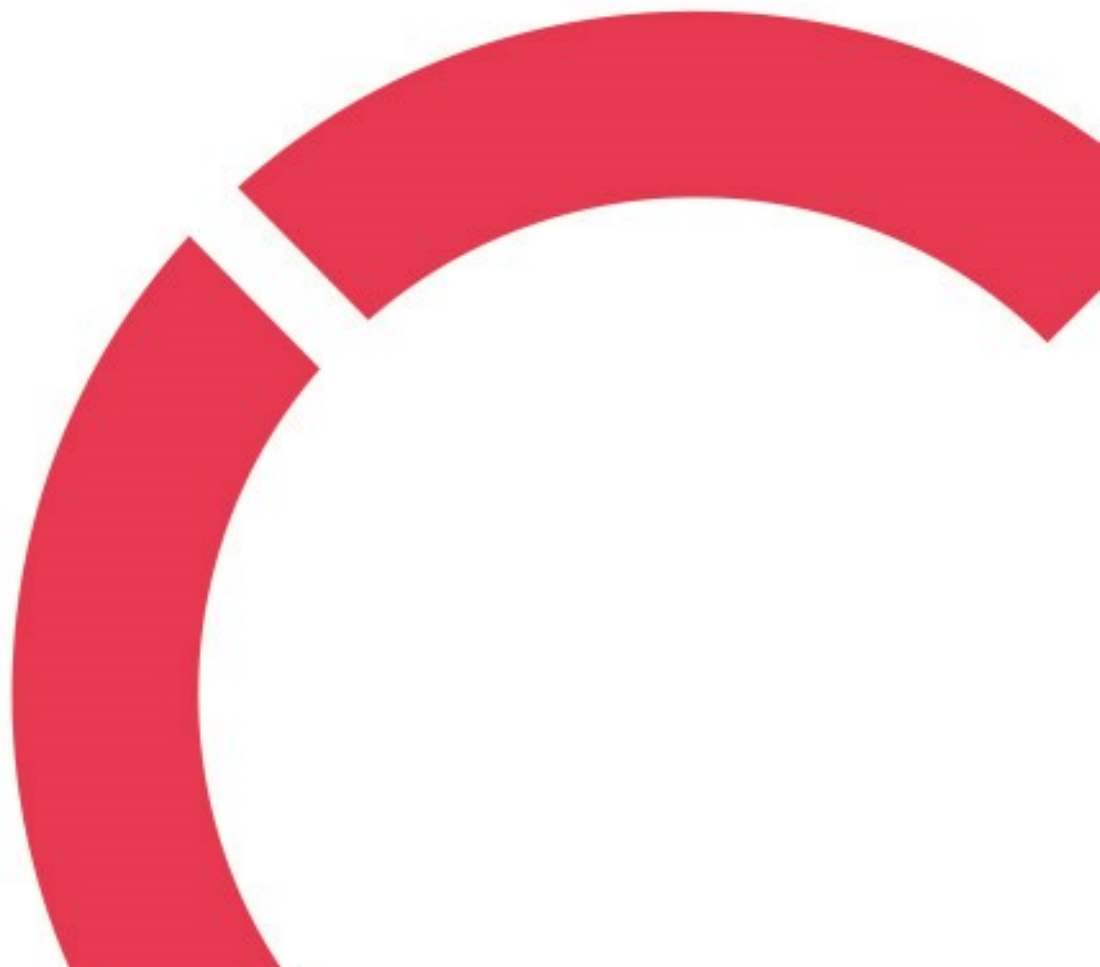


**Mikko Lento**

# **SILLAN ERIKOISVALAISTUKSEN SUUNNITTELU**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Toukokuu 2022**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2022	<b>Tekijä/tekijät</b> Mikko Lento
<b>Koulutus</b> Sähkö- ja automaatiotekniikka: Sähkövoimatekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> SILLAN ERIKOISVALAISTUKSEN SUUNNITTELU		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme		<b>Sivumäärä</b> 40 + 3
<b>Työelämäohjaaja</b> Jonna Liius		
<p>Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Fixulux oy. Fixulux on kalajokinen ulkovalaistukseen erikoistunut valaistuksen asiantuntijayritys.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin arkkitehtuurivalaistuksen käsitteeseen ja julkisen tilan valaistuksen toteuttamisen perusteisiin. Opinnäytetyössä tehtiin toteutussuunnitelma arkkitehtuurivalaistuksen kohteeseen. Kohteena oli erikoisvalaistuksen suunnittelu Kannuksen keskustassa Siltakadun sillalle.</p> <p>Toteutussuunnitelmaan sisältyi sillan valaistuksen 3D-mallinnus, valaistuslaskenta ja sähkösuunnittelu.</p>		

<b>Asiasanat</b> 3D-mallinnus, arkkitehtuuri, sillat, ulkovalaistus, valaistussuunnittelu, valaistustekniikka
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2022	<b>Author</b> Mikko Lento
<b>Degree programme</b> Electrical and automation engineering: Electrical power engineering		
<b>Name of thesis</b> PLANNING OF A SPECIAL LIGHTING ON A BRIDGE		
<b>Centria supervisor</b> Jari Halme	<b>Pages</b> 40 + 3	
<b>Instructor representing commissioning institution or company</b> Jonna Liius		
<p>This thesis was made for Fixulux oy company. Fixulux is a Kalajoki based company specializing in outdoor lighting design and expertise.</p> <p>In this thesis, the concept of architectural lighting and principles of public illumination was examined. A design for an architectural lighting case was made. The design case was the special illumination of the old bridge in Kannus town centre, on Siltakatu street.</p> <p>The design plan included 3D modelling of the bridge, lighting calculation with Dialux Evo and electrical planning.</p>		

<p><b>Key words</b> Architecture, bridges, lighting design, lighting technology, outdoor lighting, three-dimensional imaging</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **C, $\gamma$**

valaisimen valonjako ilmaistuna C-tasojen ja gammakulmien avulla

### **DALI**

Digital Addressable Lighting Interface, valaistuksen ohjauksessa käytettävä väylä

### **DMX**

Digital Multiplex, valaistuksen ohjauksessa käytettävä väylä

### **IK-luokka**

sähkölaitteen iskunkestävyysluokka

### **IP-luokka**

sähkölaitteen suojausluokka vierasesineiden ja veden sisään tunkeutumiselta

### **led**

Light Emitting Diode, valonlähde

### **lm**

luumen, valovirran yksikkö

### **luminanssi**

pintakirkkaus, eräs valaistustekniikan suureista

### **lx**

luksi, valaistusvoimakkuuden yksikkö

### **RGBW**

Red Green Blue White, halutun värikoordinaatin tuottaminen punaista, vihreää, sinistä ja valkoista valoa yhdistämällä

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 VALAISUN PERIAATTEET .....</b>	<b>2</b>
2.1 Valaisun perusta .....	4
2.2 Ympäristön ja etenemisen hahmottaminen .....	6
2.3 Valosaaste ja häiriövalo .....	7
2.4 Valaisinten oikeanlaiset suuntaukset.....	8
<b>3 TUOTTEET .....</b>	<b>10</b>
3.1 IP-luokitus.....	11
3.2 IK-luokitus .....	11
<b>4 SILTAVALAISTUS.....</b>	<b>13</b>
4.1 Rakenteet .....	13
4.2 Näkymäsuunnat.....	14
4.3 Valaistuksen suunnittelu .....	16
4.4 Juuret elämälle .....	17
4.5 Valaistuksen visualisointi.....	20
<b>5 VALAISTUSLASKENTA.....</b>	<b>24</b>
5.1 Dialux-valaistuslaskenta .....	26
5.2 Alenemakerroin .....	28
<b>6 SÄHKÖTEKNINEN SUUNNITTELU .....</b>	<b>31</b>
<b>7 POHDINTA .....</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>38</b>
 <b>LIITTEET</b>	
 <b>KUVIOT</b>	
KUVIO 1. Arkkitehtuurivalaistusta sivuavat käsitteet .....	3
KUVIO 2. Liikkumiskokemus.....	6
KUVIO 3. Häiriövalo osana valosaastetta.....	8
KUVIO 4. Näkymäsuunnat .....	15
KUVIO 5. Kannuksen kaupungin tunnus.....	17

KUVIO 6. Kaaviokuva pyyhkivästä arkkuvalaistuksesta .....	19
KUVIO 7. Valaistusvoimakkuuteen vaikuttavat tekijät .....	20
KUVIO 8. Ote katuvalaistuksen suunnitelmapakartasta.....	32
KUVIO 9. Erikoisvalaistuksen ryhmät .....	32
KUVIO 10. Erikoisvalaistuksen laitteet.....	34

## **KUVAT**

KUVA 1. Ouluhallin pysyvä valaistus .....	5
KUVA 2. Suomenlinnan muurin väliaikainen valopesu .....	5
KUVA 3. Vanha silta valtatieltä 28 nähtynä .....	13
KUVA 4. Sillan rakenteita .....	14
KUVA 5. Sininen puoli-CTB-kalvo ja sen läpäisykäyrä.....	18
KUVA 6. Havainnenäkymä siltavalaistukseen valtatieltä 28.....	21
KUVA 7. Näkymä kaiteen yli yläjuoksulle .....	21
KUVA 8. Arkkuväläisun mallinnusta .....	22
KUVA 9. Havainnekuva heijastuksista kerrostalojen suunnalta .....	23
KUVA 10. Sillan malli Dialux Evo:ssa.....	26
KUVA 11. Laskentaobjektit Dialux Evo:ssa .....	26

## **KAAVAT**

KAAVA 1. Valaistusvoimakkuus pistemäiselle valonlähteelle .....	19
KAAVA 2. Pinnan luminanssi .....	27
KAAVA 3. Alenemakerroin .....	29

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Valaisimien ominaisuudet.....	25
TAULUKKO 2. Valaistuslaskennan tulokset.....	27
TAULUKKO 3. Alenemakertoimet .....	30

## 1 JOHDANTO

Julkisten tilojen erikoisvalaistukset ovat yleistyneet ja ulkovalaistuksella tavoitellaan lisäksi elämyksellisyyttä ja erilaisten tilojen omaleimaisuutta. Projektoriteknologian ja led-valojen kehityksen myötä erilaisten efektivalaistusten toteuttaminen on tullut entistä helpommaksi.

Fixulux oy on ulkovalaistukseen keskittynyt valaistuksen suunnittelu- ja asiantuntijayritys Kalajoelta. Yrityksen palveluihin kuuluvat valaistussuunnittelun lisäksi valaistuksen sähkösuunnittelu sekä ulkovalaistuksen asiantuntijapalvelut. Fixulux oy:llä on tavoitteena kehittää toimintaansa julkisen tilan valaisussa ja erityisesti arkkitehtuurivalaistuksessa. Valaistussuunnittelun tilaajina ovat esimerkiksi kunnat, isommat yritykset, yrittäjäyhdistykset ja valotapahtumat.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa arkkitehtuurivalaistuksen tilasta Suomessa ja erilaisista valaistustuotteista ja niiden ominaisuuksista. Lisäksi työssä luodaan katsaus erilaisiin julkisen tilan valaisua koskeviin periaatteisiin. Toiminnallisena osana toteutettiin arkkitehtuurivalaistuskohdeena yleissuunnitelma Kannuksen keskustan vanhan maantiesillan erikoisvalaistukselle. Vanha silta ylittää Lestijoen Kannuksen keskustassa, ja sen päällä kulkeva katu on nimeltään Siltakatu.

Työssä on käytetty valaisun perusteiden taustana mm. WSOY:n Ympäristöpsykologian perusteet -teosta, kirjoittajinaan Seppo Aura, Liisa Horelli ja Kalevi Korpela sekä Sanna Pääkkösen diplomityötä Valaistu rakennus – Julkisivuvalaistus osana arkkitehtuuria. Liikenneviraston ohje Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu sivuaa monelta osaltaan myös julkisivuvalaistusta. Keinovalon haittoihin tarjosi näkökulmia Jari Lyytimäen & Janne Rinteen Valon varjopuolet – Valosaaste ympäristöongelmana.

## 2 VALAISUN PERIAATTEET

Tarkasteltaessa valaistuksen käsitettä löydämme useampia toisistaan poikkeavia käsitteitä kuten valo, valaista, valaistus ja valaisu. Valo on helpoin käsitteä ihmissilmän aistimaksi sähkömagneettisen säteilyn alueeksi n. 400...700 nm. Valaistuksen ja valaisun eroksi Nykysuomen sanakirja kertoo seuraavaa:

**valaistu** | s<sup>64</sup> s. vrt. valo, valaisu. **I. 1.** (yhden t. useamman joko luonnollisen tai vars. keinotekoisien) valonlähteen jssak avaruustilassa, pinnassa tms. aikaansaama valoisuus; valo.

**valaisu**<sup>2</sup> *teonn.* < valaista | Maaston v. valonheittimellä. Kirkon v:uun käytetyt kattokruunut ja kyntteliköt. (Nykysuomen sanakirja 1992, 295–296.)

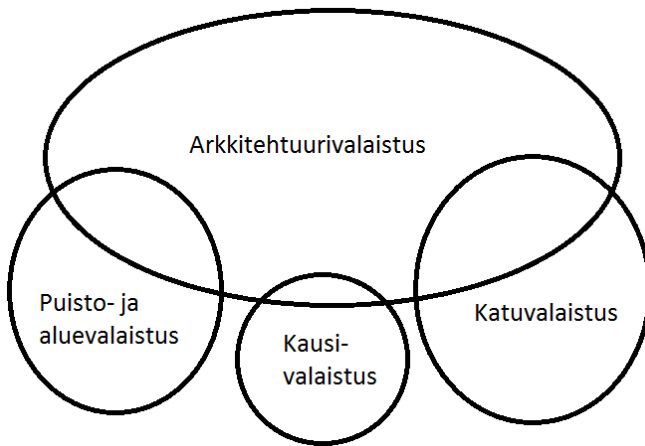
Valaisu on siis sanakirjamääritelmän mukaan sitä, kun valaistetaan, tuodaan valoa jonnekin. Valaistuksen voi tässä yhteydessä käsitteä valmiina kokonaisuutena, johon kuluvat valaisimet, tila ja valoisuuden kokemus.

Arkkitehtuurivalaistus on käsitteenä sen sijaan vaikeammin määriteltävä. Valaistuksen tehtävä pimeän ajan julkisessa tilassa on tilan hahmottaminen ja korostaminen, kuten valolla arkkitehtuurissa yleensäkin. Arkkitehtuurivalaistuksesta puhuttaessa voidaan myös käyttää käsitettä esteettis-tekninen valaistus vastaparina perinteiselle, teknis-taloudelliselle valaistus-suunnittelulle, jossa tavoitteena on kustannusten minimointi. Arkkitehtuurivalaistus pyrkii jäsentämään tilaa ja korostamaan arkkitehtuuria erilaisilla valaistusratkaisuilla. Tavoitteena on myös oikeanlaisen tunnelman välittäminen tilan käyttäjälle. (Siironen 2019.)

Arkkitehtuurivalaistusta lähellä ovat erilaiset taiteen kontekstissa esitettävät valoveistokset ja muu vahvasti tilallinen valotaide, erilaiset kausivalaistukset ja teknis-taloudellinen tie- ja katuvalaistus (KUVIO 1). Erityisesti katuvalaistuksella on oleellinen asema julkisen tilan valaistuksessa. Katuvalaistuksella voidaan itse tiealueen valaisun lisäksi samalla nostaa esille esimerkiksi puita ja rakennuksia. Katuvalaisimien muodostama kirkkaiden pisteiden jono aut-



taa pimeällä tilan ja tien hahmottamista. Tätä kutsutaan optiseksi ohjaukseksi. Erikoisvalmis-  
teisilla valaisinpylväillä ja valaisimilla voidaan korostaa tilan arkkitehtuuria. (Liikennevi-  
rasto 2015, 68–71, 92–93.)



KUVIO 1. Arkkitehtuurivalaistusta sivuavat käsitteet

Valaistusarkkitehdiksi pystyi opiskelemaan vuonna 2021 Saksassa ja Yhdysvalloissa. Suomessa arkkitehtuurivalaistuksen koulutusta tarjoaa Taideyliopisto osana valosuunnittelun koulutusta (Taideyliopisto 2022). Oulun yliopiston ja Savonia-ammattikorkeakoulun OSAa-Valo-hanke on tarjonnut valaistussuunnittelun täydennyskoulutusta (60 op) Oulussa ja Kuopiossa vuosina 2019–2022 (Kuopion kaupunki 2022). Suomen valoteknillinen seura on tarjonnut koulutusta ja luentoja arkkitehtuurivalaistukseen liittyen. Arkkitehtuurivalaistuksen osaajina ovat useat valaistussuunnittelua tarjoavat yritykset. Suomalaisista alan yrityksistä mainittakoon Valoa design oy, LiCon-AT oy (A-insinöörit-konserni), Bergent oy ja Sun effects oy.

Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi opinnäytetyön arkkitehtuurivalaistuskohteen suunnittelussa tarpeellisia näkökulmia ja ilmiöitä. Julkisen tilan valaistusratkaisut ovat riippuvaisia kohteesta ja myöskin valaistuksen tavoitteista. Valaistusasennuksiin vaikuttaa myös asennuksen suunniteltu käyttöikä. Kaikissa valaistusasennuksissa pyritään tarkoituksenmukaiseen ja tasapainoiseen lopputulokseen.

