m]	13.36 ft [4.073m]	20.05 ft [6.110m]
	Foot-candles [Lux]	103.3 fc [1112 Lux]	25.8 fc [278 Lux]	11.5 fc [124 Lux]
	Field Diameter	8.36 ft [2.549m]	16.72 ft [5.097m]	25.08 ft [7.646m]

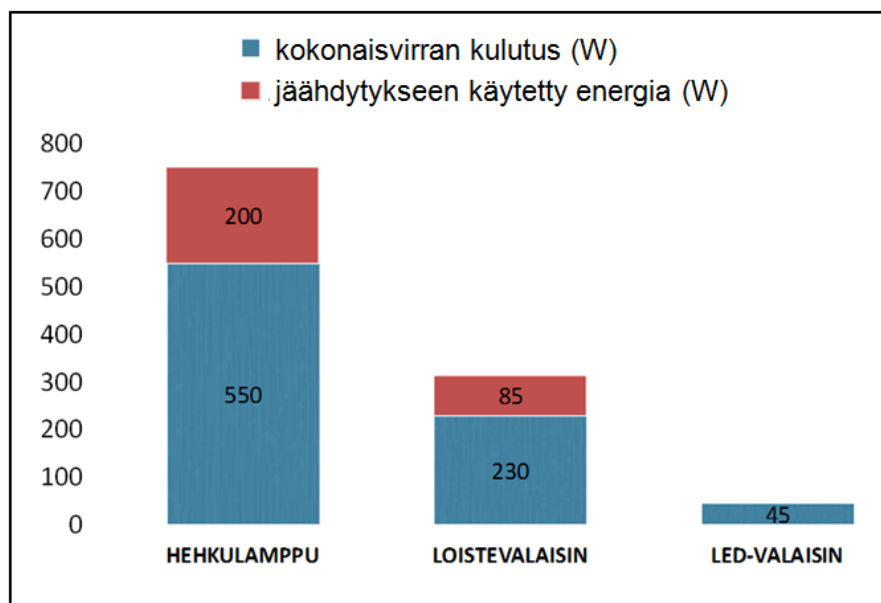
Kuva 16. Litepanels Sola 6-LED-Fresnel-valaisin Spot- ja Flood-asennossa (etäisyyden vaikutus valokeilan kokoon) [47].

LED-valaisimet ovat turvallisia ja ympäristöystävällisiä: ne eivät sisällä lyijyä tai elohopeaa ja ovat siten myös kierrätettävissä. LED-valot kuluttavat jopa 90 % vähemmän sähköä kuin perinteiset valonlähteet, eivätkä ne tarvitse erillistä jäähdytystä, koska ne tuottavat vähän lämpöä. Pienen virrankulutuksen ansiosta valoja voidaan käyttää akui-

la, ilman verkkovirtaa. LED-valaisimet ovat lähes huoltovapaita, koska jokainen LED-komponentti on erikseen vaihdettavissa (tämä tosin riippuu LED-valmistajasta ja valotyypistä).

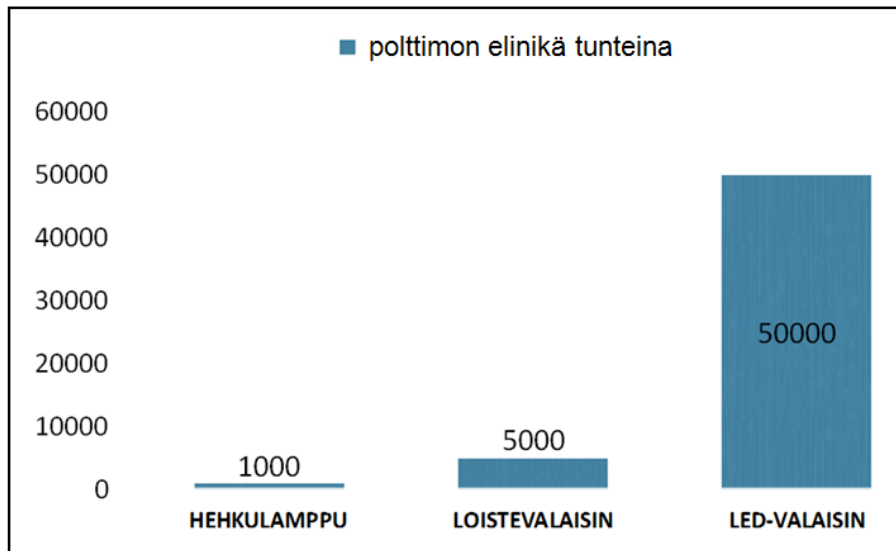
Perinteinen halogeenipolttimo lämpenee niin paljon, että se voi jopa sytyttää tulipalon. Halogeenipolttimon sisällä lämpötila nousee yli +1 400 celsiusasteen, mutta LED-valon sisällä lämpötila ei saa koskaan nousta yli +120 celsiusasteen. Tästä syystä perinteisten valojen asennukselle on asetettu sekä materiaali- että tilarajoituksia. Uuden teknologian LED-valoilla ei ole näitä rajoituksia. LED-valaisin ei lämpene kuten perinteiset hehkulangalla (esimerkiksi halogeenilamppu) toimivat lamput, joten se on paljon turvallisempi, varsinkin kuin se on asennettu ahtaisiin paikkoihin. [7.]

Kuvassa 17 vertaillaan hehkulampan, loistevalaisimen ja LED-valaisimen kokonaisvirrankulutusta ja jäähdytykseen käytettävää energiaa. Kuvasta voidaan päätellä, että LED-valaisin kuluttaa huomattavasti vähemmän energiaa kuin perinteiset valonlähteet.



Kuva 17. Kulutusvertailua hehkulampan, loistevalaisimen ja LED-valaisimen välillä.

Kuvassa 18 vertaillaan hehkulampan, loistevalaisimen ja LED-valaisimen polttimon elinikää tunteina. Kuvasta voidaan päätellä, että LED-valaisin on selkeästi pitkäikäisempi kuin perinteiset valonlähteet.



Kuva 18. Hehkulampun, loistevalaisimen ja LED-valaisimen eliniät tunneissa mitattuna.

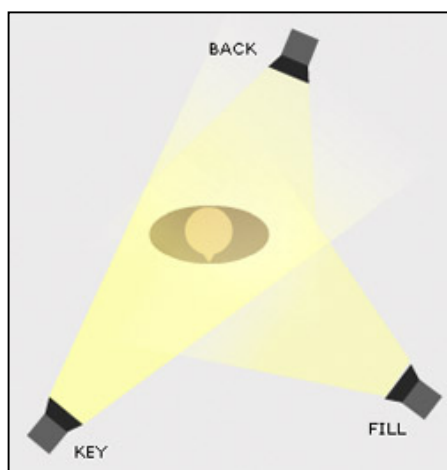


## 4 Nelosen uutisstudion LED-valaisuprojekti

### 4.1 Uutisstudion valaisun suunnittelu

Uutis- ja TV-studion valaisu poikkeaa monella tapaa elokuvavalaistuksesta. Siinä missä elokuvavalaistus tehdään ”nopeasti” ja kustannustehokkaasti, uutisstudioon panostetaan ja käytetään aikaa ja vaivaa, koska valaistus on kiinteä. Uutisstudiossa käytetään usein samanaikaisesti montaa kameraa. Monikameratekniikalla toteutettuja suorilaähetyksiä, kuten uutislähettyksiä ei voida editoida lähetyksen aikana, joten uutisstudion valaisu pitää suunnitella huolellisesti.

Mikäli uutisstudiossa tai muussa valaistavassa tilassa on useampia henkilöitä, jokaiselle tehdään ikään kuin oma valaistus, jossa on ainakin oma päävalo ja takavallo. Tasoisvalot ovat yhteisiä koko tilanteeseen. Perusvalot ovat siis päävalo, tasoitusvalo ja takavallo, ja ne muodostavat valaistuksellisen kokonaisuuden. Kun kuvauksen kohteena on yksi henkilö, näillä valoilla aikaansaatu valaistusta kutsutaan kolmipistevalaisuksi (kuva 19). Tältä pohjalta voi lähteä valoa lisäämään monimutkaisemmissa tilanteissa. [47.]



Kuva 19. Kolmipistevalaisu [49].

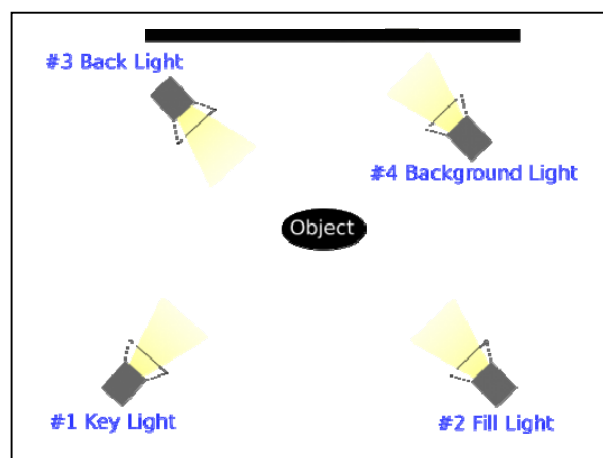
Päävalo (key) sijaitsee yleensä henkilön edessä kasvojen muodosta riippuen oikealla tai vasemmalla. Se on ylhäällä noin 45 asteen kulmassa siten, että silmät näkyvät. Televisiostudioissa käytetään yleisesti "kovaa" päävaloa, fresnel-tyyppistä valaisinta, jolla tarvittava teho saadaan kaukaakin. [50.] Kun päävalon kirkkaus on sata prosenttia,

muut valot ovat sitä himmeämpiä. Päävalo suunnataan kohteeseen hieman sivusta, jolloin se varjoja luodessaan tuo esille kohteen pinnan muodot ja ääriviivat. Sen tehtävänä on tuoda esiin kuvattavan pinnan muoto. [48.]

Tasoisvalo (fill) eli "tasuri" on usein symmetrisesti päävalon kanssa vastakkaisella puolella kameraa. Se on usein suuripinta-alainen valaisin, jonka tuottamaa valoa on pehmennetty tarvittaessa kalvolla, hajavalohajastimella, harsolla tai muulla valonhajoitinpinnalla. Ryhmiä valaistaessa tasoisvalo voi olla yhteinen, vaikka päävalo on jokaisella oma. Tasoisvalo on teholtaan yleensä heikompi kuin päävalo, jolloin kasvoja muotoilevia varjoja syntyy päävalosta. [50.] Tasois- eli täytevalo määrää kuvan kontrastisuhteen. Tasoisvalon tehtävänä on pehmentää päävalon luomia liian voimakkaita varjoja. Se toimii muotoilevana valona ja yleisvalona. Mitä pehmeämpää, hajavaloisempaa tasoisvalo on, sitä parempi on kuvan värien toistuminen. [48.]