## 2.1 Valaisun perusta

Julkisen tilan valaistuksen tehtäviä ovat mm. tilan hahmottamisen parantaminen, turvallisuuden tunteen lisääminen ja erilaisten toimintojen tukeminen pimeään aikaan (Helsingin kaupungin ulkovalaistuksen suunnitteluohje 2018). Valaistuksella korostettavia kohteita ovat erilaiset rakennukset ja rakennelmat, monumentit ja veistokset sekä puut. Valaistuksella voi myös nostaa esiin sellaisia kohteita, jotka päivällä jäävät piiloon kaupunkitilassa, esimerkiksi sähköpylväät. (Liikennevirasto 2015, 69–71.)

Rakennusten julkisivuja valaistaessa tulee ottaa huomioon rakennusten arvojärjestys. Julkisivuvalaistuksessa suositaan rakennustaiteellisesti merkittäviä keskeisiä rakennuksia. Myös erilaisia toimintoja tukevat kohteet kuten ostoskeskukset, liikenteen solmukohdat, kirjastot jne. ovat sopivia kohteita valaistaviksi. Tavallisten asuintalojen valaisua vältetään. (Helsingin rakennusvalvonta 2010.)

Valaistusasennukset voivat olla luonteeltaan pysyviä tai tilapäisiä. Pysyviä julkisen tilan valaistuksia ovat kiinteästi pitkäaikaiseen käyttöön asennetut valaistusratkaisut. Pysyville valaistuksille tyypillistä on huomaamaton ja viimeistelty sähkön syöttö. Myös valaisinlaitteet on valittu ulkoasultaan ympäristöön sulautuvaksi tai olemassa olevaa arkkitehtuuria korostavaksi. Arvokkaiden rakennusten valaistuksissa valaisimien ja muitten laitteiden asennuksissa on vältettävä vaurioittamasta rakenteita (Helsingin rakennusvalvonta 2010). Pysyvät valaistukset tulisi suunnitella esteettisesti kestäviksi. Tällöin käytetään ympäristöön hyvin sulautuvia kontrasteja ja hillittyjä värejä.



KUVA 1. Ouluhallin pysyvä valaistus

Tilapäisiä valaistuksia ovat esimerkiksi erilaisia valotapahtumia tai -festivaaleja varten tehty, lyhytikäiset tai kausiluonteiset valaistukset. Lisäksi esimerkiksi erilaisia teema- tai juhlapäiviä varten tilatut valaistukset tai installaatiot ovat luonteeltaan tilapäisiä. Tilapäisten valaistusten sähkönsyötössä käytetään esim. maanpäälisiä jatkojohtoja. Tilapäisissä valaistuksissa käytetään myös kokeilevampia kontrasteja ja värieffektejä.

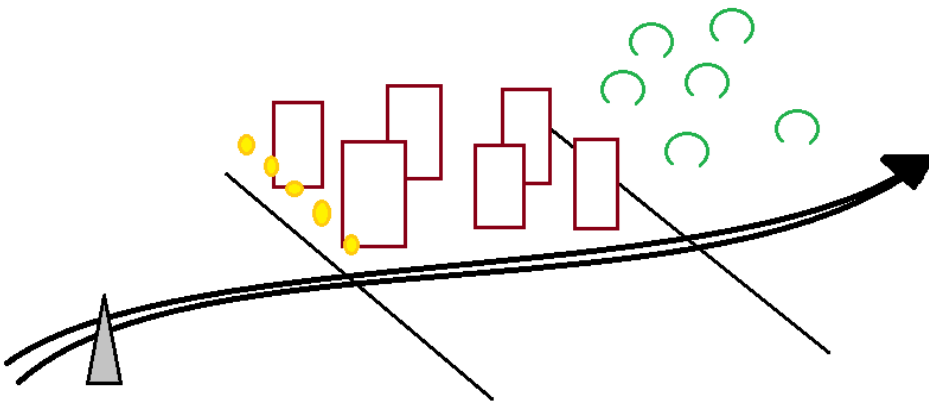


KUVA 2. Suomenlinnan muurin väliaikainen valopesu

## 2.2 Ympäristön ja etenemisen hahmottaminen

Tutkimuksessa on havaittu, että ihmiset hahmottavat ympäristöään erilaisten väylien, alueiden, solmukohtien ja maamerkkien avulla. Pimeään aikaan aluevalaistuksella voidaan korostaa tiettyjä väyliä tai alueita samanlaisilla valaistusratkaisuilla. Kun otetaan huomioon erilaisten alueiden henki valaistuksessa, liikkujan on helpompi myös kokea etenevänsä valitsemaansa reittiä pitkin. (Aura, Horelli & Korpela 1997, 109–119.)

Pimeään aikaan reitin varrella olevat valaistut monumentaalikohteet tai valotaideteokset voivat toimia reitin kiintopisteinä ja maamerkkeinä. Poikittaiskatujen valorivit muodostavat alueita jakavia elementtejä reitin varrelle. Eri toimintoihin (asutusalue, puisto, urheilureitti jne.) valitut erilaiset valaistustavat auttavat muodostamaan osakokonaisuuksia pimeän ajan ympäristössä. Kuviossa 2 on esitetty nuolella kulkijan reitti rakennetussa ympäristössä. Erilaisia kokonaisuuksia, rajakohtia ja maamerkkejä ohittaessaan kulkija kokee etenevänsä valitsemaansa reitillä.



KUVIO 2. Liikkumiskokemus

Aukeiden tilojen valaisussa reuna-alueiden valaisu koetaan pimeällä tilaa laajentavana ja jäsentävänä. Tilan valaisu pelkästään keskeltä aikaansaa tunteen reuna-alueen painumisesta kaukaisuuteen tai pimeyteen ja voi siten saada aikaan turvattomuuden tunteen. (Pääkkönen 2002, 25–26.)

## 2.3 Valosaaste ja häiriövalo

Julkisen tilan valaisussa keskeisessä asemassa on ympäristön hahmottamisen parantaminen ja näkymien jäsentäminen. Haasteita valaisun suunnitteluun tuovat energiansäästöpainet ja huonon valonkäytön tuomien ongelmien lisääntyminen yhä kasvavan keinovalaistuksen myötä. Nykyiset led-valot ovat erittäin energiatehokkaita, mutta toisaalta niillä on myös helppo valaista liikaa. Valosaaste ja häiriövalo aiheuttavat todellisia haittoja ihmisille ja ympäristölle, ja niihin on valaistusta suunniteltaessa kiinnitettävä erityistä huomiota. Valaistusratkaisujen on oltava perusteltuja ja taloudellisia. Haittoja voidaan vähentää mm. huolellisella valaistussuunnittelulla, laitevalinnoilla ja valaistuksen ohjauksella. (Pimeyden vallassa 2021.)

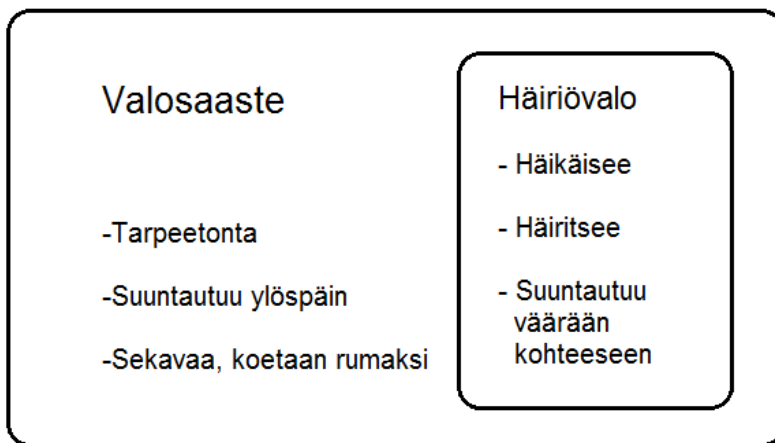
Tutkimuksessa on havaittu vuosina 2012–2016 maapallon sekä yöllä valaistun pinta-alan että valaisun kirkkauden kasvaneen noin 2 prosenttia vuodessa (Kyba, Kuester, Sanchez de Miguel, Baugh, Jechow, Hölker, Bennie, Elvidge, Gaston & Guanter 2017). Valosaasteesta koituu monenlaisia haittoja ihmisille, eliöstölle ja maanpäällisille observatorioille (Lyytimäki & Rinne 2013, 15–28). Osa valosaasteen lisääntymisestä selittyy energiatehokkaiden led-valojen yleistymisellä. Tehokkaita led-valoja suositaan alue- ja tievalaistuksessa, ja myös kotitalouksista ympäristöön karkaava valo on lisääntymässä.

Valosaasteena käsitetään ylenmääräisen keinovalaistuksen tuottamista ja käyttöä. Toisinaan puhutaan myös haittavalosta. Määritelmät eivät ole täysin vakiintuneet, mutta valosaasteena pidetään keinovaloa, joka mm.

- on tarpeetonta
- synnyttää häikäisyä tai katvealueita
- suuntautuu ylöspäin valaisten taivasta
- suuntautuu väärään kohteeseen
- koetaan rumaksi, ärsyttäväksi tai sekavaksi.

(Lyytimäki & Rinne 2013, 16; International Dark-Sky Association 2021.)

Häiriövalon voidaan katsoa kuuluvaksi valosaasteen kirjoon (KUVIO 3). Häiriövalo on sel- laista keinovalon käyttöä, joka häikäisee suoraan ja siten häiritsee ihmisiä eri toiminnoissa. Häiriövalo voi esimerkiksi suuntautua ohi tarkoitetun kohteen ja siten aiheuttaa haittaa häi- käisyssä muodossa. Julkisessa tilassa häiriövaloa aiheuttavat esimerkiksi asuntoihin näkyvät katu- ja muiden valaisimien valoaukot. Katutilassa häiriövaloa voivat aiheuttaa esimerkiksi huonosti suunnitellut liikenneympyröiden keskustojen valaisinratkaisut ja katutilan lähellä sijaitsevat kirkkaat työmaavalaisimet. Häiriövalo katutilassa sekoittaa liikenteen optista oh- jausta ja häikäisee tiellä liikkuja. (Liikennevirasto 2015, 36; Lyytimäki & Rinne 2013, 15–24.)



KUVIO 3. Häiriövalo osana valosaastetta

## 2.4 Valaisinten oikeanlaiset suuntaukset

Valaisimien oikeanlaisilla suuntauksilla voidaan vähentää häiriövaloa ja valosaastetta. Valitsemalla järkevästi sopivantehoiset ja tarkoituksenmukaisesti suuntaavat valaisinlaitteet voidaan vaikuttaa pienentävästi myös asennuksen tehonkulutukseen. Yleensä kannattaa välttää ylöspäin osoittavia valaisimia, koska suuri osa niiden valotehosta on vaarassa karata hyödyttömänä taivaalle. Siispä ylöspäin osoittavien valaisinten optiikkaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota, jotta niiden valoteho tulisi käytetyksi mahdollisimman tehokkaasti itse kohteen valaisuun. Vaikka nykyiset led-valaisimet suuntaavat valoa tarkasti haluttuun suuntaan, led-

valaisimien linseistä tai pienikokoisista valoaukosta siroava valo voi kuitenkin aiheuttaa häikäisyä. Kirkkaiden valopisteiden korkea luminanssi saattaa vääristää haluttua kontrasti-vaikutelmaa ja siten vaikeuttaa näkymän tulkintaa. Lisäksi ylimääräiset valopisteet näky-mässä ovat omiaan luomaan rauhatonta ja huonosti hahmotettavaa valoympäristöä. Tarvitta-essa valaisimissa voidaan käyttää valoa rajaavia rakenteita, jotta valaisimien valo ei aiheut-taisi häiriötä muuhun ympäristöön. (Pääkkönen 2002, 12–14; Varsila 2018.)

Rakennelmien valaisussa pyritään tasapainoiseen, ”arkkitehtuurille asianmukaiseen” valai-suun. Tämä pitää sisällään maltillisen seinäpintojen (tai vastaavien) yleisvalaistuksen, joka auttaa hahmottamaan rakennuksen koon. Rakennuksen eri seinien välillä valaistusvoimak-kuuksissa tulisi olla eroja, mikä auttaa rakennuksen muodon hahmottamista pimeässä. Liian tasainen valaistus seinäpintojen kesken latistaa kolmiulotteisuuden kokemusta. Maltillisen yleisvalaistuksen lisäksi kohdevaloilla tai muilla soveltuvilla ratkaisuilla korostetaan raken-nukselle ominaisia muotoja tai yksityiskohtia. (Huber 2021; Hunter, Biver & Fuqua 2015, 95–97; Pääkkönen 2002, 15–17.)

### 3 TUOTTEET

Julkisivuvalaistuksissa voidaan käyttää monenlaisia valaisintyyppejä halutun tunnelman ja valaistustuloksen saavuttamiseksi. Yleisvalaistusta voidaan rakentaa erilaisilla kohdevaloilla ja laajakeilaisilla valonheittimillä eli niin sanotuilla valopesureilla. Erikoisempia efektejä voidaan toteuttaa seinäpinnoille tai maahan liikkuvilla tai staattisilla gobo-projektoreilla. Gobo-projektorien etu tavanomaisiin valonheittämiin verrattuna on mahdollisuus rajata valokeilan muotoa tarkasti monumentteja ja julkisivuja valaistaessa, jolloin häiriövalon määrä pienenee (Huber 2021). Gobo-projektoreilla on mahdollista luoda myös näyttäviä valomuraaleja. Rakenteiden yksityiskohtia voidaan nostaa esiin kapeakeilaisilla kohde- eli spottivaloilla. Lisäksi käytettävissä on monia erikoisrakenteisia valaisimia, kuten todella kapean mutta jopa 180 asteen valokeilan tuottavia valaisimia esimerkiksi ikkuna-aukon reunojen valaisun toteuttamiseen. Led-valaistustekniikan kehitys on tuonut alalle myös kapeita ja pitkiä, listamaisia valaisinratkaisuja, joita voidaan myös taivuttaa tai kiertää erilaisten pintojen muotojen mukaan.

Led-valaisimissa käytössä on monia eri valkoisen valon värilämpötiloja ja osassa valaisimista valkoisen valon värilämpötila on säädettävissä. Ulkovalaisimissa on myös yleistynyt kylläisten efektiivärien käyttö. Yhdestä valaisimesta on mahdollista tuottaa koko näkyvän valon värikirjo sisällyttämällä valaisimeen punaisen, vihreän ja sinisen väriset ledit samaan koteloon. Tällöin kyseessä on RGB-valaisin. Joissakin valaisimissa käytetään edellisten lisäksi meripihkan (*A, amber*) väristä lediä, mikä mahdollistaa luonnollisemman keltaisten ja oranssien sävyjen toiston. Eri monokromaattisia värejä (RGB tai RGBA) sekoittamalla aikaan saatu valkoinen valo saattaa olla katsojasta luonnottoman tuntuista. Lisäksi ongelmana voivat olla kohteesta riippuen valokeilan alueella esiintyvät värikkäät varjot tai läiskät, jotka ovat seurausta odottamattomasta yksittäisten värikomponenttien varjostumisesta. Värikkäiden ledien lisäksi valaisimissa voi olla lisänä jatkuvan spektrin valkoisen valon (*W, white*) led, jolloin saadaan aikaan luonnollisemmat valkoiset/vaaleat sävyt.



### 3.1 IP-luokitus

Sähkölaitteiden IP-luokitus merkitsee laitteiden suojausta erilaiselle tunkeutumiselle. IP tulee englannin sanoista *ingress protection*, vapaasti suomennettuna sisäänpääsyn suojaus. Merkintä tarkoittaa laitteen koteloinnin suojausta jännitteisiin osiin pääsemistä vastaan. IP-luokituksen tarkempi sisältö on esitetty standardissa SFS-EN 60 529. Luokan tunnuksen ensimmäinen kirjain vastaa mekaanista suojausta ja jälkimmäinen suojausta vettä vastaan. Korkeampi numero tarkoittaa aina parempaa suojausta. Lisäksi luokituksessa saattaa olla mukana lisäkirjain, esimerkiksi C merkitsee kosketussuojausta työkalulta ja W testausta erityisissä sääolosuhteissa. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2018, 172–175.)

Esimerkkejä IP-luokista:

IP2X: Tavallinen kosketussuojaus, suojaus vähintään 12,5 mm kokoisia kappaleita (sorkea) vastaan.

IP44: Suojaus vähintään 1 mm kokoisilta kappaleilta (langalta) ja roiskevedeltä.

Ulkotiloissa, jossa laite on alttiina sateelle ja asennettuna enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta, vähimmäisvaatimus kotelointiluokalle on IPX4. Kirjain X merkitsee, että tunnusnumeroa ei tarvitse ilmaista. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2018, 175–179.)

### 3.2 IK-luokitus

Sähkölaitteen IK-luokitus kertoo enintään 72,5 kV nimellisjännitteisen laitteen koteloinnin kestävydestä ulkoisten iskujen vaikutuksille. Laitteiden iskunkestävyysluokat ilmaistaan IK-koodilla, joka on esitetty standardissa SFS EN 62262. IK-koodi muodostuu merkinnästä IK xx, jossa IK on koodin tunnuskirjaimet ja xx on kyseisen luokan tunnusryhmännumero välillä 00–10. Luokka 00 merkitsee ei-suojattua laitetta ja luokissa 01–10 suojaus mekaanisia is-

kuja vastaan paranee tunnusryhmänumeron kasvaessa. Luokkia vastaava iskuenergia nousee verrattain vähän luokissa 01–07. Luokassa 01 iskuenergia on 0,14 joulea ja luokkaa 07 vastaava iskuenergia on 2 joulea. Korkeimmissa kolmessa luokassa 08–10 iskuenergia kaksinkertaistuu aina seuraavaan luokkaan siirryttäessä: 5, 10 ja 20 joulea. IK-luokan 10 iskuenergia 20 joulea vastaa 5 kg:n esineen pudottamista 40 cm:n korkeudelta laitteen päälle. Joskus käytetään myös ekstrapoloituja kymmentä korkeampia IK-luokkia, mutta ne eivät ole standardin mukaisia. Tarvittaessa suurempaa iskuenergiaa standardi suosittelee iskuenergialle arvoa 50 J. (SFS EN 62262, 12–15.)

Ulkovalaistusasennuksissa on syytä suosia korkeimpia IK-luokkia ja tukevia kiinnityksiä paikoissa, joissa valaisimet ovat todennäköisesti alttiina ilkivallalle tai muille ympäristöstä tuleville iskuille. Tieympäristössä koristeellisen valaisun valaisimilla alle 4 metrin asennuskorkeudella iskunkestävyysluokan tulisi olla vähintään IK 10 eikä valaisin saa olla avattavissa ilman työkaluja. Vähintään neljän ja enintään kymmenen metrin asennuskorkeuksilla käytetään vähintään IK 08 -luokan valaisimia. (Väylävirasto 2021, 23.)

## 4 SILTAVALAISTUS

Fixulux oy:llä on tarve toteuttaa Kannuksen keskustan vanhaan siltaan erikoisvalaistus osana Kannuksen keskustan katuvalaistuksen saneeraussuunnittelua. Vanha silta ylittää Lestijoen nykyisen valtatie 28 eteläpuolella. Kannuksen keskusta-alueen ja koulukeskuksen alueen katusuunnitelmassa siltaa käyttää jatkossa etupäässä kevyt liikenne ja ainoastaan tonteille ajosallitaan autoilta (Kämäräinen 2022). Siltavalaistuksen suunnittelu aloitettiin tutustumalla sillan rakenteisiin ja selvittämällä näkymiä, joista siltaa tarkkaillaan.

### 4.1 Rakenteet

Kannuksen vanha silta on palkkisilta, jossa joessa on kolme kivistä arkkua. Kantavana rakenteena on kaksi vaalean siniseksi maalattua teräspalkkia. Kaiteet ovat vaalean siniseksi maalattua teräsprofiilia. Sillan kansi on puurakenteinen.



KUVA 3. Vanha silta valtatieltä 28 nähtynä



KUVA 4. Sillan rakenteita

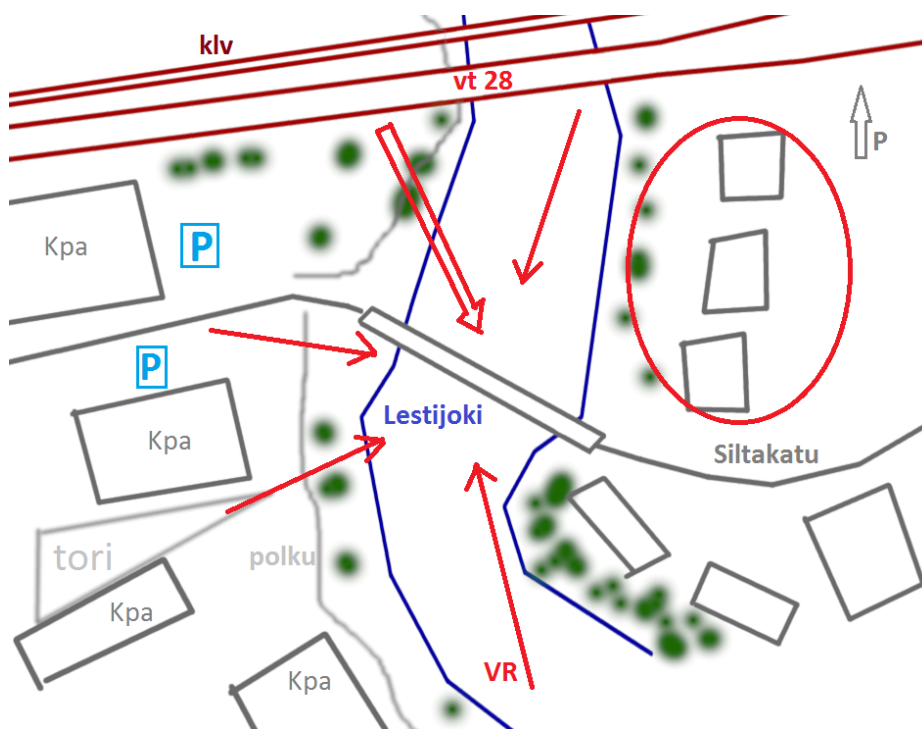
## 4.2 Näkymäsuunnat

Sillan erikoisvalaistuksessa tärkeimpänä osana ovat sillan alusrakenteet, koska sillan kannen valaistus hoidetaan uusilla led-katuvalaisimilla. Sillan erikoisvalaistus on näkyvissä etupäässä muille kuin sillan ylitse kulkijoille ja se toimii siten myös alueen maamerkkinä.

Sillan molemmissa päissä on tiessä mutkat juuri ennen sillan kannelle siirtymistä. Näiden mutkien kohdalla on tien käyttäjällä lyhyet näkymät sillan alusrakenteisiin, lähinnä kiviarkkuihin. Ehkä tärkeimpänä katsomissuuntana on uuden valtatie sillan suunta. Vanha silta on hyvin näkyvissä lännestä päin tultaessa, koska silloin vanha silta on kuljettajan puolella ja pidemmän aikaa näkökentässä. Silta näkyy myös valtatiellä idästä lähestyttäessä, mutta se paljastuu vasta verrattain lähellä jokea kerrostalojen takaa. Vanhan sillan kohta on varsin heikosti valaistu, eikä valtatieltä 28 katsottuna suoraan takana ole kirkkaita valaistusalueita, mikä auttaisi nostamaan sillan uudella valaistuksella esiin.

Sillan lähellä pitkin Lestijoen länsirantaa kulkee puistokäytävä, jolta katsottuna sillan profiili on hyvin näkyvissä. Puistokäytävä nousee sillan kohdalla katutasolle eikä kulje sillan alitse. Talvella sillan ali kulkee moottorikelkkareitti Lestijoen jäätä pitkin (Suomen moottorikelkkareitit ja -urat 2022). Puistokäytävältä on myös pääsy Kannuksen keskustan Tukkimiehentorille. Silta näkyy myös Tukkimiehentorilta, tosin näkymää estää tällä hetkellä jokirannan puusto. Kannuksen liikenteen ja ympäristön yleissuunnitelmassa torialue on suunniteltu laajenemaan kohti jokirantaa uusine kaupunkitilan toimintoineen (Kämäräinen 2022). Vanha silta jokirantoineen on silloin historiallisena taustana näkyvässä.

Sillasta noin kolmesataa metriä yläjuoksulle on Pohjanmaan radan rautatiesilta. Junaradalta on vanhalle sillalle noin parinsadan metrin mittainen näkymä rautatiesillan länsipuolella, tosin osin puistopuiden lävitse. Puiston puut ovat pimeimpään vuodenaikaan lehdettömiä lehtipuita, joten tämäkin näkymäsuunta voidaan huomioida suunnittelussa. Siltaa lähinnä olevat asuinhuoneistot ovat sillan ylittävän Siltakadun varrella, joen itätörmällä olevissa kerrostaloissa. Valaistusasennuksissa on vältettävä suuntaamasta valoa suoraan asuntoihin.



KUVIO 4. Näkymäsuunnat

### 4.3 Valaistuksen suunnittelu

Valaistuksen suunnittelussa keskitytään valaisemaan pintoja, jotka ovat suoraan näkyvissä oletetuille katsojille. Lisäksi asennuksissa on huomioitava valaisimien asennuspaikat siten, että ne olisivat mahdollisimman vähän alttiina ilkvallalle. Näistä lähtökohdista helppoiten valaistavat rakenteet ovat kaksi suurinta teräspalkkia ja kiviset silta-arkut. Isot teräspalkit ovat väriltään vaaleita, joten niitä valaisemalla saadaan valoteholle paras hyöty. Kiviarkut ovat väriltään tummia, mutta ne ovat olennainen osa sillan ulkoasua. Lisäksi ne ovat selvästi näkyvissä useimpiin katselusuuntiin, myös katua pitkin siltaa lähestyttäessä.

Sillan alapinnan valaiseminen suoraan tai veden kautta heijastamalla on melko hyödytöntä, koska alapinnan valaisu ei näy moneenkaan suuntaan. Metallisten siltakaiteiden profiilirakenne taas on hankala valaisimien asennuksen kannalta ja lisäksi kaiteisiin asennettavat valaisimet olisivat alttiina ilkvallalle. Sillan kannen valaisu hoidetaan uusittavilla katuvalaisimilla, joista kaksi kappaletta asennetaan siltaan (KUVIO 7).

Sillan valaistus on luonteeltaan pysyvä valaistus. Pysyvissä valaistuksissa vältetään monokromaattista valoa ja suositetaan hillittyjen värien ja efektien käyttöä (Liikennevirasto 2015, 36). Isojen tukipalkkien väri on nykyisellään vaalea sinivihreä. Tämä tukee vaaleiden sinisten ja vihreiden sävyjen käyttöä valaistuksessa. Keskustan uusittava, ja Siltakatuunkin liittyvä katuvalaistus on väriltään neutraalin valkoinen 4000 K.

Kannuksen kaupungin tunnus on sini-vihreä "Kannus – juuret elämälle", jonka graafisessa asussa voi nähdä virtaavan Lestijoen ja siitä versovan vihreän lehden muodostaman K-kirjain (KUVIO 5). Kannuksen vaakunan värit ovat sininen ja hopea. Siltavalaisuksissa vaalea sininen–turkoosi on harvemmin käytetty väri ja toisaalta se sopii hyvin yhteen uuden, neutraalin valkoisen katuvalaistuksen kanssa. Sillan rakenteen merkittävänä osana ovat kolme kivistä arkkua, jotka siltaprofiilin pystysuorina elementteinä sopivasti rytmittävät ja ohjaavat

visuaalista liikettä päästä päähän (Freeman 2008). Suunnittelemalla valaistus näiden rakenteiden mukaan saadaan mahdollisesti kiinnostavampi visuaalinen kokonaisuus kuin tasapaksulla valaistuksella.

#### 4.4 Juuret elämälle

Siltavalaistuksen lähtökohdaksi valitaan Kannuksen kaupungin tunnus ”Kannus – juuret elämälle” (KUVIO 5). Valaistus toteutetaan valaisemalla suuria kannatuspalkkeja niiden pitkitäissuunnassa kapeakiilaisilla RGBW-valonheittimillä siten, että valokiilat muodostavat ki- viarkkujen kohdille visuaalisen puun lehvästön. Valokeilat rytmittävät ulkoasua ja hidastavat visuaalista liikettä sillan päästä päähän. Valokeilat muodostavat kantavan rakenteen, kuin puiden lehvästön, jonka päällä ihmiset kulkevat. Valokeilojen väri on kaupungin tunnusta mukailleen vaalean sininen. Kulkusuunnan (oikean reunan) puolella ensimmäisen silta- arkun kohdalla olevat valokeilat ovat vaaleanvihreät kunnan tunnusta mukailleen.

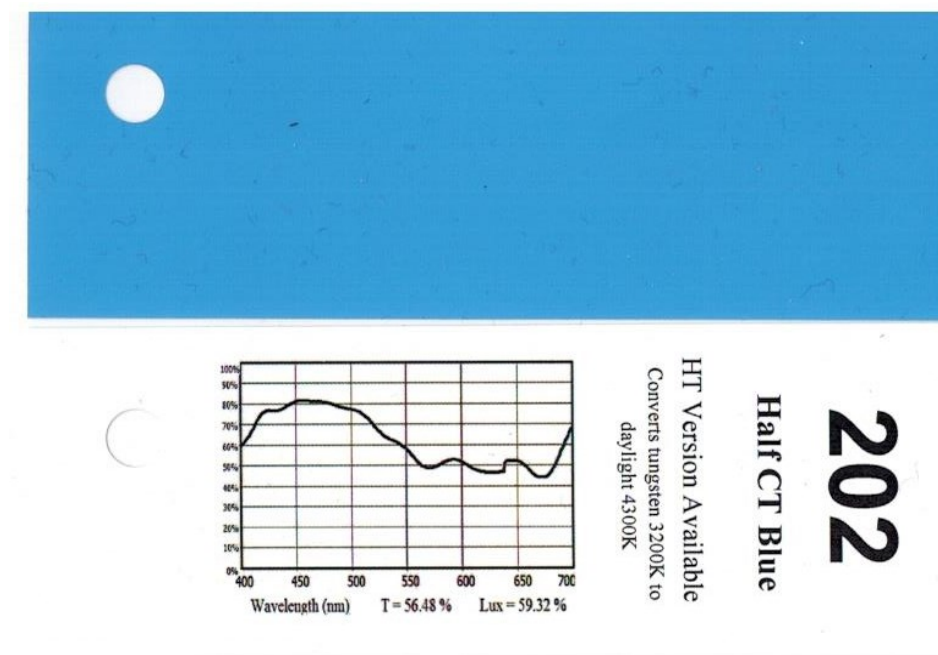
Ylhäältä päin valkoisella (4000 K) valolla valaistut silta-arkut muodostavat kantta tukevan, puiden juuria muistuttavan vankan rakenteen. Myös silta-aukon päiden kiveykset valaistaan vastaavasti veden puolisilta sivuiltaan. Arkkujen ala- ja yläjuoksun sivuja ei valaista erikseen, jotta arkkujen muoto hahmottuisi katsojalle pimeässä paremmin. Arkkuvalaistus pyyhkii ki- vien pintaa, jotta muurin muodot erottuvat parhaiten ulospäin. Viitteelliset kuvat kiveyksen valaisusta löytyvät liitteestä 2 ja Suomenlinnan muurin väliaikaisesta valopesusta (KUVA 2).



KUVIO 5. Kannuksen kaupungin tunnus (Eirola 2022)

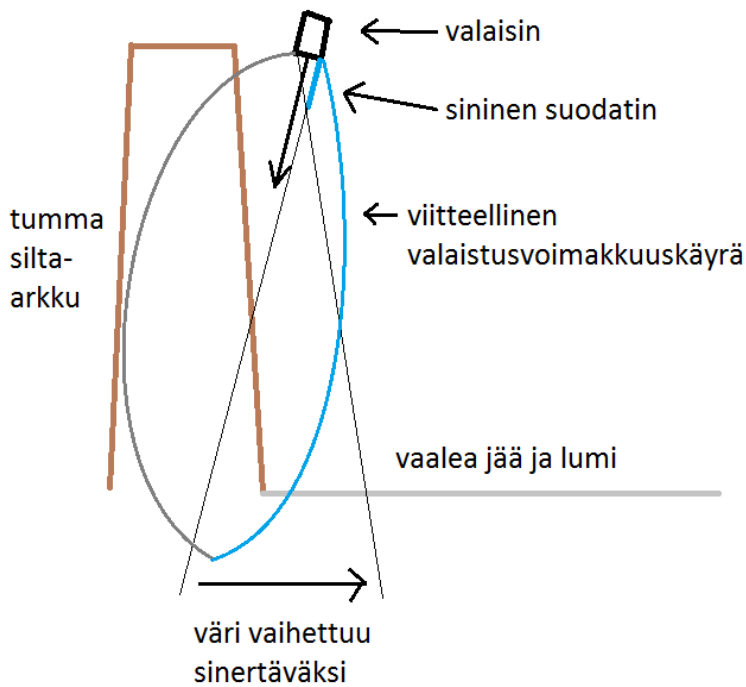


Sillan arkkujen valaistus toteutetaan pitkänomaisilla valaisimilla, joita tulee kaksi kappaletta aina yhtä valaistavaa pintaa kohden. Arkkuvalaisimet asennetaan kannen alle isojen kannatinpalkkien väliin siten, että niiden valoaukot eivät ole vaakatasossa ulkopuolelle näkyvissä. Valaisimien veden puoleiselle reunalle lisätään sininen pleksi tai kirkas pleksi sinisellä värinvaihtokalvolla (esim. ½CTB, *colour transfer blue*) päällystettynä. Tällä rakenteella saadaan joen ollessa jäässä tasattua valaistuseroa tumman kivipinnan ja vaalean lumen välillä. Toisaalta näin voidaan myös samalla valaisimella värjätä katuvalaistuksesta sillan alle muodostuva varjo siniseksi kunnan vaakunaa ja tunnusta mukaillen (KUVIO 6). CTB-kalvoja käytetään valon värilämpötilan nostamiseen poistamalla valosta pitkiä aallonpituuksia. Valon voimakkuus siis aina pienenee värinvaihtokalvoa käytettäessä. Kuvassa 5 on skannattuna näyte puoli-CTB-kalvosta sekä sen valonläpäisykäyrä aallonpituusalueella 400...700 nm.



KUVA 5. Sininen puoli-CTB-kalvo ja sen läpäisykäyrä





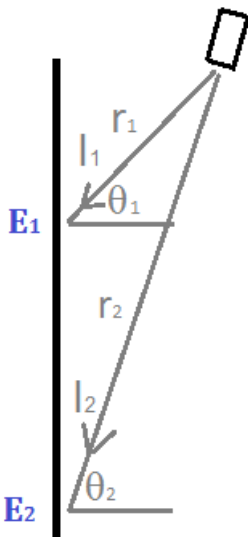
KUVIO 6. Kaaviokuva pyyhkivästä arkkuvalaistuksesta

Arkkuvalaisimissa käytetään kapeaa valokeilaa. Kapea valokeila ja pintaa pyyhkivä asennustapa soveltuu silta-arkkujen valopesuun hyvin, koska siten saadaan korostettua pintamateriaalia (Pääkkönen 2002, 19). Samalla valokeilan valovoimaisin osa voidaan suunnata silta-arkun alaosaan, jolloin saadaan aikaan tasaisempi valaistusvoimakkuus koko valaistavalle pinnalle. Kivinen pinta on sillan arkkitehtuurille olennainen esiin nostettava ominaisuus, joka pinnan normaalin suuntaisella, kontrastierojia latistavalla valaisulla jäisi pimeässä piiloon.