Takavallo eli "takis" suunnataan henkilön takaa tai takaviistosta. Kohteen yläpuolelta tuleva valo osuu hiuksiin ja hartioihin, ja se irrottaa kohteen taustastaan. Se on usein epärealistinen, mutta parantaa kuvaa erityisesti melko huonolla televisiokuvan erottelutarkkuudella. Elokuviissa sen käyttö ei ole yhtä yleistä. Sitä voi käyttää myös antamaan poskiin kiiltoa, usein väriäkin. [50.]

Nelipistevalaisuun (kuva 20) tarvitaan päävalon, tasoisvalon ja takavalon muodostaman kokonaisuuden lisäksi taustavallo. Taustavallo sijaitsee kuvattavan henkilön takana, ja se valaisee taustaa. Taustavalloa tarvitaan esimerkiksi silloin, kun halutaan erottaa kuvattava henkilö taustasta vaatetuksen vuoksi.



Kuva 20. Nelipistevalaisu [49].

Perusvalojen lisäksi joudutaan jatkuvasti käyttämään muita valoja, jotka auttavat ja täydentävät perusvaloilla aikaansaattua vaikutelmaa. Esimerkiksi lavastevaloja käytetään valaisemaan taustan tai etualan lavastukselliset elementit kokonaisuudessaan tai korostamaan osittain jotain niiden yksityiskohtaa. [48.]

Televisio- ja uutisstudioiden valaistus pohjautuu suuntaavaan ja leviävään valaistukseen. Suuntaavassa valossa on kapea valokeila, ja se tuottaa voimakkaita varjoja. Suuntaavalla valolla voidaan valaista tarkka alue. Leviävä valo on laaja, epäselvä keila, joka valaisee suhteellisen suurta pinta-alaa, ja tuottaa pehmeitä, läpikuultavia varjoja. Studiovalaistuksella hallitaan valon ja varjon alueita.

Uutisstudion valaistus perustuu yksinkertaiseen periaatteeseen: spot- ja flood-valoilla valaistaan tiettyjä alueita, pehmenetään varjoja ja tuodaan kuvattavaan kohtaukseen valoa siten, että kamerat voivat tuottaa optimaalista kuvaa. Yleensä ottaen uutisstudiovalaistuksessa on vähemmän kontrastia valon ja varjon alueiden välillä kuin elokuva- ja teatterivalaistuksessa. Hajavaloa käytetään laajasti televisiovalaistuksessa, erityisesti uutis- ja haastatteluohjelmissa sekä monissa muissa tv-tuotannoissa.

Valaisimia, jotka tuottavat suoraa valoa, kutsutaan Spot-valoiksi, ja niitä valaisimia, jotka tuottavat pehmeää, epäsuoraa valoa, kutsutaan Flood-valoiksi. Uutisstudioissa käytetään molempia valotyyppejä. Ne on yleensä ripustettu kiinteästi kattoon.

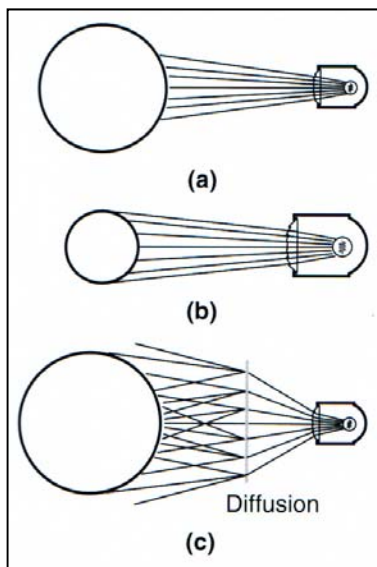
On erilaisia tapoja pehmentää valoa. Tasovalot (softbox) ovat kuin laatikoita, joissa on valoa hajottavaa materiaalia valonlähteen eteen kiinnitettynä. Joskus niissä on myös toinen valoa hajottava kangas sisäpuolella. Tasovaloilla (kuva 21) saa aikaan kauniin pehmeää valoa, ja niitä on saatavissa useita eri kokoja. Mitä suurempi tasovalo ja mitä enemmän sen päällä on diffuusiomateriaalia, sitä pehmeämpää valo on. [51.]



Kuva 21. LED-paneelin eteen asennettava tasovalo (softbox) [52].

Toinen tapa saada valonlähteestä suurikokoisempi on käyttää jotain valoa hajottavaa materiaalia. Tämä tarkoittaa sitä, että valo suunnataan jonkin suuren läpikuultavan materiaalin läpi. Parempi ratkaisu valoa hajottavaksi materiaaliksi on sellainen, joka on tehty varta vasten kuvauskäyttöön. Tällaisia materiaaleja kutsutaan geeleiksi, koska ne tehtiin aiemmin gelatiinista. [51.]

Kuvassa 22 on vertailtu pienen ja ison valon sekä valonhajottimen eroja. Pieni valon lähde ei riitä valaisemaan koko kohdetta (a). Suurempi valonlähde riittää valaisemaan samankokoisen kohteen (b). Valonhajotin (diffuusori) tekee valon pehmeäksi ja valon määrä riittää suurempaankin kohteeseen (c). [53.]



Kuva 22. Pieni valon lähde (a), suurempi valonlähde (b), valonhajotin (c) [53].

TV-kuvaaja on monikameratuotannoissa valaisusta vastaava kuvaaja. Hän ei yleensä itse käytä kameraa vaan suorittaa valojen säätöjä, tekee niiden vaihdot ja valvoo kameraryhmän työtä. Yksikameratuotannoissa TV-kuvaaja kuvaa itse ja valaisee kuvaustilanteen. [48.]

Kameramiehet osallistuvat tarvittaessa valojen rakentamiseen. Suurten ohjelmien valaisutyö ostetaan alihankkijoilta. 1990-luvun lopulla siirryttiin formaattiohjelmissa tai muuten vakio-ohjelmissä kiinteisiin valoihin. Studioissa on usean ohjelman valotilanteet valmiina, joten kuvauksissa ei tarvitse suorittaa valaisua joka kerta erikseen. Aiemmin työhön piti varata 2–3 tuntia aikaa ennen kuvauksen alkua. [48.]

Valaiseva kameramies tekee samaa työtä kuin kameramieskin. Lisäksi hän vastaa tarvittaessa pienimuotoisesta valaisusta. Valaiseva kameramies myös tarkistaa ja tarvittaessa korjaa vakio-ohjelmien tai formaattiohjelmien valot ennen lähetystä. [47.]

#### 4.2 Projektissa mukana olleet yritykset

Nelosen uutistoimitus muutti Helsingin keskustassa sijaitsevaan Sanomataloon vuoden 2012 jälkipuoliskolla ja nykyaikaisti samalla uutisstudionsa, jonka valaisu rakennettiin LED-pohjaiseksi. Uuteen uutisstudioon asennettiin 17 LED-paneelia (liite 7) ja 7 LED-Fresnel-valoa (liitteet 5 ja 6). Projekti toteutettiin yhteistyössä Mediatrader Oy:n, joka on suomalainen Litepanels-LED-valojen jälleenmyyjä, ja Sanoma News Oy Nelosen kanssa. Toimin projektissa Mediatrader Oy:n myyntipäällikkönä ja LED-valoasiantuntijana yhdessä Sanoma News Oy Nelosen, sen yhteistyökumppaneiden ja Litepanelsin valoasiantuntijoiden kanssa.

Mediatrader Oy on digitaalisen median tuotanto-, jakelu- ja hallintajärjestelmien ratkaisutoimittaja. Sen asiakkaita ovat Suomessa ja Virossa TV-yhtiöt, tuotantotalot, puhelin-yhtiöt, kaapeli-tv-, IPTV- ja teleoperaattorit sekä julkisen sektorin toimijat, kuten sairaalat, oppilaitokset ja puolustusvoimat. Yhtiön kotipaikka on Helsinki. [54.]

Olen vakituisessa työssä Mediatraderissa nimikkeellä Sales Manager. Työnkuvani on laaja: se käsittää asiakasyhteydet, asiantuntijatehtävät ja myyntiprosessit ensikontaktista aina kaupantekoon saakka.

Sanoma News Oy on Sanoma Oyj:n tytäryhtiö. Se on Suomen johtava sanomalehtikustantaja. Pohjoismaiden suurimman sanomalehden Helsingin Sanomien lisäksi Sanoma News kustantaa Suomen suurinta iltapäivälehteä Ilta-Sanomia ja alueellisia lehtiä. Sanoma News kuuluu myös Suomen merkittävimpiin digitaalisiin toimijoihin. Yritysasiakkailla Sanoma News tarjoaa talousuutis- ja painopalveluja. [55.]

Sanoma Oyj:n Sanomatalo sijaitsee Finlandiapuiston kulttuurikeskityksessä Nykyaikaisen museon Kiasman ja Musiikkitalon naapurissa Helsingin rautatieaseman kupeessa. Talossa sijaitsevat muun muassa Helsingin Sanomien, Ilta-Sanomien ja Taloussanomien toimitukset. [55.]

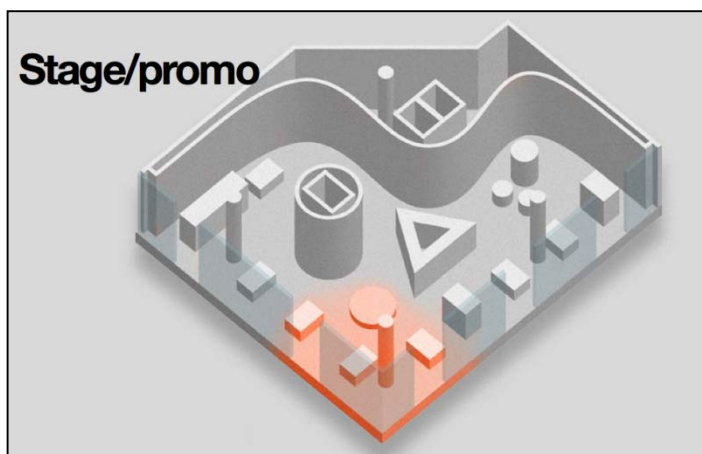
Amerikkalaiseen Vitec Group -konserniin kuuluva Litepanels Inc. suunnittelee ja valmistaa filmi- ja videokäyttöön tarkoitettuja LED-kuvausvalaisimia. Litepanelsin LED-valaisinmallisto sisältää akkukäyttöiset LED-kameravalaisimet sekä täyden valikoiman liikkuvaan käyttöön ja kiinteään asennukseen soveltuvia LED-paneeleita ja LED-Fresnel-valaisimia. [56.]