Valaistusvoimakkuus pistemäiselle valonlähteelle lasketaan kaavalla 1:

KAAVA 1. 
$$E = \frac{I \times \cos \theta}{r^2}$$

jossa  $I$  on valovoima tarkastelusuuntaan,  $\theta$  pinnan normaalin ja valon tulosuunnan välinen kulma ja  $r$  etäisyys valonlähteeseen. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luksi ( $lx = lm/m^2$ ).



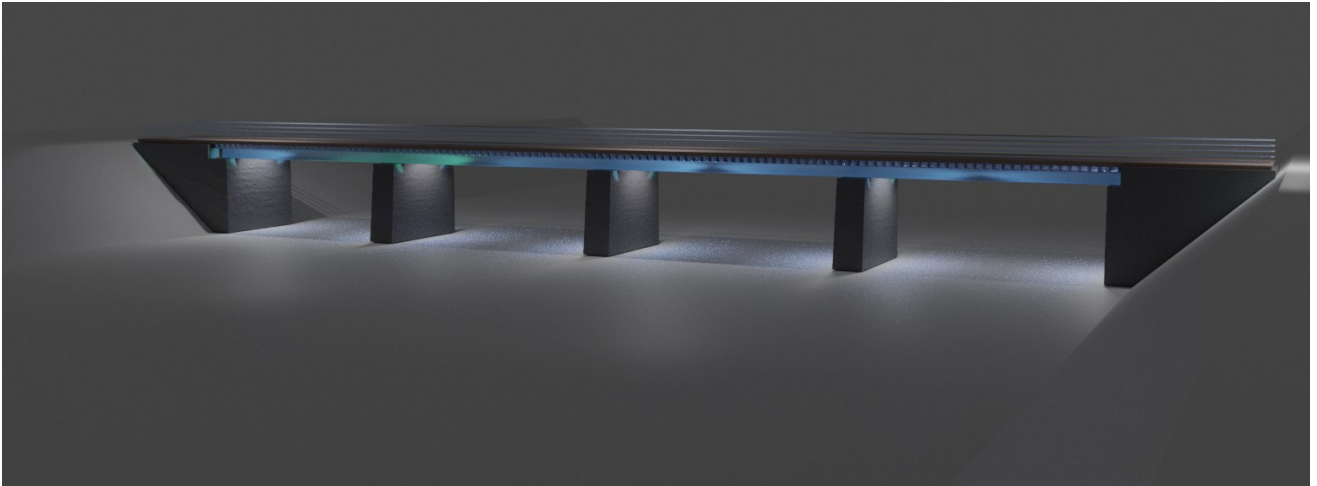
KUVIO 7. Valaistusvoimakkuuteen vaikuttavat tekijät

Valaistusvoimakkuuden kaavasta havaitaan, että valaistusvoimakkuus vähenee nopeasti siirryttäessä valaistavaa pintaa alaspäin pisteestä  $E_1$  pisteeseen  $E_2$  (KUVIO 7). Osoittajassa theeta-kulman kosinin arvo pienenee ja nimittäjässä etäisyyden neliö suurenee. Näitä tekijöitä kompensoi kapean valokeilan valaisin, jolla valovoima  $I$  vähenee nopeasti siirryttäessä valokeilan keskeltä kohti reunoja.

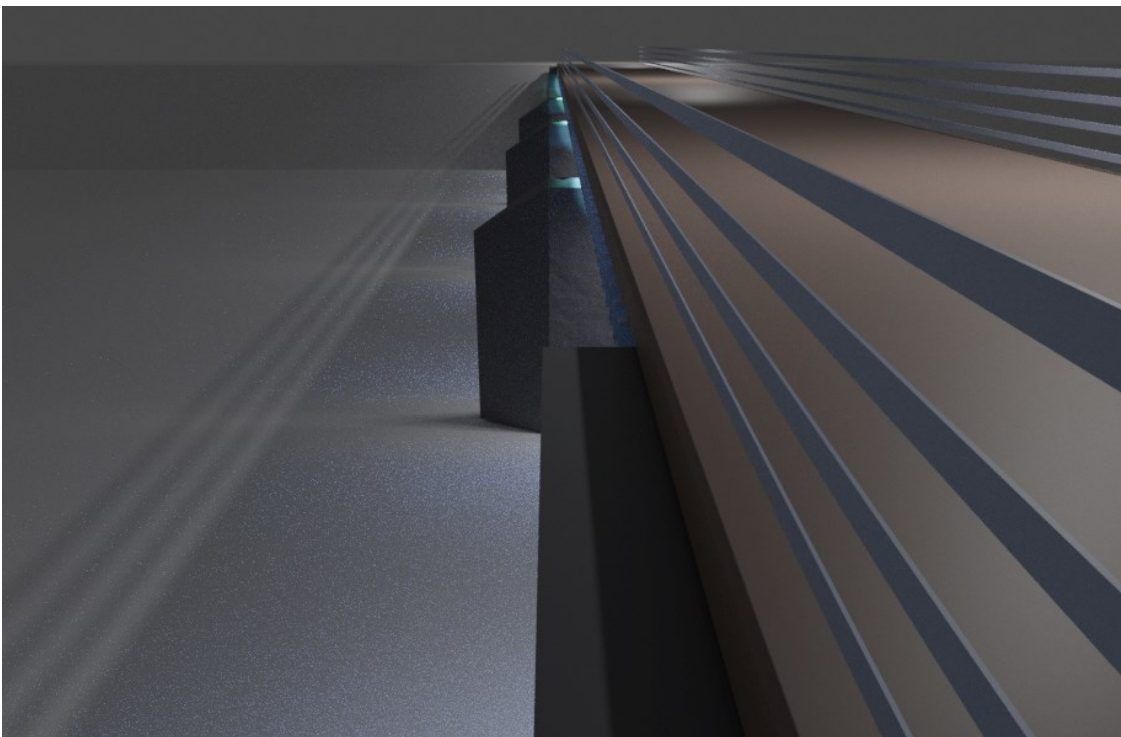
#### 4.5 Valaistuksen visualisointi

Siltavalaistusta visualisoitiin Blender 3D -ohjelmistolla. Blender 3D on monipuolinen vapaaseen lähdekoodiin perustuva ilmainen 3D-mallinnusohjelma moneen käyttöön. Ohjelmalla luotiin aluksi 3D-malli sillan keskeisistä rakenteista valokuvien perusteella. Malli on yksinkertaistettu, koska mallilla pyritään hahmottamaan valaisinten asennuspaikkoja ja valaistuseidean toteutettavuutta. Seuraavaksi asetettiin eri materiaalien värit ja pintojen vaaleudet sopusuhtaan toisiensa kanssa. Suunnittelussa käytettiin lumista maastoa kuvastavaa vaaleaa väriä sillan lähiympäristölle. Malliin sovitettiin Blenderin kohdevalot valaisemaan isoja kannatuspalkkeja ja simuloimaan katuvalaistuksen kolmea siltaa lähinnä olevaa katuvalaisinta.

Arkkuvalaisimet niihin liittyvine sinisine suodattimineen rakennettiin ohjelmistossa vastaamaan valaistusidean vaatimuksia (KUVA 8). Taivaan värinä käytettiin harmaata kuvaamaan ilta-aikaa, jolloin valaistus erottuu parhaiten.



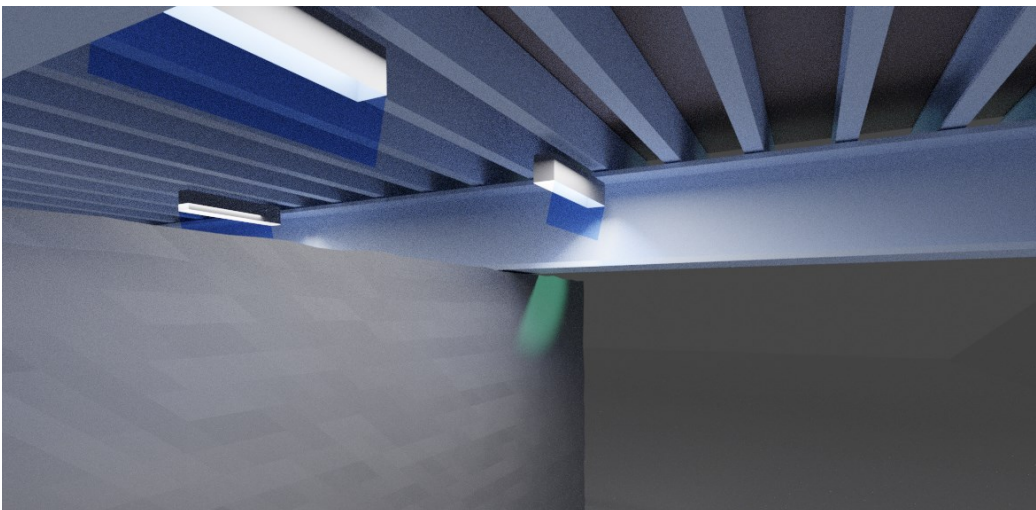
KUVA 6. Havainnenäkymä siltavalaistukseen valtatieltä 28



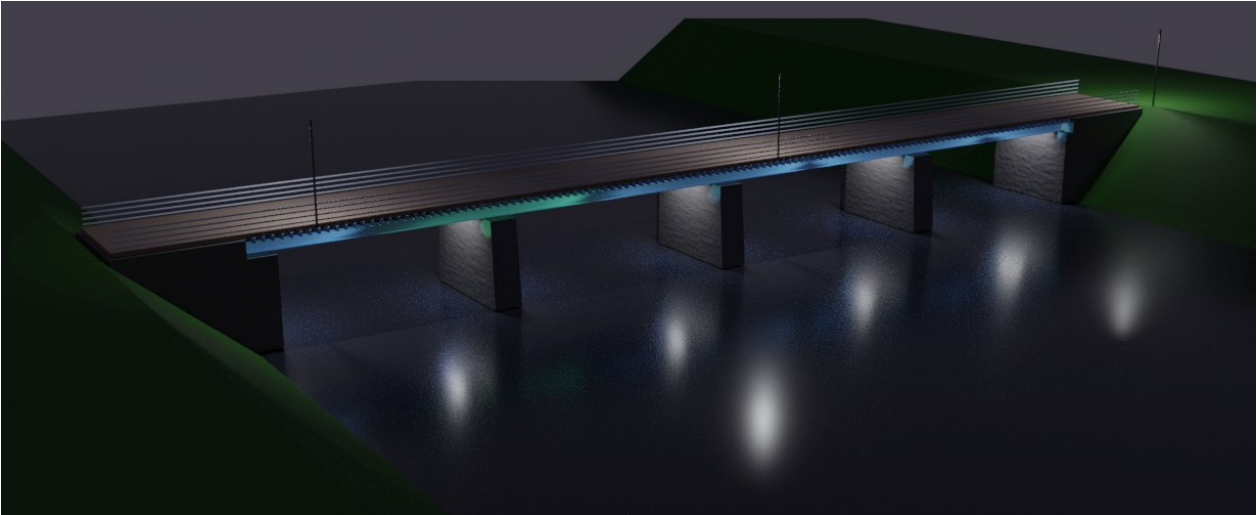
KUVA 7. Näkymä kaiteen yli yläjuoksulle

Valaistuksen visualisoinnissa käytettiin kohdevalojen valokeilana 10 asteen asetusta. Tämä vaikutti visualisoinnissa sopivalta kannatinpalkkien valaistukseen. Blender-ohjelmiston asetuksissa kohdevalon asteluku merkitsee kartion huippukulmaa, jonka sisäpuolelle mallinnettava valokeila jää kokonaisuudessaan. Valaisimien tuotetiedoissa valokeilan asteluku merkitsee valaisimesta aukeavaa tasokulmaa, jonka reunojen kohdalla valaisimen valovoima  $I$  on 50 % valokeilan (keskikohdan) huippuarvosta (Halme 2021). Soveltuvan kohdevalon valokeila on siis pienempi kuin 10 astetta, arviolta 5–10 astetta.

Palkkien valaisu ei näy simuloinnin perusteella sillan kannelle (KUVA 7). Arkkuvalaistuksessa simuloitu sininen suodatin toimi oletetulla tavalla himmentäen valaistusta arkkujen välisellä lumialueella, jolloin itse arkut nousevat paremmin esiin. Katuvalaistuksen valon väriämpötilaa viileämpi (sinisempi) valo näkyy sopivasti sillan alla alueella, joka on katuvalaistukselta varjossa (KUVA 6). Silta-arkkujen yläjuoksun puoleiset terävät reunat erottuvat tummina ympäristöstä. Veden kautta tulevia heijastuksia arvioitiin muuttamalla Blenderissä maasto vihreäsävyiseksi ja asettamalla vettä kuvaavalle pinnalle sopivat karheus- ja heijastusarvot (KUVA 9).



KUVA 8. Arkkuvalaisun mallinnusta



KUVA 9. Havainnekuva heijastuksista kerrostalojen suunnalta

## 5 VALAISTUSLASKENTA

Valaistuslaskennassa etsittiin kohteeseen sopivat valaisinmallit ja mitoitettiin sopivat valaisintehot. Valaistuslaskennassa käytettiin alalla yleistä Dialux Evo -ohjelmistoa (versio 10.1). Tarvittavat valonjakotiedostot olivat ladattavissa tuotevalmistajien internetsivuilta. Dialuxin raporttiin (LIITE 3) sisältyvät valaistuslaskennan tulosten lisäksi käytettyjen valaisimien tiedot C,  $\gamma$  -valonjakodiagrammeineen.

Sillan valaistukseen valittiin valaistusidean pohjalta seuraavat valaisimet.

Kivimuurien valopesuun 8 kpl:

Willy Meyer Ecoline Mini 15 x 1,7W (10127313)

Valaistuksen visualisoinnista poiketen valaistuslaskentaan valittiin kahden asemesta yksi pitkänomainen valaisin yhtä silta-arkun sivua kohti. Tällä pyritään pienentämään kustannuksia ja helpottamaan valaisimien asennusta hankalaan paikkaan sillan alle. Saksalaisen Willy Meyerin mallistosta valittiin pisin malli (n. 1,5 m), jotta valaistuksesta tulisi kuitenkin mahdollisimman tasainen koko silta-arkun leveydeltä. Valonjakaumaksi valittiin kapea epäsymmetrinen valonjakauma, joka sopii hyvin pintaa pyyhkivään valopesuun ja levittää samalla valoa koko valaistavan pinnan alueelle.

Siltapalkkien valaisuun kohdevalot 16 kpl:

CLS LED Revo Colour Flow DMX-8 20 W (R-6D-1-61-5)

Kohdevaloiksi siltapalkkien valaisuun valittiin alankomaalaisen CLS LED:in 8-ledinen malli kapeimmalla mahdollisella valonjakaumalla, joka on kahdeksan astetta. Kohdevaloksi valittiin DMX-ohjattava RGBW-malli, jolla voidaan toteuttaa suunnitelman mukainen väriteema. DMX-ohjaus mahdollistaa jatkossa erilaisiin juhlapäiviin ja tilanteisiin sopivien väriteemojen ja efektien toteuttamisen. DMX-ohjaus mahdollistaa myös erilaisen datan hyödyntämisen ohjausohjelmassa, jolloin valaistus voi vaihdella vaikkapa sää- tai liikennetilanteen mukaan.

Valaisimesta on saatavana väriä vaihtavana myös RGBA-malli. A-kirjain vastaa led-väriä *amber*, meripihka. RGBA soveltuu paremmin kylläisten sävyjen luontiin ja RGBW puolestaan vaaleampien sävyjen luontiin paremmalla hyötysuhteella. Koska siltavalaistuksessa on kyse luonteeltaan pysyvästä valaistuksesta, on RGBW sopivampi valinta.

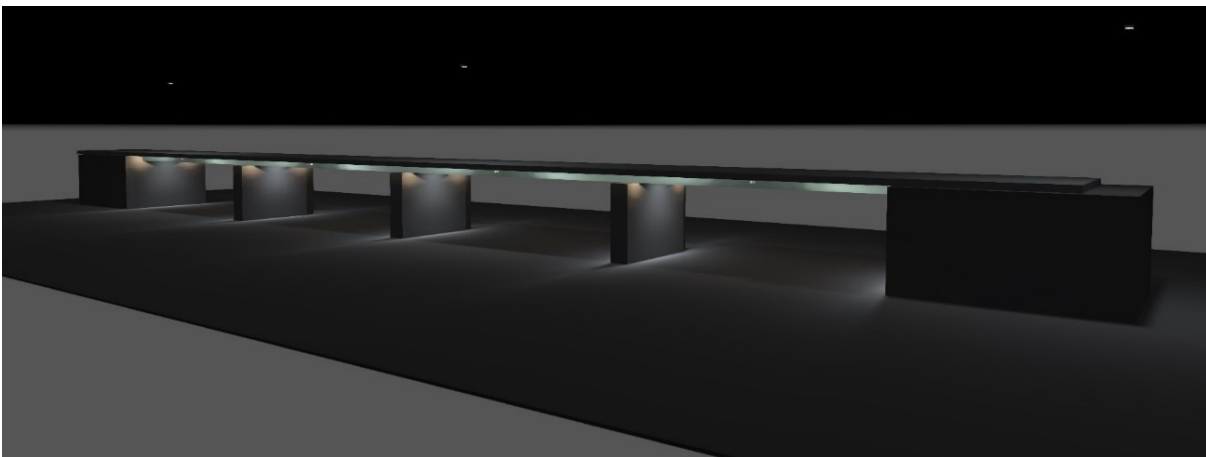
Seuraavassa taulukossa on esitetty valaisimien tärkeimmät ominaisuudet, ja lisäksi vertailussa on mukana Siltakadun suunnitelmassa käytetty valaisinmalli (TECEO S / 5102 / 16 LEDs 400mA NW 740). Valmistajalta ei ollut enää saatavilla kyseisen valaisimen valonjakotiedostoa valaistuslaskentaa varten, joten laskennassa käytettiin lähinnä vastaavaa 350 mA:n mallia. Valaisimien tiedot on poimittu tuotetiedoista sekä laitevalmistajien edustajien yksityisistä tiedonannoista.

TAULUKKO 1. Valaisimien ominaisuudet (CLS LED 2021; Nylund-Group 2022; Schréder 2021; Thijssen 2022; Tiihonen 2022)

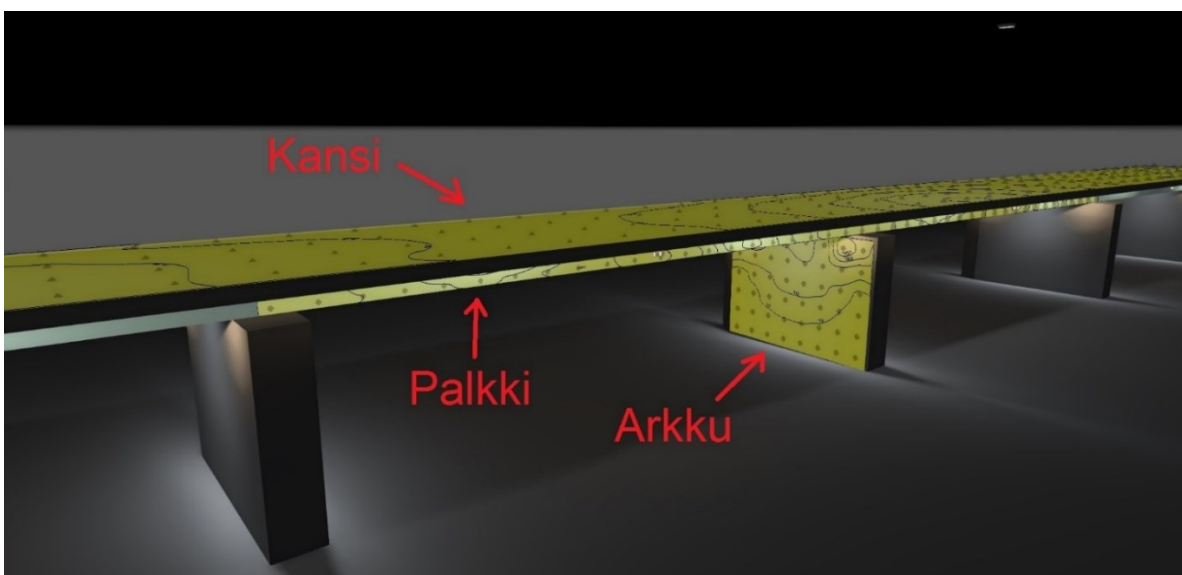
Valaisin	Ecoline Mini	Revo Colour Flow	TECEO S 16
Sähköteho	26 W	20 W (maks.)	18 W (maks.)
Led-valon väri	4000 K	RGBW	4000 K
Valovirta	1536 lm	1000 lm (maks.)	2500 lm (maks.)
Valonjakauma	20° / 88°	8°	(normaali tai kapea katuoptiikka)
Ohjaus	On/off	DMX	Dali- ja yöhimmennysmahdollisuus
Mitat	100 × 100 mm	1550 × 40 mm	450 × 252 mm
IP-luokka	IP65	IP67	IP66
IK-luokka	IK 10	IK 10	IK 09
Elinikä	> 50 000 h, L90/B10	50 000 h, L80/B20	100 000 h, L95/B10

## 5.1 Dialux-valaistuskalkulaatio

Valaistuskalkulaatiossa sillasta luotiin yksinkertaistettu malli ohjelmaan laatikkomaisia elementtejä käyttämällä. Rakennus-elementit skaalattiin vastaamaan sillan kokoa. Seuraavaksi määritettiin materiaalit ja lisätiin valitut arkkitehtuurivalaisimet ja lisäksi Siltakadun valaistus suunnitelman mukaiset katuvalaisimet likimäärin katuvalaistus suunnitelman mukaisille paikoilleen (KUVA 10). Kohtisuoraa valaistusvoimakkuutta  $E$  arvioidaan kolmen laskentaobjektin avulla (KUVA 11). Kannatinpalkin laskentaobjekti määriteltiin kahden arkunvälin levyiseksi, koska sama valaistuskuvio toistuu myös muualla.



KUVA 10. Sillan malli Dialux Evo:ssa



KUVA 11. Laskentaobjektit Dialux Evo:ssa



TAULUKKO 2. Valaistuslaskennan tulokset

Valaistusvoimakkuus	Palkki	Arkku	Kansi (katuvalaistus)
Keskimääräinen, lx	50,7	51,2	6,40
Minimi, lx	15,8	10,1	1,24
Maksimi, lx	115	208	22,4
Heijastuskerroin $\rho$ (arvio)	0,37	0,12	0,25
Luminanssi, $\text{cd/m}^2$ (arvio keskim.)	6,0	2,0	0,51

Valaistuslaskennan tuloksista havaitaan, että palkki- ja arkkuvalaistuksen valaistusvoimakkuus valituilla valaisinmalleilla on noin kymmenkertainen verrattuna kannen katuvalaistukseen. Ulko- ja rakennussuunnittelussa Dialux Evo ei anna tulosta pinnan luminanssille, joka on kuvaava tulos kertomaan, kuinka kirkkaalta pinta näyttää. Valaistuslaskennan tulosta suhteessa todelliseen tilanteeseen pyrittiin parantamaan arvioimalla eri rakenteiden vaaletta heijastuskertoimella. Heijastuskerroin on suhdeluku, joka kertoo pinnalta heijastuvan valon osuuden pinnalle lankeavasta valosta. Valkoisen pinnan heijastuskerroin on 0,70:stä ylöspäin, tummahkojen värien noin 0,30, tiilipintojen 0,10...0,30 ja mustiksi tulkittavien pintojen alle 0,10 (Pääkkönen 2002, 19; Varsila 2018). Heijastuskertoimien avulla arvioitiin pintojen luminanssia  $L$  mattaheijastavalle pinnalle soveltuvalla kaavalla:

KAAVA 2.

$$L = \frac{\rho \times E}{\pi}$$

jossa  $\rho$  on pinnan heijastuskerroin ja  $E$  valaistusvoimakkuus. Luminanssin yksikkö on kandelaa per neliömetri ( $\text{cd/m}^2$ ). Arvioidut heijastuskertoimet ja kaavalla 2 lasketut pinnan luminanssit on merkitty taulukkoon 2. Rakenteiden heijastuskertoimet on arvioitu varsin maltillisiksi.

Valaistuslaskennan tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että RGBW-spottien valovirta on valonjakotiedostossa ilmoitettu kaikkien ledien ollessa täysin päällä. Tällöin kyseessä on kirkas valkoinen valo. Valovirta ja siten valaistusvoimakkuus alenevat nopeasti ilmoitetusta maksimiarvosta jotakin ohjelmoitua tehosteväriä käytettäessä, koska silloin aina vähennetään haluttujen värikomponenttien valovirtaa. Alenemaksi voi hyvin olettaa ainakin 50 % jollakin kylläisellä valon värillä. Lisäksi siltapalkki on tällä hetkellä vaalean sininen-sinivihreä, mikä suuresti suosii kylmien sävyjen (sininen–vihreä) käyttöä ja haittaa puhtaiden lämpimien sävyjen (keltainen–punainen) käyttöä efektiivinä.

Tievalaistuksen suunnittelussa käytettävät M-luokat määritellään pinnan luminansseilla eli ”kuinka kirkkaalta tie näyttää”, eikä valaistusvoimakkuuksilla eli ”kuinka paljon tien pinnalle tulee valoa”. Erityisalueilla, joilla säännöllisen ajoradan pituus on alle 60 m, käytetään katuvalaistuksen suunnittelussa kuitenkin valaistusvoimakkuuksiin perustuvia C-luokkia. Kannuksen katuvalaistuksen saneeraussuunnitelmassa Siltakadun sillan osuus on suunniteltu M5-luokkaan, jota vastaava C-luokka on C5. M5-luokassa keskimääräinen pinnan luminanssi on vähintään 0,5 cd/m<sup>2</sup>. C5-luokassa pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus on vähintään 7,5 lx. Valaistuslaskennan tulokset sillan kannelle vastaavat hyvin katuvalaistus-suunnitelman M-luokkaa ja vastaavaa C-luokkaa, mikä helpottaa myös erikoisvalaistuksen tulosten arviointia. (Liikennevirasto 2015, 24–26.)

## 5.2 Alenemakerroin

Valaistuslaskennassa käytetään alenemakerrointa (*maintenance factor* MF tai  $f_m$ ), jolla pyritään varmistamaan valaistuksen vaatimustenmukaisuus sen koko eliniän ajan. Alenemakertoimen avulla otetaan valaistuslaskennassa huomioon valaistusasennuksen valotehon aleneminen, joka johtuu likaantumisesta ja itse valonlähteen valovirran vähenemisestä iän myötä. Alenemakerroin kertoo, kuinka pieneksi lähtötilanteeseen verrattuna valaistusasennuksen valo-

virta heikoimmillaan putoaa valitulla valaisimella ja huoltovälillä. Mikäli mahdollista, alenemakerroin määritetään valaisimen ominaisuuksien ja ympäristön likaisuuden perusteella. Muussa tapauksessa käytetään tieympäristössä Väyläviraston valmiita taulukkoarvoja erilaisille valaisimille. Valaistuslaskennassa käytetty alenemakerroin tulee aina esittää valaistuksen rakennesuunnittelussa. Tässä työssä käytetyt alenemakertoimet on esitetty taulukossa 3. (Liikennevirasto 2015, 34.)

Alenemakerroin määritetään seuraavasti:

$$\text{KAAVA 3. (Väylävirasto 2021, 14)} \quad f_m = f_{LF} \times f_{LM}$$

jossa  $f_{LF}$  on valaisimen valovirran alenema ja  $f_{LM}$  on valaisimen likaantumiskerroin. Alenemakerroin samoin kuin sen tekijät  $f_{LF}$  ja  $f_{LM}$  ovat laaduttomia suureita. Valmistajat ilmoittavat valaisimien eliniän muodossa  $L_{xx}B_{yy}ZZ$  h, jolloin  $ZZ$  tunnissa  $yy$  % laitteista tuottaa alle  $xx$  % alkuperäisestä valovirrastaan (Leds magazine 2011). Lukema  $xx$  vastaa prosentteina valovirran alenemaa  $f_{LF}$ . Tiettyihin valaisimiin on ohjelmoitu niin sanottu vakiovalovirta (CLO, *constant light output*), joka kompensoi valaisimen valovirran heikkenemistä iän myötä nostamalla valaisimen sähkötehoa sen käyttöiän aikana. CLO-valaisimet säästävät energiaa ja vähentävät valaistuksen ylivoimittamista. Mikäli valaistuslaskennassa käytetään CLO-valaisinta,  $f_{LF}$ -arvo on 1,00. (Väylävirasto 2021, 14–17.)

Valmistajan ilmoittama valovirran alenema käyttöiän aikana ( $L_{xx}$ ) on luotettavampi lukema valaisimilla, joissa käytetään vain yhdenlaista led-sirua. Väriä vaihtavissa RGB/A/W-valaisimissa eri tyyppiset led-sirut vanhentuvat eri tahtia. Led-sirun ikään vaikuttavat oleellisesti käyttölämpötila ja virta, jolla lediä ajetaan. Kun väriä vaihtavasta valaisimesta halutaan ulos jokin tietty värisävy, säädetään silloin eri väriset led-sirut toimimaan erisuurilla tehoilla. (Thijssen 2022.)

Likaantumiskertoimena käytetään tie- ja koristevalaistuksissa vähintään neljän metrin asennuskorkeudella arvoa 0,90. Alle neljän metrin asennuskorkeuksilla ja tietunneleissa likaantumiskerroin on 0,85. Tässä työssä sovellettiin likaantumiskertoimen arvoa 0,85 myös sillan kannen alapuolisiin rakenteisiin asennettaville valaisimille, koska ne ovat alttiina sillan kannelta tulevalle tiepölylle ja likaiselle vedelle. Edellä mainitut Väyläviraston taulukkoarvot ovat voimassa, kun valaisimen puhdistusväli on enintään 6 vuotta. Mikäli valaisimia puhdistetaan useammin, voidaan käyttää korkeampaakin arvoa likaantumiskertoimelle. Tällöin siis likaantumisesta johtuva valovirran alenema puhdistusvälin lopussa on pienempi ja valaisimen likaantumista tarvitsee kompensoida valaistuslaskennassa vähemmän. (Väylävirasto 2021, 17.)

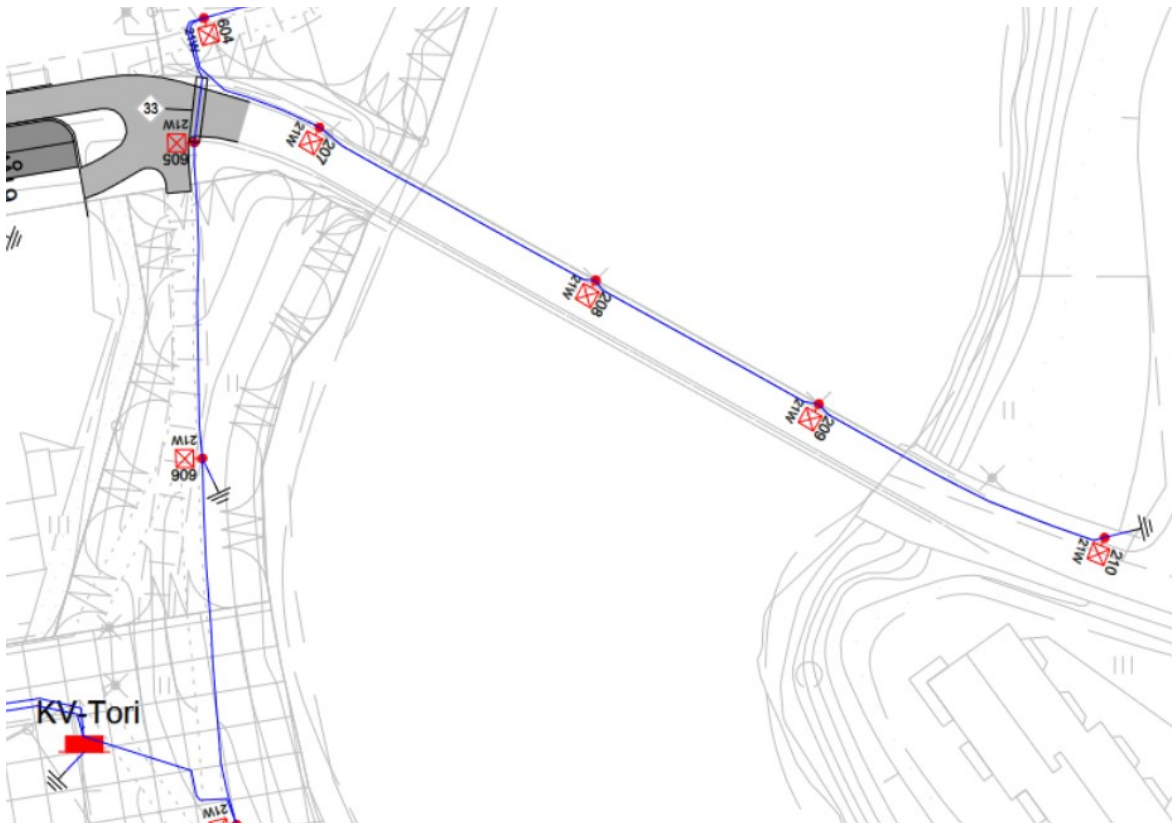
TAULUKKO 3. Alenemakertoimet

Valaisin (valaistava pinta)	Valovirran alenema $f_{LF}$	Likaantumiskerroin $f_{LM}$	Alenemakerroin $f_m$
Ecoline Mini (kiviarkut)	0,90	0,85	<b>0,77</b>
Revo Colour Flow (kannatinpalkit)	0,80	0,85	<b>0,68</b>
Teceo S 16 (katuvalaistus)	0,95	0,90	<b>0,86</b>

## 6 SÄHKÖTEKNINEN SUUNNITTELU

Siltavalaistukselle sähkönsyöttö otetaan sillan länsipäätä lähinnä olevasta valaisinpylvästä numero 207 (KUVIO 8). Siltavalaistukselle tulee uusi pieni ryhmäkeskus sillan rakenteisiin. Uuteen ryhmäkeskukseen sijoitetaan valaisinryhmien suojalaitteet ja DMX-ohjainlaitteet sekä mahdollinen lämmitysyksikkö. Sillan valaistuksessa käytettävät valaisintyypit erotetaan omiin valaistusryhmiinsä. Valaistusryhmien kaapelina käytetään viisinapaista kaapelia, jolla voidaan käyttöjännitteen lisäksi kuljettaa DMX-ohjauksen vaatimat kaksi signaalijohdinta valaisimille. Mikäli valaistuksen kaapelit ovat asennettuna alttiina mekaaniselle rasitukselle, ne tulee suojata esimerkiksi metallikourulla tai suojaputkilla (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2018, 204).