#### 4.3 Valaisuprojekti

Valaisuprojekti alkoi osaltani toukokuussa 2012, jolloin sain tarjouspyynnön uuden uutisstudion valaisusta Paavo Tervoselta, joka tuottajana vastasi Nelosen osalta projektista. Laitoin 16.5.2012 ensimmäisen tarjouksen uuden uutisstudion valaisuratkaisuksi. Tarjouksen tekemiseen tarvittiin etukäteissuunnittelua muun muassa LED-valovalmistaja Litepanels Inc:n asiantuntijoiden kanssa.

Uutisstudion valoprojektin ohella toteutettiin pienempi valoprojekti, joka toimi testinä uutta uutisstudiota varten. SanomaStoreen (kuva 23), joka sijaitsee Sanomatalon katu-  
tasolla, asennettiin kaksi Litepanels Sola 4 -LED-Fresnel-valoa ja neljä Litepanels 1x1 (5 600 K) Flood-LS-LED-paneelia.

Asensin valot SanomaStoreen 17.8.2013. Valoja testattiin ensimmäisen kerran TV-haastattelutilanteessa taiteiden yö -tapahtumassa 23.8.2012.

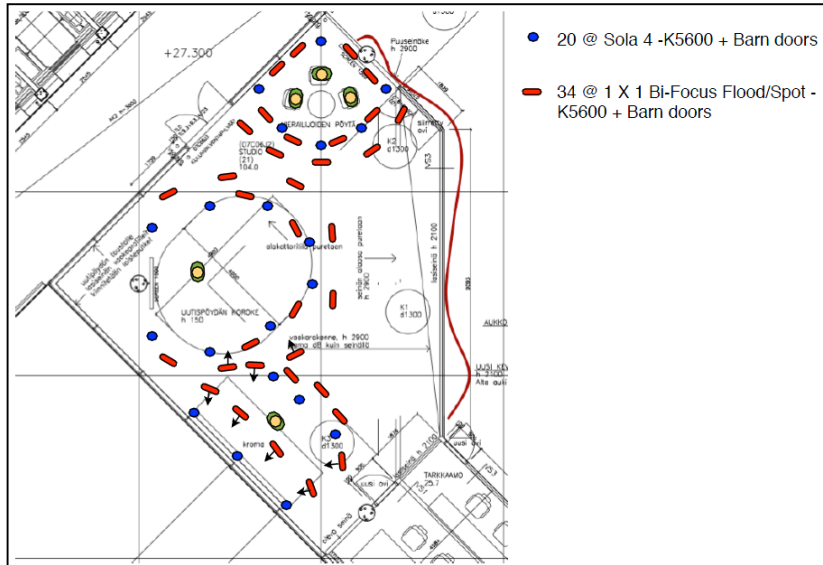


Kuva 23. SanomaStoren "stage", johon asennettiin kuusi LED-valoa.

Uutisstudion valaisuprojektin työnjako sovittiin seuraavaksi:

- valorakennus: Jari Kairamo ja Harri Kauppinen
- valotoimittaja ja Litepanels -asiantuntija: Vesa Mäntyharju
- valopöydän kouluttaja: Oskar Krogell
- lavastaja: Antti Nikkinen
- ripustaja: Jaska Erkinheimo
- kuvaaja: Rike Jokela
- ohjaaja: Matti Saarivuori
- tuottaja: Paavo Tervonen.

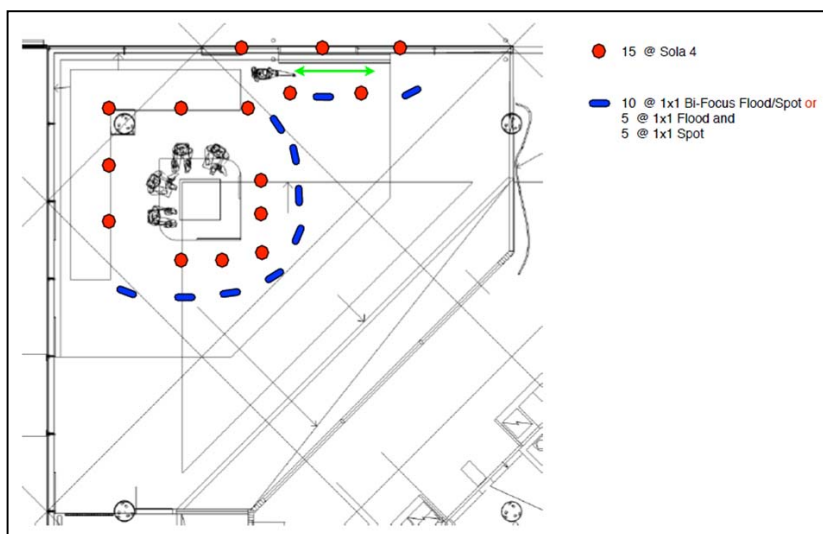
Litepanelsin valoasiantuntija kävi tutustumassa uusiin tiloihin, ja tutustumiskäynnin perusteella tehtiin ensimmäinen suunnitelma uutisstudion valaistukseksi. Kuvan 24 suunnitelmassa otettiin huomioon tilan fyysisten mittojen ja kameroiden sijainnin lisäksi uutisstudion sijainti Sanomatalon 7. kerroksen kulmahuoneistossa, jonka kaksi ulkoseinää on lasia ja näin ollen ulkoa pääsee paljon hajavaloa sisätiloihin.



Kuva 24. SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion ensimmäinen valosuunnitelma.

Uutisstudion valotestit alkoivat 2.10.2012. Testeihin otettiin yhteensä kuusi LED-valaisinta, joista kaksi oli Litepanels Sola 6 -LED-Fresnel-valoa, kaksi Litepanels Sola 4 -LED-Fresnel-valoa ja kaksi Litepanels 1x1 -Bi-Color-valoa.

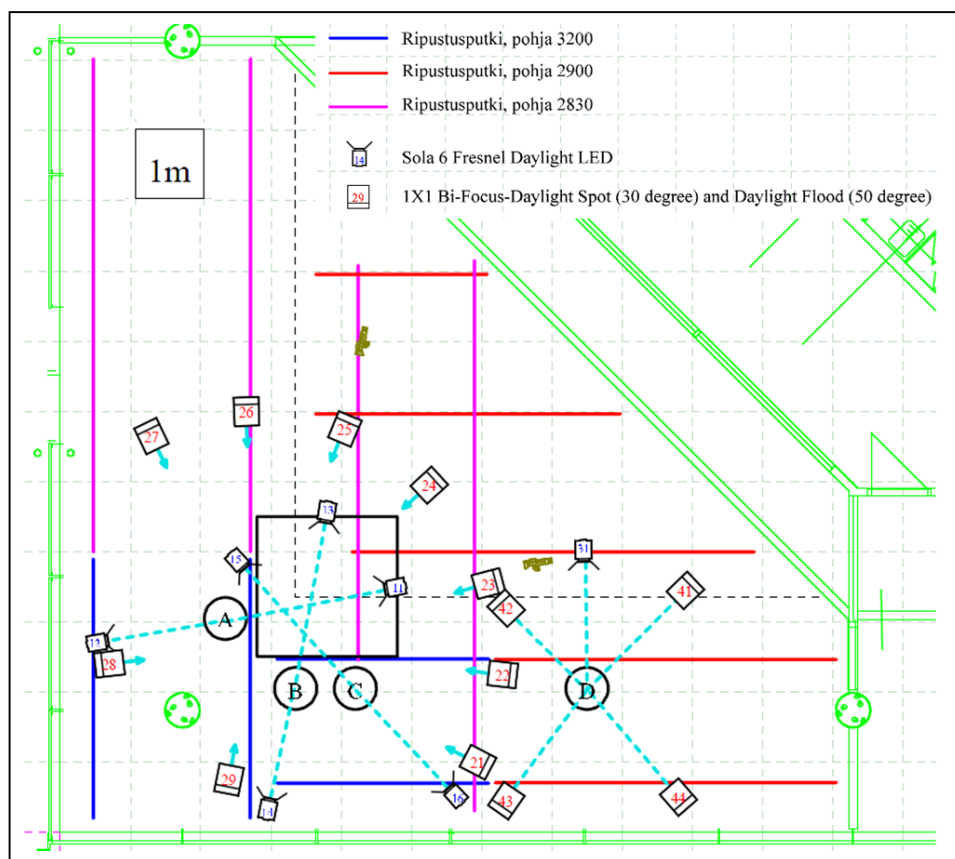
Uutisstudion lavastus meni jo ennen valotestiä uusiksi; esimerkiksi vierailijoiden pöytä ja kromatausta päätettiin jättää pois. Valotestien perusteella tultiin siihen tulokseen, että valoja ei tarvita alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Muutosten perusteella tehtiin kuvan 25 mukainen uusi valosuunnitelma ja päivitetty tarjous.



Kuva 25. SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion toinen valosuunnitelma.



Aikataulu oli tiukka, koska Nelosen uutisten ensimmäinen uudistettu lähetyks oli tarkoitus lähettää 3.12.2012. Uutisstudion lavasteisiin ja uutistenlukijan, vierailijoiden ja meteorologin sijoitteluun tehtiin vielä toisen valosuunnitelman jälkeen viimeiset muutokset. Uudessa suunnitelmassa huomioitiin myös se, että valaistavan tilan kaksi ulkoseinää oli lasia ja ulkoa pääsi paljon hajavaloa suoraan uutisstudioon. Suunnittelutoimisto Jus-si Kallioinen teki muutosten perusteella kuvan 26 mukaisen lopullisen valosuunnitelman (liite 3 ja 4). Tässä valosuunnitelmassa näkyvät myös ripustusputkien sijainnit.



Kuva 26. SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion kolmas valosuunnitelma.

13.–21.11.2012 suoritettiin valojen asennuksen lisäksi paljon toimenpiteitä. Tänä aikana asennettiin ripustus ja tehtiin lopulliset säädöt ripustusratkaisuihin, kiinnitettiin "pole assisted yoke" -hallintasangat Litepanels Sola 6 -LED-Fresnel-valoihin ja asennettiin kaikki studiovalot ja turvavaijerit ripustusputkiin. Tämän lisäksi tehtiin tarvittavat kaapeloinnit ja valopöydän sekä jakovahvistimien (splitterit) asennukset. 20.11.2012 aloitettiin valojen testaus ja suuntaus.

Studiotec Oy:n asiantuntija kävi kouluttamassa rakennusryhmän ja loppukäyttäjätiimin valopöydän osalta. Samalla tehtiin tarvittavat asetukset ja testattiin, että valopöytä ja LED-valaisimet toimivat keskenään.