Valaistuskennossa arkkuväläisimena käytettiin on/off-ohjattavaa mallia seinäpesurivalaisimesta. Kyseisestä väläisimestä ei ole saatavana DMX-ohjattavaa mallia. Mikäli arkkuväläistusta halutaan himmentää, voidaan väläisimestä valita DALI-ohjattava malli, jolloin siltavalaistuksen uuteen keskukseen sijoitetaan DMX:stä DALI-ohjaukseen muuntava lisäyksikkö. DALI-välä tarvitsee kaksi signaalijohdinta, jolloin voidaan hyödyntää olemassa olevaa viisinapaista kaapelia. Seuraavassa on esitetty ote alueen katuvalaistuksen suunnitelmakartasta. Kartasta käyvät ilmi siltaan liittyvät katuvalaisinpylväät ja katuvalaistuskeskus KV-Tori. Maakaapelin tyyppi katuvalaistuksessa on AXMK 4×25.



KUVIO 8. Ote katuvalaistuksen suunnitelmakartasta (Fixulux 2020a)

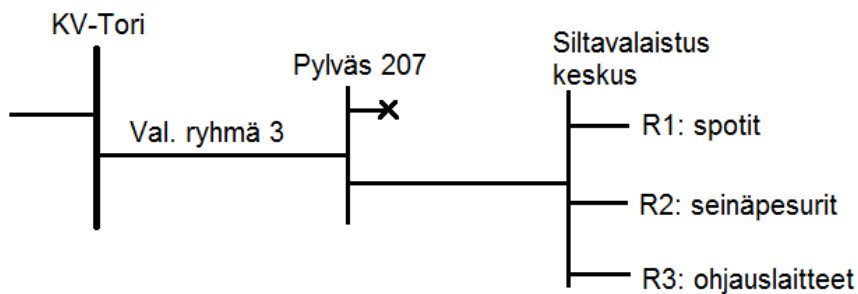
RGBW-spottien teho =  $16 \times 20 \text{ W} = 320 \text{ W}$  (maks.)

Seinänpesurien teho =  $8 \times 26 \text{ W} = 160 \text{ W}$

Ohjaus ja mahdollinen lämmitys =  $20 \text{ W}$  (arvio)

Yhteensä siltavalaistukselle  $P_{\max} = 500 \text{ W}$

$I_{\max} = P_{\max} / 230 \text{ V} = 2,2 \text{ A}$



KUVIO 9. Erikoisvalaistuksen ryhmät

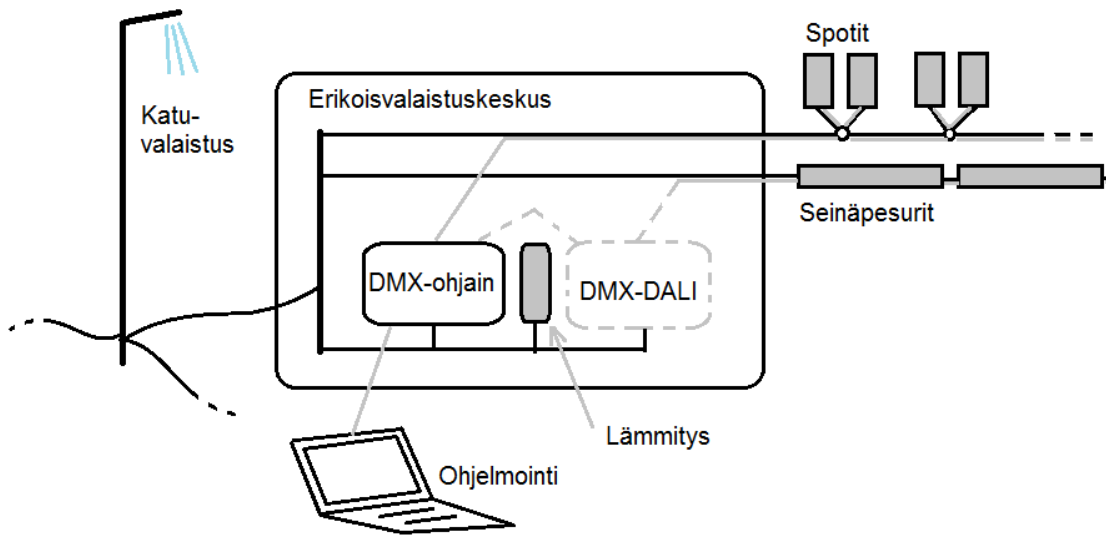
Tievalaistussuunnitelmassa siltakatua syöttävä ryhmä on:

KV-Tori, ryhmä 3, Vaihe L1

Ilman erikoisvalaistusta: Oikosulkuvirta ryhmän kauimmassa pisteessä on 113 A, Sulake 10 A, Virta/vaihe 1,0 A, Teho 0,21 kW. (Fixulux 2020b.)

Valaistuspylväillä käytetään 6 A:n tulppasulaketta. Erikoisvalaistus lisää virtaa enintään 2,2 ampeeria. Katuvalaistusryhmän ja valaisinpylvään sulakkeiden mitoitukset ovat riittävät kestämään lisääntyneen kulutuksen. RGBW-spottien teho on ilmoitettu maksimitehona, kun kaikki ledit toimivat suurimmalla tehollaan, valkoisella valolla. Mikäli käytetään jotakin värisävyä, tehonkulutus laskee. Uudessa siltavalistuskeskuksessa on mahdollista käyttää 4 A johdonsuojalaitteita laiteryhmillä, että selektiivisyys vielä säilyy. Erikoisvalaistuksen kaapelit ja suojalaitteet mitoitetaan SFS 6000 -standardisarjan osoittamalla tavalla.

RGBW-spotteja ei ole mahdollista ketjuttaa. Spottivalojen kytkentä ilmenee liitteessä 1. Mikäli valaistuskannan mukaiset asennuspaikat valaisimille todetaan koevalaistuksessa sopiviksi, voidaan useimmissa tapauksissa kaksi vierekkäistä valaisinta kytkeä samaan jakorasiin. Seinäpesureista on saatavissa myös ketjutettava malli, mutta lopullinen asennustapa selviää koevalaistuksen jälkeen. DMX-ohjaimena voidaan käyttää esimerkiksi Osramin e:cue-tuotteita. Valittavasta tuotteesta riippuen ohjain saattaa vaatia oman virtalähteen tai lisälämmittimen.



KUVIO 10. Erikoisvalaistuksen laitteet



## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa arkkitehtuurivalaistuksen tilasta Suomessa ja tutustua julkisen tilan valaisun periaatteisiin. Taustatutkimusta tehtäessä havaittiin, että arkkitehtuurivalaistuksen käsite on jokseenkin vakiintumaton ja siihen sisältyy monia erilaisia ulottuvuuksia. Toisaalta käsitteen alle sopii erilaisten rakennelmien valaisu, mutta myös julkisen ympäristön valaisua laajemmin voidaan käsitellä arkkitehtuurivalaistuksena. Arkkitehtuurivalaistus pyrkii yleensä korostamaan ja selkiyttämään ympäristöä. Joskus arkkitehtuurivalaistus pyrkii myös elämyksellisyyteen ja arvon nostoon. Erilaisia valotapahtumia ja -festivaaleja voidaan myös pitää eräänlaisina näyteikkunoina erikoisvalaistuksen tuomista mahdollisuuksista.

Arkkitehtuurissa valolla on keskeinen asema erilaisten tilojen luonteen hahmottamisessa ja käyttötarkoituksen mahdollistamisessa (Varsila 2004). Arkkitehtuuri on teknis-taiteellinen ala, jossa olennaisena osana ovat erilaisten rakenteiden esteettiset arvot. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan otettu kantaa tai tutkittu tarkemmin valaistuksen taiteellisia arvoja, koska (valo)taidetta tutkitaan omassa taiteen kontekstissaan. Erikoisvalaistuksia suunniteltaessa on kuitenkin hyvä tiedostaa valaistuksen kytkökset maisema-arkkitehtuurin ja taiteen kenttiin. Seminaareissa ja lähdekirjallisuudessa rakennelmien valaistuksesta toistuva punainen lanka oli kuitenkin sopusuhtaisen, ”arkkitehtuurille asianmukaisen” valaistuksen tavoittelu. Tämä voitaneen ottaa tavoitteeksi myös taiteen kentän ulkopuolisessa rakennelmien valaistuksen suunnittelussa.

Työn toiminnallisena osuutena oli arkkitehtuurivalaistuksen kohteen suunnittelu. Kohteeksi valikoitui Kannuksen Keskustan vanhan maantiesillan erikoisvalaistuksen suunnittelu. Valaisun inspiraatioksi otettiin kaupungin tunnus *Kannus – juuret elämälle*. Valaisussa käytettiin hyväksi tunnuksen värimaailmaa ja graafisia elementtejä. Valaisinratkaisuissa pyrittiin minimoii-

maan valaisinten määrä ja siten pyrittiin kustannustehokkuuteen. Valaistuksella pyrittiin tuomaan esille sillalle ominaisia piirteitä pimeään vuorokaudenaikaan. Runkopalkkien valaisuun käytettiin spottivaloja, jotka voidaan ohjelmoida halutun värimaailman mukaiseksi myös erilaisia teemapäiviä silmällä pitäen.

Hieman kokeellisesti sillasta luotiin kolmiulotteinen malli Blender 3D -ohjelmassa, joka on rakennesuunnittelun sijaan lähinnä 3D-grafiikan ja -animaation tuottamiseen erikoistunut ohjelmisto. Havaittiin, että Blender soveltuu hyvin erilaisten rakenteiden ja ympäristöjen visualisointiin osana arkkitehtuurivalaistuksen kohteiden suunnittelua. Blenderillä voidaan myös tarkasti tutkia valon ja varjon käyttäytymistä erilaisissa pintarakenteissa ja erikoisilla muodoilla. Heikkoutena on, että siihen ei ole mahdollista tuoda valmiita valaisinjakotietoja tosielämän valaisimista, vaan on joko käytettävä ohjelman valmiita yksinkertaisia valonlähteitä tai rakennettava itse koko valaisinrakenne ohjelmassa. Tätä käytettiin hyväksi simuloitaessa värjätyn pleksin käyttäytymistä osana valaistusratkaisua. Ohjelma on erittäin monipuolinen ja taitavan käyttäjän käsissä varmasti hyödyllinen apuväline myös valaistussuunnittelussa. Ohjelmalla voi esimerkiksi simuloida gobo-kuvion heittämistä erimuotoisille pinnoille, mikä ei ole mahdollista alalla yleisesti käytetyssä Dialux (Evo) -ohjelmassa.

Varsinainen valaistuslaskenta tehtiin Dialux Evo -ohjelmassa. Dialuxin rakennesuunnittelussa ohjelman antamat tulokset ovat suppeammat kuin esimerkiksi tievalaistuksen suunnittelussa. Tärkeimpänä tuloksena saatiin valaistusvoimakkuuden tiedot käytetyillä valaisimilla. Rakenteiden määrittelyssä arvioitiin eri pintojen heijastuskertoimet, joiden avulla voitiin arvioida pinnan luminanssia. Verrokkina käytetty sillan kannen katuvalaistus täsmää alueelle suunniteltuun katuvalaistusluokkaan, mistä voidaan päätellä tulosten olevan päteviä myös muun valaistuksen osalta.

Ajankohdan vuoksi (heikot jäät) koevalaistusta ei vielä päästy rakentamaan itse siltaan. Valaistuslaskennan tulokset ovat hyvä lähtökohta, mutta ne eivät ota huomioon ympäristössä

vallitsevaa valomaisemaa pimeänä aikana. Myöskään ne eivät täysin voi vastata katsojan kokemusta valaisusta. Lopullinen valaistustulos selviää koevalaistuksilla, joilla on mahdollista selvittää näitä näkökulmia. Koevalaistuksessa tulee kiinnittää huomiota sillan kannen spotti-valojen oikeaan suuntaukseen. Suuntauksessa pitää myös arvioida liikenteelle ja lähikiinteistöille mahdollisesti aiheutuvia häikäisyhaittoja (Liikennevirasto 2015, 36). Tarvittaessa spotti-valot tulee vaihtaa vieläkin kapeammalla valokeilalla varustettuun malliin. Tämä on tehtävä myös, mikäli valokeila osuessaan silta-arkkuihin muodostaa odottamattomia kuvioita.

Aikataulutuksesta johtuen sähkösuunnittelusta voitiin tehdä lähinnä viitteellisiä ohjeita. Tarvittavat varusteet selviävät koevalaistuksen jälkeen. Sillan erikoisvalaistukselle on käytännöllistä perustaa sillan yhteyteen oma pieni ryhmäkeskus, johon otetaan sähkönsyöttö lähimmältä katuvalaistuspylväältä samalla kun katuvalaistus uusitaan. Siltavalaisuksen ohjattavuudelle ei oltu määritelty lähtötiedoissa tarkempia ohjeita. Suunnitelmassa sijoitettiin DMX-ohjainlaite uuteen erikoisvalaistuskeskukseen, koska se on yleinen erikoisvalaistusten väylä-ohjausratkaisu. Tarkemmat tuotteet selviävät kaupungin vaatimusten ja valaistusidean täsmentyessä ja koevalaistusten myötä. DMX-ohjausohjelma voidaan tilata siihen erikoistuneelta osajalta. Sillan erikoisvalaistusta on mahdollista laajentaa gobo-valonheittimillä. Sopivia asennuspaikkoja ovat katuvalaisinpylväät. Gobo-kuvioina voidaan käyttää sillan ja paikkakunnan historiaan liittyviä aiheita.

## LÄHTEET

Aura, S., Horelli, L. & Korpela, K. 1997. *Ympäristöpsykologian perusteet*. Porvoo: WSOY

CLS LED b.v. 2021. *CLS REVO Direct DMX IP67 Series Manual V1.4 – November 2021*. Saatavissa: [https://www.cls-led.com/wp-content/uploads/cls-products/CLS\\_REVO\\_BA-SIC\\_DMX\\_8/MANUAL/Manual\\_REVO\\_Direct\\_DMX\\_IP67\\_web.pdf](https://www.cls-led.com/wp-content/uploads/cls-products/CLS_REVO_BA-SIC_DMX_8/MANUAL/Manual_REVO_Direct_DMX_IP67_web.pdf). Viitattu 3.5.2022.

Eirola, M. 2022. Kannuksen graafinen tunnus. Yksityinen sähköposti. 21.4.2022. Viestin saaja Mikko Lento.

Fixulux oy. 2020a. *Kannuksen ydinkeskustan valaistuksen saneeraussuunnitelma*. R17/3-1 Valaistus, suunnitelmakartta 1. Kalajoki.

Fixulux oy. 2020b. *Kannuksen ydinkeskustan valaistuksen saneeraussuunnitelma*. R17/7-2 Kuormitustaulukko. Kalajoki.

Freeman, M. 2008. *Valokuvaamisen taito*. 3. painos. Jyväskylä: WSOYpro.

Halme, J. 2021. Valaistustekniikan luentomateriaali. Centria-AMK. Ylivieska.

*Helsingin kaupungin ulkovalaistuksen suunnitteluohje*. 2018. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisu. Saatavissa: [https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/ohjeet/ulkovalaistus/Helsingin%20kaupungin%20ulkovalaistuksen%20suunnitteluohje%2017122020%20\(pdf\).pdf](https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/ohjeet/ulkovalaistus/Helsingin%20kaupungin%20ulkovalaistuksen%20suunnitteluohje%2017122020%20(pdf).pdf). Viitattu 1.11.2021.

Helsingin rakennusvalvonta. 2010. *Julkisivujen ja pihojen valaistus*. Ohje. Saatavissa: [https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Julkisivujen\\_ja\\_pihojen\\_valaistus.pdf](https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Julkisivujen_ja_pihojen_valaistus.pdf). Viitattu 1.11.2021.

Huber, L. 2021. Henkilökohtainen tiedonanto, gobo-esittely ja luento arkkitehtuurivalaistuksesta. 3.11.2021. Opticalight GmbH. Helsinki.

Hunter, F., Biver, S. & Fuqua P. 2015. *Light – Science & Magic: An Introduction to Photographic Lighting*. 5. painos. New York: Focal Press.

International Dark-Sky Association. 2021. *Light pollution*. Saatavissa: <https://www.darksky.org/light-pollution/>. Viitattu 2.11.2021.