#### 4.4 Uutisstudion valaisun tekniset ratkaisut

Litepanelsin LED-valoissa on oma virtakytkin, sisäinen DMX-liitäntä ja himmennin. Ne toimivat tasavirralla ja vievät vähän sähköä, joten erikoisratkaisuja sähkönsyötön suhteen ei tarvittu. Valoissa on kaksi DMX-512 protokollaa hyödyntävää DMX-liitäntää (in ja out). Koska valojen himmennys (dimmer) ja valokeilan säätö (focus) ovat säädettävissä portaattomasti, jokainen valo vie kaksi DMX-osoitetta (kuva 27). Perinteisesti valojen DMX-liitäntänä käytetään XLR-liitintä, mutta Litepanels päätyi käyttämään LED-valoissaan RJ45-liitintä etähallittavuuden helpottamiseksi.

Valopöydäksi valittiin 250-kanavainen ETC Element 60 250ch console (kuva 29) aiempien kokemusten ja suositusten perusteella. ETC Element-valopöydän kanavien määrä mahdollistaa tulevaisuuden laajentumiset, eli mahdolliset uudet studiotilat ja valot. Valopöydän hallintaan tarvittiin lisäksi HDMI (High Definition Multimedia Interface) -liitännällä varustettu monitori. Jakovahvistimeksi valittiin Electron SP.142-RJ45 -splitteri, jossa on yksi RJ45-sisääntulo ja kuusi RJ45-ulostuloa.



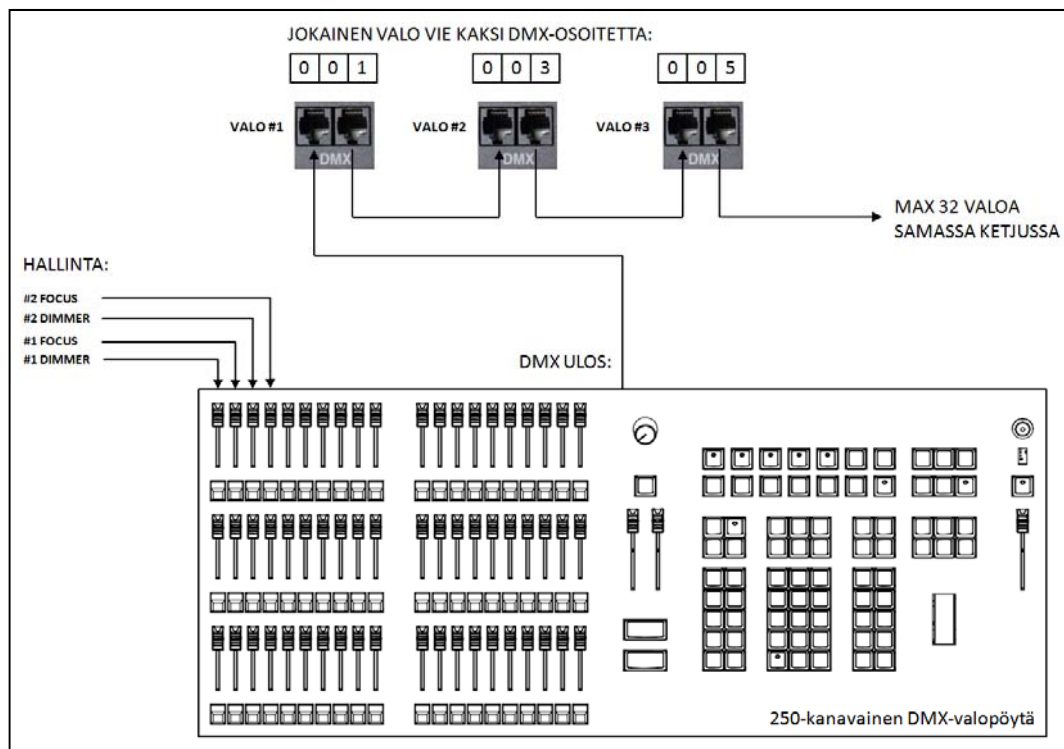
Kuva 27. ETC Element 60 250ch -valopöytä ja kaksi monitoria [57].

ETC Element -valopöydässä (liite 8) on 5-pinninen XLR-lähtöliitäntä, ja Electron SP.142 -jakovahvistimessa (liite 9) on RJ45-sisääntulo, joten valopöydän ja jakovahvis-

timen välille jouduttiin rakentamaan "XLR (5-pin) to RJ45" -kaapeli. Valopöytä asennettiin studiotarkkaamoon ja jakovahvistin uutisstudion kattoon, joten kaapelista tehtiin varmuuden vuoksi 30-metrinen.

Valojen kytkennässä toisiinsa suositellaan tähtikytkentää, jolloin jokaisen ulostulon perään tulee mahdollisimman vähän ketjutettuja laitteita, ja samalla voidaan säästää kaapeleiden määrässä. Tähtikytkennällä toteutettu ratkaisu on toimintavarmempi.

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion valot ketjutettiin toisiinsa CAT5 (Category 5) -8-pinnisellä Ethernet-parikaapelilla, joiden molemmissa päissä oli RJ45-liittimet (liite 1). Ketjutukseen päädyttiin, koska valojen lukumäärä oli kohtuullinen (liite 2). Kuvassa 28 on havainnollistettu, kuinka valot ketjutetaan toisiinsa. Kuvasta 28 poiketen ensimmäisen valon ja valopöydän välissä on jakovahvistin.



Kuva 28. Valojen kytkentä ja ketjutus. Jokainen valo vie kaksi DMX-osoitetta.

Valopöydän ja jakovahvistimen välinen kaapeli jouduttiin rakentamaan taulukon 3 kytkentätietojen mukaisesti, koska valmiita ratkaisuja ei ole suoraan saatavilla. XLR-kaapelin ensimmäiset 3 karvaa ovat pakollisia DMX-signaalin siirtoon (kuva 29). Muut

pinnit on hyvä kytkeä, jos mahdollista. Näin 2-paria voidaan tarvittaessa käyttää toisena linjana tai varalla.

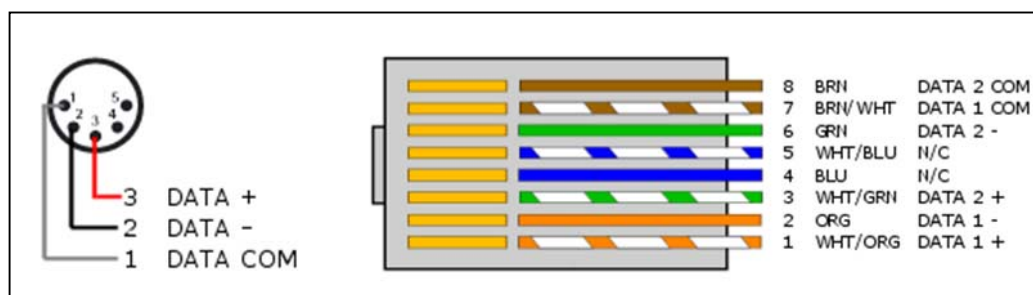
Taulukko 3. DMX-signaalin siirtoon tarvittavat kytkentätiedot [58].

Signaali	XLR5-pin	CAT kaapeli	RJ45-pin
Common	1	Ruskea/Valkoinen	7
Data -	2	Oranssi	2
Data +	3	Oranssi/Valkoinen	1

**Seuraavat voidaan kytkeä, mikäli tarvitaan:**

Common (2-pari)	(1)	Ruskea	8
Data - (2-pari)	(4)	Vihreä	6
Data + (2-pari)	(5)	Vihreä/Valkoinen	3

Tämä kytkentä on ESTA:n (The ESTA Foundation) ja USITT:n (The United States Institute for Theatre Technology) standardisoima kytkentä.



Kuva 29. ESTA-standardin mukaiset 5-pinninen XLR- ja RJ45-liittimet [58].

#### 4.5 Uuden studion ensimmäinen lähetys

Nelosen uutisten ensimmäinen uudistettu lähetys nähtiin 3.12.2013 kello 18.30. Ensimmäisen lähetyksen uutisankkurit olivat Mikko Hirvonen ja Marco Bjurström. Lähetys tuli Sanomatalon studiosta (kuva 30) Helsingin ydinkeskustasta.



Kuva 30. Sanoma News Nelosen uusi uutisstudio.

Uusien studiolaitteiden myötä uutiset siirtyivät teräväpiirtotekniikkaan, joka mahdollisti entistä paremman kuvanlaadun sekä uudenlaisen visuaalisen ilmeen ja uutisgrafiikan [59]. Uutisstudioon asennetut LED-valot tuottavat spektriltään ja värilämpötilaltaan laadukasta valoa, eikä uudessa studiossa ole valoista johtuvaa lämpötilaongelmaa.

## 5 Yhteenveto

Insinööriyössä toteutettiin ympäristöystävällinen uutisstudion valaisujärjestelmä LED-valotekniikalla. Työn tarkoituksena oli tutkia valaistukseen liittyviä suureita, perinteistä ja uutta valaisintekniikkaa ja valosuunnittelua LED-tekniikalla toteutettuna. Projekti oli haastava, ja siihen kului paljon aikaa. Muun muassa valosuunnitelmaa jouduttiin korjaamaan useaan otteeseen, koska valaistavan tilan kaksi ulkoseinää oli lasia ja ulkoa pääsi paljon hajavaloa suoraan uutisstudioon.

Uutisstudion valaisu toteutettiin vähän energiaa kuluttavilla, mutta paljon valotehoa antavilla Litepanelsin LED-paneeleilla ja LED-Fresnel-valoilla ja valaisun hallinta digitaalisella valaistuksen ohjausjärjestelmällä. Valaisun hallintaa varten hankittiin ETC Element -valopöytä ja valot ketjutettiin toisiinsa CAT5 (Category 5) -8-pinnisellä Ethernet-parikaapeleilla. Projektin lopputuloksena SanomaNews Oy Nelosen uusi uutisstudio saatiin rakennettua sovitussa aikataulussa. Ensimmäinen uutislähetys Sanomatalon uudesta uutisstudiosta nähtiin 3.12.2012.

Osaamiseni kasvoi projektin aikana ja opin uusia asioita muun muassa perinteisestä ja uudesta valaisinteknologiasta, valaisinjärjestelmistä, valaistuksen mittaamisesta ja valosuunnittelusta. Opin myös sen, kuinka helposti näin suuren projektin aikataulut venyvät ja suunnitelmat muuttuvat.

TV-ala on jatkuvassa muutostilassa uuden teknologian kehittyessä. Joskus tuntuu siltä, että uudet teknologiat tuodaan liian nopeasti markkinoille ja laitteiden tekninen toteutus ei vastaa teknologian asettamia vaatimuksia. Myös LED-valaistus on haasteellinen alue, koska uuteen valaisuteknologiaan liittyvä standardointi on vielä kehitysvaiheessa. LED-valaisin on mekaanisesti kestävämpi kuin hehkulamppu tai loisteputkivalaisin, ja niille luvataan yli 50 000 tunnin elinikä. LED-valaisimet ovatkin syrjäyttämässä perinteisen valaisintekniikan TV- ja uutisstudioissa. LED-tekniikkaa puoltavat energia- ja valotehokkuus, alhainen lämpökuorma, edulliset valmistuskustannukset, ympäristöystävälliset materiaalit ja kestävyys.

Valaistukseen käytetään koko maailmassa 19 prosenttia sähkönkulutuksesta ja EU:ssa 14 prosenttia. LED-tuotteiden nykyinen markkinaosuus Euroopassa on hyvin alhainen: vuonna 2010 markkinaosuus (arvona) oli vain 6,2 prosenttia. LED-tuotteiden osuuden

ennustetaan useissa tutkimuksissa olevan Euroopan yleisvalaistusmarkkinoilla vuoteen 2020 mennessä yli 70 prosenttia.

LED-valaisimia valittaessa on syytä kiinnittää huomiota valon valmistajaan, valon laatuun, takuuseen ja valaisimen hyväksyntämerkintöihin. Markkinoilla on ollut myynnissä LED-valaisimia, joista on löydetty vakavia turvallisuusriskejä. Insinööriyössä mainitut amerikkalaiset Litepanelsin LED-valot ovat turvallisia ja laadukkaita, vaatimaan filmi- ja videokäyttöön tarkoitettuja LED-valaisimia.

Jatkan valoihin liittyvää tutkimusta muun muassa valaisimien värintoistoindeksin mittaamiseen liittyvissä asioissa. Voin hyödyntää insinööriyössä opittuja tietoja työtehtävissä, esimerkiksi uusissa valoprojekteissa.

## Lähteet

- 1 Peltonen, Hannu & Perkkiö, Juha & Vierinen, Kari. 2004. Insinöörin (AMK) Fysiikka Osa II. Lahden Teho-Opetus.
- 2 Keränen, Vesa & Lamberg, Niko & Penttinen, Jukka. 2005. Digitaalinen Media. Helsinki: Docendo Finland.
- 3 Shedding a New Light on the Universe. 2012. Verkkodokumentti. NASA (National Aeronautics and Space Administration). <[http://heasarc.nasa.gov/docs/xte/learning\\_center/universe/prism.html](http://heasarc.nasa.gov/docs/xte/learning_center/universe/prism.html)>. Luettu 23.2.2013.
- 4 Laitinen, Karri & Raike, Antti & Viikari Timo. Elokuvan taju. Verkkodokumentti. <[https://viestintatieteet-wiki.wikispaces.com/Elokuvan+taju#Kuva, kuvaus+Valaisu](https://viestintatieteet-wiki.wikispaces.com/Elokuvan+taju#Kuva,+kuvaus+Valaisu)>. Luettu 8.12.2012.
- 5 Leponiemi, Kari. 2010. Videokuvaus taitoa ja tekniikkaa. Helsinki: WSOYpro.
- 6 Valaistus. 2013. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. <<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus/Sivut/default.aspx>>. Luettu 10.2.2013.
- 7 Kestäviä ja turvallisia LED -valoja. Uuden teknologian energiaa säästäviä tehokkaita LED -valoja, kaikkiin tarpeisiin. Verkkodokumentti. Limic Oy. <<http://www.limic.fi/html/led-tx.htm>>. Luettu 10.2.2013.
- 8 Valokas LED valot. 2009. Verkkodokumentti. Valokas. <[http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=51&Itemid=80](http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=51&Itemid=80)>. Luettu 21.11.2012.
- 9 Luksi – valaistusvoimakkuus – Lampputieto. 2012. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <<http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/luksi-valaistusvoimakkuus/>>. Luettu 3.2.2013.
- 10 Luminanssi. 2013. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. <<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus/luminassi/sivut/default.aspx>>. Luettu 10.2.2013.
- 11 Kandela – Valovoima – Lampputieto. 2012. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <<http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/kandela-valovoima/>>. Luettu 3.2.2013.
- 12 Hooker, J.D. 2012. Welcome to the museum of electric lamp technology. Verkkodokumentti. <<http://www.lampotech.co.uk/>>. Luettu 16.2.2013.



- 13 Valaistuksen käsikirja 3. 1985. Suomen sähköurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen valoteknillinen seura ry:n julkaisu. Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus.
- 14 Lamput – Hehkulamput. Verkkodokumentti. Oy Airam Electric Ab. <<http://www.airam.fi/112.html>>. Luettu 1.2.2013.
- 15 Nurmi, T. & Kärnä, J. 1997. Valaistustekniikan perusteet. Opintomoniste. Tampereen teknillinen yliopisto.
- 16 Metsämäki, Markku. 2012. Tulloon valkeus! Kamera 1/2012.
- 17 Freeman, Michael. 2009. VALO Aika, aukko & herkkyys. Helsinki: WSOY-pro/Docendo.
- 18 Luksi ja Luminanssi. Verkkodokumentti. Mitaten Oy. <<http://www.mitaten.fi/index.php/tuotteet/valaistusmittarit/konica-minolta/valaistusmittarit.html>>. Luettu 10.2.2013.
- 19 Valaistuksen mittaaminen ja arviointi. 2011. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. <[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus/valaistuksen\\_mittaaminen/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus/valaistuksen_mittaaminen/Sivut/default.aspx)>. Luettu 10.2.2013.
- 20 LED-perusteet. Verkkodokumentti. Glamox Luxo Lightning Oy. <<http://glamox.com/fi/led-perusteet->>>. Luettu 26.4.2013.
- 21 Hehkulampun historia. Verkkodokumentti. Euroopan komissio. <[http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avarietiedchoice/alhistory/index\\_fi.htm](http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avarietiedchoice/alhistory/index_fi.htm)>. Luettu 16.2.2013.
- 22 Oettinger. Günther H. Miksi EU on ryhtynyt toimeen? Verkkodokumentti. <[http://ec.europa.eu/energy/lumen/editorial/index\\_fi.htm](http://ec.europa.eu/energy/lumen/editorial/index_fi.htm)>. Luettu 16.2.2013.
- 23 Halogeenilamppu - Lamputieto. 26.10.2012. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <<http://www.lamputieto.fi/lamput/lamputtyypit/halogeenilamppu/>>. Luettu 16.2.2013.
- 24 Perustietoa lampuista – Lamputtyypit. 2010. Verkkodokumentti. Opetushallitus. <[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutarhakoneteknologia/tekniik/sah\\_kayt/vs23.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutarhakoneteknologia/tekniik/sah_kayt/vs23.htm)>. Luettu 21.11.2012.
- 25 Honkanen, H. Valaistustekniikka. Verkkodokumentti. Kajaanin ammattikorkeakoulu. <[http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/STEK\\_Valaistustekniikka.pdf](http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/STEK_Valaistustekniikka.pdf)>. Luettu 19.1.2013.
- 26 Halonen, Liisa & Eloholma, Marjukka. 2005. Keinovalon historia. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim.