- Kuopion kaupunki. 2019. *Kumppaniksi OSAaValo – Valaistusosaaminen vähähiilisen pohjoisen vetovoimana -ESR-hankkeeseen*. Päättöspöytäkirja. Saatavissa: <http://publish.kuopio.fi/kuulutus/2019566691.766628.PDF>. Viitattu 2.5.2022.
- Kyba, C. C. M., Kuester, D., Sanchez de Miguel, A., Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., Bennie, J., Elvidge, C. D., Gaston, K. J., Guanter, L. 2017. Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances*: Vol. 3(11), e1701528. Saatavissa DOI: 10.1126/sciadv.1701528. Viitattu: 2.11.2021.
- Kämäräinen, T. 2022. Kannuksen keskusta-alueen ja koulukeskuksen alueen katusuunnitelmien esittelytilaisuus. 3.5.2022. Plaana oy. Kannus.
- Leds magazine. 2011. *Understanding the difference between LED rated life and lumen-maintenance life*. Saatavissa: <https://www.ledsmagazine.com/manufacturing-services-testing/standards/article/16695700/understanding-the-difference-between-led-rated-life-and-lumenmaintenance-life-magazine>. Viitattu 24.4.2022.
- Liikennevirasto. 2015. *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu*. Liikenneviraston ohjeita 16/2015. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-16\\_maantie\\_rautatiealueiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf). Viitattu 17.2.2022.
- Lyytimäki, J. & Rinne, J. 2013. *Valon varjopuolet – Valosaaste ympäristöongelmana*. Tampere: Tammerprint.
- Nykysuomen sanakirja. Osa VI Ts-Ö*. 1992. M. Sadeniemi & J. Vesikansa (toim.). Juva: WSOY.
- Nylund-Group oy. 2022. *Ecoline Mini 15 x 1,7W*. Tuotetiedot. Saatavissa: <https://nylund.fi/tuotteet/valaistus/seinanpesijat/ecoline-mini-15-x-17w/>. Viitattu 28.4.2022.
- Pimeyden vallassa*. 2021. Maaseudun Tulevaisuus, kuukausiliite Kantri, marraskuu 2021, 20–24.
- Pääkkönen, S. 2002. *Valaistu rakennus – Julkisivuvalaistus osana arkkitehtuuria*. Oulu: Oulun yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. Diplomityö.
- Schröder GmbH. 2021. *TECEO GEN2*. Tuotetiedot. Saatavissa: [https://www.schreder.com/sites/default/files/2021-12/TECEO\\_GEN2\\_ProductSheet\\_EN.pdf](https://www.schreder.com/sites/default/files/2021-12/TECEO_GEN2_ProductSheet_EN.pdf). Viitattu 4.5.2022.
- SFS EN 62262. *Sähkölaitteiden kotelointien mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi)*. 2011. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Siironen, Roope. 2019. *Arkkitehtuurivalaistus – tekniikkaa vai estetiikkaa?* Saatavissa: <https://valo.com/arkkitehtuurivalaistus-tekniikkaa-vai-estetiikkaa/>. Viitattu 26.10.2021.

*Suomen moottorikelkkareitit ja -urat*. Kartta-aineisto. Saatavissa: <https://kelkkareitit.fi/>. Viitattu 22.1.2022.

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2018. *D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. 27. painos. Espoo: Sähköinfo oy.

Taideyliopisto. 2022. *Opinto-opas*. Saatavissa: <https://opinto-opas.uniarts.fi/fi/opintojakso/T-VM20311/11592>. Viitattu 1.5.2022.

Thijssen, M. 2022. Henkilökohtainen tiedonanto, yksityinen sähköposti. 26.4.2022. CLS LED b.v. Viestin saaja Mikko Lento.

Tiihonen, J. 2022. Henkilökohtainen tiedonanto, puhelinkeskustelu. 24.4.2022. Ensto oy.

Varsila, M. 2004. Valaistus osana arkkitehtuuria. *Projekti uutiset* 2004(5), 30–32.

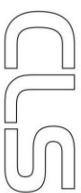
Varsila, M. 2018. Perusteet haltuun, osa 4: Luminanssi ja heijastussuhde. *VALO* 2018(1), 48–49. Saatavissa: [https://www.lehtiluukku.fi/lehti/valo/\\_read/1-2018/182322.html?p=48](https://www.lehtiluukku.fi/lehti/valo/_read/1-2018/182322.html?p=48). Viitattu 3.5.2022.

Väylävirasto. 2021. *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* 22.11.2021. Väyläviraston ohjeita 31/2021. Helsinki: Väylävirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-31\\_ledivalaisimien\\_laatuvaatimukset\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-31_ledivalaisimien_laatuvaatimukset_web.pdf). Viitattu 27.4.2022.

**CLS REVO DIRECT DMX IP67 SERIES**

Manual


V1.4 - November 2021





**INDEX**


Index	2	Installation	4	Lens Index	7
Safety Information	2	Programming	5	Lens replacement	7
Content	2	Wireless DMX	5	List of symbols	8
Technical	3	Programming table	6		
Specifications	3	Factory settings	6		


**SAFETY INFORMATION**


- 


Make sure all connectors are connected properly
- 


Use a source that complies to local codes
- 


Block access below the work area
- 


Don't modify or install genuine parts on this product
- 

Don't install in a flammable or explosive area
- 

Warning! Some surfaces can be hot
- 

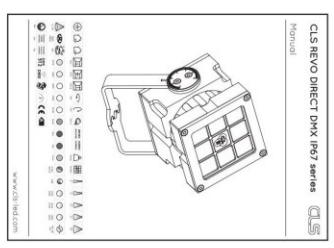
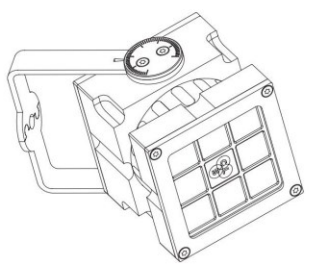
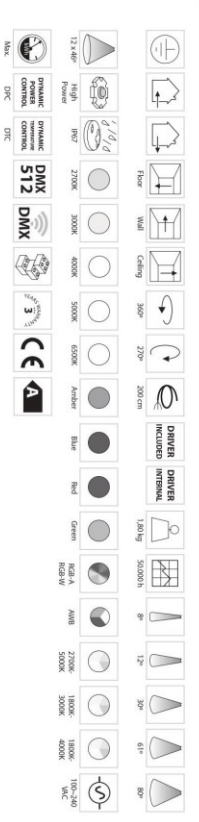
Disconnect the power supply before installing or maintaining
- 

Qualified technician
- 

Don't stare into the LED
- 

Ambulance Max 40"

**CONTENT**

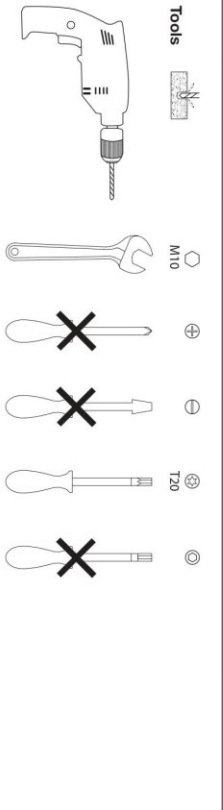
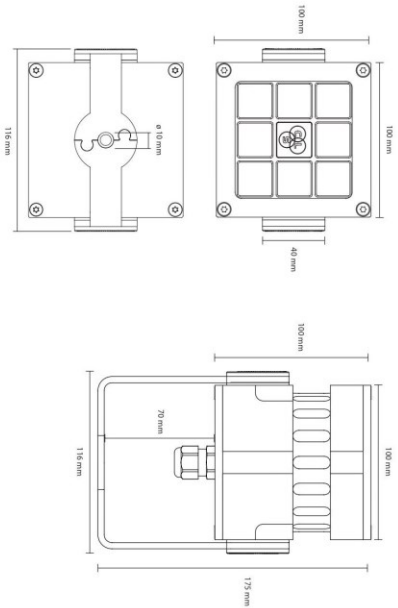


www.cls-led.com



www.cls-led.com

# TECHNICAL

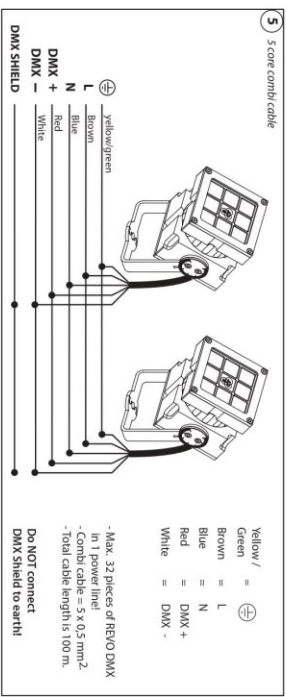
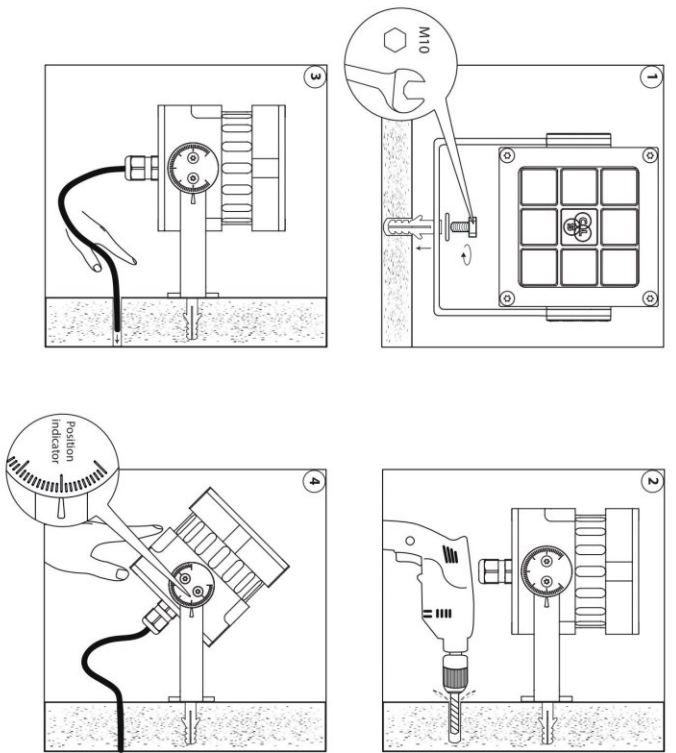


SPECIFICATIONS	
<b>LED:</b>	High Power LED
Single colours:	2700K, 3000K, 4000K & 5000K, 6500K amber, royal blue, green & red
Colour changing:	RGBA, RGBW & AMB
Tunable White:	2700K-5000K, 1800K-3000K & 1800K-4000K
Lenses:	8" 12", 30", 61", 80" and 12x46"
Power supply:	100 - 240 VAC
Power consumption:	Max. 20 Watt
Housing:	Anodised aluminium
Weight:	1,8 kg
IP value:	IP67
Cable length:	200 cm
Measurements:	175 x 116 x 100 mm (l x w x d)
Ambient temperature:	-30° C till +50° C

ACCESSORIES	
110415	CLS REVO lens kit 8" 8 pcs of lenses
110425	CLS REVO lens kit 12" 8 pcs of lenses
110435	CLS REVO lens kit 30" 8 pcs of lenses
110445	CLS REVO lens kit 61" 8 pcs of lenses
110455	CLS REVO lens kit 12x46" 8 pcs of lenses
105069	CLS groundpin black, 20 cm
105070	CLS extension rod black, 20 cm
110705	CLS REVO Wall bracket
122200	CLS-D-1a DMX tester/addresser unit
Y110790-G	REVO Snoot grey
Y110790-B	REVO Snoot black
Y110776	CLS Power/DMX combi cable outdoor (per meter)
Y110777	CLS Power / DMX combi cable outdoor 100 meters
Y1106016	CLS Magnet pin (4 pcs)

# INSTALLATION





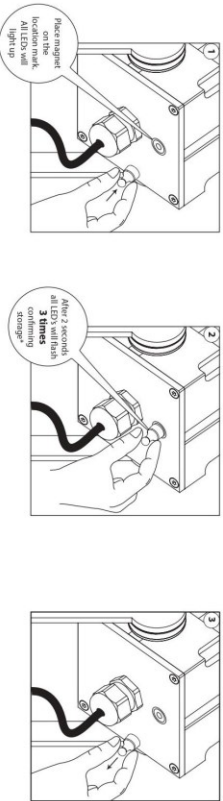
# PROGRAMMING

# PROGRAMMING TABLE

All settings can be configured via DMX. Settings can be configured at once or separately. When one of a couple settings needs to be changed just leave all other setting values zero. This keeps those settings unchanged. Please check the table for more information.

Always use a DMX controller with digital interface. If not available, you can purchase the CLS-D-1a DMX addresser unit (#122200).

First make sure to set the DATA on the DMX controller. To program the setting into the LED fixture follow the next steps.



\* If all LEDs flash 10 times, something went wrong. Please try again. If the problem continues to occur, please contact your local sales distributor.

## WIRELESS DMX

See the Manual of Wireless Solutions. The Manual can be found on our CLS website, in the Downloads section. Or use the link below <https://www.cls-led.com/wp-content/uploads/cls-files/W-DMX-manual.pdf>

**Unlink procedure**  
When the fixture does not receive a DMX signal (DMX controller off), place the magnet on the bottom of the fixture for 5 seconds. Slow flash indicates that the fixture is unlinked.

DMX		Function	Data	Parameters	Description
CH1	Set address 001 to 255	1..255	0 = no change DMX address = 1...255	Use this DMX channel to set address from 001 to 255. The configured DMX address is called "r".	
CH2	Set address 256 to 508	1..255	no change DMX address = 256...508	Use this DMX channel to set address from 256 to 508. The configured DMX address is called "r'".	
CH3	Static behavior	0	DMX address value	If no DMX is present the fixture will respond like set in this function.	
CH4	Soft dim	0	load static values	Soft dim will interpolate between the DMX values. This function makes the dim curve smoother.	
CH5	Master control	1	no change no master used master is first channel	If master is first channel is selected the channel will be DMX channel "r". If master is last channel "r'" is calculated in the output patch).	
CH6	Output 1 patch	1	no change DMX channel n+1	Each output channel can be patched to respond to the desired DMX channel. This enables the user to mix up the colours according to the controller that is used.	
CH7	Output 2 patch	1	no change DMX channel n DMX channel n+1 DMX channel n+2 DMX channel n+3	<b>Example: all outputs are patched as 1</b> All outputs will be controlled by DMX channel "r". If master is used total DMX channels will be 2 otherwise it uses 1 channel ("r" = 1).	
CH8	Output 3 patch	1	no change DMX channel n DMX channel n+1 DMX channel n+2 DMX channel n+3	<b>Example: output 1&amp;2 are patched as 1 and 3&amp;4 are patched as 2</b> Output 1&2 will be controlled by DMX channel "r". Output 3&4 will be controlled by DMX channel "r+1". If master is used total DMX channels will be 3 otherwise it uses 2 channels ("r" = 2).	
CH9	Output 4 patch	1	no change DMX channel n DMX channel n+1 DMX channel n+2 DMX channel n+3	Each output channel can be set to a static intensity.	
CH10	Static output 1	1	no change intensity 2...255	If no DMX is present and Static behavior is set to "load static values". The outputs will be set to the configured intensity values.	
CH11	Static output 2	1	no change intensity 2...255		
CH12	Static output 3	1	no change intensity 2...255		
CH13	Static output 4	1	no change intensity 2...255		
CH14	Load default settings	X	Load Factory settings	This function resets all settings to the Factory setting. Check Factory settings.	

FACTORY SETTINGS											
Address	Static behavior	Soft dim	Master control	Output patch 1	Output patch 2	Output patch 3	Output patch 4	Static output 1	Static output 2	Static output 3	Static output 4
1	1	OFF	OFF	1 (R)	2 (G)	3 (B)	4 (W)	255	255	255	255

Nylund.fi - Ecoline Mini 15 x 1,7W - 28.04.2022  
Projekti: Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu  
Positionero: Mikko Lento opinnäytetyö Centria-AMK



Willy Meyer

## Ecoline Mini 15 x 1,7W



Ecoline Mini on lineaarinen seinänpesijävalaisin LED valonlähteellä. Valaisin on saatavana eripituisina joko yksittäisvalaisimena tai modulaarisena valaisimena, joka on mahdollista asentaa jonoon toisensa perään, jolloin valaisimien väliin ei juurikaan jää mitään varjoa. Valaisimen erittäin pienet ulkomitat mahdollistavat valaisimien huomaamattoman käytön kaikissa arkkitehtonisissa tilanteissa. Valaisimessa on sisäänrakennettu LED-liitäntälaitte. IP65. IK10.

### Ominaisuudet



## Tuotteet

Tuotenimi	Tuotekoodi	Hakunimi	Kotelointiluokka	IK-luokka	Väri	Pituus	Valovirta	Väriämpötila	Ohjattavuus	Tukkuri	LDT
Ecoline Mini 15x1,7W NW var.MU DALI	10126973	8 767 345 109	IP65	IK10	Musta	1550 mm	1536 lm	4000 K	DALI	<a href="#">Lataa</a>	
Ecoline Mini 15x1,7W WW DALI HA	10127157	8 766 356 109	IP65	IK08	Harmaa	1550 mm	1463 lm	3000 K	DALI		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini SM 15x1,7W NW DALI MU	10127213	8 769 345 109	IP65	IK10	Musta	1507 mm	1536 lm	4000 K	DALI		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini 15x1,7W 20*/88* WW MU	10127219	8 766 346 009	IP65	IK10	Musta	1550 mm	1463 lm	3000 K	on/off		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini 15x1,7W 20*/88* NW MU	10127313	8 766 345 009	IP65	IK10	Musta	1550 mm	1536 lm	4000 K	on/off		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini SR 15x1,7W WW DALI RAL	10127435	8 770 366 109.1 mod RAL 1001	IP65	IK08	Ruskea	1523 mm	1463 lm	3000 K	DALI		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini 15x WW DALI va300 cort	10127572	8 767 346 109.1 mod corten 300 arm	IP65	IK08	Ruskea	1550 mm	1463 lm	3000 K	DALI		<a href="#">Lataa</a>
Ecoline Mini 15x WW DALI w.arm cort	10127573	8 767 346 109.1 mod corten	IP65	IK08	Ruskea	1550 mm	1463 lm	3000 K	DALI		<a href="#">Lataa</a>

Ecoline Mini on lineaarinen seinänpesijävalaisin LED valonlähteellä. Valaisin on saatavana eripituisina joko yksittäisvalaisimena tai modulaarisena valaisimena, joka on mahdollista asentaa jonoon toisensa perään, jolloin valaisimien väliin ei juurikaan jää mitään varjoa. Valaisimen erittäin pienet ulkomitat mahdollistavat valaisimien huomaamattoman käytön kaikissa arkkitehtonisissa tilanteissa. Valaisimessa on sisäänrakennettu LED-liitäntälaite. IP65. IK10.