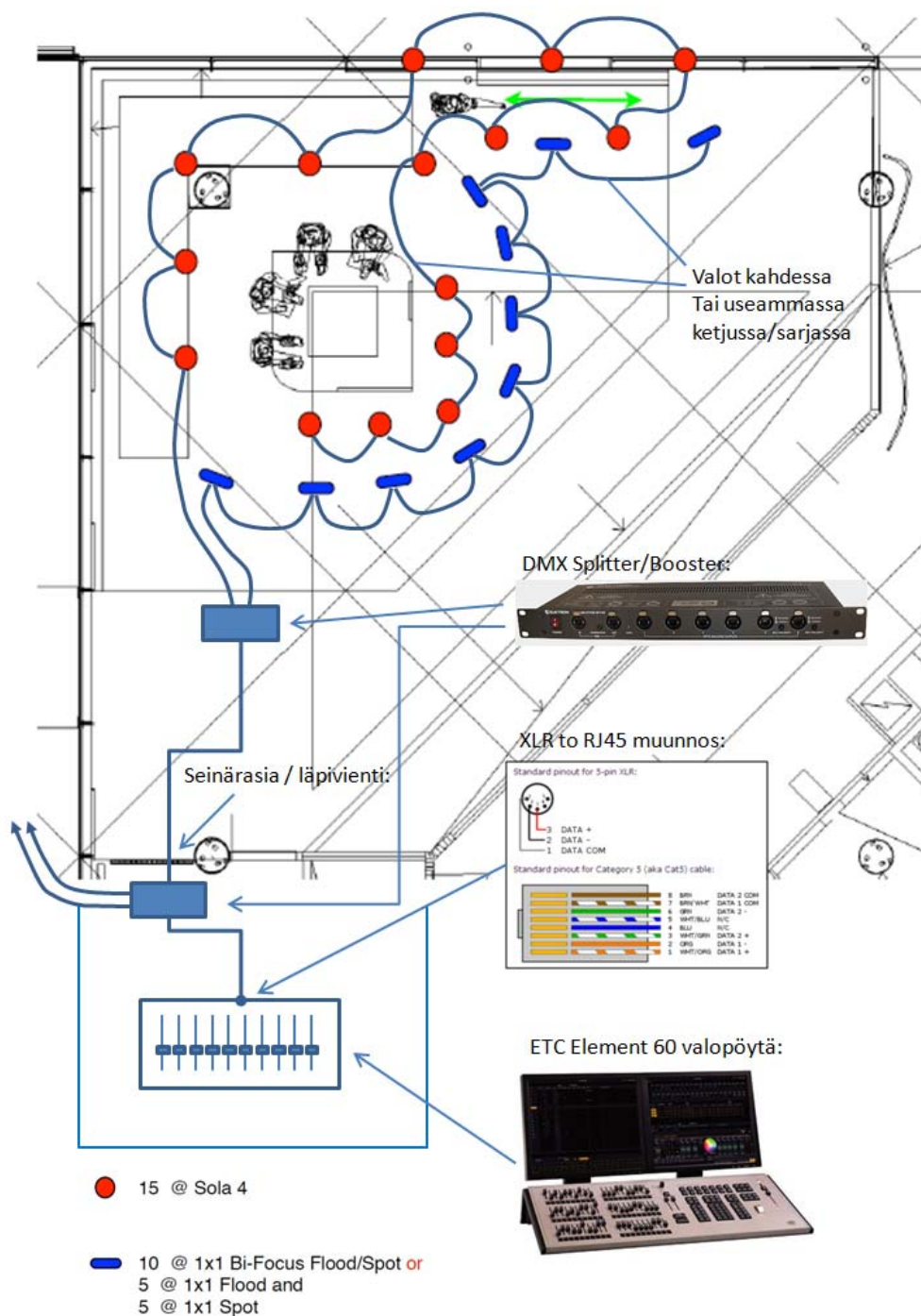
- 27 Valo ja valonlähteet. Verkkodokumentti. Innojok Oy.  
<<http://innojok.fi/valaistuss/index2.php?sivu=46>>. Luettu 13.1.2013.
- 28 Mikä on induktiovalaisin? Verkkodokumentti. SRS Fenno-EI Oy.  
<[http://www.jetel.fi/Amko/Amko\\_mika\\_on\\_induktio.html#](http://www.jetel.fi/Amko/Amko_mika_on_induktio.html#)>. Luettu 23.2.2013.
- 29 Virtanen, Pekka. 2003. Mikä ihmeen ksenon? Verkkodokumentti. Tuulilasi.  
<<http://www.tuulilasi.fi/artikkelit/mika-ihmeen-ksenon>>. Luettu 23.2.2013.
- 30 Fresnel. 2007. Verkkodokumentti. Digivideoyhdistys ry.  
<<http://www.digivideo.fi/wiki/index.php/Fresnel>>. Luettu 19.1.2013.
- 31 Beaglehole, Helen. 2012. Lighthouses – Lights: from oil to electricity – Fresnel lens. Verkkodokumentti. <<http://www.teara.govt.nz/en/diagram/6675/fresnel-lens>>. Luettu 19.1.2013.
- 32 Märketin ensimmäinen valolaite esille Maarianhaminan Sjöratsmuseumiin. 2012. Verkkodokumentti. Suomen Majakkaseura ry.  
<[http://www.majakkaseura.fi/fin/ajankohtaista/marketin\\_1.linssi\\_sjofartsmuseumissa/](http://www.majakkaseura.fi/fin/ajankohtaista/marketin_1.linssi_sjofartsmuseumissa/)>. Luettu 23.2.2013.
- 33 Valonsäätömahdollisuudet. Verkkodokumentti. Fagerhult Oy.  
<[http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato\\_12.pdf](http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato_12.pdf)>. Luettu 16.2.2013.
- 34 VIHREÄ KIRJA, Valoa tulevaisuuteen, Innovatiivisten valaistusteknologioiden käyttöönoton vauhdittaminen. 2011. Verkkodokumentti. Euroopan Komissio.  
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0889:FIN:FI:HTML>>. Luettu 22.12.2012.
- 35 Mikä on LED:n historia? 2012. Verkkodokumentti. Valokas.  
<[http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116:mikae-on-ledin-historia-&catid=48:ympaeristoe](http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=article&id=116:mikae-on-ledin-historia-&catid=48:ympaeristoe)>. Luettu 23.2.2013.
- 36 Mikä LED on? Verkkodokumentti. Oversol Oy.  
<[http://www.oversol.fi/usein\\_kysytyt\\_kysymykset](http://www.oversol.fi/usein_kysytyt_kysymykset)>. Luettu 16.2.2013.
- 37 Light-emitting diode. 2013. Verkkodokumentti. Encyclopædia Britannica.  
<<http://www.britannica.com/EBchecked/media/70995/LED-Light-emitting-diodes-are-made-of-various-semiconducting-compounds>>. Luettu 2.2.2013.
- 38 High Power LED. Verkkodokumentti. BS Elektronik Service. <<http://www.bs-elektronik-service.de/high-power-led-eng.html>>. Luettu 2.2.2013.
- 39 Maatalouden ja teollisuuden LED-valaistusratkaisut. 2012. Verkkodokumentti. FarmLED. <<http://www.farmled.fi/ratkaisut/led-teknologia.html>>. Luettu 28.2.2013.

- 40 Lamppuinfo – Käytettävyyttä koskevat kysymykset. Verkkodokumentti. Airam Electric. <<http://www.airam.fi/kaytettavyys.html>>. Luettu 1.2.2013.
- 41 Shandle, Jack. 2012. ABCs of LED Thermal Management. Verkkodokumentti. <<http://www.digikey.com/us/en/techzone/lighting/resources/articles/abcs-of-led-thermal-management.html>>. Luettu 28.2.2013.
- 42 Voiko LED valo tai LED komponentti rikkoutua? 2012. Verkkodokumentti. Valokas. <[http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=123&Itemid=24](http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=24)>. Luettu 21.12.2012.
- 43 Miksi jotkut LED valot maksavat enemmän kuin toiset? 2012. Verkkodokumentti. Valokas. <[http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=133&Itemid=105](http://www.valokas.fi/www/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=105)>. Luettu 21.12.2012.
- 44 Low Energy Lightning Guidelines – Revision 2. 2011. Verkkodokumentti. BBC. <[http://downloads.bbc.co.uk/outreach/BBC\\_LEL\\_Guidelines.pdf](http://downloads.bbc.co.uk/outreach/BBC_LEL_Guidelines.pdf)>. Luettu 2.3.2013.
- 45 Litepanels 1x1 Series. 2010. Verkkodokumentti. Litepanels, Inc. <[http://www.litepanels.com/lp/products/onebyone/lp\\_1x1\\_brochure.pdf](http://www.litepanels.com/lp/products/onebyone/lp_1x1_brochure.pdf)>. Luettu 2.10.2011.
- 46 Tiesitkö tämän valaistuksesta? 2005. Verkkodokumentti. Staples Finland. <<http://www.staples.fi/?id=99>>. Luettu 1.3.2013.
- 47 Litepanels Sola Fresnel Series. 2012. Verkkodokumentti. Litepanels, Inc. <[http://www.litepanels.com/language/pages/sola\\_six.php](http://www.litepanels.com/language/pages/sola_six.php)>. Luettu 2.10.2012.
- 48 Korvenoja, Pekka. 2004. TV-kameratyön perusteet. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia.
- 49 3 Point Lightning & 4 Point Lightning | Lightning Basics. 2012. Verkkodokumentti. The Film Makers Workshop. <<http://www.thefilmmakersworkshop.com/3-point-lighting/>>. Luettu 25.2.2013.
- 50 Kolmipistevalaisu. 2009. Verkkodokumentti. Digivideoyhdistys ry. <<http://www.digivideo.fi/wiki/index.php/Kolmipistevalaisu>>. Luettu 19.1.2013.
- 51 Hunter, Fil & Hunter-Reid, Robin. 2012. Etsimessä: Valaisu. Helsinki: Sanoma Pro Docendo.
- 52 LED Lightbanks. 2013. Verkkodokumentti. Chimera Perfect Light. <<http://chimeralighting.com/Products/Film-Video-Lightbanks/LED-Lightbanks>>. Luettu 28.3.2013.

- 53 Brown, Blain. 2008. Motion picture and video lightning. Second Edition. Elinor Actipis.
- 54 Opas digitaalisen median huomispäivään. 2009. Verkkodokumentti. Mediatrade Oy. <<http://www.mediatrade.fi/yritys/>>. Luettu 15.12.2012.
- 55 Tietoa Sanomasta Sanoma News. Verkkodokumentti. Sanoma Oyj. <<http://www.sanoma.fi/tietoa-sanomasta/sanoma-news>>. Luettu 2.3.2013.
- 56 Litepanels. 2009. Verkkodokumentti. Mediatrade Oy. <<http://www.mediatrade.fi/tuotteet/litepanels/>>. Luettu 15.12.2012.
- 57 ETC News Feed. 2009. Verkkodokumentti. Electronic Theatre Controls (ETC). <<http://www.etconnect.com/Community/wikis/products/dmx.aspx>>. Luettu 31.3.2013.
- 58 DMX. 2009. Verkkodokumentti. Electronic Theatre Controls (ETC). <<http://www.etconnect.com/product.overview.aspx?ID=22010>>. Luettu 31.3.2013.
- 59 Nelosen uutiset lähetettiin ensimmäisen kerran Sanomatalosta. 2012. Verkkodokumentti. Helsingin Sanomat. <<http://www.hs.fi/kotimaa/Nelosen+uutiset+l%C3%A4hetettiin+ensimm%C3%A4isen+kerran+Sanomatalosta++/a1305625092780>>. Luettu 2.3.2013.

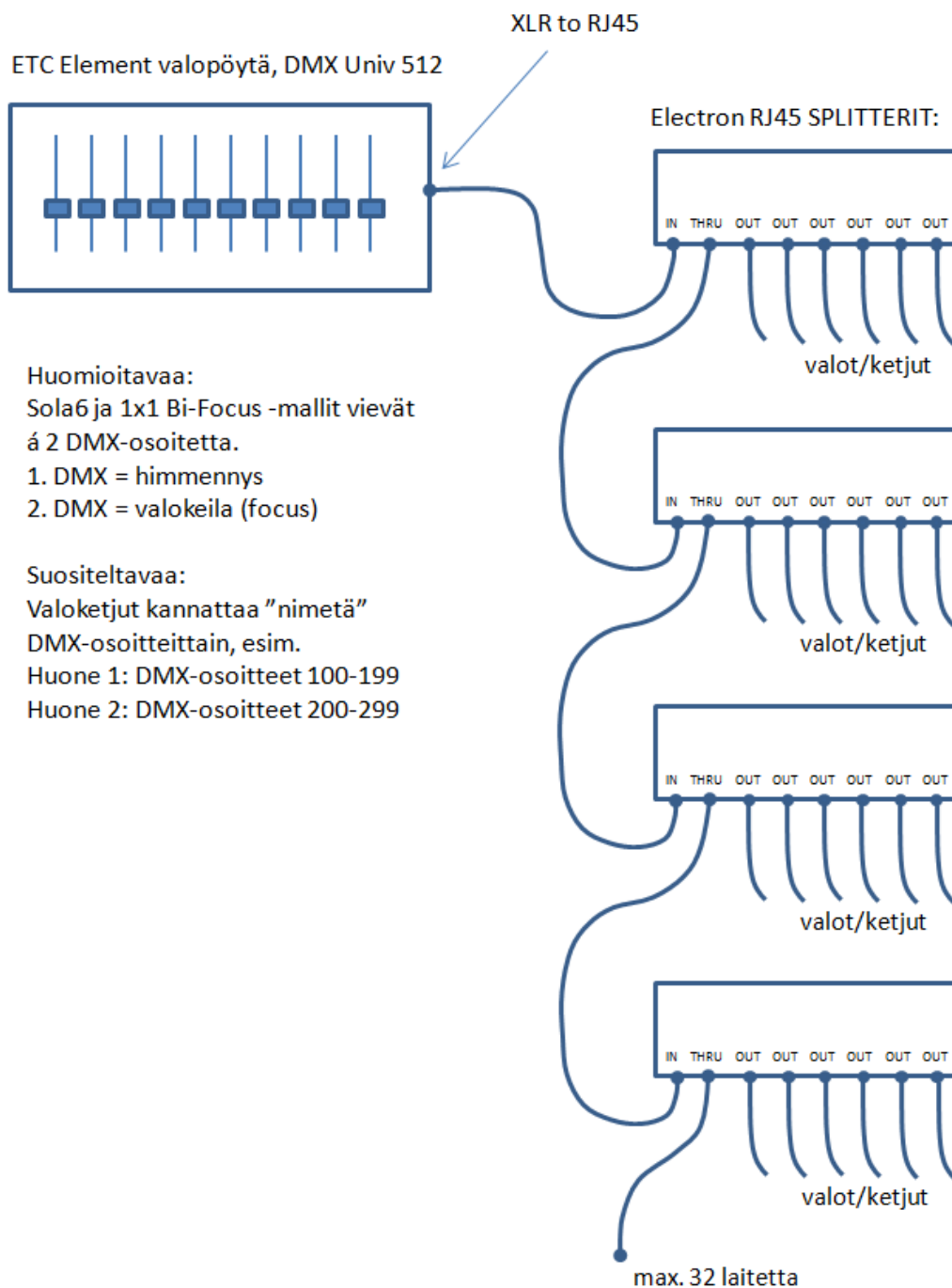
## Valaisujärjestelmä, piirros

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion toisen valosuunnitelman perusteella piirretty valaisujärjestelmä.



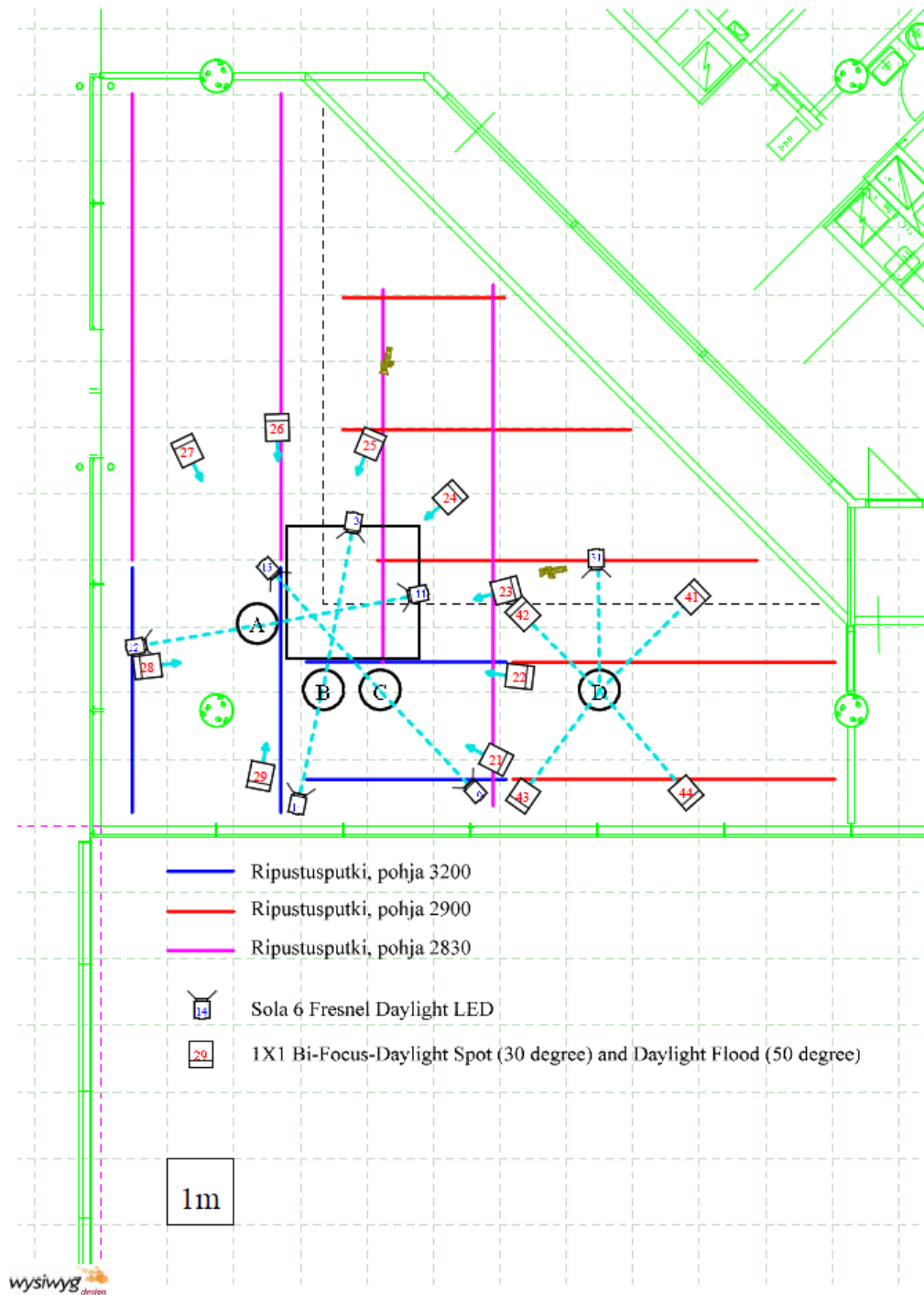
## Jakovahvistimien kytkentä, piirros

ETC Element-valopöydän kytkentä Electron SP142-jakovahvistimeen ja jakovahvistimien väliset kytkennät sekä valojen ketjutus.



## Uutisstudion valosuunnitelma, piirros

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion kolmas valosuunnitelma, jonka perusteella uutisstudion valaisu toteutettiin.



## Uutisstudion valosuunnitelma, selostus

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudion selostus, jossa on eritelty henkilöt, valojen tyy-  
pit, tarkoitukset ja DMX-osoitteet.

### Henkilöt

A	Uutistenlukija
B	Uutistenlukija
C	Vieras
D	Meteorologi

Heitin	Tarkoitus	Dmx os.	Tyyppi
11	Päävalo A	1	Sola 6 Fresnel Daylight LED
12	Takavallo A	3	Sola 6 Fresnel Daylight LED
13	Päävalo B	5	Sola 6 Fresnel Daylight LED
14	Takavallo B	7	Sola 6 Fresnel Daylight LED
15	Päävalo C	9	Sola 6 Fresnel Daylight LED
16	Takavallo C	11	Sola 6 Fresnel Daylight LED
21	Tasoitus ABC	13	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
22	Tasoitus ABC	15	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
23	Tasoitus ABC	17	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
24	Tasoitus ABC	19	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
25	Tasoitus ABC	21	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
26	Tasoitus ABC	23	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
27	Tasoitus ABC	25	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
28	Tasoitus ABC	27	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
29	Tasoitus ABC	29	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
31	Päävalo D	31	Sola 6 Fresnel Daylight LED
41	Tasoitus D	33	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
42	Tasoitus D	35	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
43	Tasoitus / takavallo D	37	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)
44	Tasoitus / takavallo D	39	1X1 Bi-Focus-Daylight Spot (30 degree) and Daylight Flood (50 degree)



## Litepanels Sola 6 LED-Fresnel-valo, hyödyt ja käyttösovellukset

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudioon asennettujen Litepanels Sola 6 LED-Fresnel-valojen hyödyt ja käyttösovellukset.



### Litepanels Sola 6™

#### The advantages of LED technology— with the performance of a Fresnel

The daylight-balanced Sola 6™ provides the controllability and light-shaping properties inherent in a Fresnel light, with the advantages of LED technology. The Sola 6 draws a small fraction of the power draw of conventional Fresnel fixtures, and like the rest of Sola Series, it provides Litepanels' famous full-spectrum quality light.

#### ADVANTAGES

- A true Fresnel fixture that produces soft, directional illumination
- Litepanels proprietary heat-free LED technology
- High quality 6" Fresnel lens
- Energy savings and extended bulb life provide a <3 year ROI in typical studio applications
- Daylight color temperature with no external ballast or restrike period required
- AC/DC power with DC power via 3-pin XLR—Versatility in and out of the studio
- Integrated DMX module with RJ45 (Ethernet) connectors for remote control using DMX 512 protocol
- 100% to 0 dimming with no noticeable color shift
- Focus control from 67° to 15° beam via on-fixture dial or DMX
- Robust lightweight housing
- Standard yoke for easy mounting and positioning
- Perfect companion to Sola 4™ Fresnel
- 104W draw, light output comparable to a 200W HMI output

#### APPLICATIONS

- Broadcast Studios
- Location Lighting
- Event Lighting
- Still Photography
- Chroma Key



US-Version: 906-2002  
EU-Version: 906-2102

## Litepanels Sola 6 LED-Fresnel-valo, tekniset tiedot

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudioon asennettujen Litepanels Sola 6 LED-Fresnel-valojen tekniset tiedot.



### Litepanels Sola 6™

#### SOLA 6 SPECIFICATIONS

**Size** 11 x 10 x 15" / 28 x 25 x 38cm

**Weight** 9.10 lbs / 4.13kg

**Fresnel Lens** 6 inch / 15.24cm

**Maximum Power Draw** 104W

**Power Requirements**

14-28VDC / 100-240VAC

**Power Supply AC/DC** 120-240VAC

DC power via 3-pin XLR

**Includes** 8-way barn doors,  
yoke with junior pin adapter,  
power supply

#### OPTIONAL ACCESSORIES

- 5-piece Gel/Filter Set w/Carrying Bag
- RJ45 to 5-pin XLR Conversion Cable
- Pole Assisted Yoke

#### SOLA 6 PHOTOMETRICS DATA

Distance	5 ft. [1.5m]	10 ft. [3.0m]	15 ft. [4.6m]
<b>SPOT</b> BEAM ANGLE = 15°			
Beam Diameter	1.3 ft. [0.4m]	2.6 ft. [0.8m]	3.8 ft. [1.2m]
Footcandles [Lux]	925 fc [9960 lx]	231 fc [2490 lx]	103 fc [1107 lx]
Field Diameter	2.1 ft. [0.6m]	4.3 ft. [1.3m]	6.4 ft. [1.9m]
<b>FLOOD</b> BEAM ANGLE = 87°			
Beam Diameter	6.6 ft. [2.0m]	13.2 ft. [4.0m]	19.8 ft. [6.0m]
Footcandles [Lux]	102 fc [1102 lx]	26 fc [276 lx]	11 fc [122 lx]
Field Diameter	8.2 ft. [2.5m]	16.3 ft. [5.0m]	24.5 ft. [7.5m]

#### The Litepanels Difference

Full spectrum quality soft light with visually accurate color temperature  
 The widest variety of LED fixtures and flexible AC or DC power options  
 Smooth dimming from 100% to 0 with no color shift  
 Flicker-free performance at any frame rate or shutter angle  
*Cool to the Touch™* operation with innovative thermal dynamics  
 Controlled current management for long LED life  
 Efficient power management for low power consumption and high reliability  
 Developed and assembled in Los Angeles, CA

Litepanels was founded in 2001 by 5 professional gaffers and engineers who saw the future and pioneered LED lighting for motion pictures and television. Their Emmy® award-winning technology has now been used on thousands of productions worldwide. Backed by the Vitec Group's legacy of 100+ years in the broadcast and

production industry, Litepanels continues to expand its suite of flicker free, color accurate, soft light that talent and Lighting Directors admire. These environmentally friendly fixtures practically pay for themselves with power savings and long life, setting a new standard in professional lighting.