### Tuotekuvaus

Ecoline Mini on lineaarinen seinänpesijävalaisin LED valonlähteellä. Valaisin on saatavana eripituisina joko yksittäisvalaisimena tai modulaarisena valaisimena, joka on mahdollista asentaa jonoon toisensa perään, jolloin valaisimien väliin ei juurikaan jää mitään varjoa. Valaisimen erittäin pienet ulkomitat mahdollistavat valaisimien huomaamattoman käytön kaikissa arkkitehtonisissa tilanteissa. Valaisimessa on sisäänrakennettu LED-liitäntälaite. IP65. IK10.

Valaisin on saatavana vakiona 20°×88° seinänpesuoptiikalla ja asymmetrisellä optiikalla. Valaisin

Nylund.fi - Ecoline Mini 15 x 1,7W - 28.04.2022  
 Projekti: Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu  
 Positionumero: Mikko Lento opinnäytetyö Centria-AMK



toimitetaan 1m kaapelilla. Valaisin on saatavana myös himmennettävänä (DALI ja 1-10V, ei 3x1,7 W-malli).

## Käyttöalue

Rakennusten julkisivujen, opasteiden, kylttien, arkkitehtonisten yksityiskohtien, siltojen ja muiden vastaavien kohteiden valaistukseen.

## Rakenne

Valaisimen runko on painevalettua alumiinia (AlSi 12), joka on pulverimaalattu polyesterivärillä. Kiinnityssanka painevalettua ja pulverimaalattua alumiinia. Lasi iskunkestävää kirkasta polykarbonaattia, silikonitiivisteet. Kaikki ulkopuoliset metalliosat ovat ruostumatonta terästä. Sisäänrakennettu LED muuntaja. IP65, IK10. Valaisin toimitetaan 1m kaapelilla (H05RN-F3G1). Väri valkoinen (RAL 9002), hopean harmaa (RAL 9006) tai musta (RAL 7021). Tilauksesta kaikissa RAL väreissä.

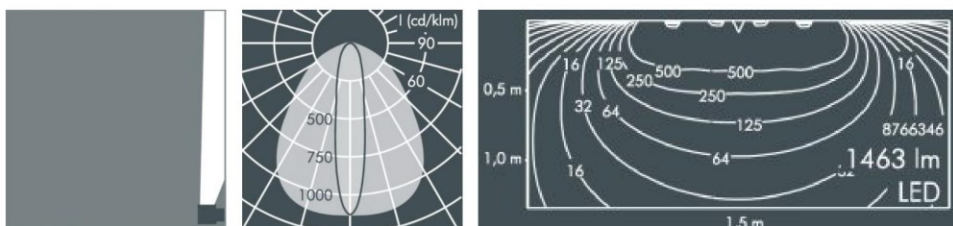
## LED moduuli

Valaisin on saatavana eri pituisena: 3x1,7 W, 6x1,7 W, 9x1,7 W, 12x1,7 W ja 15x1,7 W. Väriämpötilat WW-3000 K ja NW-4000 K, tilauksesta myös 2700 K. CRI > 80. MacAdam on enintään 2. Elinikä yli 50.000 h L90/B10. Valaisin on tilattavissa sisäisellä 1-10V ja DALI liitäntälaitteella.

## Optiikka

Valaisin on saatavana seuraavilla optiikoilla

### Seinänpesuoptiikka 20° x 88°



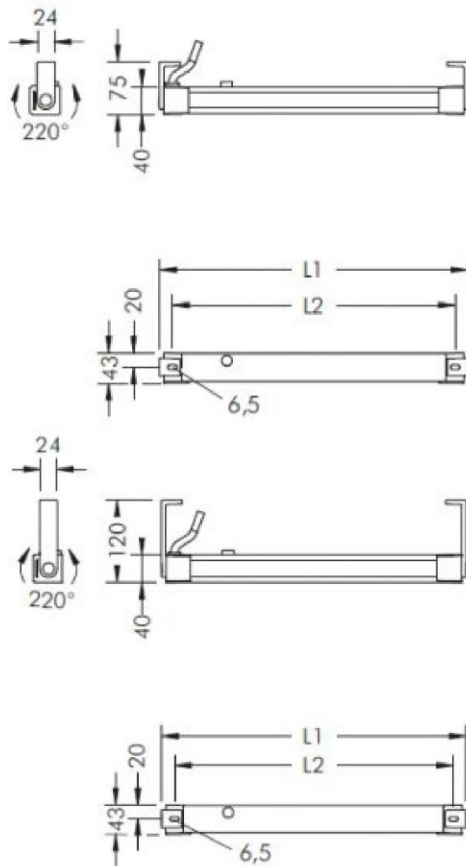
## Asennus

Lyhyet tai pitkät kiinnitysvarret, kiinnitysreikä Ø 6,5 mm, asennusväli L2. Kallistuskulma 0-220°. Mitat Ecoline Mini 15x1,7 W LED L1=1550 mm, L2=1513 mm

## Kyt Kentä

Valaisin toimitetaan 1m kaapelilla (H05RN-F3G1), himmennettävissä malleissa 5x1,0 mm<sup>2</sup>. Valaisinta ei ole mahdollista avata. Valaisin on tilattavissa läpijohdotettavana, jolloin valaisimessa on kaksi kaapelia.

## Mittakuvat



## LDT Valonjakotiedosto

[Ecoline Mini 15x1,7W LDT](#)

## Datalehti

[MEYER New Products 2018 GB lowRGB](#)

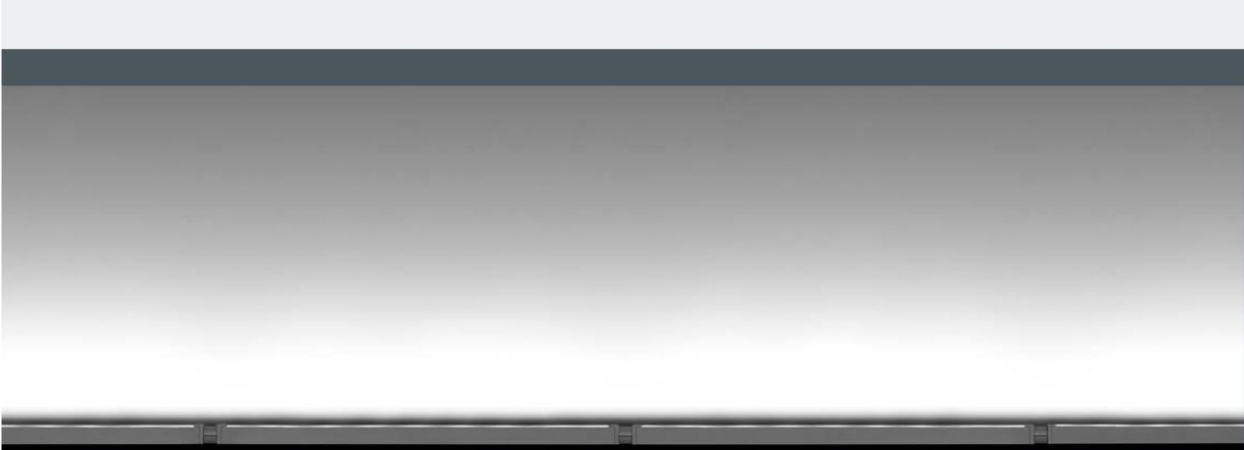
LDT Valonjakotiedosto

[Ecoline Mini 15x1,7W LDT](#)

Datalehti

[MEYER New Products 2018 GB lowRGB](#)

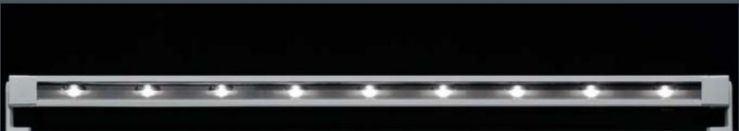




Design: Roy Fleetwood



The precise optics produce wall washer or asymmetrical distribution.



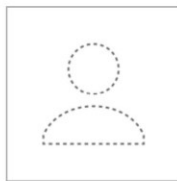
Sirkkalan Silta, Finland  
Lighting design: Ramboll, Satu Marttila

Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu

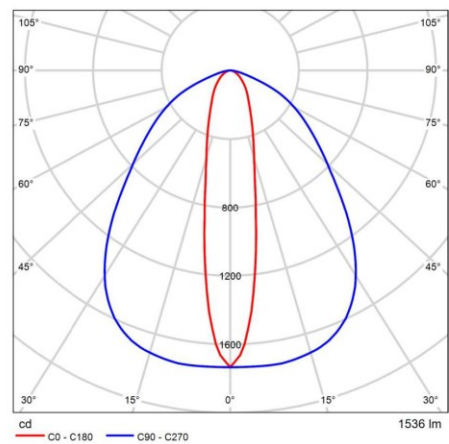
**centria**  
ammattikorkeakoulu

## Tuotteen tietolehti

Ei vielä DIALux-jäsen - Ecoline Mini wandflutend nw



Tavaranumero	8766345
P	26.0 W
$\Phi$ Valaisin	1536 lm
Valotehokkuus	59.1 lm/W
CCT	4000 K
CRI	100



Polaarinen valonjakautumiskäyrä

Häikäisyarvot UGR:N mukaan													
p Katto	70				50				30				
	70	70	50	50	30	30	30	50	50	70	70	30	
p Seinät	50				30				50				
p Lattia	20				20				20				
Tilan koko X Y	Näkökulma poikittain Lampun keskipisteen						Näkökulma pitkittäin Lampun keskipisteen						
	2H	2H	13.3	14.4	13.6	14.6	14.8	23.6	24.7	23.8	24.9	25.1	
3H		14.0	15.0	14.3	15.3	15.5	24.7	25.7	25.0	26.0	26.3		
4H		14.3	15.2	14.6	15.5	15.8	25.0	25.9	25.3	26.2	26.5		
6H		14.4	15.3	14.7	15.6	15.9	25.1	26.0	25.5	26.3	26.6		
4H	2H	14.4	15.3	14.8	15.6	15.9	25.2	26.0	25.5	26.3	26.6		
	3H	14.4	15.2	14.8	15.5	15.8	25.1	26.0	25.5	26.3	26.6		
	4H	14.4	15.4	14.8	15.7	15.9	23.4	24.4	23.7	24.6	24.9		
	6H	15.2	16.0	15.6	16.4	16.7	24.6	25.4	25.0	25.8	26.1		
8H	2H	15.5	16.3	15.9	16.6	17.0	25.0	25.7	25.4	26.0	26.4		
	3H	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1	25.2	25.8	25.6	26.2	26.6		
	4H	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1	25.3	25.8	25.7	26.2	26.6		
	6H	15.7	16.3	16.2	16.7	17.1	25.3	25.8	25.7	26.2	26.6		
12H	2H	16.0	16.6	16.5	17.0	17.4	24.9	25.5	25.3	25.9	26.3		
	3H	16.3	16.8	16.7	17.2	17.6	25.2	25.6	25.6	26.1	26.5		
	4H	16.3	16.8	16.8	17.2	17.7	25.2	25.7	25.7	26.1	26.6		
	6H	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7	25.3	25.6	25.8	26.1	26.6		
12H	2H	16.1	16.6	16.5	17.0	17.5	24.9	25.4	25.3	25.8	26.2		
	3H	16.4	16.8	16.9	17.3	17.7	25.1	25.5	25.6	26.0	26.5		
	4H	16.4	16.8	16.9	17.3	17.7	25.1	25.5	25.6	26.0	26.5		
	6H	16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	25.2	25.6	25.7	26.0	26.5		
Välitele katsojan paikkaa valaisimen etäisyyksien tarkastelemiseksi S													
S = 1.0H	+0.5 / -0.6				+0.8 / -0.8								
S = 1.5H	+0.8 / -1.2				+1.9 / -1.9								
S = 2.0H	+1.1 / -1.9				+3.0 / -3.1								
Vakiotuulokko	BK03				BK03								
Korjaustekijä	-1.8				7.8								
Korjatut häikäisyarvot suhteessa 1536lm kokonaisvaloihin													

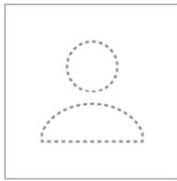
UGR-diagrammi (SHR: 0.25)

Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu

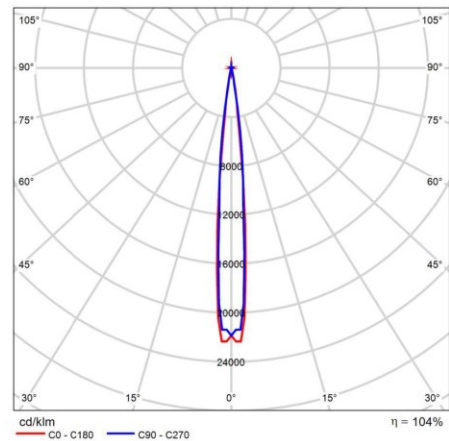


## Tuotteen tietolehti

Ei vielä DIALux-jäsen - LM79-REVO-COLOURFLOW-RGBW-DMX8 [all leds on] 8DEG



Tavaranumero	R-6-D-X-61-5
P	20.2 W
$\Phi_{\text{Lamppu}}$	966 lm
$\Phi_{\text{Valaisin}}$	1000 lm
$\eta$	103.56 %
Valotehokkuus	49.5 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



Polaarinen valonjakautumiskäyrä

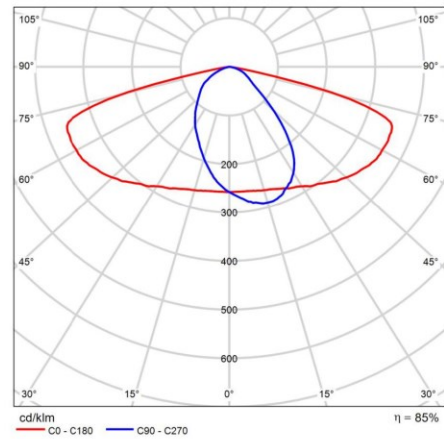


## Tuotteen tietolehti

Schröder - TECEO S 5102 [Flat glass], [Lum. shape-related, Plastic, White] Light Exhauster 16 XP-G3@350mA NW 740 230V 01-37-043 408482



Tavaranumero	408482
P	18.1 W
$\Phi_{\text{Lamppu}}$	2928 lm
$\Phi_{\text{Valaisin}}$	2486 lm
$\eta$	84.92 %
Valotehokkuus	137.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70

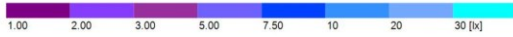
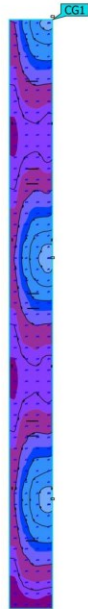


Polaarinen valonjakautumiskäyrä

Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu

**centria**  
 ammattikorkeakoulu

Siltakatu (Valaistustilanne 1)

**Kansi**

Ominaisuudet	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{maks}$	$g_1$	$g_2$	Hakemisto
Kansi Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 4.700 m	6.40 lx	1.24 lx	22.4 lx	0.19	0.055	CG1

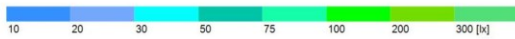
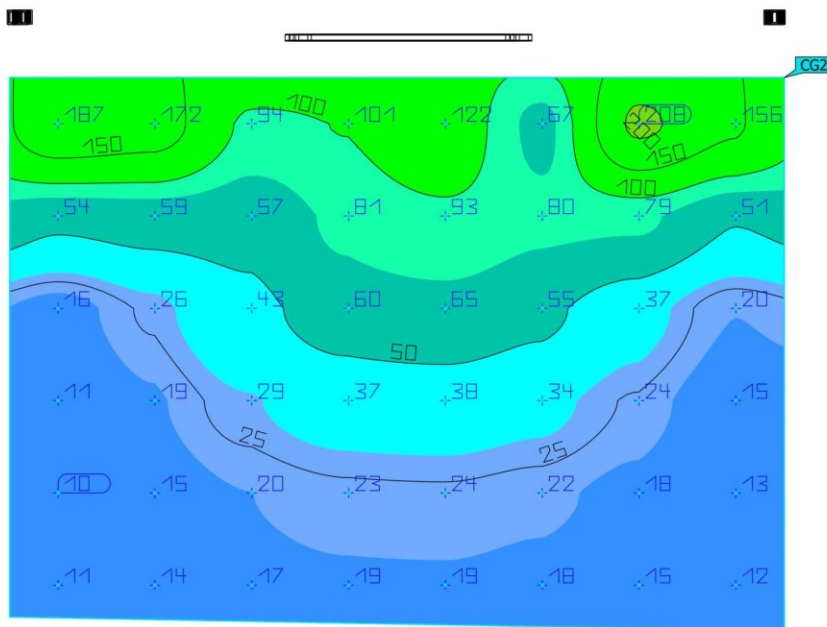
Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (ulkona oleva liikennealue)

Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu



Siltakatu (Valaistustilanne 1)

**Arkku**



Ominaisuudet	Ē	E <sub>min.</sub>	E <sub>maks</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Hakemisto
Arkku Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 1.973 m	51.2 lx	10.1 lx	208 lx	0.20	0.049	CG2

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (ulkona oleva liikennealue)

Sillan erikoisvalaistuksen suunnittelu

**centria**  
 ammattikorkeakoulu

Siltakatu (Valaistustilanne 1)

**Palkki**

Ominaisuudet	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{maks}$	$g_1$	$g_2$	Hakemisto
Palkki Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 4.196 m	50.7 lx	15.8 lx	115 lx	0.31	0.14	CG3

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (ulkona oleva liikennealue)