Printed in the USA

Specifications subject to change without notice.



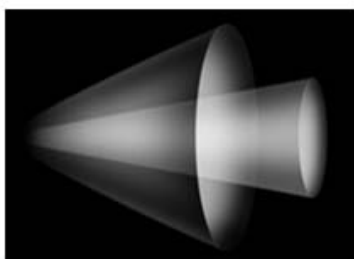
info@litepanels.com • www.litepanels.com

## Litepanels 1x1 Bi-Focus LED-valo, tekniset tiedot

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudioon asennettujen Litepanels 1x1 Bi-Focus LED-valojen tekniset tiedot.

### Litepanels 1x1 Bi-Focus

The Most Versatile Production Light Ever Built



50° - 30° Flood - Spot

Litepanels 1x1™ Bi-Focus Photometrics		
Flood Mode		
DISTANCE	FOOTCANDLES	LUX
4ft. / 1.2m	130fc	1400 Lux
8ft. / 2.4m	34fc	370 Lux
12ft. / 3.6m	9.2fc	160 Lux
Spot Mode		
DISTANCE	FOOTCANDLES	LUX
4ft. / 1.2m	140fc	1500 Lux
8ft. / 2.4m	53fc	560 Lux
12ft. / 3.6m	13fc	140 Lux



#### ADVANTAGES

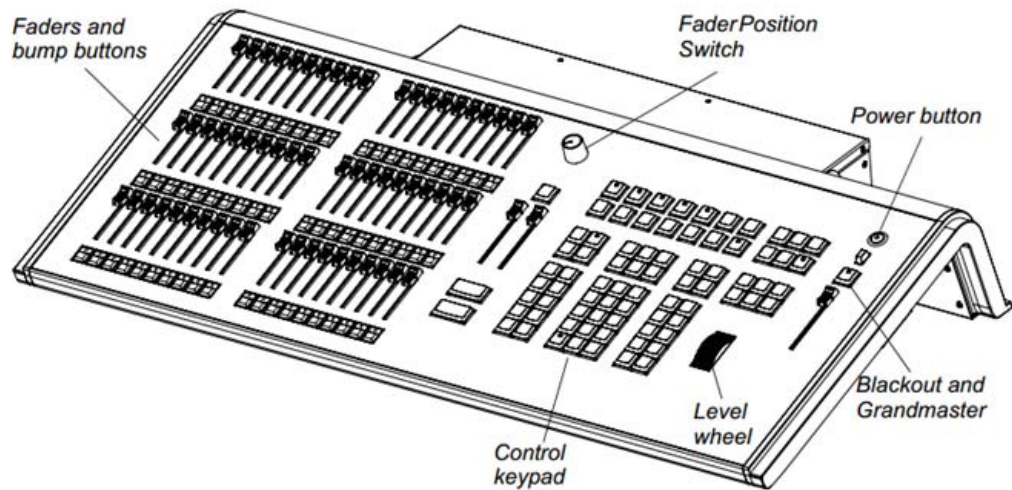
- Only 1.75" (44mm) thick
- Ultra lightweight & portable
- 12" square (30.48cm)
- Runs on AC adapter or battery
- Heat-free & flicker-free
- Dims 100% to 0 with minimal color shift
- Electronically controlled flood/spot (50°/30°) & spot/super-spot (30°/15°)
- Remote dimmer available
- Daylight and Tungsten versions
- Modular design for multipanel configuration
- Long life LEDs
- View-thru to see the talent
- Litepanels award-winning LED technology
- Ballast-free

#### SPECIFICATIONS

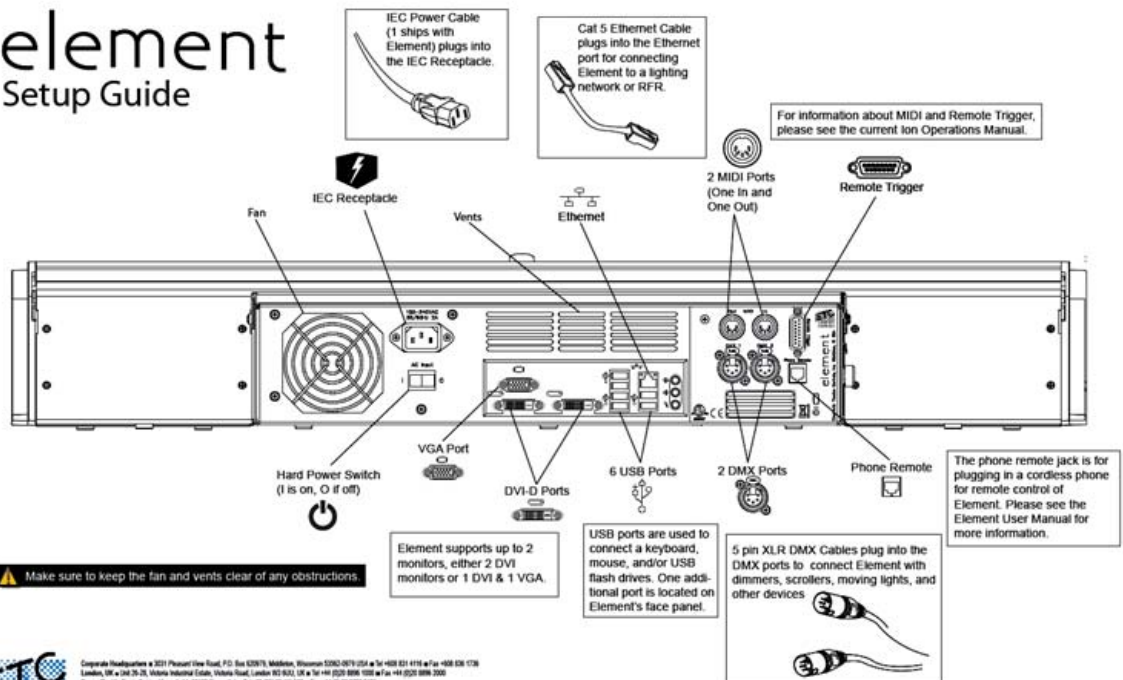
- Size: 12"W x 12"H x 1.75"D  
(30.48cm x 30.48cm x 43mm)
- Weight: 3 lbs. (1.36kg)
- Power Draw: 45 Watts @ 12-30V
- Power Supply: 18-28V, AC Adapter 100-240V

## ETC Element-valopöytä, laitteisto ja asennusopas

SanomaNews Oy Nelosen studiotarkkaamoon asennetun ETC Element-valopöydän kuva ja asennusopas.



## element Setup Guide



Corporate Headquarters • 3211 Pleasant View Road, P.O. Box 420771, Madison, Wisconsin 53702-0771 USA • Tel: +1 608 831 4111 • Fax: +1 608 838 1738  
 London, UK • Tel: +44 20 7431 2121, Helsinki, Finland • Tel: +358 9 2511 1111, Los Angeles, CA • Tel: +1 310 320 8888, Sydney, Australia • Tel: +61 2 9550 9999  
 Rome, Italy • Via Della Gioconda Viacondi, 11, 00185 Rome, Italy • Tel: +39 06 57 111 111 • Fax: +39 06 57 111 111  
 Hildesheim, Germany • Tel: +49 531 25 25 25 • Fax: +49 531 25 25 25  
 Hong Kong • Tel: +852 2411 1111, Taipei • Tel: +886 2 2411 1111, Singapore • Tel: +65 6334 1111, Seoul • Tel: +82 2 3411 1111  
 Service (America) • service@etconline.com • (UK) • service@etconline.com • (DE) • service@etconline.com • (FR) • service@etconline.com  
 Web: www.etconline.com © Copyright 2007 ETC. All Rights Reserved. Product names and specifications subject to change.  
 Part Number: 43336232 Rev. A, 2007

## Electron SP142-jakovahvistin, tekniset tiedot

SanomaNews Oy Nelosen uutisstudioon asennetun Electron SP142-jakovahvistimen tekniset tiedot.



### DMX SPLITTER SP142

The Splitter SP142 is the ideal tool for splitting and buffering the DMX512 signal. The Splitter has a termination switch and led indicator, DATA Led, optically isolated outputs and two outputs with reverse polarity buttons. The internal PCB carries spare ICs for quick emergency service. It is designed to be mounted on standard 19" rack (1U) but it can also be used as a desktop unit.

#### DMX SPLITTER SP142 WITH OPTO-ISOLATED OUTPUTS

##### FEATURES

- Termination switch with led indicator
- 6 optically isolated and buffered outputs
- 2 outputs with reverse polarity buttons
- 7 independent low voltage power supplies
- 2 spare ICs
- DMX IN and DMX THROUGH
- Supply voltage 220/240V 50Hz
- 7 fuses: 100mA each (5x20mm)
- Data led
- Dimensions in mm (WxHxD): 483 x 44 x 170



SP142-5pin (DEM.002)

##### DEM.002

- 5-pin XLR IN and THROUGH
- 4 isolated and buffered outputs on 5-pin XLR females
- 2 isolated and buffered outputs on 3-pin XLR females with reverse polarity buttons



SP142-3pin (DEM.003)

##### DEM.003

- 3-pin XLR IN and THROUGH
- 6 isolated and buffered outputs on 3-pin females (2 of them with reverse polarity buttons)



SP142-RJ45 (DEM.014)

##### DEM.014

- RJ-45 IN and THROUGH
- 6 isolated and buffered outputs on RJ-45 (2 of them with reverse polarity buttons)